



Auszug aus dem Sonderheft der Zeitschrift mobiles

Festschrift aus Anlass von

**75 Jahre Flugzeugbaustudium in Hamburg
04.06.2010**

Artikel mit Bezug zur

Aircraft Design and Systems Group (Aero)

Dieter Scholz

Inhalt

Forschungsschwerpunkt Flugzeugbau
Aero – Aircraft Design and Systems Group
Airport 2030 – Arbeitspaket 4.1
ALOHA
PAHMIR
CARISMA
Grüner Frachter
Flugzeugsystem-Labor
Internationales



FSP Flugzeugbau

Organisatorischer Rahmen für die Flugzeugforschung am Department

PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME



» **Inhalte:** Der Forschungsschwerpunkt (FSP) Flugzeugbau beschäftigt sich mit Fragen aus dem Bereich des Entwurfes und der Entwicklung ziviler Passagier- und Frachtflugzeuge. Dabei geht es insbesondere um eine Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch die Verringerung von Widerstand, Gewicht und Sekundärenergieverbrauch sowie die Senkung von Entwicklungs-, Herstell- und Wartungskosten. Weitere Aspekte sind die Steigerung der Effizienz, der Umweltfreundlichkeit, der Passagiersicherheit und des Komforts.

Mitglieder, Fachgebiete und Forschungsförderung: Mitglied im Forschungsschwerpunkt Flugzeugbau ist automatisch jeder Professor des Departments, der ein Forschungsthema aus dem Bereich des Flugzeugbaus bearbeitet. Eine Zusammenarbeit zwischen den Mitgliedern des FSP wird angestrebt. Auf einer Internetseite des Departments (<http://www.fzt.haw-hamburg.de/Research/AirplaneBuilding.html>) werden Informationen zur Forschung aktuell in tabellarischer Form dargestellt mit den Namen der forschenden Professoren (einschließlich Link zur persönlichen Website), den Fachgebieten der Professoren, den Namen der Forschungsprojekte (einschließlich Link zur Projektwebsite), den Quellen der Förderung der Projekte und der Laufzeit der Projekte.

Derzeit wird in folgenden Fachgebieten geforscht:

- Architektur von Flugzeugkabinen
- Design von Flugzeugkabinen
- Mechanische Kabinensysteme
- Faserverbundtechnologie
- Flugzeugentwurf
- Flugzeugsysteme
- Passive Sicherheit
- Strukturkonstruktion

Die finanzielle Förderung der Forschungsprojekte erfolgt bzw. erfolgte u. a. aus folgenden Programmen:

- Spitzenclusterinitiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF)
- Luftfahrtforschungsprogramme des Bundes – LuFo (BMWi)
- Angewandte Forschung an Fachhochschulen im Verbund mit der Wirtschaft – FH³ (BMBF)

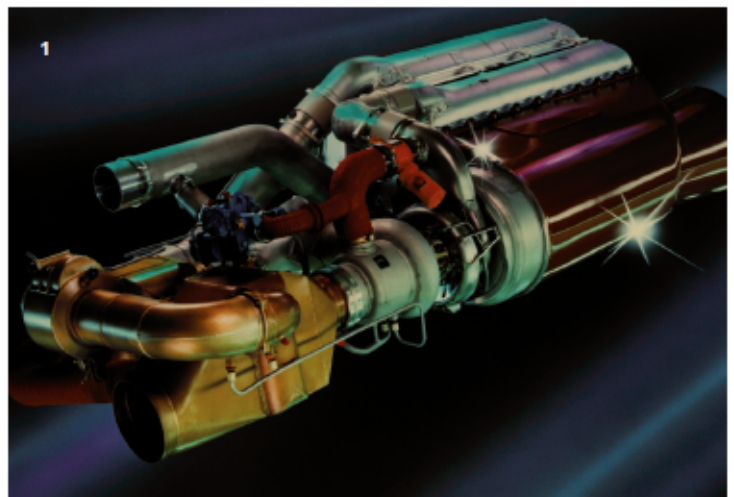
- Forschung an Fachhochschulen mit Unternehmen – FHprofUnt (BMBF)
- Hamburger Luftfahrtforschungsprogramm (Freie und Hansestadt Hamburg)
- private Auftraggeber aus der Industrie (Airbus und Luftfahrtzulieferindustrie)
- interne Forschungsförderung der HAW Hamburg

Ausgewählte Forschungsprojekte des Forschungsschwerpunkts Flugzeugbau werden in dieser Festschrift in eigenen Beiträgen vorgestellt.

Bedeutung, Gründung und Vorteile: Die anwendungsorientierte Forschung gehört heute genauso wie die Lehre zu den Aufgaben einer Fachhochschule. Neben dem allgemeinen Ziel der Vermehrung von Wissen und der Bereicherung der Lehre hat die Forschung auch eine recht große Bedeutung im Rahmen der Akkreditierung von Master-Studiengängen und der Profilbildung der Hochschule.

Konkret eingefordert wurde die Forschung im Bereich Luftfahrt durch die „Ziel- und Leistungsvereinbarung 2005“ zwischen der Freien Hansestadt Hamburg, Behörde für Wissenschaft und Forschung (BWF), und der HAW Hamburg. Im Rahmen der „Hochschulentwicklung“ wird dort unter dem Stichwort „Luftfahrt“ der „Aufbau eines Forschungs- und Entwicklungsbereichs im Studiendepartment Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau als vorrangiges Ziel für die Jahre 2005/2006 angesehen“. Von der HAW Hamburg wurde eine Schwerpunktsetzung im Bereich „Luftfahrt“ gefordert. Mit der Gründung des Forschungsschwerpunkts Flugzeugbau und den damit zusammenhän-

1 Simulation eines Klimaaggregats im Forschungsprojekt FLECS – Functional Model Library of the Environmental Control Systems (<http://flecs.ProfScholz.de>)



genden Forschungsaktivitäten wurde der Forderung der Behörde entsprochen.

Durch Forschungsprojekte konnten einige zusätzliche wissenschaftliche Mitarbeiter befristet am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau eingestellt werden. Auch wenn diese drittmittelfinanzierten Mitarbeiter sich zu 100 % ihren Projekten widmen müssen, so wird das akademische Leben am Department durch sie doch erheblich bereichert.

Die Forschungsprojekte geben den Studierenden vielfältige zusätzliche Möglichkeiten für Projekte und zur Anfertigung von Abschlussarbeiten oder für eine Tätigkeit als wissenschaftliche Hilfskraft. Die Studierenden werden so an die Methodik anwendungsorientierter Forschung im Verbund mit der Industrie herangeführt.

Drittmittelgelder aus der Forschung finanzieren neue Infrastruktur am Department (z. B. Versuchseinrichtungen oder DV Ausstattung). In Einzelfällen wurde es möglich, Lehre über Drittmittelgelder aus Forschung zu finanzieren. Reisen, die sonst über den Haushalt abgerechnet wurden, können teilweise durch Forschungsgelder aus den Projekten finanziert werden. Projekte, für die sogenannte „Overheads“ abgeführt werden müssen, erhöhen die Liquidität auf der Ebene des Präsidiums und der Fakultät.

Ausblick: Die Forschungsrichtlinie der HAW Hamburg definiert den Rahmen von Forschung an unserer Hochschule. Während bei der Einzel- forschung Aktivitäten in einer Vielzahl unterschiedlicher Wissensgebiete möglich sind, dienen Forschungsschwerpunkte der Konzentration der Forschungsarbeit in ausgewählten Themengebieten. Forschungsgruppen entstehen formlos durch Forschungsaktivitäten in räumlicher Nähe und/ oder die Administration durch den gleichen Professor (siehe hierzu den Beitrag „Aero – Aircraft Design and Systems Group“). Forschungsgruppen oder FSP können sich an der HAW Hamburg zu Forschungs- und Transferzentren (FTZ) weiterentwickeln. An ein FTZ werden erhöhte Anforderungen gestellt: FTZ-Leitung, erweitertes Konzept, internationale Einbindung, eigenständige Verwaltung, finanzielle Unabhängigkeit, Evaluation. Der weitere Weg ist vorgezeichnet. Wir werden sehen, wie weit wir ihn gehen können. «

Aero

Aircraft Design and Systems Group

PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME



» Aero – Aircraft Design and Systems Group, also die Forschungsgruppe Flugzeugentwurf und -systeme, entstand formlos aus den verschiedenen Forschungsprojekten von Prof. Dr. Dieter Scholz. Die Mitarbeiter sind zusammen in einem großen Büro in räumlicher Nähe untergebracht (Bild 1, 2 und 3). Ein Name, eine Logo, eine Identität, gemeinsame Reisen zu Kongressen, gleiche Ziele (die kooperative Promotion), gegenseitige Hilfe, gegenseitiges Daumendrücken bei Vorträgen auf internationalen Veranstaltungen, Wachstum der Gruppe, Erfolg, Anerkennung, ein inspirierendes Betriebsklima. Das alles ist mehr, als eine Forschungsrichtlinie fördern oder verhindern kann.



Aero existiert(!) und präsentiert sich in der realen Wirklichkeit genauso wie in den virtuellen Welten des Internets (<http://Aero.ProfScholz.de>).

Aero ist Teil des Forschungsschwerpunkts Flugzeugbau im Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau in der Fakultät Technik und Informatik der HAW Hamburg. Die Gruppe ist international ausgerichtet. Kern ist ein „Mission Statement“: **“Aero’s aim is to guide research assistants to cooperative dissertations and to conduct funded projects in research, development and teaching.”**

Es geht also

- 1 Raum 217: Arbeitsplätze für Wissenschaftliche Mitarbeiter
- 2 Raum 218: Mehrzweckraum mit Arbeitsplätzen für Computer Based Training (CBT)
- 3 Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der Forschungsgruppe Aero

- um Projekte im Bereich Forschung, Entwicklung und Lehre,
- um Projekte, die durch Drittmittel finanziert werden (weil sonst – fast – keine Mittel zur Verfügung stehen),
- um die Beschäftigung von Wissenschaftlichen Mitarbeitern zur Bearbeitung der Projekte,
- darum, die Wissenschaftlichen Mitarbeiter zur Promotion zu führen,
- darum, Universitäten und Professoren zu gewinnen, die bereit sind, die Promotionen gemeinsam mit Aero durchzuführen,

- darum, einen Mehrwert für alle beteiligten Institutionen und Personen zu schaffen.

Die Aktivitäten finden statt im Bereich Flugzeugentwurf und Flugzeugsysteme/Kabinensysteme. Laufende Projekte:

- Airport 2030 (neue Konzepte – hier: Flugzeugkonfigurationen – für den wachsenden Flugverkehr)
- ALOHA (Flugzeugentwurf für kostenoptimierte Bodenabfertigung)
- PAHMIR (Rekonfiguration, Fehler- und Diagnosesysteme für die Flugzeugkabine und Flugzeugkabinensysteme)
- CARISMA (optimierte Prozesse für die Kabinenumrüstung)
- PreSTo (Entwicklung eines Werkzeugs für den Flugzeugvorentwurf)

Abgeschlossene Projekte:

- Grüner Frachter (Entwurfsuntersuchungen zu umweltfreundlichen Frachtflugzeugen)
- FLECS (Erstellung einer Simulationsumgebung für Flugzeugklimaanlagen)
- EPMA (Entwicklung des European Postgraduate Master in Aeronautical Engineering)

Aero bietet regelmäßig zwei einwöchige Kurse an:

- Aircraft Design (Flugzeugentwurf für internationale Teilnehmer auf Englisch)
- Grundlagen des Flugzeugbaus

Die Projekte Airport 2030, ALOHA, PAHMIR, CARISMA und Grüner Frachter werden in dieser Festschrift in eigenen Beiträgen dargestellt. «



Airport 2030 – Arbeitspaket 4.1

Flugzeugkonfiguration für Szenario 2015

DIPL.-ING. PHILIP KRAMMER; PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME



» Das Verbundprojekt „Airport 2030“ („Effizienter Flughafen 2030“) ist Teil der Spitzenclusterinitiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Mit dem Leuchtturmprojekt „Airport 2030“ sollen ökonomischere und ökologischere Konzepte und Lösungen für den steigenden Flugverkehr entwickelt werden. Die HAW Hamburg arbeitet an effizienten Flugzeugkonfigurationen für ein Szenario in 2015. Die Laufzeit des Projektes ist vom 01.12.2008 bis zum 30.11.2013.

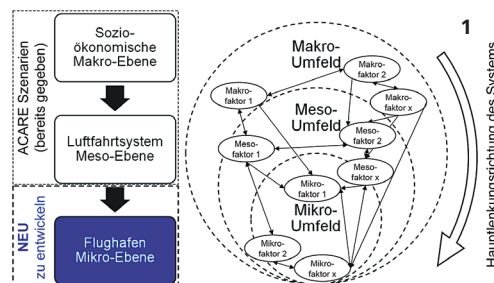
Einordnung in den Luftfahrtcluster Metropolregion Hamburg: Der Luftfahrtcluster Metropolregion Hamburg ist ein partnerschaftliches Netzwerk aus Luftfahrtunternehmen, Vereinen, Hochschulen und Behörden. Mit mehr als 36 000 Beschäftigten gehört Hamburg zu den weltweit führenden Standorten der zivilen Luftfahrtindustrie. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung hat den Luftfahrtcluster im Jahr 2008 als Spitzencluster ausgezeichnet. Mit der Innovationsstrategie „Neues Fliegen“ soll die Luftfahrt zukünftig ökonomischer, ökologischer, komfortabler, zuverlässiger und flexibler werden. Dazu investiert der Luftfahrtcluster 80 Mio. EUR in Forschungsprojekte und baut dadurch seine vier Kompetenzfelder weiter aus. Diese sind: Flugzeuge und Flugzeugsysteme, Kabinen und Kabinensysteme, Aviation Services sowie Lufttransportsysteme. Innerhalb des Luftfahrt-Spitzenclusters gibt es drei Leuchtturmprojekte, von denen jeweils eines von Airbus, Lufthansa Technik und vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) geführt wird. Bei dem Projekt Airport 2030 handelt es sich um den vom DLR geführten Leuchtturm 3.

Beteiligte Partner: Im dritten Leuchtturm-Projekt Airport 2030 arbeiten die folgenden Unternehmen und Forschungseinrichtungen, geführt durch die Einrichtung Lufttransportkonzepte und Technologiebewertung, zusammen:

- Technische Universität Hamburg-Harburg (TUHH) (Institut für Telematik, Institut für Verkehrsplanung und Logistik)
- Universität Hamburg (Institut für Technische Informatiksysteme (TIS))
- Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg) (Aero – Aircraft Design and Systems Group)
- Airbus Operations GmbH (Future Projects Office)
- Flughafen Hamburg GmbH
- mb + Partner
- Siemens AG Industry Sector (Mobility Division, Infrastructure Logistics)
- AlsterAero GmbH

Zielsetzung von Airport 2030: Ziel des Projektes ist es, am Beispiel des Flughafens Hamburg Prozess- und Technologieansätze aufzuzeigen, die einen messbaren Beitrag zur Qualitäts- und Gesamtleistungssteigerung sowie zur Umweltverträglichkeit des Lufttransportsystems leisten. Im Detail wurden folgende globale Ziele definiert: Reduktion von Emissionen und Lärm am Flughafen; Reduktion der Kosten für Fluglinien und Flughafenbetreiber; Beschleunigung der Abläufe am Boden; Erhöhung des Passagierkomforts am Boden; Steigerung der Passagier- und Frachtstromkapazität; Reduktion der Ein- und Aussteige-, Be- und Entladezeiten; Steigerung der Pünktlichkeit des Luftverkehrs.

Das Forschungsfeld erfordert zwingend einen systemischen Ansatz, in dem ausgehend von gesamtsystemspezifischen Anforderungen (**Bild 1**) in Einzeldisziplinen Technologien und Prozesse erforscht und entwickelt werden, die abschließend integriert in das Gesamtsystem analysiert und bewertet werden.



1 Definition von Anforderungen mittels der Szenariotechnik – hierarchische Aufteilung des betrachteten Systems [1]

- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) (Einrichtung für Lufttransportkonzepte und Technologiebewertung, Institut für Flugführung, Institut für Flughafenwesen und Luftverkehr)

Hauptarbeitspaket 4: Das Leuchtturmprojekt Airport 2030 besteht aus insgesamt fünf Hauptarbeitspaketen. Die für die zukünftige Gestaltung von Lufttransportsystemen als entscheidend identifizierten Auslegungskriterien Ökologie, Ökonomie, Zuverlässigkeit, Komfort und Flexibilität sollen innerhalb des vierten Hauptarbeitspaketes (HAP 4) im Hinblick auf die Flugzeugkonfigurationen und Flughafeninfrastruktur für die Szenarien 2015 und

2030 untersucht werden. HAP 4 umfasst drei Arbeitspakete, die von den Partnern Airbus, HAW Hamburg, DLR und mb + Partner (Hauptarbeitspaketleiter) bearbeitet werden.

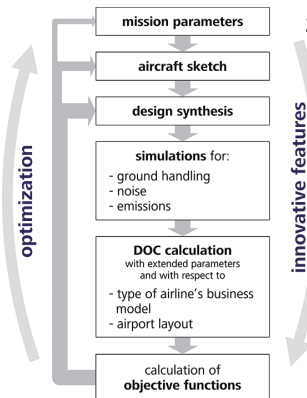
Arbeitspaket 4.1 – Flugzeugkonfiguration für Szenario 2015:

Im Arbeitspaket 4.1 der HAW Hamburg, wird von eher konventionellen Modifikationsmöglichkeiten der Flugzeugkonfiguration und der Flughafeninfrastruktur ausgegangen. Airbus Operations GmbH ist direkter Partner im Arbeitspaket 4.1 und unterstützt die Erstellung eines Anforderungskataloges sowie die qualitative Bewertung von Flugzeugkonzepten. Aufbauend auf den Erfahrungen aus dem Projekt ALOHA (Aircraft Design for Low Cost Ground Handling) sollen verschiedene Maßnahmen hinsichtlich ihres Einflusses auf die direkten Betriebskosten und die Umweltverträglichkeit des Flugzeugs analysiert und die resultierenden Entwürfe optimiert werden.

Für den Entwurf neuer Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge wird u.a. eine kostenoptimierte Abfertigung am Boden angestrebt. An der HAW Hamburg sollen dazu Flugzeugentwürfe gefunden werden, die nicht nur eine Minimierung der Bodenkosten ermöglichen, sondern auch die geringsten Direct Operating Costs (DOC) aufweisen. Des Weiteren sollen zusätzliche Terme die DOC durch Umweltkosten (angesetzt für Lärm oder Schadstoffemissionen) ergänzen. Die so erhaltene Zielfunktion kann dann flexibel als gewichtete Zielfunktion für multidisziplinäre Entwurfsoptimierungen verwendet werden.

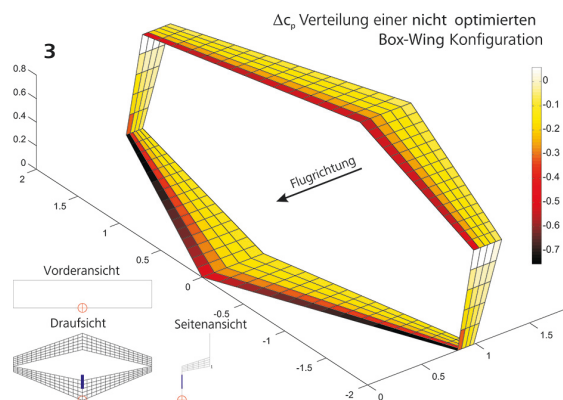
Ausgangsbasis ist das Programmsystem PrADO (Preliminary Aircraft Design and Optimisation Program) des Instituts für Flugzeugbau und Leichtbau der TU Braunschweig [2], das je nach Entwurfsproblem oder zu untersuchender Konfiguration aus mehreren Teilprogrammen zum Gesamtsystem zusammengestellt wird. So kann der konventionelle Entwurfsprozess (Design Synthesis) mit neuen, zusätzlichen Modulen erweitert werden (**Bild 2**). Auf dieser Basis kann die Auswahl einer Konfiguration erfolgen, die unter Beachtung der Bedingungen am „effizienten Flughafen“ sowohl die Anforderungen der Luftverkehrsgesellschaften (z. B. Low Cost oder Flag Carrier) als auch zukünftige ökologische Anforderungen optimal bzw. im besten Kompromiss erfüllt.

Als eine vielversprechende – eher unkonventionelle – Konfiguration findet der Box-Wing Beachtung in diversen Forschungsprojekten, so auch im Leuchtturmprojekt Airport 2030. Das Tragflügelssystem, bestehend aus einem rückwärtsgepfeilten, konventionellen Tragflügel, einem



vorwärtsgepfeilten Tragflügel in Schulterdeckerkonfiguration und seitlichen, senkrechten Tragflügeln, wurde bereits von Ludwig Prandtl 1924 [3] als Konfiguration mit dem geringsten induzierten Widerstand entdeckt. Voraussetzung dafür ist eine gleiche, und möglichst elliptische Auftriebsverteilung auf beiden Tragflächen, eine dreiecksförmige Auftriebsverteilung (mit Nulldurchgang in der Symmetrieebene) auf den vertikalen Tragflächen sowie ein

möglichst optimales Verhältnis von Spannweite zu Tragflügelabstand. Mittels Tragflächenverfahren (**Bild 3**) werden in einem ersten Schritt Optimierungsläufe anhand der genannten Parameter durchgeführt. Für eine ganzheitliche Betrachtung der Flugzeugkonfiguration müssen neben den aerodynamischen Aspekten jedoch auch Massenabschätzungen und Stabilitätsanalysen erfolgen, die sowohl Strukturdimensionierungen als auch aeroelastische Analysen erfordern. Auch die Bodenabfertigung wird sich aufgrund der Konfiguration anders als gewohnt gestalten. «



Literatur:

- [1] Phelps, Peter: *Szenarioerstellung im Rahmen des Leuchtturmprojektes „Effizienter Flughafen“*. München, Technische Universität München, Lehrstuhl für Luftfahrttechnik, Szenariobericht (Nr. LT-09/09). – Studie im Auftrag des Institutes für Lufttransportkonzepte und Technologiebewertung des DLR
- [2] Heinze, Wolfgang: *Ein Beitrag zur quantitativen Analyse der technischen und wirtschaftlichen Auslegungsgrenzen verschiedener Flugzeugkonzepte für den Transport großer Nutzlasten*. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig, Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnik, 1994
- [3] Prandtl, Ludwig: Induced Drag of Multiplanes. In: *Technische Berichte 3* (1924), Nr. 7, S. 309–315 [online]. NASA Technical Reports Server (NACA-TN-182). Internet: <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/19930080964_1993080964.pdf> [Zugriff: 25-03-2010]. – PDF-Format
- [4] Redhammer Consulting Ltd.: *Tornado*. Internet: <<http://www.redhammer.se/tornado/index.html>> [Zugriff: 25-03-2010]

ALOHA

Aircraft Design for Low Cost Ground Handling

DIPL.-ING. PHILIP KRAMMER; DIPL.-ING. DIANA RICO SÁNCHEZ; PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME



» In the joint research project Aircraft Design for Low Cost Ground Handling (ALOHA), innovative conventional and unconventional aircraft designs are investigated and evaluated with respect to ground handling operations and their associated costs. The duration of the ALOHA project is 3 years and 2 months. It started in November 2007. The project partners in ALOHA are:

- Hamburg University of Applied Sciences (HAW Hamburg) - acting as project leader
- Airbus Operations GmbH, Hamburg, with its Future Project Office (FPO)
- Airport Research Center GmbH (ARC)
- Hamburg Airport GmbH (Ground Handling Division)

Motivation: Low-Cost Airlines (LCA) have become a major contributor to global aviation in the past decade. It is likely that the low cost airlines segment will continue to grow, claiming an increasing market share of air travel. One of the key enablers of low-cost air transport is an accelerated aircraft turnaround at the airport in combination with reduced ground handling costs. The potential of this LCA approach has been successfully exploited by well established LCA such as Southwest Airlines and Ryanair. Their success has sprouted a global interest of all airliners in optimizing their turnaround processes to increase their overall efficiency.

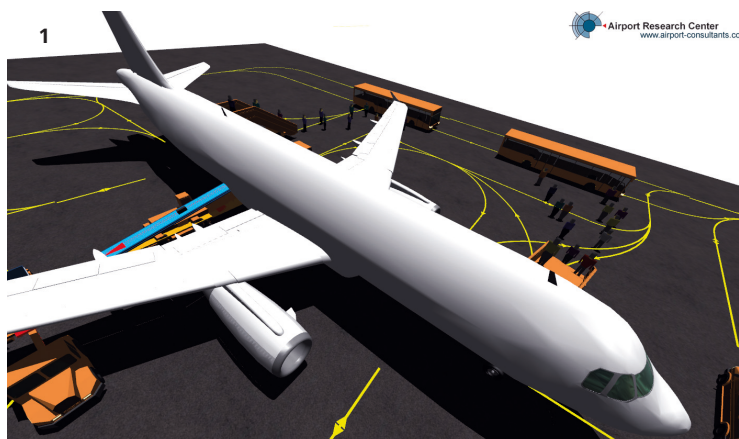
Particularly for short- to medium-range aircraft, turnaround time is an important factor influencing their overall efficiency. The most important types representing this aircraft category are the Boeing B737 and the Airbus A320. Both aircraft families were designed long before the significance of turnaround time was recognized: the

B737 was developed in the 1960s, the A320 in the 1980s. This explains why today's airline requirements regarding ground handling operations were not considered in the design of these single-aisle aircraft. Today, LCA are an increasingly interesting market segment for aircraft manufacturers and airports. Airbus with its A320 family and Boeing with its B737 family consider their short-to medium-range aircraft to be the best-selling jet airliner families. Successors of the A320 and the B737 are expected to follow as "cash cows" in the aircraft manufacturers' product portfolios. To ensure their success, it is extremely important to consider and to adapt to potential customer needs already in the conceptual design phase. This automatically implies that existing and evolving turnaround requirements must have a key influence on the overall concept of future single-aisle aircraft.

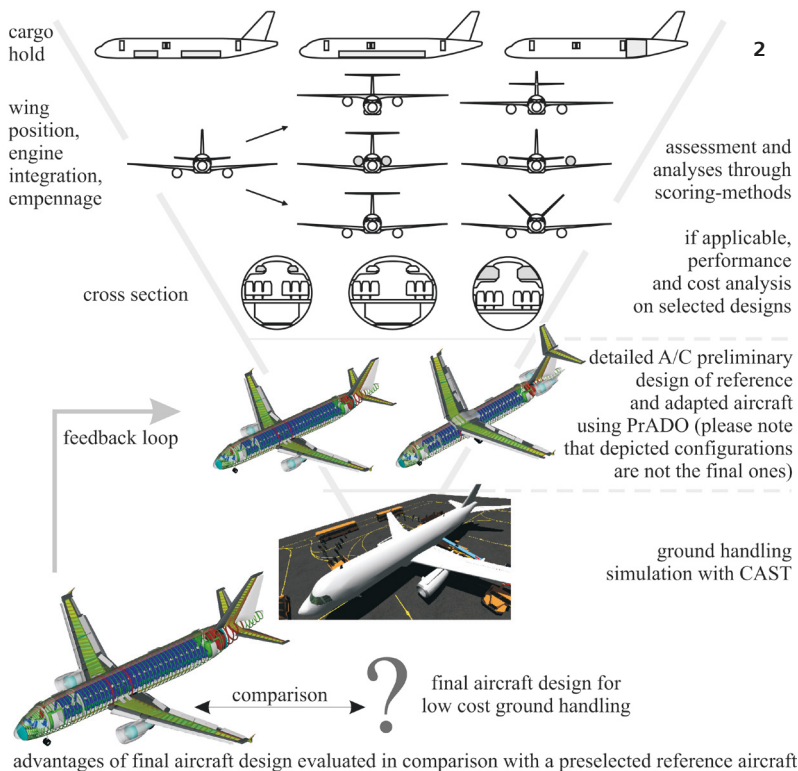
Possibilities to influence ground handling:

Due to a significant number of ground handling processes and various stakeholders involved, the turnaround becomes complex but remains still manageable. One of the overall issues is the high dependency on other processes, resources and / or stakeholders. Thus, by reducing the interfaces between the aircraft and the airport terminal, a reduction in required Ground Support Equipment (GSE) can be accomplished that would further reduce associated costs as well as e.g. the potential of delays. This means that the aircraft has to become more autonomous (i.e. getting independent of external ground support equipment) such as including an autonomous push back system and onboard air stairs. However, technologies for a more autonomous aircraft increase the aircraft weight and have an influence on the overall system (such as drawbacks in cruise performance and direct operating cost). Likewise, the aircraft must be designed to accommodate the new technology.

Not only the interfaces between the aircraft and the airport terminal play an important role in ground handling. Also the ground handling process bears potential for optimization if the aircraft design can meet the needs associated with this process. In this case, the interfaces between the required GSE and the aircraft itself have to be considered. These dock-



1 Ground handling simulation with CAST of the pre-selected ALOHA reference aircraft (Airport Research Center 2010)



In order to obtain a broader perspective of the problems faced in the daily ground handling of aircraft, expert interviews have been conducted with airlines, ground handlers and GSE manufacturers. The collected ideas and issues faced are thus based on hands-on experience and will be fed into the scoring method (e.g. Zangemeister 1973) to evaluate related aircraft concepts and innovative technologies with respect to their potential of improving the ground handling.

2 Approach applied to evaluate an aircraft design for low cost ground handling. Aircraft design selection is still in progress. For this reason, it is not possible to show the final result at this stage (March 2010).

The aircraft design process in ALOHA: Selected concepts are currently being implemented into the design of the PrADO aircraft model (Preliminary Aircraft Design and Optimization program (PrADO), Heinze 1994) for performance

ing points along the fuselage could, with design changes, have a positive effect on respective ground handling processes. Furthermore, external parameters such as sill height and wing position are affecting e.g. the positioning of ground support equipment relative to the aircraft as well as the levitation height of loaders.

Generally speaking, there are two possibilities to influence the daily ground handling of aircraft (by only adapting the aircraft layout and equipment involved):

- getting more independent of external ground support equipment by substituting it with innovative on-board aircraft equipment
- optimizing the aircraft interfaces of respective ground handling processes to reduce time and costs while considering the strong interrelations of the processes involved.

Analyses of ground handling processes: To estimate the potential of possible aircraft design modifications towards a reduction in ground handling costs, ground handling processes have been investigated by analysing real turnarounds (172 turnarounds at four different airports in total). Collected data is currently transferred (by applying general statistical models) into ground handling model scenarios that will be used as a reference in the evaluation of adapted aircraft design turnarounds. Additionally, collected data is currently undergoing a regression analysis to create semi-empirical performance parameters of selected ground handling processes where, finally, a process oriented cost calculation will be added.

calculations, whereas the evaluation in terms of ground handling will be done with the help of the Comprehensive Airport Simulation Tool (CAST), an in-house development of the research partner Airport Research Center in Aachen. The ground handling part of it has been designed within ALOHA and allows for simulation of different service arrangements of different aircraft models (Airport Research Center 2010). In order to evaluate aircraft designs out of PrADO, an interface has been programmed to transfer the three-dimensional geometry of the aircraft into CAST Ground Handling. Thus, the selected aircraft configuration will be modelled and analysed by PrADO, evaluated in terms of ground handling by CAST Ground Handling and compared with the preselected reference aircraft (**Figure 2**; depicted configurations are not the final ones).

References

- [1] Zangemeister, Christof: *Nutzwertanalyse in der Systemtechnik – Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projekialternativen*. München: Wittemann, 1973. Zugl. Berlin, TU, Diss. ISBN 3-923264-00-3.
- [2] Heinze, Wolfgang: Ein Beitrag zur quantitativen Analyse der technischen und wirtschaftlichen Auslegungsgrenzen verschiedener Flugzeugkonzepte für den Transport großer Nutzlasten. Braunschweig: Zentrum für Luft- und Raumfahrttechnik, 1994 (94-01)
- [3] Airport Research Center: *CAST Ground Handling – Simulation Tool for Aircraft Servicing* [online]. Aachen: Airport Research Center, 2010. Internet: <http://www.airport-consultants.com/images/download/pl-cast_groundhandling.pdf> [Zugriff: 2010-03-19] – PDF-Format

PAHMIR

Preventive Aircraft Health Monitoring for Integrated Reconfiguration

DIPL.-ING. MIKE GERDES; PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME

» Das PAHMIR-Projekt versucht, neue Methoden und Ansätze für die Wartung und die Kabinenrekonfiguration zu entwickeln. Es werden Konzepte aus den Bereichen Künstliche Intelligenz, RFID (radio-frequency identification) und Lokalisierung verwendet. Dadurch wird es möglich, die Wartungskosten eines Flugzeugs zu senken und die Rekonfiguration der Flugzeugkabine zu beschleunigen. Damit die entwickelten Konzepte auch praxistauglich sind, wird in dem Projekt mit vielen Partnern zusammengearbeitet.

Finanzierung und Partner: Das Projekt PAHMIR ist ein Forschungsverbundprojekt zwischen der Airbus Operations GmbH und der HAW Hamburg. Die Arbeit der HAW Hamburg wird dabei durch die Stadt Hamburg gefördert. Die Projektlaufzeit beträgt drei Jahre. Das Deutsche Forschungsinstitut für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Bremen und die Philotech GmbH sind durch Unteraufträge von Airbus ebenfalls in das Projekt eingebunden. PALL, Lufthansa Technik und EADS Astrium sind weitere Partner (**Bild 1**).

2010 Testen und Verbessern der Konzepte und des Prototypen

Ziele: Fluggesellschaften versuchen, die laufenden Kosten eines Flugzeugs immer weiter zu senken. Neben Kosten wie Treibstoffkosten, Abschreibungen, Steuern und Versicherungen, die eine Fluggesellschaft wenig beeinflussen kann, gibt es auch beeinflussbare Kosten wie Personalkosten, Flughafenentgelte und Wartungskosten (**Bild 2**). Bei den Flughafenentgelten können preiswertere Flughäfen gewählt oder die Abläufe optimiert werden [1]. Wartungskosten zu reduzieren, ist allerdings nicht einfach, da Sicherheitsstandards eingehalten und neue Technologien entwickelt werden müssen. Das Ziel einer optimalen Wartung ist es, unvorhersehbare Ausfälle zu vermeiden und Reparaturen in die Zeit zwischen zwei Flügen (Turnaround) zu legen oder während der regelmäßigen Checks vorzunehmen. Wartung sollte dort durchgeführt werden, wo eigenes Personal und Ersatzteile verfügbar sind. Da Bauteile möglichst lange genutzt werden sollen, ist es nötig, möglichst genaue Informationen über den Zustand eines Bauteils zu erhalten.

Project lead

1



Industry partners



Funded by



Planung: Am Ende der Laufzeit sollen ein Proof-of-Concept-Prototyp und eine Grundstruktur zur Verfügung stehen, um die entwickelten Konzepte und Ideen evaluieren und erproben zu können. Die Ziele für die jeweiligen Jahre sind wie folgt festgelegt:

2008 Definitionsphase und Evaluierung verschiedener Konzepte

2009 Aufbau eines Prototypensystems und Sammeln von Daten

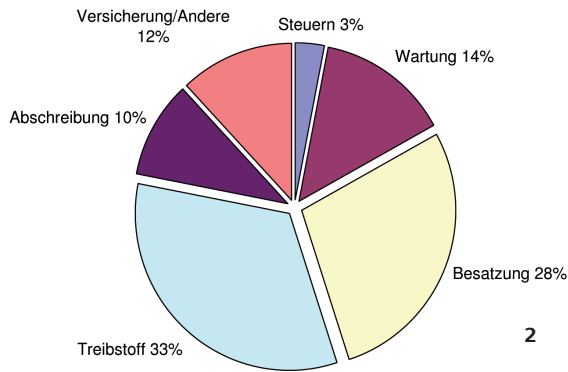
Die heutige Flugzeugwartung: Die Wartung eines Flugzeugs wird durch Vorschriften der verschiedenen Luftfahrtbehörden bestimmt. Wenn diese Vorschriften nicht eingehalten werden, darf ein Flugzeug in dem entsprechenden Luftraum nicht betrieben werden. Es werden drei Wartungsstrategien angewandt:

- Fahren bis zum Bruch,
- vorausschauende Wartung und
- zustandsbasierte Wartung [2].

Fahren bis zum Bruch: In diesem Fall wird ein Bauteil so lange betrieben, bis es einen Defekt zeigt und ausgetauscht werden muss. Dies geschieht bei preiswerten Bauteilen, die keinen Einfluss auf die Sicherheit, sondern nur Einfluss auf den Komfort der Passagiere haben.

Vorausschauende Wartung: Hierbei handelt es sich um die Standardwartungsart im Flugzeug. Dabei werden Bauteile nach einem vorgeschriebenen Intervall ausgetauscht. Das Intervall kann entweder von den Luftfahrtbehörden oder von der Fluggesellschaft vorgegeben sein und es wird so gewählt, dass ein Bauteil mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht vor einem Wartungsereignis

1 Partner des PAHMIR-Projektes



ausfällt. Das Bauteil wird also während des letzten möglichen Wartungsereignisses vorausschauend ausgetauscht.

Zustandsbasierte Wartung: Diese Wartungsart hat als letztes Wartungsintervall ein dynamisches (zeitlich angepasstes) Intervall, dessen Dauer durch den Zustand des Bauteils bestimmt wird. Das Bauteil wird ausgetauscht, wenn sich ein Defekt ankündigt, und zwar noch bevor der Defekt auftritt. Diese Wartungsart wird bisher nur bei wenigen Bauteilen angewandt, da es nicht trivial ist, den Zustand eines Bauteils und das Entstehen eines Defekts im Voraus zu bestimmen.

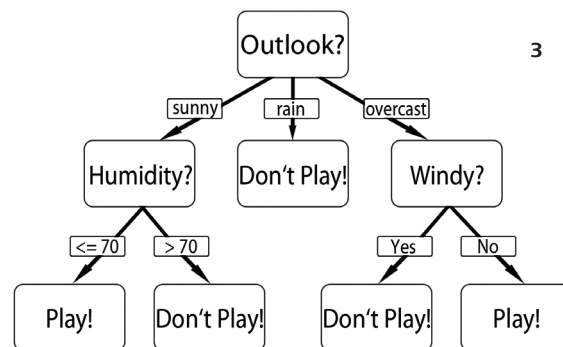
Für die Flugzeugwartung wurden regelmäßige Checks definiert, in denen das Flugzeug in unterschiedlichem Umfang geprüft und untersucht wird. Ein A-Check wird etwa alle zwei Monate durchgeführt und beinhaltet die Überprüfung der flugrelevanten Systeme und der Kabine. A-Checks werden normalerweise über Nacht durchgeführt, ohne das Flugzeug aus dem Flugbetrieb zu nehmen. Bei einem D-Check wird das Flugzeug grundüberholt. Der D-Check findet etwa alle zehn Jahre statt. Ein D-Check dauert rund einen Monat.

Neue Methoden für die Überwachung von Systemen: Im Forschungsprojekt PAHMIR wird versucht, den Menschen bei der Zustandsüberwachung durch einen lernfähigen Computeralgorithmus zu ersetzen. Der Computer wertet dabei die Signaldaten mit Methoden aus der Mustererkennung aus. Als Systemmodell dient ein empirisches Modell, das computergestützt durch Messungen der Daten verschiedene Systemzustände ermittelt. Ein Vorteil gegenüber der bisherigen computerbasierten Überwachung ist, dass der Algorithmus lernen und seinem Systemmodell ihm vorher unbekannte Zustände hinzufügen kann. Der Schwerpunkt bei der Überwachung liegt dabei auf der Auswertung von Schwingungen verschiedener Art – von elektrischer Leistung über Temperatur bis zu Körperschwingungen. In Zukunft soll es dadurch möglich werden, komplexe Fehlermuster zu erkennen, einen Defekt schon mehrere Hundert Flugstunden im Voraus vorherzusagen und die Wartung entsprechend zu planen.

In diesem Verfahren werden zunächst die Eingabedaten (z. B. Schwingungen oder Geräusche) vorverarbeitet und aufbereitet. Dies beinhaltet das Filtern von Frequenzen, die Ermittlung von Durchschnitts- und Maximalwerten sowie das Zusammenfassen von Frequenzen zur Reduktion der Datenmenge. Die einzelnen Schritte sind dabei von den Daten abhängig und werden mithilfe eines heuristischen Optimierungsalgorithmus angepasst.

Die vorverarbeiteten Daten dienen als Basis für einen lernfähigen Klassifizierungsalgorithmus. Dieser Algorithmus teilt die Daten jeweils einer Klasse zu, die deren Alter oder Fehlerzustand entspricht. Als Grundlage hierfür dienen Entscheidungsbäume, ein Konzept aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz, die in der Regel für Klassifikationen und Entscheidungsfindungen eingesetzt werden (**Bild 3**). Sie basieren auf einfachen Wenn-dann-Entscheidungen und können im Unterschied zu anderen Methoden sehr leicht von einem Menschen verstanden werden [3].

Erste Tests konnten zeigen, dass die gewählten Methoden gute Ergebnisse erzielen und es möglich ist, Fehler zu erkennen. Es werden Langzeittests in Zusammenarbeit mit Lufthansa durchgeführt, um die Algorithmen zu verbessern und diese mit Daten aus der realen Welt zu validieren. Bei diesen Tests werden Daten über die Dauer von einem Jahr bei einem Langstreckenlinienflug aufgezeichnet. Zusätzlich wird bei Airbus ein Teststand aufgebaut an dem Fehlerfälle nachgebildet werden können, sodass gezielt Daten produziert werden können, die einem speziellen Fehler entsprechen.



Literatur

- [1] Gomez Carrasco, Francisco; Scholz, Dieter: Flugzeugentwurf für kostenoptimierte Abfertigung. In: *Ingenieurspiegel* (2009), Nr. 1, S. 29–32
- [2] Kolerus, Josef; Wassermann, Johann: *Zustandsüberwachung von Maschinen*. Renningen: expert, 2008
- [3] Gerdes, Mike; Scholz, Dieter: Feature Extraction and Sensor Optimization for Condition Monitoring of Recirculation Fans and Filters. In: *Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2009*. Aachen, 08.–10. September 2009. Tagungsband – *Ausgewählte Manuskripte*. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, 2009

- 2 Verteilung der Kosten einer Fluggesellschaft
- 3 Darstellung eines beispielhaften Entscheidungsbaums

CARISMA

Aircraft Cabin and Cabin System Refurbishing Optimization of Technical Processes

DIPL.-ING. MIHAELA NIȚĂ; PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME



» The research project CARISMA started at Hamburg University of Applied Sciences in October 2008. The aim is to optimize the engineering processes inside an organization delivering cabin conversions.

Project Partners: The industrial partner involved in the research project CARISMA is ELAN GmbH. ELAN is an internationally operating engineering office with the focus on aeronautical engineering and many years of experience in the domain of cabin conversion. The two universities involved in the project are: Hamburg University of Applied Sciences (HAW Hamburg), leading the project and POLITEHNICA University of Bucharest (PUB), providing the partnership required to conduct doctoral studies and a monthly scholarship for the candidate.

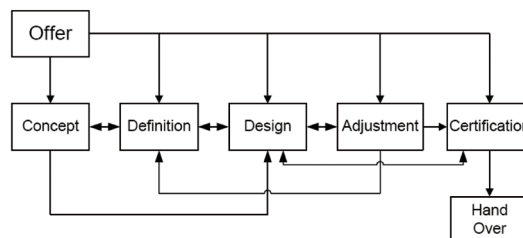
Project Work Packages: Five Work Packages (WP) were defined together with ELAN GmbH for a research period of two years:

- WP 1: Identification of the Process Chain "Cabin Conversion"
- WP 2: Market Research "Completion Center"
- WP 3: Analysis of the Process Chain "Cabin Conversion"
- WP 4: Research, Analysis, Evaluation and Selection of Tools
- WP 5: Planning of a "Business Case" for the "Completion Center"

At the end of each Work Package a Technical Note (TN) gathers the research results. In addition, the aim is to write a publication based on each of the WPs and further considerations on cabin design. While the TNs are confidential, the publications allow sharing the gathered knowledge in the international community.

Project Objectives: WP 1 aims to identify and describe the necessary process steps in order to carry out an independent and successful cabin

	1	2	3	4	5	6	7
Offer	1	X	X	X	X	X	
Concept	2		X	X			
Definition	3			X			
Design	4		X		X	X	
Adjustment	5		X	X	5	X	
Certification	6			X		6	X
Handover	7						7



conversion, while fulfilling all the EASA requirements.

WP 2 aims to analyze and forecast the demand for cabin conversions for the next 20 years.

WP 3 aims to analyze the process chain identified in WP 1 using Dependency and Structure Modeling tools and to identify the required input information based on a case study approach.

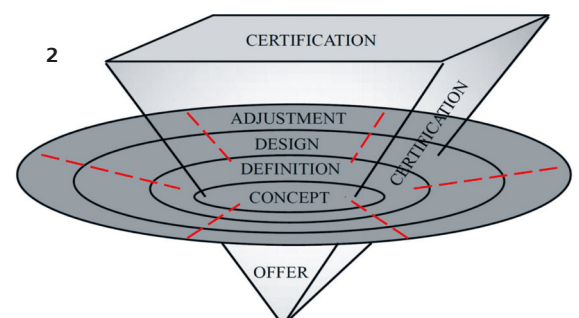
WP 4 aims to provide an effective selection and evaluation of tools

(in both engineering and management), suitable inside a completion center.

WP 5 aims to investigate the project "completion center" as an investment for ELAN in order to support decision making by the management board.

The Process Chain to a Certified Cabin Design and Conversion: The conversion of a cabin can be defined as the sum of (cabin-related) changes to the type design of the aircraft. There are numerous approaches available to support process management in this area. Most important ones are the flow chart and matrix approaches (Figure 1). For a large number of processes the flow charts become difficult to implement.

The main phases for the cabin conversion activities are illustrated in Figure 2. The starting phase is the offer phase, which highly depends on the correlation between the customer requirements and the capabilities of the design organization. The certification phase must start at an early stage of the design and has a major influence on the entire process chain.



- 1 Process chain representation models – matrices versus flow charts
- 2 Representation of the conversion processing cycle

Completion Center

Organizations able to deliver cabin conversions and cabin upgrades are known under the name Completion Center. Such organizations undertake the difficult tasks of design and certification, seeking continuously to optimize the engineering processes behind their activities.

Type Design

The type design represents the sum of data, consisting of the drawings, specifications, information on materials and processes and on methods of manufacture and assembly, created by the design organization holding the type certificate [1].

Process Chain Analysis Methods: Behind the phases a large number of processes were identified and illustrated using the Design Structure Matrix (DSM). The DSM is a square matrix which illustrates the process dependencies and allows their optimization.

The first step in using this approach is to identify all the sub-systems of the system. In this case the system is represented by the set of tasks to be performed inside the Completion Center, for achieving a certified cabin conversion. The task names are placed on the left side of the matrix as row headings and across the top as column headings in the same order. If there exists a relationship between node i and node j, then the value of element ij (row i, column j) is unity (or marked with an X). Otherwise, the value of the element is zero (or left empty) [2].

Based on the DSM several analyses are possible. An algorithm called partitioning allows finding the optimal sequence of the processes – a sequence which minimizes the feedback. Another algorithm, called clustering allows grouping of tasks or processes that are interconnected to an important extent while being hardly connected to the rest of the system.

Another analysis can be performed in order to estimate the amount of rework necessary for a specific process in connection with the number of iterations. A Work Transformation Matrix (WTM), based on the DSM, quantifies this amount. The eigenstructure of the WTM determines the nature of the convergence of the design process comparable to the damping of aircraft dynamics:

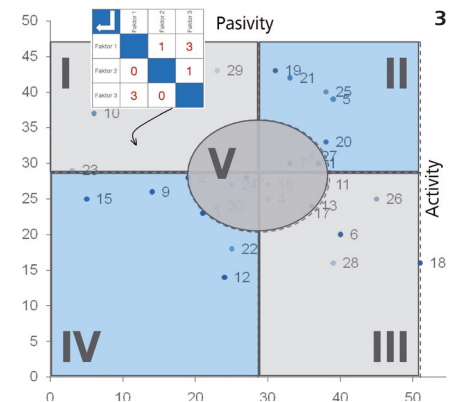
- The eigenvalues give information about the rate of convergence.
- The eigenvectors give information about the shape of the natural motion.

Besides DSM analysis methods, the evaluation can be extended by creating a Cross Impact Diagram. The aim of the Cross-Impact Analysis is to identify several meaningful influence zones and the processes belonging to them. The values representing the strength of the relations are summarized per row and per column. There are five meaningful zones which can be identified (**Figure 3**):

- Zone I: Impulsive Processes – have a strong influence on the system; they give a lot of information to the rest of the components.
- Zone II: Dynamic Processes – have an important influence on the system; the information exchange is strong on both sides.
- Zone III: Reactive Processes – have a small influence on the system but are strongly influenced by other system changes.

Zone IV: Low Impact Processes – have a small influence on the system and are poorly influenced by other system changes.

Zone V: Neutral Processes – find themselves at the intersection with other domains; neutral means safe from unexpected effects.

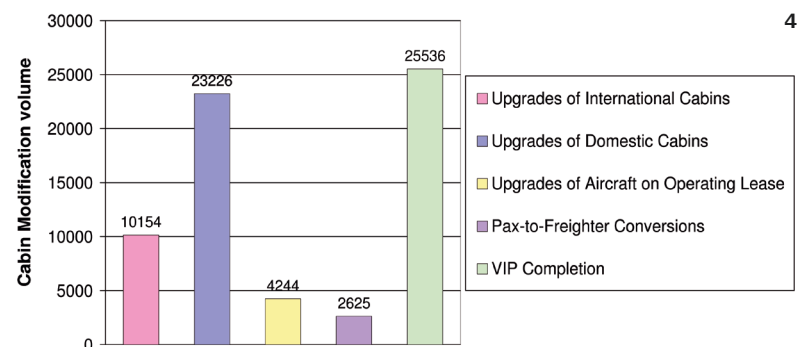


Business Opportunities in Aircraft Cabin Conversion and Refurbishing:

The need to modify the aircraft interior during its useful life has grown to an unprecedented level over the last years. It was found interesting to investigate this emerging and growing market, and to forecast its evolution for the next 20 years. Several conversion scenarios were identified, aircraft data analyzed and the market growth was forecasted. It was found out that about 38000 cabin redesigns will be undertaken within the next 20 years. About 2500 conversions from jetliners into freighters and 25000 cabin modifications at VIP standards will emerge on the market [4]. The North American and European markets will keep providing good business opportunities in this area. The Asian market, however, is growing fast, and its very strong influence on demand puts it in the front rank for the next 20 years (**Figure 4**).

3 Cross Impact Matrix and Cross Impact Diagram [3]

4 Cabin Modification World Volume 2009–2029



References

- [1] European Aviation Safety Agency: Commission Regulation (EC) No 1702/2003 : Annex Part 21, 2003. – Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/oj/2003/L_243/L_24320030927en00060079.pdf> [Zugriff: 2009-07-08].
- [2] Internet: <<http://www.dsmweb.org>> [Zugriff: 2009-11-29].
- [3] Phleps, Peter: Szenariostudie im Rahmen des Spitzencluster Leuchtturmprojektes „Effizienter Flughafen“ : Workshop presentation, 14-15 October 2009.
- [4] Niță, M.; Scholz, D.: Business Opportunities in Aircraft Cabin Conversion and Refurbishing. In: Air Transport and Operations Symposium, Delft University of Technology, 14-16 April 2010.

Grüner Frachter

Unkonventionelle Frachtflugzeuge

DIPL.-ING. KOLJA SEECKT; PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME



» Das Forschungsprojekt „Grüner Frachter“, das sich mit dem Entwurf von umweltfreundlichen und kostengünstigen Frachtflugzeugen befasste, lief von Dezember 2006 bis April 2010. Die Projektpartner der HAW Hamburg waren das Institut für Flugzeugbau und Leichtbau (IFL) der Technischen Universität Braunschweig, das Airbus Future Projects Office sowie die Bishop GmbH – Aeronautical Engineers, Hamburg. Projektleiter des „Grünen Frachters“ war Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME, vom Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau der HAW Hamburg. Über die gesamte Projektlaufzeit war Dipl.-Ing. Kolja Seeckt, Absolvent des Departments Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau, als wissenschaftlicher Mitarbeiter in dem Projekt beschäftigt. Der Anteil der HAW Hamburg am „Grünen Frachter“ wurde durch das FH³-Programm des Bundesministeriums für Bildung und Forschung zur Förderung von Forschung an Fachhochschulen finanziert.

Im Rahmen des „Grünen Frachters“ wurden Gesamtentwurfsuntersuchungen von verschiedenen konventionellen und unkonventionellen Frachtflugzeugen durchgeführt. „Unkonventionell“ bezieht sich in diesem Zusammenhang zum einen auf die Flugzeugkonfiguration und zum anderen auf das Antriebssystem. So wurden neben Flugzeugen in der konventionellen Drachenkonfiguration auch Flugzeuge in der sogenannten Blended-Wing-Body-Konfiguration (BWB) entworfen und Wasserstoff als Kraftstoff untersucht.

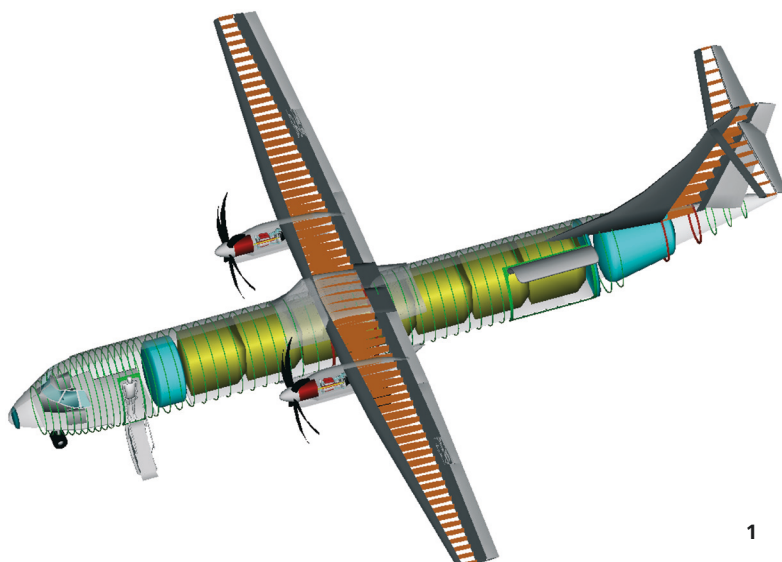
Anlass für Untersuchungen gerade dieser Aspekte waren die weltweite Energieverknappung und die zukünftige Erdölverknappung sowie

der Zwang, die CO₂-Emissionen im Hinblick auf den globalen Klimawandel auch in der Luftfahrt zu reduzieren. Dies zwingt die Luftfahrtbranche dazu, mittel- bis langfristig Alternativen für das heute als Kraftstoff verwendete Kerosin sowie neue, wirtschaftlichere Flugzeugkonfigurationen zu entwickeln und einzusetzen. Hierbei bietet sich Wasserstoff (LH₂) als ein extremes Beispiel für einen alternativen Kraftstoff an, da er die Chance bietet, einen wirklich nachhaltig umweltverträglichen Luftverkehr zu realisieren. Die Blended-Wing-Body-Konfiguration verspricht sowohl aerodynamisch als auch strukturell Vorteile. Bei dieser Bauweise ist der breite Rumpf als Tragflächenprofil geformt, sodass er nicht nur zum Widerstand, sondern auch zum benötigten Auftrieb beiträgt (aerodynamischer Vorteil). Die Nutzlast kann über eine größere Spannweite verteilt werden und auf diese Weise die Struktur entlasten (Strukturmassevorteil).

Vor dem Hintergrund großer prognostizierter Zuwachsraten im Bereich der jährlich weltweit transportierten Luftfrachtmenge werden Frachtflugzeuge zu einem zunehmend interessanten Marktsegment. Zudem konzentriert sich der Luftfrachtumschlag auf wesentlich weniger Flughäfen, sodass Änderungen an der Flughafeninfrastruktur bei einem zunächst testweisen und gegebenenfalls später vollständigen Umstieg von Kerosin auf Wasserstoff deutlich weniger Flughäfen betreffen würden, als wenn dieser Wechsel zunächst für Passagierflugzeuge durchgeführt würde. Ferner spielen natürlich auch psychologische Aspekte eine Rolle, wenn derart weit reichende technologische Umstellungen wie der Einsatz von Wasserstoff, die Einführung der BWB-Konfiguration oder ein pilotenloser Betrieb erstmalig verwirklicht werden sollen. Somit bieten sich Frachtflugzeuge als Wegbereiter für die Einführung der betrachteten Neuerungen an und würden sehr wahrscheinlich die ersten Anwendungen für Wasserstoff und/oder die BWB-Konfiguration sein.

Die potenziellen Vorteile von Wasserstoff gegenüber Kerosin sind hinsichtlich der Umweltfreundlichkeit die sehr saubere Verbrennung ohne CO₂ sowie deutlich geringere Stickoxidemissionen. Aus energiepolitischer Sicht könnte sich eine deutlich verminderte Abhängigkeit von erdölexportierenden Ländern und Regionen ergeben. Die Herausforderung bei der Nutzung von Wasserstoff als Kraftstoff ist seine extrem geringe Dichte. Zwar enthält Wasserstoff pro Masse fast dreimal

1 PrADO-Modell eines wasserstoffbetriebenen Regionalfrachtflugzeugs auf Basis der ATR 72

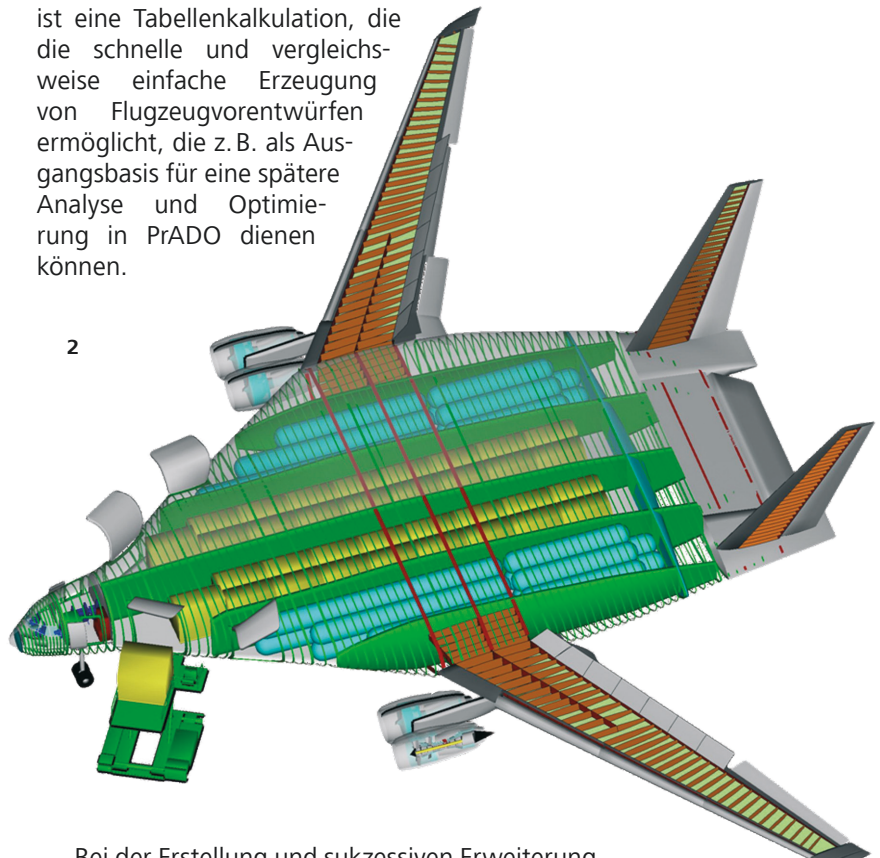


so viel Energie wie Kerosin, doch ist das für die Speicherung dieser Energiemenge benötigte Volumen ca. viermal so groß, selbst wenn der Wasserstoff bei -251°C (22 K) in flüssiger Form gespeichert wird. Somit besteht die Aufgabe im Entwurf von wasserstoffgetriebenen Flugzeugen darin, die resultierenden Größen- und Massennachteile durch Tanks, Isolation, Systeme und Struktur zu minimieren.

Im „Grünen Frachter“ wurden Flugzeuge verschiedener Reichweiten und Größenordnungen untersucht. Als konventionelle Referenzflugzeuge dienten hierfür die Frachtversionen der ATR 72 und der Boeing B777 als Regional- bzw. Langstreckenfrachtflugzeuge. Hierbei übernahm die HAW Hamburg die Untersuchung der Regionalflugzeuge und das IFL die Untersuchung der Langstreckenflugzeuge. **Bild 1** und **2** zeigen zwei der von der HAW Hamburg und dem IFL erstellten Modelle von wasserstoffbetriebenen Flugzeugvarianten. Sämtliche Ergebnisse des „Grünen Frachters“ hinsichtlich der untersuchten Flugzeuge unterstützen die Aussagen, dass sowohl die Verwendung von Wasserstoff als Luftfahrtkraftstoff als auch der Betrieb eines Frachtflugzeugs in der BWB-Konfiguration technisch machbar sind. Die durchgeführten Untersuchungen zeigen, dass sich die Kosten des Luftverkehrs zwar vergrößern werden, doch stellt Wasserstoff einen Kraftstoff dar, der das Fliegen auch dann noch ermöglichen würde, wenn günstiges Kerosin nicht mehr verfügbar wäre. Zudem könnte der Luftverkehr unter Verwendung von Wasserstoff deutlich an Umweltfreundlichkeit gewinnen.

Das zentrale Werkzeug für die durchgeführten Entwurfsuntersuchungen war das Flugzeugentwurfs- und -analyseprogramm PrADO (Preliminary Aircraft Design and Optimisation Programme) des IFL. PrADO ist modular aufgebaut und deckt das gesamte Spektrum der am Flugzeugentwurf beteiligten Fachdisziplinen von der Geometrieerstellung und der Triebwerks-, Massen- und Strukturanalyse über die Simulation verschiedener Flugmissionen bis hin zur Betriebskostenabschätzung des untersuchten Flugzeugentwurfs ab. Bevor die genannten Untersuchungen an den neuen Flugzeugentwürfen durchgeführt werden konnten, mussten eine Reihe von Erweiterungen an PrADO umgesetzt werden. Dies waren z. B. die Erstellung eines neuen Triebwerksmoduls für die Modellierung von Turbopropantrieben sowie eine Umstellung der bisherigen Triebwerksmodule auf die Möglichkeit der Modellierung der parallelen und/oder sequenziellen Nutzung verschiedener Kraftstoffe in verschiedenen Flugphasen. Dies ermöglichte die Untersuchung von Szenarien wie z. B. der Nutzung von Wasserstoff in der Nähe des Start- und Zielflughafens und von Kerosin während des Reiseflugs. Neben PrADO wurde das Flugzeugvorentwurfstool PreSTo (Aircraft Preliminary Sizing Tool) der HAW Hamburg erstellt und eingesetzt. PreSTo

ist eine Tabellenkalkulation, die die schnelle und vergleichsweise einfache Erzeugung von Flugzeugvorentwürfen ermöglicht, die z. B. als Ausgangsbasis für eine spätere Analyse und Optimierung in PrADO dienen können.



Bei der Erstellung und sukzessiven Erweiterung von PreSTo sowie in den weiteren Arbeitsgebieten der HAW Hamburg von der Recherche zur heutigen Luftfrachtkette über die Arbeiten an und mit PrADO bis hin zur Dimensionierung des Wasserstoffkraftstoffsystems konnten sich insgesamt über 30 Studierende der HAW Hamburg sowie nationaler und internationaler Partneruniversitäten in Form von Projekt- und Abschlussarbeiten sowie Praktika einbringen. Zudem konnte Herr Seeckt im Rahmen des „Grünen Frachters“ wichtige Ergebnisse für sein kooperatives Promotionsprojekt mit der Königlich Technischen Hochschule (KTH) in Stockholm erzielen. Das Projekt „Grüner Frachter“ sowie zahlreiche Teil- und Endergebnisse wurden oder werden noch auf insgesamt sieben nationalen und internationalen Kongressen und Workshops sowie in zwei Fachzeitschriften präsentiert. Eine Ausarbeitung zur Zukunftsperspektive von Wasserstoff in der Luftfahrt bildet zudem ein Kapitel des Fachbuchs des Springer-Verlags zum Thema „The Economic, Social and Political Elements of Climate Change“, das im Sommer 2010 erscheinen wird.

Für die beteiligten Partner war der „Grüne Frachter“ ein sehr erfolgreiches Projekt. Es wurden wertvolle Informationen zu den untersuchten Flugzeugvarianten und Erweiterungen zu den verwendeten Werkzeugen erarbeitet und die gute Zusammenarbeit und Verknüpfung unterschiedlicher Forschungspartner und Organisationsformen in Norddeutschland wurde weiter gefestigt.

2 PrADO-Modell eines wasserstoffbetriebenen Langstreckenfrachtflugzeugs in Blended-Wing-Body-Konfiguration

Flugzeugsystem-Labor

Airbus-A320-Flugzeugsystem-Simulatoren

PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME



1 Die Airbus-A320-Flugzeugsystem-Simulatoren und die Instructor Operating Station (IOS) in der Forschungsgruppe Aero

2 Airbus-A320-Flugzeugsystem-Simulator an der HAW Hamburg [1]

3 Hierarchie der Simulator- und CBT-Anwendungen im Training der Piloten

4 Hierarchie der Simulator- und CBT-Anwendungen im Training des Wartungspersonals

» Das Flugzeugsystem-Labor ist ein Teil der Forschungsgruppe Aero (Aircraft Design and Systems Group). Es befindet sich auf dem Campus der HAW Hamburg, Berliner Tor 11, Haus D, Raum 218.

Die Geräte des Labors: Kern des Labors sind zwei Airbus-A320-Flugzeugsystem-Simulatoren (**Bild 1** und **Bild 2**). Die Simulatoren sind mit einer Instructor Operating Station (IOS) vernetzt. Von der IOS aus werden die Simulatoren initialisiert, zurückgesetzt und in Fehlerzustände versetzt. Ferner gehören zum Labor sechs Multimedia-Arbeitsplätze, an denen u.a. Lernsoftware zu Flugzeugsystemen verfügbar ist.

Einbindung in die Lehre im Studiengang Flugzeugbau: Das Labor Flugzeugsysteme findet im Rahmen der Vorlesung Flugzeugsysteme an den zwei Airbus-A320-Flugzeugsystem-Simulatoren statt. Die Vorlesung Flugzeugsysteme ist eine Pflichtvorlesung im Studienschwerpunkt Entwurf und Leichtbau. Darüber hinaus wird die Vorlesung Flugzeugsysteme auch von vielen Studierenden als Wahlpflichtvorlesung im Studienschwerpunkt Kabine und Kabinensysteme besucht. Pro Semester nehmen daher etwa 50 Studierende an den Laborübungen teil.

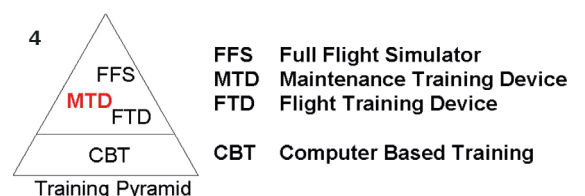
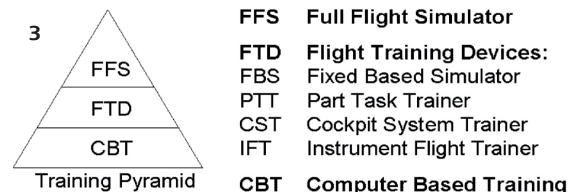
Nutzungsmöglichkeiten außerhalb der Lehre: Von den Flugzeugsystem-Simulatoren geht eine hohe Faszination aus. Daher werden die Simulatoren auch gerne in Ver-

anstaltungen der HAW Hamburg eingebunden, wie z. B.

- Technik für Kinder – Faszination Fliegen, Praxistag (für 8- bis 12-jährige Kinder),
- Technik für Kinder – Faszination Fliegen, Sommercamp (für Schülerinnen und Schüler zwischen 14 und 16 Jahren),
- Girls' Day – Mädchen-Zukunftstag (für Schülerinnen ab der 5. Klasse) oder
- Herbst-Hochschule (für 16- bis 19-jährige Schülerinnen und Schüler).

Die Simulatoren können auch in der Erwachsenenbildung genutzt werden. Ein Beispiel hierfür ist der Einsatz der Simulatoren in der „Umschulung zum Elektroniker der Fachrichtung Luftfahrttechnische Systeme“.

Einordnung der Simulatoren: Die Airbus-A320-Flugzeugsystem-Simulatoren sind Maintenance Training Devices (MTD) der französischen Firma ECA FAROS [1]. **Bild 3** und **Bild 4** zeigen die Hie-





rarchie der Ausbildungshilfen im Pilotentraining und im Training des Wartungspersonals [2]. Die MTD werden in der Ausbildung zur Flugzeugwartung eingesetzt, während die teuren Flugsimulatoren (FFS) im Wesentlichen dem Pilotentraining vorbehalten sind; die Simulatoren an der HAW Hamburg sind also keine Flugsimulatoren.

Die MTD wurden gebaut, um folgende Übungen durchführen zu können [3]:

- Systems introduction
- Normal and non-normal operations in flight and on the ground
- BITE operations
- Troubleshooting practices
- CFDS knowledge enhancement
- Engine run-up (normal and abnormal)
- APU starts

Die Simulatoren sind demnach ideal, um das Wissen in den Flugzeugsystemen zu vertiefen.

Eine Spende von Airbus: Die Simulatoren hat die HAW Hamburg am 19. November 2007 von Airbus Training Hamburg als Spende erhalten. Mit einer offiziellen Übergabeveranstaltung wurden damals die zwei Simulatoren von Dipl.-Ing. Thorsten Behrendt (derzeit Leiter Airbus Training Hamburg) an den Präsidenten der HAW Hamburg, Prof. Dr. Michael Stawicki, übergeben. Die Übergabe wurde durch Vermittlung des Laborleiters, Prof. Dieter Scholz, ermöglicht. Nach Vertragsunterzeichnung, Sekt und kurzen Reden wurde Prof. Stawicki von Herrn Behrendt mit den Möglichkeiten des Simulators vertraut gemacht (**Bild 5**).



Durchführung einer Laborübung: Laborübungen werden in der Regel mit 3 Studierenden je Simulator durchgeführt. Das Labor hat damit also eine Kapazität, 6 Studierende am Simulator einzuweisen. Gruppen bis zu einer Größe von 12 Personen können im Labor gleichzeitig untergebracht werden. Eine Teilgruppe von 6 Personen nutzt dabei jeweils die Multimedia-Arbeitsplätze, während die andere Teilgruppe an den Simulatoren arbeitet.

Die Simulatoren helfen den Laborteilnehmern, ein besseres Verständnis der Flugzeugsysteme zu erlangen und praktische Erfahrungen am Flugzeug zu sammeln. Aufgaben sind dabei u.a. die Inbetriebnahme des Flugzeugs (**Bild 6**), der Start der Triebwerke und die Überwachung der Systeme (**Bild 7**) im Flug und am Boden. Außerdem wird in einem simulierten Wartungsbetrieb die Fehleruche und das Auslesen von Wartungsdaten aus den Bordcomputern geübt [4].



Literatur

- [1] MTD Maintenance Trainer - Trainer A 320/A330 CMOS [online]. Lannion: ECA FAROS, 2008. Internet: <<http://www.ecafaros.com/en/simulator/flight-trainer-simulator-maintenance-trainer-simulator-mtd-trainer-maintenance-trainer-trainer-a320/a330-cmos/67.htm>> [Zugriff: 2010-04-26]
- [2] Scholz, Dieter; Thorbeck, Jürgen: Computer Based Training in Aircraft Design Education. In: ICAS (Hrsg.): ICAS 2000 Proceedings (22nd International Congress of Aeronautical Sciences, Harrogate, 27.08.-01.09.2000). Edinburgh: Optimage, 2000. – Paper: ICAS-2000-1.7.3. Internet: <<http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/paper/ICA0173Paper.pdf>> [Zugriff: 2010-04-26]. – PDF-Format
- [3] Maintenance Training Device – Airbus Family [online]. Lannion: ECA FAROS, 2006. Internet: <http://www.ecafaros.com/ftp/ecatalogue/67/MTD_Maintenance_Trainer_Product_Sheet.pdf> [Zugriff: 2010-04-26]. – PDF-Format
- [4] Scholz, Dieter: Teaching Aeronautical Engineering with A320 System Simulators at Hamburg University of Applied Sciences [online]. (Vortrag. EWADE 2009 – 9th European Workshop on Aircraft Design Education, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain, 13.05.–15.05.2009. Internet: <http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/ewade/2009/EWADE2009_Scholz.pdf> [Zugriff: 2010-04-26]. – PDF-Format

- 5 Übergabe der Simulatoren an die HAW Hamburg am 19. November 2007
- 6 Overhead Panel beim Check („ANN LT TEST“ zur Überprüfung der Anzeigeleuchten)
- 7 Fehlerdarstellung auf dem ECAM-System (ECAM: Electronic Centralized Aircraft Monitoring)

Internationales

Ausstrahlung in die Welt – Anziehung von Talenten

PROF. DR.-ING. DIETER SCHOLZ, MSME

» Die Hamburg University of Applied Sciences muss sich der Globalisierung stellen. Einerseits müssen unsere Studierenden auf die Welt „draußen“ optimal vorbereitet werden, andererseits müssen die Chancen genutzt werden, die sich durch ausländische Studierende ergeben.

Studenten in das Ausland senden	Ausstrahlung in die Welt	Outgoing Students
Studenten aus dem Ausland empfangen	Anziehung von Talenten	Incoming Students

Das sind die Begriffe mit denen wir es heute beim Thema Internationalisierung zu tun haben [1]. Aufgabe ist es, die bestehenden Kontakte auszubauen und neue Kontakte in die Welt zu knüpfen, damit wir unseren Studierenden attraktive Angebote für ein Auslandssemester machen können. Als Hochschule müssen wir auch selbst attraktiv sein, damit viele ausländische Studierende zu uns kommen. Die Anzahl der Gaststudierenden steigt mit der Reputation der gastgebenden Hochschule. Und wenn wir viele Gaststudierende bei uns haben, dann zeigen wir damit, wie gut unsere Hochschule ist.



Internationale Lehre: Folgende Aufgaben ergeben sich in der internationalen Lehre:

- Betreuung ausländischer Studierender, die in Hamburg ansässig sind,
- Beratung von Outgoing Students,
- Betreuung von Incoming Students,
- Beratung von Studierenden bei internationalen Praktika.

Unseren Studierenden bieten wir:

- Informationen über das Internet (<http://ausland.ProfScholz.de>),
- ein großes Netzwerk mit Partnerhochschulen,
- internationale Exkursionen, z. B. in die USA, nach Großbritannien, Frankreich, Tschechien oder Usbekistan (**Bild 1**).

Den ausländischen Gaststudierenden bieten wir:

- Informationen zum Studium am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau (eine Internetseite: <http://welcome.ProfScholz.de>;

Informationsbroschüren: Aeronautical Engineering, Aeronautical Engineering – Cabin/ Cabin Systems).

- Unterricht auf Englisch in folgenden Fächern: Aircraft Design, Strength in Lightweight Structures, Architecture of the Aircraft Cabin, Mechanical Aircraft Cabin Systems und Aeronautical Engineering Project (z. B. Mitarbeit in einem der Forschungsprojekte).
- Betreuung durch einen Studenten des Departments Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau über das „Buddy Programme“.
- Internationale Short Courses (darunter insbesondere: Aircraft Design und Lightweight Design of Aircraft Structures).
- Kontakt zum Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau bereits im Heimatland durch Vorlesungen, die Professoren des Departments im Rahmen von Kurzzeitdozenturen halten, z. B. in Belgien, Großbritannien, Frankreich, Irland, Rumänien, China oder Usbekistan.



Das Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau hat Erfahrungen mit internationalen Master-Studiengängen seit den 1980er-Jahren. Im

Rahmen eines internationalen EU-Projekts wurde der „European Postgraduate Master in Aeronautical Engineering“ (EPMA) (<http://www.epma.aero>) neu entwickelt. Es handelt sich um ein kommerzielles Master-Programm für Kandidaten aus der Industrie [2]. Die finanziellen Risiken, diesen Master ohne Unterstützung durch die Hochschule zu starten, sind so groß, dass Module aus dem Programm bisher nur einzeln vermarktet werden konnten.



Förderung: Das Akademische Auslandsamt übernimmt zentral die Beratung der Studierenden über die

Fördermöglichkeiten für ein Auslandsstudium. Es gibt viele Förderangebote von staatlichen und privaten Stellen. Kern der Förderung sind die EU-Programme, die im „Life Long Learning“ (LLL) gebündelt sind:

- Erasmus (Austausch von Studierenden und Dozenten, Netzwerkbildung, Lehrplanentwicklung),
- Leonardo da Vinci (Praktika).

1 Exkursion nach Taschkent, Usbekistan – das obligatorische Gruppenfoto

Ferner sind die Programme des Deutschen Akademischen Austausch Dienstes (DAAD) von Bedeutung.

Partnerhochschulen: Eine sehr lange Tradition verbindet das Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau mit der University of Hertfordshire (UH) in England. Seit Ende der 1990er-Jahre kamen dann viele weitere Partnerhochschulen dazu. Die **Tabellen 1 bis 4** zeigen die gegenwärtige Situation (insbesondere auch bezogen auf den Flugzeugbau).



Land	Hochschule	Stadt
Belgien	KHBO	Oostende
England	UH	Hatfield
Finnland	Stadia	Helsinki
Finnland	TAMK	Tampere
Frankreich	ESTACA	Paris
Frankreich	UB1	Bordeaux
Irland	ULIX	Limerick
Lettland	RTU	Riga
Polen	PW	Warschau
Rumänien	UPB	Bukarest
Schottland	UG	Glasgow
Schweden	LiU	Linköping
Spanien	UPM	Madrid

Tabelle 1



Land	Hochschule	Stadt
Nordirland	QUB	Belfast
Rumänien	UTBV	Brasov
Schweden	KTH	Stockholm

Tabelle 2



Land	Hochschule	Stadt
USA	Virginia Tech	Blacksburg
USA	University of San Diego	San Diego

Tabelle 3



Land	Hochschule	Stadt
USA	Kansas State University	Kansas
USA	California State University	Long Beach
Russland	Moskau Aviation Institute	Moskau
Usbekistan	Tashkent State Aviation Institute	Taschkent

Tabelle 4

Outgoing Students: Für unsere Studierenden ist die ESTACA in Paris besonders attraktiv. Sie bietet jedes Jahr im Sommersemester das „ESTACA International Programme“, eine feste Zusammenstellung von interessanten Modulen (viele unter Einbeziehung in der Industrie gängiger Softwaretools). Der Unterricht findet auf Englisch statt. Französische Kultur und Sprache sind ebenfalls Gegenstand des Unterrichts (**Bild 2**).

Schwedische Universitäten sind beliebt, weil nahezu alle Fächer auf Englisch unterrichtet werden. Die Ausstattung der Hochschulen ist hervorragend und das Arbeitsklima angenehm. Unsere Studierenden haben die Linköpings Universität entdeckt.

Geheimtipp ist die University of Limerick. Die Universität ist etwas überlaufen von internationalen Studierenden und versucht sich dieser Flut zu erwehren. Daher ist uns nur ein begrenztes Kontingent an Studienplätzen zugewiesen worden.

Insgesamt sind es jedes Jahr etwa zehn Studierende, die im Ausland studieren.

Incoming Students: Europäische Studierende scheinen sich mehrheitlich nach Norden und Westen zu bewegen. Das bedeutet dann auch, dass Studierende zu uns eher von Partnerhochschulen aus Süden und Osten kommen. Eine Ausnahme von dieser Wanderungsrichtung macht die ESTACA, mit der wir einen wirklichen Studentenaustausch pflegen. An der ESTACA müssen alle Studierenden ein Semester ins Ausland gehen. Nach Hamburg werden die französischen Studierenden mit Deutschkenntnissen gesandt. Dies ist möglich, weil die ESTACA für ihre Ingenieure Deutsch als Fremdsprache anbietet. Incroyable!

Die ausländischen Gaststudierenden, die Deutsch

Tabelle 1

Europäische Partnerhochschulen des Departments F+F mit EU-Kooperationsvertrag (LLL, Erasmus)

Tabelle 2

Europäische Partnerhochschulen des Departments F+F ohne aktuellen Kooperationsvertrag

Tabelle 3

Außereuropäische Partnerhochschulen des Departments F+F mit Kooperationsvertrag

Tabelle 4

Außereuropäische Partnerhochschulen des Departments F+F ohne Kooperationsvertrag

2 HAW-Studenten an der ESTACA, Paris



3 Die US-Delegation entfaltet ihr Banner

sprechen, nehmen an Vorlesungen teil und bearbeiten ein Projekt (meist auf Englisch). Gaststudierende, die nur Englisch sprechen, kommen für eine Abschlussarbeit oder arbeiten (mit Genehmigung ihrer Heimathochschule) an einem großen Projekt, das sich über das gesamte Semester erstreckt. Die Projekte der Gaststudierenden werden fast alle in der Aircraft Design and Systems Group (Aero) betreut. Dort wird den Gaststudierenden auf Wunsch ein Arbeitsplatz zugewiesen, was die Integration erheblich fördert. Aero ist aufgrund der Zusammensetzung der wissenschaftlichen Mitarbeiter ohnehin international geprägt, sodass in der Gruppe nicht nur Englisch gesprochen wird, sondern auch Deutsch, Französisch, Polnisch, Rumänisch, Russisch und Spanisch.

Aus den USA kommen regelmäßig Studierende zum Short Course Aircraft Design, der während einer Woche meist Ende Mai stattfindet. Ingenieure mit viel Erfahrung aus der Luftfahrtindustrie bringen sich in den Unterricht des Short Course ein. Eine Besichtigung bei Airbus darf natürlich für die Gäste nicht fehlen.

Seit dem Sommersemester 2010 werden am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau Vorlesungen auf Englisch angeboten. Es ist zu hoffen, dass sich dieses Angebot schnell herumspricht und viele Partnerhochschulen die HAW Hamburg dadurch für sich entdecken.

Insgesamt nehmen wir jedes Jahr etwa zehn Gaststudierende auf. Hinzu kommen – mit steigender Tendenz – noch ca. sechs US-Studierende beim Short Course Aircraft Design (**Bild 3**).

Internationale Forschung: Internationale Forschung ergibt sich insbesondere durch die kooperativen Promotionen. Da wir als Fachhochschule kein Promotionsrecht besitzen, benötigen wir einen universitären Partner, über den die Promotion jeweils abgewickelt wird. Auch wenn wir mit unseren Kollegen an den Universitäten keine Probleme haben – das hochschulpolitische Umfeld in Deutschland ist in dieser Hinsicht ungünstig.

Die Doktoranden treten daher auch schon einmal die Flucht nach vorne an: Eine Promotion, bei der auch noch Auslandserfahrungen gesammelt werden können, kann nur von Vorteil sein. Partner ist dann



z. B. die KTH in Stockholm. In anderen Fällen kann es die Heimathochschule im Ausland sein, die sich für eine kooperative Promotion anbietet. Eine solche Kooperation sind wir mit der Universitatea Politehnica din Bucuresti eingegangen.

Weitere Möglichkeiten zur internationalen Forschung haben sich am Department ergeben aus der Beteiligung an Europäischen Projekten (z. B. Air Transport Net), der Aufnahme von Gastwissenschaftlern (Tempus) oder der Aufnahme von Gaststudierenden, betreut durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter, im Rahmen von „Research Internships in Science and Engineering (RISE), einem Programm des DAAD.“



Literatur

- [1] Scholz, Dieter: *Global Science – Applied Science*. Vortrag. Berlin, 22.04.2008, Parlamentarischer Abend, 4. Wissenschaftsabend – Luftfahrt [online]. Internet: <http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/paper/4.Wissenschaftsabend_08-04-22.pdf> [Zugriff: 29.04.2010]. – PDF-Format
- [2] Scholz, Dieter: EPMA – European Postgraduate Master in Aeronautical Engineering. In: *Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2007. 1st CEAS, European Air and Space Conference, 10.–13. September 2007, Berlin, Germany*. Bonn: Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt, 2007. – CD-ROM. Paper: CEAS-2007-279, Internet: <<http://www.fzt.haw-hamburg.de/pers/Scholz/paper/CEAS-2007-279-EPMA-Paper.pdf>>