



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

**DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU**

## Erfolgskontrollbericht

### Verbundprojekt: Effizienter Flughafen 2030

#### Flugzeugkonfiguration für Szenario 2015

Zuwendungsgeber: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Projektträger: Projektträger Jülich  
FKZ: 03CL01G  
Laufzeit: 1. Dez. 2008 – 31. Jan. 2014

Dieter Scholz, Andreas Johanning

20. Februar 2014

**Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME**

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau  
Berliner Tor 9  
20099 Hamburg

Tel.: 040 / 709 716 46  
Fax: 040 / 709 716 47  
E-Mail: [info@ProfScholz.de](mailto:info@ProfScholz.de)

**Dipl.-Ing. Andreas Johanning**

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau  
Berliner Tor 9  
20099 Hamburg

Tel.: 040 / 428 75 – 88 26  
Fax: 040 / 428 75 – 88 29  
E-Mail: [andreas.johanning@haw-hamburg.de](mailto:andreas.johanning@haw-hamburg.de)

## Dokumentationsblatt

<b>1. Berichts-Nr.</b> Airport2030_AB_EKB	<b>2. Auftragstitel</b> Airport2030 (Flugzeugkonfiguration für Szenario 2015)	<b>3. ISSN / ISBN</b> ---
<b>4. Sachtitel und Untertitel</b> Schlussbericht - Erfolgskontrollbericht Spitzencluster-Projekt "Airport2030"		<b>5. Abschlussdatum</b> 20.02.2014
		<b>6. Ber. Nr. Auftragnehmer</b> Airport2030_AB_EKB
<b>7. Autor(en) (Vorname, Name)</b> Andreas Johanning (andreas.johanning@haw-hamburg.de) Dieter Scholz (info@ProfScholz.de)		<b>8. Vertragskennzeichen</b> 03CL01G
		<b>9. Projektnummer</b> ---
<b>10. Durchführende Institution (Name, Anschrift)</b> Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW) Fakultät Technik und Informatik Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau Berliner Tor 9 D - 20099 Hamburg		<b>11. Berichtsart</b> Schlussbericht
		<b>12. Berichtszeitraum</b> 01.12.2008 - 31.01.2014
		<b>13. Seitenzahl</b> 10
<b>14. Fördernde Institution / Projektträger (Name, Anschrift)</b> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn		<b>15. Literaturangaben</b> 0
		<b>16. Tabellen</b> 0
		<b>17. Bilder</b> 0
<b>18. Zusätzliche Angaben</b> Sprache: Deutsch; URL: <a href="http://Airport2030.ProfScholz.de">http://Airport2030.ProfScholz.de</a>		
<b>19. Kurzfassung</b> <p>Im Forschungsprojekt wurden verschiedene Flugzeugentwürfe hinsichtlich ihres Potentials zur Senkung der direkten Betriebskosten untersucht. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf mögliche Verbesserungen bei der Bodenabfertigung gelegt. Die Untersuchungen zur Bodenabfertigung zeigen, dass Technologien, die Vorteile in der Bodenabfertigung bringen, dabei jedoch die Masse oder den Widerstand des Flugzeuges erhöhen, bei einer Betrachtung des Gesamtsystems kaum als vorteilhaft eingestuft werden können. Bei den im Projekt untersuchten Box Wing Konfigurationen (BWA) konnte hinsichtlich der direkten Betriebskosten keine Verbesserung im Vergleich zum Referenzflugzeug Airbus A320-200 erreicht werden. Hauptgrund ist, dass die BWA einen mehr als doppelt so schweren Flügel als das Referenzflugzeug besitzen. Die Nachteile durch diese drastische Massezunahme konnten durch die Vorteile einer höheren Gleitzahl nicht kompensiert werden. Das im Projekt ebenfalls entworfene Turboprop-Flugzeug weist bei den direkten Betriebskosten auf der gewählten DOC-Mission ein Einsparpotential von 17 % auf. Das Turboprop-Flugzeug wurde damit als ein möglicher Kandidat für die nächste Generation der Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge identifiziert.</p>		
<b>20. Deskriptoren / Schlagwörter</b> Flugzeugentwurf, Bodenabfertigung, Boxwing Flugzeug, Turboprop Flugzeug		
<b>21. Bezugsquelle</b> AERO, Department F+F, HAW Hamburg, Berliner Tor 9, D - 20099 Hamburg		
<b>22. Sicherheitsvermerk</b> öffentlich - unbegrenzt	<b>23.</b>	<b>24. Preis</b> ---

## Report Documentation Page

<b>1. Report-Number</b> Airport2030_AB_EKB	<b>2. Project Title</b> Airport2030 (Aircraft configurations for scenario 2015)	<b>3. ISSN / ISBN</b> ---
<b>4. Title and Subtitle</b> Final Report – Performance Check Leading edge cluster project "Airport2030"		<b>5. Report Date</b> 2014-02-20
<b>7. Author(s) (First Name, Last Name)</b> Andreas Johanning (andreas.johanning@haw-hamburg.de) Dieter Scholz (info@ProfScholz.de)		<b>6. Performing Org. Rep. No</b> Airport2030_AB_EKB
<b>10. Performing Agency (Name, Address)</b> Hamburg University of Applied Sciences (HAW) Faculty of Engineering and Computer Science Department of Automotive and Aeronautical Engineering Berliner Tor 9 D - 20099 Hamburg		<b>8. Contract Code</b> 1710X06
<b>14. Sponsoring / Monitoring Agency (Name, Address)</b> Federal Ministry of Education and Research (BMBF) 53170 Bonn		<b>9. Project Number</b> FBMBS06-004
<b>18. Supplementary Notes</b> Language: German; URL: <a href="http://Airport2030.ProfScholz.de">http://Airport2030.ProfScholz.de</a>		<b>11. Report Type</b> Final Report
<b>19. Abstract</b> In the research project, several aircraft have been designed and their potential of reducing Direct Operating Costs (DOC) has been investigated. Particular attention has been paid to possible improvements of ground handling processes. The project results show that technologies offering advantages during ground handling rarely improve the DOC of the entire aircraft if the technologies increase the mass or drag of the aircraft. The investigated Box Wing Aircraft also did not lead to an improvement of the DOC compared to the reference aircraft Airbus A320-200. The main reason is that their wing mass is more than twice as high as that of the reference aircraft. The disadvantages due to this drastic mass increase could not be compensated by the advantages due to a higher glide ratio. In the project, a turboprop driven aircraft has been designed as well. This design offers DOC improvements of about 17 % on the chosen DOC mission. Due to this result, the turboprop aircraft is identified as a potential candidate for the next generation of short to medium range aircraft.		<b>12. Time Period</b> 2008-12-01 – 2014-01-31
<b>20. Subject Terms</b> aircraft design, ground handling, box wing aircraft, turboprop aircraft		<b>13. Number of Pages</b> 10
<b>21. Distribution</b> AERO, Department F+F, HAW Hamburg, Berliner Tor 9, D - 20099 Hamburg		<b>15. Number of References</b> 0
<b>22. Classification / Availability</b> unclassified - unlimited	<b>23.</b>	<b>16. Number of Tables</b> 0
		<b>17. Number of Figures</b> 0
		<b>24. Price</b> ---

# Inhalt

	Seite
1	Ergebnis hinsichtlich der förderpolitischen Ziele des Förderprogramms ..... 5
2	Wissenschaftlich-technische Ergebnisse, Nebenergebnisse und gesammelte Erfahrungen..... 6
3	Fortschreibung des Verwertungsplans ..... 7
4	Arbeiten die zu keiner Lösung geführt haben ..... 7
5	Präsentationsmöglichkeiten..... 8
6	Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung..... 9

## 1 Ergebnis hinsichtlich der förderpolitischen Ziele des Förderprogramms

Im Forschungsprojekt Airport2030 wurden wertvolle Erkenntnisse zu den untersuchten Flugzeugkonfigurationen und Bodenabfertigungstechnologien gewonnen.

Im speziellen Hinblick auf die förderpolitischen Ziele des BMBF-Programms zeigten sich die folgenden Ergebnisse:

### **Hochschulforschungsstruktur**

Am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau der HAW Hamburg wurde die Forschungsgruppe Aircraft Design and Systems Group (AERO) weiter aufgebaut.

Siehe: <http://Aero.ProfScholz.de>

### **Gut ausgebildete Fachkräfte**

Die gewonnenen Erkenntnisse zu den entworfenen Flugzeugkonzepten fließen in die Vorlesung "Flugzeugentwurf" an der HAW Hamburg sowie in ein geplantes Lehrbuch zum Thema ein.

Siehe: <http://FE.ProfScholz.de>

### **Verbesserte Vernetzung**

Die Vernetzung zwischen den direkten Projektpartnern HAW Hamburg und Airbus Operations GmbH wurde durch das Forschungsprojekt gestärkt. Im Verbundprojekt Airport2030 waren noch weitere Projektpartner involviert. Auf halbjährlichen Verbundmeetings wurde auch die Vernetzung mit diesen Projektpartnern verbessert.

### **Studentische Projekt- und Abschlussarbeiten**

Im Projekt wurden viele studentische Projekt und Abschlussarbeiten betreut und angefertigt. Hier sei auf den Schlussbericht verwiesen, wo alle im Projektverlauf erstellten Arbeiten aufgeführt werden im Abschnitt:

1.9	Liste der erstellten Dokumentationen und Software .....	24
-----	---	----

Die Verknüpfung von Forschung und Lehre wurde damit verbessert.

### **Kooperative Promotion**

Einer der im Projekt angestellten wissenschaftlichen Mitarbeiter hat im Projektverlauf eine kooperative Promotion mit der Technischen Universität München begonnen.

### **Weiterentwicklung eigener Kompetenzen im Flugzeugentwurf**

Im Projekt wurden eigene Entwurfsprogramme eingesetzt und weiterentwickelt. Aufgebaut wurden die Weiterentwicklungen auf den in der AERO-Forschungsgruppe bereits vorhandenen Tools „PreSTo“ (Aircraft Preliminary Sizing Tool) und „OPerA“ (Optimization in Preliminary Aircraft Design). Für den Entwurf des Turboprop-Flugzeugs wurde das Programm „PrOPerA“ basierend auf OPerA entwickelt.

## **2 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse, Nebenergebnisse und gesammelte Erfahrungen**

"Im Erfolgskontrollbericht kann auf Abschnitte des Schlussberichts (Nrn. I. und II.) verwiesen werden." (Nr. 3.2 BNBest-BMBF 98). Es wird daher auf den Schlussbericht verwiesen mit den Abschnitten:

2	Erzielte Ergebnisse .....	28
2.1	Bodenabfertigung .....	28
2.1.1	Vorgehen zur Analyse der Bodenabfertigung .....	28
2.1.2	Untersuchung von Technologien für eine verbesserte Bodenabfertigung am Anwendungsbeispiel „Klappsitze“ .....	31

2.1.3	Bodenabfertigung der Flugzeugentwürfe .....	33
2.2	Untersuchte Flugzeugkonfigurationen .....	35
2.2.1	Referenzflugzeug.....	35
2.2.2	Boxwing-Flugzeug.....	39
2.2.2.1	Allgemeine Entwurfsüberlegungen.....	40
2.2.2.2	Entwurfsergebnisse – Boxwing-Flugzeug (wide-body) .....	50
2.2.2.3	Entwurfsergebnisse – Boxwing-Flugzeug (slender-body).....	53
2.2.3	Smart Turboprop .....	56
2.2.3.1	Allgemeine Entwurfsüberlegungen.....	60
2.2.3.2	Variation einzelner Entwurfparameter .....	61
2.2.3.3	Entwurfsergebnisse .....	75
2.2.4	Zusammenfassung Flugzeugentwürfe .....	81

### **3 Fortschreibung des Verwertungsplans**

"Im Erfolgskontrollbericht kann auf Abschnitte des Schlussberichts (Nrn. I. und II.) verwiesen werden." (Nr. 3.2 BNBest-BMBF 98). Es wird daher auf den Schlussbericht verwiesen mit dem Abschnitt:

5	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit.....	83
---	--	----

### **4 Arbeiten die zu keiner Lösung geführt haben**

Im Vorgängerprojekt "ALOHA" wurde ein ausschließlich für die Bodenabfertigung optimiertes Flugzeug entworfen. Da allerdings der Reiseflug die direkten Betriebskosten (DOC) dominiert, führte die absolute Fokussierung auf die Bodenabfertigung nicht zu einer Verbesserung der DOC.

Aufbauend auf dieser Erkenntnis wurde der Fokus im Projekt "Airport2030" stärker auf eine Optimierung des Gesamtsystems unter besonderer Berücksichtigung der Bodenabfertigungsprozesse gelegt. D.h. es wurde zuerst ein Flugzeug mit minimalen DOC entworfen und anschließend Technologien für eine verbesserte Bodenabfertigung in den Entwurf integriert und deren Auswirkung auf die DOC des Flugzeugs untersucht. Da die meisten Bodenabfertigungs-Technologien durch eine Massen- oder Widerstandserhöhung jedoch negativen Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch und damit die im Reiseflug verursachten, dominierenden Kosten haben, konnten auch bei diesem Ansatz keine

Bodenabfertigungstechnologien mit deutlichen Vorteilen für das Gesamtsystem identifiziert werden.

## 5 Präsentationsmöglichkeiten

Es wurden verschiedene Möglichkeiten genutzt, um die Ergebnisse des Projekts zu präsentieren. So gab es Kongressveröffentlichungen, die mit einem Vortrag auf dem jeweiligen Kongress verbunden sind. Außerdem wurde in Zeitschriftenartikeln über das Projekt berichtet. Zusätzlich wurde das Projekt mit einem Stand auf Kongressen vorgestellt:

### Veröffentlichungen

Die aus dem Projekt hervorgegangenen Veröffentlichungen werden im Schlussbericht und in Anlage 2: „Berichtsblätter für Publikationen“ aufgeführt. Hier folgt nochmals eine kurze Zusammenfassung:

KRAMMER, Philip; SCHOLZ, Dieter: Airport2030 - Arbeitspaket 4.1 : Flugzeugkonfigurationen für Szenario 2015. In: *Festschrift : 75 Jahre Flugzeugbaustudium in Hamburg*. HAW Hamburg, Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau, 2010, S. 96-97. - Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

KHAN, Fahad Aman; KRAMMER, Philip; SCHOLZ, Dieter: Preliminary Aerodynamic Investigation of Box-Wing Configurations Using Low Fidelity Codes. In: DGLR: *Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2010 : Tagungsband - Manuskripte* (DLRK, Hamburg, 31. August - 02. September 2010). - ISBN: 978-3-932182-68-5. DocumentID: 161308. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

SCHIKTANZ, Daniel; SCHOLZ, Dieter: Box Wing Fundamentals - An Aircraft Design Perspective. In: DGLR: *Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress 2011 : Tagungsband - Manuskripte* (DLRK, Bremen, 27. - 29. September 2011), S. 601-615. - ISBN: 978-3-932182-74-X. DocumentID: 241353. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

SCHIKTANZ, Daniel; SCHOLZ, Dieter: The Conflict of Aerodynamic Efficiency and Static Longitudinal Stability of Box Wing Aircraft. In: CEAS: *3rd CEAS Air&Space Conference : Proceedings* (CEAS2011, Venice, 24. - 28. October 2011), pp 910-921. - ISBN: 978-88-96427-18-7. DocumentID: 313. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>



CAJA CALLEJA, Ricardo: Flight Dynamics Analysis of a Medium Range Box Wing Aircraft. (VI Spanish Space Students Congress, Las Palmas, Spain, 24-25 November 2011). - Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

SCHIKTANZ, Daniel; SCHOLZ, Dieter: Das Boxwing-Flugzeug. In: *Ingenieurspiegel* (2012), Nr. 2, S. 20-25. - ISSN 1868-5919. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

JOHANNING, Andreas; SCHOLZ, Dieter: Evaluation of Worldwide Noise and Pollutant Emission Costs for Integration into Direct Operating Cost Methods. In: *Publikationen zum DLRK 2012*(Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, Berlin, 10. - 12. September 2012). - URN: urn:nbn:de:101:1-201211164010. DocumentID: 281392. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

CAJA CALLEJA, Ricardo; SCHOLZ, Dieter: Box Wing Flight Dynamics in the Stage of Conceptual Aircraft Design. In: *Publikationen zum DLRK 2012* (Deutscher Luft- und Raumfahrtkongress, Berlin, 10. - 12. September 2012). - URN: urn:nbn:de:101:1-201211239107. DocumentID: 281383. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

JOHANNING, Andreas; SCHOLZ, Dieter: Novel Low-Flying Propeller-Driven Aircraft Concept For Reduced Direct Operating Costs And Emissions. In: *CD Proceedings : ICAS 2012 - 28th Congress of the International Council of the Aeronautical Sciences* (ICAS, Brisbane, 23.-28. September 2012). Edinburgh, UK : Optimage Ltd, 2012. - ISBN: 978-0-9565333-1-9. Paper: ICAS2012-1.10.5 (510.PDF). Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

JOHANNING, Andreas; SCHOLZ, Dieter: Smart Turboprop. In: *Ingenieurspiegel* (2013), Nr. 1, S. 56-58. - ISSN 1868-5919. Download: <http://Airport2030.ProfScholz.de>

### **Vorstellungen des Projekts auf Kongressen**

Das Projekt wurde über mehrere Jahre auf dem Deutschen Luft- und Raumfahrtkongress am Stand der Forschungsgruppe AERO mit Postern vorgestellt. Der Deutsche Luft- und Raumfahrtkongress wird jährlich von der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt organisiert.

## **6 Einhaltung der Ausgaben- und Zeitplanung**

### **Ausgabenplanung**

"Im Erfolgskontrollbericht kann auf Abschnitte des Schlussberichts (Nrn. I. und II.) verwiesen

werden." (Nr. 3.2 BNBest-BMBF 98). Es wird daher auf den Schlussbericht verwiesen mit dem Abschnitt:

### 3 Verwendung der Zuwendung ..... 81

Die zur Verfügung stehenden Gelder wurden innerhalb des Vorhabens annähernd ausgeschöpft. Gegen Ende des Projekts wurde eine Umwidmung erforderlich. Diese wurden mit dem Projektträger abgestimmt und entsprechend umgesetzt.

#### **Zeitplanung**

"Im Erfolgskontrollbericht kann auf Abschnitte des Schlussberichts (Nrn. I. und II.) verwiesen werden." (Nr. 3.2 BNBest-BMBF 98). Es wird daher auf den Schlussbericht verwiesen mit dem Abschnitt:

#### 1.4.2 Zeitlicher Ablauf des Vorhabens..... 11

Wie bereits im Schlussbericht beschrieben, startete das Projekt am 01.12.2008. Geplantes Projektende war der 30.11.2013. Durch die zeitweise unbesetzte Stelle erschien eine kostenneutrale Projektverlängerung sinnvoll. Diese wurde vom Projektträger im Jahr 2013 genehmigt und das Projekt damit um zwei Monate bis zum 31.01.2014 verlängert.