

**Bachelorarbeit**

John Singh Cheema

**Fallbeispiele zum Reverse Engineering**

**im Passagierflugzeugentwurf**

*Fakultät Technik und Informatik Faculty of Engineering and Computer Science*

*Department Fahrzeugtechnik und Department of Automotive and*

*Flugzeugbau Aeronautical Engineering*

**John Singh Cheema**

**Fallbeispiele zum Reverse Engineering im Passagierflugzeugentwurf**

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Flugzeugbau

am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

der Fakultät Technik und Informatik

der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

Zweitprüfer : Prof. Dr.-Ing. Martin Wagner

Abgabedatum: 27.04.2019

DOI:

<https://doi.org/10.15488/9312>

URN:

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:18302-aero2019-04-27.013>

Associated URLs:

<https://nbn-resolving.org/html/urn:nbn:de:gbv:18302-aero2019-04-27.013>

© This work is protected by copyright

The work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0

International License: CC BY-NC-SA

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

logoCC-BY-NC-SA.png

Any further request may be directed to:

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME

E-Mail see: <http://www.ProfScholz.de>

This work is part of:

Digital Library - Projects & Theses - Prof. Dr. Scholz

<http://library.ProfScholz.de>

Published by

Aircraft Design and Systems Group (AERO)

Department of Automotive and Aeronautical Engineering

Hamburg University of Applied Science

This report is deposited and archived:

* Deutsche Nationalbiliothek (<http://www.dnb.de>)
* Repositorium der Leibniz Universität Hannover (<http://www.repo.uni-hannover.de>)
* Internet Archive (<http://archive.org>), item: <https://archive.org/details/TextCheema.pdf>

This report has associated published data in Harvard Dataverse:

<https://doi.org/10.7910/DVN/DIDFZI>

**Name des Studierenden**

John Singh Cheema

**Thema der Bachelorarbeit**

Fallbeispiele zum Reverse Engineering im Passagierflugzeugentwurf

**Stichworte (GND)**

Luftfahrttechnik, Aerodynamik, Passagier, Flugzeug, Entwurf, Dimensionierung, Verifikation, Kraftstoffverbrauch, Start, Landung, [Reiseflug, Gleitzahl, Auftriebsbeiwert]

**Kurzreferat**

**Zweck** – In dieser Bachelorarbeit werden die öffentlich nicht zugänglichen Technologieparameter von Passagierflugzeugen näherungsweise bestimmt. Das sind maximaler Auftriebsbeiwert bei Start und Landung, maximale Gleitzahl und spezifischer Kraftstoffverbrauch im Reiseflug. Folgende Flugzeuge werden paarweise untersucht und verglichen: A340-300 und IL-96-300, Boeing 727-200 Advanced und TU-154M, Fokker 100 und MD-82, A319-100 und An-72.

**Methodik** – Die Berechnung erfolgt mit dem Excel-basierten Werkzeug “Passenger Jet Reverse Engineering“ (PJRE). Grundlage der Berechnung ist die aus dem Flugzeugentwurf bekannte Dimensionierung mit dem Entwurfsdiagramm. Für die ausgewählten Passagierflugzeuge werden die erforderlichen Eingangsparameter recherchiert. Die zunächst unbekannten Technologieparameter werden dann mit PRJE sowohl ermittelt als auch verifiziert.

**Ergebnisse** – Die Ergebnisse aus dem Reverse Engineering stimmen recht gut überein mit den Werten aus der Verifikation. Lediglich die Werte der maximalen Gleitzahl im Reiseflug sind berechnet aus der Verifikation oft deutlich höher als berechnet aus dem Reverse Engineering. Der spezifische Kraftstoffverbrauch im Reiseflug hat sich über die Jahrzehnte der Flugzeugentwicklung stark verringert.

**Bedeutung für die Praxis** – Durch die Konkurrenzsituation der Flugzeughersteller können viele Flugzeugparameter nicht öffentlich zur Verfügung gestellt werden. Die Anwendung von PJRE zeigt, wie diese Parameter trotzdem näherungsweise ermittelt werden können.

**Soziale Bedeutung** – Eine detaillierte Diskussion über Flugkosten, Ticketpreise und die Umweltverträglichkeit des Flugverkehrs setzt detaillierte Kenntnisse über die Flugzeuge voraus. Durch ein Reverse Engineering können Verbraucher diese Diskussion mit der Industrie auf Augenhöhe führen.

**Originalität / Wert** – Nach der Entwicklung von PJRE wird die Methode hier zum ersten Mal angewandt.

**Name of student**

John Singh Cheema

**Title of the report**

Case Studies in Reverse Engineering of Passenger Aircraft

**Keywords (LCSH)**

Aeronautics, Aerodynamics, Aeroplanes, Design, Computer software, Electronic spreadsheets, Verification (Logic), Airplanes--Fuel consumption, Lift (Aerodynamics), Airplanes--Takeoff, Airplanes--Landing, [Preliminary sizing, Glide Ratio, L/D, Cruise]

**Abstract**

**Purpose**–In this bachelor thesis, the publicly inaccessible technology parameters of passenger aircraft are approximated. These are maximum lift coefficient at take-off and landing, maximum glide ratio and specific fuel consumption in cruise flight. The following aircraft are tested and compared in pairs: A340-300 and IL-96-300, Boeing 727-200 Advanced and TU-154M, Fokker 100 and MD-82, A319-100 and An-72.

**Methodology** – The calculation is done with the Excel-based tool "Passenger Jet Reverse Engineering" (PJRE). The calculation is based on preliminary sizing with the matching chart known from aircraft design. For the selected passenger aircraft, the required input parameters are researched. The initially unknown technology parameters are then both determined and verified with PRJE.

**Findings** – The results from reverse engineering are in very good agreement with the results ​​from verification. Only the values ​​of the maximum glide ratio in cruise flight are often significantly higher than calculated from the reverse engineering. The specific fuel consumption in cruise has greatly decreased over the decades of aircraft development.

**Practical implications** – Due to the competition situation of the aircraft manufacturers many aircraft parameters cannot be made publicly available. Using PJRE shows how these parameters can still be approximated.

**Social implications** – A detailed discussion of aviation costs, ticket prices, and the environmental compatibility of air traffic requires detailed knowledge of the aircraft. Reverse engineering allows consumers to engage in discussions with industry at eye level.

**Originality/value** – After the development of PJRE, the method is applied here for the first time.



**DEPARTMENT FAHRZEUGTECHNIK UND FLUGZEUGBAU**

**Fallbeispiele zum Reverse Engineering**

**im Passagierflugzeugentwurf**

Aufgabenstellung für eine Bachelorarbeit

**Hintergrund**

Im Fach Flugzeugentwurf an der HAW Hamburg wird seit fast 20 Jahren in jeder Klausur ein Flugzeug nachentworfen. Dabei sollen die Studierenden (wie im Entwurf üblich) aus den Anforderungen und gegebenen Technologieparametern charakteristische Größen des Flugzeugs ermitteln, wie maximale Abflugmasse, Flügelfläche und Schub. Die eigentlich interessantere Aufgabe fällt aber beim Entwurf der Klausur an, denn zunächst muss aus den Anforderungen und den charakteristischen Größen auf die unbekannten (geheimen) Technologieparameter geschlossen werden. Diese Parameter sind insbesondere: Auftriebsbeiwert bei Landung und Start, maximale Gleitzahl und spezifischer Kraftstoffverbrauch im Reiseflug. Diese geheimen Parameter wurden für die Klausur mit etwas Erfahrung durch geschicktes Probieren mit dem Excel-basierten Entwurfswerkzeug PreSTo-Classic ermittelt. Im Sommersemester 2017 wurde das Vorgehen in einer Masterarbeit mit dem Titel "Reverse Engineering of Passenger Jet Classified Parameters" systematisiert. Es entstand das Excel-basierte Werkzeug "Passenger Jet Reverse Engineering" (PJRE). In der Masterarbeit wurden bereits 9 verschiedene konventionelle und unkonventionelle Flugzeuge untersucht.

**Aufgabe**

Aufgabe dieser Bachelorarbeit ist die weitere Anwendung von PJRE. In 8 Fallbeispielen zu ausgewählten Passagierflugzeugen sollen mithilfe des Reverse Engineering die öffentlich nicht zugänglichen Parameter der Flugzeuge näherungsweise bestimmt werden. Die ermittelten Werte aus dem Reverse Engineering werden von PJRE auf Plausibilität geprüft durch Vergleich mit direkten Abschätzungen dieser Werte. Folgende Unterpunkte sollen berücksichtigt werden:

* Kurze Einführung in das Reverse Engineering
* Kurze Beschreibung von PJRE und der Methode
* Kritische Würdigung von PJRE und der Methode; Vorschlag von Verbesserungen
* Vorstellung der Passagierflugzeuge und Diskussion genereller Konfigurationsmerkmale
* Vorstellung der Ergebnisse des Reverse Engineering
* Diskussion der Ergebnisse und Vergleich der Flugzeuge

Die Ergebnisse sollen in einem Bericht dokumentiert werden. Bei der Erstellung des Berichts sind die entsprechenden DIN-Normen zu beachten.