



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Ferdi Yildiz

**Zukünftige Entwicklung und Ziele des
Weltluftverkehrs als Folge des
dynamischen Wirtschaftswachstums**

*Fakultät Technik und Informatik
Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Automotive and
Aeronautical Engineering*

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Technik und Informatik
Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau
Berliner Tor 9
20099 Hamburg

Verfasser : Ferdi Yildiz

Erstprüfer : Diplom-Volkswirt Günter Willich
Zweitprüfer : Professor Diplom-Designer Werner Granzeier

Abgabedatum: 26.01.2016

Zusammenfassung

Name des Studierenden : Ferdi Yildiz

Thema der Bachelorthesis

Zukünftige Entwicklung und Ziele des Weltluftverkehrs als Folge des dynamischen Wirtschaftswachstums

Stichworte

- Weltweiter Luftverkehr
- Weltweiter Passagierverkehr
- Bedarf an neuen Flugzeugen
- Globalisierter Wettbewerb
- Neue Kabinenkonzepte

Kurzzusammenfassung

Diese Arbeit umfasst die aktuelle Position des Luftverkehrs und liefert eine Übersicht über die Zukunft des Fliegens und natürlich noch vieles mehr.

Name of student : Ferdi Yildiz

Title of the paper

Future development and targets of the global air traffic as a result of the dynamic economic growth

Keywords

- Global air traffic
- Global passenger traffic
- Demand for new airplanes
- Global competition
- New cabin concepts

Abstract

This report includes the actual position of the air traffic and provides an overview about the future of flying and of course much more.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen herzlichst bedanken, die mich bei der Anfertigung dieser Bachelorarbeit unterstütz haben.

In erster Linie möchte ich meinem Betreuer, Diplom-Volkswirt Günter Willich, für seine ausgiebige Unterstützung danken. Er trug durch seine wertvollen Hinweise und seine moralische Unterstützung einen großen Teil zur Vollendung dieser Bachelor-Thesis bei. Herzlichen Dank für Ihre Mühe und Zeit, die Sie in diese Arbeit investiert haben.

Daneben gilt mein Dank Professor Diplom-Designer Werner Granzeier, der sich bereit erklärt hat, als Zweitprüfer zur Verfügung zu stehen.

Der Dank gilt auch meinen Eltern, da sie mich während des Studiums immer unterstützt haben.

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Bachelorarbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

.....
Datum Unterschrift



Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Aufgabenstellung

Zukünftige Entwicklung und Ziele des Weltluftverkehrs als Folge des dynamischen Wirtschaftswachstums

Der weltweite Luftverkehr wächst von Jahr zu Jahr und somit steigen auch die Passagierzahlen unaufhaltsam weiter.

Deswegen soll in dieser Bachelor-Thesis diese Umstände näher untersucht werden. Wenn weltweit täglich tausende Flugzeuge starten und landen, dann kommen folgende Fragen auf:

- Wie wird sich der Weltluftverkehr zukünftig entwickeln?
- Wie wird die enorme Zunahme an Flugverkehr und Passagieraufkommen die Umwelt belasten?
- Werden neue Flugzeugbauproduzenten in den hart umkämpften Markt eindringen können?
- Wie wird die Zukunft des Fliegens aussehen?

Nachfolgend werden die oben aufgelisteten und noch andere Themen in dieser Bachelorarbeit umfangreich behandelt.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	12
1.1	Aufbau und Ziel der Arbeit	12
2	Grundlagen	14
2.1	Wirtschaftliche Anhaltspunkte.....	15
2.2	Knappe Erdölressourcen	16
3	Auswirkungen des ökonomischen Wohlstands für die Luftfahrt	18
3.1	Wirtschaftswachstum in Asien	18
3.2	Zukunftsprognosen	19
3.3	Bedarf an neuen Flugzeugen	21
3.4	Weltweiter Passagierverkehr	23
4	Neue Entwicklungen und Ökoeffizienz	26
4.1	Neue ökologische Flugzeugkonzepte	27
4.2	Neue Flügelentwicklungen.....	29
4.2.1	Spiroid	30
4.2.2	Winggrid	31
4.3	Schlüsselthemen der Zukunft	31
4.3.1	Biokraftstoffe.....	32
4.3.2	Wasserstoff.....	34
4.3.3	Umwelteinflüsse.....	35
4.3.4	ACARE-Ziele	38
5	Globalisierter Wettbewerb	40
5.1	Zerbricht die Hegemonie von Airbus und Boeing?.....	40
5.2	Konkurrenz	42
5.2.1	China	43
5.2.2	Russland.....	45
5.2.3	Indien.....	48
5.2.4	Türkei.....	49
5.2.5	Brasilien.....	50
5.2.6	Kanada	51
6	Zukunftsvisionen des weltweiten Flugbetriebs	54
6.1	Nurflügelflugzeuge.....	54

6.2	Neue Kabinenkonzepte	56
6.3	Smarter Skies	58
7	Zusammenfassung	60
8	Literatur – und Quellenverzeichnis	61

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1 : Aufbau und Ziel der Arbeit	12
Abbildung 2.1 : Luftverkehr im europäischen Raum	14
Abbildung 2.2 : Länder mit dem höchsten Erdölverbrauch pro Tag 2013	17
Abbildung 3.1 : Wirtschaftswachstum für einige Staaten 2015	19
Abbildung 3.2 : Entwicklung des weltweiten Passagierverkehrs	24
Abbildung 3.3 : Wachstumsprognosen im Passagierverkehr bis zum Jahr 2025..	25
Abbildung 4.1 : Airbus A320 Neo mit Sharklets	27
Abbildung 4.2 : Vergleich Treibstoffverbrauch zwischen A320 und A320 Neo	28
Abbildung 4.3 : Vergleich der CO ₂ -Emissionen zwischen A320 und A320 Neo ..	28
Abbildung 4.4 : Flugzeug mit Spiroids	30
Abbildung 4.5 : Flugzeug mit Winggrids	31
Abbildung 4.6 : Weltweite CO ₂ -Erzeugung durch verschiedene Sektoren 2013..	37
Abbildung 4.7 : CO ₂ -Reduktion in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern	39
Abbildung 5.1 : Modell Comac C919	44
Abbildung 5.2 : Modell Suchoi Superjet 100	46
Abbildung 5.3 : Modell MS-21.....	47
Abbildung 5.4 : Modell Embraer 195	50
Abbildung 5.5 : Modell Bombardier C-Series.....	52
Abbildung 6.1 : Ein Nurflügelflugzeug.....	55
Abbildung 6.2 : Flugzeugrumpf mit Gitterstruktur	57
Abbildung 6.3 : Flugzeugstart mit externen Starthilfen	59

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1 : Bedarf an neuen Flugzeugen (Boeing-Prognose).....	23
Tabelle 4.1 : Die 5 Staaten mit dem größten CO ₂ -Ausstoß 2014	36
Tabelle 5.1 : Bestellungen bei Airbus und Boeing von 2009 bis 2015	40

Abkürzungsverzeichnis

<u>Abkürzung</u>	<u>Erklärung</u>
1 Barrel	159 Liter
EU	Europäische Union
OECD	Organisation für Entwicklung und wirtschaftliche Zusammenarbeit in Europa
BIP	Bruttoinlandsprodukt
GMF	Global Market Forecast
GUS	Gemeinschaft Unabhängiger Staaten
A320Neo	A320 New Engine Option
CO₂	Kohlenstoffdioxid
NO_x	Stickoxide
H₂O	Wasserdampf

1NM	0,549 km
ACARE	Advisory Council on Aeronautics Research in Europe
VLA	Very Large Aircraft
CEO	Chief Executive Officer
SSJ-100	Suchoi Superjet-100
MS-21	Übersetzung : Flugzeug des 21.Jahrhunders
LR	Long Range
UAC	United Aircraft Corporation
NCA	National Civil Aircraft
COMAC	Commercial Aircraft Corporation of China
NASA	National Aeronautics and Space Administration

1. Einleitung

Der internationale Luftverkehr spielt in der heutigen Zeit eine große Rolle. In den letzten Jahren wurden starke Zuwächse in diesem Sektor registriert. Heutzutage gelten Flugzeuge als sicherstes Verkehrsmittel und sind aus dem täglichen Leben für viele Menschen nicht mehr wegzudenken. Der Wunsch, schnell und sicher zu reisen, wird auch in Zukunft nicht abreißen. Deswegen wird der Weltluftverkehr weiter zunehmen, und der Bedarf an neuen Flugzeugen eine neue Dimension erreichen.

Im Hinblick auf diese Aspekte habe ich mich dazu entschlossen, noch tiefer in diese Thematik einzusteigen.

1.1 Aufbau und Ziel der Arbeit

Dieses Kapitel befasst sich damit, wie meine Arbeit aufgebaut ist und welche Zielstellung ich mir dabei gesetzt habe. Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die inhaltliche Zusammensetzung dieser Arbeit.

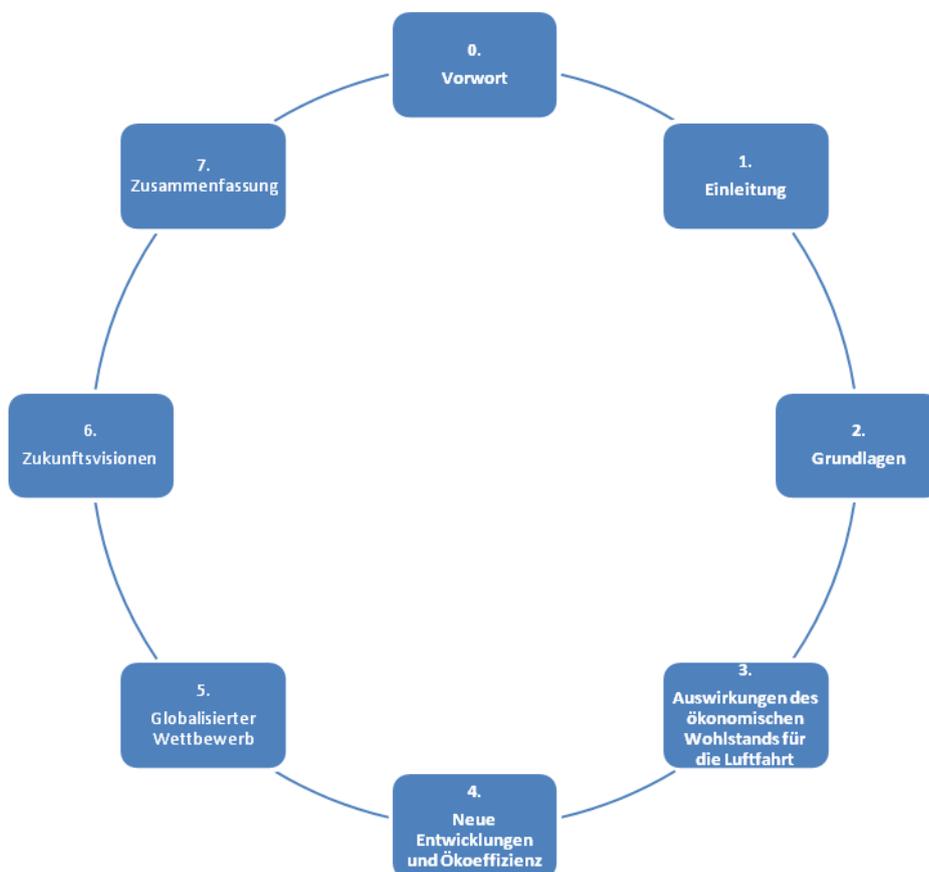


Abbildung 1.1 : Aufbau und Ziel der Arbeit

In **Kapitel 2** werden wirtschaftliche Grundlagen über die Luftfahrt näher beschrieben. Hierzu muss man auch auf die knappen Erdölressourcen eingehen. Neue alternative Energiequellen müssen erforscht werden, um die Unabhängigkeit von Öl erlangen zu können. Dazu passend findet man unter Abschnitt 4.3 eine detaillierte Erklärung.

Die starke wirtschaftliche Entwicklung im asiatischen Raum wie in China oder in Indien wird den internationalen Luftverkehr weiter ankurbeln. Das Wachstum in diesen Ländern erfordert auch einen steigenden Bedarf an neuen Flugzeugen, um die steigenden Passagierzahlen abdecken zu können. Dies ist das Thema in **Kapitel 3**.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden auch über Neuentwicklungen im Flugzeugbau eingegangen. Als Beispiele dafür gelten z.B. neue Flügelkonstruktionen und neue Antriebskonzepte in absehbarer Zukunft. Aber auch über die wichtigen Zukunftsthemen wie alternative Energieträger und Umweltziele werden in diesem **Kapitel 4** näher eingegangen.

Die weltweite Vorreiterposition im Flugzeugbau hatten und haben immer noch Airbus und Boeing unter sich aufgeteilt. Aber diese Dominanz könnte bald der Vergangenheit angehören. Die wirtschaftlich erstarkten Staaten wie Indien, Russland oder die Volksrepublik China könnten für die Hegemonie von Airbus und Boeing eine echte Gefahr darstellen. Der Konkurrenzkampf im Flugzeugbau ist das Thema in **Kapitel 5**.

Das **Kapitel 6** handelt von den Zukunftsvisionen und Konzepten in der Flugzeugindustrie in den nächsten Jahrzehnten.

Abschließend findet man unter **Kapitel 7** eine Zusammenfassung mit eigener Meinung aus dieser Arbeit.

Diese Bachelorarbeit verfolgt zudem **mehrere Ziele**, die nachfolgend erwähnt werden müssen:

- Die Entwicklungen von neuartigen Konzepten zu analysieren, um zu erfahren, ob diese mehr Sicherheit und Komfort beim Fliegen gewährleisten
- Ob es möglich und profitabel ist, neue Energiequellen zu erschließen, um von Erdöl bzw. Kerosin unabhängig zu werden
- Ob umweltfreundliches- und verträgliches Fliegen in Zeiten der Klimadebatte ein zentrales Hauptziel darstellt

2. Grundlagen

In diesem Kapitel werde ich kurz auf einige allgemeine Grundlagen eingehen und einen kurzen Überblick über den internationalen bzw. nationalen Luftverkehr geben. Der internationale Luftverkehr ist in den letzten Jahren stetig gewachsen, ja man kann sagen, es ist ein Wirtschaftsmotor mit hohen Zuwachsraten.

Es werden heute ungefähr 34% aller Reisen weltweit mit dem Flugzeug durchgeführt, wobei Nordamerika die am stärksten frequentierte Route ist. Auch für die Zukunft wird vorausgesagt, dass der Luftverkehr stetig wachsen und das Fliegen weiter an Interesse zunehmen wird.

Diese Entwicklung kann auch über den internationalen Luftverkehr dargestellt werden. Speziell zu diesen Entwicklungen kann man folgende Aspekte aufzählen. Durch neue technologische Entwicklungen im Flugzeugbau und durch ein breites Angebot auch von den Billiganbietern werden die Ticketpreise immer billiger. Das hat zur Folge, dass die Reisemobilität stetig steigt und immer mehr Flugzeuge in den Himmel aufsteigen. Die Abbildung 2.1 liefert eine klare Übersicht darüber, wie stark der europäische Luftraum bereits in der Gegenwart frequentiert wird.

Zum anderen gibt es die Realität, dass durch die Kaufkraft der Menschen in den jeweiligen Ländern auch der Wunsch nach Reiselust und Flexibilität steigt. Diese Zunahme an Reiselust wird auch in den kommenden Jahren nicht abreißen und es werden immer neue Rekorde hinsichtlich der Passagierzahlen aufgestellt, was eine zusätzliche Belastung für die Umwelt darstellen wird. Denn das Flugzeug wird üblicherweise als ein Massentransportmittel angesehen, das viele Personen schnell und sicher ans Ziel bringt und den Menschen eine Art Selbstbestimmung und Freiheit bietet.

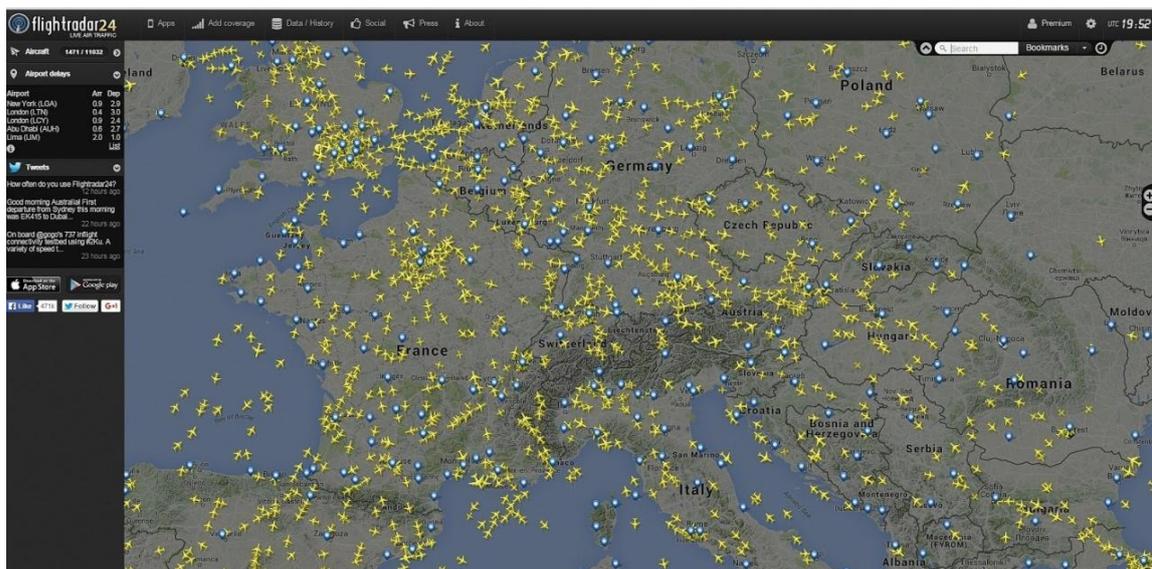


Abbildung 2.1 : Luftverkehr im europäischen Raum

2.1 Wirtschaftliche Anhaltspunkte

Im vorherigen Kapitel wurden verschiedene grundlegende Aspekte über den Luftverkehr dargestellt. Dieser Abschnitt handelt von der allgemeinen Fragestellung, inwiefern der Luftverkehr und die Wirtschaft miteinander zusammenhängen. Dazu werden nachfolgend im Text einige kurze Detailinformationen angesprochen.

Um für die rasante Entwicklung auch zukünftig gewappnet zu sein, werden alleine in China in den kommenden Jahren hunderte Milliarden von Euro in die Verkehrsinfrastruktur investiert. Zahlenmäßig bedeutet das für die Volksrepublik 45 neue Flughäfen mit Gesamtkosten von ungefähr 166 Milliarden Euro.

Ein Vergleich mit einigen europäischen Staaten zeigt, dass die Chinesen in dieser Hinsicht die alleinige Weltherrschaft in Sachen Investitionsprojekte besitzen werden. Diese Maßnahme zeigt auch ganz deutlich, wie wichtig die Luftfahrt für die Wirtschaftsentwicklung ist.

Nachfolgend werden einige weitere Punkte aufgegliedert, die ökonomisch mit der Luftfahrt in Verbindung gebracht werden.

- Viele Konsumgüter werden schnell und preiswert weltweit transportiert. Das hat dann zur Folge, dass die Waren eines Landes schnell ex- und importiert werden können. Außerdem werden dadurch neue Absatzmärkte geschaffen und mehr Umsatz gemacht.
- Auch für den internationalen Tourismus ist der Luftverkehr überlebenswichtig. Viele Länder sind regelrecht vom Tourismus abhängig und auf die ausländischen Touristen angewiesen. Eine nähere Betrachtung zeigt, dass viele Länder auf der Welt mehrere Milliarden Euro durch den Tourismus einnehmen und auch viele Arbeitsplätze davon abhängen.
- Über 30 Millionen Arbeitsplätze weltweit hängen direkt oder indirekt von der Luftfahrt ab. Allein in Deutschland hat es die Millionengrenze schon längst überschritten. Nach einer Studie aus dem Jahre 2012 sicherte die Luftfahrtbranche in Deutschland Steuereinnahmen in Höhe von rund 14 Milliarden Euro.

Aus diesen Informationen wird deutlich, dass die Luftfahrt einen wichtigen Beitrag zu der ökonomischen Entwicklung eines Landes leistet. Aus diesem Grund muss man die Probleme, die auftreten können und werden, gezielt bekämpfen, damit auch in Zukunft eine positive Entwicklung erreicht werden kann.

Ein wichtiges Problem für die Luftfahrt stellen die knappen Erdölressourcen dar. Obwohl genug Erdölreserven für die kommenden Jahrzehnte vorhanden sind, müssen dennoch an die Zeit nach Erdöl Gedanken gemacht werden. Im Kapitel 2.2 wird eine nähere

Auskunft darüber gegeben und es werden auch neue Lösungsvorschläge in Sachen alternative Energiequellen in den kommenden Abschnitten dieser Arbeit in Aussicht gestellt.

2.2 Knappe Erdölressourcen

Das schwarze Gold, wie das Erdöl auch genannt wird, ist aus der Luftfahrt nicht mehr wegzudenken. Wenn man bedenkt, dass allein tausende Flugzeuge täglich Millionen Liter Kerosin verbrauchen, werden die Erdölvorkommen der Welt langsam, aber sicher knapp werden. In der heutigen Welt werden schätzungsweise 95,24 Millionen Barrel (1 Barrel: 159 Liter) Erdöl pro Tag produziert.

Viele Experten gehen davon aus, dass bis zum Jahre 2040 die Erdölförderung von derzeit 95,24 Millionen Barrel pro Tag auf ungefähr 104 Millionen Barrel hochgefahren wird. Denn besonders im asiatischen Raum wird der Energieverbrauch stetig wachsen, da die dortige Bevölkerung und somit auch die Produktivität des jeweiligen Landes rapide zunehmen und letztendlich dieser Energiedurst gestillt werden muss.

In den kommenden Jahrzehnten sind zwar genügend Erdölreserven vorhanden, aber die Generationen nach uns werden wahrscheinlich nicht mehr in den Genuss von Erdöl kommen können, da die weltweiten Reserven ab einem bestimmten Zeitpunkt ausgeschöpft werden.

Besonders für die Luftfahrt stellt diese Tatsache ein Problem dar. Denn schon in der heutigen Zeit steigen die Preise für Kerosin dramatisch an. Sogenannte Kerosinzuschläge werden deshalb von den Fluggesellschaften verlangt. Je nach Flugstrecke, ob Kurz-oder Langstrecke, müssen die Passagiere mehr Geld für ihren Flug bezahlen. Mit diesem Zuschlag bekommt auch der Passagier die stark gestiegene Ölpreise in der eigenen Tasche zu spüren.

Wieviel Liter Erdöl weltweit an einem einzigen Tag verbraucht wird, zeigt die nachfolgende Abbildung 2.2. Im Jahr 2013 wurden weltweit täglich rund 92 Millionen Barrel Erdöl verbraucht. Die 10 Länder mit dem höchsten Verbrauch lassen nun sich wie folgt darstellen:

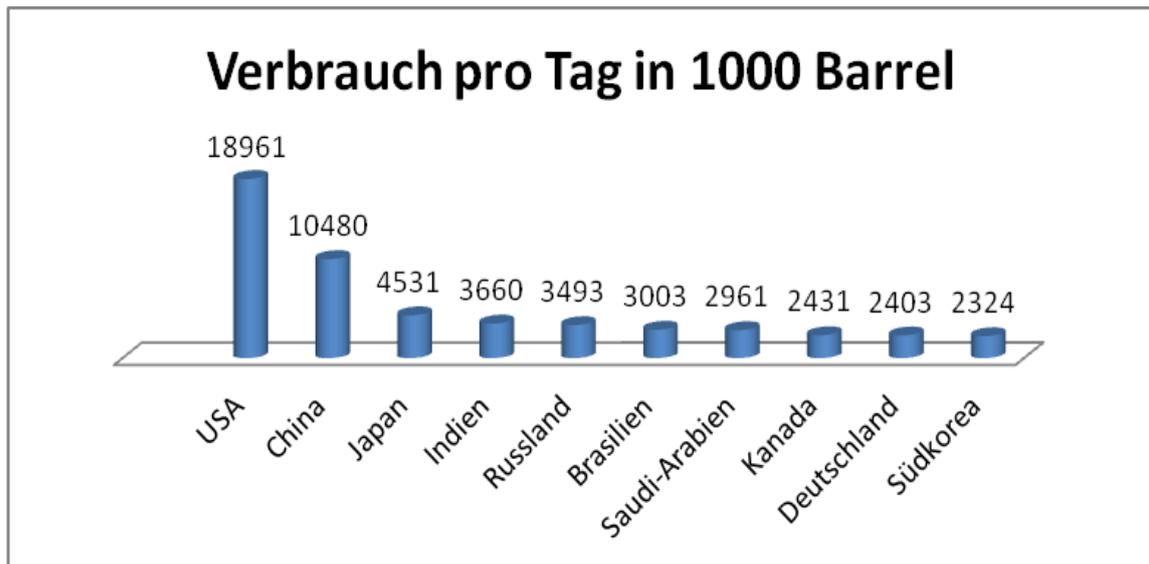


Abbildung 2.2 Länder mit dem höchsten Erdölverbrauch pro Tag 2013

Anhand der Abbildung 2.2 können folgende Aussagen getroffen werden:

- Die USA verbrauchten 2013 mit fast 18.961.000 Barrel pro Tag soviel Erdöl wie kein anderer Staat.
- Den zweiten Platz belegt China mit 10.480.000 Barrel.
- Der Erdölverbrauch der nachfolgenden Länder variiert zwischen 4531.000 Barrel (Japan) und 2324.000 Barrel (Südkorea) .
- Aus Europa schafft nur Deutschland den Sprung in die Top Ten.
- Auffallend ist, dass kein einziges afrikanisches Land in der Abbildung auftaucht. Der afrikanische Kontinent ist zwar sehr reich an Erdölvorkommen, doch im Gegensatz zu den anderen Kontinenten verbraucht es relativ wenig Erdöl.

Diese Zahlen belegen, wie wichtig das Erdöl für die Menschheit ist und auch bleiben wird. Ein Leben ohne Erdöl würde somit die gesamte Gesellschaft und auch direkt die Industrie zum Erliegen bringen. Nahezu jedes Bestreben im Leben hängt direkt oder indirekt mit dem Erdöl zusammen.

Abschließend muss gesagt werden, dass die Zeit des Erdöls sicher vorbei sein wird und man stärker und intensiver denn je neuartige Energieträger erforschen muss, damit auch die zukünftigen Generationen ein angenehmes und sicheres Leben führen können. Schon seit Jahren wird daher intensiv daran geforscht und gearbeitet, was die Hoffnung auf alternative Energiequellen realistisch aussehen lassen könnte.

Passend dazu handelt das nachfolgende Kapitel 4 um solche neuartige Energieträger und gibt Einblicke in die Zukunft nach dem Erdöl.

3. Auswirkungen des ökonomischen Wohlstands für die Luftfahrt

Die internationale Luftfahrt profitiert von der zunehmenden Globalisierung. Mit dem Flugzeug komfortabel und schnell zu reisen, war in den letzten Jahren für die Mehrheit der Menschen besonders in Asien undenkbar. Erst seit relativ kurzer Zeit, dank des wirtschaftlichen Aufschwungs, können sich die Menschen das Fliegen leisten und die Anzahl derer, die es sich leisten können, steigt von Tag zu Tag.

Somit steigt auch der Bedarf an neuen Flugzeugen, um die immer weiter zunehmende Anzahl von Passagieren befördern zu können, da die heutigen Passagierflugzeuge die Nachfrage nicht mehr stillen können. Neben den europäischen und amerikanischen Fluglinien erweitern auch sehr viele chinesische und zum Teil auch indische Fluggesellschaften ihre Flugzeugflotten, um dem kontinuierlich wachsenden Passagieraufkommen abdecken zu können.

Das bedeutet wiederum für die beiden führenden Flugzeughersteller Airbus und Boeing weitere Milliardeneinnahmen und Sicherung und Ausbau von tausenden Arbeitsplätzen, da diese beiden Unternehmen unangefochten den Markt der Passagierflugzeuge unter sich aufteilen und zwar schon seit Jahren.

Es wird mehr Lohn für die Arbeit der Menschen bezahlt, und das hat dann zur Folge, dass auch die Kaufkraft der Personen im jeweiligen Land steigt und die Menschen sich auch mehr für Reisen mit dem Flugzeug interessieren. Hauptsächlich in China platzt die Wirtschaft wortwörtlich aus allen Nähten. Überall im Land werden neue Bauten in Milliardenhöhen errichtet, und auch die Exporte der Volksrepublik China erreichen neue Dimensionen. Der Exportüberschuss 2015 der Chinesen beträgt rund 330 Milliarden US Dollar und verdrängt somit Deutschland vom Thron (Exportüberschuss Deutschland 2015: 280 Milliarden US Dollar).

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit werden nachfolgend nähere Informationen über die aktuellen wirtschaftlichen Zustände in Asien eingegangen, da in diesem Kontinent die stärksten wirtschaftlichen Erfolge aufgewiesen werden.

3.1 Wirtschaftswachstum in Asien

Während Europa gerade versucht, sich aus der Schuldenkrise zu befreien und dafür sehr hohe Summen benötigt werden, wächst die Wirtschaft in Asien, besonders in den beiden Staaten Indien und in China, weiter. Viele Analysten und Wirtschaftsexperten rechnen für das Jahr 2015 mit erfreulicheren Wachstumsraten für diese beiden Länder. Wenn man diese Zahlen mit denen von Europa vergleicht, kann man zu dem Schluss kommen, dass die heutigen führenden Industrienationen von diesen Wachstumsraten sehr weit entfernt sind. Die nachfolgende Abbildung 3.1 gibt einen Überblick über die Wachstumswerte in Bezug auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) verschiedener Länder.

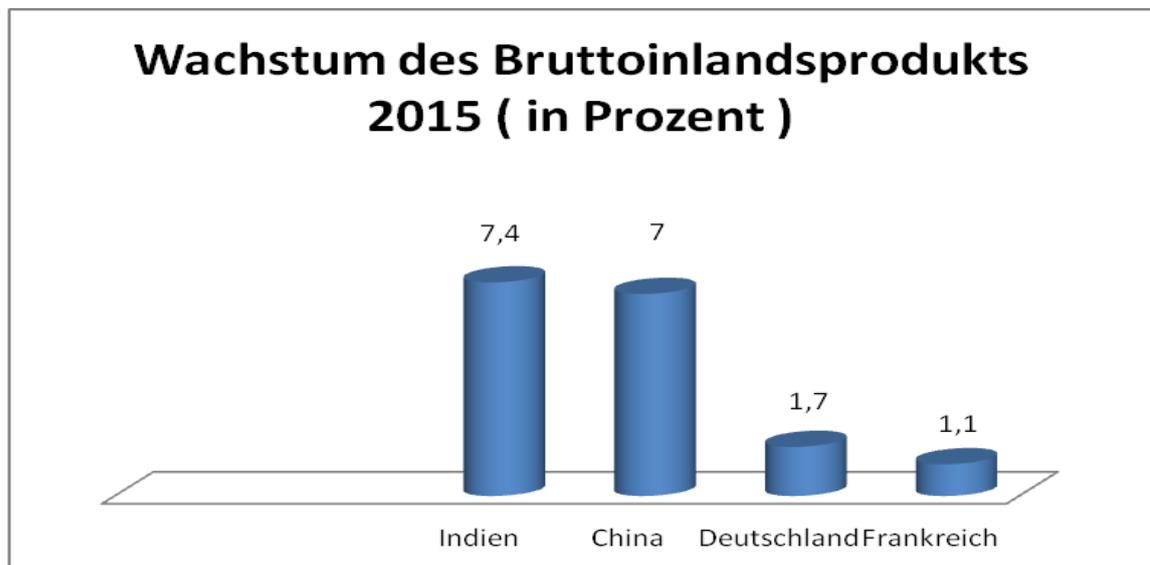


Abbildung 3.1 Wirtschaftswachstum für einige Staaten 2015

Wie auch die Grafik zeigt, bestizen 2015 China und Indien die höchsten Wachstumsraten. Mit 7,4% hat Indien erstmalig die Volksrepublik China (7%) überholt. In Betracht auf die europäischen Länder Deutschland und Frankreich sind sie meilenweit von den beiden Spitzenreitern entfernt und können nur minimale Wachstumsergebnisse vorweisen.

Gerade das Land Indien erlebt wie China in den letzten Jahren einen regelrechten wirtschaftlichen Aufschwung. Ein aktuelles Beispiel macht deutlich, wie rasant sich das Land mit über 1 Milliarde Menschen ökonomisch entwickelt: Grossbritannien zahlte jahrelang Hilfsleistungen in Milliardenhöhe an die frühere Kolonie, um die Wirtschaft und die Infrastruktur in Indien weiter voranzutreiben. Als die britische Regierung einsehen musste, wie rapide die indische Wirtschaft wuchs, beschloss es, ab dem Jahre 2015 keine weiteren Hilfszahlungen mehr zu überweisen. Ein weiterer interessanter Aspekt ist, dass die aufstrebende Wirtschaftsmacht Indien einer der grössten Investoren in Grossbritannien ist und damit einen gewissen Anteil an der britischen Wirtschaftsentwicklung hat.

3.2 Zukunftsprognosen

Viele Menschen stellen sich die Frage, ob es mit der wirtschaftlichen Offensive in Asien weiter vorwärts gehen oder ob in naher Zukunft eine wirtschaftliche Flaute eintreten

wird. Die Wirtschaftsexperten sind in dieser Hinsicht zersplittert und haben unterschiedliche Meinungen zu diesem Thema.

Einige haben die Vorstellung, dass dieser positive Trend nicht von Dauer sein und ab einem bestimmten Zeitpunkt zu Ende gehen wird. In der Tat geben sie an, dass hauptsächlich die Chinesen in Zukunft ihre Außenhandelsziele nicht erreichen könnten. Folgende zwei Hauptgründe werden dafür in Aussicht gestellt:

- Die schwache Nachfrage wegen der weltweiten Wirtschaftsschwierigkeiten, zum größten Teil in der Europäischen Union (EU)
- Die wachsenden Produktionskosten im eigenen Land
- Die Umweltprobleme in China (z.B. die starke Luftverschmutzung)

Seit 2009 ist die EU der wichtigste Handelspartner der Volksrepublik China. Es wurde Handel im Wert von hunderten Milliarden von Euro betrieben, bis die Schuldenkrise in der Europäischen Union zum Vorschein kam. Die Schuldenkrise, die aktuell das Geschehen in Europa dominiert und sehr viel Geld gekostet hat und noch kosten wird, könnte die Chinesen auch stark beeinträchtigen, ihre Exportwaren nach Europa zu verkaufen und somit Milliarden einzunehmen.

In der letzten Zeit bekommen die Menschen in China mehr Lohn für ihre Arbeit. Das hat dann zur Folge, dass viele Arbeiter nicht mehr für sehr geringe Löhne arbeiten und somit die Massenproduktion, die überhaupt erst durch diese Hungerlöhne entstehen konnten, nicht mehr hergestellt werden können. Daher muss der chinesische Staat mehr Geld im eigenen Land ausgeben, was zuvor nicht der Fall gewesen war.

Auch die Umweltverschmutzung im Land ist ein ernsthaftes Problem. Fast 4000 Menschen im Land sterben durch die hohe Luftverschmutzung. Das Land gewinnt rund 66% seiner Energie aus Kohle, was zu der hohen Verschmutzung führt. Deswegen muss die chinesische Industrie auf alternative Energieträger umsteigen, um die Umweltbelastung zu stoppen.

Es gibt aber auch die gegenteilige Meinung vieler Experten. Diese blicken optimistisch und zuversichtlich in die Zukunft. Nach einer aktuell veröffentlichten OECD-Studie werden China und Indien auch in den nächsten Jahrzehnten die Vorreiterrolle in der Weltwirtschaft einnehmen und weitere rekordhaltige Wachstumszahlen aufweisen.

Die heutigen führenden Industrienationen könnten dann mit den Wachstumsraten in diesen Ländern nicht mehr mithalten, was schon gegenwärtig der Fall ist. Während in diesen asiatischen Regionen eine junge Bevölkerungsschicht existiert, die das jeweilige Land dynamisch nach vorne bringen können, droht z.B. Deutschland durch die Bevölkerungsalterung ihre starke Rolle in internationaler Ebene in nicht mehr verteidigen können. Ob dies wirklich Realität wird, bleibt abzuwarten.

3.3 Bedarf an neuen Flugzeugen

Um die stetig steigenden Verkehrsströme und wachsende Passagierzahlen decken zu können, werden in den kommenden 20 Jahren eine Vielzahl an neuen Flugzeugen benötigt, darunter auch ökologisch effizientere Maschinen. Zu diesem Thema werden die nachfolgenden Seiten eine detaillierte Auskunft geben.

Bis zum Jahre **2035** werden nach Airbus-Prognosen (GMF = Global Market Forecast) schätzungsweise weltweit **32600** neue Flugzeuge im Wert von 4,9 Billionen US Dollar gebraucht, davon sind 31800 Passagierflugzeuge mit mehr als 100 Sitzen und 800 Frachtflugzeuge. Für diesen enormen Bedarf gibt es einige wichtige Gründe, die nachfolgend benannt werden:

- Die rasante wirtschaftliche Entwicklung in den Schwellenländern wie China und Indien
- Eine schnell wachsende Bevölkerungsentwicklung und neue Handelsbeziehungen zwischen einzelnen Ländern
- Ablösung älterer Flugzeuge und Inbetriebnahme wirtschaftlicher Maschinen

Nachfolgend wird der Bedarf an neuen Flugzeugen nach Regionen unterteilt dargestellt und es ergibt sich somit die dargestellte Klassifizierung, welche explizit in Kapitel 5 erläutert werden.

- Europa (Deutschland, Russland)
- Asien (China, Indien)
- Südamerika (Brasilien)

Die Prognosen für Deutschland fallen positiv aus. Laut Airbus werden für die Bundesrepublik in den kommenden 20 Jahren mehr als 1800 Neuflyzeuge in Aussicht gestellt. Der höchste Bedarf im gesamten europäischen Luftmarkt entfällt damit auf Deutschland und das Land ist in dieser Hinsicht der absolute Branchenführer.

Speziell für Russland und den ehemaligen GUS-Staaten (Gemeinschaft Unabhängiger Staaten) kann die Kernaussage getroffen werden, dass rund 1284 neue Flugzeuge benötigt werden. Das Gesamtvolumen beläuft sich hierbei um rund 70 bis 80 Milliarden US Dollar. Denn die meisten russischen Flugzeuge sind in die Jahre gekommen und müssen dringend durch neue Flugzeuge ersetzt werden.

Doch die stärkste Nachfrage nach technisch und ökologisch vorteilhafteren Flugzeugen wird laut GMF aus Asien stammen. Wie schon in den Abschnitten zuvor erwähnt worden war, stehen wieder die beiden aufstrebenden Wirtschaftsmächte China und

Indien im Vordergrund. Die beiden Länder brauchen tausende neue Flugzeuge, was nachfolgend detailliert beschrieben wird.

In China platzt der Luftverkehr wortwörtlich aus allen Nähten. In den nächsten 20 Jahren braucht die chinesische Luftbranche eine Vielzahl an neuen Flugzeugen, mehr als 5000 neue Flieger sind im Gespräch. Um ins Detail zu gehen, werden folgende Flugzeugmodelle benötigt: Rund 3500 Flugzeuge mit mehr als 100 Sitzen, 1500 Großraumflugzeuge und 319 sehr große Flieger im Gesamtwert von rund 820 Milliarden US Dollar bzw. rund 664 Milliarden Euro. Das dynamische Wirtschaftswachstum des Landes, die wachsenden Handelsrouten und die ungebremste Reiselust der Chinesen sind einige Gründe für diese hohe Nachfrage.

Ein weiterer lukrativer Markt für die Flugzeugbauer in Asien ist das Land Indien. Denn, wie die Volksrepublik China erlebt auch der Staat einen regelrechten wirtschaftlichen Aufschwung. Es heißt in Prognosen, dass der indische Inlandsverkehr jährlich Wachstumsraten von rund 8% bis 9% aufweisen wird und somit zu einem der am schnellsten wachsenden Luftmärkte aufsteigt. Daher benötigt Indien nach der Airbus GMF-Prognose in den nächsten 15 bis 20 Jahren und darüber hinaus neue Bestellungen von etwa 1290 Flugzeugen im Wert von 190 bis 200 Milliarden US Dollar.

Ein weiterer wichtiger Markt ist das südamerikanische Land Brasilien. Auch in Brasilien ist die Wirtschaft in den letzten Jahren stetig gewachsen und wird auch nach Expertenschätzungen weiterhin positive Wachstumszahlen aufweisen. Auch der Luftverkehr profitiert vom wirtschaftlichen Aufschwung. Um nun die steigende Nachfrage am Luftverkehr decken zu können, werden für den brasilianischen Markt bis zum Jahr 2032 rund 1324 neue Flugzeuge mit einem Listenpreis von etwa 160 bis 210 Milliarden US Dollar vorausgesagt.

Um diese Daten von Airbus vergleichen zu können, wird nun der amerikanische Flugzeughersteller Boeing herangezogen. Die Firma Boeing hebt die Prognose noch weiter an und sagt in seinem Marktausblick „Current Market Office“ (CMO) voraus, dass bis zum Jahre 2035 sogar **38050** neue Flugzeuge im Wert von 5,6 Billionen US Dollar ausgeliefert werden, rund 5450 Flugzeuge mehr als Airbus.

Die Prognose von Boeing wird in der nachfolgenden Tabelle 3.1 dargestellt. Der Bedarf an neuen Flugzeugen wird je nach Region unterschiedlich ausfallen, wie es aus der Tabelle auch ersichtlich wird.

Region	Auslieferungen
Asien	14330
Nordamerika	7890
Europa	7310
Mittlerer Osten	3180
Lateinamerika	3020
Afrika	1170
Andere	1150

Tabelle 3.1 Bedarf an neuen Flugzeugen (Prognose Boeing)

Auch aus dieser Prognose kann entnommen werden, dass der höchste Bedarf an neuen Flugzeugen auf Asien entfällt. Den zweiten und dritten Platz belegen Nordamerika und Europa.

Mit diesen aufgezählten Aspekten folgt letztendlich, dass der weltweite Luftverkehr in naher Zukunft noch stärker wachsen wird und damit auch die Passagierzahlen eine neue Dimension erreichen werden. Nähere Informationen zu den zukünftigen Flugpassagierzahlen können aus dem nächsten Kapitel entnommen werden.

3.4 Weltweiter Passagierverkehr

Im vorherigen Kapitel wurde hervorgehoben, dass in den kommenden 20 Jahren tausende von neuen Flugzeugen gebraucht werden, um wegen der stetig wachsenden Passagierzahlen gut vorbereitet zu sein. Nun wird speziell in diesem Abschnitt die Entwicklung des weltweiten Passagieraufkommens näher beschrieben und erläutert.

Die Welt von heute wird immer mobiler und flexibler. Um einen ersten Eindruck zu bekommen, wie sich der weltweite Passagierverkehr entwickelt hat und sich entwickeln wird, bietet die nachfolgende Abbildung 3.2 eine detaillierte Übersicht. Die Grafik zeigt die Entwicklung der weltweiten Passagierzahlen von 2011 bis 2034.

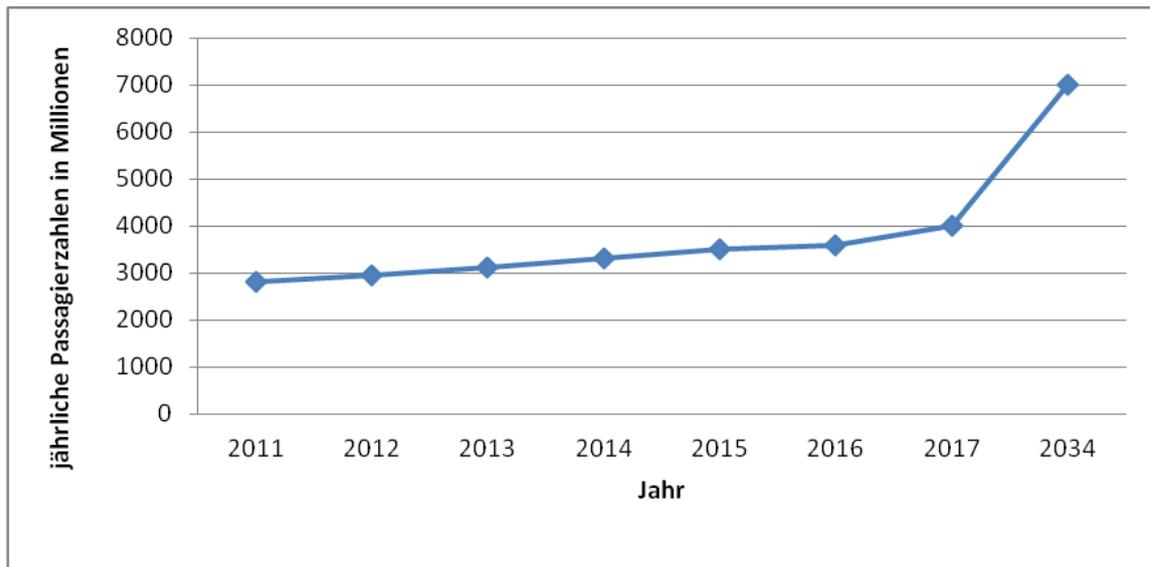


Abbildung 3.2 : Entwicklung des weltweiten Passagierverkehrs

Aus der Abbildung können nun folgende Daten entnommen werden:

- Von 2011 bis zum Jahr 2017 ist ein kontinuierlicher Anstieg der Passagierzahlen festzustellen
- 2015 erreichte die weltweite Passagierzahl rund 3,5 Milliarden Menschen
- Bis zum Jahre 2017 wird der weltweite Passagierverkehr die Grenze von etwa 4 Milliarden Menschen erreichen
- Im Jahr 2034 soll ein Passagieraufkommen von rund 7 Milliarden Menschen erreicht werden. Verglichen mit dem Jahr 2015 wäre dies eine Verdoppelung des Passagierverkehrs

Die Gründe für diese Wachstumszahlen sind vielfältig. Zum einen kann gesagt werden, dass das wirtschaftliche Wachstum besonders in den Schwellenländern weiterwachsen und auch die rasche Bevölkerungsentwicklung weiterhin zunehmen wird. Aber auch die ungebremste Reise- und Mobilitätswunsch der Menschheit werden auf den weltweiten Passagierzahlen positive Auswirkungen haben.

Dieses gewaltige Potential am Luftmarkt wird regional ganz unterschiedlich ausfallen. Dafür liefert die folgende Abbildung 3.3 nähere Informationen.

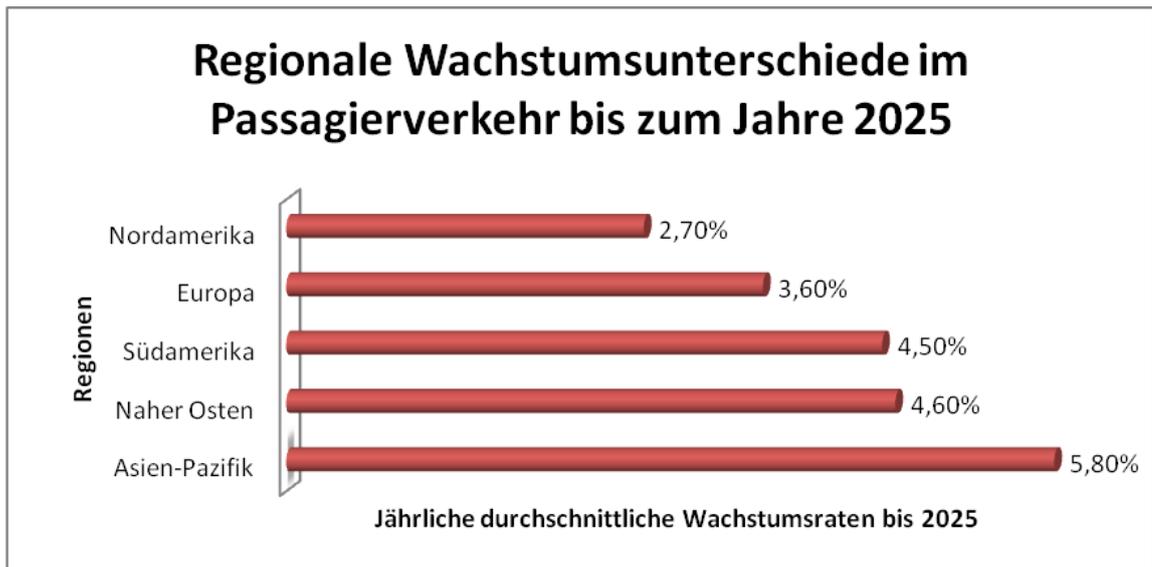


Abbildung 3.3 : Wachstumsprognosen im Passagierverkehr bis zum Jahr 2025

Folgende Aussagen können anhand der Abbildung 3.3 getroffen werden :

- Die höchste Wachstumsrate mit 5,8% bei den Passagierzahlen wird im asiatisch-pazifischen Raum erwartet, dicht dahinter belegt der Nahe Osten mit einer jährlichen Wachstumsrate von rund 4,6% noch vor Südamerika (4,5%) den zweiten Platz
- Auch für Europa werden erfreuliche Wachstumswahlen bis 2025 in Aussicht gestellt. Mit einer jährlichen Rate von 3,6% wird in Europa die Passagierzahl auch ein neues Rekordniveau erreichen. Die Wachstumswahlen für Nordamerika bis 2025 betragen lediglich 2,7% pro Jahr und somit bedeutet es die letzte Platzierung in diesem Segment

4. Neue Entwicklungen und Ökoeffizienz

Hauptsächlich in den letzten Jahrzehnten, bedingt durch Wirtschaftswachstum und internationaler Handelsbeziehungen, hat der Luftverkehr immer mehr an Bedeutung gewonnen. Auch zukünftig wird sich dieser positive Trend fortsetzen. Es gibt aber auch eine andere Betrachtungsweise, die Schattenseite des Luftverkehrs genannt. Darüber muss stärker und intensiver diskutiert werden.

Im Zusammenhang damit, dass täglich Millionen Liter Kerosin verbraucht werden und dadurch auch die Treibhausgase enorm ansteigen, wird einem schnell klar, wie sehr die Umwelt darunter leidet und auch in Zukunft leiden wird. Wie drastisch die Luftfahrt die Umwelt beschädigt, zeigt eine britisch-schwedische Studie. Diese Studie besagt, dass von den Flugzeugen in den oberen Schichten entlassenen Treibhausgase rund dreimal so klimaschädlich sind, wie solche in den unteren Luftschichten.

Bei tausenden Flugzeugen täglich, die in 10000m oder noch höher fliegen, werden die negativen Auswirkungen auf die Umwelt schnell deutlich. Viele Experten sind der Meinung, dass der Luftverkehr zum Klima-Feind Nummer 1 werden wird und deswegen dringend neue Perspektiven gesucht werden müssen.

Genau unter diesem Aspekt müssen Neuentwicklungen und Ökoeffizienz das zukünftig wichtigste Ziel in der Flugzeugbauindustrie sein und auch deswegen arbeiten die Flugzeughersteller intensiv an neuen Zukunftsprojekten.

Denn auch die Flugzeugbauer haben erkannt, dass das Umweltbewusstsein eine immer größere Rolle in der Gesellschaft spielt und haben sich deswegen entschlossen, umweltfreundlichere und emissionsärmere Flugzeuge zu produzieren.

Es werden neue Wege und Ideen gesucht, kostengünstige und treibstoffsparende Flugzeuge bei gleichzeitiger Weiterentwicklung herzustellen. Diese neuen Konzepte sollen weniger Treibstoff verbrauchen, die Umwelt stärker entlasten und die Basis einer langfristigen Wertschöpfung bilden.

In den nachfolgenden Seiten werden über einige Neuentwicklungen im Bereich Tragflächen berichtet und über neue ökologische Flugzeugkonzepte näher eingegangen. In Zeiten von immer teurer werdenden Ölpreisen werden in diesem Kapitel damit die wichtigen Themen wie alternative Energiequellen, umweltbewusstes und emissionsärmeres Fliegen ausführlich beschrieben und erklärt.

4.1 Neue ökologische Flugzeugkonzepte

In den vorherigen Abschnitten wurde hervorgehoben, dass der weltweite Luftverkehr in den kommenden Jahren immer höhere Wachstumsraten verzeichnen wird. Aber auch die Folgen für die Umwelt werden mit dieser raschen Entwicklung dramatisch ansteigen und weiterhin ein Risiko für die globale Erderwärmung darstellen. Diese wichtigen Aspekte führen die Flugzeughersteller zu neuen Ideen und Inspirationen, um diese Gefahr möglichst zu minimieren.

In der letzten Zeit werden hohe Summen in Forschung und Entwicklung von neuen, umweltschonenden Flugzeugsystemen investiert, um treibstoffsparende und klimafreundliche Modelle zu konzipieren. Somit handelt dieses Kapitel lediglich von Nachbesserungen und Effizienz an vorherigen Modellen und **nicht** von neuartigen Flugzeugkonzepten in naher Zukunft. Dieses Thema wird speziell im **Abschnitt 6** näher erläutert.

Nachfolgend wird in diesem Kapitel anhand des Fallbeispiels A320 **Neo** (**New Engine Option**) tiefer in das ökologische Geschehen von zukünftigen Flugzeugmodellen eingegangen. Einige kurze Bemerkungen, warum speziell dieses Flugzeug ausgewählt wurde, werden nun kurz dargestellt. Vorheriges Modell von A320 Neo (siehe die Abbildung 4.1), die A320, ist das am meisten verkaufte Flugzeug der Welt. Auch die A320 Neo wird diese Dominanz am Luftverkehr weiterhin beibehalten. Mit tausenden von Bestellungen aus aller Welt ist es schon jetzt ein Riesenerfolg für Airbus.



Abbildung 4.1 : Airbus A320 Neo mit Sharklets

Fallbeispiel A320 Neo

Die A320 Neo ist das neue Mittelstreckenflugzeug mit neuartigen Triebwerken und mit neuen aerodynamisch optimierten Flügelenden, die bei Airbus Sharklets genannt werden. Diese Sharklets bzw. Winglets befinden sich an den Flügelenden und sollen die am Tragflügel entstehende Widerstand verringern, was eine Treibstoffsenkung mit sich bringt.

Die nachfolgenden Diagramme geben einen gesamten Überblick über die wichtigsten Vorteile der neuen A320 Neo.

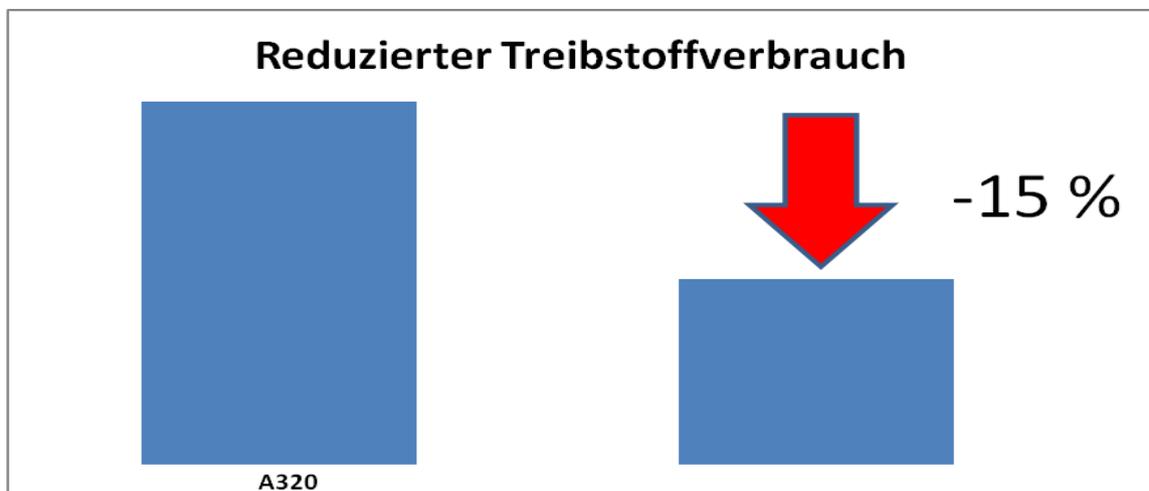


Abbildung 4.2 : Vergleich des Treibstoffverbrauchs zwischen A320 und A320 Neo

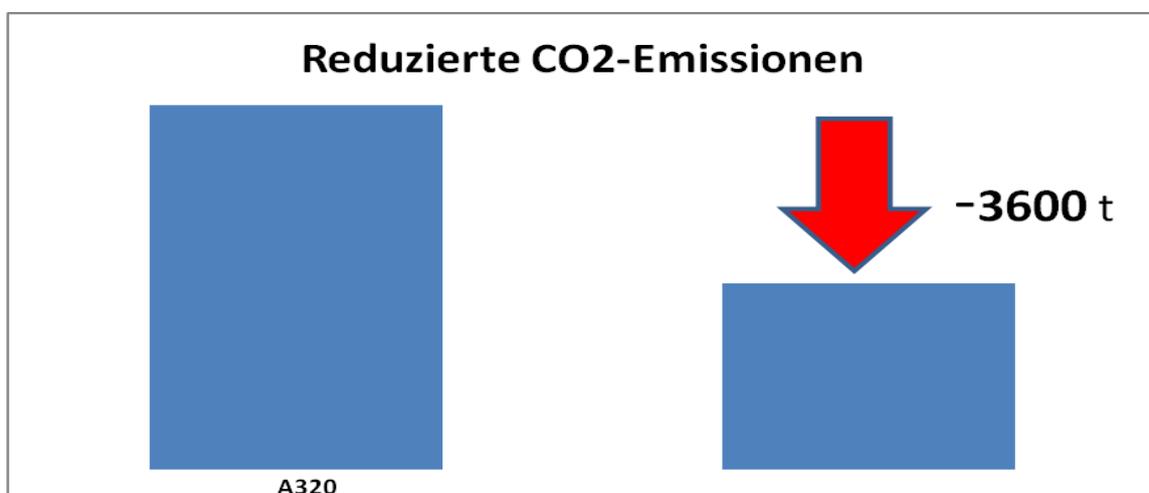


Abbildung 4.3 : Vergleich der CO₂ Emissionen zwischen A320 und A320 Neo

Die A320 Neo verbraucht dank neuwertige Triebwerke und Sharklets rund 15% weniger Treibstoff als das Vorgängermodell, wie auch die Abbildung 4.2 zeigt. Die Einsparung von 15% Treibstoff pro Jahr bedeutet für die Fluggesellschaften ein Ersparnis von etwa 1.4 Millionen Liter Kerosin. In Zeiten explodierender Treibstoffpreise ist es eine enorme Ersparnis für die Betreiber dieses Flugzeugmodells.

Auch die Abbildung 4.3 ist von zentraler Bedeutung. Mit diesem neuen Flugzeug werden etwa 3600t Kohlenstoffdioxid-Emissionen (CO₂) jährlich eingespart. Das nachfolgende Beispiel zeigt deutlich, was diese hohe Einsparung für die Umwelt bedeutet: Es müssten jährlich 240000 Bäume eingepflanzt werden, um diese 3600t Kohlenstoffdioxid zu absorbieren.

Neben der Umweltentlastung und wirtschaftliche Vorteile erzeugt dieses Flugzeug auch geringere Lärmemissionen und hat um bis zu 500Nautische Meile(rund 950 Kilometer) verbesserte Reichweite als das jetzige Modell A320.

Mit wenigen Veränderungen an der Flügelgeometrie und neuen Antriebskonzepten wird das Fliegen ökologisch effizienter und zukünftig werden auch weitere Neuentwicklungen diesen Trend fortsetzen. Diese und weitere Inspirationen werden in den nächsten Abschnitten von wichtiger Bedeutung sein.

4.2 Neue Flügelentwicklungen

Der Luftverkehr wächst seit Jahren kontinuierlich weiter und damit wird auch die Ökologie stark beeinträchtigt. Die Flugzeugindustrie ist seit Jahren bemüht, neue Wege und Innovationen zu entwickeln, um den Treibstoffverbrauch zu senken und damit auch die Umwelt zu schonen. Ein wichtiger Faktor spielen hierbei die Tragflächen der Flugzeuge, genauer ausgedrückt der induzierte Widerstand an den Flügelenden. Denn je größer der induzierte Widerstand an den Enden ist, umso mehr Kraftstoff wird dadurch verbraucht.

Die heutigen Flugzeuge sind generell mit den Winglets oder Sharklets ausgestattet, die nun kurz beschrieben werden. Darunter werden Verlängerungen an den Tragflächenenden gemeint, die fest an den Flügelenden montiert sind. Am umströmten Flügel treten induzierte Widerstände auf, die negative Auswirkungen auf die Auftriebserzeugung haben. Durch die Winglets bzw. Sharklets werden diese Widerstände deutlich gesenkt. Somit wird durch die Verlängerung der Tragflächen die Aerodynamik des Flugzeugs verbessert und gleichzeitig der Treibstoffverbrauch verringert.

Mit dem Erfolg dieser Bauweise können durch Neuentwicklungen in diesem Bereich weitere Fortschritte erzielt werden. Mit diesen technischen Neuerungen wird auch der Luftverkehr ökologisch entlastet und es wird wahrscheinlich nicht mehr lange dauern, bis der induzierte Widerstand auf ein Minimum reduziert wird.

Im weiteren Verlauf werden zwei noch in Testphase befindliche Flügelkonstruktionen und deren mögliche Vorteile kurz beschrieben.

4.2.1 Spiroid

Es ist eine Weiterentwicklung an den Flügelenden, dessen Aufgabe die Reduzierung des induzierten Widerstandes und des Treibstoffverbrauches ist. Der Spiroid ist als ein geschlossener Ring am Ende des Tragflügels montiert und diese schlaufenförmige Form soll den induzierten Widerstand um bis zu 15% reduzieren und auch der Kerosinverbrauch würde mit dieser Konstruktion um bis zu 10% gesenkt werden. Desweiteren sollen durch die Verwendung von Spiroids die Wirbelschleppen größtenteils reduziert werden, was wiederum zu einer optimierten Nutzung der Start- und Landebahnkapazitäten zur Folge haben könnte.

Zum jetzigen Zeitpunkt befindet sich diese Konstruktion noch in der Prüfungsphase und wird wahrscheinlich noch einige Jahre brauchen, um ein fester Bestandteil der Luftverkehr zu werden.



Abbildung 4.4 : Flugzeug mit Spiroids

4.2.2 Winggrid

Eine weitere interessante Idee, den induzierten Widerstand und den Treibstoffverbrauch zu reduzieren, stellen die Winggrids dar (siehe Abbildung 4.5). Im Prinzip ist diese Konstruktion die Anordnung des Flügelendes in vier bis fünf Einzelflügeln, die parallel zueinander eingebaut sind. Die umfangreichen Testversuche haben gezeigt, dass mit dieser Konstruktionsart der induzierte Widerstand, bei gleichzeitiger Steigerung der Auftriebsleistung, um bis zu 50% reduziert werden kann.

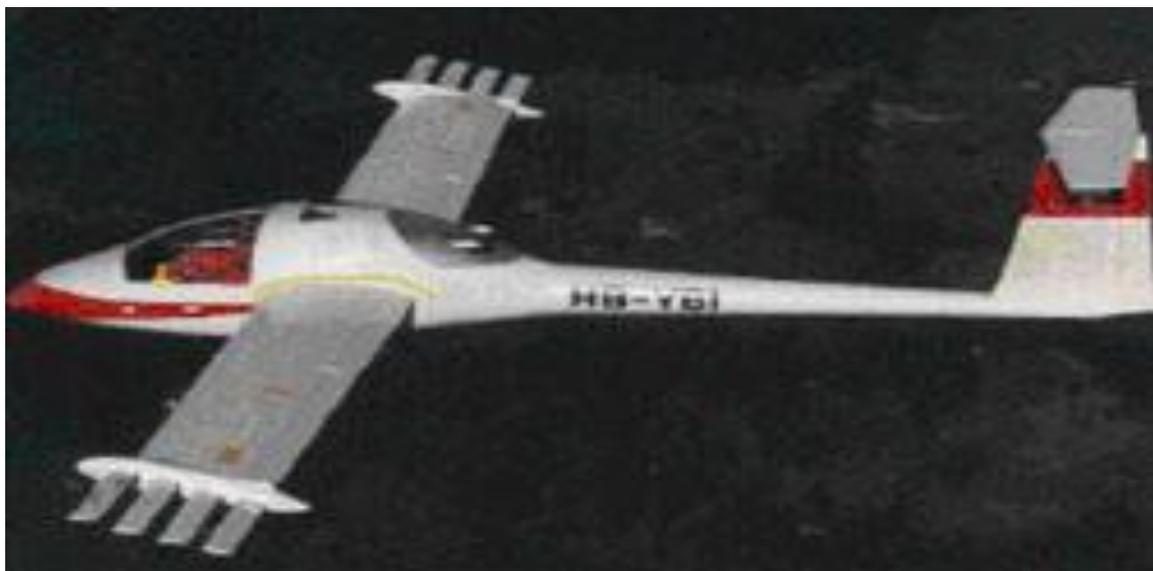


Abbildung 4.5 : Flugzeug mit Winggrids

Trotz beachtlicher Ersparnisse mit dieser Konstruktion wurden die weiteren Arbeiten ruhen gelassen, da die Gefahr bestand, dass eine derartige Auslegung im normalen Flugverkehr die enormen Belastungen nicht ertragen könnte. Aber das Konzept hat gute Chancen, in den kommenden Jahrzehnten ein wichtiger Bestandteil der Flugzeugindustrie zu werden.

4.3 Schlüsselthemen der Zukunft

Die hohen Wachstumsraten im Weltluftverkehr und die damit verbundenen Probleme wie Umweltverschmutzung und Erderwärmung werden in Zukunft die wichtigsten Themengebiete im Flugzeugbau bleiben. Das Hauptproblem sind die immer knapper werdenden fossilen Energieträger wie Erdöl. Ein herkömmlicher Jumbojet verbraucht

etwa 16000 Liter Kerosin pro Stunde, was in Zeiten hoher Ölpreise viel zu hoch ist. Deswegen arbeiten die Fluggesellschaften und die Flugzeugbauindustrie daran, neue alternative Energiequellen zu erschließen, um weniger Treibstoff zu verbrauchen und die Umwelt stärker zu entlasten. Über solche neuartige Biokraftstoffe werden nachfolgend berichtet.

In der letzten Zeit ist oft von der Erderwärmung die Rede. Es wird erwartet, dass sich die Temperaturen um bis zu 5°C erhöhen werden, was die heutige und auch die nächste Generation nicht erleben werden. Seit 2010 ist das Ziel bis zum Jahre 2100 den Anstieg der globalen Temperatur auf 2 Grad Celsius zu beschränken. Doch nach jetzigem Stand könnten aber die 5 Grad Celsius-Marke erreicht werden. Die Folgen einer Erderwärmung wären für die gesamte Menschheit und für den Kontinent fatal. Schon bei Temperaturanstieg um 2 Grad Celsius erwarten die Klimaforscher, dass die Gletscher abschmelzen und einen dramatisch ansteigenden Meeresspiegel.

Auch die CO₂-Emissionen werden in Zukunft drastisch ansteigen. Das Ziel ist aber, bis zum Jahre 2050 die Emissionen zu halbieren. Gerade in diesem Zusammenhang spielen die alternativen Energieträger eine wichtige Rolle und werden nachfolgend detailliert beschrieben.

Der Umweltschutz dient daher zum Schutz der Ökologie, aber auch die Fluggesellschaften profitieren davon. Je weniger Kraftstoff ein Flugzeug verbraucht, umso mehr Kerosin wird eingespart und somit auch weniger Geld ausgegeben. Die wichtigsten Ziele im Bereich Klimaschutz werden im weiteren Verlauf ausführlich dargestellt.

Ein weiteres wichtiges Zukunftsthema in der Luftfahrt spielen die neuartigen Flugzeugtriebwerke. Die Triebwerke von heute sind leiser und emissionsärmer, aber für die Zukunft müssen weitere Neuentwicklungen konzipiert werden, um die klimapolitischen Ziele erreichen zu können.

Von diesen beschriebenen Faktoren, die die Umweltbilanz nachhaltig verbessern und für eine geringere Umweltverschmutzung sorgen sollen, handeln die nachfolgenden Seiten dieser Arbeit.

4.3.1 Biokraftstoffe

Die Knappheit an fossilen Rohstoffen wie Erdöl und steigende Verkehrszahlen in der Luftfahrt zwingen die Flugzeughersteller zu neuen Wegen in Sachen alternative Energieträger. Es müssen neue Energiequellen erschlossen werden, um von Erdöl unabhängiger zu werden und auch das Fliegen noch umweltfreundlicher zu machen. In dieser Hinsicht müssen die Biokraftstoffe genannt werden. Es sind gasförmige oder flüssige Kraftstoffe, die aus Biomasse produziert werden. Die Biokraftstoffe werden hauptsächlich in 2 Bereiche unterteilt, die nachfolgend beschrieben werden:

- **Biokraftstoff 1.Generation**
- **Biokraftstoff 2.Generation**

Die 1.Generation von Biokraftstoffen werden von Öl- oder zuckerhaltigen Pflanzen hergestellt, wie Biodiesel oder Ethanol. Der Aufwand bei dieser Herstellung ist gering, und es gilt als die schnellste umzusetzende Lösung. Dennoch muss erwähnt werden, dass eine weltweite Einsetzung dieser Kraftstoff nicht profitabel ist.

Das Problem bei dieser Art ist, dass die dafür verwendeten Anbauflächen in Konkurrenz zur landwirtschaftlichen Nutzung für Ernährungszwecke stehen und zudem auch wertvolle Naturräume für die Anbauflächen zerstört werden. Eine weitere Problematik bei dieser 1.Generation ist die Tatsache, dass die CO₂-Bilanz nicht verbessert wird und damit keine Effizienzsteigerung stattfindet, da der für die Brennstoffgewinnung benötigte Energieaufwand sehr hoch ist.

Für die Experten in der Luftfahrt ist die **2.Generation** von wichtiger Bedeutung. Die nun nachfolgend genannten Grundstoffe werden hierfür benutzt:

- **Organische Abfälle (Altholz,Stroh)**
- **Abfallprodukte aus der Agrarwirtschaft**
- **Waldrückstände**
- **Pflanzen (Mais,Raps,Soja)**

Die Fluggesellschaft Lufthansa startete im April 2011 eine 6-monatige Testphase mit Biokraftstoffen. Ein Triebwerk eines A321 wurde zu Hälfte mit Biokraftstoff betankt und das Flugzeug flog viermal täglich von Hamburg nach Frankfurt und wieder zurück. Nach Berechnungen des Unternehmens wurden während dieser Zeit etwa 1500 Tonnen CO₂ eingespart.

Der wichtigste Vorteil ist, dass die Emissionen um bis zu 60% geringer als beim herkömmlichen Kerosin ausfallen. Nach weiteren intensiven Forschungen könnte diese Zahl sogar weiter steigen und für die Zukunft ein unverzichtbares Element darstellen.

Doch die Hoffnung für eine emissionsärmere Luftfahrt sollte nicht allein auf die Biokraftstoffe ruhen. Stattdessen müssen weiterhin stärker in Neuentwicklungen von Flugzeugsystemen investiert werden, um den Treibstoffverbrauch und die CO₂-Emissionen weiter zu reduzieren.

4.3.2 Wasserstoff

Neue Treibstoffarten müssen in der Zukunft stärker erforscht werden, die sich als preiswert ergeben und wenig bzw. keine Treibhausgase produzieren. Ein Treibstoff zu erforschen und zu entwickeln, der keine CO₂-Emissionen erzeugt, könnte bald Realität werden. Die Rede ist von Wasserstoff, im Universum am häufigsten vorkommendes und leichtestes Element.

Dieser Aspekt weckt auch das Interesse von Airbus, dieses Konzept erfolgreich in die Tat umzusetzen. Das Unternehmen plant ein mit Wasserstoff betriebenes Flugzeug zu testen, der mit rund 4-facher Schallgeschwindigkeit neue Rekorde brechen soll. Dies scheint aus heutiger Sicht zwar unmöglich gelten, aber in den nächsten Jahrzehnten könnte es Realität werden.

Speziell im Flug wird Wasser als Reaktionsprodukt freigesetzt und kein CO₂ wie bei heutigen herkömmlichen Flugzeugen. In Zeiten der Klimadiskussion ist diese Vorstellung für die Industrie ein atemberaubendes Spektakel. Ein CO₂ freier Flug ist somit auch der Hauptvorteil von Wasserstoff.

Ein weiterer wichtiger Vorteil von wasserstoffbetrieben Flugzeugen ist die Realität, dass damit größere Reichweiten erzielt werden können, weil Wasserstoff bei gleicher Menge das 2,8-fache an Energie enthält wie Kerosin.

Zudem ist klar, dass Wasserstoff unendlich verfügbar ist und deswegen die Abhängigkeit von Erdöl sehr stark zurückgehen wird. Neben diesen vorteilhaften Aspekten, gibt es aber auch negative Anhaltspunkte in Betracht auf Wasserstoff als Treibstoff für die zukünftige Luftfahrt.

Das wichtigste Problem im Betrieb eines Flugzeugs mit Wasserstoffantrieb ist, dass für flüssiger oder gasförmiger Wasserstoff riesige Speichertanks zur Verfügung gestellt werden müssen. Das bedeutet, dass neue Rumpfquerschnitte entworfen werden sollten. Denn für die Speicherung von Wasserstoff werden etwa viermal so große Tanks gebraucht als die heutigen Flugzeuge.

Durch neue Konstruktionen werden damit auch weniger Passagiere befördert werden können, was die Fluggesellschaften nicht akzeptieren werden.

Auch für die Klimafrage ist der Einsatz von Wasserstoff nicht unumstritten. Unter Luftfahrtexperten gibt es die Meinung, dass das Ausstoßen von Wasserdampf im Reiseflug zu einer erhöhten Kondensstreifen am Himmel führen. Diese Kondensstreifen stehen unter Verdacht, eine große Rolle bei der globalen Erderwärmung zu spielen.

Eine weitere Problematik herrscht im Hinblick auf die Wasserstoffherstellung. Denn diese geschieht hauptsächlich durch Erdgas, was wiederum klimaschädliche Gase produziert. Für die Herstellung durch alternative Energiequellen, die weniger Abgase produzieren als fossile Rohstoffe, müssen nach Meinungen von Branchenkennern in Zukunft stärker investiert werden.

Diese Problemstellungen werden in den kommenden Jahren weiterhin die Flugzeugbranche beschäftigen und sie dazu zwingen, schnellstmöglich eine Einführung von Wasserstoff als Kraftstoff in die zukünftigen Flugzeuge zu integrieren. Wenn Wasserstoff das Kerosin verdrängen könnte, dann wäre dies auch ein Gewinn für das gesamte Universum, da das Klima in großen Teilen verschont bleiben würde.

Passend zu dieser Thematik werden auf den nächsten Seiten dieser Arbeit die Klimadiskussionen eine wichtige Rolle spielen.

4.3.3 Umwelteinflüsse

Das schnelle Wachstum in der Luftfahrtbranche bedeutet gleichzeitig eine erhebliche Schädigung der Ökologie. Durch tausende Flüge weltweit werden Emissionen in die Atmosphäre ausgestoßen, die zu einer erheblichen Schädigung der Ozonschicht und so zum Klimawandel beitragen. Nach bisherigen Meinungen zum Klimawandel wird davon ausgegangen, dass sich die Temperaturen langsam aber sicher weltweit in den kommenden Jahrzehnten um 3° bis 5° Celsius erhöhen werden.

Deswegen muss durch das Fliegen die Umweltbelastungen reduziert werden, um diesen Prozess zu verlangsamen. Aber durch den enormen Zuwachs an Flugbewegungen wird dies eine große Herausforderung für alle Beteiligten. Durch das Fliegen in etwa 10000 Meter Höhe entstehen mehrere gefährliche Stoffe, von denen die schädlichsten nun aufgelistet werden.

- **Kohlendioxid (CO₂)**
- **Stickoxide (NO_x)**
- **Wasserdampf (H₂O)**

Diese drei Stoffe sind in großen Höhen, wo die Flugzeuge ihren Reiseflug absolvieren, etwa dreimal gefährlicher wie am Boden und können schätzungsweise bis zu 100-mal länger in der Atmosphäre bleiben wie auf der Erde. Um es zu verdeutlichen, wie stark diese Stoffe die Atmosphäre schädigen, folgt nun ein kleines Beispiel: Bei der Verbrennung von 1kg Kerosin im Reiseflug entstehen ungefähr 3,15 kg Kohlendioxid, 1,24 kg Wasserdampf und 0,016 kg Stickoxide. Im Verhältnis zu 1 kg Kerosin sind es beachtliche Werte.

Damit geht hervor, dass hauptsächlich Kohlendioxid eine zentrale Rolle bei der Emissionsfrage spielt. Eine beunruhigende Prognose besagt, dass der Kohlenstoffdioxidausstoß in der Luftfahrt in den kommenden Jahren noch weiter zunehmen und weiterhin eine Gefahr für die Ökologie darstellen wird. Wird zusätzlich der weltweite CO₂-Ausstoß betrachtet, so wird deutlich, dass im Jahre 2013 rund 35 Milliarden

Tonnen Kohlendioxid ausgestoßen wurde. 2014 betrug die Gesamtmenge rund **36 Milliarden Tonnen**. Die nächsten Jahre werden diesen Wert weiter übersteigen.

In der nachfolgenden Tabelle 4.1 werden nun die 5 Staaten mit dem größten CO₂-Ausstoß im Jahre 2014 angegeben.

Nummer	Staat	CO ₂ (in Milliarden Tonnen)
1	China	9,7
2	USA	5,5
3	Indien	2,6
4	Russland	1,6
5	Japan	1,2

Tabelle 4.1: Die 5 Staaten mit dem größten CO₂-Ausstoß 2014

Auffällig ist, dass alleine die ersten drei Staaten China, USA und Indien schon für rund 50% des weltweiten CO₂-Ausstosses verantwortlich sind. Doch vergleicht man die weltweite Gesamterzeugung mit der CO₂-Produktion der weltweiten Luftfahrt, dann ist auffallend, wie stark die Zahlen auseinandergehen. Dennoch ist die Zahl für die weltweite Luftfahrt relativ hoch.

Die weltweite Luftfahrt hat im Jahr 2014 rund 55 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid produziert, was eine Zunahme von etwa 2,8% gegenüber dem Vorjahr 2013 (53,4 Millionen Tonnen) bedeutet.

Mit einem geringen Anteil am weltweiten Kohlenstoffdioxid-Ausstoß spielt der weltweite Luftverkehr keine entscheidende Rolle bei der Erderwärmung im Gegensatz zu den anderen Zweigen, was die nachfolgende Abbildung 4.6 verdeutlicht. Dennoch muss gesagt werden, dass die CO₂-Emissionen in der Luftfahrt gesenkt werden müssen, um eine Vorreiterposition im Hinblick auf die ökologische Verantwortung zu übernehmen und für eine umweltbewusste Luftfahrt zu sorgen.

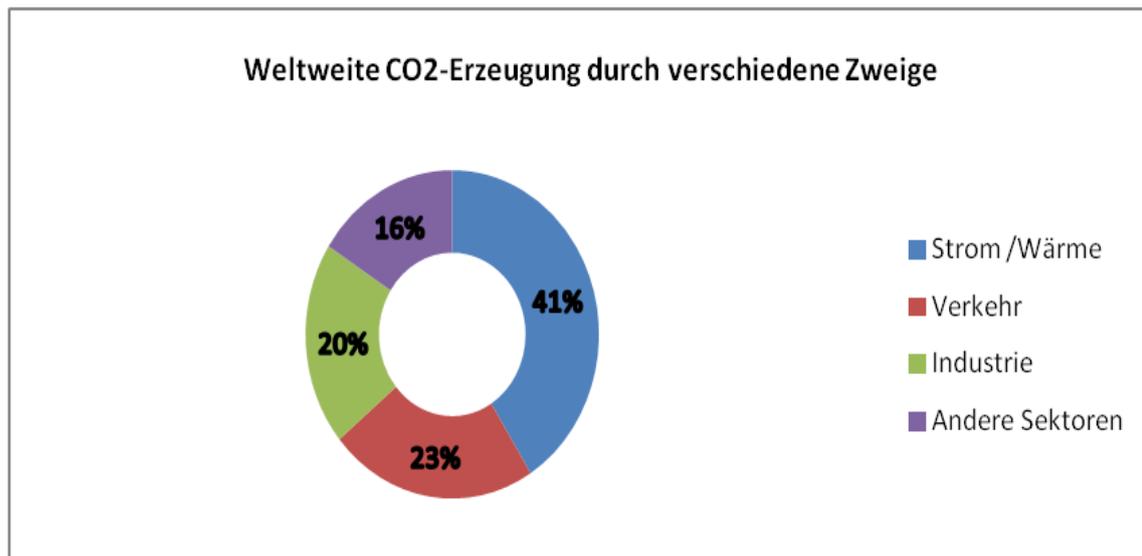


Abbildung 4.6 : Weltweite CO₂- Erzeugung durch verschiedene Sektoren 2013

Aus der Grafik geht hervor, dass der größte Ausstoß von Kohlendioxid im Bereich Strom und Wärme erzeugt werden. Es folgt die Industrie mit 20% und auf die anderen Sektoren entfallen rund 16%. Speziell zum Bereich Verkehr mit 23%, wo auch der weltweite Luftverkehr eingeordnet wird, gelten folgende Bedingungen: Nur 2,5 bis 3% entfallen auf die Luftverkehr und die restlichen rund 20% sind herkömmliche Transportwege wie Schifffahrt, Bahn- und Straßenverkehr.

Auch wenn der Anteil an Kohlendioxidemissionen im Gegensatz zu anderen Verkehrsmittel gering ist, sollte in der Zukunft das Ziel sein, diese klimaschädlichen Emissionen zu reduzieren und damit eine ökologisch entlastete Luftverkehr für die kommenden Generationen zu überlassen.

Neben diesen Hauptumwelteinflüssen existiert eine weitere Problematik, mit der die Luftfahrt die Ökologie in Bedrängnis bringt. Die Rede ist von Fluglärm, wovon 10 Millionen Menschen in Europa betroffen sind. Die Wohnräume in Flughafennahen Orten bedeuten für viele Menschen eine Beeinträchtigung ihres Lebensstandards. Denn durch die vielen Starts und Landungen von Flugzeugen ist ein gesundes Schlafen für die betroffenen Menschen nicht mehr möglich.

Durch die Müdigkeit oder Schlaflosigkeit entstehen im weiteren Verlauf des Lebens neue Krankheiten wie Herzrhythmusstörungen oder Bluthochdruck. Dieses wiederum bedeutet eine Kostensteigerung im Gesundheitssystem und hat eine negative finanzielle Auswirkung für die Wirtschaft.

Auch das tägliche Leben in den eigenen vier Wänden wird zum Verhängnis. Ein angenehmes Arbeiten zu Hause ist bei starkem Fluglärm ein ernstes Problem für die Betroffenen.

Durch neue alternative Kraftstoffe und neue Flügelkonstruktionen, wie bereits im Kapitel 4 erwähnt wurden, kann die Umwelt starker entlastet werden. Die Triebwerke eines

Flugzeuges sind in erster Linie die Hauptverantwortlichen für den Fluglärm und müssen somit auch aus diesem Grund durch neue, leisere und sparsamere Modelle ersetzt werden. Passend zu diesem Thema erweist sich eine Faustregel: Für jede eingesparte Liter Treibstoff sind zwei Systeme verantwortlich. Zu 50% sind es die Triebwerke und zu 50% das restliche Flugzeug. Diese Ansicht macht deutlich, wie wichtig neue Triebwerkskonzepte sind und aus diesem Grund werden in den kommenden Seiten auf dieses Thema näher eingegangen.

4.3.4 ACARE-Ziele

Wie bereits in den vorherigen Kapiteln erwähnt wurde, wird der internationale Luftverkehr in den kommenden Jahren weiterhin starke Wachstumsraten vorlegen. Im vorherigen Abschnitt „Umwelteinflüsse“ wurden die negativen Auswirkungen des Luftverkehrs im Hinblick auf die Schadstoffemissionen deutlich gemacht. Nun werden nachfolgend die sogenannten ACARE 2020 Ziele näher betrachtet und die Ziele dieses Konzepts beschrieben.

ACARE (**A**dvisory **C**ouncil on **A**eronautics **R**esearch in **E**urope) ist ein Institut für Luft- und Raumforschung in Europa. Es hat 39 Mitglieder, darunter einige europäische Staaten, Fluggesellschaften und Flugzeughersteller. Durch die immer stärker bedrohte Ökologie wurde es 2002 ins Leben gerufen. Die Hauptziele dieses Projektes sollten sein, dass die zukünftigen Flugzeuge sauberer, leiser und sparsamer genutzt werden sollten und damit ein umweltschonendes Konzept zu entwickeln. Nachfolgend werden die wichtigsten Ziele dieses ACARE Visions 2020 aufgelistet:

- Reduzierung des Lärms um 50 %
- Reduzierung des Kohlendioxidausstoßes um 50 %
- Reduzierung des Stickoxidausstoßes um 80 %
- Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs um 50 %
- Entwicklung von neue Entsorgungs- und Recyclingverfahren

Die Reduktion des Kohlendioxidausstoßes um 50% ist das wichtigste Ziel der Flugzeugindustrie, da dieses schädliche Element den größten Beitrag in der Luftfahrt zur Erderwärmung leistet. Um diese ehrgeizigen Ziele erreichen zu können, sind neue Technologien und Weiterentwicklungen von Flugzeugzellen von wichtiger Bedeutung. Die nachfolgende Abbildung 4.7 macht deutlich, von welchen einzelnen Komponenten diese Zielsetzung abhängt.

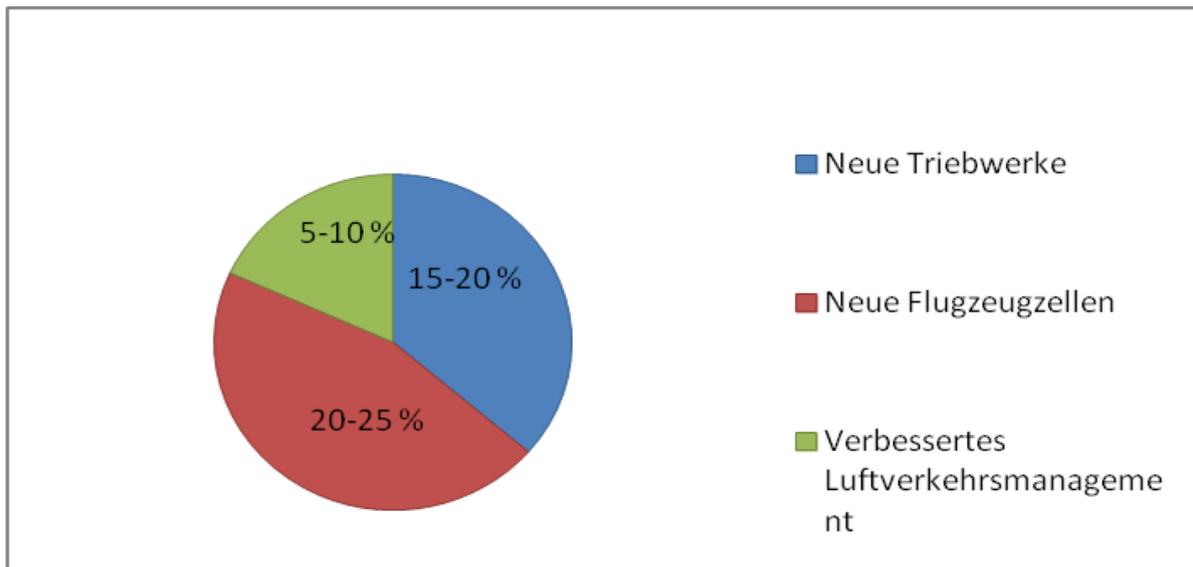


Abbildung 4.7 : CO₂-Reduktion in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern

Es wird deutlich, dass bei der Verringerung des Kohlendioxidausstoßes neuartige Triebwerkskonzepte und neue Flugzeugzellen eine entscheidende Rolle spielen werden. Besonders die Triebwerke sollen sparsamer sein. Daher arbeiten die Flugzeughersteller unter Hochdruck an moderneren Triebwerken.

Durch neue Triebwerke würde der Kohlenstoffdioxidausstoß um bis zu 20% reduziert werden. Ein verbessertes Luftverkehrsmanagement wird auch einen kleinen Beitrag dazu leisten (bis zu 10%), um dieses Ziel bis 2020 erreichen zu können. Neuartige Flugzeugzellen wie neue Flügelentwicklungen und alternative Energieträger, die bereits in den vorherigen Abschnitten erwähnt wurden, kämen sogar auf bis zu 25%.

Diese ehrgeizigen Ziele bis 2020 können mit jetzigen Triebwerken und mit Kerosin als Kraftstoff wahrscheinlich nicht realisiert werden. Doch mit intensiver Forschung im Hinblick auf alternative Energiequellen und Weiterentwicklungen der Flugzeugzellen ist die heutige Flugzeugbauindustrie auf einem guten Weg, in eine emissionsärmere und saubere ökologische Luftfahrt vorzudringen. Wenn auch in den kommenden Jahren neue treibstoffsparende Triebwerke auf den Markt kommen, könnte sich diese positive Entwicklung weiterhin fortsetzen.

Wie in den vorherigen Kapiteln schon erwähnt wurde, wächst die globale Luftfahrt von Tag zu Tag. Deswegen gibt es auch immer neue lokale Flugzeughersteller, die den lukrativen Markt für die beiden führenden Flugzeughersteller Airbus und Boeing nicht mehr kampflos überlassen wollen. Das nachfolgende Kapitel 5 befasst sich daher detailliert mit den neuen Flugzeugherstellern, die auf den umkämpften Verkehrsflugzeugmarkt eindringen wollen. Ob sich die neuen Flugzeugproduzenten erfolgreich im Markt etablieren können oder nicht, wird im nächsten Kapitel näher erläutert.

5. Globalisierter Wettbewerb

Viele Staaten versuchen seit einigen Jahren, eigene Flugzeuge herzustellen und damit die wirtschaftliche Position ihres Landes zu stärken. Denn die Luftfahrt und ihre wirtschaftliche Bedeutung wächst von Jahr zu Jahr. Viele tausende Arbeitsplätze können mit einer eigenen Flugzeugindustrie neu geschaffen werden und auch die Auswirkung auf das öffentliche Leben wäre positiv. Seit vielen Jahren sind Airbus und Boeing einzige Herrscher im Flugzeugbau und verkaufen jährlich Flugzeuge in Milliardenhöhen.

Davon wollen nun auch andere Anbieter profitieren und rüsten sich für diesen Wettbewerbskampf auf. Im Zeitalter der Klimadiskussion und treibstoffeffizientere Flugzeuge geht es heute darum, ökologisch vertretbare und kostengünstige Flugzeuge herzustellen und zu verkaufen.

In diesem Abschnitt werden zwei Hauptaspekte behandelt. Zum einen wird auf die Vorreiterposition von Airbus und Boeing eingegangen. Dort wird deutlich gemacht, ob neue Flugzeughersteller eine Gefahr für die beiden Konzerne darstellen könnten und die Erfolgsaussichten dieser neuen Anbieter im Markt werden diskutiert. Um die eigentlichen neuen Anbieter im Flugzeugsegment handelt das zweite Thema dieses Kapitels. Hier werden auf die neuen Flugzeugmodelle der einzelnen Konkurrenten eingegangen und ihre neuen Produkte vorgestellt.

5.1 Zerbricht die Hegemonie von Airbus und Boeing?

Jahrelang haben die beiden weltweit größten Flugzeughersteller Airbus und Boeing die Vorreiterrolle in der Flugzeugbauindustrie unter sich aufgeteilt und die Konkurrenz stets hinter sich gelassen. Jährlich erzielen die beiden Unternehmen auf Luftfahrtmessen neue Rekorde an Bestellungen. Die Tabelle 5.1 gibt einen kurzen Überblick über die Flugzeugbestellungen bei Airbus und Boeing von 2009 bis 2015. Auch für das aktuelle Jahr 2016 sind die Auftragsbücher voll ausgelastet.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Airbus	271	574	1419	833	1503	1456	1036
Boeing	142	530	805	1203	1355	1432	768

Tabelle 5.1 : Bestellungen bei Airbus und Boeing 2009 bis 2015

Im Bereich Langstreckenflugzeuge und VLA (Very Large Aircraft) wie die A380 oder B747 sind die beiden Konzerne einzigartig auf dieser Welt. Dieses Segment wird auch

zukünftig von diesen beiden Unternehmen dominiert werden, da eine Konkurrenz in diesem Bereich nicht zu erwarten ist.

Die am meisten verkauften Flugzeuge der Welt, die A320 Familie und die B737-Reihe, sind die wirklichen Gewinnbringer der beiden Unternehmen. Diese Flugzeugkategorie ist stärker denn je nachgefragt, da sie von vielen Billigfluggesellschaften in Anspruch genommen werden und kostengünstig in Einsatz kommen. Nach den Prognosen von Airbus und Boeing wird in den kommenden 20 Jahren diese Flugzeugfamilie am meisten benötigt.

Im Gegensatz zu den Langstreckenflugzeugen, wo Airbus und Boeing keine Konkurrenz befürchten müssen, dringen im Bereich Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge neue Wettbewerber in den Markt, die für diese beiden Vorreiter eine echte Gefahr darstellen könnten. Mit dem Boom der Luftfahrtindustrie drängen immer mehr neue Anbieter von Flugzeugen in den Markt, die auch von der wachsenden Luftfahrt profitieren wollen.

Nach den Worten von Louis Gallois, der frühere CEO (Chief Executive Officer) von Airbus Group, ist die Duopol-Position von Airbus und Boeing nur noch eine Frage der Zeit. Er erwartet, dass mehrere Flugzeughersteller im Kurz- und Mittelstreckenbereich sich in der globalen Luftfahrt fest verankern werden. Im Abschnitt 5.2 werden diese Hersteller näher beschrieben und erläutert.

Es wird dann deutlich, dass diese neuen Anbieter, besonders die Chinesen, für das lukrative Geschäft mit Single Aisle (Ein Gang) Flugzeugen ein ernstzunehmender Gegner werden können. Gerade auch deswegen wird China der Hauptkonkurrent werden, weil das Land ein regelrechtes Wirtschaftswunder erlebt und der neue Flugzeughersteller auch vom Staat massiv finanziell unterstützt wird, um eine starke Position in der Luftfahrt einzunehmen. Im weiteren Verlauf dieses Abschnittes wird der Konkurrent China näher beschrieben.

Doch Airbus und Boeing werden nicht tatenlos zusehen, wie neue Konkurrenten in den Sektor eindringen und arbeiten mit Hochdruck an neuen, weiterentwickelten Flugzeugen, um die Vorreiterposition nicht aus den Händen zu geben. Die Einführung von A320Neo, die mit neuen Triebwerken und neuen Flügelenden eingeführt werden und dadurch rund 15% weniger Treibstoff verbrauchen sollen, ist für viele Experten eine Antwort auf die Konkurrenz, um die alten Kunden zu behalten und eventuell neue zu gewinnen. Auch Boeing hat mit der B737-Familie einige Neuerungen wie Airbus vollzogen, um die gute Position im Mittelstreckensegment zu festigen.

Auch ein weiterer wichtiger Grund, warum Airbus und Boeing keine ernstzunehmende Befürchtungen haben müssen ist, dass diese neuen Konkurrenten zuerst das Vertrauen der Kunden gewinnen und technisch einwandfreie Flugzeuge anbieten müssen. Viele Fluggesellschaften vertrauen in die westliche Technik und schwärmen von der Vielfältigkeit von deren Flugzeugen. Auch eine spätere Auslieferung der Flugzeuge von den neuen Anbietern würde das Vertrauen der Kunden für diese Passagierflieger enorm beschädigen.

Daher wird es noch einige Jahre in Anspruch nehmen, bis die neuen Wettbewerber sich auf dem Markt etablieren können. Bis dahin werden Airbus und Boeing wahrscheinlich noch effizientere Modelle produzieren und ihre Vorreiterrolle behalten, wenn auch mit Einbußen.

5.2 Konkurrenz

Eigene Flugzeuge selber herzustellen und zu verkaufen ist für viele Staaten eine Frage des Nationalstolzes. In diesem Kapitel werden nun kurz die Konkurrenten im Flugzeugbau dargestellt, bevor im nächsten Abschnitt auf das eigentliche Thema eingestiegen wird.

Neben den beiden weltweit führenden Flugzeughersteller Airbus und Boeing werden nachfolgend noch sechs weitere neue potentielle Konkurrenten dargestellt, die die Absicht haben, ihre eigenen Flugzeuge zu produzieren oder schon mit der Produktion begonnen haben.

Die Hauptkonkurrenten im weltweiten Flugzeugbau kommen hauptsächlich aus China und Russland. Im Wirtschaftswunderland China erlebt die Luftfahrt einen rasanten Aufschwung. Bis 2015 werden im Land mehr als 45 neue Flughäfen gebaut, da das Passagieraufkommen weiter stark zunehmen wird. Daher rüsten chinesische Fluggesellschaften massiv auf und brauchen immer neue Flugzeuge, die sie ursprünglich von Airbus oder Boeing beziehen.

Um die Abhängigkeit von diesen beiden Unternehmen zu verringern, will die Volksrepublik China verstärkt eigene Flugzeuge herstellen und diese sowohl im Inland als auch im Ausland erfolgreich anbieten.

Auch Russland spielt eine Rolle im weltweiten Flugzeugbau. Mit neuartigen Flugzeugmodellen hat das Land die Absicht, Marktanteile von Airbus und Boeing für sich zu gewinnen. Welche russischen Modelle auf den Markt kommen, wird im weiteren Verlauf erläutert.

Die in den letzten Jahren wirtschaftlich erstarkten Länder wie Indien und die Türkei wollen auch aus eigener Kraft neue Flugzeuge entwickeln. Für diese beiden Länder gilt die Ansicht, dass sie keine ernstzunehmende Gegner für die europäischen und die amerikanischen Flugzeugbauer werden können. Wegen zu geringe technologische Kenntnisse und anderer Hindernisse, wird es noch eine lange Zeit in Anspruch nehmen, bis diese beiden Länder markttaugliche Flugzeuge entwickeln können.

Mit Embraer hat Brasilien das technische Wissen und die Infrastruktur für Flugzeugentwicklungen. Zusammen mit dem kanadischen Hersteller Bombardier ist das brasilianische Unternehmen Embraer nach Airbus und Boeing die größten Flugzeughersteller der Welt. Zu der zukünftigen Rolle Brasiliens im weltweiten Flugzeugbau geht das Kapitel 5.2.5 näher ein.

Ein weiterer wichtiger Konkurrent im weltweiten Flugzeugbau ist das kanadische Unternehmen Bombardier. Wie die brasilianische Embraer stellen auch die Kanadier seit vielen Jahren Flugzeuge her und haben für die Zukunft die Absicht, mit neuen Modellen direkt die Konkurrenz aus Europa und Amerika anzugreifen.

5.2.1 China

Die Volksrepublik China ist seit Jahren die am stärksten wachsende Volkswirtschaft der Welt und als Folge davon gewinnt auch die Luftfahrt im bevölkerungsreichsten Land der Welt immer mehr an Bedeutung. Durch die wachsende Kaufkraft und der zunehmende Mobilitätswunsch der chinesischen Bevölkerung werden im Land bis 2030 tausende neue Flugzeuge im Wert von mehreren Milliarden Euro benötigt. Der große Teil wird davon auf die Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge entfallen.

Die beiden weltgrößten Flugzeughersteller Airbus und Boeing sind seit Jahren die alleinigen Herrscher in dieser Kategorie. Doch nun wollen auch die Chinesen in dieses lukrative Geschäft einsteigen und entwickeln dafür ein eigenes Flugzeug im eigenen Land. Damit wollen die Chinesen die Vorherrschaft der beiden Konzerne aufbrechen. Mit dem COMAC (Commercial Aircraft Corporation of China Ltd) C919 (siehe Abbildung 5.1) will China auf Dauer ein erfolgreiches Produkt anbieten.

Der C919 soll bis zu 168 Passagieren Platz bieten und wird ab 2016 an die Kunden ausgeliefert. Bis November 2015 wurden rund 517 Bestellungen aufgenommen, hauptsächlich von den chinesischen Fluggesellschaften. Der C919 (siehe Bild) soll nach den Worten von den Konzernmitarbeitern der direkte Konkurrent zu A320 und Boeing 737 werden, die weltweit meistverkauftesten Flugzeuge der Welt.

Das Unternehmen Comac plant für die Jahre 2016 und 2017 Produktionszahlen von 5 bis 10 Flugzeugen jährlich. In 2012 war die Idee, bis zum Jahr 2020 jährlich 150 Maschinen herzustellen. Durch diese Zahlen wird deutlich, dass Comac sehr weit hinter Airbus und Boeing zurückbleiben wird.

Der Erstflug für den Comac C919 soll in den ersten Monaten in 2016 stattfinden und die Indienstellung des Flugzeugs ist für 2018 geplant.



Abbildung 5.1 : Modell Comac C919

Die Chinesen gehen noch ein Schritt weiter und wollen den Comac C929, einen zweistrahligen Großraumflugzeug für Mittel-oder Langstrecke auf den Markt bringen. Es soll ein Flieger mit zwei Gängen für bis zu 350 Passagiere werden. Geplant ist der Erstflug für 2020 und die Indienststellung ist für 2023 geplant. Dieses Flugzeug soll der direkte Konkurrent zu A330, A350 und zu Boeing 787 werden.

Über die Erfolgsaussichten dieses Flugzeugs auf dem Markt gehen die Meinungen auseinander. In China, wo ein riesiger Absatzmarkt für Flugzeuge existiert, werden die chinesischen Fluggesellschaften sich für die im eigenen Land hergestellten Flugzeuge interessieren und diese auch kaufen, um das nationale Symbol in die Erfolgsspur zu führen.

Abgesehen davon wird die heimische Flugzeugindustrie von der chinesischen Regierung massiv mit Hilfgeldern unterstützt werden, um in der Luftfahrt eine erfolgreiche Position einnehmen zu können und somit eine führende Nation zu werden. Der chinesische Staat hält zudem immer noch Mehrheiten an den chinesischen Airlines, sodass sie die Fluggesellschaften zwingen können, bei dem heimischen Anbieter die Flieger zu kaufen. Daher könnte die Nähe des Unternehmens zum Staat deutlich mehr Aufträge verschaffen als üblich. Das könnte das Wachstum von Airbus und Boeing in China erschweren.

International betrachtet, wird es noch lange dauern, bis China einer der etablierten Flugzeughersteller werden kann. Denn mit einem einzigen Modell, in diesem Fall der C919, ist es nicht realisierbar, die Konkurrenten Airbus und Boeing wirklich unter Druck zu setzen. Neue Modelle und eine hohe Produktionsrate sind erforderlich, um diese Flugzeuge weltweit erfolgreich verkaufen zu können. Mit bis zu 10 Flugzeugen, die jährlich an die Kunden ausgeliefert werden sollen, hat der Konzern COMAC kaum Chancen auf eine erfolgreiche Etablierung im Kurz-und Mittelstreckensegment. Ein weiterer wichtiger Faktor, dass den C919 unter Druck setzt, ist die Tatsache, dass der Flieger der Öffentlichkeit treibstoffeffizienter als die Modelle A320 und B737 lanciert

wurde. Denn Airbus hat mit A320Neo ein Modell entwickelt, welches treibstoffsparender ist als der C919.

Auch Boeing will mit der neuen B737 MAX, die mit neuen und effizienteren Triebwerken ausgestattet sind, seine Position ausbauen und die potentiellen Kunden von dem neuen Flugzeug beeindrucken.

Wenn der COMAC-Konzern die Auslieferungstermine einhalten sollte und der Flieger auch technisch und wirtschaftlich einwandfrei einzusetzen ist, dann hätte es keine schlechten Erfolgsaussichten für die nächsten Jahre. Auch der günstige Preis für die neuen C919 Flugzeuge könnte viele Billigfluggesellschaften, hauptsächlich aus den Schwellenländern, dazu veranlassen, sich für die chinesischen Flugzeuge zu entscheiden, was für Airbus und Boeing eine Gefahr darstellen könnte.

Die mögliche Gefahr, die von China ausgehen kann, ist von den beiden Herstellern erkannt worden und deswegen wollen sie nicht tatenlos zuschauen und investieren hohe Summen in Anlageobjekten und Projekte in China.

Airbus betreibt in der Stadt Tianjin ein Endfertigungswerk für die beliebten A320 Flugzeugmodelle mit vielen chinesischen Mitarbeitern, die dort auch geschult werden.

Auch Boeing verfolgt eine Unternehmensstrategie, womit sie zukünftig davon profitieren wollen. Im April 2011 schlossen sich Boeing und der chinesische Konzern COMAC zusammen, um gemeinsam neue Projekte zu erarbeiten. Durch die Hilfe von Boeing wurde in China ein Zentrum errichtet, wo dort Flugzeugteile für die Modelle von Boeing hergestellt werden.

Die Amerikaner erhoffen sich dadurch eine gute Freundschaft mit den Chinesen zu entwickeln. Denn durch positive Beziehungen zum Land hoffen sie mehr Flugzeuge im riesigen Absatzmarkt China zu verkaufen.

5.2.2 Russland

Das größte Land der Welt hat schon vor geraumer Zeit der Welt bewiesen, dass sie mit der Tupolew flugtaugliche Modelle herstellen kann und hat schon eine große Anzahl davon verkauft. Doch nach dem Zerfall der Sowjetunion wurden keine neuen Flugzeugmodelle mehr produziert. Daher wollen die Russen mit neuen, effizienten Flugzeugen wieder in die Luftfahrt eindringen und ihren Nationalstolz zurückgewinnen. Das Hauptmerkmal wird nachfolgend auf zwei Modellen gelegt. Die Rede ist von der Superjet 100 -SSJ-100- (siehe Abbildung 5.2) und von der MS-21(siehe Abbildung 5.3)

Der Superjet 100 wird von der Firma Suchoi mit Sitz in Moskau produziert. Die Auslieferung des mit 110-115 Sitzplätzen bestückten Flugzeugs begann im April 2011. Vielen Kunden, darunter russische Gesellschaften und einige Länder aus den ehemaligen GUS-Staaten, waren von dieser Maschine begeistert und gaben viele Bestellungen ab.



Abbildung 5.2 : Modell Suchoi Superjet

Es sind auch weitere Varianten des Superjets gebaut, wie Businessjets oder eine verlängerte Version (LR: Long Range) für Mittelstreckenflüge. Die Auslieferung für die verlängerte Version ist für 2013 geplant und wird wahrscheinlich im lukrativen Mittelstreckensegment eine ernstzunehmende Gefahr darstellen. Es sind bereits viele hunderte Bestellungen bei Suchoi eingegangen. Jährlich sollen 50 bis 60 Maschinen an die Kunden ausgeliefert werden. Die monatlichen Produktionsraten bei Airbus für Single Aisle Flugzeuge liegen bei mehr als 40. Um ein ernstzunehmender Konkurrent für Airbus und Boeing zu werden, reichen die 50 bis 60 jährlichen Flugzeuge bei weitem nicht aus. Daher muss das russische Unternehmen die Produktion erhöhen, um mit den starken Konkurrenten mithalten zu können.

Ein Schicksalsschlag für den Superjet 100 war der Absturz am 6.5.2012 in Indonesien, wobei 45 Menschen ums Leben gekommen sind. Ein schwerer Rückschlag für das Image dieses Flugzeugs wurde somit besiegelt. Viele potentielle Kunden, die dieses Modell bestellen wollten, haben sich wegen Sicherheitsbedenken dagegen entschieden und sehen sich nach Alternativen um.

Ein weiteres wichtiges Projekt für die russische Flugzeugindustrie spielt die MS-21 für Mittelstreckenflüge (siehe Abbildung 5.3) der Firma United Aircraft Corporation (UAC). Es werden folgende drei Varianten angeboten:

- **MS-21-200:** Diese Variante mit 150-162 Sitzplätzen hat eine Reichweite von bis zu 3500km und steht in direkter Konkurrenz mit A319 und B737-700.

- **MS-21-300:** Rund 180-198 Passagiere finden hier Platz. Die Reichweite dieses Modells beträgt 5000km und konkurriert mit den weltweit am meisten verkauften Flugzeuge A320 und B737-800.
- **MS-21-400:** Eine verlängerte Version mit 210-230 Sitzplatzkapazitäten mit einer Reichweite von 5500km. Es wird wahrscheinlich im Wettbewerb zu A321 und B737-900 stehen.



Abbildung 5.3 : Modell MS-21

Im Jahre 2016 ist der Plan für den Erstflug und ab Anfang 2018 soll mit der ersten Auslieferung begonnen werden. Für die Entwicklung und Produktion sind rund 5 bis 6 Milliarden Euro Kosten vorgesehen. Die jährlichen Produktionsraten liegen bei rund 70-84 Maschinen und es wurden bereits über 180 Bestellungen aufgenommen. Die Betreiber dieses Flugzeugmodells gehen davon aus, dass in Zukunft etwa 9% bis 10% des Weltmarktes für das Mittelstreckensegment von der MS-21 eingenommen werden wird. Doch dazu muss die Produktion von jährlich 70-84 Maschinen drastisch erhöht werden, um die Bestellungen termingerecht auszuliefern. Doch die russische Regierung wird auch wie bei der Superjet 100 die MS-21-Produktion finanziell massiv unterstützen, um in der Luftfahrt eine starke Rolle zu spielen.

Wenn tatsächlich die Produktionsraten erhöht und neue Kunden für dieses Modell überzeugt werden können, dann werden Airbus und Boeing lukrative Marktanteile abgeben müssen.

5.2.3 Indien

Wie bereits in den vorherigen Abschnitten erklärt wurde, wächst die indische Luftfahrt kontinuierlich an und dadurch steigt auch der Bedarf an neuen Flugzeugen. Um die Abhängigkeit von den wichtigen beiden Flugzeugherstellern Airbus und Boeing zu minimieren, hat die indische Regierung das Ziel, in Zukunft eigene Flugzeuge im indischen Boden zu produzieren. In der Vergangenheit wurden Studien erarbeitet, wie eine eigene Flugzeugproduktion aussehen könnte. Die Rede ist von der NCA-90 (National Civil Aircraft).

Dieses NCA-90 Flugzeug, wider Name auch schon sagt, soll 90 Sitzplätze zur Verfügung haben und wird als Regional oder Kurzstreckenflugzeug eingesetzt werden. Für die Markteinführung des Flugzeugs ist das Jahr 2023 geplant. Der NCA-90 soll den Vorteil haben, auf kurze Pisten zu starten und zu landen.

Die Produktionskosten für dieses eigene Flugzeugmodell werden auf rund 600 bis 640 Millionen Euro geschätzt und weitere 400 Millionen Euro kommen noch für die Serienfertigung hinzu. Es werden Prototypen entwickelt, wonach das neue Flugzeug weniger Treibstoff verbrauchen soll und ein verringerter Kohlenstoffdioxidverbrauch dank Bio-kerosin zur Folge haben wird.

Es bleibt abzuwarten, ob dieses Projekt tatsächlich realisiert werden kann oder nur ein Traum auf dem Papier bleiben wird. Falls die NCA-90 gebaut werden sollte, würde es für Airbus und Boeing eine Gefahr darstellen. Denn indische Fluggesellschaften bestellen massenweise neue Flugzeuge, hauptsächlich kleinere Maschinen, bei Airbus und Boeing für die rasant wachsende Luftfahrt in Indien. Wenn das Land selber Flugzeuge zum Verkauf anbietet, würden viele indische Konzerne lieber in die nationale Flugzeugsparte zurückgreifen.

Für die kleineren Maschinen wie die A319 und B717 würde die NCA-90 somit ein Problem darstellen. Denn für indische Fluggesellschaften könnte es interessant werden, heimische Anbieter zu bevorzugen, was Airbus und Boeing in Druck geraten lassen würde. Auch mit der Comac C919 und Superjet 100 steht der NCA 90 in direkter Konkurrenz. Doch dazu müsste eine hohe Produktionsrate erforderlich sein, was Indien wahrscheinlich nicht erreichen wird.

Für den Mittelstreckenbereich, wofür am meisten Flugzeuge verkauft werden, besteht somit aber keine Gefahr für die beiden Weltmarktführer. Es wurden und werden sogar von indischen Billigfluggesellschaften immer noch Flugzeugbestellungen bei Airbus und Boeing in Milliardenhöhen beordert. Auch in Zukunft könnten noch weitere hunderte Bestellungen bei den beiden Weltmarktführern Airbus und Boeing aus Indien eingehen.

5.2.4 Türkei

Der türkische Staat erlebte in den letzten 10 Jahren ein Wirtschaftswunder mit hohen Wachstumsraten, was in Europa nicht erreicht werden konnte. Durch die starke Wirtschaft im Land steigt auch die Kaufkraft der Menschen an. Die Zahl der Flugpassagiere im gesamten türkischen Raum gewinnt immer mehr an Bedeutung. Die türkische Fluggesellschaft Turkish Airlines profitiert auch von diesem Wunder. Die Fluglinie ist eine der am schnellsten wachsenden Fluggesellschaften der Welt und wurde 2011 zu der besten Fluggesellschaft Europas gekürt.

Erst kürzlich bestellt der Konzern mehrere Flugzeuge bei Airbus im Wert von mehreren Milliarden Euro. Auch von Boeing werden immer wieder neue Flugzeuge bestellt. All diese positiven Ereignisse rufen auch die türkische Regierung ins Spiel. In Istanbul wird ein dritter Flughafen neu gebaut, wo 100 Millionen Passagiere jährlich abgefertigt werden sollen. Somit kann festgestellt werden, dass die Luftfahrt für die Türkei eine wichtige Rolle in der Wirtschaft spielt und spielen wird.

Es wird noch ein Schritt weiter gegangen und von der Regierung erklärt, bis zum Jahre 2023 eigene Flugzeuge herzustellen und das Land technisch fortschrittlicher zu machen. Das Datum hat eine gewisse Bedeutung: 2023 feiert das Land das 100 jährige Bestehen und daher sollte die eigene Flugzeugproduktion bis dahin fertig sein.

Nach Planungen von Ingenieuren und Regierungsmitgliedern sollen Kurzstreckenflugzeuge mit 50-70 Sitzen hergestellt werden. Auch die Triebwerke für das Flugzeug sollen aus eigener Herstellung stammen. Nach dem Bau dieses Flugzeugs wird es sich zeigen, ob neue Jets mit mehr Kapazität gebaut werden oder nicht.

Es bleibt abzuwarten, ob die Türkei in der Lage ist, bis zum genannten Datum ihre Ziele erreichen wird. Gewisse technische Anforderungen sind zum Teil vorhanden. Rund 400 türkische Ingenieure arbeiten bei Boeing und eine Vielzahl an Luftfahrtkonzernen befinden sich im Land. Viele Teile für Tragflächen und Triebwerke werden schon heute in der Türkei hergestellt und an die europäischen und amerikanischen Hersteller übergeben.

Aber ein völlig neues Flugzeug zu entwickeln ist ein langwieriger Prozess und daher müssen noch stärker in die Forschung und Entwicklung investiert werden, um dieses Ziel erreichen zu können. Bezogen auf Airbus und Boeing wird das Land aber keine Gefahr darstellen und stattdessen weitere hunderte neue Flugzeuge in Milliardenhöhen bestellen, um die wachsende Passagierzahlen decken zu können. Somit werden die beiden Flugzeugbauer noch stärker von der Türkei profitieren.

5.2.5 Brasilien

Das Luftverkehrsaufkommen in Brasilien hat sich seit 2006 mehr als verdoppelt, was mit der starken wirtschaftlichen Aufschwung zustande gekommen ist. Das südamerikanische Land stand in den letzten Jahren an den vordersten Stellen bei weltweiten Passagierflügen. Daher werden auch über 1000 neue Flugzeuge in den kommenden nächsten 20 Jahren benötigt. Seit geraumer Zeit werden auch Flugzeuge im eigenen Land produziert und verkauft. Der Konzern Embraer ist nach Airbus, Boeing und Bombardier einer der größten Flugzeughersteller der Welt.

Im Gegensatz zu Airbus und Boeing stellt der brasilianische Konzern keine größeren Flugzeugmodelle her, sondern lediglich für Kurzstrecken und Regionalverkehr. Für die neue Flugzeugfamilie Embraer 195 (siehe Abbildung 5.4) mit 118 Sitzplätzen hat sich auch Lufthansa interessiert. Die Lufthansa hat mehrere Flugzeuge der 195-Reihe bestellt, die mit neuartigen Triebwerken weniger Treibstoff verbrauchen sollen als die Konkurrenz A318 und B717.



Abbildung 5.4 : Modell Embraer 195

Warum der Konzern hauptsächlich Kurzstreckenflugzeuge und Regionaljets entwickelt, hat einen Hintergrund. Für die kommenden Jahre werden hauptsächlich tausende kleinere Flugzeuge benötigt, die mehrheitlich von den Billigfluggesellschaften gebraucht werden. Viele dieser Gesellschaften werden sich für die günstige Alternative aus Brasilien entscheiden, anstatt die teureren A318 oder die B717 zu erwerben. Auch die zu großen und alten Flugzeuge werden durch die kleineren Flieger ersetzt, um effizienter und kostengünstiger im Luftverkehr tätig zu werden.

Im November 2011 erklärte Embraer, keine direkten Konkurrenzmodelle zur B737-Baureihe und der A320 Familie zu entwickeln. Denn es müsste ein ganz neuartiges

Flugzeugkonzept erfunden werden, um potentielle Käufer für dieses Flugzeug zu überzeugen. Auch die Befürchtung, dass die A320Neo nicht unter Druck setzen und somit Verluste machen zu können, führte den Konzern zu dieser Entscheidung. Ein weiterer wichtiger Grund waren die zu hohen Investitionskosten für ein neuartiges Konzept.

Stattdessen konzentriert sich Embraer voll und ganz auf die Modernisierung ihrer Flotte und möchte sich weiter im Markt etablieren. Für Airbus und Boeing ist der brasilianische Hersteller keine echte Gefahr in Hinsicht auf die Mittel- und Langstreckenflugzeuge. Sogar neue Kunden aus Brasilien könnten die beiden Konzerne für sich gewinnen, wie etwa brasilianische Billigfluglinien, die jetzt schon auf die Flugzeuge von Airbus und Boeing zurückgreifen.

Im Gegensatz zu der brasilianischen Firma Embraer ist die kanadische Firma Bombardier bereit, die beiden Konzerne Airbus und Boeing gezielt anzugreifen. Denn das Unternehmen aus Kanada bietet ein direktes Konkurrenzmodell im Mittelstrecken-segment, was die beiden Konzerne aus Europa und aus den USA in Schwierigkeiten bringen könnte. Weitere Details werden nun im nachfolgenden Kapitel näher erläutert.

5.2.6 Kanada

Der kanadische Flugzeughersteller Bombardier ist seit vielen Jahren einer der größten Flugzeughersteller der Welt. Der Konzern konzentriert sich hauptsächlich auf die Herstellung von Businessjets und Regionalverkehrsflugzeuge. Doch seit kurzer Zeit will das kanadische Unternehmen eine stärkere Position in der Luftfahrt einnehmen und steigt daher in das lukrative Geschäft für Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge ein.

Mit diesem Schritt soll in die direkte Konkurrenz mit Airbus und Boeing eingegangen werden. Für rund vier Milliarden Dollar will der Konzern eine komplett neue Flugzeugfamilie entwerfen, die unter der Bezeichnung C-Series die Konkurrenzmodelle A320 und B737 angreifen soll.

Es werden zwei Modelle, die CS100 und die CS300 (siehe Abbildung 5.5), mit rund 100 bis zu 140 Sitzplätzen angeboten. Diese neuen Flugzeuge sollen durch leichte Materialien wie Aluminium-Lithium-Legierungen oder Kohlenfaserkunststoff rund 20 % weniger Kohlenstoffdioxid in die Atmosphäre ausstoßen und 15% weniger Treibstoff verbrauchen als die Modelle A320 und B737.

Bis September 2015 gingen rund 243 Festaufträge für die C-Series ein (53 Stück CS100 und 190 Stück CS300). Die erste Auslieferung der beiden Modelle ist jeweils für Mitte 2016 geplant. Für das gesamte Jahr 2016 sollen nach Bombardier Berichten rund 15 bis 20 Auslieferungen stattfinden. Ab 2017 soll die Zahl der Auslieferungen auf 30 bis 35 steigen.



Abbildung 5.5 : Modelle Bombarider C-Series

In der Diskussion ist auch eine verlängerte Version des Typs CS300 mit bis zu 160 Sitzplätzen. Für viele Fluggesellschaften ist diese Option interessant, da mit diesem Flugzeug noch mehr Passagiere befördert werden können. Die malaysische Fluggesellschaft Air Asia hatte ursprünglich die Absicht, rund 100 Flugzeuge dieser Reihe bei Bombardier zu bestellen, doch Mitte Dezember 2012 entschieden sie sich dagegen und orderten stattdessen 100 Flieger des Typs A320 bei Airbus.

Der kanadische Konzern hatte die Absicht, dass die Erstflüge der C-Series Ende des Jahres 2012 stattfinden sollten. Doch aus nicht näher genannten Gründen aus der Konzernzentrale wurde der Erstflug auf September 2013 bzw. September 2015 verschoben worden. Damit wird auch die Auslieferung später erfolgen, als prophezeit wurde.

Diese Verzögerung erschreckt auch die potentiellen Kunden und erweist sich für den kanadischen Konzern als sehr problematisch und gefährlich. Denn es entsteht ein Vertrauensverlust zwischen dem Unternehmen und dem Kunden und daher müssen die Kanadier den neuen Auslieferungstermin nicht überschreiten, um das Vertrauen wiederherzustellen.

Falls die ersten Kunden ihre bestellten Flugzeuge zeitgemäß erhalten und von den neuen Modellen beeindruckt werden sollten, dann könnte es sicherlich eine Gefahr für Airbus und Boeing darstellen. Mit rund 30 Millionen Euro für eine Maschine ist es auch günstiger als die Konkurrenzmodelle von Airbus und Boeing. Daher könnte der billigere Preis viele Billigfluggesellschaften aus den Schwellenländern anlocken, die neue Flugzeuge kaufen oder ihre veraltete Flotte modernisieren wollen.

Im Oktober 2015 kam die Nachricht ans Licht, dass Bombardier große finanzielle Schwierigkeiten hatte. Daher überlegte das Unternehmen sogar, das C-Series-Projekt an Airbus zu verkaufen. Doch der Flugzeughersteller Airbus zeigte kein Interesse

daran. Es wurde befürchtet, die neu entwickelte Flugzeugfamilie aufzugeben. Doch in letzter Sekunde kam dann doch die Rettung durch die Provinz Quebec mit Milliardenzahlungen an die Firma, da die Entwicklungskosten der C-Series stetig gestiegen sind und die Auslieferung sich immer verzögerte.

Die Gefahr, die von Bombardier ausgehen könnte, ist auch den beiden Unternehmen Airbus und Boeing bekannt. Wie in den vorherigen Seiten schon berichtet, rüsten sich die beiden Hersteller mit den Modelle A320Neo und B737Max für die Zukunft, um die alten Kunden bei sich zu halten und eventuell neue potentielle Kunden zu gewinnen. In den nächsten Jahren wird es sich zeigen, wie die neuen C-Series bei den Kunden ankommen und ob diese neue Flugzeugfamilie mit den Konkurrenzmodellen von Airbus und Boeing mithalten können.

6. Zukunftsvisionen des weltweiten Flugbetriebs

Die stetige Zunahme und Entwicklung im zivilen Luftverkehr und die damit verbundenen wachsenden Passagierzahlen, zwingen die Hersteller von Passagierflugzeugen zu neuartigen Ideen und Konzepten. Die Luftfahrt muss in den kommenden Jahrzehnten noch effizienter, noch komfortabler und noch ökologischer ausgerichtet sein.

Um diese Herausforderungen meistern zu können, werden in der heutigen Zeit viel Forschungsarbeit in die Zukunftsprojekte investiert.

In den kommenden 30 bis 40 Jahren sollen völlig neuartige Flugzeuge in Dienst gestellt werden, die sich von den heutigen klassischen Flugzeugen drastisch unterscheiden. Im Abschnitt 6.1 wird speziell auf das Nurflügelflugzeug eingegangen, und die Vor- und Nachteile dieses Flugzeugmodells wird näher geschildert. Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Luftfahrt, ist die Entwicklung von neuartigen Kabinenkonzepten. Dieser Punkt wird unter Abschnitt 6.2 aufgegriffen. Im weiteren Verlauf werden dann zudem die Entwicklungen des Flugbetriebs aus Sicht der Firma Airbus im Jahre 2050 unter der Bezeichnung „Smarter Skies“ detailliert erläutert.

6.1 Nurflügelflugzeug

Der Wunsch, immer mehr Passagiere in kurzer Zeit von einem Ort zum anderen zu transportieren, wird immer lauter. Bereits heute werden mit dem A380 rund 600 bis 700 Menschen auf einmal befördert. Das Potential, noch mehr Menschen zu befördern, ist somit mit den heutigen konventionellen Flugzeugen nahezu ausgeschöpft. Daher arbeiten die Experten schon seit langem an neuen Flugzeugstudien. In den letzten Jahren gewinnt das Nurflügelflugzeug (siehe Abbildung 6.1) immer mehr an Bedeutung. Der amerikanische Konzern Boeing und die NASA (National Aeronautics and Space Administration) haben in der Vergangenheit erfolgreiche Tests mit diesen Modellen durchgeführt und blicken daher optimistisch in die Zukunft.

Ein normaler Rumpf, wie es bei den heutigen Flugzeugen der Fall ist, ist bei einem Nurflügelflugzeug nicht vorhanden. Stattdessen ist der Flugzeugrumpf im Flügel integriert und bildet somit eine Einheit.

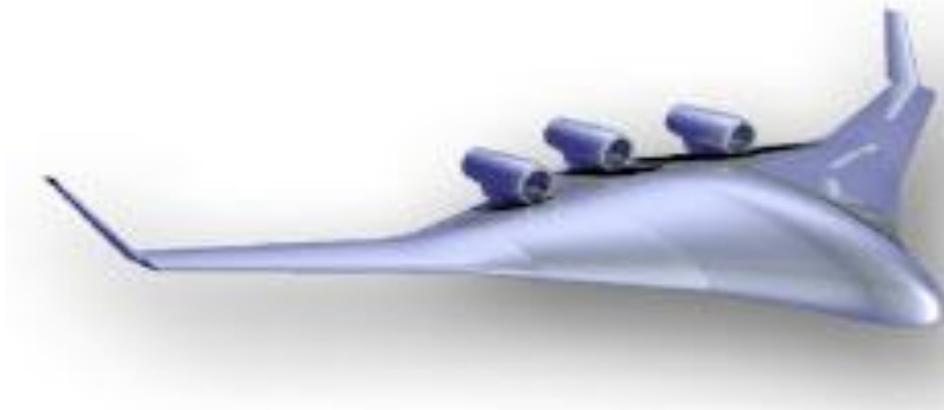


Abbildung 6.1 : Ein Nurflügelflugzeug

Ein wesentlicher Vorteil dieser Baureihe liegt im Bereich der Aerodynamik. Der Rumpf erzeugt bei den klassischen Flugzeugen während des Fluges Widerstand und nur die Tragflächen sind für den Auftrieb verantwortlich. Doch bei einem Nurflügelflugzeug sorgt auch der Rumpf, der in die Tragflächen übergeht, für einen zusätzlichen Auftrieb. Durch diese aerodynamische Eigenschaft werden bei dieser Baureihe rund 20% bis 25% Treibstoff eingespart.

Ein weiter wichtiger Vorteil dieser Konfiguration ist, dass etwa 1000 und mehr Flugpassagiere transportiert werden können. Auch im Innenraum des Flugzeugs haben die Passagiere mehr Platz als es heute der Fall ist.

Neben diesen positiven Eigenschaften, gibt es aber auch einige negative Aspekte dieses Flugzeugmodells. Insbesondere die Flugstabilität ist eines der wichtigsten Probleme, die zu lösen gilt. Die Passagiere, die in den Außensitzen des Flugzeugs befördert werden, sind größeren Beschleunigungen während eines Kurvenfluges ausgesetzt.

Aber auch ein operationelles Problem muss gelöst werden. Mit einer Spannweite von rund 100m stellt dieses Flugzeugmodell für die Flughäfen ein großes Problem dar. Denn die Flughäfen auf der ganzen Welt sind für Flugzeuge mit einer maximalen Spannweite von 80m ausgelegt, was das Nurflügelflugzeug nicht ausnutzen kann. Daher müssten die ganzen Vorrichtungen in den Flughäfen neu errichtet werden, was ein enormer Kostenaufwand bedeutet.

Ein weiterer Nachteil ist die Notevakuierung. Nach aktuellen Zulassungsvorschriften JAR25.803(C) müssen alle Passagiere innerhalb von 90 Sekunden das Flugzeug durch die Hälfte der Türen verlassen haben. Bei einem Nurflügelflugzeug ist dies sehr fraglich. Denn im Kabinenbereich eines Nurflüglers sind die Wege sehr lang und nicht an allen erforderlichen Stellen können Notausgänge eingebaut werden. Ob dieses Flugzeugkonzept tatsächlich die konventionellen Maschinen ablösen kann, ist nur eine Frage der

Zeit. Doch zuerst müssen die oben genannten Probleme und noch weitere Schwierigkeiten gelöst werden. Bis zum Jahre 2030, wo eine Inbetriebnahme für einige Experten realistisch erscheint, ist es meiner Meinung nach unrealistisch, dass die Nurflügelflugzeuge die heutigen Flugzeuge ablösen werden. Für den größten Passagierflugzeug der Welt A380 hat es von Anfang bis zur Serienfertigung rund 20 Jahre gedauert, bis der Flieger endgültig in die Luft steigen konnte.

Bei einer von Grund auf unterschiedlichen Flugzeugstudie wie die Nurflügelflugzeuge, wird es sicherlich noch länger dauern und es bleibt dann abzuwarten, ob dieses Flugzeug tatsächlich effizienter und sparsamer ist als die heutigen Maschinen. Es muss noch viel in die Forschungsarbeit investiert werden, bis die Menschen mit diesen Flugzeugen transportiert werden können.

Daher können die heutigen Flugzeugtypen auch in absehbarer Zukunft nicht abgelöst werden.

6.2 Neue Kabinenkonzepte

Die Kabinen beziehungsweise die Sitze eines Flugzeugs werden von vielen Fluggästen als zu eng und wenig komfortabel empfunden. Auch die angebotenen Multimedia-Leistungen funktionieren nicht immer einwandfrei. Doch in der letzten Zeit bieten immer mehr Fluggesellschaften ein verbessertes Unterhaltungsprogramm an, wie z.B. eine Internetverbindung in 10000m Höhe. Der A380, das größte Passagierflugzeug der Welt, bietet den Passagieren eine Bar an und sogar eine Dusche in der Kabine ist ein fester Bestandteil.

Von diesen Aspekten ausgehend, hat der europäische Flugzeughersteller Airbus ihre neuartige Kabinenvisionen für das Jahr 2050 der Öffentlichkeit präsentiert. Nun werden diese atemberaubenden Trends aufgelistet, die das Fliegen für die Passagiere erlebnisreicher und technisch einzigartig machen sollen:

- Der Rumpf des Flugzeugs soll nach Vorstellung der Airbus-Ingenieure aus Gitternetz bestehen und mit einer Membran versehen werden. Für die Fluggäste bedeutet es, per Knopfdruck eine freie Sicht über den Wolken zu haben und den Ausblick in tausenden Metern Höhe zu genießen (siehe Abbildung 6.2)
- Neue Wellness- und Massagebereiche mit Musik im Hintergrund sollen für das Wohlbefinden der Passagiere sorgen
- Neue Kommunikationsmöglichkeiten sollen in die Flugzeugkabine integriert werden, wo beispielsweise Geschäftsleute an Konferenzen teilnehmen können
- Die Kabinenluft, die von vielen Menschen als trocken empfunden wird, soll nach der Idee von Airbus mit entgiftenden Stoffen und Vitaminen angereichert werden. Dadurch wird mehr Komfort und saubere Luft angeboten

- Die Sitze in der Kabine würden aus Materialien bestehen, die die Eigenschaft besitzen sollen, sich selbst zu reinigen
- Die Sitze sollen die Körperwärme des Passagiers in Energie umwandeln. Damit soll Strom für die Beleuchtung in der Kabine gewonnen werden
- Die heutigen bekannten Sitzplatzkonfigurationen wie First-, Business-, und Economy Class soll 2050 nicht mehr existieren. Stattdessen wird der Passagier selber über die Sitzplatzauswahl entscheiden können



Abbildung 6.2 : Flugzeugrumpf mit Gitternetzstruktur

Diese aufgelisteten Ideen und Visionen von Airbus sind in jeder Hinsicht interessant und aufregend. Viele der genannten Aspekte scheinen für die heutigen Passagiere als nicht machbar, doch bis zum Jahre 2050 könnten diese Ideen zur Realität werden. Die Luftfahrt macht ständig neue Fortschritte und dadurch können auch diese Ideen in 34 Jahren zum Alltag gehören.

6.3 Smarter Skies

Die Zukunft des Fliegens wird immer häufiger in Studien und Projekten dargestellt. Wie werden die Flugzeuge in den kommenden 30 bis 40 Jahren aussehen und welche Veränderungen werden in die Tat umgesetzt? Diese Fragen sind die wichtigsten Anhaltspunkte für die futuristischen Flugzeugprojekte, über die Flugzeughersteller intensiv diskutieren.

Daher hat der europäische Flugzeughersteller Airbus seine Vorstellungen und Ideen für den Flugbetrieb unter dem Stichwort „Smarter Skies“ zusammengefasst. Wichtige Themen werden, wie auch heute der Fall ist, Treibstoff- und Emissionseinsparungen bleiben. Weiterhin werden nun einige wichtige technische Zukunftsideen aufgelistet, von denen Airbus die Öffentlichkeit beeindrucken möchte:

- Wie bereits im Abschnitt 4.3.1 und 4.3.2 erklärt, sollen Biokraftstoffe und andere alternative Energiequellen noch stärker in die Luftfahrt integriert werden, um die Abhängigkeit von Erdöl fast vollständig zu minimieren und die Umweltbelastung weiter zu reduzieren
- Durch ein verbessertes Flugverkehrsmanagement könnte nach Berechnungen von Airbus die Flugzeit in Europa und in USA um durchschnittlich 13 Minuten verkürzt werden. Durch diese eingesparte Zeit von 15 Minuten würden jährlich mehrere Millionen Tonnen Kerosin und CO₂ eingespart werden. In Zeiten der Klimadiskussion und Erderwärmung ist dieser Aspekt ein wichtiger Anhaltspunkt
- Es sollen neue intelligente Flugzeuge auf den Markt kommen, die die Fähigkeit besitzen sollen, ihre Flugrouten selbst auszuwählen. Nur die kürzeste und effizienteste Flugroute wird dann ausgewählt
- Startende Flugzeuge sollen mit externen Starthilfen angetrieben werden. Diese Hilfen sollen wiederum mit alternativen Energieträgern funktionieren. Somit wird die Umwelt beim Startvorgang eines Flugzeugs entlastet, da die Flugzeuge beim Start die meiste Energie verbrauchen (siehe Abbildung 6.3)
- Flugzeuge sollen die Flughäfen im Gleitflug anfliegen, wenn sie landen wollen. Denn dadurch werden im Sinkflug weniger Lärm und Emissionen erzeugt, da die Triebwerke nicht benutzt werden
- Durch alternative Energieträger betriebene Schleppfahrzeuge könnten die Flugzeuge schneller von der Landebahn abholen, wenn die Landeposition des Flugzeuges genau vorausberechnet werden könnte
- Die Fluggäste könnten auf ihre Flugzeuge an einem Flugsteig warten und durch mehrere Türen in die Maschine einsteigen. Dadurch können die Flugzeuge schneller starten und pünktlich am Ziel ankommen



Abbildung 6.3 : Flugzeugstart mit externen Starthilfen

Es sind sicherlich bahnbrechende Entwicklungen, die im Jahre 2050 eintreten könnten. Wie auch unter Abschnitt 6.2 beschrieben, könnten diese Visionen durch die ständige technische Entwicklung in den kommenden Jahrzehnten ein erlebnisreiches Fliegen ermöglichen.

7. Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war es zu zeigen, inwiefern die wirtschaftliche Entwicklung in Verhältnis mit der weltweiten Luftverkehr zusammenhängt und welche Faktoren in Zukunft für den Flugzeugbau wichtig sein würden.

Nachfolgend werde ich nun stichwortartig die ganze Arbeit kurz zusammenfassen:

- Der weltweite Luftverkehr wird in den kommenden Jahrzehnten unaufhaltsam rapide zunehmen
- Durch die rasche wirtschaftliche Entwicklung und zunehmender Anzahl von Menschen wird der Bedarf an neuen Flugzeugen dramatisch ansteigen
- Durch technische Neuentwicklungen werden die heutigen Flugzeuge langsam aber sicher durch emissionsärmere und umweltschonende Flugzeuge ersetzt werden
- Die Abhängigkeit von Erdöl wird zwar die kommenden Jahrzehnte noch unersetzbar bleiben, doch durch alternative Energiequellen könnte die Abhängigkeit verringert werden
- Ein zunehmender Konkurrenzkampf wird in der Flugzeugindustrie erwartet, die die beiden Hauptakteure Airbus und Boeing in Bedrängnis bringen könnten, wenn sie nicht noch effizientere Flugzeugen herstellen werden
- Die Zukunft des Fliegens wird bahnbrechende Erfolge verzeichnen, da die Flugzeughersteller zu immer neuartigen Kabinenkonzepten neigen und den Fluggästen ein erlebnisreiches Fliegen zu ermöglichen

8. Literaturverzeichnis

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Airbus>

Wikipedia URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Competition_between_Airbus_and_Boe

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Boeing>

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Erdöl>

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Airbus-A320-Familie#A320neo>

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Biokraftstoff>

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Wasserstoff>

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Spiroid>

Wikipedia URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Comac_C919

Wikipedia URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Suchoi_Superjet_100

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/MS-21>

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Embraer>

Wikipedia URL: http://de.wikipedia.org/wiki/Bombardier_CSeries

Wikipedia URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Nurflügel>

Engmann, K. 2007, Technologie des Flugzeugs

Gruss, P. / Schüth, F. 2008, Die Zukunft der Energie: Die Antwort der Wissenschaft

Shiva, V. 2009, Leben ohne Erdöl : Eine Wirtschaft von unten gegen die Krise von oben

Mayer, Y. 2007/2008, Auswirkungen von Winglets auf die Aerodynamik eines Flugzeuges

Pompl, W. 2002, Luftverkehr: Eine ökonomische und politische Einführung

URL:<http://www.sz-online.de/nachrichten/china-plant-45-neue-flughaefen-857199.html>

URL:<http://www.bdl.aero/de/themen-positionen/wirtschaft/bedeutung-des-luftverkehrs/>

URL:<http://www.zeit.de/wirtschaft/2014-11/iea-weltenergieausblick-oelpreis>

URL:<http://www.dollarkonto.com/oelpreis>

URL:<http://www.handelsblatt.com/politik/konjunktur/konjunktur-daten/weitere-konjunkturdaten/exportueberschuss-china-verdraengt-deutschland-vom-spitzenplatz/12323102.html>

URL:<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftsdaten-china-peilt-nur-7-0-prozent-wachstum-an-13611647.html>

URL:<http://www.onvista.de/news/indien-ueberholt-china-beim-wirtschaftswachstum-7-4-prozent-19288123>

URL:<https://www.bdl.aero/download/392/gesamtstudie.pdf>

URL:<http://www.ndr.de/nachrichten/hamburg/A320neo-hebt-zum-ersten-Mal-ab,airbusneo102.html>

URL:<http://www.spiegel.de/wissenschaft/natur/erderwaermung-forscher-warnen-vor-5-grad-temperatur-plus-a-870282.html>

URL:<http://www.agenda21-treffpunkt.de/daten/treibhausgase.htm#Top20-Staaten>

URL:<http://www.lufthansagroup.com/de/presse/meldungen/view/archive/2011/july/15/article/1980.html>

URL:<http://www.airliners.de/bilanz-2014-co2-emissionen-luftfahrt/35736>

URL:http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/workshop_effizienz_flugverk_studie.pdf

URL:<http://www.aerosieger.de/news/5315/airbus-erwartet-32600-neue-flugzeuge-bis-2034.html>

URL:<http://www.sueddeutsche.de/news/wirtschaft/flugzeugbau-airbus-china-braucht-mehr-als-5000-flugzeuge-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-141210-99-03077>

URL:<http://www.spiegel.de/reise/aktuell/comac-c919-china-stellt-erstes-grosses-passagierflugzeug-vor-a-1060653.html>

URL:<http://www.aerotelegraph.com/tuerkei-will-eigene-flugzeuge-bauen-kooperation-mit-Boeing-moeglich>

URL:<http://www.aerotelegraph.com/embraer-groessere-jets-konkurrenz-boeing-airbus>

URL:<http://www.aerotelegraph.com/provinz-quebec-steigt-bei-der-c-series-ein>

URL:<http://www.aerotelegraph.com/indien-baut-eigenen-langstreckenflieger>

URL:<http://www.spiegel.de/reise/aktuell/airbus-zukunftsvisionen-fensterplatz-fuer-alle-a-768357.html>

URL:<http://www.aero.de/news/Airbus-praesentiert-Smarter-Skies-Visionen-fuer-2050.html>

URL:<http://www.airbus.com/innovation/future-by-airbus/smarter-skies/>

URL:<http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a320family/spotlight-on-a320neo/>

URL:<http://www.boeing.de/presse/pressemitteilungen/2015/juni/boeing-prognostiziert-nachfrage-fuer-38050-neue-flugzeuge-im-Wert-von-5-6-billionen-us-dollar.page?>

URL:<http://www.owc.de/2014/03/17/indien-braucht-bis-2032-insgesamt-1-290-flugzeuge/>

URL:<http://www.owc.de/2014/03/17/indien-braucht-bis-2032-insgesamt-1-290-flugzeuge/>

URL:<http://www.flugrevue.de/zivilluftfahrt/flugzeuge/airbus-sieht-hohe-flugzeugnachfrage-auf-brasilianischem-markt/539874>

URL:http://www.dpdhl.com/de/ueber_uns/strategie/hintergrund_strategie2020.html?f=1

URL:http://www.northamerica.airbus-group.com/north-america/usa/Airbus-Group-inc/news/press.de_20140520_airbus_germany.html

URL:<http://www.airliners.de/airbus-richtung-russland-gus-staaten/36559>

<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/374860/umfrage/flugverkehr-entwicklung-passagiere-weltweit/>

<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/167957/umfrage/verteilung-der-co-emissionen-weltweit-nach-bereich/>

http://3.bp.blogspot.com/-BXok9vjmb_4/VkZAK6kziDI/AAAAAAAAACwc/aqxtaqoNuj4/s1600/Flightradar.jpg

URL:<http://www.aftaflightschool.com/wp-content/uploads/2015/11/AirBus-A320.jpg>

URL:<http://www.aviationpartners.com/images/slider/rd-early-spiroid.jpg>

URL:http://www.minijets.org/uploads/tx_templavoila/promet-2.jpg

URL:<http://chinaoutlook.com/wp-content/uploads/2014/05/comac-house-colors-C919.jpg>

URL:https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/Superjet_100_first_display.jpg

URL:<http://www.yak.ru/PIC/ARTICLES/MS21.jpg>

URL:<http://www.airlinereporter.com/wp-content/uploads/2013/01/cseries-family.jpg>

URL:http://www.dlr.de/as/Portaldata/5/Resources/images/Abteilungen/Abt_KE/Vorentwurf/preliminarydesign_5.jpg

URL:<http://www.airbus.com/innovation/future-by-airbus/the-concept-plane/the-airbus-concept-cabin/vitalising-zone/>

URL:<http://www.airbus.com/innovation/future-by-airbus/smarter-skies/aircraft-take-off-in-continuous-eco-climb/>