

**Wuppertal Institut**  
für Klima, Umwelt, Energie  
GmbH

**Luftverkehrsstudie 2007:  
Im Steigflug in die  
Klimakatastrophe?**

**Endbericht**

**Karl Otto Schallaböck**

**mit einem Beitrag von  
Clemens Schneider**

**Wuppertal, April 2008**

Karl Otto Schallaböck

Luftverkehrsstudie 2007:  
Im Steigflug in die Klimakatastrophe?

mit einem Beitrag von  
Clemens Schneider

Im Auftrag von  
BUND e.V.,  
Bund Naturschutz in Basyern e.V.,  
Landtagsfraktion Bündnis 90/DIE GRÜNEN IN BAYERN

Wuppertal (Wuppertal Institut), April 2008

## Inhaltsverzeichnis

|                                                     |            |
|-----------------------------------------------------|------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>                           | <b>I</b>   |
| <b>Abbildungsverzeichnis</b>                        | <b>IV</b>  |
| <b>Tabellenverzeichnis</b>                          | <b>VII</b> |
| <b>1 Einführung</b>                                 | <b>1</b>   |
| <b>2 Abgrenzung des relevanten Luftverkehrs</b>     | <b>4</b>   |
| 2.1 Flugbewegungen                                  | 4          |
| 2.2 Flugplätze                                      | 6          |
| 2.3 Flugzeuge                                       | 9          |
| <b>3 Struktur des deutschen Luftverkehrs</b>        | <b>14</b>  |
| 3.1 Verkehrsaufkommen                               | 14         |
| 3.1.1 Gesamtbetrachtung                             | 14         |
| 3.1.2 Regionalstruktur                              | 17         |
| 3.2 Starts                                          | 22         |
| 3.2.1 Regionalstruktur                              | 22         |
| 3.2.2 Größenstruktur der eingesetzten Flugzeuge     | 26         |
| 3.3 Verkehrsleistungen                              | 30         |
| 3.3.1 Gesamtbetrachtung                             | 30         |
| 3.3.2 Regionalstruktur                              | 34         |
| 3.4 Energieverbrauch und Klimalasten                | 37         |
| 3.4.1 Gesamtbetrachtung                             | 37         |
| 3.4.2 Spezifischer Treibstoffbedarf                 | 43         |
| <b>4 Perspektiven des deutschen Luftverkehrs</b>    | <b>51</b>  |
| 4.1 Globale Einordnung                              | 51         |
| 4.1.1 Gesamtentwicklung                             | 51         |
| 4.1.2 Regionale Gliederung                          | 53         |
| 4.2 Deutschland betreffende Luftverkehrsentwicklung | 58         |
| 4.2.1 Vorliegende Prognostik                        | 58         |
| 4.2.2 Modellrechnung bis 2030                       | 73         |
| 4.3 Energieverbrauch                                | 80         |
| 4.3.1 Künftige Entwicklung der Energieeffizienz     | 80         |

|          |                                                                                                           |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.3.2    | Künftige Entwicklung des Energieverbrauchs und der Klimalasten                                            | 84         |
| 4.4      | Klimaverträglichkeit der Luftverkehrsentwicklung                                                          | 86         |
| 4.4.1    | Zielgröße 1: Reduktion der CO <sub>2</sub> -äquivalenten Emissionen bis 2050 um 80 Prozent gegenüber 1990 | 88         |
| 4.4.2    | Zielgröße 2: Reduktion der CO <sub>2</sub> -äquivalenten Emissionen bis 2050 auf 2 t je Einwohner         | 92         |
| <b>5</b> | <b>Ausgewählte Standorte</b>                                                                              | <b>97</b>  |
| 5.1      | Frankfurt-Rhein-Main                                                                                      | 97         |
| 5.2      | München                                                                                                   | 101        |
| 5.3      | Kurzdarstellungen zu weiteren ausgewählten Flugplätzen (Clemens Schneider)                                | 106        |
| 5.3.1    | Berlin Schönefeld / Berlin Brandenburg International (SXF/BBI)                                            | 106        |
| 5.3.2    | Berlin Tegel (TXL)                                                                                        | 108        |
| 5.3.3    | Bremen (BRE)                                                                                              | 108        |
| 5.3.4    | Dortmund (DTM)                                                                                            | 109        |
| 5.3.5    | Dresden (DRS)                                                                                             | 109        |
| 5.3.6    | Düsseldorf (DUS)                                                                                          | 110        |
| 5.3.7    | Hahn (HHN)                                                                                                | 110        |
| 5.3.8    | Hamburg (HAM)                                                                                             | 111        |
| 5.3.9    | Hannover (HAJ)                                                                                            | 112        |
| 5.3.10   | Köln (CGN)                                                                                                | 112        |
| 5.3.11   | Leipzig/Halle (LEJ)                                                                                       | 113        |
| 5.3.12   | Münster/Osnabrück (FMO)                                                                                   | 114        |
| 5.3.13   | Nürnberg (NUE)                                                                                            | 115        |
| 5.3.14   | Paderborn/Lippstadt (PAD)                                                                                 | 115        |
| 5.3.15   | Stuttgart (STR)                                                                                           | 116        |
| 5.3.16   | sonstige Flughäfen                                                                                        | 117        |
| 5.3.17   | Quellen zu Abschnitt 5.3                                                                                  | 117        |
| <b>6</b> | <b>Zusammenfassung und Fazit</b>                                                                          | <b>120</b> |
| <b>7</b> | <b>Anlagen</b>                                                                                            | <b>128</b> |
| 7.1      | A1 Entwicklung der Low-Cost-Carrier am Beispiel Ryanair                                                   | 128        |
| 7.2      | A2 Vergleich verschiedener Urlaubsreisen einer vierköpfigen Familie                                       | 135        |
| 7.3      | A3 Modellrechnung Fernost: 50 Flugpaare mit Airbus A380                                                   | 141        |
| 7.4      | A4 Modifikation der Klimabilanzen bezüglich des Luftverkehrs                                              | 146        |

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| <b>Literaturverzeichnis</b> | <b>151</b> |
|-----------------------------|------------|

---

## Abbildungsverzeichnis

|                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Flugplätze in Deutschland (Stand Februar 2003)                                                                                    | 7  |
| Abbildung 2: Luftfahrzeuge in Deutschland am 31.12.2006                                                                                        | 10 |
| Abbildung 3: Reisende an den ausgewählten Flugplätzen 2003 und 2006                                                                            | 14 |
| Abbildung 4: Gebiete im Abstand bis 2.500 km, bis 6.000 km und bis 10.000 km vom Flughafen Frankfurt und ausgewählte Relationen                | 18 |
| Abbildung 5: Einsteiger an den ausgewählten Flugplätzen 2006                                                                                   | 19 |
| Abbildung 6: Einsteiger im Interkont-Verkehr an den ausgewählten Flugplätzen 2006                                                              | 20 |
| Abbildung 7: Einladungen an den ausgewählten Flugplätzen 2006 in t                                                                             | 21 |
| Abbildung 8: Einsteiger pro Start an den ausgewählten Flugplätzen 2006                                                                         | 23 |
| Abbildung 9: Starts an den ausgewählten Flugplätzen 2006                                                                                       | 24 |
| Abbildung 10: Starts im Interkont-Verkehr an den ausgewählten Flugplätzen 2006                                                                 | 26 |
| Abbildung 11: Flugbewegungen an den ausgewählten Flugplätzen nach dem maximalen Startgewicht 2006                                              | 27 |
| Abbildung 12: Personen an Bord bei Start und Landung an den ausgewählten Flugplätzen nach dem maximalen Startgewicht der Flugzeuge 2006        | 27 |
| Abbildung 13: Fracht und Post an Bord bei Start und Landung an den ausgewählten Flugplätzen nach dem maximalen Startgewicht der Flugzeuge 2006 | 28 |
| Abbildung 14: Gesamte Ladung an Bord bei Start und Landung an den ausgewählten Flugplätzen nach dem maximalen Startgewicht der Flugzeuge 2006  | 29 |
| Abbildung 15: Durchschnittliche Personenzahl und Ladung an Bord bei Start und Landung an den ausgewählten Flugplätzen, nach Startgewicht 2006  | 29 |
| Abbildung 16: Entwicklung der Passagier-Verkehrsleistungen in unterschiedlichen Abgrenzungen, Mill. Pkm                                        | 31 |
| Abbildung 17: Verkehrsleistungen der abgehenden Passage an den ausgewählten Flugplätzen 2006, Mill. Pkm                                        | 35 |
| Abbildung 18: Verkehrsleistungen des abgehenden Verkehrs an den ausgewählten Flugplätzen 2006, Mill. Standard-tkm                              | 36 |
| Abbildung 19: Aufgliederung des Energieverbrauchs 2006                                                                                         | 38 |

|                                                                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 20: Entwicklung des Energieverbrauchs nach Bereichen                                                                                                                        | 39 |
| Abbildung 21: Aufgliederung der Klimalasten 2004                                                                                                                                      | 41 |
| Abbildung 22: Entwicklung von Energieverbrauch und Klimalasten aus dem Luftverkehr                                                                                                    | 43 |
| Abbildung 23: Spezifischer Energieverbrauch im Luftverkehr nach EEA                                                                                                                   | 44 |
| Abbildung 24: Energieverbrauch und Verkehrsleistungen des deutschen Luftverkehrs nach den „European Energy and Transport – Trends to 2030“ im Vergleich zur tatsächlichen Entwicklung | 45 |
| Abbildung 25: Spezifischer Energieverbrauch im Luftverkehr nach Mantzos/Capros und nach tatsächlichen Werten                                                                          | 46 |
| Abbildung 26: Spezifischer Energieverbrauch im Luftverkehr nach EWI/Prognos im Vergleich zu den tatsächlichen Werten                                                                  | 47 |
| Abbildung 27: Energieverbrauch und Personenverkehrsleistung im Luftverkehr nach EWI/Prognos im Vergleich zu den tatsächlichen Entwicklungen                                           | 49 |
| Abbildung 28: Weltluftverkehr (Passage) 1970 – 2026 in 1000 Mrd. Pkm                                                                                                                  | 51 |
| Abbildung 29: Weltbevölkerung und Weltluftverkehr pro Kopf 1970 – 2026                                                                                                                | 52 |
| Abbildung 30: Aufteilung des Weltluftverkehrs nach Hauptverkehrsgebieten 1985                                                                                                         | 53 |
| Abbildung 31: Aufteilung des Weltluftverkehrs nach Hauptverkehrsgebieten 2006                                                                                                         | 55 |
| Abbildung 32: Aufteilung des Weltluftverkehrs nach Hauptverkehrsgebieten 2026                                                                                                         | 55 |
| Abbildung 33: Zahl der Starts in Mill. und der Einsteiger pro Start bis 2030                                                                                                          | 76 |
| Abbildung 34: Zahl der Einsteiger in Mill. und durchschnittliche Flugabschnittslängen in km bis 2030                                                                                  | 78 |
| Abbildung 35: Passagier-Verkehrsleistungen in unterschiedlichen Abgrenzungen bis 2030, Mill. Pkm                                                                                      | 79 |
| Abbildung 36: Environmental Challenge as seen by ACARE                                                                                                                                | 81 |
| Abbildung 37: Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs im Luftverkehr                                                                                                           | 84 |
| Abbildung 38: Entwicklung des absoluten Energieverbrauchs des Luftverkehrs und der damit verbundenen Klimalasten                                                                      | 85 |
| Abbildung 39: Kompensationsbedarf der luftverkehrlichen Klimalasten bei Trendfortsetzung gegenüber dem Ziel einer 80-prozentigen Belastungsminderung bis 2050                         | 89 |

|                                                                                                                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 40: Anteil des Kompensationsbedarfs an den gesamten luftverkehrlichen Klimalasten bei Trendfortsetzung gegenüber dem Ziel einer 80-prozentigen Belastungsminderung bis 2050                                                       | 90  |
| Abbildung 41: Kompensationsbedarf der luftverkehrlichen Klimalasten bei Einfrieren der Starts auf dem Stand 2007 gegenüber dem Ziel einer 80-prozentigen Belastungsminderung bis 2050                                                       | 91  |
| Abbildung 42: Anteil des Kompensationsbedarfs an den gesamten luftverkehrlichen Klimalasten bei Einfrieren der Starts auf dem Stand von 2007 gegenüber dem Ziel einer 80-prozentigen Belastungsminderung bis 2050                           | 92  |
| Abbildung 43: Kompensationsbedarf der luftverkehrlichen Klimalasten bei Trendfortsetzung gegenüber dem Ziel einer Belastungsminderung auf 2 t CO <sub>2</sub> equ je Einwohner bis 2050                                                     | 93  |
| Abbildung 44: Anteil des Kompensationsbedarfs an den gesamten luftverkehrlichen Klimalasten bei Trendfortsetzung gegenüber dem Ziel einer Belastungsminderung auf 2 t CO <sub>2</sub> equ je Einwohner bis 2050                             | 94  |
| Abbildung 45: Kompensationsbedarf der luftverkehrlichen Klimalasten bei Einfrieren der Starts auf dem Stand 2007 gegenüber dem Ziel einer Belastungsminderung auf 2 t CO <sub>2</sub> equ je Einwohner bis 2050                             | 95  |
| Abbildung 46: Anteil des Kompensationsbedarfs an den gesamten luftverkehrlichen Klimalasten bei Einfrieren der Starts auf dem Stand von 2007 gegenüber dem Ziel einer Belastungsminderung auf 2 t CO <sub>2</sub> equ je Einwohner bis 2050 | 95  |
| Abbildung 47: Ryanair: Entfernungsgrößen                                                                                                                                                                                                    | 128 |
| Abbildung 48: Ryanair: Energiegrößen                                                                                                                                                                                                        | 131 |
| Abbildung 49: Ryanair: Finanzgrößen                                                                                                                                                                                                         | 132 |
| Abbildung 50: Ryanair: Anteile von Treibstoffkosten und Gewinn vor Steuern                                                                                                                                                                  | 133 |
| Abbildung 51: Spezifische CO <sub>2</sub> -Emissionen, g/Pkm                                                                                                                                                                                | 135 |
| Abbildung 52: CO <sub>2</sub> -Emissionen einer Urlaubsreise von vier Personen, kg                                                                                                                                                          | 137 |
| Abbildung 53: CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen einer Urlaubsreise von vier Personen, t                                                                                                                                               | 138 |

## Tabellenverzeichnis

|                                                                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 1: Übersicht über den Flugverkehr 2006                                                                                                                                                            | 4   |
| Tabelle 2: Flugplätze und -gelände in Deutschland 2006                                                                                                                                                    | 6   |
| Tabelle 3: Ausgewählte Flugplätze in Deutschland 2006                                                                                                                                                     | 8   |
| Tabelle 4: Kenngrößen ausgewählte Flugzeugtypen                                                                                                                                                           | 11  |
| Tabelle 5: Personenwege nach Verkehrsmitteln und Verkehrszwecken 2004 in Mrd.                                                                                                                             | 16  |
| Tabelle 6: Verkehrsleistung nach Verkehrsmitteln und -zwecken 2004 in Mrd. Pkm                                                                                                                            | 33  |
| Tabelle 7: Perspektiven des Weltluftverkehrs nach Hauptverkehrsgebieten                                                                                                                                   | 56  |
| Tabelle 8: Erwartete Entwicklung des westeuropäischen Luftverkehrs nach Airbus                                                                                                                            | 57  |
| Tabelle 9: Reisen mit Ursprung oder Ziel in Deutschland                                                                                                                                                   | 63  |
| Tabelle 10: Passagieraufkommen im deutschen Luftverkehr nach der Luftverkehrsprognose Deutschland 2020, Mill. Ein- und Aussteiger                                                                         | 64  |
| Tabelle 11: Aufteilung der Flugbewegungen (Starts + Landungen) nach der Luftverkehrsprognose Deutschland 2020 auf die Verkehrsarten Passagierverkehr, Luftfrachtverkehr und Allgemeine Luftfahrt, in 1000 | 68  |
| Tabelle 12: Kenndaten ausgewählter Flüge nach CE 2005                                                                                                                                                     | 71  |
| Tabelle 13: Kenndaten ausgewählter Flüge nach FHG-ISI                                                                                                                                                     | 71  |
| Tabelle 14: Innerdeutscher Flugverkehr in Verbindung mit Frankfurt (FRA)                                                                                                                                  | 100 |
| Tabelle 15: Innerdeutscher Flugverkehr in Verbindung mit München (MUC)                                                                                                                                    | 104 |
| Tabelle 16: CO <sub>2</sub> - und CO <sub>2</sub> -äquivalente Emissionen ausgewählter Urlaubsreisen einer vierköpfigen Familie                                                                           | 140 |
| Tabelle 17: Distanzen ausgewählter Relationen Deutschland-Fernost, Großkreisentfernungen in km                                                                                                            | 143 |
| Tabelle 18: Modellrechnung zu 50 Flügen/Tag mit A380 von Deutschland nach Fernost                                                                                                                         | 145 |
| Tabelle 19: Ausgewählte Daten von den Nationalberichten über die Treibhausgasinventare Deutschlands an das UNFCCC                                                                                         | 149 |
| Tabelle 20: Modifizierte Daten von den Nationalberichten über die Treibhausgasinventare Deutschlands an das UNFCCC                                                                                        | 150 |



## 1 Einführung

Eine zentrale Aufgabenstellung der vorliegenden Analyse besteht darin, grundlegende Sachverhalte in dem komplexen Gebiet der Luftfahrt auch in ihren teils erstaunlichen Größenverhältnissen verständlich darstellen.

Um es an einem Beispiel – die genauere Darstellung erfolgt weiter unten – zu belegen:

- Flugreisen sind nach wie vor ein verhältnismäßig seltenes Ereignis im gesamten Verkehrsgeschehen, das allerdings bei herkömmlicher Zählung der Fluggäste – sowohl beim Einstieg als auch beim Ausstieg – teilweise überzeichnet wird. Tatsächlich ist davon auszugehen, dass gegenwärtig jeder Einwohner im Durchschnitt pro Jahr etwa eine halbe Flugreise (also statistisch gesehen entweder hin oder retour) unternimmt.
- Flugreisen überbrücken im Vergleich zu anderen Reisen sehr große Distanzen, die allerdings bei herkömmlicher verkehrsstatistischer Abgrenzung (nur über deutschem Territorium) lediglich in bescheidenem Umfang berücksichtigt werden. Tatsächlich ist davon auszugehen, dass eine durchschnittliche Flugreise in Verbindung mit Deutschland 5.000 km (pro Richtung 2.500 km) ausmacht. Eine halbe Flugreise pro Einwohner und Jahr entspricht bei 2.500 km etwa der Gesamtentfernung, die pro Einwohner und Jahr auf den über 500 Wegen zu Fuß, per Fahrrad, mit Bus und mit Bahn zurückgelegt wird, oder annähernd einem Viertel der Gesamtdistanz der etwa 700 pro Einwohner und Jahr mit dem Auto zurückgelegten Wege.

Eine Reihe der angesprochenen Sachverhalte mag im Grundsatz als selbstverständlich, ja geradezu trivial erscheinen. Es hat aber den Anschein, dass unterschiedliche Personengruppen mit jeweils unterschiedlichen Gegebenheiten vertraut sind, während zu jeweils anderen Sachverhalten auch missverständliche Vorstellungen bestehen. Die – für eine angemessene Urteilsbildung zwingende – Gesamtorientierung ist dabei vielfach nur recht mangelhaft ausgeprägt. In der Tat können bis in hochrangige und entsprechend politisch entscheidungsrelevante Untersuchungen hinein signifikant fehlerhafte Darstellungen und Beurteilungen beobachtet und nachfolgend etwas zurechtgerückt werden.

Im Rahmen der vorliegenden, im Verhältnis zur Breite und Komplexität des Gegenstandsbereichs knapp gefassten Analyse kann es allerdings nur um die großen Linien gehen; kleineren Unstimmigkeiten in den Quellen kann nicht immer nachgegangen werden, wie auch manche vereinfachende Aussagen im vorliegenden Text als unbefriedigend eingestuft werden mögen.

Eine weitere Aufgabe besteht darin, Abschätzungen zur weiteren Entwicklung des Luftverkehrs und zu deren Bewertung bereitzustellen; als kritischer Pfad wird dabei insbesondere die mit dem Luftverkehr verbundene Klimlast adressiert.

Bezugsraum der Darstellung ist dabei Deutschland und der mit Deutschland verbundene Luftverkehr.

Diesen Aufgabenstellungen entspricht die Gliederung des Berichts:

- Zunächst wird im nachfolgenden Kapitel 2 der unter dem Gesichtspunkt des Personen- und Gütertransports, wie auch der Belastungen, relevante Luftverkehr im Rahmen des gesamten Luftverkehrs bestimmt.
- Kapitel 3 stellt zentrale strukturelle Gegebenheiten des Luftverkehrs dar einschließlich der räumlichen Gliederung und der Tendenzen in der bisherigen Entwicklung.
- In Kapitel 4 wird auf die denkbaren künftigen Entwicklungen eingegangen mit einem besonderen Augenmerk auf die Frage der Verträglichkeit einer Fortsetzung der bisherigen Entwicklungstrends.
- Kapitel 5 beschäftigt sich getrennt mit den Standorten Frankfurt (Main) und München wegen deren im Vergleich zu allen anderen Standorten deutlich herausgehobener Bedeutung. In gestraffter Form werden weitere bedeutende Luftverkehrsstandorte behandelt.
- Das abschließende Kapitel 6 beinhaltet zusammenfassend ein Fazit und Anregungen zum weiteren Umgang mit den Ergebnissen.
- Beigegeben sind ergänzende Darstellungen, die zum Gesamtverständnis beitragen können, nämlich
  - o eine Kurzdarstellung zur Entwicklung im Billigflugsegment am Beispiel Ryanair als einem der wichtigsten Treiber in der Luftverkehrsentwicklung,
  - o ein exemplarischer Vergleich von Energieverbrauch und Klimabelastungen unterschiedlicher Urlaubsreisen, um neben der Gesamtbetrachtung auch eine Einordnung auf der Ebene der Einzelaktivitäten zu unterstützen,
  - o eine Modellrechnung zur Ausweitung des Fernost-Verkehrs gestützt auf Airbus A380 als einem zentralen Element zur Expansion der Luftverkehrsleistungen, sowie
  - o eine Modifikationsrechnung zur bisher in den nationalen Klimabilanzen völlig unzureichenden Berücksichtigung des Luftverkehrs.

Auch als kritisch empfundene Befunde zum Luftverkehr und seinen Entwicklungstendenzen dürfen dabei nicht dahingehend interpretiert werden, dass das Fliegen damit grundsätzlich abgelehnt oder schlecht gemacht werden sollte: Es ist ja ganz offensichtlich, dass die Luftfahrt vordem kaum vorstellbare Möglichkeiten wirtschaftlicher Aktivitäten und persönlicher Erfahrungen eröffnet hat. Dies darf jedoch die Frage nicht verschütten, wie viel Luftfahrt verträglich ist – und es ist ja ebenfalls offensichtlich, dass die Luftfahrt mit erheblichen Belastungen verbunden ist. Eine fehlende oder fehlerhafte Berücksichtigung dieser Belastungen muss zwangsläufig zu Schiefen in den Abwägungsprozessen und in der Regel zu falschen Ergebnissen der Abwägungen führen.

Wenn der vorliegende Bericht zum Abbau dieser Schieflagen beiträgt, hat er seinen Zweck erfüllt.

Wie grundsätzlich in Analysen zu laufenden Vorgängen unvermeidlich, musste auch hier ab einem bestimmten Zeitpunkt die Berücksichtigung neuerer Daten und Studien abgebrochen werden; im vorliegenden Fall war im Wesentlichen zum Jahreswechsel 2007/08 Redaktionsschluß, mit vereinzelt Ausnahmen. Die amtliche Luftverkehrsstatistik als Datenbasis wurde bis zur Ausgabe 10/2007 der Monatsstatistik (erschieden am 18.12.2007) berücksichtigt.

## 2 Abgrenzung des relevanten Luftverkehrs

### 2.1 Flugbewegungen

Eine erste Übersicht über den (zivilen) Luftverkehr 2006 bietet die *Tabelle 1* nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (STATBAc 2006, Tab.1 und Tab. 3.2.1). Von den insgesamt rd. 4,850 Mio. Deutschland berührenden Flügen entfällt der deutlich größere Teil auf den nichtgewerblichen Flugverkehr, also im Wesentlichen die Hobby- oder Sportfliegerei. In dem für den Transport von Personen und Gütern maßgeblichen gewerblichen Verkehr wurden rd. 2,189 Mio. Flüge gezählt, die sich stark auf eine geringe Zahl „ausgewählter“ (vgl. den folgenden Abschnitt) Flugplätze konzentrieren. Bei den Flügen an den „sonstigen“ Flugplätzen handelt es sich überwiegend um gewerbliche Schulflüge, was die geringe Zahl der Passagiere verständlich macht.

**Tabelle 1: Übersicht über den Flugverkehr 2006**

| Verkehrsart                     | Flüge     | Personen    | Fracht    | Post    |
|---------------------------------|-----------|-------------|-----------|---------|
|                                 | Anzahl    |             | Tonnen    |         |
| Gewerblicher Verkehr            | 2 188 569 | 122 034 161 | 3 178 943 | 120 044 |
| auf ausgewählten Flugplätzen    | 1 780 091 | 121 742 635 | 3 178 943 | 120 044 |
| auf sonstigen Flugplätzen       | 408 478   | 291 526     | x         | x       |
| Nichtgewerbliche Motorflüge     | 1 244 201 | x           | x         | x       |
| auf Flugplätzen                 | 1 054 780 | x           | x         | x       |
| auf Hubschrauberlandeplätzen    | 80 635    | x           | x         | x       |
| auf Segelfluggeländen           | 106 637   | x           | x         | x       |
| auf Ultraleichtfluggeländen     | 2 149     | x           | x         | x       |
| Segelflüge                      | 662 153   | x           | x         | x       |
| Motorsegelflüge                 | 290 145   | x           | x         | x       |
| Flüge mit Ultraleichtflugzeugen | 461 661   | x           | x         | x       |
| Bemannte Ballone                | 2 883     | x           | x         | x       |

Passagier- und Nichtpassagierflüge (z. B. Arbeitsflüge, gewerbliche Schulflüge).

Personen ohne, Fracht und Post mit Doppelzählungen des Umsteige-/Umladeverkehrs

Quelle: StatBA, FS8 R6.2 2006, Tab. 1; vermutlich fehlerhafte Angabe von 391.265 für die Starts im gewerblichen Verkehr auf sonstigen Flugplätzen durch vermutlich korrekte Angabe in Tab. 3.2.1 der selben Quelle ersetzt und Summe der Flüge im gewerblichen Verkehr entsprechend korrigiert

Nicht enthalten in der Zahl der Deutschland berührenden Flüge sind die reinen Überflüge Deutschlands ohne inländische Bodenberührung. Nach Angaben der Deutschen Flugsicherung (DFS 2007, S. 33) waren dies 1,024 Mio. Flüge (2006). In Zusammen-

führung der Daten von Stat. Bundesamt und DFS<sup>1</sup> können wir im Jahr 2006 von knapp 6 Mio. Flügen ausgehen, die den deutschen Luftraum genutzt haben, davon rd. 30 Prozent gewerbliche Flüge in Zusammenhang mit den ausgewählten Flugplätzen.

Die Zählung und Zuordnung der Flüge ist allerdings nicht einheitlich, was zu Schief-lagen bei einer unbeabsichtigten Mischung verschiedener Konzepte führen kann. *Tabelle 1* berücksichtigt die Starts in Deutschland und zusätzlich die 0,708 Mio. Lan-dungen bei grenzüberschreitenden gewerblichen Flügen auf den ausgewählten Flug-plätzen<sup>2</sup>. Für den gewerblichen Verkehr lassen sich demnach 0,708 Mio. Landungen im grenzüberschreitenden Verkehr feststellen, mit ebenfalls 0,708 Mio. nahezu genau gleich viele Starts im grenzüberschreitenden Verkehr, sowie in ähnlicher Anzahl 0,772 Mio. Starts im Verkehr innerhalb Deutschlands (vgl. STATBA 2006c, Tab. 2, teilweise korrigiert<sup>3</sup>).

Neben dieser Abgrenzung der Flüge werden bisweilen auch lediglich die Starts ge-zählt, da ja jeder Flug genau einen Start aufweist. Häufiger jedoch werden als „Flug-bewegungen“ alle Starts und alle Landungen zusammengezählt; dieses Vorgehen mag aus der Sichtweise des einzelnen Flugplatzes verständlich erscheinen, da vor Ort jeweils Starts und Landungen als Vorgänge einzeln abzuwickeln sind. Bei Zusammen-führung solcher Daten mehrerer Flughäfen führt dieses Verfahren allerdings zu problematischen Doppelzählungen von Flügen.

---

<sup>1</sup> Während das Statistische Bundesamt die Überflüge nicht berücksichtigt, beschränkt sich die DFS bei den von ihr insgesamt berücksichtigten 2.982.755 IFR-Bewegungen (2006) auf die Flüge nach Instrumentenflugregeln; diese schlossen 77.748 militärische Flüge (2006) ein.

<sup>2</sup> Die Erläuterungen im Jahresbericht des Stat. Bundesamtes (STATBA2006c, 2006, Erläuterungen) erscheinen hier nicht ganz eindeutig, insofern die Auslandsverflechtungen der sonstigen Flugplätze und im nichtgewerblichen Verkehr nicht definitiv ausgeschlossen werden; Kontrollrechnungen anhand der Einzeltabellen (vgl. STATBA 2006b, STATBA 2006c) zeigen jedoch, dass die – vermutlich recht geringe – Zahl der Landungen im nichtgewerblichen grenzüberschreitenden Verkehr nicht erfasst sind, sowie dass sich die erfassten Landungen im gewerblichen grenzüberschreitenden Verkehr auf die ausgewählten Flugplätze beschränken. Dies erklärt wohl auch teilweise die Differenz zu der etwas höheren DFS-Angabe der Einflüge aus dem Ausland.

<sup>3</sup> Die Tab. 2 gibt 754.865 gewerbliche Flüge innerhalb Deutschlands an, dies dürfte jedoch nicht korrekt sein: Tab. 3.2.1 schlüsselt die Starts im gewerblichen Verkehr auf den sonstigen Flugplätzen auf bei einer Gesamtsumme für Deutschland von 408.478; die zugehörige Fußnote besagt, dass diese Zahl 17.213 Starts enthalte, „die auf ausgewählten Flugplätzen nochmals enthalten sind.“ Tatsächlich gliedert die Tab. 8.1.1 die „Verflechtung im Verkehr innerhalb Deutschlands“ auf, soweit sie im Zusammenhang mit den ausgewählten Flugplätzen steht; daraus lässt sich durch Summenbildung ermitteln: 346.387 Flüge (sowohl Starts als auch Landungen) zwischen den ausgewählten Flugplätzen; darüber hinaus 17.204 Starts von sonstigen Flugplätzen mit Landung auf ausgewählten Flugplätzen sowie 17.212 Starts auf ausgewählten Flugplätzen mit Landung auf sonstigen Flugplätzen und – etwas unerwartet – ein Flug von sonstigen zu sonstigen Flugplätzen. Während somit klar ist, dass die Gesamtsumme in Tab. 3.2.1 die auch in Tab. 8.1.1 enthaltenen (nicht 17.213, sondern) 17.204 + 1 Starts von den sonstigen Flugplätzen enthält, scheint die Angabe in Tab. 2 aus der Zusammenführung der Werte aus Tab. 3.2.1 (408.478 Starts) und der Anzahl der Flüge zwischen den ausgewählten Flugplätzen nach Tab. 8.1.1 (346.387) gebildet zu sein und entsprechend um die 17.212 Flüge von ausgewählten zu sonstigen Flugplätzen zu niedrig ausgewiesen. In Tab. 1 hingegen dürfte in fehlerhafter Anwendung der Fußnote zu Tab. 3.2.1 die Anzahl der Starts auf den sonstigen Flugplätzen um die Anzahl der Landungen der Flüge von den ausgewählten Flughäfen und den Lrläufer in Tab. 8.1.1. (1 Flug von sonstigen zu sonstigen Flugplätzen) vermindert sein.

## 2.2 Flugplätze

Entsprechend dem breiten Spektrum des Luftverkehrs stellt sich auch die infrastrukturelle Ausstattung mit Flugplätzen und –geländen als sehr vielfältig dar, und mehr noch: als erstaunlich umfangreich. *Tabelle 2* zeigt (nach Auswertung von STATBAc 2006, Tab. 3.1.1, 3.1.2 und 9.1) gegliedert nach Bundesländern, dass es in Deutschland gegenwärtig annähernd 1.000 Flugplätze und –gelände gibt. Das auch vom Umweltbundesamt auf seinem Internet-Auftritt gezeigte (vgl. UBA 2006a) und mittlerweile etwas überholte Kartogramm, hier als *Abbildung 1* wiedergegeben, vermittelt davon nur eine angenäherte Vorstellung. Detaillierte und zeitnah nachgeführte Informationen sind den Loseblatt-Handbüchern AIP-VFR (für Sichtflug) und AIP-IFR (für Instrumentenflug der Deutschen Flugsicherung zu entnehmen sowie den Kartenwerken der ICAO (ebenfalls von der DFS herausgegeben) oder der einschlägigen Fachverlage wie Jeppesen.

**Tabelle 2: Flugplätze und -gelände in Deutschland 2006**

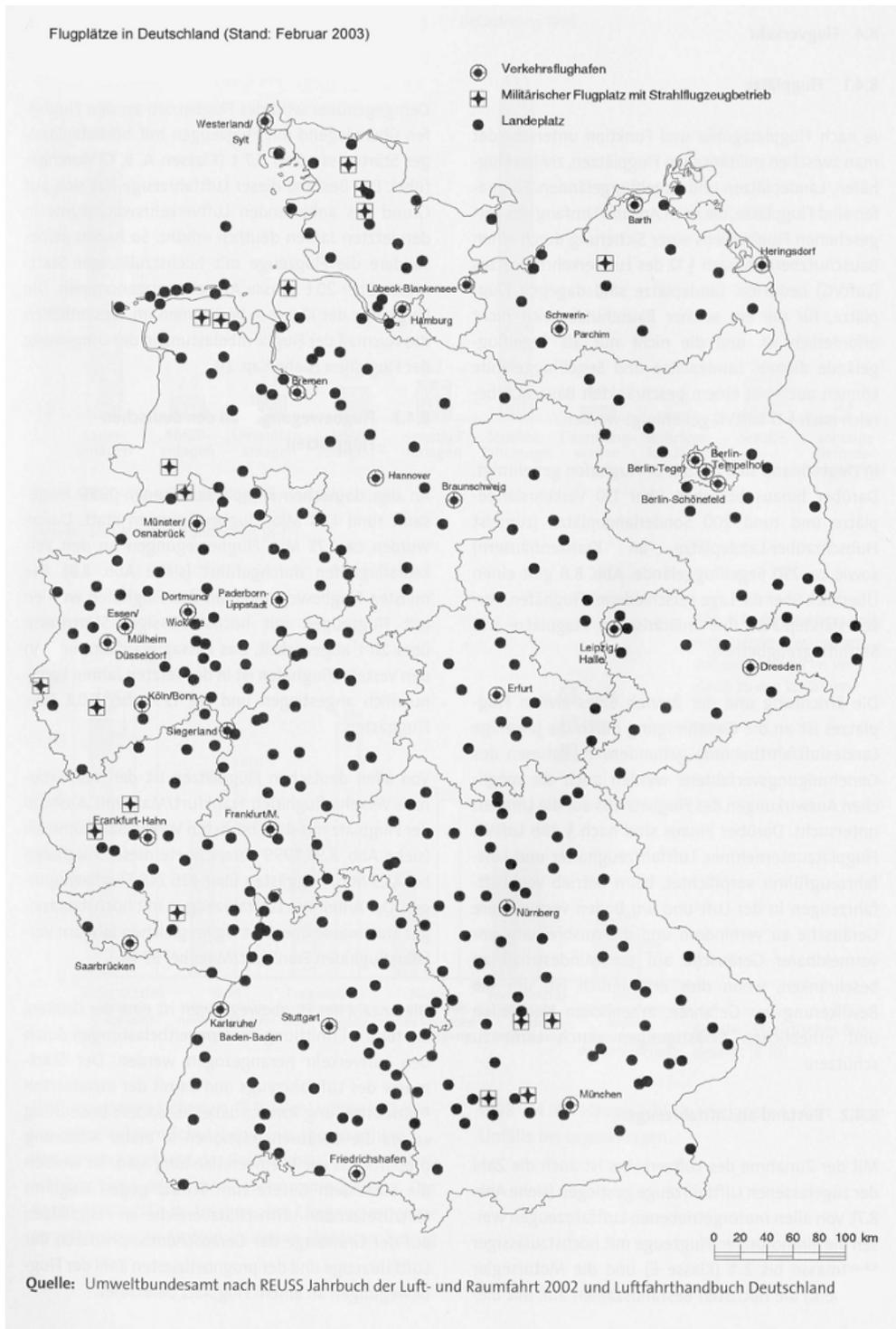
| Bundesland             | Mit gewerblichem Flugbetrieb |                     |            | Mit nicht gewerblichem Flugbetrieb |                      |                  |                        |            |
|------------------------|------------------------------|---------------------|------------|------------------------------------|----------------------|------------------|------------------------|------------|
|                        | ausgew. Flugplätze           | sonstige Flugplätze | zus.       | Flugplätze                         | Hubschr.-Landeplätze | Segelfluggelände | Ultraleichtfluggelände | zus.       |
| Baden-Württemberg      | 3                            | 28                  | <b>31</b>  | 54                                 | 57                   | 63               | 2                      | <b>176</b> |
| Bayern                 | 2                            | 38                  | <b>40</b>  | 85                                 | 26                   | 58               | 6                      | <b>175</b> |
| Berlin                 | 2                            | 0                   | <b>2</b>   | 2                                  | 12                   | 0                | 0                      | <b>14</b>  |
| Brandenburg            | 1                            | 23                  | <b>24</b>  | 29                                 | 20                   | 4                | 6                      | <b>59</b>  |
| Bremen                 | 1                            | 1                   | <b>2</b>   | 2                                  | 3                    | 0                | 0                      | <b>5</b>   |
| Hamburg                | 1                            | 0                   | <b>1</b>   | 2                                  | 6                    | 2                | 0                      | <b>10</b>  |
| Hessen                 | 1                            | 11                  | <b>12</b>  | 26                                 | 8                    | 44               | 0                      | <b>78</b>  |
| Mecklenburg-Vorpommern | 1                            | 12                  | <b>13</b>  | 18                                 | 2                    | 2                | 0                      | <b>22</b>  |
| Niedersachsen          | 1                            | 27                  | <b>28</b>  | 53                                 | 30                   | 42               | 1                      | <b>126</b> |
| Nordrhein-Westfalen    | 6                            | 26                  | <b>32</b>  | 49                                 | 18                   | 29               | 2                      | <b>98</b>  |
| Rheinland-Pfalz        | 1                            | 16                  | <b>17</b>  | 25                                 | 7                    | 18               | 2                      | <b>52</b>  |
| Saarland               | 1                            | 1                   | <b>2</b>   | 3                                  | 0                    | 3                | 0                      | <b>6</b>   |
| Sachsen                | 2                            | 13                  | <b>15</b>  | 20                                 | 16                   | 1                | 5                      | <b>42</b>  |
| Sachsen-Anhalt         | 0                            | 12                  | <b>12</b>  | 20                                 | 10                   | 2                | 5                      | <b>37</b>  |
| Schleswig-Holstein     | 1                            | 14                  | <b>15</b>  | 23                                 | 22                   | 3                | 1                      | <b>49</b>  |
| Thüringen              | 1                            | 10                  | <b>11</b>  | 16                                 | 7                    | 7                | 0                      | <b>30</b>  |
| <b>Deutschland</b>     | <b>25</b>                    | <b>232</b>          | <b>257</b> | <b>427</b>                         | <b>244</b>           | <b>278</b>       | <b>30</b>              | <b>979</b> |

Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, Tab. 3.1.1., 3.2.1 und 9.1

Durchschnittlich kommt in Deutschland damit auf jede Fläche von 20 x 20 km<sup>2</sup> eine Luftverkehrsanlage – Deutschland ist also zwar nicht damit gepflastert, aber doch recht dicht damit bestückt. Die meisten der vorhandenen Flugplätze und -gelände weisen allerdings nur ein geringes Verkehrsaufkommen auf, lediglich auf etwa jeder vierten

dieser Anlagen findet (auch) gewerblicher Luftverkehr statt; und lediglich etwa jeder zehnte Flugplatz mit gewerblichem Luftverkehr gehört zu den „ausgewählten“ Flugplätzen, die nahezu den gesamten gewerblichen Luftverkehr auf sich vereinigen.

**Abbildung 1: Flugplätze in Deutschland (Stand Februar 2003)**



Quelle: unter [www.umweltbundesamt.de/verkehr/datenumodelle/verkehdata/verkdaten.htm](http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/datenumodelle/verkehdata/verkdaten.htm)

Als „ausgewählte“ Flugplätze wurden über lange Zeit – unabhängig von ihrer sehr unterschiedlichen Verkehrsbedeutung – im früheren Bundesgebiet die Flughäfen Bremen, Düsseldorf, Frankfurt/M., Hamburg, Hannover, Köln/Bonn, München, Nürnberg, Saarbrücken und Stuttgart, zu denen dann noch Münster/Osnabrück kam, sowie die Berliner Flughäfen Tegel und Tempelhof einbezogen; nach der deutschen Wiedervereinigung kamen noch Berlin-Schönefeld, Dresden, Erfurt und Leipzig/Halle dazu (Berichtsumfang bis zum Berichtsjahr 2002).

**Tabelle 3: Ausgewählte Flugplätze in Deutschland 2006**

| <b>IATA-Code</b> | <b>Kurztext</b>       | <b>volle Bezeichnung</b> | <b>ICAO-Code</b> |
|------------------|-----------------------|--------------------------|------------------|
| <b>BRE</b>       | Bremen                | Bremen-Neuenland         | EDDW             |
| <b>CGN</b>       | Köln/Bonn             | Köln/Bonn-Wahn           | EDDK             |
| <b>DRS</b>       | Dresden               | Dresden-Klotzsche        | EDDC             |
| <b>DTM</b>       | Dortmund              | Dortmund-Wickede         | EDLW             |
| <b>DUS</b>       | Düsseldorf            | Düsseldorf-Lohausen      | EDDL             |
| <b>ERF</b>       | Erfurt                | Erfurt                   | EDDE             |
| <b>FDH</b>       | Friedrichshafen       | Friedrichshafen          | EDNY             |
| <b>FKB</b>       | Karlsruhe/Baden-Baden | Karlsruhe/Baden-Baden    | EDSP             |
| <b>FMO</b>       | Münster/Osnabrück     | Münster/Osnabrück        | EDDG             |
| <b>FRA</b>       | Frankfurt             | Frankfurt-Rhein-Main     | EDDF             |
| <b>HAJ</b>       | Hannover              | Hannover-Langenhagen     | EDDV             |
| <b>HAM</b>       | Hamburg               | Hamburg-Fuhlsbüttel      | EDDH             |
| <b>HHN</b>       | Hahn                  | Hahn                     | EDFH             |
| <b>LBC</b>       | Lübeck                | Lübeck                   | EDHL             |
| <b>LEJ</b>       | Leipzig               | Leipzig-Halle            | EDDP             |
| <b>MUC</b>       | München               | München                  | EDDM             |
| <b>NRN</b>       | Niederrhein           | Niederrhein              | EDLV             |
| <b>NUE</b>       | Nürnberg              | Nürnberg                 | EDDN             |
| <b>PAD</b>       | Paderborn/Lippstadt   | Paderborn/Lippstadt      | EDLP             |
| <b>RLG</b>       | Rostock/Laage         | Rostock/Laage            | ETNL             |
| <b>SCN</b>       | Saarbrücken           | Saarbrücken-Ensheim      | EDDR             |
| <b>STR</b>       | Stuttgart             | Stuttgart-Echterdingen   | EDDS             |
| <b>SXF</b>       | Berlin (SXF)          | Berlin-Schönefeld        | EDDB             |
| <b>THF</b>       | Berlin (THF)          | Berlin-Tempelhof         | EDDI             |
| <b>TXL</b>       | Berlin (TXL)          | Berlin-Tegel             | EDDT             |

Quelle: Zusammenstellung nach Statistisches Bundesamt (FS 8 R. 6.2 2006) und Deutsche Flugsicherung (Mobilitätsbericht 2006)

Im Zuge der europäischen Vereinheitlichung wird nun seit einigen Jahren als Abgrenzungskriterium eine Schwelle von 150.000 Passagieren pro Jahr verwendet, wobei die Passagiere sowohl beim Einsteigen als auch beim Aussteigen gezählt werden (vgl. VerkStatG). Diese Schwelle liegt auf durchaus nennenswerter Höhe, soweit kleines

Fluggerät eingesetzt wird. Soweit die Betriebscharakteristika zeitgemäßer Billigfluglinien zugrundegelegt werden, ist diese Schwelle allerdings schnell erreicht: Bei den dort üblichen Flugzeugen (etwa Boeing 737-800 mit knapp 190 Sitzen) und der dort üblichen Sitzplatzauslastung (80 Prozent und mehr) schlägt ein einfacher täglicher Besuch (Landung und Start) jeweils mit etwa 300 Passagieren (Aus- und Einsteiger) zu Buche, hochgerechnet auf alle Tage eines Jahres sind dies rd. 110.000. Mit werktäglich einer Morgen- und einer Abendmaschine wird auf diese Weise die Schwelle zum ausgewählten Flugplatz bereits erreicht oder überschritten. Verständlicherweise hat sich deshalb die Zahl der ausgewählten Flugplätze in den letzten Jahren laufend erhöht und steht gegenwärtig bei 25.

Diese 25 Flugplätze werden in der vorstehenden *Tabelle 3* alphabetisch nach ihrem IATA-Kürzel (Three-Letter-Code) aufgelistet; zusätzlich zu ihrer Kurz- und Langbezeichnung wird auch das ICAO-Kürzel (Four-Letter-Code) angegeben. Auf diese Flugplätze und deren Verkehrsverflechtungen, über die auch die Luftverkehrsstatistik ausführliche Daten bereitstellt, konzentriert sich die vorliegende Analyse, wobei der Schwerpunkt auf dem dominierenden Personenverkehr liegt.

Der Vollständigkeit halber sei darauf hingewiesen, dass auch andere Abgrenzungen gebräuchlich sind. Die Deutsche Flugsicherung grenzt (für 2006) 17 International Airports (in drei Kategorien: 2 IHG = International Hub Gateways; 7 IAA I = International Access Airports, Kategorie I; 8 IAA II = International Access Airports, Kategorie II) und darüber hinaus 23 Regional Airports ab (vgl. DFSa); die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (vgl. ADVa, ADVb) berichtet demgegenüber 2006 über 19 Flughäfen und zusätzlich über 36 Regionalf Flughäfen.

## 2.3 Flugzeuge

Der Differenzierung des Flugeschehens und der Luftverkehrsanlagen entspricht jene der Fluggeräte. In der *Abbildung 2* sind die in Deutschland zugelassenen und in der Luftfahrtrolle eingetragenen Luftfahrzeuge nach der Kennzeichenklasse (vgl. LuftVG und LuftVZO) zum Jahresende 2006 dargestellt (vgl. LBA 2007). Ihre Gesamtzahl erscheint mit annähernd 21.000 durchaus bedeutend und hat sich in den letzten Jahren kaum geändert.

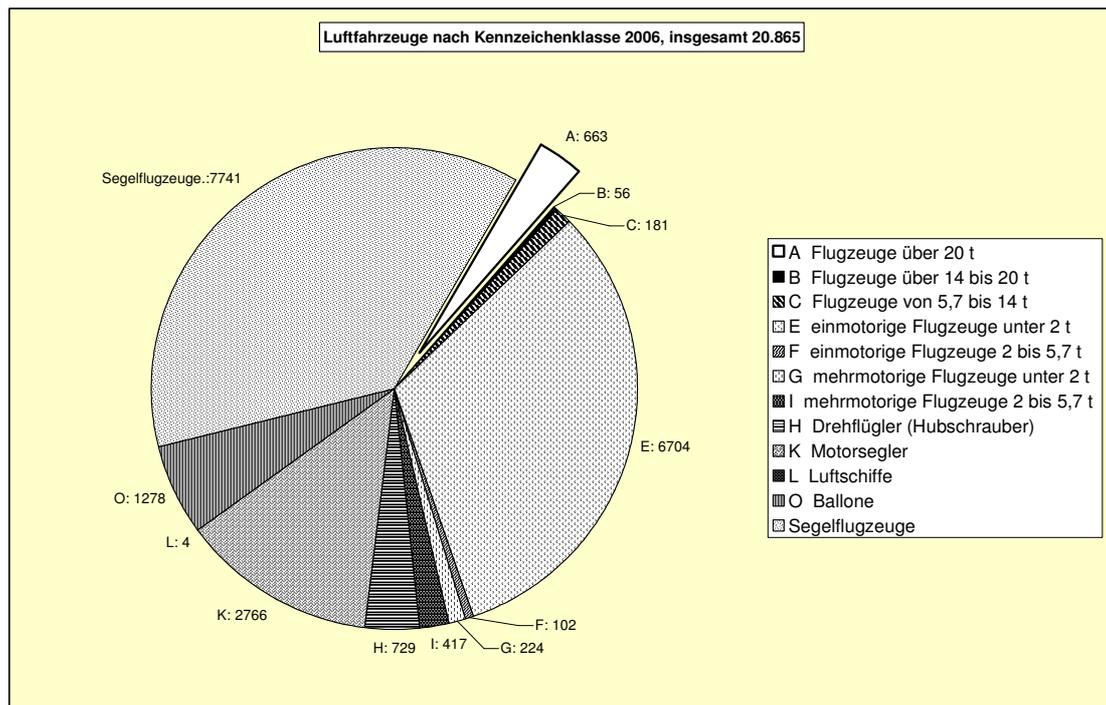
Die deutlich dominierenden Sektoren bilden die Segelflugzeuge, die Motorsegler (Kennzeichenklasse K) und die leichten einmotorigen Flugzeuge unter 2 t (Kennzeichenklasse E).<sup>4</sup> Von diesen Luftfahrzeugen kann zwar durchaus eine erhebliche Lärmbelastung ausgehen (auch Segelflugzeuge bedienen sich häufig des Motorschlepps, um segelflugtaugliche Flughöhen und Gebiete zu erreichen), deswegen werden sie

---

<sup>4</sup> Nicht dargestellt ist die von ihrer Anzahl her noch bedeutendere Klasse der Ultraleichtflugzeuge; diese gelten als Luftsportgeräte, sind teilweise von der Muster- und Verkehrszulassung freigestellt und werden im Übrigen nicht in der Luftfahrtrolle geführt, sondern in einem getrennten Register, dem Luftsportgeräteverzeichnis.

bisweilen auch etwas abschätzig als „Mopeds der Lüfte“ bezeichnet; ihre verkehrliche Bedeutung zur Beförderung von Personen oder Sachen ist dagegen eben so weitgehend vernachlässigbar wie ihr Beitrag zum Energieverbrauch und zur Klimabelastung aus dem Luftverkehr.

**Abbildung 2: Luftfahrzeuge in Deutschland am 31.12.2006**



Quelle: Luftfahrtbundesamt, Stand 09.01.2007, nach [www.lba.de/cln\\_009/nn\\_54146/DE/\\_C3\\_96ffentlichkeitsarbeit/Statistiken/Bestand.html](http://www.lba.de/cln_009/nn_54146/DE/_C3_96ffentlichkeitsarbeit/Statistiken/Bestand.html)

Die gewerbliche Luftfahrt zur Personen- und Güterbeförderung konzentriert sich weitgehend auf die Kennzeichenklasse A, im vergleichsweise bedeutungsschwächeren Regionalverkehr werden vielfach auch Flugzeuge der Kennzeichenklasse B eingesetzt. Diese Flugzeuge machen mit etwa 3 – 4 Prozent nur einen erstaunlich geringen Anteil der registrierten Luftfahrzeuge aus, auf sie entfällt jedoch nahezu die Gesamtmenge von Energieverbrauch, Umwelt- und Klimabelastung des Luftverkehrs. Zum besseren Verständnis der in der gewerblichen Luftfahrt eingesetzten Flugzeuge liefert die nachfolgende *Tabelle 4* Kenngrößen für ausgewählte Flugzeugtypen. Zur Bildung einer repräsentativen Auswahl aus der Vielzahl der Flugzeugmuster wurden die in dem Poster „Die Verkehrsjets der Welt“ der FlugRevue 12/2007 angeführten Typen zugrundegelegt (vgl. FLUGREVUE 2007a). Dabei wurden die noch vor ihrem Erstflug befindlichen Modelle von ACAC (ARJ21), Boeing (787-8), Bombardier (CRJ1000) und Suchoi (Superjet 100) nicht berücksichtigt; dagegen wurde der Typ Boeing 747-8, obwohl ebenfalls noch nicht ausgeliefert, als Fortentwicklung und Vertreter der 747-Familie in

der Auswahl einbezogen. Zusätzlich wurden einige gebräuchliche Turboprop-Typen von ATR und von Bombardier ergänzt.

**Tabelle 4: Kenngrößen ausgewählte Flugzeugtypen**

| Hersteller | Typ        | Länge<br>m | Spannweite<br>m | Höhe<br>m | Passagiere   | MTOW<br>t     | Reichweite<br>km |
|------------|------------|------------|-----------------|-----------|--------------|---------------|------------------|
| Airbus     | A318       | 31,45      | 34,1            | 12,56     | typ. 107     | 59-68         | 2700-5950        |
| Airbus     | A319       | 33,84      | 34,1            | 11,76     | typ. 124     | 64-75,5       | 3350-6800        |
| Airbus     | A320       | 37,57      | 34,1            | 11,76     | typ. 150     | 73,5-77       | 4800-5700        |
| Airbus     | A321       | 44,51      | 34,1            | 11,76     | typ. 185     | 83-93,5       | 4400-5600        |
| Airbus     | A330-200   | 58,8       | 60,3            | 17,4      | typ. 253-293 | 230-233       | 12500            |
| Airbus     | A340-300   | 63,6       | 60,3            | 16,85     | typ. 285     | 275-276,5     | 13350-13700      |
| Airbus     | A340-600   | 75,3       | 63,45           | 17,3      | typ. 380     | 368-380       | 14360-14600      |
| Airbus     | A380       | 73         | 79,8            | 24,1      | typ. 525     | 560           | 15200            |
| Antonov    | An-148     | 29,13      | 28,91           | 8,02      | max. 80      | 42,6          | 5100             |
| Boeing     | 737-600    | 31,2       | 34,3-35,8       | 12,6      | 110-132      | 66            | 5648             |
| Boeing     | 737-800    | 39,5       | 34,3-35,8       | 12,5      | 162-189      | 79,01         | 5665             |
| Boeing     | 737-900ER  | 42,1       | 34,3-35,7       | 12,5      | 180-215      | 85,13         | 5925             |
| Boeing     | 747-8      | 76,4       | 68,5            | 19,5      | typ. 467     | 439,985       | 14815            |
| Boeing     | 767-300ER  | 54,9       | 47,6            | 15,8      | 218-350      | 186,88        | 11065            |
| Boeing     | 777-200    | 63,7       | 60,9            | 18,5      | 305-440      | 247,2         | 9695             |
| Boeing     | 777-300    | 73,9       | 60,9            | 18,5      | 368-550      | 299,73        | 11135            |
| Bombardier | CRJ700     | 32,51      | 23,24           | 7,57      | max. 78      | 32,995-34,926 | 2655-3708        |
| Bombardier | CRJ900     | 36,4       | 24,85           | 7,51      | max. 90      | 36,514-38,329 | 2956-3385        |
| Embraer    | 170        | 29,9       | 26              | 9,85      | 70-80        | 35,990-38,600 | 3892             |
| Embraer    | 195        | 38,65      | 28,72           | 10,55     | 106-122      | 48,790-52,290 | 4077             |
| Ilyuschin  | IL-96-300  | 55,3       | 57,6            | 17,6      | 235-300      | 216           | 13500            |
| Tupolew    | Tu-154M    | 48         | 37,5            | 11,4      | 164-180      | 104           | 4000             |
| Tupolew    | Tu-204-100 | 46         | 42              | 13,9      | 210          | 103           | 4300             |
| ATR        | ATR 42-500 | 22,67      | 24,57           | 7,59      | 46-50        | 18,6          | 1556             |
| ATR        | ATR 72-500 | 27,166     | 27,05           | 7,65      | 68-74        | 22,5-22,8     | 1648             |
| Bombardier | Q200       | 22,3       | 25,9            | 7,49      | 37-39        | 16,466        | 1713             |
| Bombardier | Q300       | 25,7       | 27,4            | 7,49      | 50-56        | 19,505        | 1558             |
| Bombardier | Q400       | 32,84      | 28,42           | 8,34      | 68-78        | 29,257        | 2522             |

MTOW = maximales Abfluggewicht (maximum take off weight); typ. = typisch; max. = maximal

Reichweitenangaben für ATR 42-500 und ATR 72-500 von nautischen Meilen in km umgerechnet

Quellen: Recherche von Herstellerangaben im Internet

Die Bandbreite, die sich in der Tabelle hinsichtlich der Flugzeuggrößen und der Reichweiten zeigt, erscheint recht beachtlich (auch wenn die Tabelle lediglich einen Teil der tatsächlichen Palette abbildet). Wenngleich der Unterschied zu den kleinen, in der Ver-

kehrsfliederei kaum genutzten Flugzeugen generell groß ist, so kann sich doch nur beschränkt als angemessen erschließen, dass die Flugzeuge zwischen 2 und 20 Tonnen Abflugmasse in vier Klassen eingeteilt werden, dagegen die Flugzeuge von 20 bis 560 Tonnen alle der selben Flugzeugklasse zugerechnet werden.

Neben den Unterschieden zwischen den Flugzeugtypen können auch die Variationen innerhalb eines Flugzeugtyps ein beträchtliches Ausmaß annehmen. Zwar weisen die Außenabmessungen kaum Unterschiede auf (bei den Boeing-737 handelt es sich um die wahlweise Ausführung ohne und mit Winglets, also strömungsverbessernden aufgebogenen Flügelenden); die verbreitete Übung, durch Einfügung zusätzlicher Rumpfssegmente (und entsprechende Neuabstimmung des gesamten Flugzeugs) die Flugzeuggröße zu verändern, führt zu unterschiedlichen Typen der selben Flugzeugfamilie. Insbesondere die Sitzplatzzahl, daneben auch das Startgewicht und die Reichweite, werden jedoch auch innerhalb eines Flugzeugtyps verschieden gestaltet. So wird neben dem Abstand der Sitzreihen auch die Sitzanzahl pro Reihe variiert, für den Typ 777 zeigt das Manual von Boeing Lösungen mit 6, 7, 8, 9 und 10 Sitzen, für die etwas schmaler geschnittene 787, die aktuell entwickelt wird, Lösungen mit 4, 6, 7, 8 und 9 Sitzen pro Reihe (vgl. BOEINGa). Je nach Geschäftsmodell der jeweiligen Fluggesellschaft und dem vorgesehenen Flugprogramm der jeweiligen Maschinen kann so über unterschiedliche Klasseneinteilung und -gestaltung das Sitzplatzangebot in großem Umfang unterschiedlich gestaltet werden. Tatsächlich wird der Boeing Jumbo-Jet 747-400 seit 1991 in Japan auch in einer „domestic“-Ausführung betrieben, die nach aktueller Boeing-Angabe bei enger 1-Klassen-Bestuhlung mit 79 cm Sitzreihenabstand (31“-pitch) 624 Sitzplätze aufweist (vgl. BOEINGa); gegenwärtig betreiben u.a. die All Nippon Airways 13 Flugzeuge des Typs 747-400D mit 569 Sitzplätzen (vgl. ANA 2007).

Naturgemäß ergeben sich aus diesen konstruktiven Unterschieden, verstärkt um die unterschiedlichen Auslastungsgrade, auch sehr große Unterschiede in der Effizienz des Luftverkehrs, sei es bei den Kosten oder auch beim spezifischen Energieverbrauch. Vor allem aber erscheint bedeutend – wenngleich eher trivial, dass man die selbe Passagierzahl auf einer Relation mit einer erheblich unterschiedlichen Anzahl von Flügen, bzw. mit der selben Anzahl von Flügen eine erheblich unterschiedliche Anzahl von Passagieren befördern kann. So könnte beispielsweise der Verkehr im sog. „Beamten-Shuttle“ zwischen Köln/Bonn und Berlin Tempelhof<sup>5</sup> bei Einsatz einer Boeing 747 domestic, wie in Japan verwendet, auch mit einem einzigen werktäglichen Flug pro Richtung (also 250 Flügen pro Richtung und Jahr) abgewickelt werden; allerdings dürfte eine solche Lösung nicht erwünscht und möglicherweise auch nicht sehr vernünftig sein. Eher zu beobachten sind Substitutionsprozesse, bei denen Flüge im herkömmlichen Regionalflugbetrieb, also mit zu 35 bis 50 Prozent ausgelasteten 50-Sitzern, durch Flüge von Billigfluglinien auf ähnlichen Relationen, aber mit zu 80 Prozent

---

<sup>5</sup> Auf der – im öffentlich zugänglichen Flugplan von Köln/Bonn nicht ausgewiesenen – Relation wurden im Jahr 2006 pro Richtung etwa 1.900 Flüge abgewickelt mit rd. 127.000 Passagieren pro Richtung (vgl. STATBA 2006c)

ausgelasteten 180-Sitzern ersetzt werden – ohne Reduktion der Flugfrequenzen, aber mit einer Anhebung der Passagierzahl auf das Fünf- bis Zehnfache.

### 3 Struktur des deutschen Luftverkehrs

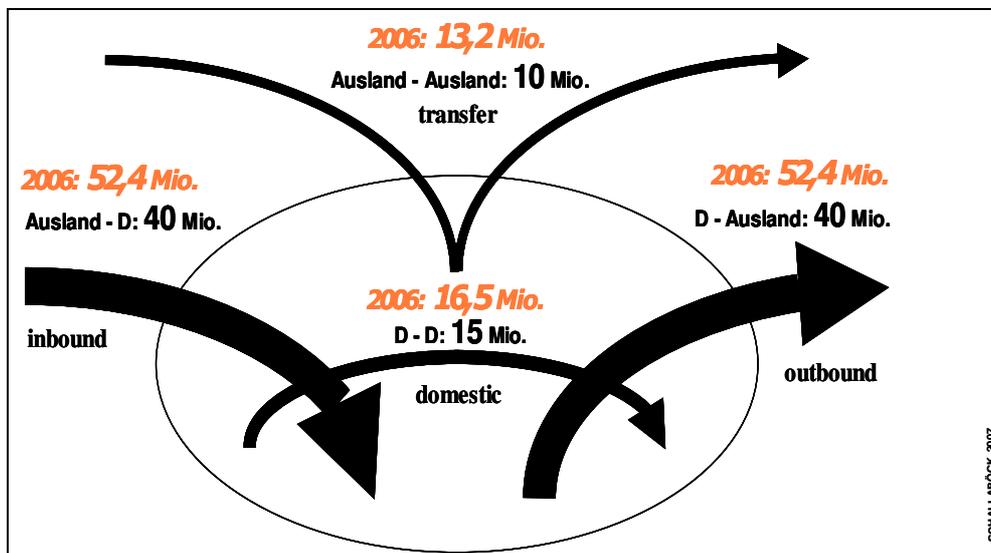
#### 3.1 Verkehrsaufkommen

##### 3.1.1 Gesamtbetrachtung

Die Passagiere im Luftverkehr werden üblicherweise bei jedem Ein- und Aussteigen (im Bundesgebiet) gezählt; dies führt in erheblichem und schwer nachvollziehbarem Umfang zu Doppelzählungen: Ein Fluggast, der eine innerdeutsche Flugreise mit einmaligem Umsteigen realisiert (zugegeben kein sehr häufiger Fall), geht damit auf Hin- und Rückreise insgesamt als 8 Passagiere in die Statistik ein. Demgegenüber wird ein Fluggast bei einer (möglicherweise viel längeren) Auslandsreise lediglich zweimal gezählt – einmal beim Einstieg in Deutschland und dann wieder beim Ausstieg in Deutschland.

Seit einigen Jahren werden nun die Umsteiger im Luftverkehr genauer erfasst und in den statistischen Publikationen (vgl. STATBAc) ausgewiesen. Daraus ist es möglich, die tatsächlichen Verkehrsströme abzuleiten und in übersichtlicher Form darzustellen, vgl. *Abbildung 3*.

**Abbildung 3: Reisende an den ausgewählten Flugplätzen 2003 und 2006**



Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2003 und 2006, eigene Berechnungen

Für 2006 ergeben sich als stärkste Passagierströme die praktisch gleich starken Ströme von Deutschland ins Ausland und aus dem Ausland nach Deutschland mit jeweils rd. 52,4 Mio. Reisenden; davon nutzen jeweils rd. 3,1 Mio. einen innerdeutschen Anschlussflug im Vor- bzw. Nachlauf des grenzüberschreitenden Verkehrs. 16,5 Mio. Fluggäste fliegen innerdeutsch, davon allenfalls 0,1 Mio. mit Umsteigen. Schließlich

nutzen etwa 13,2 Mio. Fluggäste deutsche Flugplätze lediglich als Umsteigeort, an denen sie vom Ausland kommend einen Weiterflug wieder ins Ausland antreten.<sup>6</sup>

Da die Flugreisen weitgehend paarig erfolgen (hin und retour), kann man daraus auch sehr gut die Anzahl der jeweiligen Gesamtreisen ableiten: 52,4 Mio. Reisen ins Ausland und retour (teilweise in anderer Reihenfolge), gut 8,2 Mio. innerdeutsche Reisen (hin und retour), sowie rd. 6,6 Mio. Reisen vom Ausland ins Ausland über deutsche Umstiegspunkte (hin und retour). Zusammengenommen stehen damit etwa 67,3 Mio. Flugreisen in Zusammenhang mit deutschen Flugplätzen.

Dies ist eine offensichtlich auch im Vergleich zur Bevölkerungszahl Deutschlands doch recht übersichtliche Größe. Da diese Zahl in erheblichem Umfang auch auswärtige Fluggäste einschließt, kann die vielfach geäußerte Meinung, dass heute ja jeder fliege, aus den trockenen statistischen Ergebnissen keineswegs belegt werden. Andererseits lässt sich aus der noch immer geringen Flughäufigkeit pro Einwohner verstehen, dass der Luftverkehr erhebliche Zuwachsraten aufweist. Der Vergleich mit den in *Abbildung 3* ebenfalls eingetragenen Zahlenwerten für 2003 zeigt, dass allein in den drei Jahren bis 2006 die Zahl der grenzüberschreitenden Reisen um etwa 30 Prozent angestiegen ist, während die innerdeutschen Reisen ein deutlich schwächeres, mit 10 Prozent aber immer noch nennenswertes Wachstum aufwiesen.

Die Zurechnung von Flugreisen zu inländischen und ausländischen Reisenden ist nur über Abschätzungen möglich, wofür allerdings qualitativ auch einleuchtende Argumente zur Verfügung stehen:

- Die Auslands-Auslands-Reisen (mit lediglich Umsteigen in Deutschland) dürften sehr weitgehend – vereinfacht: vollständig – auf auswärtige Reisende entfallen.
- Die Inlands-Inlands-Reisen dürften dagegen sehr weitgehend auf einheimische Reisende entfallen.
- Für die größte Gruppe der Reisen, nämlich zwischen Inland und Ausland, muss man sowohl heimische als auch auswärtige Reisende in nennenswertem Umfang unterstellen. Da zum einen die Flugreiseintensität generell als wohlstandsabhängig anzusehen ist, sowie darüber hinaus Deutschland innerhalb Europas nicht zu den bevorzugten (Auslands-)Urlaubsgebieten zählt, wird man allerdings ein deutliches

---

<sup>6</sup> Nicht berücksichtigt in diesen Zahlen bzw. der Aufgliederung der Reisenden sind die Fluggäste im Transitverkehr ohne Umsteigen. Deren Zahl wird in STATBAc 2006 in Tab. 2 mit 0,516 Mio. im Linienverkehr beziffert; dagegen ergibt sich als Differenz zwischen den in Tab. 2 genannten Einsteigerzahlen ins Inland und der Anzahl der Passagiere an Bord bei Abflug ins Inland gem. Tab. 4.2.1 ein Wert von 0,600 Mio., sowie zwischen den in Tab. 2 genannten Einsteigerzahlen ins Ausland und der Anzahl der Passagiere an Bord bei Abflug ins Ausland gem. Tab. 4.2.1 ein Wert von 0,624 Mio., somit zusammen von gut 1,2 Mio. Die Beschränkung der direkten Angabe in Tab. 2 auf den Linienverkehr kann den Unterschied zwischen 0,5 und 1,2 Mio. Transitpassagieren kaum erklären; angesichts der relativen Geringfügigkeit braucht den Unstimmigkeiten hier allerdings nicht weiter nachgegangen zu werden. Soweit die Transitpassagiere von Deutschland kommend über eine deutsche Zwischenlandung ins Ausland fliegen und umgekehrt, könnten (a) die Zahl der innerdeutschen Fluggäste um maximal etwa 0,6 Mio. zu reduzieren sein, sowie (b) zugleich die Zahl der Fluggäste ins Ausland wie auch der Fluggäste aus dem Ausland um jeweils bis zu 0,6 Mio. zu erhöhen; tatsächlich dürften die Änderungsbedarfe geringer ausfallen.

Übergewicht der einheimischen Flugreisenden unterstellen können; als plausible Größenordnung könnte man etwa 60 bis 65 Prozent den einheimischen Reisenden zuordnen und demgegenüber 40 bis 35 Prozent den auswärtigen Reisenden.

Folgt man diesen Überlegungen, so ergeben sich gegenwärtig jährlich etwa 40 bis 42 Mio. Flugreisen der Bevölkerung Deutschlands, somit rd. 0,5 Flugreisen je Einwohner. Selbstverständlich verteilt sich die Flugreiseaktivität nicht gleichmäßig auf die Gesamtbevölkerung; für einen deutlichen Großteil der Bevölkerung ist davon auszugehen, dass er in einem Bezugsjahr keine Flugreise unternimmt. Ein weiterer großer Teil der Bevölkerung wird eine Flugreise pro Jahr unternehmen, vorzugsweise eine Urlaubsreise. Schließlich realisieren immer kleiner werdende Quoten der Bevölkerung zunehmende Zahlen von Flugreisen bis hin zu ausdrücklichen Vielfliegern mit – teils deutlich – über 20 Flugreisen pro Jahr.

Genau genommen müsste man noch einen Korrekturfaktor berücksichtigen, insofern sich die bisherige Darstellung lediglich auf die Flugreisen und deren Verortung bezieht, nicht jedoch auf die tatsächlichen Gesamtreisen: Ein Teil der Reisenden wählt als Startpunkt der Flugreise (und/oder deren Endpunkt bei Rückkehr) einen Flugplatz im jeweiligen Ausland – es handelt sich also um einheimische Reisende, die ihre Flugreise im Ausland (z.B. Amsterdam) beginnen und um auswärtige Fluggäste, deren Flugreise in Deutschland (z.B. München) beginnt. Die Differenz dieser beiden Größen dürfte jedoch gering sein, weshalb eine Berücksichtigung hier nicht erforderlich erscheint.

Eine Einordnung des Luftverkehrs in die gesamte Mobilität ermöglicht *Tabelle 5*, die alle Wege nach Verkehrsmitteln und Verkehrszwecken gliedert.

**Tabelle 5: Personenwege nach Verkehrsmitteln und Verkehrszwecken 2004 in Mrd.**

|           | Beruf  | Aus-<br>bildung | Geschäft | Begleitung | Einkauf<br>/Erl. | Freizeit | Urlaub | Zus.    | Anteile<br>in % |
|-----------|--------|-----------------|----------|------------|------------------|----------|--------|---------|-----------------|
| Fuß       | 1,274  | 1,685           | 0,319    | 1,684      | 8,782            | 9,317    | 0      | 23,06   | 22,99           |
| Rad       | 1,318  | 0,814           | 0,141    | 0,397      | 2,827            | 3,256    | 0      | 8,752   | 8,72            |
| ÖSPV      | 1,487  | 2,468           | 0,164    | 0,220      | 2,542            | 2,156    | 0,019  | 9,055   | 9,03            |
| Bahn      | 0,703  | 0,311           | 0,135    | 0,036      | 0,318            | 0,555    | 0,012  | 2,071   | 2,06            |
| MIV – F   | 9,329  | 0,597           | 4,290    | 3,519      | 13,369           | 9,717    | 0,034  | 40,855  | 40,72           |
| MIV – M   | 0,812  | 1,163           | 0,758    | 2,211      | 4,919            | 6,512    | 0,048  | 16,422  | 16,37           |
| Luft      | 0      | 0               | 0,038    | 0          | 0                | 0,010    | 0,058  | 0,107   | 0,11            |
| gesamt    | 14,923 | 7,037           | 5,845    | 8,067      | 32,757           | 31,522   | 0,171  | 100,322 | 100,00          |
| Ant. in % | 14,88  | 7,01            | 5,83     | 8,04       | 32,65            | 31,42    | 0,17   | 100,00  |                 |

ÖSPV = Öffentlicher Straßenpersonenverkehr; MIV – F, - M = Fahrer, Mitfahrer im motorisierten Individualverkehr

Quelle: KLOAS/KUHFELD 2006

Während hierbei generell nach dem Inländerprinzip abgegrenzt wird, beinhaltet der Luftverkehr offenbar die Wege der inländischen und der auswärtigen Fluggäste; außerdem sind die Flugreisen nach Richtung getrennt erfasst, also sowohl mit dem Hin- als auch dem Rückweg. Insgesamt zeigt sich der Luftverkehr im Vergleich zu den

anderen Verkehrsmitteln marginal, im Durchschnitt wurde 2004 weniger als einer der jährlich gut 1.200 Wege pro Einwohner im Luftverkehr erledigt. Hinsichtlich der Verkehrszwecke ergibt sich aus dieser Darstellung, dass im Luftverkehr gut 35 Prozent auf Wege im Geschäfts- und Dienstreiseverkehr entfallen, deutlich mehr als deren Anteil an allen Wegen; den überwiegenden Großteil macht jedoch der private Urlaubs- und Freizeitverkehr aus.

### 3.1.2 Regionalstruktur

Für eine regionale Aufgliederung der Reisenden wird auf die Einsteiger in Deutschland Bezug genommen; wegen der Paarigkeit im Flugverkehr kann man von weitgehend gleichen Zahlen für die Aussteiger ausgehen. Die verkehrliche Bezugsgröße sind dabei allerdings nicht mehr die (vollständigen) Flugreisen der Personen, sondern deren physikalisch abgrenzbare Flüge; die knapp 3.2 Mio. Umsteiger, die nach einem innerdeutschen Flug (mit einem anderen Flugzeug) weiterfliegen, werden bei jedem dieser Flüge gezählt.

Regional gegliedert wird zum einen nach dem Einstiegsort, also den 25 ausgewählten Flugplätzen, zum anderen nach dem Zielgebiet der Flüge in drei Kategorien nach innerdeutschem, sonstigem europäischem, sowie interkontinentalem Ziel. Dabei wird „Europa“ nicht geographisch, sondern in erweiterter Form als sachlich weitgehend geschlossenes Verkehrsgebiet unter Einschluss der (außereuropäischen) Mittelmeer-Anrainerstaaten abgegrenzt; unter verkehrlichen Gesichtspunkten schiene es wenig aussagekräftig, die Nordafrika im Atlantik vorgelagerten Insel(gruppe)n (Madeira, Azoren und Kapverden) als Teile von Portugal bzw. Spanien in Europa einzubeziehen, Marokko dagegen als afrikanisches Ziel nicht, oder auch Malta und Zypern als EU-Mitgliedsstaaten einzubeziehen, dagegen nicht Tunesien. Die hier als „interkontinental“ abgegrenzten Zielgebiete sind entsprechend um die Europa zugerechneten Gebiete bereinigt. Im Ergebnis schließt der Verkehr ins übrige Europa praktisch den kompletten Mittelstreckenverkehr ein, während der Interkontinentalverkehr praktisch komplett den Fernreisen zuzurechnen ist, für die eine vergleichbare oder angemessene Alternative im Bodenverkehr nicht zur Verfügung steht.

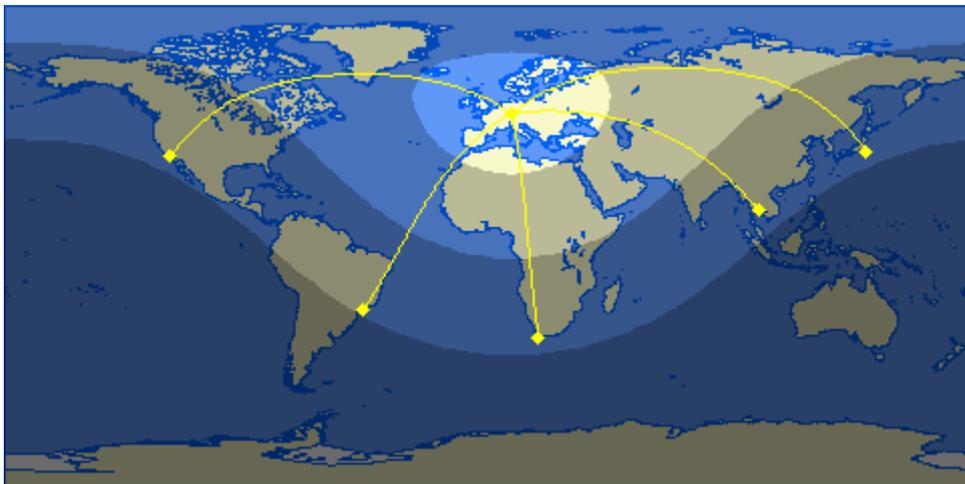
Die nachfolgende Kartenskizze, *Abbildung 4*, zeigt – exemplarisch auf den Standort Flughafen Frankfurt<sup>7</sup> bezogen – die Gebiete im Abstand bis 2.500 km, bis 6.000 km und bis 10.000 km. Es wird deutlich, dass die europäischen Relationen im Wesentlichen im Bereich bis 2.500 km Großkreisdistanz („Luftlinie“) liegen; von etwa 3.000 bis 5.500 km Distanz sind kaum nennenswerte Destinationen zu finden, da das Gebiet durch das nördliche Polarmeer, Sibirien, die großen arabischen und afrikanischen Wüsten, den Nordatlantik, sowie abschließend das nördliche Kanada und Grönland bestimmt ist. Erst etwas unter 6.000 km Distanz finden sich die nächstgelegenen Des-

---

<sup>7</sup> Gemeint ist Frankfurt am Main; auch im weiteren Text ist regelmäßig von Frankfurt/Main und dem dortigen internationalen Verkehrsflughafen die Rede, wenn verkürzt von Frankfurt gesprochen wird.

inationen in Kanada oder – möglicherweise künftig von großer Bedeutung – im dicht bevölkerten indischen Subkontinent. Die einzeln eingezeichneten Routen nach Tokyo (Narita, NRT), Bangkok (BKK), Kapstadt (CPT), Sao Paulo (SAO) und Los Angeles (LAX) belegen, dass Frankfurt – oder generell das mittlere Europa – eine besonders gute zentrale Lage bezüglich der Landmassen der Erde aufweist: Fast alle nennenswerten denkbaren Ziele liegen im Abstand bis etwa 10.000 km, also bis zur Hälfte der grundsätzlich möglichen Distanz von 20.000 km bis zum Gegenpunkt auf der anderen Seite der Erde.

**Abbildung 4: Gebiete im Abstand bis 2.500 km, bis 6.000 km und bis 10.000 km vom Flughafen Frankfurt und ausgewählte Relationen**



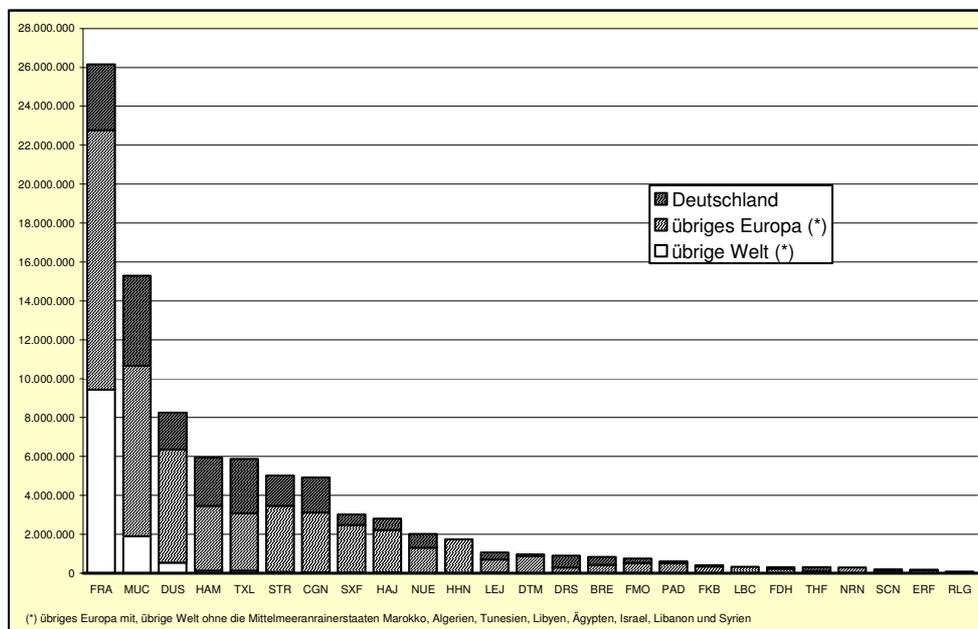
Quelle: erstellt mit GCM

Die entsprechende Auswertung des statistischen Jahresberichts 2006 (vgl. STATBAc 2006) nach innerdeutschen Flugzielen, Zielen im (erweiterten) europäischen Verkehrsraum, sowie Zielen im außereuropäischen Raum zeigt die nachfolgende *Abbildung 5*. Die Anordnung der Flugplätze erfolgt – wie bei einigen weiteren Abbildungen – nach abnehmender Einsteigerzahl.

Von den insgesamt 88,3 Mio. Einsteigern an den ausgewählten Flugplätzen entfallen gut 22,6 Mio. (knapp 26 Prozent) auf innerdeutsche Ziele, knapp 53,3 Mio. (gut 60 Prozent) auf das übrige Europa, sowie knapp 12,4 Mio. (14 Prozent) auf die übrige Welt. Daran mag zunächst erstaunen, dass nahezu doppelt so viele Einsteiger Flüge im innerdeutschen Verkehr nutzen wie im interkontinentalen Verkehr. Da neben dem innerdeutschen Verkehr auch erhebliche Teile des grenzüberschreitenden Verkehrs ins übrige Europa als Kurzstreckenverkehr einzustufen sind, kann grob abgeschätzt

werden<sup>8</sup>, dass der Kurzstreckenverkehr etwa drei bis vier mal so viele Einsteiger umfasst wie der Langstreckenverkehr.

**Abbildung 5: Einsteiger an den ausgewählten Flugplätzen 2006**



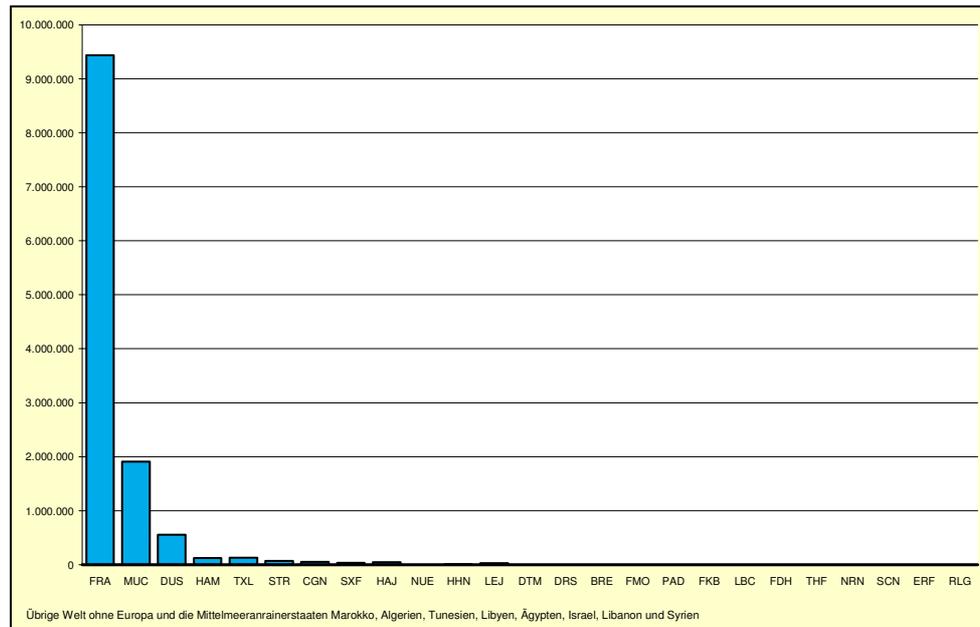
Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

Grafisch eindrucksvoll belegt sind auch die quantitativen Bedeutungsunterschiede der verschiedenen Flugplätze. Zwar dürfte es kaum überraschen, dass Frankfurt am Main (mit 26,149 Mio. Einsteigern) eine deutlich führende Rolle einnimmt und dahinter mit deutlichem Abstand, jedoch deutlich vor den übrigen Flugplätzen, München (mit 15,279 Mio. Einsteigern) rangiert. 5 Mio. Einsteiger und mehr weisen darüber hinaus, angeführt von Düsseldorf (mit 8,254 Mio. Einsteigern), lediglich weitere 5 Flugplätze auf (unter Einschluss von Köln mit 4,920 Mio.); der Standort Berlin (mit den drei ausgewählten Flugplätzen Tegel, Schönefeld und Tempelhof) liegt mit zusammen 9,210 Mio. Einsteigern allerdings noch etwas vor Düsseldorf. Beginnend mit Leipzig (1,074 Mio.) kommen 14 der 25 ausgewählten Flugplätze auf lediglich 1 Mio. Einsteiger und weniger. Zusammen tragen diese 14 ausgewählten Flugplätze mit 7,277 Mio. Einsteigern lediglich mit rd. 8 Prozent zum Gesamtaufkommen der Einsteiger an den 25 ausgewählten Flugplätzen bei. Am Flughafen Rostock, der mit 0,077 Mio. Einsteigern die Schwelle zum ausgewählten Flughafen erstmalig in 2006 erreicht hat, werden im gesamten Jahr etwa so viele Einsteiger abgefertigt, wie in Frankfurt an einem durchschnittlichen Tag.

<sup>8</sup> Eine genauere Entfernungsgliederung ist der amtlichen Statistik nicht direkt zu entnehmen und wurde im Rahmen der vorliegenden Analyse nicht erstellt.

Noch deutlicher sind die Unterschiede im Interkont-Verkehr, der wegen seiner besonderen Belastungsintensität und der weitgehend fehlenden Alternativen im Bodenverkehr noch einmal gesondert in *Abbildung 6* dargestellt wird. Von den 12,379 Mio. Einsteigern in diesem Verkehrssegment entfallen mit 9,434 Mio. über 76 Prozent allein auf den Flughafen Frankfurt.

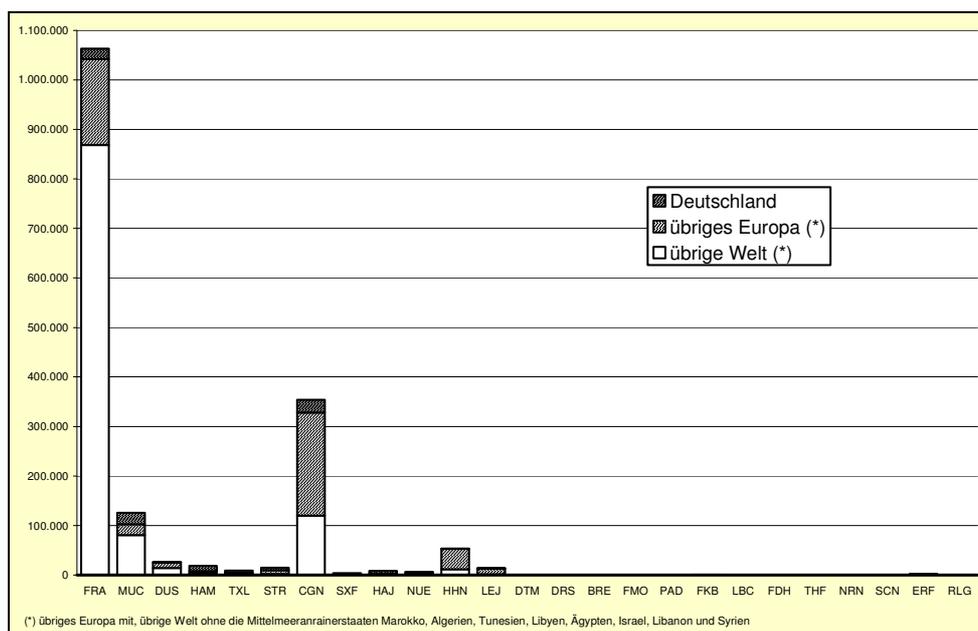
**Abbildung 6: Einsteiger im Interkont-Verkehr an den ausgewählten Flugplätzen 2006**



Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

München erreicht mit 1,905 Mio. gerade mal ein Fünftel der Frankfurter Werte, aber immerhin noch einen Anteil von gut 15 Prozent am gesamten deutschen Verkehrsaufkommen in diesem Bereich; Düsseldorf liegt mit 0,552 Mio. Einsteigern und einem Anteil von knapp 4,5 Prozent am interkontinentalen Verkehr nochmals deutlich darunter. Keiner der übrigen 22 ausgewählten Flugplätze erreicht einen Anteil von über 1 Prozent, alle zusammen kommen auf 0,488 Mio. und einen gemeinsamen Anteil von knapp 4 Prozent an den Einsteigern im interkontinentalen Verkehr. Umgerechnet in vollbesetzte Jumbo-Jets (Boeing 747-400ER in Drei-Klassen-Konfiguration, vgl. BOEINGa) entspricht dies kaum mehr als drei startenden Flugzeugen täglich – nicht sehr viel für 22 internationale Flughäfen zusammen. Auch diese Flughäfen verstehen sich gerne als „Tor zur Welt“, tatsächlich aber – um im Bild zu bleiben – handelt es sich lediglich um ein Türchen.

Luftfracht als nachrangiges Segment im Luftverkehr und Marginalgröße im Verkehrsaufkommen des gesamten Güterverkehrs soll hier nur cursorisch behandelt werden; zur Vervollständigung des Bildes werden in *Abbildung 7* jedoch auch die Einladungen (Fracht und Post) in gleicher Gliederung wie die Einsteiger vorgestellt, wiederum in Auswertung des amtlichen statistischen Jahresberichts (vgl. STATBAc 2006).

**Abbildung 7: Einladungen an den ausgewählten Flugplätzen 2006 in t**

Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

Insgesamt zeigt sich hierbei ein teils deutlich von der Passage abweichendes Bild. Von den insgesamt 1,703 Mio. t Einladung entfallen lediglich 0,106 Mio. t auf die innerdeutsche Beförderung, dagegen 0,493 Mio. t auf europäische Ziele und mit 1,104 Mio. t der Großteil (rd. 65 Prozent) auf die interkontinentale Beförderung. Als Standort dominiert wie im Passagierverkehr Frankfurt am Main mit 1,063 Mio. t und einem Anteil von gut 62 Prozent. Als zweitwichtigster Standort schiebt sich jedoch Köln mit 0,354 Mio. t und einem Anteil von knapp 21 Prozent an einigen in der Passage bedeutenderen Standorten vorbei. München folgt mit nochmals deutlichem Abstand erst an dritter Stelle mit 0,126 Mio. t und einem Anteil von gut 7 Prozent. Dank einer starken Steigerung im Jahr 2006 folgt an vierter Stelle etwas überraschend Hahn mit 0,054 Mio. t (rd. 3 Prozent). Alle übrigen 21 der 25 ausgewählten Flugplätze kommen zusammen auf 0,107 Mio. t und einen Anteil von gut 6 Prozent.

Im interkontinentalen Verkehr schlägt die Dominanz von Frankfurt mit 0,869 Mio. t (nahe 79 Prozent) stärker durch. Köln mit seinem Schwergewicht bei europäischer Fracht weist dagegen interkontinental nur 0,120 Mio. t Einladung (knapp 11 Prozent) auf, liegt damit aber noch vor München mit 0,081 Mio. t (gut 7 Prozent). Hahn kommt interkontinental mit weniger als 0,012 Mio. t auf den fünften Rang noch etwas hinter Düsseldorf mit 0,014 Mio. t (jeweils gut 1 Prozent). Die übrigen 20 der 25 ausgewählten Flugplätze vereinen zusammen 0,0095 Mio. t interkontinentale Zuladung, also weniger als 1 Prozent.

Bei der Einordnung dieser Zahlen ist zunächst zu berücksichtigen, dass die hier bewegten Massen generell vergleichsweise gering sind. Wird etwa vereinfachend die Zuladung eines großen LKW(-Zugs) oder eines normalen Bahn-Güterwaggons mit 25 t angesetzt, so ergeben sich schon aus einer einzigen vollbeladenen Gütertransport-

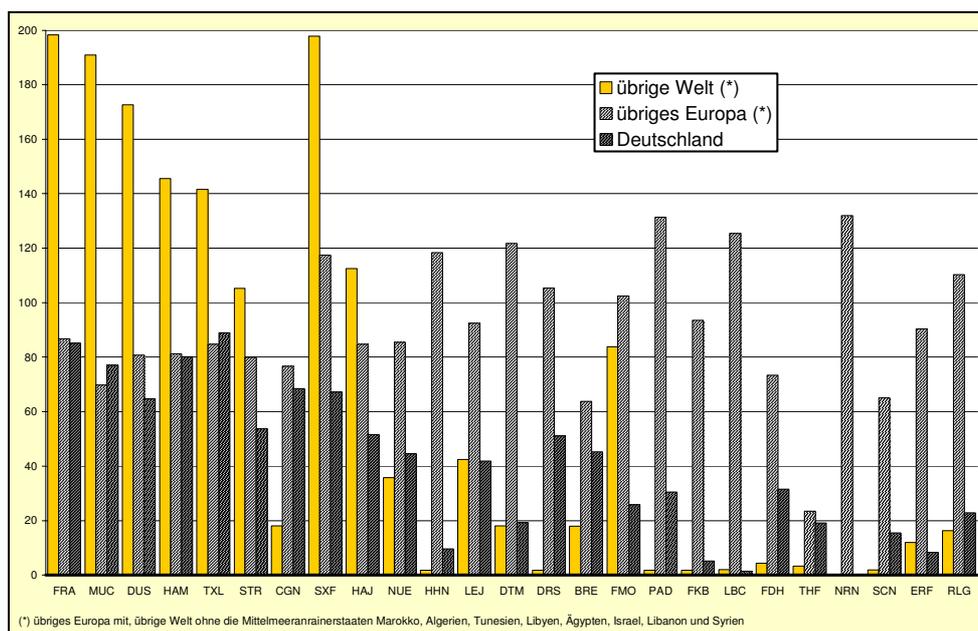
einheit dieser Art pro Tag übers Jahr gut 0,009 Mio. t, mithin nahezu die gesamte Einladungsmenge im interkontinentalen Luftverkehr an den 20 unbedeutenderen ausgewählten Flugplätzen. Andererseits sind die Transportweiten bei der Luftfracht ganz andere als beim für die übliche Anschauung maßgeblichen Straßen- oder Schienengüterverkehr, wenngleich im selben Bereich wie bei der Seeschifffahrt mit ihrem vielfach größeren Verkehrsaufkommen; angesichts der exorbitant höheren Frachtpreise im Luftverkehr insbesondere im Vergleich mit den Frachtraten der Seeschifffahrt ist außerdem das physikalische nicht mit dem ökonomischen Gewichtsverhältnis gleichzusetzen.

Außerdem ist darauf hinzuweisen, dass beim Gütertransport die Transportströme anders als bei der Passage im Grundsatz als unpaarig anzusetzen sind: Güter werden in aller Regel von A nach B transportiert, um dort zu verbleiben oder allenfalls nach C weiterbefördert zu werden, nicht jedoch um nach A zurückgebracht zu werden. Da der Frachtraum aber auch im Luftverkehr weitgehend paarig zur Verfügung steht, wird versucht, auf den einzelnen Relationen ein möglichst ausgeglichenes Verhältnis der Transportmassen und Transportvolumina trotz unterschiedlicher transportierter Güter herzustellen. Wenngleich dies in der Gesamtsumme einigermaßen gelingt (gesamte Einladungen: 1,703 Mio. t, gesamte Ausladungen: 1,671 Mio. t), so ergeben sich auf den Einzelrelationen doch mehr oder weniger ausgeprägte Ungleichgewichte (z.B. in der Verflechtung mit China und Hongkong: Einladungen in Deutschland knapp 0,079 Mio. t, Ausladungen in Deutschland knapp 0,267 Mio. t). Dieser Fragestellung kann allerdings an vorliegender Stelle nicht weiter nachgegangen werden.

## 3.2 Starts

### 3.2.1 Regionalstruktur

Unter luftverkehrsorganisatorischen und teilweise auch Umweltgesichtspunkten – insbesondere hinsichtlich der Lärmbelastigung in der Umgebung der Flugplätze – sind vielfach nicht die Flüge der einzelnen Personen maßgeblich, sondern jene der tatsächlich fliegenden Einheiten, der Flugzeuge. Diese werden hier über die Analyse der gewerblichen Starts nachgewiesen. Diese verteilen sich aufgrund unterschiedlich großer Flugzeuge und unterschiedlicher Auslastungsgrade nicht einfach wie die Einsteiger. Deshalb wird zunächst in *Abbildung 8* die Durchschnittszahl der Einsteiger pro Start für die 25 ausgewählten Flugplätze und die drei differenzierten Zielregionen dargestellt (wiederum auf der Grundlage der im statistischen Jahresbericht enthaltenen Angaben, vgl. STATBAc 2006).

**Abbildung 8: Einsteiger pro Start an den ausgewählten Flugplätzen 2006**

Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

Insgesamt zeigt sich im ersten Anschein ein recht uneinheitliches Bild, das einen Eindruck von der Vielgestaltigkeit der Verhältnisse an den unterschiedlichen Standorten liefert. Bei einer Konzentration auf die Flugplätze mit einer nennenswerten Anzahl von interkontinentalen Einsteigern (FRA, MUC und DUS mit einem Anteil von zusammen 96 Prozent) wird klar, dass in diesem Segment die Zahl der Einsteiger pro Start am höchsten ist, insgesamt sind es hier 179,7. Die stark streuenden diesbezüglichen Werte der weiteren ausgewählten Flugplätze sind von geringen Zahlen und Sonderfaktoren bestimmt, so in einer Reihe von Fällen von nicht regelmäßigen, sondern nur vereinzelt Flügen mit teils extrem geringen Passagierzahlen.

Beim Verkehr ins übrige Europa ist die Streuung relativ am geringsten, jedoch fällt auf, dass eine ganze Reihe der passagierschwächeren Flugplätze verhältnismäßig hohe durchschnittliche Einsteigerzahlen im Bereich von etwa 120 – 130 verzeichnet, etwa um die Hälfte höher als bei den führenden Flugplätzen bis hinunter zu Köln. Dies liegt typischerweise daran, dass dort der Europaverkehr durch Billigfluglinien bestimmt wird, die die von ihnen bedienten Relationen mit verhältnismäßig großem und dabei recht gut ausgelastetem Fluggerät betreiben, etwa auf sogenannten „Ryanair-Flugplätzen“ wie HHN, LBC oder NRN<sup>9</sup>. Demgegenüber fallen die größeren Flugplätze zurück, die in erheblichem Umfang (auch) schwächer besetzte Relationen abwickeln. Insgesamt liegt der Durchschnitt der Einsteiger pro Start im Europaverkehr bei 83,3, nicht viel

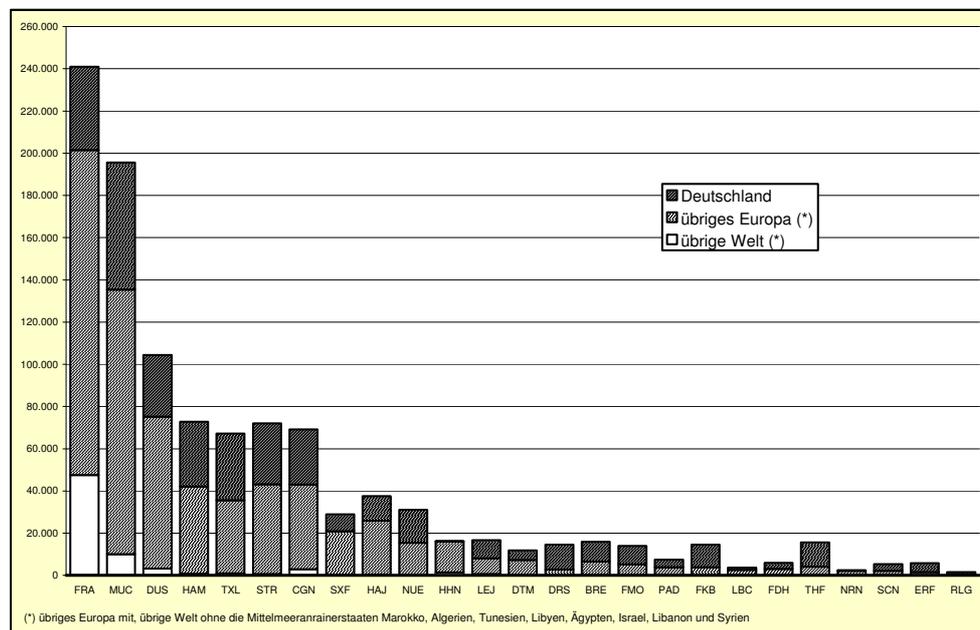
<sup>9</sup> Nach Auswertung der Geschäftsberichte lag die durchschnittliche Besetzungszahl (revenue passengers per sector flown) aller (nicht nur in Verbindung mit Deutschland) von Ryanair betriebenen Flüge im Geschäftsjahr 2007 (bis 31.03.) bei 144,1 nach 141,6 (GJ 2006) und 136,8 (GJ 2005), ermittelt aus RYANAIRa und RYANAIRb

mehr als halb so hoch wie bei hoch effizient operierenden Billigfluggesellschaften (und ohne diese entsprechend noch tiefer).

Im innerdeutschen Verkehr liegen die Besetzungszahlen auf den großen Flugplätzen zumeist in ähnlicher Größenordnung wie jene im dort bedienten Europaverkehr, auf vielen der passagierärmeren Flugplätze allerdings deutlich niedriger. Dies kann dadurch erklärt werden, dass in der Verknüpfung der großen Flugplätze untereinander auch größeres Gerät eingesetzt wird, dagegen der Zulauf von den kleineren Flugplätzen und deren Verflechtung – wenn überhaupt – eher mit kleinerem Gerät erfolgt. Insgesamt beträgt die durchschnittliche Einsteigerzahl im innerdeutschen Verkehr auf den ausgewählten Flugplätzen lediglich 62,3 Personen, mithin nur etwa ein Drittel der Einsteiger pro Start im interkontinentalen Flugverkehr.

Generell liegen die Besetzungszahlen mit einem Gesamtdurchschnitt von 82,4 im Vergleich mit den oben dargestellten Sitzplatzangaben für ein repräsentatives Sample aktueller Flugzeugtypen doch bemerkenswert niedrig<sup>10</sup>. Durch die unterschiedlichen Besetzungszahlen verschieben sich außerdem naturgemäß die Startzahlen gegenüber den Einsteigerzahlen deutlich vom Fern- zum Nahverkehr, wie *Abbildung 9* (nach Auswertung des statistischen Jahresberichts, vgl. STATBAc 2006) zeigt.

**Abbildung 9: Starts an den ausgewählten Flugplätzen 2006**



Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

<sup>10</sup> Eine zusätzliche Berücksichtigung der Durchgangspassagiere, die an einem deutschen Flugplatz ankommen und ohne Umsteigen weiterfliegen, würde wenig ändern; diese 0,516 Mio. Personen, die an einem deutschen Flugplatz zwar nicht einsteigen, dort beim Start aber an Bord sind, heben die durchschnittliche Besetzungszahl der Flugzeuge von 82,4 auf 82,9 Personen.

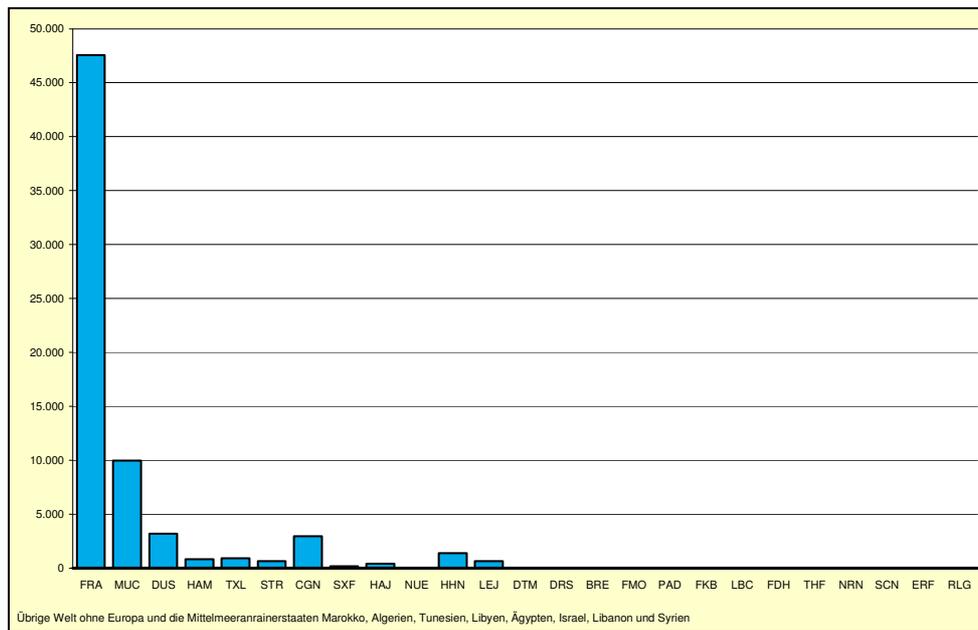
Von den 1,072 Mio. gewerblichen Starts an den ausgewählten Flugplätzen entfielen 0,364 Mio. (34 Prozent) auf innerdeutsche Ziele, 0,639 Mio. (knapp 60 Prozent) auf Ziele im übrigen Europa, sowie 0,069 Mio. (gut 6 Prozent) auf Ziele in der übrigen Welt. Das gegenüber den Einsteigerzahlen noch einmal deutlich reduzierte Gewicht des Interkontverkehrs im Verhältnis zum innerdeutschen Verkehr mag erstaunen: Jedenfalls übertreffen die Starts auf Relationen, auf denen auch Bodenverkehr in ordentlicher Qualität verfügbar ist, bei weitem jene Starts, für die eine solche Alternative nicht zur Verfügung steht.

Aufgeteilt auf die Flugplätze wiederholt sich die Reihung von Frankfurt (0,241 Mio. Starts) vor München (0,196 Mio. Starts) mit deutlichem Abstand vor den übrigen Flugplätzen; allerdings weist München wegen der viel geringeren Bedeutung des interkontinentalen Verkehrs mit 78 Einsteigern pro Start erheblich weniger auf als Frankfurt mit 108 und benötigt entsprechend eine vergleichsweise hohe Startanzahl. Auch in Frankfurt als dem Flugplatz mit dem höchsten Interkont-Anteil ist der Anteil der interkontinentalen Start an allen Starts mit knapp unter 20 Prozent nachrangig; in München liegt der Anteil der Interkont-Starts an allen Starts mit gerade mal über 5 Prozent noch einmal um drei Viertel niedriger.

Als dritter Flughafen hat auch Düsseldorf mit 0,104 Mio. die Grenze von 100.000 Starts überschritten. Die nach Einsteigern folgenden vier Flugplätze HAM, TXL, STR und CGN liegen hinsichtlich der Startzahlen nahe beieinander mit jeweils um die 70.000 Starts; in allen vier Fällen liegt der innerdeutsche Startanteil mit um die 40 Prozent relativ hoch. Als Standort kommt allerdings auch Berlin (mit TXL, SXF und THF) mit 0,112 Mio. Starts über die 100.000-Marke und etwas über den Wert von Düsseldorf. Beginnend mit Hahn liegen die Startzahlen tagesdurchschnittlich – teils beträchtlich – unter 50 und beinhalten zumeist einen deutlich überdurchschnittlichen Anteil von innerdeutschem Verkehr.

Nicht einbezogen – und auch im weiteren nicht behandelt – sind die insgesamt 0,137 Mio. nichtgewerblichen Starts, die auf den ausgewählten Flugplätzen zusätzlich zum gewerblichen Verkehr abgewickelt werden. Auch wenn die Gesamtzahl in Relation zu den 1,072 Mio. gewerblichen Starts durchaus nennenswert erscheint, stellt sich deren Anteil an allen Starts an den wichtigeren der ausgewählten Flugplätze als eher bescheiden dar, abgesehen von Hamburg, wo sie über 13,4 Prozent aller Starts ausmachen, und Stuttgart, wo immerhin 15,5 Prozent aller Starts nicht gewerblich sind. Bei den – nach der Anzahl der Einsteiger – unbedeutenderen Flugplätzen stellt sich die Lage allerdings anders dar: Bei den oben angesprochenen 14 weniger bedeutenden der 25 ausgewählten Flugplätze (mit rd. 0,08 bis zu gut 1 Mio. Einsteigern im gewerblichen Verkehr) entfallen zusammengefasst nahezu 35 Prozent der Starts auf nicht gewerblichen Verkehr und dienen andererseits lediglich 24 Prozent aller Starts dem gewerblichen grenzüberschreitenden Verkehr.

Trotz deren geringer Zahl werden in der folgenden *Abbildung 10* die gewerblichen Starts im Interkont-Verkehr noch einmal getrennt aufgeschlüsselt, wegen deren hoher Umweltrelevanz und der schlechten Ersetzbarkeit durch bodengebundene Verkehre.

**Abbildung 10: Starts im Interkont-Verkehr an den ausgewählten Flugplätzen 2006**

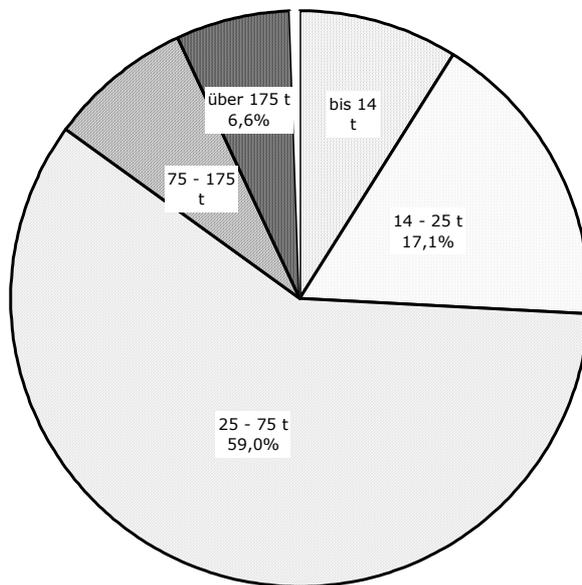
Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

Nicht unerwartet wiederholt sich bei den Starts im Interkontinentalverkehr im Grundsatz das Bild, wie es sich bei den Einsteigern ergeben hat: Frankfurt mit 47.552 Starts (und einem Anteil von 69,0 Prozent) weit vor München mit 9.977 Starts (Anteil: 14,5 Prozent), wiederum weit dahinter Düsseldorf mit 3.195 Starts (Anteil: 4,6 Prozent). Aus den weiteren Flugplätzen heben sich dank der – wenngleich durchaus bemessenen – interkontinentalen Luftfrachtverflechtung noch Köln mit 2.966 und Hahn mit 1.386 Interkontinentalstarts heraus (Anteile: 4,3 bzw. 2,0 Prozent). Die restlichen 20 der 25 ausgewählten Flugplätze – einschließlich z.B. Hamburg, Tegel und Stuttgart – kommen zusammengenommen gerade mal auf 3.820 interkontinentale Starts; dies entspricht durchschnittlich gut 10 solchen Starts pro Tag (nicht pro Flugplatz, sondern für alle 20 Flugplätze zusammen).

### 3.2.2 Größenstruktur der eingesetzten Flugzeuge

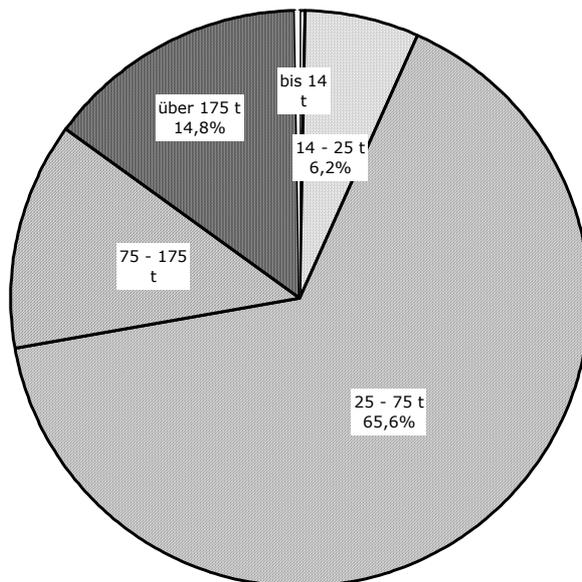
Einen Überblick über die Größenstruktur der startenden und landenden Flugzeuge nach dem maximalen Abfluggewicht (MTOW) gibt *Abbildung 11*, sowie über die Aufteilung der Passagiere an Bord auf die Flugzeuggrößen *Abbildung 12*. Die kleineren Flugzeuge bis 25 t Startgewicht machen über ein Viertel aller Starts und Landungen aus, tragen jedoch nur rd. 6,6 Prozent der Passagiere; dagegen repräsentieren die größeren Flugzeuge ab 75 t Startgewicht lediglich 14,6 Prozent der Starts, jedoch 27,5 Prozent der Fluggäste. Für einem verschwindenden Teil der Flugbewegungen und der Passagiere fehlt die Zuordnung in der amtlichen Statistik.

**Abbildung 11: Flugbewegungen an den ausgewählten Flugplätzen nach dem maximalen Startgewicht 2006**



Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

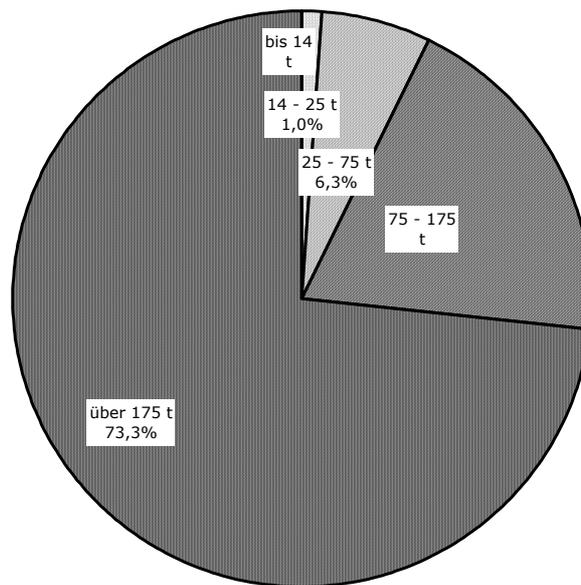
**Abbildung 12: Personen an Bord bei Start und Landung an den ausgewählten Flugplätzen nach dem maximalen Startgewicht der Flugzeuge 2006**



Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

Sehr viel deutlicher sind die Verhältnisse bei der Fracht: Dort entfallen auf die oberste Klasse, die Flugzeuge ab einem Startgewicht von 175 t bereits nahezu drei Viertel der gesamten Fracht- und Postladung, sowie weitere nahezu 20 Prozent auf die nächstfolgende Klasse der Flugzeuge mit maximalen Startgewichten von 75 bis 175 t, vgl. *Abbildung 13*.

**Abbildung 13: Fracht und Post an Bord bei Start und Landung an den ausgewählten Flugplätzen nach dem maximalen Startgewicht der Flugzeuge 2006**

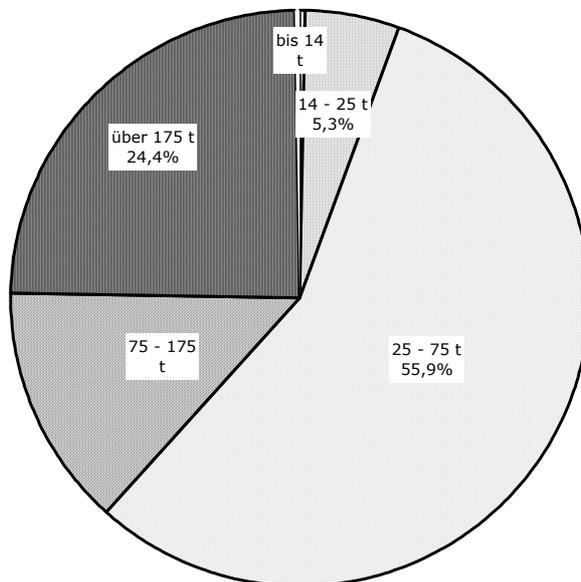


Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

Bei Zusammenziehung von Passagieren und Fracht in *Abbildung 14* zur Gesamtladung (10 Personen entsprechen 1 t Fracht) ergibt sich, dass die größeren Flugzeuge ab 75 t Startgewicht über 38 Prozent der Ladung auf sich vereinigen, während die kleineren Flugzeuge bis 25 t lediglich knapp 6 Prozent der Ladung aufweisen.

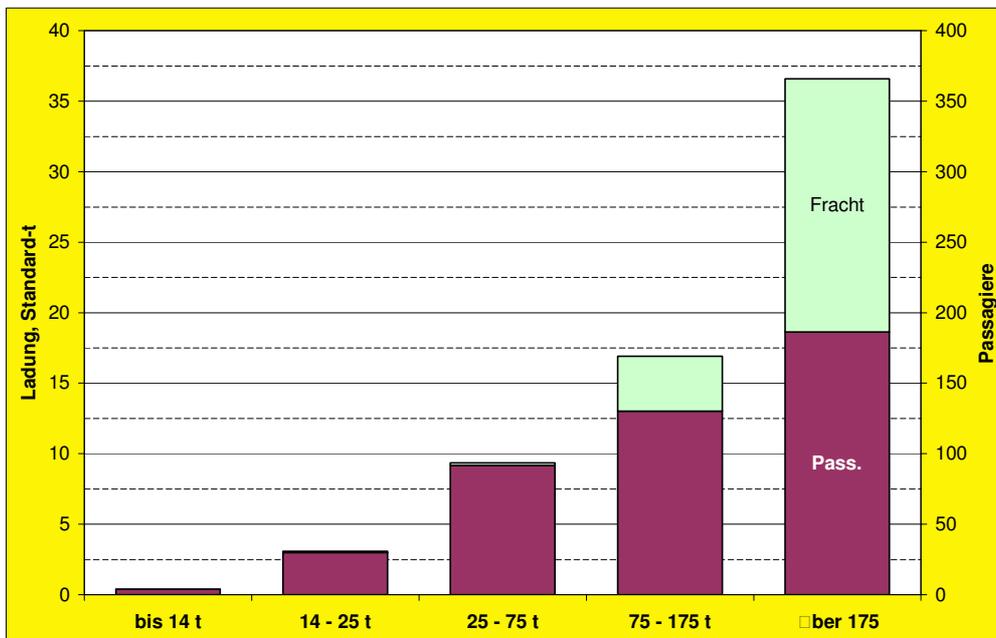
Die abschließende *Abbildung 15* zeigt die durchschnittlichen Ladungsumfänge an Passagieren und Fracht für die verschiedenen Größenklassen. Auffällig mag scheinen, dass insbesondere bei der obersten Klasse die Fracht etwa gleich stark vertreten ist wie die Passagiere (gemessen in Standard-t). Die absoluten Größenunterschiede der Ladungsumfänge machen deutlich, in welchem erheblichem Umfang die Luftverkehrsleistungen ausgeweitet werden können, wenn anstelle der mittleren und kleineren Flugzeuge größere oder sehr große eingesetzt werden.

**Abbildung 14: Gesamte Ladung an Bord bei Start und Landung an den ausgewählten Flugplätzen nach dem maximalen Startgewicht der Flugzeuge 2006**



Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

**Abbildung 15: Durchschnittliche Personenzahl und Ladung an Bord bei Start und Landung an den ausgewählten Flugplätzen, nach Startgewicht 2006**



Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

### 3.3 Verkehrsleistungen

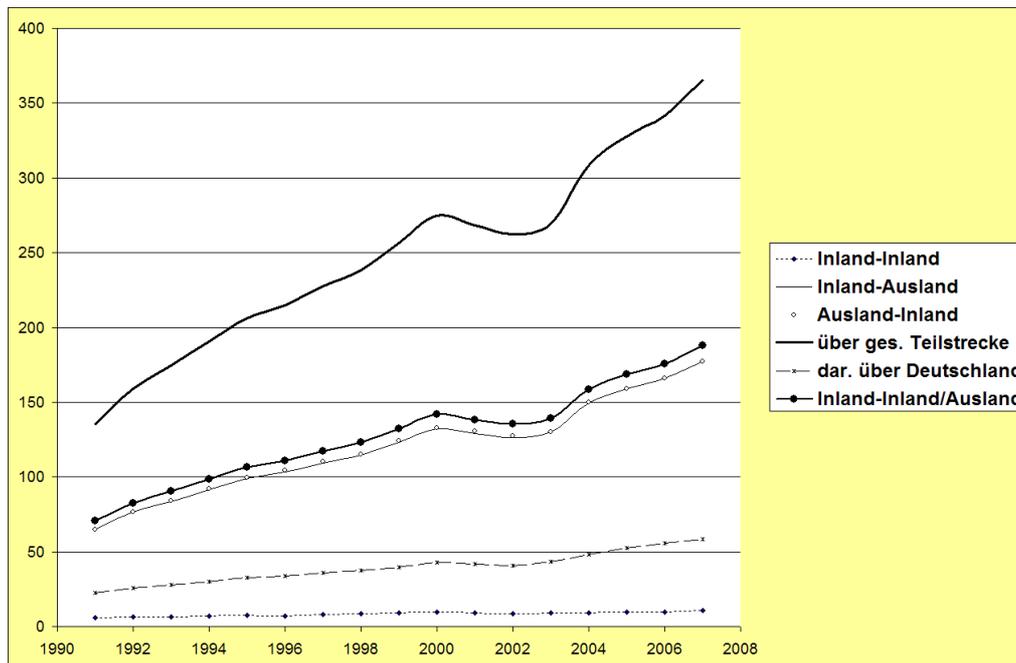
#### 3.3.1 Gesamtbetrachtung

Für viele Fragen, so insbesondere für den Energieverbrauch und die Klimalasten, ist nicht das Verkehrsaufkommen, also die Anzahl der bewegten Personen (oder Tonnen), die erste Erklärungsgröße, sondern die Verkehrsleistung (auch Verkehrsaufwand genannt), bei der das Aufkommen mit der jeweiligen Beförderungsdistanz gewichtet wird; als Messgröße kommen dabei nicht mehr Personen (bzw. Tonnen), sondern Personenkilometer (bzw. Tonnenkilometer) zur Anwendung.

In unterschiedlichen Verwendungsbereichen werden die Deutschland zugerechneten Verkehrsleistungen im Luftverkehr herkömmlich allerdings sehr verschieden abgegrenzt:

- In der Verkehrsstatistik ist es langjährige Praxis und weiterhin üblich, den Luftverkehr analog zu den übrigen Verkehrsträgern territorial, d.h. beschränkt auf das deutsche Hoheitsgebiet abzugrenzen. Gegenüber einer vollständigen Anwendung des Territorialprinzips (Inlandsprinzips) beschränken sich diese Nachweise außerdem auf den Verkehr im Zusammenhang mit Flugplätzen in Deutschland; Überfliegungen Deutschlands ohne Bodenberührung sind deshalb – obwohl über deutschem Territorium – nicht enthalten.
- In der Energiestatistik wird entsprechend der Energiebilanz der an die Luftfahrt abgegebene Treibstoff abgegrenzt. Dieser entspricht sehr weitgehend dem Energieverbrauch der in Deutschland startenden Flüge, sei es in das In- oder Ausland: Aufgetankt werden die Flugzeuge vor dem Start soweit, dass unter den gegebenen meteorologischen und Ladungsbedingungen der nächste Flugabschnitt unter Normalbedingungen versorgt werden kann und eine zusätzliche Reservemenge vorgehalten wird. Insofern sich die Auf- und Abbauprozesse bei den Reserven auch an den einzelnen Flugplätzen großteils ausgleichen, können sie bei pragmatischer Betrachtung vernachlässigt werden.
- In der Klimapolitik wird in den bindenden Verpflichtungen zur Emissionsreduktion und den bestehenden Berichtspflichten gemäß dem Kyoto-Protokoll bislang lediglich der Inlands-Luftverkehr (mit Start und Landung im Inland) berücksichtigt.
- Darüber hinaus kann in einer weiteren Abgrenzung unter Verweis auf das Verursacherprinzip auch der gesamte Luftverkehr im Zusammenhang mit deutschen Flugplätzen einbezogen werden.

Es ist klar, dass diese unterschiedlichen Bestimmungen auch zu sehr unterschiedlichen Größen der Luftverkehrsleistung führen. Hinsichtlich der Personenverkehrsleistung werden die Entwicklungen für verschieden definierte Abgrenzungen in der *Abbildung 16* präsentiert. Da neben den statistischen Jahresberichten (vgl. STATBAc) die statistischen Monatsberichte bis zum Berichtsmonat 10/2007 vorliegen (vgl. STATBAa), können auch für 2007 robuste Abschätzungen gebildet werden.

**Abbildung 16: Entwicklung der Passagier-Verkehrsleistungen in unterschiedlichen Abgrenzungen, Mill. Pkm**

Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6 und FS8 R6.2, eigene Berechnungen und Abschätzungen

Insgesamt zeichnet sich der Einbruch im zeitlichen Zusammenhang mit dem Anschlag auf das World Trade Center und den (beginnenden) 2. Golfkrieg deutlich ab, aber eben so deutlich, dass mittlerweile der alte Wachstumspfad wieder aufgenommen wurde. Für die unterschiedlichen Abgrenzungen der Luftverkehrsleistung ist festzustellen:

- Die schmalste Kategorie bilden die reinen Inlandsflüge. Die damit verbundenen aktuell gut 10 Mrd. Personen-Kilometer (Pkm) mögen von der Zahl her eindrucksvoll sein, stellen aber im Vergleich zu den anderen Teilen des Luftverkehrs eine fast vernachlässigenswerte Größe dar. Da die grenzüberschreitenden Flüge naturgemäß auch bei keinem anderen Land als Inlandsflüge zugerechnet werden können, muss man diese dem Kyoto-Protokoll zugrundegelegte Abgrenzung als ungeeignet zur Erfassung der mit dem Luftverkehr verbundenen Klimalasten ablehnen. Die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate in Höhe von 3,7 Prozent seit 1991 kann im Vergleich zu manch anderen Wirtschaftsbereichen als beachtlich gelten, liegt jedoch deutlich unterhalb jener im übrigen Luftverkehr; deshalb ist in der Vergangenheit der ohnehin bescheidene Anteil des Inlandsverkehrs auch laufend zurückgegangen.
- Die grenzüberschreitenden Flüge von Deutschland ins Ausland und vom Ausland nach Deutschland liegen aufgrund der weitgehenden Paarigkeit im Passagierverkehr nahezu gleichauf bei jeweils gut 177 Mrd. Pkm (geschätzter Wert für 2007). Mit dem jeweils 17-fachen verweisen sie den Inlandsverkehr auf eine Nebengröße. Die durchschnittliche Wachstumsrate seit 1991 liegt hier außerdem mit – in jeder

Richtung – etwa 6,5 Prozent pro Jahr deutlich über jener des inländischen Luftverkehrs.

- Die Zusammenfassung von Inlandsverkehr und ins Ausland abgehenden Verkehr entspricht im Wesentlichen dem Energieverbrauch des Luftverkehrs in der Abgrenzung der Energiebilanz und macht aktuell rd. 188 Mrd. Pkm aus. Das Wachstum des Luftverkehrs in dieser Abgrenzung ist großteils durch den grenzüberschreitenden Verkehr ins Ausland bestimmt und beträgt seit 1991 jahresdurchschnittlich 6,3 Prozent. Da jeder Startort einem bestimmten hoheitlichen Regime zugeordnet werden kann, bietet diese Abgrenzung bei allgemeiner Anwendung eine Möglichkeit, den gesamten Luftverkehr zu erfassen und national aufzugliedern. Zumindest in dieser Abgrenzung müssen auch die Klimaeffekte national zugerechnet werden, um global eine deckende Einbeziehung zu erreichen.
- Die in der Verkehrsstatistik häufige Abgrenzung des Flugverkehrs innerhalb der deutschen Grenzen ist aktuell mit einer Verkehrsleistung von gut 58 Mrd. Pkm verbunden. Die Wachstumsraten sind auch hier durch den grenzüberschreitenden Verkehr dominiert (in seinen Teilen bis zur bzw. ab der deutschen Grenze) und betragen seit 1991 im Jahresdurchschnitt 6,1 Prozent. Da nach diesem Konzept schon die Überflüge des Hoheitsgebietes nicht eingeschlossen werden und darüber hinaus erhebliche Teile des internationalen Luftverkehrs über hoheitsfreien Gewässern verlaufen, ist auch diese Abgrenzung für eine vollständige Erfassung des Luftverkehrs ungeeignet.
- Eine Zusammenfassung aller Teilstrecken, die in Verbindung mit einem deutschen Flugplatz abgewickelt werden, führt naturgemäß zu den höchsten Zahlenwerten, gegenwärtig zu gut 365 Mrd. Passagier-Kilometern. Die Wachstumsrate liegt bei dieser Abgrenzung mit jahresdurchschnittlich 6,4 Prozent verständlicherweise nahe bei jener des grenzüberschreitenden Verkehrs. Insofern auch die einkommenden Flüge unter einer Mitverantwortung Deutschlands stehen, kann auch dieses Prinzip zur Abgrenzung des zurechenbaren Luftverkehrs gewählt werden; in diesem Fall werden allerdings bei allgemeiner Verwendung erhebliche Teile des Luftverkehrs doppelt berücksichtigt.

In allen Fällen ist beim grenzüberschreitenden Verkehr zu berücksichtigen, dass in den hier ausgewiesenen Größen nur die Teilstrecken (Flugabschnitte) in direkter Verbindung mit einem deutschen Flugplatz einbezogen sind; ausländische Anschlussflüge im Vor- oder Nachlauf sind darin nicht enthalten.

Eine Einordnung in das gesamte Mobilitätsgeschehen erfolgt in *Tabelle 6*, wie bei den Wegen nach DIW-Angaben für 2004 (KLOAS/KUHFELD 2006). Wie bei den Wegen erfolgt die Zurechnung überwiegend nach dem Inländerprinzip, im Luftverkehr sind die Verkehrsleistungen dagegen nach dem Territorialprinzip (Inlandsprinzip) abgegrenzt.<sup>11</sup>

---

<sup>11</sup> Das statistische Bundesamt gibt für den so abgegrenzten Verkehr in 2004 eine Verkehrsleistung von 48,4 Mrd. Pkm an, vgl. STATBAc 2004, Tab. 4.1.1 und 4.1.2

**Tabelle 6: Verkehrsleistung nach Verkehrsmitteln und -zwecken 2004 in Mrd. Pkm**

|           | Beruf | Aus-<br>bildung | Geschäft | Begleitung | Einkauf<br>/Erl. | Freizeit | Urlaub | Zus.   | Anteile<br>in % |
|-----------|-------|-----------------|----------|------------|------------------|----------|--------|--------|-----------------|
| Fuß       | 1,6   | 2,3             | 0,8      | 2,1        | 11,1             | 20,9     | 0      | 38,8   | 3,34            |
| Rad       | 4,6   | 2,1             | 0,4      | 0,8        | 5,8              | 16,8     | 0      | 30,4   | 2,63            |
| ÖSPV      | 12,3  | 16,6            | 3,9      | 1,2        | 12,2             | 27,3     | 9,3    | 82,7   | 7,13            |
| Bahn      | 17,3  | 5,0             | 11,1     | 0,8        | 5,1              | 27,3     | 6,1    | 72,6   | 6,26            |
| MIV – F   | 160,3 | 10,5            | 96,2     | 32,7       | 111,8            | 174,7    | 21,2   | 607,4  | 52,33           |
| MIV – M   | 11,5  | 7,2             | 18,3     | 22,9       | 54,4             | 136,1    | 29,7   | 280,0  | 24,13           |
| Luft      | 0     | 0               | 17,2     | 0          | 0                | 4,7      | 26,8   | 48,7   | 4,20            |
| gesamt    | 207,5 | 43,6            | 148,0    | 60,5       | 200,3            | 407,6    | 93,1   | 1160,5 | 100,00          |
| Ant. in % | 17,88 | 3,76            | 12,75    | 5,21       | 17,26            | 35,12    | 8,02   | 100,00 |                 |

ÖSPV = Öffentlicher Straßenpersonenverkehr; MIV-F, -M = Fahrer, Mitfahrer im motorisierten Individualverkehr  
Quelle: KLOAS/KUHFELD 2006

Diese – in etwas vereinfachter Form regelmäßig in „Verkehr in Zahlen“ (vgl. DIWa) präsentierte – statistische Aufschlüsselung bildet auch die Grundlage für die übliche Darstellung, dass der Luftverkehr etwa 4 Prozent (in älteren Angaben: etwa 3 Prozent) der gesamten Verkehrsleistung ausmache. Die tatsächlich im Luftverkehr zurückgelegten Entfernungen sind darin allerdings nur zu einem bescheidenen Teil enthalten: Setzt man die Verkehrsleistung im Luftverkehr nach dieser Abgrenzung zu den in der selben Quelle mitgeteilten Zahl der Wege (vgl. oben *Tabelle 6*) im Luftverkehr in Beziehung, so erhält man eine durchschnittliche Wegelänge im Luftverkehr von etwa 450 km (im Jahr 2004<sup>12</sup>). Die tatsächliche Wegelänge im Luftverkehr ist selbstverständlich erheblich größer und kann für einfache Abschätzungen in der Größenordnung von 2.500 km angesetzt werden; davon wird in der üblichen statistischen Abgrenzung somit nur etwa ein Fünftel einbezogen.

Eine eindeutige Bestimmung der Luftverkehrsleistung der Inländer ist allerdings aus den Angaben der amtlichen Luftverkehrsstatistik nicht möglich, angegeben sind dort (STATBAc 2006, Tab. 4.2.1 und Tab. 4.2.2) lediglich die Passagierzahlen und die ihnen zuzurechnenden Teilstreckenleistungen (a) auf den inländischen Flügen mit 9,876 Mrd. Pkm (2006), sowie (b) auf den ins Ausland abgehenden Flügen mit 165,824 Mrd. Pkm (2006), jeweils mit Aufgliederungen von Quellflugplätzen in Deutschland und Zielflugplätzen bzw. –gebieten. Daraus lassen sich die Längen der innerdeutschen Flugabschnitte mit durchschnittlich 423 km und jene der grenzüberschreitenden Flugabschnitte mit durchschnittlich 2.502 km ableiten. Die zugehörigen Wegelängen (mit Umsteigen, eine Richtung) und Reiselängen (mit Umsteigen, beide Richtungen), wie auch deren Aufteilung auf inländische und auswärtige Fluggäste können nur abgeschätzt werden.

<sup>12</sup> Diese Strukturgröße ändert sich – bei gleichem Ermittlungsverfahren – im Zeitverlauf nur wenig, wie aus den entsprechenden Angaben in den jährlichen Ausgaben von „Verkehr in Zahlen“ (vgl. DIWa) abgeleitet werden kann.

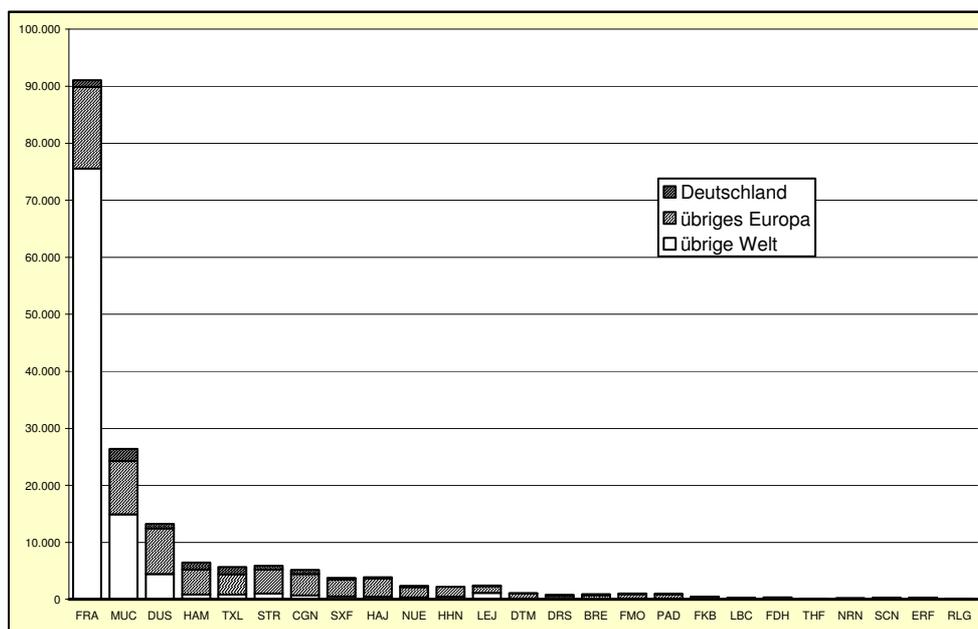
Für eine grobe Abschätzung kann man unterstellen, dass die in der amtlichen deutschen Verkehrsleistungsstatistik des Luftverkehrs nicht erfassten Anschlussflüge im Ausland (im Vor- und Nachlauf zu den erfassten Flügen) in der Größenordnung der Verkehrsleistung der Auslands-Auslands-Umsteiger auf den Flugabschnitten im Zusammenhang mit deutschen Flugplätzen entsprechen; diese Verkehrsleistungen wären bei entsprechender Betrachtung aus dem Blickwinkel der anderen Quell- und Zielländern in deren Sicht nicht enthaltenen Anschlussflügen zuzurechnen. Damit kann vereinfachend die gesamte Luftverkehrsleistung (Passage) im Zusammenhang mit deutschen Flugplätzen den oben für das Jahr 2006 abgeleiteten 52,4 Mio. Reisen ins Ausland und retour (teils in anderer Reihenfolge) und den gut 8,2 Mio. innerdeutschen Reisen (hin und retour) zugerechnet werden. Bezogen auf die 341,5 Mrd. Pkm des Jahres 2006 ergeben sich daraus im Durchschnitt etwas über 5.600 km pro Flugreise (hin und retour) bzw. gut 2.800 km pro Richtung.

Für die Aufteilung dieser Verkehrsleistungen auf heimische und auswärtige Passagiere kann wieder auf die oben abgeleiteten Abschätzungen zur Verteilung der Reisen zurückgegriffen werden; dort waren die reinen Inlandsreisen vollständig und die grenzüberschreitenden Reisen mit Quelle oder Ziel in Deutschland zu 60 bis 65 Prozent den einheimischen Reisenden zugerechnet worden. Aufgrund des stark nachrangigen Anteils von etwa 2 Prozent der reinen Inlandsreisen an den gesamten Verkehrsleistungen schlagen dabei die grenzüberschreitenden Reisen durch. Den heimischen Reisenden können demnach im Jahr 2006 etwa 207 – 225 Mrd. Pkm zugeordnet werden, je Flugreise durchschnittlich rd. 5.200 – 5.300 km (pro Richtung etwa 2.600 – 2.650 km); je Einwohner und Jahr ergeben sich daraus für 2006 Luftverkehrsleistungen von rd. 2.500 – 2.700 km.

### 3.3.2 Regionalstruktur

Die regionale Aufgliederung erfolgt in *Abbildung 17* wieder auf der Basis der amtlichen Statistik nach den ausgewählten Quellflugplätzen in Deutschland einerseits und großen Zielgebieten andererseits. Anders als bei den Starts und den Einsteigern erlaubt die Datenlage hier allerdings lediglich eine normale geographische Abgrenzung zwischen Europa und der übrigen Welt (vgl. STATBAc 2006).

Die Dominanz weniger deutscher Standorte und des interkontinentalen Verkehrs sind offensichtlich. Von den insgesamt 175,7 Mrd. Pkm (2006) entfallen mit 101,6 Mrd. Pkm allein 57,8 Prozent auf den Interkontverkehr, mit 64,3 Mrd. Pkm 36,6 Prozent auf den Europaverkehr, sowie mit 9,9 Mrd. Pkm lediglich 5,6 Prozent auf den innerdeutschen Verkehr.

**Abbildung 17: Verkehrsleistungen der abgehenden Passage an den ausgewählten Flugplätzen 2006, Mill. Pkm**

Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

Als Standort dominiert nicht unerwartet Frankfurt mit 91,0 Mrd. Pkm und einem Anteil von 51,8 Prozent weit von München mit 26,4 Mrd. Pkm und einem Anteil von 15,0 Prozent. Düsseldorf kommt mit 13,2 Mrd. Pkm und einem Anteil von 7,5 Prozent auf die halben Werte von München, wogegen die mäßig bedeutenden Plätze Hamburg, Tegel, Stuttgart und Köln jeweils weniger als die Hälfte von Düsseldorf erreichen. Während die drei Berliner Flugplätze mit zusammen noch 9,6 Mrd. Pkm einen Anteil von 5,5 Prozent repräsentieren, entfallen auf die übrigen 16 der 25 ausgewählten Flugplätze zusammengenommen 17,8 Mrd. Pkm und ein Anteil von 10,5 Prozent. Als Einzelanlagen sind diese Plätze im Vergleich zu den großen als weitgehend irrelevant einzustufen.

Im Interkontinentalverkehr stellt sich die Konzentration als noch stärker dar: Davon entfallen mit 75,5 Mrd. Pkm knapp drei Viertel (74,4 Prozent) allein auf Frankfurt, deutlich mehr als der Anteil an der gesamten Leistung in der Passage. München als zweitwichtigster Standort repräsentiert mit 14,9 Mrd. Pkm einen Anteil von 14,7 Prozent, also ähnlich wie an der gesamten Leistung. Düsseldorf fällt dagegen mit 4,5 Mrd. Pkm und einem Anteil von 4,4 Prozent im Interkontverkehr bereits deutlich hinter die übrige Bedeutung des Standorts zurück. Die übrigen 22 der 25 ausgewählten Flugplätze – also unter Einschluss der Flugplätze Hamburg, Tegel, Stuttgart und Köln mit mittlerer Bedeutung – kommen zusammen gerade mal auf 6,6 Mrd. Pkm und einen Anteil von 6,5 Prozent, also selbst zusammen mit Düsseldorf noch nicht auf die Zahlen von München.

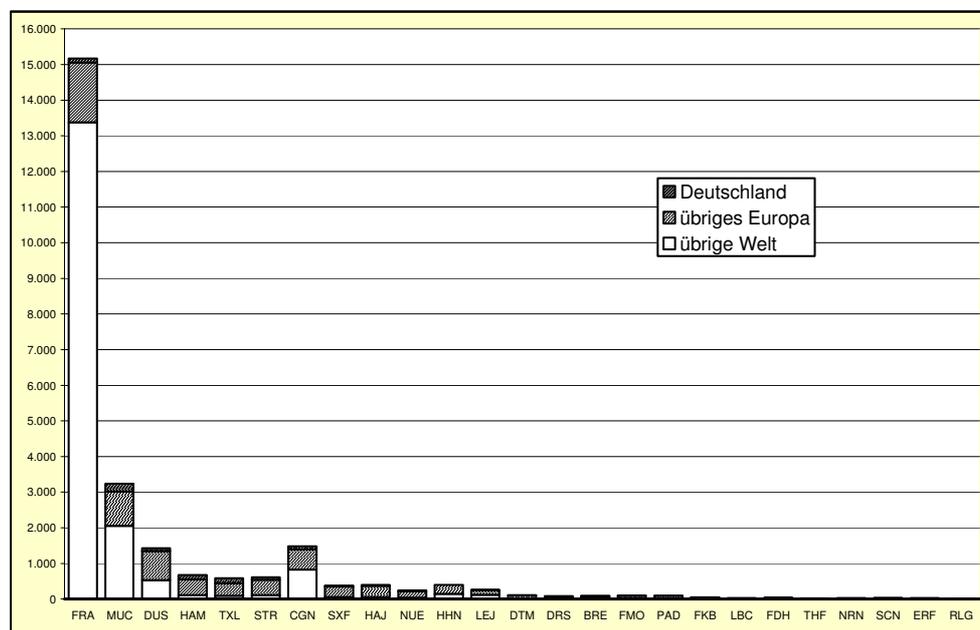
Dies macht sehr deutlich, dass unter dem Aspekt des globalen Luftverkehrs eigentlich nur Frankfurt und – mit sehr großem Abstand dahinter – München von Bedeutung sind.

Einige weitere Flughäfen haben noch eine regionale europäische Bedeutung, sind aber für die globale Vernetzung allenfalls insofern von Relevanz, als sie auch Verbindungen zu global relevanten Flugplätzen bereitstellen.

Für die Beurteilung der Luftverkehrsleistungen insgesamt müssen auch die – im vorliegenden Bericht weitgehend ausgeblendeten – Bereiche von Fracht und Post berücksichtigt werden. Dabei wird die herkömmliche Unterteilung zwischen Fracht und Post zunehmend obsolet, zumal die – in der Geschichte der Luftfahrt bedeutsame – Luftpost eine vergleichsweise immer geringere Rolle spielt und gegenwärtig (2006) mit 0,2 Mrd. tkm nur mehr rd. 2,5 Prozent der Transportleistung von Fracht und Post zusammen (8,0 Mrd. tkm) ausmacht (alle Werte für die abgehende Ladung).

Die amtliche Luftverkehrsstatistik führt die Verkehrsleistungen in der Passage und im Ladungsverkehr zusammen, indem sie 10 Personenkilometer als 1 Tonnenkilometer ansetzt, und auf diese Weise eine Gesamtzahl von Standard-tkm bildet (vgl. STATBAc 2006, Fn. zu Tab. 4.1.2)<sup>13</sup>. Auf dieser Grundlage können in der nachfolgenden *Abbildung 18* die gesamten Verkehrsleistungen in ihrer regionalen Aufgliederung dargestellt werden; von der gesamten Verkehrsleistung in Höhe von 25,6 Mrd. tkm machen bei dieser Zählweise Fracht und Post immerhin gut 31 Prozent aus.

**Abbildung 18: Verkehrsleistungen des abgehenden Verkehrs an den ausgewählten Flugplätzen 2006, Mill. Standard-tkm**



Quelle: Auswertung von StatBA, FS8 R6.2 2006, eigene Berechnungen

<sup>13</sup> Dagegen wird im Eisenbahnverkehr traditionell 1 Pkm genau wie 1 tkm als 1 Standard-Leistungseinheit bewertet – diese physikalisch selbstverständlich höchst eigentümliche Bewertung erklärt sich aus dem speziellen, vom Luftverkehr extrem abweichenden Verhältnis zu Massen und dem Aufwand zu deren Bewegung im Schienentransport.

Aufgrund der bereits oben beim Transportaufkommen in t dargestellten besonderen Bedeutung Frankfurts und der interkontinentalen Ladung ist die Konzentration auf diesen Standort und auf die Langstrecke bei der gesamten Verkehrsleistung noch stärker ausgeprägt als beim Passagierverkehr. Von der gesamten Verkehrsleistung entfallen mit 17,5 Mrd. tkm etwa 68,6 Prozent auf den Interkontverkehr, mit 7,0 Mrd. tkm rd. 27,4 Prozent auf den Europaverkehr, sowie mit 1,0 Mrd. tkm lediglich 4,0 Prozent auf den innerdeutschen Verkehr.

Frankfurt vereint davon mit 15,2 Mrd. tkm rd. 59,3 Prozent auf sich, mit sehr großem Abstand vor München mit 3,2 Mrd. tkm und einem Anteil von rd. 12,7 Prozent. Aufgrund der Frachtverkehre liegt Köln mit knapp 1,5 Mrd. tkm und einem Anteil von 5,8 Prozent noch etwas vor Düsseldorf mit gut 1,4 Mrd. tkm und einem Anteil von rd. 5,6 Prozent. Alle übrigen 21 der 25 ausgewählten Flugplätze kommen zusammen auf 4,3 Mrd. tkm und einen Anteil von einem Sechstel (16,7 Prozent) an der gesamten Luftverkehrsleistung.

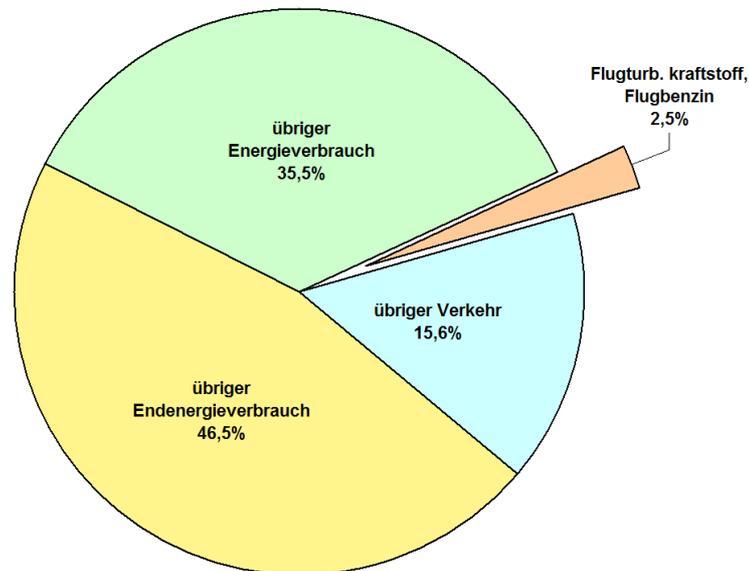
Im interkontinentalen Verkehr ist der relative Bedeutungsvorsprung Frankfurts mit einem Anteil von 76,3 Prozent noch ausgeprägter, München hält hier mit einem Anteil von 11,7 Prozent einen respektablen Abstand, während Köln und Düsseldorf mit Anteilen von 4,7 bzw. 3,0 Prozent noch einmal weit dahinter liegen. Alle übrigen 21 der 25 ausgewählten Flugplätze – unter Einschluss der üblicherweise als nicht unbedeutend eingeschätzten Plätze in Hamburg, Berlin und Stuttgart – kommen zusammen nur auf einen Anteil von auf 4,3 Prozent an der interkontinentalen Verkehrsleistung, spielen hierbei also keine nennenswerte Rolle.

## **3.4 Energieverbrauch und Klimabelastungen**

### **3.4.1 Gesamtbetrachtung**

Oben war dargelegt worden, dass der Luftverkehr zumindest in der Abgrenzung der (deutschen) Energiebilanz auch Deutschland zuzurechnen sei. Die vorläufigen Auswertungstabellen zu den Energiebilanzen der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen liegen bis zum Jahr 2006 vor (vgl. AGE 2007a). Da die endgültigen Zahlen erfahrungsgemäß lediglich marginale Veränderungen aufweisen, können die dort entwickelten Zahlen zugrundegelegt werden. Danach lässt sich der Energieverbrauch 2006 in *Abbildung 19* in einer für die vorliegenden Zwecke geeigneten Form aufgliedern.

Der offensichtlich geringe Anteil von lediglich 2,5 Prozent, der auf den Flugverkehr entfällt, bildet vielfach die Grundlage für die Einschätzung, dass hierzu lediglich ein sehr nachrangiger Diskussions- und Handlungsbedarf bestehe: Wenn überhaupt, dann müsse wohl zuerst über den sonstigen Verkehr, insbesondere den Straßenverkehr geredet werden, oder mehr noch über die sonstigen Endenergieverbraucher in Industrie, Gewerbe und Haushalt, oder auch über die sonstigen Energieverbraucher, insbesondere die Kraftwerke mit ihren gewaltigen Energieverlusten.

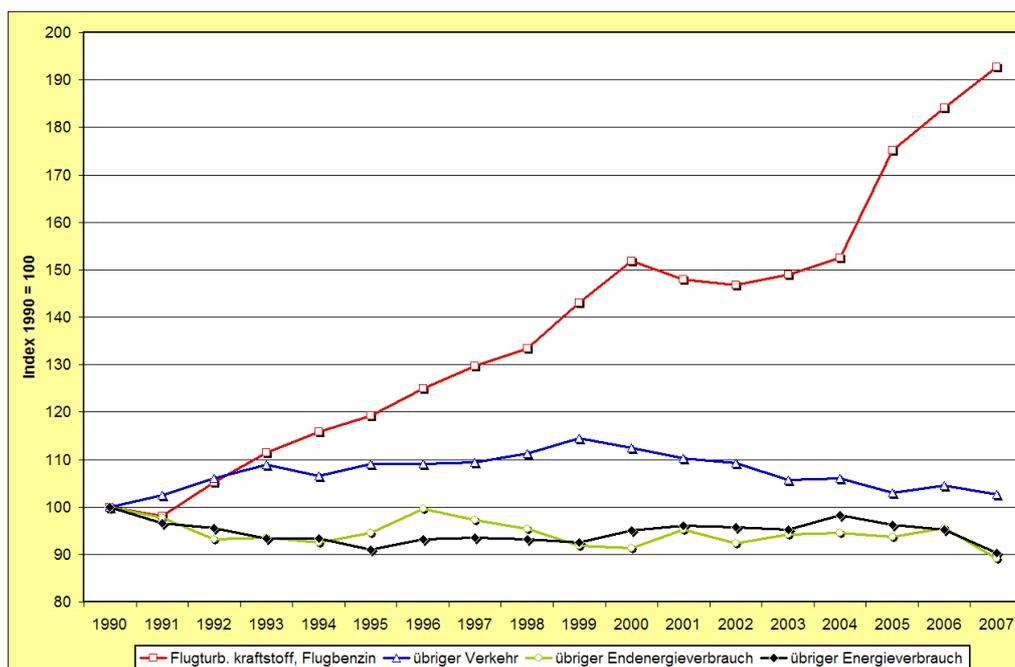
**Abbildung 19: Aufgliederung des Energieverbrauchs 2006**

Quelle: Auswertung der Energiebilanz nach Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Nun sollen die erheblichen Handlungsbedarfe in den anderen Bereichen keineswegs vernachlässigt werden, eine Fixierung auf die niedrige Zahl von 2,5 Prozent für den Luftverkehr kann jedoch leicht dazu führen, zwei erhebliche Faktoren zu übersehen oder zu unterschätzen, die den Luftverkehr in etwas anderem Licht erscheinen lassen.

Zunächst ist es die – vergleichsweise – unerhörte Dynamik, die nicht nur die Leistungen im Luftverkehr betrifft, sondern auch den hierfür benötigten Energieeinsatz. Nachdem die Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen kürzlich vorläufige Zahlen zur Energiebilanz 2007 veröffentlicht hat (vgl. AGEB 2007b) und der Mineralölwirtschaftsverband vorläufige Zahlen zur Entwicklung der Mineralölprodukte (vgl. MWV 2007) kann die Entwicklung in den oben unterschiedenen Bereichen des Energieverbrauchs bis zu diesem Jahr abgeschätzt werden, vgl. *Abbildung 20*.

Seit 1990, dem auch für die Klimafragen maßgeblichen Bezugsjahr, haben sich die einzelnen Verbrauchsbereiche deutlich unterschiedlich entwickelt: Der übrige Energieverbrauch und der übrige Endenergieverbrauch weisen – insbesondere wegen der konjunkturellen Überlagerung und des unterschiedlichen Temperaturgangs während der Heizperiode in einer etwas schwankenden Entwicklung – einen bescheidenen Trend nach unten auf und stehen aktuell etwa 10 Prozent unter dem Ausgangsjahr 1990; der übrige Verkehr ohne den Luftverkehr hat wohl vor 2000 sein Maximum erreicht und nähert sich langsam wieder dem Ausgangswert von 1990 an.

**Abbildung 20: Entwicklung des Energieverbrauchs nach Bereichen**

Quelle: AG Energiebilanzen, MWV, eigene Berechnungen und Schätzungen

Im Luftverkehr dagegen ist der grundlegende deutliche Aufwärtstrend ungebrochen, trotz der zwischenzeitlichen Einbrüche – in geringem Umfang 1991 zur Zeit des ersten Golfkrieges, in beachtlicher Form 2001-2004 in der Folge von „09/11“ (dem Anschlag auf das World Trade Center in New York), der asiatischen Wirtschaftsschwäche im Zusammenhang mit SARS und des zweiten Golfkriegs. Seit dem Basisjahr hat sich damit der Energieverbrauch im Luftverkehr nahezu verdoppelt. Allein im Jahr 2007 ist der Energieverbrauch insgesamt um 5,2 Prozent gesunken, auch der Verbrauch von Otto- und Dieselkraftstoff (zusammengenommen) hat um 1,7 Prozent abgenommen; der Verbrauch von Flugkraftstoffen hat dagegen um 4,7 Prozent zugenommen (vgl. AGEB 2007b und MWV 2007). Der Anteil des Energieverbrauchs für den Luftverkehr am gesamten Energieverbrauch ist deshalb allein in diesem Jahr um etwa ein Zehntel angestiegen und beträgt nunmehr 2,7 Prozent, nachdem er noch 1990 lediglich bei 1,3 Prozent gelegen war.

Den zweiten kritischen Faktor, der eine fehlerhafte Unterschätzung des Luftverkehrs bewirken kann, stellt der Unterschied von Energieverbrauch und Klimarelevanz dar. Während sich der Energieverbrauch außerhalb des Luftverkehrs insgesamt schrittweise CO<sub>2</sub>-ärmer gestaltet (vor allem wegen eines zunehmenden Anteils regenerativer Energieträger), ist Vergleichbares für die Flugkraftstoffe nicht festzustellen; allein dadurch schon stellt sich der Beitrag des Luftverkehrs zu den Klimalasten aus der Energieverwendung zunehmend höher dar, als es der Entwicklung der Energieverbrauchsanteile entspricht.

Wenngleich Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) auch das Leitgas unter den klimarelevanten anthropogenen Emissionen bildet, ergibt sich allerdings die entscheidende Erhöhung der Klima-

relevanz des Luftverkehrs aus seinen anderen Emissionen: Wie – mittlerweile zunehmend bekannt – eine Spezialuntersuchung des IPCC zu Luftverkehr und seiner Klimawirkung dargelegt hat (vgl. IPCC 1999), trägt der Luftverkehr über eine Reihe weiterer Komponenten in komplexer Form zur Klimaänderung bei. Manche dieser Komponenten können bislang nur benannt, nicht aber quantifiziert werden und stellen noch nicht bestimmbare Risiken dar; andere Komponenten tragen eher zu einer Entlastung der Klimaeffekte bei; vielfach sind die Wirkungen lediglich angenähert und mit erheblichen Unsicherheitsbanden bestimmbar. Insgesamt allerdings geht man davon aus, dass speziell die Wirkungen der Emissionen von Wasser ( $H_2O$ ) und von Stickoxiden ( $NO_x$ ) in ähnlicher Größenordnung wie jene der  $CO_2$ -Emissionen des Luftverkehrs liegen und den klimaschädlichen Gesamteffekt des Luftverkehrs gegenüber der alleinigen Wirkung von  $CO_2$  in großem Umfang erhöhen. Eine Bezifferung des Effekts nach dem üblichen  $CO_2$ -Gleichwert ausgedrückt in dessen GWP-Einheiten (global warming potential) erscheint aus strukturellen Überlegungen und beim gegenwärtigen Kenntnisstand bislang nicht möglich; deswegen kommt hier als ein anderer, zugänglicher Vergleichsmaßstab der RFI (radiation forcing index), wiederum in Bindung an  $CO_2$ -Gleichwerte zur Anwendung. In dieser Maßeinheit wird – in der entsprechenden Unsicherheitsbandbreite – der gesamte Klimaeffekt des Luftverkehrs mit dem 2- bis 4-Fachen der  $CO_2$ -Emissionen allein eingestuft, wobei der Plausibilitätsgipfel bei einem Faktor von 2,7 angesetzt wird.

Eine Berücksichtigung dieser Faktoren führt naturgemäß zu massiv höher eingeschätzten Klimalasten aus dem Luftverkehr und zu einem erheblich höheren Anteil dieser Klimalasten an der gesamten Klimabelastung, auch wenn dabei nicht nur im Luftverkehr, sondern auch in den anderen Bereichen die über die  $CO_2$ -Emissionen hinausgehenden Lasten einbezogen werden müssen. Dies ist allerdings in den bisherigen offiziellen Klimabilanzen nicht erfolgt.

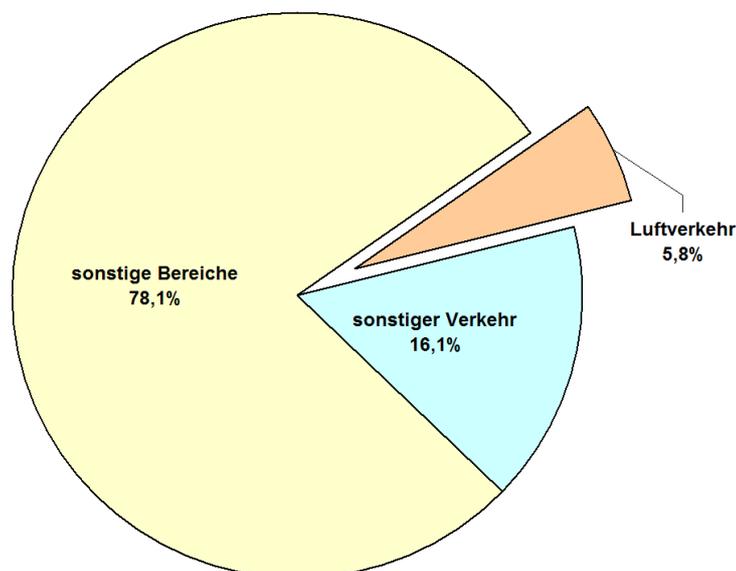
Die bisher vorliegenden Klimabilanzen (vgl. UNFCCC 2007) entsprechen den Vereinbarungen des Kyoto-Protokolls, das eine nationale Berichterstattung an das Internationale Klimasekretariat vorschreibt. Gemäß dieser Vereinbarung ist allerdings der grenzüberschreitende Luftverkehr nicht in die jeweilige nationale Klimabilanz einzubeziehen, entsprechende diesbezügliche Angaben werden lediglich nachrichtlich außerhalb der Bilanz mitgeführt. In einer etwas erstaunlichen Anwendung dieser Regel werden von Deutschland regelmäßig 20 Prozent des Energieverbrauchs im Luftverkehr dem inländischen Luftverkehr zugerechnet (und entsprechend 80 Prozent dem grenzüberschreitenden Luftverkehr). Erstaunlich ist dies deswegen, weil selbst bei großzügiger Bestimmung von Unsicherheitsbandbreiten dem Inlandsverkehr tatsächlich allenfalls 10 Prozent des Energieverbrauchs zugeordnet werden können. Andererseits klammert auch die wohl fehlerhaft zu geringe Ausgliederung den weit überwiegenden Großteil der Lasten von vorneherein aus.

Außerdem beschränkt sich, wie in den Berichtspflichten vorgesehen, die Berichterstattung zwar nicht auf die Angabe der  $CO_2$ -Emissionen, sondern schließt im Rahmen des sog. „Kyoto-Korbs“ fünf weitere Stoffe/Stoffgruppen ein, die dann – gewichtet mit dem jeweiligen GWP – zusammen mit den  $CO_2$ -Emissionen die  $CO_2$ -äquivalenten

Gesamtemissionen ergeben. Die Wasser- und Stickoxid-Emissionen des Luftverkehrs mit ihrer luftverkehrstypischen Klimawirksamkeit sind allerdings nicht darin enthalten. Aufgrund dessen sind die Klimalasten aus dem Luftverkehr in den nationalen Klimabilanzen in noch einmal deutlich verkürzter Weise dargestellt.

Um diesem untauglichen Zustand abzuhelpfen, wurde eine Modifikationsrechnung zu den deutschen Klimabilanzen vorgenommen, die einerseits den gesamten Luftverkehr in der Abgrenzung der Energiebilanz einschließt, andererseits die über die CO<sub>2</sub>-Emissionen hinausgehenden Klimawirkungen über deren RFI mit einem Aufschlag in Höhe des 1,7-fachen der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen berücksichtigt. Naturgemäß bleibt auch dieser Versuch etwas unbefriedigend aufgrund der bislang unsicheren Höhe des tatsächlich angemessenen Aufschlagsfaktors – die tatsächlichen Belastungen könnten sowohl höher als auch geringer sein. Insgesamt sollte dieses für Verbesserungen aufgrund neuerer Erkenntnisse offene Vorgehen allerdings eine angemessenere Einschätzung als bislang üblich ermöglichen. Die Modifikationsrechnung ist im Anhang dokumentiert, hier wird in *Abbildung 21* die Aufgliederung der Klimalasten für 2004 gezeigt, das letzte Jahr, für das der komplette Datensatz vorliegt.

**Abbildung 21: Aufgliederung der Klimalasten 2004**



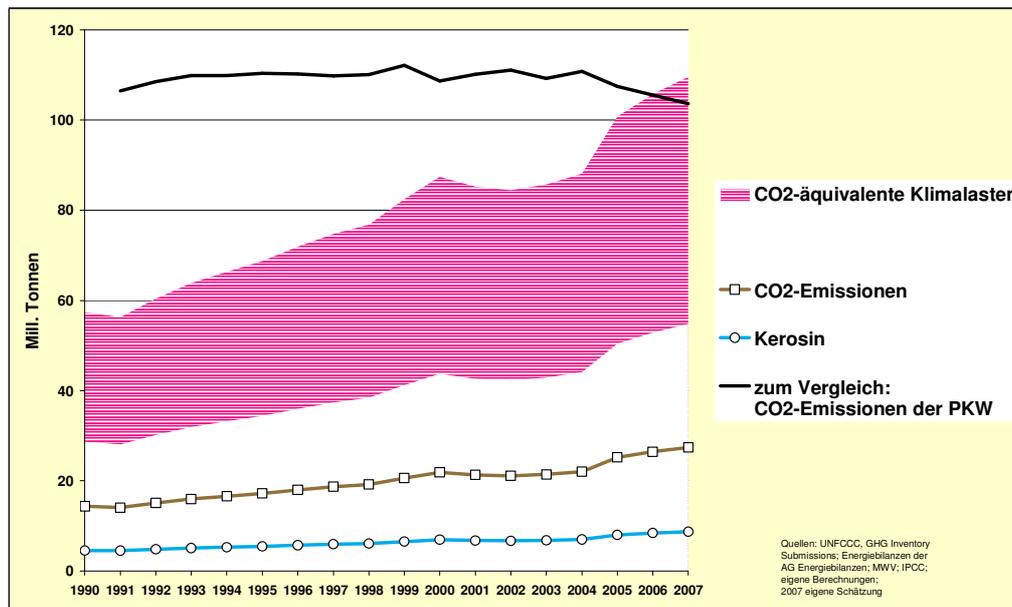
Quelle: UNFCCC, eigene Modifikationsrechnungen

Das dargestellte Berichtsjahr 2004 ist allerdings nicht mehr ganz aktuell: Der Energieverbrauch im Luftverkehr lag 2007 um rd. 26 Prozent über jenem von 2004, und für die Klimalasten aus dem Luftverkehr ist von einer gleich großen Erhöhung auszugehen; demgegenüber ist der Energieverbrauch in den übrigen Bereichen um gut 6 Prozent zurückgegangen, und die Klimalasten der übrigen Bereiche dürften noch etwas stärker

gefallen sein. In der Folge muss von einem zwischenzeitlich auf etwa 7,7 bis 8 Prozent gestiegenen Anteil der Luftverkehrs-Klimalasten ausgegangen werden. Die Entwicklungsdynamik des Luftverkehrs und die bislang unberücksichtigten Klimawirkungen verändern somit den Eindruck von der Klimarelevanz des Luftverkehrs in signifikanter Form.

Auch bei einer Hochstufung des Luftverkehrs auf die tatsächlich davon ausgehenden Klimalasten bleibt deren Anteil an allen von Deutschland ausgehenden Klimabelastungen gegenwärtig allerdings nachrangig: Dominiert werden diese von den übrigen Verursacherbereichen. Bei der Bewertung ist allerdings zu berücksichtigen, dass innerhalb des Verkehrs der Luftverkehr nur einen marginalen Anteil des Verkehrsaufkommens ausmacht, dagegen einen ganz erheblichen Teil der vom Verkehr ausgehenden Klimalasten. Im Verhältnis zwischen Verkehr und den übrigen Bereichen ist zu berücksichtigen, dass Verkehr (und Transport) zwar eine integrale Rolle im Leben der Bevölkerung und in den wirtschaftlichen Abläufen einnimmt, dass jedoch der Verkehr im Vergleich zu allem Übrigen andererseits auch nur eine beschränkte, vor allem dienende Aufgabe abdeckt: Das häusliche Leben mit den darauf entfallenden Energieverbräuchen und Klimalasten aufgrund von Beheizung, Warmwasser und der übrigen Lebensführung, die wirtschaftliche Produktion von Gütern und Dienstleistungen, wie auch die öffentlichen Dienste mit deren jeweiligen Energieverbräuchen und Klimalasten, auch die Stromproduktion zur allgemeinen Bereitstellung einer weitgehend universell nutzbaren Energieform und deren Energieverbräuche und Klimalasten stellen zusammen selbstverständlich erheblich breitere Funktionen dar. Aus Sicht einer spezifischen Branche heraus mag die besondere Betonung der eigenen Wichtigkeit ja durchaus verständlich sein, für eine gesamtgesellschaftliche Bewertung sollte jedoch auf eine abgewogene Urteilsbildung nicht verzichtet werden.

Zur Veranschaulichung werden die relevanten Größen in *Abbildung 22* noch in ihrem zeitlichen Verlauf dargestellt; eingetragen ist hier nicht der Mittelpfad der Klimalasten entsprechend dem RFI-Faktor von 2,7, sondern deren denkbare Bandbreite entsprechend RFI-Faktoren von 2 bis 4. Nachrichtlich sind auch die geschätzten CO<sub>2</sub>-Emissionen des PKW-Verkehrs dargestellt.

**Abbildung 22: Entwicklung von Energieverbrauch und Klimlasten aus dem Luftverkehr**

Quellen: Luftverkehr: UNFCCC, AG Energiebilanzen, MWV, IPCC, eigene Berechnungen und Schätzungen; PKW: eigene Abschätzung auf Basis von DIWa

Auch wenn die denkbare aktuelle Absoluthöhe oberhalb der Belastungen aus dem Autoverkehr liegen könnte und dies gewiss besorgniserregend ist, so ist die eigentlich kritische Botschaft doch eher, dass die Belastungen aus dem Luftverkehr weiter steigen dürften, während andererseits in Zukunft insgesamt starke Belastungsabsenkungen erforderlich werden.

### 3.4.2 Spezifischer Treibstoffbedarf

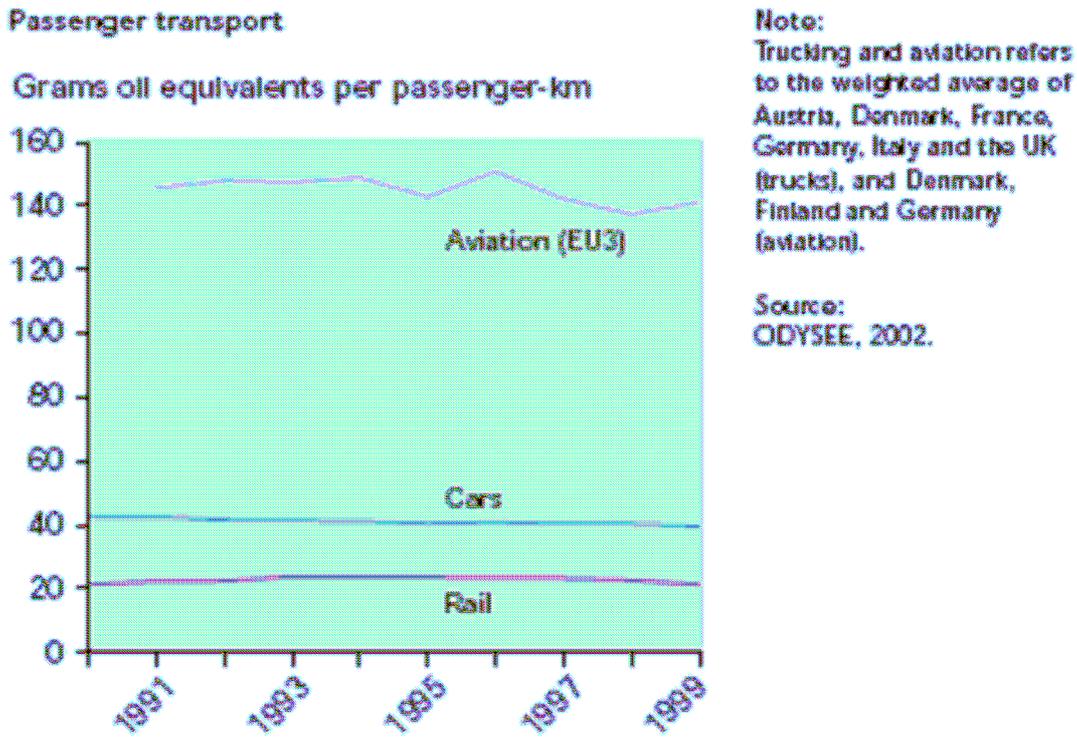
Der spezifische Treibstoffbedarf je Leistungseinheit (Pkm bzw. tkm) und seine Veränderung ist eine zentrale Bestimmungsgröße für die künftige Entwicklung des Energiebedarfs im Luftverkehr.

Die Berechnung des voraussichtlichen Treibstoffbedarfs und der erforderlichen Resermengen sowie die entsprechende Betankung des Flugzeugs gehören zu den elementaren Gegenständen der Flugvorbereitung. Da diese Aufgabe nahezu ausnahmslos in zufriedenstellender Weise standardmäßig erledigt wird, sollte man davon ausgehen können, dass die Bestimmung des spezifischen Treibstoffbedarfs und –verbrauchs keine größere Mühe bedeutet und keinen erheblichen Unsicherheiten unterliegt. Tatsächlich allerdings werden hierzu auch in hochrangigen Fachpublikationen seit vielen Jahren recht erstaunliche Behauptungen vertreten.

Der jährlichen Berichterstattung der Europäischen Umweltagentur, Kopenhagen, entsprechend dem „transport and environment reporting mechanism“ (TERM) beispielsweise ist die nachfolgende *Abbildung 23* zu entnehmen (EEA 2002, S.45). Für ein ge-

wogenes Mittel der Luftverkehre von Dänemark, Finnland und Deutschland – also maßgeblich geprägt durch die deutschen Sachverhalte – wird dort für die 1990er Jahre ein spezifischer Energieverbrauch von etwa 140 bis 150 g Öläquivalent per Pkm behauptet.

**Abbildung 23: Spezifischer Energieverbrauch im Luftverkehr nach EEA**



Quelle: EEA 2002, S. 45

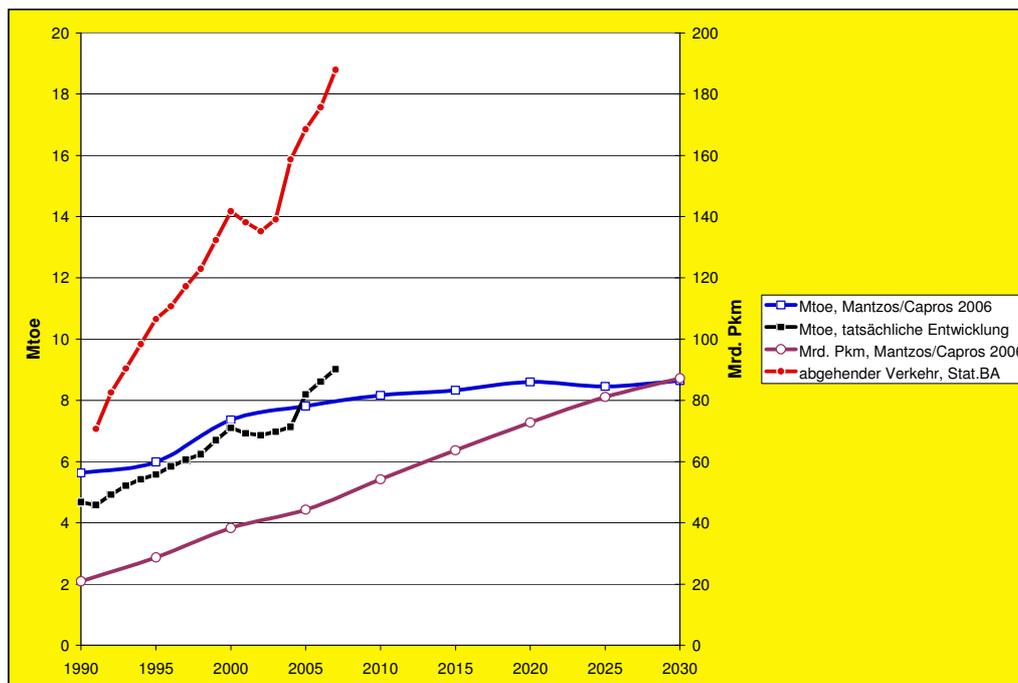
Bei Ansatz eines massenbezogenen Energiewerts von Kerosin etwa 3 Prozent über der Standard-Öleinheit und einer typischen Dichte der Flugkraftstoffe von etwa 0,825 kg/l entspricht diese Angabe einem Verbrauch von rd. 0,17 bis 0,18 l/Pkm, oder – in der vom PKW gebräuchlichen Form – einem Verbrauchswert von 17 bis 18 l/100 Pkm. Glücklicherweise sind diese hohen Verbrauchswerte den Flugzeugen selbst nicht bekannt.

Die vielleicht witzigste Darstellung wird von der Europäischen Kommission, DG Energy and Transport, in der Studie „European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2005“ (MANTZOS/CAPROS 2006) verbreitet<sup>14</sup>. Aus der im europäischen Fachdiskurs teils als Standard verwendeten Darstellung werden zunächst in *Abbildung 24* die Entwicklungen der Energieverbräuche und der Verkehrsleistungen dargestellt – sie sind im „Update 2005“ gegenüber den Angaben in der Ursprungsfassung von 2003 in

<sup>14</sup> „Legal Notice: The European Commission does not guarantee the accuracy of the data included in this publication, nor does it accept responsibility of any use made thereof.“ (MANTZOS/CAPROS 2006, Innentitel)

der Zukunftsperspektive deutlich abgemindert – und hinsichtlich der Vergangenheitswerte den tatsächlichen Entwicklungen gegenübergestellt.

**Abbildung 24: Energieverbrauch und Verkehrsleistungen des deutschen Luftverkehrs nach den „European Energy and Transport – Trends to 2030“ im Vergleich zur tatsächlichen Entwicklung**

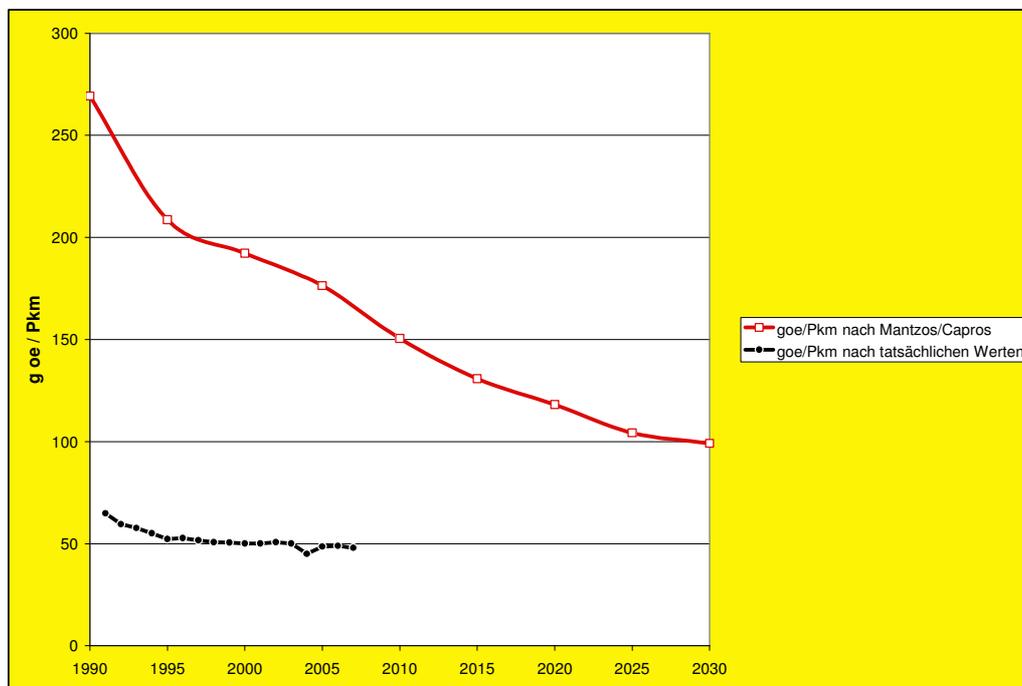


Quellen: MANTZOS/CAPROS 2006, S. 103; tatsächliche Entwicklung: Pkm nach STATBAC, Mtoe (von PJ umbasiert) nach AGEB 2007a, jeweils Daten für 2007 ergänzt

Beim historischen Energieverbrauch fällt auf, dass Mantzos/Capros von einem signifikant höheren Wert in 1990 starten, bis 2007 aber nur zu einem signifikant niedrigeren Wert kommen, als es den – als weitgehend gesichert anzusehenden – Feststellungen in der deutschen Energiebilanz entspricht; statt der tatsächlichen jahresdurchschnittlichen Erhöhung von nahezu 4 Prozent ergeben sich bei Mantzos/Capros lediglich 2 Prozent pro Jahr. Auffällig ist auch, dass nach Mantzos/Capros selbst bis 2030 noch nicht der Energieverbrauch erreicht wird, der tatsächlich bereits in der Vergangenheit erreicht wurde. Diese Differenzen und Plausibilitätsmängel würden in anderen Zusammenhängen erhebliches Befremden auslösen, im vorliegenden Fall allerdings erscheint die Übereinstimmung in den Energiewerten noch vergleichsweise exzellent – verglichen mit den Angaben zu den Verkehrsleistungen: Dort haben die von Mantzos/Capros behaupteten Umfänge tatsächlich so gut wie gar nichts mit den Zahlen zu tun, die den Energieverbräuchen gemäß Energiebilanz entsprechen und gegebenenfalls auch den von Mantzos/Capros mitgeteilten abweichenden Energiemengen entsprechen könnten.

Die spezifischen Verbräuche ergeben sich aus der Division der Absolutbeträge. Mantzos/Capros geben solche Zahlen als „Efficiency indicator (activity related)“ jeweils insgesamt für den Passagier- und für den Frachttransport an; da sie die Luftfracht generell ignorieren, geht in die Effizienzziffer für den Personentransport auch der durch ihre Zahlen für die Passagier-km und den Energieverbrauch im Luftverkehr gebildete spezifische Energieverbrauch im Luftverkehr ein. Die nachfolgende *Abbildung 25* zeigt die – von Mantzos/Capros nicht einzeln ausgewiesenen – nach den Mantzos/Capros-Daten gebildeten spezifischen Verbrauchswerte im Vergleich mit den analog aus den tatsächlichen Energieverbräuchen und den Passagierverkehrsleistungen gebildeten Werten (zur Einbeziehung der hier auch in den tatsächlichen Werten nicht berücksichtigten Luftfracht vgl. weiter unten).

**Abbildung 25: Spezifischer Energieverbrauch im Luftverkehr nach Mantzos/Capros und nach tatsächlichen Werten**



Quellen: errechnet aus MANTZOS/CAPROS 2006, S. 103, bzw. STATBAc und AGEb 2007a (jeweils Daten für 2007 ergänzt)

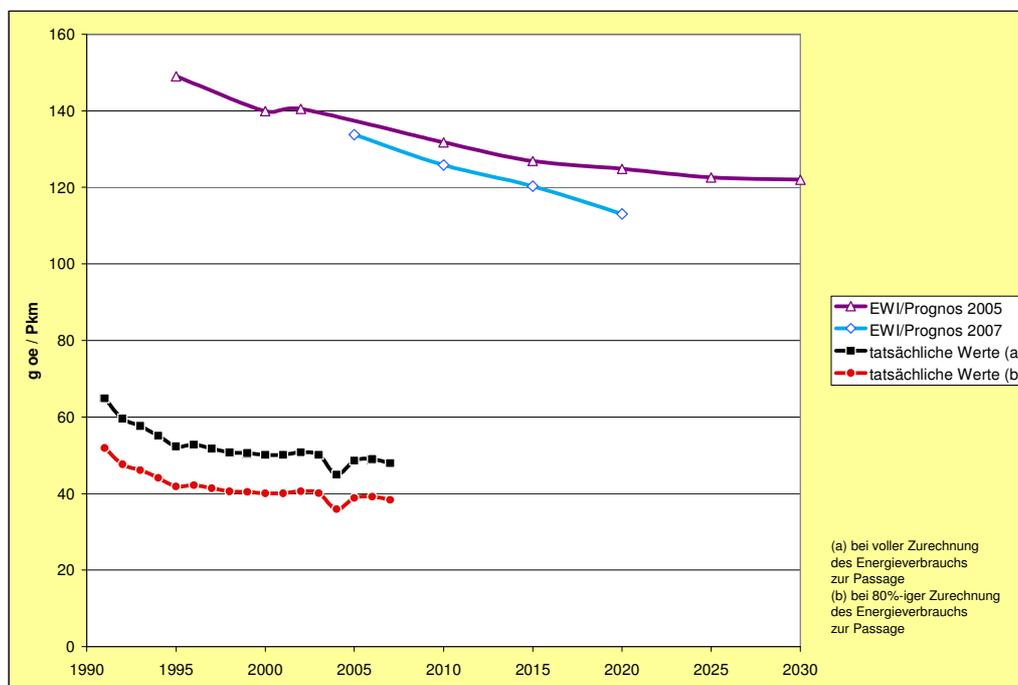
Der aus den Daten von Mantzos/Capros zu ermittelnde „Effizienzindikator“ für den Luftverkehr gibt nun allerdings zu erheblichem Erstaunen Anlass: Der Startwert 1990 liegt mit rd. 270 g Öleinheiten/Pkm (entsprechend nahezu 32 l/100 km) noch deutlich über den bereits eher sagenhaften Werten der Europäischen Umweltagentur (EEA), fällt dann im Zeitverlauf jedoch gewaltig ab – wobei er allerdings auch 2010 noch über den Angaben der EEA für die 1990er Jahre liegt. Die tatsächlichen Werte bewegen sich demgegenüber auf einem völlig anderen Niveau, das außerdem bei angemessener Einbeziehung der Luftfracht naturgemäß noch einmal niedriger läge als in der Abbildung gezeigt. Eine befriedigende Erklärung für das Mengengerüst der „European

Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2005“ kann hier nicht geliefert werden, zumal deren Autoren auf einen detaillierten Quellenausweis verzichten. Allerdings kann nach den vorliegenden Betrachtungen nicht empfohlen werden, dieses Werk zur Grundlage weiterer Überlegungen zu machen.

Im Bereich der nationalen Studien modellieren die maßstabsbildenden Untersuchungen von EWI und Prognos den Luftverkehr über Deutschland (beschränktes Territorialprinzip) und den Energieverbrauch des Luftverkehrs in der Energiebilanzabgrenzung; den spezifischen Energieverbrauch bestimmen sie aus der Beziehung dieser beiden Größen. Während in der „Energiewirtschaftlichen Referenzprognose“ des Energie-reports IV (EWI/PROGNOS 2005) eine Fußnote (ebda, S. 291) darauf hinweist, dass sich die verkehrliche und die energetische Abgrenzung unterscheiden, wird diese Schieflage in den „Energieszenarien für den Energiegipfel“ (EWI/PROGNOS 2007) nicht mehr benannt (in dieser Arbeit wurde der Luftverkehr allerdings, ebda. S. 103 ohne eigene Überschrift als Unterabschnitt der wesentlich bedeutungsärmeren Binnenschifffahrt eingereiht, offenbar ohnehin nicht sonderlich ernst genommen).

Ob mit oder ohne Fußnote, in der Sache passen der territorial abgegrenzte Luftverkehr und der nach Energiebilanz abgegrenzte Energieverbrauch nicht zusammen: Weder werden die einfliegenden Flugzeuge beim Grenzübertritt in der Luft aufgetankt, noch beschränkt sich die Betankung der in Deutschland abfliegenden Flugzeuge auf die Flugdistanz bis zum Erreichen der Staatsgrenze. Die nachfolgende *Abbildung 26* stellt die unzutreffenden Angaben der EWI/Prognos-Studien zu den spezifischen Energieverbräuchen realistischen Angaben gegenüber.

**Abbildung 26: Spezifischer Energieverbrauch im Luftverkehr nach EWI/Prognos im Vergleich zu den tatsächlichen Werten**



Quelle: abgeleitet aus EWI/PROGNOS 2005, S. 291 und EWI/PROGNOS 2007, S. 103, bzw. STATBac und AGEb 2007a (jeweils Daten für 2007 ergänzt), Energiemengen auf Öleinheiten umbasiert

Die EWI/Prognos-Zahlen schließen den (ebenfalls territorial abgegrenzten) Luftfrachttransport mit ein, bei der zugrunde gelegten üblichen Umrechnung (1 tkm entspricht 10 Pkm) macht er etwa 15 Prozent der insgesamt berücksichtigten Luftverkehrsleistung aus. Demnach sinkt nach der früheren EWI/Prognos-Studie der spezifische Verbrauch von etwa 150 g Öleinheiten/Pkm (1995) auf gut 120 g OE/Pkm (2030). Die zugehörige Abbildung „Spezifischer Verbrauch im Personenverkehr“ (EWI/PROGNOS 2005, S. 292) zeigt dann auch den Luftverkehr auf gut dreifacher Höhe des Straßenpersonenverkehrs. Die neuere Studie behauptet etwas niedrigere Werte, insbesondere eine starke Verbesserung bis 2020. Mit den tatsächlichen Gegebenheiten haben allerdings beide Zeitreihen wenig gemein.

Zur Ermittlung der realen Werte ist dem Energieverbrauch entsprechend der Energiebilanz der abgehende Verkehr zuzuordnen, weil – zwar nicht in jedem Einzelfall aber insgesamt – die in Deutschland zugetankte Treibstoffmenge sehr weitgehend den Verkehrsleistungen entspricht, die bei den anschließend startenden Flügen erstellt werden. Zahlen hierzu sind verfügbar, vgl. die Darstellung oben, nicht trivial allerdings ist die sachangemessene Berücksichtigung der Luftfracht:

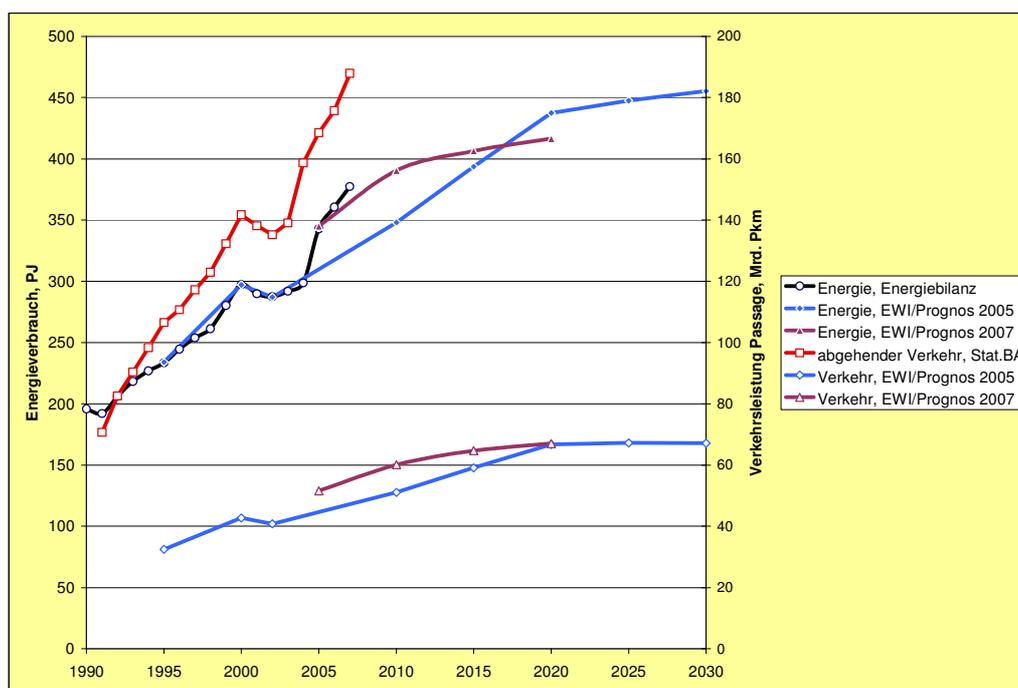
Ein Teil der Luftfracht wird mit Frachtflugzeugen transportiert; deren Energieverbrauch ist naturgemäß eindeutig dem Frachttransport zuzurechnen. Ein anderer Teil der Luftfracht wird – neben dem Gepäck der Reisenden – als Beiladung in Passagiermaschinen („belly freight“) oder in kombinierten Passagier-/Frachtflugzeugen befördert; in diesen Fällen wird der Fracht herkömmlicherweise lediglich der zusätzlich zum Passagiertransport (incl. Gepäck) erforderliche Energieaufwand zugerechnet und liegt damit je tkm lediglich bei etwa einem Siebentel des Transports in Frachtmaschinen (vgl. ODB 1982). Eine volle Zurechnung des Luftfrachttransport auf der Grundlage der Standardtkm (10 Pkm = 1 tkm) erscheint daher nicht angebracht. Detaillierte Daten über die Frachtaufteilung auf Fracht- und Passagierflüge liegen aus der amtlichen Statistik nicht vor; pragmatisch wird deshalb hier vorgeschlagen, 80 Prozent des Energieverbrauchs der Passage zuzurechnen, sowie in der Folge der Fracht (incl. Post), die 31 Prozent der Standard-tkm ausmacht, lediglich 20 Prozent. Die entsprechenden Werte sind in der *Abbildung 26* eingetragen, neben der bisweilen ebenfalls vorfindlichen simplifizierten Variante einer vollständigen Energiezuschreibung zum Personentransport.<sup>15</sup> Demnach liegen die tatsächlichen spezifischen Energieverbräuche im Personenluftverkehr bei etwa 40 g Öleinheiten/Pkm (unter Einschluss der Verbräuche für die Luftfracht bei etwa 50 g/Pkm). Im Zeitverlauf ergibt sich eine signifikante Absenkung, die allerdings insbesondere seit etwa 1995 mit einer Jahresrate von durchschnittlich minus 0,7 Prozent nicht mehr so deutlich ausfällt.

Angesichts der eigentümlichen Bildung und Entwicklung der spezifischen Verbrauchswerte bei EWI/Prognos erscheint es angezeigt, auch auf die zugrunde gelegten Abso-

<sup>15</sup> In manchen Darstellungen werden auch als Luftfracht aufgegebene Partien, die tatsächlich per LKW verfahren werden („trucking“) der Luftfracht zugerechnet; dies kann auf kleineren Flugplätzen das Luftfrachtaufkommen deutlich überzeichnen. In der amtlichen Luftverkehrsstatistik wie in der vorliegenden Darstellung sind diese Transportmengen und -leistungen allerdings nicht mit eingeschlossen.

lutwerte einen prüfenden Blick zu richten. In der Abbildung 27 werden die EWI/Prognos-Angaben zu Energieverbrauch und Personenverkehrsleistungen den tatsächlichen Entwicklungen nach den amtlichen Zahlen gegenübergestellt. Damit wird zugleich der Blick für das nachfolgende Kapitel geöffnet, das sich mit der künftigen Entwicklung des Luftverkehrs beschäftigt.

**Abbildung 27: Energieverbrauch und Personenverkehrsleistung im Luftverkehr nach EWI/Prognos im Vergleich zu den tatsächlichen Entwicklungen**



Quelle: EWI/PROGNOS 2005, S. 291 und EWI/PROGNOS 2007, S. 103, bzw. STATBAc und AGEB 2007a (jeweils Daten für 2007 ergänzt)

Hinsichtlich der historischen Energieverbrauchswerte wird zwar – anders als bei MANTZOS/CAPROS 2006 – in den Untersuchungen von EWI/Prognos an die Energiebilanzwerte angeknüpft, die prognostizierte Entwicklung kippt aber ziemlich unmittelbar von der tatsächlichen Entwicklung nach unten weg. Bei EWI/Prognos 2005 war bereits zum Erscheinungsdatum offensichtlich, dass die Prognose unhaltbar ist (vgl. SCHALLABÖCK 2006, S. 34f); in der Tat musste in EWI/PROGNOS 2007 der Realwert für 2005 in etwa der Höhe berücksichtigt werden, die in der Studie von 2005 erst für 2010 vorgesehen war. Auch die neuere Studie von 2007 folgt grundsätzlich einem zu tiefen Pfad: Der für 2010 vorgesehene Wert wird vermutlich bereits im Jahr 2008 weitgehend erreicht, und der – trotz des zwischenzeitlich stärkeren Verbrauchswachstums niedriger als in der früheren Studie angesetzte – Verbrauchswert für 2020 könnte bereits 2010 erreicht werden.

Bei den (Personen-)Verkehrsleistungen wird offensichtlich ein Anschluss an die Zahlen nach dem Territorialprinzip gesucht, allerdings hinsichtlich der künftigen Entwicklungen mit dem gleichen Fehler wie beim Energieverbrauch: In nicht näher hergeleiteter Form wird eine starke Abschwächung des historischen Wachstumstrends hinterlegt, die je-

weils spätestens alsbald nach der Publikation der Zahlen als korrekturbedürftig erkennbar ist. Der 2005 für 2010 prognostizierte Wert musste 2007 bereits als Realwert für 2005 eingeräumt werden; der 2007 für 2010 prognostizierte Wert ist tatsächlich bereits 2007 eingetreten; in 2020 soll nach der aktuellen Prognose ein lediglich um etwa 10 Prozent erhöhter Wert erreicht werden und danach die Entwicklung schon nach der älteren Prognose weitgehend stagnieren – tatsächlich dürfte dieser Endwert bereits 2010, und danach zunehmend überschritten werden. Wie EWI/Prognos zu derlei von den historischen Trends und den Erwartungen in der Fachöffentlichkeit abweichenden Prognosestellungen gelangt, ist aus den publizierten Texten nicht erkennbar und angesichts der generell hohen Qualität der EWI/Prognos-Prognostik auch etwas unerwartet.

Für die Bestimmung der Energieverbräuche sind diese territorial abgegrenzten Verkehrsleistungen allerdings ohnehin keine geeignete Bezugsgröße; die hierfür zugrunde zu legenden Verkehrsleistungen im abgehenden Verkehr liegen, wie die *Abbildung 27* zeigt, auf ganz anderer Höhe und weisen auch eine mehr oder weniger abweichende Entwicklungscharakteristik auf.

Wieweit die ungeeignete Auswahl der Parameter und ihrer Verknüpfung ursächlich ist für die Schieflagen der prognostischen Einschätzungen von EWI/Prognos, kann hier nicht im Einzelnen bestimmt werden; insbesondere ist nicht bekannt, ob und welche spezifischen Vorgaben des Auftraggebers bzw. Absprachen mit ihm die Ergebnisse der Untersuchungen beeinflusst haben. Offensichtlich allerdings ist, dass die Prognose von 2005 bereits jetzt als deutlich fehlerhaft erwiesen einzustufen ist; offensichtlich ist auch, dass die Prognose von 2007 – deren Fehlerhaftigkeit naturgemäß noch nicht nachweisbar ist – die laufenden Entwicklungstrends nicht aufgreift und inkonsistent ist mit der allgemein vorherrschenden fachlichen Erwartung einer Weiterentwicklung ohne drastischen Trendbruch. Offensichtlich ist darüber hinaus, dass das zugrunde gelegte Parametergerüst wegen der enthaltenen Inkonsistenzen eine trügerische Basis für die vorgenommenen prognostischen Anstrengungen darstellt.

## 4 Perspektiven des deutschen Luftverkehrs

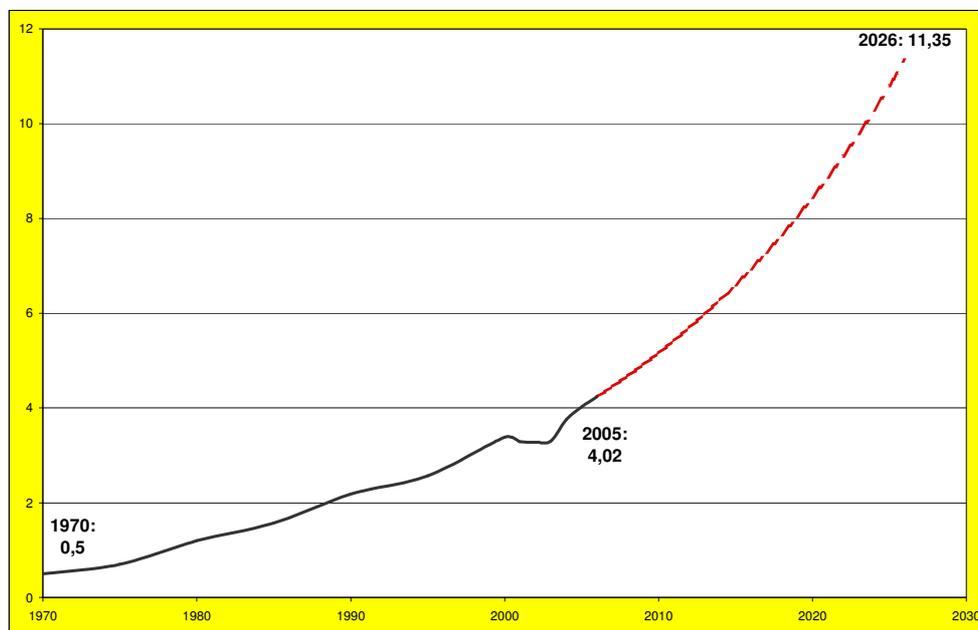
### 4.1 Globale Einordnung

#### 4.1.1 Gesamtentwicklung

Nach dem Einbruch in der Folge des Anschlags auf das World Trade Center sehen wir inzwischen wieder jedes Jahr einen neuen Höchststand im Weltluftverkehr. Boeing hat in seinem aktuellen „Current Market Outlook“ (CMOa 2007) die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate über die nächsten 20 Jahre wieder auf volle 5,0 Prozent leicht erhöht. Im Ergebnis wird dann für 2026 ein Umfang von grob 11.350 Mrd. RPK (revenue passenger kilometres, bezahlte Passagier-km) erwartet. Der Current Market Outlook 2004 (CMOa 2004) hatte für 2023 noch einen Stand von gut 8.900 Mrd. RPK erwartet; die jetzt prognostizierte Entwicklung verläuft im Ergebnis erkennbar steiler.

Die Entwicklung seit 1970 zeigt die nachfolgende *Abbildung 28*. Daraus geht hervor, dass sich der Passagier-Luftverkehr innerhalb der gut 50 Jahre auf deutlich mehr als das Zwanzigfache erhöhen dürfte. Schon zum Ende der dargestellten Periode und mehr noch in der weiteren Folge dürfte der jährliche Zuwachs im Luftverkehr den Umfang des gesamten Luftverkehrs im Jahr 1970 übersteigen.

**Abbildung 28: Weltluftverkehr (Passage) 1970 – 2026 in 1000 Mrd. Pkm**

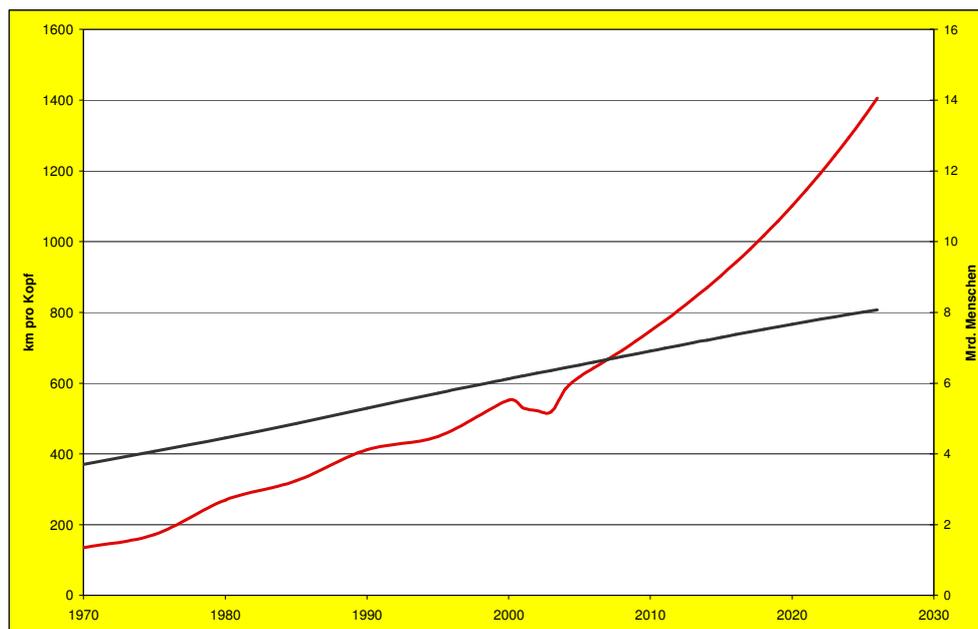


Quellen: Boeing: Current Market Outlook, versch. Ausgaben; eigene Berechnungen

Der Umfang des Weltluftverkehrs steigt damit bedeutend dynamischer als die Weltbevölkerung. In der nachfolgenden *Abbildung 29* wird die Entwicklung aufgegliedert in die beiden Komponenten Bevölkerungsentwicklung und Luftverkehr pro Kopf. Daraus

wird ersichtlich, dass die steigende Luftverkehrsintensität je Person mit einer Verzehnfachung in der dargestellten Periode die stärker treibende Größe ist; zugleich wird aber auch deutlich, dass bei einer durchschnittlichen jährlichen Luftverkehrsleistung von etwa 1.400 km pro Person auch im Jahr 2026 hinsichtlich vorstellbarer Nachfrageumfänge noch ganz erhebliche Spielräume nach oben bestehen: Eine einzige Interkont-Flugreise hin und retour liegt typischerweise im Bereich des Zehnfachen der für 2026 erwarteten durchschnittlichen Luftverkehrsleistung pro Kopf.

**Abbildung 29: Weltbevölkerung und Weltluftverkehr pro Kopf 1970 – 2026**



Quellen: Boeing: Current Market Outlook, versch. Ausgaben; UN Population Prospects: The 2006 Revision Population Database; eigene Berechnungen (Bevölkerung: nahezu lineare Entwicklung; Pro-Kopf-Luftverkehr: annähernd exponentielle Entwicklung)

Die Zuwachsraten bei der Zahl der Passagiere werden in der 20-Jahres-Perspektive mit jährlich 4,5 Prozent etwas niedriger eingeschätzt als jene der Verkehrsleistung in der Passage, die Zuwachsraten bei der realen globalen Wirtschaftsleistung mit 3,1 Prozent pro Jahr deutlich niedriger. Die Luftverkehrsintensität nimmt dementsprechend zu; dies zeigt sich insbesondere auch daran, dass die Luftverkehrsleistung im Frachtverkehr mit einem jährlichen Zuwachs von 6,1 Prozent noch dynamischer als die Passagierluftfahrt eingeschätzt wird (vgl. CMOa 2007).

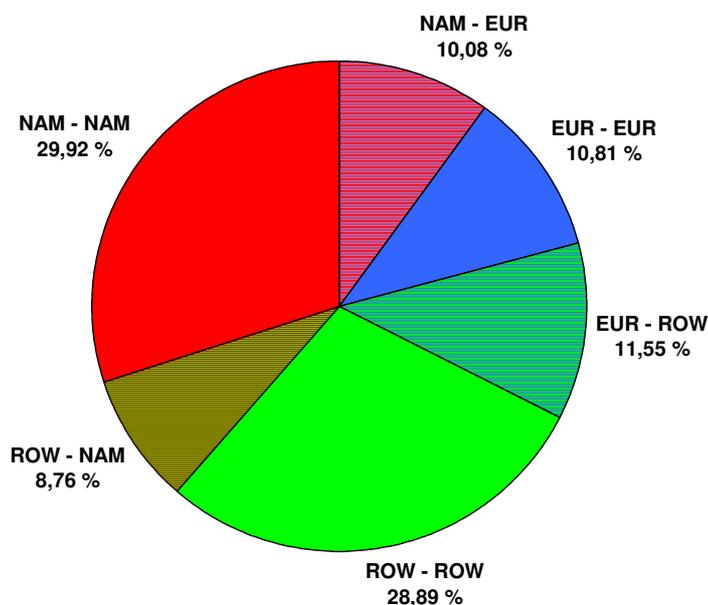
Die in der Substanz seit vielen Jahren unverändert deutlich nach oben weisenden Prognosezahlen von Boeing werden in den Gesamtzahlen durch die analogen, nicht ganz so häufig erscheinenden Prognosen „Global Market Forecast“ von Airbus (vgl. GMFa) weitgehend bestätigt und können als Mainstream der Erwartungen in der Luftfahrtindustrie angesehen werden. So geht die neueste Airbus-Prognose zwar mit 4,9 Prozent pro Jahr von einer marginal geringeren Wachstumsrate der Passagierkilo-

meter aus, kommt aber aufgrund einer geringfügig höher geschätzten Ist-Werts in 2006 für das Jahr 2026 mit 11.528 Mrd RPK zu einem leicht höheren Ergebnis als Boeing. Strukturell kann allerdings als ein deutlicher Unterschied herausgestellt werden, dass Boeing seit Jahren die Entwicklung vor allem in Richtung eines Ausbaus der Direktverbindungen sieht, während Airbus – ebenfalls seit Jahren – dem Ausbau der Hub-and-Spoke-Strukturen eine große Zukunft zuweist; in der Folge wird bei Airbus auch der Übergang zu größerem Fluggerät stärker herausgestellt. Diese unterschiedlichen Einschätzungen dürften nicht rein zufällig konsistent mit der jeweils angebotenen Modellpalette an Flugzeugen sein.

#### 4.1.2 Regionale Gliederung

In Annäherung an den vorliegend relevanten Prognoseraum Deutschland ist die regionale Differenzierung der globalen Perspektive von Interesse, insbesondere die Entwicklung Europas. Eine Zusammenfassung der vielfältigen Verkehrsbeziehungen auf die Verkehre in den traditionell wichtigsten Märkten Nordamerika, Europa und – als Restkategorie – übrige Welt und die Verkehre zwischen diesen Gebieten ermöglicht eine übersichtliche Darstellung der Strukturen und ihrer Entwicklungen. Im Rückblick sei zunächst in *Abbildung 30* der Stand vor etwa 20 Jahren betrachtet.

**Abbildung 30: Aufteilung des Weltluftverkehrs nach Hauptverkehrsgebieten 1985**



Quelle: abgeleitet aus Boeing: Current Market Outlook 2005

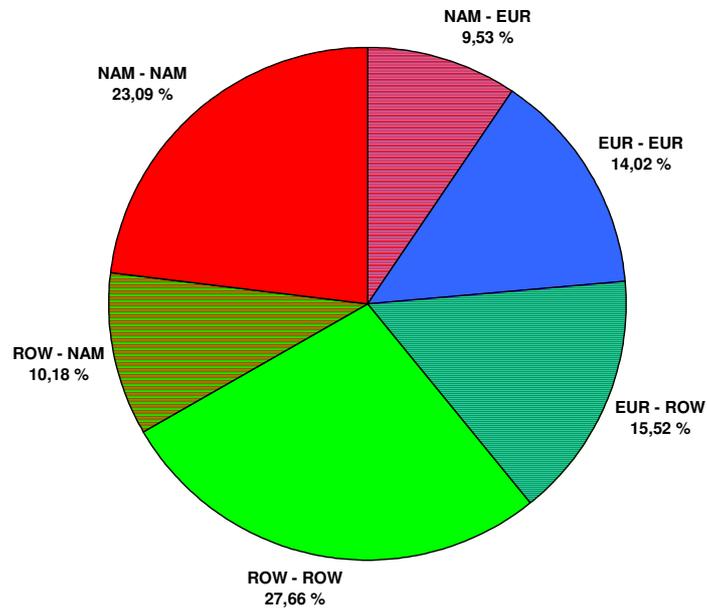
Im Jahr 1985 war die herkömmliche Dominanz Nordamerikas im Weltluftverkehr noch unübersehbar: Nahezu die Hälfte des Luftverkehrs (49 Prozent der RPK) stand in Verbindung mit Nordamerika, allein 30 Prozent machte der Luftverkehr innerhalb Nordamerikas aus. Die noch deutlich darüber hinausgehende Dominanz der westlichen Industrieländer wird bei Einbeziehung von Europa deutlich: Wiederum die Hälfte des Weltluftverkehrs (51 Prozent der RPK) bildete allein der Luftverkehr in und zwischen Nordamerika und Europa; weitere 20 Prozent stellten die Verbindungen zwischen Nordamerika und Europa einerseits und dem Rest der Welt andererseits dar. Europa für sich genommen war an rd. 32 Prozent des Weltluftverkehrs beteiligt – ein offenbar ganz erheblicher Anteil, wenngleich ebenfalls ganz erheblich geringer als jener Nordamerikas; die geringere Bedeutung Europas war vor allem durch den geringeren inner-europäischen Verkehr bedingt, der mit knapp 11 Prozent weit hinter dem Umfang des inner-nordamerikanischen Verkehrs mit etwa 30 Prozent lag. Die Verbindungen in der übrigen Welt – mit einem Anteil von rd. 85 Prozent an der Weltbevölkerung – machten dagegen nur knapp 30 Prozent der Luftverkehrsleistungen in der Passage aus.<sup>16</sup>

Bis zum aktuellen Stand (2006), vgl. *Abbildung 31*, haben sich demgegenüber bereits durchaus erkennbare strukturelle Änderungen ergeben. Der Anteil der Luftverkehre innerhalb und in Verknüpfung mit Nordamerika ist auf rd. 43 Prozent gesunken, vor allem wegen einer Anteilsminderung des Luftverkehrs innerhalb Nordamerikas um nahezu 7 Prozentpunkte. Auch die Dominanz des Nordens mit Nordamerika, Europa und den Verbindungen dazwischen ist auf rd. 47 Prozent zurückgegangen, nur um 4 Prozentpunkte, weil die Abnahme des inner-nordamerikanischen Verkehrs teilweise durch die Zunahme des inner-europäischen Verkehrs um rd. 3 Prozentpunkte kompensiert wurde. Insgesamt muss in dieser Phase Europa als Wachstumspol im Weltluftverkehr angesprochen werden, weil nicht nur der inner-europäische Verkehr Anteile gewonnen hat, sondern auch der Anteil der Verknüpfungen mit der übrigen Welt um 4 Prozentpunkte gestiegen ist; insgesamt hat sich damit die Beteiligung Europas am Weltluftverkehr von rd. 32,5 Prozent (1985) auf rd. 39 Prozent (2006) erhöht und sich damit dem Gewicht Nordamerikas deutlich angenähert. Die Verknüpfungen innerhalb übrigen Welt wiesen sogar einen weiteren Anteilsverlust um etwa 1 Prozentpunkt auf, während deren Beteiligung am Weltluftverkehr unter Einschluss der Verknüpfungen mit Nordamerika und Europa annähernd um 4,5 Prozentpunkte auf knapp 53,5 Prozent zugenommen hat.

---

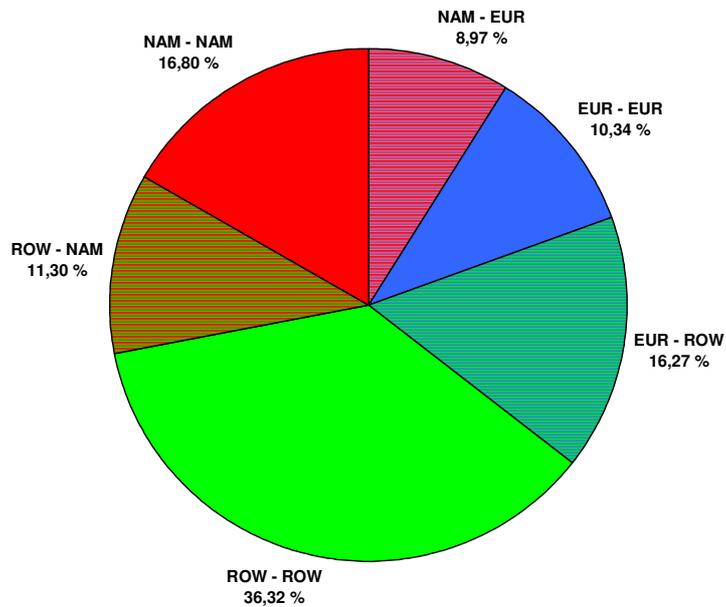
<sup>16</sup> Die Boeing-Prognostik unterscheidet herkömmlich zwölf Verkehrsregionen; von den entsprechend – einschließlich der Eigenverknüpfungen – 72 Verkehrsrelationen werden in der Verknüpfung mit Nordamerika die Regionen Sowjetunion (später: GUS) und Südwestasien (vor allem Indien), sowie in der Verknüpfung mit Europa die Regionen Sowjetunion (später: GUS) und Ozeanien (vor allem Australien) wegen geringer Bedeutung nicht einzeln nachgewiesen, sondern sind in der Restkategorie enthalten.

**Abbildung 31: Aufteilung des Weltluftverkehrs nach Hauptverkehrsgebieten 2006**



Quelle: abgeleitet aus Boeing: Current Market Outlook 2007

**Abbildung 32: Aufteilung des Weltluftverkehrs nach Hauptverkehrsgebieten 2026**



Quelle: abgeleitet aus Boeing: Current Market Outlook 2007

Für die nächsten 20 Jahre bis zum Stand 2026, vgl. *Abbildung 32*, werden von Boeing noch deutlichere Anteilsverschiebungen erwartet. Der Anteil Nordamerikas soll demnach weiter auf rd. 37 Prozent absinken, darunter der inner-nordamerikanische Verkehr auf rd. 17 Prozentpunkte. Der Anteil Europas soll im Gegensatz zur Entwicklung der letzten 20 Jahre wieder absinken auf dann rd. 35,5 Prozent, darunter der inner-europäische Verkehr auf nur mehr knapp 10,5 Prozentpunkte. Demgegenüber wird für die übrige Welt eine bedeutende Anteilserhöhung auf rd. 74 Prozent erwartet, darunter mit einer Erhöhung um gut 8,5 Prozentpunkte allein der Verkehr innerhalb der übrigen Welt auf über 36 Prozentpunkte. Eine genauere Betrachtung dieser Erwartungen, vgl. *Tabelle 7*, lässt allerdings insbesondere im Vergleich von Nordamerika und Europa eine gewisse Skepsis aufkommen.

**Tabelle 7: Perspektiven des Weltluftverkehrs nach Hauptverkehrsgebieten**

| Verkehrsgebiet | Verkehrsleistung, Mrd. Pkm |         |          | jährliche Wachstumsrate, % |           |
|----------------|----------------------------|---------|----------|----------------------------|-----------|
|                | 1985                       | 2006    | 2026     | '85 - '06                  | '06 - '26 |
| ROW - ROW      | 454,5                      | 1.172,4 | 4.121,2  | 4,62                       | 6,49      |
| ROW - NAM      | 137,7                      | 431,4   | 1.282,0  | 5,59                       | 5,60      |
| NAM - NAM      | 470,6                      | 978,5   | 1.906,1  | 3,55                       | 3,39      |
| NAM - EUR      | 158,6                      | 403,8   | 1.017,9  | 4,55                       | 4,73      |
| EUR - EUR      | 170,0                      | 594,0   | 1.172,8  | 6,14                       | 3,46      |
| EUR - ROW      | 181,7                      | 657,9   | 1.846,0  | 6,32                       | 5,29      |
| Insgesamt      | 1.573,2                    | 4.238,0 | 11.346,0 | 4,83                       | 5,05      |

ROW = übrige Welt, NAM = Nordamerika, EUR = Europa

ROW – NAM ohne GUS – NAM und Südwestasien – NAM; EUR – ROW ohne EUR – GUS und EUR – Ozeanien; ROW – ROW mit GUS – NAM, Südwestasien – NAM, EUR – GUS und EUR – Ozeanien

Quelle: abgeleitet aus Boeing: Current Market Outlook, Ausgaben 2005 und 2007

So ist nicht ganz nachvollziehbar, weshalb Europa, das historisch deutlich höhere Zuwachsraten im Verkehr mit der übrigen Welt (ROW) aufweist als Nordamerika, künftig diesbezüglich klar hinter Nordamerika zurückfallen sollte. Auch der vorausgesagte deutliche Einbruch der Zuwachsraten im inner-europäischen Verkehr auf nahezu die Expansionsraten im inner-nordamerikanischen Verkehr verwundert etwas, weil dadurch die historisch laufende Annäherung an die deutlich höhere inner-amerikanische Luftreiseintensität abgebrochen würde – tatsächliche Anzeichen für eine solche Entwicklung sind nicht zu erkennen. Interessanterweise vertritt auch hierzu Airbus in seinen Prognosen eine etwas andere Position; danach expandiert der Verkehr im Zusammenhang mit Europa in gleichem Umfang wie der globale Luftverkehr insgesamt, behält also Europa auch den gegenwärtigen Anteil an der Weltluftfahrt. Zwar sinkt auch nach der Airbus-Prognose die Wachstumsrate im innereuropäischen Verkehr ab, mit einem erwarteten Zuwachs um 4,2 Prozent pro Jahr (bis 2026) aber deutlich geringer als nach Boeing. Auch diese Differenz zwischen der Boeing- und der Airbus-Prognostik erscheint im Übrigen als systematische Abweichung, wobei an vorliegender Stelle den Gründen nicht nachgegangen werden soll; hinzuweisen ist allerdings darauf,

dass in der Vergangenheit die optimistischeren Airbus-Prognosen die Zukunft der europäischen Luftfahrt besser getroffen haben.

Eine nach Verkehrsregionen gegliederte Übersicht der Wachstumserwartungen nach Airbus (vgl. GMFa 2008) bietet die *Tabelle 8*. Airbus weist die Wachstumsraten regional feiner gegliedert aus als Boeing und unterscheidet beispielsweise bei Regionen, die aus mehreren Ländern bestehen, zwischen den Inlandsverkehren (domestic) und den Verkehren zwischen den Ländern (intra). Zum besseren Verständnis sind auch die Gesamtwachse über den betrachteten 20-Jahres-Zeitraum angegeben.

**Tabelle 8: Erwartete Entwicklung des westeuropäischen Luftverkehrs nach Airbus**

| Verkehrsgebiet                         | Jährliche Zuwachsrate<br>2007 bis 2026t | Gesamtwachst<br>2026 gegenüber 2006 |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|
| Domestic Western Europe                | + 3,5 Prozent                           | + 99,0 Prozent                      |
| Intra Western Europe                   | + 3,8 Prozent                           | + 110,8 Prozent                     |
| Australia/New Zealand - Western Europe | + 4,1 Prozent                           | + 123,4 Prozent                     |
| Japan - Western Europe                 | + 4,2 Prozent                           | + 127,7 Prozent                     |
| Caribbean - Western Europe             | + 4,3 Prozent                           | + 132,1 Prozent                     |
| Africa Sub-Sahara - Western Europe     | + 4,5 Prozent                           | + 141,2 Prozent                     |
| US - Western Europe                    | + 4,5 Prozent                           | + 141,2 Prozent                     |
| North Africa - Western Europe          | + 4,7 Prozent                           | + 150,6 Prozent                     |
| Asia - Western Europe                  | + 4,8 Prozent                           | + 155,4 Prozent                     |
| Canada - Western Europe                | + 4,8 Prozent                           | + 155,4 Prozent                     |
| Central Europe - Western Europe        | + 4,8 Prozent                           | + 155,4 Prozent                     |
| Pacific - Western Europe               | + 4,8 Prozent                           | + 155,4 Prozent                     |
| Central America - Western Europe       | + 5,4 Prozent                           | + 186,3 Prozent                     |
| South Africa - Western Europe          | + 5,5 Prozent                           | + 191,8 Prozent                     |
| Russia - Western Europe                | + 5,8 Prozent                           | + 208,8 Prozent                     |
| South America - Western Europe         | + 6,2 Prozent                           | + 233,0 Prozent                     |
| CIS - Western Europe                   | + 6,4 Prozent                           | + 245,8 Prozent                     |
| Middle East - Western Europe           | + 6,4 Prozent                           | + 245,8 Prozent                     |
| Indian Subcontinent - Western Europe   | + 6,5 Prozent                           | + 252,4 Prozent                     |
| P.R. China - Western Europe            | + 6,6 Prozent                           | + 259,0 Prozent                     |

Quelle: Wachstumsraten nach Airbus: Global Market Forecast 2007 – 2026, S. 130f; Gesamtwachst davon abgeleitet, dabei rundungsbedingte Unschärfen

Wie auch bei der Boeing-Prognose, so sind auch bei der Airbus-Prognose die erwarteten Zuwächse insgesamt beeindruckend; sie reichen von mindestens einer Verdoppelung bei den westeuropäischen Inlandsverkehren bis zu einer Anhebung auf das Dreieinhalbfache im Verkehr mit dem indischen Subkontinent und mit China. Umfang und Differenzierung der Erwartungen erscheinen im Wesentlichen nachvollziehbar.

Allerdings dürften bezüglich der Verkehre zwischen den europäischen Ländern und in der Verknüpfung mit den USA auch etwas abweichende Einschätzungen plausibel sein: Innerhalb Europas beobachten wir seit einiger Zeit ein stürmisches Wachstum, das sich aus der Erschließung neuer Luftverkehrsmärkte durch die Billigfluggesellschaften herleitet. Diese Expansion bezieht sich aufgrund der kleinteiligen staatlichen Organisation Europas weniger auf die Inlandsverkehre als auf die Verkehre zwischen europäischen Ländern. Ein Abflauen dieses Kurses ist bisher nicht erkennbar, und aufgrund der bislang noch immer geringen innereuropäischen Luftreiseintensität (durchschnittliche Flugreisen je Einwohner und Jahr) könnte eine Fortsetzung der laufenden Entwicklung auch mit höheren Zuwachsraten angenommen werden. Eine teils deutlich stärker angenommene Expansion des Nordatlantik-Verkehrs dürfte wohl nur unter der Voraussetzung plausibel sein, dass durch eine Ausweitung der Low-Cost-Preisstrukturen – auch infolge des Inkrafttretens des Luftverkehrsabkommens zwischen der EU und den USA ab Frühjahr 2008 – auf diesen Markt ein deutlicher zusätzlicher Wachstumsimpuls gesetzt wird. Eine solche – über die herkömmlichen Niedrigpreis-Strukturen im Charter- und Ferienreiseverkehr hinausgehende – Entwicklung erscheint zwar in Teilen nicht unwahrscheinlich, könnte aber im Wirkungsumfang vermutlich auch bescheidener ausfallen.

Insgesamt ist darauf hinzuweisen, dass die Zukunftswerte insbesondere auf längere Sicht und bei vergleichsweise hohen Zuwachsraten erheblichen Unsicherheiten unterworfen sind. Naturgemäß unterliegen auch die Prognosen für einzelne regionale Relationen erheblich größeren Schwankungen; so lauten beispielsweise die letzten 20-Jahres-Prognosen von Boeing für den Verkehr zwischen Nordamerika und Nordostasien (Japan, Südkorea) für 2023: 364,5 Mrd. Pkm (CMOa 2004), für 2024: 303,4 Mrd. Pkm (CMOa 2005), für 2025: 395,6 Mrd. Pkm (CMOa 2006), sowie für 2026: 333,5 Mrd. Pkm (CMOa 2007). In ähnlicher Weise können künftig auch Europa betreffende Verkehrsströme wegen geänderter Beurteilung der wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen von deutlich schwankenden und von den gegenwärtigen Einschätzungen abweichenden Erwartungen betroffen sein. Wie für die ganze Welt, so sollten die Schwankungen auch für die großen Verkehrsgebiete Nordamerika, Europa und übrige Welt allerdings geringer sein, weil sich einzelne politische oder wirtschaftliche Störungen stärker ausgleichen. Solange sich nicht die speziell den Luftverkehr betreffenden Rahmenbedingungen signifikant verändern, sollte daher wie in der Vergangenheit der Entwicklungstrend weiterlaufen.

## **4.2 Deutschland betreffende Luftverkehrsentwicklung**

### **4.2.1 Vorliegende Prognostik**

In der Debatte um die Entwicklung des deutschen Luftverkehrs können der „Masterplan zur Entwicklung der Flughafeninfrastruktur zur Stärkung des Luftverkehrsstandortes Deutschland im internationalen Wettbewerb“ der Initiative „Luftverkehr für Deutschland“ (MASTERPLAN 2006) und die „Luftverkehrsprognose Deutschland 2020

als Grundlage für den ‚Masterplan zur Entwicklung der Flughafeninfrastruktur zur Stärkung des Luftverkehrsstandortes Deutschland im internationalen Wettbewerb‘ von Intraplan Consult im Auftrag der Initiative „Luftverkehr in Deutschland“ (INTRAPLAN 2006), beide vom Jahresende 2006 als diskursprägend angesehen werden. Beide Studien stellen erweiterte Fortschreibungen der Vorläuferstudien aus 2004 dar, wobei insbesondere der zeitliche Zielhorizont von 2015 auf 2020 hinausgeschoben und Analysen zur Luftfracht (incl. Luftpost) sowie zur Zahl der Flugbewegungen (Starts + Landungen) ergänzt wurden.

Wie schon die Titelei verrät, handelt es sich um ein absichtsvolles Unterfangen. Die Initiative „Luftverkehr in Deutschland“ wurde 2003 von DFS Deutsche Flugsicherung GmbH, Flughafen München GmbH, Fraport AG und Deutsche Lufthansa AG, also von maßgeblichen Akteuren der deutschen Luftverkehrswirtschaft gegründet und wird von den Wirtschaftsverbänden Bundesverband der Deutschen Fluggesellschaften (BDF) und Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV) unterstützt; über die Schirmherrschaft seitens des Bundesministers für Verkehr, Beschlüsse des Deutschen Bundestages und der Verkehrsministerkonferenz sowie Festlegungen im Koalitionsvertrag zwischen CDU und SPD im Zusammenhang mit der Bildung der Bundesregierung besteht auch hinsichtlich der politischen Unterstützung kein Zweifel: „Die Ergebnisse des neuen Masterplans sollen als Grundlage für ein überarbeitetes Flughafenkonzept der Bundesregierung dienen.“ (MASTERPLAN 2006, S. 4)

Die eigentliche Prognoseentwicklung ist in der Arbeit von Intraplan enthalten; der „Masterplan“ liefert neben einer kurzen Ergebnisdarstellung dieser Prognose insbesondere eine Einbindung in Luftverkehrswirtschaft und –politik, sowie – in dem volumensmäßig mit 40 von insgesamt 81 Seiten dominierenden Kapitel 4 – eine Zusammenstellung von standortspezifisch abgeleiteten Maßnahmen und Forderungen. Nachfolgend wird vor allem auf die Luftverkehrsprognose Deutschland 2020 und dabei auf den Passagierverkehr eingegangen. In Anlehnung an das auch bei der Bundesverkehrswegeplanung hinterlegte Verfahren und in spezifischer Erweiterung erfolgt dort die komplexe Modellierung in zwei großen Schritten:

#### 1. Verkehrserzeugung

- Konstruiert werden die Verkehrsströme zwischen einer großen Anzahl von räumlichen Verkehrszellen, im Inland sind dies die Kreisregionen, im Ausland werden 342 Regionen unterschieden, wobei die Einteilung mit wachsender Distanz größer wird; die Verkehrsströme zwischen allen diesen Einheiten werden nach Verkehrsmitteln (neben Luftverkehr auch Bahn, Motorisierter Individualverkehr und Bus), nach Reisezwecken (Geschäftsverkehr, Urlaubsverkehr, sonstiger Privatverkehr) sowie nach der Verkehrsrichtung der Reisen (outbound = Reisen der Wohnbevölkerung in andere Regionen, sowie inbound = Reisen von Besuchern anderer Regionen) unterschieden.
- Die jeweiligen Verkehrsmengen werden bestimmt einerseits durch verkehrs-exogene Faktoren, insbesondere sozio-demografische Parameter (Bevölkerungsgröße und –struktur) und sozio-ökonomische Parameter (Bruttowertschöpfung, Beschäf-

tigte); dabei werden auch Attraktivitätsparameter wie touristische Kapazitäten berücksichtigt. Andererseits kommen verkehrs-endogene Faktoren zum Tragen, insbesondere die Verkehrsangebote je Verkehrsmittel und die jeweiligen Verkehrspreise.

## 2. Verkehrsumlegung

- Die primär als Haus-zu-Haus gebildeten Verkehrsströme zwischen den Quellen und Zielen werden dann umgelegt in Wegeketten mit der Bestimmung der jeweiligen Verkehrsträger. Dabei werden die verkehrs-endogenen Parameter (einschließlich Zahlungsbereitschaft) im Einzelnen berücksichtigt und über Angebots-, Preis- und sonstige Attraktivitätsfaktoren (insbesondere die Reisezeit) die jeweils günstigste räumliche Abwicklung und Kombination von Verkehrsmitteln bestimmt; hinsichtlich des Luftverkehrs betrifft dies insbesondere die Wahl von Einstiegs- und Ausstiegsflughafen unter Berücksichtigung der landseitigen Erschließung, sowie gegebenenfalls die zusätzliche Nutzung von Umsteigeflughäfen. Daraus ergibt sich das nachfrageseitige Aufkommen an Ein- und Aussteigern auf den einzelnen Flughäfen.
- In einem iterativen Prozess werden schließlich die infrastrukturellen Bedingungen, die Nachfrage- und die Angebotspotenziale in ein konsistentes Bild überführt. Angebotsseitig ist dieses Bild seitens des Luftverkehrs verständlicherweise maßgeblich durch die Starts an den einzelnen Flughäfen bestimmt.

Die Verkehrsmatrix aus 720 Verkehrszellen (Kreisregionen im Inland und 343 ausländische Verkehrsregionen) ergibt über 500.000 Quell-Ziel-Relationen; für jede Relation müssen drei Verkehrszwecke und zwei Verkehrsrichtungen, also sechs Teilströme unterschieden werden, woraus sich insgesamt rd. 3,1 Mio. einzelne Verkehrsströme ergeben. Selbstverständlich können davon viele Teilströme zwischen ausländischen Relationen als für die gegebene Aufgabenstellung irrelevant eingestuft werden; allerdings sollen auch von inländischen Verkehrszellen herrührende an ausländischen Flughäfen startende Fluggäste und von ausländischen Verkehrszellen herrührende an inländischen Flugplätzen startende Fluggäste abgebildet werden, wie auch Reisende zwischen ausländischen Verkehrszellen, die einen deutschen Flughafen als Umsteigepunkt nutzen können. Es müssen daher wesentlich mehr als die Quell-Ziel-Relationen zwischen den deutschen Verkehrszellen und zwischen den deutschen und ausländischen Verkehrszellen betrachtet werden. Jeder dieser Teilströme muss unter Berücksichtigung der jeweils maßgeblichen exogenen und endogenen Faktoren abgeleitet werden.

Es sollte klar sein, dass eine derartige Aufgabenstellung nur durch die Einbeziehung sehr großer Datenbestände und eine weitgehend mechanische Anwendung von schematisch vereinfachten Verknüpfungsregeln bewältigt werden kann. Der Vorteil einer so stark disaggregierten komplexen Modellierung besteht darin, dass einzelne Fehler normalerweise keine großen Gesamtwirkungen entfalten und sich bei zufälliger Streuung wechselseitig zumeist in erheblichem Umfang kompensieren, was natürlich für systematische Fehler nicht erwartet werden kann; ein Nachteil ist darin zu sehen, dass

die Übersichtlichkeit stark eingeschränkt ist und selbst mit gezielt modifizierten Eingangsdaten im Rahmen von Sensitivitätsrechnungen in der Praxis zumeist nur teilweise wieder hergestellt werden kann.

Ordnungsgemäß werden in der „Luftverkehrsprognose Deutschland 2020“ der methodische Zugriff geschildert, die verwendeten (übernommenen) Datenbestände benannt, und Überlegungen zur Ableitung von Annahmen vorgetragen. Wie in solchen Fällen üblich, werden dabei allerdings nicht der vollständige Datensatz, alle weiteren Sachannahmen und die verwendeten Gleichungssysteme dargestellt. Der Möglichkeit einer inhaltlichen Prüfung sind dadurch enge Grenzen gesetzt.

Auf einige zugrunde gelegte Annahmen sei exemplarisch eingegangen:

- Als Basis für die soziodemographische Entwicklung in Deutschland wird die aktuelle Raumordnungsprognose des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung herangezogen. Diese Prognosen bieten zwar eine kreisscharfe Differenzierung, haben sich aber in der Vergangenheit als nicht so besonders zuverlässig erwiesen. Auch die aktuelle BBR-Prognose von 2006 auf der Datenbasis 2005 weicht bereits für 2020 erheblich von der wenige Monate später ebenfalls 2006 auf der Datenbasis 2005 aufsetzenden 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung ab (vgl. STATBA 2006): Werden von BBR 82,145 Mio. angegeben, sind es nach dem Stat. Bundesamt mit 80,057 in der zentralen Variante 1-W1 etwa 2 Mio. weniger. Bei struktureller Gliederung der Bevölkerung und in der regionalen Disaggregation sind die relativen Unterschiede selbstverständlich noch größer.
- Für die Wirtschaftsentwicklung in Deutschland wird eine reales Wachstum von 2,0 Prozent pro Jahr angesetzt, was – ungeachtet der aktuell günstigen Entwicklung – sich doch als etwas zu optimistisch herausstellen könnte. Als maßgeblich müssten allerdings ohnehin nicht die volkswirtschaftlichen Zuwachsraten angesehen werden, sondern u.a. Einkommensentwicklung und –erwartung, differenziert nach unterschiedlich luftverkehrsaffinen Bevölkerungsgruppen (etwa gegliedert nach Alter, Haushaltsgröße etc.).
- Demgegenüber wird z.B. für China und Südostasien – nach einer lediglich bis 2015 reichenden Vorausschau der Weltbank – eine jährliche Wachstumsrate von 4,8 Prozent angesetzt, die in den vergangenen Jahren und nach den laufenden Planungen deutlich höher einzuschätzen sein dürfte.
- Für die Flugpreise wird nach einer Gegenüberstellung preistreibender und preisenkender Faktoren die Annahme real konstanter Flugpreise getroffen, damit habe man bewusst einen „Trendbruch“ gegenüber der historischen Entwicklung mit durchschnittlichen jährlichen Preissenkungen um 1 – 2 Prozent gesetzt. Die hierbei unterstellte Einzelannahme, dass sich die Treibstoffpreise auf hohem Niveau ein-

pendeln, und zwar auf dem Preisstand von 2005, wird heute allerdings wohl nicht mehr viel Zustimmung finden<sup>17</sup>.

Auch wenn diese Hinweise die Seriosität der Luftverkehrsprognose nicht anzweifeln, sollen sie doch das Verständnis von der Unsicherheit der zugrundeliegenden Annahmen schärfen; dementsprechend sind naturgemäß auch die Ergebnisse der Prognose mit diesen Unsicherheiten verbunden.

Modelliert werden drei Zustände, nämlich der Ausgangszustand 2005, sowie für 2020 ein „Basis-Szenario“ und ein „Status-quo-Szenario“. Die Entwicklung von 2005 bis 2020 wird in den Abbildungen linear dargestellt, über die ausgewiesenen Zuwachsraten allerdings als exponentiell angenommen. Das weitgehend engpassfreie Basis-Szenario unterstellt eine zusätzliche Landebahn in Frankfurt, die 3. Start- und Landebahn in München, sowie in Düsseldorf die Nutzung der technischen Kapazität des Zweibahnsystems; demgegenüber geht das Status-quo-Szenario vom bisherigen Dreibahnsystem in Frankfurt, dem heutigen Parallelbahnsystem in München und einer Einbahn-Kapazität mit tagsüber 45 Bewegungen pro Stunde in Düsseldorf aus. Die Nachtflugregelungen sind in beiden Fällen weitgehend die heutigen. Für die übrigen Flughäfen sehen beide Szenarien die gleichen Annahmen vor, insbesondere den Ersatz des heutigen Drei-Flugplatz-Systems in Berlin durch BBI, sowie generell die Realisierung der rechtlich gesicherten Erweiterungsmaßnahmen (vgl. INTRAPLAN 2006, S. 49). *Tabelle 9* zeigt zunächst die Ergebnisse der Nachfrageschätzung für Flugreisen.

Dargestellt sind die Reisen, die in der Regel aus Hin- und Rückweg bestehen, mithin nur auf halber Höhe der Flüge in eine Richtung auszuweisen sind. Zudem handelt es sich um die nach Quelle und Ziel verortete primäre Nachfrage vor der Umlegung auf bestimmte Flugplätze und Flugabläufe. Dabei werden dann einerseits für Reisen mit Ursprung bzw. Ziel in Deutschland nur in nachrangigem Umfang auswärtige erste Einstiegs- und letzte Ausstiegsflugplätze genutzt, wie auch für Reisen mit Ursprung bzw. Ziel in Ausland nur in nachrangigem Umfang inländische erste Einstiegs- und letzte Ausstiegsflugplätze; darüber hinaus kompensieren sich beide Größen einigermaßen. Die angegebenen Größenordnungen und –verhältnisse markieren deshalb auch die in Deutschland beginnenden oder endenden Flugreisen. Nicht ausgewiesen sind in der Betrachtung der Reisen naturgemäß allerdings auch die Umsteigevorgänge der Reisenden – eine Flugreise kann ja auf dem Hin- wie auf dem Rückweg aus mehr als einem Flugabschnitt bestehen.

---

<sup>17</sup> Der Landtag Nordrhein Westfalen hat eine Enquete-Kommission eingesetzt zu den Auswirkungen längerfristig stark steigender Preise von Öl- und Gasimporten Wirtschaft und Verbraucher in Nordrhein-Westfalen, vgl. [www.landtag.nrw.de/portal/WWW/GB\\_I/I.1/EK/14\\_EK1/Aktuelles.jsp](http://www.landtag.nrw.de/portal/WWW/GB_I/I.1/EK/14_EK1/Aktuelles.jsp); selbst die dort untersuchten Preispfade von Rohöl bis 130 US-\$/bbl werden mittlerweile als möglicherweise zu optimistisch eingeschätzt.

**Tabelle 9: Reisen mit Ursprung oder Ziel in Deutschland**

|                          | 2005 |       | 2020 |       | Differenz |       | Zuwachs, % |      |
|--------------------------|------|-------|------|-------|-----------|-------|------------|------|
|                          | Mio. | %     | Mio. | %     | Mio.      | %     | ges.       | p.a. |
| insgesamt                | 56,3 | 100,0 | 97,7 | 100,0 | 41,4      | 100,0 | 74         | 3,7  |
| <i>nach Zielgebieten</i> |      |       |      |       |           |       |            |      |
| innerdeutsch             | 8,1  | 14,4  | 11,4 | 11,4  | 3,3       | 8,0   | 41         | 2,3  |
| Europa                   | 38,1 | 67,6  | 67,6 | 69,2  | 29,5      | 71,3  | 77         | 3,9  |
| Außereuropa              | 10,1 | 18,0  | 17,7 | 19,2  | 7,6       | 18,4  | 85         | 4,2  |
| <i>nach Reisenden</i>    |      |       |      |       |           |       |            |      |
| innerdeutsch             | 8,1  | 14,4  | 11,4 | 11,4  | 3,3       | 8,0   | 41         | 2,3  |
| Deutsche -> Ausland      | 38,2 | 67,8  | 62,7 | 64,2  | 24,5      | 59,2  | 64         | 3,4  |
| Ausländer -> Deutschland | 10,0 | 17,8  | 23,6 | 24,2  | 13,6      | 32,9  | 136        | 5,9  |
| <i>nach Zwecken</i>      |      |       |      |       |           |       |            |      |
| Geschäftsreisen          | 21,0 | 37,3  | 35,5 | 36,3  | 14,5      | 35,0  | 69         | 3,6  |
| Urlaubsreisen            | 25,5 | 45,4  | 37,0 | 37,9  | 11,5      | 27,8  | 45         | 2,5  |
| sonst. Privatreisen      | 9,8  | 17,3  | 25,2 | 25,8  | 15,4      | 37,2  | 157        | 6,5  |

Quelle: INTRAPLAN 2006, S. 50f; Differenzen eigene Ableitung

Umfang und Struktur der Reisen im Jahr 2005 unterscheiden sich verständlicherweise nicht substantiell von den oben für 2006 entwickelten Abschätzungen, wenngleich Intraplan die deutschen Fluggäste deutlich höher und die auswärtigen deutlich niedriger ansetzt. Für die weitere Entwicklung werden generell deutlich steigende Nachfragegrößen erwartet, je nach Bereich in unterschiedlicher Höhe: Nach Zielgebieten sind die Zuwachsraten im innerdeutschen Verkehr am niedrigsten und bei außereuropäischen Destinationen am höchsten; der absolute Zuwachs allerdings entfällt größtenteils auf das europäische Ausland mit einem Anteil von über 70 Prozent<sup>18</sup>. Nach dem Ursprung der Reisenden liegen die Steigerungsraten bei den auswärtigen Passagieren deutlich über den inländischen; gleichwohl entfällt von der absoluten Zunahme nur ein knappes Drittel auf Reisen aus dem Ausland nach Deutschland (und zurück). Gegliedert nach Verkehrszwecken weisen Geschäftsreisen Zuwachsraten nahe dem Gesamtdurchschnitt auf; im Bereich der privaten Reisen liegen die Wachstumsraten bei den Urlaubsreisen deutlich unter, bei den sonstigen Privatreisen<sup>19</sup> deutlich über dem Durchschnitt; in Summe ergeben sich daraus Zuwächse, die zu rd. zwei Dritteln auf private Reisen entfallen, bei gleichzeitiger struktureller Verschiebung hin zu den sonstigen Privatreisen.

Ungeachtet der grundsätzlichen Prognoseunsicherheiten und der hier nur eingeschränkten Prüfungsmöglichkeiten erscheint das Gesamtbild plausibel. Trotz der ho-

<sup>18</sup> Unter Einschluss der außereuropäischen Mittelmeeranrainerländer, die oben einem erweiterten „Verkehrsraum Europa“ zugerechnet wurden, könnten darauf gegen drei Viertel auf das europäische Ausland entfallen.

<sup>19</sup> Kurzreisen bis 4 Tage, Verwandten- und Bekanntenbesuche, Pendeln zwischen mehreren Wohnorten

hen Zuwächse bleibt die Flugreiseintensität gering: Sie steigt – bei Zurechnung der reinen Inlandsflüge zu den Inländern – nach Intraplan für die inländische Bevölkerung von 0,56 Flugreisen (2005) auf 0,90 Flugreisen pro Kopf und Jahr (2020). Das aus der Reisenachfrage abgeleitete Passagieraufkommen zeigt *Tabelle 10*. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in dieser Darstellung die Fluggäste sowohl beim Ein- als auch beim Aussteigen gezählt werden, also in praktisch doppelter Höhe der Einsteiger ausgewiesen werden.

**Tabelle 10: Passagieraufkommen im deutschen Luftverkehr nach der Luftverkehrsprognose Deutschland 2020, Mill. Ein- und Aussteiger**

|                                                     | 2005 | Prognose 2020  |                     | Differenz 2020                      |
|-----------------------------------------------------|------|----------------|---------------------|-------------------------------------|
|                                                     |      | Basis-szenario | Status-quo-Szenario | Status-quo-Szenario – Basisszenario |
| innerdeutsche Reisen                                | 32   | 45             |                     |                                     |
| internationale Reisen D – Ausland                   | 97   | 173            |                     |                                     |
| Summe O&D-Aufkommen                                 | 129  | 218            | 217                 | -0,4                                |
| deutsches O&D-Aufkommen über ausländische Flughäfen | -2,8 | -5,0           | -5,9                | -0,9                                |
| ausländisches O&D-Aufkommen über deutsche Flughäfen | 2,5  | 5,4            | 4,1                 | -1,3                                |
| Umsteiger auf deutschen Flughäfen                   | 41   | 89             | 71                  | -17,9                               |
| Summe Ein- und Aussteiger                           | 169  | 307            | 286                 | -20,5                               |

ohne Transit; O&D-Aufkommen = Quell-Ziel-Aufkommen

Quelle: INTRAPLAN 2006, S. 55, 56, 69 und 73; Summe O&D-Aufkommen und Umsteiger auf deutschen Flughäfen aus den übrigen Angaben abgeleitet

Angesichts der Prognosen zur Reisenachfrage nicht unerwartet fällt zunächst auf, dass in beiden Szenarien ein ganz erheblicher Zuwachs im Luftverkehrsaufkommen vorgesehen ist, dessen Verträglichkeitsprüfung eine gewisse Aufmerksamkeit erfordern würde. Tatsächlich wird aber im Masterplan insbesondere auf die Alternative zwischen den beiden Szenarien fokussiert und der Verlust von knapp 7 Prozent an Ein- und Aussteigern im Status-quo-Szenario gegenüber dem Basis-Szenario als kritisch herausgestellt. Deswegen ist zu fragen, worin sich die Verkehre in den beiden Szenarien unterscheiden.

Dabei könnte als beruhigend angesehen werden, dass die Bedienung des auf Deutschland gerichteten Quell-Zielaufkommens in beiden Szenarien praktisch gleich ist: Eine Differenz um 0,4 Mio. Ein- und Aussteiger (also etwa 0,2 Mio. Reisen von oder nach Deutschland bzw. 0,1 Mio. Reisen hin und retour innerhalb Deutschlands) bei einer Gesamtmenge von über 200 Mio. kann zwar als Hinweis auf den tendenziellen Unterschied gewertet werden; als quantitativen Ausweis des Unterschiedes kann man diese Größe angesichts der sehr viel größeren Unsicherheitsbandbreiten im Rahmen der vorgestellten 15-jährigen Entwicklung getrost vernachlässigen. Die eigentliche

Aussage hierzu ist daher: Auf die Bedienung der von Deutschland ausgehenden oder auf Deutschland bezogenen Luftverkehrsbedarfe hat die unterschiedliche Ausformung der Szenarien keinen nennenswerten Einfluss.

Etwas deutlicher sind dagegen die Unterschiede zwischen den Szenarien hinsichtlich des Verlusts von auf Deutschland gerichteten Quell- und Ziel-Passagieren an ausländische Start- und Lande-Flughäfen (also etwa auf Baden-Württemberg gerichtete Verkehre, die die Flughäfen Basel oder Zürich nutzen) einerseits und des Gewinns von auf das Ausland gerichteten Quell- und Ziel-Passagieren für inländische Start- und Lande-Flughäfen (also etwa auf Tirol oder Salzburg gerichtete Verkehre, die den Flughäfen München nutzen) andererseits. Diesbezüglich ergibt sich im Basis-Szenario eine überdurchschnittliche Zuwachsrate bei den Passagiergewinnen in Deutschland zu Lasten des Auslands, im Status-quo-Szenario eine überdurchschnittliche Zuwachsrate bei den Passagiergewinnen im Ausland zu Lasten von Deutschland. Auch wenn der Saldo einerseits einen Gewinn von 0,4 Mio. Ein- und Aussteigern im Basis-Szenario, andererseits einen Verlust von 1,8 Mio. Ein- und Aussteigern im Status-quo-Szenario ausweist und mithin sogar das Vorzeichen wechselt, so sind auch hier die Absolutzahlen so gering, dass sich eine vertiefende Betrachtung nicht besonders anbietet.

Der maßgebliche Unterschied ergibt sich aus der in beiden Szenarien unterschiedlich starken Ausweitung der in Deutschland umsteigenden Fluggäste: Der Unterschied in diesem Bereich macht nahezu neun Zehntel des gesamten Unterschiedes aus – auch hier allerdings ist darauf hinzuweisen, dass der angegebene Unterschied von 17,9 Mio. „Umsteigern“ tatsächlich nur knapp 9 Mio. Personen betrifft, da die Umsteiger am Umsteigeflugplatz sowohl beim Aus- als auch beim Einsteigen gezählt werden. Dem zugrunde liegt im Basis-Szenario die Erwartung, dass die Anzahl der Umsteiger mit einem Plus von rd. 5,3 Prozent pro Jahr deutlich stärker steigt als das originäre Quell- und Zielaufkommen in Deutschland mit einer Steigerungsrate von knapp 3,6 Prozent pro Jahr; in der Folge erhöht sich in diesem Fall der Anteil der Umsteiger an allen Ein- und Aussteigern von gut 24 Prozent (2005) auf rd. 29 Prozent (2020). Auch im Status-quo-Szenario steigt die Zahl der Umsteiger, wenngleich nur geringfügig, stärker an als die Zahl der originären Passagiere, wodurch sich der Umsteigeranteil an allein Ein- und Aussteigern lediglich in nicht nennenswerter Weise von gut 24 Prozent auf knapp 25 Prozent erhöht.

Daran können sich drei Fragen anschließen: (1) Ist dieser Sachverhalt im Diskurs um die verschiedenen Alternativen zureichend präsent ? (2) Ist dieser Sachverhalt auch tatsächlich als gegeben anzusetzen?, sowie (3) Welche Bedeutung hat dieser Sachverhalt, wenn er denn als gegeben anzusetzen ist?

Zu (1) kann unterstellt werden, dass jeder Experte bei sorgfältigem Studium der Intraplan-Prognose auch darauf stößt, dass nach dieser Darstellung die maßgebliche Wirkung der zusätzlichen Kapazitäten in Frankfurt, München und Düsseldorf darin besteht, dass etwa 9 Mio. Fluggäste mehr an deutschen Flugplätzen umsteigen als ohne diese Kapazitätserweiterungen. Hinsichtlich des öffentlichen Diskurses über die Kapa-

zitätserweiterungen besteht allerdings der Anschein, dass diese Tatsache bislang keine besondere Aufmerksamkeit gefunden hat.

Zu (2) ist die Ableitung einer sachgerechten Einschätzung schwieriger. Zwar erscheint keines der beiden Szenarien jeweils für sich genommen undenkbar; der Ansatz zu den Umsteigern und deren Entwicklung erstaunt in der dargestellten Höhe allerdings. Wie oben dargestellt entfallen an die drei Viertel der erwarteten zusätzlichen Reisennachfrage auf Reisen ins europäische Ausland (ggf. einschl. Nordafrika); in diesem Segment kann eine starke Stützung auf Direktverkehre angenommen werden, die im Zuge der Verdichtung des innereuropäischen Flugnetzes künftig noch weiter zunehmen kann; auch für die mit den höchsten Zuwachsraten ausgerüsteten sonstigen – typischerweise zeitlich kurzen – Privatreisen muss man eine deutliche Präferenz für Direktverbindungen ansetzen. Auch für das europäische Ausland als Quellgebieten potenzieller Umsteiger in Deutschland wird man von ähnlichen Tendenzen ausgehen können. Die Steigerungsraten im – für Umsteigerverkehre eher prädestinierten – Außereuropa-Verkehr sind zwar etwas überdurchschnittlich, jedoch deutlich geringer als die im Basis-Szenario unterstellte Zunahme der Umsteiger. Zumal für das Basis-Szenario wird also allem Anschein nach unterstellt, dass deutsche Umsteigeflugplätze Passagieraufkommen zu Lasten der anderen europäischen Umsteigeflugplätze gewinnen können. Eine dahingehende Hypothese wird in der Intraplan-Prognose allerdings nicht ausdrücklich diskutiert und erscheint auch nur von mäßiger Plausibilität.

Nur mäßig gesichert erscheint auch die Zuordnung der beiden Umsteiger-Prognosen zu den beiden Ausbauprognosen: Zwar liegt auf der Hand, dass bei Kapazitätserhöhungen an den Hub-Standorten dort auch leichter eine größere Zahl von Umsteigern abgefertigt werden können. Wenn überhaupt, handelt es sich dabei jedoch allenfalls um eine notwendige, nicht aber um eine hinreichende Bedingung: Neben der Entwicklung der infrastrukturellen Voraussetzungen stellt die Entwicklung des Luftverkehrsangebots die zweite Bedingung dar, die dann erst mit den Anforderungen und Präferenzen der Nachfrager das tatsächliche Verkehrsgeschehen bestimmt. Insbesondere in der Basis-Prognose scheint die wirtschaftliche Umsetzung strategischer Ausbaupläne einer großen deutschen Luftverkehrsgesellschaft insbesondere hinsichtlich zweier großer deutscher Flugplätze als Tatsache hinterlegt; es sollte auch nicht verwundern, dass einem Gutachter die im Kreis der Auftraggeber verfolgten wirtschaftlichen Strategien in besonderer Weise zur Kenntnis gelangen; einen besonderen Vorzug an Realitätsnähe kann dies jedoch nur beschränkt begründen. Als möglich müsste wohl auch ins Auge gefasst werden, dass selbst bei entsprechendem Ausbau der Luftverkehrsanlagen die in der Basisprognose enthaltene Entwicklung der Umsteigerzahlen nicht erreicht werden. Weder erscheint ein substantieller Abzug von Umsteigerverkehren von ausländischen Flugplätzen zwingend, noch ein deutlicher Übergang von Direktflügen zu Umsteigerverkehren. Die Auswirkung der im Status-quo-Szenario unterstellten infrastrukturellen Unterschiede auf die Umsteigerverkehre erscheint deshalb zumal in ihrer quantitativen Ausprägung als nicht gesichert.

Zu (3) liegt – soweit man die behaupteten Effekte hypothetisch als gegeben ansieht – zunächst in der Natur der Sache, dass die Umsteiger in Deutschland als solche keinem

auf Deutschland gerichteten Verkehrsbedarf entsprechen und somit keinen Beitrag zur primären Funktion des grenzüberschreitenden Luftverkehrs leisten, nämlich die wechselseitige persönlichen und wirtschaftlichen Verknüpfung zwischen Deutschland und der übrigen Welt. Zweifellos aber unterstützen sie sekundäre wirtschaftliche Ziele der beteiligten Fluggesellschaften und Flugplätze, wie auch die daraus abzuleitenden wirtschaftlichen Folgeeffekte. Diese wirtschaftlichen Effekte müssen allerdings plausiblerweise im Durchschnitt pro Umsteiger (einmal Aussteiger plus einmal Einsteiger) als bedeutend geringer eingeschätzt werden als pro Ein- plus Aussteiger am Ursprung und Endpunkt des Fluges. Eine diesbezüglich differenzierende Betrachtung ist jedoch auch in dem wirtschaftlich etwas grobschlächtig argumentierenden Masterplan nicht enthalten. Für eine angemessene Bewertung müssten als Grundlage auch die negativen Seiteneffekte (Flächenverbrauch, Lärmbelastung, Energieverbrauch, Klimabelastung, etc.) in zureichend differenzierter Form bereitgestellt werden, um einen sachgerechten Vergleich von Alternativen zu ermöglichen. Auch diese in den vorliegenden Gutachten nicht enthaltenen Analysen können hier nicht entwickelt werden.

Anders als die Passagierzahlen insgesamt stellt sich das Fluggeschehen in regionaler Differenzierung für die beiden von Intraplan betrachteten Prognosefälle deutlich unterschiedlich dar, vgl. *Tabelle 11.* zur Aufteilung der Flugbewegungen auf die wichtigsten Flugplätze.

Auch hier ist jedoch zuerst auf die in beiden Fällen insgesamt starken Steigerungen bei der Anzahl der Flugbewegungen gegenüber 2005 hinzuweisen, die als bedeutsamer erscheinen als der relative Unterschied zwischen den beiden Fällen im Jahr 2020. Zwar ergeben sich für Frankfurt, München und Düsseldorf auch im Status-quo-Szenario ohne Kapazitätsausbau steigende Flugbewegungszahlen, jedoch in deutlich geringerem Umfang als im sog. Basisszenario mit den unterstellten Kapazitätserweiterungen. In erheblichem Umfang wird dieser relative Verlust aber durch einen zusätzlichen Gewinn bei den übrigen Flugplätzen ausgeglichen. Aus diesem Grund unterscheiden sich die jährlichen Zuwachsraten der Luftverkehrsbewegungen nur mäßig, sie liegen für alle Luftverkehrsbewegungen bei rd. 2,6 Prozent im Basisszenario bzw. bei rd. 2,3 Prozent im Status-quo-Szenario, beim Passagierflug bei rd. 3,2 Prozent bzw. bei 2,8 Prozent im Jahr. Dies ist nicht besonders erstaunlich, da in beiden Szenarien ähnlich große Nachfrageumfänge bedient werden. Insofern kann man man die Alternative zwar nicht als Nullsummenspiel ansehen, aber doch in großem Umfang als Gegenüberstellung alternativer Möglichkeiten, die entweder einen großen deutschen Luftverkehrsanbieter und zwei große deutsche Flugplätze begünstigen oder die anderen Flugplätze und möglicherweise auch andere Luftverkehrsanbieter.

**Tabelle 11: Aufteilung der Flugbewegungen (Starts + Landungen) nach der Luftverkehrsprognose Deutschland 2020 auf die Verkehrsarten Passagierverkehr, Luftfrachtverkehr und Allgemeine Luftfahrt, in 1000**

| Flughafen    | Analyse 2005         |             |           |            | Basis-Szenario 2020  |             |            |            | Status-quo-Szenario 2020 |             |            |            |
|--------------|----------------------|-------------|-----------|------------|----------------------|-------------|------------|------------|--------------------------|-------------|------------|------------|
|              | Bewegungen<br>gesamt | davon       |           |            | Bewegungen<br>gesamt | davon       |            |            | Bewegungen<br>gesamt     | davon       |            |            |
|              |                      | PAX         | Fracht    | GA         |                      | PAX         | Fracht     | GA         |                          | PAX         | Fracht     | GA         |
| FRA          | <b>490</b>           | 454         | 22        | 14         | <b>696</b>           | 649         | 30         | 17         | <b>520</b>               | 472         | 34         | 14         |
| MUC          | <b>399</b>           | 370         | 5         | 24         | <b>608</b>           | 575         | 9          | 24         | <b>481</b>               | 451         | 7          | 23         |
| BER/BB1      | <b>240</b>           | 197         | 4         | 39         | <b>367</b>           | 330         | 5          | 32         | <b>420</b>               | 383         | 5          | 32         |
| DUS          | <b>201</b>           | 185         | 1         | 15         | <b>293</b>           | 278         | 1          | 14         | <b>232</b>               | 218         | 1          | 13         |
| HAM          | <b>156</b>           | 131         | 2         | 23         | <b>217</b>           | 192         | 2          | 23         | <b>225</b>               | 200         | 2          | 23         |
| CGN          | <b>155</b>           | 110         | 28        | 17         | <b>232</b>           | 166         | 48         | 18         | <b>267</b>               | 202         | 47         | 18         |
| STR          | <b>160</b>           | 125         | 2         | 33         | <b>209</b>           | 178         | 2          | 29         | <b>216</b>               | 164         | 2          | 29         |
| HAI          | <b>89</b>            | 68          | 2         | 19         | <b>124</b>           | 100         | 4          | 20         | <b>130</b>               | 106         | 4          | 20         |
| NUE          | <b>76</b>            | 51          | 1         | 24         | <b>105</b>           | 79          | 1          | 25         | <b>111</b>               | 85          | 1          | 25         |
| HHN          | <b>37</b>            | 24          | 3         | 10         | <b>95</b>            | 75          | 10         | 10         | <b>110</b>               | 92          | 8          | 10         |
| LEJ          | <b>38</b>            | 28          | 2         | 8          | <b>108</b>           | 46          | 46         | 16         | <b>109</b>               | 49          | 44         | 16         |
| DRS          | <b>36</b>            | 27          | 0         | 9          | <b>56</b>            | 43          | 0          | 13         | <b>56</b>                | 43          | 0          | 13         |
| DTM          | <b>39</b>            | 22          | 0         | 17         | <b>58</b>            | 41          | 0          | 17         | <b>65</b>                | 48          | 0          | 17         |
| BRE          | <b>43</b>            | 28          | 0         | 15         | <b>71</b>            | 56          | 0          | 15         | <b>72</b>                | 57          | 0          | 15         |
| FMO          | <b>41</b>            | 19          | 0         | 22         | <b>64</b>            | 42          | 0          | 22         | <b>73</b>                | 51          | 0          | 22         |
| PAD          | <b>48</b>            | 14          | 0         | 34         | <b>61</b>            | 27          | 0          | 34         | <b>61</b>                | 27          | 0          | 34         |
| Rest         | <b>364</b>           | 49          | 2         | 313        | <b>466</b>           | 154         | 2          | 310        | <b>527</b>               | 215         | 2          | 310        |
| <b>Summe</b> | <b>2612</b>          | <b>1902</b> | <b>74</b> | <b>636</b> | <b>3830</b>          | <b>3031</b> | <b>160</b> | <b>639</b> | <b>3674</b>              | <b>2883</b> | <b>157</b> | <b>634</b> |

PAX = Passagierflüge; Fracht: einschl. Post; GA = Allgemeine Luftfahrt

BER = Berliner Flughäfen TXL, THF und SXF; BBI = Flughafen Berlin Brandenburg International (neu)

Quelle: INTRAPLAN 2006, S.90

Bedauerlicherweise beschränkt sich die „Luftverkehrsprognose Deutschland 2020“ auf Aussagen zum Verkehrsaufkommen (Passagiere, Tonnen), während die zugehörigen Aussagen zur Verkehrsleistung (Passagier-Kilometer, Tonnen-Kilometer) durchgängig fehlen. Noch nicht einmal sind – über die regionale Zuordnung des Verkehrsaufkommens und die Unterscheidung von Inlands- und grenzüberschreitenden Verkehren hinausgehende – Angaben über die räumliche Verteilung des Verkehrsgeschehens enthalten. Insofern könnte man auch von einer lediglich halben Luftverkehrsprognose sprechen. Die Fehlstelle ist umso erstaunlicher, als bei der gewählten Methode einer Modellierung über die Quell-Ziel-Beziehungen die entsprechenden Sachverhalte zwangsläufig entwickelt werden. Geradezu irreführend allerdings ist es, wenn im Masterplan in anscheinender Unkenntnis der Fachterminologie Angaben zum Verkehrsaufkommen als solche zur Verkehrsleistung kommuniziert werden (vgl. MASTERPLAN 2006, S. 37).

Zugleich mit den fehlenden Angaben zu den Verkehrsleistungen fehlen auch die daraus zu entwickelnden Ableitungen zum Energieverbrauch und zu den Klimawirkungen des Luftverkehrs, die möglicherweise auch gar nicht angestellt wurden. Damit wird auch vermieden, dass der Widerspruch zwischen der Luftverkehrsprognostik seitens Intraplan und der Initiative „Luftverkehr für Deutschland“ und der bereits oben dargestellten von anderen Stellen betriebenen Energieprognostik offenkundig wird.

Zwar kann es dem Fachgutachter Intraplan kaum vorgehalten werden, wenn er sich in den prognostizierten Sachverhalten auf den Rahmen der vom Auftraggeber bestimmten Aufgabenstellung beschränkt. Von der Initiative „Luftverkehr für Deutschland“ unter der Schirmherrschaft des Bundesverkehrsministers hätte man dagegen durchaus erwarten dürfen, dass sie in ihrem „Masterplan zur Entwicklung der Flughafeninfrastruktur“ auch die mit den von ihnen erwarteten und empfohlenen Entwicklungen verbundenen Umweltbelastungen diskutieren; dies trifft insbesondere auf den Diskurs über die damit verbundenen Energieverbräuche und Klimalasten zu, dessen Bedeutung den Beteiligten an der Initiative ausweislich ihrer Beiträge an anderer Stelle ja durchaus geläufig ist. Aber allem Anschein nach geht es im „Masterplan“ grundsätzlich nicht um eine derart vollständige und ausgewogene Darstellung. Der erste Absatz der „Management Summary“ (MASTERPLAN 2006, S. 5) lautet:

„Der Luftverkehr in Deutschland trägt wesentlich zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung bei. Etwa 850.000 Arbeitsplätze sind durch die Luftverkehrsbranche geschaffen worden und hängen von ihr ab. Darüber hinaus sichert der Luftverkehr die internationale Anbindung Deutschlands und bildet somit eine wesentliche Grundlage für die Exportwirtschaft und den Tourismus.“

Natürlich können auch die – im ausführlicheren Text (MASTERPLAN 2006, S. 12f) auf einige eigene Angaben der „Initiative Luftverkehr“ an anderer Stelle gestützten – Zahlenangaben in Zweifel gezogen werden. Hinzuweisen ist aber vor allem auf einen anderen Punkt: Zentraler Motivationskern des „Masterplans“ ist offenbar die eigene wirtschaftliche Entwicklung des Luftverkehrs; die Bedienung einer sachlichen Funktion durch den Luftverkehr ist demgegenüber eine Nebensache, die „darüber hinaus“ erledigt wird. Man stelle sich dies übertragen auf den Bereich der Gesundheitsökonomie vor:

Krankenhäuser und niedergelassene Ärzte in Deutschland tragen wesentlich zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung bei. Etwa . . . Arbeitsplätze sind durch die Gesundheitsbranche geschaffen worden und hängen von ihr ab. Darüber hinaus sichert die Medizin die Gesundheit der Bevölkerung Deutschlands und bildet somit eine wesentliche Grundlage für deren wirtschaftliche Tätigkeit und Konsum.

Die Fragwürdigkeit eines solchen Zugriffs kann an vorliegender Stelle nicht im Einzelnen erörtert werden. Auf den erheblichen diesbezüglichen Diskussionsbedarf ist allerdings eben so hinzuweisen wie auf die gebotene Vorsicht, Feststellungen und Forderungen, die aus einem solchen Blickwinkel gewonnen sind, in gesamtgesellschaftliche Konzepte einzubeziehen.

Die fehlende Verkehrsleistungsprognose kann nicht durch die Beiziehung der Energieprognostik von EWI und Prognos ersetzt werden: Wie oben dargestellt, beschränkt sich deren Prognose in einer methodisch zweifelhaften Weise auf den Luftverkehr über

deutschem Territorium, um auf dieser Basis eine Aussage über den Energieverbrauch des in Deutschland startenden Luftverkehrs zu generieren; die dabei von EWI/Prognos konkret unterstellten Expansionsraten im Luftverkehr sind allerdings erkennbar inkonsistent mit den im Masterplan vertretenen auf Intraplan beruhenden Aufkommensprognosen, auch wenn eine genaue Bestimmung des Umfangs der Unvereinbarkeit an den unterschiedlichen Abgrenzungen scheitern muss.

Eine ebenfalls nur eingeschränkte Hilfestellung bieten die kürzlich vom Umweltbundesamt vorgelegten „Politikszenerarien für den Klimaschutz IV – Szenarien bis 2030“ (ÖKO-INST/FZJ/DIW/FHG-ISI 2008). Zwar ist diese Untersuchung mit ihrem enormem Detailreichtum und der sorgfältigen Entwicklung der Ergebnisse wohl zweifellos die wichtigste Bezugsgröße zur Einschätzung der Entwicklung der Klimabelastungen; speziell im Luftverkehr ist die Darstellung jedoch nicht befriedigend.

Zwar wird dankenswerter Weise die mit dem in Deutschland vertankten Kraftstoff verbundene zivile Luftverkehrsleistung vollständig ausgewiesen (nicht nur der Inlandsverkehr oder der Verkehr über deutschem Territorium), der Ausweis der Klimalasten folgt jedoch – wohl auftragsgemäß – dem nur eingeschränkt tauglichen nationalen Berichtschema an das UNFCCC. Das bedeutet insbesondere, dass praktisch nur die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs berücksichtigt werden und die gesamten Klimawirkungen durch die fehlende Aufnahme der übrigen, nicht im sog. Kyoto-Korb enthaltenen klimawirksamen Emissionen nicht erkennbar werden, sowie dass der grenzüberschreitende Luftverkehr vielfach nur nachrichtlich dargestellt und hinsichtlich der Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen nach dem Schema der deutschen Nationalberichte vom Inlandsverkehr abgetrennt wird; immerhin wird mehrfach darauf hingewiesen, dass die Gliederung in Inlands- und grenzüberschreitenden Verkehr nach der Konvention der Berichterstattung erfolgt (und damit deutlich gemacht, dass nicht behauptet wird, dass diese Abgrenzung den tatsächlichen Gegebenheiten entspricht).

Quantitativ ist der vertretene Ansatz auch etwas erstaunlich (vgl. ÖKO-INST/FZJ/DIW/FHG-ISI 2008, S. 84f): Für die künftige Entwicklung der Personenverkehrsleistung kann zur ausgewiesenen Basis 2004 ein durchschnittliches jährliches Wachstum von rd. 3.2 Prozent ermittelt werden (von 158 Mrd. Pkm in 2004 auf 355 Mrd. Pkm in 2030); zur Basis 2007 mit – hier geschätzten – 188 Mrd. Pkm liegt die Wachstumsrate für die weitere Entwicklung nur mehr bei 2.8 Prozent pro Jahr. Wie die Gutachter schon im Fall fehlender zusätzlicher Maßnahmen zu einer derart niedrigen Wachstumsrate auf noch nicht einmal halbem Niveau der historischen Entwicklung kommen, ist nicht erkennbar – bei der Entwicklung der Frachtverkehrsleistung wird demgegenüber ein weitgehendes Beibehalten der historischen Expansionsraten unterstellt. Wie auch immer die Annahme der Gutachter zu erklären ist, liegt sie jedenfalls irgendwie mittig zwischen dem EWI/Prognos-Ansatz mit seiner schwer verständlichen stagnativen Tendenz einerseits und dem im Masterplan vertretenen Mainstream-Ansatz andererseits. Die EWI/Prognos-Prognostik wird zwar zitiert und (in anderen Elementen) teils auch zugrundegelegt, eine Diskussion der Differenzen hinsichtlich des Luftverkehrs findet allerdings nicht statt; dass die Intraplan-Prognostik des Masterplans aufgenommen wurde, ist nicht erkennbar, jedenfalls fehlt auch hierzu die Diskussion

der Abweichungen, sodass hier lediglich die Inkonsistenz zwischen allen drei Ansätzen benannt werden kann.

Wirklich misslich allerdings sind die handwerklichen Fehler bei der Ermittlung der Wirkungen möglicher Maßnahmen im Luftverkehr durch FHG-ISI (vgl. ÖKO-INST/FZJ/DIW/FHG-ISI 2008, S. 289-298), da unterstellt werden kann, dass insbesondere auch diese Untersuchungsteile handlungsanleitenden Charakter entfalten können. Obwohl die Diskussion der unterschiedlichen legislativen und fiskalischen Optionen nicht Gegenstand des vorliegenden Berichts ist, erscheint hierzu ein ausführlicher, wenngleich nicht erschöpfender Hinweis angezeigt.

Die Wirkungsabschätzungen zu zwei Maßnahmen, nämlich (a) Einbeziehung des Luftverkehrs in den europäischen Emissionshandel (EU-ETS) mit Zertifikatspreisen, die von 16 €/t CO<sub>2</sub> in 2010 bis auf 30 €/t CO<sub>2</sub> in 2030 ansteigen, sowie (b) der Einführung einer Kerosinsteuer von – über die Zeit einheitlich – 0,302 €/l erfolgt durch Hochrechnung der Wirkungen von entsprechenden Ticketaufschläge auf drei unterschiedene Flugreisen: Kurz-, Mittel- und Langstrecke. Die Ausgangspreise der Tickets und die Elastizitäten der Nachfrage werden darüber hinaus nach Flaggengesellschaften und dem Billigflugsegment, sowie nach Geschäftsreisen und Tourismus differenziert. Dabei werden drei Flüge zugrundegelegt, die in einer viel breiter angelegten Studie zu möglichen Optionen einer Einbeziehung des Luftverkehrs in das EU-ETS (vgl. CE 2005) zur Veranschaulichung möglicher Preiswirkungen betrachtet wurden. Kenndaten dieser Flüge nach der Originalquelle sind in *Tabelle 12*, sowie nach FHG-ISI in *Tabelle 13* zusammengestellt.

**Tabelle 12: Kenndaten ausgewählter Flüge nach CE 2005**

|             | Distance (km) | Aircraft type | Seats / occ. rate | Trip fuel (kg) | CO <sub>2</sub> emiss. trip (kg) |
|-------------|---------------|---------------|-------------------|----------------|----------------------------------|
| short haul  | 480           | A320          | 150 / 70%         | 2.539          | 8.024                            |
| medium haul | 1402          | B 737-400     | 150 / 70%         | 4.998          | 15.793                           |
| long haul   | 6404          | B 777         | 340 / 70%         | 49.694         | 157.033                          |

Quelle: CE 2005, p. 135f

**Tabelle 13: Kenndaten ausgewählter Flüge nach FHG-ISI**

|               | Distance (km) | Aircraft type | Passagiere Pers./Flug | Verbrauch kg Kerosin | Emission t CO <sub>2</sub> /Flug |
|---------------|---------------|---------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------|
| Kurzstrecke   | .             | .             | 150                   | 3.188                | 8,0                              |
| Mittelstrecke | .             | .             | 200                   | 27.729               | 15,8                             |
| Langstrecke   | .             | .             | 380                   | 84.523               | 157,0                            |

Quelle: ÖKO-INST/FZJ/DIW/FHG-ISI 2008, S. 295 und 297

Während die drei Flüge bei CE exemplarisch ausgeführt sind, werden sie bei FHG-ISI als „repräsentative“ Flüge zur Hochrechnung genutzt, was naturgemäß schon erheblich problematisch erscheint. Wichtiger sind aber die Kenndatenprofile: Die CE-Profile sind im Grundsatz nachvollziehbar, wenngleich das für die Mittelstrecke gewählte Flugzeug seit zehn Jahren nicht mehr gebaut wird. FHG-ISI übernimmt ausdrücklich die CO<sub>2</sub>-Emissionen und wäre entsprechend gehalten, auch die anderen Profilelemente zu übernehmen. Bereits bei der Passagierzahl werden jedoch andere Werte gewählt. Etwas kryptisch ist hierzu der Hinweis im Text: „...wobei für die Mittelstrecke von einer geringeren Anzahl von Passagieren ausgegangen wurde (200 anstatt 290)“ (ÖKO-INST/FZJ/DIW/FHG-ISI 2008, S. 295), da in der zugrundegelegten Quelle tatsächlich von 105 Passagieren ausgegangen wurde und das zugrundegelegte Flugzeug lediglich 150 Plätze fasst; auch die anderen Passagierzahlen sind anscheinend frei abgewandelt, ohne eine Anpassung bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen vorzunehmen. Absolut ungehörig allerdings ist die freie Variation der Treibstoffmengen bei gleichzeitiger Übernahme der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Originalquelle: Da die CO<sub>2</sub>-Emission pro Liter Kerosin eine konstante Größe ist, hätten mit den (bei der Maßnahme EU-ETS verwendeten) CO<sub>2</sub>-Emissionen zwingend auch die (bei der Maßnahme Kerosinsteuer verwendeten) Treibstoffverbräuche der Originalquelle übernommen werden müssen. Wie FHG-ISI zu der Behauptung kommt, in beiden Fällen die gleichen Parameter verwendet zu haben (vgl. ÖKO-INST/FZJ/DIW/FHG-ISI 2008, S. 297), muss unerfindlich bleiben. Dass man mit den – gegenüber den CO<sub>2</sub>-Emissionen – teils fünffach überhöhten Treibstoffwerten auch unverhältnismäßig hohe Effekte der Kerosinsteuer errechnen kann, ist zwar wenig erstaunlich, sollte aber nicht als praktische Entscheidungshilfe genutzt werden.

Weitere erstaunliche Festlegungen in den Berechnungen von FHG-ISI betreffen u.a. die einheitliche Wahl von Fluggerät und Auslastung, sowie spezifischem Energieverbrauch bei Flaggengesellschaften einerseits und beim Billigflugsegment andererseits (auch im Zeitverlauf bis 2030), sowie die einheitliche Anlastung der durchschnittlichen Mehrkosten je Ticket als Aufschlag auf jedes Einzelticket: Wie im Text von FHG-ISI zutreffend festgestellt wird, zeichnen sich das Billigflugsegment durch eine besonders hohe Sitzplatzauslastung aus; darüber hinaus Effizienzverbesserungen bis 2030 auszuschließen, erhöht nicht die Plausibilität. Wie die je nach Segment deutlich unterschiedlichen Ausgangsticketpreise und Elastizitäten nahe legen, wird man – je nach Gesellschaft in etwas unterschiedlicher Form – auch davon ausgehen müssen, dass allfällige an die Kunden weiterzugebende Mehrkosten nicht einheitlich, sondern gestaffelt nach Elastizitäten/Zahlungsbereitschaften weitergereicht werden.

Etwas eigentümlich erscheint auch das Verfahren, zwar den Split zwischen Flaggengesellschaften und dem Billigflugsegment im Zeitverlauf zu ändern, die Untersegmentierung nach geschäftlicher und privater Nutzung, wie auch nach drei – immerhin kilometerscharf pointierten – Entfernungsklassen in beiden Bereichen als konstant anzusetzen. Anders als bei Kurz- und Mittelstrecke ist die Verdoppelung des Aufschlags (für Hin- und Rückflug) auf der Langstrecke ohne weitere Kommentierung nicht sehr schlüssig: Wie schon länger bekannt ist, ist es nicht ganz so einfach, von Deutsch-

land/Europa aus eine für den eigenen Bereich eingeführte Kerosinsteuer auch etwa in Dubai oder New York durchzusetzen, oder – alternativ – die in New York oder Dubai getankten Kerosinmengen in Deutschland/Europa zu versteuern.

Der von den Gutachtern geäußerte Zeitdruck bei der Abfassung mag für die Schief-lagen der Aussagen ursächlich sein, und sofern dieser Druck von außen kam nur ein-geschränkt den Gutachtern anzulasten. An der Unbrauchbarkeit der Ergebnisse ändert dies freilich nichts.

#### **4.2.2 Modellrechnung bis 2030**

Trotz der Ausweitung des zeitlichen Horizonts in der „Luftverkehrsprognose Deutsch-land 2020“ ist die Reichweite der Betrachtungen relativ kurz, etwa im Vergleich zum Zeitbedarf für einen nennenswerten Ausbau von Luftverkehrsanlagen einschließlich der zugehörigen Planungs- und Entscheidungsprozesse, oder auch zur üblichen Nut-zungsdauer von Verkehrsflugzeugen. Eine weitere Ausweitung mindestens auf den Prognosehorizont 2030 erscheint wünschenswert und für eine zureichende Einordnung auch der Entwicklung bis 2020 erforderlich. Außerdem ist eine angemessene Beurtei-lung des Luftverkehrs und seiner Entwicklung unter Absehen von den damit verbunde-nen Klimalasten unmöglich, was eine davor liegende Bestimmung des Energie-verbrauchs, sowie hierfür wiederum die Ableitung von Aussagen zur Luftverkehrslei-tung erfordert. Deswegen wird hier eine modellhafte Berechnung zu einem Trendfort-setzungspfad bis zum Jahr 2030 entwickelt. Neben der Vergangenheitsentwicklung dienen dabei die Prognosen von Boeing und Airbus als Anhaltspunkt, wie auch die Intraplan-Prognose zu Deutschland bis 2020. Diese Berechnung kann an vorliegender Stelle allerdings nur in vereinfachter und hoch aggregierter Form erfolgen.

Insbesondere die Entwicklung bei der in der vorliegenden Arbeit ohnehin nur am Rande berücksichtigten Luftfracht kann hierbei nicht spezifisch modelliert werden. Zumal im Fernostverkehr wird bei dem in großem Maßstab erwarteten Einsatz von neuen Großflugzeugen auch die Kapazität für Beiladung enorm vergrößert; in welchen Bandbreiten sich dadurch das Verhältnis zwischen Belly-Freight und dem Transport in Nurfrachtern im Zeitverlauf ändern könnte, könnte nur in einer Spezialuntersuchung zureichend vertieft werden. Die Prognosen von Boeing und Airbus (vgl. CMOa und GMFa) gehen regelmäßig von Wachstumsraten im Frachtbereich aus, die leicht über jenen in der Passage liegen, grundsätzlich aber das Verhältnis zwischen beiden Berei-chen nicht verändern. Soweit es sich an den Startzahlen für Passagierflugzeuge und Nurfrachter ablesen lässt, scheint auch die „Luftverkehrsprognose Deutschland 2020“ (vgl. INTRAPLAN 2006) dieser Tendenz zu folgen. Es erscheint daher vertretbar, sich auf den Passagierverkehr zu konzentrieren und eine ähnliche Entwicklung bei der Fracht zu unterstellen; dabei kann eine leichte Unterschätzung der Gesamtentwicklung hinzunehmen sein.

Im Personenverkehr können im Rahmen einer generell expansiven Entwicklung insbe-sondere zwei Wachstumsfelder ausgemacht werden: Zum einen sind die besonderen

Wachstumschancen im Verkehr mit den aufstrebenden Volkswirtschaften Süd-, Südost- und Ostasiens unstrittig; zum anderen können im Wachstum der sog. Billigflieger bisher keine Ermüdungserscheinungen erkannt und noch erhebliche Potentiale eingeräumt werden. Demgegenüber werden die Wachstumsmöglichkeiten im innerdeutschen Luftverkehr und auf den bereits verhältnismäßig reifen Märkten im Verkehr mit anderen hochentwickelten Industriestaaten schwächer eingeschätzt. Auf zwei erhebliche Unsicherheiten ist allerdings besonders hinzuweisen, die in der „Luftverkehrsprognose Deutschland 2020“ eher cursorisch angesprochen und im Masterplan nicht speziell adressiert werden:

1. Wie entwickeln sich die Netze der Billigfluglinien in den größeren Entfernungsbereichen?
  - Während noch vor einigen Jahren die Meinung vorherrschte, dass die europäischen Billigflieger ein Phänomen im Kurzstreckenbereich, allenfalls im unteren Mittelstreckenbereich und auf den innereuropäischen Verkehrsmarkt beschränkt blieben, weicht sich diese Einschätzung mittlerweile auf: Das Vorkommen von Billigflug-Anbietern im größeren Distanzbereich in anderen Weltregionen wird wahrgenommen, wie auch die Erhöhung der mittleren Flugabschnittslängen bei den europäischen Gesellschaften; nach dem Open-Skies-Abkommen zwischen Europa und den USA wird zunehmend für möglich gehalten, dass in den großen Nordatlantik-Markt Bewegung kommen könnte, gegebenenfalls auch mit gewissen Modifikationen des bisher vorherrschenden Geschäftsmodells der Billigflieger.
  - Dies könnte Umfang und Verteilung der Flugtätigkeit nennenswert modifizieren: Während sich die regelmäßig bedienten Verbindungspaare zwischen Deutschland/Europa und den USA bislang relativ stark auf größere Flugplätze mit Hubfunktionen zur Weiterverteilung innerhalb Europas bzw. der USA konzentrieren, könnte es zu einer Ausweitung der angebotenen Relationen mit Einbeziehung von – wenigstens an einem Ende – Flugplätzen ohne ausgeprägte Hub-Funktion kommen; dies könnte gegebenenfalls mit einer stärkeren Ausweitung der Passagierzahl und Flugtätigkeit bei gleichzeitiger relativer Schwächung von Hubstandorten verbunden sein.
2. Hinsichtlich der Abwicklung der Flugverbindungen in der Verknüpfung zwischen Europa und Asien, dem – aus europäischer Sicht – maßgeblichen Wachstumsmarkt, sind verschiedene Varianten vorstellbar, deren tatsächliche künftige Kombination bislang schwer abschätzbar ist:
  - Bislang handelt es sich fast ausschließlich um Hub-Hub-Verbindungen zwischen recht bedeutenden Flugplätzen auf beiden Seiten; denkbar sind künftig allerdings auch Verbindungen über dazwischen liegende Hubs, etwa auf der Südroute vorzugsweise nach Süd- und Südostasien über den Persischen Golf, möglicherweise auch auf der Nordroute vorzugsweise nach Ost- und Nordostasien über Kasach-

stan. Anzeichen dafür, dass einige maßgebliche Beteiligte derartige Optionen öffnen, sind mittlerweile kaum zu negieren.<sup>20</sup>

- Dies könnte möglicherweise erhebliche (Teil-)Ströme der Verkehre auf diesen großräumigen Relationen von den großen europäischen Hubs abziehen und in Richtung einer Vielzahl von europäischen Verbindungen etwa auf (neue) Hubs im mittleren Osten auflösen, von denen aus auch in Asien möglicherweise eine deutlich größere Anzahl von Flugplätzen bedient werden könnte, als dies herkömmlich von den europäischen Hubs aus üblich ist.

Ungeachtet solcher – im Zeithorizont 2030 durchaus relevanter – Unwägbarkeiten folgt die Modellrechnung hier weitgehend dem Ansatz einer leicht gedämpften Trendfortsetzung. So werden für Deutschland auch keine wirtschaftlichen oder politischen Brüche bis 2030 angenommen, auch wenn solche Brüche im Zusammenwirken von weltpolitischen und –wirtschaftlichen und den innerstaatlichen (z.B. demographischen) Entwicklungen nicht ausgeschlossen werden können. Auch extreme – derzeit nicht absehbare – Preisschocks im Luftverkehr werden nicht berücksichtigt. Dies schließt durchaus die Möglichkeit massiver Kostenerhöhungen bei einzelnen Kostenarten ein, auch über Abgaben, aber nach der bisher verfolgten Devise solcher Ansätze, dass – etwa durch eine schrittweise Anlastung – der Luftverkehr und sein Wachstum nicht „abgewürgt“ werden sollen.

Verkehrlich ist generell ist wegen der unterschiedlichen Wachstumsperspektiven des innerdeutschen, des europäischen und des interkontinentalen Verkehrs von einer Erhöhung der durchschnittlichen Flugdistanz auszugehen, sowie bei einem ähnlich starken Wachstum von Direktflügen und Umsteigebeziehungen auch von erhöhten Flugabschnittslängen und damit der Starts. Da mit steigenden Distanzen tendenziell größere Flugzeuge eingesetzt werden und zudem aus wirtschaftlichen Gründen die Flugzeuggrößen und nach Möglichkeit auch deren Auslastung auch innerhalb der jeweiligen Distanzklassen angehoben werden, ergibt sich eine steigende Passagierzahl je Start.

Für einen Trendfortsetzungspfad werden deshalb basierend auf den geschätzten Ist-Werten für das Jahr 2007 als Wachstumsraten angesetzt:

- Anzahl der Starts + 2,5 Prozent pro Jahr,
- Passagiere pro Flugzeug + 1,5 Prozent pro Jahr,
- Passagiere insgesamt + 4 Prozent pro Jahr,
- durchschnittliche Flugdistanz + 1 Prozent pro Jahr,
- gesamte Passagierverkehrsleistung + 5 Prozent pro Jahr.

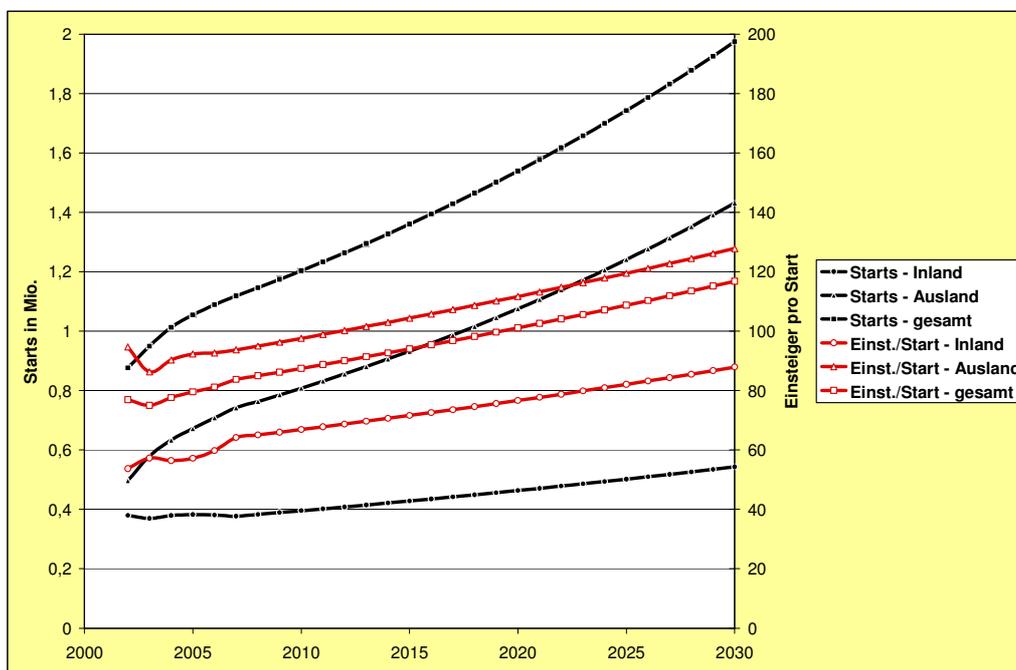
Diese hier zunächst in gerundeter Form angegebenen Werte entsprechen dem Ansatz einer etwas gedämpften Trendfortsetzung. So bleibt das künftig angesetzte Wachstum

---

<sup>20</sup> Dubai – auch von Deutschland aus die aufkommensstärkste Relation in Asien – dürfte inzwischen (2007) München in der Zahl der Fluggäste überholt haben.

der Verkehrsleistung mit 5,0 Prozent pro Jahr deutlich hinter den Wachstumsraten der Vergangenheit zurück: Für die Periode seit der deutschen Vereinigung 1991 bis 2007 ist bislang eine durchschnittliche Wachstumsrate von 6,3 Prozent jährlich festzustellen.<sup>21</sup> Auf eine zeitliche Differenzierung wird wegen der nicht prognostizierbaren Überlagerung der bestimmbareren Faktoren durch unbestimmbarere Faktoren (Gesamt- und Branchenkonjunktur, politische und sonstige Störereignisse in einzelnen Zielgebieten etc.) und zur Erhöhung der Übersichtlichkeit verzichtet. Im tatsächlichen Verlauf ist dagegen von mehr oder weniger deutlichen Schwankungen auszugehen. Zunächst zeigt die *Abbildung 33* die Entwicklung der Starts und der Einsteiger pro Start.

**Abbildung 33: Zahl der Starts in Mill. und der Einsteiger pro Start bis 2030**



Quelle: historische Werte abgeleitet aus STATBAc, Werte 2007 geschätzt, danach Modellrechnung

Für die Starts im gewerblichen Verkehr wird auf den inländischen Relationen eine Wachstumsrate von 1,6 Prozent und auf den grenzüberschreitenden Relationen in Höhe von 2,9 Prozent pro Jahr verwendet. Daraus ergeben sich im innerdeutschen Verkehr ausgehend von 0,377 Mio. Starts (2007) im Jahr 2030 dann 0,543 Mio. Starts; im grenzüberschreitenden Verkehr steigt die Anzahl der Starts von 0,742 Mio. (2007) auf 1,432 Mio. Starts in 2030. Die Gesamtzahl der Starts wird zunehmend von den Starts zu grenzüberschreitenden Flügen geprägt und steigt von 1,119 Mio. (2007) auf 1,975 Mio. (2030). Der Zwischenwert von insgesamt 1,539 Mio. Starts im Jahr 2020

<sup>21</sup> Eine einfache Fortsetzung mit dem historischen Wert von 6,3 Prozent p.a. würde bis 2030 eine um etwa ein Drittel höhere Verkehrsleistung zur Folge haben als das hier angesetzte Wachstum mit 5,0 Prozent p.a.

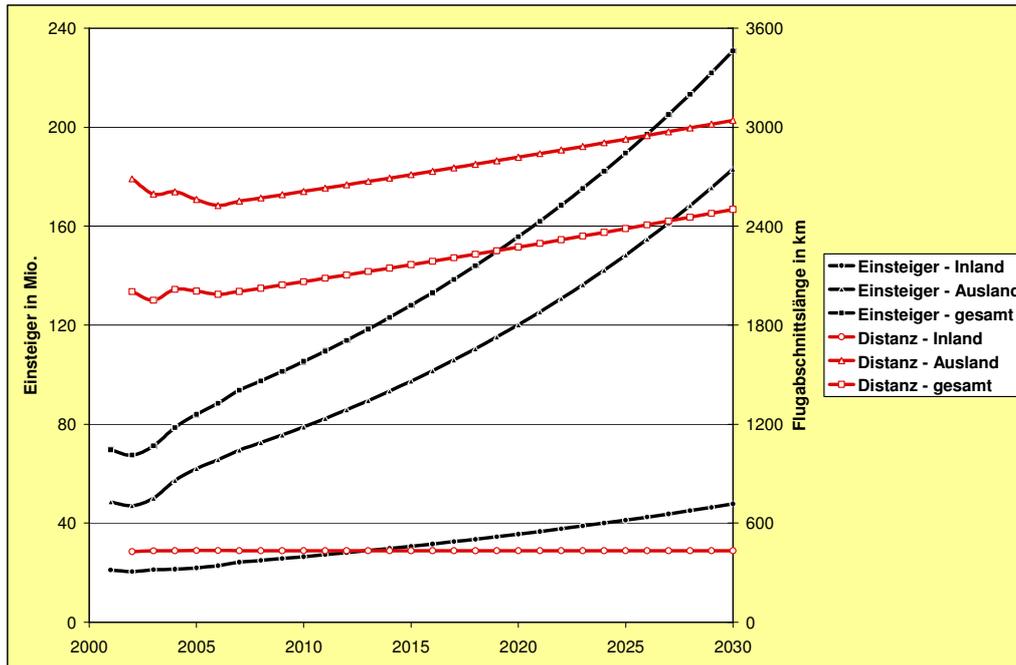
liegt nahe den von Intraplan für diesen Zeitpunkt prognostizierten Werten für Passagier- plus Frachtflüge (3,191 bzw. 3,060 Mio. Flugbewegungen, also 1,596 bzw. 1,530 Mio. Starts im Basis- bzw. Status-quo-Szenario). Insbesondere bei den innerdeutschen Abflügen ist allerdings aufgrund der regelmäßig gegebenen alternativen Verkehrsverbindung im Bodenverkehr von einer grundsätzlich hohen Plastizität gegenüber veränderten Rahmenbedingungen auszugehen.

Die Anzahl der Passagiere (Einsteiger) pro Abflug ist aus der angesetzten Entwicklung der Passagierzahlen abgeleitet und steigt jährlich um 1,38 Prozent im innerdeutschen, sowie um 1,36 Prozent im grenzüberschreitenden Verkehr; aufgrund des stärkeren Anstiegs im internationalen Verkehr und den dort höheren durchschnittlichen Passagierzahlen beträgt die daraus abzuleitende jährliche Zunahme der Einsteiger pro Start 1,46 Prozent. In absoluten Zahlen bedeutet dies im innerdeutschen Verkehr eine Erhöhung der Besetzung von 67,2 Personen (2007) auf 87,9 Personen (2030); dies entspricht – unter Vernachlässigung des innerdeutschen Verkehrs von Nurfrachtern – im Endjahr im Durchschnitt z.B. dem Einsatz von Flugzeugen mit 110 Sitzplätzen, die zu 80 Prozent ausgelastet sind. Im grenzüberschreitenden Verkehr steigt die durchschnittliche Einsteigerzahl pro Start von 93,7 Passagieren (2007) auf 127,9 Passagiere (2030); wegen der auch künftig sehr unterschiedlichen Größe der eingesetzten Flugzeuge und der Beteiligung von reinen Frachtflugzeugen ist diese Angabe nur beschränkt direkt zu interpretieren, schlicht umgerechnet entspräche sie im Endjahr z.B. einer 80-prozentigen Auslastung von Flugzeugen mit 160 Plätzen. Für alle Flüge ergeben sich aus den dargestellten Größen 83,8 Einsteiger pro Start (2007) und 116,9 (2030).

Die Entwicklung der zugehörigen Zahl der Einsteiger und der Flugabschnittslängen ist in der folgenden *Abbildung 34* dargestellt.

Für die Einsteiger im gewerblichen Verkehr wird auf den inländischen Relationen eine Wachstumsrate von 3,0 Prozent und auf den grenzüberschreitenden Relationen in Höhe von 4,3 Prozent pro Jahr verwendet. Daraus ergeben sich im innerdeutschen Verkehr ausgehend von 24,2 Mio. Einsteigern (2007) im Jahr 2030 dann 47,8 Mio. Einsteiger; im grenzüberschreitenden Verkehr steigt die Anzahl der Einsteiger von 69,5 Mio. (2007) auf 183,1 Mio. Einsteiger in 2030. Die Gesamtzahl der Einsteiger wird zunehmend von den Einsteigern im grenzüberschreitenden Verkehr geprägt und steigt von 93,7 Mio. (2007) auf 230,9 Mio. (2030). Der Zwischenwert von insgesamt 155,7 Mio. Einsteigern im Jahr 2020 liegt nahe den von Intraplan für diesen Zeitpunkt prognostizierten Passagieraufkommen (insgesamt 307 bzw. 286 Mio., also 153,5 bzw. 143 Mio. Einsteiger im Basis- bzw. Status-quo-Szenario). Insbesondere bei den innerdeutschen Einsteigern ist allerdings aufgrund der regelmäßig gegebenen alternativen Verkehrsverbindung im Bodenverkehr von ganz erheblichen Unsicherheiten auszugehen.

**Abbildung 34: Zahl der Einsteiger in Mill. und durchschnittliche Flugabschnittslängen in km bis 2030**



Quelle: historische Werte abgeleitet aus STATBAc, Werte 2007 geschätzt, danach Modellrechnung

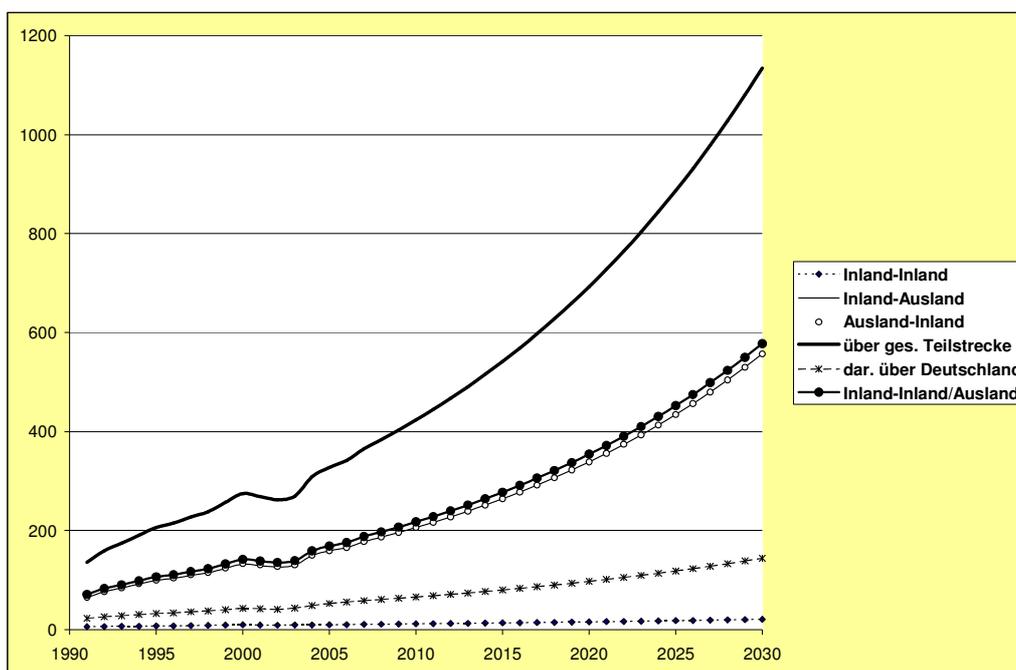
In einer groben Abschätzung der zugehörigen Entwicklung der Flugreiseintensitäten kann man eine Verdoppelung von etwa 0,55 – 0,6 Flugreisen je Einwohner (2007) auf rd. 1,1 – 1,2 Flugreisen je Einwohner im Jahr 2030 erwarten – ein auch dann noch durchaus überschaubarer Wert, und eine Erhöhungsrates bei der Luftreiseintensität der Inländer um rd. 3 Prozent pro Jahr.

Für die durchschnittlichen Flugabschnittslängen wurde im Inlandsverkehr Konstanz hinterlegt, im grenzüberschreitenden Verkehr eine jährliche Erhöhung um 0,77 Prozent; aufgrund der zunehmenden Dominanz des grenzüberschreitenden Verkehrs steigt die Durchschnittslänge aller Flugabschnitte etwas steiler um 0,97 Prozent pro Jahr. Danach bleiben die inländischen Abschnitte bei 432,5 km, die Länge der grenzüberschreitenden Flüge steigt von 2.552 km (2007) auf 3.042 km (2030); insgesamt steigt die Durchschnittsdistanz aller Abschnitte von 2005 km (2007) auf 2502 km (2030). Damit ergeben sich die in *Abbildung 35* gezeigten Entwicklungen der Verkehrsleistungen im Luftverkehr (Passage).

Im Binnenverkehr erfolgt der Anstieg lediglich im Umfang der steigenden Passagierzahlen mit 3 Prozent jährlich von 10,5 Mrd. Pkm (2007) auf 20,7 Mrd. Pkm (2030). Die Leistung auf den grenzüberschreitenden Verkehrsabschnitten steigt im Abgang wie in der Ankunft mit jährlich 5,1 Prozent von 177,4 Mrd. Pkm (2007) auf 557 Mrd. Pkm (2030). Damit erhöht sich die gesamte mit Deutschland in Verbindung stehende Verkehrsleistung von 365,3 Mrd. Pkm (2007) auf 1.135 Mrd. Pkm, um etwas mehr als 5 Prozent pro Jahr. Um glatte 5 Prozent jährlich erhöht sich bei diesen Ansätzen die

Verkehrsleistung des von deutschen Flugplätzen abgehenden Verkehrs, der weitgehend der Abgrenzung der Energiebilanz entspricht, von 187,9 Mrd. Pkm (2007) auf 577,7 Mrd. Pkm (2030). In der üblichen verkehrsstatistischen territorialen Abgrenzung dürfte sich dagegen der Zuwachs an Verkehrsleistung lediglich etwa im Umfang der Einsteigerzahlen, also bei 4 Prozent jährlich, bewegen und von 58,4 Mrd. Pkm (2007) auf 143,9 Mrd. Pkm (2030) führen.<sup>22</sup>

**Abbildung 35: Passagier-Verkehrsleistungen in unterschiedlichen Abgrenzungen bis 2030, Mill. Pkm**



Quelle: historische Werte abgeleitet aus STATBAc, Werte 2007 geschätzt, danach Modellrechnung

Besonders hinzuweisen ist auf die unterschiedliche Entwicklung und Rolle des Inlandsverkehrs und des grenzüberschreitenden Verkehrs: Generell wird hier wie in anderen Prognosen eine schwächere Entwicklung des inländischen Luftverkehrs im Vergleich zum grenzüberschreitenden Luftverkehr angenommen. Der gegenwärtig (2007) mit rd. einem Drittel (33,7 Prozent) ganz erhebliche Anteil an allen Starts – die in erster Näherung als Indikator für die Lärmbelastigung dienen können – sinkt daher bis 2030 deutlich ab, bleibt aber auch dann noch mit einem Anteil von 27,5 Prozent relevant. Bei der Zahl der Einsteiger sind die Inlandsverkehre bereits weniger bedeutend als bei der Zahl der Starts; auch dort sinkt der Anteil von gut einem Viertel jetzt (2007: 25,8 Prozent) auf gut ein Fünftel (20,7 Prozent) im Jahr 2030. Bei der – für den

<sup>22</sup> Zum Vergleich: Die allem Anschein nach diese Abgrenzung der Verkehrsleistung adressierenden Prognosen von EWI/Prognos weisen hierfür ab 2015 eine weitgehend stagnierende Entwicklung im Bereich von etwa 64 – 67 Mrd. Pkm aus, vgl. die Darstellung hierzu oben im Text.

Energieverbrauch und die Klimabelastungen maßgeblich – Verkehrsleistung im abgehenden Verkehr ist schon jetzt der Anteil mit 5,6 Prozent gering, er sinkt bis 2030 weiter ab auf 3,6 Prozent, – eine relativ schon fast vernachlässigbare Größe, etwa im Umfang der jährlich zu erwartenden Erhöhung der Klimabelastungen aus dem Luftverkehr.

## 4.3 Energieverbrauch

### 4.3.1 Künftige Entwicklung der Energieeffizienz

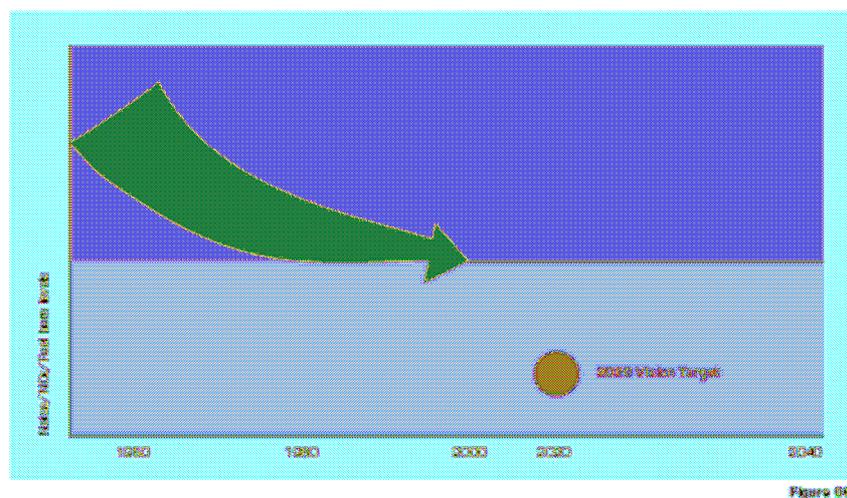
Im Luftverkehr sind nicht nur die Zuwachsraten, sondern auch die technischen und organisatorischen Potenziale zur Energieeinsparung bedeutend. Die Nutzung der Potenziale ist allerdings erheblichen Einschränkungen unterworfen, die sich zum einen aus der langen Entwicklungs- und Nutzungsdauer der Flugzeuge ergeben, zum anderen aus dem Konkurrenzverhältnis verschiedener Zielgrößen wie Energieverbrauch, NO<sub>x</sub>-Emissionen und Lärmentwicklung. Andererseits war schon in der Vergangenheit das Interesse der Fluggesellschaften an Treibstoffeinsparungen groß, weil 100 kg eingesparten Kerosins nicht nur die entsprechenden Treibstoffkosten einsparen, sondern – vereinfacht – den Verkauf eines zusätzlichen Flugtickets ermöglichen; auch der in der Folge bereits erreichte hohe Stand an Energieeffizienz mindert naturgemäß die weiteren Verbesserungsmöglichkeiten.

Im Kontext der europäischen Forschungs- und Entwicklungslandschaft kann man die Tätigkeit des „Advisory Council for Aeronautics Research in Europe“ (ACARE) als entscheidende Initiative ansehen: Mit Vorwort durch den damaligen Forschungskommissar hatte Anfang 2001 die „Group of Personalities“ ihren Report: „European Aeronautics: A Vision For 2020 – Meeting society’s needs and winning global leadership“ als offizielle EU-Publikation veröffentlicht (ACARE 2001) und auf der letzten Seite des 20-Seiten-Textes schon einmal einen vorläufigen Finanzierungsbedarf von über 100 Mrd. Euro über 20 Jahre veranschlagt. Gegen Ende 2002 folgte dann die Untersetzung mit der „Strategic Research Agenda“ (ACARE 2002), zwei Jahre später deren vertiefte zweite Ausgabe (ACARE 2004).

Von Anfang an wurden als Ziele u.a. vorgegeben und im Verlauf wiederholt: 50 Prozent Treibstoffreduktion und eine Verminderung der Stickoxidemissionen um 80 Prozent bei neuen Flugzeugen – je Passagier-km. Etwas unklar bleibt sowohl, was die Bezugsgröße von 100 Prozent darstellt, wie auch ob einige oder alle neuen Flugzeuge des Jahres 2020 dieser Anforderung genügen sollen. Die Strategische Forschungsagenda 1 startet in der Einleitung zwar etwas großspurig mit der Überschrift „Aviation and a New Age – An imperative for Europe“, den im Grundsatz eher qualitativen Zugriff verdeutlicht die daraus zitierte *Abbildung 36* mit der unbezifferten, aber einheitlichen Achse für Lärm, CO<sub>2</sub> und NO<sub>x</sub>, einer eigentümlich skalierten Zeitachse, sowie der Charakterisierung einer Zielfläche anstelle der im Text bezifferten Zielpunkte. Immerhin wurden dort die maßgeblichen Komponenten der Zielerreichung benannt und grob quantifiziert: Der Flugzeugkörper (airframe) soll einen Beitrag von 20 bis 25 Prozent-

punkten zur Verbrauchsreduktion liefern, insbesondere über die Parameter Aerodynamik, Gewicht und Konfiguration; vom Antrieb (engines) wird ein Zielbeitrag von 15 bis 20 Prozentpunkten erwartet, sowie vom optimierten Luftverkehrsmanagement (optimised air traffic management) ein Beitrag von 5 bis 10 Prozentpunkten. Die Strategische Forschungsagenda 2 beansprucht zwar, ein „Ultra Green Air Transport System“ zu zeichnen, bietet aber wenig quantitative Handhabe. Immerhin werden im Anhang eine große Zahl von Einzelkomponenten aufgeschlüsselt und hinsichtlich ihrer Relevanz (ja/nein) und technologischen Reife qualitativ eingestuft.

**Abbildung 36: Environmental Challenge as seen by ACARE**



Quelle: ACARE 2002, vol. 1, p. 19

Zwar zitieren interessierte Kreise gerne die ACARE-Ziele – die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen auch schon mal verfälschend mit Bezug auf den Luftverkehr im Jahr 2020 anstelle des im Original enthaltenen Bezugs auf neue Flugzeuge im Jahr 2020, dafür aber mit dem affirmativen Zusatz, dass das 50-Prozent Reduktionsziel realistisch sei (vgl. ADV 2007, S. 27). Als wohldefinierte, und schon gar als belastbare Größe wird man diese Zielgröße jedoch kaum ansehen können.<sup>23</sup>

Tatsächlich ist bei einer Reihe von Verbesserungen von einmaligen, teils schon in erheblichem Umfang ausgeschöpften Effekten auszugehen:

- Die Umstellung auf eine jüngere, modernere und damit verbrauchsärmere Flugzeugflotte ist bei vielen Fluggesellschaften, etwa bei der Lufthansa oder einer Reihe von Billigfliegern, kaum mehr weiter zu steigern; der erreichte Stand wird

<sup>23</sup> Seit der ersten Formulierung in 2001 ist mittlerweile auch einige Zeit vergangen und sind einige Veränderungen im Luftverkehr eingetreten; schon daraus wird unklar, was die Beibehaltung der durchgängig und damit formelhaft geäußerten „50 Prozent“ in der Sache bedeuten soll.

künftig lediglich durch einen vorzeitigen Verkauf von Flugzeugen an andere Gesellschaften zu halten sein.

- Auch die Auslastungserhöhung der Flugzeuge stößt an Grenzen, die sich nur mehr mit Mühe und in geringem Maß verschieben lassen.
- Die Umstellung auf größere Flugzeuge bietet noch Chancen bezüglich der Verbräuche pro Sitzplatz; allerdings werden eher selten drei Flüge mit kleinerem Fluggerät durch einen Flug mit größerem Gerät ersetzt, eher typisch erscheint ein Beibehalten der Flugfrequenzen mit größeren Flugzeugmustern. Schließlich dürfte man mit der A380 von Airbus schon nahe an die vertragliche Obergrenze der Flugzeuggröße herangekommen sein.
- Direktere Flugrouten anstelle der bisherigen teils sehr umwegbehafteten Flugrouten bieten sicher noch ein nennenswertes Potenzial, das allerdings nur bei kürzeren Strecken relativ deutlich zum Tragen kommt, und dessen Umfang in absoluten Größen doch eher beschränkt ist.
- Verbesserte Verkehrslenkung zur Vermeidung von Warteschleifen wiederum dürfte kaum mehr als ein Merkposten sein: „Abweichungen vom Luftstraßennetz durch Umwege und Warteschleifen betreffen im deutschen Luftraum nur rund ein Prozent der Flüge.“, wie die Deutsche Flugsicherung in einem aktuellen Newsletter feststellt (vgl. DFS 2007).

Es bleiben die großen Potenziale bei Antrieb und Flugzeugkörper. Diese zu erschließen, ist allerdings ein langwieriges Geschäft; zu Stand und Perspektiven der Triebwerksentwicklung vgl. aktuell das Triebwerks-Extra in der Zeitschrift FlugRevue (2007b) – die unmittelbare Sicht der Industrie wird interessanterweise direkt von der ICAO im Internet bereitgestellt (vgl. ASD 2007). Hinsichtlich der Flugzeug(gesamt)entwicklung sei auf die Erfahrungen mit Airbus A380 und A350 hingewiesen; die Verzögerungen bei A380 sind in den Medien breit dargestellt worden<sup>24</sup>, zu neuerlichen Konzeptänderungen der „unendlichen Geschichte“ der A350 vgl. AERO (2007, S. 50).

Im Bereich der mehrstöckig bestuhlten Flugzeuge (very large aircraft) läuft der Generationswechsel mit dem Airbus A380 immerhin nunmehr an; auch Boeing wird diesen Markt in den nächsten Jahren mit einer neuen – auch energetisch ertüchtigten – Gene-

<sup>24</sup> Der Fortschritt im spezifischen Energieverbrauch gegenüber der Boeing B474 erscheint zwar groß, zu bedenken ist allerdings, dass der Erstflug der A380 etwa 35 Jahre nach jenem der (ursprünglichen) B747 erfolgte; wenn der Serienanlauf der A380 nunmehr planmäßig erfolgt, sollte dieser Flugzeugtyp wenigstens 30 Jahre gebaut werden und danach noch mehr als 30 Jahre fliegen. Dies relativiert die Bedeutung des Entwicklungssprungs, der übrigens hinsichtlich der spezifischen Energieeinsparung auch merklich geringer als nach den verbreiteten Herstellerangaben ausfällt, wenn statt der vom Hersteller zugrundegelegten Standardbestuhlung mit 555 Plätzen lediglich 471 Sitze eingebaut werden (wie beim einzigen bislang ausgelieferten Exemplar). Airbus gibt für den Verbrauch pro Sitz eine Minderung von 17 Prozent, an anderer Stelle von 12 Prozent gegenüber der (aktuellen) B747 an, und einen Treibstoffverbrauch pro Passagier-km von 75 g, an anderer Stelle von 80 g (vgl. AIRBUS 2007 und ASD 2007); dies entspricht etwa 3 l/100 Pkm; bei 20 Prozent weniger Sitzen/Passagieren ist demnach von etwa 3,6 l/100 Pkm auszugehen.

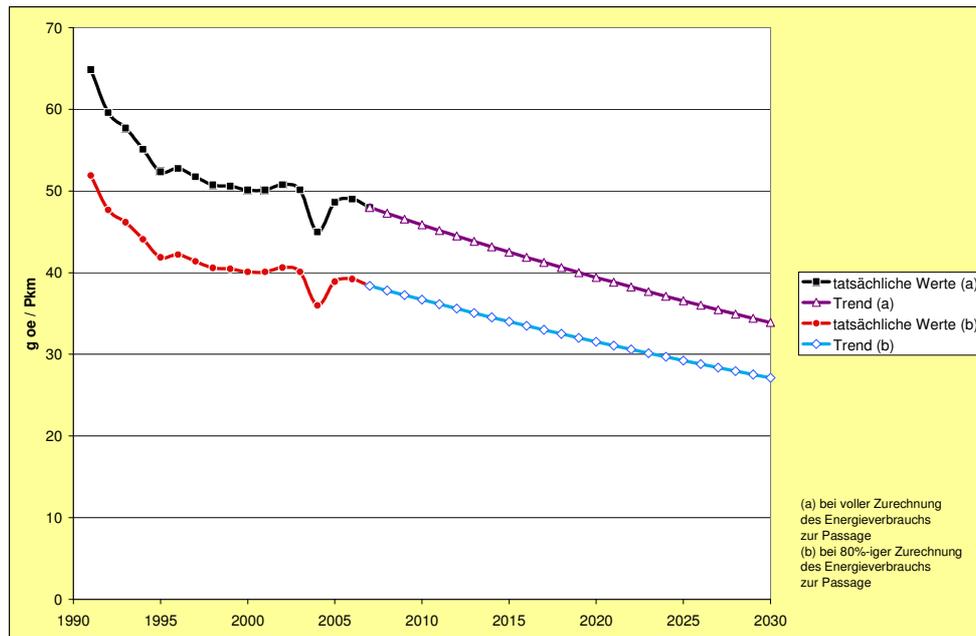
ration ihres Jumbo-Jets 747 beleben. In der darunter angesiedelten Klasse der Großraumflugzeuge (twin-aisle, mit zwei Gängen) liegt Boeing mit dem bald im Verkehr auftauchenden neuen Muster 787 etwas vor der danach zu erwartenden Markteinführung des neuen Airbus A 350. In diesen Klassen ist bis 2020 mit einer gewissen, keineswegs aber vollständigen Marktdurchdringung unter Ersetzung der früheren Flugzeugmuster zu rechnen; bis 2030 allerdings dürfte der Ersatz der älteren Muster in diesen Marktbereichen recht weit fortgeschritten sein. Demgegenüber ist im Bereich der zahlenmäßig viel stärker vertretenen Standardrumpfe (single-aisle, mit einem Gang), also insbesondere Airbus A 318/319/320/321 und Boeing 737, bislang weder von Airbus noch von Boeing eine Neuentwicklung angekündigt. Es erscheint zwar nicht unwahrscheinlich, dass auch hier bis 2020 neue Generationen entwickelt werden, diese dürften jedoch bis 2020 im Verkehrsgeschehen noch keine besondere Rolle spielen und auch 2030 die alten Bestände noch nicht ersetzt haben.

Auch unter Einbeziehung von Nachrüstungen bereits ausgelieferter Flugzeuge (z.B. nachträgliche Montage von Winglets an den Flügelenden, Umrüstung der Turbinen, Austausch der Bestuhlung durch gewichtsräumlere Sitze) dürften deshalb im Ergebnis für das tatsächliche Fluggeschehen, wie es durch die jeweilige komplette Bestandsflotte abgewickelt wird, nur jährliche Einsparraten von 1 bis 2 Prozent beim spezifischen Treibstoffverbrauch erreichbar sein. Die tatsächlich im Deutschland betreffenden Luftverkehr (Abgrenzung der Energiebilanz) seit 1995 mit einer Jahresrate von rd. 0,7 Prozent erreichten Verbesserungen deuten eher auf den unteren Bereich der angegebenen Spanne. Eine in der vorliegenden Modellrechnung hinterlegte Verbesserungsrate von 1,5 Prozent pro Jahr dürfte daher bereits als ein optimistischer Ansatz einzustufen sein. Die sich in diesem Fall ergebende weitere Entwicklung der spezifischen Energieverbräuche ist in der *Abbildung 37* dargestellt, zum einen allein für den Passagierverkehr, zum anderen unter der Maßgabe, dass sich die Luftfracht in ähnlicher Form wie der Passagierverkehr entwickelt und dementsprechend auch weiterhin ein Aufschlag von 20 Prozent auf den Passagierverkehr den Energiebedarf der Luftfracht abdeckt.

Die dabei erreichten Effizienzsteigerungen sind durchaus sehr bedeutend und kommen an die 50 Prozent heran – allerdings in dem wesentlich längeren Zeitraum von 1990 – 2030; im Zwanzig-Jahres-Verlauf 2000 – 2020, der wohl der hochrangigen „Group of Personalities“ im Jahr 2001 vorgeschwebt ist, können danach lediglich Abnahmen von etwa 21 Prozent erwartet werden, für die verbleibenden Jahre von 2007 bis 2020 dank der für die Zukunft wieder stärker angenommenen Einsparraten immerhin auch noch fast 18 Prozent.<sup>25</sup> Dabei beschreiben die dargestellten Trendkurven selbstverständlich mittlere Erwartungswerte, ohne – wie in der Vergangenheit auch – abweichende Entwicklungen in einzelnen Jahren auszuschließen.

---

<sup>25</sup> Eine Fortsetzung mit den ungünstigeren Werten der letzten zwölf Jahre würde nur eine etwa halb so starke Effizienzverbesserung zur Folge haben.

**Abbildung 37: Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs im Luftverkehr**

Quelle: historische Werte abgeleitet aus STATBac und AGEb 2007a (jeweils Daten für 2007 ergänzt); zukünftige Werte eigene Fortschreibung mit -1,5 Prozent pro Jahr

Diese nennenswerten Verbesserungen stehen nicht unbedingt im Widerspruch zu der etwas wolkig formulierten Zielvorgabe der „Group of Personalities“ einer Absenkung um 50 Prozent bei neuen Flugzeugen bis 2020; wohl aber besteht ein massiver Widerspruch zu der häufigen – und unbegründeten – Interpretation dieser Zielvorgabe dahingehend, dass im Luftverkehr 2020 insgesamt eine Absenkung um 50 Prozent zu erreichen sei, wie dies insbesondere auch die Arbeitsgemeinschaft der deutschen Verkehrsflughäfen (ADV 2007) ausdrücklich in die Öffentlichkeit transportiert.

#### 4.3.2 Künftige Entwicklung des Energieverbrauchs und der Klimabelasten

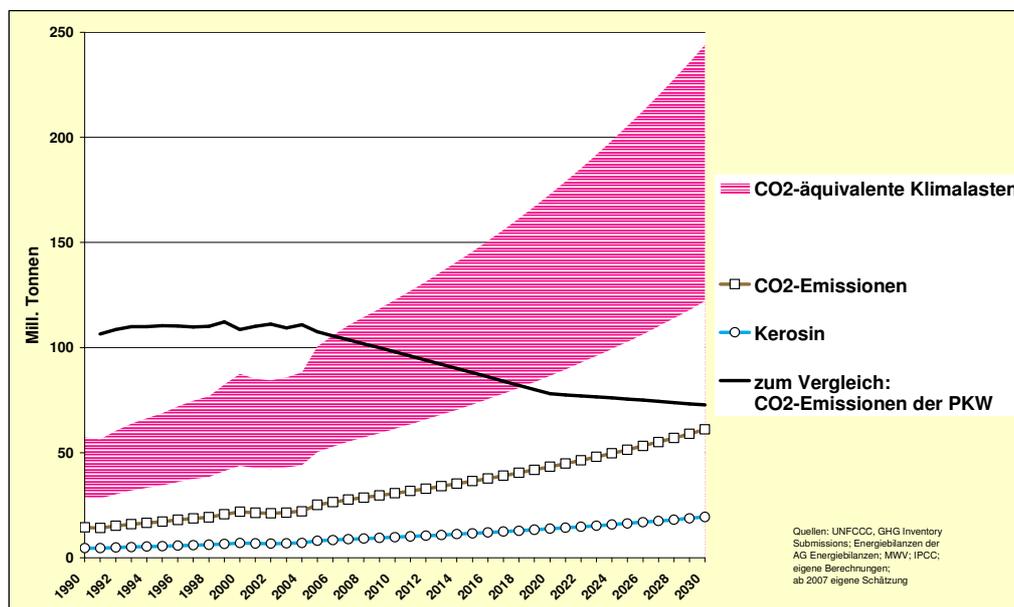
Mit der Ausweitung des Luftverkehrs können die Einsparraten nicht mithalten: Bei einer Expansion der Luftverkehrsleistungen um 5 Prozent pro Jahr und einer Senkung des spezifischen Energieverbrauchs um 1,5 Prozent pro Jahr ergibt sich eine jährlichen Ausweitung des absoluten Energieverbrauchs um 3,5 Prozent, mithin eine Verdoppelung in 20 Jahren.

Die mit diesem Energieverbrauch verbundenen Klimabelasten hängen naturgemäß von dem eingesetzten Kraftstoff ab. Diesbezüglich wird seit vielen Jahren über die Möglichkeit von Wasserstoff als alternativem Treibstoff nachgedacht. Die mit diesem Treibstoff speziell bei Anwendung im Luftverkehr verbundenen Probleme wie auch die spezifischen damit verbundenen Klimabelasten lassen allerdings eine tatsächliche Perspektive in dieser Richtung nicht erkennen. Näher liegt eine Beimengung von (flüssigen) sogenannten Biokraftstoffen bzw. Agrokraftstoffen der ersten oder zweiten Generation

(BtL, Biomass to Liquids) oder von synthetischen Kraftstoffen auf Erdgasbasis (GtL, Gas to Liquids); die möglichen Zielbeiträge dieser Ansätze erscheinen allerdings limitiert: Während bei GtL sowohl der energie- als auch der klimabilanzielle Effekt sogar eher negativ sein dürfte, könnte bei BtL eine Entlastung im Umfang der in geringerem Umfang zuzurechnenden CO<sub>2</sub>-Mengen erfolgen. Als Problem ist die grundsätzlich limitierte Verfügbarkeit ökologisch verträglich bereitstellbarer BtL-Mengen anzusprechen, für deren Verwendung eine spezielle Priorität im Luftverkehr nicht nachvollziehbar wäre; die Herausnahme von entsprechenden BTL-Mengen aus anderen Verwendungsbereichen wirft die Frage nach der Zurechnung der Effekte auf. Außerdem ist kein Beitrag zur Reduktion der überwiegenden Nicht-CO<sub>2</sub>-Klimalasten des Luftverkehrs zu erkennen.

Deshalb wird hier weiterhin herkömmlicher Treibstoff als Bezugsbasis gewählt. In diesem Fall können über konstant gehaltene Proportionalitäten aus den Energieverbräuchen die Treibstoffverbräuche und im Weiteren die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen und die gesamte Beaufschlagung mit Klimalasten bestimmt werden. Die Ergebnisse zeigt *Abbildung 38*, wobei wie auch oben die Klimalasten in der Bandbreite der zugrunde zu legenden RFI-Faktoren von 2 – 4 zur Darstellung kommen.

**Abbildung 38: Entwicklung des absoluten Energieverbrauchs des Luftverkehrs und der damit verbundenen Klimalasten**



Quelle: Luftverkehr: historische Werte abgeleitet aus STATBac, AGEb 2007a und IPCC 1999 (jeweils Daten für 2007 ergänzt); zukünftige Werte eigene Fortschreibung mit +3,5 Prozent pro Jahr; PKW: eigene Abschätzung auf Basis von DIWa (historische Werte) und EW/PROGNOS 2005 (künftige Entwicklung)

Ebenfalls wie oben ist nachrichtlich ein Entwicklungspfad für die CO<sub>2</sub>-Emissionen des PKW-Verkehrs ergänzt, um eine relative Einordnung der luftverkehrlichen Entwicklung zu ermöglichen. Als Grundlage für die Entwicklung im PKW-Bereich wurde die Energie-Referenzprognose von EWI/PROGNOS 2005 und die dieser Prognose zurechenbaren CO<sub>2</sub>-Emissionen (vgl. SCHALLABÖCK 2006) gewählt.<sup>26</sup>

Im Ergebnis ist im Fall der hier hinterlegten leicht abgeschwächten Trendverlängerung ein Anstieg des Energieverbrauchs im Luftverkehr (in der Abgrenzung der deutschen Energiebilanz) auf rd. 19,4 Mio. t Kerosin (832 PJ) im Jahr 2030 zu erwarten, gut das Vierfache des Energieverbrauchs im Jahr 1990. Die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen steigen auf 61 Mio. t (2030) an und nähern sich damit jenen des PKW-Verkehrs; dementsprechend liegen die zu erwartenden Klimabelastungen des Luftverkehrs dann mit annähernd dem Zwei- bis Vierfachen deutlich über jenen des Autoverkehrs und mit etwa 122 bis 244 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten auch absolut auf beeindruckender Höhe<sup>27</sup>. Man kann nicht behaupten, dass diese zu erwartenden Gewichte und Gewichtsverhältnisse auch die politische Diskussion um Klimaschutz im Verkehr bestimmen.

#### 4.4 Klimaverträglichkeit der Luftverkehrsentwicklung

Für die Einschätzung der Klimaverträglichkeit des Luftverkehrs benötigt man neben den Absolutgrößen der Klimabelastungen noch einen Beurteilungsmaßstab, an dem diese Lasten gemessen werden können. Die Bestimmung eines solchen Maßstabs ist keine rein wissenschaftliche Aufgabe: Zwar ist es an der Wissenschaft, die Klimawirkungen der anthropogenen Klimabelastungen abzuschätzen; welche Klimaänderungen von den Menschen toleriert werden sollen und insofern als verträglich gelten sollen, ist dagegen eine normative Frage, die gesellschaftlich zu beantworten ist.

Für Deutschland liegen derartige Festlegungen zwar nicht für 2030 vor, jedoch für das Jahr 2020. Für diesen Zeitpunkt haben die beiden Klima-Enquetekommissionen des Deutschen Bundestages vor etwa eineinhalb Jahrzehnten einhellig eine Absenkung der deutschen Klimabelastungen auf die Hälfte (bezogen auf den Stand von 1987 bzw. 1990) als angemessen angesehen, mit dem Hinweis auf die Notwendigkeit einer deutlich darüber hinausgehenden weiteren Absenkung in der Folgezeit. Die mittlerweile fortgeschrittene Entwicklung hat – obwohl von Seiten der Klimaforschung keine entlastenden Befunde vorgelegt wurden (vgl. IPCC 2007) – die Bundesregierung in Deutschland

---

<sup>26</sup> Vor dem Hintergrund der viel ehrgeizigeren Ansätze in EWI/PROGNOS 2007 ist dies als eher konservativer, hoher Ansatz für die CO<sub>2</sub>-Emissionen des PKW-Verkehrs zu bewerten. Der neuere – nur bis 2020 reichende – Ansatz sieht allein für den Zeitraum 2005 – 2020 eine Absenkung des Energieverbrauchs der PKW (ohne Biokraftstoffe) um 37,5 Prozent vor (vgl. EWI/PROGNOS 2007, S. 97) mit der Folge einer Absenkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in ähnlicher Größenordnung; demgegenüber liegen die aus EWI/PROGNOS für 2020 abzuleitenden CO<sub>2</sub>-Emissionen der PKW lediglich um – auch noch beachtliche – 27,5 Prozent unter jenen von 2005. Eine ausführliche Diskussion der Prognosen zu den Entwicklungen im PKW-Bereich kann allerdings an vorliegender Stelle nicht erfolgen.

<sup>27</sup> Bei Ansatz des üblicherweise in einer mittleren Bewertung verwendeten RFI-Faktors von 2,7 würde es sich um rd. 165 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente handeln.

veranlasst, als Zielmarke für 2020 eine Absenkung der Klimalasten um 30 Prozent zuzusichern mit der Bereitschaft, den Absenkungssatz auch auf 40 Prozent zu erhöhen (jeweils gegenüber 1990), falls im Rahmen einer internationalen Partnerschaft auch die anderen Staaten ihren angemessenen Beitrag leisten. Trotz einer Abminderung gegenüber den früheren Zielgrößen ist auch der aktuelle Ansatz ganz erheblich und bestätigt auch die Notwendigkeit, über 2020 hinaus weitere Minderungen der Klimabelastung zu realisieren.

Zahlenmäßig können diese Minderungsziele auf der Basis einer Einbeziehung des Luftverkehrs in der Abgrenzung der Energiebilanz und in der Bewertung mit dem RFI-Faktor von 2,7 umgesetzt werden in die Größen (unter Einbeziehung von LULUCF, den Änderungen der Landnutzung, vgl. auch die Modifikationsrechnung zur Klimabilanz hier im Anhang): 618 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Rest nach Reduktion um 50 Prozent), 866 bzw. 742 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente (Rest nach Reduktion um 30 bzw. 40 Prozent), jeweils für die gesamte Deutschland zuzurechnende Klimabelastung. Die hier bei Trendverlängerung für 2030 (und ebenfalls unter Ansatz eines RFI-Faktors von 2,7) abgeleiteten rd. 165 Mio. t CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen des Luftverkehrs sind mit solchen Zielgrößen kaum vereinbar, zumal wenn man die Zielpfade über 2020 hinaus verlängert.

Für eine sachgerechte Einordnung der luftverkehrlichen Entwicklungen und ihrer Klimalasten ist allerdings entsprechend der Langfristigkeit der Klimastrategien ein noch erweiterter Zeithorizont erforderlich: Während die Modellrechnungen zu möglichen Klimaentwicklungen noch weit über diesen Zeitpunkt hinausgehen, fokussieren die Debatten über Ziele und Maßnahmen zumeist auf das Jahr 2050 und den Zeitraum bis dahin. Dieser längere Zeitraum kann durch szenarische Betrachtungen anschaulich gemacht werden.

Um das Feld möglicher Anforderungen und Entwicklungen abzugreifen, werden deshalb hier vier Szenarien gebildet. Zum einen werden zwei verschiedene Ausprägungen der Verträglichkeitsgrenze formuliert: (1) Absenkung der Klimalasten Deutschlands bis 2050 um 80 Prozent gegenüber dem Stand 1990, also entsprechend den Orientierungen der Klima-Enquetekommissionen des Deutschen Bundestages, sowie (2) Minderung der Klimalasten je Einwohner Deutschlands auf 2 t CO<sub>2</sub>-Äquivalente bis 2050, was dem Ansatz global einheitlicher zulässiger Belastungen je Person entspricht. Diese Anforderungs- bzw. Verträglichkeitsniveaus werden mit zwei verschiedenen Entwicklungen im Luftverkehr kombiniert: (a) Fortsetzung des expansiven Pfades bis 2050, was als oberer Grenzfall angesehen werden kann, sowie (b) Einfrieren der Anzahl der Starts im gewerblichen Luftverkehr auf dem aktuellen Stand (2007), was gegenwärtig wohl als unterer Grenzfall einzuschätzen wäre.

Maßgeblich für die Klimawirkungen sind die gesamten Klimalasten, also die Summe der Belastungen aus den verschiedenen Bereichen, nicht der jeweilige Einzelbeitrag. Geringere Absenkungen in einem Bereich können daher durch entsprechend größere in anderen Bereichen kompensiert werden. Als Basis, von der aus Kompensationsmengen (aufgrund von relativ geringeren Klimabelastungen) bereitgestellt werden oder

auf die bezogenen Kompensationsbedarfe (aufgrund von relativ höheren Klimabelastungen) anfallen, wird die Verteilung der Klimalasten zum Stand von 1990 zugrunde gelegt; die jeweiligen Werte für die Folgejahre ergeben sich dann aus der schrittweisen Annäherung der gesamten Klimalasten an den Zielwert im Jahr 2050. Neben einer sektoralen Kompensation im Rahmen des deutschen Belastungskontingents ist selbstverständlich auch die Möglichkeit transnationaler Kompensationen zu berücksichtigen

#### **4.4.1 Zielgröße 1: Reduktion der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen bis 2050 um 80 Prozent gegenüber 1990**

Eine alte Empfehlung für eine langfristige Reduktion der Klimalasten geht dahin, bis 2050 eine 80-prozentige Verminderung gegenüber dem Bezugsjahr 1990 anzustreben. Schon die beiden Klima-Enquete-Kommissionen des Deutschen Bundestages haben dies einheitlich vorgeschlagen, mit einzelnen – teils auch höheren – Zielmarken für unterschiedliche Klimagasafraktionen. Auch heute noch wird diese Zielvorstellung häufig genannt, bisweilen ohne klare Bestimmung des Bezugsdatums, sie kann als die am weitesten verbreitete Zielbestimmung gelten.

Deshalb wird diese Zielvorgabe hier als erster Maßstab gewählt, und zwar für die gesamte Klimabelastung. Dies bedeutet, dass der Luftverkehr in der Abgrenzung der Energiebilanz einbezogen wird, sowie im Luftverkehr auch die nicht auf CO<sub>2</sub> beruhenden Klimabelastungen. Die Daten der nationalen Berichterstattung an das UNFCCC sind entsprechend um den internationalen Luftverkehr ab Deutschland ergänzt, sowie um den 1,7-fachen Wert der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs zur Berücksichtigung von dessen weiteren Klimalasten erweitert.

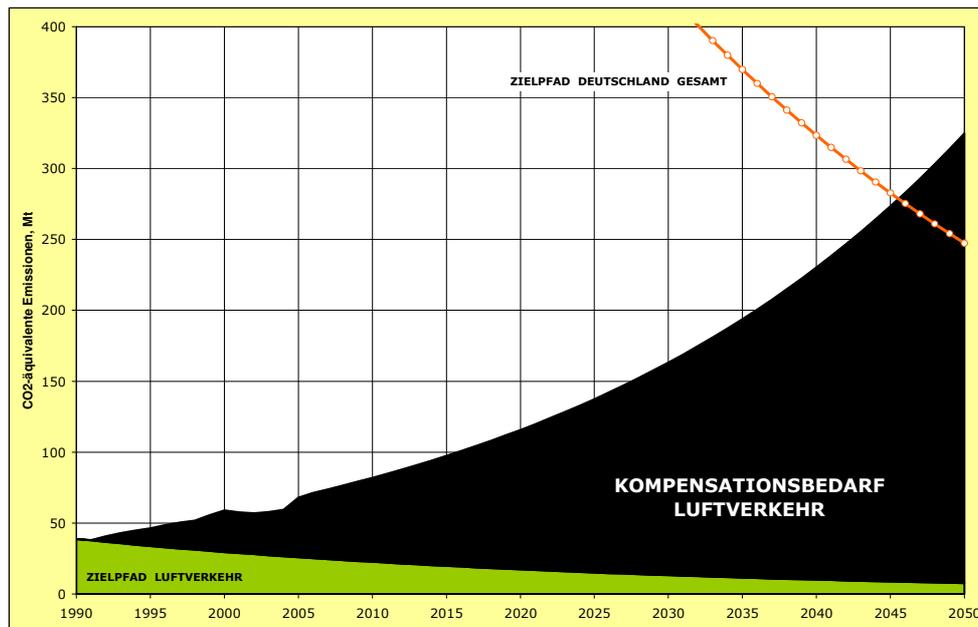
Für die zeitliche Entwicklung wird ein degressiver Ansatz mit konstanten jährlichen Absenkungsraten gewählt, der seiner Natur nach verhältnismäßig gut mit den Möglichkeiten und den Anforderungen zusammenpasst. Gleichwohl wären auch andere zeitliche Abwicklungen denkbar, wobei zu bedenken ist, dass die Summe der Klimabelastungen die maßgebliche Größe darstellt: Verzögerte Reduktionen müssen – in einer einfachen Betrachtung – später nachgeholt werden.

Die so bestimmten Absenkungspfade für Deutschland und für den Luftverkehr fixieren die jeweils als akzeptabel eingestuften Klimalasten. Überschießende Beträge sind nicht grundsätzlich als untragbar einzustufen; sie müssen aber durch entsprechende zusätzliche, über die allgemeinen Absenkungspfade hinausgehende Reduktionen in anderen Bereichen – also im Ausland bzw. in anderen Sektoren – kompensiert werden, wenn die Verträglichkeit insgesamt gewahrt werden soll.

Wie die nachfolgende *Abbildung 39* zeigt, zeichnet sich der Luftverkehr durch einen stark steigenden Kompensationsbedarf für von ihm ausgehende Klimalasten aus, da er entgegen der Reduktionsanforderung laufend steigende Belastungen erzeugt. Lediglich die beiden Irakkriege markieren Zeiträume von vorübergehenden leichten Entlastungen. Für den Zeitraum nach 2045 ist dagegen bei ungebrochener Trendfortsetzung

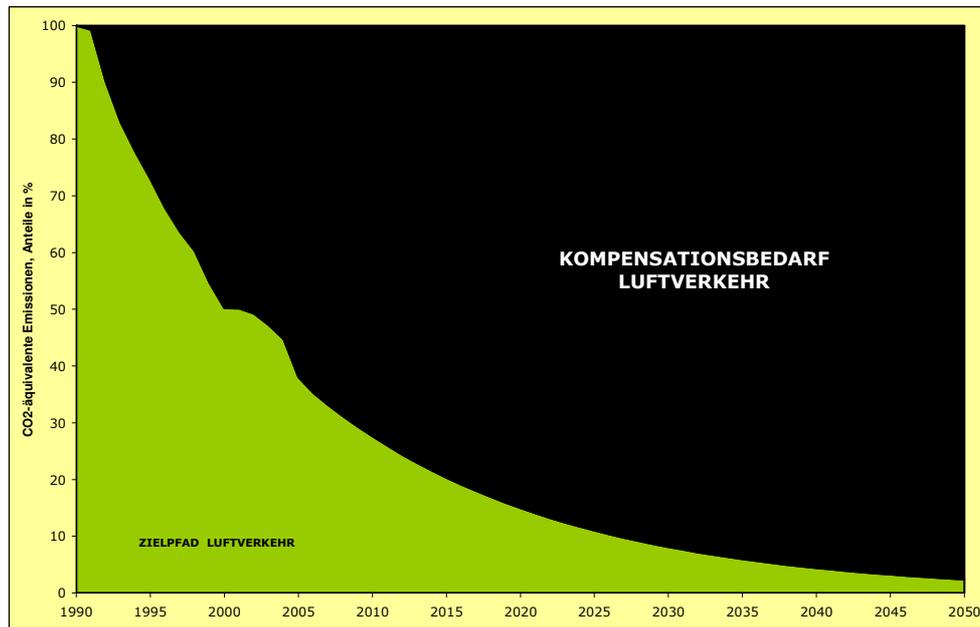
davon auszugehen, dass der Luftverkehr allein das gesamte für Deutschland zulässige Belastungskontingent überausschöpft; für diesen Teil – wie in diesem Fall zusätzlich für alle anderen Klimalasten Deutschlands – wäre dann eine Deckung aus dem Ausland erforderlich. Dies erscheint freilich als illusorisch.

**Abbildung 39: Kompensationsbedarf der luftverkehrlichen Klimalasten bei Trendfortsetzung gegenüber dem Ziel einer 80-prozentigen Belastungsminderung bis 2050**



In der *Abbildung 40* wird ergänzend der Anteil des Kompensationsbedarfs an den luftverkehrsbürtigen Klimalasten dargestellt. Noch deutlicher als bei der Darstellung der Absolutwerte geht daraus hervor, dass der Luftverkehr bei ungestörter Trendentwicklung zu immer größeren Teilen auf die Kompensation seiner Klimalasten durch andere Bereiche angewiesen ist. Im vorliegenden Fall ist für das Jahr 2050 zu ermitteln, dass dann nur mehr knapp 2,5 Prozent der zu erwartenden Lasten aus dem im allgemeinen Maßstab sinkenden eigenen Belastungskontingent des Luftverkehrs abgedeckt werden können, dagegen für gut 97,5 Prozent der Klimalasten eine Kompensation durch eine externe Deckung erforderlich wird.

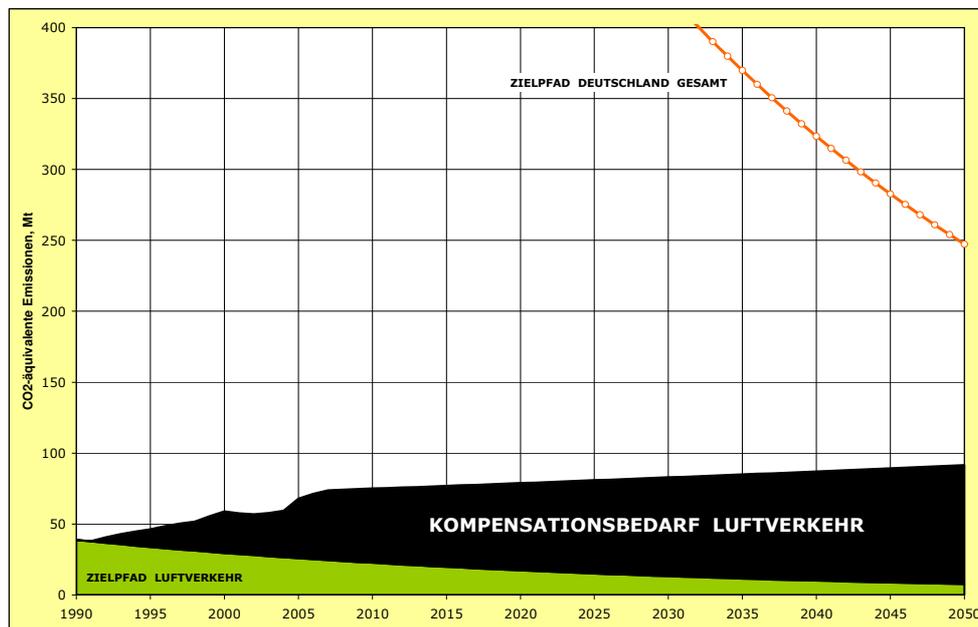
**Abbildung 40: Anteil des Kompensationsbedarfs an den gesamten luftverkehrlichen Klimalasten bei Trendfortsetzung gegenüber dem Ziel einer 80-prozentigen Belastungsminderung bis 2050**



In einer weiteren Betrachtung wird hypothetisch der Fall unterstellt, dass die Anzahl der Starts im Luftverkehr in Deutschland auf dem Stand von 2007 eingefroren wird. Auch in diesem Fall steigt die Klimabelastung aus dem Luftverkehr an, wenngleich verhältnismäßig recht bescheiden, vgl. *Abbildung 41*: Der Übergang zu im Mittel größerem Fluggerät und zu größeren durchschnittlichen Flugweiten übertrifft in mäßigem Umfang die zu erwartenden Effizienzsteigerungen in der Durchführung des Luftverkehrs.

Quantitativ hinterlegt wird – zur Konturierung eines unteren Grenzfalles – die Vorstellung einer jährlich jeweils nur einprozentigen Erhöhung der Passagierzahl pro Flug wie auch der Distanzen pro Flugabschnitt, bis 2050 bedeutet dies gegenüber dem aktuellen Stand Zunahmen von jeweils gut der Hälfte. Demgegenüber wird ein jährlicher Effizienzgewinn von 1,5 Prozent angenommen, mithin eine Belastungserhöhung um ein halbes Prozent pro Jahr. Dies ist als relativ günstige Variante einzustufen: Denkbar wäre auch ein aufgrund der limitierten Flugbewegungen schnellerer Übergang zu größeren Flugzeugen, sowie infolge von Substitution von Inlandsverkehren durch grenzüberschreitende Verkehre eine stärkere Ausweitung der Flugweiten, bei zugleich wegen einer weniger dynamischen Entwicklung langsameren Effizienzsteigerung.

**Abbildung 41: Kompensationsbedarf der luftverkehrlichen Klimalasten bei Einfrieren der Starts auf dem Stand 2007 gegenüber dem Ziel einer 80-prozentigen Belastungsminderung bis 2050**

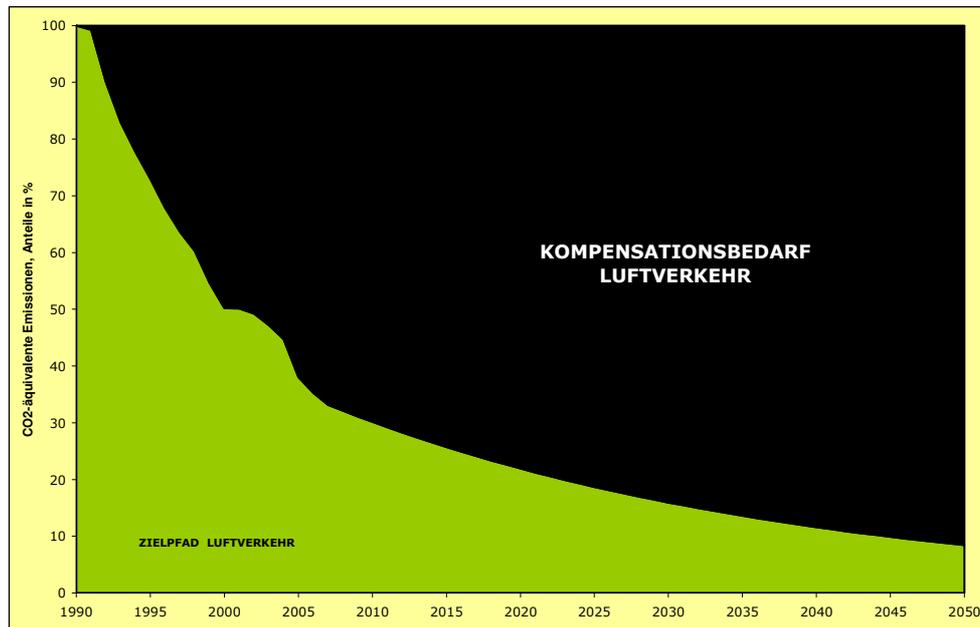


Ein solches Einfrieren der Luftverkehrsaktivitäten – nur der Starts, die Passagier-Kilometer nehmen auch in diesem Fall noch erheblich zu, bis 2050 auf das 2,4-Fache des Standes von 2006 – reduziert die Gesamtbelastungen aus dem Luftverkehr und den Kompensationsbedarf gegenüber der Trendfortschreibung beachtlich. Selbst in diesem Fall allerdings werden im Jahr 2050 rd. 37 Prozent des auf Deutschland insgesamt entfallenden Belastungskontingents vom Luftverkehr beansprucht.

Ein tatsächlicher Ausgleich des damit verbundenen Kompensationsbedarfs des Luftverkehrs erscheint selbst in diesem Fall schwierig zu erreichen: Soweit eine Kompensation durch andere Sektoren in Deutschland geleistet werden soll, würden die rd. 34 Prozent Kompensationsbedarf des Luftverkehrs am deutschen Belastungskontingent eine Minderung in den anderen Sektoren insgesamt bis 2050 nicht nur auf ein Fünftel, sondern auf etwa ein Achtel des Ausgangswerts von 1990 erforderlich machen.

Die nachfolgende *Abbildung 42* zeigt, dass der Anteil des Kompensationsbedarfs an der gesamten luftverkehrsbasierten Klimabelastung deutlich schwächer ansteigt als im Trendfall, sich jedoch weiterhin deutlich dominant entwickelt. Ursächlich ist hierbei zum Teil selbstverständlich schon die bisher eingetretene Entwicklung, die seit 1990 anstatt einer systematischen Belastungsminderung annähernd eine Verdoppelung der Belastung aus dem Luftverkehr erbracht hat.

**Abbildung 42: Anteil des Kompensationsbedarfs an den gesamten luftverkehrlichen Klimalasten bei Einfrieren der Starts auf dem Stand von 2007 gegenüber dem Ziel einer 80-prozentigen Belastungsminderung bis 2050**



#### 4.4.2 Zielgröße 2: Reduktion der CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen bis 2050 auf 2 t je Einwohner

In einer alternativen Betrachtung ist als Zielgröße im Jahr 2050 eine zulässige Klimabelastung in Höhe von 2 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Einwohner zugrunde gelegt worden. Auch diese Zahl ist zunehmend als Zielgröße verwendet; sie dürfte sich auch recht gut mit der Vorstellung treffen, dass im Jahr 2050 auf globaler Basis einheitliche zulässige Belastungskontingente pro Person angestrebt werden sollten. Dieser Vorschlag, der naturgemäß auch noch der Konkretisierung bedarf, wurde im Tenor jüngst auch von der deutschen Bundeskanzlerin in Kyoto als Denkmodell angeregt. Diese Zielgröße kann auch als ein Verständigungsangebot an die Entwicklungsländer aufgefasst werden – dort gehen die Vorstellungen teilweise noch darüber hinaus, insofern teilweise stärkere Reduktionen in den Industrieländern für angemessen gehalten werden, als Ausgleich für deren große Belastungsumfänge in der Vergangenheit und zur Eröffnung zusätzlicher Potenziale für eine ausgleichende Entwicklung in den eigenen Ländern.

Diese Zielvorgabe ist in zweierlei Hinsicht strenger als die oben diskutierte Minus-80-Prozent Formel: 2 t CO<sub>2</sub>equ pro Kopf bedeuten gegenüber 1990 nicht eine Abnahme auf ein Fünftel, sondern etwa auf ein Achtel; zudem wirkt sich durch den Bezug pro Einwohner anstatt für Deutschland insgesamt auch die Bevölkerungsabnahme aus<sup>28</sup>, bis 2050 bei Ansatz von dann etwa 65 Mio. Einwohnern um etwa 20 Prozent. Im

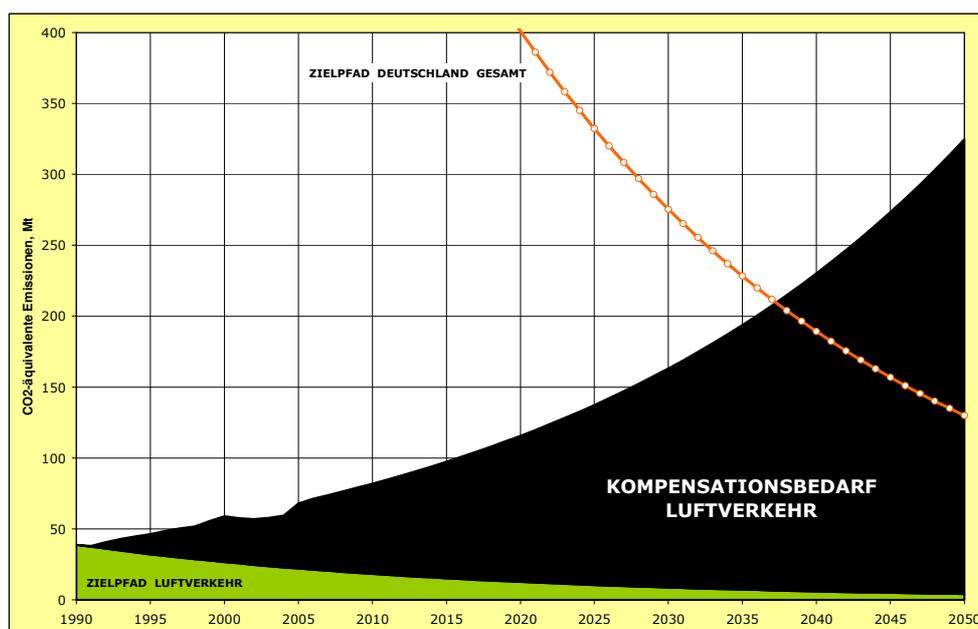
<sup>28</sup> hier für die Abschätzung des kritischen Pfades etwas tiefer angesetzt als die Zentralvariante der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung des Statistischen Bundesamtes, vgl. STATBA 2006

Ergebnis ist das auf Deutschland entfallende zulässige Belastungskontingent im Jahr 2050 dann nur mehr bei 130 Mio. t CO<sub>2</sub>equ zu beziffern anstelle der knapp 250 Mio. t CO<sub>2</sub>equ im oben diskutierten Fall; die jährliche Reduktionsrate bei degressivem Ansatz steigt entsprechend an von -2,65 Prozent auf -3,68 Prozent.

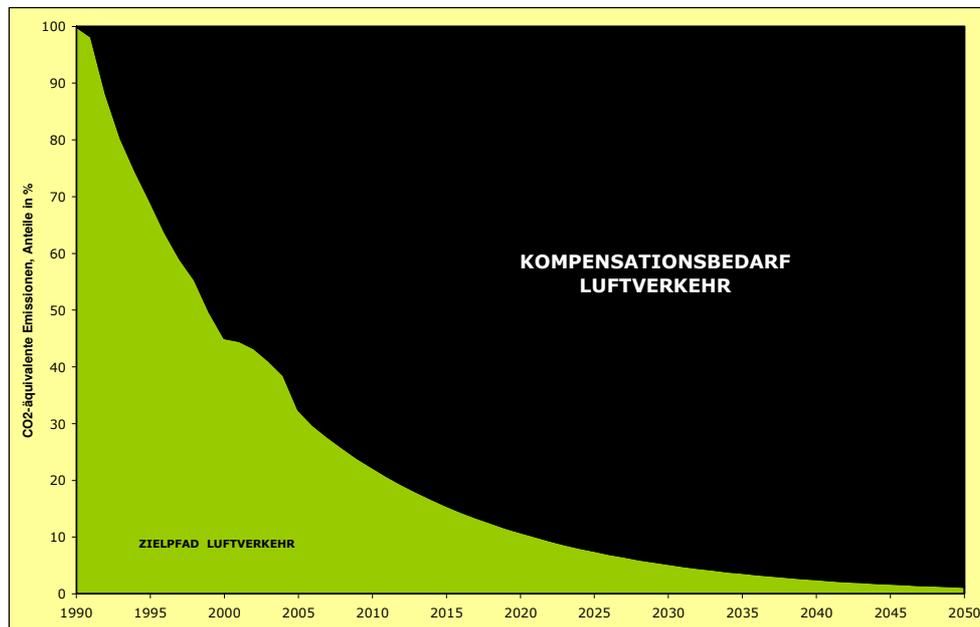
Dementsprechend stellt sich eine weitere trendgemäße Entwicklung des Luftverkehrs auch noch deutlich kritischer dar als bei der Zielvorgabe einer insgesamt 80-prozentigen Belastungsminderung: Wie aus der nachfolgenden *Abbildung 43* ersichtlich, übersteigt im Falle einer schrittweisen Annäherung an das 2-Tonnen-Ziel der Luftverkehr mit seinen Klimabelastungen schon bald nach 2035 das gesamte Belastungskontingent für Deutschland (also die zugestandene Menge für Belastungen aus allen Quellen einschließlich z.B. Industrie, Raumwärme, sonstigem Verkehr etc.). Im Jahr 2050 wird vom Luftverkehr dann zusätzlich zum deutschen Belastungskontingent das komplette Kontingent an Klimabelastungen von weiteren rd. 100 Mill. Menschen in Anspruch genommen.

Eine tatsächliche Kompensation der überschießenden Belastungen aus dem Luftverkehr erscheint in diesem Fall völlig aussichtslos; selbst eine Abdeckung eines nennenswerten Anteils dürfte unrealistisch sein. Bei aller gebotenen Zurückhaltung wird man doch zu dem Schluss kommen, dass eine derartige Perspektive als Chaosentwicklung einzustufen ist. Eine klimaverträgliche Trendfortsetzung der Entwicklungen im Luftverkehr erscheint somit für Deutschland unter der Maßgabe einheitlicher Belastungsziele pro Kopf nicht darstellbar.

**Abbildung 43: Kompensationsbedarf der luftverkehrlichen Klimalasten bei Trendfortsetzung gegenüber dem Ziel einer Belastungsminderung auf 2 t CO<sub>2</sub>equ je Einwohner bis 2050**



**Abbildung 44: Anteil des Kompensationsbedarfs an den gesamten luftverkehrlichen Klimabelastungen bei Trendfortsetzung gegenüber dem Ziel einer Belastungsminde- rung auf 2 t CO<sub>2</sub>equ je Einwohner bis 2050**

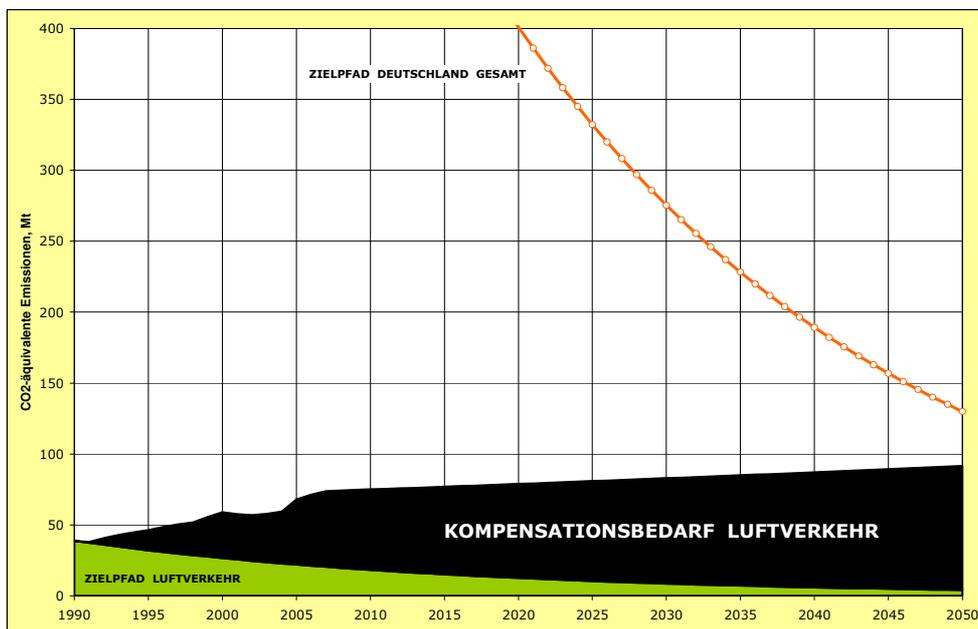


Auch der Anteil des Kompensationsbedarfs an der gesamten luftverkehrsabhängigen Klimabelastung steigt verständlicherweise noch stärker als beim Ziel einer insgesamt 80-prozentigen Reduktion: Im Falle des 2-Tonnen-Ziels müssen im Jahr 2050 fast 99 Prozent der Luftverkehrbelastungen durch Kompensation aus anderen Bereichen abgedeckt werden, vgl. *Abbildung 44*.

Die hypothetische Variante mit einem Einfrieren der Starts auf dem Stand von 2007 stellt sich naturgemäß deutlich harmloser als die Trendvariante dar, wenngleich bei verschärfter Zielvorgabe signifikant kritischer als bei dem Minus-80-Prozent Ziel, vgl. *Abbildung 45*: Insbesondere aufgrund des stärkeren Abfallens des Zielpfades für Deutschland insgesamt beansprucht der Luftverkehr höhere Anteile des Gesamtkontingents, bis zu gut 70 Prozent im Jahr 2050.

Um diesen Kompensationsbedarf in Deutschland zu decken, müssten die anderen Belastungsbereiche in Summe ihre Klimabelastungen bis 2050 um annähernd 97 Prozent gegenüber 1990 reduzieren, was als unrealistisch einzuordnen ist. Sofern diese Belastungsbereiche schon mit der proportionalen Belastungsminderung um nahezu 90 Prozent kaum zurechtkommen dürften, kann vielmehr weitgehend ausgeschlossen werden, dass langfristig überhaupt Potenziale für inländische Kompensationen zur Verfügung stehen. Über Kompensationsmöglichkeiten im Ausland kann hier nicht abschließend geurteilt werden, jedoch erweckt der schiere Umfang des Kompensationsbedarfs Zweifel: Er entspricht dem gesamten Belastungskontingent einer Volkswirtschaft mit einer Bevölkerung von über 40 Millionen Menschen.

**Abbildung 45: Kompensationsbedarf der luftverkehrlichen Klimalasten bei Einfrieren der Starts auf dem Stand 2007 gegenüber dem Ziel einer Belastungsminderung auf 2 t CO<sub>2</sub>equ je Einwohner bis 2050**



**Abbildung 46: Anteil des Kompensationsbedarfs an den gesamten luftverkehrlichen Klimalasten bei Einfrieren der Starts auf dem Stand von 2007 gegenüber dem Ziel einer Belastungsminderung auf 2 t CO<sub>2</sub>equ je Einwohner bis 2050**

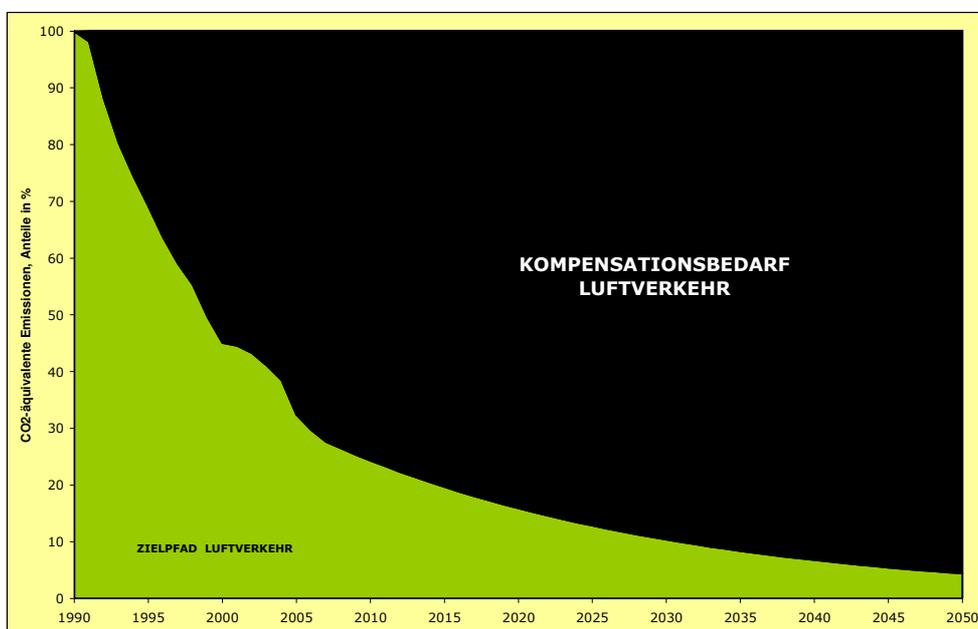


Abbildung 46 signalisiert, dass auch bei Einfrieren der Starts auf dem Stand von 2007 die Dominanz des Kompensationsbedarfs zur Deckung der vom Luftverkehr erzeugten Klimalasten weiter ansteigt – zwar weniger als bei trendmäßiger Expansion des Luft-

verkehrs, aber noch immer in dramatischer Form. Insgesamt dürfte somit auch ohne Ausweitung, sondern lediglich bei Aufrechterhaltung der gegenwärtigen Anzahl der Starts an deutschen Flughäfen die Einhaltung einer Klimabelastungsgrenze von 2 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Kopf im Jahr 2050 an den zu hohen Klimalasten aus dem Luftverkehr scheitern.

## 5 Ausgewählte Standorte

### 5.1 Frankfurt-Rhein-Main

Die besondere Stellung des Flughafens Frankfurt hat sich in der vorstehenden Analyse an vielen Stellen gezeigt. Zwar liegt Frankfurt deutlich hinter den weltweit allerersten Standorten London, New York, Tokyo und Paris; auch die großen US-(Hub-)Standorte Atlanta, Chicago, Los Angeles und Dallas/Fort Worth weisen höhere Passagierzahlen auf (vgl. ACIa). In Deutschland allerdings ist die Dominanz Frankfurts bei der Einbindung in das globale Luftverkehrsgeschehen unübersehbar: Mit einem Anteil von rd. 60 Prozent an der gesamten Verkehrsleistung im abgehenden Verkehr verweist Frankfurt die übrigen 24 ausgewählten Flugplätze, auf die sich die restlichen 40 Prozent der Verkehrsleistung verteilen, im Wesentlichen auf eine Ergänzungsfunktion.

Basis dieser herausragenden Position Frankfurts ist die Lage des Flughafens. Der Ballungsraum Rhein-Main als unmittelbarer Einzugsbereich ist allerdings verhältnismäßig bevölkerungsschwach; und bei allem Respekt gegenüber dem Standort als Finanz- und Messeplatz sind seine metropolitanen Funktionen nicht nur gegenüber London, New York, Tokyo und Paris, sondern auch gegenüber einer größeren Zahl weiterer Standorte eher bescheiden. Entscheidend ist die Anordnung weiterer Ballungsräume in (zeitlich) geringem Abstand: Der bevölkerungsstärkere Ballungsraum Rhein-Ruhr liegt in Reichweite von ein bis zwei Stunden Fahrtzeit im bodengebundenen Verkehr; dies ist etwa der zeitliche Abstand vom internationalen Flughafen von Tokyo (Narita) nach Tokyo-City, bzw. zu den südliche Vororten Tokyos – immerhin mit Yokohama und Kawasaki auch veritable Millionenstädte mit 3,6 bzw. 1,4 Mio. Einwohnern (vgl. STATISTICS BUREAU). Nach Süden schließt der 1-Stunden-Einzugsbereich des Flughafens Frankfurt den Ballungsraum Stuttgart ein; darüber hinaus liegen die mittelgroßen Ballungsräume Nürnberg und Hannover im 2-Stunden-Abstand. Insgesamt hat damit ein großer Teil der Bevölkerung Deutschlands mit verträglichen Vorlaufzeiten im bodengebundenen Zulauf Zugang zum Frankfurter Flughafen.

Das mit dieser Lage verbundene hohe Nachfragepotenzial kann dadurch genutzt werden, dass die Deutsche Lufthansa als eine der weltgrößten Luftfahrtgesellschaften ihre Heimatbasis und zentrale Hubfunktionen in Frankfurt angesiedelt hat und der Flughafen durch – weitgehend bedarfsgerechten – Ausbau laufend steigende Kapazitäten bereitgestellt hat.

Der hohen luftverkehrlichen Bedeutung entspricht naturgemäß auch eine hohe Beteiligung an den mit dem Luftverkehr verbundenen Belastungen. Die regionalen Belastungen sind insbesondere durch die hohen Flugbewegungszahlen bestimmt; die Beiträge zur Klimabelastung werden durch die Verkehrsleistungen angesteuert, die den Energieverbrauch bestimmen. Entsprechend dem Gewicht Frankfurts am abgehenden Verkehr (bei Fracht noch deutlich stärker als bei der Passage) kann man den Anteil des Flughafens Frankfurts an den in Deutschland insgesamt an den Luftverkehr abgegebenen Energiemengen mit rd. 55 Prozent abschätzen; dies entspricht – bei Ansatz des mittleren RFI-Faktors von 2,7 – einer Klimalast von reichlich 40 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent.

Umgelegt auf die Bevölkerung Hessens macht das pro Einwohner eine Klimalast von etwa 6 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent aus, also das Dreifache des langfristig insgesamt als verträglich einzustufenden Werts. Diese Belastung kann naturgemäß innerhalb Hessens nicht kompensiert werden; eine Beurteilung und Entscheidung über den Flughafen Frankfurt und seine Entwicklung aus rein Hessischer Sicht und Interessenlage erscheint deshalb als wenig angemessen.

Die Hessische Klimabilanz, zuletzt vorgelegt für das Jahr 2003 (vgl. HMULV 2007), weist demgegenüber – unter Ausschluss des internationalen Luftverkehrs – eine Gesamtbelastung von rd. 50,3 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent aus; ohne die dort dem nationalen Luftverkehr zugewiesene Belastung dürften es etwa 48 Mio. t sein. Der internationale Luftverkehr wird dort lediglich nachrichtlich mitgeführt, und dabei beschränkt auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen unter Vernachlässigung des CO<sub>2</sub>-Äquivalents der weiteren klimarelevanten Emissionen des Luftverkehrs. Tatsächlich muss die gesamte Klimabelastung aus dem Luftverkehr erheblich höher eingeschätzt werden, nämlich aktuell kaum geringer als die gesamte übrige hessische Klimabelastung.

Die weiteren Entwicklungspotenziale des Flughafens Frankfurt sind im Rahmen der insgesamt großen Expansionsmöglichkeiten des Luftverkehrs erheblich. Allerdings muss davon ausgegangen werden, dass eines der beiden großen hier identifizierten Wachstumsfelder, nämlich der auf Billigflieger mit ihrem starken Wachstum an Passagieren und Flügen gestützte Europaverkehr an Frankfurt-Rhein-Main eher vorbeigeht; der hinsichtlich der Verkehrsleistungen und Klimalasten dominante Teil des Zuwachses, nämlich mit Großgerät auf der Fernstrecke insbesondere nach Asien, dürfte dagegen bei vergleichsweise recht geringen Startzahlen stark auf Frankfurt entfallen.

Die mit einer trendfortsetzenden Expansion des Luftverkehrs verbundenen Ausweitungen der Klimalasten sind nach der obigen Analyse für Deutschland insgesamt nicht klimaverträglich. Dies gilt selbstverständlich auch für den Standort Frankfurt mit seiner auch künftig zu unterstellenden Dominanz im hochbelastenden Interkont-Verkehr. Wieweit stärkere Einschnitte in anderen Bereichen, von der Industrie bis zum Autoverkehr, vorgenommen werden sollen, um die noch immer hohen Belastungen aus einem schwächer wachsenden oder stagnierenden Luftverkehr zu kompensieren, ist der gesellschaftlichen Entscheidung vorbehalten und soll an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden. Kurz eingegangen werden soll aber auf die Potenziale einer Reduktion der örtlichen Belastungen. Hierfür können vier Einzelelemente benannt werden:

- Verstärkte Arbeitsteilung mit benachbarten Flughäfen,
- Konzentration im europäischen Luftverkehr,
- Abwurf und Konzentration im innerdeutschen Luftverkehr, sowie
- Abwurf des nicht gewerblichen Verkehrs.

Nachdem die Arbeitsteilung hinsichtlich des Billigflug-gestützten Luftverkehrs bereits in marktförmlicher Weise verläuft, kann bezüglich des höherrangigen, auch interkontinentalen Luftverkehrs eine stärkere Arbeitsteilung insbesondere mit Köln/Bonn ins Auge gefasst werden. Die Top-Standorte im Weltluftverkehr verfügen alle über meh-

rere Flughäfen<sup>29</sup>, deren Verknüpfungszeiten – teils deutlich – über den etwa 50 Minuten zwischen den Flughafenbahnhöfen von Frankfurt und Köln liegen<sup>30</sup>.

Mögliche Konzentrationspotenziale im Europaverkehr (Streichung kaum bedienter Relationen, Senkung der täglichen Frequenzen mit Übergang zu größerem Fluggerät bei sehr häufig bedienten Relationen) sollen hier aus Umfangsgründen nicht im Detail diskutiert werden, wohl aber die Möglichkeiten im innerdeutschen Verkehr. Dazu werden die innerdeutschen Verflechtungen Frankfurts in *Tabelle 14* im Einzelnen dargestellt.

Für den innerdeutschen Verkehr sei unterstellt, dass sich Frankfurt nicht nur – wie bislang im gesamten Verkehr – auf höherwertige und effizient abzuwickelnde Verkehre konzentriert, sondern sich auf solche Verkehre beschränkt. In einem mechanischen Verfahren, das die zugehörigen rechtlichen und organisatorischen Maßnahmen und Bedingungen nicht erörtert, und auch insofern hypothetisch ist, als es keine Rückwirkungen von Angebotsveränderungen auf die Nachfrage berücksichtigt, könnten folgende Potenziale ermittelt werden:

a) Eine ganze Reihe von Relationen wird mit sehr geringen Frequenzen von deutlich weniger als einer täglichen Verbindung bei zugleich sehr geringer Ein- bzw. Aussteigerzahl je Start bzw. Landung abgewickelt; wird dieser Verkehr abgewiesen (ggf. auf andere Flugplätze verwiesen), so reduziert sich die Zahl der innerdeutschen Flugbewegungen um – geringfügige – gut 1.000 (rd. 1,3 Prozent), die Zahl der innerdeutschen Fluggäste um noch viel geringfügigere gut 5.000 (unter 0,01 Prozent) im Jahr.

b) Werden darüber hinaus die Flüge nach und von Hannover, Düsseldorf, Köln/Bonn, Stuttgart und Nürnberg wegen zureichenden Verkehrsangebots im Schienenverkehr auf den Bodenverkehr verwiesen, so entfallen in Frankfurt jährlich bereits nennenswerte 23.500 Flugbewegungen; die insgesamt täglich knapp 4.000 bisherigen Fluggäste dürften im Wesentlichen in den bereits fahrplanmäßig angebotenen Zügen zusätzlich unterzubringen sein.

c) Kürzt man darüber hinaus die Maximalfrequenz pro Relation auf 10 Verbindungen pro Tag, so entfallen jährlich weitere 10.500 Flüge von und nach Hamburg, München und Berlin; unterstellt man die Beförderung der bisherigen Passagiere auf den verbleibenden Flügen, so steigt die Zahl der Ein- und Aussteiger pro Flug rechnerisch von aktuell rd. 127 auf rd. 188, also das Format einer B 737-800.

d) Werden schließlich die Relationen von und nach Münster/Osnabrück, Leipzig/Halle, Dresden, Paderborn/Lippstadt, Friedrichshafen und den sonstigen Flugplätzen (hier als ein Flugplatz gerechnet, hauptsächlich Hof/Plauen) soweit ausgedünnt, dass bei jeweils unveränderter jährlicher Passagierzahl eine durchschnittliche Zahl von 80 Ein-

---

<sup>29</sup> London: 5, nämlich Heathrow, Gatwick, Stansted, Luton und City; New York: 3, nämlich John F. Kennedy, La Guardia und Newark, Tokyo: 2, nämlich Narita und Haneda, Paris: 2, nämlich Roissy (Charles de Gaulle) und Orly

<sup>30</sup> Aktuell werden Bahnverbindungen vom Flughafenbahnhof Frankfurt nach dem weiter entfernten Hauptbahnhof Köln bei einem Zwischenhalt mit 56 Minuten Fahrtzeit angeboten, vgl. DBAGa

bzw. Aussteigern erreicht wird (gegenwärtig sind es durchschnittlich 48), so entfallen weitere gut 5.000 Flugbewegungen pro Jahr in Frankfurt.

**Tabelle 14: Innerdeutscher Flugverkehr in Verbindung mit Frankfurt (FRA)**

|                     | von Frankfurt |        |                  |                | nach Frankfurt |        |                  |               |
|---------------------|---------------|--------|------------------|----------------|----------------|--------|------------------|---------------|
|                     | Einst.        | Starts | Einst.<br>/Start | Starts<br>/Tag | Ausst.         | Land.  | Ausst.<br>/Land. | Land.<br>/Tag |
| DEUTSCHLAND         | 3.371.828     | 39.606 | 85,13            | 108,51         | 3.358.120      | 38.986 | 86,14            | 106,81        |
| Hamburg             | 652.731       | 5.065  | 128,87           | 13,88          | 636.961        | 5.039  | 126,41           | 13,81         |
| Hannover            | 183.024       | 2.426  | 75,44            | 6,65           | 182.724        | 2.326  | 78,56            | 6,37          |
| Bremen              | 167.765       | 2.040  | 82,24            | 5,59           | 171.243        | 2.027  | 84,48            | 5,55          |
| Düsseldorf          | 225.235       | 3.326  | 67,72            | 9,11           | 216.578        | 3.299  | 65,65            | 9,04          |
| Köln/Bonn           | 39.920        | 1.404  | 28,43            | 3,85           | 43.104         | 1.428  | 30,18            | 3,91          |
| Frankfurt/Main      | 948           | 119    | 7,97             | 0,33           | 948            | 119    | 7,97             | 0,33          |
| Stuttgart           | 136.748       | 2.272  | 60,19            | 6,22           | 137.937        | 2.189  | 63,01            | 6,00          |
| Nürnberg            | 138.012       | 2.472  | 55,83            | 6,77           | 137.549        | 2.365  | 58,16            | 6,48          |
| München             | 639.243       | 5.135  | 124,49           | 14,07          | 638.731        | 5.149  | 124,05           | 14,11         |
| Berlin-Tegel        | 768.899       | 6.027  | 127,58           | 16,51          | 772.161        | 6.006  | 128,56           | 16,45         |
| Berlin-Schönefeld   | 1.504         | 63     | 23,87            | 0,17           | 325            | 95     | 3,42             | 0,26          |
| Berlin-Tempelhof    | 281           | 302    | 0,93             | 0,83           | 190            | 111    | 1,71             | 0,30          |
| Saarbrücken         | 21            | 15     | 1,40             | 0,04           | 0              | 10     | 0,00             | 0,03          |
| Münster/Osnabrück   | 49.784        | 1.320  | 37,72            | 3,62           | 49.094         | 1.292  | 38,00            | 3,54          |
| Leipzig/Halle       | 113.469       | 1.900  | 59,72            | 5,21           | 112.858        | 1.902  | 59,34            | 5,21          |
| Dresden             | 173.154       | 2.312  | 74,89            | 6,33           | 172.317        | 2.308  | 74,66            | 6,32          |
| Erfurt              | 12            | 7      | 1,71             | 0,02           | 578            | 23     | 25,13            | 0,06          |
| Hahn                | 0             | 15     | 0,00             | 0,04           | 11             | 30     | 0,37             | 0,08          |
| Dortmund            | 117           | 11     | 10,64            | 0,03           | 144            | 10     | 14,40            | 0,03          |
| Paderborn/Lippstadt | 25.239        | 1.132  | 22,30            | 3,10           | 26.630         | 1.077  | 24,73            | 2,95          |
| Friedrichshafen     | 42.290        | 1.042  | 40,59            | 2,85           | 43.612         | 1.041  | 41,89            | 2,85          |
| Karlsruhe/Baden-B.  | 14            | 58     | 0,24             | 0,16           | 5              | 11     | 0,45             | 0,03          |
| Lübeck              | 33            | 12     | 2,75             | 0,03           | 39             | 9      | 4,33             | 0,02          |
| Niederrhein         | 0             | 0      |                  | 0,00           | 0              | 0      |                  | 0,00          |
| Rostock/Laage       | 106           | 6      | 17,67            | 0,02           | 141            | 8      | 17,63            | 0,02          |
| Sonst.Flugplätze    | 13.279        | 1.125  | 11,80            | 3,08           | 14.240         | 1.112  | 12,81            | 3,05          |

Quelle: StatBAc 2006; Proportionen daraus abgeleitet

Insgesamt würden diese Einzelansätze zusammengenommen die innerdeutschen Flugbewegungen in Frankfurt um jährlich rd. 42.000 vermindern und damit mehr als halbieren (tagesdurchschnittliche Reduktion von 215 auf 100 Flugbewegungen); von den innerdeutschen Ein- und Aussteiger am Flughafen in Frankfurt würden gut 20 Prozent auf Ein- und Aussteiger am Flughafenbahnhof in Frankfurt verlagert; die zugehör-

rigen Energieverbräuche und Emissionen im Luftverkehr würden bei nicht nennenswerten Änderungen um Bahnverkehr praktisch ersatzlos entfallen. Die durchschnittliche Zahl der Ein- und Aussteiger im innerdeutschen Luftverkehr würde insgesamt um 70 Prozent auf etwa 145 Personen je Start bzw. Landung ansteigen, was mit erheblichen Effizienzgewinnen verbunden wäre.

Noch einmal hinzuweisen ist auf den hypothetischen Charakter der modellhaften Rechnung, die sich außerdem lediglich auf den aktuellen Stand bezieht. Wenn auch die einzelnen Elemente nicht in dieser Schlichtheit umzusetzen sind, so vermittelt das Ergebnis gleichwohl eine angemessene Vorstellung von der möglichen Plastizität des innerdeutschen Luftverkehrs im Zusammenhang mit dem Flughafen Frankfurt.

Gemessen an den insgesamt rd. 241.000 Starts in Frankfurt (2006) mag das hier für den innerdeutschen Verkehr abgeleitete Reduktionspotenzial von 21.400 Starts als doch sehr begrenzt erscheinen; im Vergleich mit den Starts im echten Interkontinentalverkehr (über die Mittelmeerstaaten hinausgehend) in Höhe von rd. 47.600 (2006) handelt es sich um eine recht beachtliche Größenordnung. Insbesondere unter Berücksichtigung der in der Luftverkehrsprognose von Intraplan im Status-quo-Szenario ohne weitere Startbahn angenommenen Erhöhung der Starts um 15.000 und hier nicht einzeln untersuchter Potenziale aus dem Europaverkehr muss man davon ausgehen, dass die Ausweitungen im hochwertigen Interkontinentalverkehr auch im Rahmen der vorhandenen Start-/Landebahnkapazitäten bewältigt werden können. Unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes wäre dies allerdings eine keineswegs ausreichende Argumentation: Die Erhöhung der Klimabelastungen bei Ersatz der 21.000 eingesparten innerdeutschen Starts durch die gleiche Anzahl von Starts mit Großflugzeugen nach Fernost ist kaum geringer, als würden diese Fernost-Flüge zusätzlich zu den nicht eingesparten innerdeutschen Flügen durchgeführt.

## **5.2 München**

Wie die Analyse gezeigt hat, ist der Flughafen München mit großem Abstand hinter dem Flughafen Frankfurt, dabei jedoch noch deutlichem Abstand vor den anderen deutschen Flughäfen positioniert. Zwar ist die Bevölkerungszahl im Ballungsraum München nicht sehr groß, aber der geographische Einzugsbereich geht weit darüber hinaus, auch wenn er wegen fehlender Anbindung an das Hochgeschwindigkeits-Bahnnetz kaum andere Ballungsgebiete einschließt. Als besonders stützend können jedoch zwei Faktoren genannt werden: Zum einen folgt aus der eher dezentralen Lage von München und seinem Flughafen, dass die Nachfrage im innerdeutschen Verkehr vergleichsweise hoch ist. Zum anderen wird durch die Lufthansa-Strategie, München als ihren Zweit-Hub aufzubauen, ein gutes und steigendes Fernverkehrsangebot entwickelt, das in der Folge auch für ein erhebliches Umsteigeraufkommen sorgt. Darüber hinaus ist nicht zu übersehen, dass München und der darüber angeschlossene bayerische Alpenraum als Zieldestinationen im Privatverkehr attraktiv

sind und auf diese Weise ein günstiges Verhältnis zwischen den Incoming- und Outgoing-Verkehren hergestellt wird.

Der Münchner Anteil von gut einem Achtel an der gesamten von deutschen Flugplätzen ausgehenden Verkehrsleistung (in der Passage rd. 15 Prozent, bei der Fracht etwa 7,5 Prozent) zeichnet sich naturgemäß auch im Anteil an den luftverkehrsbedingten Energieverbräuchen und Klimalasten ab. Der Umweltbericht Bayern 2007 adressiert zwar den Luftverkehr ausdrücklich, beschränkt sich aber auf die CO<sub>2</sub>-Menge, die – vermutlich für das Jahr 2004 – mit 2,5 Mio. t angegeben werden (vgl. LFU 2007, S. 61). Unter Berücksichtigung des zwischenzeitlichen Zuwachses und bei Zugrundelegung des üblichen RFI-Faktors von 2,7 dürften mittlerweile an die 10 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent an Klimalasten dem Flughafen München zuzurechnen sein. Damit wird der Flughafen als mit Abstand größte einzelne Klimaschadquelle in Bayern einzustufen sein. In erstaunlichem Kontrast hierzu wird der Luftverkehr allerdings im neuen „Klimaprogramm Bayern 2020“ gar nicht im Einzelnen angesprochen, sondern lediglich im Rahmen der „Forderungen an Bund und EU“ erwähnt<sup>31</sup> (vgl. BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2007, S. 13f und 34f).

Tatsächlich ist allerdings davon auszugehen, dass von dem – in den letzten Jahren sehr erfolgreichen – Münchner Flughafen trendgemäß auch künftig deutlich steigende Klimalasten ausgehen werden, auch wenn die Erwartungen teilweise etwas überzogen sein könnten: Masterplan und Luftverkehrsprognose 2006 führen den Flughafen München als Primary Hub. Es erscheint jedoch schon mittelfristig (bis 2030) fragwürdig und längerfristig (nach 2030) unwahrscheinlich, dass München seine gegenwärtige Position als einer der global etwa 30 – 50 Primary Hubs halten kann:

Kennzeichnend für solche Standorte ist in der Regel ein hohes lokales Quell- und Zielaufkommen als Grundlage für die darauf aufbauende Hubfunktion<sup>32</sup>. Verglichen mit Standorten wie London, Paris, Shanghai und Peking, Tokyo und New York nimmt sich die „Metropolregion“ München mit ihren rd. 2,5 Mio. Einwohnern (vgl. IKM 2006) jedoch eher bescheiden aus. Nach den bekannten UN-Projektionen (vgl. WUPa) ist davon auszugehen, dass die Anzahl der großen Städte mit über 5 Mio. Einwohner deutlich weiter steigen wird (schon bis 2025 werden 27 Megacities mit 10 und mehr Mio. Einwohnern erwartet, während es 1975 erst drei solcher Städte gab); für eine Reihe dieser Agglomerationen ist zu erwarten, dass sie ökonomisch, wenn nicht schon jetzt, so doch aufgrund einer dynamischeren Wirtschaftsentwicklung in Zukunft, den Standort München deutlich hinter sich lassen werden.

Zugleich muss die Anzahl der globalen Primary Hubs als im Grundsatz beschränkt angesehen werden. Zwar handelt es sich um eine weiche Grenze, wie auch der Auf-

---

<sup>31</sup> mit der Forderung „Wettbewerbsneutrale Einbeziehung des Luftverkehrs in den europäischen Emissionshandel“, ebda, S. 35

<sup>32</sup> Lediglich in Ausnahmefällen einer speziellen geographischen oder politischen Lage kann die Hub-Aktivität selbst die Hub-Funktion begründen, wie etwa traditionell bei Anchorage hinsichtlich der Luftfracht oder bei Hongkong und Singapur hinsichtlich der Passage, sowie möglicherweise künftig noch deutlich verstärkt bei Dubai hinsichtlich der Passagierströme zwischen Europa und Asien.

stieg zu oder der Abstieg von der Gruppe der führenden Flugplätzen fließend ist. Allein aus mathematisch-geometrischen Gründen sind jedoch einer beliebigen Ausweitung der Zahl solcher Hub-Flugplätze Grenzen gesetzt, weil sich die Verkehrsströme zwischen diesen Hubs mit dem Quadrat ihrer Anzahl aufsplittern: Schon bei 32 primären Hubs gibt es rd. 1.000 Relationen, bei 64 solchen Hubs wären es bereits über 4.000. Da auch die Anzahl der von einem Platz aus mit guten regelmäßigen Verkehrsangeboten bedienbaren Ziele tendenziell beschränkt ist, und Primary Hubs typischerweise nicht nur stark untereinander vernetzt sind, sondern in der Regel auch eine deutlich größere Zahl nachrangiger Hubs und Feeder-Flughäfen bedienen, dürfte die Anzahl der globalen Hubs kaum über etwa 50 hinauskommen.

Auch in Anbetracht dieser langfristigen Einschätzung muss allerdings auf absehbare Zeit mit erheblichen Zuwächsen gerechnet werden, da entsprechende Potenziale in München für praktisch alle Segmente anzusetzen sind, und – soweit die Lufthansa bei Ihrer Strategie bleibt, München als Zweit-Hub auszubauen – insbesondere auch im steigenden Asienverkehr.

Die mit einer trendfortsetzenden Expansion des Luftverkehrs verbundenen Ausweitungen der Klimabelastungen sind nach der obigen Analyse für Deutschland insgesamt nicht klimaverträglich. Da München nur eine subdominante Stellung im Rahmen des gesamten deutschen Luftverkehrs zukommt, ist eine sachgerechte Einstufung und Bewertung der Münchner Luftverkehrsperspektiven nur im gesamten deutschen Kontext möglich. Allein auf Bayern bezogen wird man eine trendgemäß fortgesetzte Expansion des Flugverkehrs in München gegenwärtig nicht klimaverträglich darstellen können. Detailliertere Betrachtungen zu einer künftigen klimaverträglich gestalteten Luftverkehrskonzeption für Deutschland und insbesondere zu einer darin vorzusehenden Rolle des Münchner Flughafens können hier nicht angestellt werden. Wie im Falle Frankfurt sollen allerdings die innerdeutschen Luftverkehre in Verbindung mit München genauer betrachtet werden, sie werden in *Tabelle 15* detailliert aufgeschlüsselt: Reduktionen in diesem Bereich mindern die örtliche Belastungen und leisten einen – wenngleich bescheidenen – Beitrag auch zur Minderung der Klimabelastungen aus dem Luftverkehr.

Für den innerdeutschen Verkehr sei unterstellt, dass sich München wie Frankfurt auf höherwertige, effizient abzuwickelnde Verkehre beschränkt. In dem selben mechanischen Verfahren wie oben bei Frankfurt verwendet, können für München folgende Potenziale ermittelt werden:

a) Eine ganze Reihe von Relationen wird mit sehr geringen Frequenzen von deutlich weniger als einer täglichen Verbindung bei zugleich sehr geringer Ein- bzw. Aussteigerzahl je Start bzw. Landung abgewickelt; wird dieser Verkehr abgewiesen (ggf. auf andere Flugplätze verwiesen), reduziert sich die Zahl der innerdeutschen Flugbewegungen um – geringfügige – gut 600 (rd. 0,5 Prozent), die Zahl der Fluggäste um noch viel geringfügigere gut 9.500 (rd. 0,1 Prozent).

**Tabelle 15: Innerdeutscher Flugverkehr in Verbindung mit München (MUC)**

|                     | von München |        |                  |                | nach München |        |                  |               |
|---------------------|-------------|--------|------------------|----------------|--------------|--------|------------------|---------------|
|                     | Einst.      | Starts | Einst.<br>/Start | Starts<br>/Tag | Ausst.       | Land.  | Ausst.<br>/Land. | Land.<br>/Tag |
| DEUTSCHLAND         | 4.636.082   | 60.185 | 77,03            | 164,89         | 4.636.803    | 61.287 | 75,66            | 167,91        |
| Hamburg             | 788.809     | 8.071  | 97,73            | 22,11          | 794.107      | 8.057  | 98,56            | 22,07         |
| Hannover            | 274.291     | 4.036  | 67,96            | 11,06          | 268.698      | 4.032  | 66,64            | 11,05         |
| Bremen              | 177.245     | 2.847  | 62,26            | 7,80           | 172.079      | 2.859  | 60,19            | 7,83          |
| Düsseldorf          | 683.038     | 7.253  | 94,17            | 19,87          | 679.179      | 7.392  | 91,88            | 20,25         |
| Köln/Bonn           | 599.710     | 7.693  | 77,96            | 21,08          | 609.568      | 8.060  | 75,63            | 22,08         |
| Frankfurt/Main      | 638.731     | 5.149  | 124,05           | 14,11          | 639.243      | 5.135  | 124,49           | 14,07         |
| Stuttgart           | 71.404      | 2.165  | 32,98            | 5,93           | 74.113       | 2.390  | 31,01            | 6,55          |
| Nürnberg            | 43.648      | 1.559  | 28,00            | 4,27           | 45.492       | 1.538  | 29,58            | 4,21          |
| München             | 2.351       | 83     | 28,33            | 0,23           | 2.351        | 83     | 28,33            | 0,23          |
| Berlin-Tegel        | 718.074     | 7.271  | 98,76            | 19,92          | 706.616      | 7.281  | 97,05            | 19,95         |
| Berlin-Schönefeld   | 144.553     | 1.332  | 108,52           | 3,65           | 148.039      | 1.334  | 110,97           | 3,65          |
| Berlin-Tempelhof    | 19          | 20     | 0,95             | 0,05           | 596          | 250    | 2,38             | 0,68          |
| Saarbrücken         | 12.280      | 831    | 14,78            | 2,28           | 12.244       | 838    | 14,61            | 2,30          |
| Münster/Osnabrück   | 125.517     | 2.480  | 50,61            | 6,79           | 131.006      | 2.503  | 52,34            | 6,86          |
| Leipzig/Halle       | 85.836      | 1.793  | 47,87            | 4,91           | 83.959       | 1.811  | 46,36            | 4,96          |
| Dresden             | 137.106     | 2.620  | 52,33            | 7,18           | 138.019      | 2.625  | 52,58            | 7,19          |
| Erfurt              | 6.829       | 645    | 10,59            | 1,77           | 6.089        | 666    | 9,14             | 1,82          |
| Hahn                | 28          | 39     | 0,72             | 0,11           | 112          | 35     | 3,20             | 0,10          |
| Dortmund            | 46.012      | 1.198  | 38,41            | 3,28           | 44.730       | 1.196  | 37,40            | 3,28          |
| Paderborn/Lippstadt | 64.307      | 1.528  | 42,09            | 4,19           | 64.149       | 1.561  | 41,09            | 4,28          |
| Friedrichshafen     | 1.406       | 21     | 66,95            | 0,06           | 1.469        | 32     | 45,91            | 0,09          |
| Karlsruhe/Baden-B.  | 521         | 22     | 23,68            | 0,06           | 551          | 35     | 15,74            | 0,10          |
| Lübeck              | 0           | 3      | 0,00             | 0,01           | 5            | 2      | 2,50             | 0,01          |
| Niederrhein         | 0           | 0      |                  | 0,00           | 0            | 2      | 0,00             | 0,01          |
| Rostock/Laage       | 8.535       | 530    | 16,10            | 1,45           | 8.653        | 548    | 15,79            | 1,50          |
| Sonst.Flugplätze    | 5.832       | 996    | 5,86             | 2,73           | 5.736        | 1.022  | 5,61             | 2,80          |

Quelle: StatBAc 2006; Proportionen daraus abgeleitet

b) Werden darüber hinaus die Flüge nach und von Stuttgart und Nürnberg wegen zu reichenden Verkehrsangebots im Schienenverkehr auf den Bodenverkehr verwiesen, so entfallen in München bereits knapp 8.000 Flugbewegungen; die insgesamt täglich knapp 650 bisherigen Fluggäste dürften in den bereits fahrplanmäßig angebotenen Zügen zusätzlich unterzubringen sein.

c) Kürzt man darüber hinaus die Maximalfrequenz pro Relation auf 10 Verbindungen pro Tag, so entfallen weitere 37.500 Flüge von und nach Hamburg, Düsseldorf, Köln/Bonn, Frankfurt und Berlin (Tegel plus Schönefeld), bei einem rechnerischen An-

stieg der Ein- und Aussteiger pro Flug von aktuell rd. 97 auf rd. 196, also etwas unterhalb der Kapazität eines Airbus A321 in Ein-Klassen-Bestuhlung (220 Sitzplätze).

d) Werden schließlich die Relationen von und nach Hannover, Bremen, Saarbrücken, Münster/Osnabrück, Leipzig/Halle, Dresden, Erfurt, Dortmund, Paderborn/Lippstadt, Rostock/Laage und den sonstigen Flugplätzen (hier als ein Flugplatz gerechnet, hauptsächlich Kiel und Sylt/Westerland) soweit ausgedünnt, dass bei jeweils gleicher Passagierzahl eine durchschnittliche Zahl von 80 Ein- bzw. Aussteigern erreicht wird (gegenwärtig sind es durchschnittlich 48), so entfallen weitere knapp 16.000 Flugbewegungen in München.

Insgesamt würden diese Einzelansätze zusammengenommen die innerdeutschen Flugbewegungen in München um rd. 61.500 vermindern und damit mehr als halbieren. Die durchschnittliche Zahl der Ein- und Aussteiger im Luftverkehr würde sich annähernd verdoppeln auf etwa 150 Personen je Start bzw. Landung, was mit erheblichen Effizienzgewinnen verbunden wäre.

Noch einmal hinzuweisen ist auf den hypothetischen Charakter der modellhaften Rechnung, die sich außerdem lediglich auf den aktuellen Stand bezieht. Wenn auch die einzelnen Elemente nicht in dieser Schlichtheit umzusetzen sind, so vermittelt das Ergebnis gleichwohl eine plastische Vorstellung von der möglichen Spielräumen beim innerdeutschen Luftverkehr im Zusammenhang mit dem Flughafen München.

Gemessen an den insgesamt rd. 196.000 Starts in München (2006) mag das hier für den innerdeutschen Verkehr abgeleitete Reduktionspotenzial von 30.100 Starts als doch sehr begrenzt erscheinen; die Zahl der Starts im echten Interkont-Verkehr (über die Mittelmeerstaaten hinausgehend) in Höhe von knapp 10.000 (2006) wird damit allerdings bereits um das Dreifache überschritten. Insbesondere unter Berücksichtigung der in der Luftverkehrsprognose von Intraplan im Status-quo-Szenario ohne weitere Startbahn angenommenen Erhöhung der Starts um 41.000 und hier nicht einzeln untersuchter Potenziale aus dem Europaverkehr muss man davon ausgehen, dass nahezu beliebige Ausweitungen im hochwertigen Interkontverkehr auch im Rahmen der vorhandenen Start-/Landebahnkapazitäten bewältigt werden können. Unter dem Gesichtspunkt des Klimaschutzes ist dies allerdings eine keineswegs ausreichende Argumentation: Würden etwa 30.100 eingesparte innerdeutschen Starts durch die gleiche Anzahl von Starts mit Großflugzeugen nach Fernost ersetzt, so wäre die Erhöhung der Klimalasten kaum geringer, als würden diese Fernost-Flüge zusätzlich zu den nicht eingesparten innerdeutschen Flügen durchgeführt.

### 5.3 Kurzdarstellungen zu weiteren ausgewählten Flugplätzen (Clemens Schneider)

Die Einzelbetrachtung folgt der im Masterplan vorgenommenen Auswahl der betrachteten Flughäfen, dort sind nur solche Standorte berücksichtigt, die mehr als 1 Mio. Passagiere im Jahr aufweisen können (Stand 2005).

Angaben zur Infrastruktur und zu Ausbauprojekten beziehen sich, sofern nicht abweichend vermerkt, auf den „Masterplan zur Entwicklung der Flughafeninfrastruktur zur Stärkung des Luftverkehrsstandortes Deutschland im internationalen Wettbewerb“ (Initiative Luftverkehr für Deutschland 2006). Im Folgenden wird hierfür abkürzend der Begriff „Masterplan“ verwendet. Die dortigen Angaben wurden bei Bedarf aktualisiert.

Statistische Zahlen wurden den Reihen 6.1 und 6.2 der Fachserie 8 des Statistischen Bundesamtes entnommen. Als Basisjahr wurde bei der historischen Betrachtung 2003 gewählt, bis 2006 liegen die Daten komplett vor. Eine Hochrechnung für 2007 auf Basis der vorliegenden Monatszahlen wurde auf der Ebene der Flughäfen nicht unternommen, hier würden sprunghafte Entwicklungen nach Einführung eines neuen Fahrplanes keine brauchbaren Ergebnisse liefern. Wenn im Folgenden von „Fracht“ die Rede ist, so schließt das – abweichend von der Definition des Statistischen Bundesamtes – die Luftpost mit ein.

Die Prognosen zu den Passagierzahlen einzelner Flughäfen entstammen dem Masterplan bzw. der „Luftverkehrsprognose Deutschland 2020“ der Intraplan GmbH (2006), die für Ersteren die Grundlage bildet, und beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf das dort beschriebene Basisszenario.<sup>33</sup> Prognosejahr ist dort 2020, als Basisjahr wurde 2005 gewählt. Werte für die Zwischenjahre werden im Bericht nicht aufgeführt, insofern war auch eine Überprüfung der Prognose mit den mittlerweile vorliegenden Zahlen für 2006 nicht möglich.

#### 5.3.1 Berlin Schönefeld / Berlin Brandenburg International (SXF/BBI)

Die drei Berliner Flughäfen werden von der Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH/Berliner Flughafen GmbH geführt, an der die Länder Berlin und Brandenburg mit je 37 %, der Bund mit 26 % beteiligt ist. Insgesamt waren dort 2006 18,4 Mio. Passagiere zu verzeichnen, der Anteil der Low Cost Carrier, die in Schönefeld besonders stark vertreten sind, lag bei annähernd 50 %. (DLR/ADV 2007)

Seit 2003 hat die Zahl der Einsteiger am Flughafen Berlin Schönefeld um 260 % zugenommen. Die größte Zunahme gab es 2004 (um fast 100%), in den Folgejahren schwächte sich das Wachstum ab, lag 2006 aber immer noch bei 20%. 2006 gab es 3

<sup>33</sup> Für das Basisszenario wurde seitens Intraplan angenommen, dass gewisse nachfragewirksame Ausbaumaßnahmen, die planerisch abgesichert sind oder für die ein planungsrechtliches Verfahren eingeleitet worden ist, bis 2020 umgesetzt sind. Dies gilt auch für die Ausbauprojekte in Frankfurt und München sowie für die beantragte Ausweitung der Betriebsgenehmigung für den Flughafen Düsseldorf. (Intraplan 2006) Ein Status Quo-Szenario versucht demgegenüber eine Entwicklung zu modellieren, in der die konkreten letztgenannten Prämissen nicht gelten.

Mio. Einsteiger. Mit Ein- und Ausladungen von je ca. 4.000 t jährlich spielt der Flughafen im Frachtverkehr eine untergeordnete Rolle, die Zahl der Starts liegt bei rund 34.000, davon 14 % im nicht-gewerblichen Verkehr.

Der Flughafen verfügt gegenwärtig über ein System zweier paralleler Start- und Landebahnen von 2.710 bzw. 3.000 m Länge und jeweils 45 m Breite. Damit ist er für Interkontinentalflüge geeignet. Die Südbahn ist rund um die Uhr mit leisen, sog. Kapitel 3-Flugzeuge<sup>34</sup> anfliegbar. Die gegenwärtigen Kapazitäten erlauben die Abfertigung von 7 Mio. Passagieren jährlich, 2006 waren bereits 6 Mio. Passagiere zu verzeichnen. Der Pkw-Verkehr erreicht Schönefeld über Bundesstraßen und eine Autobahn. Ein eigener Bahnhof schließt SXF direkt an das Berliner S-Bahn- und Regionalbahnnetz an.

Im Zuge der Neustrukturierung der Berliner Flughäfen soll der Flughafen Tempelhof im Jahr 2008 geschlossen werden. Hierdurch sind Auswirkungen auf Schönefeld und Tegel zu erwarten. Bis 2012 soll Schönefeld zum Flughafen Berlin Brandenburg International (BBI) ausgebaut werden und dann als alleiniger Hauptstadtflughafen fungieren. An diesem Ausbau besteht ein nationales politisches Interesse, das auch im Masterplan zum Ausdruck gebracht wird. Dabei wird die neue südliche Start- und Landebahn eine Länge von 4.000 m und eine Breite von 60 m aufweisen. Damit erfüllt der Flughafen auch die Anforderungen der ICAO für den Betrieb des Airbus A 380. (MSWV Brandenburg 2004: 410) Die Passagierabfertigungskapazität der Gebäude soll zur Eröffnung 22-25 Mio. Passagiere pro Jahr betragen. Dies ist etwa die Hälfte der heutigen Kapazität des Flughafens Frankfurt. Eine Erweiterung bis auf 40 Mio. ist möglich. Landseitig soll das neue Terminal mittels eines unterirdischen Bahnhofneubaus auch direkt in den Bahnfernverkehr einbezogen werden. Weitere Ausbauprojekte betreffen eine direkte Autobahnerschließung über eine Verlegung der BAB 113.

Das Bundesverwaltungsgericht Leipzig hat die Ausbauprojekte indes nur unter Auflagen genehmigt. Wichtigste Einschränkungen sind ein Nachtflugverbot zwischen 0:00 und 5:00 Uhr sowie die Auflage, dass zwischen 22:00 und 24:00 Uhr und 5:00 und 6:00 Starts und Landungen nur „aus gewichtigem Grund“ erfolgen dürfen. (BVerwG 2006). Dies bedeutet eine deutliche Einschränkung gegenüber der gegenwärtigen Regelung und eine Begrenzung der ursprünglich erwarteten Kapazität.

Dennoch geht die Luftverkehrsprognose für 2020 von annähernd einer Verdopplung der Passagierzahlen aus (33,2 Mio. Passagiere gegenüber 17,1 Mio. im Jahr 2005). Die Anzahl der Bewegungen im Personenverkehr stiege der Prognose gemäß von 240.000 im Jahr 2005 auf 367.000. Auch die Fracht soll mit 110.000 t Ein- und Ausladungen dann eine gewichtige Rolle spielen (2005: 33.000 t), wenn auch die Anzahl der Starts und Landungen im Frachtverkehr weniger stark steigen soll (5.000 gegenüber 4.000 im Jahr 2005). Im Status Quo-Szenario wird ihm ein Entlastungspotenzial für FRA, MUC und DUS zugewiesen; unter den getroffenen Prämissen werden 420.000 Bewegungen pro Jahr prognostiziert.

---

<sup>34</sup> Flugzeuge gemäß ICAO Annex 16, Vol. 1, Ch. 3.

In der Erschließung von Berlin und seinem Umland für den Regionalverkehr dürfte BBI 2020 nahezu konkurrenzlos sein.

### 5.3.2 Berlin Tegel (TXL)

Der innenstadtnahe Flughafen Tegel ist gegenwärtig weitaus bedeutsamer als Schönefeld, fast doppelt so viele Einsteiger (5,9 Mio.) wurden dort 2006 verzeichnet. Die Entwicklung war im Vergleich zu Schönefeld moderat, seit 2003 gab es einen Zuwachs um 6,3 %. Das Frachtaufkommen ist mit 9.300 t Ein- und 9.800 t Ausladungen zwar ebenfalls höher als in Schönefeld, dennoch werden damit lediglich 0,5 % aller in Deutschland eingeladenen Güter hier abgefertigt. 2006 wurden 70.000 Starts registriert, nur 4% davon waren den nicht-gewerblichen Verkehr zuzurechnen.

Der Ausbauzustand des Bahnsystems, mit zwei parallelen Start- und Landebahnen von 3.023 und 2.424 m Länge, erlaubt den Betrieb aller gegenwärtig gängigen Verkehrsflugzeuge. Die Personenabfertigungskapazitäten sind mit dem Abschluss eines Terminalneubaus im Mai 2007 noch einmal von 9,5 Mio. auf 12 Mio. gesteigert worden. Diese Zahl ist aber 2006 vor dem Neubau bereits erreicht worden und wird in diesem Jahr wohl weit überschritten werden. (Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH 2007)

2012 soll der Flughafen Tegel nach dem Abschluss des Ausbaus von Schönefeld geschlossen werden.

### 5.3.3 Bremen (BRE)

Am Flughafen Bremen wurden 2006 840.000 Einsteiger gezählt. Das Aufkommen ist seit 2003 nur mäßig gestiegen (4,7%) – 2006 war sogar eine Abnahme um knapp 2% zu verzeichnen. Seit der Inbetriebnahme eines neuen Terminals und der Aufnahme des Flugverkehrs durch Ryanair im März 2007 sind die Passagierzahlen allerdings deutlich gestiegen. Bremen wurde zum zweiten Hub dieser Fluggesellschaft in Deutschland. (Flughafen Bremen GmbH 2007)

Mit seinem Frachtaufkommen von 1.000 t ist der Flughafen in dieser Hinsicht von sehr geringer Bedeutung. 20.000 Flugzeuge starteten 2006 (nicht-gewerblicher Verkehr: 21 %).

Eine Start- und Landebahn von 2040 m Länge und 45 m Breite steht zur Verfügung, daneben drei Passagier-Terminals (Kapazität ca. 4,5 Mio. Passagiere p.a.). Der Transfer zum Flughafen ist umsteigefrei mit der Straßenbahn vom Bremer Hauptbahnhof aus zu bewältigen. Daneben gibt es direkte Busverbindungen nach Oldenburg und Groningen. Die Anreise per Auto ist über mehrere Autobahnen und Bundesstraßen möglich.

Der Flughafen erhält derzeit einen eigenen Autobahnanschluss. Die Luftverkehrsprognose rechnet für Bremen mit einem Wachstum der Passagierzahlen auf 3,9 Mio. Passagiere. Dies entspräche einem Wachstum von über 130 % gegenüber 2005. Die Fracht wird demnach auch in Zukunft nur eine geringe Rolle spielen. 71.000 Bewegun-

gen werden für 2020 erwartet (2005: 43). Alternativflughäfen sind die beiden großen Standorte Hamburg und Hannover.

#### **5.3.4 Dortmund (DTM)**

Der Flughafen Dortmund gehört zu jenen Flughäfen, die während der letzten Jahre besonders stark gewachsen sind. 977.000 Einsteiger gab es 2006, 501.000 waren es noch 2003. Fracht ist hier bedeutungslos (Einladungen 4 t, Ausladungen 9 t). 2006 wurden knapp 17.300 Starts registriert, davon über 30 % im nicht-gewerblichen Verkehr.

Die Länge der Start- und Landebahn von 2.000 m schränkt den Einsatz von Klasse C-Flugzeugen ein. Die Breite beträgt 45 m. Terminseitig bestehen Kapazitäten für die Abfertigung von 2,5 Mio. Passagieren jährlich. Kapazitätsbegrenzend wirkt die derzeitige Betriebszeitenregelung mit einem Nachtflugverbot von 22 bis 6 Uhr. Eine begrenzte Anzahl verspäteter Flugzeuge darf bis 23 Uhr landen.

Landseitig ist der Flughafen über verschiedene Autobahnen zu erreichen. Die Anbindung an den öffentlichen Verkehr wird über Shuttle-Busverbindungen zum nahe gelegenen Bahnhof Holzwickede/Flughafen Dortmund hergestellt.

Die Betreibergesellschaft befindet sich im Besitz der Stadtwerke Dortmund und der Stadt Dortmund. Sie strebt eine Startbahnverlängerung und eine Verbesserung der landseitigen Anbindung an Bahn und Autobahn an. Außerdem wird die Betriebszeitenregelung als unsachgemäß angesehen, hier möchte man eine Lockerung erreichen. Das Nachfragepotenzial im Einzugsbereich ist groß, mit DUS, CGN, FMO und PAD – sowie den kleineren Regionalflughäfen Niederrhein und Mönchengladbach – gibt es aber auch einige Konkurrenzflughäfen. Die Luftverkehrsprognose (Intraplan GmbH 2006) geht für 2020 lediglich von realisierten nachfragewirksamen Maßnahmen im Vorfeld des Flughafens aus und prophezeit dem Flughafen eine Erhöhung der Passagierzahlen auf 3,2 Mio. (2006: 2,0 Mio.) Für den Frachtverkehr sieht die Prognose kein großes Potenzial. Insgesamt 58.000 Bewegungen werden erwartet.

#### **5.3.5 Dresden (DRS)**

Mit 897.000 Einsteigern ist Dresden nur der zweitwichtigste Flughafen in Mitteldeutschland hinter Leipzig. Noch augenfälliger wird dies bei einem Blick auf den Frachtverkehr, wo Dresden mit 250 t Ein- und 283 t Ausladungen im Jahr 2006 keinen maßgeblichen Marktanteil, Leipzig aber immerhin 0,7 % erreicht. 18.600 Starts wurden 2006 abgewickelt, 22 % entfielen dabei auf nicht-gewerblichen Verkehr.

Eine neue 2.850 m lange und 60 m breite Start- und Landebahn wurde im September 2007 in Betrieb genommen, damit können Mittelstreckenflugzeuge wetterunabhängig ohne Nutzlastbeschränkung eingesetzt werden. Auch direkte Interkontflüge wären möglich. Es besteht eine 24-Stunden-Betriebserlaubnis, allerdings ist die Anzahl der Starts und Landungen auf je fünf pro Nacht beschränkt. Am Terminal können 3,5 Mio. Passagiere pro Jahr abgefertigt werden.

Neben einem eigenen Autobahnzubringer besteht landseitig auch eine direkte Anbindung an das Dresdener S-Bahn-Netz.

Mit dem Startbahnausbau ist das wichtigste Infrastrukturprojekt abgeschlossen. Das bestehende Terminal kann noch auf eine Kapazität von 4,5 Mio. Passagieren erweitert werden. Bis 2020 geht die Intraplan GmbH (2006) von einer Steigerung der Passagierzahlen auf 3,4 Mio. aus (2006: 1,8 Mio.). Der Fracht wird keine bedeutende Rolle eingeräumt. Die Prognose geht von 56.000 Bewegungen jährlich aus (2005: 36.000) Alternativflughäfen in der Region sind LEJ, Prag und der Regionalflughafen Altenburg.

### 5.3.6 Düsseldorf (DUS)

Am Flughafen Düsseldorf sind neben der Stadt Düsseldorf zu 50% Private beteiligt. Mit 8,3 Mio. Einsteigern ist er der dritt wichtigste Flughafen Deutschlands im Passagierverkehr. Auch der Frachtverkehr ist mit Einladungen von 26.000 t und Ausladungen von 33.000 t bedeutend. 108.000 Starts mussten 2006 auf den beiden Bahnen bewältigt werden, der Anteil nicht gewerblichen Verkehrs ist sehr gering (3 %).

Es handelt sich dabei um zwei parallele Start- und Landebahnen, wobei die Haupt-S/L-Bahn 3.000, die Neben-S/L-Bahn 2.700 m lang ist (Breite jeweils 45 m). Großraumflugzeuge können den Flughafen nicht ohne Einschränkungen nutzen, für Interkontinentalflüge mit Flugzeugen mittlerer Kapazität ist er aber geeignet und wird auch dementsprechend schon genutzt. Kapazitäten für weitere Starts wären vorhanden, können aber aufgrund einer restriktiven Betriebsgenehmigung nicht realisiert werden.<sup>35</sup> Die Terminalkapazität ist für die Abfertigung von bis zu 22 Mio. Passagieren ausgelegt (2006: 16,5 Mio.). Mit dem bestehenden Fernbahn- und S-Bahnanschluss sowie einem eigenen Autobahnzubringer ist die landseitige Anbindung in einem Ausbauzustand, der keine Erweiterungen erwarten lässt.

Für den Flughafen Düsseldorf prognostiziert Intraplan (2006) für 2020 28,0 Mio. Passagiere (+ 12,6 Mio. gegenüber 2005) jährlich, eine Zahl, die jedoch nur bei einer Ausweitung der bestehenden Betriebsgenehmigung realisiert werden könnte.<sup>36</sup> Dies würde 293.000 Starts bedeuten (+92.000), nur 1.000 aller Bewegungen entfielen der Prognose gemäß, auf den Frachtverkehr.

### 5.3.7 Hahn (HHN)

18.500 Starts wurden in HHN 2006 verzeichnet (nicht-gewerblicher Verkehr: 12 %). Mit Einladungen von 53.000 t und Ausladungen von 60.000 t (2006) ist Hahn im Segment Luftfracht hinter FRA, CGN und MUC inzwischen zum viertgrößten Flughafen Deutschlands geworden. Kontinuierlich starkes Wachstum ist auch beim Personenver-

<sup>35</sup> Derzeit sind 45 Flugbewegungen pro Stunde im Schnitt während 8 Tagesstunden erlaubt, in den übrigen 8 Tagesstunden 40 Slots, mit einer Öffnungsklausel, die die Ausweitung auch hier auf 45 erlauben würde. Während der ersten Nachtstunde ist die Anzahl der Slots derzeit auf 36 beschränkt. (Flughafen Düsseldorf 2007) Technisch bestünde die Möglichkeit, bis zu 55 Flugbewegungen abzuwickeln, der Betreiber versucht eine Änderung der Genehmigung zu erreichen.

<sup>36</sup> Ein Infrastrukturausbau wäre nicht erforderlich.

kehr zu verzeichnen, der alleine dem LCC-Verkehr, und hier mit 96 % aller Flüge in der Hauptsache der Fluggesellschaft Ryanair, zuzurechnen ist. (DLR/ADV 2007) 1,7 Mio. Einsteiger wurden 2006 gezählt. Das Einzugsgebiet ist weiträumig; es bestehen Bus-Shuttle-Verbindungen unter anderem nach Frankfurt/Main, Köln und in den Rhein-Neckar-Raum. Nächstgelegener Alternativflughafen ist Saarbrücken, im erweiterten Einzugsgebiet liegen ferner die Flughäfen Frankfurt/Main und Köln/Bonn.

Der Flughafen hat eine 24-Stunden-Betriebserlaubnis. Seit dem Abschluss des Ausbaus der Start- und Landebahn auf eine Länge von 3.800 m im September 2007 ist er auch für den Betrieb von Interkontinentalfrachtflugzeugen tauglich (Flughafen Frankfurt-Hahn 2007). Damit hofft man im Bereich des Frachtverkehrs weiter wachsen zu können.

An der Betreibergesellschaft Frankfurt-Hahn GmbH sind die Fraport AG mit 65%, die Länder Hessen und Rheinland-Pfalz mit je 17,5% beteiligt. Beantragt ist die Bildung eines Flughafensystems mit dem Flughafen FRA, das ungeachtet der relativ großen Entfernung der beiden Flughäfen eine engere Zusammenarbeit ermöglichen soll. Der Flughafen FRA soll damit vor dem Hintergrund der geplanten Einführung eines Nachtflugverbotes im Frachtverkehr entlastet werden können. Der Antrag liegt derzeit der EU-Kommission zur Entscheidung vor. In diesem Zusammenhang spielt auch der Ausbau der Landanbindung des Flughafens eine gewichtige Rolle. Das Planfeststellungsverfahren für den weiteren Ausbau der B50 in Richtung Rhein-Main-Gebiet ist abgeschlossen, Teilstrecken sind bereits im Bau. (LBM RLP o.J.) Die Reaktivierung der Hunsrückbahn ist noch in der Planungsphase. (MWVLP RLP 2007) Vor dem Hintergrund dieser Maßnahmen rechnet Intraplan (2006) für 2020 mit 460.000 t Frachtumschlag (2005: 100.000 t) und 10,5 Mio. Passagieren (2005: 3,0 Mio.). Die Anzahl der Bewegungen stiege demnach um 58.000 auf 95.000, davon 10.000 im Frachtverkehr.

### **5.3.8 Hamburg (HAM)**

Die Anzahl der Einsteiger am Flughafen Hamburg ist von 2003 bis 2006 um 26 % gewachsen, und erreichte 2006 5,9 Mio. Damit ist Hamburg die Nr. 4 unter den deutschen Flughäfen. Je 19.000 t Ein- und Ausladungen machten Hamburg 2006 zum sechstwichtigsten Flughafen im Frachtsegment. 73.000 Starts wurden insgesamt verzeichnet.

Das Bahnsystem besteht aus zwei sich kreuzenden S/L-Bahnen von 3.666 m und 3.250 m Länge und 46 m Breite. Damit ist auch es interkontinentaltauglich. Terminalseitig bestehen Kapazitäten für 15 Mio. Passagiere p.a. (Auslastung 2006: 11,9 Mio.).

Ein Autobahnzubringer und eine Buslinie zum Bahnhof Ohlsdorf stellen die landseitige Anbindung des Flughafens her. Daneben gibt es Flughafenbuslinien nach Lübeck und Kiel.

2008 soll eine S-Bahn-Anbindung des Flughafens fertig gestellt werden. Darüber hinaus gehende kapazitäts- bzw. nachfragewirksame Ausbauten sind derzeit nicht vorge-

sehen. Intraplan rechnet für 2020 mit 17,5 Mio. Passagieren (2005: 10,6 Mio.). Bei Fracht und Post wird von einem Anstieg von 0,03 (2005) auf 0,05 Mio. t Ein- und Ausladungen ausgegangen. Die Anzahl der Flugbewegungen würde gemäß der Prognose bis 2020 gegenüber 2005 um 39 % zunehmen (auf 217.000 Bewegungen).

Der Flughafen Hamburg gehört zu 51% der Freien und Hansestadt Hamburg, die restlichen Anteile hält der Baukonzern Hochtief über zwei seiner Tochtergesellschaften.

### 5.3.9 Hannover (HAJ)

2,8 Mio. Einsteiger meldete Hannover im Jahr 2006 und ist damit der neuntwichtigste Flughafen Deutschlands im Passagierverkehr. Seit 2003 ist Hannover überdurchschnittlich um 14,1 % gewachsen. 8.000 t Ein- und 7.000 t Ausladungen bedeuteten 2006 im Bereich Fracht Rang 10 unter den deutschen Flughäfen. Der Flughafen erreicht damit einen Anteil von 0,5 % der in Deutschland im Luftverkehr verladenen Güter. Die Zahl der Starts lag bei 43.400 (14 % nicht-gewerblicher Verkehr).

Ein Parallel-Bahnsystem mit Bahnen von 3.800 m bzw. 2.340 m Länge und je 45 m Breite machen den Flughafen tauglich für Interkontinentalflüge. Auch dank einer 24-Stunden-Betriebsgenehmigung wären derzeit reichliche Kapazitäten für zusätzliche Flüge vorhanden. Am Personenterminal könnten bis zu 10 Mio. Passagiere p.a. abgefertigt werden, 2006 waren es gerade einmal 5,6 Mio. Auch die landseitige Infrastruktur ist mit direktem Autobahn- und S-Bahnanschluss, sowie Shuttle-Bussen ins Umland bereits sehr weit ausgebaut.

Aufgrund der vorhandenen freien Kapazitäten sind derzeit keine verkehrswirksamen Infrastrukturmaßnahmen geplant. Diese Kapazitäten könnten aber in Zukunft mit starken Verkehrszuwächsen einhergehen, und zwar unabhängig davon, ob die Ausbauten in FRA und MUC genehmigt werden. So geht die Luftverkehrsprognose von einer zunehmenden Auslastung aus: 2020 werden 9,2 Mio. Passagiere erwartet, das wäre gegenüber 2005 eine Steigerung um fast 75 %. Bei der Fracht wird mit einer Steigerung auf mehr als das Doppelte gerechnet (2020: 50.000 t). Dies entspräche 4.000 von insgesamt 124.000 Starts und Landungen.

### 5.3.10 Köln (CGN)

Der Flughafen Köln/Bonn verdankt seine Bedeutung in erster Linie dem Frachtverkehr, wo er mit 354.000 t Ein- und 337.000 t Ausladung hinter Frankfurt jeweils Rang 2 unter den deutschen Flughäfen einnimmt. Auch der Personenverkehr hat aber während der letzten Jahre deutlich zugenommen, um 28 % ist die Zahl der Einsteiger von 2003 bis 2006 bis auf 4,9 Mio. gestiegen. 75.700 Starts wurden 2006 gezählt.

Seinen Status als wichtigem Frachtdrehkreuz in Deutschland verdankt Köln/Bonn einer 24-Stunden-Betriebsgenehmigung<sup>37</sup> in Verbindung mit großen infrastrukturseitigen

<sup>37</sup> Diese Betriebsgenehmigung ist bis 2015 befristet. Eine Verlängerung wurde kürzlich bei der nordrhein-westfälischen Landesregierung beantragt. (Flughafen Köln/Bonn GmbH 2007)

Kapazitäten. Es gibt eine Interkontinentalbahn mit 3.815 m Länge, eine parallele Start- und Landebahn mit 1.866 m Länge und eine Querwindbahn mit 2.460 m Länge (Breite je 45 m). Das 2000 eröffnete neue Terminal kann laut Masterplan ein jährliches Passagieraufkommen von 14,5 Mio. bewältigen, die Flughafengesellschaft selbst gibt eine Kapazität von 12 Mio. an (Flughafen Köln/Bonn GmbH o.J.).

Der Flughafen ist direkt an das Autobahnnetz angeschlossen, zudem, über einen eigenen Bahnhof, auch unmittelbar an das S- und Fernbahnsystem.

Der Flughafen selbst betrachtet einen Ausbau der Zu- und Abrollbahnen sowie der anschließenden Autobahnen als dringlich. Zudem dringt man auf eine Verdichtung der Fernbahnverbindungen.

Obwohl bekannt ist, dass Lufthansa Cargo mit seinen Flügen für den Expressdienst DHL bis 2008 Köln/Bonn verlassen und sein neues Drehkreuz am Flughafen Halle/Leipzig einrichten wird, rechnet die Luftverkehrsprognose mittelfristig mit einer Zunahme des Frachturnschlages, und zwar um 84 % bis 2020 (1.190.000 t) gegenüber dem Basisjahr 2005 (647.000 t). Die Zahl der Flugbewegungen steigt gemäß der Luftverkehrsprognose auf 232 (2005: 155). Auch im Personenverkehr wird mit einer Erhöhung der Passagierzahlen auf 16,2 Mio. im Jahr 2020 gerechnet. Sollte DUS keine weiteren Slots erhalten und die Ausbauten in FRA und MUC nicht erfolgen, so rechnet man für CGN gar mit einem Wachstum um mehr als 100 % auf 19,3 Mio. Passagiere (2005: 9,4 Mio.).

### **5.3.11 Leipzig/Halle (LEJ)**

Auch am Standort Leipzig/Halle ist der Personenverkehr seit 2003 gewachsen, und zwar um 15% auf 1,1 Mio. Einsteiger im Jahr 2006. Damit ist er der bedeutendste Flughafen Mitteldeutschlands, bundesweit an zwölfter Stelle. Bei der Fracht ist er mit einem Wachstum der Fracht seit 2003 um knapp 70 % bis auf Rang 8 der bedeutendsten deutschen Flughäfen vorgerückt (14.000 t Ein- und 12.000 t Ausladung im Jahr 2006). 2006 gab es rund 21.000 Starts, davon war aber ca. ein Fünftel dem nicht-gewerblichen Verkehr zuzurechnen.

Wie alle bedeutenden Frachtflughäfen verfügt auch LEJ über eine 24-Stunden-Betriebsgenehmigung.<sup>38</sup> Neben der bestehenden 3.600 m langen und 45 m breiten Start- und Landebahn wurde im Juli 2007 eine neue, ebenso lange und 60 m breite Bahn eröffnet, (Flughafen Leipzig/Halle GmbH 2007b) die nun eine parallele Abwicklung von Interkontinentalflügen ermöglicht. Seit dem Abschluss des Neubaus können alle Flugzeugtypen, den Airbus A 380 eingeschlossen, ohne Nutzlasteinschränkung in LEJ starten und landen. Das 2003 eröffnete Terminal hat eine Kapazität von 4,5 Mio. Passagieren jährlich, die 2006 noch nicht einmal zur Hälfte ausgeschöpft war (2,1 Mio.). Landseitig besteht die Anbindung aus mehreren Bundesautobahnen, die unmittelbar am Flughafen anschließen, sowie einem Flughafenbahnhof mit Fern-, Regional-

---

<sup>38</sup> Die im Juni 2007 erlassene Betriebsgenehmigung sieht allerdings Beschränkungen für den Passagierverkehr zur Nachtzeit vor. (Flughafen Leipzig/Halle GmbH 2007a)

und S-Bahn-Verbindungen. Zusätzlich bestehen auch Busverbindungen im Nahverkehr.

Ein weiterer Ausbau der Betriebsflächen und Terminals soll die Leistungsfähigkeit des Flughafens noch erhöhen. Die Luftverkehrsprognose weist ihm dementsprechend eine wichtige Rolle beim Wachstum des Flugverkehrs zu. 4,6 Mio. Passagiere erwartet Intraplan für 2020 (2005: 2,0 Mio.). Noch umfangreicher ist der erwartete Zuwachs beim Frachtaufkommen: Bis 2020 soll es auf 820.000 t steigen, im Basisjahr 2005 waren es lediglich ca. 12.000 t, 2006 bereits 27.000 t. Mit dem Winterflugplan 2007/2008 ab Ende Oktober 2007 wird Lufthansa Cargo Flüge nach Leipzig Interkontinentalverbindungen nach Leipzig verlegen (Mitteldeutsche Flughafen AG 2007) und somit zum weiteren Wachstum beitragen. 108.000 Flugbewegungen (davon 46.000 im Frachtverkehr) sieht die Prognose für 2020 vor, gegenüber 38.000 im Jahr 2005. Neben Dresden sind die kleineren Flughäfen Erfurt und Altenburg (s. Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**) als Konkurrenz von nur geringer Bedeutung.

### 5.3.12 Münster/Osnabrück (FMO)

Mit 4,4 % war das Wachstum im Passagierverkehr des Flughafens Münster/Osnabrück zwischen 2003 und 2006 vergleichsweise moderat. 2006 wurden hier rund 758.000 Einsteiger gezählt. Im Luftfrachtverkehr ist der Standort nach einem Rückgang der Frachten um über 80 % im selben Zeitraum auf 113 t nahezu bedeutungslos geworden. Von den rund 20.000 durchgeführten Starts im Jahr 2006 sind 31 % dem nicht-gewerblichen Verkehr zuzurechnen.

Der Flughafen hat eine 24-Stunden-Betriebsgenehmigung. Seine Bahn-Infrastruktur besteht aus einer Start- und Landebahn mit einer Länge von 2.170 m Länge und 45 m Breite. Damit ist sie für Mittelstreckenflugzeuge je nach Wetterlage nicht ohne Nutzlastbeschränkungen nutzbar. Die Terminalkapazität liegt bei 2,5 bis 3 Mio. Passagieren jährlich. (MVEL NRW 2005)

FMO ist landseitig über die Autobahn A1 erreichbar. Ein Anschluss an das Schienennetz besteht nicht, der Anschluss an den öffentlichen Landverkehr wird über Flughafenbusse gewährleistet.

Da der Betreiber des Flughafens Potenziale im weiten Mittelstrecken- und Langstreckenverkehr ausgemacht hat, wird die Verlängerung der Start- und Landebahn auf 3.600 angestrebt. Ein positiver Planfeststellungsbescheid liegt dafür bereits vor, das OVG Münster hat die Klagen dagegen abgewiesen. Es ist allerdings noch ein Revisionsverfahren vor dem Bundesverwaltungsgericht anhängig. (Flughafen Münster Osnabrück GmbH 2007) Auch eine Erweiterung des Vorfeldes ist in Planung. Die landseitige Anbindung soll über einen eigenen Autobahnanschluss mit Zubringerstraße beschleunigt werden, diese befindet sich in Planung. Eine Anbindung an das Schienennetz ist

langfristig geplant.<sup>39</sup> Vor dem Hintergrund dieser Ausbaumaßnahmen geht die Luftverkehrsprognose von einem Wachstum der Passagierzahlen von 1,5 Mio. (2005) bis auf 2,9 Mio. (2020) aus. Im Luftfrachtverkehr wird FMO auch in Zukunft keine bedeutende Rolle eingeräumt. Die Zahl der Flugbewegungen würde gemäß der Prognose im gleichen Zeitraum von 41.000 auf 64.000 steigen. Konkurrenzflughäfen sind PAD, DTM und der Flughafen Niederrhein.

### **5.3.13 Nürnberg (NUE)**

Auch der Flughafen Nürnberg ist mit 24 % im Personenverkehr von 2003 bis 2006 überdurchschnittlich stark gewachsen. Mit 2,0 Mio. Einsteigern steht er bundesweit an zehnter Stelle. Die Bedeutung als Standort für Luftfrachtverkehr ist mit 7.000 t Ein- und 4.000 t Ausladungen (2006) gering. 39.000 Starts wurden im Jahr 2006 verzeichnet, davon müssen 21 % dem nicht-gewerblichen Flugverkehr zugerechnet werden.

Auch der Flughafen Nürnberg verfügt über eine 24-Stunden-Betriebsgenehmigung. Eine Start- und Landebahn mit 2.700 m Länge und 45 m Breite steht zur Verfügung. Das Passagierterminal weist Kapazitäten für 6 Mio. Passagiere p.a. auf. Die direkte U-Bahn-Verbindung an den Nürnberger Hauptbahnhof (Fahrzeit 12 min) garantiert auch eine günstige Anbindung an den Eisenbahnhaupt- und -fernverkehr. Angebotsausweitungen oder Beschleunigungen des Schienenverkehrs im Raum Nürnberg wirken sich deshalb unmittelbar günstig auf die Erreichbarkeit von NUE aus. Mehrere Autobahnen erschließen den Standort zudem, eine direkte Anbindung besteht jedoch noch nicht.

Die geplanten Ausbaumaßnahmen am Flughafen selbst<sup>40</sup> wirken sich nicht kapazitätssteigernd aus. Die landseitige Anbindung an das Straßennetz soll über den Neubau eines Autobahnzubringers verbessert werden.

Der Masterplan billigt NUE für die Zukunft eine gewichtige Rolle im Umsteigeverkehr zu und rechnet mit dementsprechenden Wachstumspotenzialen. Um mehr als 50 % sollen die Passagierzahlen bis 2020 auf 6,2 Mio. jährlich wachsen (Basisjahr 2005). Auch im Bereich Luftfracht werden Wachstumspotenziale gesehen, mit ca. 20.000 t p.a. wäre der Marktanteil von NUE aber weiterhin gering. Die Anzahl der Flugbewegungen soll von 76.000 auf 105.000 p.a. steigen.

### **5.3.14 Paderborn/Lippstadt (PAD)**

Mit 616.000 Einsteigern erreichte der Flughafen 2006 ungefähr die Größenordnung der nahe gelegenen Flughäfen Münster/Osnabrück (758.000) und Dortmund (977.000), wobei letztere, insbesondere Dortmund, in den vergangenen Jahren gewachsen sind, während das Aufkommen in Paderborn/Lippstadt gegenüber 2003 abgenommen hat. Auch der Flughafen Hannover, dessen Einzugsgebiet sich teilweise mit dem Pader-

---

<sup>39</sup> Intraplan geht dennoch von einer Umsetzung bis 2020 aus und bezieht die Bahnanbindung als nachfragewirksame Infrastrukturmaßnahme in ihre Prognose mit ein.

<sup>40</sup> Gemeint sind die Erweiterung der Einkaufsflächen sowie der Bau eines „Business Center“.

born/Lippstadts überschneidet, hat sich in den vergangenen Jahren dynamischer entwickelt. 14.000 Starts gab es 2006, davon fast die Hälfte im nicht-gewerblichen Verkehr. Die Rolle des Frachtverkehrs ist marginal (Einladung: 4 t, Ausladung: 9 t).

Die Start- und Landebahn mit 2.180 m Länge und 45 m Breite ermöglicht den Start von Mittelstreckenflugzeugen. Die bestehenden Terminals haben eine Kapazität von 1,6 Mio. Passagieren jährlich, können aber auf 2,5 Mio. erweitert werden. Der Flughafen kann über die BAB 33 und mittels eines Schnellbusses aus Paderborn erreicht werden.

An der Betreibergesellschaft sind in erster Linie die angrenzenden Kreise beteiligt (98%). 2007/2008 soll die Bahn auf 2.400 m Länge ausgebaut, um Mittelstreckenflüge wetterunabhängig nonstop abwickeln zu können. Die Luftverkehrsprognose weist auch für PAD Steigerungen beim Passagierverkehr aus, 1,9 Mio. Passagiere wurden für 2020 ermittelt (gegenüber 1,3 Mio. 2005). Frachtverkehr bliebe gering, die Zahl der Starts und Landungen stiege der Prognose gemäß von 48.000 auf 61.000, davon entfielen aber weniger als die Hälfte auf Passagierverkehr, der Rest wäre der Allgemeinen Luftfahrt zuzurechnen.

### 5.3.15 Stuttgart (STR)

Einer der am stärksten wachsenden Standorte im Personenverkehr der vergangenen Jahre war Stuttgart. 3,6 Mio. Einsteiger verzeichnete man noch 2003, 2006 waren es bereits 5,0 Mio. Die Entwicklung im Bereich Fracht ist weniger dynamisch, hier gab es nur einen Anstieg um knapp 5 % auf 28.500 t. Dies entsprach 0,8 % aller in Deutschland im Luftverkehr verladenen Frachten. 85.000 Starts verzeichnete der Flughafen im Jahr 2006, davon wurden 16 % im Rahmen des nicht-gewerblichen Verkehrs durchgeführt.

An infrastrukturellen Voraussetzungen bietet der Flughafen eine Start- und Landebahn von 3.345 m Länge und 45 m Breite. An den Terminals können 12 bis 14 Mio. Passagier jährlich abgefertigt werden (Auslastung 2006: 10,0 Mio.). Landseitig ist der Flughafen über die BAB 8 und eine Bundesstraße zu erreichen. Außerdem besteht eine S-Bahn-Verbindung über einen eigenen Bahnhof.

Der In Verbindung mit dem lange umstrittenen Projekt „Stuttgart 21“, über dessen Finanzierung sich im Juli 2007 Bund, Land und Deutsche Bahn geeinigt haben, soll auch ein Flughafenanschluss hergestellt werden.<sup>41</sup> Die Luftverkehrsprognose rechnet für Stuttgart mit einem Anstieg der Passagierzahlen auf 14,0 Mio. (2005: 9,3 Mio.). Im Bereich Fracht wird mit einem Anstieg auf ca. 40.000 t gerechnet. Intraplan geht davon aus, dass dafür 209.000 Flugbewegungen notwendig wären, davon 178.000 im Passagierverkehr. Diese Zahlen lägen deutlich über der angegebenen gegenwärtigen Kapazität von 180.000 Bewegungen pro Jahr (Verband Region Stuttgart 2006). Vor diesem Hintergrund befürchtet die Flughafengesellschaft – wie auch die Autoren des Masterplanes – mittelfristig Engpässe im Start- und Landebahnsystem und untersucht

<sup>41</sup> Das Planfeststellungsverfahren für den Flughafen-Abschnitt läuft noch, andere Teile des Ausbauprojektes sind bereits genehmigt.

derzeit, ob und wie eine zweite ca. 2.500 m lange Start- und Landebahn realisiert werden könnte.

### 5.3.16 sonstige Flughäfen

Die Luftverkehrsprognose führt weitere Flughäfen auf, an denen Ausbaumaßnahmen geplant sind und die aus diesem Grund in Zukunft eine gewisse Bedeutung erhalten könnten.

Zu einem der am stärksten wachsenden Standorte gehört Karlsruhe/Baden-Baden. 2003 wurden dort noch 135.000 Einsteiger gezählt, 2006 waren es bereits 410.000. Von insgesamt 25.000 Starts entfiel fast die Hälfte auf den nicht-gewerblichen Verkehr. Dem ehemaligen Militärflughafen steht eine 2.983 m lange und 45 m breite Start- und Landebahn zur Verfügung.<sup>42</sup> Das Vorfeld wird weiter ausgebaut, so dass die Kapazitäten stufenweise ausgeweitet werden können. (Regierungspräsidium Karlsruhe 2005)

Der Standort Lübeck verzeichnete von 2003 bis 2006 ein Wachstum von ca. 30 %. 2006 wurden 330.000 Einsteiger verzeichnet. Über die Hälfte der insgesamt 10.000 Starts sind dem nicht-gewerblichen Verkehr zuzurechnen. Der Flughafen hat eine 24-Stunden-Betriebsgenehmigung. Seine Startbahn misst 1.800 m Länge und 60 m Breite. Ein Ausbau auf 2.324 m ist geplant.<sup>43</sup>

Der Flughafen Mönchengladbach soll DUS im Regionalverkehr entlasten. Die Betreibergesellschaft ist zu 70 % im Besitz der Flughafen Düsseldorf GmbH. Gegenwärtig ist der Flughafen verkehrlich allerdings noch fast bedeutungslos: 2006 wurden nur 5 509 Einsteiger statistisch erfasst. 2357 Starts wurden registriert. Die Start- und Landebahn ist nur 1.200 m lang, soll im Rahmen eines geplanten Ausbaus aber fast die doppelte Länge erhalten.<sup>44</sup> Das Planfeststellungsverfahren wird allerdings nach jüngster Entscheidung der Bezirksregierung nicht mehr weiterverfolgt.

Am Standort Hof/Plauen ist ebenfalls ein Ausbau der heute 1.480 m langen und 30 m breiten Start- und Landebahn in Planung, sie soll dann 2.480 m lang werden.<sup>45</sup> 12.155 Einsteiger nutzten den Flughafen im Jahr 2006. 5.580 Starts wurden gezählt.

### 5.3.17 Quellen zu Abschnitt 5.3

- BVerwG (2006): Aktenzeichen BVerwG 4 A 1001.04. Beschluss vom 16.03.2006  
[www.bverwg.de](http://www.bverwg.de)
- DLR [Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt]; ADV [Arbeitsgemeinschaft deutscher Verkehrsflughäfen] (2007): Low Cost Monitor 1/2007.

---

<sup>42</sup> Quelle: Website des Flughafens ([http:// www.badenairpark.de](http://www.badenairpark.de))

<sup>43</sup> Quelle: Website des Flughafens ([http:// www.flughafen-luebeck.de](http://www.flughafen-luebeck.de))

<sup>44</sup> Quelle: Website des Flughafens ([http:// www.mgl.de](http://www.mgl.de))

<sup>45</sup> Quelle: Website des Flughafens ([http:// http://www.airport-hof.de](http://www.airport-hof.de))

[http://www.adv.aero/download/presse/Low\\_Cost\\_Monitor\\_I\\_-\\_2007\\_Endfassung.pdf](http://www.adv.aero/download/presse/Low_Cost_Monitor_I_-_2007_Endfassung.pdf)

- Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH (2007): Berliner Flughäfen eröffnen Terminal C am Flughafen Tegel. Pressemitteilung vom 22.05.2007.  
<http://www.berlin-airport.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2007/index.html>
- Flughafen Bremen GmbH (2007): Jetzt startet Ryanair in Bremen so richtig durch. Nachricht vom 18.05.2007.  
<http://www.airport-bremen.de>
- Flughafen Düsseldorf (2007): Die genehmigungsrechtliche Entwicklung am Düsseldorfer Flughafen: Ein chronologischer Überblick. Pressemitteilung vom 16.05.2007.  
[http://www.dus-int.de/dus/aktuelle\\_themen/](http://www.dus-int.de/dus/aktuelle_themen/)
- Flughafen Frankfurt-Hahn (2007): Start frei am Flughafen Frankfurt-Hahn. Startbahnverlängerung seit heute vollständig in Betrieb. Pressemitteilung vom 27.09.2007.  
<http://www.hahn-airport.de>
- Flughafen Köln/Bonn GmbH (2007): Flughafen beantragt Verlängerung der Nachtflugregelung. Pressemitteilung vom 23.08.2007.  
<http://www.airport-cgn.de/main.php?id=34&lang=1>
- Flughafen Köln/Bonn GmbH (o.J.): Daten & Fakten.  
<http://www.airport-cgn.de/main.php?id=138&lang=1>
- Flughafen Leipzig/Halle GmbH (2007a): Flughafen Leipzig/Halle erhält Planungsergänzungsbeschluss des Regierungspräsidiums Leipzig. Pressemitteilung Nr. 14 vom 29.06.2007.  
[http://www.leipzig-halle-airport.de/de/8\\_1/f2007\\_14.php](http://www.leipzig-halle-airport.de/de/8_1/f2007_14.php)
- Flughafen Leipzig/Halle GmbH (2007b): Feierliche Inbetriebnahme der neuen Start- und Landebahn Süd am Flughafen Leipzig/Halle. Pressemitteilung Nr. 16 vom 5.07.2007.  
[http://www.leipzig-halle-airport.de/de/8\\_1/f2007\\_16.php](http://www.leipzig-halle-airport.de/de/8_1/f2007_16.php)
- Flughafen Münster Osnabrück GmbH (2007): FMO-Startbahnverlängerung: Bundesverwaltungsgericht lässt Nichtzulassungsbeschwerde des Naturschutzbundes zu. Pressemitteilung Nr. 29 vom 4.06.2007.  
<http://www.fmo.de/index.php?menu1=9&nid=70&id=207>
- Initiative Luftverkehr für Deutschland (2006): Masterplan zur Entwicklung der Flughafeninfrastruktur. Frankfurt.
- Intraplan Consult GmbH (2006): Luftverkehrsprognose Deutschland 2020 als Grundlage für den „Masterplan zur Entwicklung der Flughafeninfrastruktur zur Stärkung des Luftverkehrsstandortes Deutschland im internationalen Wettbewerb“. München.

- LBM RLP [Landesbetrieb Mobilität des Landes Rheinland-Pfalz] (o.J.): B50 Ausbau FH Hahn – Simmern.  
[www.lbm.rlp.de](http://www.lbm.rlp.de)
- Mitteldeutsche Flughafen AG (2007): Newsletter „airmail“ Nr. 18 vom 3.07.2007.  
[http://www.mdf-ag.com/media/airmail/airmail0607\\_de.pdf](http://www.mdf-ag.com/media/airmail/airmail0607_de.pdf)
- MSWV Brandenburg [Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg] (2004): Planfeststellungsbeschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld vom 13. August 2004.  
[http://www.mir.brandenburg.de/cms/detail.php?id=172532&\\_siteid=45](http://www.mir.brandenburg.de/cms/detail.php?id=172532&_siteid=45)
- MVEL NRW [Ministerium für Verkehr, Energie und Landesplanung des Landes Nordrhein-Westfalen] (2005): Zwischenbericht über die Umsetzung der NRW-Luftverkehrskonzeption 2010. Sachstand: Februar 2005.  
[http://www.mvel.nrw.de/cipp/mvel/lib/all/lob/return\\_download.ticket.g\\_u\\_e\\_s\\_t/bid,11095/check\\_table.it\\_chap\\_downl\\_embed/~ZwischenberichLVK.pdf](http://www.mvel.nrw.de/cipp/mvel/lib/all/lob/return_download.ticket.g_u_e_s_t/bid,11095/check_table.it_chap_downl_embed/~ZwischenberichLVK.pdf)
- MWVLW RLP [Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz] (2007): Hering und Güttler: Durchbruch für die Bahn zum Hahn / Planungsvereinbarung mit DB Netz unterzeichnet. Pressemitteilung vom 5.07.2007.  
<http://www.mwvlw.rlp.de>
- Regierungspräsidium Karlsruhe (2005): Planfeststellungsbeschluss Ausbau des Flughafens Karlsruhe/Baden-Baden – Baden-Airpark GmbH.  
<http://www.badenairpark.de/pdfs/planfeststellungsbeschluss.pdf>
- Statistisches Bundesamt: Fachserie 8, Reihe 6.1 und 6.2. (verschiedene Jahrgänge)
- Verband Region Stuttgart (2006): Teilraumuntersuchung Filder.  
<http://www.region-stuttgart.org/vrs/main.jsp?navid=410>

## 6 Zusammenfassung und Fazit

### 1. Schwierige Begrifflichkeit

Die in der Berichterstattung und in Analysen über den Luftverkehr verwendeten Begriffe und deren Abgrenzungen sind keineswegs sehr übersichtlich; vielmehr werden ähnliche Sachverhalte mit ähnlich klingenden Bezeichnungen belegt und können – zumal in verkürzter Darstellung – leicht fehlinterpretiert werden; die nachfolgenden Hinweise beanspruchen keineswegs Vollständigkeit.

Dies betrifft bereits die **Abgrenzung des Luftverkehrs**:

Die Deutsche Flugsicherung erfasst alle Flüge im deutschen Luftraum einschließlich militärischer Flüge und reiner Überflüge des Bundesgebiets, jedoch nur, soweit sie nach Instrumentenflugregeln (IFR) abgewickelt werden; Flüge nach Sichtflugregeln (visual flight rules, VFR) werden dabei nicht erfasst. Die amtliche Luftverkehrsstatistik erfasst dagegen das zivile Luftverkehrsgeschehen, soweit es in einem Zusammenhang mit ausgewiesenen Fluggeländen (Flugplätze, Segelfluggelände, Hubschrauberlandeplätze etc.) steht, unter Einschluss von VFR-Flügen, aber Ausschluss reiner Überflüge über das Bundesgebiet. Auch die darunter liegenden Einteilungen in gewerblichen und nicht gewerblichen Verkehr sowie in Verkehr im Zusammenhang mit ausgewählten und mit sonstigen Flugplätzen können Anlass für Missverständnisse sein.

Noch etwas unübersichtlicher wird es beim **Verkehrsaufkommen**:

Als lokales Verkehrsaufkommen auf den Flugplätzen werden die Passagiere üblicherweise sowohl beim Einstieg, als auch beim Ausstieg aus dem Flugzeug gezählt; Umsteiger stellen demnach zwei Passagiere dar, Transitpassagiere (die im Flugzeug sitzen bleiben) werden fallweise einfach oder auch gar nicht gezählt. Die tatsächlich fliegenden Personen werden daher in einer wenig übersichtlichen Weise mehrfach erfasst, oder – bei grenzüberschreitenden Flügen – auch nur einfach, da sie ja im Zählland Deutschland jeweils nur ein- oder aussteigen. Eine Beschränkung auf die einsteigenden Personen vermeidet zwar die systematische Doppelzählung (an beiden Enden des Fluges), nicht jedoch die Mehrfachzählung umsteigender Personen. Darüber hinaus besteht eine Flugreise in der Regel aus einem Hin- und einem Rückweg, die Zahl dieser Reisen ist folglich nur halb so groß wie die Zahl bei Einzelerfassung je Flugrichtung.

Die Missverständlichkeit setzt sich – zumindest für einen Nicht-Fachmann, der selbst-erklärende Begriffe erwartet – bei der Zählung der eigentlich fliegenden Einheiten, der Flugzeuge, fort: Dort werden mit „Flugbewegungen“ nicht die tatsächlichen Flüge erfasst, sondern die Summe aus Starts und Landungen.

Auch zu den **Verkehrsleistungen** werden verschiedene Abgrenzungen verwendet:

In der Verkehrsstatistik werden die Verkehrsleistungen (= die mit den jeweils zurückgelegten Entfernungen multiplizierten Aufkommenszahlen) herkömmlicherweise territorial abgegrenzt, also soweit sie über deutschem Territorium realisiert werden. Nach dem Berührprinzip dagegen werden die kompletten Entfernungen jeden Fluges vom letzten (auch ausländischen) Start bis zur nächsten (auch ausländischen) Landung berücksichtigt. Der Abgrenzung nach den in der Energiebilanz berücksichtigten im Inland getankten Treibstoffmengen entspricht die Zählung der Verkehrsleistung des von deutschen Flugplätzen abgehenden Verkehrs auf ihrer vollen Fluglänge bis zur Landung, mag diese im In- oder Ausland stattfinden. In die nationalen Minderungsziele gemäß dem Kyoto-Protokoll wiederum sind nur die reinen Inlandsflüge (Start und Landung im Inland) einbezogen, alle grenzüberschreitenden Flüge sind nicht davon betroffen.

Es dürfte verständlich sein, dass eine missverständliche oder fehlerhafte Verwendung der unterschiedlichen Begriffsabgrenzungen zu schwerwiegenden Fehleinschätzungen führen kann: Je nach genauer Abgrenzung können die zugehörigen Zahlenwerte um ein Vielfaches unterschiedlich sein.

Neben den genannten zentralen Abgrenzungsdifferenzen gibt es noch eine Reihe weiterer, zumeist nicht so gravierender Zurechnungsvariationen.

## **2. Vielfach unangemessene Behandlung des Luftverkehrs**

Tatsächlich ist bis in die hochrangige fachliche Berichterstattung und Analytik die Verwendung fehlerhafter, untauglicher oder inkonsistenter Abgrenzungen zu beobachten.

### ***Verkehrsleistungsstatistik des DIW***

Aus guten Gründen sind die verkehrsstatistischen Leistungen des DIW seit Jahrzehnten allgemein anerkannt. Gerade deshalb allerdings erscheint es bemerkenswert, dass in der Verkehrsleistungsstatistik in inkonsistenter Weise allgemein nach dem Inländerprinzip abgegrenzt wird, beim Luftverkehr jedoch abweichend nach dem Inlandsprinzip: Während beim Autoverkehr die ausländischen Streckenanteile der Inländer berücksichtigt werden, werden die Flugleistungen der Inländer an den Grenzen abgeschnitten; dies ist die Ursache für einen seit Jahren zu niedrig berichteten Anteil des Luftverkehrs an der gesamten Verkehrsleistung, wie er übrigens landauf, landab unter Bezug auf diese Quelle oder auch lediglich vom Hörensagen zitiert wird.

### ***Energiestatistik und –prognostik von EWI und Prognos***

Wie im Verkehrsbereich das DIW, so repräsentieren im Energiebereich – neben dem DIW – das EWI und Prognos seit Jahrzehnten höchste Kompetenz. Gerade deshalb erscheint es bemerkenswert, dass hinsichtlich des Luftverkehrs unter Verwendung

inkonsistenter Konzepte krude Ergebnisse und untaugliche Prognosen produziert werden: In sachwidriger Gegenüberstellung der nach dem Territorialprinzip abgegrenzten Verkehrsleistungen und der nach der Energiebilanz abgegrenzten Energieverbräuche werden zunächst etwa dreifach überhöhte spezifische Energieverbrauchswerte im Luftverkehr erzeugt und dann in einem nicht näher erläuterten Verfahren in unverständliche Prognosestellungen weiter verarbeitet.

Da kann es nur wenig trösten, dass auf europäischer Ebene die vielfach als Standard verwendeten „European Energy and Transport Trends to 2030“ von Mantzos und Capros noch abenteuerlichere Daten bereitstellen.

### ***CO<sub>2</sub>-Statistik des Umweltbundesamtes***

Die in aller Regel unanzweifelbare Umweltkompetenz des Umweltbundesamtes ist allgemein anerkannt. Gerade deswegen muss es sehr verwundern, dass vom Umweltbundesamt in der nationalen Berichterstattung Deutschlands an das UN-Klimasekretariat gemäß dem Kyoto-Protokoll unter Verwendung eines alten Faustwertes 20 Prozent des Energieverbrauchs im Luftverkehr – und damit von dessen CO<sub>2</sub>-Emissionen – dem Inlandsverkehr zugerechnet werden, der nur etwa 5 Prozent der Verkehrsleistung im abgehenden Luftverkehr ausmacht.

Dass darüber hinaus die nationale Zurechnung des Luftverkehrs völlig unangemessen auf den Inlandsverkehr (Start und Landung im Inland) und praktisch auf die reinen CO<sub>2</sub>-Emissionen unter Vernachlässigung der CO<sub>2</sub>-Äquivalente der übrigen klimarelevanten Emissionen beschränkt bleibt, führt zwangsläufig zu einem völlig schiefen Bild und einer massiven Unterschätzung der tatsächlich vom Luftverkehr ausgehenden Belastungen; dies ist jedoch selbstverständlich nicht dem Umweltbundesamt anzulasten, das lediglich die diesbezüglichen Bilanzierungsvorschriften aus dem Kyoto-Protokoll in der Berichterstattung an das UN-Klimasekretariat umsetzt. Ungeachtet der Frage nach den jeweils Verantwortlichen bleibt allerdings die fatale Wirkung der Fehlleistung bestehen.

### ***Luftverkehrsprognostik von Intraplan und „Initiative Luftverkehr für Deutschland“***

Der hohe Rang des Fachgutachters Intraplan ist vielfach anerkannt, und die „Initiative Luftverkehr für Deutschland“ vertritt immerhin den Anspruch, dass ihre Masterpläne zum Luftverkehr Grundlage sind für die Flughafenkonzepte der Bundesregierung. Gerade deswegen muss sehr verwundern, was in deren Prognosen nicht steht, nämlich Aussagen zur Verkehrsleistung im Luftverkehr. Zwar ist Intraplan von Vorhalten weitgehend freizustellen, soweit sie ihr Gutachten für die „Initiative Luftverkehr für Deutschland“ auftragsgemäß von Aussagen zu Luftverkehrsleistungen frei gehalten haben. Befremdlich allerdings ist das Vorhaben der „Initiative Luftverkehr für Deutschland“, einen „Masterplan zur Entwicklung der Flughafenstruktur“ unter Agnosie der da-

mit zusammenhängenden Luftverkehrsleistungen zur Grundlage eines Regierungskonzepts machen zu wollen.

Die kritische Masse an Verwirrung entsteht allerdings erst durch das Zusammenwirken der einzelnen fehlerhaften, untauglichen und lückenhaften Darstellungen, die vorstehend ja nicht vollständig zusammengetragen sind – eine systematische Aufhellung muss in der Regel schon wegen des hierfür erforderlichen Aufwands unterbleiben, sofern nicht ohnehin eine Hinterfragung der hier herangezogenen hochrangigen Quellen als fachlich nicht möglich oder zumindest in der Praxis wenig tunlich erscheint. Hier allerdings kann ein maßgebliches kritische Element bestimmt werden:

Die von Intraplan skizzierte Luftverkehrsentwicklung kann in ihrer generellen Orientierung (ohne auf die vergleichsweise weniger bedeutenden Unterschiede zwischen deren zwei Zukunftsszenarien einzugehen) zweifellos als mit der in Luftverkehrskreisen allgemeinen Erwartung übereinstimmend eingeordnet werden. Durch die fehlende Ausweisung von zugehörigen Verkehrsleistungszahlen (im Masterplan werden kurioserweise an einer Stelle Verkehrsaufkommenszahlen als Verkehrsleistung mitgeteilt, ein Fehler etwa der Art, kW und kWh zu verwechseln) fehlt die Basis, über seriös abgeleitete spezifische Verbrauchsgrößen die zugehörigen Energieverbräuche abzuleiten. Aufgrund des missing link sind EWI/Prognos frei, hierzu nach ihrem gewohnten untauglichen Verfahren Zahlen zu produzieren, die in der Szene der Energiefachleute wenig Aufsehen erregen; dass sie bei Luftverkehrsfachleuten nur Kopfschütteln auslösen könnten, wird nicht akut, weil dort die Verkehrsleistungen entweder überhaupt nicht, gegebenenfalls jedoch nicht an den Landesgrenzen abgeschnitten in Erscheinung treten. Die Inkonsistenz der beiden Prognosen bleibt auf diese Weise unaufgedeckt, was den – kurzfristigen – Vorteil bietet, dass jede Seite eine für die jeweilige Bezugsarena positive Botschaft vortragen kann, was zumindest für eine, möglicherweise für beide Seiten nicht möglich wäre, wenn Widerspruchsfreiheit eingefordert wird.

### **3. Entwicklungen im Luftverkehr und deren Verträglichkeit**

Der Luftverkehr zeigt seit den 1960er Jahren eine sehr dynamische Entwicklung, die nach gegenwärtiger Einschätzung auch noch anhalten wird; die damit verbundenen heute schon nennenswerten und weiter steigenden Belastungen können künftig immer schwerer in insgesamt nachhaltige Entwicklungen eingebunden werden.

Starke Ausweitungen kennzeichnen die ***bisherige Entwicklung des Luftverkehrs***.

Seit 1990/91 liegen Daten für das vereinigte Deutschland vor und reichen so weit, dass auch für 2007 robuste Abschätzungen gebildet werden können. Demnach hat die Personenverkehrsleistung mit den in Deutschland startenden Flugzeugen von 70,7 Mrd. Personenkilometer (1991) auf voraussichtlich rd. 187,9 Mrd. Pkm (2007) zugenommen.

Der damit verbundene Energieverbrauch ist aufgrund von Effizienzgewinnen zwar relativ etwas geringer angestiegen, hat sich jedoch von 192 PJ (1991) auf voraussichtlich rd. 377 PJ (2007) annähernd verdoppelt.

Mit dem Energieverbrauch sind auch die Klimalasten durch den Luftverkehr angestiegen. Abweichend von den Klimabilanzen gemäß den Reduktionsverpflichtungen aus dem Kyoto-Protokoll ist dabei nicht nur der im Energieverbrauch nachrangige Inlandsverkehr, sondern zumindest der Verkehr in der energiebilanziellen Abgrenzung zu berücksichtigen; ebenfalls abweichend sind nicht nur die CO<sub>2</sub>-Emissionen, sondern auch die klimawirksamen Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen einzubeziehen, durch die die CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen auf das 2- bis 4-Fache (plausibelster Wert: das 2,7-Fache, jeweils unter Zugrundelegung des RFI) der CO<sub>2</sub>-Emissionen allein angehoben werden. Die dadurch auf ein Vielfaches der nicht aussagekräftigen engen Abgrenzungen erhöhten Klimalasten des Luftverkehrs liegen 2007 in einer Bandbreite von voraussichtlich rd. 55 – 110 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten und haben damit möglicherweise jene des PKW-Verkehrs bereits erreicht oder überschritten.

Trotz der starken Ausweitung des Luftverkehrs ist jedoch die Luftreiseintensität der inländischen Bevölkerung weiterhin sehr gering: Pro Kopf und Jahr entfallen 2007 im Durchschnitt voraussichtlich rd. 0,55 Reisen (hin und retour). Dies macht plausibel, dass auch künftig noch deutlich mehr Luftverkehr nachgefragt werden kann.

In der **künftigen Entwicklung** werden erhebliche Luftverkehrsausweitungen erwartet.

Boeing und Airbus erwarten in ihren regelmäßigen 20-Jahres-Prognosen seit Jahren mit geringen Schwankungen Zuwachsraten von etwa 5 Prozent pro Jahr für den Weltluftverkehr (Verkehrsleistung Passagierverkehr). In Europa erwartet man – nach dem überproportionalen Zuwachs der letzten Jahrzehnte – für die künftige Entwicklung ein Wachstum etwa in gleichem Maß. Für Deutschland scheint die Luftverkehrsprognose 2020 von Intraplan – die nur Passagierzahlen angibt und keine Verkehrsleistungen – von vergleichbaren Wachstumserwartungen auszugehen.

Eine dementsprechend angestellte Modellrechnung bis 2030 führt zu einer weiteren Erhöhung der Verkehrsleistung mit den in Deutschland startenden Flugzeugen auf rd. 578 Mrd. Pkm. Damit einher geht eine weitere deutliche Erhöhung des Energieverbrauchs im Luftverkehr; trotz Annahme doppelt so hoher jährlicher Effizienzgewinne wie im letzten Jahrzehnt sind dann 2030 Verbräuche von rd. 833 PJ zu erwarten, gut doppelt so viel wie heute.

Mit den steigenden Energieverbräuchen sind steigende Klimabelastungen verbunden, im Jahr 2030 – entsprechend der gegebenen Bewertungsbandbreite – zwischen rd. 122 und 244 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (plausibler Zentralwert: rd. 165 Mio. t). Damit dürfte der Luftverkehr die aus dem Verkehr rührenden Klimalasten im Jahr 2030 dominieren und auch im absoluten Ausmaß einen sehr gewichtigen Beitrag zur gesamten Deutschland zuzurechnenden Klimalast darstellen.

Die mit dieser Ausweitung des Luftverkehr verbundene Erhöhung der Luftreiseintensität der inländischen Bevölkerung ist zwar relativ hoch. Trotz einer Verdoppelung auf etwa 1,1 – 1,2 Flugreisen (hin und zurück) pro Kopf und Jahr ist die Luftreiseintensität jedoch auch in diesem Fall gering und legt nahe, weitere Nachfrageerhöhungen für möglich oder wahrscheinlich zu halten.

Diese **Trendentwicklung ist zunehmend nicht mehr nachhaltig** einzubinden.

Hinsichtlich der mit dem Luftverkehr verbundenen Belastungen sind zwei verschiedene kritische Pfade deutlich zu unterscheiden:

Einerseits kann die örtliche Belastung, insbesondere die mit Lärm, kritische Grenzen überschreiten. Diese Belastung ist in erster Näherung stark durch die Anzahl der Starts und Landungen bestimmt (dabei selbstverständlich auch durch den jeweils eingesetzten Flugzeugtyp); dabei spielen auch die in großen Anteilen durchgeführten innerdeutschen Flüge und die grenzüberschreitenden Kurzstreckenflüge eine beachtliche Rolle.

Andererseits stellt die mit dem Luftverkehr verbundene Klimabelastung eine kritische Größe dar. Diese Belastung ist in erster Näherung stark durch die Verkehrsleistungen im Luftverkehr bestimmt (dabei selbstverständlich auch durch die Effizienz der eingesetzten Flugzeuge); dabei spielen die innerdeutschen Flüge und die grenzüberschreitenden Kurzstreckenflüge eine zunehmend unbeachtlichere Rolle.

In der trendgemäßen Entwicklung ist für die Inlandsflüge ein weiterer Zuwachs, jedoch in deutlich geringerem Umfang als bei grenzüberschreitenden Flügen zu erwarten. Der gegenwärtig (2007) mit rd. einem Drittel (33,7 Prozent) ganz erhebliche Anteil an allen Starts sinkt daher bis 2030 deutlich ab, bleibt aber auch dann noch mit einem Anteil von 27,5 Prozent relevant. Bei der Zahl der Einsteiger sind die Inlandsverkehre bereits weniger bedeutend als bei der Zahl der Starts; auch dort sinkt der Anteil von gut einem Viertel jetzt (2007: 25,8 Prozent) auf gut ein Fünftel (20,7 Prozent) im Jahr 2030. Bei der Verkehrsleistung im abgehenden Verkehr ist schon jetzt der Anteil der Inlandsflüge mit 5,6 Prozent gering, er sinkt bis 2030 weiter ab auf 3,6 Prozent, – eine relativ schon fast vernachlässigbare Größe, etwa im Umfang der jährlich zu erwartenden Erhöhung der Klimalasten aus dem Luftverkehr.

Zur Abschätzung unterschiedlicher Entwicklungsoptionen für den Luftverkehr wurden langfristige Szenarien bis 2050 gebildet. Dabei bestätigte sich, dass es als praktisch aussichtslos einzuschätzen ist, eine trendgemäße Ausweitung des Luftverkehrs klimaverträglich einzubinden. Ein – aus Sicht der örtlichen Belastung wünschenswertes – Einfrieren der Starts und Landungen auf den Stand von 2007 bei einer stärkeren Konzentration auf den höherwertigen Luftverkehr, für den Bodenverbindungen nicht annähernd vergleichbar bereitgestellt werden können, würde die langfristig zu erwartenden Klimalasten des Luftverkehrs gegenüber der Trendfortsetzung zwar sehr deutlich senken; selbst in diesem Fall muss aber als fraglich gelten, ob die luftverkehrsseitigen Klimalasten eine langfristig verträgliche Entwicklung zulassen.

#### 4. Empfehlungen

Entsprechend dem Charakter der vorliegenden Darstellung sind die abzuleitenden Empfehlungen insbesondere methodischer Art. Entsprechend den kritischen Belastungsgrößen erscheinen dabei insbesondere Anregungen hinsichtlich des Bereiches Luftverkehr und Klimaschutz und hinsichtlich der Entlastung hoch belasteter Standorte angezeigt.

Eine **vollständige Einbeziehung des Luftverkehrs in die nationale Klimaschutzstrategie** erscheint unverzichtbar und im Grundsatz auch nicht strittig.

Auch bei Abgabe von Teilverantwortlichkeiten im Bereich Luftverkehr an die Länder einerseits und an die Europäische Union andererseits kann die Gesamtverantwortlichkeit für eine klimaverträgliche Entwicklung Deutschlands von den politischen Zentralinstanzen in Deutschland nicht aufgegeben werden.

Auf der Sachebene bedeutet die Wahrnehmung dieser Verantwortlichkeit zunächst eine zureichende definitorische Abgrenzung; konkret die Zurechnung des Luftverkehrs zumindest in dem Umfang der inländisch abgegebenen Treibstoffe als ursächliche Vorläufersubstanzen für die klimarelevanten Emissionen, sowie eine Berücksichtigung aller relevanter daraus entstehender klimarelevanter Emissionen.

Eine – weitgehende – Beschränkung auf Kohlendioxid kann diesem Anspruch nicht genügen. Bis zum Vorliegen verbesserter Metriken kann unter robuster Berücksichtigung der gegebenen Unsicherheiten wohl nur auf der Grundlage des breiten fachlichen Konsenses im Rahmen des IPCC angemessen verfahren werden.

Im Planungsbereich erscheint die Entwicklung einer konsistenten Prognostik unabdingbar, die freilich nicht die Tatsache verdecken darf, dass die weitere Entwicklung des Luftverkehrs ihrerseits das Ergebnis politischer und gesellschaftlicher Handlungen darstellt und damit für Gestaltung offen ist.

Unvollständige und widersprüchliche Grundlagen können eben so wenig als sichere Basis dienen wie die Artikulation partikularer Interessen, die nicht auf Verträglichkeit mit dem gesellschaftlichen Gesamtinteresse geprüft sind.

**Entlastungspotenziale an den Flughäfen Frankfurt am Main und München** durch Effizienzsteigerung und Verlagerung von innerdeutschem Kurzstreckenverkehr können und sollen genutzt werden.

Frankfurt am Main und München stellen im Vergleich zu den anderen Luftverkehrsanlagen herausragende Standorte dar, mit dementsprechend auch hohen örtlichen Belastungen. Neben den an anderen deutschen Flughäfen kaum anzutreffenden interkontinentalen und Hub-Verkehren sind diese Standorte aber auch in nennenswertem Umfang durch Luftverkehre mit wenig besetzten Flugzeugen oder zu Zielen in geringe-

rer Entfernung belastet. Zu einer erheblichen Reduktion dieser Belastungen könnte daher beitragen, wenn sich die Flughäfen in Frankfurt und München aufgrund einer entsprechende Widmung auf höherwertige, effizient abzuwickelnde Verkehre beschränken. Für die Flughäfen Frankfurt und München konnten mit diese Überlegung auf über 40.000 – das entspricht ... % aller Flüge in Frankfurt - bzw. auf 60.000 – das entspricht .. % aller Flüge in München – verzichtet und dadurch ausreichend Kapazitäten für die Verkehrsabwicklung ohne den Bau zusätzlicher Landebahnen bzw. Start- und Landebahnen mobilisiert werden.

Dazu kann beispielsweise ins Auge gefasst werden:

- a) auf eine ganze Reihe von Relationen mit sehr geringen Frequenzen von deutlich weniger als einer täglichen Verbindung bei zugleich sehr geringer Ein- bzw. Aussteigerzahl je Start bzw. Landung zu verzichten;
- b) Flüge mit einem guten Parallelangebot der Bahn von ca. 4 Stunden auf die Schiene zu verlagern, wobei diese Fluggäste durch das heutige Bahnangebot bei dann besserer Auslastung aufgenommen werden können;
- c) die Maximalfrequenz pro innerdeutscher Relation auf 10 Verbindungen pro Tag zu reduzieren und diese ggf. mit größerem Fluggerät zu bedienen;
- d) Ausdünnung des innerdeutschen Luftverkehrsangebots auf Relationen mit schwachen Passagierzahlen, um eine durchschnittliche Zahl von 80 Ein- bzw. Aussteigern zu erreichen.

Ungeachtet der gleichzeitig zu verfolgenden Klimaschutzziele können durch derartige Maßnahmen auch ohne luftseitige Kapazitätserweiterungen, d.h. zusätzliche Start-/Landebahnen die erforderlichen Kapazitäten für Ausweitungen des hochwertigen Hub- und Interkontinentalverkehrs bereitgestellt werden.

Eine deutliche ***Intensivierung des offenen, auch ergebnisoffenen gesellschaftlichen Diskurses über den Luftverkehr*** erscheint hoch angezeigt, da das mit dem Luftverkehr verbundene Konfliktpotenzial bereits jetzt erheblich ist und eine weitere Verstärkung erwartet werden muss.

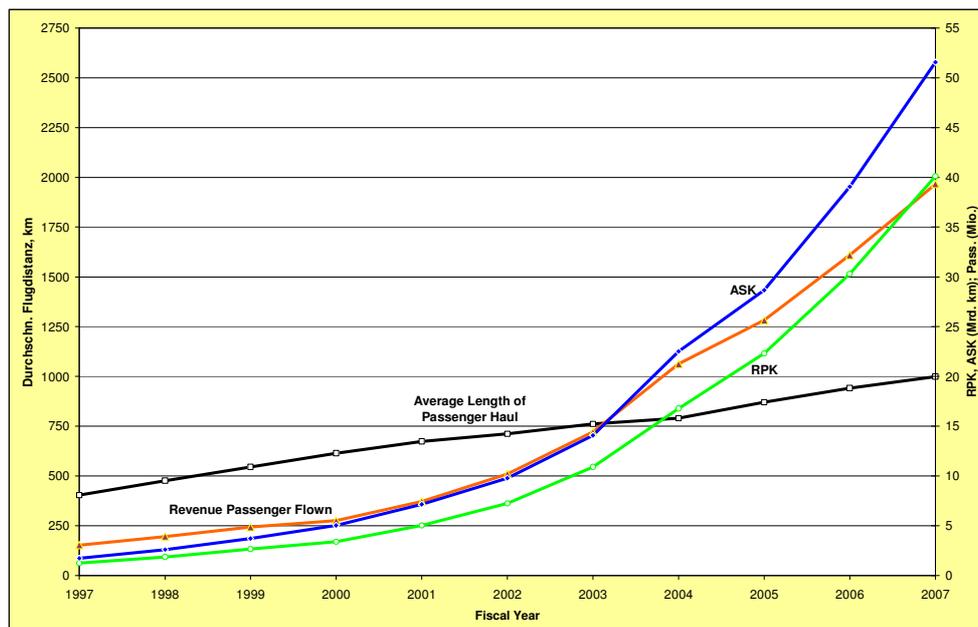
## 7 Anlagen

### 7.1 A1 Entwicklung der Low-Cost-Carrier am Beispiel Ryanair

Als ein besonderes Wachstumssegment haben sich in den letzten Jahren die sogenannten „Billigflieger“ (auch LCC für Low Cost Carrier oder No Frills Airlines, für „no frills“ = keine Kinkerlitzchen) herausgestellt. Deswegen wird hier die Entwicklung bei Ryanair, dem Marktführer im Billigflugsegment in Europa etwas genauer dargestellt.<sup>46</sup>

Tatsächlich lässt sich eine enorme Expansion des von Ryanair<sup>47</sup> durchgeführten Flugbetriebs beobachten, wie die *Abbildung 47* zeigt: Innerhalb eines etwa 10-jährigen Zeitraums sind die angebotenen Sitzplatzkilometer (ASK, available seat kilometres) von rd. 1,7 Mrd. auf gut 55 Mrd. gestiegen; relativ noch leicht stärker konnten die verkauften Platzkilometer (RPK, revenue passenger kilometres) von etwa 1,2 Mrd. auf über 42 Mrd. angehoben werden.

Abbildung 47: Ryanair: Entfernungsgrößen



Quelle Ryanair, eigene Berechnungen

<sup>46</sup> Für eine breitere Betrachtung des Segments vgl. Hahn: Billigflieger, Masterarbeit an der Fernuniv. Hagen, Download über [www.wupperinst.org](http://www.wupperinst.org), für aktuelle Daten vgl. den „Low Cost Monitor“ von DLR und ADV

<sup>47</sup> Grundlage sind die Quartals- und Jahresberichte von Ryanair und die zugehörigen Präsentationen, sowie die ausführlichen Jahresberichte von Ryanair an die amerikanische Börsenaufsicht SEC („FORM-20“), zugänglich über [www.ryanair.com/site/DE/about.php?page=Invest&sec=present](http://www.ryanair.com/site/DE/about.php?page=Invest&sec=present)

Die Anzahl der tatsächlich transportierten Fluggäste erhöhte sich in diesem Zeitraum von 3 Mio. auf nahe 40 Mio., die zumeist mitgeteilte Anzahl der Zahlpassagiere noch stärker auf rd. 42 Mio. Auch die durchschnittliche Beförderungsweite verdoppelte sich von rd. 500 km auf mittlerweile leicht über 1.000 km.

Grundlage dieses Wachstums ist das spezifische Geschäftsmodell des Billigflugverkehrs, das zusammenfassend charakterisiert werden könnte durch die Faktoren:

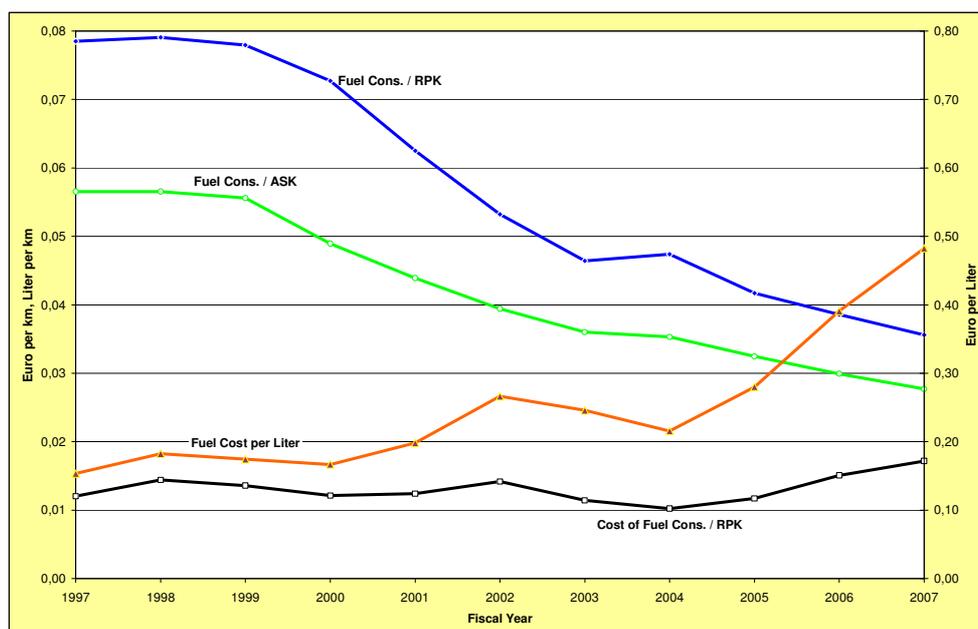
- Hohe Auslastung der Flugzeuge durch mehr oder weniger beliebig niedrige Ticketpreise für Plätze im Flugzeug, die ansonsten leer bleiben würden. Ausgehend von der simplen Beobachtung, dass nichts so schlecht verkäuflich ist wie ein leerer Sitz in einem Flugzeug, das bereits abgehoben hat, und dass die Marginalkosten der reinen Beförderung eines zusätzlichen Passagiers auf diesem Platz weitgehend vernachlässigbar sind, werden solche Plätze zu unterschiedlichen Niedrig- und Niedrigstpreisen vermarktet. Wenig verwunderlich, trifft ein solches Vorgehen auf großes Wohlwollen und auch praktischen Zuspruch seitens des Publikums, dessen Bereitschaft auch gesteigert wird, fallweise eine Flugreise auch zu etwas höheren Ticketpreisen bei der so kundenfreundlichen Fluglinie zu buchen. Unter dem Gesichtspunkt der Umweltbelastungen erscheint die Wirkung zunächst ambivalent: Selbstverständlich sind einerseits viele der so – für die Fluggäste – günstig vermarkteten Flüge zusätzliche Flüge, die ohne ein so erfreuliches Angebot nicht durchgeführt würden; sie stellen damit eine zusätzliche Belastung dar. Andererseits gibt es kaum eine wirksamere Maßnahme, die Effizienz des Fliegens zu steigern, als die Auslastung der Flugzeuge zu erhöhen – und Effizienzsteigerung erscheint vielen ja als der Königsweg zur Umweltentlastung.
- Ein zweites Element ist die einfache, transparente Schnittstelle zum (potentiellen) Kunden: Angeboten werden ausschließlich Direktflüge, das aktuelle Angebot ist ständig komplett über das Internet einsehbar und unmittelbar zur Buchung verfügbar. Damit wird der Transaktionsaufwand für den Kunden (die Kundin) minimiert und die Kontaktaufnahme zur unterhaltsamen Nebentätigkeit heruntergespielt. Zweifellos ist das weniger geeignet für jene Teile des Publikums, die es vorziehen, in eher betulicher Weise ein Reisebüro aufzusuchen, sich in einer so schwierigen und beachtlichen Sache wie einer Flugreise persönlich beraten zu lassen, sich dann mit möglichst umfangreichen schriftlichen Unterlagen zur weiteren Beratung ins häusliche Umfeld zurückzuziehen und dann gegebenenfalls zum Vertragsabschluss nochmals zum Reisebüro zu begeben. Zumal in weiterer zeitlicher Perspektive erscheint allerdings die von den Billigfliegern gewählte Variante nicht unsmart. Insbesondere aber unterstützt sie das zentrale Element des Geschäftsmodells:
- Minimierung der Erstellungskosten der Luftverkehrsleistung. Dies wird durch eine Reihe von Maßnahmen möglichst vollständig betrieben und im Zeitverlauf verfeinert; dazu gehören insbesondere:
  - o Flugzeugbeschaffung: Beschafft wird modernes, effizientes, eher großes in Einheitsklasse bestuhltes Gerät in eher großen Tranchen. Dabei können in

der Anschaffung – einschließlich der weiteren herstellerseitigen Dienste - günstige Preise erzielt werden; die operationale Führung der Flotte ist wegen der praktisch beliebigen Austauschbarkeit stark vereinfacht und kostengünstig; die Kosten pro Sitz liegen vergleichsweise niedrig; die Betriebskosten – insbesondere auch für Treibstoff – können wegen der Modernität und Effizienz der Flotte minimiert werden.

- Flugzeugbetrieb: Gestützt auch durch die Interkommunalität der Flugzeuge können optimierte Umlaufpläne für die Flugzeuge gestaltet werden; bei zudem minimierten Wendezeiten an den Flugplätzen kann der Anteil der (produktiven) reinen Flugzeit maximiert werden.
- Betriebskosten je Passagier: Minimierung durch hohe Flugzeugauslastung (vgl. oben), sowie insbesondere durch weitgehende Rückführung der Ticketpreise auf die reinen Flugkosten; bei herkömmlichen Fluggesellschaften enthaltene Zusatzleistungen werden möglichst nicht als Teil der Flugkosten betrachtet, sondern als Zusatzleistungen angeboten und generieren zusätzliche Einnahmen; dazu gehört neben der Bordverpflegung bei Ryanair neuerdings auch die – über das Handgepäck hinausgehende – Beförderung von Reisegepäck. Minimierung des Personaleinsatzes insbesondere auch bei der Bodenabfertigung.
- Overheads und Vermarktung: Möglichst extrem sparsame Personalausstattung auch in diesem Bereich durch effiziente Strukturen; u.a., wie oben dargestellt, Verkauf über Internet und erheblicher Anteil der Werbung über das Produkt selbst und kostenfreie PR.

Aus Umweltsicht ist dabei vor allem die Wirkung auf die Energieverbräuche von Belang. Dazu werden Kenndaten in der nachfolgenden *Abbildung 48* vorgestellt:

Durch den Übergang auf größeres und verbrauchsgünstigeres Fluggerät (Boeing 373-NG, neuerdings mit tipped winglets ausgestattet, anstelle von Boeing 373-200) und Erhöhung der mittleren Flugdistanzen konnten die Verbrauchswerte pro angebotenen Sitzplatz-km deutlich von rd. 0,057 l (also 5,7 l/100 ASK) auf knapp 0,03 l (also 3 l/100 ASK) reduziert werden; die Verbrauchswerte pro Reisenden-km liegen naturgemäß höher, konnten jedoch durch Auslastungserhöhungen noch etwas stärker gesenkt werden, von 0,0785 l (also 7,85 l/100 RPK) im Jahr 1998 auf 0,0386 l (also 3,86 l/100 RPK) im Jahr 2006. Damit liegt Ryanair im Vergleich zu anderen Fluggesellschaften sehr günstig; Lufthansa etwa, ebenfalls paradigmatisch für eine sehr gut geführte Fluggesellschaft mit modernem Fluggerät und hoher Effizienz, die dem traditionellen Konzept der großen Liniengesellschaft (vormals als „flag-carrier“, nach der allgemeinen Privatisierungswelle eher als „net-carrier“ bezeichnet) folgt, weist einen gut 10 Prozent höheren spezifischen Treibstoffverbrauch je Passagier-km auf (vgl. LUFTHANSAa).

**Abbildung 48: Ryanair: Energiegrößen**

Quelle Ryanair, eigene Berechnungen

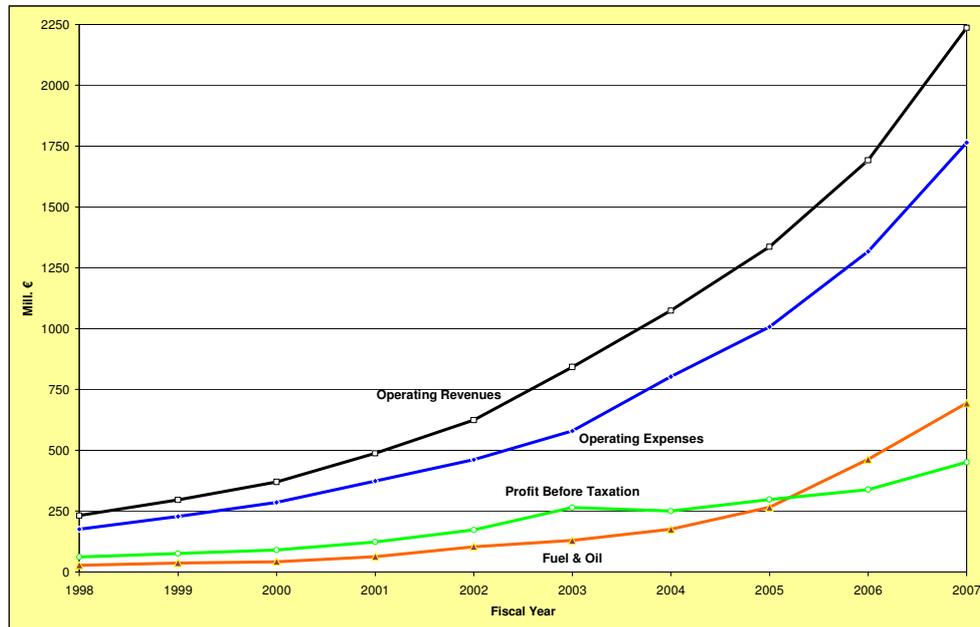
Natürlich ist bei alledem der Treibstoffverbrauch nicht gesunken, sondern massiv gestiegen: von rd. 97 Mio. l (1997) auf rd. 1.168 Mio. l (2006), innerhalb von neun Jahren also auf das Zwölfwache. Aufgrund der Effizienzsteigerungen konnte Ryanair jedoch die Verdoppelung der Treibstoffkosten auf (im Vergleich zu den steuerlich anders behandelten Bodenkraftstoffen noch immer günstige) 0,39 €/l weitgehend kompensieren; pro Passagier-km belaufen sich die Treibstoffkosten im Jahr 2006 auf etwa 1,51 €-ct. gegenüber 1,20 €-ct. (1996) bzw. 1,44 €-ct. (1997). Wie allgemein bekannt, liegen die landgestützten motorisierten Verkehrsmittel bei einem Mehrfachen dieses Betrages: Bei aktuellen Durchschnitts-PKW müssen bei einem Diesel-PKW mit einem Verbrauch von 6,8 l Diesel/100 Fahrzeug-km<sup>48</sup>, einem angesetzten Preis von 1,25 €/l Diesel und einem Fahrzeugbesetzungsgrad von 1,4 Personen rd. 6,1 €-ct./Personen-km angesetzt werden, bei einem Fahrzeug mit Ottomotor mit einem Verbrauch von 8,3 l Benzin/100 Fahrzeug-km<sup>49</sup>, einem angesetzten Preis von 1,40 €/l Benzin und einem Fahrzeugbesetzungsgrad von 1,4 Personen sogar 8,3 €-ct./Personen-km.

Insgesamt konnte Ryanair auf diese Weise den Geschäftsumfang drastisch erhöhen, für die Dekade 1998 – 2008 ist mehr als eine Verzehnfachung der Erlöse zu erwarten. Auch die Ausgaben sind dabei drastisch gestiegen. Wie die nachfolgende *Abbildung 49* zeigt, ist der Kostenanstieg in ganz erheblicher Weise durch den Anstieg der Treibstoffkosten bestimmt, jedoch auch die Gewinne vor Steuern sind deutlich angestiegen. Anders als bei vielen anderen Fluggesellschaften zu beobachten, hat dabei Ryanair in jedem Geschäftsjahr nennenswerte Gewinne verbuchen können.

<sup>48</sup> geschätzter Wert für 2005 nach DIW, Verkehr in Zahlen 2006/2007, S. 283

<sup>49</sup> wie vorige Fußnote

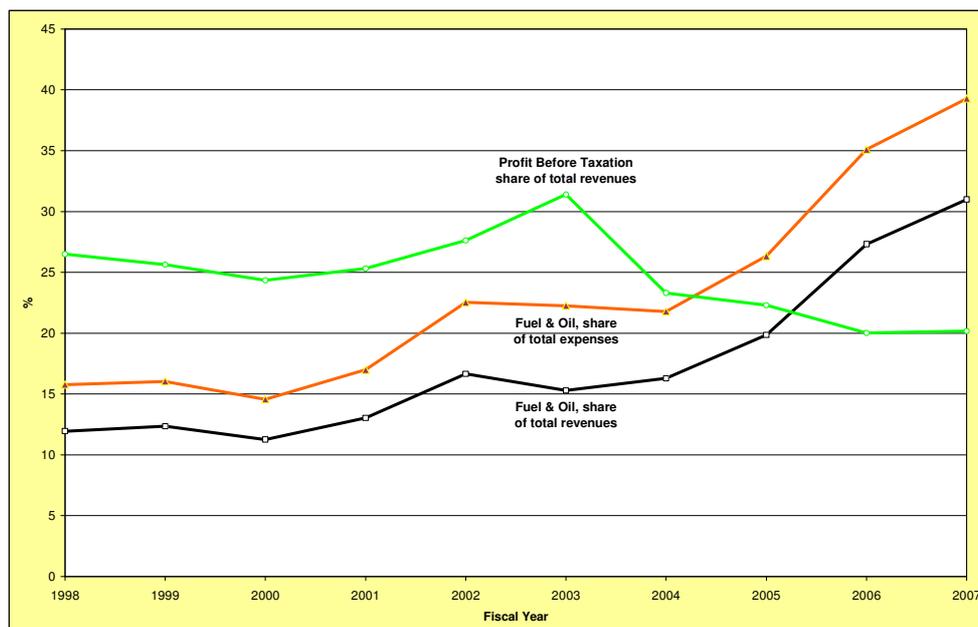
Abbildung 49: Ryanair: Finanzgrößen



Quelle Ryanair, eigene Berechnungen

Eine etwas genauere Betrachtung in der folgenden *Abbildung 50* belegt, dass der Treibstoffanteil an den Gesamtkosten massiv angestiegen ist und mittlerweile annähernd 40 Prozent der Kosten ausmacht. Zwar werden die spezifischen Kosten pro Liter im nun laufenden Geschäftsjahr aufgrund von Hedging (also entsprechenden Terminkontrakten) möglicherweise etwas sinken, auch wird allgemein angenommen, dass die aktuelle, seit einigen Jahren laufende Preiserhöhungswelle bei Öl- und Ölprodukten kaum in dem bisherigen Maß weiterlaufen dürfte. Gleichwohl kann man mittlerweile Ryanair – zumindest kostenseitig – schon fast als in der Hauptsache Kerosinverbrennungs-Unternehmen bezeichnen.

Bezogen auf die Gesamteinnahmen ist der Anteil der Ausgaben für Treibstoffe naturgemäß geringer, wenngleich mit über 30 Prozent noch immer sehr hoch. Beachtlich jedoch erscheint, dass auch der Gewinnanteil nach wie vor sehr hoch ist und selbst nach den starken Anstiegen bei den Treibstoffkosten vor Steuern bei etwa 20 Prozent der Einnahmen liegt. Dies erscheint umso bemerkenswerter, als es Ryanair (bisher) vermieden hat – anders als bei den anderen Fluggesellschaften üblich – Extraschläge zu den Ticketpreisen zur Abdeckung der erhöhten Treibstoffkosten zu erheben.

**Abbildung 50: Ryanair: Anteile von Treibstoffkosten und Gewinn vor Steuern**

Quelle Ryanair, eigene Berechnungen

Zwar ist klar, dass eine Billigfluggesellschaft wie Ryanair aufgrund des hohen Kostenanteils für Treibstoffe die Erhöhungen in diesem Bereich relativ stärker spürt als Fluggesellschaften mit anderen Geschäftsmodellen, bei denen die Treibstoffkosten einen geringeren Anteil ausmachen. Zugleich aber ist deren Betroffenheit pro Fluggast-km in absoluten Größen wegen der höheren spezifischen Verbrauchswerte höher, zugleich auch noch das Kompensationspotenzial über Gewinnverzicht wegen geringerer Gewinne pro Passagier-km niedriger.

Insgesamt muss daher davon ausgegangen werden, dass auch künftige Treibstoff-erhöhungen, soweit sie nicht wirklich drastischer Natur sind, von den Billigfluggesellschaften nicht schlechter weggesteckt werden können als von den übrigen Fluggesellschaften. Bei mäßigen Kostenerhöhungen für Treibstoff, auch im Rahmen der in der EU aktuell vorgesehenen Emissionshandelsregimes, kann eine nennenswerte Auswirkung auf die Entwicklung des Fluggeschehens jedenfalls nicht erwartet werden: Eine Erhöhung der spezifischen Treibstoffkosten (einschl. der darauf entfallenden Abgaben und Nebenkosten) um 60 Prozent ist sicherlich mehr, als in der nächsten Zeit erwartet werden kann; eine solche Erhöhung würde einen durchschnittlichen Flug bei Ryanair mit einer Länge von 1.000 km um etwa 10 € belasten. Dies ist zwar sehr viel im Vergleich zu den teilweise sehr niedrigen angebotenen aktuellen Ticketpreisen, aber kaum ein Betrag, der die Verwirklichung einer Flugreise aus Kostengründen scheitern lassen könnte.

Dementsprechend wird auch von Ryanair für die weitere Entwicklung von einem weiteren deutlichen Wachstum ausgegangen: Die Passagierzahlen sollen bis 2012 auf zumindest 82 Mio. steigen, auch die durchschnittliche Flugdistanz dürfte dem bisherigen Trend folgend systematisch nach oben weisen. Die Auslieferung der für den ent-

sprechend deutlichen Anstieg der Passagier-km benötigten zusätzlichen Flugzeuge ist in langjährigen Abmachungen mit dem Hersteller fixiert. Bei auch weiterhin in geringerem Umfang steigender Treibstoffeffizienz wird entsprechend der Energieverbrauch insgesamt weiterhin mit zweistelligen Expansionsraten steigen.

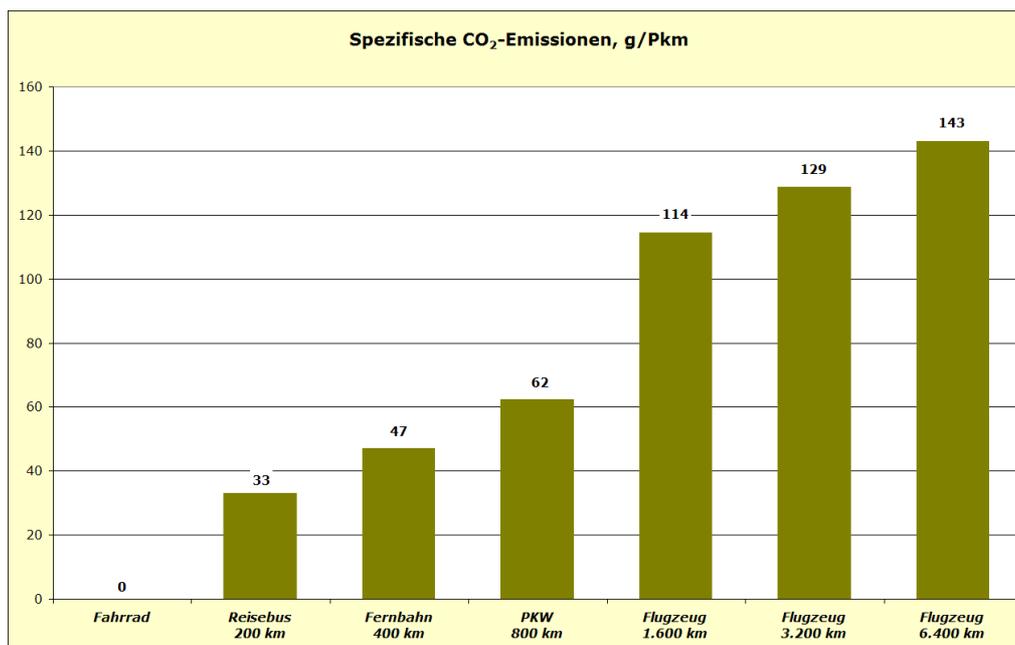
## 7.2 A2 Vergleich verschiedener Urlaubsreisen einer vierköpfigen Familie

Zur Veranschaulichung wird eine gemeinsame Urlaubsreise einer Familie von vier Personen herangezogen und deren Klimalasten abhängig von der Reiseweite und dem gewählten Verkehrsmittel betrachtet. Selbstverständlich kann es hierbei nur um ausgewählte Fälle und typische rechnerische Werte gehen. So wurden bei den Entfernungen Stufen gebildet, die jeweils eine Verdoppelung der Reiseweite bedeuten und von 100 bis 6.400 km reichen. Bei 100 km wurde als Verkehrsmittel das Fahrrad zugeordnet, bei 200 – 800 km Bus, Bahn und PKW, sowie ab 1.600 km das Flugzeug, wobei sich Verkehrsmittelwahl und Distanz wechselseitig stützen: Mit Bodenverkehrsmitteln würde man Reisen mit sehr großen Distanzen kaum unternehmen, bei Wahl eines Flugzeugs kann man kaum wirklich kurze Distanzen zurücklegen, ist dagegen auch gegenüber erheblichen Distanzunterschieden vergleichsweise gleichgültig.

Für die einzelnen Fahrzeuge wurden durchschnittliche Werte unterstellt, was zum Teil lediglich hypothetischer Natur ist: Den Durchschnitts-PKW, halb Benziner und halb Diesel gibt es natürlich nicht – das durchschnittliche Benzinauto ist im Verbrauch etwa 10 Prozent und in den Emissionen etwa 5 Prozent schlechter, das durchschnittliche Dieselauto im Verbrauch etwa 10 Prozent und in den Emissionen etwa 5 Prozent besser als der verwendete Rechenwert. Bei Bahn und Flugzeug wurden An- und Abreise zu den Bahnhöfen bzw. Flugplätzen vernachlässigt. Die tatsächlichen Werte konkreter Reise werden deshalb von den gezeigten Größen mehr oder weniger abweichen.

Bei den spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen je Personen-Kilometer (Pkm) ist das Ergebnis zunächst wenig spektakulär, vgl. *Abbildung 51*:

**Abbildung 51: Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen, g/Pkm**



Nicht ganz unerwartet schneiden die motorisierten Bodenverkehrsmittel deutlich, aber noch überschaubar besser ab als die Flugzeuge, während das als Merkposten mitgeführte Fahrrad den Vergleichswert ohne Emissionen abgibt. Bei den Bodenfahrzeugen ergeben sich die günstigsten Werte beim Reisebus; er bietet allerdings nach allgemeinem Verständnis auch eine geringere Reisequalität als Bahn oder Auto und wird nachfolgend bei einer Reisedistanz von 200 km zugrunde gelegt. Auch die Fernbahn liefert vergleichsweise niedrige Emissionen; sie wird nachfolgend bei einer Reiseentfernung von 400 km, also einer nicht untypischen innerdeutschen Urlaubsdistanz, herangezogen.

Das Automobil zeigt wiederum nur mäßig ungünstigere Emissionswerte, was allerdings an der guten Fahrzeugauslastung im Falle der gemeinsamen Urlaubsreise von vier Personen liegt: Ist man lediglich paarweise mit einem Auto unterwegs, verdoppeln sich verständlicherweise die Emissionen je Pkm annähernd, und als Alleinreisender verursacht man spezifisch die nahezu vierfachen Emissionen. Während man zu viert bei Verwendung eines besonders verbrauchsarmen PKW die Bahn durchaus schlagen kann, ist man in den – viel häufigeren – Fällen einer Reise allein oder zu zweit deutlich schlechter als per Bahn, je Pkm gegebenenfalls nicht besser oder sogar deutlich schlechter als mit dem Flugzeug. In den nachfolgenden Rechnungen wurde der PKW bei einer Reiseentfernung von 800 km zugrundegelegt, einer typischen Entfernung für PKW-gestützte Urlaubsreisen ins europäische Ausland.

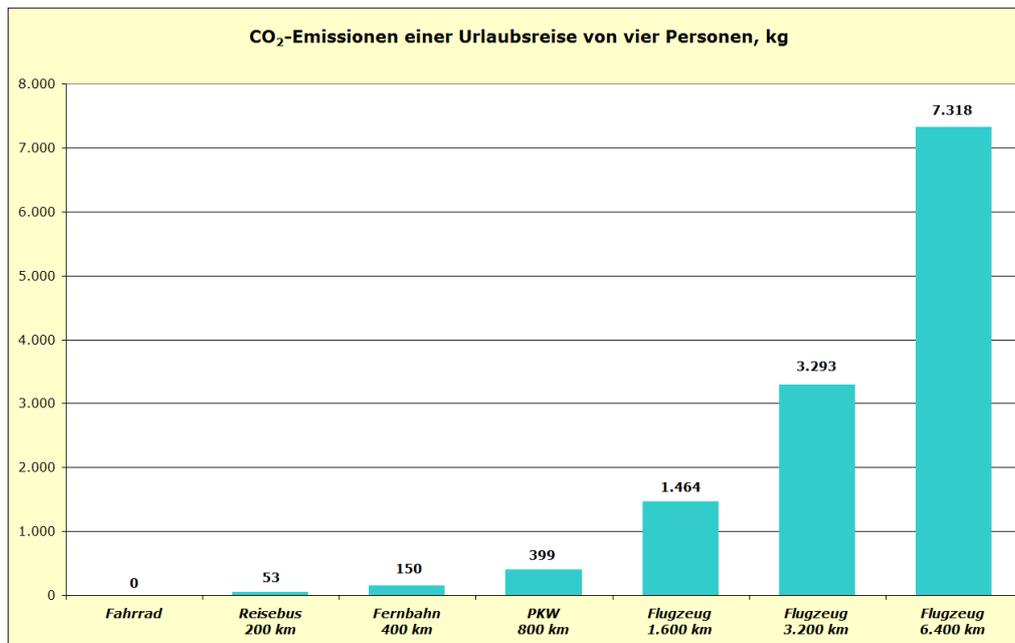
Für die Entfernungsstufen von 1.600, 3.200 und 6.400 km wurde praxisgerecht das Flugzeug zugrundegelegt, mit typischen Flugdauern von etwa 2, 4 bzw. 8 Stunden. Sie entsprechen ab deutschen Standorten typischen Reisen in die Haupturlaubsgebiete am Mittelmeer, etwa auf die Balearen, nach Tunesien oder Athen (1 600 km), in der mittleren Distanzklasse (3 200 km) auf die Kanaren oder Azoren, nach Ägypten oder Israel bzw. als Fernreisen von 6 400 km etwa nach New York, Nairobi oder Bombay. Eine nochmalige Verdoppelung der Reiseweite auf 12 800 km ist auch noch möglich; diese Distanz reicht etwa bis Bali, Santiago de Chile oder Honolulu, wird aber hier nicht weiter betrachtet. Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionswerte liegen deutlich über jenen der Bodenverkehrsmittel (wenngleich nicht über jenen schlecht besetzter PKW); für den Urlaubsverkehr werden vergleichsweise günstige spezifische Treibstoffverbräuche unterstellt, sie werden hier als mit steigender Distanz leicht steigend angenommen.

Um eine faire Vergleichsmöglichkeit mit der (elektrisch betriebenen) Bahn herzustellen, sind die dargestellten CO<sub>2</sub>-Emissionswerte primärenergiebezogen, d.h. sie schließen die bis zur Bereitstellung der Treibstoffe angefallenen Emissionen mit ein und liegen deshalb bei den vorherrschenden flüssigen Treibstoffen um zehn Prozent höher als die CO<sub>2</sub>-Emissionen allein aus der Treibstoffverbrennung.

Die spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionen in g/Pkm mögen wenig aufregend, oder sogar erstaunlich gering erscheinen, zumal wenn man die aktuellen Diskussionen um CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für PKW dagegen hält: Dort geht die – kaum mehr zu erreichende – Selbstverpflichtung der Autohersteller auf 140 g CO<sub>2</sub>/km im Jahr 2008 bzw. 2009 und

die Zielvorstellungen der Europäischen Union auf 120 bzw. 130 g/km im Jahr 2012. Entscheidend für die Klimabelastung sind aber die Absolutmengen, die auch die Anzahl der Personenkilometer berücksichtigen, und dabei kommen je nach Distanz und Verkehrsmittel doch sehr unterschiedliche Beträge zusammen, vgl. *Abbildung 52*.

**Abbildung 52: CO<sub>2</sub>-Emissionen einer Urlaubsreise von vier Personen, kg**



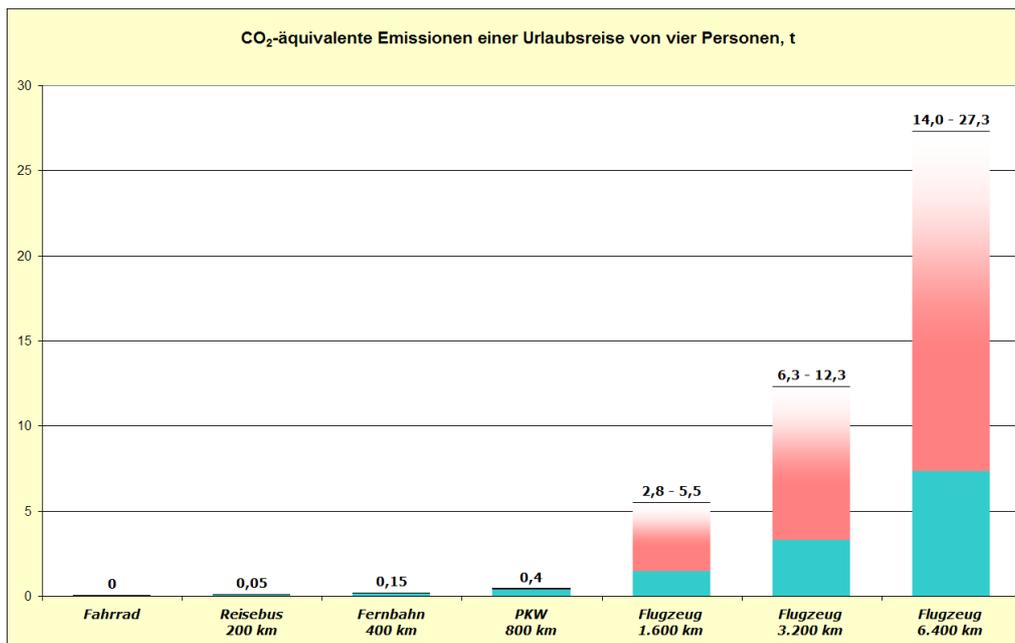
Naturgemäß ergibt sich bei den Bodenverkehrsmitteln durch die – hier gewählte – Kombination der jeweils günstigeren Verkehrsmittel mit den kürzeren Entfernungen eine deutliche Spreizung zwischen Bus, Bahn und PKW. Bei gleichen Entfernungen wären die Unterschiede zwar noch immer vorhanden, aber deutlich geringer.

Der entscheidende Sprung ergibt sich zum Flugzeug und in der Variation der Flugreisen. In der Tat erweitert das Flugzeug durch die hohe Reisegeschwindigkeit den Aktionsraum für Urlaubsreisen beträchtlich. In welchem Umfang dies erfolgt, und in welchem Umfang dadurch auch die CO<sub>2</sub>-Emissionen erhöht werden, dürfte eher selten bewusst werden und bei der Entscheidungsfindung Berücksichtigung finden: In den gewählten typischen Fällen bleiben die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Familienurlaubsreise bei Stützung auf motorisierte Bodenverkehrsmittel im Bereich von etwa 50 bis 400 Kilogramm, während im Falle der Flugzeugnutzung etwa 1,5 bis 7,3 Tonnen CO<sub>2</sub> anfallen. Letzteres stellen durchaus beachtliche Beträge dar; übertragen auf die gesamte Bevölkerung Deutschlands würden das etwa 30 bis 150 Mio. t CO<sub>2</sub> ausmachen.

Die Klimalasten des Flugverkehrs gehen noch darüber hinaus: Neben der Treibhauswirkung von CO<sub>2</sub> sind es insbesondere die Wasser- und Stickoxidemissionen des Flugverkehrs, die dort abweichend vom Bodenverkehr nennenswerte zusätzliche Beiträge zur Erwärmung der Atmosphäre liefern. Der Umfang dieser Beiträge ist vorläufig

nicht genau bestimmbar, der üblicherweise angegebene Bereich der möglichen gesamten Klimawirkung liegt bei dem Zwei- bis Vierfachen der Wirkung von CO<sub>2</sub> allein, wie in der Spezialstudie des IPCC zu Klima und Luftverkehr entwickelt. Zur Abbildung der gesamten Klimawirkung des Luftverkehrs sind entsprechende Aufschläge CO<sub>2</sub>-äquivalenter Belastungen hinzuzufügen, die die Ergebnisse für den Luftverkehr zusätzlich belasten, vgl. *Abbildung 53*.

**Abbildung 53: CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen einer Urlaubsreise von vier Personen, t**



Im Gesamtergebnis sind die Unterschiede durchaus beeindruckend: Die untereinander keineswegs gleich guten Bodenverkehrsmittel erscheinen im Vergleich zum Luftverkehr als verhältnismäßig ähnlich und verhältnismäßig harmlos. Die Unterschiede innerhalb des Luftverkehrs, der insgesamt deutlich kritischer ist, erweisen sich demgegenüber als gravierend. 2,8 – 5,5 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent beim üblichen Mittelmeer-Flugurlaub liegen um ein Vielfaches über den kürzeren bodengestützten Urlaubsreisen mit 0,05 – 0,4 t; eine Ausweitung der Flugdistanzen kann diese ungünstige Relation noch um ein Vielfaches verschlechtern.

Als Einzelvorgang lassen sich die Belastungsgrößen aus dem Luftverkehr durchaus noch in verständlichen Größenordnungen ausdrücken. Der mittlere Fall im Flugverkehr (mittlere Flugdistanz, mittlerer Aufschlagsfaktor) entspricht mit einem CO<sub>2</sub>-Äquivalent von rd. 9,3 t der Verbrennung von rd. 3 200 Liter Heizöl (einschl. der zugehörigen Vorkette zur Energiebereitstellung) – eine große, aber zweifellos vorstellbare Menge. Eine Übertragung auf die gesamte Bevölkerung Deutschlands würde eine Klimalast von rd. 190 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalent bedeuten – das ist mehr als die langfristig zuträglichen Klimalasten aus allen Aktivitäten Deutschlands, also nicht nur aus dem Verkehr, erst

recht nicht nur aus dem Flugverkehr und schon gar nicht allein aus den Flug-Urlaubsreisen.

### ***Berechnungsgrundlagen im Detail (vgl. nachfolgende Tabelle 16)***

Personenkilometer und (bei PKW) Fahrzeugkilometer ergeben sich aus den angesetzten Reisedistanzen.

Die spezifischen Treibstoffverbräuch in l/100 km wurden folgendermaßen ermittelt:

- Reisebus: Angabe je 100 Pkm incl. Vorkette: 1,4 l Benzinäquivalent nach: Deutsche Bahn: Umweltkennzahlen 2006, Berlin 2007, S. 8 unter Berufung auf DB AG, ifeu Heidelberg 2007; umbasiert auf Diesel über das Dichteverhältnis 0,75 : 0,835.
- PKW: Durchschnittsverbräuche von Benzin- und von Diesel-PKW je 100 Fz-km aus Gesamtfahrleistungen und Gesamtverbräuchen 2005 in DIW: Verkehr in Zahlen 2006/2007, Hamburg 2006, S. 283 ermittelt; gemittelt als Benzin/Diesel-Mix für ein „durchschnittliches Benzin-Diesel-Fahrzeug“; verwendungsspezifisch (Auslastung, Geschwindigkeitsspektrum) 20 % Aufschlag auf den Durchschnittswert.
- Flugzeug: Abschätzung auf der Basis der Verbrauchswerte von Ryanair (vgl. Ryanair, Annual Reports und F-20-Reports für die SEC, vgl. [www.ryanair.com/site/DE/about.php?page=Invest&sec=present](http://www.ryanair.com/site/DE/about.php?page=Invest&sec=present)) mit gut 3,8 l Jet Fuel/100 RPK und von Lufthansa (vgl. Lufthansa: Balance, vgl. [konzern.lufthansa.com/de/html/verantwortung/](http://konzern.lufthansa.com/de/html/verantwortung/)) mit gut 4,3 l Jet Fuel/100 RPK; Bestimmung der Schätzwerte für die Rechnung unter Berücksichtigung des durchschnittlich etwas ungünstiger eingeschätzten Altersaufbaus der im Urlaubsverkehr insgesamt eingesetzten Flugzeuge, der unterschiedlichen Flugdistanzen, sowie Einschätzungen zu den Auslastungszahlen.

Gesamtverbräuche (Liter) ergeben sich durch Ausmultiplizieren der spezifischen Werte und der Distanzen

Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg CO<sub>2</sub>/l Treibstoff ergeben sich aus den Kraftstoffdichten (Benzin: 0,75 kg/l, Diesel: 0,835 kg/l, Jet Fuel 0,825 kg/l und der massebezogenen spezifischen Emission, einheitlich mit 3,15 kg CO<sub>2</sub>/kg Treibstoff angesetzt).

Spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen in kg CO<sub>2</sub>/Pkm bei der Bahn (Fernbahn) nach Deutsche Bahn: Umweltkennzahlen 2006, Berlin 2007, S. 11.

CO<sub>2</sub>-Emissionen ergeben sich durch Ausmultiplizieren.

CO<sub>2</sub>-Emissionen der Vorkette: bei Bus und Bahn nach Angabe in der Quelle (DB AG, a.a.O., S. 8) enthalten; bei PKW und Flugzeug: als Aufschlag von 10 % angesetzt.

Gesamte CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Summenbildung.

CO<sub>2</sub>-äquivalente Aufschläge: bei Bodenverkehr vernachlässigt; im Luftverkehr entsprechend der im IPCC-Gutachten (1999) angegebenen Spannweite in 1- bis 3-facher Höhe der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Treibstoffverbrennung angesetzt.

CO<sub>2</sub>-äquivalente Gesamtemissionen durch Summenbildung.

**Tabelle 16: CO<sub>2</sub>- und CO<sub>2</sub>-äquivalente Emissionen ausgewählter Urlaubsreisen einer vierköpfigen Familie**

| Verkehrsmittel                               | Fahrrad | Reisebus | Bahn  | PKW   | Flugzeug | Flugzeug | Flugzeug |
|----------------------------------------------|---------|----------|-------|-------|----------|----------|----------|
| einfache Distanz (km)                        | 100     | 200      | 400   | 800   | 1.600    | 3.200    | 6.400    |
| hin und retour (km)                          | 200     | 400      | 800   | 1.600 | 3.200    | 6.400    | 12.800   |
| Personen-Kilometer (Pkm)<br>gesamt           | 800     | 1.600    | 3.200 | 6.400 | 12.800   | 25.600   | 51.200   |
| Fahrzeug-km                                  |         |          |       | 1.600 |          |          |          |
| spez. Treibstoffverbrauch, l/100<br>Pkm      | 0       | 1,26     |       |       | 4        | 4,5      | 5        |
| spez. Treibstoffverbrauch, l/100<br>Fz-km    |         |          |       | 9,1   |          |          |          |
| gesamter Treibstoffverbrauch, l              | 0       | 20       |       | 145   | 512      | 1152     | 2560     |
| spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen, kg/l      |         | 2,63     |       | 2,50  | 2,60     | 2,60     | 2,60     |
| spez. CO <sub>2</sub> -Emissionen, kg/Pkm    |         |          | 0,047 |       |          |          |          |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen, t               | 0       | 0,053    | 0,150 | 0,363 | 1,331    | 2,994    | 6,653    |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen der Vorkette, t  | 0       | enth.    | enth. | 0,036 | 0,133    | 0,299    | 0,665    |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen gesamt, t        | 0       | 0,053    | 0,150 | 0,399 | 1,464    | 3,293    | 7,318    |
| Aufschlag im Luftverkehr (Min.), t           |         |          |       |       | 1,331    | 2,994    | 6,653    |
| Aufschlag im Luftverkehr (Max.), t           |         |          |       |       | 3,992    | 8,981    | 19,958   |
| CO <sub>2</sub> -äquiv. Emissionen (Min.), t | 0       | 0,053    | 0,150 | 0,399 | 2,794    | 6,287    | 13,971   |
| CO <sub>2</sub> -äquiv. Emissionen (Max.), t | 0       | 0,053    | 0,150 | 0,399 | 5,455    | 12,274   | 27,276   |

### 7.3 A3 Modellrechnung Fernost: 50 Flugpaare mit Airbus A380

Die Bedeutung der Entwicklung im Luftverkehr mit Südost-, Ost- und Nordostasien ist schwer zu erfassen: Sehr hohe Zuwachsraten, der Einsatz sehr großer Flugzeuge und die sehr großen Entfernungen führen in ihrem Zusammenwirken zu unterschiedlichen Einordnungen je nach gewähltem Beurteilungsparameter, die quantitativ leicht fehlerhaft eingeschätzt werden können. Eine Modellrechnung soll deshalb die Größenverhältnisse deutlich machen. Dabei handelt es sich nicht um eine Prognose, jedoch soll eine Situation beschrieben werden, die so oder so ähnlich in etwa 20 bis 25 Jahren bei trendgemäßer Entwicklung vorstellbar erscheint.

#### 1. Starts

Unterstellt werden täglich 50 (zusätzliche) Abflüge ab deutschen Flugplätzen nach Fernost (von Hinterindien unter Einschluss von Indonesien und China bis Japan) mit VLA (very large aircraft, konkret Airbus A380), etwa zu gleichen Teilen von deutschen/europäischen und von asiatischen Gesellschaften betrieben.

Airbus erwartet bis 2026 für Europa die Auslieferung von 274 und für die Region Asia-Pacific von 711 VLA (nur Passagiermaschinen, vgl. GMFa 2008, S. 78); soweit diese Prognosen eintreffen, dürften ausreichend Flugzeuge auch für mehr als die hier angesetzten 50 täglichen Abflüge zur Verfügung stehen. Hinsichtlich möglicher Destinationen im asiatischen Zielgebiet ist darauf hinzuweisen, dass dort bis 2025 – um einen häufig angeführten Indikator zu benennen – 10 Megacities<sup>50</sup> zu erwarten sind, sowie eine weitere Reihe von Städten/Agglomerationen nahe an der Grenze zur Megacity; die Annahme von etwa ein bis – mit abnehmender Bedeutung – zwei Dutzend Zielflughäfen im asiatischen Bezugsraum erscheint daher berechtigt. Bei Ansatz von – je nach Verkehrsbedeutung – ein bis vier täglichen Verbindungen ab Deutschland dorthin ergibt sich die Größenordnung von insgesamt etwa 50 täglichen Flügen. Nach Startorten in Deutschland könnte eine Verteilung etwa 30 : 15 : 5 zwischen Frankfurt, München und Berlin (neu) vorstellbar sein: Die auch künftige – Dominanz von Frankfurt dürfte kaum strittig sein; München wird als zusätzlicher Hub-Standort deutlich unterstützt; Berlin weist einen annähernd gleich hohen Metropolfunktionsindex auf wie München (vgl. IKM 2006) und künftig mit dem Flughafen BBI auch die infrastrukturellen Voraussetzungen für eine Beteiligung an dem hier betrachteten Luftverkehr.

Die – aus heutiger Sicht durchaus nennenswerte – Anzahl von 50 zusätzlichen täglichen Starts führt zu einer Jahressumme von gut 18.000 Starts; im Vergleich zur Zahl aller Starts im gewerblichen Luftverkehr von den ausgewählten Flugplätzen (2006: 1,089 Mio., Angaben für 2006 hier und nachfolgend nach STATBAc) erscheint diese

---

<sup>50</sup> einschließlich Seoul und Tianjin, die nach der UN-Abgrenzung nicht über der Abschneidegrenze von 10 Mio. Einwohnern liegen, vgl. WUPa

Zahl allerdings eher als gering: Die in der Modellrechnung angenommenen Starts würden die Gesamtzahl der Starts lediglich um gut eineinhalb Prozent erhöhen. Selbst für Frankfurt würden die dort verorteten rd. 11.000 zusätzlichen Starts lediglich eine Erhöhung um gut 4,5 Prozent ausmachen. In München würden die rd. 5.500 zusätzlichen Starts die aktuelle Startzahl um knapp drei Prozent erhöhen, in Berlin entsprächen die 1.800 Starts rd. eineinhalb Prozent der Summe der Starts von Tegel, Schönefeld und Tempelhof. Insgesamt liegt die hier gegenständliche Startanzahl im Fernostverkehr in der Größenordnung der aktuell noch in Frankfurt und München abgewickelten Restgröße von Starts der Allgemeinen Luftfahrt. Die Notwendigkeit für luftseitige Ausbaumaßnahmen kann daraus kaum hergeleitet werden.

## 2. Einsteiger

Aufgrund der Größe des zugrundegelegten Flugzeugmusters ergeben sich bezüglich der Einsteiger deutlich abweichende Relationen.

Ausgegangen wird von Airbus A380 in einer Dreiklassenkonfiguration mit 550 Sitzplätzen (vgl. AIRBUS 2007). Selbstverständlich sind hier im konkreten Einzelfall schon beim aktuell gebauten Muster erhebliche Abweichungen möglich, erst recht bei künftigen Derivaten mit veränderter Rumpflänge. Es erscheint jedoch als vernünftig, gegenwärtig als Mittelwert die herstellerseitig definierte Standard-Konfiguration anzusetzen. Als durchschnittliche Auslastung wird ein Wert von 80 Prozent unterstellt; es kann angenommen werden, dass diese gegenwärtig im Linien-Fernverkehr noch als sehr hoch erscheinende Auslastung künftig aufgrund optimierter Verfahren erreicht wird und aufgrund der Wettbewerbslage für eine wirtschaftliche Führung auch im Mittel erreicht werden muss. Pro Start ist daher mit 440 Einsteigern zu rechnen.

Hochgerechnet auf ein Jahr ergeben sich daraus insgesamt rd. 8 Mio. Einsteiger. Setzt man – was in diesem Fall nachvollziehbar erscheint – ein einigermaßen ausgewogenes Verhältnis der Inbound- und Outbound-Verkehre voraus, so teilt sich diese Summe auf etwa 4 Mio. deutsche/europäische Einsteiger auf der Hinreise und ebenfalls etwa 4 Mio. asiatische Einsteiger auf der Rückreise. Unterstellt man darüber hinaus ausgewogene Verhältnisse zwischen auswärtigen Europäern, die über deutsche Flugplätze nach Fernost fliegen, und Deutschen, die über auswärtige europäische Flugplätze reisen, so entsprechen die europäischen Einsteiger auch den deutschen Reisenden nach Fernost; in analoger Weise kann bei entsprechend ebenfalls ausgeglichenen Verhältnissen auch die Zahl der asiatischen Einsteiger als Zahl der asiatischen Besucher Deutschlands gewertet werden.

Was die Plausibilität der Stärke der Passagierströme betrifft, so kann hinsichtlich der asiatischen Reisenden darauf hingewiesen werden, dass der asiatische Bezugsraum etwa 2,5 Mrd. Einwohner aufweist; auch wenn die hier skizzierte Zahl der Deutschlandreisenden gegenwärtig als geradezu utopisch erscheinen mag, so ist doch das Reisendenpotenzial gewaltig und kann bei entsprechender – insbesondere wirtschaftlicher – Entwicklung zunehmend realisiert werden. Seitens der deutschen Reisenden sei darauf hingewiesen, dass allein zwischen Deutschland und Spanien pro Richtung jähr-

lich rd. 10 Mio. Personen fliegen, wohl deutlich überwiegend mit deutschem Ursprung und für private Zwecke; ein Verkehrsfluss von Inländern in etwa halber Stärke für private und für geschäftliche/dienstliche Zwecke zusammen nach Fernost erscheint da bei entsprechender Angebotsentwicklung nicht unvorstellbar.

Gemessen an der Zahl der gegenwärtigen Einsteiger schlägt der hier modellierte Fernostverkehr deutlich stärker durch, als oben bei der Zahl der Starts zu ermitteln war: Die 88,4 Mio. Einsteiger im gewerblichen Luftverkehr an den ausgewählten Flughäfen (2006) würden durch den zusätzlichen Fernostverkehr um gut 9 Prozent erhöht. Für Frankfurt ergäbe sich durch die 4,8 Mio. zusätzlichen Einsteiger eine Erhöhung um über 18 Prozent, für München aus den 2,4 Mio. Einsteigern ein Zuwachs um knapp 16 Prozent und für den Standort Berlin aus 0,8 Mio. Einsteigern eine Steigerung um knapp 9 Prozent. Dies sind Größenordnungen, die bei der landseitigen Kapazitätsvorhaltung durchaus berücksichtigt werden müssen.

### 3. Verkehrsleistungen

Bei den Verkehrsleistungen (Pkm) schlägt nicht nur die Größe des Flugzeugs, sondern auch die Länge der Flugstrecke durch.

Die durchschnittliche Länge eines grenzüberschreitenden Flugabschnitts von einem deutschen Flughafen aus beträgt aktuell (2006) rd. 2.500 km, die Distanzen von deutschen Flughäfen an die US-Ostküste (JFK) liegen zwischen 6.000 und 6.500 km; die Fernost-Relationen weisen Distanzen zwischen 7.500 und 11.000 km auf, vgl. *Tabelle 17*. Als mittlere Distanz werden hier 9.400 km angenommen, wie etwa die Entfernung von deutschen Flughäfen zur US-Westküste.

**Tabelle 17: Distanzen ausgewählter Relationen Deutschland-Fernost, Großkreisentfernungen in km**

|     | FRA    | MUC    | SXF    |
|-----|--------|--------|--------|
| HKG | 9.131  | 8.996  | 8.712  |
| SHA | 8.804  | 8.723  | 8.374  |
| PEK | 7.771  | 7.704  | 7.339  |
| SEL | 8.533  | 8.490  | 8.104  |
| NRT | 9.344  | 9.343  | 8.924  |
| MNL | 10.270 | 10.137 | 9.850  |
| JKT | 11.081 | 10.852 | 10.738 |
| SIN | 10.253 | 10.033 | 9.898  |
| BKK | 8.950  | 8.750  | 8.573  |
| SGN | 9.633  | 9.443  | 9.247  |

Quelle: Berechnung nach [cargoforum.de/Cargotools.html](http://cargoforum.de/Cargotools.html)

Ein einzelner Flug mit 440 Passagieren entspricht damit schon 4,1 Mio. Pkm, die täglichen 50 Abflüge entsprechen 206,8 Mio. Pkm. Hochgerechnet auf das gesamte Jahr ergeben sich rd. 75,5 Mrd. Pkm. Dies ist auch im Vergleich mit der gesamten Verkehrsleistung des von deutschen Flughäfen abgehenden Passagierverkehrs in Höhe von 175,7 Mrd. Pkm (2006) eine beachtliche Größe: Die zusätzlichen Fernostflüge würden die gesamte Verkehrsleistung trotz der vergleichsweise geringen Zahl von Starts um 43 Prozent erhöhen. Auf die einzelnen Standorte bezogen betragen die Erhöhungen im Verkehr ab Frankfurt rd. 50 Prozent, sowie bei den weniger langstrecken-gewohnten Standorten München und Berlin rd. 86 bzw. 79 Prozent.

Oben war die Erwartung skizziert worden, dass es sich um einigermaßen symmetrische Verkehrsströme von Deutschland nach Fernost (und zurück) und von Fernost nach Deutschland (und zurück) handeln könne, sowie dass sich die vom eigentlichen Quell- und Zielland in Europa abweichenden Nutzungen der Ein- und Ausstiegsflughäfen einigermaßen ausgleichen könne; in diesem Fall entspricht die von deutschen Flughäfen abgehende Luftverkehrsleistung auch einigermaßen der von deutschen Reisenden realisierten Luftverkehrsleistung.

#### 4. Energieverbrauch und Klimalasten

Dank der fortschrittlichen Technologie des Airbus A380 bleibt der Beitrag zum Energieverbrauch hinter jenem zu den Verkehrsleistungen zurück, erreicht jedoch kritische Größen.

Airbus selbst gibt den spezifischen Energieverbrauch des Musters A380 mit 3 l/100 Pkm an, bei 100 Prozent Sitzplatzauslastung, wie die Fußnote vermerkt (vgl. GMFa 2008, S. 57). Die dabei hinterlegte Sitzplatzkonfiguration wird nicht angegeben, hier sei angenommen, dass sich die Angabe auf die auch in der vorliegenden Modellrechnung zugrunde gelegte Standardkonfiguration mit 550 Sitzplätzen bezieht. Bei einer unterstellten Sitzplatzauslastung von 80 Prozent kann dann von einem durchschnittlichen Verbrauchswert von rd. 3,6 l/100 Pkm ausgegangen werden. Pro Einzelflug ergibt sich daraus ein Treibstoffverbrauch von knapp unter 150.000 Litern. Auch angesichts der Airbus-Angaben (vgl. Airbus 2007) zu maximaler Reichweite (15.200 km bei Vollauslastung) und maximaler Tankkapazität (310.000 Liter) der A380 dürfte der hier angesetzte Verbrauchswert für 9.400 km bei 80 Prozent Auslastung plausibel sein.

Hochgerechnet auf das Gesamtjahr ergibt sich daraus für die hier betrachteten Flüge ein Treibstoffverbrauch von 2,72 Mrd. Litern. Damit verbunden sind rd. 7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Emissionen und eine gesamte Klimabelastung – bei Ansatz eines RFI-Faktors von 2,7 – im Umfang von rd. 19 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalenten. Dies mag auf den ersten Blick nicht sehr bemerkenswert erscheinen: Es handelt sich um etwa zwei Prozent der aktuellen Klimabelastung durch Deutschland.

Ein zweiter Blick kann zu einer kritischeren Beurteilung führen: Umgelegt auf die Bevölkerungszahl machen die 19 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente rd. 250 kg je Einwohner aus; gemessen an der langfristigen Zielgröße von maximal 2 t je Einwohner und Jahr wird

also etwa ein Achtel ausgeschöpft. Soviel wird man dem gesamten Luftverkehr kaum einräumen können, soll das Gesamtziel nicht verfehlt werden, da die sonstige über den privaten Luftverkehr hinausgehende private Lebensführung und die weitere über geschäftliche Flugreisen hinausgehende Wirtschaftstätigkeit auch künftig bei Weitem dominieren werden. Tatsächlich stellen die hier abgeleiteten 19 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente jedoch nicht die Belastung aus dem gesamten Luftverkehr dar, sondern nur von einem Teil des bei Trendfortsetzung zu erwartenden Luftverkehrszuwachses: von einer zusätzlichen Fernreise im Jahr je 20 Einwohner.

Abschließend werden die zahlenmäßigen Ergebnisse der Modellrechnung in *Tabelle 18* kompakt zusammengestellt. Noch einmal ausdrücklich zu betonen ist, dass die Zahlenwerte aufgrund der modellhaften Betrachtung unter Verwendung von Schätzgrößen lediglich die zu berücksichtigenden Größenverhältnisse und Größenordnungen ausdrücken.

**Tabelle 18: Modellrechnung zu 50 Flügen/Tag mit A380 von Deutschland nach Fernost**

| Gegenstand                                | Einheit | zusammen       | FRA            | MUC            | BER/BBI       |
|-------------------------------------------|---------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Starts pro Tag                            | Anzahl  | 50             | 30             | 15             | 5             |
| Starts pro Jahr                           | Anzahl  | 18.263         | 10.958         | 5.479          | 1.826         |
| Einsteiger pro Start                      | Anzahl  | 440            | 440            | 440            | 440           |
| Einsteiger pro Tag                        | Anzahl  | 22.000         | 13.200         | 6.600          | 2.200         |
| Einsteiger pro Jahr                       | Anzahl  | 8.035.500      | 4.821.300      | 2.410.650      | 803.550       |
| Verkehrsleistung pro Einsteiger           | Pkm     | 9.400          | 9.400          | 9.400          | 9.400         |
| Verkehrsleistung pro Start                | Pkm     | 4.136.000      | 4.136.000      | 4.136.000      | 4.136.000     |
| Verkehrsleistung pro Tag                  | Pkm     | 206.800.000    | 124.080.000    | 62.040.000     | 20.680.000    |
| Verkehrsleistung pro Jahr                 | Pkm     | 75.533.700.000 | 45.320.220.000 | 22.660.110.000 | 7.553.370.000 |
| Treibstoffverbrauch je 100 km             | l       | 3,6            | 3,6            | 3,6            | 3,6           |
| Treibstoffverbrauch je Einsteiger         | l       | 338            | 338            | 338            | 338           |
| Treibstoffverbrauch je Start              | l       | 148.896        | 148.896        | 148.896        | 148.896       |
| Treibstoffverbrauch je Tag                | l       | 7.444.800      | 4.466.880      | 2.233.440      | 744.480       |
| Treibstoffverbrauch pro Jahr              | l       | 2.719.213.200  | 1.631.527.920  | 815.763.960    | 271.921.320   |
| CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Jahr      | kg      | 7.066.555.304  | 4.239.933.182  | 2.119.966.591  | 706.655.530   |
| CO <sub>2</sub> -äqu. Emissionen pro Jahr | kg      | 19.079.699.319 | 11.447.819.592 | 5.723.909.796  | 1.907.969.932 |

## 7.4 A4 Modifikation der Klimabilanzen bezüglich des Luftverkehrs

Entsprechend den Berichtspflichten nach dem Kyoto-Protokoll werden von Deutschland regelmäßig jährliche Klimabilanzen (GHG inventory submissions) an das UN Klimasekretariat übermittelt. Zum Luftverkehr enthalten die Datensätze vereinbarungsgemäß im Rahmen der Bilanz Angaben zum Energieverbrauch des inländischen Luftverkehrs („domestic“) und der daraus resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen; außerdem werden die Lieferungen an die grenzüberschreitende Luftfahrt („international bunker“) und deren CO<sub>2</sub>-Emissionen nachrichtlich außerhalb der Bilanzabgrenzung mitgeführt. Der Anteil des Energieverbrauchs für die inländische Luftfahrt wird schematisch in Höhe von 20 Prozent der Summe der Lieferungen für den inländischen und den grenzüberschreitenden Luftverkehr gebildet. Entsprechende Bilanzen liegen mittlerweile für die Einzeljahre von 1990 bis 2004 vor (vgl. UNFCCC 2007)<sup>51</sup>.

Dies ist unbefriedigend:

(1) Die schematische Zuweisung von 20 Prozent der an die Luftfahrt insgesamt abgegebenen Energiemengen zum inländischen Luftverkehr erscheint unplausibel.

Die Verkehrsleistungen auf den Teilstrecken im abgehenden Luftverkehr als erstem Indikator für den Energieverbrauch teilen sich – exemplarisch im letzten Berichtsjahr 2004 – bei Verwendung der Angaben der Bundesstatistik (vgl. STATBAc 2004) wie folgt auf:

- Personenverkehr: 9,2580 Mrd. Pkm im Verkehr innerhalb Deutschlands (STATBAc 2004, Tab. 4.2.1) gegenüber 149,1244 Mrd. Pkm im Verkehr nach dem Ausland (STATBAc 2004, Tab. 4.2.2), somit Anteil des inländischen Verkehrs 5,8 Prozent.
- Frachtbeförderung: 26,6 Mio. tkm im Verkehr innerhalb Deutschlands (STATBAc 2004, Tab. 4.2.1) gegenüber 6453,0 Mio. tkm im Verkehr nach dem Ausland (STATBAc 2004, Tab. 4.2.2<sup>52</sup>), somit Anteil des inländischen Verkehrs 0,4 Prozent.
- Postbeförderung: 23,4 Mio. tkm im Verkehr innerhalb Deutschlands (STATBAc 2004, Tab. 4.2.1) gegenüber 181,8 Mio. tkm im Verkehr nach dem Ausland (STATBAc 2004, Tab. 4.2.2<sup>53</sup>), somit Anteil des inländischen Verkehrs 11,4 Prozent.

<sup>51</sup> zu den Zahlenwerten in den Berichtstabellen vgl. auch den textlichen Bericht der Ersteller (UBA 2006b) mit Hinweisen zu den verwendeten Datengrundlagen und Methoden

<sup>52</sup> die in der Quelle fehlerhafte Größenangabe „tkm in 1000“ wurde auf tkm in Mio. korrigiert

<sup>53</sup> die in der Quelle fehlerhafte Größenangabe „tkm in 1000“ wurde auf tkm in Mio. korrigiert

- Insgesamt<sup>54</sup>: 975,8 Mio. tkm im Verkehr innerhalb Deutschlands gegenüber 21547,24 Mio. tkm im Verkehr nach dem Ausland, somit Anteil des inländischen Verkehrs 4,5 Prozent.

Selbst bei doppelt so hohen spezifischen Energieverbräuchen je Pkm und tkm können dem Inlandsverkehr allenfalls 10 Prozent der gesamten für die abgehende Luftfahrt bereitgestellten Energiemengen zugerechnet werden. Der in der Abgrenzung der UNFCCC-Klimabilanzen dargestellte Beitrag des Luftverkehrs dürfte daher in systematischer Form massiv überhöht ausgewiesen sein.

(2) Wichtiger aber erscheint, dass der Beitrag des Luftverkehrs zu den gesamten Klimalasten aufgrund der Abgrenzungsregel der UNFCCC-Klimabilanzen dort (auch im vorliegenden Fall einer zu vermutenden deutlich überhöhten Ausweisung) nur zu einem kleinen Teil enthalten ist.

(a) Der grenzüberschreitende Verkehr wird vereinbarungsgemäß nicht in die nationalen Klimabilanzen nach UNFCCC-Schema einbezogen; dieser Verkehr umfasst – wie eben exemplarisch für das Jahr 2004 gezeigt – etwa 95 Prozent der gesamten Verkehrsleistungen auf den von deutschen Flugplätzen abgehenden Teilstrecken. Auch wenn die diesem Verkehr zugeordneten Verbrauchsanteile in Höhe von 80 Prozent der dem Luftverkehr insgesamt zugeführten Energiemengen zu gering sein dürften, berücksichtigt die Klimabilanz doch nur einen deutlich nachrangigen Teil – im vorliegenden Fall ein Fünftel – der zugeführten Energiemengen und der zugehörigen CO<sub>2</sub>-Emissionen. Bei vollständiger Berücksichtigung des von deutschen Flugplätzen ausgehenden Luftverkehrs wären die Belastungsumfänge aus dem Luftverkehr bei CO<sub>2</sub> entsprechend fünf mal so hoch wie in den Klimabilanzen dargestellt.

(b) Die in den Klimabilanzen mit dem Luftverkehr verbundenen Klimalasten beschränken sich ihrer Art nach auf die aus der Treibstoffverbrennung abzuleitenden CO<sub>2</sub>-Emissionen. Zwar werden auch die Emissionen einer beschränkten Zahl anderer klimawirksamer Stoffe einbezogen, diese sind jedoch im Luftverkehr nicht einschlägig; die aus dem Luftverkehr herrührenden zusätzlichen Klimalasten in der Folge von Wasser(dampf)- und Stickoxidemissionen werden dagegen nicht einbezogen. Die davon herrührenden zusätzlichen Klimalasten des Luftverkehrs werden in dem IPCC-Sondergutachten zum Luftverkehr (vgl. IPCC 1999) – bei erheblichen Unsicherheiten – in einem Größenbereich des 1- bis 3-fachen der CO<sub>2</sub>-Emissionen abgeschätzt, mit einem Zentralwert für die Gesamtlasten bei dem 2,7-fachen der CO<sub>2</sub>-Emissionen allein, jeweils ausgedrückt im RFI (radiation forcing index) als Vergleichsmaßstab. Eine Einbeziehung dieser zusätzlichen Lasten könnte die zugerechnete Gesamtbelastung aus dem Luftverkehr noch einmal auf ein Mehrfaches anheben.

Zur genaueren Einschätzung der Mehrbelastung, die dem Luftverkehr zugerechnet werden könnte, wurde eine Modifikationsrechnung zu den vorliegenden Klimabilanzen angestellt:

---

<sup>54</sup> Pkm plus Fracht-tkm plus Post-tkm - (1 Pkm = 0,1 tkm) nach STATBAc 2004, Tab. 4.1.2

(1) Aus den vorliegenden Klimabilanzen wurden die für die vorliegende Aufgabe relevanten Daten in konsistenter und übersichtlicher Form zusammengestellt, vgl. *Tabelle 19*. Dabei wurden erkennbare Flüchtigkeitsfehler in den Basisdaten bereinigt. Der bis zum Jahr 1999 für die internationale Luftfahrt gegenüber der übrigen Darstellung um etwa 1 Prozent höher angesetzte spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktor pro TJ wurde nicht modifiziert, zumal die entsprechend abgeleiteten CO<sub>2</sub>-Mengen ohnehin nicht in die nationalen Klimalasten einbezogen sind. Damit liegt eine Vergleichsbasis vor.

(2) Für die modifizierte Tabelle wurden zunächst die für die inländische und die grenzüberschreitende Luftfahrt ausgewiesenen Energiemengen zusammengeführt. Fallweise Differenzen hinsichtlich des Energieverbrauchs des Luftverkehrs im Umfang von wenigen Promille zwischen den Angaben in den nationalen Klimabilanzen und den entsprechenden Angaben der deutschen Energiebilanzen (vgl. AGE 2007a) wurden festgestellt, jedoch nicht weiter behandelt; enthalten sind die aus den Klimabilanzen gewonnenen Größen.

(3) Aus den so gewonnenen Energiemengen wurden unter einheitlicher Anwendung des in den Klimabilanzen für den inländischen Luftverkehr und ab 2000 auch für den grenzüberschreitenden Luftverkehr verwendeten spezifischen CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktors die zugehörigen CO<sub>2</sub>-Emissionen des Luftverkehrs abgeleitet.

(4) Die zusätzlichen CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen wurden aus den CO<sub>2</sub>-Emissionen unter Verwendung des Faktors 1,7 abgeleitet, entsprechend dem oben genannten Zentralwert für die Gesamtlasten bei dem 2,7-fachen der CO<sub>2</sub>-Emissionen allein, und mit den direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen zu den gesamten CO<sub>2</sub>-äquivalenten Emissionen zusammengeführt.

(5) Die den Luftverkehr enthaltenden Emissionen des Verkehrs und die den Verkehr enthaltenden Gesamtemissionen wurden entsprechend den Modifikationen im Luftverkehr nachgeführt und im Ergebnis die *Tabelle 20* generiert.

Als problematisch an der durchgeführten Modifikation ist selbstverständlich herauszustellen, dass hierbei im Luftverkehr nach einem Maßstab, dem RFI, abgeleitete CO<sub>2</sub>-äquivalente Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen zusammengebracht werden mit CO<sub>2</sub>-äquivalenten Nicht-CO<sub>2</sub>-Emissionen in anderen Bereichen, die dort nach einem anderen Maßstab, dem GWP, abgeleitet sind. Bis zum Vorliegen besser geeigneter Rechengrundlagen<sup>55</sup> bietet die hier vorgelegte Modifikation allerdings zweifellos eine besser geeignete Grundlage zur Einschätzung der Klimalasten aus dem Luftverkehr als es die nationalen Klimabilanzen gewährleisten.

Der Vollständigkeit halber wird darauf hingewiesen, dass auch die an die internationale Seeschifffahrt abgegebenen Treibstoffe nicht in die nationale Klimabilanz einbezogen sind und auch in der vorliegenden Rechnung nicht berücksichtigt wurden; eine analoge Einbeziehung der internationalen Bunker für die Schifffahrt würde die gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen noch um rd. 1 Prozent erhöhen.

---

<sup>55</sup> CE, Delft, hat vielversprechende Überlegungen zu einer neuen Metrik vorgelegt (vgl. CE 2005)

**Tabelle 19: Ausgewählte Daten von den Nationalberichten über die Treibhausgasinventare Deutschlands an das UNFCCC**

| Jahr | Inländischer Luftverkehr |                       |                                 | Inländischer Verkehr  |                                 | Insgesamt                                   |                                                                    |                        |                        | Bunker für internationalen Luftverkehr |                       |                                 |
|------|--------------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
|      | Energie-<br>verbrauch    | Emiss.-<br>faktor     | CO <sub>2</sub> -<br>Emissionen | Energie-<br>verbrauch | CO <sub>2</sub> -<br>Emissionen | CO <sub>2</sub> -Emissionen<br>excl. LULUCF | CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O,<br>HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> | Summe excl.<br>LULUCF  | Summe incl.<br>LULUCF  | Energie-<br>verbrauch                  | Emiss.-<br>faktor     | CO <sub>2</sub> -<br>Emissionen |
|      | TJ                       | t CO <sub>2</sub> /TJ | Gg CO <sub>2</sub>              | TJ                    | Gg CO <sub>2</sub>              | Gg CO <sub>2</sub>                          | Gg CO <sub>2</sub> equ                                             | Gg CO <sub>2</sub> equ | Gg CO <sub>2</sub> equ | TJ                                     | t CO <sub>2</sub> /TJ | Gg CO <sub>2</sub>              |
| 1990 | 39.154                   | 73,265                | 2.868,618                       | 2.234.850             | 162.457,695                     | 1.032.776,199                               | 196.439,376                                                        | 1.229.215,575          | 1.200.599,880          | 156.613                                | 74,000                | 11.589,362                      |
| 1991 | 38.401                   | 73,265                | 2.813,449                       | 2.282.597             | 166.015,226                     | 995.735,382                                 | 186.265,365                                                        | 1.182.000,747          | 1.152.528,533          | 153.604                                | 74,000                | 11.366,696                      |
| 1992 | 41.217                   | 73,265                | 3.019,764                       | 2.359.520             | 171.681,185                     | 948.393,099                                 | 183.392,933                                                        | 1.131.786,032          | 1.101.635,687          | 164.867                                | 74,000                | 12.200,158                      |
| 1993 | 43.554                   | 73,265                | 3.190,984                       | 2.425.817             | 176.554,915                     | 938.412,599                                 | 180.049,919                                                        | 1.118.462,518          | 1.087.829,867          | 174.213                                | 74,000                | 12.891,762                      |
| 1994 | 45.264                   | 73,265                | 3.316,267                       | 2.374.819             | 172.922,867                     | 924.375,506                                 | 176.058,605                                                        | 1.100.434,111          | 1.069.157,131          | 181.059                                | 74,000                | 13.398,366                      |
| 1995 | 46.916                   | 73,265                | 3.437,286                       | 2.427.509             | 176.642,389                     | 920.120,464                                 | 174.881,581                                                        | 1.095.002,045          | 1.063.465,322          | 187.663                                | 74,000                | 13.887,077                      |
| 1996 | 49.111                   | 73,265                | 3.598,132                       | 2.429.367             | 176.740,366                     | 943.571,869                                 | 172.335,272                                                        | 1.115.907,141          | 1.083.939,054          | 196.445                                | 74,000                | 14.536,915                      |
| 1997 | 51.002                   | 73,265                | 3.736,676                       | 2.437.519             | 177.238,470                     | 914.662,602                                 | 165.541,489                                                        | 1.080.204,091          | 1.047.835,351          | 204.009                                | 74,000                | 15.096,651                      |
| 1998 | 52.443                   | 73,265                | 3.842,222                       | 2.482.288             | 180.507,765                     | 906.633,412                                 | 147.730,125                                                        | 1.054.363,537          | 1.021.736,660          | 209.771                                | 74,000                | 15.523,069                      |
| 1999 | 56.271                   | 73,265                | 4.122,680                       | 2.560.270             | 186.148,439                     | 881.643,612                                 | 141.907,010                                                        | 1.023.550,621          | 990.462,684            | 225.083                                | 74,000                | 16.656,157                      |
| 2000 | 59.675                   | 73,265                | 4.372,089                       | 2.512.075             | 182.430,046                     | 886.258,251                                 | 136.961,636                                                        | 1.023.219,887          | 988.865,617            | 238.702                                | 73,265                | 17.488,502                      |
| 2001 | 58.153                   | 73,265                | 4.260,580                       | 2.459.928             | 178.430,597                     | 899.301,009                                 | 136.033,504                                                        | 1.035.334,514          | 1.000.206,781          | 232.613                                | 73,265                | 17.042,391                      |
| 2002 | 57.637                   | 73,265                | 4.222,775                       | 2.438.716             | 176.346,622                     | 886.480,303                                 | 132.585,836                                                        | 1.019.066,138          | 983.717,125            | 230.549                                | 73,265                | 16.891,172                      |
| 2003 | 58.523                   | 73,265                | 4.287,688                       | 2.360.049             | 170.338,319                     | 892.545,168                                 | 132.253,462                                                        | 1.024.798,630          | 988.928,386            | 234.092                                | 73,265                | 17.150,750                      |
| 2004 | 60.166                   | 73,265                | 4.408,062                       | 2.378.627             | 171.185,856                     | 885.854,236                                 | 129.841,493                                                        | 1.015.695,729          | 979.443,318            | 240.662                                | 73,265                | 17.632,101                      |

Quelle: UNFCCC: 2006 Annex I Party GHG Inventory Submissions, Common Reporting Format, Germany; Inventories 1990 ... 2004, Submission 2006 v2.1, as of 13 July 2007, Tables 1.A(a), 1.C, 10; Downloads unter [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/3734.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/3734.php); eigene Berechnungen

## Anmerkungen:

- CO<sub>2</sub>-Emissionen 1991 und 2000 für inländischen Luftverkehr und Verkehr gesamt korrigiert, da die Quelle irrtümlicherweise die Werte für 1990 bzw. 1999 wiederholt.
- Emissionen von CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> durch Summenbildung der Einzelwerte.
- Gesamtwerte berücksichtigen nicht Bunker für internationale Schifffahrt (2004: 110.996,15 TJ; 8.581,75 Gg CO<sub>2</sub>) und internationalen Luftverkehr.
- LULUCF: Land Use, Land Use Change, Forestry (Landnutzung, Änderung der Landnutzung und Forstwirtschaft)

**Tabelle 20: Modifizierte Daten von den Nationalberichten über die Treibhausgasinventare Deutschlands an das UNFCCC**

| Jahr | Luftverkehr           |                       |                                 |                           |                        | Verkehr               |                                 |                        | Insgesamt                                   |                           |                        |                        |
|------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|
|      | Energie-<br>verbrauch | Emissions-<br>faktor  | CO <sub>2</sub> -<br>Emissionen | zusätzliche<br>Emissionen | Gesamt-<br>emissionen  | Energie-<br>verbrauch | CO <sub>2</sub> -<br>Emissionen | Gesamt-<br>emissionen  | CO <sub>2</sub> -Emissionen<br>excl. LULUCF | zusätzliche<br>Emissionen | Summe excl.<br>LULUCF  | Summe incl.<br>LULUCF  |
|      | PJ                    | t CO <sub>2</sub> /TJ | Mt CO <sub>2</sub>              | Mt CO <sub>2</sub> equ    | Mt CO <sub>2</sub> equ | PJ                    | Mt CO <sub>2</sub>              | Mt CO <sub>2</sub> equ | Mt CO <sub>2</sub>                          | Mt CO <sub>2</sub> equ    | Mt CO <sub>2</sub> equ | Mt CO <sub>2</sub> equ |
| 1990 | 195,767               | 73,265                | 14,343                          | 24,383                    | 38,726                 | 2.391,463             | 173,932                         | 198,315                | 1.044,250                                   | 220,822                   | 1.265,073              | 1.236,457              |
| 1991 | 192,005               | 73,265                | 14,067                          | 23,914                    | 37,982                 | 2.436,201             | 177,269                         | 201,183                | 1.006,989                                   | 210,180                   | 1.217,169              | 1.187,697              |
| 1992 | 206,084               | 73,265                | 15,099                          | 25,668                    | 40,767                 | 2.524,387             | 183,760                         | 209,428                | 960,472                                     | 209,061                   | 1.169,533              | 1.139,383              |
| 1993 | 217,767               | 73,265                | 15,955                          | 27,123                    | 43,078                 | 2.600,030             | 189,319                         | 216,442                | 951,176                                     | 207,173                   | 1.158,349              | 1.127,717              |
| 1994 | 226,323               | 73,265                | 16,582                          | 28,189                    | 44,770                 | 2.555,878             | 186,188                         | 214,377                | 937,641                                     | 204,247                   | 1.141,888              | 1.110,611              |
| 1995 | 234,579               | 73,265                | 17,186                          | 29,217                    | 46,403                 | 2.615,172             | 190,392                         | 219,608                | 933,870                                     | 204,099                   | 1.137,968              | 1.106,431              |
| 1996 | 245,556               | 73,265                | 17,991                          | 30,584                    | 48,575                 | 2.625,812             | 191,133                         | 221,717                | 957,964                                     | 202,919                   | 1.160,884              | 1.128,916              |
| 1997 | 255,011               | 73,265                | 18,683                          | 31,762                    | 50,445                 | 2.641,527             | 192,185                         | 223,947                | 929,609                                     | 197,303                   | 1.126,913              | 1.094,544              |
| 1998 | 262,214               | 73,265                | 19,211                          | 32,659                    | 51,870                 | 2.692,059             | 195,877                         | 228,536                | 922,002                                     | 180,389                   | 1.102,391              | 1.069,764              |
| 1999 | 281,354               | 73,265                | 20,613                          | 35,043                    | 55,656                 | 2.785,354             | 202,639                         | 237,682                | 898,134                                     | 176,950                   | 1.075,084              | 1.041,996              |
| 2000 | 298,377               | 73,265                | 21,861                          | 37,163                    | 59,024                 | 2.750,777             | 199,919                         | 237,082                | 903,747                                     | 174,125                   | 1.077,871              | 1.043,517              |
| 2001 | 290,766               | 73,265                | 21,303                          | 36,215                    | 57,518                 | 2.692,541             | 195,473                         | 231,688                | 916,343                                     | 172,249                   | 1.088,592              | 1.053,464              |
| 2002 | 288,186               | 73,265                | 21,114                          | 35,894                    | 57,008                 | 2.669,265             | 193,238                         | 229,132                | 903,371                                     | 168,480                   | 1.071,851              | 1.036,502              |
| 2003 | 292,615               | 73,265                | 21,438                          | 36,445                    | 57,884                 | 2.594,141             | 187,489                         | 223,934                | 909,696                                     | 168,699                   | 1.078,395              | 1.042,524              |
| 2004 | 300,828               | 73,265                | 22,040                          | 37,468                    | 59,508                 | 2.619,289             | 188,818                         | 226,286                | 903,486                                     | 167,310                   | 1.070,796              | 1.034,544              |

Quelle: UNFCCC: 2006 Annex I Party GHG Inventory Submissions, Common Reporting Format, Germany; Inventories 1990 ... 2004, Submission 2006 v2.1, as of 13 July 2007, Tables 1.A(a), 1.C, 10; Downloads unter [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/3734.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/3734.php); eigene Berechnungen

## Anmerkungen:

- Luftverkehr gebildet durch Addition der Energieverbräuche für inländischen Luftverkehr und für Bunker für internationalen Luftverkehr; durch einheitliche Anwendung des in den Nationalberichten für den inländischen Luftverkehr verwendeten Emissionsfaktors; mit der Annahme eines zusätzlichen Klimagaseffekts in Höhe des 1,7-Fachen der CO<sub>2</sub>-Emissionen unter Bezugnahme auf die IPCC-Studie "Aviation and the Global Atmosphere" (1999), vgl. [www.ipcc.ch/pub/av\(E\).pdf](http://www.ipcc.ch/pub/av(E).pdf).
- Entsprechende Anpassung der anderen Kategorien.
- Gesamtemissionen des Verkehrs berücksichtigen nicht nachrangigen Mengen der CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen; die zusätzlichen Emissionen in den Ingesamt-Werten umfassen neben CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs und SF<sub>6</sub> die zusätzlichen Emissionen aus dem Luftverkehr.
- Ingesamt-Werte weiterhin ohne Bunker für internationale Schifffahrt (2004: 110,996 PJ; 8,582 Mt CO<sub>2</sub>)

## Literaturverzeichnis

- ACARE 2001: Group of Personalities: European Aeronautics: A Vision For 2020 – Meeting society's needs and winning global leadership, Luxembourg 2001
- ACARE 2002: Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE): Strategic Research Agenda 1, 3 vol., über: [www.acare4europe.org/html/documentation.asp](http://www.acare4europe.org/html/documentation.asp)
- ACARE 2004: Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE): Strategic Research Agenda 2, 3 vol., über: [www.acare4europe.org/html/documentation.asp](http://www.acare4europe.org/html/documentation.asp)
- ACIa: Airports Council International (ACI): Data centre, über [www.airports.org](http://www.airports.org)
- ADVa: Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV): ADV-Monatsstatistik (monatlich), über [www.adv.aero/de/gfx/stats\\_2007.php](http://www.adv.aero/de/gfx/stats_2007.php)
- ADVb: Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV): Statistiken Regionale 2007 - 1997, über [www.adv.aero/de/gfx/1172.php](http://www.adv.aero/de/gfx/1172.php)
- ADV 2007: Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV): Luftfahrt und Umwelt, Berlin, 4.A. 2007, über: [www.adv.aero/de/gfx/umwelt.php](http://www.adv.aero/de/gfx/umwelt.php)
- AERO 2007: Airbus – A350 erneut überarbeitet, in: Aero 11/2007, S. 50
- AGEB 2007a: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 – 2006, Stand: September 2007, Berlin-Köln 2007, über [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de)
- AGEB 2007b: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Vierteljährliche Mitteilungen zum Primärenergieverbrauch: Jahr 2007, vom 20. Dezember 2007, Berlin-Köln 2007, über [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de)
- AIRBUS 2007: Aktuelle Downloads zu Airbus A380 v. 06.11.2007: [www.airbus.com/en/aircraftfamilies/a380/index2.html](http://www.airbus.com/en/aircraftfamilies/a380/index2.html) und [www.airbus.com/en/aircraftfamilies/a380/economics.html](http://www.airbus.com/en/aircraftfamilies/a380/economics.html)
- ANA 2007: All Nippon Airways (ANA): ANA Fact Book 2007, über [www.ana.co.jp/eng/aboutana/corporate/ir/financial\\_06.html](http://www.ana.co.jp/eng/aboutana/corporate/ir/financial_06.html)
- ASD 2007: Aerospace and Defence Industries Association of Europe (ASD): Meeting the Challenges, ASD Focus - Issue 1, Summer 2007, Paris 2007, über: [www.icao.int/icao/en/env/CC\\_ASD\\_Focus\\_Summer2007Number1\\_01524-01\\_full.pdf](http://www.icao.int/icao/en/env/CC_ASD_Focus_Summer2007Number1_01524-01_full.pdf)
- BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2007: Klimaprogramm Bayern 2020
- BOEINGa: Airplane Characteristics for Airport Planning, Link über [www.boeing.com/commercial/airports/](http://www.boeing.com/commercial/airports/)

- CARGOFORUM: Distanzrechner (Programm), über: [//cargoforum.de/Cargotools.html](http://cargoforum.de/Cargotools.html)
- CBO 1982: Congressional Budget Office, U.S. Congress (CBO): Energy use in freight transportation. Staff Working Paper, Washington 1982, über: [www.cbo.gov/ftpdocs/53xx/doc5330/doc02b-Part1.pdf](http://www.cbo.gov/ftpdocs/53xx/doc5330/doc02b-Part1.pdf) und [www.cbo.gov/ftpdocs/53xx/doc5330/doc02b-Part2.pdf](http://www.cbo.gov/ftpdocs/53xx/doc5330/doc02b-Part2.pdf)
- CE 2005: R.C.N. Wit, B.H. Boon and A. van Velzen (CE Delft), M. Cames and O. Deuber (Oeko-Institut), D.S. Lee (Manchester Metropolitan University): Giving wings to emission trading - Inclusion of aviation under the European Emission Trading System (ETS): Design and impacts Delft, CE, July 2005
- CMOa: Boeing Commercial: Current Market Outlook (CMO), Seattle, jährlich, letzte Ausgabe 2007, über: [www.boeing.com/commercial/cmo](http://www.boeing.com/commercial/cmo)
- DBAGa: Deutsche Bahn AG (DB AG): Internetportal [//reiseauskunft.bahn.de](http://reiseauskunft.bahn.de)
- DBAG 2007: Deutsche Bahn AG (DB AG): Umweltkennzahlen 2006, Berlin 2007
- DFSa: Deutsche Flugsicherung (DFS): Air Traffic Statistics. Annual summary (annually), über [www.dfs.de](http://www.dfs.de)
- DFS 2007: Deutsche Flugsicherung (DFS): Mobilitätsbericht 2006, Langen 2007, über [www.dfs.de/dfs/internet/deutsch/inhalt/company\\_future/index.html?ionasFrameCheckName=haupt&ionasFrameCheckUrl=http%3A//www.dfs.de/dfs/internet/deutsch/inhalt/company\\_future/primaernavigation/das\\_unternehmen/index.jsp%3Factivemenu%3Dzahlen\\_daten\\_fakten%26referrer%3Dhttp%253A//www.google.com/search%253Fhl%253Den%2526client%253Dfirefox-a%2526channel%253Ds%2526rls%253Dorg.mozilla%25253Ade-DE%25253Aofficial%2526q%253Ddeutsche+flugsicherung+zahlen-daten-fakten%2526btnG%253DSearch](http://www.dfs.de/dfs/internet/deutsch/inhalt/company_future/index.html?ionasFrameCheckName=haupt&ionasFrameCheckUrl=http%3A//www.dfs.de/dfs/internet/deutsch/inhalt/company_future/primaernavigation/das_unternehmen/index.jsp%3Factivemenu%3Dzahlen_daten_fakten%26referrer%3Dhttp%253A//www.google.com/search%253Fhl%253Den%2526client%253Dfirefox-a%2526channel%253Ds%2526rls%253Dorg.mozilla%25253Ade-DE%25253Aofficial%2526q%253Ddeutsche+flugsicherung+zahlen-daten-fakten%2526btnG%253DSearch)
- DIWa: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Bearb.: Verkehr in Zahlen, jährlich, Hamburg
- DFS 2007: Deutsche Flugsicherung (DFS): Flugverkehr in Deutschland zeigt erneut starkes Wachstum – Flugsicherung koordiniert sicher, effektiv und umweltbewußt, Newsletter April 2007, über: [www.dfs.de/dfs/internet/deutsch/inhalt/company\\_future/index.html](http://www.dfs.de/dfs/internet/deutsch/inhalt/company_future/index.html)
- DLR/ADV: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV): Low Cost Monitor – Der aktuelle Low Cost Carrier Markt in Deutschland, Köln-Berlin, halbjährlich, zuletzt 2/2007, Sept. 2007, über: [www.adv-net.org/de/gfx/stats\\_2007.php](http://www.adv-net.org/de/gfx/stats_2007.php)
- EEA 2002: European Environment Agency (EEA): Paving the way for EU enlargement. Indicators of transport and environment integration – TERM 2002, Copenhagen 2002, über: [reports.eea.europa.eu/environmental\\_issue\\_report\\_2002\\_24/en](http://reports.eea.europa.eu/environmental_issue_report_2002_24/en)
- EWI/PROGNOS 2005: Energiewirtschaftliches Institut an der Univ. zu Köln (EWI), Prognos AG: Energiereport IV: Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum

- Jahr 2030 – Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Köln, Basel 2005, i.A. des BM für Wirtschaft und Arbeit, Berlin
- EWI/PROGNOS 2007: Energiewirtschaftliches Institut an der Univ. zu Köln (EWI), Prognos AG: Energieszenarien für den Energiegipfel 2007, Basel, Köln 2007, i.A. des BM für Wirtschaft und Technologie, Berlin
- FLUGREVUE 2007a: Poster „Die Verkehrsjets der Welt“, Beilage zu: FlugRevue 12/2007
- FLUGREVUE 2007b: Triebwerks-Extra, in: FlugRevue 10/2007, S. 51 - 64
- GMFa: Airbus: Global Market Forecast (GMF), Blagnac, etwa zweijährlich, letzte Ausgabe 2008
- GCM: Great Circle Mapper (Programm), über: [//gc.kls2.com](http://gc.kls2.com)
- HAHN: Bernd Hahn: Billigfluglinien – Eine umweltwissenschaftliche Betrachtung, Masterarbeit an der Fernuniversität Hagen 2006, über [www.wupperinst.org/de/publikationen/wuppertal\\_paper/index.html](http://www.wupperinst.org/de/publikationen/wuppertal_paper/index.html)
- HMULV 2007: Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV): Treibhausgasbilanz für das Land Hessen 2003, Wiesbaden 2007, über [www.hm.ulv.hessen.de/irj/HMULV\\_Internet?cid=9bfd8a264f5c7c46972ed3f25182f204](http://www.hm.ulv.hessen.de/irj/HMULV_Internet?cid=9bfd8a264f5c7c46972ed3f25182f204)
- IKM 2006: Initiativkreis Europäische Metropolregionen in Deutschland (IKM): Regionales Monitoring 2006, über [www.deutsche-metropolregionen.org/html\\_de/aktiv.html](http://www.deutsche-metropolregionen.org/html_de/aktiv.html)
- INTRAPLAN 2006: Intraplan Consult: Luftverkehrsprognose Deutschland 2020 als Grundlage für den „Masterplan zur Entwicklung der Flughafeninfrastruktur zur Stärkung des Luftverkehrsstandortes Deutschland im internationalen Wettbewerb“, München 2006
- IPCC 1999: Intergovernmental Panel on Climate Change: Aviation and the Global Atmosphere, Cambridge-New York-Melbourne-Madrid (Cambridge University Press) 1999, auch über: [www.grida.no/climate/ipcc/aviation/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc/aviation/index.htm)
- IPCC 2007: Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2007. IPCC Fourth Assessment Report, 4 vols., Cambridge-New York-Melbourne-Madrid (Cambridge University Press) 2007f, auch über: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch)
- STATISTICS BUREAU (Japan): Japan Monthly Statistics, über [www.stat.go.jp/english](http://www.stat.go.jp/english)
- KLOAS/KUHFELD 2006: Jutta Kloas, Hartmut Kuhfeld: Fußgänger- und Fahrradverkehr gewinnen an Bedeutung, in: DIW-WB 44/2006, S. 625 - 631
- LBA 2007: Luftfahrtbundesamt (LBA): Bestand an Luftfahrzeugen in der Bundesrepublik Deutschland, Stand 09.01.2007 (Internetdarstellung), über

[www.lba.de/cln\\_010/nn\\_54148/DE/C3\\_96ffentlichkeitsarbeit/Statistiken/Bestand.html](http://www.lba.de/cln_010/nn_54148/DE/C3_96ffentlichkeitsarbeit/Statistiken/Bestand.html)

LFU 2007: Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU): Umweltbericht Bayern 2007, über [www.lfu.bayern.de/themenuuebergreifend/fachinformationen/umweltbericht/index.htm](http://www.lfu.bayern.de/themenuuebergreifend/fachinformationen/umweltbericht/index.htm)

LUFTHANSAa: Deutsche Lufthansa AG: Nachhaltigkeitsbericht Balance, jährlich (vor 2006: Balance Journal und Balance Daten und Fakten), über [www.konzern.lufthansa.com/de/html/presse/downloads/publikationen/index.html#umwelt](http://www.konzern.lufthansa.com/de/html/presse/downloads/publikationen/index.html#umwelt)

LuftVG: Luftverkehrsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 698), zuletzt geändert durch Artikel 9 Abs. 20 des Gesetzes vom 23. November 2007, (BGBl. I S. 2631)

LuftVO: Luftverkehrs-Ordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. März 1999 (BGBl. I S. 580), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 17. November 2006 (BGBl. I S. 2644)

LuftVZO: Luftverkehrs-Zulassungs-Ordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. März 1999 (BGBl. I S. 610), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 13. Juni 2007 (BGBl. I S. 1048 (2203))

MANTZOS/CAPROS 2006: L. Mantzos, P. Capros: European Energy and Transport. Trends to 2030 – update 2005, Luxemburg, European Commission, DG Energy and Transport, 2006, über [www.ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/figures/trends\\_2030/index\\_en.htm](http://www.ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/trends_2030/index_en.htm)

MASTERPLAN 2006: Initiative „Luftverkehr für Deutschland“: Masterplan zur Entwicklung der Flughafeninfrastruktur zur Stärkung des Luftverkehrsstandortes Deutschland im internationalen Wettbewerb, Frankfurt 2006

MWV 2007: Mineralölwirtschaftsverband (MWV): Mineralölverbrauch in Deutschland Januar bis Dezember 2007, vom Dezember 2007, über [www.ag-energiebilanzen.de](http://www.ag-energiebilanzen.de)

ÖKO-INST/FZJ/DIW/FHG-ISI 2008: Felix Chr. Matthes, Sabine Gores, Verena Graichen, Ralph O. Harthan (Öko-Institut, Institut für Angewandte Ökologie), Peter Markewitz, Patrick Hansen, Manfred Kleemann, Volker Krey, Dag Martinsen (Forschungszentrum Jülich, Institut für Energieforschung -Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE)), Jochen Diekmann, Manfred Horn, Hans-Joachim Ziesing (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin)), Wolfgang Eichhammer, Claus Doll, Nicki Helfrich, Luisa Müller, Wolfgang Schade, Barbara Schломann (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI)): Politiksznarien für den Klimaschutz IV - Szenarien bis 2030, Dessau-Roßlau 2008, über: [www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql\\_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3361](http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/mysql_medien.php?anfrage=Kennnummer&Suchwort=3361)

- RYANAIRa: Ryanair plc: Annual Reports, verschiedene Jahre bis 2007, über [www.ryanair.com/site/DE/about.php?page=Invest&sec=present](http://www.ryanair.com/site/DE/about.php?page=Invest&sec=present)
- RYANAIRb: Ryanair plc: 20F Statements (as filed with the Securities and Exchange Commission, SEC, Washington), verschiedene Jahre bis 2007, über [www.ryanair.com/site/DE/about.php?page=Invest&sec=present](http://www.ryanair.com/site/DE/about.php?page=Invest&sec=present)
- SCHALLABÖCK 2006: Karl Otto Schallaböck, Manfred Fishedick u.a.: Klimawirksame Emissionen des PKW-Verkehrs und Bewertung von Minderungsstrategien, Wuppertal 2006, Wuppertal Spezial 34
- STATBAa: Statistisches Bundesamt: Fachserie 8 Verkehr Reihe 6 Luftverkehr, Monatsergebnisse, bis 10/2007, Wiesbaden, über [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- STATBAb: Statistisches Bundesamt: Fachserie 8 Verkehr Reihe 6.1 Luftverkehr auf ausgewählten Flugplätzen, Jahresergebnisse, bis 2006, Wiesbaden, über [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- STATBAc: Statistisches Bundesamt: Fachserie 8 Verkehr Reihe 6.2 Luftverkehr auf allen Flugplätzen, Jahresergebnisse, bis 2006, Wiesbaden, über [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- STATBA 2006: Statistisches Bundesamt: Bevölkerung Deutschlands bis 2050. Ergebnisse der 11. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden 2006, über [www.destatis.de](http://www.destatis.de)
- UBA 2006a: Umweltbundesamt (UBA): Flugverkehr, Stand 01.09.2006 (Internetdarstellung), über [www.umweltbundesamt.de/verkehr/datenumodelle/verkehdata/verkdaten.htm](http://www.umweltbundesamt.de/verkehr/datenumodelle/verkehdata/verkdaten.htm)
- UBA 2006b: Umweltbundesamt (UBA): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen 2006 – Nationaler Inventarbericht Zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2004, Dessau 2006
- UNFCCC 2007: United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC): 2006 Annex I Party GHG Inventory Submissions, Common Reporting Format, Germany, über: [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/3734.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/3734.php)
- UNWPPa: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: World Population Prospects, etwa zweijährlich, aktuelle Ausgabe: The 2006 Revision, New York 2006, über: [www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/wpp2006.htm](http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2006/wpp2006.htm)
- VerkStatG: Gesetz über die Statistik der See- und Binnenschifffahrt, des Güterkraftverkehrs, des Luftverkehrs sowie des Schienenverkehrs und des gewerblichen Straßen-Personenverkehrs (Verkehrstatistikgesetz - VerkStatG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 20. Februar 2004 (BGBl. I S. 318),

geändert durch Artikel 90 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407)

WUPa: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division: World Urbanization Prospects, New York, etwa zweijährlich, aktuelle Ausgabe: The 2007 Revision v. 26.02.2008, interaktive Datenbank über: <http://esa.un.org/unup/>, Zusammenfassung über: [www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP\\_Highlights\\_web.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/wup2007/2007WUP_Highlights_web.pdf)