



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Projekt

Fachbereich Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau

Ein Vergleich von DOC-Methoden hinsichtlich der Kosten für Gebühren

Verfasser: Sylvia Meyer

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

Abgabedatum: 30.11.2004

Kurzreferat

DOC-Methoden wurden von Flugzeugherstellern, Flugzeugbetreibern und Luftfahrtvereinigungen entwickelt, um im Vorfeld die Kosten abschätzen zu können, die das Flugzeug im Betrieb verursacht. Bei den DOC (Direct Operating Costs) handelt es sich um flugzeugabhängige Kosten. Zu den Kostenbestandteilen zählen Abschreibung, Zinsen, Versicherung, Kraftstoff, Wartung, Besatzung und Gebühren.

Die Arbeit beschäftigt sich mit dem Kostenelement Gebühren als Bestandteil der DOC-Methode. Die Gebühren setzen sich zusammen aus Navigations-, Lande- und Abfertigungsgebühren.

Ziel der Arbeit ist die Kontrolle und Analyse der Gleichungen zur Berechnung der Gebühren von verschiedenen DOC-Methoden. Welche Gemeinsamkeiten bestehen zwischen den einzelnen Gleichungen, wo unterscheiden sie sich? Des Weiteren wird die tatsächliche Erhebung von Gebühren untersucht. Auf welchen Grundlagen werden die Navigationsgebühren erhoben, welche Daten werden von den Flughafenbetreibern zur Erhebung von Lande- und Abfertigungsgebühren herangezogen?

Die Gleichungen der DOC-Methoden werden mit den tatsächlich anfallenden Gebühren verglichen, um festzustellen, welche Gebührengleichungen die Realität am besten widerspiegeln. Für die Arbeit an der Hochschule wird eine Methode ausgewählt und die Gleichungen zur Berechnung der Gebühren werden so gut wie möglich an die Wirklichkeit angepasst.

Um die bestmöglichen Ergebnisse bei der Vorhersage der Gebühren treffen zu können, ist eine ständige Anpassung und Weiterentwicklung der Berechnungsgleichungen notwendig. Diese Anpassung wird am Ende der Arbeit vorgenommen.





Ein Vergleich von DOC-Methoden hinsichtlich der Kosten für Gebühren

Aufgabenstellung zum *Projekt 2* gemäß Prüfungsordnung

Hintergrund

Bei den Direct Operating Costs (DOC) handelt es sich um flugzeugabhängige Kosten. Im Gegensatz dazu stehen die Indirect Operating Costs (IOC). Die IOC sind passagierabhängige Kosten, die vom Management der Luftverkehrsgesellschaft beeinflusst werden. Eine Flugzeugentwurfsbewertung kann sich im wesentlichen auf eine Betrachtung der DOC beschränken. Es existieren DOC-Methoden von Flugzeugherstellern, Flugzeugbetreibern und Vereinigungen. Viele dieser DOC-Methoden berücksichtigen auch Gebühren z. B. Landegebühren, Navigationsgebühren für die Flugsicherung oder Abfertigungsgebühren des Flughafens. Ein Vergleich verschiedener DOC-Methoden zeigt, dass diese Gebühren unterschiedlich berechnet werden und bei typischen Eingabeparametern der DOC-Methode zu einem unterschiedlichen Anteil der Gebühren an den gesamten DOC führen.

Aufgabe

- Einleitende Betrachtung zur Definition und zur Bedeutung der DOC-Rechnungen im Flugzeugbau. Die Gebühren als Kostenbestandteil der DOC. Abgrenzung der DOC von den IOC im Hinblick auf die Gebühren.
- Kontrolle und Analyse der Gleichungen für die Gebühren der AEA-Methode: Landegebühren, Navigationsgebühren, Abfertigungsgebühren.
- Vergleich der Gleichungen der AEA-Methode mit Gleichungen für die Gebühren anderer DOC-Methoden. Berechnung des Anteils der Gebühren an den gesamten DOC. Dabei sollen besondere Berücksichtigung finden: die alte AEA-Methode, die neue AEA/Boeing-Methode und die AI-Methode (mit aktualisierten Parametern).
- Recherche zur tatsächlichen Erhebung von Landegebühren, Navigationsgebühren und Abfertigungsgebühren.
- Vorschlag zur Wahl einer "Standard"-DOC-Methode für Arbeiten an der Hochschule.
- Test dieser Methode anhand der Daten eines typischen Kurzstreckenflugzeugs und eines typischen Langstreckenflugzeugs.

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

Inhalt

| | Seite |
|---|-----------|
| Verzeichnis der Tabellen..... | 7 |
| Liste der Symbole..... | 10 |
| Liste der Abkürzungen | 12 |
| 1 Einleitung | 13 |
| 2 Kostenrechnungen im Flugzeugbau | 14 |
| 2.1 Bedeutung von Kostenrechnungen..... | 14 |
| 2.2 DOC-Rechnungen | 14 |
| 2.3 Gebühren als Kostenbestandteil der DOC..... | 16 |
| 3 Gegenüberstellung von DOC-Methoden | 18 |
| 3.1 Grundsätzliches | 18 |
| 3.2 Vereinfachungen..... | 19 |
| 3.3 Berechnung mit AEA-Methode..... | 23 |
| 4 AEA-Methode | 24 |
| 4.1 Allgemeines..... | 24 |
| 4.2 Berechnung der Navigationsgebühren..... | 24 |
| 4.3 Berechnung der Landegebühren | 26 |
| 4.4 Berechnung der Abfertigungsgebühren..... | 27 |
| 5 Methode nach Boeing..... | 28 |
| 5.1 Allgemeines..... | 28 |
| 5.2 Berechnung der Navigationsgebühren..... | 29 |
| 5.3 Berechnung der Landegebühren | 29 |
| 5.4 Berechnung der Abfertigungsgebühren..... | 30 |
| 6 AEA/Boeing-Methode | 32 |
| 6.1 Allgemeines..... | 32 |
| 6.2 Berechnung der Navigationsgebühren..... | 32 |
| 6.3 Berechnung der Landegebühren | 34 |
| 6.4 Berechnung der Abfertigungsgebühren..... | 36 |
| 7 Methode nach Airbus Industrie | 40 |
| 7.1 Allgemeines..... | 40 |
| 7.2 Berechnung der Navigationsgebühren..... | 40 |
| 7.3 Berechnung der Landegebühren | 41 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 8 | Methode nach American Airlines | 43 |
| 8.1 | Berechnung der Navigationsgebühren..... | 43 |
| 8.2 | Berechnung der Landegebühren | 43 |
| 8.3 | Berechnung der Abfertigungsgebühren..... | 44 |
| 9 | Methode nach Lufthansa | 45 |
| 9.1 | Berechnung der Navigationsgebühren..... | 45 |
| 9.2 | Berechnung der Landegebühren | 46 |
| 9.3 | Berechnung der Abfertigungsgebühren..... | 47 |
| 10 | Methode nach Fokker | 49 |
| 10.1 | Berechnung der Navigationsgebühren..... | 49 |
| 10.2 | Berechnung der Landegebühren | 49 |
| 10.3 | Berechnung der Abfertigungsgebühren..... | 50 |
| 11 | Vergleich der Methoden | 51 |
| 11.1 | Allgemeines..... | 51 |
| 11.2 | Vergleich von Navigationsgebühren | 54 |
| 11.3 | Vergleich von Landegebühren..... | 57 |
| 11.4 | Vergleich von Abfertigungsgebühren | 60 |
| 11.5 | Anteil der Gebühren bei der AEA-Methode | 63 |
| 11.6 | Anteil der Gebühren bei der AEA/Boeing-Methode..... | 68 |
| 11.7 | Anteil der Gebühren bei der Airbus Industrie-Methode..... | 73 |
| 12 | Tatsächliche Erhebung von Gebühren | 78 |
| 12.1 | Allgemeines..... | 78 |
| 12.2 | Erhebung von Navigationsgebühren | 79 |
| 12.3 | Erhebung von Landegebühren..... | 83 |
| 12.4 | Erhebung von Abfertigungsgebühren..... | 85 |
| 12.5 | Erhebung von sonstigen Entgelten | 87 |
| 13 | Vergleich von DOC-Methoden und tatsächlich erhobenen Gebühren | 89 |
| 13.1 | Gegenüberstellung der Navigationsgebühren..... | 89 |
| 13.2 | Gegenüberstellung der Landegebühren | 92 |
| 13.3 | Gegenüberstellung der Abfertigungsgebühren | 95 |
| 14 | Wahl einer „Standard“-DOC-Methode | 98 |
| 14.1 | Festlegen einer geeigneten Methode | 98 |
| 14.2 | Test der gewählten Methode | 102 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 15 | Zusammenfassung | 104 |
| | Literaturverzeichnis | 105 |
| | Anhang A Bonusliste des BMVBW | 110 |
| | Anhang B Lärmkategorien des Flughafens Frankfurt | 111 |

Verzeichnis der Tabellen

| | | |
|----------------------|---|----|
| Tabelle 2.1 | Gebühren als berücksichtigtes Kostenelement | 16 |
| Tabelle 3.1 | Jährliche mittlere Inflationsraten verschiedener DOC-Methoden | 20 |
| Tabelle 3.2 | Veränderung des deutschen Verbraucherpreisindex | 21 |
| Tabelle 3.3 | Veränderung der internationalen Verbraucherpreisindizes..... | 22 |
| Tabelle 3.4 | Anteil der Gebühren an den Gesamt-DOC | 23 |
| Tabelle 5.1 | Parameter K_2 (Boeing 1993) | 31 |
| Tabelle 5.2 | Parameter K_3 (Boeing 1993) | 31 |
| Tabelle 6.1 | Parameter K_1 für amerikanische Airlines (Boeing 1995) | 33 |
| Tabelle 6.2 | Parameter K_1 für europäische Airlines (Boeing 1995) | 34 |
| Tabelle 6.3 | Parameter K_2 für amerikanische Airlines (Boeing 1995) | 35 |
| Tabelle 6.4 | Parameter K_2 für europäische Airlines (Boeing 1995) | 36 |
| Tabelle 6.5 | Parameter K_4 (Boeing 1995) | 37 |
| Tabelle 6.6 | Parameter K_5 (Boeing 1995) | 38 |
| Tabelle 6.7 | Parameter K_6 (Boeing 1995) | 39 |
| Tabelle 6.8 | Parameter K_7 (Boeing 1995) | 39 |
| Tabelle 9.1 | Parameter c_{NF} (DLH 1982) | 46 |
| Tabelle 9.2 | Landegebühren (DLH 1982) | 47 |
| Tabelle 9.3 | Abfertigungsgebühren in DM (DLH 1982) | 48 |
| Tabelle 9.4 | Abfertigungsgebühren in US\$ (DLH 1982)..... | 48 |
| Tabelle 11.1 | Anzahl der Flüge pro Jahr je Flugstrecke | 52 |
| Tabelle 11.2 | Daten des A320-200 und des A340-300..... | 52 |
| Tabelle 11.3 | Inflationfaktoren verschiedener DOC-Methoden..... | 53 |
| Tabelle 11.4 | Formeln zur Berechnung der Navigationsgebühren..... | 54 |
| Tabelle 11.5 | Navigationsgebühren für innerdeutschen Verkehr (FRA – BLN) | 55 |
| Tabelle 11.6 | Navigationsgebühren für europäischen Verkehr (FRA – MAD)..... | 55 |
| Tabelle 11.7 | Navigationsgebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – NY)..... | 56 |
| Tabelle 11.8 | Navigationsgebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – SIN)..... | 56 |
| Tabelle 11.9 | Formeln zur Berechnung der Landegebühren | 57 |
| Tabelle 11.10 | Landegebühren für innerdeutschen Verkehr (FRA – BLN)..... | 58 |
| Tabelle 11.11 | Landegebühren für europäischen Verkehr (FRA – MAD) | 58 |
| Tabelle 11.12 | Landegebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – NY)..... | 59 |
| Tabelle 11.13 | Landegebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – SIN) | 59 |
| Tabelle 11.14 | Formeln zur Berechnung der Abfertigungsgebühren..... | 60 |
| Tabelle 11.15 | Abfertigungsgebühren für innerdeutschen Verkehr (FRA – BLN)..... | 61 |
| Tabelle 11.16 | Abfertigungsgebühren für europäischen Verkehr (FRA – MAD) | 61 |
| Tabelle 11.17 | Abfertigungsgebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – NY)..... | 62 |
| Tabelle 11.18 | Abfertigungsgebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – SIN) | 62 |

| | | |
|----------------------|---|----|
| Tabelle 11.19 | DOC-Berechnung für FRA – BLN (AEA 1989a)..... | 64 |
| Tabelle 11.20 | DOC-Berechnung für FRA – MAD (AEA 1989a) | 65 |
| Tabelle 11.21 | DOC-Berechnung für FRA – NY (AEA 1989b)..... | 66 |
| Tabelle 11.22 | DOC-Berechnung für FRA – SIN (AEA 1989b)..... | 67 |
| Tabelle 11.23 | DOC-Berechnung für FRA – BLN (Boeing 1995) | 69 |
| Tabelle 11.24 | DOC-Berechnung für FRA – MAD (Boeing 1995)..... | 70 |
| Tabelle 11.25 | DOC-Berechnung für FRA – NY (Boeing 1995) | 71 |
| Tabelle 11.26 | DOC-Berechnung für FRA – SIN (Boeing 1995)..... | 72 |
| Tabelle 11.27 | DOC-Berechnung für FRA – BLN (AI 1989)..... | 74 |
| Tabelle 11.28 | DOC-Berechnung für FRA – MAD (AI 1989) | 75 |
| Tabelle 11.29 | DOC-Berechnung für FRA – NY (AI 1989)..... | 76 |
| Tabelle 11.30 | DOC-Berechnung für FRA – SIN (AI 1989)..... | 77 |
| Tabelle 12.1 | Gebührensätze für An- und Abfluggebühr..... | 80 |
| Tabelle 12.2 | Gebührensätze für Streckengebühr | 82 |
| Tabelle 12.3 | Lärmorientiertes Grundentgelt | 84 |
| Tabelle 12.4 | Landeentgelt..... | 84 |
| Tabelle 12.5 | Abstellentgelt | 85 |
| Tabelle 12.6 | Passagierentgelt..... | 86 |
| Tabelle 12.7 | Nutzungsentgelt für Zentrale Infrastruktureinrichtungen | 87 |
| Tabelle 12.8 | Entgelte für den Lärmzuschlag | 88 |
| Tabelle 13.1 | Errechnete Navigationsgebühren | 89 |
| Tabelle 13.2 | Tatsächlich anfallende Navigationsgebühren | 89 |
| Tabelle 13.3 | Navigationsgebühren für innerdeutschen Verkehr (FRA – BLN) | 90 |
| Tabelle 13.4 | Navigationsgebühren für europäischen Verkehr (FRA – MAD)..... | 90 |
| Tabelle 13.5 | Navigationsgebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – NY)..... | 91 |
| Tabelle 13.6 | Navigationsgebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – SIN)..... | 91 |
| Tabelle 13.7 | Errechnete Landegebühren..... | 92 |
| Tabelle 13.8 | Tatsächlich anfallende Landegebühren..... | 92 |
| Tabelle 13.9 | Landegebühren für innerdeutschen Verkehr (FRA – BLN)..... | 93 |
| Tabelle 13.10 | Landegebühren für europäischen Verkehr (FRA – MAD) | 93 |
| Tabelle 13.11 | Landegebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – NY)..... | 94 |
| Tabelle 13.12 | Landegebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – SIN) | 94 |
| Tabelle 13.13 | Errechnete Abfertigungsgebühren | 95 |
| Tabelle 13.14 | Tatsächlich anfallende Abfertigungsgebühren..... | 95 |
| Tabelle 13.15 | Abfertigungsgebühren für innerdeutschen Verkehr (FRA – BLN)..... | 96 |
| Tabelle 13.16 | Abfertigungsgebühren für europäischen Verkehr (FRA – MAD) | 96 |
| Tabelle 13.17 | Abfertigungsgebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – NY)..... | 97 |
| Tabelle 13.18 | Abfertigungsgebühren für interkontinentalen Verkehr (FRA – SIN) | 97 |

| | | |
|---------------------|--|-----|
| Tabelle 14.1 | Beste Ergebnisse für Navigationsgebühren | 98 |
| Tabelle 14.2 | Beste Ergebnisse für Landegebühren | 98 |
| Tabelle 14.3 | Beste Ergebnisse für Abfertigungsgebühren | 99 |
| Tabelle 14.4 | Exakt berechnete Proportionalitätsfaktoren | 101 |
| Tabelle 14.5 | Angepasste Proportionalitätsfaktoren | 101 |
| Tabelle 14.6 | Test der Navigationsgebühren | 102 |
| Tabelle 14.7 | Test der Landegebühren | 103 |
| Tabelle 14.8 | Test der Abfertigungsgebühren | 103 |
| Tabelle A.1 | Bonusliste | 110 |
| Tabelle B.1 | Einteilung von Flugzeugtypen nach Lärmkategorien | 111 |

Liste der Symbole

| | |
|---------------|--|
| AFW | Masse der Zelle (airframe weight) |
| C_{FEE} | Gebühren (fees and charges) |
| $C_{FEE,GND}$ | Abfertigungsgebühren (ground handling charges) |
| $C_{FEE,LD}$ | Landegebühren (landing fees) |
| $C_{FEE,NAV}$ | Gebühren der Flugsicherung (ATC or navigation charges) |
| c_{NF} | Gebührensatz für Navigationsgebühren |
| d_i | Flugstreckenfaktor |
| DSM | durchschnittliche Flugstrecke (airplane average trip distance) |
| FHC | Betankungskosten (fuel loading & handling cost) |
| G | Gebühr |
| g_i | Einzelgebühr |
| ILF | Inflationsfaktor |
| $INM1$ | jährliche Inflation für Material |
| k_{GND} | Gebührensatz für Abfertigungsgebühren |
| k_{INF} | Inflationsfaktor |
| k_{LD} | Gebührensatz für Landegebühren |
| k_{NAV} | Gebührensatz für Navigationsgebühren |
| LFR | Gebührensatz für Landegebühren (landing fees rate) |
| $m_{baggage}$ | Masse des Gepäcks |
| m_{cargo} | Masse der Fracht |
| MEW | Herstellergewicht (manufacturers empty weight) |
| m_L | tatsächliches Landegewicht |
| $MLDWT$ | maximale Landemasse (maximum landing weight) |
| m_{MLW} | maximale Landemasse |
| m_{MTO} | maximale Abflugmasse |
| m_{OEW} | Betriebsleermasse |
| m_{pax} | Masse der Passagiere |
| m_{PL} | Nutzlast |
| $MTOGW$ | maximale Abflugmasse (maximum take-off gross weight) |
| $MTOW$ | maximale Abflugmasse (maximum take-off weight) |
| NAR | Gebührensatz für Navigationsgebühren (navigation charges rate) |
| N_i | Zahl der auf den betreffenden Flug entfallenden Dienstleistungen |

| | |
|--------------|--|
| n_{method} | Jahr, auf das sich die Methode bezieht |
| $n_{t,a}$ | Anzahl der Flüge pro Jahr |
| n_{year} | Jahr, für welches die Rechnung durchgeführt wird |
| OEW | Betriebsleermasse (operating empty weight) |
| p | Gewichtsfaktor des Luftfahrzeugs |
| p_{INF} | jährliche mittlere Inflationsrate |
| R | Reichweite |
| RAG | tatsächliche Reichweite |
| $RAG1$ | Reichweitenfaktor |
| t | Gebührensatz |
| t_b | Blockzeit |
| t_f | Flugzeit |
| t_i | Einzelgebührensatz |
| YRE | Jahr, auf das sich die Methode bezieht (year of reference) |
| YST | Jahr, für welches die Rechnung durchgeführt wird (year of study) |

Liste der Abkürzungen

| | |
|-------|--|
| AA | American Airlines |
| AEA | Association of European Airlines |
| AI | Airbus Industrie |
| ATA | Air Transport Association of America |
| BLN | Berlin |
| BRD | Bundesrepublik Deutschland |
| DFS | Deutsche Flugsicherung |
| DLH | Deutsche Lufthansa |
| DOC | Direct Operating Costs |
| DUABF | Durchschnittliche Abfertigungsdauer |
| FRA | Frankfurt |
| HSCT | High Speed Commercial Transport |
| ICAO | International Civil Aviation Organization |
| IFR | Instrumentenflugregeln (instrument flight rules) |
| IOC | Indirect Operating Costs |
| LR | Langstrecke (long range) |
| MAD | Madrid |
| MR | Mittelstrecke (medium range) |
| NY | New York |
| SIN | Singapur |
| SR | Kurzstrecke (short range) |
| UK | Großbritannien (United Kingdom) |
| VFR | Sichtflugregeln (visual flight rules) |

1 Einleitung

Im Rahmen der Bewertung eines Flugzeugentwurfes spielt auch die Wirtschaftlichkeit des Flugzeuges eine Rolle. Um im Vorfeld die Kosten abschätzen zu können, die das Flugzeug im Betrieb verursacht, sind eine Vielzahl von Methoden entwickelt worden. Diese DOC-Methoden stammen von Flugzeugherstellern, Flugzeugbetreibern, aber auch von Luftfahrtvereinigungen. Die verschiedenen Methoden liefern bei gleichen Ausgangsbedingungen oft unterschiedliche Ergebnisse. Die Arbeit beschäftigt sich damit, diese Methoden im Hinblick auf die Gebühren näher zu analysieren und mit den tatsächlich anfallenden Gebühren zu vergleichen.

Unter den DOC (Direct Operating Costs) sind flugzeugabhängige Kosten zu verstehen. Zu den Kostenelementen zählen Abschreibung, Zinsen, Versicherung, Kraftstoff, Wartung, Besatzung und Gebühren.

Ziel der Arbeit ist die Gegenüberstellung der Gleichungen für Gebühren von verschiedenen DOC-Methoden. Wo liegen Gemeinsamkeiten, wo finden sich Unterschiede bei der Berechnung? Die beste theoretische Gleichung nutzt dem Anwender nichts, wenn sie sich nicht in die Realität übertragen lässt. Deshalb wird auch recherchiert, welche Kosten im realen Flugbetrieb wirklich anfallen. Die tatsächlichen Gebühren und die berechneten Gebühren werden dabei gegenübergestellt und ermittelt, welche Methode die genauesten Ergebnisse liefert.

Die Arbeit gliedert sich folgendermaßen: Zu Beginn wird allgemein auf die Kostenrechnungen im Flugzeugbau und ihre Bedeutung eingegangen, anschließend erfolgt eine Gegenüberstellung der verschiedenen Gebührenarten. In den nächsten Abschnitten werden die Gleichungen zur Berechnung der Gebühren von verschiedenen DOC-Methoden analysiert und miteinander verglichen. Für ausgewählte Methoden wird der Anteil der Gebühren an der DOC-Methode ermittelt. Es folgen die Ergebnisse einer Recherche zu den tatsächlich anfallenden Gebühren, die von den Airlines gezahlt werden müssen und die Gegenüberstellung der berechneten und tatsächlichen Gebühren. Dieser Vergleich liefert Aufschlüsse über die Genauigkeit der verwendeten Methoden. Als letzter Schritt wird dann anhand der Ergebnisse eine Anpassung der Methode vorgenommen, um die Wirklichkeit am besten wiederzugeben.

2 Kostenrechnungen im Flugzeugbau

2.1 Bedeutung von Kostenrechnungen

Beim Entwurf eines neuen Flugzeuges ist es wichtig, dass alle Entwurfsziele bestmöglich erfüllt werden. Wenn das Flugzeug die geforderten Leistungen nicht erreicht, wird es sich nicht verkaufen lassen. Genauso wichtig wie die Erfüllung bestimmter Flugleistungen und Flugeigenschaften ist die Wirtschaftlichkeit eines Flugzeuges. Der Flugzeughersteller muss wissen, welche Kosten im Fertigungsprozess anfallen, während für den Flugzeugbetreiber die laufenden Kosten im täglichen Einsatz von Bedeutung sind. Die Kostenbetrachtung ist also abhängig von der Sichtweise. Deshalb fällt die Kostenbetrachtung des Flugzeugherstellers anders aus als die des Flugzeugbetreibers. (Scholz 1999)

Der Flugzeughersteller unterscheidet zwischen fixen und variablen Kosten. Fixe Kosten fallen unabhängig von der Anzahl der gefertigten Flugzeuge an. Sie entstehen hauptsächlich in der Projekt-, Definitions- und Entwicklungsphase. Variable Kosten sind abhängig von der Anzahl der gefertigten Flugzeuge. Sie entstehen vorwiegend durch die Fertigung. (Scholz 1999)

Für die Kostenbetrachtung aus Sicht des Flugzeugbetreibers gibt es eine Vielzahl von Bewertungsmethoden, die im Laufe der Jahre entwickelt worden sind. An dieser Stelle sollen nur die zwei wichtigsten Modelle erwähnt werden. Es sind die DOC-Methoden und die IOC-Methoden. Die DOC (Direct Operating Costs) beinhalten die flugzeugabhängigen Kosten. Die IOC (Indirect Operating Costs) beinhalten die flugzeugunabhängigen Kosten. Dabei handelt es sich meist um passagierabhängige Kosten, die von der Airline beeinflusst werden können. Die IOC ergänzen die DOC. (Scholz 1999)

2.2 DOC-Rechnungen

Es gibt verschiedene Methoden zur Berechnung der DOC. Sie stammen von Flugzeugherstellern, Flugzeugbetreibern, aber auch von Luftfahrtvereinigungen. Alle Methoden können als Vergleichsmethode zur Bewertung von Flugzeugen herangezogen werden und dienen den Luftverkehrsgesellschaften zur optimalen Auswahl ihres Fluggerätes. Da jede Methode unter einem etwas anderen Gesichtspunkt entwickelt wurde, gibt es dementsprechend Unterschiede bei der Berechnung der einzelnen Kostenbestandteile. Eine allgemeingültige Lösung gibt es nicht. Dies lässt sich zum einen mit regionalen Unterschieden begründen: Eine Airline, die auf den amerikanischen Inlandsverkehr spezialisiert ist, hat andere Ausgaben als eine Luftverkehrsgesellschaft, die auch Interkontinentalflüge anbietet. Zum anderen ist zu beachten, dass

die einzelnen DOC-Methoden in verschiedenen Jahren entstanden sind. Die Technik in der Luftfahrt entwickelt sich ständig weiter und ebenso hat im Laufe der Zeit das Bewusstsein für die Umwelt zugenommen. Viele Faktoren, die heute in die DOC-Rechnungen einfließen müssen, wurden vor 30 Jahren, als die ersten DOC-Methoden entstanden, noch gar nicht berücksichtigt. Es ist eine ständige Weiterentwicklung und Anpassung der Methoden nötig, um die bestmöglichen Ergebnisse zu erzielen.

Zu den bekanntesten DOC-Methoden gehören die von folgenden Organisationen:

- Air Transport Association of America **ATA 1967**
- American Airlines **AA 1980**
- Deutsche Lufthansa **DLH 1982**
- Association of European Airlines **AEA 1989a**
- Association of European Airlines **AEA 1989b**
- Airbus Industrie **AI 1989**
- Fokker **Fokker 1993**
- Boeing **Boeing 1993**

Alle DOC-Methoden berücksichtigen bestimmte Kostenbestandteile. Werden diese Kostenbestandteile addiert, ergeben sich die gesamten Betriebskosten des Flugzeugs, die DOC.

Die Kostenbestandteile sind im einzelnen:

- Abschreibung
- Zinsen
- Versicherung
- Kraftstoff
- Wartung
- Besatzung
- Gebühren

2.3 Gebühren als Kostenbestandteil der DOC

Die Gebühren C_{FEE} setzen sich zusammen aus:

- Gebühren der Flugsicherung (Navigationsgebühren) $C_{FEE,NAV}$
- Landegebühen $C_{FEE,LD}$
- Abfertigungsgebühren $C_{FEE,GND}$

$$C_{FEE} = C_{FEE,NAV} + C_{FEE,LD} + C_{FEE,GND} \quad (2.1)$$

Gebühren der Flugsicherung fallen an für die Benutzung der Luftstraßen, der Funknavigation und der Führung durch die Flugsicherung. (**Scholz 1999**)

Landegebühren sind für die Nutzung des Flugplatzes mit seinen Start- und Landebahnen zu entrichten. (**Scholz 1999**)

Abfertigungsgebühren fallen an für die Inanspruchnahme von Bodendiensten, technischen Diensten und der Flugberatung. Die angebotenen Dienste können von Flughafen zu Flughafen leicht variieren. Zu den Bodendiensten gehören im allgemeinen Dienste im Zusammenhang mit Passagieren, Gepäck, Fracht und Post; die Beladung, Entladung, Versorgung und Reinigung des Flugzeugs; das Ziehen, Parken und Starten des Flugzeugs, sowie Informations- und Dokumentationsdienste. Zu den technischen Diensten zählen die Betankung, das Auffüllen von sonstigen Flüssigkeiten, das Enteisen des Flugzeugs in den Wintermonaten und kleinere Wartungsarbeiten, die der schnellen Beseitigung von geringfügigen Defekten dienen. (**Scholz 1999**)

Nicht alle der in Abschnitt 2.2 genannten DOC-Methoden beinhalten auch eine Berechnung der verschiedenen Gebühren. Welche Gebührenart von welcher Methode berücksichtigt wird, wird in Tabelle 2.1 verdeutlicht.

Tabelle 2.1 Gebühren als berücksichtigtes Kostenelement

| | ATA 1967 | AA 1980 | DLH 1982 | AEA 1989a/b | AI 1989 | Fokker 1993 | Boeing 1993 |
|---------------|-------------|---------|-------------|----------------|---------|----------------|----------------|
| $C_{FEE,NAV}$ | | X | X | X | X | X | X |
| $C_{FEE,LD}$ | | X | X | X | X | X | X |
| $C_{FEE,GND}$ | | X | X | X | | X | X |

Die Festlegung der Gebühren hängt von vielen Einflussfaktoren ab. Zu diesen zählen die Streckenlänge, die Auslastung, die Flugzeit, die Lärmklasse, die Nutzlast, die maximale Abflugmasse und die Preissteigerung. Im Laufe der Zeit sind aber auch viele neue Faktoren hinzugekommen, die einen Einfluss auf die DOC haben, so kann zum Beispiel im Bereich der Gebühren die Lärmemission dazugezählt werden. Einige andere Einflussfaktoren sind bisher noch nicht in jeder Berechnungsformel berücksichtigt worden.

Es gibt auch Berechnungsmethoden, die die Gebühren den IOC zuordnen. Dies ist bei der Methode von Boeing (**Boeing 1993**) der Fall. Die Gebühren hängen aber in größerem Maße von flugzeugabhängigen Faktoren (z.B. Reichweite, Lärmklasse, Nutzlast, maximale Abflugmasse) ab. Deshalb ist eine Zuordnung zu den DOC sinnvoller.

3 Gegenüberstellung von DOC-Methoden

3.1 Grundsätzliches

Um die Vergleichbarkeit der verschiedenen Methoden zu vereinfachen, ist es nötig, sich über die Einheiten Gedanken zu machen. DOC-Methoden, die von amerikanischen Airlines oder Vereinigungen entwickelt wurden, beruhen auf dem anglo-amerikanischen Einheitensystem. Dagegen basieren die Berechnungen von europäischen Luftverkehrsunternehmen auf dem metrischen Einheitensystem. Dieses Problem tritt bei der Angabe von Massen und Entfernungen auf, aber auch die Bezeichnung der Währung sollte zur besseren Gegenüberstellung in dieser Arbeit vereinheitlicht werden. Das betrifft die Angabe von Gebührensätzen und letztendlich auch die Angabe der errechneten Gebühren.

Für die hier dargelegten Ausführungen wird folgendes festgelegt:

- Massen werden in [kg] angegeben.
- Entfernungen werden in [nm] angegeben.
- Gebühren werden in [US\$] angegeben.

Die wichtigsten auftretenden Umrechnungen von anglo-amerikanischen und metrischen Einheiten sind:

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| 1 lb = 0,453592 kg | 1 kg = 2,205 lb |
| 1 nm = 1,852 km | 1 km = 0,54 nm |
| 1 stat. mile = 1,609 km | 1 km = 0,622 stat. mile |
| 1 stat. mile = 0,869 nm | 1 nm = 1,151 stat. mile |

Für die Umrechnung der Währungskurse werden die folgenden Angaben herangezogen:

| |
|---------------------------------|
| 1 EUR = 1,95583 DM ¹ |
| 1 EUR = 1,23 US\$ ² |

Einige DOC-Methoden unterscheiden bei der Berechnung der Gebühren zwischen Kurz-, Mittel- und Langstreckenflugzeugen. Je nach Flugstrecke kommen bei der Gebührenberechnung andere Parameter zum Einsatz.

Zur Definition der Strecken ist festzustellen (**Schmitt 1998**):

| | |
|---------------|------------------------|
| Kurzstrecke | SR ≤ 3000 nm |
| Mittelstrecke | 3000 nm < MR < 5500 nm |
| Langstrecke | LR ≥ 5500 nm |

¹ Festgelegt am 31.12.1998 im Zuge der Euro-Einführung

² gerundeter Währungskurs zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments

3.2 Vereinfachungen

Navigations-, Lande- und Abfertigungsgebühren werden jeweils von ganz bestimmten flugzeugabhängigen Faktoren beeinflusst. Obwohl es eine Vielzahl von DOC-Methoden gibt, sind die Flugzeugparameter, die zur Berechnung herbeigezogen werden, meist gleich. Zur besseren Übersichtlichkeit können die verschiedenen Formeln in allgemeiner Form aufgeschrieben werden, um somit die einzelnen DOC-Methoden besser miteinander vergleichen zu können. Die Berechnung der einzelnen Gebührenarten kann für viele DOC-Methoden auf eine Weise erfolgen, wie es in den Gleichungen (3.1) bis (3.3) angegeben ist (**Scholz 1999**). Diese Gleichungen liefern die Kosten pro Jahr.

Navigationsgebühren

Die Navigationsgebühren sind abhängig von der Flugstrecke und der maximalen Startmasse.

$$C_{FEE,NAV} = k_{NAV} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (3.1)$$

Landegebühren

Die Landegebühren sind abhängig von der maximalen Startmasse.

$$C_{FEE,LD} = k_{LD} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (3.2)$$

Abfertigungsgebühren

Die Abfertigungsgebühren sind abhängig von der Nutzlast.

$$C_{FEE,GND} = k_{GND} \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (3.3)$$

Die einzelnen Terme der Formeln (3.1) bis (3.3) haben folgende Bedeutung:

| | |
|-----------|---|
| k_{NAV} | ... Gebührensatz für Navigationsgebühren |
| k_{LD} | ... Gebührensatz für Landegebühren |
| k_{GND} | ... Gebührensatz für Abfertigungsgebühren |
| R | ... Reichweite |
| m_{MTO} | ... maximale Abflugmasse |
| m_{PL} | ... Nutzlast |
| $n_{t,a}$ | ... Anzahl der Flüge pro Jahr |
| k_{INF} | ... Inflationsfaktor |

Die Nutzlast berechnet sich aus

$$m_{PL} = m_{pax} + m_{baggage} + m_{cargo} \quad (3.4)$$

Zur Berechnung der Nutzlast werden folgende Massen benötigt:

- m_{pax} ... Masse der Passagiere
- $m_{baggage}$... Masse des Gepäcks
- m_{cargo} ... Masse der Fracht

Die unterschiedlichen DOC-Methoden sind in verschiedenen Jahren entstanden. Um die Höhe der Gebühren an die heutige wirtschaftliche Situation anpassen zu können, muss die jährliche Preissteigerung berücksichtigt werden. Dies geschieht mit dem Inflationsfaktor k_{INF} .

Der Inflationsfaktor k_{INF} kann berechnet werden mit

$$k_{INF} = (1 + p_{INF})^{n_{year} - n_{method}} \quad (3.5)$$

Dazu werden die folgenden Parameter benötigt:

- p_{INF} ... jährliche mittlere Inflationsrate
- n_{year} ... Jahr, für welches die Rechnung durchgeführt wird
- n_{method} ... Jahr, auf das sich die Methode bezieht

Bei einigen DOC-Methoden wird der Wert der jährlichen mittleren Inflationsrate p_{INF} angegeben. Werden diese Werte miteinander verglichen, so stellt man fest, dass sie stark voneinander abweichen. Dies ist in Tabelle 3.1 ersichtlich.

Tabelle 3.1 Jährliche mittlere Inflationsraten verschiedener DOC-Methoden

| DOC-Methode | jährliche mittlere Inflationsrate p_{INF} |
|--|---|
| DLH 1982 | 8,0 % |
| AI 1989 | 3,3 % |
| AI 1989 mit Parameter-Werten von 1994 | 6,0 % |

Das Statistische Bundesamt ermittelt den Verbraucherpreisindex für Deutschland, der als Maßstab für die allgemeine Inflation verwendet werden kann. Der Verbraucherpreisindex erfasst alle Preisveränderungen, von denen die privaten Haushalte unmittelbar betroffen sind. Mit diesem Index wird die Veränderung der Preise für Güter des täglichen Bedarfs, für Mieten und langlebige Gebrauchsgüter, aber auch für Dienstleistungen umfassend abgebildet. (**StaBu 2003**) Die Veränderung des deutschen Verbraucherpreisindex wird in Tabelle 3.2 dargestellt.

Tabelle 3.2 Veränderung des deutschen Verbraucherpreisindex (**StaBu 2004a**)

| Jahr | Veränderung gegenüber dem Vorjahr |
|------|-----------------------------------|
| 1992 | 4,2 % |
| 1993 | 3,8 % |
| 1994 | 2,4 % |
| 1995 | 1,6 % |
| 1996 | 1,4 % |
| 1997 | 1,8 % |
| 1998 | 0,9 % |
| 1999 | 0,6 % |
| 2000 | 1,4 % |
| 2001 | 2,0 % |
| 2002 | 1,4 % |
| 2003 | 1,1 % |

Wird aus den Werten der Jahre 1992 bis 2003 der Mittelwert gebildet, ergibt sich eine durchschnittliche jährliche Inflationsrate für Deutschland von 1,88 %.

Es muss auch untersucht werden, wie die Inflationsrate im internationalen Vergleich ausfällt, da die Preise für Gebühren nicht nur in Deutschland sondern weltweit der Preissteigerung unterliegen.

In Zusammenarbeit mit anderen nationalen statistischen Ämtern veröffentlicht das Statistische Bundesamt auch internationale Verbraucherpreisindizes. Eine Auswahl zeigt Tabelle 3.3.

Tabelle 3.3 Veränderung der internationalen Verbraucherpreisindizes (**StaBu 2004b**)

| Land | Veränderung gegenüber dem Vorjahr | |
|----------------|-----------------------------------|--------|
| | 2002 | 2003 |
| Australien | 2,9 % | 2,4 % |
| Belgien | 1,6 % | 1,5 % |
| Dänemark | 2,4 % | 2,0 % |
| Frankreich | 1,9 % | 2,2 % |
| Griechenland | 3,9 % | 3,4 % |
| Großbritannien | 1,3 % | 1,4 % |
| Italien | 2,6 % | 2,8 % |
| Japan | -0,9 % | -0,3 % |
| Kanada | 2,2 % | 2,8 % |
| Luxemburg | 2,1 % | 2,5% |
| Niederlande | 3,9 % | 2,2 % |
| Österreich | 1,7 % | 1,3 % |
| Philippinen | 2,9 % | 3,0 % |
| Portugal | 3,7 % | 3,3 % |
| Saudi-Arabien | -0,6 % | -1,4 % |
| Schweiz | 0,6 % | 0,6 % |
| USA | 1,6 % | 2,3 % |
| Weißrussland | 42,6 % | 28,4 % |

Bei der Bildung des Mittelwertes ergibt sich hier eine durchschnittliche mittlere Inflationsrate von 1,94 %. (Weißrussland wurde bei der Mittelwertbildung nicht mit einbezogen, da die dortige Inflationsrate nicht die repräsentative Situation im internationalen Vergleich darstellt.)

Um die DOC-Methoden den heutigen finanziellen Verhältnissen anzupassen, kann eine mittlere jährliche Inflationsrate p_{INF} von 2 % zugrunde gelegt werden. Es ist anzunehmen, dass die Kosten im Bereich der Luftfahrt in gleichem Maße ansteigen, wie die Preisveränderungen, von denen die privaten Haushalte betroffen sind.

3.3 Berechnung mit AEA-Methode

Als Ergänzung zur Vorlesung Flugzeugentwurf wurden von einigen Studenten Nachentwürfe bereits vorhandener Flugzeuge erstellt. Diese Nachentwürfe beinhalten neben der technischen Auslegung auch die Berechnung der DOC. Die Studenten berechneten die DOC mithilfe der AEA-Methode, die in Abschnitt 4 erläutert wird. Es wurde aber festgestellt, dass der Anteil der Gebühren bei dieser Rechnung immer sehr hoch ausfiel. Die Werte aus der nachfolgenden Übersicht sind den theoretischen Arbeiten der Studenten entnommen worden. Die Tabelle 3.4 zeigt, welchen Anteil die Gebühren an den gesamten DOC haben.

Tabelle 3.4 Anteil der Gebühren an den Gesamt-DOC

| Flugzeugtyp | Anteil der Gebühren | |
|---------------------------|---------------------|------------------|
| Cessna 525 Citationjet | 27 % | (Buchweitz 2002) |
| Fokker 100 | 30 % | (Kohrt 2001) |
| Embraer ERJ 145 | 24 % | (Lee 2001) |
| Fairchild Dornier 728 JET | 39 % | (Bansa 2003) |
| Boeing B 737-300 | 29 % | (Wolgast 2002) |
| Boeing B 757-200 | 37 % | (Fricke 2004) |

4 AEA-Methode

4.1 Allgemeines

Die AEA (Association of European Airlines) wurde 1973 gegründet. Sie ist die offizielle Vertretung der europäischen Luftverkehrsgesellschaften. Im Gründungsjahr gehörten ihr 19 europäische Luftverkehrsgesellschaften an. Die AEA ist eine unabhängige, nicht gewerbliche Vereinigung mit Sitz in Brüssel. Zur Zeit sind in ihr 31 Mitglieder vereinigt. (Mensen 2003)

Die berechneten Gebühren der AEA-Methode (AEA 1989a und AEA 1989b) beziehen sich auf die Blockzeit t_b des Flugzeuges. Diese ist nicht mit der Flugzeit t_f gleichzusetzen. Als Flugzeit wird die Zeit bezeichnet, die zwischen dem Start und der Landung eines Flugzeugs vergeht. Die Blockzeit beinhaltet neben der reinen Flugzeit auch Bodenzeiten. Diese entstehen durch das Zurückschieben des Flugzeugs, das Rollen zum Start und nach der Landung sowie durch Wartezeiten auf Freigaben der Flugsicherung.

Die AEA-Methode unterscheidet bei ihren Berechnungen Kurz-/Mittelstreckenflugzeuge (AEA 1989a) und Langstreckenflugzeuge (AEA 1989b). Je nach vorliegendem Fall kommen andere Parameter zur Anwendung. Auch die bereits erwähnten Blockzeiten unterscheiden sich hierbei.

$$\text{AEA 1989a: } t_b = t_f + 15 \text{ min}$$

$$\text{AEA 1989b: } t_b = t_f + 25 \text{ min}^3$$

4.2 Berechnung der Navigationsgebühren

Die Navigationsgebühren sind abhängig von der Flugstrecke und der maximalen Startmasse.

Kurz-/Mittelstreckenflugzeug

Die Formel für die Berechnung der Navigationsgebühren lautet nach AEA 1989a:

$$C_{FEE,NAV} [\text{in US\$}] = \frac{0,5 \cdot \text{Stage Length} [\text{in km}]}{t_b [\text{in h}]} \cdot \sqrt{\frac{\text{Maximum Weight} [\text{in t}]}{50}} \quad (4.1)$$

³ 15 min = 0,25 h
25 min = 0,42 h

Damit die Gleichung (4.1) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,NAV} = \frac{0,5 \cdot R [\text{in nm}]}{t_b [\text{in h}]} \cdot \frac{1 \text{ km}}{0,54 \text{ nm}} \cdot \sqrt{\frac{m_{MTO} [\text{in kg}]}{50} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}}} \quad (4.2)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,NAV} = 0,00414 \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot \frac{1}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.3)$$

Langstreckenflugzeug

Die Formel für die Berechnung der Navigationsgebühren lautet nach **AEA 1989b**:

$$C_{FEE,NAV} [\text{in US\$}] = \frac{0,2 \cdot \text{Stage Length} [\text{in km}]}{t_b [\text{in h}]} \cdot \sqrt{\frac{\text{Maximum Weight} [\text{in t}]}{50}} \quad (4.4)$$

Damit die Gleichung (4.4) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,NAV} = \frac{0,2 \cdot R [\text{in nm}]}{t_b [\text{in h}]} \cdot \frac{1 \text{ km}}{0,54 \text{ nm}} \cdot \sqrt{\frac{m_{MTO} [\text{in kg}]}{50} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}}} \quad (4.5)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,NAV} = 0,00166 \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot \frac{1}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.6)$$

4.3 Berechnung der Landegebühren

Die Landegebühren sind abhängig von der maximalen Startmasse.

Kurz-/Mittelstreckenflugzeug

Die Formel für die Berechnung der Landegebühren lautet nach **AEA 1989a**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = \frac{7,8 \cdot \text{MaximumWeight} [\text{in t}]}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.7)$$

Damit die Gleichung (4.7) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,LD} = \frac{7,8 \cdot m_{MTO} [\text{in kg}]}{t_b [\text{in h}]} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \quad (4.8)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = 0,0078 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot \frac{1}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.9)$$

Langstreckenflugzeug

Die Formel für die Berechnung der Landegebühren lautet nach **AEA 1989b**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = \frac{5,9 \cdot \text{MaximumWeight} [\text{in t}]}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.10)$$

Damit die Gleichung (4.10) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,LD} = \frac{5,9 \cdot m_{MTO} [\text{in kg}]}{t_b [\text{in h}]} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \quad (4.11)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = 0,0059 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot \frac{1}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.12)$$

4.4 Berechnung der Abfertigungsgebühren

Die Abfertigungsgebühren sind abhängig von der Nutzlast.

Kurz-/Mittelstreckenflugzeug

Die Formel für die Berechnung der Abfertigungsgebühren lautet nach **AEA 1989a**:

$$C_{FEE,GND} [\text{in US\$}] = \frac{100 \cdot \text{Payload} [\text{in t}]}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.13)$$

Damit die Gleichung (4.13) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,GND} = \frac{100 \cdot m_{PL} [\text{in kg}]}{t_b [\text{in h}]} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \quad (4.14)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,GND} = 0,1 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{PL} \cdot \frac{1}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.15)$$

Langstreckenflugzeug

Die Formel für die Berechnung der Abfertigungsgebühren lautet nach **AEA 1989b**:

$$C_{FEE,GND} [\text{in US\$}] = \frac{110 \cdot \text{Payload} [\text{in t}]}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.16)$$

Damit die Gleichung (4.16) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,GND} = \frac{110 \cdot m_{PL} [\text{in kg}]}{t_b [\text{in h}]} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \quad (4.17)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,GND} = 0,11 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{PL} \cdot \frac{1}{t_b [\text{in h}]} \quad (4.18)$$

5 Methode nach Boeing

5.1 Allgemeines

Boeing ist einer der größten Hersteller von zivilen und militärischen Flugzeugen und Hubschraubern sowie von Militär- und Weltraumtechnik. Die Firma wurde 1916 gegründet und hat ihren Hauptsitz in Seattle. Boeing beschäftigt weltweit etwa 157 000 Mitarbeiter.

Die DOC-Methode von Boeing (**Boeing 1993**) wurde speziell für Überschallverkehrsflugzeuge (High Speed Commercial Transport Airplanes) entwickelt. Deshalb kann sie nicht exakt auf die heute gebräuchlichen Verkehrsflugzeuge übertragen werden. Es soll aber überprüft werden, ob einzelne Aspekte dieser Methode auch auf die Berechnung von Unterschallverkehrsflugzeugen übertragbar sind.

Zu den Kostenbestandteilen der DOC-Methode von Boeing gehören:

- Abschreibung
- Zinsen
- Versicherung
- Kraftstoff
- Wartung
- Besatzung

Die Gebühren zählen hierbei nicht zu den DOC. Sie werden in diesem Fall den IOC zugeordnet. Dies hängt mit der Definition der IOC laut Boeing zusammen. Die IOC sind definiert als Summe von flugzeugbezogenen IOC und passagierbezogenen IOC. Die flugzeugbezogenen IOC variieren mit Flugzeugparametern, wie z.B. maximale Abflugmasse, maximale Landemasse und Anzahl der Sitze. Zu ihnen zählen unter anderem die Navigations-, Lande- und Abfertigungsgebühren. Passagierbezogene IOC ändern sich direkt mit der Anzahl der Passagiere an Bord. Zu ihnen zählen z.B. die Kosten für Essen und Getränke, die während des Fluges serviert werden.

Die berechneten Gebühren der Methode nach Boeing beziehen sich jeweils auf die Kosten pro Flug.

5.2 Berechnung der Navigationsgebühren

Die Navigationsgebühren sind abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Navigationsgebühren lautet nach **Boeing 1993**:

$$C_{FEE,NAV} [\text{in US\$}] = 0,3055 \cdot DSM [\text{in st mi}] \cdot (1,83777 + 0,0010815 \cdot MTOGW [\text{in lb}]) \quad (5.1)$$

Die einzelnen Terme der Formel (5.1) haben folgende Bedeutung:

DSM ... durchschnittliche Flugstrecke (airplane average trip distance)

MTOGW ... maximale Abflugmasse (maximum take-off gross weight)

Damit die Gleichung (5.1) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,NAV} = 0,3055 \cdot R [\text{in nm}] \cdot \frac{1 \text{ st mi}}{0,869 \text{ nm}} \cdot \left(1,83777 + 0,0010815 \cdot m_{MTO} [\text{in kg}] \cdot \frac{1 \text{ lb}}{0,453592 \text{ kg}} \right) \quad (5.2)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,NAV} = R \cdot \left(0,64618 \frac{\text{US\$}}{\text{nm}} + 8,38345 \cdot 10^{-4} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \text{kg}} \cdot m_{MTO} \right) \quad (5.3)$$

5.3 Berechnung der Landegebühren

Die Landegebühren sind abhängig von der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Landegebühren lautet nach **Boeing 1993**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = 0,00419 \cdot MTOGW [\text{in lb}] \quad (5.4)$$

Damit die Gleichung (5.4) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,LD} = 0,00419 \cdot m_{MTO} [\text{in kg}] \cdot \frac{1\text{lb}}{0,453592\text{kg}} \quad (5.5)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = 0,00924 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \quad (5.6)$$

5.4 Berechnung der Abfertigungsgebühren

Die Abfertigungsgebühren sind abhängig von der Anzahl der Sitzplätze, der Betriebsleermasse und der durchschnittlichen Flugstrecke.

Die Formel für die Berechnung der Abfertigungsgebühren lautet nach **Boeing 1993**:

$$C_{FEE,GND} [\text{in US\$}] = (K_1 + K_2 \cdot K_3 \cdot \text{Seats}) \cdot 5,05 + FHC \quad (5.7)$$

Die einzelnen Terme der Formel (5.7) haben folgende Bedeutung:

FHC ... Betankungskosten (fuel loading & handling cost)

Der Wert für die Betankungskosten wird von Boeing mit $FHC = 0,025 \text{ US\$/US gallon}$ angegeben.

$$1 \text{ US gallon} = 3,785 \text{ dm}^3$$

Die Parameter K_1 , K_2 und K_3 ergeben sich aus den folgenden Zusammenhängen:

Der Parameter K_1 ist abhängig von der Betriebsleermasse.

$$K_1 = 12 + 0,0265 \cdot \frac{OEW [\text{in lb}]}{1000} \quad (5.8)$$

Damit die Gleichung (5.8) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$K_1 = 12 + 0,0265 \cdot \frac{m_{OEW} [\text{in kg}]}{1000} \cdot \frac{1\text{lb}}{0,453592\text{kg}} \quad (5.9)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$K_1 = 12 \text{ US\$} + 5,84 \cdot 10^{-5} \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{OEW} \quad (5.10)$$

Der Parameter K_2 ist abhängig von der Anzahl der Sitzplätze und wird in Tabelle 5.1 dargestellt.

Tabelle 5.1 Parameter K_2 (Boeing 1993)

| Sitzplätze | K_2 |
|------------|-------|
| 200 | 0,855 |
| 300 | 0,739 |
| 350 | 0,705 |
| 400 | 0,685 |
| 500 | 0,655 |
| 750 | 0,610 |

Der Parameter K_3 ist abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und wird in Tabelle 5.2 dargestellt.

Tabelle 5.2 Parameter K_3 (Boeing 1993)

| Reichweite | | | K_3 |
|------------|---------|---------|-------|
| in [st mi] | in [km] | in [nm] | |
| 2760 | 4441 | 2398 | 1,91 |
| 3220 | 5181 | 2798 | 2,10 |
| 3680 | 5921 | 3197 | 2,25 |
| 4140 | 6661 | 3597 | 2,36 |
| 4600 | 7401 | 3997 | 2,44 |
| 5060 | 8142 | 4396 | 2,50 |
| 5750 | 9252 | 4996 | 2,55 |
| 6900 | 11102 | 5995 | 2,59 |
| 7475 | 12027 | 6495 | 2,60 |

6 AEA/Boeing-Methode

6.1 Allgemeines

Die AEA/Boeing-Methode (**Boeing 1995**) entstand 1995 und wurde gemeinsam von der AEA und Boeing in Zusammenarbeit mit den größten amerikanischen Luftverkehrsgesellschaften erarbeitet. Als Grundlage für die Berechnungen dient die Methode von Boeing (**Boeing 1993**), die in Abschnitt 5 behandelt wurde.

Die AEA/Boeing-Methode unterscheidet bei der Berechnung der Gebühren nach den Eigenheiten des amerikanischen und europäischen Marktes. So werden die Gebühren der amerikanischen Luftverkehrsgesellschaften den IOC zugeordnet und die Gebühren der europäischen Luftverkehrsgesellschaften werden den DOC zugeordnet. Die einzelnen Berechnungsparameter unterscheiden sich je nach Anwendungsmethode voneinander. Während für die IOC der amerikanischen Airlines eine Unterteilung in low cost passenger, domestic passenger (Inlandsflug) und international passenger vorgenommen wird, wird für die DOC der europäischen Airlines eine Unterteilung in Kurz-/Mittelstreckenflug und Langstreckenflug vorgenommen.

Die berechneten Gebühren der AEA/Boeing-Methode beziehen sich jeweils auf die Kosten pro Flug.

6.2 Berechnung der Navigationsgebühren

Amerikanische Luftverkehrsgesellschaften

Die Navigationsgebühren sind abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke.

Die Formel für die Berechnung der Navigationsgebühren lautet nach **Boeing 1995**:

$$C_{FEE,NAV} [\text{in US\$}] = K_1 \cdot DSM [\text{in st mi}] \quad (6.1)$$

Damit die Gleichung (6.1) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,NAV} = K_1 \cdot R [\text{in nm}] \cdot \frac{1 \text{ st mi}}{0,869 \text{ nm}} \quad (6.2)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,NAV} = K_1 \cdot 1,1509 \frac{\text{US\$}}{\text{nm}} \cdot R \quad (6.3)$$

Der Parameter K_1 ist abhängig von der Kategoriezuordnung und wird in Tabelle 6.1 dargestellt.

Tabelle 6.1 Parameter K_1 für amerikanische Luftverkehrsgesellschaften (**Boeing 1995**)

| Kategorie | K_1 |
|-------------------------|---------|
| low cost passenger | 0,07287 |
| domestic passenger | 0,14910 |
| international passenger | 0,63700 |

Europäische Luftverkehrsgesellschaften

Die Navigationsgebühren sind abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Navigationsgebühren lautet nach **Boeing 1995**:

$$C_{FEE,NAV} [\text{in US\$}] = K_1 \cdot \frac{R[\text{in km}]}{100} \cdot \sqrt{\frac{MTOGW[\text{in lb}]}{110,25}} \quad (6.4)$$

Damit die Gleichung (6.4) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,NAV} = K_1 \cdot \frac{R[\text{in nm}]}{100} \cdot \frac{1 \text{ km}}{0,54 \text{ nm}} \cdot \sqrt{\frac{m_{MTO}[\text{in kg}]}{110,25}} \cdot \frac{1 \text{ lb}}{0,453592 \text{ kg}} \quad (6.5)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,NAV} = K_1 \cdot 0,00262 \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \quad (6.6)$$

Der Parameter K_1 ist abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und wird in Tabelle 6.2 dargestellt.

Tabelle 6.2 Parameter K_1 für europäische Luftverkehrsgesellschaften (**Boeing 1995**)

| Kategorie | K_1 |
|---------------------|-------|
| Kurz-/Mittelstrecke | 76,10 |
| Langstrecke | 32,00 |

6.3 Berechnung der Landegebühren

Amerikanische Luftverkehrsgesellschaften

Die Landegebühren sind abhängig von der maximalen Landemasse (für low cost und domestic passenger) bzw. der maximalen Startmasse (für international passenger).

Die Formel für die Berechnung der Landegebühren lautet für low cost und domestic passenger nach **Boeing 1995**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = K_2 \cdot MLDWT [\text{in lb}] \quad (6.7)$$

Die einzelnen Terme der Formel (6.7) haben folgende Bedeutung:

$MLDWT$... maximale Landemasse (maximum landing weight)

Damit die Gleichung (6.7) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,LD} = K_2 \cdot m_{MLW} [\text{in kg}] \cdot \frac{1\text{lb}}{0,453592\text{kg}} \quad (6.8)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = K_2 \cdot 2,205 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MLW} \quad (6.9)$$

Die Formel für die Berechnung der Landegebühren lautet für international passenger nach **Boeing 1995**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = K_2 \cdot MTOGW [\text{in lb}] \quad (6.10)$$

Damit die Gleichung (6.10) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,LD} = K_2 \cdot m_{MTO} [\text{in kg}] \cdot \frac{1\text{lb}}{0,453592\text{kg}} \quad (6.11)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = K_2 \cdot 2,205 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \quad (6.12)$$

Der Parameter K_2 ist abhängig von der Kategoriezuordnung und wird in Tabelle 6.3 dargestellt.

Tabelle 6.3 Parameter K_2 für amerikanische Luftverkehrsgesellschaften (**Boeing 1995**)

| Kategorie | K_2 |
|-------------------------|---------|
| low cost passenger | 0,00149 |
| domestic passenger | 0,00138 |
| international passenger | 0,00325 |

Europäische Luftverkehrsgesellschaften

Die Landegebühren sind abhängig von der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Landegebühren lautet nach **Boeing 1995**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = K_2 \cdot MTOGW [\text{in lb}] \quad (6.13)$$

Damit die Gleichung (6.13) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,LD} = K_2 \cdot m_{MTO} [\text{in kg}] \cdot \frac{1\text{lb}}{0,453592\text{kg}} \quad (6.14)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = K_2 \cdot 2,205 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \quad (6.15)$$

Der Parameter K_2 ist abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und wird in Tabelle 6.4 dargestellt.

Tabelle 6.4 Parameter K_2 für europäische Luftverkehrsgesellschaften (**Boeing 1995**)

| Kategorie | K_2 |
|---------------------|--------|
| Kurz-/Mittelstrecke | 0,0061 |
| Langstrecke | 0,0054 |

6.4 Berechnung der Abfertigungsgebühren

Die Abfertigungsgebühren sind abhängig von der Anzahl der Sitzplätze, der Masse der Zelle und der durchschnittlichen Flugstrecke.

Die Formel für die Berechnung der Abfertigungsgebühren lautet nach **Boeing 1995**:

$$C_{FEE,GND} [\text{in US\$}] = (K_3 + \text{Total Seats} \cdot K_4 \cdot K_5) \cdot K_6 + K_7 \cdot \frac{\text{Block Fuel}}{6,75} \quad (6.16)$$

Die Parameter K_3 , K_4 , K_5 , K_6 und K_7 ergeben sich aus den folgenden Zusammenhängen:

Der Parameter K_3 ist abhängig vom Gewicht der Zelle.

$$K_3 = 12 + 0,0325 \cdot \frac{AFW [\text{in lb}]}{1000} \quad (6.17)$$

Die einzelnen Terme der Formel (6.17) haben folgende Bedeutung:

AFW ... Masse der Zelle (airframe weight)

Um die Masse der Zelle zu erhalten, wird vom Herstellergewicht (manufacturers empty weight – MEW) das Gewicht der Triebwerke abgezogen.

Damit die Gleichung (6.17) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$K_3 = 12 + 0,0325 \cdot \frac{AFW [\text{in kg}]}{1000} \cdot \frac{1\text{lb}}{0,453592\text{kg}} \quad (6.18)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$K_3 = 12\text{US\$} + 7,165 \cdot 10^{-5} \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot AFW \quad (6.19)$$

Der Parameter K_4 ist abhängig von der Anzahl der Sitzplätze und wird in Tabelle 6.5 dargestellt.

Tabelle 6.5 Parameter K_4 (Boeing 1995)

| Sitzplätze | K_4 |
|------------|-------|
| 0 | 8,000 |
| 100 | 1,150 |
| 200 | 0,855 |
| 300 | 0,739 |
| 350 | 0,705 |
| 400 | 0,685 |
| 500 | 0,655 |
| 750 | 0,610 |
| 1000 | 0,580 |

Der Parameter K_5 ist abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und wird in Tabelle 6.6 dargestellt.

Tabelle 6.6 Parameter K_5 (Boeing 1995)

| in [st mi] | Reichweite | | K_5 |
|------------|------------|---------|-------|
| | in [km] | in [nm] | |
| 0 | 0 | 0 | 0,28 |
| 575 | 925 | 500 | 0,64 |
| 1150 | 1850 | 999 | 1,00 |
| 1725 | 2776 | 1499 | 1,34 |
| 2300 | 3701 | 1999 | 1,67 |
| 2760 | 4441 | 2398 | 1,91 |
| 3220 | 5181 | 2798 | 2,10 |
| 3680 | 5921 | 3197 | 2,25 |
| 4140 | 6661 | 3597 | 2,36 |
| 4600 | 7401 | 3997 | 2,44 |
| 5060 | 8142 | 4396 | 2,50 |
| 5750 | 9252 | 4996 | 2,55 |
| 6900 | 11102 | 5995 | 2,59 |
| 7475 | 12027 | 6495 | 2,60 |

Der Parameter K_6 ist der Kalibrierungsfaktor und wird in Tabelle 6.7 dargestellt.

Tabelle 6.7 Parameter K_6 (Boeing 1995)

| Kategorie | K_6 |
|-------------------------|-------|
| Amerikanische Airline | |
| low cost passenger | 1,08 |
| domestic passenger | 2,68 |
| international passenger | 3,66 |
| Europäische Airline | |
| Kurz-/Mittelstrecke | 3,92 |
| Langstrecke | 4,52 |

Der Parameter K_7 ist abhängig von der Kraftstoffmasse, die für einen Flug erforderlich ist (Block Fuel) und wird in Tabelle 6.8 dargestellt.

Tabelle 6.8 Parameter K_7 (Boeing 1995)

| Kategorie | K_7 in [US\$/US gallon] |
|-----------------------|------------------------------|
| Amerikanische Airline | 0,016 |
| Europäische Airline | 0,017 |

Die Kraftstoffmasse, die für den Flug erforderlich ist, wird in US gallon angegeben.

$$1 \text{ US gallon} = 3,785 \text{ dm}^3$$

7 Methode nach Airbus Industrie

7.1 Allgemeines

Airbus ist ein bedeutender europäischer Flugzeughersteller. Die Firma wurde 1970 als Konsortium europäischer Luftfahrtunternehmen gegründet. Airbus ist in 4 nationale Tochtergesellschaften unterteilt: Airbus France, Airbus Deutschland, Airbus España und Airbus UK. Die Firma beschäftigt weltweit etwa 48 400 Mitarbeiter.

Bei der Berechnung der Gebühren fließen bei der Methode nach Airbus Industrie (**AI 1989**) nur die Navigations- und Landegebühren ein, während die Abfertigungsgebühren nicht berücksichtigt werden.

Diese Methode wird seit 1979 ständig weiterentwickelt und an die veränderten Bedingungen angepasst. Die folgenden Angaben beziehen sich auf die Parameter-Werte von 1994.

Die berechneten Gebühren der Methode nach Airbus Industrie beziehen sich jeweils auf die Kosten pro Flug.

7.2 Berechnung der Navigationsgebühren

Die Navigationsgebühren sind abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Navigationsgebühren lautet nach **AI 1989**:

$$C_{FEE,NAV} [\text{in US\$}] = NAR \cdot MTOW^{0,5} [\text{in lb}] \cdot RAG1 [\text{in nm}] \cdot ILF \quad (7.1)$$

Die einzelnen Terme der Formel (7.1) haben folgende Bedeutung:

| | |
|-------------|--|
| <i>NAR</i> | ... Gebührensatz (navigation charges rate) |
| <i>MTOW</i> | ... maximale Abflugmasse (maximum take-off weight) |
| <i>RAG1</i> | ... Reichweitenfaktor |
| <i>ILF</i> | ... Inflationsfaktor |

Bei dem Reichweitenfaktor *RAG1* ist zwischen den folgenden Fällen zu unterscheiden:

$$RAG1 = RAG, \text{ wenn } R \leq 1000 \text{ nm} \quad \text{oder}$$

$$RAG1 = 1000, \text{ wenn } R > 1000 \text{ nm}$$

Dabei bedeutet:

RAG ... tatsächliche Reichweite

Der Inflationsfaktor *ILF* kann berechnet werden mit

$$ILF = INM1^{(YST-YRE)} \quad (7.2)$$

Dazu werden die folgenden Parameter benötigt:

INM1 ... jährliche Inflation für Material

YST ... Jahr, für welches die Rechnung durchgeführt wird (year of study)

YRE ... Jahr, auf das sich die Methode bezieht (year of reference)

Der folgenden Parameter sind gegeben:

INM1 = 1,06

YRE = 1994

NAR = 0,00156

Damit die Gleichung (7.1) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,NAV} = 0,00156 \cdot \sqrt{m_{MTO} [\text{in kg}] \cdot \frac{1\text{lb}}{0,453592\text{kg}}} \cdot RAG1 [\text{in nm}] \cdot ILF \quad (7.3)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,NAV} = 0,002316 \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot RAG1 \cdot ILF \quad (7.4)$$

7.3 Berechnung der Landengebühren

Die Landengebühren sind abhängig von der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Landengebühren lautet nach **AI 1989**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = LFR \cdot MTOW [\text{in lb}] \cdot ILF \quad (7.5)$$

Die einzelnen Terme der Formel (7.5) haben folgende Bedeutung:

LFR ... Gebührensatz (landing fees rate)

Der folgende Parameter ist gegeben:

$LFR = 0,00124$

Damit die Gleichung (7.5) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,LD} = 0,00124 \cdot m_{MTO} [\text{in kg}] \cdot \frac{1\text{b}}{0,453592\text{kg}} \cdot ILF \quad (7.6)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = 0,00273 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot ILF \quad (7.7)$$

8 Methode nach American Airlines

Die Luftfahrtgesellschaft American Airlines wurde 1934 gegründet. Sie besitzt mit über 700 Flugzeugen wahrscheinlich die größte Flotte der Welt. American Airlines bedient nahezu ein Viertel des amerikanischen Marktes. Die Firma beschäftigt etwa 109 600 Mitarbeiter.

Die berechneten Gebühren der Methode nach American Airlines (**AA 1980**) beziehen sich jeweils auf die Kosten pro Flug.

8.1 Berechnung der Navigationsgebühren

Die Navigationsgebühren betragen nach **AA 1980**:

$$\begin{array}{lll} C_{FEE,NAV} = 9,77 \text{ US\$} & \text{ohne data link} & \text{oder} \\ C_{FEE,NAV} = 5,58 \text{ US\$} & \text{mit data link} & \end{array}$$

Data link ist eine elektronische Verbindung über Sekundärradar zwischen dem Piloten und dem Fluglotsen. Mit dieser Verbindung können Informationen (z.B. Flug- oder Wetterdaten) zwischen dem Cockpit und der Flugsicherung übermittelt werden.

Data link wird zur Zeit noch nicht bei den Luftverkehrsgesellschaften eingesetzt. Deshalb wird zur Berechnung der Navigationsgebühren der folgende Wert eingesetzt.

$$C_{FEE,NAV} = 9,77 \text{ US\$} \quad (8.1)$$

8.2 Berechnung der Landegebühren

Die Landegebühren sind abhängig von der tatsächlichen Landemasse.

Die Formel für die Berechnung der Landegebühren lautet nach **AA 1980**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = 2,20 \cdot \frac{\text{Landing Weight} [\text{in kg}]}{1000 \text{ kg}} \quad (8.2)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = 0,0022 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_L \quad (8.3)$$

8.3 Berechnung der Abfertigungsgebühren

Die Abfertigungsgebühren sind abhängig von der Anzahl der Sitzplätze.

Die Methode nach American Airlines unterscheidet bei der Berechnung nach Kurzstreckenflugzeugen und Mittel-/Langstreckenflugzeugen. Die Abfertigungsgebühren setzen sich zusammen aus Lohnkosten und Materialkosten.

Kurzstreckenflugzeug

Die Formel für die Berechnung der Abfertigungsgebühren lautet nach **AA 1980**:

$$C_{FEE,GND} [\text{in US\$}] = \underbrace{0,02 \cdot \text{seats} \cdot \frac{12,98 \text{ US\$}}{\text{man - hour}}}_{\text{Lohn}} + \underbrace{0,0002 \cdot \text{seats}}_{\text{Material}} \quad (8.4)$$

Mittel-/Langstreckenflugzeug

Die Formel für die Berechnung der Abfertigungsgebühren lautet nach **AA 1980**:

$$C_{FEE,GND} [\text{in US\$}] = \underbrace{0,033 \cdot \text{seats} \cdot \frac{12,98 \text{ US\$}}{\text{man - hour}}}_{\text{Lohn}} + \underbrace{0,003 \cdot \text{seats}}_{\text{Material}} \quad (8.5)$$

9 Methode nach Lufthansa

Die Luftfahrtgesellschaft Lufthansa wurde 1926 gegründet. Ihre Flotte besteht aus annähernd 300 Flugzeugen. Sie ist Mitglied der „Star Alliance“. Die Firma beschäftigt etwa 94 000 Mitarbeiter.

Die berechneten Gebühren der Methode nach Lufthansa (**DLH 1982**) beziehen sich jeweils auf die Kosten pro Flug.

9.1 Berechnung der Navigationsgebühren

Die Navigationsgebühren sind abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Navigationsgebühren lautet nach **DLH 1982**:

$$C_{FEE,NAV} [\text{in DM}] = c_{NF} \cdot \frac{\text{Distance}[\text{in km}]}{1000} \cdot \sqrt{\frac{MTOW [\text{in t}]}{50}} \quad (9.1)$$

Die einzelnen Terme der Formel (9.1) haben folgende Bedeutung:

c_{NF} ... Gebührensatz für Navigationsgebühren pro 1000 km Reichweite in DM

Damit die Gleichung (9.1) für die in Abschnitt 3.1 festgelegten Einheiten gilt, muss noch eine Umrechnung vorgenommen werden.

$$C_{FEE,NAV} [\text{in US\$}] = c_{NF} \cdot \frac{R [\text{in nm}]}{1000} \cdot \frac{1 \text{ km}}{0,54 \text{ nm}} \cdot \sqrt{\frac{m_{MTO} [\text{in kg}]}{50}} \cdot \frac{1 \text{ t}}{1000 \text{ kg}} \cdot \frac{1 \text{ EUR}}{1,95583 \text{ DM}} \cdot \frac{1,23 \text{ US\$}}{1 \text{ EUR}} \quad (9.2)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,NAV} = c_{NF} \cdot 5,2083 \cdot 10^{-6} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \quad (9.3)$$

Der Parameter c_{NF} ist abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und wird in Tabelle 9.1 dargestellt.

Tabelle 9.1 Parameter c_{NF} (DLH 1982)

| Kategorie | c_{NF} in [DM] |
|------------------------------|---------------------|
| Innerdeutsch | 1355 |
| Kurz-/Mittelstrecke (Europa) | 1050 |
| Langstrecke | 270 |

Wird der Parameter c_{NF} in die Gleichung (9.3) eingesetzt, ergeben sich die folgenden Berechnungsformeln für die Navigationsgebühren:

Innerdeutsch

$$C_{FEE,NAV} = 7,0572 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \quad (9.4)$$

Kurz-/Mittelstrecke (Europa)

$$C_{FEE,NAV} = 5,4687 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \quad (9.5)$$

Langstrecke

$$C_{FEE,NAV} = 1,4062 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \quad (9.6)$$

9.2 Berechnung der Landegebühren

Bei der Lufthansa-Methode wird keine Formel zur Berechnung der Landegebühren benutzt. Stattdessen ergibt sich die Höhe der Gebühren aus dem folgenden Zusammenhang nach **DLH 1982**:

Die Landegebühren sind abhängig von der maximalen Startmasse. Da die in der Lufthansa-Flotte eingesetzten Flugzeuge für unterschiedliche Startmassen zertifiziert sind, sind die Landegebühren folglich abhängig vom Flugzeugtyp. Wird die Anzahl der Landungen pro Jahr be-

rücksichtigt, ergibt sich die Berechnung der Landegebühren als eine Funktion der durchschnittlichen Flugzeit. Dies verdeutlicht die Tabelle 9.2. Die Landegebühren der Methode nach Lufthansa sind auf das Jahr 1982 bezogen. Um die Höhe der Gebühren an die heutige wirtschaftliche Situation anpassen zu können, muss noch die jährliche Preissteigerung berücksichtigt werden.

Tabelle 9.2 Landegebühren (DLH 1982)

| Flugzeugtyp | Durchschnittliche Flugzeit in [h] | Landegebühren pro Landung | |
|-------------|---|---------------------------|-------------------|
| | | in [DM/1000 kg] | in [US\$/1000 kg] |
| A 300 B2/B4 | 1,14 | 12,71 | 7,99 |
| B 727 B | 1,20 | 12,94 | 8,14 |
| B 737 A/C | 0,94 | 15,38 | 9,67 |
| B 737 D/E | 1,03 | 13,35 | 8,40 |
| B 747 D/E/F | 5,92 | 10,22 | 6,43 |
| DC 10-30 | 4,84 | 10,91 | 6,86 |
| B707 B/C | 4,51 | 11,08 | 6,97 |

9.3 Berechnung der Abfertigungsgebühren

Bei der Lufthansa-Methode wird keine Formel zur Berechnung der Abfertigungsgebühren benutzt. Stattdessen ergibt sich die Höhe der Gebühren nach **DLH 1982**:

Die Abfertigungsgebühren sind abhängig von der maximalen Nutzlast. Die Berechnung der Landegebühren ergibt sich als eine Funktion der Nutzlast und des Einsatzgebietes. Dies zeigt die Tabelle 9.3. Die Abfertigungsgebühren der Methode nach Lufthansa sind auf das Jahr 1982 bezogen. Um die Höhe der Gebühren an die heutige wirtschaftliche Situation anpassen zu können, muss noch die jährliche Preissteigerung berücksichtigt werden.

Tabelle 9.3 Abfertigungsgebühren in DM (DLH 1982)

| | Abfertigungsgebühren in [DM/Landung] | | | | | | | Durchschnitt |
|---------|--------------------------------------|--------------|--------|---------|-------------|--------|--------|--------------|
| | Nord Atlantik | Süd Atlantik | Afrika | Fernost | Naher Osten | Europa | Fracht | |
| B 747 E | 5732 | - | - | - | - | - | 4929 | 5726 |
| B 747 D | 4789 | 2586 | 2949 | 4548 | - | - | - | 3873 |
| B 747 H | 5048 | - | - | 4620 | - | - | - | 4720 |
| B 747 F | 6736 | 3511 | - | 4611 | - | - | - | 6455 |
| DC 10 A | 4870 | 4548 | 6530 | 3627 | - | - | 4337 | 4355 |
| B 707 B | 3130 | - | 1820 | 2330 | 1923 | 1917 | 1802 | 2196 |
| B 707 F | 2589 | 1367 | - | 1931 | 2394 | - | - | 2071 |
| A 300 B | - | - | - | - | 2204 | 3141 | 3171 | 3006 |
| B 727 D | - | - | - | - | 2111 | 1646 | 1384 | 1608 |
| B 737 D | - | - | - | - | - | 1114 | 890 | 1026 |
| B 737 A | - | - | - | - | - | 958 | 746 | 888 |
| B 737 F | - | - | - | - | - | 1387 | - | 1387 |

Tabelle 9.4 Abfertigungsgebühren in US\$ (DLH 1982)

| | Abfertigungsgebühren in [US\$/Landung] | | | | | | | Durchschnitt |
|---------|--|--------------|--------|---------|-------------|--------|--------|--------------|
| | Nord Atlantik | Süd Atlantik | Afrika | Fernost | Naher Osten | Europa | Fracht | |
| B 747 E | 3605 | - | - | - | - | - | 3100 | 3601 |
| B 747 D | 3012 | 1626 | 1855 | 2860 | - | - | - | 2436 |
| B 747 H | 3175 | - | - | 2905 | - | - | - | 2968 |
| B 747 F | 4236 | 2208 | - | 2900 | - | - | - | 4059 |
| DC 10 A | 3063 | 2860 | 4107 | 2281 | - | - | 2727 | 2739 |
| B 707 B | 1968 | - | 1145 | 1465 | 1209 | 1206 | 1133 | 1381 |
| B 707 F | 1628 | 860 | - | 1214 | 1506 | - | - | 1302 |
| A 300 B | - | - | - | - | 1386 | 1975 | 1994 | 1890 |
| B 727 D | - | - | - | - | 1328 | 1035 | 870 | 1011 |
| B 737 D | - | - | - | - | - | 701 | 560 | 645 |
| B 737 A | - | - | - | - | - | 602 | 469 | 558 |
| B 737 F | - | - | - | - | - | 872 | - | 872 |

10 Methode nach Fokker

Die Fokker Flugzeugwerke wurden 1919 in den Niederlanden gegründet. Der Flugzeughersteller meldete 1996 Insolvenz an und wurde von der Stork Aerospace übernommen.

Die berechneten Gebühren der Methode nach Fokker (**Fokker 1993**) beziehen sich jeweils auf die Kosten pro Flug.

10.1 Berechnung der Navigationsgebühren

Die Navigationsgebühren sind abhängig von der durchschnittlichen Flugstrecke und der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Navigationsgebühren lautet nach **Fokker 1993**:

$$C_{FEE,NAV} [\text{in US\$}] = 1,6 \cdot \text{Distance} [\text{in nm}] \cdot \sqrt{\frac{MTOW [\text{in kg}]}{50000}} \quad (10.1)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,NAV} = 0,007155 \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \quad (10.2)$$

10.2 Berechnung der Landegebühren

Die Landegebühren sind abhängig von der maximalen Startmasse.

Die Formel für die Berechnung der Landegebühren lautet nach **Fokker 1993**:

$$C_{FEE,LD} [\text{in US\$}] = 9,0 \cdot \frac{MTOW [\text{in kg}]}{1000} \quad (10.3)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,LD} = 0,009 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \quad (10.4)$$

10.3 Berechnung der Abfertigungsgebühren

Die Abfertigungsgebühren sind abhängig von der Anzahl der Sitzplätze.

Die Formel für die Berechnung der Abfertigungsgebühren lautet nach **Fokker 1993**:

$$C_{FEE,GND} [\text{in US\$}] = 182 + 6,6 \cdot \text{seats} \quad (10.5)$$

Zusammenfassend ergibt sich:

$$C_{FEE,GND} = 182 \text{ US\$} + 6,6 \text{ US\$} \cdot \text{seats} \quad (10.6)$$

11 Vergleich der Methoden

11.1 Allgemeines

Die Ergebnisse der Gebührenberechnung lassen sich durch zwei Vorgehensweisen auswerten:

- Erstens können die einzelnen Gebührenarten zahlenmäßig miteinander verglichen werden, um eventuelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede deutlich zu machen.
- Zweitens kann der Anteil der Gebühren an den gesamten DOC ermittelt werden. Hierbei ist der Unterschied zwischen Kurzstreckenflugzeugen und Langstreckenflugzeugen zu beachten.

In den folgenden Unterabschnitten werden zuerst die einzelnen Gebührenarten selbst miteinander verglichen und anschließend erfolgt eine Auswertung, welchen prozentualen Anteil die Gebühren bei verschiedenen ausgewählten Berechnungsmethoden (**AEA 1989a/b**, **Boeing 1995**, **AI 1989**) einnehmen.

Um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten, werden alle Kosten pro Jahr angegeben und die in Abschnitt 3.2 angenommene mittlere jährliche Inflationsrate p_{INF} von 2% wird berücksichtigt, um die Werte aus den in verschiedenen Jahren entstandenen DOC-Methoden den aktuellen finanziellen Verhältnissen anzupassen.

Die Anzahl der Flüge pro Jahr berechnen sich nach **Scholz 1999** mit den folgenden Formeln:

Kurz-/Mittelstreckenflugzeug

$$n_{t,a} = \frac{3750 \text{ h}}{t_f + 0,75 \text{ h}} \quad (11.1)$$

Langstreckenflugzeug

$$n_{t,a} = \frac{4800 \text{ h}}{t_f + 0,42 \text{ h}} \quad (11.2)$$

Außerdem muss noch eine differenzierte Betrachtung vorgenommen werden, wie sich die durchschnittliche Flugstrecke auf den Anteil der Gebühren auswirkt. Aus diesem Grund wurden vier typische Flugstrecken ausgewählt, die sowohl Kurz-, Mittel- und Langstreckenflüge repräsentieren.

In Tabelle 11.1 sind die Flüge pro Jahr für die vier Flugstrecken aufgeführt.

Tabelle 11.1 Anzahl der Flüge pro Jahr je Flugstrecke

| Flugstrecke | Reisezeit (Fraport 2004a) | <i>R</i> (ETN 2004) | $n_{t,a}$ |
|----------------------------------|------------------------------|------------------------|-----------|
| innerdeutscher Verkehr | | | |
| Frankfurt (FRA) – Berlin (BLN) | 1 Std 5 min | 229 nm (SR) | 2049 |
| europäischer Verkehr | | | |
| Frankfurt (FRA) – Madrid (MAD) | 2 Std 30 min | 780 nm (SR) | 1153 |
| interkontinentaler Verkehr | | | |
| Frankfurt (FRA) – New York (NY) | 8 Std 25 min | 3344 nm (MR) | 542 |
| Frankfurt (FRA) – Singapur (SIN) | 11 Std 45 min | 5538 nm (LR) | 394 |

Für die Berechnungen werden beispielhaft zwei Flugzeugtypen angenommen, so kommt im innerdeutschen und europäischen Verkehr der Airbus A320-200 und im internationalen Verkehr der Airbus A340-300 zum Einsatz. An dieser Stelle hätten auch andere Flugzeugmuster aufgeführt werden können, die auf den verschiedenen Flugstrecken im Einsatz sind. In Tabelle 11.2 werden die wesentlichen zur Berechnung der Gebühren benötigten Flugzeugdaten dargestellt.

Tabelle 11.2 Daten des A320-200 (Airbus 2003a, Airbus 2001) und des A340-300 (Airbus 2002, Airbus 2003b)

| Parameter | Airbus A320-200 | Airbus A340-300 |
|------------------------------------|-----------------|------------------|
| Anzahl der Sitzplätze | 164 | 335 |
| max. Startmasse | 73500 kg | 271000 kg |
| max. Landemasse | 64500 kg | 190000 kg |
| Betriebsleermasse | 40429 kg | 135322 kg |
| Masse der Zelle (AFW) | 32837 kg | 97814 kg |
| Nutzlast | 20279 kg | 50960 kg |
| Tankvolumen (nutzbarer fuel) | 6303 US gallons | 39286 US gallons |
| Kraftstoffverbrauch pro Flugstunde | 2700 l | 8000 l |
| Turnaround-Zeit | 30 min | 75 min |

Für die Berechnung der gesamten DOC in den Abschnitten 11.5, 11.6 und 11.7 werden noch weitere Daten benötigt, die hier aber nicht im Einzelnen aufgeführt werden. Die benötigten Informationen sind den Quellen **URL1** bis **URL 7** entnommen.

Um die berechneten Gebühren der heutigen Situation anzupassen, muss der Inflationsfaktor k_{INF} berücksichtigt werden. Dieser wird mit der Formel (3.5) ermittelt. Für die verschiedenen DOC-Methoden ist der Inflationsfaktor in Tabelle 11.3 dargestellt.

Tabelle 11.3 Inflationsfaktoren verschiedener DOC-Methoden

| DOC-Methode | Inflationsfaktor k_{INF} |
|--|----------------------------|
| AEA 1989a | 1,3459 |
| AEA 1989b | 1,3459 |
| Boeing 1993 | 1,2434 |
| Boeing 1995 | 1,1951 |
| AI 1989 mit Parameter-Werten von 1994 | 1,2190 |
| AA 1980 | 1,6084 |
| DLH 1982 | 1,5460 |
| Fokker 1993 | 1,2434 |

11.2 Vergleich von Navigationsgebühren

Tabelle 11.4 zeigt die zur Berechnung der Navigationsgebühren heranzuziehenden Formeln. Diese Formeln beziehen sich auf die Kosten pro Jahr und berücksichtigen den Inflationsfaktor.

Tabelle 11.4 Formeln zur Berechnung der Navigationsgebühren

| DOC-Methode | Formel |
|---|--|
| AEA 1989a | $C_{FEE,NAV} = 4,14 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| AEA 1989b | $C_{FEE,NAV} = 1,66 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Boeing 1993 | $C_{FEE,NAV} = R \cdot \left(0,64618 \frac{\text{US\$}}{\text{nm}} + 8,38345 \cdot 10^{-4} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \text{kg}} \cdot m_{MTO} \right) \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Boeing 1995 amerikanische Airlines | $C_{FEE,NAV} = K_1 \cdot 1,1509 \frac{\text{US\$}}{\text{nm}} \cdot R \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| europäische Airlines | $C_{FEE,NAV} = K_1 \cdot 0,00262 \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| AI 1989 | $C_{FEE,NAV} = 2,316 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot RAG1 \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| AA 1980 | $C_{FEE,NAV} = 9,77 \text{ US\$} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| DLH 1982 innerdeutsch | $C_{FEE,NAV} = 7,0572 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Kurz-/Mittelstrecke | $C_{FEE,NAV} = 5,4687 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Langstrecke | $C_{FEE,NAV} = 1,4062 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Fokker 1993 | $C_{FEE,NAV} = 7,155 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |

Alle Formeln (mit Ausnahme der Methode nach American Airlines) zeigen, dass zur Berechnung der Navigationsgebühren die Reichweite und die maximale Startmasse von Bedeutung sind. Die Unterschiede liegen nur in den verschiedenen Faktoren.

In Tabelle 11.5 werden die jährlichen Navigationsgebühren für eine innerdeutsche Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 229 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.5 Navigationsgebühren für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| DOC-Methode | Navigationsgebühren in US\$ |
|--|-----------------------------|
| AEA 1989a | 708 817 |
| Boeing 1993 | 36 326 961 |
| Boeing 1995 europäische Airlines | 30 311 771 |
| AI 1989 | 359 140 |
| AA 1980 | 32 198 |
| DLH 1982 | 1 387 916 |
| Fokker 1993 | 1 131 727 |

In Tabelle 11.6 werden die jährlichen Navigationsgebühren für eine europäische Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 780 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.6 Navigationsgebühren für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| DOC-Methode | Navigationsgebühren in US\$ |
|--|-----------------------------|
| AEA 1989a | 1 358 566 |
| Boeing 1993 | 69 626 656 |
| Boeing 1995 europäische Airlines | 58 097 544 |
| AI 1989 | 688 351 |
| AA 1980 | 18 118 |
| DLH 1982 | 2 061 395 |
| Fokker 1993 | 2 169 142 |

In Tabelle 11.7 werden die jährlichen Navigationsgebühren für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 3344 nm um einen Mittelstreckenflug.

Tabelle 11.7 Navigationsgebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| DOC-Methode | Navigationsgebühren in US\$ |
|------------------------|-----------------------------|
| AEA 1989b | 2 108 002 |
| Boeing 1993 | 513 454 493 |
| Boeing 1995 | |
| amerikanische Airlines | 1 587 987 |
| europäische Airlines | 94 537 849 |
| AI 1989 | 796 574 |
| AA 1980 | 8 517 |
| DLH 1982 | 2 051 194 |
| Fokker 1993 | 8 394 034 |

In Tabelle 11.8 werden die jährlichen Navigationsgebühren für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 5538 nm um einen Langstreckenflug.

Tabelle 11.8 Navigationsgebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| DOC-Methode | Navigationsgebühren in US\$ |
|------------------------|-----------------------------|
| AEA 1989b | 2 537 784 |
| Boeing 1993 | 618 138 190 |
| Boeing 1995 | |
| amerikanische Airlines | 1 911 747 |
| europäische Airlines | 113 812 335 |
| AI 1989 | 579 059 |
| AA 1980 | 6 191 |
| DLH 1982 | 2 469 394 |
| Fokker 1993 | 10 105 419 |

Werden die Werte der Tabellen 11.5 bis 11.8 verglichen, ist festzustellen, dass mit steigender Reichweite auch die Navigationsgebühren zunehmen. Dies ist aufgrund der Berechnungsformeln auch zu erwarten gewesen. Auffällig ist bei allen vier Flugstrecken allerdings, dass sich die Navigationsgebühren bei der Berechnung nach **Boeing 1993**, **Boeing 1995** für europäische Airlines und **AA 1980** deutlich von den anderen Ergebnissen abheben. Während bei **Boeing 1993** und **Boeing 1995** die Gebühren überdurchschnittlich hoch ausfallen, sinken die Gebüh-

ren nach **AA 1980** je länger die Flugstrecke wird, da sie nur von der Anzahl der Flüge pro Jahr abhängig sind.

11.3 Vergleich von Landegebühren

Tabelle 11.9 zeigt die zur Berechnung der Landegebühren heranzuziehenden Formeln. Diese Formeln beziehen sich auf die Kosten pro Jahr und berücksichtigen den Inflationsfaktor.

Tabelle 11.9 Formeln zur Berechnung der Landegebühren

| DOC-Methode | Formel |
|--|--|
| AEA 1989a | $C_{FEE,LD} = 0,0078 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| AEA 1989b | $C_{FEE,LD} = 0,0059 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Boeing 1993 | $C_{FEE,LD} = 0,00924 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Boeing 1995 amerikanische Airlines | |
| low cost / domestic | $C_{FEE,LD} = K_2 \cdot 2,205 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MLW} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| international | $C_{FEE,LD} = K_2 \cdot 2,205 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| europäische Airlines | $C_{FEE,LD} = K_2 \cdot 2,205 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| AI 1989 | $C_{FEE,LD} = 0,00273 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| AA 1980 | $C_{FEE,LD} = 0,0022 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_L \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| DLH 1982 | nach Tabelle 9.2 |
| Fokker 1993 | $C_{FEE,LD} = 0,009 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |

Alle Formeln (mit Ausnahme der Methode nach American Airlines) zeigen, dass zur Berechnung der Landegebühren die maximale Startmasse von Bedeutung ist. Die Unterschiede liegen nur in den verschiedenen Faktoren. Die Ermittlung der Gebühren nach der Lufthansa-Methode erfolgt nach einem anderen Zusammenhang.

In Tabelle 11.10 werden die jährlichen Landegebühren für eine innerdeutsche Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 229 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.10 Landegebühren für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| DOC-Methode | Landegebühren in US\$ |
|----------------------|-----------------------|
| AEA 1989a | 1 581 018 |
| Boeing 1993 | 1 730 263 |
| Boeing 1995 | |
| europäische Airlines | 2 420 873 |
| AI 1989 | 501 861 |
| AA 1980 | 467 647 |
| DLH 1982 | - |
| Fokker 1993 | 1 685 321 |

In Tabelle 11.11 werden die jährlichen Landegebühren für eine europäische Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 780 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.11 Landegebühren für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| DOC-Methode | Landegebühren in US\$ |
|----------------------|-----------------------|
| AEA 1989a | 889 660 |
| Boeing 1993 | 973 642 |
| Boeing 1995 | |
| europäische Airlines | 1 362 258 |
| AI 1989 | 282 404 |
| AA 1980 | 263 151 |
| DLH 1982 | - |
| Fokker 1993 | 948 353 |

In Tabelle 11.12 werden die jährlichen Landegebühren für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 3344 nm um einen Mittelstreckenflug.

Tabelle 11.12 Landegebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| DOC-Methode | Landegebühren in US\$ |
|------------------------|-----------------------|
| AEA 1989b | 1 166 362 |
| Boeing 1993 | 1 687 530 |
| Boeing 1995 | |
| amerikanische Airlines | 1 257 954 |
| europäische Airlines | 2 090 139 |
| AI 1989 | 489 467 |
| AA 1980 | 364 393 |
| DLH 1982 | - |
| Fokker 1993 | 1 643 698 |

In Tabelle 11.13 werden die jährlichen Landegebühren für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 5538 nm um einen Langstreckenflug.

Tabelle 11.13 Landegebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| DOC-Methode | Landegebühren in US\$ |
|------------------------|-----------------------|
| AEA 1989b | 847 872 |
| Boeing 1993 | 1 226 728 |
| Boeing 1995 | |
| amerikanische Airlines | 914 454 |
| europäische Airlines | 1 519 400 |
| AI 1989 | 355 812 |
| AA 1980 | 264 891 |
| DLH 1982 | - |
| Fokker 1993 | 1 194 865 |

Werden die Werte der Tabellen 11.10 bis 11.13 verglichen, ist festzustellen, dass mit sinkender Anzahl der Flüge pro Jahr auch die Landegebühren abnehmen. Dass die Gebühren der interkontinentalen Streckenverbindung Frankfurt – New York trotz geringerer Fluganzahl gegenüber der Strecke Frankfurt – Madrid zunehmen, ist mit dem erhöhten Startgewicht des Langstreckenflugzeuges zu begründen.

11.4 Vergleich von Abfertigungsgebühren

Tabelle 11.14 zeigt die zur Berechnung der Navigationsgebühren heranzuziehenden Formeln. Diese Formeln beziehen sich auf die Kosten pro Jahr und berücksichtigen den Inflationsfaktor.

Tabelle 11.14 Formeln zur Berechnung der Abfertigungsgebühren

| DOC-Methode | Formel |
|----------------------------------|---|
| AEA 1989a | $C_{FEE,GND} = 0,1 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| AEA 1989b | $C_{FEE,GND} = 0,11 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Boeing 1993 | $C_{FEE,GND} = ((K_1 + K_2 \cdot K_3 \cdot \text{Seats}) \cdot 5,05 + FHC) \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Boeing 1995 | $C_{FEE,GND} = \left((K_3 + \text{Total Seats} \cdot K_4 \cdot K_5) \cdot K_6 + K_7 \cdot \frac{\text{Block Fuel}}{6,75} \right) \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| AI 1989 AA 1980 | nicht berücksichtigt |
| Kurzstrecke | $C_{FEE,GND} = \left(0,02 \cdot \text{seats} \cdot \frac{12,98 \text{ US\$}}{\text{man - hour}} + 0,0002 \cdot \text{seats} \right) \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| Mittel-/Langstrecke | $C_{FEE,GND} = \left(0,033 \cdot \text{seats} \cdot \frac{12,98 \text{ US\$}}{\text{man - hour}} + 0,003 \cdot \text{seats} \right) \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| DLH 1982 | nach Tabelle 9.4 |
| Fokker 1993 | $C_{FEE,GND} = (182 \text{ US\$} + 6,6 \text{ US\$} \cdot \text{seats}) \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |

Die Formeln zeigen, dass zur Berechnung der Abfertigungsgebühren entweder die Nutzlast oder die Anzahl der Sitze von Bedeutung ist. Die Ermittlung der Gebühren nach der Lufthansa-Methode erfolgt nach einem anderen Zusammenhang. Die Methode nach Airbus Industrie berücksichtigt keine Abfertigungsgebühren bei ihrer DOC-Berechnung.

In Tabelle 11.15 werden die jährlichen Abfertigungsgebühren für eine innerdeutsche Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 229 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.15 Abfertigungsgebühren für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| DOC-Methode | Abfertigungsgebühren in US\$ |
|--|------------------------------|
| AEA 1989a | 5 592 439 |
| Boeing 1993 | 1 899 557 |
| Boeing 1995 europäische Airlines | 808 200 |
| AI 1989 | - |
| AA 1980 | 70 262 |
| DLH 1982 | - |
| Fokker 1993 | 3 221 346 |

In Tabelle 11.16 werden die jährlichen Abfertigungsgebühren für eine europäische Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 780 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.16 Abfertigungsgebühren für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| DOC-Methode | Abfertigungsgebühren in US\$ |
|--|------------------------------|
| AEA 1989a | 3 146 941 |
| Boeing 1993 | 1 382 039 |
| Boeing 1995 europäische Airlines | 798 815 |
| AI 1989 | - |
| AA 1980 | 39 538 |
| DLH 1982 | - |
| Fokker 1993 | 1 812 695 |

In Tabelle 11.17 werden die jährlichen Abfertigungsgebühren für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 3344 nm um einen Mittelstreckenflug.

Tabelle 11.17 Abfertigungsgebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| DOC-Methode | Abfertigungsgebühren in US\$ |
|------------------------|------------------------------|
| AEA 1989b | 4 089 161 |
| Boeing 1993 | 2 234 211 |
| Boeing 1995 | |
| amerikanische Airlines | 1 372 760 |
| europäische Airlines | 1 470 045 |
| AI 1989 | - |
| AA 1980 | 157 240 |
| DLH 1982 | - |
| Fokker 1993 | 1 612 697 |

In Tabelle 11.18 werden die jährlichen Abfertigungsgebühren für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 5538 nm um einen Langstreckenflug.

Tabelle 11.18 Abfertigungsgebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| DOC-Methode | Abfertigungsgebühren in US\$ |
|------------------------|------------------------------|
| AEA 1989b | 2 972 563 |
| Boeing 1993 | 1 876 342 |
| Boeing 1995 | |
| amerikanische Airlines | 1 121 356 |
| europäische Airlines | 1 380 063 |
| AI 1989 | - |
| AA 1980 | 114 304 |
| DLH 1982 | - |
| Fokker 1993 | 1 172 330 |

Werden die Werte der Tabellen 11.15 bis 11.18 verglichen, ist festzustellen, dass mit sinkender Anzahl der Flüge pro Jahr auch die Abfertigungsgebühren abnehmen. Ebenso wie bei der Berechnung der Landegebühren spielt auch hier die Unterscheidung zwischen Kurz- und Langstreckenflugzeugen eine Rolle, da bei einigen Methoden auch das Flugzeuggewicht in die Berechnung eingeht.

11.5 Anteil der Gebühren bei der AEA-Methode

Die gesamten DOC der AEA-Methode (**AEA 1989a** und **AEA 1989b**) setzen sich aus den folgenden Kostenelementen zusammen.

- Abschreibung
- Zinsen
- Versicherung
- Kraftstoff
- Wartung
- Besatzung
- Gebühren

Die Berechnungen der DOC-Anteile beziehen sich auf die Kosten pro Jahr und berücksichtigen den Inflationsfaktor. Der genaue Rechenweg zur Ermittlung der einzelnen Kostenelemente wird hierbei nicht aufgeführt. Die Rechnungen wurden nach **AEA 1989a** (für den Airbus A320-200) und **AEA 1989b** (für den Airbus A340-300) durchgeführt.

Bei der Ermittlung des Anteils der Gebühren an den gesamten DOC wird zwischen vier verschiedenen Flugstrecken unterschieden, die in Abschnitt 11.1 festgelegt wurden. Dabei werden sowohl Kurzstrecken (Frankfurt – Berlin und Frankfurt – Madrid), Mittelstrecken (Frankfurt – New York) und Langstrecken (Frankfurt – Singapur) berücksichtigt.

In Tabelle 11.19 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine innerdeutsche Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 229 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.19 DOC-Berechnung für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 3 295 466 |
| Zinsen | 2 716 928 |
| Versicherung | 225 000 |
| Kraftstoff | 1 363 784 |
| Wartung | 3 135 231 |
| Besatzung | 2 682 005 |
| Gebühren | 7 882 274 |

Bild 11.1 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin).

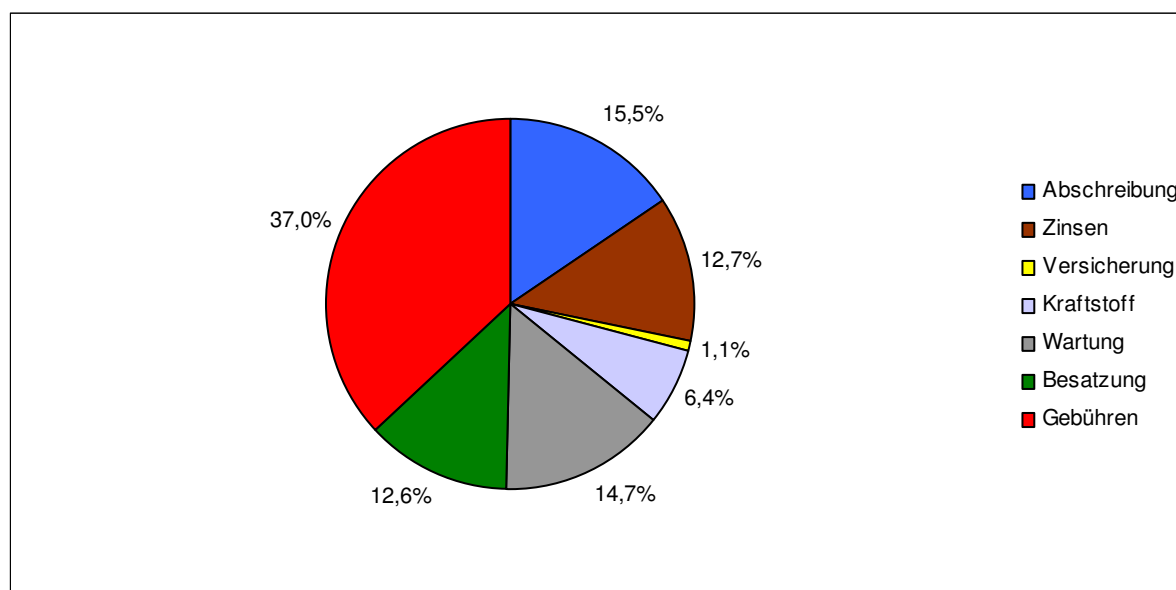


Bild 11.1 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Berlin)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Berlin bei 37,0 %.

In Tabelle 11.20 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine europäische Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 780 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.20 DOC-Berechnung für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 3 295 466 |
| Zinsen | 2 716 928 |
| Versicherung | 225 000 |
| Kraftstoff | 1 771 114 |
| Wartung | 2 445 050 |
| Besatzung | 3 483 842 |
| Gebühren | 5 395 167 |

Bild 11.2 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid).

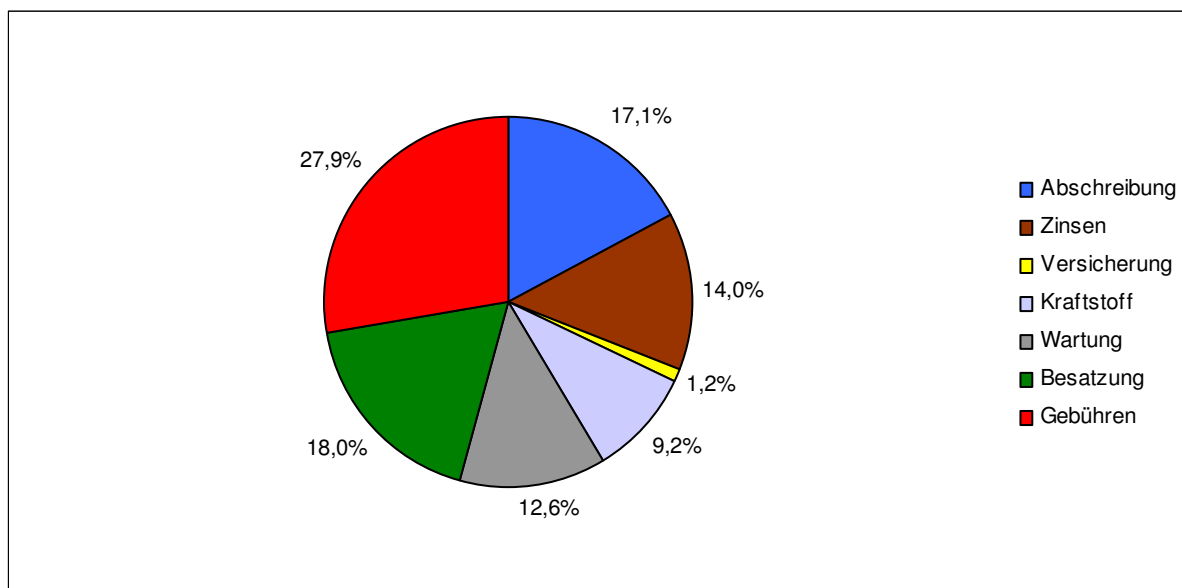


Bild 11.2 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Madrid)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Madrid bei 27,9 %.

In Tabelle 11.21 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 3344 nm um einen Mittelstreckenflug.

Tabelle 11.21 DOC-Berechnung für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 7 367 130 |
| Zinsen | 6 941 474 |
| Versicherung | 575 000 |
| Kraftstoff | 8 694 620 |
| Wartung | 6 010 530 |
| Besatzung | 9 885 424 |
| Gebühren | 7 363 525 |

Bild 11.3 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York).

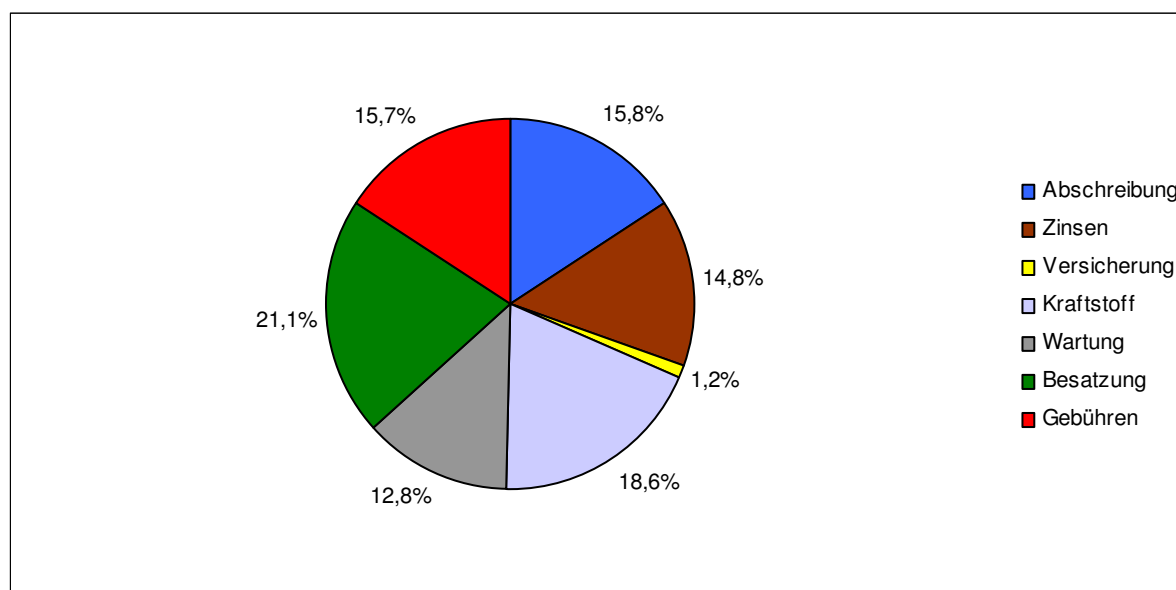


Bild 11.3 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – New York)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – New York bei 15,7 %.

In Tabelle 11.22 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 5538 nm um einen Langstreckenflug.

Tabelle 11.22 DOC-Berechnung für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 7 367 130 |
| Zinsen | 6 941 474 |
| Versicherung | 575 000 |
| Kraftstoff | 8 823 573 |
| Wartung | 5 776 900 |
| Besatzung | 10 031 659 |
| Gebühren | 6 358 220 |

Bild 11.4 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur).

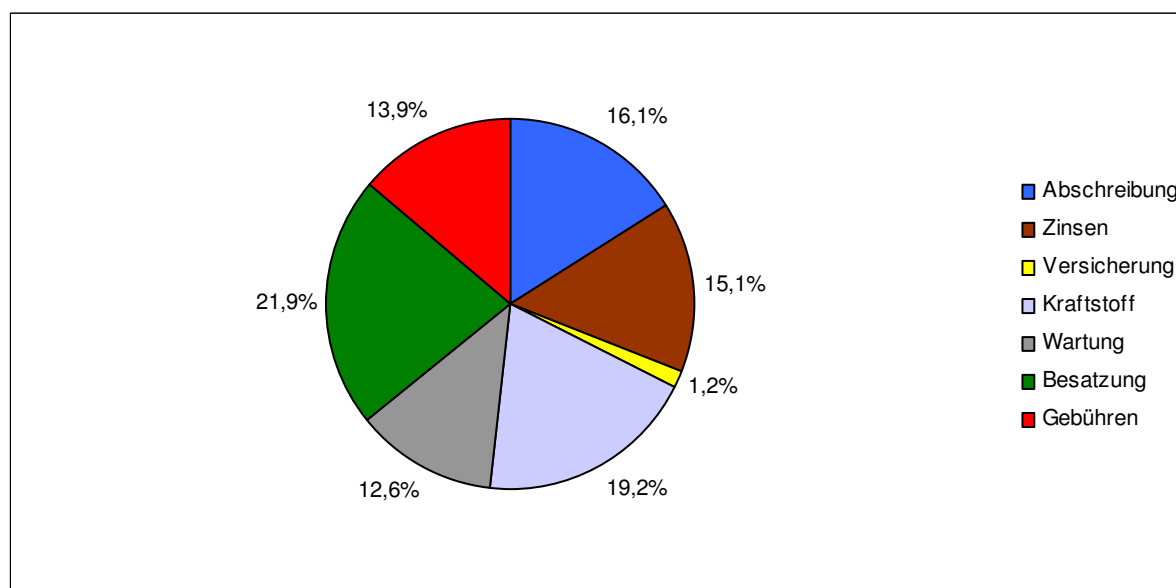


Bild 11.4 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Singapur)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Singapur bei 13,9 %.

Werden die Bilder 11.1 bis 11.4 verglichen, ist festzustellen, dass mit steigender Reichweite der Anteil der Gebühren abnimmt.

11.6 Anteil der Gebühren bei der AEA/Boeing-Methode

Die AEA/Boeing-Methode unterscheidet bei der DOC-Rechnung zwischen amerikanischen und europäischen Luftverkehrsgesellschaften. Bei der Berechnung für amerikanische Airlines werden die Gebühren nicht den DOC sondern den IOC zugeordnet. Deshalb wird im folgenden nur auf die Berechnungsmethode für europäischen Luftverkehrsgesellschaften eingegangen.

Die gesamten DOC der AEA/Boeing-Methode (**Boeing 1995**) für europäische Luftverkehrsgesellschaften setzen sich aus den folgenden Kostenelementen zusammen.

- Abschreibung
- Zinsen
- Versicherung
- Kraftstoff
- Wartung
- Besatzung
- Gebühren

Die Berechnungen der DOC-Anteile beziehen sich auf die Kosten pro Jahr und berücksichtigen den Inflationsfaktor. Der genaue Rechenweg zur Ermittlung der einzelnen Kostenelemente wird hierbei nicht aufgeführt. Die Rechnungen wurden nach **Boeing 1995** durchgeführt. Die AEA/Boeing-Methode enthält keine vollständige Berechnungsformel für das Kostenelement Wartung. Deshalb werden die Wartungskosten nach der AEA-Methode berechnet, um so auch den Anteil der Gebühren darstellen zu können.

Bei der Ermittlung des Anteils der Gebühren an den gesamten DOC wird zwischen vier verschiedenen Flugstrecken unterschieden, die in Abschnitt 11.1 festgelegt wurden. Dabei werden sowohl Kurzstrecken (Frankfurt – Berlin und Frankfurt – Madrid), Mittelstrecken (Frankfurt – New York) und Langstrecken (Frankfurt – Singapur) berücksichtigt.

In Tabelle 11.23 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine innerdeutsche Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 229 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.23 DOC-Berechnung für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 2 279 074 |
| Zinsen | 3 443 933 |
| Versicherung | 157 500 |
| Kraftstoff | 1 229 902 |
| Wartung | 3 135 231 |
| Besatzung | 2 813 237 |
| Gebühren | 33 540 843 |

Bild 11.5 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin).

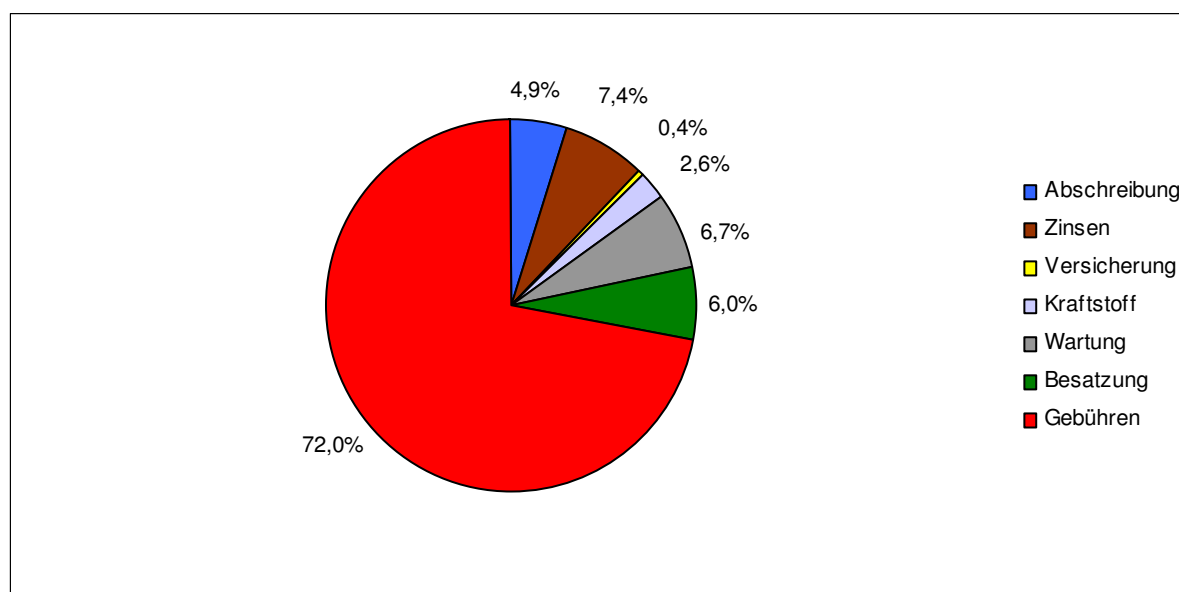


Bild 11.5 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Berlin)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Berlin bei 72,0 %.

In Tabelle 11.24 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine europäische Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 780 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.24 DOC-Berechnung für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 2 279 074 |
| Zinsen | 3 443 933 |
| Versicherung | 157 500 |
| Kraftstoff | 1 597 244 |
| Wartung | 2 445 050 |
| Besatzung | 3 312 004 |
| Gebühren | 60 258 617 |

Bild 11.6 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid).

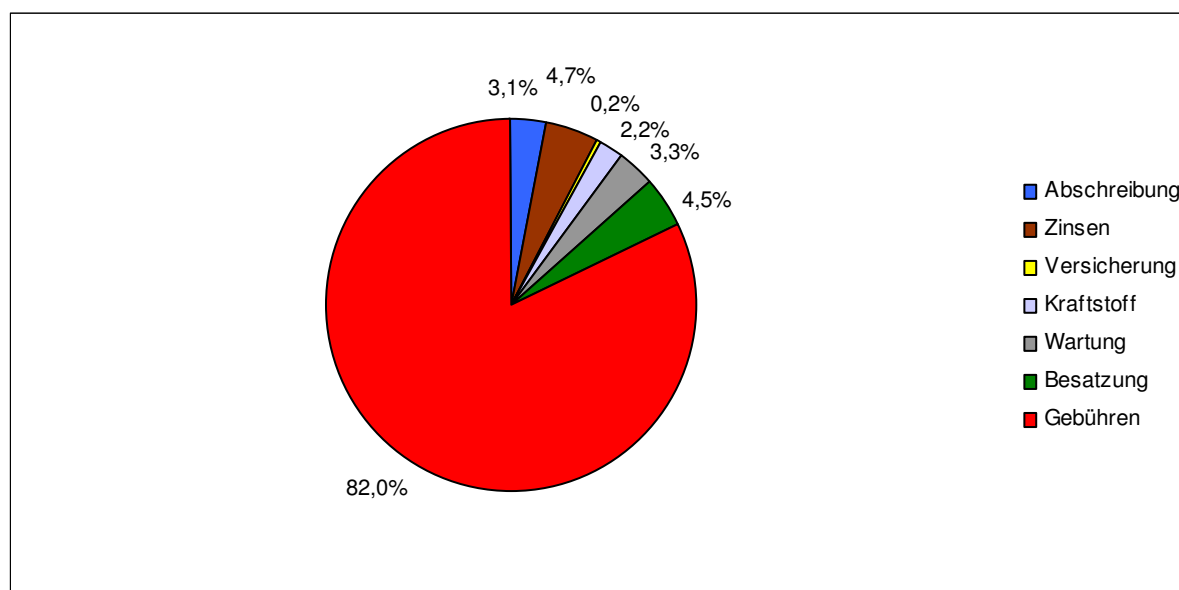


Bild 11.6 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Madrid)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Madrid bei 82,0 %.

In Tabelle 11.25 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 3344 nm um einen Mittelstreckenflug.

Tabelle 11.25 DOC-Berechnung für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 5 823 283 |
| Zinsen | 8 799 627 |
| Versicherung | 402 500 |
| Kraftstoff | 7 720 440 |
| Wartung | 6 010 530 |
| Besatzung | 12 644 146 |
| Gebühren | 228 653 950 |

Bild 11.7 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York).

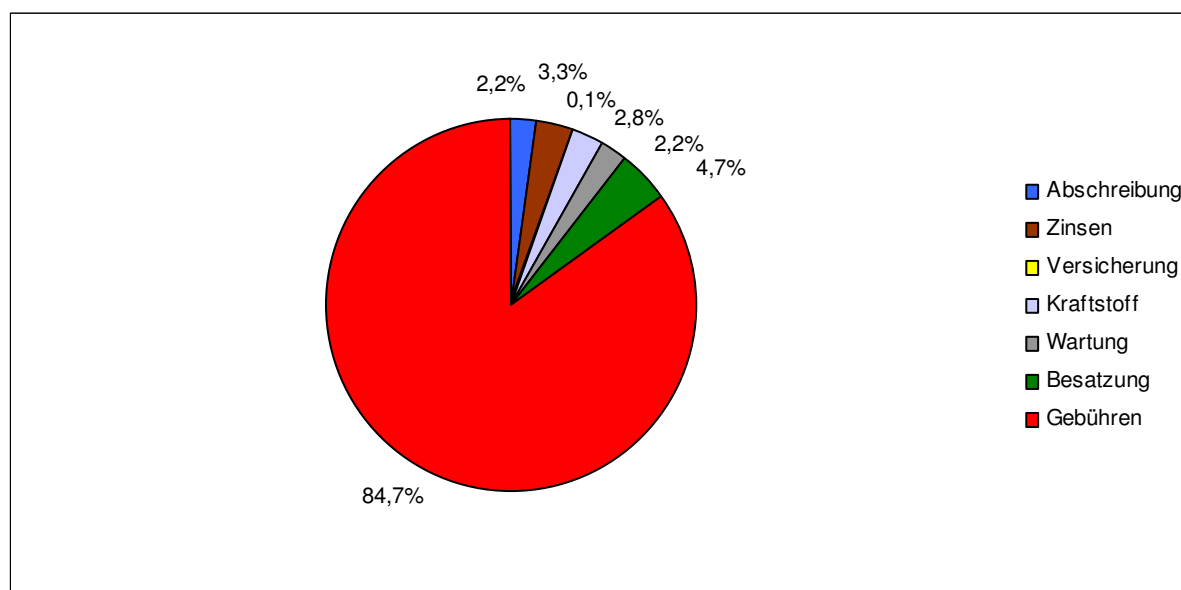


Bild 11.7 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – New York)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – New York bei 84,7 %.

In Tabelle 11.26 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 5538 nm um einen Langstreckenflug.

Tabelle 11.26 DOC-Berechnung für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 5 823 283 |
| Zinsen | 8 799 627 |
| Versicherung | 402 500 |
| Kraftstoff | 7 834 945 |
| Wartung | 5 776 900 |
| Besatzung | 13 381 251 |
| Gebühren | 116 711 798 |

Bild 11.8 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur).

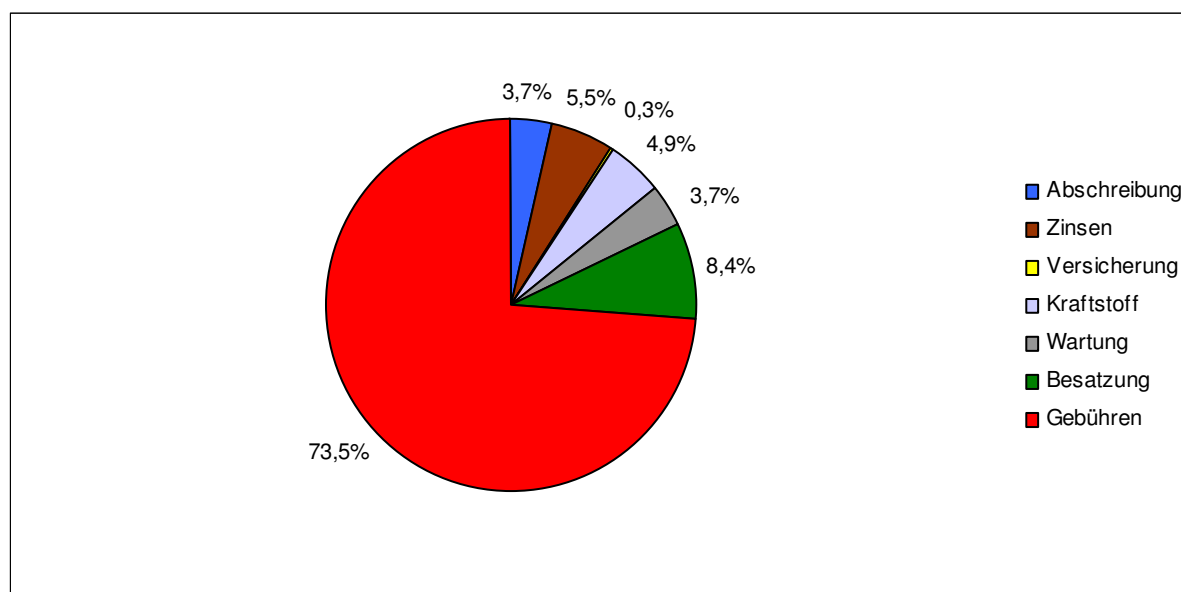


Bild 11.8 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Singapur)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Singapur bei 73,5 %.

11.7 Anteil der Gebühren bei der Airbus Industrie-Methode

Die gesamten DOC der Methode nach Airbus Industrie (**AI 1989**) setzen sich aus den folgenden Kostenelementen zusammen.

- Abschreibung
- Zinsen
- Versicherung
- Kraftstoff
- Wartung
- Besatzung
- Gebühren

Die Berechnungen der DOC-Anteile beziehen sich auf die Kosten pro Jahr und berücksichtigen den Inflationsfaktor. Der genaue Rechenweg zur Ermittlung der einzelnen Kostenelemente wird hierbei nicht aufgeführt. Die Rechnungen wurden nach **AI 1989** durchgeführt.

Bei der Ermittlung des Anteils der Gebühren an den gesamten DOC wird zwischen vier verschiedenen Flugstrecken unterschieden, die in Abschnitt 11.1 festgelegt wurden. Dabei werden sowohl Kurzstrecken (Frankfurt – Berlin und Frankfurt – Madrid), Mittelstrecken (Frankfurt – New York) und Langstrecken (Frankfurt – Singapur) berücksichtigt.

Die Gebühren bei der Methode nach Airbus Industrie (**AI 1989**) beinhalten nur die Navigations- und Landegebühren, während die Abfertigungsgebühren nicht berücksichtigt werden.

In Tabelle 11.27 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine innerdeutsche Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 229 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.27 DOC-Berechnung für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 3 626 048 |
| Zinsen | 694 207 |
| Versicherung | 275 435 |
| Kraftstoff | 1 254 498 |
| Wartung | 5 474 807 |
| Besatzung | 2 458 479 |
| Gebühren | 861 001 |

Bild 11.9 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin).

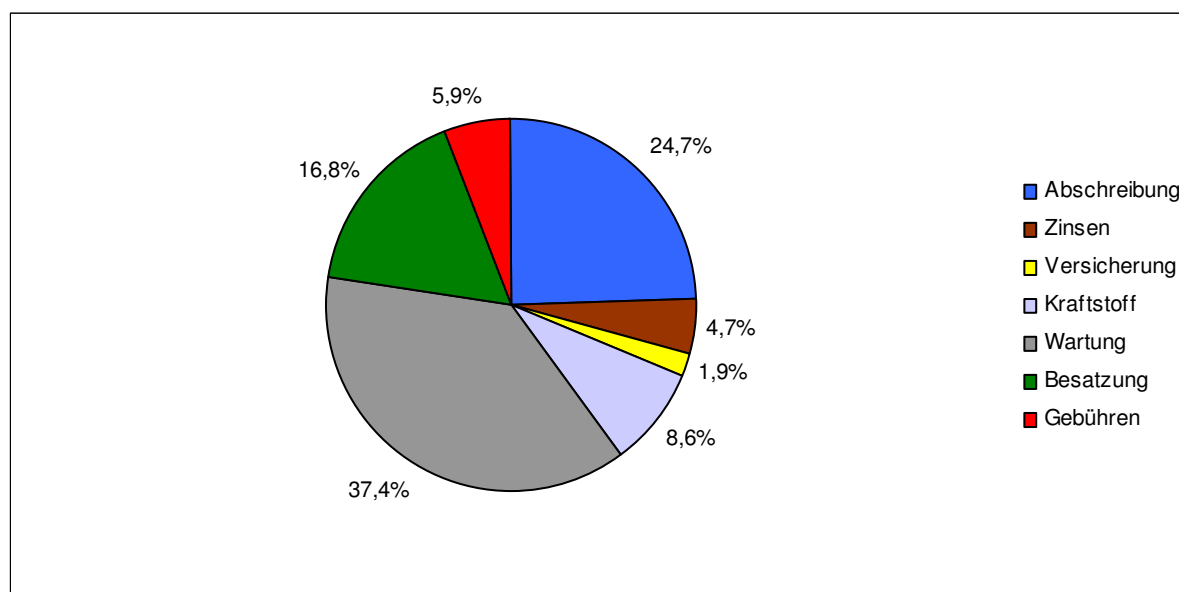


Bild 11.9 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Berlin)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Berlin bei 5,9 %.

In Tabelle 11.28 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine europäische Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 780 nm um einen Kurzstreckenflug.

Tabelle 11.28 DOC-Berechnung für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 1 080 467 |
| Zinsen | 206 855 |
| Versicherung | 75 311 |
| Kraftstoff | 1 629 186 |
| Wartung | 6 160 506 |
| Besatzung | 2 694 627 |
| Gebühren | 970 755 |

Bild 11.10 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid).

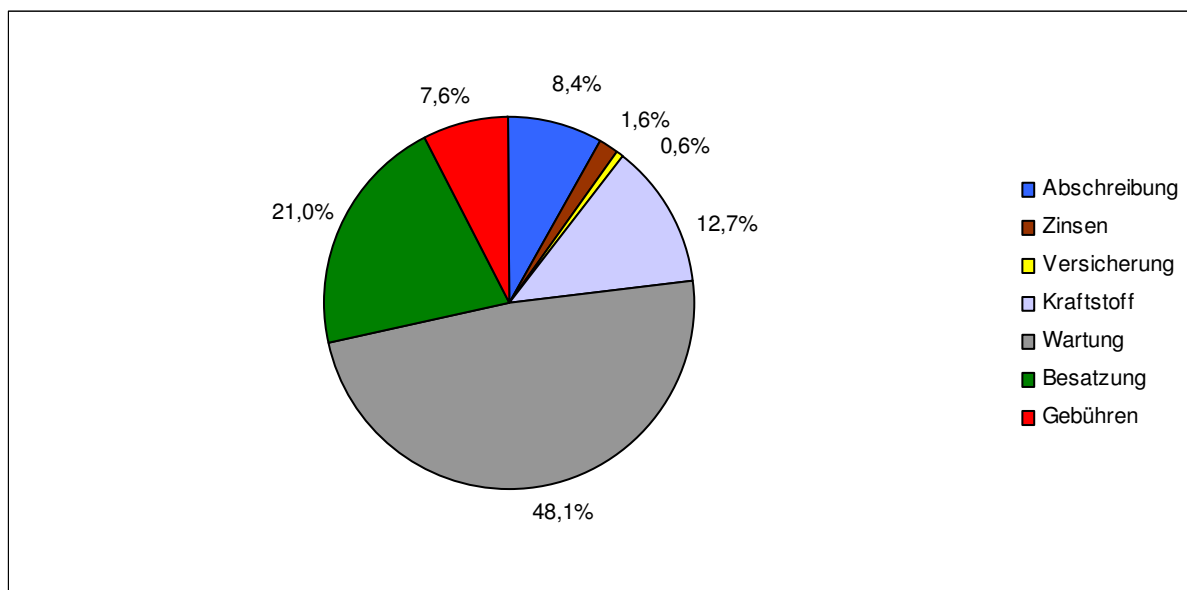


Bild 11.10 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Madrid)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Madrid bei 7,6 %.

In Tabelle 11.29 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 3344 nm um einen Mittelstreckenflug.

Tabelle 11.29 DOC-Berechnung für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 6 507 722 |
| Zinsen | 1 245 904 |
| Versicherung | 487 189 |
| Kraftstoff | 7 639 767 |
| Wartung | 23 037 155 |
| Besatzung | 9 179 564 |
| Gebühren | 1 286 041 |

Bild 11.11 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York).

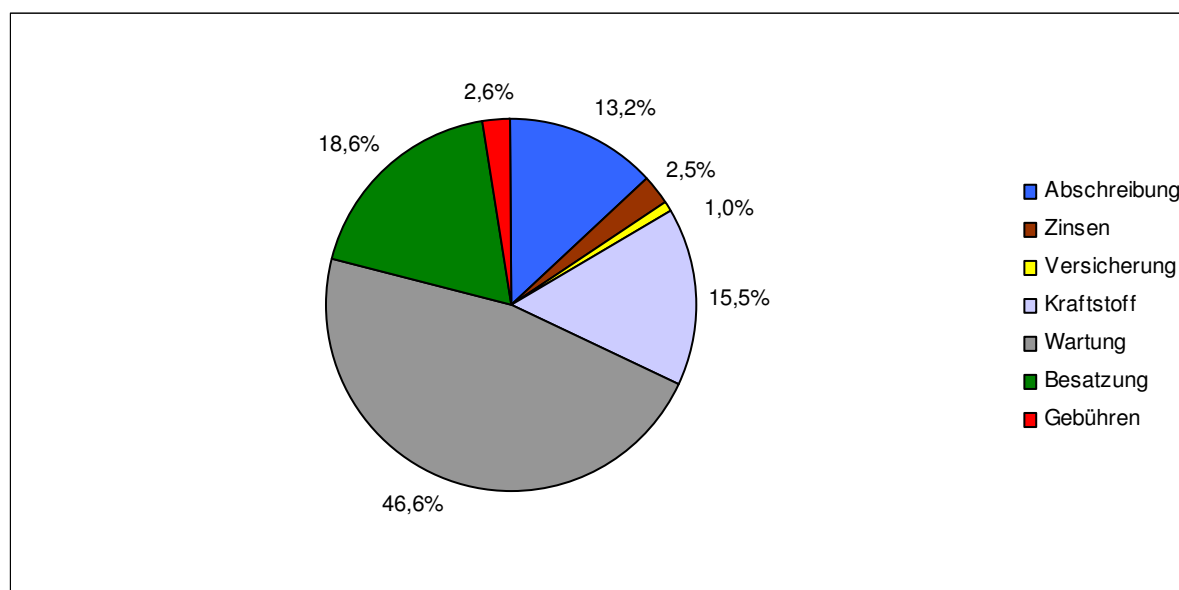


Bild 11.11 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – New York)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – New York bei 2,6 %.

In Tabelle 11.30 werden die berechneten Kostenelemente pro Jahr für eine interkontinentale Flugverbindung dargestellt. Es handelt sich hier bei einer Reichweite von 5538 nm um einen Langstreckenflug.

Tabelle 11.30 DOC-Berechnung für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| Kostenelemente | Kosten in US\$ |
|----------------|----------------|
| Abschreibung | 6 998 215 |
| Zinsen | 1 339 809 |
| Versicherung | 525 750 |
| Kraftstoff | 7 753 074 |
| Wartung | 23 970 753 |
| Besatzung | 9 258 919 |
| Gebühren | 934 871 |

Bild 11.12 zeigt den prozentualen Anteil der einzelnen Kostenelemente für die DOC-Berechnung für den interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur).

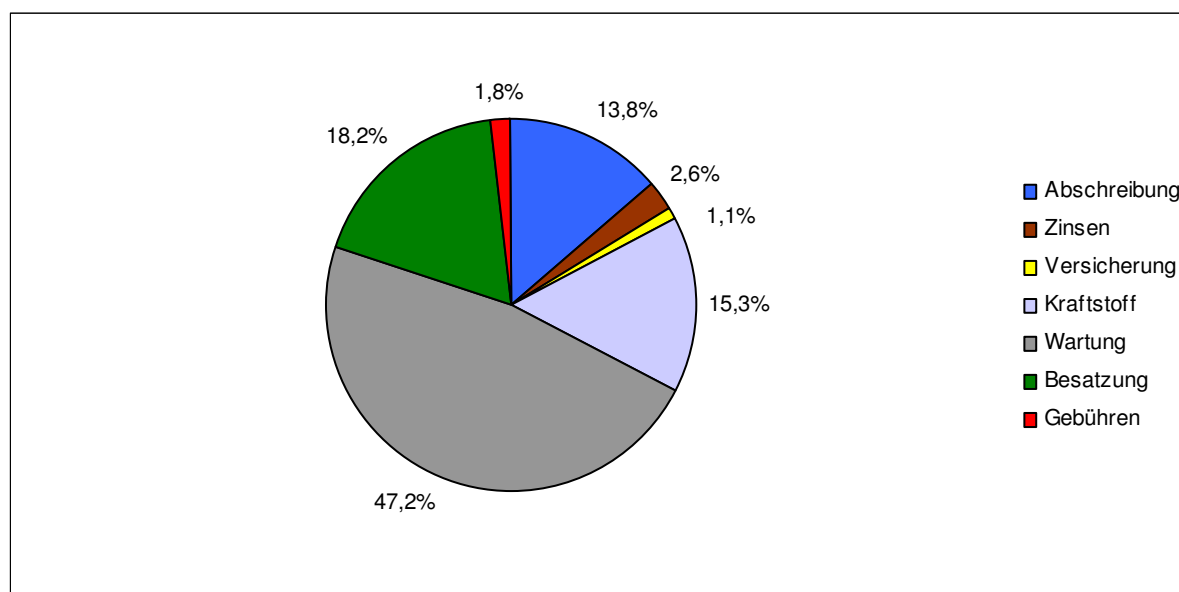


Bild 11.12 Prozentualer Anteil der Kostenelemente (Frankfurt – Singapur)

Der Anteil der Gebühren liegt bei der Strecke Frankfurt – Singapur bei 1,8 %.

12 Tatsächliche Erhebung von Gebühren

12.1 Allgemeines

Die Europäische Organisation zur Sicherung der Luftfahrt (Eurocontrol) wurde 1963 gegründet und hat ihren Sitz in Brüssel. Zur Zeit sind in der Organisation 31 Mitgliedsstaaten vereinigt. Die Gründung wurde notwendig aufgrund höherer Fluggeschwindigkeiten, zunehmender Verkehrsdichte und der kleinen nationalen Lufträume in Europa, außerdem ist dadurch eine Luftverkehrskontrolle möglich, die über die Hoheitsgebiete (Lufträume) der Staaten hinausgeht. (Mensen 2003)

Da der Flugsicherungsservice, die Flugsicherungseinrichtungen und auch die pro Jahr kontrollierten Flugbewegungen in den einzelnen, dem Gebührensystem angeschlossenen Staaten, unterschiedlich sind, wird für jeden Staat ein spezieller, der zu erhebenden Gebühr zugrundeliegender Gebührensatz, ermittelt. (Mensen 2003)

Die Aufgabe der Zentralstelle für Flugsicherungsstreckengebühren ist die Berechnung und Inrechnungstellung der anfallenden Flugsicherungsstreckengebühren sowie, nach Abzug der Bearbeitungskosten, die Verteilung der Gebühren an die entsprechenden Mitgliedsstaaten. (Mensen 2003)

Die Entgeltsysteme, die für Flugplätze gelten, versuchen das umfangreiche Dienstleistungsspektrum der Flughafenbetreiber in differenzierter Weise kostenmäßig abzubilden und im Sinne der Unternehmensziele anzubieten. (Mensen 2003)

Bild 12.1 zeigt das Passagieraufkommen der deutschen Verkehrsflughäfen im Jahr 2003.

Jeder dieser Flughäfen besitzt eine Entgeltordnung, in der die Einzelheiten zur Gebührenberechnung beschrieben sind. Obwohl die Gebührensätze der einzelnen Flughäfen variieren, sind die einzelnen Posten meist gleich und sollen in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

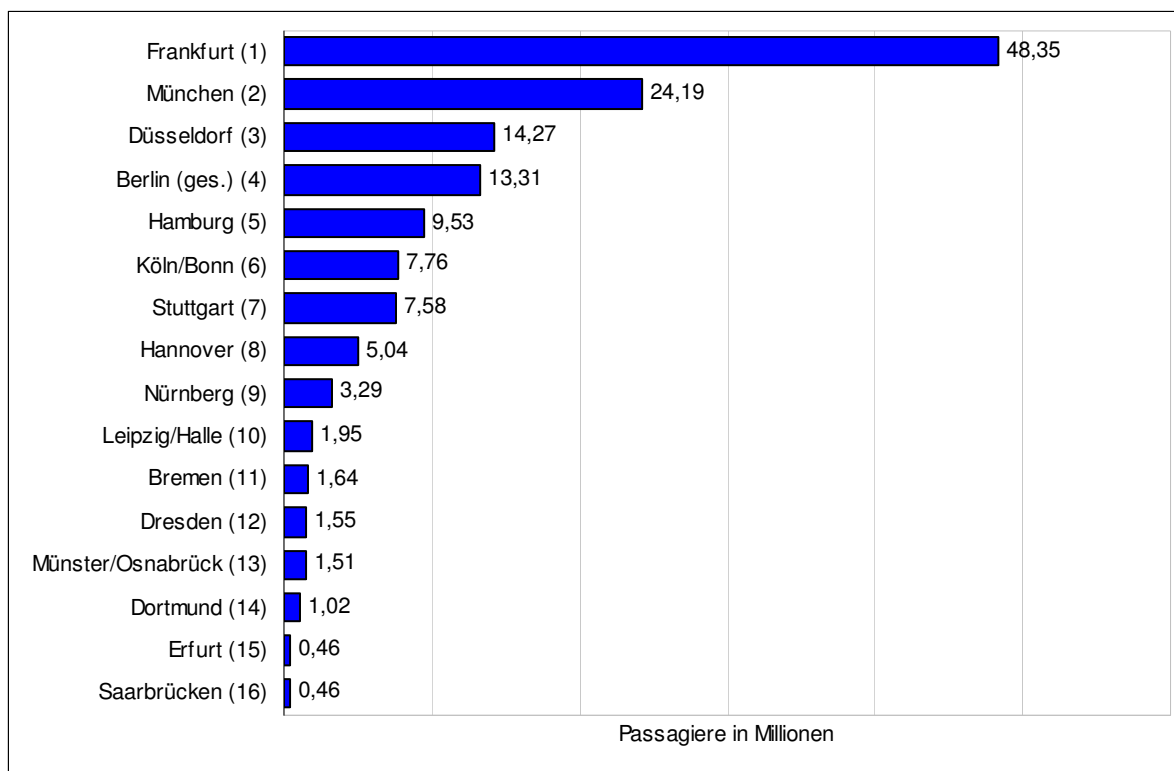


Bild 12.1 Passagieraufkommen deutscher Verkehrsflughäfen 2003 (ADV 2004)

12.2 Erhebung von Navigationsgebühren

Die Deutsche Flugsicherung (DFS) nahm 1993 die Arbeit auf. Sie ist die Nachfolgeorganisation der Bundesanstalt für Flugsicherung, die seit 1953 für die Flugsicherung in der BRD zuständig war. (Mensen 2003)

Legt man Investitionen, Betriebs- und Personalkosten auf die bereitgestellten Dienstleistungen um, so ergeben sich bei Inanspruchnahme durch die Luftraumnutzer hohe Wegekosten. Seit 1971 werden für die in Anspruch genommenen Dienstleistungen der Flugsicherung Flugsicherungsgebühren erhoben. (Mensen 2003)

Streckengebühren sind eine Vergütung der Kosten der Vertragsstaaten für Streckennavigationsseinrichtungen und Streckennavigationsdienste.

Die Navigationsgebühren sind unterteilt in An- und Abfluggebühren sowie Streckengebühren.

An- und Abfluggebühren nach (DFS 2004):

Es sind Gebühren für die Inanspruchnahme von Flugsicherungsleistungen durch Luftfahrzeuge beim An- und Abflug an den Flughäfen Berlin (Tegel, Tempelhof, Schönefeld), Bremen, Dresden, Düsseldorf, Erfurt, Frankfurt, Hamburg, Hannover, Köln / Bonn, Leipzig, München, Münster / Osnabrück, Nürnberg, Saarbrücken und Stuttgart zu entrichten.

An- und Abflug sowie wiederholte Durchstartanflüge gelten als ein einziger Flug. Zählinheit ist der Abflug.

Die Berechnung der Gebühren für Luftfahrzeuge mit einer zulässigen Starthöchstmasse von mehr als 2 Tonnen erfolgt mit der Formel:

$$G = t \cdot p \quad (12.1)$$

Die einzelnen Terme der Formel (12.1) haben folgende Bedeutung:

| | |
|-----|---------------------------------------|
| G | ... Gebühr |
| t | ... Gebührensatz |
| p | ... Gewichtsfaktor des Luftfahrzeuges |

Der Gewichtsfaktor wird berechnet mit:

$$p = \sqrt{\frac{m_{MTO} [\text{in t}]}{50}} \quad (12.2)$$

(Das Ergebnis wird auf 4 Stellen hinter dem Komma begrenzt.)

Die Gebührensätze sind in Tabelle 12.1 aufgeführt. Die Werte sind ab 1. Januar 2004 gültig. Auf die genannten Gebührensätze wird 16 % Umsatzsteuer erhoben.

Tabelle 12.1 Gebührensätze für An- und Abfluggebühr (DFS 2004)

| Kategorie | IFR | VFR | |
|-------------------|------------|-----------|----------------|
| $m_{MTO} > 2t$ | 195,60 EUR | 78,24 EUR | Gebührensatz |
| $m_{MTO} \leq 2t$ | 12,10 EUR | | Pauschalgebühr |

Streckengebühren nach (DFS 2003):

Es sind Gebühren für jeden Flug nach Instrumentenflugregeln im Luftraum der der Zuständigkeit der Vertragsstaaten unterliegenden Fluginformationsgebiete zu entrichten. Für Flüge nach Sichtflugregeln kann der jeweilige Vertragsstaat eine Gebühr beschließen. Flüge, die teils nach Sichtflugregeln und teils nach Instrumentenflugregeln durchgeführt werden, werden wie IFR-Flüge berechnet.

Flüge von Luftfahrzeugen mit einem zulässigen Starthöchstgewicht von weniger als 2 Tonnen sind von den Streckengebühren befreit.

Die Berechnung der Gebühren für Luftfahrzeuge mit einer zulässigen Starthöchstmasse von mehr als 2 Tonnen erfolgt mit der Formel:

$$G = \sum_n g_i \quad (12.3)$$

Die einzelnen Terme der Formel (12.3) haben folgende Bedeutung:

| | |
|-------|---|
| G | ... Gebühr |
| g_i | ... Einzelgebühr für Flüge im Luftraum der der Zuständigkeit der einzelnen Vertragsstaaten unterliegenden Fluginformationsgebiete |

Die Einzelgebühr wird berechnet mit:

$$g_i = t_i \cdot N_i \quad (12.4)$$

Die einzelnen Terme der Formel (12.4) haben folgende Bedeutung:

| | |
|-------|--|
| t_i | ... Einzelgebührensatz |
| N_i | ... Zahl der auf den betreffenden Flug entfallenden Dienstleistungseinheiten |

Die Dienstleistungseinheiten berechnen sich mit:

$$N_i = d_i \cdot p \quad (12.5)$$

Die einzelnen Terme der Formel (12.5) haben folgende Bedeutung:

| | |
|-------|------------------------|
| d_i | ... Flugstreckenfaktor |
| p | ... Gewichtsfaktor |

Der Flugstreckenfaktor berechnet sich mit:

$$d_i = \frac{\text{Flugstrecke [in km]}}{100} \quad (12.6)$$

Der Gewichtsfaktor wird berechnet mit:

$$p = \sqrt{\frac{m_{MTO} [\text{in t}]}{50}} \quad (12.7)$$

(Das Ergebnis wird auf 2 Stellen hinter dem Komma begrenzt.)

Die Gebührensätze sind in der Tabelle 12.2 aufgeführt. Die Werte sind ab 1. Januar 2003 gültig.

Tabelle 12.2 Gebührensätze für Streckengebühr (DFS 2003)

| Staat | Gebührensatz in EUR | Staat | Gebührensatz in EUR |
|----------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Belgien | 95,23 | Portugal | |
| Bulgarien | 54,07 | - Lissabon | 52,29 |
| Dänemark | 63,73 | - Santa Maria | 21,07 |
| Deutschland | 92,51 | Republik Moldawien | 44,07 |
| Finnland | 39,27 | Rumänien | 47,83 |
| Frankreich | 62,19 | Schweden | 59,36 |
| Griechenland | 44,30 | Schweiz | 97,55 |
| Großbritannien | 84,08 | Slowakische Republik | 59,14 |
| Irland | 28,60 | Slowenien | 73,43 |
| Italien | 68,24 | Spanien | |
| Kroatien | 57,37 | - Kontinentalgebiet | 71,59 |
| Luxemburg | 95,23 | - Kanarische Inseln | 67,01 |
| Malta | 36,60 | Tschechische Republik | 36,57 |
| Mazedonien | 67,78 | Türkei | 30,52 |
| Niederlande | 65,99 | Ungarn | 39,34 |
| Norwegen | 75,52 | Zypern | 31,48 |
| Österreich | 72,49 | | |

12.3 Erhebung von Landegebühren

Landegebühren sind für die Nutzung des Flugplatzes mit seinen Start- und Landebahnen zu entrichten. Nach dieser Definition zählen zu den Landegebühren nicht nur die Lande- und Startentgelte sondern auch die Abstellentgelte.

Lande- und Startentgelte

Das Lande- und Startentgelt wird unterteilt in ein gewichtsbezogenes Entgelt und ein lärmorientiertes Entgelt.

Gewichtsbezogenes Entgelt:

Für jede Landung und jeden Start eines Luftfahrzeugs auf dem Flughafen ist ein Lande- bzw. Startentgelt an den Flughafenbetreiber zu entrichten. Das Lande- und Startentgelt bemisst sich nach dem höchsten, in den Zulassungsunterlagen verzeichneten Abfluggewicht des Luftfahrzeugs (MTOW). Als Beispiel wird das gewichtsbezogene Entgelt des Flughafens Frankfurt aufgeführt. (**Fraport 2004b**)

Das Entgelt für Landungen und Starts von Luftfahrzeugen beträgt für innerdeutsche, europäische und internationale Flüge je angefangene 1000 kg MTOW pro Bewegung 1,65 EUR. (**Fraport 2004b**)

Es gibt auch Flughäfen, an denen nur ein Landeentgelt berechnet wird. Dabei handelt es sich aber ausschließlich um Flughäfen mit geringerem Passagieraufkommen.

Lärmorientiertes Grundentgelt:

Für jede Landung und jeden Start ist an den Flughafenbetreiber ein lärmorientiertes Grundentgelt zu entrichten. Die Berechnung erfolgt mit Festbeträgen pro Lärmkategorie. Die Zuordnung der Luftfahrzeuge in Lärmkategorien erfolgt auf Basis der ermittelten durchschnittlichen Start- und Landelärmpegel der betrachteten Flugzeugtypen.

Die Anzahl der Lärmkategorien und die Festlegung der zugehörigen Lärmgrenzwerte ist bei den einzelnen Flughäfen nicht identisch. Als Beispiel für die Zuordnung werden hier die Grenzwerte des Flughafens Frankfurt aufgeführt (Anhang B). Gleichzeitig zeigt die Tabelle 12.3 die Höhe des lärmorientierten Grundentgeltes auf dem Flughafen Frankfurt.

Tabelle 12.3 Lärmorientiertes Grundentgelt (**Fraport 2004b**)

| Lärmkategorie | Grenzwert in dB(A) | ganztägig | Nachtzeit (22:00 – 05:59) |
|---------------|-----------------------|-------------|---------------------------|
| 1 | ≤ 69,9 | 0,00 EUR | 33,00 EUR |
| 2 | 70,0 – 73,9 | 21,00 EUR | 82,50 EUR |
| 3 | 74,0 – 76,9 | 47,00 EUR | 149,00 EUR |
| 4 | 77,0 – 79,9 | 147,50 EUR | 279,00 EUR |
| 5 | 80,0 – 82,9 | 315,50 EUR | 900,00 EUR |
| 6 | 83,0 – 85,9 | 3300,00 EUR | 9000,00 EUR |
| 7 | > 85,9 | 6700,00 EUR | 18500,00 EUR |

Zusammengefasstes Entgelt:

Flughäfen mit geringerem Passagieraufkommen fassen die beiden Bestandteile gewichtsbezogenes und lärmbezogenes Entgelt meist in einer Entgeltrechnung zusammen. Dabei orientieren sie sich an der Eingruppierung der Flugzeuge nach der ICAO Annex 16, in der die zugelassenen Lärmgrenzwerte für jeden Flugzeugtyp festgelegt sind. Zusätzlich werden zur Berechnung auch die vom Bundesministeriums für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen herausgegebenen Bonuslisten (Anhang A) herangezogen. Als Beispiel wird in Tabelle 12.4 die Entgeltberechnung des Flughafens Dresden dargestellt.

Tabelle 12.4 Landeentgelt (**FlugDre 2003**)

Das Landeentgelt beträgt je angefangene 1000 kg MTOW:

| Ortszeit | für Strahltriebwerke-Luftfahrzeuge | | | |
|---------------|---|---|---|--------------------------------------|
| | mit Zulassung nach ICAO Annex 16 | | | ohne Zulassung nach ICAO Annex 16 |
| | die den Bedingungen von ICAO Annex 16 Kapitel 3 entsprechen | Flugzeuge, die nicht in der Bonusliste enthalten sind | die den Bedingungen von ICAO Annex 16 Kapitel 2 entsprechen | |
| | Flugzeuge, die in der Bonusliste enthalten sind | Flugzeuge, die nicht in der Bonusliste enthalten sind | | |
| 06:00 – 21:59 | 7,46 EUR | 8,60 EUR | 16,71 EUR | 33,70 EUR |
| 22:00 – 05:59 | 7,46 EUR | 8,60 EUR | 29,71 EUR | 52,93 EUR |

An der Entgeltberechnung des Flughafens Dresden wird deutlich, dass auch die Uhrzeit, wann ein Flugzeug gelandet ist, eine Rolle spielt. So ist es üblich, dass in der Zeit zwischen 22:00 Uhr und 05:59 Uhr (Ortszeit) ein Lärmzuschlag erhoben wird.

Abstellentgelte

Für die Abstellung von Luftfahrzeugen auf dem Flughafen ist ein Mietzins (Abstellentgelt) an den Flughafenbetreiber zu entrichten. Die Höhe des Abstellentgeltes wird nach dem zugelassenen Höchstabfluggewicht (MTOW) sowie einer Überschreitung einer durchschnittlichen Abfertigungsdauer (DUABF) bemessen. (**FlugStu 2004**)

Als Beispiel wird in Tabelle 12.5 das Abstellentgelt des Flughafens Stuttgart gezeigt.

Tabelle 12.5 Abstellentgelt (**FlugStu 2004**)

Das Abstellentgelt beträgt bei einer Blockzeit, welche die durchschnittliche Abfertigungsdauer überschreitet, für

| LFZ Kategorie | MTOW in t | DUABF |
|---------------|-------------|-----------|
| 1 | ≤ 25 | 1:00 Std. |
| 2 | > 25 – 100 | 1:30 Std. |
| 3 | > 100 – 140 | 2:00 Std. |
| 4 | > 140 – 200 | 2:30 Std. |
| 5 | > 200 – 300 | 3:00 Std. |
| 6 | > 300 | 4:00 Std. |

0,35 EUR je angefangene Stunde und je angefangene 1000 kg MTOW.

Viele Flughäfen richten sich bei der Berechnung der Abstellentgelte nicht nach der durchschnittlichen Abfertigungsdauer, sondern erheben für eine Abstellung von insgesamt 3 bzw. 4 Stunden zwischen der Landung und dem Start eines Luftfahrzeuges unabhängig der Luftfahrzeugkategorie kein Abstellentgelt.

12.4 Erhebung von Abfertigungsgebühren

Abfertigungsgebühren fallen an für die Inanspruchnahme von Bodendiensten, technischen Diensten und der Flugberatung. Nach dieser Definition zählen zu den Abfertigungsgebühren die Passagierentgelte und auch die Entgelte für die Nutzung der Zentralen Infrastruktureinrichtungen.

Passagierentgelte

Zusätzlich zum Lande- und Startentgelt ist im gewerblichen Verkehr ein Passagierentgelt zu entrichten. Das Passagierentgelt bemisst sich nach der Zahl der beim Start an Bord befindlichen Fluggäste und dem nachfolgenden Landeort des Luftfahrzeuges. (**Fraport 2004b**)

Als Beispiel wird in Tabelle 12.6 das Passagierentgelt des Flughafens Frankfurt pro Fluggast aufgeführt.

Tabelle 12.6 Passagierentgelt (**Fraport 2004b**)

| | für Zusteiger | für Transfer- und Transitfluggäste |
|---------------------------------------|---------------|---------------------------------------|
| im innerdeutschen Verkehr | 11,99 EUR | 9,93 EUR |
| im europäischen Verkehr (EU) | 13,99 EUR | 9,93 EUR |
| im europäischen Verkehr (Rest-Europa) | 14,99 EUR | 9,93 EUR |
| im interkontinentalen Verkehr | 16,79 EUR | 9,93 EUR |

Transferfluggäste sind Passagiere, die ihre Flugreise in Frankfurt unterbrechen und noch am gleichen Tag mit einem anderen Fluggerät (mit unterschiedlicher Flugnummer) weiterfliegen, als sie angekommen sind. Abflugort und Zielort müssen unterschiedlich sein. (**Fraport 2004b**)

Transitfluggäste sind Passagiere, die ihre Flugreise in Frankfurt unterbrechen und mit demselben Flugzeug ihren Flug fortsetzen, mit dem sie angekommen sind. (**Fraport 2004b**)

Entgelte für die Nutzung der Zentralen Infrastruktureinrichtungen

Die Fluggesellschaften haben für die Vorhaltung, die Benutzung und den Betrieb der Zentralen Infrastruktureinrichtungen bei jeder Abfertigung ihrer Luftfahrzeuge auf dem Flughafen ein Entgelt an den Flughafenbetreiber zu entrichten. (**FlugHan 2004**)

Die Höhe des Entgeltes richtet sich je nach Flughafen entweder nach der maximalen Startmasse oder nach der Sitzplatzkapazität.

Zu den zentralen Infrastruktureinrichtungen zählen:

- Abfertigungsvorfeld
- Entsorgungssystem für Abfall
- Entsorgungssystem für Fäkalien
- Fluggastbrücken
- Fluginformationssystem
- Gepäckfördersystem einschl. Gepäckübergabeflächen
- stationäre Bodenstromversorgung
- Versorgungssystem für Frischwasser
- Enteisungsflächen
- Enteisungsmittelanlage
- Enteisungsfahrzeuge

Als Beispiel wird in Tabelle 12.7 das Nutzungsentgelt für Zentrale Infrastruktureinrichtungen des Flughafens Hannover aufgeführt. Die Höhe des Nutzungsentgeltes wird hier anhand der tatsächlichen Sitzplatzkapazität bemessen.

Tabelle 12.7 Nutzungsentgelt für Zentrale Infrastruktureinrichtungen (**FlugHan 2004**)

| Gruppe | Sitzplätze pro Flugzeug | Entgelt je Sitzplatz in EUR |
|--------|-------------------------|-----------------------------|
| 1 | ≤ 72 | 4,49 |
| 2 | 73 – 130 | 4,00 |
| 3 | 131 – 198 | 3,89 |
| 4 | 199 – 295 | 3,78 |
| 5 | 296 - 480 | 3,62 |
| 6 | > 480 | 3,39 |

12.5 Erhebung von sonstigen Entgelten

Neben den Lande- und Abfertigungsgebühren erheben einige Flughäfen auch noch sonstige Entgelte, die in den jeweiligen Entgeltordnungen festgelegt wurden. Der Flughafen München erhebt zusätzlich ein Sicherheitsentgelt und am Frankfurter Flughafen wird ein Entgelt zur Finanzierung von Schallschutzmaßnahmen fällig. Die beiden Entgelte werden im folgenden kurz vorgestellt.

Sicherheitsentgelte am Flughafen München (FlugMün 2004)

Die Sicherheitsentgelte dienen zur Refinanzierung von Versicherungszusatzprämien für Kriegs- und Terrorrisiko. Die Zahlungspflicht für das Sicherheitsentgelt beginnt ab 01.02.2004.

Die Sicherheitsentgelte betragen pro Passagier 0,25 EUR. (Passagiere ist die Zahl der bei Start an Bord des Luftfahrzeuges befindlichen Fluggäste)

Entgelte zur Finanzierung von Schallschutzmaßnahmen (Lärmzuschläge) am Flughafen Frankfurt Main (Fraport 2004b)

Für jede Landung und jeden Start eines Luftfahrzeugs auf dem Flughafen sind Lärmzuschläge an den Flughafenunternehmer zu entrichten.

Die Fraport AG verbucht die Einnahmen aus den Lärmzuschlägen getrennt von den Flughafenentgelten in einem gesonderten Lärmschutzfonds. In diesen Fonds werden auch alle aus der

Durchführung von Schallschutzmaßnahmen entstehenden Kosten sowie der Verwaltungsaufwand verbucht.

Die Zahlungspflicht für die Lärmzuschläge begann am 1. November 2002. Die Laufzeit der Entgelte zur Finanzierung von Schallschutzmaßnahmen richtet sich nach der Höhe der Kosten für das Programm und der Dauer bis zur Erledigung aller Maßnahmen. Beides kann erst durch Einzelaufnahmen des Zustandes der unter das Schallschutzprogramm fallenden Immobilien bestimmt werden. Das maximale Volumen der Re-Finanzierung durch die Luftverkehrsgesellschaften ist auf 76,7 Mio. Euro begrenzt.

Die Fraport AG geht nach derzeitigem Kenntnisstand von einem Abschluss der Refinanzierung des Schallschutzprogramms in 2006 aus. Sie wird die Beendigung des Programms den Verbänden der Fluggesellschaften und der Genehmigungsbehörde rechtzeitig mitteilen. Die Fraport AG wird bei der Genehmigungsbehörde die Aufhebung der Lärmzuschläge zu diesem Zeitpunkt beantragen.

Zur Finanzierung von Schallschutzmaßnahmen innerhalb eines durch definierte Lärmgrenzwerte bestimmten Schallschutzgebiets werden Lärmzuschläge erhoben, die sich gliedern in

- variable Zuschläge

richten sich nach der Zahl der beim Start an Bord des Luftfahrzeugs befindlichen Fluggäste (0,50 EUR pro Passagier)

- fixe Zuschläge

richten sich nach der Zuordnung des Fluggeräts zu Lärmkategorien und nach der Tageszeit, zu der die Flugbewegung stattfindet

Die Entgelte für den Lärmzuschlag werden pro Bewegung berechnet, die Abrechnung erfolgt mit Festbeträgen pro Lärmkategorie. Die Lärmzuschläge in der Nachtzeit werden additiv zu den ganztägigen Zuschlägen erhoben. Tabelle 12.8 zeigt die Entgelte für den Lärmzuschlag.

Tabelle 12.8 Entgelte für den Lärmzuschlag (**Fraport 2004b**)

| Lärmkategorie | LAZ in dB(A) | ganztägig | Nachtzeit (22:00 – 5:59) |
|---------------|--------------|------------|--------------------------|
| 1 | ≤ 69,9 | 5,00 EUR | 12,50 EUR |
| 2 | 70,0 – 73,9 | 10,00 EUR | 20,00 EUR |
| 3 | 74,0 – 76,9 | 15,00 EUR | 27,50 EUR |
| 4 | 77,0 – 79,9 | 20,00 EUR | 35,00 EUR |
| 5 | 80,0 – 82,9 | 25,00 EUR | 42,50 EUR |
| 6 | 83,0 – 85,9 | 250,00 EUR | 500,00 EUR |
| 7 | > 85,9 | 500,00 EUR | 1000,00 EUR |

13 Vergleich von DOC-Methoden und tatsächlich erhobenen Gebühren

13.1 Gegenüberstellung der Navigationsgebühren

Im folgenden werden die nach verschiedenen ausgewählten Methoden berechneten Navigationsgebühren mit den tatsächlich anfallenden Gebühren für die vier in Abschnitt 11.1 festgelegten Flugstrecken verglichen. Die Berechnung der tatsächlichen Gebühren erfolgte auf Grundlage von **DFS 2004**, **AISE 2004 b**, **FAA 1997**, **CAAS 2004b** und **Arendt 2004**, der Rechenweg wird hier nicht aufgeführt. Die Werte in Tabelle 13.1 zeigen die errechneten Kosten pro Jahr, in Tabelle 13.2 werden die tatsächlichen Kosten pro Jahr dargestellt.

Tabelle 13.1 Errechnete Navigationsgebühren

| Flugstrecke | $n_{t,a}$ | Navigationsgebühren in US\$ | | |
|----------------------|-----------|-----------------------------|--------------------|----------------|
| | | AEA 1989a/b | Boeing 1995 | AI 1989 |
| Frankfurt – Berlin | 2049 | 708 817 | 30 311 771 | 359 140 |
| Frankfurt – Madrid | 1153 | 1 358 566 | 58 097 544 | 688 351 |
| Frankfurt – New York | 542 | 2 108 002 | 94 537 849 | 796 574 |
| Frankfurt – Singapur | 394 | 2 537 784 | 113 812 335 | 579 059 |

Tabelle 13.2 Tatsächlich anfallende Navigationsgebühren

| Flugstrecke | $n_{t,a}$ | Navigationsgebühren in US\$ |
|----------------------|-----------|-----------------------------|
| Frankfurt – Berlin | 2049 | 1 692 639 |
| Frankfurt – Madrid | 1153 | 2 165 817 |
| Frankfurt – New York | 542 | 2 524 965 |
| Frankfurt – Singapur | 394 | 3 213 280 |

Beim Vergleich der mithilfe der DOC-Methoden berechneten Navigationsgebühren mit den tatsächlich anfallenden Gebühren zeigt sich, dass die Berechnungen nach **AEA 1989a/b** die „genauesten“ Ergebnisse liefern. Die Differenzen lassen sich unter anderem damit erklären, dass bei ein und derselben Flugverbindung verschiedene Routenführungen möglich sind. Die Routenführung ist unter anderem abhängig von den jeweiligen Witterungsverhältnissen und welche Überfluggenehmigungen die einzelnen Staaten den Airlines erteilt haben. Diese Einflüsse können in den DOC-Berechnungen nicht mit berücksichtigt werden, deren Ergebnisse sind aber ausreichend, um einen Anhaltswert für die zu erwartenden Kosten zu erhalten. Die errechneten Navigationsgebühren nach **Boeing 1995** sind deutlich höher, während die Gebühren nach **AI 1989** deutlich niedrige Werte liefern als die tatsächlich anfallenden Navigationsgebühren.

Nachfolgend werden die berechneten Navigationsgebühren aller erläuterten Methoden der Abschnitte 4 bis 10 mit den tatsächlich anfallenden Gebühren je Flugstrecke verglichen. Die Werte in den Tabelle 13.3 bis 13.6 zeigen die errechneten Kosten pro Jahr. Die Zahl in der Klammer gibt die prozentuale Abweichung der berechneten Werte von den tatsächlichen Navigationsgebühren an.

Tabelle 13.3 Navigationsgebühren für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| DOC-Methode | Navigationsgebühren in US\$ | |
|---|-----------------------------|-----------|
| AEA 1989a | 708 817 | (-58 %) |
| Boeing 1993 | 36 326 961 | (+2046 %) |
| Boeing 1995 | | |
| europäische Airlines | 30 311 771 | (+1691 %) |
| AI 1989 | 359 140 | (-79 %) |
| AA 1980 | 32 198 | (-98 %) |
| DLH 1982 | 1 387 916 | (-18 %) |
| Fokker 1993 | 1 131 727 | (-33 %) |
| tatsächliche Navigationsgebühren | 1 692 639 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.3, stellt sich heraus, dass die berechneten Navigationsgebühren nach der **DLH 1982**-Methode den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.4 Navigationsgebühren für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| DOC-Methode | Navigationsgebühren in US\$ | |
|---|-----------------------------|-----------|
| AEA 1989a | 1 358 566 | (-37 %) |
| Boeing 1993 | 69 626 656 | (+3115 %) |
| Boeing 1995 | | |
| europäische Airlines | 58 097 544 | (+2582 %) |
| AI 1989 | 688 351 | (-68 %) |
| AA 1980 | 18 118 | (-99 %) |
| DLH 1982 | 2 061 395 | (-5 %) |
| Fokker 1993 | 2 169 142 | (+0,2 %) |
| tatsächliche Navigationsgebühren | 2 165 817 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.4, stellt sich heraus, dass die berechneten Navigationsgebühren nach der **Fokker 1993**-Methode den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.5 Navigationsgebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| DOC-Methode | Navigationsgebühren in US\$ | |
|---|-----------------------------|------------|
| AEA 1989b | 2 108 002 | (-17 %) |
| Boeing 1993 | 513 454 493 | (+20235 %) |
| Boeing 1995 | | |
| amerikanische Airlines | 1 587 987 | (-37 %) |
| europäische Airlines | 94 537 849 | (+3644 %) |
| AI 1989 | 796 574 | (-68 %) |
| AA 1980 | 8 517 | (-99 %) |
| DLH 1982 | 2 051 194 | (-19 %) |
| Fokker 1993 | 8 394 034 | (+232 %) |
| tatsächliche Navigationsgebühren | 2 524 965 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.5, stellt sich heraus, dass die berechneten Navigationsgebühren nach der **AEA 1989b**-Methode den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.6 Navigationsgebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| DOC-Methode | Navigationsgebühren in US\$ | |
|---|-----------------------------|------------|
| AEA 1989b | 2 537 784 | (-21 %) |
| Boeing 1993 | 618 138 190 | (+19137 %) |
| Boeing 1995 | | |
| amerikanische Airlines | 1 911 747 | (-41 %) |
| europäische Airlines | 113 812 335 | (+3442 %) |
| AI 1989 | 579 059 | (-82 %) |
| AA 1980 | 6 191 | (-99 %) |
| DLH 1982 | 2 469 394 | (-23 %) |
| Fokker 1993 | 10 105 419 | (+214 %) |
| tatsächliche Navigationsgebühren | 3 213 280 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.6, stellt sich heraus, dass die berechneten Navigationsgebühren nach der **AEA 1989b**-Methode den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

13.2 Gegenüberstellung der Landegebühren

Im folgenden werden die nach verschiedenen ausgewählten Methoden berechneten Landegebühren mit den tatsächlich anfallenden Gebühren für die vier in Abschnitt 11.1 festgelegten Flugstrecken verglichen. Die Berechnung der tatsächlichen Gebühren erfolgt auf Grundlage der jeweiligen Entgeltordnungen der Flughäfen. Der genaue Rechenweg zur Ermittlung der tatsächlichen Landegebühren wird hierbei nicht aufgeführt. Die Rechnungen wurden nach **Fraport 2004b**, **FlugBln 2003**, **AIPE 2004a**, **FlugNY 2004** und **CAAS 2004a** durchgeführt. Die Werte in Tabelle 13.7 zeigen die errechneten Kosten pro Jahr, in Tabelle 13.8 werden die tatsächlichen Kosten pro Jahr dargestellt.

Tabelle 13.7 Errechnete Landegebühren

| Flugstrecke | $n_{t,a}$ | Landegebühren in US\$ | | |
|----------------------|-----------|-----------------------|--------------------|----------------|
| | | AEA 1989a/b | Boeing 1995 | AI 1989 |
| Frankfurt – Berlin | 2049 | 1 581 018 | 2 420 873 | 501 861 |
| Frankfurt – Madrid | 1153 | 889 660 | 1 362 258 | 282 404 |
| Frankfurt – New York | 542 | 1 166 362 | 2 090 139 | 489 467 |
| Frankfurt – Singapur | 394 | 847 872 | 1 519 400 | 355 812 |

Tabelle 13.8 Tatsächlich anfallende Landegebühren

| Flugstrecke | $n_{t,a}$ | Landegebühren in US\$ |
|----------------------|-----------|-----------------------|
| Frankfurt – Berlin | 2049 | 997 397 |
| Frankfurt – Madrid | 1153 | 2 636 557 |
| Frankfurt – New York | 542 | 1 279 770 |
| Frankfurt – Singapur | 394 | 999 066 |

Beim Vergleich der mithilfe der DOC-Methoden berechneten Landegebühren mit den tatsächlich anfallenden Gebühren zeigt sich, dass die Berechnungen für Langstreckenflugzeuge nach **AEA 1989b** die „genauesten“ Ergebnisse liefern.

Nachfolgend werden die berechneten Landegebühren aller erläuterten Methoden der Abschnitte 4 bis 10 mit den tatsächlich anfallenden Gebühren je Flugstrecke verglichen. Die Werte in den Tabelle 13.9 bis 13.12 zeigen die errechneten Kosten pro Jahr. Die Zahl in der Klammer gibt die prozentuale Abweichung der berechneten Werte von den tatsächlichen Landegebühren an.

Tabelle 13.9 Landegebühren für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| DOC-Methode | Landegebühren in US\$ | |
|-----------------------------------|-----------------------|----------|
| AEA 1989a | 1 581 018 | (+59 %) |
| Boeing 1993 | 1 730 263 | (+73 %) |
| Boeing 1995 | | |
| europäische Airlines | 2 420 873 | (+143 %) |
| AI 1989 | 501 861 | (-50 %) |
| AA 1980 | 467 647 | (-53 %) |
| DLH 1982 | - | |
| Fokker 1993 | 1 685 321 | (+69 %) |
| tatsächliche Landegebühren | 997 397 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.9, stellt sich heraus, dass die berechneten Landegebühren nach der **AI 1989**-Methode den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.10 Landegebühren für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| DOC-Methode | Landegebühren in US\$ | |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|
| AEA 1989a | 889 660 | (-66 %) |
| Boeing 1993 | 973 642 | (-63 %) |
| Boeing 1995 | | |
| europäische Airlines | 1 362 258 | (-48 %) |
| AI 1989 | 282 404 | (-89 %) |
| AA 1980 | 263 151 | (-90 %) |
| DLH 1982 | - | |
| Fokker 1993 | 948 353 | (-64 %) |
| tatsächliche Landegebühren | 2 636 557 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.10, stellt sich heraus, dass die berechneten Landegebühren nach der **Boeing 1995**-Methode (für europäische Airlines) den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.11 Landegebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| DOC-Methode | Landegebühren in US\$ | |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|
| AEA 1989b | 1 166 362 | (-9 %) |
| Boeing 1993 | 1 687 530 | (+32 %) |
| Boeing 1995 | | |
| amerikanische Airlines | 1 257 954 | (-2 %) |
| europäische Airlines | 2 090 139 | (+63 %) |
| AI 1989 | 489 467 | (-62 %) |
| AA 1980 | 364 393 | (-72 %) |
| DLH 1982 | - | |
| Fokker 1993 | 1 643 698 | (+28 %) |
| tatsächliche Landegebühren | 1 279 770 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.11, stellt sich heraus, dass die berechneten Landegebühren nach der **Boeing 1995**-Methode (für amerikanische Airlines) den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.12 Landegebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| DOC-Methode | Landegebühren in US\$ | |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|
| AEA 1989b | 847 872 | (-15 %) |
| Boeing 1993 | 1 226 728 | (+23 %) |
| Boeing 1995 | | |
| amerikanische Airlines | 914 454 | (-8 %) |
| europäische Airlines | 1 519 400 | (+52 %) |
| AI 1989 | 355 812 | (-64 %) |
| AA 1980 | 264 891 | (-73 %) |
| DLH 1982 | - | |
| Fokker 1993 | 1 194 865 | (+20 %) |
| tatsächliche Landegebühren | 999 066 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.12, stellt sich heraus, dass die berechneten Landegebühren nach der **Boeing 1995**-Methode (für amerikanische Airlines) den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

13.3 Gegenüberstellung der Abfertigungsgebühren

Im folgenden werden die nach verschiedenen ausgewählten Methoden berechneten Abfertigungsgebühren mit den tatsächlich anfallenden Gebühren für die vier in Abschnitt 11.1 festgelegten Flugstrecken verglichen. Die Berechnung der tatsächlichen Gebühren erfolgt auf Grundlage der jeweiligen Entgeltordnungen der Flughäfen. Der genaue Rechenweg zur Ermittlung der tatsächlichen Abfertigungsgebühren wird hierbei nicht aufgeführt. Die Rechnungen wurden nach **Fraport 2004b**, **FlugBln 2003**, **AIPE 2004a**, **FlugNY 2004** und **CAAS 2004a** durchgeführt. Die Werte in Tabelle 13.13 zeigen die errechneten Kosten pro Jahr, in Tabelle 13.14 werden die tatsächlichen Kosten pro Jahr dargestellt.

Tabelle 13.13 Errechnete Abfertigungsgebühren

| Flugstrecke | $n_{t,a}$ | Abfertigungsgebühren in US\$ | | |
|----------------------|-----------|------------------------------|--------------------|----------------|
| | | AEA 1989a/b | Boeing 1995 | AI 1989 |
| Frankfurt – Berlin | 2049 | 5 592 439 | 808 200 | - |
| Frankfurt – Madrid | 1153 | 3 146 941 | 798 815 | - |
| Frankfurt – New York | 542 | 4 089 161 | 1 470 045 | - |
| Frankfurt – Singapur | 394 | 2 972 563 | 1 380 063 | - |

Tabelle 13.14 Tatsächlich anfallende Abfertigungsgebühren

| Flugstrecke | $n_{t,a}$ | Abfertigungsgebühren in US\$ |
|----------------------|-----------|------------------------------|
| Frankfurt – Berlin | 2049 | 6 005 602 |
| Frankfurt – Madrid | 1153 | 3 519 834 |
| Frankfurt – New York | 542 | 3 651 871 |
| Frankfurt – Singapur | 394 | |

Beim Vergleich der mithilfe der DOC-Methoden berechneten Abfertigungsgebühren mit den tatsächlich anfallenden Gebühren zeigt sich, dass die Berechnungen nach **AEA 1989a/b** die „genauesten“ Ergebnisse liefern. Die Differenzen lassen sich unter anderem damit erklären, dass bei den real anfallenden Gebühren die tatsächlich besetzten Sitzplätze in die Rechnung eingehen, außerdem kann jede Airline selbst entscheiden, ob sie auf einer Gebäude- oder Vorfeldposition abgefertigt werden möchte und welche einzelnen Serviceleistungen die Luftfahrtgesellschaft in Anspruch nehmen möchte. Diese Einflüsse können in den DOC-Berechnungen nicht mit berücksichtigt werden, deren Ergebnisse sind aber ausreichend, um einen Anhaltswert für die zu erwartenden Kosten zu erhalten. Die errechneten Abfertigungsgebühren nach **Boeing 1995** liefern hierbei zu niedrige Werte. Die Methode nach Airbus Industrie berücksichtigt keine Abfertigungsgebühren und kann deshalb nicht zum Vergleich herangezogen werden.

Nachfolgend werden die berechneten Abfertigungsgebühren aller erläuterten Methoden der Abschnitte 4 bis 10 mit den tatsächlich anfallenden Gebühren je Flugstrecke verglichen. Die Werte in den Tabelle 13.15 bis 13.18 zeigen die errechneten Kosten pro Jahr. Die Zahl in der Klammer gibt die prozentuale Abweichung der berechneten Werte von den tatsächlichen Abfertigungsgebühren an.

Tabelle 13.15 Abfertigungsgebühren für innerdeutschen Verkehr (Frankfurt – Berlin)

| DOC-Methode | Abfertigungsgebühren in US\$ | |
|--|------------------------------|---------|
| AEA 1989a | 5 592 439 | (-7 %) |
| Boeing 1993 | 1 899 557 | (-68 %) |
| Boeing 1995 | | |
| europäische Airlines | 808 200 | (-87 %) |
| AI 1989 | - | |
| AA 1980 | 70 262 | (-99 %) |
| DLH 1982 | - | |
| Fokker 1993 | 3 221 346 | (-46 %) |
| tatsächliche Abfertigungsgebühren | 6 005 602 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.15, stellt sich heraus, dass die berechneten Abfertigungsgebühren nach der **AEA 1989a**-Methode den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.16 Abfertigungsgebühren für europäischen Verkehr (Frankfurt – Madrid)

| DOC-Methode | Abfertigungsgebühren in US\$ | |
|--|------------------------------|---------|
| AEA 1989a | 3 146 941 | (-11 %) |
| Boeing 1993 | 1 382 039 | (-61 %) |
| Boeing 1995 | | |
| europäische Airlines | 798 815 | (-77 %) |
| AI 1989 | - | |
| AA 1980 | 39 538 | (-99 %) |
| DLH 1982 | - | |
| Fokker 1993 | 1 812 695 | (-49 %) |
| tatsächliche Abfertigungsgebühren | 3 519 834 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.16, stellt sich heraus, dass die berechneten Abfertigungsgebühren nach der **AEA 1989a**-Methode den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.17 Abfertigungsgebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – New York)

| DOC-Methode | Abfertigungsgebühren in US\$ | |
|--|------------------------------|---------|
| AEA 1989b | 4 089 161 | (+12 %) |
| Boeing 1993 | 2 234 211 | (-39 %) |
| Boeing 1995 | | |
| amerikanische Airlines | 1 372 760 | (-62 %) |
| europäische Airlines | 1 470 045 | (-60 %) |
| AI 1989 | - | |
| AA 1980 | 157 240 | (-96 %) |
| DLH 1982 | - | |
| Fokker 1993 | 1 612 697 | (-56 %) |
| tatsächliche Abfertigungsgebühren | 3 651 871 | |

Vergleicht man die Werte der Tabelle 13.17, stellt sich heraus, dass die berechneten Abfertigungsgebühren nach der **AEA 1989b**-Methode den tatsächlich auftretenden Gebühren am nächsten kommen.

Tabelle 13.18 Abfertigungsgebühren für interkontinentalen Verkehr (Frankfurt – Singapur)

| DOC-Methode | Abfertigungsgebühren in US\$ | |
|--|------------------------------|--|
| AEA 1989b | 2 972 563 | |
| Boeing 1993 | 1 876 342 | |
| Boeing 1995 | | |
| amerikanische Airlines | 1 121 356 | |
| europäische Airlines | 1 380 063 | |
| AI 1989 | - | |
| AA 1980 | 114 304 | |
| DLH 1982 | - | |
| Fokker 1993 | 1 172 330 | |
| tatsächliche Abfertigungsgebühren | | |

In Tabelle 11.18 wird auf den Vergleich von berechneten und tatsächlich auftretenden Abfertigungsgebühren verzichtet, da die Unterlagen des Changi International Airport Service bis zur Fertigstellung dieser Arbeit leider nicht vorlagen.

14 Wahl einer „Standard“-DOC-Methode

14.1 Festlegen einer geeigneten Methode

In Abschnitt 13 wurden die nach verschiedenen DOC- Methoden berechneten Gebühren mit den tatsächlich anfallenden Gebühren für vier Flugstrecken verglichen. Die Ergebnisse dieser Gegenüberstellung werden in den folgenden Tabellen noch einmal zusammengefasst aufgeführt.

Tabelle 14.1 zeigt die Berechnungsformeln, die die Navigationsgebühren am genauesten wiedergeben.

Tabelle 14.1 Beste Ergebnisse für Navigationsgebühren

| Flugstrecke | DOC-Methode | Berechnungsformel |
|-------------|--------------------|--|
| FRA – BLN | DLH 1982 | $C_{FEE,NAV} = 7,0572 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – MAD | Fokker 1993 | $C_{FEE,NAV} = 7,155 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – NY | AEA 1989b | $C_{FEE,NAV} = 1,66 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – SIN | AEA 1989b | $C_{FEE,NAV} = 1,66 \cdot 10^{-3} \frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |

Tabelle 14.2 zeigt die Berechnungsformeln, die die Landegebühren am genauesten wiedergeben.

Tabelle 14.2 Beste Ergebnisse für Landegebühren

| Flugstrecke | DOC-Methode | Berechnungsformel |
|-------------|-----------------------------------|--|
| FRA – BLN | AI 1989 | $C_{FEE,LD} = 0,00273 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – MAD | Boeing 1995 (europäisch) | $C_{FEE,LD} = 0,01345 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – NY | Boeing 1995 (amerikanisch) | $C_{FEE,LD} = 0,00717 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – SIN | Boeing 1995 (amerikanisch) | $C_{FEE,LD} = 0,00717 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |

Tabelle 14.3 zeigt die Berechnungsformeln, die die Abfertigungsgebühren am genauesten wiedergeben.

Tabelle 14.3 Beste Ergebnisse für Abfertigungsgebühren

| Flugstrecke | DOC-Methode | Berechnungsformel |
|-------------|------------------|---|
| FRA – BLN | AEA 1989a | $C_{FEE,GND} = 0,1 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – MAD | AEA 1989a | $C_{FEE,GND} = 0,1 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – NY | AEA 1989b | $C_{FEE,GND} = 0,11 \frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF}$ |
| FRA – SIN | | |

Werden die Gebühren unabhängig von den anderen Kostenelementen der DOC-Methode betrachtet, so lässt sich feststellen, dass je nach Gebührenart und Flugstrecke eine andere Berechnungsformel anzuwenden wäre.

Bei der Berechnung des prozentualen Anteils der Gebühren an den Gesamt-DOC ist es nicht vorteilhaft, wenn für jede Gebührenart eine andere DOC-Methode zur Anwendung kommt. Es würde die Arbeit an der Hochschule unnötig verkomplizieren, da die DOC-Berechnung nur einen Anhaltspunkt für die voraussichtlich entstehenden Kosten liefern soll. Die Wahl einer Methode, die hinreichend genaue Ergebnisse liefert, ist damit ausreichend.

Die Berechnung der einzelnen Gebührenarten kann auf eine Weise erfolgen, wie es in den Gleichungen (3.1) bis (3.3) in Abschnitt 3.2 angegeben ist (**Scholz 1999**). Diese Gleichungen in allgemeiner Form liefern die Kosten pro Jahr. Beim Vergleich der vereinfachten Formeln mit den tatsächlich erhobenen Gebühren zeigt sich, dass die Struktur der Berechnungsformeln weitestgehend mit der Realität übereinstimmt.

Navigationsgebühren

Nach der vereinfachten Formel aus Abschnitt 3.2 sind die Navigationsgebühren abhängig von der Flugstrecke und der maximalen Startmasse.

$$C_{FEE,NAV} = k_{NAV} \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.1)$$

Dies trifft auch bei der Berechnung der tatsächlich anfallenden Navigationsgebühren zu. An- und Abfluggebühren sowie Streckengebühren können mit der Gleichung (14.1) zusammengefasst werden. Durch einen geeigneten Proportionalitätsfaktor k_{NAV} ist eine Ermittlung ausreichend exakter Ergebnisse möglich.

Landegebühren

Nach der vereinfachten Formel aus Abschnitt 3.2 sind die Landegebühren abhängig von der maximalen Startmasse.

$$C_{FEE,LD} = k_{LD} \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.2)$$

Dies trifft auch bei der Berechnung der tatsächlich anfallenden Landegebühren zu. Diese hängen zusätzlich noch von der Lärmkategorie des Flugzeuges ab, da die Lärmkategorie im Normalfall aber mit der Höhe des MTOW steigt, können die Ergebnisse durch einen geeigneten Proportionalitätsfaktor k_{LD} ausreichend exakt ermittelt werden.

Abfertigungsgebühren

Nach der vereinfachten Formel aus Abschnitt 3.2 sind die Abfertigungsgebühren abhängig von der Nutzlast.

$$C_{FEE,GND} = k_{GND} \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.3)$$

Dies trifft auch bei der Berechnung der tatsächlich anfallenden Abfertigungsgebühren zu. Diese hängen von der Anzahl der Passagiere an Bord des Flugzeuges ab, aber auch von der Abfertigungsposition und den zusätzlichen Servicewünschen der Luftfahrtgesellschaften. Durch einen geeigneten Proportionalitätsfaktor k_{GND} ist eine Ermittlung ausreichend exakter Ergebnisse möglich.

Für die Arbeiten an der Hochschule schlage ich – bezugnehmend auf die Ergebnisse dieser Arbeit – vor, die AEA-Methode weiter zu nutzen. Diese ist unterteilt in Kurz-/Mittelstreckenflugzeuge und Langstreckenflugzeuge. Damit die Ergebnisse der Berechnung noch genauer an den tatsächlichen Werten liegen, können die Proportionalitätsfaktoren etwas abgeändert werden.

Für die vier beispielhaft verwendeten Flugstrecken Frankfurt – Berlin, Frankfurt – Madrid, Frankfurt – New York und Frankfurt – Singapur ergeben sich bei genauer Berechnung die folgenden Proportionalitätsfaktoren, die in Tabelle 14.4 dargestellt sind.

Tabelle 14.4 Exakt berechnete Proportionalitätsfaktoren

| Flugstrecke | k_{NAV} | k_{LD} | k_{GND} |
|-------------|--|---|---|
| | in $\left[\frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \right]$ | in $\left[\frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \right]$ | in $\left[\frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \right]$ |
| FRA – BLN | 0,009886 | 0,004921 | 0,1074 |
| FRA – MAD | 0,006600 | 0,023116 | 0,1118 |
| FRA – NY | 0,001988 | 0,006474 | 0,0982 |
| FRA – SIN | 0,002102 | 0,006952 | |

Tabelle 14.5 zeigt die angepassten Proportionalitätsfaktoren für die AEA-Methode.

Tabelle 14.5 Angepasste Proportionalitätsfaktoren

| Flugstrecke | k_{NAV} | k_{LD} | k_{GND} |
|------------------|--|---|---|
| | in $\left[\frac{\text{US\$}}{\text{nm} \cdot \sqrt{\text{kg}}} \right]$ | in $\left[\frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \right]$ | in $\left[\frac{\text{US\$}}{\text{kg}} \right]$ |
| AEA 1989a | 0,010 | 0,005 | 0,11 |
| AEA 1989b | 0,002 | 0,007 | 0,10 |

Zur Berechnung der einzelnen Gebührenarten ergeben sich demnach folgende Formeln:

AEA 1989a - Kurz-/Mittelstreckenflugzeuge

Navigationsgebühren:

$$C_{FEE,NAV} = 0,010 \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.4)$$

Landegebühren:

$$C_{FEE,LD} = 0,005 \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.5)$$

Abfertigungsgebühren:

$$C_{FEE,GND} = 0,11 \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.6)$$

AEA 1989b - Langstreckenflugzeuge

Navigationsgebühren:

$$C_{FEE,NAV} = 0,002 \cdot R \cdot \sqrt{m_{MTO}} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.7)$$

Landegebühren:

$$C_{FEE,LD} = 0,007 \cdot m_{MTO} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.8)$$

Abfertigungsgebühren:

$$C_{FEE,GND} = 0,10 \cdot m_{PL} \cdot n_{t,a} \cdot k_{INF} \quad (14.9)$$

14.2 Test der gewählten Methode

Um zu überprüfen, wie genau die Berechnungen mit den neu festgelegten Proportionalitätsfaktoren sind, wird für die vier Flugstrecken noch eine Testrechnung durchgeführt. Die Werte in den Tabellen 14.6 bis 14.8 zeigen die errechneten und die tatsächlichen Kosten pro Jahr. Die Zahl in der Klammer gibt die prozentuale Abweichung der berechneten Werte von den tatsächlichen Gebühren an.

Tabelle 14.6 Test der Navigationsgebühren

| Flugstrecke | Navigationsgebühren in US\$ | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------|---------|
| | tatsächlich anfallend | errechnet | |
| Frankfurt – Berlin | 1 692 639 | 1 712 119 | (+1 %) |
| Frankfurt – Madrid | 2 165 817 | 3 281 560 | (+52 %) |
| Frankfurt – New York | 2 524 965 | 2 539 762 | (+ 1%) |
| Frankfurt – Singapur | 3 213 280 | 3 057 571 | (- 5%) |

Die errechneten Navigationsgebühren weichen in geringem Maße von den tatsächlich anfallenden Gebühren ab. Eine Ausnahme bildet die Strecke Frankfurt – Madrid. Es wäre zu überlegen, ob eine Unterteilung der **AEA 1989a**-Methode in innerdeutsche und europäische Verbindungen sinnvoll ist. Da die Berechnungen mithilfe der DOC-Methode jedoch nur einen Anhaltswert liefern sollen, ist eine weitere Aufteilung in Kurz- und Mittelstreckenflugzeuge nicht nötig.

Tabelle 14.7 Test der Landegebühren

| Flugstrecke | Landegebühren in US\$ | | |
|----------------------|-----------------------|-----------|---------|
| | tatsächlich anfallend | errechnet | |
| Frankfurt – Berlin | 997 397 | 1 013 473 | (+2 %) |
| Frankfurt – Madrid | 2 636 557 | 570 295 | (-78 %) |
| Frankfurt – New York | 1 279 770 | 1 383 819 | (+8 %) |
| Frankfurt – Singapur | 999 066 | 1 005 950 | (+1 %) |

Die errechneten Landegebühren weichen in geringem Maße von den tatsächlich anfallenden Gebühren ab. Eine Ausnahme bildet die Strecke Frankfurt – Madrid. (Siehe hierzu auch Kommentar zu Tabelle 14.6)

Tabelle 14.8 Test der Abfertigungsgebühren

| Flugstrecke | Abfertigungsgebühren in US\$ | | |
|----------------------|------------------------------|-----------|--------|
| | tatsächlich anfallend | errechnet | |
| Frankfurt – Berlin | 6 005 602 | 6 151 683 | (+2 %) |
| Frankfurt – Madrid | 3 519 834 | 3 461 635 | (-2 %) |
| Frankfurt – New York | 3 651 871 | 3 717 419 | (+2 %) |
| Frankfurt – Singapur | | 2 702 330 | |

Die errechneten Abfertigungsgebühren weichen etwa 2 % von den tatsächlich anfallenden Gebühren ab.

15 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit zeigt, welche Bedeutung DOC-Rechnungen im Flugzeugbau haben und welchen Einfluss das Kostenelement Gebühren auf die Gesamt-DOC hat.

Gebühren werden in Navigations-, Lande- und Abfertigungsgebühren unterteilt. Für jede dieser Gebührenarten gibt es – je nach DOC-Methode – verschiedene Gleichungen zur Berechnung der jeweiligen Gebühr. Es zeigt sich, dass die Gleichungen in der Grundstruktur meist identisch sind. Die Navigationsgebühren sind dabei abhängig von der Flugstrecke und der maximalen Startmasse, die Landegebühren sind abhängig von der maximalen Startmasse und die Abfertigungsgebühren sind abhängig von der Nutzlast. Die Berechnungsmethoden unterscheiden sich deshalb häufig nur durch die Wahl des Proportionalitätsfaktors.

Beim Vergleich der einzelnen Methoden stellt sich heraus, dass trotzdem große Unterschiede in den Ergebnissen vorliegen. Um zu überprüfen, welche Methode die genauesten Ergebnisse liefert, ist eine Recherche zu den tatsächlich anfallenden Gebühren notwendig. Dabei zeigt sich, dass die Struktur der Berechnungsformeln mit den in der Realität verwendeten Entgeltsystemen weitestgehend übereinstimmt.

Beispielhaft werden die Berechnungen an den Flugstrecken Frankfurt – Berlin, Frankfurt – Madrid, Frankfurt – New York und Frankfurt – Singapur durchgeführt. Ebenso werden die tatsächlich erhobenen Gebühren für die vier genannten Strecken überprüft. Eine Gegenüberstellung der Ergebnisse ergibt, dass bei der Berechnung der Navigationsgebühren die Methode nach Lufthansa, die Methode nach Fokker und die AEA-Methode – abhängig von der gewählten Flugstrecke – die genauesten Ergebnisse liefern. Bei der Berechnung der Landegebühren liefern die Methode nach Airbus Industrie und die AEA/Boeing-Methode die besten Ergebnisse. Bei der Berechnung der Abfertigungsgebühren liefert die Berechnung mit der AEA-Methode die genauesten Ergebnisse.

Für die Arbeit an der Hochschule ist es nicht sinnvoll, für jede Gebührenart verschiedene Berechnungsformeln anzuwenden. Eine Unterteilung in Kurz-/Mittelstreckenflugzeuge und Langstreckenflugzeuge sollte vorhanden sein. Es wird empfohlen die AEA-Methode weiter zu nutzen, allerdings werden die Proportionalitätsfaktoren auf Grundlage der Ergebnisse dieser Arbeit angepasst, so dass die Gleichungen die Realität besser widerspiegeln. Somit wird eine genauere Berechnung der tatsächlich auftretenden Gebühren möglich.

Literaturverzeichnis

- AA 1980** AMERICAN AIRLINES: *A New Method for Estimating Transport Aircraft Direct Operating Costs*. Chicago : American Airlines, 1980
- ADV 2004** ARBEITSGEMEINSCHAFT DEUTSCHER VERKEHRSFLUGHÄFEN: *Verkehrsergebnisse der internationalen Verkehrsflughäfen*, 2004 – URL: http://www.adv-net.org/de/gfx/presse/pm_01_2004.php (2004-09-30)
- AEA 1989a** ASSOCIATION OF EUROPEAN AIRLINES: *Short-Medium Range Aircraft AEA Requirements*. Brüssel : AEA, 1989 (G(T)5656)
- AEA 1989b** ASSOCIATION OF EUROPEAN AIRLINES: *Long Range Aircraft AEA Requirements*. Brüssel : AEA, 1989 (G(T)5655)
- AI 1989** AIRBUS INDUSTRIE: *Airbus Project D.O.C. Method*. Toulouse : Airbus Industrie, 1988 (AI/TA-P812.076/88 ISS.1)
- Airbus 2001** AIRBUS INDUSTRIE: *A320-200 Standard Specification*. Toulouse : Airbus Industrie, 2001
- Airbus 2002** AIRBUS S.A.S.: *Airplane Characteristics For Airport Planning A340-200/-300*. Toulouse : Airbus S.A.S., 2002
- Airbus 2003a** AIRBUS S.A.S.: *Airplane Characteristics For Airport Planning A320*. Toulouse : Airbus S.A.S., 2003
- Airbus 2003b** AIRBUS: *A340-300 Standard Specification*. Toulouse : Airbus, 2003
- AISE 2004a** AERONAUTICAL INFORMATION SERVICE ESPAÑA : *Airport Charges*. Madrid : Aeronautical Information Service España, 2004 (AIP GEN 4.1)
- AISE 2004b** AERONAUTICAL INFORMATION SERVICE ESPAÑA : *En-Route and Terminal Charges*. Madrid : Aeronautical Information Service España, 2004 (AIP GEN 4.2)
- Arendt 2004** ARENDT, Franck: *Overflight Report*. Hamburg, 2004-10-26

- ATA 1967** AIR TRANSPORT ASSOCIATION OF AMERICA: *Standard Method of Estimating Comparative Direct Operating Costs of Turbine Powered Transport Airplanes*. Washington D.C. : ATA, 1967
- Bansa 2003** BANSA, Florian: *Flugzeugentwurf am Beispiel einer Fairchild Dornier 728JET*. Hamburg, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachbereich Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau, Theoretische Arbeit, 2003. – URL: <http://bibliothek.ProfScholz.de> (2004-09-28)
- Boeing 1993** BOEING: *Boeing 1992 Operating Cost Method For High Speed Commercial Transport (HSCT) Airplanes*. Seattle : Boeing Commercial Airplane Group, 1993 (6-1442-MES-HSCT-002-93)
- Boeing 1995** BOEING: *Airplane Operating Cost Methods U.S. Majors & AEA European Airlines*. Seattle : Boeing Commercial Airplane Group, 1995
- Buchweitz 2002** BUCHWEITZ, Ingmar: *Flugzeugentwurf am Beispiel eines ausgeführten Flugzeugs Cessna 525 Citationjet*. Hamburg, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachbereich Fahrzeugtechnik, Theoretische Arbeit, 2002. – URL: <http://bibliothek.ProfScholz.de> (2004-09-28)
- CAAS 2004a** CIVIL AVIATION AUTHORITY SINGAPORE: *Aerodrome Charges*, Singapore : Civil Aviation Authority Singapore, 2004 (AIP GEN 4.1)
- CAAS 2004b** CIVIL AVIATION AUTHORITY SINGAPORE: *Air Navigation Service Charges*, Singapore : Civil Aviation Authority Singapore, 2004 (AIP GEN 4.2)
- DLH 1982** LUFTHANSA: *DLH Method 1982 for Definition of the Performance and Direct Operating Costs of Commercial Fixed Wing Aircraft*. Hamburg : Lufthansa, 1982
- DFS 2003** DEUTSCHE FLUGSICHERUNG: *Luftfahrthandbuch Deutschland*. Langen : Deutsche Flugsicherung, 2003 (AIP GEN 4.2)
- DFS 2004** DEUTSCHE FLUGSICHERUNG: *Flugsicherungs-An- und Abfluggebühren*. Langen : Deutsche Flugsicherung, 2004 (AIC IFR 1)

- ETN 2004** URL: <http://www.etn.nl/distanc4.htm> (2004-09-16)
- FAA 1997** FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION: *Air Navigation Facility Charges*. Oklahoma City : Federal Aviation Administration, 1997 (AIP GEN 4.2)
- FlugBln 2003** BERLINER FLUGHÄFEN: *Entgeltordnung*, Berlin : Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH, Berliner Flughafen-Gesellschaft mbH, 2003
- FlugDre 2003** FLUGHAFEN DRESDEN: *Entgelteordnung*, Dresden : Dresden Flughafen GmbH, 2003
- FlugHan 2004** FLUGHAFEN HANNOVER: *Entgelteordnung*, Hannover : Flughafen Hannover-Langenhagen GmbH, 2004
- FlugMün 2004** FLUGHAFEN MÜNCHEN: *Gebührenordnung*, München : Flughafen München GmbH, 2004
- FlugNY 2004** FLUGHAFEN NEW YORK: *Schedule Of Charges For Air Terminals*, New York : Aviation Department – The Port Authority of NY & NJ, 2004
- FlugStu 2004** FLUGHAFEN STUTTGART: *Flughafenentgelte*, Stuttgart : Flughafen Stuttgart GmbH, 2004
- Fokker 1993** FOKKER: *DOC groundroules 1993 for the economic evaluation of Fokker new aircraft*. Amsterdam : Fokker, 1993 (RP-93-523)
- Fraport 2004a** URL: http://www.frankfurt-airport.de/cms/flugauskunft/rubrik/3/3620.flugplan_az.htm (2004-09-16)
- Fraport 2004b** FRAPORT AG: *Flughafenentgelte, Entgelte für Zentrale Bodenverkehrsdiens-Infrastruktureinrichtungen*. Frankfurt am Main : Fraport AG, 2004. – URL: <http://www.fraport.de/cms/default/rubrik/2/2075.flughafenentgelte.htm> (2004-10-04)

- Fricke 2004** FRICKE, Andreas: *Flugzeugentwurf am Beispiel einer Boeing 757-200*. Hamburg, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachbereich Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau, Theoretische Arbeit, 2004. – URL: <http://bibliothek.ProfScholz.de> (2004-09-28)
- Kohrt 2001** KOHRT, Markus: *Flugzeugentwurf am Beispiel einer Fokker 100*. Hamburg, Fachhochschule, Fachbereich Fahrzeugtechnik, Theoretische Arbeit, 2001. – URL: <http://bibliothek.ProfScholz.de> (2004-09-28)
- Lee 2001** LEE, Stefan: *Flugzeugentwurf am Beispiel einer EMRAER ERJ 145*. Hamburg, Fachhochschule, Fachbereich Fahrzeugtechnik, Theoretische Arbeit, 2001. – URL: <http://bibliothek.ProfScholz.de> (2004-09-28)
- Mensen 2003** MENSEN, Heinrich: *Handbuch der Luftfahrt*. Heidelberg : Springer, 2003
- Schmitt 1998** SCHMITT, Dieter: *Luftfahrttechnik, Flugzeugentwurf*. München, Technische Universität München, Lehrstuhl für Luftfahrttechnik, Skript zur Vorlesung, 1998
- Scholz 1999** SCHOLZ, Dieter: *Skript zur Vorlesung Flugzeugentwurf*. Hamburg, Fachhochschule Hamburg, Fachbereich Fahrzeugtechnik, Vorlesungsskript, 1999
- StaBu 2003** STATISTISCHES BUNDESAMT: *Statistik von A bis Z*, 2003. – URL: <http://www.destatis.de/presse/deutsch/abisz/vpi.htm> (2004-09-27)
- StaBu 2004a** STATISTISCHES BUNDESAMT: *Verbraucherpreisindex für Deutschland*, 2004. – URL: <http://www.destatis.de/indicators/d/vpi101ad.htm> (2004-09-27)
- StaBu 2004b** STATISTISCHES BUNDESAMT: *Internationaler Vergleich der Verbraucherpreise*, 2004 (Fachserie 17, Reihe 10, 7/2004). – URL: <http://www-ec.destatis.de/csp/shop/sfg/vollanzeige.csp?ID=1014714> (2004-09-27)

- URL 1** URL: <http://www.luftfahrt.net/flugzeuge> (2004-10-05)
- URL 2** URL: <http://www.flugwissen.de/typen/anzeigen.php?dss=A320-200&dss2=A340-300> (2004-10-13)
- URL 3** URL: <http://www.cfm56.com/engines/cfm56-5a/tech.html> (2004-10-11)
- URL 4** URL: <http://www.cfm56.com/engines/cfm56-5c/tech.html> (2004-10-11)
- URL 5** URL: <http://www.luftfahrt-archiv.de/Flugzeugtypen.asp?Type=Link&ID=1&Art=Antrieb&SID=411501495> (2004-10-13)
- URL 6** URL: http://home.t-online.de/home/muehlebauer/chris/Fliegerei/Flugzeuge/Airbus_A320/airbus_a320.html (2004-10-13)
- URL 7** URL: <http://www.mitglied.lycos.de/andreaswillmann/Airbus/a340.html> (2004-10-13)
- Wolgast 2002** WOLGAST, Philipp: *Flugzeugentwurf am Beispiel einer Boeing B737-300*. Hamburg, Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Fachbereich Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau, Theoretische Arbeit, 2002. – URL: <http://bibliothek.ProfScholz.de> (2004-09-28)

Anhang A

Bonusliste des BMVBW

Die Bonuslisten sind Listen des Bundesministeriums für Verkehr-, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW), die von den Flughäfen zur Differenzierung der Landegebühren im Rahmen des Listenverfahrens angewendet werden können.

Die ab dem 1. Januar 2003 gültigen Bonuslisten (veröffentlicht in den NfL I – 83/03) umfassen folgende Flugzeugtypen:

Tabelle A.1 Bonusliste

| Für den Abflug: | Für den Anflug: |
|---|---|
| alle Baureihen/-muster mit MTOW <25 t | alle Baureihen/-muster mit MTOW <25 t |
| Airbus 300 | Airbus 300 |
| Airbus 310 | Airbus 310 |
| Airbus 330 | Airbus 330 |
| Airbus 340 | Airbus 340 |
| Airbus 319/320/321 | Airbus 319/320/321 |
| BAe 146/AVRO RJ - Baureihe | BAe 146/AVRO RJ - Baureihe |
| Boeing 717 | Boeing 717 |
| Boeing 727-100 Reengined mit 3 Tay-Triebwerken | Boeing 727-100 Reengined mit 3 Tay-Triebwerken |
| Boeing 737 Typen 300 bis 800 | Boeing 737 Typen 300 bis 800 |
| Boeing 747-400 | Boeing 747-400 |
| Boeing 757 | Boeing 757 |
| Boeing 767 | Boeing 767 |
| Boeing 777 | Boeing 777 |
| Canadair RJ | Canadair RJ |
| Dash 8-400 | Dash 8-400 |
| Fokker 70/100 | Fokker 70/100 |
| Gulfstream IV/V | Gulfstream IV/V |
| Lockheed 1011 | |
| McDonnell Douglas DC 10 | McDonnell Douglas DC 10 |
| McDonnell Douglas DC 8-70-Baureihe | McDonnell Douglas DC 8-70-Baureihe |
| McDonnell Douglas MD 11 | McDonnell Douglas MD 11 |
| | McDonnell Douglas MD 80-Baureihe |
| McDonnell Douglas MD 90 | McDonnell Douglas MD 90 |
| Tupolew 204 | Tupolew 204 |

Anhang B

Lärmkategorien des Flughafens Frankfurt

Tabelle B.1 Einteilung von Flugzeugtypen nach Lärmkategorien (**Fraport 2004b**)

| Lärmkategorie | Grenzwert in dB(A) | Flugzeugtyp |
|---------------|--------------------|--|
| Kategorie 1 | ≤ 69,9 | Alle Kapitel-3-Jets mit MTOW < 34 t Alle Propellerflugzeuge mit MTOW < 34 t Alle Hubschrauber Airbus A 318, A 319, A 320, A 321 Antonov AN 72/74 Boeing B 717 Boeing B 737-300 bis -900 Boeing B 757 Bae146 / Avro RJ Fokker 70 / Fokker 100 Gulfstream IV / V Lockheed L 188 Mc Donnell Douglas MD-90 |
| Kategorie 2 | 70,0 – 73,9 | Airbus A 300 Airbus A 310 Boeing B 727-100 Reengined Boeing B 767 Boeing B 777 Mc Donnell Douglas DC-6 Iljuschin IL 18 Tupolev TU 204 Jakovlev YK42/142 |
| Kategorie 3 | 74,0 – 76,9 | Airbus A 330 Airbus A 340 Antonov AN 12 Boeing B 727 Hushkit Mc Donnell Douglas DC-8-70-Serie Mc Donnell Douglas DC-9 Iljuschin IL 96 Lockheed L 1011 (Tristar) Mc Donnell Douglas MD-80 bis MD-88 |

| | | |
|-------------|-------------|--|
| | | Mc Donnell Douglas MD-11 SC 5 (Shorts Belfast) |
| Kategorie 4 | 77,0 – 79,9 | Antonov AN 22 British Aerospace BAC 111 Hushkit Boeing B 707 Boeing B 737-200 Hushkit Boeing B 747-S Boeing B 747-400 Mc Donnell Douglas DC-10 Tupolev TU 154 |
| Kategorie 5 | 80,0 – 82,9 | Boeing B 747-100 bis -300 Iljuschin IL 62 |
| Kategorie 6 | 83,0 – 85,9 | - |
| Kategorie 7 | ≥ 86,0 | - |
