



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

## **Masterarbeit**

Alexander Happe

# **Untersuchung des Erlöspotentials flexibler Kabinenelemente für Fluggesellschaften unter Einbeziehung bestehender Möglichkeiten der Kapazitäts- und Nachfragesteuerung**

*Fakultät Technik und Informatik  
Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau*

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

**Alexander Happe**

**Untersuchung des Erlöspotentials  
flexibler Kabinenelemente für  
Fluggesellschaften unter Einbeziehung  
bestehender Möglichkeiten der  
Kapazitäts- und Nachfragesteuerung**

Masterarbeit eingereicht im Rahmen der Masterprüfung

im Studiengang Flugzeugbau  
am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau  
der Fakultät Technik und Informatik  
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

in Zusammenarbeit mit:  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Abteilung Lufttransportbetrieb und -infrastrukturen  
Blohmstraße 20  
21079 Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. Gordon Konieczny  
Zweitprüfer: Dipl.-Vw. Klaus Lütjens

Abgabedatum: 11.04.2017

# **Zusammenfassung**

**Alexander Happe**

## **Thema der Masterarbeit**

Untersuchung des Erlöspotentials flexibler Kabinenelemente für Fluggesellschaften unter Einbeziehung bestehender Möglichkeiten der Kapazitäts- und Nachfragesteuerung

## **Stichworte**

Flexible Kabinenarchitekturen, Airline Revenue Management, Kapazitäts- und Nachfragesteuerung

## **Kurzzusammenfassung**

Ausgehend von einer schwankenden Passagiernachfrage als Grund für nicht genutzte Sitzplatzkapazitäten im zivilen, kommerziellen Personenluftverkehr wird in dieser Arbeit das Erlöspotential einer flexiblen Sitzkonfiguration untersucht, welche die Sitzplatzkapazität einer Flugzeugkabine an eine individuelle Passagiernachfrage anpasst.

Zur Ermittlung des Erlöspotentials wird dafür ein Modell entwickelt, welches in der Standardsoftware Microsoft® Excel implementiert wird. Dabei wird der Einsatz eines mengenorientierten Revenue Management Ansatzes berücksichtigt, wie er bereits seit Jahrzehnten von Fluggesellschaften zur Anpassung an die schwankende Passagiernachfrage verwendet wird. Die Ergebnisse dieser Analyse werden anschließend aus der Sicht von Fluggesellschaften evaluiert und erweitert. Hierfür wurden Workshops mit Vertretern zweier großer deutscher Fluggesellschaften durchgeführt.

**Alexander Happe**

## **Title of the paper**

Investigation of the revenue potential of flexible cabin elements for airlines taking into account the existing possibilities of capacity and demand management

## **Keywords**

Flexible cabin architectures, Airline Revenue Management, capacity and demand management

## **Abstract**

Starting from a fluctuating passenger demand as a reason for unused seat capacity in civil commercial passenger air transport, this work investigates the revenue potential of a flexible seat configuration which adjusts the seat capacity of an aircraft cabin to an individual passenger demand.

For determination of the revenue potential a model is developed and implemented in the standard software Microsoft® Excel. It takes into account the use of a quantity-oriented revenue management approach that has already been used by airlines for decades. The results of this analysis are subsequently evaluated and expanded from the perspective of airlines. Therefore, workshops with airline representatives of two large german airlines were held.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>VI</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>VIII</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>IX</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>10</b>
1.1 Motivation .....	10
1.2 Ableitung der Aufgabenstellung .....	11
1.3 Aufbau der Arbeit .....	11
<b>2 Schwankungen der Passagiernachfrage.....</b>	<b>13</b>
2.1 Gründe .....	13
2.2 Problematik im Luftverkehr .....	15
2.3 Instrumente der Fluggesellschaften zur Anpassung an die schwankende Passagiernachfrage .....	17
2.3.1 Flexible Kabinenarchitekturen.....	17
2.3.2 Revenue Management .....	18
2.3.3 Weitere .....	19
<b>3 Flexible Kabinenarchitekturen .....</b>	<b>22</b>
3.1 Einteilung.....	22
3.2 Konstruktionelle Rahmenbedingungen und Richtlinien.....	23
3.3 Beispiele.....	23
<b>4 Revenue Management Theorie .....</b>	<b>28</b>
4.1 Entstehung.....	28
4.2 Typen .....	29
4.2.1 Mengenorientiertes Revenue Management .....	29
4.2.2 Preisorientiertes Revenue Management – Dynamic Pricing .....	40
4.3 Überbuchungssteuerung .....	42
<b>5 Methodik .....</b>	<b>44</b>
5.1 Technologie.....	44
5.2 Wahl des Revenue Management Ansatzes .....	47
5.3 Modell.....	49
5.3.1 Aufbau.....	49
5.3.2 Input Daten .....	50
5.3.3 Kapazitätssteuerung .....	51
5.3.4 Flexible Sitzbank .....	52

---

5.3.5	Preiselastizität der Nachfrage.....	54
<b>6</b>	<b>Anwendung.....</b>	<b>56</b>
6.1	Implementierung .....	56
6.2	Anwendung des Revenue Tools.....	58
6.2.1	Flug-Referenz.....	58
6.2.2	Einflussfaktoren des Erlöspotentials.....	59
6.2.3	Berechnungsbeispiel.....	61
<b>7</b>	<b>Die flexible Sitzkonfiguration aus operativer Sicht von Fluggesellschaften.....</b>	<b>73</b>
7.1	Marktpotential.....	73
7.2	Kosten .....	74
7.3	Erlösszenarien.....	76
7.4	Angebotsvarianten .....	77
7.4.1	Varianten für Erlösszenario 1.....	77
7.4.2	Varianten für Erlösszenario 2.....	80
7.5	Operative Aspekte .....	80
7.5.1	Integration in bestehende IT-Prozesse.....	80
7.5.2	Auswirkungen auf den Turnaround.....	81
7.5.3	Auswirkungen auf das Kabinenpersonal.....	82
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>84</b>
8.1	Zusammenfassung .....	84
8.2	Ausblick.....	86
<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>88</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Einflussfaktoren auf die Schwankung der Passagiernachfrage .....	14
Abbildung 3.1: Cabin Flex Zones (blau) – Lavatory [9].....	24
Abbildung 3.2: Light reconfiguration change einer Flugzeugkabine [9] .....	24
Abbildung 3.3: Flexibler Sitz “Butterfly” Premium Economy – Business [19].....	25
Abbildung 3.4: Flexibler Sitz “Checkerboard“ Economy – Business [20] .....	25
Abbildung 3.5: Flexibler Sitz “Side Slip Seat” Flugmodus - (De-)Boardingmodus [21] .....	26
Abbildung 3.6: Movable Class Divider [22] .....	27
Abbildung 4.1: Revenue Management und Dynamic Pricing [6] .....	29
Abbildung 4.2: Beispiel einer linearen Preis-Nachfrage-Kurve .....	30
Abbildung 4.3: Gesamterlös beim Einheitspreis von 200€ pro Sitzplatz = 12000€ .....	31
Abbildung 4.4: Gesamterlös durch Preisdifferenzierung = 20000€.....	32
Abbildung 4.5: Buchungskurve mit Umsatzverdrängung in Anlehnung an [11].....	33
Abbildung 4.6: Buchungskurve mit Umsatzverlust in Anlehnung an [11] .....	34
Abbildung 4.7: Ideale Buchungskurve.....	35
Abbildung 4.8: Serielle Verschachtelung von Buchungsklassen [24].....	36
Abbildung 5.1: Flexible Sitzkonfiguration zur Vergrößerung der Beinfreiheit [27] .....	44
Abbildung 5.2: Nutzung der flexiblen Sitzkonfiguration [28].....	45
Abbildung 5.3: Bereiche der Not-Sauerstoffversorgung (blau) und Lichtkegel der PSU (gelb) [28] .....	46
Abbildung 5.4: Sukzessiver Aufbau des Modells.....	49
Abbildung 5.5: Abschnitt „Input Daten“ .....	50
Abbildung 5.6: Abschnitt „Kapazitätssteuerung“ .....	51
Abbildung 5.7: Abschnitt „Flexible Sitzbank“ .....	53
Abbildung 5.8: Abschnitt „Preiselastizität der Nachfrage“ .....	55
Abbildung 6.1: Graphical User Interface Revenue Tool.....	56
Abbildung 6.2: Lufthansa Airbus A350-900 (48 Business/21 Premium Economy/224 Economy) [30] .....	59

---

Abbildung 6.3: Sitzplatzreservierung bei KLM für AMS-HAM [32] .....	60
Abbildung 6.4: Sitzplatzreservierung bei KLM für AMS-CGK [32] .....	60
Abbildung 6.5: Anzahl Sitzplätze an Bord .....	61
Abbildung 6.6: Grundpreise der Buchungsklassen .....	61
Abbildung 6.7: Vergangenheitswerte der Nachfrage für verschiedene Tage.....	62
Abbildung 6.8: Nachfrage – Prognose für Buchungsklasse.....	62
Abbildung 6.9: Sitzladefaktor prognostizierter Nachfrage .....	63
Abbildung 6.10: Nachfrage – Real für Buchungsklasse.....	63
Abbildung 6.11: Sitzladefaktor realer Nachfrage.....	63
Abbildung 6.12: Erlöse prognostizierter Nachfrage für Buchungsklasse.....	64
Abbildung 6.13: Erlöse realer Nachfrage für Buchungsklasse .....	64
Abbildung 6.14: Geschachtelte Schutzlevels .....	65
Abbildung 6.15: Annahme und Ablehnung von Buchungsanfragen.....	65
Abbildung 6.16: Übersicht.....	66
Abbildung 6.17: Sitzladefaktor .....	67
Abbildung 6.18: Wahrer Erlös durch angenommene Buchungsanfragen für Buchungsklasse ...	67
Abbildung 6.19: Geometrie der flexiblen Sitzbank .....	68
Abbildung 6.20: Aufpreis für mehr Beinfreiheit pro Sitz.....	68
Abbildung 6.21: Anzahl flexibler Sitzkonfigurationen an Bord .....	68
Abbildung 6.22: Sitze mit mehr Beinfreiheit.....	69
Abbildung 6.23: Nachfrage mehr Beinfreiheit – Real .....	69
Abbildung 6.24: Anzahl in Anspruch genommene Sitze mit mehr Beinfreiheit .....	70
Abbildung 6.25: Erlöse zusätzlicher Beinfreiheit und Gesamterlös.....	70
Abbildung 6.26: Preisänderung.....	71
Abbildung 6.27: Preiselastizität der Nachfrage.....	71
Abbildung 6.28: Erlöse veränderter Nachfrage für Buchungsklasse.....	72
Abbildung 7.1: Turnaround-Prozesse und kritischer Pfad A350-900 [37] .....	82

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Preiselastizitäten von Geschäfts- und Urlaubsreisenden, sowie Lang- und Kurzstrecke [10] .....	18
Tabelle 4.1: Historische Nachfragedaten der vier Buchungsklassen .....	37
Tabelle 4.2: Mittelwert und Standardabweichung der vier Buchungsklassen .....	37
Tabelle 4.3: Schutzlevels der vier Buchungsklassen .....	38

## Abkürzungsverzeichnis

ASR	Advance Seat Reservation
B/C	Business Class
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BK	Buchungsklasse
BL	Buchungslimit
CS	Certification Specification
DB	Denied Boarding
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EIS	Entry Into Service
EMSR	Expected Marginal Seat Revenue
F/C	First Class
h	hours
O-D	Origin-Destination
OEM	Original Equipment Manufacturer
OHSC	Overhead Stowage Compartment
PSU	Passenger Service Unit
RM(S)	Revenue Management (System)
SL	Schutzlevel
SLF	Sitzladefaktor
TRT	Turn Round Time
Y/C	Economy Class

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

Ein leerer Nachbarsitz im Flugzeug – Das ist eine Vorstellung, die sicherlich viele Flugreisende attraktiv finden. Es gibt mehr Platz zum Ablegen von Zeitung, Laptop, Kissen oder Decken. Man kann sich ausbreiten, hat die Armlehne für sich und kommt problemlos aus der engen Sitzreihe hinaus, um zur Toilette zu gelangen. So angenehm diese Vorstellung für den Passagier auch ist, für die Fluggesellschaft ist ein nicht besetzter Fluggastsitz alles andere als erstrebenswert, bringt er doch der Fluggesellschaft keine Einnahmen für diesen Flug. Aus ökonomischer Sicht der Fluggesellschaft ist ein leer gebliebener Fluggastsitz also möglichst zu vermeiden.

Um dem Szenario der Ertragseinbußen entgegenzuwirken, verwenden Fluggesellschaften bereits seit Jahrzehnten betriebliche Anpassungsinstrumente zur Steuerung der Nachfrage und Kapazität, welche unter dem Namen Revenue Management Systeme (RMS) bekannt sind. Unter anderem durch die Hilfe dieser RMS ist es gelungen, Anfang 2016 einen historisch hohen, weltweiten Sitzladefaktor (SLF) von 78,8% in kommerziell betriebenen Flugzeugen zu erreichen [1]. Auch wenn dieser Wert so hoch wie nie zuvor in der Geschichte der kommerziellen Luftfahrt ist, bedeutet er jedoch, dass mehr als jeder fünfte Sitz leer geflogen wird.

Auf der Suche nach weiteren Anpassungsmöglichkeiten an die stark schwankende Passagier-Nachfrage ist man in der kurzfristigen, flugbezogenen Kapazitätsanpassung der Flugzeugkabine durch flexible Kabinenarchitekturen fündig geworden. Sie stellt für die Fluggesellschaft einen weiteren, zusätzlichen Freiheitsgrad zur Kapazitäts- und Komfortsteuerung dar. Erste Systeme werden als Nischenprodukte bereits auf dem Markt angeboten und auch die großen OEM's (Original Equipment Manufacturer) haben das Potential solcher flexiblen Kabinenelemente erkannt.

Im Rahmen des Verbundprojektes „EffKab“ (Effiziente Kabinenarchitekturen) erforscht das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Zusammenarbeit mit dem Flugzeughersteller Airbus die Potentiale solcher flexiblen Kabinenarchitekturen.

## 1.2 Ableitung der Aufgabenstellung

Bei der Verwendung flexibler Kabinenarchitekturen stellt sich für Fluggesellschaften vor allem die Frage nach der Wirtschaftlichkeit. Für sie ist ein Geschäftsfall nur dann vorhanden, wenn der gewonnene Nutzen die entstandenen Aufwände mindestens kompensiert. Entscheidend ist dabei der betriebliche Nutzen. Das ist derjenige, welcher sich im operativen Umfeld der Fluggesellschaft, also im laufenden Betrieb, ergibt. Des Weiteren ist von Bedeutung, ob eine Werterhöhung des Produktes erreicht wird, für die Passagiere bereit sind einen höheren Preis zu bezahlen.

Im Rahmen dieser Masterarbeit soll das Erlöspotential flexibler Kabinenelemente für Fluggesellschaften und Passagiere identifiziert und – soweit möglich – quantifiziert werden. Betrachtet werden soll dafür eine flexible Sitzkonfiguration, die durch flugbezogene Anpassungen die Sitzplatzkapazität eines zivilen Großraumflugzeuges an eine individuelle Passagiernachfrage angleicht. Dieser neuartigen Möglichkeit der Kapazitätsanpassung sollen auch bestehende Formen der Flexibilität, wie z.B. die Preissteuerung der Passagier-Nachfrage, gegenübergestellt werden.

Im Speziellen soll dafür ein Modell entwickelt werden, mit dessen Hilfe das Erlöspotential der entsprechenden flexiblen Sitzkonfiguration ermittelt werden kann. Dabei soll das Revenue Management als bestehendes Anpassungsinstrument an eine volatile Passagiernachfrage mit einbezogen werden. Zur Implementierung des Modells soll die Standardsoftware Microsoft® Excel verwendet werden.

Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieser Analyse sollen anschließend in Workshops mit Vertretern von Fluggesellschaften aus einschlägigen Themenbereichen diskutiert und erweitert werden.

## 1.3 Aufbau der Arbeit

Zur Erfüllung der formulierten Aufgabenstellung und zur Erreichung ihrer Ziele wird für die vorliegende Arbeit folgende Gliederung verwendet.

Das zweite Kapitel widmet sich dem für diese Arbeit ursprünglichen Problem einer schwankenden Passagiernachfrage, welche bei Fluggesellschaften zu unausgelasteten Sitzplatzkapazitäten führt. Nach der Darstellung der Problematik werden wirkungsvolle Instrumente der Fluggesellschaften zur Anpassung an diese Schwankungen abgeleitet.

Im dritten Kapitel werden Grundlagen zum Thema der flexiblen Kabinenarchitekturen erarbeitet. Einer grundsätzlichen Einteilung folgen Erläuterungen zu konstruktionellen Rahmenbedin-

gungen und Richtlinien, bevor abschließend der Stand der Technik anhand von mehreren Beispielen flexibler Kabinenarchitekturen dargestellt wird.

Kapitel 4 beschäftigt sich mit theoretischen Ausführungen zum Thema Revenue Management. Dieses wird in die beiden Typen „mengenorientiertes Revenue Management“ und „preisorientiertes Revenue Management“ eingeteilt. Da erstgenannter Typ für die Modellentwicklung im weiteren Teil dieser Arbeit von großer Bedeutung ist, wird es ausführlich betrachtet.

Im fünften Kapitel wird die Methodik zur Ermittlung des Erlöspotentials einer flexiblen Sitzkonfiguration entwickelt. Zunächst werden dafür die technologischen Eigenschaften der flexiblen Sitzkonfiguration erläutert. Anschließend wird das mengenorientierte Revenue Management als Berechnungsansatz gewählt. Anhand dieser Informationen wird das Modell zur Berechnung des Erlöspotentials der flexiblen Sitzkonfiguration erstellt.

Das sechste Kapitel beschäftigt sich mit der Anwendung des erstellten Berechnungsmodells. Zur Implementierung wird die Standardsoftware Microsoft® Excel verwendet. Nach der Darstellung allgemeiner Hinweise zur Implementierung und Nutzung wird das Revenue Tool an einem realistischen Anwendungsbeispiel durchlaufen.

Im siebten Kapitel wird die flexible Sitzkonfiguration aus der operativen Sicht von Fluggesellschaften bewertet. Nach der Auflistung der Kosten und Nutzen werden Anwendungsmöglichkeiten bei der Fluggesellschaft dargestellt und bewertet.

Kapitel 8 fasst die Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick auf weitere Aspekte und Ansatzpunkte für weitere Arbeiten zu diesem Thema.

## 2 Schwankungen der Passagiernachfrage

Dieses Kapitel beschäftigt sich mit der Problematik einer schwankenden Passagiernachfrage. Dafür werden zunächst Gründe für das Auftreten solcher Schwankungen gesammelt, bevor anschließend erläutert wird, warum dies besonders für Fluggesellschaften ein Problem darstellt. Schlussendlich werden die Instrumente der Fluggesellschaften zur Anpassung an diese Schwankungen abgeleitet.

### 2.1 Gründe

Das in der Einleitung geschilderte Szenario des leer gebliebenen Fluggastplatzes wird oftmals damit begründet, dass die Nachfrage nach Flugreisen stark schwankt. Schwankungen der Passagiernachfrage bedeutet, dass die Nachfrage zeitlich variiert und zu Zeitpunkten mit vergleichbaren Charakteristika (z.B. Abflugtag und gleicher Tag des Vorjahres) verschiedene Werte annimmt. Im Folgenden werden Gründe für diese Schwankungen aufgezählt und erläutert.

Die Nachfragegruppe der Flugpassagiere ist sehr heterogen. Fliegen ist schon lange kein Luxusprodukt mehr, das sich nur die Oberklasse der Gesellschaft leisten kann. Globalisierung und der Fortschritt der Technik ermöglichen immer mehr Menschen, das Flugzeug als Transportmittel zu nutzen. Airbus sagt für die nächsten 20 Jahre ein weltweites jährliches Wachstum des Passagierverkehrs von 4,5% voraus. Das bedeutet, dass sich der Verkehr in den nächsten 20 Jahren mehr als verdoppeln wird [2]. Konkurrent Boeing stimmt mit der Prognose durchaus überein, so sagt der Flugzeughersteller aus den USA eine weltweite jährliche Zunahme des Passagierverkehrs von 4,82% bis zum Jahr 2035 voraus [3]. Diese Entwicklung hat keinen direkten Einfluss auf die Schwankung der Passagiernachfrage, da sich Fluggesellschaften an diese langfristigen Entwicklungen durch ihre Flottenpolitik anpassen können. Sie soll jedoch verdeutlichen, dass sich alleine durch die große Anzahl der Passagiere eine weite Spanne verschiedener Entscheidungsträger am Markt ergibt. Da jedes Individuum eigene Entscheidungen trifft, vergrößert sich die Anzahl der möglichen Einflüsse darauf, ob das Produkt Flugreise nachgefragt wird oder nicht.

Die direkt einflussnehmenden Gründe auf die Schwankungen der Passagiernachfrage liegen in den zeitlich veränderlichen, individuellen Bedürfnissen der Passagiere. Ein Beispiel der klassischen Einteilung von Passagieren mit verschiedenen Bedürfnissen, welche von Fluggesellschaften oft vorgenommen wird, ist die Unterscheidung von Geschäftsreisenden (engl. *business passengers*) und Urlaubsreisenden (engl. *leisure passengers*). Diese beiden Gruppen unter-

scheiden sich in ihrem Reiseverhalten beispielsweise in der bevorzugten Uhrzeit und dem bevorzugten Wochentag der Reise. Während Geschäftsreisende Flüge an den Randzeiten des Tages (morgens und abends) und der Arbeitswoche (Montag und Freitag) präferieren, fliegen Urlaubsreisende eher zur Kernzeit des Tages und am Wochenende [4].

Saisonale Schwankungen, etwa durch typische Urlaubszeiten, Schulferien und Feiertage, gehören ebenso zu den Gründen wie einmalig und unregelmäßig auftretende Events, Messen, Sportereignisse, aber auch Naturkatastrophen, Kriege und soziale Unruhen. Darüber hinaus hat das Image der jeweiligen Airline und des Flugverkehrs allgemein Einfluss auf die Schwankung der Nachfrage. So nahm beispielsweise das Fluggastaufkommen in Deutschland im Jahr 2002, bedingt durch die Terroranschläge vom 11. September 2001, um 3,3% ab [5].

Weitere wichtige Gründe sind die wirtschaftlichen Entwicklungen regional und national (Bruttoinlandsprodukt, BIP) oder international (Weltwirtschaft), sowie die Entwicklung des Ticketpreises durch verschiedene Fluggesellschaftstypen wie Netz-, Charter-, oder Billigfluggesellschaften. Eine Übersicht über die Einflussfaktoren auf die Schwankungen der Passagiernachfrage zeigt Abbildung 2.1.

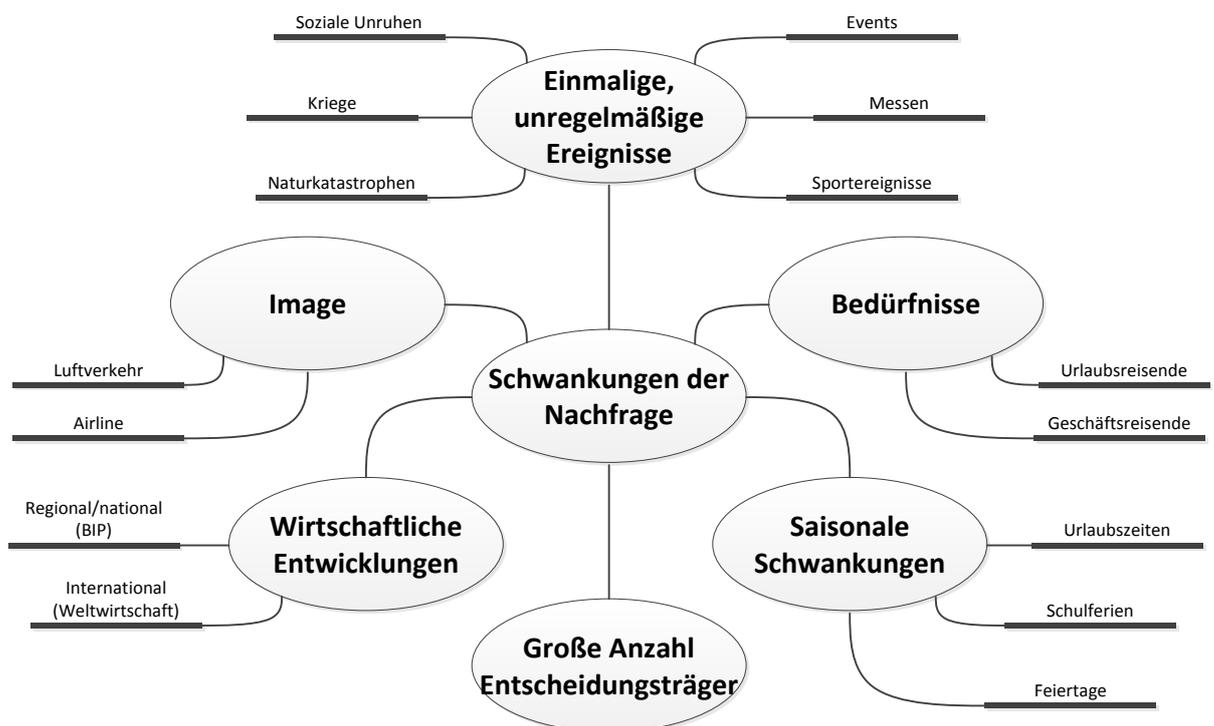


Abbildung 2.1: Einflussfaktoren auf die Schwankung der Passagiernachfrage

## 2.2 Problematik im Luftverkehr

Schwankende Nachfragen sind in vielen Branchen anzutreffen. Dabei stellt sie für einige Branchen größere Probleme dar als für andere. Im Luftverkehr wird dem Problem der schwankenden Nachfrage viel Aufmerksamkeit gewidmet, hat der richtige Umgang mit ihr doch starke Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit von Fluggesellschaften.

Die folgende Liste aus [6] zeigt, warum eine schwankende Passagiernachfrage für Fluggesellschaften ein Problem darstellt. Die einzelnen Aspekte werden im Folgenden erläutert:

- „Weitgehend fixe“ Kapazitäten
- „Nichtlagerfähigkeit“ von Produkten bzw. „Verderblichkeit“ von Kapazitäten bei nicht erfolgter Nutzung
- Hohe fixe Kosten für die Kapazitätsbereitstellung versus geringe Grenzkosten für die Leistungserstellung
- Nicht sichere Vorhersehbarkeit der Nachfrage

### „Weitgehend fixe“ Kapazitäten

Unter dem Begriff Kapazität wird im Flugverkehr die Sitzplatzanzahl eines Flugzeuges verstanden. Diese Kapazität wird im Allgemeinen als „fix“, also nicht veränderbar und somit unflexibel, angesehen. Technische Entwicklungen und Betriebskonzepte zur Flexibilität von Kabinenelementen verdeutlichen jedoch besonders vor dem Hintergrund der vorliegenden Arbeit, dass der Ausdruck „weitgehend fix“ nicht mehr ausnahmslos zutrifft und sich – auch durch diese Arbeit – in Zukunft weiter verändern wird. In der jüngeren Literatur wird diese Annahme deshalb kritisch hinterfragt. Klein und Steinhardt [6] bemängeln beispielsweise die Unschärfe des Ausdrucks. Den Autoren nach ist er als problematisch zu erachten, da zum Beispiel im operativen Betrieb des Flugverkehrs je nach Nachfrage für eine Verbindung kurzfristig unterschiedliche Flugzeuge eingesetzt oder die Bestuhlung des Flugzeugs geändert werden kann, sodass der Begriff der „fixen Kapazität“ nicht mehr zutrifft (siehe Kap. 2.3.1 Flexible Kabinenarchitekturen und Kap. 2.3.3 Flugzeugtausch). Die Autoren verwenden deswegen den Begriff der „mangelnden operativen Flexibilität“, unter dem sie verschiedene Aspekte zusammenfassen und so unter anderem das mangelnde kurzfristige Anpassungsvermögen vor einem Flug mit einbeziehen.

Die operative Flexibilität ist für diese Arbeit der große Ansatzpunkt. Sie bezieht sich, wie oben beschrieben, auf die kurzfristige, flugbezogene Anpassung an die Nachfrage. Weniger Bestandteil dieser Arbeit, der Vollständigkeit halber aber an dieser Stelle erwähnt, ist die Anpassung an die Nachfrage im strategischen (langfristigen) und taktischen (mittelfristigen) Flugbetrieb. Dies sind beispielsweise die Neugestaltung des Kabinenlayouts, die Beschaffung zusätzlicher Flug-

zeuge, die Einbeziehung eines weiteren Hubs oder die Einrichtung weiterer Flugverbindungen. Eine Kapazitätsanpassung auf strategischer oder taktischer Ebene erfolgt sprunghaft, hat großen Einfluss auf den notwendigen zeitlichen Vorlauf und resultiert in hohen Kosten.

### **„Nichtlagerfähigkeit“ von Produkten bzw. „Verderblichkeit“ von Kapazitäten bei nicht erfolgter Nutzung**

Charakteristisch für das Produkt „Flugreise“ ist, dass es ein Ablaufdatum besitzt. Dieses ist unter keinen Umständen verschieb- oder erweiterbar. Werden bereitgestellte Kapazitäten zum Zeitpunkt der Leistungserstellung – also bei Durchführung des Fluges – nicht in Anspruch genommen, so bringen sie der Fluggesellschaft keinen Erlös. Das Ablaufdatum wird dabei im Augenblick des Schließens des Abfluggates erreicht.

Anders als im produzierenden Gewerbe, bei dem sich die Vorausproduktion lagerfähiger Güter für einen Markt effizient planen lässt [6], ist die Nichtlagerfähigkeit im Dienstleistungsbereich allgemein auf die Immaterialität der Güter zurückzuführen [7]. Trotz dieser für die Allgemeinheit der Dienstleistungsbranche zutreffenden Eigenschaft, ist besonders für den Flugverkehr die „Verderblichkeit von Produkten“ ein Problem, da das Produkt i.d.R. hochwertig ist und die leer gebliebene Kapazität nicht anderweitig genutzt werden kann. So verursacht beispielsweise ein nicht wahrgenommener Friseurtermin deutlich geringere Leerkosten als ein unbesetzter Fluggastsitz und die freie Kapazität des Friseurs kann einfacher anderweitig genutzt werden als der leere Sitz.

### **Hohe fixe Kosten für die Kapazitätsbereitstellung versus geringe Grenzkosten für die Leistungserstellung**

Ein Großteil der Kosten von Fluggesellschaften zur Durchführung eines Fluges sind Fixkosten. Das sind diejenigen Kosten, welche unabhängig von der Anzahl der abgesetzten Produkte entstehen. Typische Fixkosten sind beispielsweise die Bereitstellung und Unterhaltung der Flugzeugflotte und der Hubs, sowie die Gehälter von Flug-, Kabinen- und Bodencrew.

Zusätzlich zu den Fixkosten ergeben sich die Grenzkosten durch den Absatz einer weiteren Leistungseinheit – in diesem Fall eines weiteren Sitzplatzes – bei der Benutzung der ohnehin vorhandenen Kapazität. Bei Fluggesellschaften sind dies für jeden Passagier Abfertigungsgebühren, Bordverpflegung und Versicherung. In Relation zu den hohen Fixkosten sind diese Grenzkosten jedoch sehr gering. Fluggesellschaften handeln deshalb erlösmaximierend, da durch die geringen Grenzkosten der Gewinn als Erlös approximiert werden kann [8]. Jeder

unbesetzte Fluggastsitz verursacht folglich hohe Leerkosten und der Fluggesellschaft geht ein Großteil des Erlöses verloren.

### **Nicht sichere Vorhersehbarkeit der Nachfrage**

Marktentscheidungen werden von menschlichen Individuen getroffen und sind damit nicht sicher vorhersehbar. Um die Nachfrage am Markt passend mit Angeboten zu versorgen, versuchen Fluggesellschaften die zukünftige Nachfrage möglichst realitätsnah vorherzusagen. Hierfür werden mit hochentwickelten Vorhersage-Algorithmen Vergangenheitsdaten ausgewertet, um Vergleichswerte für aktuelle oder zukünftige Marktsituationen zu erhalten (siehe Kap. 4 Revenue Management Theorie). Diese Vorhersagen unterliegen jedoch immer stochastischen Eigenschaften und sind daher stets fehlerbehaftet.

## **2.3 Instrumente der Fluggesellschaften zur Anpassung an die schwankende Passagiernachfrage**

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht über wirkungsvolle Instrumente, welche von Fluggesellschaften zur Anpassung an die eine schwankende Passagiernachfrage angewendet werden.

### **2.3.1 Flexible Kabinenarchitekturen**

Unter „flexiblen Kabinenarchitekturen“ wird im Allgemeinen die Fähigkeit von Kabinenelementen oder der ganzen Flugzeugkabine verstanden, sich an verschiedene Bedingungen anzupassen. Im Sinne der vorliegenden Arbeit liegt das Hauptaugenmerk auf Kabinenmodulen und -monumenten im Passagierbereich, welche sich in irgendeiner Art und Weise in verschiedene Benutzermodi überführen lassen. Im Speziellen wird zur Anpassung an die schwankende Passagiernachfrage eine flexible Sitzkonfiguration betrachtet, welche eine Anpassung der Sitzplatzkapazität eines Flugzeuges an eine individuelle Passagiernachfrage ermöglicht.

Oft wird in Zusammenhang mit flexiblen Kabinenarchitekturen auch von sog. rekonfigurierbaren Kabinen(-elementen) oder einfach Kabinenrekonfiguration gesprochen. Rekonfiguration ist die Verwendung flexibler Komponenten nach EIS (*Entry into service*, Betriebsbeginn eines Flugzeuges) [9]. Sie erlaubt dem Flugzeugbetreiber ein und dasselbe Flugzeug mit verschiedenen möglichen auswechselbaren Kabinenkonfigurationen und -layouts zu betreiben. Das Kapitel 3 gibt eine detaillierte Beschreibung der Theorie, sowie eine Übersicht über den Stand der Technik von flexiblen Kabinenarchitekturen.

### 2.3.2 Revenue Management

Beim *Revenue Management* (Ertragsmanagement) wird von Fluggesellschaften eine *Preissteuerung der Nachfrage* vorgenommen. Dabei wird während der laufenden Buchungsperiode der Ticketpreis verändert oder die Verfügbarkeit von Buchungsklassen – also von zur Verfügung stehenden Tarifen – gesteuert. Vor Beginn der Buchungsperiode wird eine auf Vergangenheitsdaten beruhende, zu erwartende Buchungskurve prognostiziert. Anschließend wird diese Kurve mit den real eintreffenden Buchungen verglichen. Bei Abweichungen, welche eine gewisse Toleranzzone überschreiten, wird durch Preisveränderung oder das Öffnen oder Schließen von Buchungsklassen versucht, die zukünftig eintreffende Nachfrage zu beeinflussen. Dabei haben Preissteigerungen oder das Schließen von (niedrigen) Buchungsklassen i.d.R. eine Abnahme der Nachfrage zur Folge, Preissenkungen oder das Öffnen von (niedrigen) Buchungsklassen induzieren i.d.R. eine Zunahme der Nachfrage.

Der Zusammenhang von Nachfrage und Preis wird durch die *Preiselastizität der Nachfrage* (*Elasticity of Demand, E*) beschrieben. Sie gibt an, wie stark sich die Nachfrage in Folge einer 1%igen Preiserhöhung verringert. Ändert sich die Nachfrage stärker als der Preis ( $E < -1$ ), wird die Nachfrage als elastisch bezeichnet. Ist die Nachfrageänderung schwächer als die Preisänderung ( $0 > E > -1$ ), wird von unelastischer Nachfrage gesprochen. Eine Preiselastizität der Nachfrage von bspw. -1,5 bedeutet, dass bei einer 1%igen Preiserhöhung die Nachfrage um 1,5% abnimmt.

Die Nachfrage wird von Personen getätigt, welche verschiedenen Kundensegmenten angehören. Aus diesem Grund besitzen verschiedene Personen unterschiedliche Preiselastizitäten. Typische Unterscheidungen werden, wie in Tabelle 2.1 zu erkennen ist, beispielsweise zwischen eher unelastischen Geschäftsreisenden (Business) und eher elastischen Urlaubsreisenden (Leisure) vorgenommen.

Tabelle 2.1: Preiselastizitäten von Geschäfts- und Urlaubsreisenden, sowie Lang- und Kurzstrecke [10]

		Long-haul price elasticities	Short-haul price elasticities
International business	Business	-0,3	-0,7
Domestic business		-1,1	
International leisure	Leisure	-1,0	-1,5
Domestic leisure		-1,1	

Da jede Nachfragekurve elastische und unelastische Bereiche besitzt, gelten die oben beschriebenen Gesetze nur bis zu einem bestimmten Punkt, also ausschließlich für kleine Änderungen des Preises. Bei großen Preisänderungen werden andere Bereiche der Nachfragekurve erreicht, in welchen andere Preiselastizitäten gelten [11].

Die Preissteuerung der Nachfrage ist ein zentraler Aspekt des Revenue Managements. Zum Verständnis der Modelle und Methoden des Revenue Managements ist es nötig, das Thema ausführlich zu betrachten. Eine tiefergehende Beschreibung und theoretische Ausführungen dazu finden sich in Kap. 4.

### 2.3.3 Weitere

#### Flexible Produkte

Bei einem „flexiblen Produkt“ handelt es sich um das Produkt „Flugreise“, welches der Fluggesellschaft durch eine zeitliche Flexibilität einen gewissen Handlungsspielraum zur Reaktion auf Nachfrageschwankungen bietet. Die zeitliche Flexibilität des Produktes besteht dabei darin, dass der Kunde zum Kaufzeitpunkt keinen festgelegten Abflugzeitpunkt, sondern lediglich eine gewisse Zeitspanne wählt, in der die Leistungserstellung – das ist der Transport von A nach B – erfolgen muss [12]. Mögliche Zeitspannen können sich dabei über Stunden, aber auch Tage erstrecken. Die Zuweisung des Fluges, also die Festlegung des genauen Abflugzeitpunktes, überlässt der Kunde damit der Fluggesellschaft [13].

Als Gegenleistung für diese Einschränkung werden flexible Tickets sehr günstig angeboten, weshalb sie zeitlich früh in der Buchungsperiode von eher preissensiblen Kunden erworben werden. Zu diesem frühen Verkaufszeitpunkt besteht eine erhöhte Unsicherheit über die zukünftig eintreffende Nachfrage. Diese Unsicherheit ist zum Zuweisungszeitpunkt, also zum Zeitpunkt der Bekanntgabe des Abflugdatums an den Kunden (i.d.R. ein paar Tage vor Abflugdatum), deutlich geringer. Kapazitäten nachfrageschwacher Flüge können so durch die Zuweisung von Passagieren besser genutzt und die schwankende Nachfragekurve geglättet werden.

Ein flexibles Produkt dient dabei auch als Abgrenzungstarif (engl. *fare fence*) der Marktsegmentierung (siehe Kap. 4.2.1.1). Durch die Unsicherheit über den Zeitpunkt der Leistungserstellung kann dieses Produkt nicht von zeitsensiblen Kunden in Anspruch genommen werden. Flexible Produkte stellen also eine Erweiterung zu den existierenden Verfahren des Revenue Managements dar. Im Sinne der Nachfragesteuerung können flexible Produkte außerdem durch ihren niedrigen Preis auch als Nachfrageinduktion fungieren, also Nachfrage generieren [14].

Nicht zu verwechseln ist ein flexibles Produkt mit dem *flexiblen Ticket* der Deutschen Bahn oder entsprechenden flexiblen Tarifen der Fluggesellschaften. Zwar wird bei diesen der Zeitpunkt der Leistungserstellung ebenfalls erst relativ kurz vorher festgelegt, die Entscheidung über diesen Zeitpunkt obliegt jedoch dem Kunden selbst. Diese Eigenschaft ist daher vor allem für zeitsensible Geschäftsreisende interessant, genau im Gegensatz zum flexiblen Produkt. Der Preis für ein flexibles Ticket der Bahn oder eines flexiblen Tarifes bei Fluggesellschaften ist folglich höher als der unflexibler Tickets und Tarife.

### **Flugzeugtausch**

Eine weitere Möglichkeit für Fluggesellschaften, sich an die schwankende Nachfrage anzupassen, ist der kurzfristige Austausch des ursprünglich ausgewählten Flugzeuges durch ein Flugzeug mit einer anderen Kapazität [8]. Unter dem Begriff der „dynamischen Flottensteuerung“ haben Airlines die Möglichkeit, bis kurz vor dem Abflugdatum Flugzeuge zu tauschen. Dabei bietet sich vor allem der Tausch von Turbojet- und Turboprop-Flugzeugen an. Letztere haben meist eine geringere Kapazität und einen geringeren Treibstoffverbrauch. Im Falle einer Unterauslastung kann folglich die Anzahl leerer Sitze reduziert und zusätzlich Treibstoff gespart werden.

Bei einem Austausch des Flugzeuges müssen jedoch einige Aspekte berücksichtigt werden. Die ursprünglichen Kapazitätsentscheidungen werden aufgrund von Vergangenheits- und Erfahrungswerten im *fleet assignment process* (Flottenzuweisungsprozess), welcher im taktischen Plan und damit vor Beginn des Buchungszeitraumes anzusiedeln ist, getroffen. Die Zuweisung des Bordpersonals zu den jeweiligen Flügen wird im *crew scheduling process* durchgeführt. Dieser ist zwar zeitlich deutlich nach dem *fleet assignment process* anzusiedeln, muss aber aufgrund von Tarifverträgen der beschäftigten Crewmitglieder und staatlichen Regularien geraume Zeit vor Abflugdatum feststehen, bei United Airlines sind dies beispielsweise 8-12 Wochen [15]. Eine Anpassung der Kapazität durch den Tausch des Flugzeuges bietet sich an, je mehr sichere Informationen über die aktuelle Nachfrage vorhanden sind. Das ist jedoch erst der Fall, wenn das Abflugdatum in naher Zukunft liegt. Die Problematik ergibt sich nun daraus, dass Crewmitglieder nur Zulassungen für ausgewählte Flugzeugmuster besitzen. Bei den Piloten gibt das *type rating* darüber Auskunft, welcher Flugzeugtyp von dem jeweiligen Piloten geflogen werden darf. Wird also das Flugzeug zu einer bereits festgelegten Crew getauscht, so ist darauf zu achten, dass die jeweiligen Zertifizierungen für das neue Flugzeugmuster ebenfalls vorliegen. Erreicht wird dieses meist dadurch, dass nur Flugzeuge derselben Flugzeugfamilie untereinander getauscht werden, da *type ratings* für alle Flugzeuge einer Flugzeugfamilie ver-

geben werden. Beispiele sind hierfür sind die A320-Familie von Airbus mit Kapazitäten von 100 (A318) bis 240 (A321neo) Sitzplätzen [16] oder die 737-Familie von Boeing mit Kapazitäten von 126 (737-700) bis 220 (737-900ER) Sitzplätzen [17].

Ein weiterer Aspekt ergibt sich vor allem für Netzfluggesellschaften, welche komplexe *Hub&Spoke*-Netze (Nabe&Speiche-Netze) betreiben. Für sie macht es nur Sinn, Flugzeuge zu tauschen, welche in *simple loops* (einfache Schleifen) eingesetzt werden. Diese Flugzeuge fliegen immer denselben Flugabschnitt, hin und zurück. Ein Tausch dieses Flugzeuges hat dadurch nur Auswirkungen auf diese beiden Flüge, nicht aber auf weitere Flugverbindungen des Flugnetzes. Im Gegensatz dazu hat der Tausch eines Flugzeuges, welches nach dem zu optimierenden Flugabschnitt noch andere Orte anfliegt bevor es zum Ausgangsort zurückkehrt, Auswirkungen auf jeden einzelnen Flugabschnitt dieses Zyklus [15].

## 3 Flexible Kabinenarchitekturen

Das vorliegende Kapitel gibt einen Überblick über die theoretischen Grundlagen und den Stand der Technik von flexiblen Kabinenarchitekturen.

### 3.1 Einteilung

Wie in Kap. 2.3.1 beschrieben, wird im Zusammenhang mit flexiblen Kabinenarchitekturen oft von Kabinenrekonfiguration gesprochen. Dabei wird eine Einteilung von verschiedenen Kabinenrekonfigurationen im Allgemeinen hauptsächlich durch den Grad der Anpassung und den Zeitraum, in dem eine Anpassung durchgeführt wird, vorgenommen. Anhand dieser Einteilung lassen sich drei Gruppen von Kabinenrekonfigurationen identifizieren:

#### 1. **Flugbezogene Anpassung:**

Anpassungen werden in der *Turnaround-Time* (Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Flügen desselben Flugzeuges, in der es für den nächsten Flug vorbereitet wird), also im laufenden Flugbetrieb, vorgenommen. Solche Anpassungen müssen daher schnell und unkompliziert – z.B. ohne Werkzeug – meist von der Kabinencrew durchgeführt werden können. Dies kann zum Beispiel das Einstellen eines Multifunktionssitzes für den nächsten Fluggast sein. Für die vorliegende Arbeit ist diese Kategorie von großer Bedeutung.

#### 2. **Light reconfiguration (leichte Rekonfiguration):**

Anpassungen werden zwar ebenfalls im laufenden Flugbetrieb, jedoch lediglich im Übernachtungsstopp des Flugzeuges (ca. 8h) vorgenommen. Änderungen dieses Typs werden mehrmals im Jahr durchgeführt und sollen meist saisonale Schwankungen der Nachfrage abfedern. So wird zum Beispiel die Sitzplatzanzahl in verschiedenen Beförderungsklassen verändert, um zwischen Sommer- und Winterflugplan zu wechseln oder auf die Eröffnung oder Schließung von Flugrouten zu reagieren.

#### 3. **Heavy reconfiguration (große Rekonfiguration):**

Anpassungen dieser Art werden in verschiedenen *Letter-Checks* (z.B. *C-Check*, Dauer 3-5 Tage, alle 15-18 Monate) vorgenommen. Dabei handelt es sich um große Änderungen der Kabineneinrichtung. Gründe hierfür können z.B. der Fortschritt des Standes der Technik, der Wechsel des Flugzeugbetreibers bei geleasteten Flugzeugen, oder die Anpassung an Marktänderungen sein.

## 3.2 Konstruktionelle Rahmenbedingungen und Richtlinien

Um ein Produkt zu erstellen, welches die Ansprüche einer hohen Flexibilität erfüllen soll, müssen bei der Entwicklung und Auslegung neben den allgemeingültigen Bedingungen zusätzlich spezielle Bedingungen beachtet werden. Es ergibt sich ein Arbeitsaufwand, welcher allgemein als erhöht betrachtet werden kann. Abwägungen über die Wirtschaftlichkeit des Entwicklungsaufwandes sind aus diesem Grund unabdingbar.

Allgemeingültige Rahmenbedingungen für die Auslegung von Kabinenarchitekturen regelt die Richtlinie *Certification Specification 25 (CS 25)* [18], welche für zivile Großraumflugzeuge gilt. Aus ihr ergeben sich unter anderem Anforderungen an die Sicherheit, z.B. in Form von Brandschutz und Not-Evakuierung. Auch die maximal ertragbaren Beschleunigungslasten, welche für alle Kabinenelemente als Auslegungsparameter gelten, sind in dieser Richtlinie festgelegt. Als Eckwerte für statische Lastvielfache ergeben sich:

- 9g vorwärts
- 3g (4g) seitwärts (Sitze)
- 3g aufwärts
- 6g abwärts
- 1,5g rückwärts

Für Passagiersitze gelten zusätzlich folgende Eckwerte für dynamische Lastvielfache[18]:

- 14g abwärts
- 16g vorwärts

Neben diesen allgemeingültigen Bedingungen ergeben sich durch die geforderte Flexibilität weitere Anforderungen. So ist es beispielsweise notwendig, Schnittstellen von flexiblen Kabinenelementen (Modulen und Monumenten) modular auszulegen. Das bedeutet, räumliche und betriebsbedingte Größen und Funktionen standardisiert zu betrachten. Die Schaffung von Standards und die flexible und modulare Auslegung von Bauteilen ist ein zentraler Bestandteil bei der Betrachtung von flexiblen Kabinenelementen. Aufgrund der Fokussierung der vorliegenden Arbeit auf die Ermittlung des betrieblichen Nutzens von flexiblen Kabinenelementen werden diese Aspekte im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht weiter vertieft.

## 3.3 Beispiele

Im Folgenden werden einige Beispiele für bereits bestehende und am Markt erhältliche Lösungen von flexiblen Kabinenarchitekturen aufgezeigt und beschrieben.

### Cabin Flex Zones:

*Cabin Flex Zones* sind flexible Zonen in der Flugzeugkabine. Sie kennzeichnen Bereiche, in denen es möglich ist, Monumente auf verschiedenen Positionen zu installieren. Voraussetzung sind geeignete Schnittstellen zur Befestigung (sog. *Fixpoints*) und zur Strom-, sowie zur Wasser- und Abwasserversorgung dieser Monumente. Als Beispiel zeigt Abbildung 3.1 verschiedene *Cabin Flex Zones* zur Installation von Bordtoiletten (engl. *Lavatories*).



Abbildung 3.1: *Cabin Flex Zones* (blau) – *Lavatory* [9]

### Light reconfiguration:

Abbildung 3.2 zeigt ein Beispiel für eine *light reconfiguration*, wie sie oben beschrieben wurde. Kabinenelemente, die innerhalb der Kabine durch Verschiebungen ihren Platz ändern, sind blau dargestellt. Elemente, die aus dem Flugzeug entfernt oder neu im Flugzeug montiert werden, sind gelb markiert.

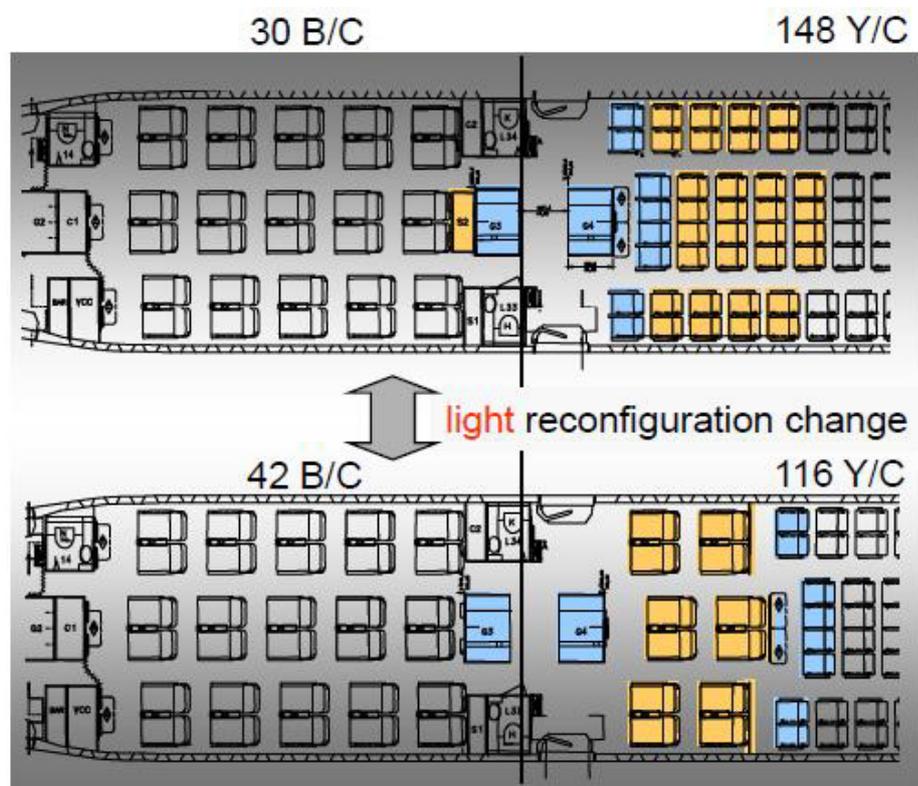


Abbildung 3.2: *Light reconfiguration change* einer Flugzeugkabine [9]

**Convertible Seating System:**

Innovative, flexible Sitzkonzepte gelangen zunehmend in das Betrachtungsfeld von flexiblen Kabinenelementen. Abbildung 3.3 zeigt ein Beispiel eines transformierbaren Sitzkonzeptes, welches für Langstreckenflüge entworfen wurde. Dabei können Sitze der Premium Economy-Class durch flugbezogene Anpassungen in die höhere Beförderungsklasse Business Class transformiert werden und umgekehrt.



Abbildung 3.3: Flexibler Sitz "Butterfly" Premium Economy – Business [19]

Abbildung 3.4 zeigt einen flexiblen Fluggastsitz für den Kurz- und Mittelstreckenmarkt. Auch hier wird durch Transformation eines oder mehrerer Sitze der Wechsel in eine höhere (oder niedrigere) Beförderungsklasse erreicht. Dies äußert sich durch das Bereitstellen von mehr Beinfreiheit und dem Freilassen des Mittelsitzes in der Business Class.



Abbildung 3.4: Flexibler Sitz "Checkerboard" Economy – Business [20]

**Side Slip Seat:**

Ein anderes flexibles Sitzkonzept zielt auf die Optimierung des *Boarding-* und *Deboarding-* Prozesses (Ein- und Ausstieg der Passagiere ins/aus dem Flugzeug) ab. Diese Prozesse stellen zusammen mit den dazwischenliegenden Prozessen „Kabinensäuberung“ und „Catering“ den kritischen Pfad des *Turnarounds* (Wiederaufbereitung des Flugzeuges zwischen zwei Flügen) dar, da die Prozesskette, auch aufgrund ihrer rein seriellen Staffelung, die zeitlich längste ist. Kürzere Bodenstandzeiten sind ohne die Verbesserung dieser Prozesskette bisher nicht möglich. Das Side Slip Seat-Konzept, welches in Abbildung 3.5 dargestellt ist, erreicht durch ein seitliches Verschieben des Gangsitzes über den benachbarten Mittelsitz eine vergrößerte Gangbreite, welche es Passagieren ermöglicht, beim Boarding schneller zu ihrem Platz zu gelangen und beim Deboarding schneller das Flugzeug zu verlassen.



Abbildung 3.5: Flexibler Sitz "Side Slip Seat" Flugmodus - (De-)Boardingmodus [21]

**Movable Class Divider:**

Sog. *Movable Class Divider* (verschiebbare Klassen-Trennung) dienen zur räumlichen Abgrenzung zwischen Business- und Economy-Class. Sie sind dabei parallel zur Flugrichtung verschiebbar und werden durch Schienen an der Kabinendecke und dem *Overhead Stowage Compartment* (OHSC, Deckengepäckfach) geführt. Die Abgrenzung zwischen den Beförderungsklassen erfolgt i.d.R. durch Vorhänge, da diese durch ihre Einfachheit sehr flexibel und leicht zu justieren sind. Ein typischer Movable Class Divider ist in Abbildung 3.6 dargestellt.

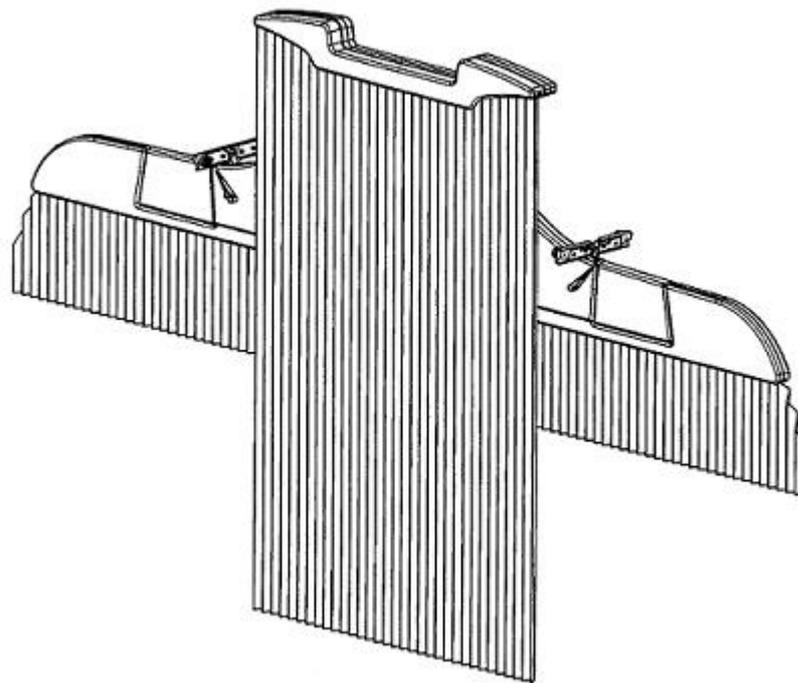


Abbildung 3.6: Movable Class Divider [22]

## 4 Revenue Management Theorie

Kapitel 4 widmet sich den theoretischen Grundlagen des Revenue Managements. Folgend auf die Beschreibung der geschichtlichen Entstehung wird eine Einteilung in die zwei verschiedenen Typen „mengenorientiertes Revenue Management“ und „preisorientiertes Revenue Management“ vorgenommenen. Das mengenorientierte Revenue Management wird dabei sehr ausführlich behandelt, da es im weiteren Verlauf dieser Arbeit als Grundlage für die Entwicklung des Modells dient. Ausführungen zum Thema der Überbuchungssteuerung schließen dieses Kapitel ab.

### 4.1 Entstehung

Durch die Deregulierung des US-amerikanischen Luftverkehrsmarktes 1978 wurden die bis dahin geltenden staatlichen Vorgaben für Flugticketpreise aufgehoben. In dessen Folge drangen Billigfluggesellschaften auf den Markt, welche durch ihre niedrige Kostenstruktur sehr günstige Tickets anbieten konnten und so den etablierten Netzfluggesellschaften preissensible Privatreisende als Kunden abwarben. Ein Herabsetzen des eigenen Ticketpreisniveaus und damit ein allgemeines Anpassen an die Billigfluggesellschaften war für die Netz-Airlines nicht möglich, da die eigenen Kosten durch heterogene Flotten- und Personalstrukturen zu hoch waren [14].

Um diesem Problem zu entgegnen, entwickelte American Airlines 1985 als erste Fluggesellschaft den Ansatz, Ticketpreise an Tarife und Bedingungen zu knüpfen. Für die abgewanderten preissensiblen Kunden wurde der sog. *Ultimate Super Saver*-Tarif eingeführt, welcher mit den Preisen der Billigfluggesellschaften mithalten konnte oder diese sogar noch unterbot. Voraussetzung zur Buchung dieses Tarifes war jedoch eine Vorausbuchungsfrist von mindestens 21 Tagen, wodurch dieser Tarif für spätbuchende Geschäftsreisende uninteressant war [11]. American Airlines hatte so den Vorteil, viele Kunden aus dem Niedrigpreissegment zu bedienen, konnte auf der anderen Seite aber auch ihre frühere Ausrichtung auf vielzahlende Geschäftsreisende wahren. Billigfluggesellschaften hingegen konnten lediglich das Kundensegment der preissensiblen Privatreisenden bedienen, wodurch keine hohen Margen erzielt werden konnten.

Durch die Einführung dieses Ansatzes stellte sich für Netzfluggesellschaften jedoch die Frage, wie viele Tickets zu den niedrigen Preisen verkauft werden sollten, ohne dass später im Buchungsverlauf Geschäftskunden mit einer hohen Zahlungsbereitschaft abgelehnt werden

mussten. Dieses Problem, verbunden mit der oben beschriebenen Preisentwicklung, führte dazu, dass der Ansatz in den folgenden Jahren von vielen Netzfluggesellschaften übernommen und weiterentwickelt wurde. Heute wenden alle großen Airlines Techniken des Revenue Managements an, welche in den meisten Fällen zu hochentwickelten Datenverarbeitungssystemen und Vorhersagemodellen gewachsen sind [7].

## 4.2 Typen

Beim „Revenue Management im weiteren Sinne“ (i. w. S.) wird zwischen zwei verschiedenen Ansätzen unterschieden. Das für Netzfluggesellschaften relevante **mengenorientierte Revenue Management**, welches typischerweise als „klassische Revenue Management“, oder „Revenue Management im engeren Sinne“ (i. e. S.) bezeichnet wird, wird im Folgenden ausführlich erläutert. Anschließend wird das eher im Handel und nur bei wenigen Billigfluggesellschaften anzutreffende **preisorientierte Revenue Management**, welches oft einfach nur als *Dynamic Pricing* bezeichnet wird, weniger tiefgehend behandelt. Abbildung 4.1 verdeutlicht die Einteilung.

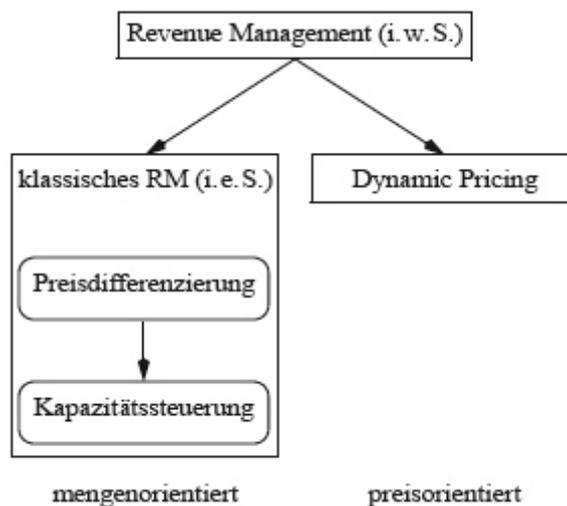


Abbildung 4.1: Revenue Management und Dynamic Pricing [6]

### 4.2.1 Mengenorientiertes Revenue Management

Thema dieses Abschnitts ist das mengenorientierte Revenue Management, welches oftmals als das traditionelle- oder Standard-Revenue Management angesehen wird [8]. Es hat eine weit verbreitete Anwendung im Luftverkehr und ist deshalb für diese Arbeit von großer Bedeutung. Beim mengenorientierten Revenue Management werden verschiedene Preise in Form von Buchungsklassen vorgegeben, welche bis zur Leistungserstellung i.d.R. nicht verändert werden

und durch eine Mengensteuerung gelenkt werden [23]. Hierbei kommen verschiedene Methoden und Werkzeuge zur Anwendung, welche im Folgenden näher erläutert werden.

#### 4.2.1.1 Preisdifferenzierung und Marktsegmentierung

Ein wesentliches Element des mengenorientierten Revenue Managements ist die Preisdifferenzierung. Sie bedeutet, dass von verschiedenen Kunden für das gleiche Produkt ein unterschiedlicher Preis verlangt wird [24]. Im Falle eines Tickets für einen Sitzplatz im Flugzeug ist dieses Phänomen wohl jedem bekannt. So unterscheidet sich ein Sitzplatz nicht (oder nur sehr wenig) von einem anderen Sitzplatz der gleichen Beförderungsklasse (z.B. Economy-Class). Trotzdem haben viele Fluggäste einen unterschiedlichen Preis bezahlt.

Hintergrund dieser Preisdifferenzierung ist, dass verschiedene Kunden verschiedene Zahlungsbereitschaften für Produkte besitzen. Ziel der Preisdifferenzierung ist es, von jedem Kunden möglichst die volle Höhe der Zahlungsbereitschaft abzuschöpfen, also die Konsumentenrente zu maximieren [11]. Im Folgenden soll dies an einem Beispiel demonstriert werden.

Für jeden Flug ergibt sich eine Preis-Nachfrage-Kurve, welche aus den verschiedenen Zahlungsbereitschaften der potentiellen Passagiere resultiert. In dieser Kurve gibt es einen Preis, ab dem kein Passagier mehr bereit ist, das Produkt zu erwerben. Je tiefer der Preis von diesem Grenzpreis aus fällt, desto größer wird die Zahl der Passagiere, die bereit sind, für dieses Produkt zu bezahlen. Abbildung 4.2 zeigt eine einfache, lineare Preis-Nachfragekurve, welche sich für einen Flug mit einer Gesamtnachfrage von 100 potentiellen Passagieren und einer maximalen Zahlungsbereitschaft von 500€ ergibt.

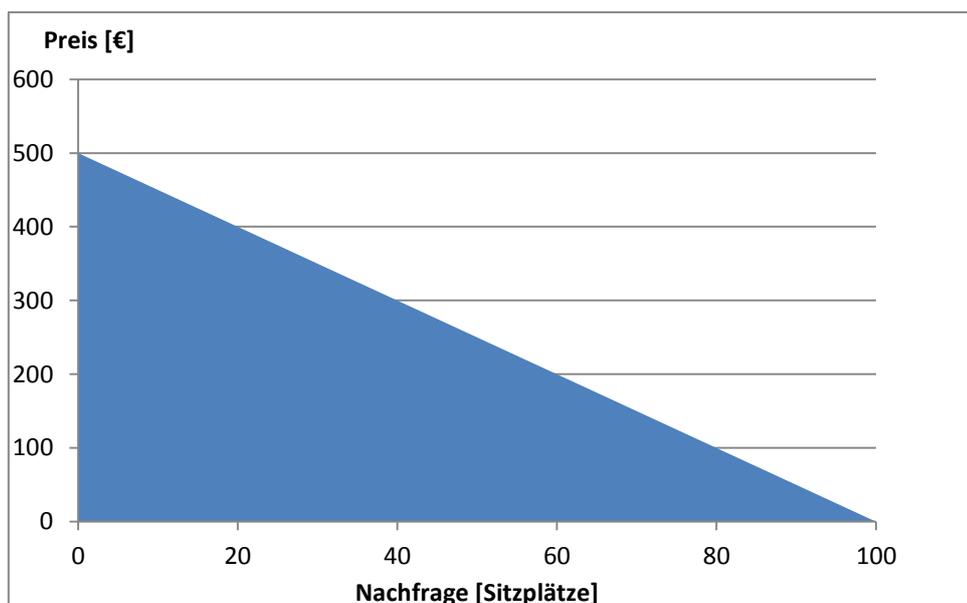


Abbildung 4.2: Beispiel einer linearen Preis-Nachfrage-Kurve

Wird nun für jeden Sitzplatz auf diesem Flug der gleiche Preis von beispielsweise 200€ verlangt, so ergibt sich eine Anzahl von 60 Passagieren, welche bereit sind, diesen Preis zu bezahlen. Folglich summiert sich der Gesamterlös für diesen Flug auf  $60 \cdot 200\text{€} = 12000\text{€}$ . Dieser Gesamterlös wird durch die rote Fläche in Abbildung 4.3 verdeutlicht.

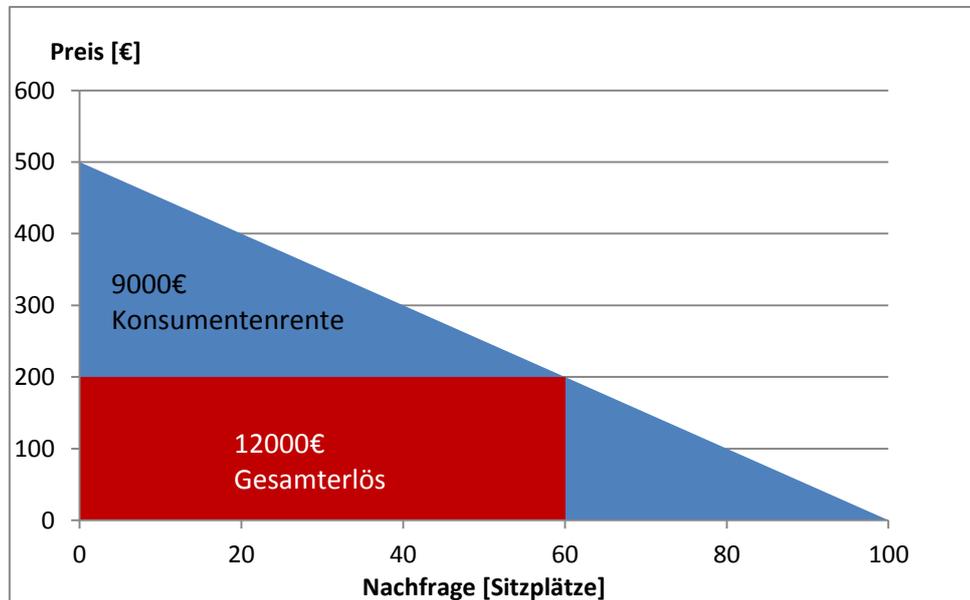


Abbildung 4.3: Gesamterlös beim Einheitspreis von 200€ pro Sitzplatz = 12000€

Es ist zu erkennen, dass das Ergebnis nicht optimal ist, da zum einen die Konsumentenrenten der Passagiere, welche eigentlich bereit wären, einen höheren Preis zu bezahlen, nicht abgeschöpft werden (hier: 9000€). Zum anderen sind 40 potentielle Passagiere nicht bereit, diesen Preis zu bezahlen, womit entsprechende Sitze unbesetzt bleiben.

Mit Hilfe der Preisdifferenzierung ist es möglich, die individuellen Zahlungsbereitschaften der Kunden auszunutzen und so den Gesamterlös zu erhöhen. Wie in Abbildung 4.4 zu sehen ist, hat sich der Gesamterlös auf  $20 \cdot 400\text{€} + 20 \cdot 300\text{€} + 20 \cdot 200\text{€} + 20 \cdot 100\text{€} = 20000\text{€}$  erhöht, wohingegen die Konsumentenrente nur noch 4000€ beträgt. Darüber hinaus bleiben lediglich 20 Plätze unbesetzt.

Idealerweise wird von jedem Kunden ein individueller Preis verlangt, welcher genau der jeweiligen Zahlungsbereitschaft entspricht. In der Praxis ist dies jedoch nur durch Auktionen oder Verhandlungen realisierbar, weshalb für den Flugverkehr eine Verwirklichung dieses Ideals (noch) nicht möglich ist.

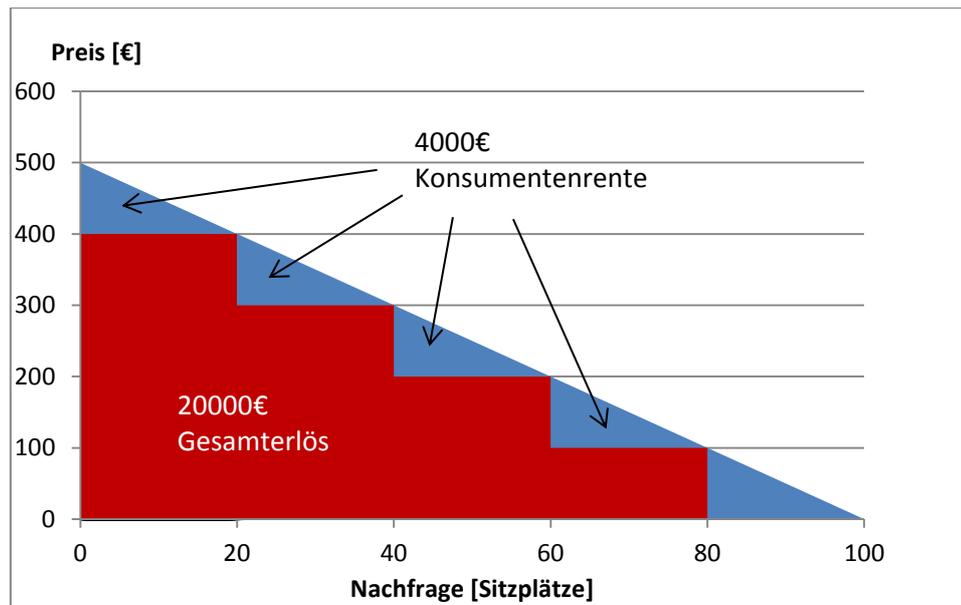


Abbildung 4.4: Gesamterlös durch Preisdifferenzierung = 20000€

Die verschiedenen Preise bieten Airlines durch verschiedene Buchungsklassen an. Diese Buchungsklassen dürfen nicht mit den Beförderungsklassen Economy-, Business- oder First-Class verwechselt werden, welche andere Produkte darstellen und somit unter den Begriff der Produktdifferenzierung, nicht aber der Preisdifferenzierung fallen [6].

Die meisten dieser Buchungsklassen werden in der Economy-Class angeboten. Dort gibt es neben dem teuersten Basis- oder Normaltarif (Y) eine Reihe von Spezialtarifen, z.B. M, B, K, H, Q, W und Z. Die einzelnen Buchungsklassen unterscheiden sich im Preis und durch die mit der Buchung verbundenen Bedingungen. So haben günstigere Buchungsklassen beispielsweise Einschränkungen bei den Möglichkeiten einer Umbuchung oder Stornierung, müssen mehrere Wochen vor Abflugdatum gebucht werden, oder sind mit einer zwanghaften Samstagnacht-Übernachtung verbunden [24]. Ziel dieser Bedingungen ist das Bestreben, den Markt zu segmentieren. Die Gründe dafür sind zum einen das Sicherstellen, dass Geschäftskunden mit einer hohen Zahlungsbereitschaft (engl. *high-value customers*) nicht ein Ticket einer günstigen Buchungsklasse erwerben [7]. Beispiel ist hier die bei Geschäftskunden unbeliebte Bedingung der Samstagnacht-Übernachtung in günstigen Buchungsklassen. Zum anderen soll ein nachträgliches Wechseln eines Privatreisenden mit einer niedrigen Zahlungsbereitschaft (engl. *low-value customer*), welcher eine günstige Buchungsklasse erworben hat, verhindert werden. Dies wird beispielsweise durch die eingeschränkte oder nicht vorhandene Möglichkeit der Umbuchung oder Stornierung von günstigen Buchungsklassen gewährleistet.

#### 4.2.1.2 Kapazitätssteuerung

Die Kapazitätssteuerung ist das eigentliche Kernelement des mengenorientierten Revenue Managements. Sie ist der Prozess, welcher für jede Buchungsklasse die Anzahl der zur Verfügung stehenden Sitze bestimmt. Dabei bezieht sie sich auf eine durch die Preisdifferenzierung und Marktsegmentierung gegebene Tarifstruktur [24]. Darüber hinaus steuert sie den Buchungsprozess durch Annahme oder Ablehnung von Buchungsanfragen. Notwendig ist diese Steuerung, da aufgrund der durch die Marktsegmentierung festgelegten Buchungsfristen günstige Buchungsklassen für Privatreisende tendenziell zeitlich vor teuren Buchungsklassen für Geschäftsreisende nachgefragt werden. Über die Vergabe von Niedrigpreistickets muss also bereits vor der Kenntnis der realen Nachfrage nach Tickets hoher Buchungsklassen entschieden werden [12]. Die (weitgehend fixe) Kapazität soll so möglichst effizient genutzt werden, sodass jeder Sitz an den Kunden mit der höchsten Zahlungsbereitschaft verkauft wird und kein Sitz unverkauft bleibt. Dieses Idealszenario ist in der Realität durch die unsichere und schwankende Nachfrage nur schwer zu erreichen. Es ist daher notwendig, zwei weitere Szenarios zu betrachten, welche im Zusammenhang mit der Kapazitätssteuerung auftreten: Umsatzverdrängung und Umsatzverlust.

Unter Umsatzverdrängung (engl. *Spillage*) wird ein Szenario verstanden, bei welchem schon deutlich vor Abflugdatum die gesamte Kapazität vergeben ist. Dieses Szenario tritt ein, wenn zu schnell zu viele günstige Tickets verkauft wurden und kurz vor dem Abflugdatum keine freien Plätze mehr für spätbuchende, vielzahlende Geschäftskunden vorhanden sind. Das Szenario der Umsatzverdrängung wird durch die Buchungskurve in Abbildung 4.5 verdeutlicht.

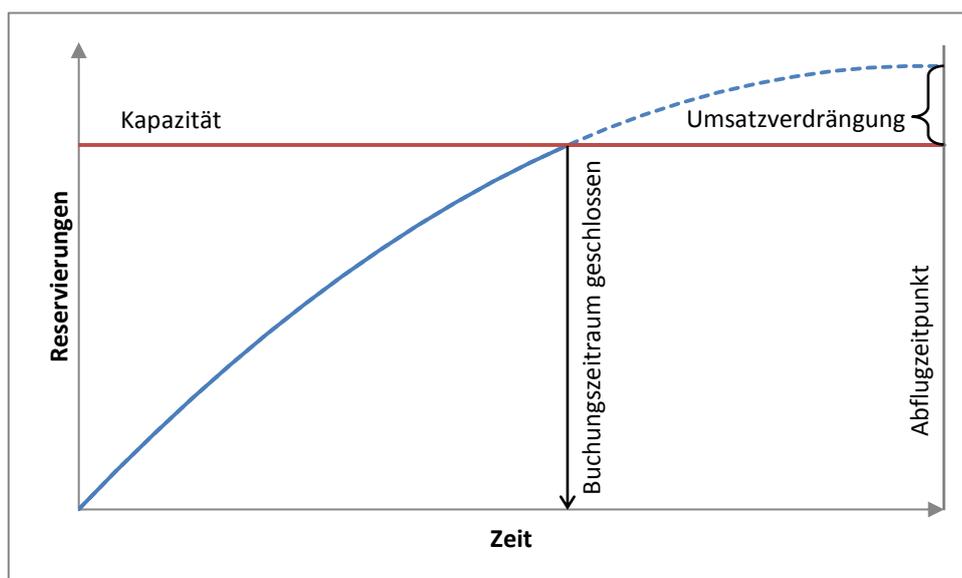


Abbildung 4.5: Buchungskurve mit Umsatzverdrängung in Anlehnung an [11]

Das zweite Szenario ist der Umsatzverlust (engl. *Spoilage*). Es ist der reziproke Fall der oben beschriebenen Umsatzverdrängung. Beim Umsatzverlust wird im Buchungszeitraum zu lange Kapazität für spätbuchende, vielzahlende Geschäftsreisende freigehalten, ohne dass die erwartete Nachfrage kurz vor Abflugdatum tatsächlich eintritt. Die Folge ist eine nicht genutzte Kapazität, welche in Form von leeren Sitzen auf einem Flug Leerkosten für die Fluggesellschaft verursacht. Eine Buchungskurve mit Umsatzverlust wird in Abbildung 4.6 dargestellt.

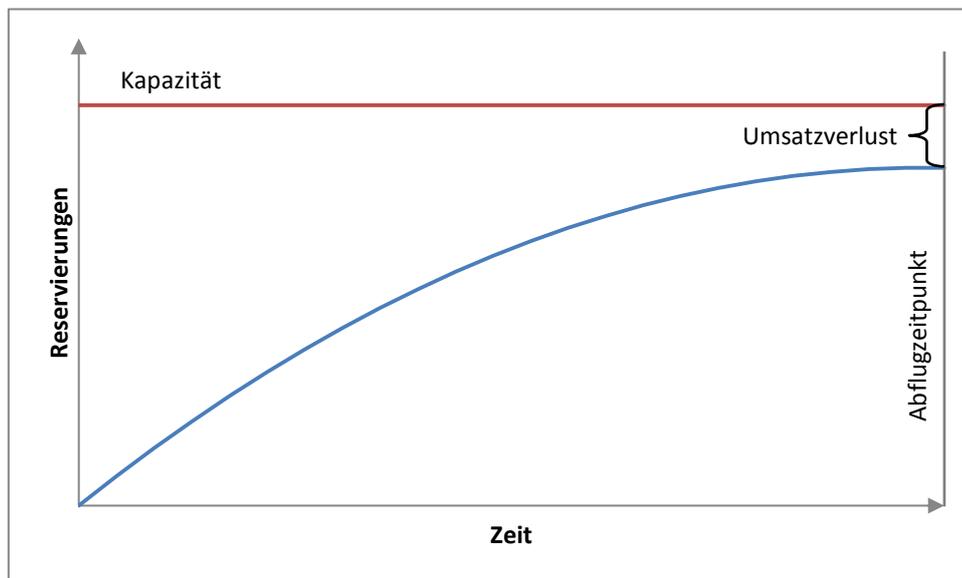


Abbildung 4.6: Buchungskurve mit Umsatzverlust in Anlehnung an [11]

Die Herausforderung der Kapazitätssteuerung besteht also darin, bei der Annahme oder Ablehnung einer Buchungsanfrage die Risiken eines Umsatzverlustes und einer Umsatzverdrängung gegeneinander abzuwägen [6]. Schlussendlich soll eine möglichst ideale Buchungskurve erreicht werden, bei der weder Umsatzverdrängung noch Umsatzverlust auftreten. Eine solche ideale Buchungskurve wird in Abbildung 4.7 dargestellt.

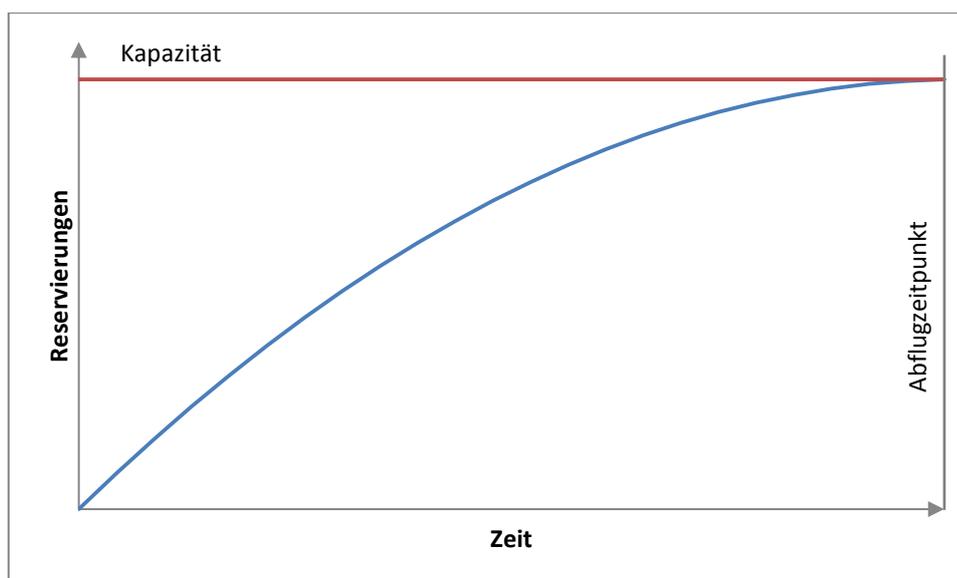


Abbildung 4.7: Ideale Buchungskurve

Bei der Anwendung der Kapazitätsoptimierung kann zwischen zwei Arten von Ansätzen unterschieden werden. Entweder wird eine Steuerung nur auf Basis einzelner Flugstreckenabschnitte vorgenommen, oder es wird über die Buchungsentscheidungen mit Hinblick auf die Optimierung des gesamten Flugnetzes entschieden. Bei letzteren Ansätzen wird der gesamte Reiseweg im sogenannten *Origin-Destination-Market* (O-D-Markt) betrachtet, welcher aus mehreren Teilstrecken besteht. Netzwerk-optimierende Ansätze (im Engl.: *O-D Control*) werden von den ca. 20 weltgrößten Netzfluggesellschaften, welche durch den Betrieb von großen und komplizierten *Hub&Spoke-Netzen* auch viele Umsteigepassagiere bedienen, angewendet. Das Gros der weltweiten Fluggesellschaften beschränkt sich jedoch auf (Flugstrecken-)Abschnittbasierte (engl.: *leg-based*) Ansätze [24].

#### Leg-based Expected Marginal Seat Revenue Model

Bei der mengenorientierten Kapazitätssteuerung (Flugstrecken-)Abschnitt-basierter Ansätze kommt ein Modell zur Anwendung, welches weite Verbreitung bei Fluggesellschaften findet: Das *Expected Marginal Seat Revenue model for flight leg optimization* (kurz: *EMSR Model*) [25].

Beim EMSR Model werden die beiden Größen *booking limit* (Buchungslimit, BL) und *protection level* (Schutzlevel, SL) ertragsmaximierend gesteuert. Das booking limit ist dabei die maximale Anzahl an Sitzen, die in einer Buchungsklasse zum Verkauf bereitgestellt werden. Das protection level hingegen ist die Anzahl an Sitzen einer Buchungsklasse, welche vor einem Zugriff durch niedrigere Buchungsklassen geschützt wird. Dabei kann diese (höhere) Buchungsklasse selber auf Sitzplätze niedrigerer Buchungsklassen zugreifen. Diese unidirektionale Beziehung –

hohe Buchungsklassen können auf Kontingente niedrigerer Buchungsklassen Zugriff nehmen, nicht aber umgekehrt – wird durch verschachtelte Buchungsklassen (engl.: *nested fare classes*) erreicht. Bei der Anwendung von verschachtelten Buchungsklassen sind einige Voraussetzungen zu beachten, welche stets erfüllt sein müssen [24]:

- Die Nachfrage für jede Buchungsklasse ist getrennt und unabhängig von der Nachfrage anderer Buchungsklassen
- Die Nachfrage für jede Buchungsklasse ist stochastisch und kann durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung (üblicherweise Standard-Normalverteilung) abgebildet werden
- Die niedrigste Buchungsklasse bucht als erstes, gefolgt von der nächst höheren usw.

Verschachtelungen können verschieden aufgebaut sein, z.B. seriell oder parallel. Abbildung 4.8 zeigt eine serielle Verschachtelung (engl.: *serial nesting*) von vier Buchungsklassen, wie sie bei den meisten Airlines vorgenommen wird.

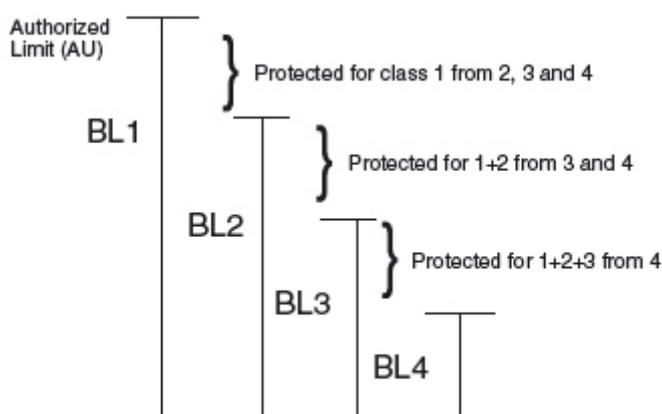


Abbildung 4.8: Serielle Verschachtelung von Buchungsklassen [24]

Das EMSR Modell teilt die bekannte, fixe Kapazität mit Hilfe von (meist normalverteilten) Buchungswahrscheinlichkeiten auf. Diese Buchungswahrscheinlichkeiten werden aus den empirischen Größen Mittelwert und Standardabweichung, welche auf historischen Daten, sowie auf vergangenen und aktuellen Buchungen der laufenden Buchungsperiode beruhen, ermittelt.

Für jeden Sitz wird in jeder Buchungsklasse der *Expected Marginal Seat Revenue* (erwartete Grenzeinnahme) errechnet, welcher sich aus dem Produkt des jeweiligen Buchungsklassentarifs und der kumulierten Wahrscheinlichkeit, dass mindestens  $n$  Passagiere ein Ticket in diesem Buchungsklassentarif erwerben, ergibt:

$$EMSR_i = BK_i * P(S_i) \quad (1)$$

Bei der folgenden Festlegung der protection levels werden die Sitze mit den höchsten EMSRs buchungsklassenübergreifend gewählt, bis die gesamte Kapazität belegt ist. Erst anschließend werden daraus die Buchungslimits für jede Buchungsklasse berechnet. Um das Procedere zu verdeutlichen, wird im Folgenden durch ein kurzes Beispiel geführt.

Gegeben sei eine Kapazität von 80 Sitzplätzen und eine seriell verschachtelte Buchungsklassenstruktur von vier Buchungsklassen. Es sind historische Nachfragedaten bekannt, welche in Tabelle 4.1 dargestellt sind.

Tabelle 4.1: Historische Nachfragedaten der vier Buchungsklassen

Flughistorie	Buchungsklasse Y	Buchungsklasse M	Buchungsklasse B	Buchungsklasse Z
Tag	500 €	450 €	400 €	350 €
1	14	17	27	29
2	12	26	24	19
3	11	27	18	21
4	15	20	25	16
5	18	18	27	23

Anhand der Vergangenheitsdaten der Flughistorie können die beiden Größen Mittelwert und Standardabweichung für jede der vier Buchungsklassen bestimmt werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 4.2 abgebildet.

Tabelle 4.2: Mittelwert und Standardabweichung der vier Buchungsklassen

	Buchungsklasse Y	Buchungsklasse M	Buchungsklasse B	Buchungsklasse Z
Mittelwert	14	21,6	24,2	21,6
Standardabw.	2,45	4,13	3,31	4,36

Mit Hilfe dieser beiden Größen und der Standard-Normalverteilung kann für jede Buchungsklasse eine kumulative Wahrscheinlichkeitsverteilung aufgestellt werden. Anschließend wird jede dieser Wahrscheinlichkeiten gemäß Formel mit dem zugehörigen Buchungsklassentarif multipliziert, sodass sich für jeden Sitz in jeder Buchungsklasse ein EMSR ergibt. Im letzten Schritt werden die größten 80 (=Kapazität) EMSR-Werte ausgewählt. Dabei wird in allen EMSR-Spalten gleichwertig gesucht, sodass keine Spalte bevorzugt wird. Es ergeben sich die Schutzlevels für jede Buchungsklasse, welche in Tabelle 4.3 durch rote Schattierungen gekennzeichnet sind. Für Buchungsklasse Y ergibt sich ein Schutzlevel von 14 Sitzen. Analog dazu sind es für BK M 22, für BK B 24, und für BK Z 20 Sitze.

Tabelle 4.3: Schutzlevels der vier Buchungsklassen

Sitz	Buchungsklasse Y		Buchungsklasse M		Buchungsklasse B		Buchungsklasse Z	
	Wahrsch.	EMSR	Wahrsch.	EMSR	Wahrsch.	EMSR	Wahrsch.	EMSR
1	1	500,00 €	1	450,00 €	1	400,00 €	1	350,00 €
2	1	500,00 €	1	450,00 €	1	400,00 €	1	350,00 €
3	1	500,00 €	1	450,00 €	1	400,00 €	1	350,00 €
4	1	500,00 €	1	450,00 €	1	400,00 €	1	350,00 €
5	0,9999	499,95 €	1	450,00 €	1	400,00 €	0,9999	349,97 €
6	0,9995	499,75 €	0,9999	449,96 €	1	400,00 €	0,9998	349,93 €
7	0,9979	498,95 €	0,9998	449,91 €	1	400,00 €	0,9996	349,86 €
8	0,9928	496,40 €	0,9995	449,78 €	1	400,00 €	0,9991	349,69 €
9	0,9794	489,70 €	0,9989	449,51 €	1	400,00 €	0,9981	349,34 €
10	0,9487	474,35 €	0,9975	448,88 €	1	400,00 €	0,9961	348,64 €
11	0,8896	444,80 €	0,9949	447,71 €	1	400,00 €	0,9925	347,38 €
12	0,7928	396,40 €	0,9899	445,46 €	0,9999	399,96 €	0,9862	345,17 €
13	0,6584	329,20 €	0,9813	441,59 €	0,9996	399,84 €	0,9757	341,50 €
14	0,5	250,00 €	0,9671	435,20 €	0,999	399,60 €	0,9593	335,76 €
15	0,3416	170,80 €	0,945	425,25 €	0,9973	398,92 €	0,935	327,25 €
16	0,2072	103,60 €	0,9124	410,58 €	0,9934	397,36 €	0,9005	315,18 €
17	0,1104	55,20 €	0,8673	390,29 €	0,9852	394,08 €	0,8543	299,01 €
18	0,0513	25,65 €	0,8083	363,74 €	0,9695	387,80 €	0,7955	278,43 €
19	0,0206	10,30 €	0,7355	330,98 €	0,9419	376,76 €	0,7245	253,58 €
20	0,0072	3,60 €	0,6508	292,86 €	0,8978	359,12 €	0,6432	225,12 €
21	0,0021	1,05 €	0,5578	251,01 €	0,8332	333,28 €	0,5547	194,15 €
22	0,0005	0,25 €	0,4614	207,63 €	0,7469	298,76 €	0,4635	162,23 €
23	0,0001	0,05 €	0,3673	165,29 €	0,6415	256,60 €	0,3741	130,94 €
24	0	0,00 €	0,2806	126,27 €	0,5241	209,64 €	0,291	101,85 €
25	0	0,00 €	0,2052	92,34 €	0,4045	161,80 €	0,2177	76,20 €
26	0	0,00 €	0,1434	64,53 €	0,2933	117,32 €	0,1564	54,74 €
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Nach Festlegung der Schutzlevels können daraus die Buchungslimits für jede Buchungsklasse berechnet werden. Für die höchste Buchungsklasse ist die Höhe des Buchungslimits stets gleich der Gesamtkapazität des Flugzeuges. Für den unwahrscheinlichen, aber nicht unmöglichen Fall, dass alle Sitzplätze zum höchsten Tarif nachgefragt werden, sollen diese Sitze auch diesem Tarif zur Verfügung stehen. Die entsprechende Formel lautet:

$$BL_1 = \text{Kapazität} \quad (2)$$

Für die nächst niedrigere Buchungsklasse ergibt sich das Buchungslimit (BL<sub>2</sub>) aus dem Buchungslimit der nächst höheren Buchungsklasse (BL<sub>1</sub>), von dem das Schutzlevel der höheren Buchungsklasse (SL<sub>1</sub>) abgezogen wird:

$$BL_2 = BL_1 - SL_1 \quad (3)$$

Analog dazu werden die Buchungslimits jeder niedrigeren Buchungsklasse berechnet. Es gilt die allgemeine Formel:

$$BL_n = BL_{n-1} - SL_{n-1} \quad (4)$$

### O-D control

Ansätze der O-D control zählen zu den Netzwerk-optimierenden Ansätzen des Revenue Managements. Anwendung finden sie ausschließlich bei großen Netzfluggesellschaften mit ausgedehnten Hub&Spoke-Netzen, um folgende zwei Einschränkungen von (Flugstrecken-) Abschnitts-basierten Ansätzen auszugleichen [24]:

1. Ein viel nachgefragter Kurzstrecken-Flugabschnitt wird von Abschnitts-basierten Modellen teuer angeboten. Dies kann dazu führen, dass Langstreckenpassagiere, welche in ihrer Gesamtreiseroute neben dieser Kurzstrecke noch eine Langstrecke nachfragen, durch den (auf Grund der teuren Kurzstrecke) hohen Ticketpreis abgeschreckt werden. Die Folge ist eine Unterausnutzung der Kapazität auf dem Langstreckenflug und ein geringerer Gesamtertrag für das Flugnetz.
2. Flugstreckenabschnitte einer Gesamtroute an verschiedene „lokale“ Passagiere einzeln zu vergeben, welche jeweils nur die Einzelstrecken nachfragen, bringt mehr Ertrag, als an einen Passagier, der die Abschnitte durch eine Gesamtroute nachfragt. Das liegt daran, dass die Summe von Ticketpreisen für Einzelflüge i.d.R. höher ist als die für eine Gesamtverbindung. Aufgrund der nur auf den Flugabschnitt begrenzten Sicht können Abschnitts-basierte Ansätze nicht zwischen diesen beiden Passagieren unterscheiden und so nicht den Ertrag maximieren.

Ein Ansatz der O-D control, welcher schon früh entwickelt wurde, ist das sog. *virtual nesting* (virtuelle Verschachtelung). Dazu wurde die strikte Kopplung von Buchungsklassen an Tarife (Buchungsbedingungen) abgeschafft. Stattdessen wird die Einteilung der Buchungsklassen durch den Wert einer Reiseverbindung im Gesamtnetz vorgenommen. Flugabschnitte von Rei-

serouten werden in sog. *revenue value buckets* (Erlös-Wert Kontingente) eingeteilt, durch welche die Anzahl der Sitzplätze festgelegt werden [11].

Eine wesentlich einfachere Möglichkeit der O-D control ist die sog. *bid price control* (Gebotspreiskontrolle). Dabei wird für jeden zukünftigen (Flugstrecken-) Abschnitt ein Angebotspreis ermittelt. Eine eingehende Buchungsanfrage in einer Buchungsklasse (z.B. für  $Y = 250\text{€}$ ) wird dem aktuellen Angebotspreis (z.B.  $200\text{€}$ ) auf der nachgefragten Strecke gegenübergestellt. Überschreitet der Preis der Anfrage den Angebotspreis, wird die Anfrage angenommen, andernfalls abgelehnt. Der Angebotspreis muss nach jeder erfolgten Buchung neu ermittelt werden, da er mit Abnahme der verfügbaren Kapazität steigt. Das Buchungssystem muss also permanent auf dem neuesten Stand gehalten werden, damit keine Buchungsanfragen mit einem zu niedrigen Angebotspreis angenommen werden [24]. Bei der Betrachtung einer Reiseroute mit mehreren Streckenabschnitten, werden die bid-Preise der einzelnen (Flugstrecken-) Abschnitte addiert und mit dem Preis der Anfrage für die Gesamtreiseroute verglichen. Durch die Loslösung von Schutzlevels und Buchungslimits und der Beschränkung auf die Betrachtung von Angebots- und Anfragepreis wird im Zusammenhang mit bid-price-control oft auch von „erlösorientierter Steuerung“ gesprochen.

#### **4.2.2 Preisorientiertes Revenue Management – Dynamic Pricing**

Das preisorientierte Revenue Management wird im Luftverkehr hauptsächlich von Billigfluggesellschaften angewendet, um die komplizierte Tarifstruktur, welche durch die Marktsegmentierung im mengenorientierten RM geschaffen wurde, für Low-Cost Airlines abzuschaffen [11]. Es wird dabei ebenfalls von einer festen zur Verfügung stehenden Kapazität ausgegangen, welche durch die Steuerung des dynamischen Angebotspreises vergeben wird [26]. Aus diesem Grund wird es im Englischen auch als *Dynamic Pricing* bezeichnet. Anders als beim mengenorientierten Ansatz, bei dem der Preis nicht verändert wird, sondern die jeweilige Buchungsanfrage in einer Buchungsklasse durch das System angenommen oder abgelehnt wird, wird beim Dynamic Pricing über den Preis entschieden, welcher dem Kunden bei einer Anfrage angezeigt werden soll. Der Kunde selbst entscheidet dann über die Annahme oder Ablehnung des Angebotes [23].

Um im Segment der Billigfluggesellschaften zu bestehen, ist es notwendig, sämtliche Kosten gering zu halten. In Bezug auf die Kosten für die Angebotserstellung ergeben sich daraus einige Merkmale, welche typisch für die Anwendung von Dynamic Pricing sind [6]:

- Der Ticketabsatz erfolgt über einen oder sehr wenige Distributionskanäle, wobei hierbei zumeist der provisionsfreie Direktvertrieb über das Internet den vorherrschenden Absatzweg darstellt.
- Es werden i.d.R. ausschließlich Punkt-zu-Punkt-Verbindungen angeboten, auf den Einsatz eines komplizierten Hub&Spoke-Netzwerkes mit zusammengesetzten Produkten wird verzichtet.
- Hin- und Rückflug einer Reise werden getrennt betrachtet und als zwei Einzelflüge gebucht, sodass sich aus Anbietersicht ein gegebenenfalls zu einem Hinflug gehörender Rückflug nicht unmittelbar identifizieren lässt.

Anhand des letztgenannten Merkmals ist zu erkennen, dass eine Marktsegmentierung, wie sie in Kap. 4.2.1.1 beschrieben wurde, nicht mehr möglich ist. Eine Vielzahl der mit dem Tarif der Buchungsklasse verbundenen Buchungsbedingungen wie z.B. Mindestaufenthalte oder zwingende Wochenendübernachtungen können durch die Entkopplung von Hin- und Rückflug nicht mehr realisiert werden.

Trotz des Verzichtes auf eine Marktsegmentierung liegt jedoch auch dem zeitabhängigen, dynamischen Angebotspreis die Annahme zu Grunde, dass Buchungsanfragen aus den verschiedenen Kundensegmenten mit unterschiedlicher Zahlungsbereitschaft zu verschiedenen Zeiten eintreffen [8]. Aus Kundensicht wird deswegen, wie auch beim mengenorientierten Ansatz durch das Öffnen und Schließen von Buchungsklassen, ein im Buchungszeitraum stetig variierender Angebotspreis wahrgenommen. Das Procedere der Preisgestaltung zwischen beiden Ansätzen ist jedoch stark unterschiedlich.

Obwohl Dynamic Pricing hauptsächlich für die Zwecke von Billigfluggesellschaften entwickelt wurde, versuchen auch etablierte Netzfluggesellschaften Teile davon zu adaptieren. So hat sich Lufthansa beispielsweise dazu entschieden, neben den klassischen Tarifen und den damit verbundenen Restriktionen auch restriktionslose Tarife anzubieten, welche sich lediglich im Preis voneinander unterscheiden. Auch British Airways verzichtet seit 2002 auf innereuropäischen Verbindungen auf für den Kunden sichtbare Segmentierungskriterien, einen generellen Verzicht im gesamten Streckennetz hält die Fluggesellschaft jedoch für unmöglich [6].

### 4.3 Überbuchungssteuerung

Ein weiteres wichtiges Instrument des Revenue Managements ist die Überbuchungssteuerung. Dabei vergeben Fluggesellschaften mehr Flugtickets, als Plätze auf einem Flug vorhanden sind. Die Gründe dafür können verschiedene Ursachen haben. Zum einen haben einige Passagiere – abhängig vom gewählten Tarif – die Möglichkeit, kurzfristig umzubuchen oder eine Stornierung des Fluges vornehmen, ohne dass ihnen dadurch weitere Kosten entstehen. Der Fluggesellschaft bleibt anschließend kaum noch Zeit, den Sitzplatz neu zu vergeben. Wird der Sitzplatz nicht neu besetzt, entgehen der Fluggesellschaft die Einnahmen für den Sitzplatz auf diesem Flug.

Weniger schlimm, aber trotzdem gerne vermieden ist ein zwar bezahlter, aber leer gebliebener Fluggastsitz aufgrund eines für die Fluggesellschaft unvorhersehbaren Nicht-Auftauchens des Passagiers. Ursachen dafür sind meist privater Natur, so kann zum Beispiel eine Krankheit des Reisenden dazu führen, den bereits bezahlten, nicht stornierbaren Flug nicht anzutreten. Fluggesellschaften fassen beide Fälle, in denen ein geplanter Passagier nicht zum Abflug erscheint, als sog. *no-shows* (Nicht-Auftaucher) zusammen.

Durch eine Überbuchung im Buchungsprozess wird eine geeignete Anzahl an Sitzplätzen mehrfach vergeben, sodass im Idealfall am Abflugzeitpunkt genauso viele Passagiere den Flug antreten wollen, wie Sitzplätze vorhanden sind. Überbucht werden dabei vor allem niedrige Buchungsklassen, hauptsächlich die Economy-Class. Durch die Unsicherheit über zukünftige *no-shows* kann diese Überbuchung jedoch auch dazu führen, dass die Anzahl der Passagiere zum Abflugzeitpunkt größer ist als die Kapazität in der jeweiligen Buchungs- oder Beförderungsklasse. Durch sog. *Upgrades* können einzelne Passagiere auf Sitzplätze höherwertiger Beförderungsklassen aufgewertet werden, solange noch Plätze in diesen Beförderungsklassen frei sind. Ist die gesamte Kapazität des Flugzeuges ausgeschöpft, können keine weiteren Passagiere mehr aufgenommen werden. Die Folge ist eine Verweigerung des Boarding (engl. *denied boarding*, DB) für die Anzahl der Passagiere, welche die Kapazität übersteigt. Boardingverweigerungen können auf zwei Arten stattfinden. Bei der freiwilligen Verweigerung des Boarding (engl. *voluntary* DB) wird Passagieren eine Gegenleistung angeboten, damit diese freiwillig den Flug nicht antreten. Dies können z.B. ein kostenloses Umbuchen, ein monetärer Ausgleich, oder die Übernahme der Hotelkosten durch die Fluggesellschaft sein. Sind jedoch nicht genügend Passagiere bereit, den Flug freiwillig nicht anzutreten, so kommt es zur unfreiwilligen Verweigerung des Boarding (engl. *involuntary* DB). Dabei wird einigen Fluggästen der Zutritt zum Flugzeug gegen ihren Willen verwehrt. Die Folge können hohe Kosten für die Fluggesellschaft

sein, da zum einen direkte Kosten durch Schadensersatzforderungen, aber auch indirekte Kosten durch den Verlust von Kunden entstehen.

Die Kunst für Fluggesellschaften besteht also darin, einen geeigneten Überbuchungsfaktor zu finden und direkte und indirekte Kosten des DB gegen Umsatzverluste durch Unterauslastung abzuwägen [24]. Für die Berechnung dieses Überbuchungsfaktors kommen verschiedene Modelle bei Fluggesellschaften zum Einsatz. Kleine und weniger komplexe Fluggesellschaften nutzen eher ein Modell, bei dem der Überbuchungsfaktor durch Analysten festgelegt wird, welche ihre Entscheidungen auf Markterfahrenheit und Vergangenheitsdaten stützen. Größere Fluggesellschaften nutzen ein wahrscheinlichkeits- oder risikobasierendes Überbuchungsmodell, welches die Standardnormalverteilung zur Berechnung des Überbuchungsfaktors verwendet. Mit Hilfe von Mittelwert und Standardabweichung wird dabei eine Wahrscheinlichkeit festgelegt, für die kein DB stattfinden soll.

## 5 Methodik

In diesem Kapitel wird das Modell zur Ermittlung des Erlöspotentials von flexiblen Kabinenarchitekturen erarbeitet und präsentiert. Dafür werden zunächst die ausgewählte Technologie und der Revenue Management Ansatz erläutert, welche dem Modell als Grundlage dienen.

### 5.1 Technologie

Eine Betrachtung von flexiblen Kabinenarchitekturen mit Hinblick auf das Erlöspotential kann nicht pauschal für jegliche Formen solcher Architekturen vorgenommen werden. Wie in Kap. 3 beschrieben, verbirgt sich hinter dem Begriff eine Vielzahl von verschiedenen Möglichkeiten, welche bei der Untersuchung des Erlöspotentials zwingend differenziert betrachtet werden müssen. Im Rahmen dieser Arbeit wird sich deshalb auf eine einzige Technologieidee konzentriert, welche im Folgenden beschrieben wird.

Betrachtet wird eine Konfiguration aus mehreren, hintereinanderliegenden 3er-Sitzbänken der Economy-Class. Innerhalb dieser Konfiguration besitzt die hinterste Sitzbank einen Mechanismus, durch welchen ihre Sitzfläche weggeklappt werden kann. Dadurch entfallen die drei Sitzplätze dieser Sitzbank für Fluggäste. Es ergibt sich jedoch ein Raumgewinn, welcher stattdessen den verbleibenden Sitzbänken der Konfiguration zur Verfügung steht. Diese sind verschieblich auf der Sitzschiene integriert und können individuell entlang der Flugrichtung (X-Achse) arretiert werden. Der neu gewonnene Raum kann so aufgeteilt werden und an den verbleibenden Plätzen als zusätzliche Beinfreiheit angeboten werden (siehe Abbildung 5.1).

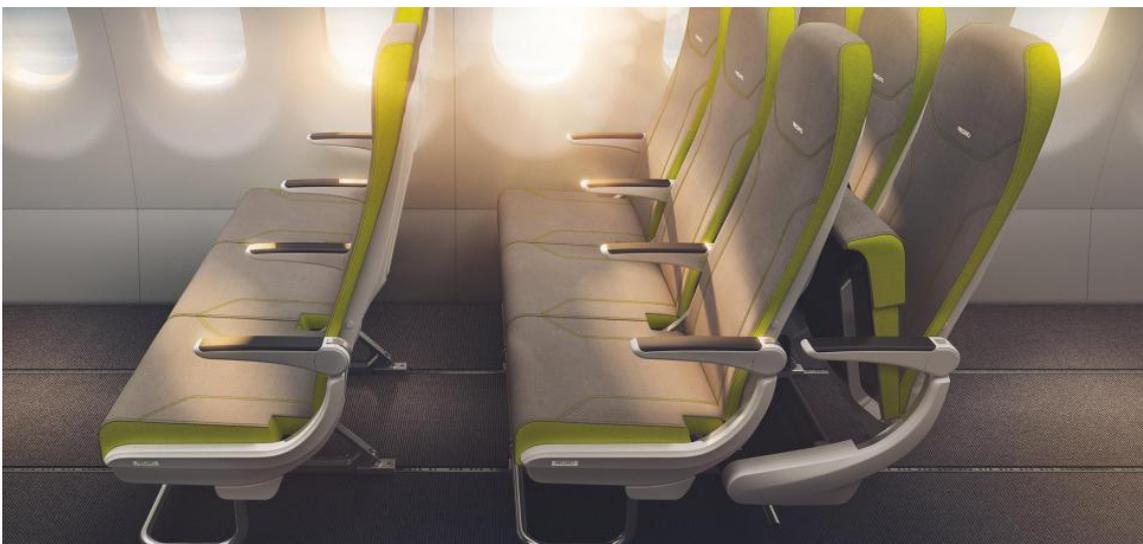


Abbildung 5.1: Flexible Sitzkonfiguration zur Vergrößerung der Beinfreiheit [27]

Die Technologie wird als *Retrofit* angeboten. Das bedeutet, dass keine aufwändigen Änderungen der bestehenden Flugzeugkabine nötig sind, sondern vorhandene Schnittstellen genutzt werden. Aus diesem Grund ist die Technologie neben dem zukünftigen Flugzeugmarkt auch für den aktuell bestehenden Markt interessant, da sie mit relativ geringem Aufwand in jedem (geeigneten) Flugzeug nachgerüstet werden kann.

Die Nutzung der Technologie findet für jeden Flug individuell statt. Durch den Wegfall der nicht genutzten Sitzplätze erfolgt eine flugbezogene Anpassung der Sitzplatzkapazität an die Nachfrage, was in dieser Form bis dato ein Novum im zivilen Luftverkehr darstellt. Der Nutzungsprozess der flexiblen Sitzkonfiguration wird in Abbildung 5.2 verdeutlicht. Das Flugzeug landet mit einer Konfiguration in Layout 1. Während des Turnarounds am Flughafen wird die Konfiguration in Layout 2 umgewandelt, mit welcher der nächstfolgende Flug durchgeführt wird.

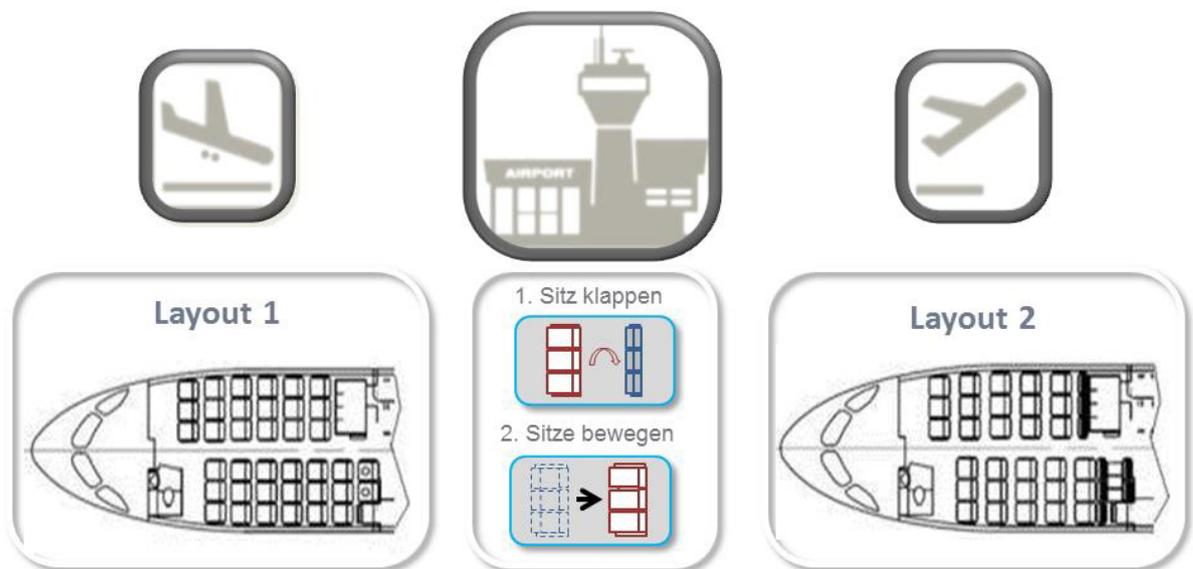


Abbildung 5.2: Nutzung der flexiblen Sitzkonfiguration [28]

Bei der Nutzung der Technologie müssen einige Restriktionen beachtet werden. Notevakuierungswege, sowie Notausgangsschilder und Notbeleuchtungen dürfen durch Sitzbänke weder versperrt, noch verdeckt oder beeinträchtigt werden. Außerdem dürfen die Greifradien der Passagiere zur *Passenger Service Unit* (PSU, Passagier-Versorgungseinheit) im *Overhead* (Überkopf)-Bereich, nicht zu groß werden. Als maßgebend wird hierbei das 5. Perzentil der japanischen Frau angenommen, welcher stets der selbstständige Zugang zur Not-Sauerstoffversorgung gewährleistet sein muss. Die Bereiche der Not-Sauerstoffversorgung und der PSU sind in Abbildung 5.3 dargestellt.

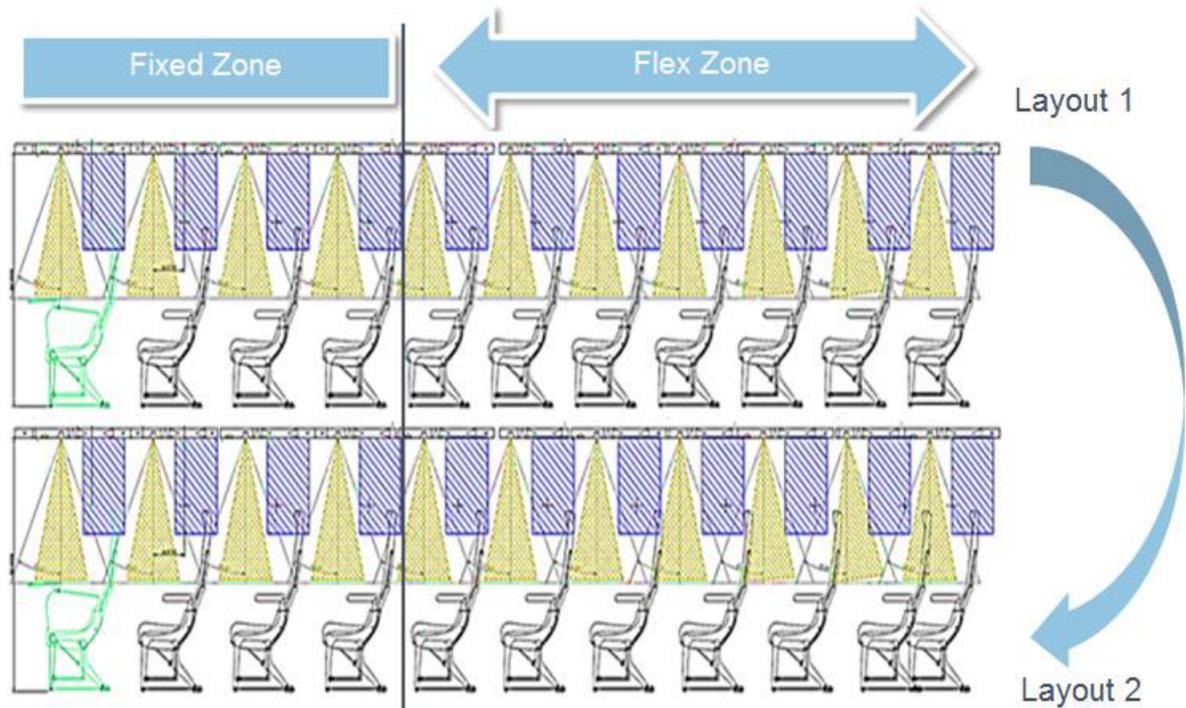


Abbildung 5.3: Bereiche der Not-Sauerstoffversorgung (blau) und Lichtkegel der PSU (gelb) [28]

Durch die Einschränkung des begrenzten Greifradius ergibt sich ein maximal zu realisierender Verschiebeweg einer Sitzbank. Werden von der Fluggesellschaft Verschiebungen gewünscht, welche diesen maximalen Weg überschreiten sollen, so wäre es notwendig, die PSU ebenfalls verschieblich im Overhead-Bereich zu integrieren. Eine solche Änderung wäre jedoch mit deutlichem Mehraufwand verbunden, da die Struktur der Gepäckfächer verändert werden müsste und Strom-, sowie gegebenenfalls Sauerstoffversorgung der PSU kontaktlos gestaltet werden müssten. Diese Änderungen wären nicht reversibel und ebenfalls nicht als einfache Retrofit-Lösung nachrüstbar. Im Rahmen dieser Arbeit und zur Entwicklung des Modells wird deshalb auf eine verschiebbare PSU verzichtet und sich auf einen maximalen Verschiebeweg der genutzten Sitzbänke beschränkt.

Die Technologieidee ist außerdem übertragbar auf andere Ausführungen von Sitzbänken. So könnten auch 4er- oder 5er-Sitzbänke mit dem beschriebenen Mechanismus ausgestattet und verschieblich auf den Sitzschienen integriert werden. Im Rahmen des angestrebten Modells werden jedoch aus Gründen der Simplizität lediglich 3er-Sitzbänke betrachtet.

## 5.2 Wahl des Revenue Management Ansatzes

Wie aus Kapitel 4 zur Revenue Management Theorie hervorgeht, gibt es eine Vielzahl von Möglichkeiten, Revenue Management anzuwenden. Aus diesem Grund muss bei der Wahl des richtigen Ansatzes überlegt werden, welche Voraussetzungen vorliegen und welcher Ansatz am besten für diese Voraussetzungen geeignet ist.

### Wahl des Ansatzes

Das Hauptziel der Bestrebungen rund um diese Arbeit liegt darin, durch flexible Kabinenelemente, wie die beschriebene flexible Sitzkonfiguration, für Fluggesellschaften einen weiteren Freiheitsgrad zur Reaktion auf Nachfrageschwankungen zu erlangen. Dabei steht vor allen Dingen der Begriff der „fixen Kapazität“ (siehe Kap. 2.2) im Vordergrund, welcher durch die zuvor beschriebene flexible Sitzkonfiguration nicht mehr zutrifft. Um Aussagen über das Erlöspotential von flexiblen Kabinenelementen zu machen, welche eine Änderung der Sitzplatzkapazität bewirken, bietet es sich deshalb an, einen mengenorientierten Ansatz zu wählen. Das Kernelement dieses mengenorientierten Ansatzes ist die Kapazitätssteuerung (siehe Kap. 4.2.1.2), welche somit in direkter Beziehung zur Kapazitätsanpassung durch die flexible Sitzkonfiguration steht. Auch die weite Verbreitung des mengenorientierten Ansatzes bei Fluggesellschaften, insbesondere bei großen Netzfluggesellschaften, bekräftigt die Wahl dieses Ansatzes. Der Nachteil, dass Billigfluggesellschaften mit der Verfolgung eher preisorientierter Ansätze dadurch wenig Beachtung finden, wird durch ihre ohnehin hohen Sitzladefaktoren abgeschwächt. Darüber hinaus verfolgen Billigfluggesellschaften mehr als alle anderen das Ziel geringer Kosten und enger Bestuhlung, was beides gegen die beschriebene flexible Sitzkonfiguration spricht.

### Verschachtelung von Buchungsklassen

Nach der Wahl des mengenorientierten Ansatzes stellt sich die Frage, wie die Sitzplatzkontingente der einzelnen Buchungsklassen vergeben werden sollen. Um das Modell möglichst realitätsnah aufzubauen, wird auch hier der Typ gewählt, welcher bei Fluggesellschaften am meisten verwendet wird: Die serielle Verschachtelung von Buchungsklassen. Hingewiesen sei an dieser Stelle noch einmal auf die Voraussetzungen, welche bei der Anwendung von verschachtelten Buchungsklassen erfüllt sein müssen:

- Die Nachfrage für jede Buchungsklasse ist getrennt und unabhängig von der Nachfrage anderer Buchungsklassen
- Die Nachfrage für jede Buchungsklasse ist stochastisch und kann durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung (üblicherweise Standard-Normalverteilung) abgebildet werden
- Die niedrigste Buchungsklasse bucht als erstes, gefolgt von der nächst höheren usw.

### **Beförderungsklasse**

Es werden nur Buchungsklassen der Beförderungsklasse Economy-Class betrachtet. Diese Vereinfachung ergibt sich aus dem für diese Beförderungsklasse größten Markt für zusätzliche Beinfreiheit. Andere Beförderungsklassen wie First, Business oder Premium Economy bieten den Passagieren ohnehin großzügigere Beinfreiheiten. Darüber hinaus sind die Sitze von First- und Business-Class meist höherwertig und – vor allem auf der Langstrecke – mit erheblich mehr Technik ausgestattet, sodass ein schneller und leichter Umbau im Turnaround nicht zu realisieren wäre.

### **Anzahl der Buchungsklassen**

Die Anzahl der Buchungsklassen wird vorgegeben und ist nicht variabel. Zur Verfügung stehen dabei acht Buchungsklassen der Beförderungsklasse Economy-Class: Y, M, B, K, H, Q, W und Z. Zur Simulation und Modellierung einer realistischen Situation reichen diese Buchungsklassen aus, auch wenn Fluggesellschaften in der Realität zum Teil deutlich mehr Buchungsklassen führen.

### **Kurz-/Langstrecke**

Obwohl sich die Sitzabstände und damit die Beinfreiheit ein und derselben Fluggesellschaft zwischen Kurzstrecke und Langstrecke unterscheiden, wird im Modell nicht zwischen Kurz-, Mittel- oder Langstrecke unterschieden.

### **Flugstrecken-Abschnittbasierter Ansatz**

Das Modell wird auf Grundlage des Leg-based EMSR Models entwickelt und betrachtet somit lediglich einen einzigen Flugstreckenabschnitt. In der Realität verwenden große Netzfluggesellschaften, für die dieses Modell vorzugsweise gelten soll, jedoch eher den Ansatz der O-D Control, welcher die Gesamtreiseroute von Passagieren betrachtet und somit das Gesamtnetz der

Fluggesellschaft optimiert. Aufgrund der großen Komplexität und der benötigten hohen Rechenleistung solcher Systeme ist eine Simulation dieses Ansatzes im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht möglich.

## 5.3 Modell

Im Folgenden wird das Berechnungsmodell vorgestellt, welches das Erlöspotential der flexiblen Sitzkonfiguration ermittelt. Nach der Erläuterung des Aufbaus werden die einzelnen Abschnitte genau beschrieben und anhand von schematischen Flussdiagrammen verdeutlicht.

### 5.3.1 Aufbau

Das Modell ist abschnittsweise aufgebaut und wird bei der Anwendung sukzessiv durchlaufen. Jeder Abschnitt benötigt zu Beginn der Berechnungen Eingangsdaten, welche an entsprechender Stelle zur Verfügung gestellt werden müssen. Eingangsdaten können entweder externe Daten sein, welche durch den Benutzer separat eingegeben werden. Darüber hinaus können Eingangsdaten auch als interne Daten benötigt werden. Diese werden dem jeweiligen Abschnitt durch Berechnungen vorhergehender Abschnitte zur Verfügung gestellt. Das Ergebnis jedes Abschnittes ist die Berechnung eines oder mehrerer Erlöse. Diese Erlöse können mehr oder weniger stark repräsentativ sein, je nachdem, welche Eingaben durch den Nutzer getätigt werden und ob die Ergebnisse für ihn interessant sind oder nicht.

Das Modell ist in die vier Abschnitte „Input Daten“, „Kapazitätssteuerung“ und „Flexible Sitzbank“, sowie „Preiselastizität der Nachfrage“ eingeteilt. In den ersten drei Abschnitten wird der Hauptteil der Berechnungen durchgeführt, der vierte Abschnitt beinhaltet lediglich vergleichende Rechnungen zum Thema „Preiselastizität der Nachfrage“. Der Grundaufbau des Modells ist schematisch in Abbildung 5.4 dargestellt. Dabei ist der sukzessive Aufbau zu erkennen.

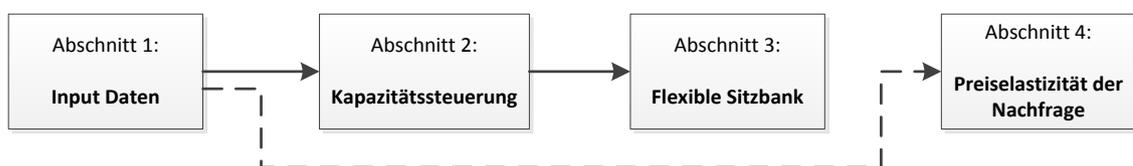


Abbildung 5.4: Sukzessiver Aufbau des Modells

### 5.3.2 Input Daten

Im ersten Abschnitt des Modells werden durch den Benutzer Eingangsdaten eingegeben, welche für die Berechnungen der Parameter in diesem und in den folgenden Abschnitten benötigt werden. Alle weiteren Abschnitte bauen auf Werte dieses Abschnittes auf. Aus diesem Grund kann bei der Betrachtung der Daten in diesem Abschnitt auch von Basisdaten gesprochen werden. Das Hauptaugenmerk dieses Abschnittes liegt auf dem Vergleich von prognostizierter und tatsächlich eintreffender Nachfrage. Durch den Benutzer werden vier Arten von externen Eingangsdaten eingegeben:

- Anzahl Sitzplätze an Bord: Gesamtkapazität des Flugzeuges
- Preise: Grundpreis in Euro für jede Buchungsklasse
- Vergangene Nachfrage: Für verschiedene vergangene Tage für jede Buchungsklasse
- Reale Nachfrage: Tatsächlich eintreffende Nachfrage für jede Buchungsklasse

Die Abbildung 5.5 gibt eine Übersicht über die Parameter und Prozesse des Abschnittes „Input Daten“. Im Folgenden werden die in diesem Abschnitt laufenden Prozesse genannt und erläutert.

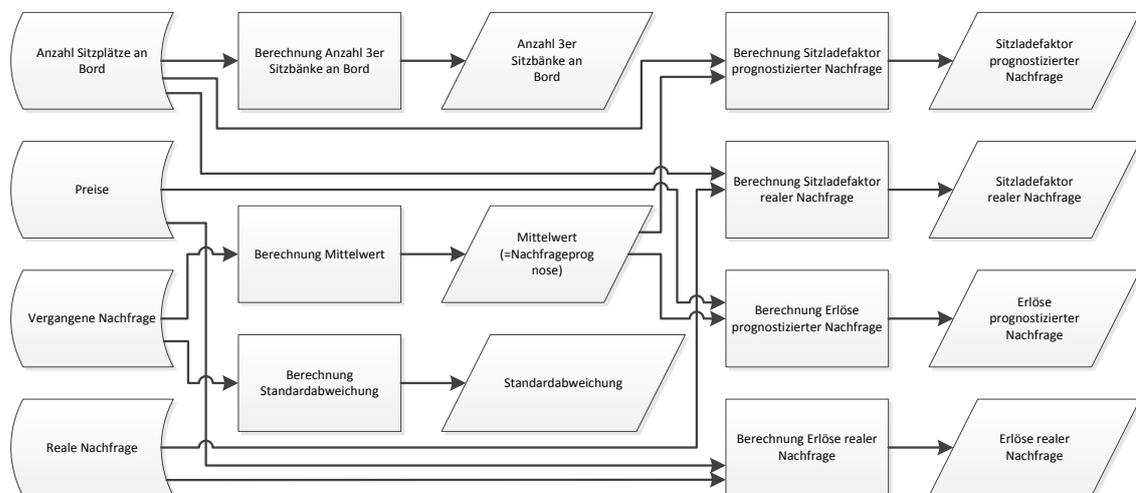


Abbildung 5.5: Abschnitt „Input Daten“

Anhand der Anzahl der Sitzplätze an Bord wird die Anzahl der 3er-Sitzbänke an Bord berechnet. Aus den Werten der vergangenen Nachfrage berechnet das Modell die beiden Größen Mittelwert und Standardabweichung. Der Mittelwert kann als Prognose der zukünftigen Nachfrage interpretiert werden. Dabei wird davon ausgegangen, dass die zukünftige Nachfrage genau in der Höhe eintrifft wie das Mittel aller vergangenen Nachfragen. Beide Größen, Mittelwert und Standardabweichung, werden für weitere Berechnungen im Abschnitt „Kapazitätssteuerung“ benötigt. Im aktuellen Abschnitt wird aus dem Mittelwert (=Nachfrageprognose)

und der Anzahl der Sitzplätze an Bord zunächst der Sitzladefaktor der prognostizierten Nachfrage bestimmt. Analog dazu wird aus der realen Nachfrage und der Anzahl der Sitzplätze an Bord der Sitzladefaktor der realen Nachfrage ermittelt. Anschließend wird aus dem Mittelwert und den Preisen der Erlös der prognostizierten Nachfrage berechnet. Er gibt an wie der Erlös bei einer Nachfrage ist, welche exakt dem Mittelwert der in der Vergangenheit eingetroffenen Nachfrage entspricht. Des Weiteren wird der Erlös der realen Nachfrage berechnet. Er ergibt sich aus der realen (also tatsächlich eintreffenden) Nachfrage und den Preisen. Dieser Wert kennzeichnet den Erlös, der bei Annahme der gesamten realen Nachfrage erzielt wird.

### 5.3.3 Kapazitätssteuerung

Das Kernelement des mengenorientierten Revenue Managements ist die Kapazitätssteuerung, welche in diesem dritten Abschnitt durchgeführt wird. Sie verknüpft die prognostizierte mit der realen Nachfrage indem sie festlegt, wie viele Buchungsanfragen der realen Nachfrage angenommen und wie viele abgelehnt werden. Dabei bezieht sich die Kapazitätssteuerung auf die aus der prognostizierten Nachfrage resultierenden Größen Schutzlevel und Buchungslimit. Für die Berechnungen in diesem Abschnitt werden keine weiteren externen Daten benötigt. Alle benötigten Parameter werden als interne Daten aus dem ersten Abschnitt bezogen. Dies sind: Anzahl Sitzplätze an Bord, Mittelwert (=Nachfrageprognose), Standardabweichung, Preise und Reale Nachfrage. Zur Verdeutlichung des Abschnittes „Kapazitätssteuerung“ werden die Parameter und Prozesse als schematisches Flussdiagramm in Abbildung 5.6 dargestellt.

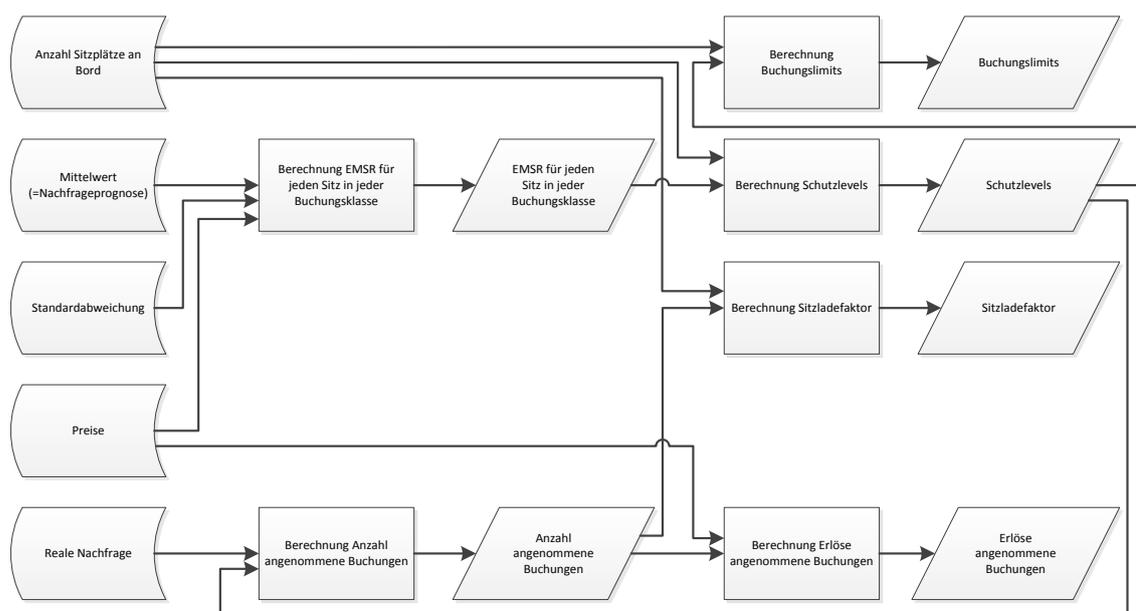


Abbildung 5.6: Abschnitt „Kapazitätssteuerung“

Mit der Methodik des EMSR Modells (siehe Kap. 4.2.1.2) wird zunächst für jeden Sitz in jeder Buchungsklasse ein EMSR berechnet. Dafür werden als Eingangsparameter der Mittelwert (=Nachfrageprognose) und die Standardabweichung, sowie die Preise für jede Buchungsklasse benötigt. Darauf folgend werden aus den EMSRs und der Anzahl der Sitzplätze an Bord die Schutzlevels für jede Buchungsklasse ermittelt; anschließend werden anhand dieser Schutzlevels und der Anzahl der Sitzplätze die Buchungslimits für jede Buchungsklasse bestimmt. Des Weiteren wird die Anzahl der angenommenen Buchungen berechnet, wofür neben den Schutzlevels auch die reale Nachfrage benötigt wird. In einem weiteren Schritt wird aus der Anzahl der angenommenen Buchungen und der Anzahl der Sitzplätze an Bord der Sitzladefaktor bestimmt. Schlussendlich wird aus der Anzahl der angenommenen Buchungen in jeder Buchungsklasse und den dazugehörigen Preisen der Erlös der angenommenen Buchungen ermittelt.

#### 5.3.4 Flexible Sitzbank

Im dritten Abschnitt des Modells werden Berechnungen zum Thema der flexiblen Sitzbank durchgeführt. Dabei wird auf Ergebnisse des vorherigen Abschnittes „Kapazitätssteuerung“ aufgebaut; dies sind die EMSRs für jeden Sitz in jeder Buchungsklasse, die Anzahl der angenommenen Buchungen und der Erlös durch die angenommenen Buchungen. Die Parameter werden als interne Daten übergeben. Zusätzlich wird vom ersten Abschnitt die Anzahl der Sitzplätze an Bord ebenfalls intern zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus werden durch den Nutzer einige weitere externe Eingangsdaten eingegeben:

- Anzahl Sitze pro Sitzbank: Festgelegt auf 3
- Anzahl verschiebbarer Sitzbänke einer Sitzkonfiguration
- Vergangene Nachfrage nach mehr Beinfreiheit: Für verschiedene vergangene Tage
- Anzahl flexibler Sitzkonfigurationen an Bord: In der Flugzeugkabine eingebaut
- Aufpreis für mehr Beinfreiheit pro Sitz: Betrag in Euro
- Reale Nachfrage nach mehr Beinfreiheit : Tatsächlich eintreffende Nachfrage nach mehr Beinfreiheit

Abbildung 5.7 zeigt eine schematische Darstellung der Zusammenhänge dieses Abschnittes.

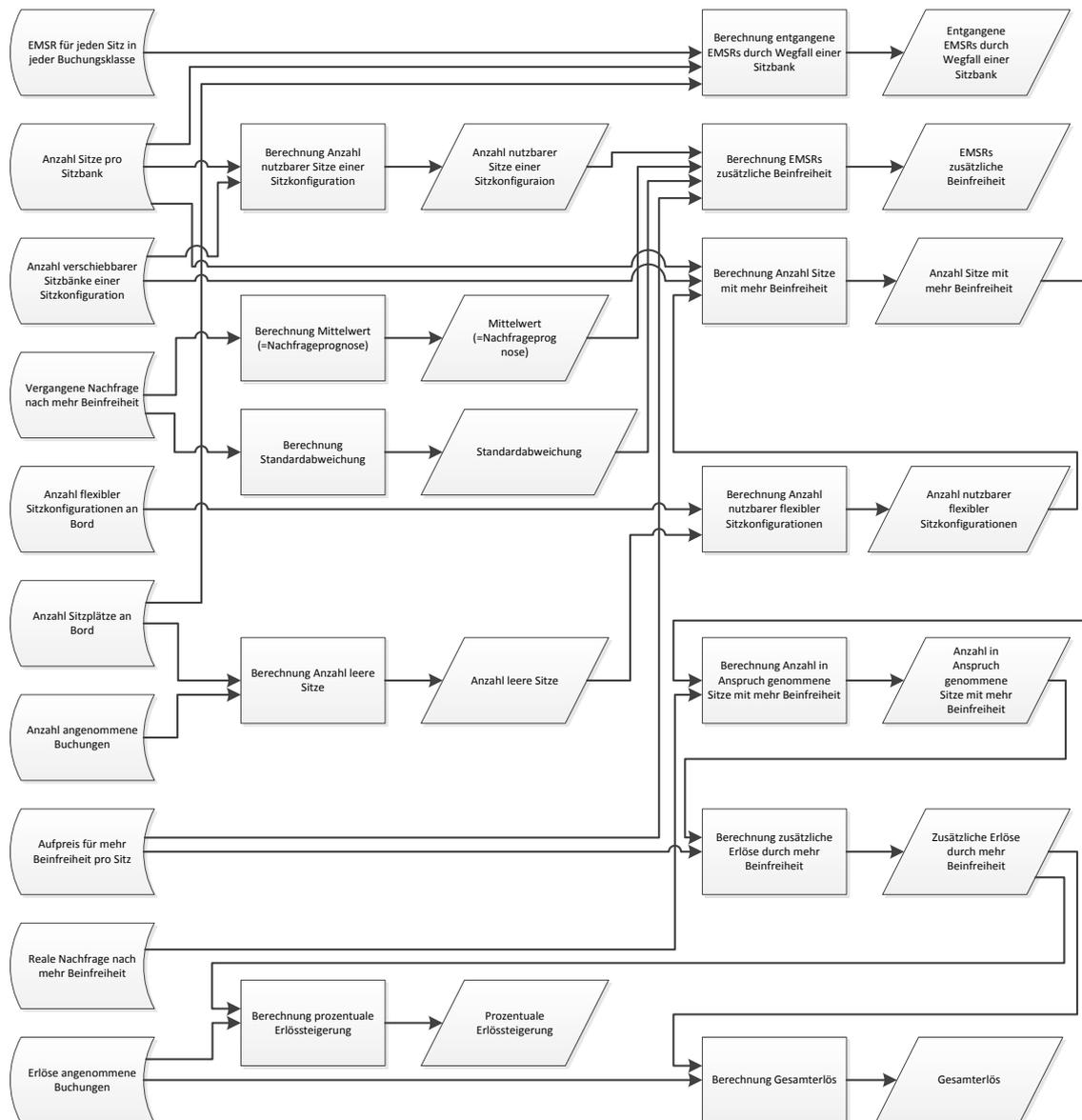


Abbildung 5.7: Abschnitt „Flexible Sitzbank“

Zu Beginn des Abschnittes wird aus der Anzahl der Sitze pro Sitzbank und der Anzahl verschiebbarer Sitzbänke einer Sitzkonfiguration die Anzahl der nutzbaren Sitze einer Sitzkonfiguration berechnet. Anhand der vergangenen Nachfrage nach mehr Beinfreiheit werden die beiden Größen Mittelwert und Standardabweichung errechnet. Wie im ersten Abschnitt auch, wird der Mittelwert als Nachfrageprognose interpretiert. Aus beiden Werten – Mittelwert und Standardabweichung – sowie dem Aufpreis für mehr Beinfreiheit und der Anzahl nutzbarer Sitze einer Sitzkonfiguration werden die EMSRs für jeden nutzbaren Sitz einer Sitzkonfiguration berechnet. Die Summierung dieser EMSRs stellt den zu erwartenden Erlös durch eine flexible Sitzkonfiguration dar. Zur Gegenüberstellung wird aus den EMSRs für jeden Sitz in jeder Buchungsklasse, der Anzahl der Sitze pro Sitzbank und der Anzahl der Sitzplätze an Bord der ent-

gangene EMSR durch Wegfall einer Sitzbank berechnet. Dafür werden die drei niedrigsten EMSR-Werte summiert.

Des Weiteren wird aus der Anzahl der Sitzplätze an Bord und der Anzahl der angenommenen Buchungen die Anzahl der leer gebliebenen Sitze bestimmt. Sie wird in einer folgenden Rechnung zur Bestimmung benötigt, wie viele der vorhandenen flexiblen Sitzkonfigurationen (Anzahl flexibler Sitzkonfigurationen an Bord) überhaupt genutzt werden können (Anzahl nutzbarer flexibler Sitzkonfigurationen). Bei Kenntnis der Anzahl der Sitze pro Sitzbank und der Anzahl der verschiebbaren Sitzbänke einer Sitzkonfiguration wird folgend die Anzahl der Sitze mit mehr Beinfreiheit bestimmt. Im anschließenden Schritt wird daraus und aus der realen Nachfrage nach mehr Beinfreiheit die Anzahl der in Anspruch genommenen Sitze mit mehr Beinfreiheit errechnet. Folglich werden aus dieser Zahl und aus dem Aufpreis für mehr Beinfreiheit die zusätzlichen Erlöse durch mehr Beinfreiheit berechnet, woraufhin mit dem Erlös der angenommenen Buchungen, welcher vom Abschnitt Kapazitätssteuerung als interner Parameter übergeben wurde, in einer weiteren Rechnung die prozentuale Erlössteigerung berechnet wird. Zum Schluss dieses letzten Abschnittes wird der Gesamterlös ermittelt. Er setzt sich aus dem Erlös der angenommenen Buchungen und dem zusätzlichen Erlös durch mehr Beinfreiheit zusammen.

### 5.3.5 Preiselastizität der Nachfrage

Der letzte Abschnitt des Modells widmet sich den Daten und Berechnungen zur Preiselastizität der Nachfrage, also dem kausalen Zusammenhang von Nachfrage und Preis (siehe Kap. 2.3.2). Er besitzt einen preisorientierten Charakter und ist daher losgelöst von den Abschnitten „Kapazitätssteuerung“ und „Flexible Sitzbank“ zu betrachten. Die Berechnungen dieses Abschnittes sollen verdeutlichen, wie durch einfache Preisänderungen die Nachfrage beeinflusst werden könnte und somit eine Alternative zum eigentlich gewählten (mengenorientierten) Revenue Management Ansatz aufzeigen. Auf Ergebnisse dieses Abschnittes wird deshalb nicht weiter aufgebaut; sie sollen lediglich dem Vergleich mit den Ergebnissen des mengenorientierten Ansatzes dienen. Der Abschnitt kann daher auch als parallel zu den beiden vorigen Abschnitten angesehen werden.

Für die Berechnungen dieses Abschnittes werden die beiden Parameter „Preise“ und „Reale Nachfrage“ vom Abschnitt „Input Daten“ als interne Daten übergeben. Zusätzlich müssen vom Nutzer zwei weitere, externe Daten eingegeben werden:

- Preisänderung: Prozentuale Preisänderung in Bezug auf den Grundpreis
- Preiselastizität der Nachfrage: Nachfrageänderung in Folge einer Preisänderung

Abbildung 5.8 liefert eine schematische Darstellung des Abschnittes.

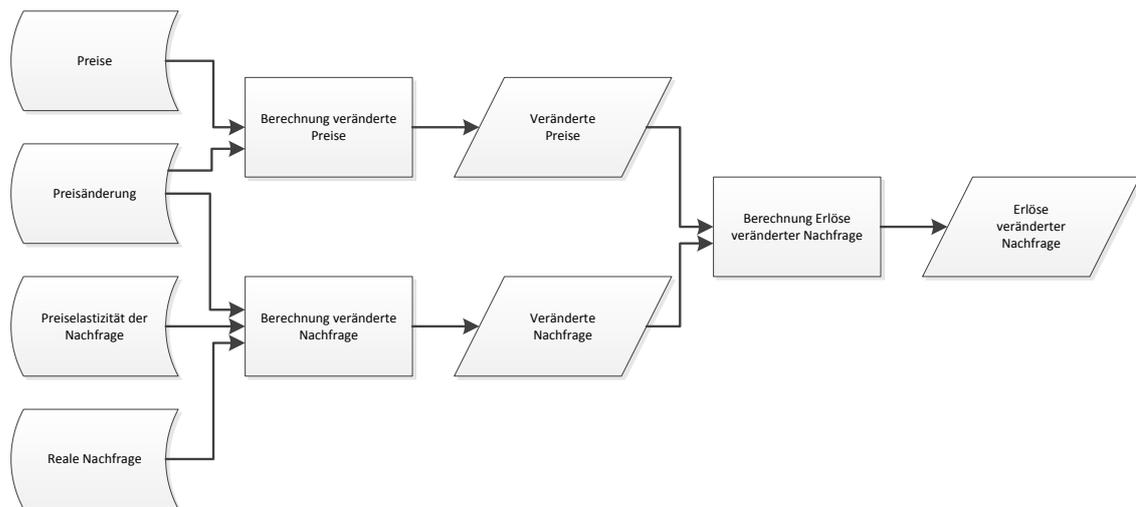


Abbildung 5.8: Abschnitt „Preiselastizität der Nachfrage“

Aus den Preisen und der Preisänderung werden veränderte Preise für jede Buchungsklasse berechnet. Außerdem wird eine veränderte Nachfrage für jede Buchungsklasse berechnet, wofür drei Parameter benötigt werden: Preisänderung, Preiselastizität der Nachfrage und reale Nachfrage. Anhand dieser beiden neu berechneten Werte – veränderte Preise und veränderte Nachfrage – wird der Erlös der veränderten Nachfrage berechnet. Er ergibt sich unabhängig von der Sitzplatzkapazität des Flugzeuges und unabhängig von der prognostizierten Nachfrage.

## 6 Anwendung

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der Implementierung und der Anwendung des entwickelten Modells in einem „Revenue Tool“ (Ertrags-Werkzeug). Nach der Vorstellung allgemeiner Hinweise zur Implementierung und Nutzung wird das Revenue Tool an einem realistischen Anwendungsbeispiel durchlaufen.

### 6.1 Implementierung

Zur Implementierung des entwickelten Modells wird die Standardsoftware Microsoft® Excel verwendet. Durch die weite Verbreitung und den hohen Bekanntheitsgrad dieser Software werden beste Voraussetzungen für eine unkomplizierte Verwendung des Werkzeuges geschaffen. Bei der Umsetzung des Modells in Excel werden keine Makros verwendet, jegliche Berechnungen kommen ohne die Anwendung von *Visual Basic for Applications* – der Skriptsprache von Microsoft Office – aus. Optisch findet eine Orientierung an dem Layout des von Studenten der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg entwickelten *PreSto-Cabin* (Preliminary Sizing Tool for Passenger Aircraft Cabins, [29]) statt, wodurch sich eine geeignete grafische Benutzeroberfläche (engl. *graphical user interface*, GUI) ergibt. Abbildung 6.1 zeigt beispielhaft die GUI, bei der im Speziellen folgende Farbgebung verwendet wird:

- Hintergrund: Grau
- Überschriftfelder Abschnitt: Schwarz (weiße Schrift)
- Überschriftfelder Unterabschnitt: Dunkel-grau
- Eingabefelder: Weiß
- Informationsfelder: Farbig

The screenshot shows a graphical user interface for the Revenue Tool. It features a dark grey header with the text '1 Input Daten' and a sub-header '1.1 Kapazität'. Below the header, there are two input fields. The first field is labeled 'Anzahl Sitzplätze an Bord' with the variable name 'n\_S' and a text box containing the value '150' followed by a unit indicator '[-]'. To the right of this field is a note: '<<<<< Diese Zahl muss durch 3 teilbar sein'. Below the first field is a green bar with the text 'Anzahl Sitzplätze ok'. The second field is labeled 'Anzahl 3er Sitzbänke an Bord' with the variable name 'n\_SR' and a text box containing the value '50' followed by a unit indicator '[-]'. The background of the interface is grey.

Abbildung 6.1: Graphical User Interface Revenue Tool

Wo sinnvoll, werden dem Benutzer durch Diagramme oder Tabellen Informationen zur Verfügung gestellt. Auch hier werden wichtige Informationen farbig, weniger wichtige Informationen und Hintergründe hingegen grau (Tabellen) oder weiß (Diagramme) dargestellt.

Das Revenue Tool verfügt über vier Tabellenblätter, welche unterschiedlichen Zwecken dienen:

### **1. Ein- und Ausgabemaske**

Dieses erste Tabellenblatt ist das Hauptelement des Revenue Tools. Es beinhaltet das gesamte, abschnittsweise aufgebaute Modell, wie es in Kap. 5.3 beschrieben ist. Dem Nutzer dient dieses Blatt sowohl als Eingabemaske der Eingangsdaten, als auch als Ausgabemaske der Ergebnisse. Eine eingeschränkte Betrachtung des Nutzers lediglich auf dieses erste Tabellenblatt reicht folglich aus, um Ergebnisse zu erhalten. Zum Verständnis der Berechnungen wird jedoch empfohlen, die weiteren Tabellenblätter des Revenue Tools ebenso zu betrachten.

### **2. Schutzlevels und Buchungslimits**

Im zweiten Tabellenblatt findet die Berechnung der EMSRs für jeden Sitz in jeder Buchungsklasse und darauf folgend die Berechnung der Schutzlevels und Buchungslimits statt. Dabei werden auf diesem Blatt keine Eingaben durch den Nutzer benötigt, entsprechende Daten werden aus dem vorherigen Tabellenblatt bezogen und die Ergebnisse ebenfalls dort zur Verfügung gestellt. Zur Verdeutlichung der Berechnung der Schutzlevels ist dieses Blatt jedoch gut geeignet, da die verwendete grafische Berechnungsmethode gut nachvollziehbar ist.

### **3. EMSR zusätzliche Befreiheit**

Im dritten Tabellenblatt wird die Berechnung der Buchungswahrscheinlichkeiten für mehr Befreiheit und die daraus resultierenden zu erwartenden Erlöse in Form der EMSRs für jeden Sitz durchgeführt. Da, wie beim vorigen Blatt, der Datenaustausch zur Ein- und Ausgabemaske selbstständig stattfindet, muss auch dieses Tabellenblatt nicht zwangsläufig vom Nutzer betrachtet werden. Es dient daher ebenfalls hauptsächlich dem Verständnis der Berechnungsmethoden.

#### 4. Dynamische Preissteuerung

Das vierte und letzte Tabellenblatt ist vollständig losgelöst von allen vorherigen zu betrachten. Es stellt durch den dynamischen, preisorientierten Ansatz (siehe Kap. 4.2.2) inhaltlich eine Alternative und keine Ergänzung zum mengenorientierten Ansatz dar und besitzt aus diesem Grund keine direkte Verlinkung zu anderen Teilen des Revenue Tools. Es dient dem interessierten Benutzer daher lediglich als qualitative Erweiterung des Themengebietes Revenue Management durch die dynamische Preissteuerung. Auch hier werden jedoch, wie in den vorherigen Abschnitten auch, Wechselwirkungen zwischen prognostizierter und realer Nachfrage, sowie zu Preisänderungen, dargestellt. Darüber hinaus wird ergänzend die zeitliche Verteilung der eintreffenden Nachfrage berücksichtigt.

## 6.2 Anwendung des Revenue Tools

Im Folgenden wird durch ein Anwendungsbeispiel des Revenue Tools geführt. Zunächst wird dafür eine Flug-Referenz unter realistischen Einsatzvoraussetzungen für flexible Sitzkonfigurationen definiert. Anschließend werden die wichtigsten Einflussfaktoren für das Erlöspotential erläutert und vergleichbare Produkte vorgestellt, aus denen Abschätzungen über das Preis-Leistungs-Verhältnis abgeleitet werden können. Schließlich werden die Abschnitte des Revenue Tools, welche im vorherigen Kapitel 5.3 beschrieben wurden, sukzessiv durchlaufen.

### 6.2.1 Flug-Referenz

Abgebildet werden soll eine möglichst realistische Situation, um das Erlöspotential von flexiblen Sitzkonfigurationen für Fluggesellschaften abschätzen zu können. Wie im noch folgenden Kapitel 7.1 beschrieben wird, liegt das Marktpotential flexibler Sitzkonfigurationen eher im Langstreckenmarkt. Aus diesem Grund werden die Eingangsgrößen in diesem Abschnitt entsprechend der Referenz eines Langstreckenfluges gewählt. Als Flugzeugmuster bieten sich die A350 von Airbus oder die B787 (*Dreamliner*) von Boeing an. Beide Muster werden typischerweise von Fluggesellschaften in einer *9-abreast*-Konfiguration mit drei nebeneinanderliegenden 3er-Sitzbänken betrieben. Abbildung 6.2 zeigt eine Konfiguration, wie sie von Lufthansa in der A350-900 eingesetzt wird. Darin befinden sich 224 Sitze in der Economy-Class, welche für flexible Sitzkonfigurationen das größte Anwendungspotential bietet (siehe Kap. 7.1).

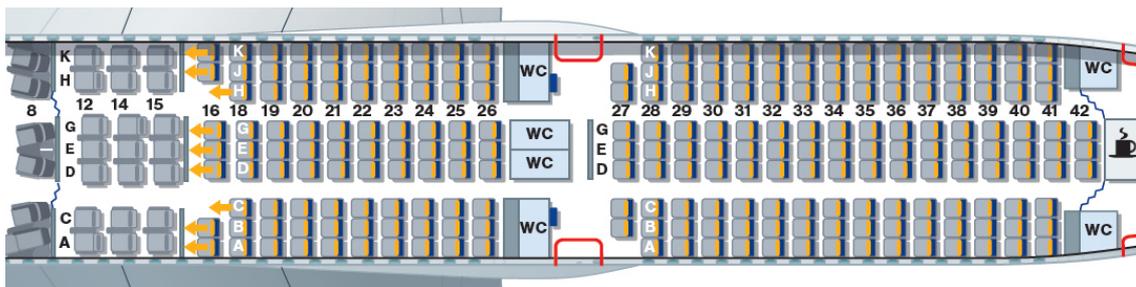


Abbildung 6.2: Lufthansa Airbus A350-900 (48 Business/21 Premium Economy/224 Economy) [30]

## 6.2.2 Einflussfaktoren des Erlöspotentials

Da es sich bei dem Produkt der flexiblen Sitzkonfiguration um ein zukünftiges Produkt ohne bestehende Markterfahrung handelt, können Aussagen über das Erlöspotential lediglich durch Schätzungen und Annahmen getroffen werden. Für realistische Aussagen ist es dabei wichtig, die flexible Sitzkonfiguration mit bestehenden, ähnlichen Produkten zu vergleichen.

Die Anzahl der Plätze mit zusätzlicher Beinfreiheit steht durch den Sitzladefaktor bereits fest. Das Erlöspotential hängt also maßgebend vom angesetzten Preis, der Größe der angebotenen Beinfreiheit und der daraus resultierenden Nachfrage ab. Für Letztere können im Rahmen dieser Arbeit keine validen Daten ermittelt werden, da Fluggesellschaften entsprechende sensible Nachfragedaten nicht publizieren. Für das Preis-Leistungs-Verhältnis lassen sich jedoch einige vergleichbare Beispiele finden.

Lufthansa bietet seinen Passagieren „Sitze mit mehr Beinfreiheit“ an, welche meistens die vor-derste Reihe der Economy-Class darstellen oder sich direkt vor (Not-)Ausgängen befinden. Diese Sitze zeichnen sich durch mindestens zehn Zentimeter zusätzliche Beinfreiheit aus [31]. Auf der Kurz- und Mittelstrecke wird dafür ein Preis von 25€ verlangt, auf der Langstrecke liegt der Preis zwischen 50€ (Nordafrika/Nahost) und 90€ (z.B. Argentinien, Brasilien, China, Südafrika, Westküste USA). Sitzplatzreservierungen für Standardsitze – das sind Sitze ohne zusätzliche Beinfreiheit – liegen zwischen 10€ (Kurz- und Mittelstrecke) und 25€ (Langstrecke).

Die niederländische Fluggesellschaft KLM unterscheidet bei dem Angebot „mehr Beinfreiheit“ zwischen zwei verschiedene Möglichkeiten. Reservierungen für Sitzplätze am Notausgang, welche bis zu 22cm (9 Zoll) mehr Beinfreiheit bieten, kosten auf der Kurzstrecke 20€ (siehe Abbildung 6.3) und auf der Langstrecke 70€ (siehe Abbildung 6.4). Die zweite Möglichkeit bezieht sich auf Sitzplätze im vorderen Teil des Flugzeuges, bei welchen bis zu 10cm (4 Zoll) mehr Beinfreiheit geboten wird. Wie in Abbildung 6.3 und Abbildung 6.4 dargestellt ist, werden dafür auf der Kurzstrecke 12€ und auf der Langstrecke 130€ verlangt. Da diese Sitzplätze zusätz-

lich zur vergrößerten Beinfreiheit „doppelt so weit nach hinten verstellbare Rückenlehnen“ bieten, kann der Preis jedoch nicht nur auf die vergrößerte Beinfreiheit zurückgeführt werden.

	Zu empfehlen	
 <b>Sitz mit mehr Beinfreiheit</b>	 <b>Economy Comfort-Sitzplatz</b>	 <b>Economy Class</b>
<b>EUR 20.00</b>	<b>EUR 12.00</b>	<b>EUR 5.00</b>
Jetzt 11 verfügbar	Jetzt 1 verfügbar	Jetzt 103 verfügbar
Bis zu 22 cm (9 Zoll) mehr Beinfreiheit	Bis zu 10 cm (4 Zoll) mehr Beinfreiheit	Normale Beinfreiheit
Normal verstellbare Rückenlehne	Doppelt so weit nach hinten verstellbare Rückenlehne	Normal nach hinten verstellbare Rückenlehne
Sitzplatz am Notausgang	Im vorderen Teil des Flugzeugs	Standardsitz mit ergonomischem Design

Abbildung 6.3: Sitzplatzreservierung bei KLM für AMS-HAM [32]

Zu empfehlen			
 <b>Economy Comfort-Sitzplatz</b>	 <b>Sitz mit mehr Beinfreiheit</b>	 <b>Vorzugssitzplatz</b>	 <b>Economy Class</b>
<b>EUR 130.00</b>	<b>EUR 70.00</b>	<b>EUR 30.00</b>	<b>EUR 20.00</b>
Jetzt 6 verfügbar	Jetzt 2 verfügbar	Jetzt 20 verfügbar	Jetzt 137 verfügbar
Bis zu 10 cm (4 Zoll) mehr Beinfreiheit	Mehr Beinfreiheit	Normale Beinfreiheit	Normale Beinfreiheit
Doppelt so weit nach hinten verstellbare Rückenlehne	Regulär verstellbare Rückenlehne	Normal verstellbare Rückenlehne	Normal nach hinten verstellbare Rückenlehne
Im vorderen Teil des Flugzeugs	Sitzplatz am Notausgang	Bevorzugte Economy Class-Sitzplätze	Standardsitz mit ergonomischem Design

Abbildung 6.4: Sitzplatzreservierung bei KLM für AMS-CGK [32]

Für die folgenden Berechnungen des Revenue Tools wird aufgrund der oben genannten Beispiele ein Preis von 90€ pro Sitzplatz für die zusätzliche Beinfreiheit angesetzt. Welches Ausmaß die zusätzliche Beinfreiheit einnimmt, spielt für die Berechnungen innerhalb des Revenue Tools keine Rolle. Es sei an dieser Stelle jedoch erwähnt, dass im Berechnungsbeispiel von einer zusätzlichen Beinfreiheit von 3 Zoll pro Sitzbank ausgegangen wird.

### 6.2.3 Berechnungsbeispiel

#### Input Daten

Bei der Sitzplatzkapazität wird sich an der Größenordnung des Beispiellayouts des Lufthansa A350 aus Kapitel 6.2.1 orientiert. Gemäß Abbildung 6.5 wird für die Anzahl der Sitzplätze an Bord ein Wert von 222 eingegeben. Zur Vereinfachung wird in diesem Beispiel davon ausgegangen, dass ausschließlich 3er-Sitzbänke in der Economy-Class vorhanden sind, weswegen die Zahl durch drei teilbar sein muss. In der Realität ist dies jedoch nicht immer der Fall.

Anzahl Sitzplätze an Bord	n_S	<input type="text" value="222"/>	[-]
---------------------------	-----	----------------------------------	-----

Abbildung 6.5: Anzahl Sitzplätze an Bord

Die Länge der Strecke (Kurz-, Mittel- oder Langstrecke) ist für die Berechnungsmethoden innerhalb des Modells unerheblich. Um dennoch realitätsnahe Vergleichswerte für die Langstrecke zu erhalten, werden bei der Eingabe der Grundpreise realistische Werte für Langstreckenverbindungen gewählt. Die Grundpreise für jede Buchungsklasse sind in Abbildung 6.6 dargestellt.

Grundpreis für Buchungsklasse	Y	€_Y	3400	[€]
	M	€_M	2700	[€]
	B	€_B	2100	[€]
	K	€_K	1600	[€]
	H	€_H	1200	[€]
	Q	€_Q	900	[€]
	W	€_W	700	[€]
	Z	€_Z	600	[€]

Abbildung 6.6: Grundpreise der Buchungsklassen

Zur Prognose der Nachfrage werden zunächst Vergangenheitswerte der Nachfrage für vier vergleichbare Tage, entsprechend Abbildung 6.7, eingegeben. Vergleichbar bedeutet, dass für jeden dieser Tage gleiche Voraussetzungen bestehen. Das kann zum Beispiel für mehrere Jahre der Tag „Heiligabend“ sein. Auch mehrere Montage aufeinander folgender Arbeitswochen wären ein Beispiel. Die in diesem Beispiel gewählten Werte sind zwar zufällig generiert, bei der Aufsummierung über alle Buchungsklassen sollten sich jedoch für jeden Tag realistische Auslastungen der Kapazität ergeben.

	Vergangenheitswerte für verschiedene Tage				
	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	
Y	23	15	23	22	[-]
M	23	17	18	22	[-]
B	25	18	31	23	[-]
K	22	20	24	26	[-]
H	26	25	33	31	[-]
Q	27	30	25	18	[-]
W	26	30	29	32	[-]
Z	27	29	29	32	[-]
$\Sigma$	199	184	212	206	[-]

Abbildung 6.7: Vergangenheitswerte der Nachfrage für verschiedene Tage

Im nächsten Schritt berechnet das Revenue Tool zunächst den Mittelwert dieser vergangenen Nachfragewerte für jede Buchungsklasse. Anschließend wird die Summe über alle Buchungsklassen gebildet. Dieser Wert dient als Prognose für die zukünftige Nachfrage und beträgt, wie in Abbildung 6.8 zu erkennen ist, 200,25. Auch wenn dieser nicht-ganzzahlige Wert in der Realität nicht vorkommen kann, wird er in dieser Form für weitere Berechnungen verwendet.

			Mittelwert	
Nachfrage - Prognose für Buchungsklasse	Y	D_Y	20,75	[-]
	M	D_M	20	[-]
	B	D_B	24,25	[-]
	K	D_K	23	[-]
	H	D_H	28,75	[-]
	Q	D_Q	25	[-]
	W	D_W	29,25	[-]
	Z	D_Z	29,25	[-]
		Summe	200,25	[-]

Abbildung 6.8: Nachfrage – Prognose für Buchungsklasse

Zusammen mit der Anzahl der Sitzplätze an Bord kann folgend der Sitzladefaktor der prognostizierten Nachfrage berechnet werden. Er nimmt mit 90,2% einen optimistisch hohen Wert ein (siehe Abbildung 6.9) – selbst für eine tendenziell höher ausgelastete Langstreckenverbindung im Vergleich zur Kurzstrecke.

Sitzladefaktor prognostizierter Nachfrage	SLF_D_prog	90,2 [%]
---	------------	----------

Abbildung 6.9: Sitzladefaktor prognostizierter Nachfrage

Im folgenden Schritt werden zufällig generierte Werte für die reale – also tatsächlich eintreffende – Nachfrage für jede Buchungsklasse eingegeben. Auch hier wird anschließend über alle Buchungsklassen aufsummiert, sodass sich eine Gesamtnachfrage von 213 ergibt (siehe Abbildung 6.10).

Nachfrage - Real für Buchungsklasse	Y	D_Y_real	20	[-]
	M	D_M_real	21	[-]
	B	D_B_real	22	[-]
	K	D_K_real	24	[-]
	H	D_H_real	28	[-]
	Q	D_Q_real	33	[-]
	W	D_W_real	30	[-]
	Z	D_Z_real	35	[-]
	Summe		213	[-]

Abbildung 6.10: Nachfrage – Real für Buchungsklasse

Analog zum SLF der prognostizierten Nachfrage wird anschließend der SLF der realen Nachfrage berechnet. Dieser Wert entspricht dem Fall, dass die gesamte Nachfrage durch das System angenommen wird. In der Realität ist dies jedoch nicht immer der Fall, da die Kapazitätssteuerung aufgrund zu geringer Schutzlevel Buchungsanfragen ablehnen kann. Im aktuellen Beispiel wird entsprechend Abbildung 6.11 ein SLF der realen Nachfrage von 95,9% erreicht.

Sitzladefaktor realer Nachfrage	SLF_D_real	95,9 [%]
---------------------------------	------------	----------

Abbildung 6.11: Sitzladefaktor realer Nachfrage

Anhand der prognostizierten Nachfrage und den Grundpreisen für jede Buchungsklasse kann der Erlös der prognostizierten Nachfrage für jede Buchungsklasse berechnet und zu einem Gesamterlös aufsummiert werden. Der sich ergebende Wert entspricht also dem Mittel aller vergangenen – und somit der erwarteten – Erlöse. Es ergibt sich gemäß Abbildung 6.12 ein Wert von 307300€.

Erlöse prognostizierter Nachfrage für Buchungsklasse	Y	Rev_D_Y	70550	[€]
	M	Rev_D_M	54000	[€]
	B	Rev_D_B	50925	[€]
	K	Rev_D_K	36800	[€]
	H	Rev_D_H	34500	[€]
	Q	Rev_D_Q	22500	[€]
	W	Rev_D_W	20475	[€]
	Z	Rev_D_Z	17550	[€]
	Summe		307300	[€]

Abbildung 6.12: Erlöse prognostizierter Nachfrage für Buchungsklasse

Zum Vergleich wird aus der realen Nachfrage und den Grundpreisen der Erlös der realen Nachfrage berechnet. Dieser Erlös – 314600€ in Abbildung 6.13 – stellt sich ein, wenn die gesamte eintreffende Nachfrage durch das System angenommen wird.

Erlöse realer Nachfrage für Buchungsklasse	Y	Rev_D_real_Y	68000	[€]
	M	Rev_D_real_M	56700	[€]
	B	Rev_D_real_B	46200	[€]
	K	Rev_D_real_K	38400	[€]
	H	Rev_D_real_H	33600	[€]
	Q	Rev_D_real_Q	29700	[€]
	W	Rev_D_real_W	21000	[€]
	Z	Rev_D_real_Z	21000	[€]
	Summe		314600	[€]

Abbildung 6.13: Erlöse realer Nachfrage für Buchungsklasse

Außer dem Preis besteht zwischen den beiden errechneten Gesamterlösen keine Abhängigkeit. Änderungen der prognostizierten oder der realen Nachfrage haben folglich keinen Einfluss auf den Erlös des jeweils anderen. Diese Unabhängigkeit sollte bei einem Vergleich der beiden Erlöse stets berücksichtigt werden, sodass sie deshalb primär der Größenorientierung dienen.

### Kapazitätssteuerung

Durch das EMSR-Modell werden aus den Mittelwerten und Standardabweichungen der vergangenen Nachfragen (seriell verschachtelte) Schutzlevels errechnet. Die Schutzlevels der jeweiligen Buchungsklassen sind in Abbildung 6.14 dargestellt.

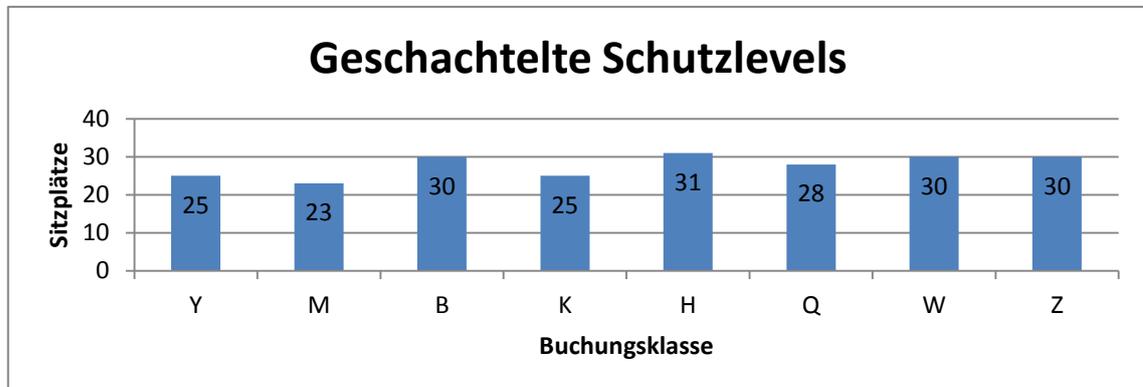


Abbildung 6.14: Geschachtelte Schutzlevels

Anschließend folgt die Entscheidung über Annahme oder Ablehnung von Buchungsanfragen. Entsprechend der Voraussetzung aus Kapitel 4.2.1.2 – „Die niedrigste Buchungsklasse bucht als erstes, gefolgt von der nächst höheren usw.“ – ist die Tabelle in Abbildung 6.15 von unten nach oben zu lesen.

Y	Kap. zur Verfügung	39	angenommen	20	abgelehnt	0	noch frei	19	Restkap.	19
M	Kap. zur Verfügung	35	angenommen	21	abgelehnt	0	noch frei	14	Restkap.	39
B	Kap. zur Verfügung	34	angenommen	22	abgelehnt	0	noch frei	12	Restkap.	60
K	Kap. zur Verfügung	28	angenommen	24	abgelehnt	0	noch frei	4	Restkap.	82
H	Kap. zur Verfügung	31	angenommen	28	abgelehnt	0	noch frei	3	Restkap.	106
Q	Kap. zur Verfügung	28	angenommen	28	abgelehnt	5	noch frei	0	Restkap.	134
W	Kap. zur Verfügung	30	angenommen	30	abgelehnt	0	noch frei	0	Restkap.	162
Z	Kap. zur Verfügung	30	angenommen	30	abgelehnt	5	noch frei	0	Restkap.	192
Summe				203						

Abbildung 6.15: Annahme und Ablehnung von Buchungsanfragen

Für die BK Z ergibt sich durch das Schutzlevel eine „Kap. (Kapazität) zur Verfügung“ von 30. Da die reale Nachfrage für diese BK 35 beträgt, werden 30 Anfragen angenommen und 5 abgelehnt. Es bleibt kein Platz in dieser BK frei. Aus der Restkapazität der nächst geringeren BK und den angenommenen Buchungsanfragen lässt sich die Restkapazität der aktuellen BK berechnen nach:

$$\text{Restkap. } BK_i = \text{Restkap. } BK_{i-1} - \text{angenommene Buchungsanfragen } BK_i \quad (5)$$

Für die niedrigste BK gibt es keine Restkapazität der nächst geringeren BK. Stattdessen wird an dieser Stelle die Gesamtkapazität betrachtet. Es ergibt sich für BK Z nach (5) eine Restkapazität von 192, welche den weiteren BK zur Verfügung steht.

Das Procedere wird aufsteigend für jede BK wiederholt. Bei der BK H ergibt sich schließlich folgende Situation: Die „Kap. zur Verfügung“ beträgt, entsprechend des Schutzlevels, 31. Da die reale Nachfrage für diese Buchungsklasse nur 28 beträgt, bleiben nach der Annahme aller Buchungsanfragen und der Reduzierung der Restkapazität auf 106 noch 3 Plätze frei. Diese 3 freien Plätze stehen der nächsthöheren Buchungsklasse zusätzlich zum eigenen Schutzlevel zur Verfügung. Es gilt:

$$\text{Kap. zur Verfügung } BK_i = \text{Schutzlevel } BK_i + \text{Plätze noch frei } BK_{i-1} \quad (6)$$

Für BK K ergibt sich folglich nach (6) eine „Kap. zur Verfügung“ von 28. Das Procedere wird wiederholt, bis alle BK durchlaufen wurden. Die Abbildung 6.16 gibt eine Übersicht über alle Schutzlevels, realen Nachfragen und angenommenen Buchungen.

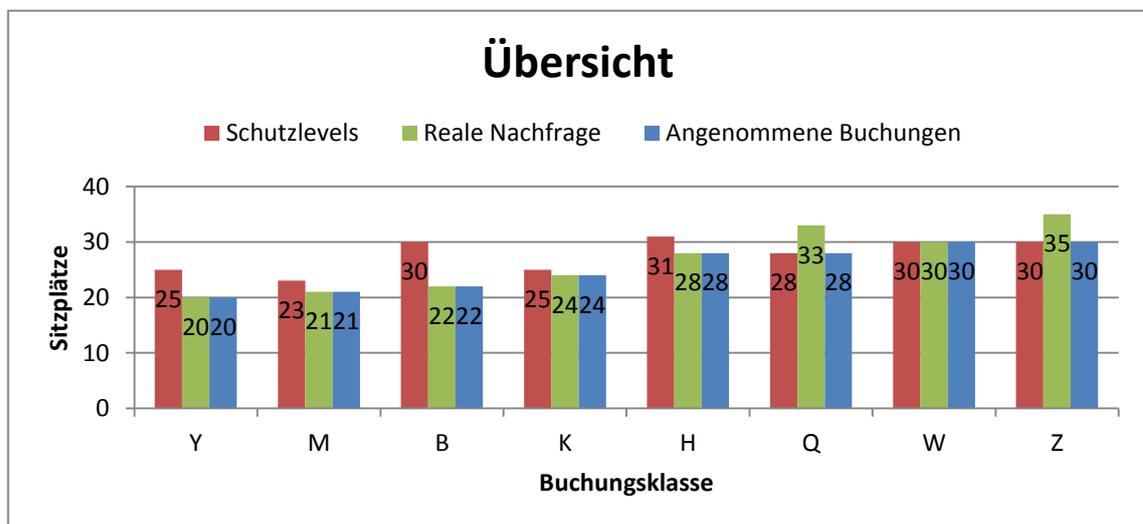


Abbildung 6.16: Übersicht

Obwohl in den unteren Buchungsklassen 10 Buchungsanfragen abgelehnt werden, bleiben nach dem Durchlauf aller BK noch 19 Plätze frei. Bei folglich nur 203 besetzten Plätzen ergibt sich ein Sitzladefaktor von 91,4% (siehe Abbildung 6.17).

Sitzladefaktor	SLF	91,4 [%]
----------------	-----	----------

Abbildung 6.17: Sitzladefaktor

Aus den angenommenen Buchungsanfragen und den Grundpreisen werden im letzten Schritt dieses Abschnittes die wahren Erlöse für jede Buchungsklasse berechnet und zu einem wahren Gesamterlös – 307100€ in Abbildung 6.18 – aufsummiert. Im Vergleich zum Gesamterlös der realen Nachfrage (314600€) ist er um 7500€ geringer. Diese Differenz ist der Umsatzverlust (siehe Kap. 4.2.1.2), welcher von der Kapazitätssteuerung verursacht wird.

Wahrer Erlös durch angenommene Buchungsanfragen für Buchungsklasse	Y	Rev_true_Y	68000	[€]
	M	Rev_true_M	56700	[€]
	B	Rev_true_B	46200	[€]
	K	Rev_true_K	38400	[€]
	H	Rev_true_H	33600	[€]
	Q	Rev_true_Q	25200	[€]
	W	Rev_true_W	21000	[€]
	Z	Rev_true_Z	18000	[€]
	Summe		307100	[€]

Abbildung 6.18: Wahrer Erlös durch angenommene Buchungsanfragen für Buchungsklasse

### Flexible Sitzbank

Im Abschnitt „Flexible Sitzbank“ wird zunächst die Anzahl der verschiebbaren Sitzbänke einer Sitzkonfiguration – hier: 5 (siehe Abbildung 6.19) – eingegeben. Bei Nutzung der Sitzkonfiguration als Layout mit zusätzlicher Beinfreiheit, ergeben sich daraus bei 3 Sitzen pro Sitzbank 15 nutzbare Sitze mit mehr Beinfreiheit pro Sitzkonfiguration.

Anzahl zusammenklappbarer Sitzbänke einer Sitzkonfiguration	n_SB_fold_SK	<input type="text" value="1"/>	[-]
Anzahl verschiebbarer Sitzbänke einer Sitzkonfiguration	n_SB_move_SK	<input type="text" value="5"/>	[-]
Anzahl Sitze pro Sitzbank	n_S_SB	<input type="text" value="3"/>	[-]
Anzahl nutzbarer Sitze einer Sitzkonfiguration	n_S_usable_SK	<input type="text" value="15"/>	[-]

Abbildung 6.19: Geometrie der flexiblen Sitzbank

Der Aufpreis für die zusätzliche Beinfreiheit pro Sitz ist stark abhängig von der Größe der angebotenen, zusätzlichen Beinfreiheit und der entsprechenden Zahlungsbereitschaft der Kunden. Gemäß Abbildung 6.20 wird ein Wert von 90€ pro Sitz mit zusätzlicher Beinfreiheit vom Kunden verlangt. Eine Recherche realistischer Preise und Vergleichswerte für mehr Beinfreiheit finden sich in Kap. 6.2.2.

Aufpreis für mehr Beinfreiheit pro Sitz	€_S_+legroom	<input type="text" value="90"/>	[€]
---	--------------	---------------------------------	-----

Abbildung 6.20: Aufpreis für mehr Beinfreiheit pro Sitz

Das Eingabefeld auf Abbildung 6.21 zeigt 10 Einheiten für die Anzahl der flexiblen Sitzkonfigurationen an Bord. Eine Sitzkonfiguration besteht im aktuellen Beispiel aus 6 Sitzbänken – 1 zusammenklappbar und 5 verschiebbar. Bei 10 flexiblen Sitzkonfigurationen werden folglich 60 „normale“ Sitzbänke durch Sitzbänke flexibler Sitzkonfigurationen ersetzt.

Anzahl flexibler Sitzkonfigurationen an Bord	n_SK_flex	<input type="text" value="10"/>	[-]
--	-----------	---------------------------------	-----

Abbildung 6.21: Anzahl flexibler Sitzkonfigurationen an Bord

Im nächsten Schritt stellt sich die Frage, wie viele der vorhandenen, flexiblen Sitzkonfigurationen, anhand der leer gebliebenen Plätze, genutzt werden können. Wie in Abbildung 6.22 zu erkennen ist, könnten 19 Sitze (leere Sitze nach der Kapazitätssteuerung) durch flexible Sitzkonfigurationen anderweitig genutzt werden. Da pro Sitzkonfiguration 3 leere Sitze benötigt werden (Zusammenklappen jeweils einer Sitzbank pro Konfiguration), können maximal 6 der 10 flexiblen Sitzkonfigurationen genutzt werden. In diesem Fall gehen 18 (ohnehin ungenutzte) Sitze zugunsten von 6 flexiblen Sitzkonfigurationen verloren. Folglich bleibt lediglich ein einziger Sitz ohne zusätzliche Beinfreiheit ungenutzt. Bei 15 nutzbaren Sitzen einer Sitzkonfiguration und 6 nutzbaren Konfigurationen ergeben sich insgesamt 90 Sitze mit mehr Beinfreiheit.

Angenommene Buchungsanfragen	n_acc_booking	<input type="text" value="203"/>	[-]
Anzahl leere Sitze	n_S_empty	<input type="text" value="19"/>	[-]
Anzahl nutzbarer flexibler Sitzkonfigurationen	n_SK_usable	<input type="text" value="6"/>	[-]
Anzahl Sitze mit mehr Beinfreiheit	n_S_+legroom	<input type="text" value="90"/>	[-]

Abbildung 6.22: Sitze mit mehr Beinfreiheit

Für das Angebot der zusätzlichen Beinfreiheit entspricht die Nachfrage nur in den seltensten Fällen genau der Anzahl der zur Verfügung stehenden Sitze. Aus diesem Grund wird vom Nutzer des Revenue Tools die reale Nachfrage nach mehr Beinfreiheit abgefragt. Wie in Abbildung 6.23 dargestellt ist, beträgt dieser Wert 50 (Nachfrager). Da der flexiblen Sitzkonfiguration zum aktuellen Zeitpunkt jegliche Markterfahrung fehlt, gibt es keine Erfahrungswerte für die Nachfrage nach diesem Produkt. Als größte Einflussfaktoren auf die Nachfrage können jedoch zum einen der Preis und zum anderen das Ausmaß der zusätzlichen Beinfreiheit aufgeführt werden. Diese Einflussfaktoren werden für vergleichbare Produkte in Kapitel 6.2.2 diskutiert.

Nachfrage mehr Beinfreiheit - Real	D_+legroom_real	<input type="text" value="50"/>	[-]
------------------------------------	-----------------	---------------------------------	-----

Abbildung 6.23: Nachfrage mehr Beinfreiheit – Real

Da genug Sitzplätze mit zusätzlicher Beinfreiheit vorhanden sind (90), können alle Nachfrager dieses Produktes bedient werden (siehe Abbildung 6.24). Würde die Nachfrage das Angebot übersteigen, müssten weitere Anfragen abgelehnt werden, nachdem alle 90 Sitzplätze belegt sind.

Anzahl in Anspruch genommene Sitze mit mehr Beinfreiheit	n_S_real_use	50
--	--------------	----

Abbildung 6.24: Anzahl in Anspruch genommene Sitze mit mehr Beinfreiheit

Im finalen Schritt wird der zusätzliche Erlös durch die zusätzliche Beinfreiheit bestimmt. Er wird aus dem Aufpreis und der Anzahl in Anspruch genommener Sitze mit mehr Beinfreiheit errechnet und beträgt, wie in Abbildung 6.25 dargestellt, 4500€. Dieser Erlös wird mit dem wahren Erlös durch angenommene Buchungsanfragen zusammen addiert. Es ergibt sich ein wahrer Gesamterlös von 311600€, womit eine prozentuale Erlössteigerung von 1,5% erreicht wird.

Zusätzliche Erlöse für Beinfreiheit	Rev_+legroom	4500 [€]
Wahrer Erlös durch angenommene Buchungsanfragen	Rev_true_ges	307100 [€]
Prozentuale Erlössteigerung	Rev_increase	1,5 [%]
Wahrer Gesamterlös	Rev_true_ges_+	311600 [€]

Abbildung 6.25: Erlöse zusätzlicher Beinfreiheit und Gesamterlös

An dieser Stelle sei angemerkt, dass im Rahmen verschiedener Testläufe, welche eher unrealistische, nicht aber unmögliche Situationen simuliert haben, Erlössteigerungen von über 5% erreicht wurden. Dies ist auf den äußerst sensiblen Einfluss, den Nachfrage und Preis für die zusätzliche Beinfreiheit auf das Erlöspotential haben, zurückzuführen.

### Preiselastizität der Nachfrage

Da die Kapazität aufgrund der realen Nachfrage definitiv nicht ausgelastet wird (SLF der realen Nachfrage von 95,9%), erscheint es nach dem Prinzip der Preiselastizität der Nachfrage – und alternativ zur Kapazitätssteuerung – sinnvoll, die Preise zu senken, um die Nachfrage zu erhöhen. Durch den Nutzer wird entsprechend Abbildung 6.26 eine Preisänderung von -1% eingegeben.

Preisänderung	$\delta\_Price$	<input type="text" value="-1"/> [%]
---------------	-----------------	-------------------------------------

Abbildung 6.26: Preisänderung

Die Preiselastizität der Nachfrage wird entsprechend der Tabelle 2.1 [10] aus Kapitel 2.3.2 bestimmt. Für die Economy-Class (leisure) auf der Langstrecke (international) wird ein Wert von -1,0 abgelesen und im Revenue Tool eingegeben. In der Realität liegt in der Bestimmung der Preiselastizität eine große Herausforderung, da dieser Wert von einer Vielzahl Faktoren abhängt. So ergeben sich beispielsweise innerhalb der Preiselastizitäten für den Economy-Langstrecken-Markt verschiedene Werte für verschiedene Regionen, welche auf wirtschaftliche Unterschiede (z.B. BIP) zurückzuführen sind. Die Abbildung 6.27 zeigt die Eingabemaske der Preiselastizität der Nachfrage.

Preiselastizität der Nachfrage	PE_Eco	<input type="text" value="-1,0"/> [-]
--------------------------------	--------	---------------------------------------

Abbildung 6.27: Preiselastizität der Nachfrage

Eine Preiselastizität der Nachfrage von -1,0 bedeutet, dass die Nachfrage genau um den gleichen prozentualen Anteil größer wird, um den der Preis sinkt. Bei der Betrachtung des Gesamterlöses – 314568,54€ in Abbildung 6.28 – ist jedoch zu beobachten, dass er im Vergleich zum Gesamterlös der realen Nachfrage (314600€) marginal geringer ist. Folglich wäre eine alternative Preissenkung für diese Preiselastizität nicht zu empfehlen.

Erlöse veränderter Nachfrage für Buchungsklasse	Y	Rev_Y_v	67993,2	[€]
	M	Rev_M_v	56694,33	[€]
	B	Rev_B_v	46195,38	[€]
	K	Rev_K_v	38396,16	[€]
	H	Rev_H_v	33596,64	[€]
	Q	Rev_Q_v	29697,03	[€]
	W	Rev_W_v	20997,9	[€]
	Z	Rev_Z_v	20997,9	[€]
	Summe		314568,54	[€]

Abbildung 6.28: Erlöse veränderter Nachfrage für Buchungsklasse

Um Erlössteigerungen zu erreichen, müsste bei einer Preissenkung die Preiselastizität im elastischen Bereich ( $E < -1$ ) liegen. Eine weitere Möglichkeit, den Gesamterlös zu erhöhen, liegt in einer Preiserhöhung. In diesem Fall müsste die Preiselastizität jedoch im unelastischen Bereich ( $0 > E > -1$ ) liegen, damit die Nachfrage prozentual schwächer abnimmt, als der Preis steigt.

## **7 Die flexible Sitzkonfiguration aus operativer Sicht von Fluggesellschaften**

In diesem Kapitel wird das Konzept der flexiblen Sitzkonfiguration aus der Sicht von Fluggesellschaften bewertet. Grundlage der Inhalte dieses Kapitels sind eigene Überlegungen, die durch Kompetenzen aus dem Bereich der Fluggesellschaften erweitert werden. Hierfür wurden im Zuge dieser Arbeit Workshops mit Vertretern zweier Fluggesellschaften aus den Bereichen Revenue Management und Pricing, sowie Produkt und Produktentwicklung durchgeführt.

### **7.1 Marktpotential**

#### **Art der Fluggesellschaft**

Der Sitzabstand ist ein wichtiger Faktor für die Passagierzufriedenheit. Fluggesellschaften unterscheiden sich zum Teil stark in der angebotenen Beinfreiheit, dabei legen Netzfluggesellschaften tendenziell größeren Wert auf großzügigere Sitzabstände als Billigfluggesellschaften. Es ist also zu vermuten, dass sich voll allem bei Netzfluggesellschaften ein Markt für die flexible Sitzkonfiguration ergibt. Billigfluggesellschaften haben außerdem das Problem, durch geringe Preise auch geringe Deckungsbeiträge pro Sitz zu realisieren. Folglich müssen sie mehr Passagiere befördern und möglichst hohe SLF erreichen, was in hohen Sitzplatzdichten in der Kabine resultiert. Darüber hinaus wird konsequent das Ziel niedriger Kosten verfolgt. Beide Aspekte sprechen folglich gegen die Nutzung einer flexiblen Sitzkonfiguration bei Billigfluggesellschaften.

#### **Kurz-, Mittel-, Langstrecke**

Als weiteres Entscheidungskriterium wird der Streckenmarkt betrachtet. Dabei steigt die Nachfrage nach vergrößerter Beinfreiheit mit zunehmender Flugdistanz und -dauer. Während Passagiere auf der Kurzstrecke eher bereit sind, enge Bestuhlung und somit weniger Beinfreiheit zu akzeptieren, reduziert sich diese Akzeptanz bei Langstreckenflügen. Des Weiteren müssen durch die längeren Flugzeiten weniger Wechsel der Sitzkonfiguration pro Zeiteinheit durchgeführt werden. Eine Umrüstung bringt somit deutlich größeren Mehrwert als auf einem Kurzstreckenabschnitt. Auf Grund dieser Aspekte wird das Einsatzgebiet flexibler Sitzkonfigurationen im Langstreckenmarkt gesehen.

## Regionen

Die Mittel der SLF aller Weltregionen sind sich relativ ähnlich. Abgesehen von Afrika (SLF 71,3%), unterscheiden sich die SLF mit Werten zwischen 77,9% (Europa und mittlerer Osten) und 82,8% (Lateinamerika) um weniger als 5% [1]. An Hand der prozentualen Auslastung der Sitzplatzkapazität ergibt sich folglich in jeder Weltregion – außer Afrika – ein ähnlich großes Marktpotential. Bei der Betrachtung des prozentualen Weltanteils lässt sich jedoch feststellen, dass sich für die Märkte Asien Pazifik (31,5%), Europa (26,7%) und Nord Amerika (24,7%) deutlich höhere Potentiale ergeben als für Afrika (2,2%), Lateinamerika (5,4%) und mittlerer Osten (9,4%) [1].

Für exakte Aussagen über das Marktpotential muss der regionale Markt mit dem Streckenmarkt und der Art der Fluggesellschaft kombiniert betrachtet werden. So besteht beispielsweise in Europa der größere Anteil der Verbindungen aus Kurzstreckenverbindungen. Auch der Anteil der Verbindungen, welche von Billigfluggesellschaften wie Ryanair oder Easyjet angeboten werden, sollte beachtet werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das größte Marktpotential bei Langstreckenverbindungen liegt, welche von Netzfluggesellschaften zwischen oder innerhalb der Weltregionen bedient werden.

## 7.2 Kosten

Bei der Anschaffung und dem Betrieb einer flexiblen Sitzbank entstehen der Fluggesellschaft verschiedenartige Kosten, welche bei einer Wirtschaftlichkeitsrechnung berücksichtigt werden müssen. Im Rahmen dieser Arbeit stehen jedoch keine konkreten Werte zur Verfügung, sodass keine quantitativen Aussagen über die entstehenden Kosten möglich sind. Stattdessen lassen sich bei einer qualitativen Betrachtung verschiedene Kostenarten für Fluggesellschaften identifizieren:

- Anschaffungskosten
- Wartungskosten (geplant und ungeplant)
- Treibstoffkosten (durch erhöhtes Gewicht)
- Betriebskosten (Angebotsmanagement und Nutzungsvorbereitung)

Gemäß Formel (7) lassen sich die Gesamtkosten ( $K_{ges}$ ) in fixe Kosten ( $K_f$ ) und variable Kosten ( $K_v$ ) einteilen. Im Folgenden werden die einzelnen Kostenarten dieser Einteilung zugewiesen.

$$K_{ges} = K_f + K_v \quad (7)$$

### **Anschaffungskosten**

Die Anschaffungskosten sind reine fixe Kosten. Sie treten einmalig und unabhängig von der Häufigkeit der Benutzung auf. Unter dem Begriff Anschaffungskosten werden hier jegliche Kosten zusammengefasst, die im Zuge der erstmaligen Indienststellung einer oder mehrerer flexibler Sitzkonfigurationen anfallen. Die Anschaffungskosten sind vermutlich ein großer Kostentreiber für die Fluggesellschaft, welcher sich durch die Benutzung der flexiblen Sitzkonfiguration amortisieren muss. Grund ist der erfahrungsgemäß hohe Preis für Neuentwicklungen seitens des Herstellers. Dieser beabsichtigt selbstverständlich, zusätzlich zu dem Ausgleich der Material-, Fertigungs- und hohen Entwicklungskosten, an dem Produkt Geld zu verdienen und einen Gewinn zu erzielen.

### **Wartungskosten**

Bei den Wartungskosten handelt es sich um sogenannte *Misch-* oder *semivariable Kosten*, welche sowohl fixe, als auch variable Kostenanteile besitzen. Bei der Zuweisung muss deswegen zwischen geplanten und ungeplanten Wartungskosten unterschieden werden. Geplante Wartungskosten lassen sich den fixen Kosten zuordnen, da sie unabhängig von der Benutzung bei regelmäßigen Wartungsintervallen anfallen. Die ungeplanten Wartungskosten hingegen, lassen sich den variablen Kosten zuzuordnen, da sie abhängig von der Häufigkeit der Benutzung auftreten. Die Wartungskosten sind voraussichtlich ein eher geringer Kostentreiber, da durch ein einfaches und robustes Design große Wartungsintervalle und geringe Ausfallraten erreicht werden sollten.

### **Treibstoffkosten**

Unter dem Begriff Treibstoffkosten werden hier die Kosten verstanden, welche sich durch einen erhöhten Treibstoffverbrauch als Folge eines erhöhten Flugzeuggewichtes ergeben. Diese Treibstoffkosten sind unabhängig von der Häufigkeit der Benutzung, weshalb sie den fixen Kosten zugeordnet werden. Das Gewicht wird im Flugzeugbau stets äußerst sensibel betrachtet. Deshalb muss bei dem Design in jedem Fall der Gewichtsaspekt berücksichtigt werden, im Idealfall sollte ein geringeres Gewicht als das von konventionellen Sitzbänken angestrebt werden. Neben dieser Gewichtsabhängigkeit ist die Größe des Kostentreibers abhängig vom aktuellen Kerosinpreis.

### **Betriebskosten**

Weitere Kosten ergeben sich durch das Angebotsmanagement (IT-Aufwand) und die Nutzungsvorbereitung (Umbau der Sitzkonfigurationen), welche hier unter dem Begriff Betriebskosten zusammengefasst werden. Beide Kostenarten sind zwar hauptsächlich Personalkosten und somit fixe Kosten (Löhne und Gehälter werden hier absatzmengenunabhängig gezahlt), jedoch werden die mit diesen Kosten verbundenen Aufgaben von ohnehin vorhandenem Personal übernommen, z.B. der Revenue Management Abteilung oder der Kabinen-Crew. Trotz des Fixkostencharakters der Löhne und Gehälter können diese Betriebskosten also auch als variable Kosten gezahlt werden, da sie nur bei einer Nutzung der flexiblen Sitzkonfiguration anfallen und somit mengenabhängig sind. Eine direkte Zuweisung ist aus diesem Grund schwierig. Die Größe des Kostentreibers Betriebskosten sollte als gering angenommen werden, da sowohl IT-Prozesse, als auch Umbaumaßnahmen möglichst aufwandsneutral in die bestehenden Buchungs- und Turnaround-Prozesse integriert werden sollten.

## **7.3 Erlösszenarien**

Für Fluggesellschaften ergibt sich der Erlös einer flexiblen Sitzkonfiguration an Hand von zwei unterschiedlichen Szenarien:

### **1. Erlösszenario 1: Kunden bezahlen für zusätzliche Beinfreiheit**

Im ersten Szenario wird von jedem Nutzer der zusätzlichen Beinfreiheit eine monetäre Gegenleistung verlangt. Dies kann als legitimes Mittel aufgefasst werden, da das Produkt „Flugreise“ durch die Bereitstellung zusätzlicher Beinfreiheit zu einem höherwertigen Produkt aufgewertet wird. Der Erlös ergibt sich durch die abgesetzte Menge und erhöht den Gewinn direkt messbar.

### **2. Erlösszenario 2: Zusätzliche Beinfreiheit wird Kunden kostenfrei zur Verfügung gestellt**

Im zweiten Szenario wird die Bereitstellung zusätzlicher Beinfreiheit dem Passagier zur Verfügung gestellt, ohne eine monetäre Gegenleistung dafür zu verlangen. Hintergrund dieses Szenarios ist eine angestrebte erhöhte Kundenbindung durch ein verbessertes Reiseerlebnis des Passagiers. Langfristig ergeben sich daraus Erlössteigerungen durch die Wiederwahl der jeweiligen Fluggesellschaft durch den Passagier. Diese Erlössteigerungen sind jedoch nur schwer messbar.

Nach Meinung verschiedener Experten ist das zweite Szenario ein wenig realistisches und schwierig zu realisierendes Ziel. Die große Konkurrenz im Preiskampf zwischen Netz- und Billigfluggesellschaften macht es zunehmend schwieriger, Kundenbindungen aufzubauen, da der Ticketpreis und nicht die Reisequalität bei den meisten Reisenden der ausschlaggebende Faktor ist, eine Fluggesellschaft zu wählen [33].

Dass Kunden bereit sind, für zusätzliche Beinfreiheit mehr Geld zu bezahlen, fanden bereits verschiedene Studien heraus (siehe z.B. [34], [35]). Aus diesen Gründen wird vorrangig das erste Szenario, bei dem jeder Nutzer für die gebotene Leistung direkt bezahlt, als anzustrebendes Modell gesehen.

## 7.4 Angebotsvarianten

Das Konzept der flexiblen Sitzbank lässt sich auf verschiedene Art und Weise dem Kunden anbieten. Die Problematik ergibt sich dabei bekanntermaßen durch die späte Gewissheit über die Anzahl der ungenutzten Sitzplätze. Es stellt sich also die Frage: *Wann* biete ich *welchem* Kunden zusätzliche Beinfreiheit an? Die möglichen Angebotsvarianten werden im Folgenden genannt und erläutert. Dabei werden die Varianten in die im vorherigen Abschnitt beschriebenen Erlösszenarien eingeteilt.

Für alle Varianten ergibt sich ein gemeinsames Problem, welches beim Zuweisungsprozess der Sitzplätze auftritt: Einige Kunden haben durch spezielle Tarife oder Sitzplatzreservierungen (*Advance Seat Reservation, ASR*) die Möglichkeit, ihren Sitzplatz schon bei der Buchung zu wählen. Da ein zugewiesener Sitzplatz nicht mehr umverteilt werden kann, müssen die Sitzplätze einer flexiblen Sitzkonfiguration, die gegebenenfalls in Sitze mit mehr Beinfreiheit umgewandelt werden, aus dem Kontingent der möglichen reservierbaren Sitzplätzen ausgenommen werden. Erst, wenn mit Sicherheit gesagt werden kann, dass diese Sitze nicht als Sitze mit mehr Beinfreiheit, sondern unter konventionellen Bedingungen benötigt werden, kann die Sitzplatzzuweisung auf diese Sitze ausgedehnt werden. Ein Verzicht auf die Erträge dieser ASR zugunsten der Vereinfachung des Sitzzuweisungsprozesses ist für die Fluggesellschaft keine Option, da sie eine äußerst rentable Einnahmequelle bieten.

### 7.4.1 Varianten für Erlösszenario 1

Für das in Kap. 7.3 beschriebene Erlösszenario 1, in welchem Kunden für die zusätzliche Beinfreiheit direkt bezahlen, ergeben sich vier mögliche Angebotsvarianten. Bei allen Varianten wird das Angebot an jeden Kunden gerichtet, es wird also nicht zwischen verschiedenen Passagieren unterschieden.

**Variante 1: Angebot bei Buchung (Ungewissheit über Nachfrage)**

In der ersten Variante wird jedem Kunden bereits bei der Buchung die zusätzliche Beinfreiheit angeboten. Wird das Angebot angenommen, kann sich – entsprechend der Geometrie der Sitzkonfiguration – die Sitzplatzkapazität des Flugzeuges reduzieren, da einige Sitzbänke durch die zusätzliche Beinfreiheit substituiert werden. Herrscht – wie i.d.R. üblich – Ungewissheit über die zukünftig eintreffende Nachfrage, so kann dies dazu führen, dass spätbuchende Kunden abgelehnt werden müssen, obwohl sie eigentlich bereit wären, einen höheren Preis für einen (konventionellen) Sitzplatz zu bezahlen, als Geld durch die zusätzliche Beinfreiheit eingenommen wird. Aus diesem Grund sollte bei dieser Variante der Preis für die zusätzliche Beinfreiheit so gewählt werden, dass er den monetären Verlust der substituierten Sitzbank/Sitzbänke mindestens ausgleicht.

Aufgrund der möglichen eintretenden Ablehnung von späten Buchungen und des daraus resultierenden Umsatzverlustes ist diese Variante eher nicht zu favorisieren.

**Variante 2: Angebot bei Buchung („wahrscheinliche Gewissheit“ über Nachfrage)**

Variante 2 unterscheidet sich angebotsseitig nicht von Variante 1. Der Unterschied liegt ausschließlich in der Nachfragesituation, welche in dieser zweiten Variante als „wahrscheinlich gewiss“ angenommen wird. Das bedeutet, dass für bestimmte Flüge mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit die Auslastung vorausgesagt werden kann. Abhängig ist diese Wahrscheinlichkeit zum Beispiel von der Flugroute oder dem Zeitpunkt des Fluges. Interessant sind dabei lediglich die Flüge, für die eine Unterauslastung der Kapazität sehr wahrscheinlich ist, also zum Beispiel permanent nicht ausgelastete Routen oder permanent nicht ausgelastete Wochentage. Bei Fluggesellschaften ist ein solches Szenario eher auf der Kurzstrecke anzutreffen. Dabei werden permanent nicht ausgelastete – und damit unrentable – Kurzstreckenverbindungen aufrechterhalten, weil sie durch ihre Funktion als Zubringer (engl. *feeder*) für einen wesentlich ertragreicheren Langstreckenflug, den Gesamtertrag des Flugnetzes erhöhen. Für den Langstreckenmarkt ergibt sich dieses Szenario des Erhalts permanent unrentabler Strecken jedoch nicht. Da der Zielmarkt der flexiblen Sitzkonfiguration, wie in Kap. 7.1 beschrieben, jedoch eher im Langstreckenbereich liegt, wird das Anwendungspotential dieser Variante als eher gering eingestuft.

Die Problematik, welche sich in der ersten Variante durch die Substituierung von Sitzplätzen durch zusätzliche Beinfreiheit ergibt, fällt in dieser Variante nicht ins Gewicht, da keine spätbuchenden Passagiere abgelehnt werden müssen.

**Variante 3: Angebot beim Check-In**

Bei der dritten Variante ist der Zeitpunkt des Angebotes der Check-In. Wie auch den Buchungsprozess, muss jeder Passagier diesen Prozess durchlaufen. Die zusätzliche Beinfreiheit kann folglich jedem potentiellen Kunden angeboten werden. Hintergrund der Überlegungen zu dieser Variante ist der traditionell späte Zeitpunkt des Check-In, zu welchem eine relativ hohe Gewissheit über die Auslastung der Kapazität herrscht. Kritisch muss hierbei jedoch der Online-Check-In betrachtet werden, welcher, abhängig von der Fluggesellschaft, zeitlich zum Teil schon deutlich vor dem Abflugdatum zur Verfügung steht. Es besteht folglich auch hier die Gefahr des Verlustes von spätbuchenden Passagieren durch die frühe Annahme zu vieler Buchungen der zusätzlichen Beinfreiheit.

Ein weiteres Problem ergibt sich durch die bereits bei der Buchung erfolgte Abrechnung der Zahlungen. Neben der vermutlich mangelnden Akzeptanz des Passagiers, zu einem späten Zeitpunkt weitere Zahlungen zu leisten, ist auch der technische Vorgang einer zusätzlichen Zahlung kritisch zu betrachten, da etwaige Zahlungsmittel und -wege dem Kunden zu diesem Zeitpunkt eventuell nicht (mehr) zur Verfügung stehen.

Der anfänglich sinnvoll erscheinende Gedanke, den Zeitpunkt des Check-In als Angebotszeitpunkt zu wählen, wird folglich durch die genannten Probleme zu einer eher ungeeigneten Variante abgewertet.

**Variante 4: Optionales Angebot bei Buchung (Versteigerung der Option)**

Die vierte Variante wird aus einem Procedere abgeleitet, welches Fluggesellschaften bei der Versteigerung von Upgrades anwenden. Dabei wird das Angebot ebenfalls schon im Buchungsprozess platziert. Im Unterschied zu Variante 1 und 2 wird an dieser Stelle jedoch nur eine Option auf die zusätzliche Beinfreiheit angeboten. Das bedeutet, der Kunde äußert sein Interesse und macht der Fluggesellschaft ein Angebot in der Höhe, die er bereit ist für die zusätzliche Beinfreiheit zu bezahlen. Die Fluggesellschaft kann dann zu einem späten Zeitpunkt, an dem große Gewissheit über die Auslastung der Kapazität herrscht, dieses Angebot annehmen oder nicht. Ihr entstehen folglich keine Verpflichtungen, potentielle, spätbuchende Kunden abzulehnen. Die Entscheidungsmacht und somit die Kontrolle über die Kapazitätsauslastung bleibt in den Händen der Fluggesellschaft, sodass keine Kompetenzen an den Passagier als äußeren Einflussfaktor abgegeben werden. Aus diesem Grund wird diese Variante gegenüber den anderen Varianten des Erlösszenario 1 favorisiert.

### **7.4.2 Varianten für Erlösszenario 2**

Im Erlösszenario 2 wird Kunden die zusätzliche Beinfreiheit kostenfrei zur Verfügung gestellt (siehe Kap. 7.3). Da in den meisten Fällen nur eine gewisse Anzahl an Sitzen mit zusätzlicher Beinfreiheit vorhanden ist, stellt sich die Frage, welchen Passagieren die Nutzung der zusätzlichen Beinfreiheit gewährt, und welchen sie vorenthalten wird. Es ergeben sich zwei sinnvolle Varianten.

#### **Variante 1: Angebot nach Lotterie**

In Variante 1 werden die Nutzer der flexiblen Sitzkonfiguration durch ein Lotterieverfahren nach dem Zufallsprinzip bestimmt. Die willkürliche Auswahl kann auf Seiten der Passagiere jedoch zu Unzufriedenheit führen, da die individuellen Bedürfnisse der Passagiere vernachlässigt werden und der zufällige Ausschluss einiger als unfair angesehen wird.

#### **Variante 2: Angebot nach Kundenwert**

Die zweite Variante stellt die zusätzliche Beinfreiheit den Passagieren zur Verfügung, welche für die Fluggesellschaft am wertvollsten sind. Vor dem Hintergrund der Kundenbindung sind das vor allem Statuskunden, welche durch Vielfliegerprogramme stets dieselbe Fluggesellschaft wiederwählen.

Ähnliche Vorgehen werden beispielsweise bei der Unterauslastung der Kapazität durchgeführt, indem Statuskunden kostenfrei ein freier Mittelsitz neben sich zur Verfügung gestellt wird.

Aufgrund der klaren Verhältnisse und der verständlichen Bevorzugung von ohnehin vielzahlenden Statuskunden ist diese Variante die bessere der beiden Möglichkeiten für das Erlösszenario 2. Da das Erlösszenario 2 jedoch grundsätzlich nicht anzustreben ist, muss der Nutzen jedoch kritisch hinterfragt werden.

## **7.5 Operative Aspekte**

### **7.5.1 Integration in bestehende IT-Prozesse**

Mit der Integration der Buchungs- und Zahlungsprozesse für die zusätzliche Beinfreiheit in die bestehenden, ohnehin komplexen Prozesse der Fluggesellschaft, kann sich die Komplexität weiter drastisch erhöhen. Aus diesem Grund sollte eine möglichst einfache Integration angestrebt werden. Das bedeutet, möglichst wenige der bestehenden Prozesse (Buchung, Check-In)

bei der Fluggesellschaft zu verändern. Die Schnittstelle, an der entsprechende Buchungs- oder Zahlungsprozesse angeknüpft werden, sollte exakt definiert sein. Schon bei der Entwicklung ist daher ein enger Kontakt zwischen Hersteller und Fluggesellschaft unabdingbar, da ansonsten die Gefahr für den Hersteller besteht, den Integrationsaufwand auf Seiten der Fluggesellschaft zu unterschätzen.

Aus der Anforderung der möglichst einfachen Integration kristallisiert sich eine konkrete Designvorgabe heraus, welche unabhängige Experten seitens der Fluggesellschaften bestätigen. Diese Vorgabe besagt, sich bei der Bereitstellung der zusätzlichen Beinfreiheit auf wenige (zum Beispiel 2) verschiedene Layouts zu beschränken. Das bedeutet, dass die Sitzabstände der Sitzbänke mit zusätzlicher Beinfreiheit nicht individuell für jede Sitzbank verschieden eingestellt werden, sondern lediglich zwischen wenigen verschiedenen, vordefinierten Positionen variiert werden kann. Daraus folgen gleichmäßige Sitzabstände aller Sitzbänke mit zusätzlicher Beinfreiheit.

### **7.5.2 Auswirkungen auf den Turnaround**

Der *Turnaround* wird im *Airport Handling Manual* (AHM) als die Zeitperiode definiert, in welcher ein Flugzeug eine Standposition (Gate oder Remote) belegt [36]. Während dieser Zeit wird das Flugzeug für den nächsten Flug vorbereitet. Da eine Fluggesellschaft nur mit einem fliegenden Flugzeug Geld verdient, wird versucht, die Bodenstandzeit möglichst kurz zu halten. Ausschlaggebend dafür ist die Optimierung des *kritischen Pfades*. Der kritische Pfad ist die serielle Anordnung von Prozessen, durch welche die Gesamtstandzeit bestimmt wird. Turnaround-Zeit (engl.: Turn Round Time, TRT) und kritischer Pfad (engl.: critical path) sind abhängig vom Flugzeugtyp, beispielhaft wird in Abbildung 7.1 eine TRT von 61 Minuten für die A350-900 dargestellt.

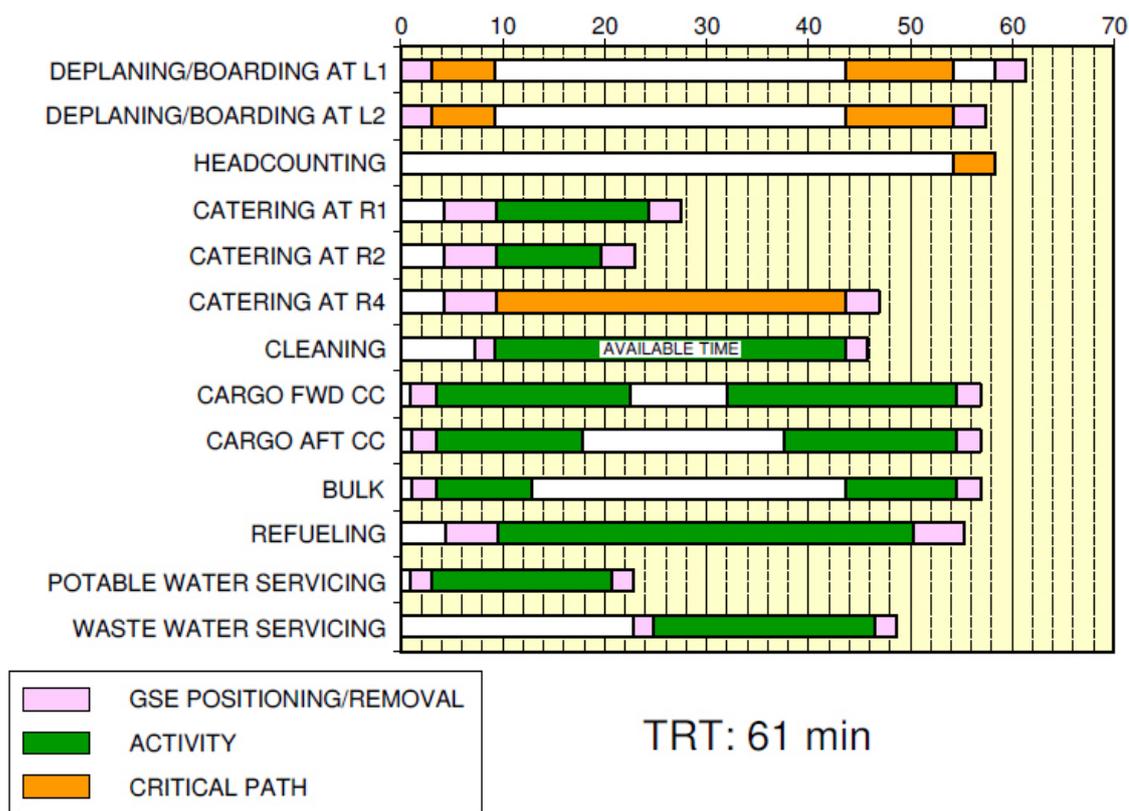


Abbildung 7.1: Turnaround-Prozesse und kritischer Pfad A350-900 [37]

Beim Betrieb der flexiblen Sitzkonfiguration stellt sich die Frage, wo der Prozess der Umrüstung, also der Anpassung der flexiblen Sitzkonfiguration an die entsprechenden Buchungen, eingeordnet wird. Eine Verlängerung der TRT ist dabei nicht akzeptabel, da mit ihr Umsatzeinbußen einhergehen, welche durch die flexible Sitzkonfiguration in keinem Fall ausgeglichen werden können. Angestrebt wird, den Umrüstungsprozess als Parallelprozess zum kritischen Pfad zu integrieren, also zum Beispiel parallel zum *Catering*- und *Cleaning*-Prozess. Auf diese Weise wird eine Verlängerung der Gesamtzeit ausgeschlossen. Für die Umrüstung einer flexiblen Sitzkonfiguration, also dem Wegklappen einer Sitzbank und der Verschiebung weiterer Sitzbänke zur Vergrößerung des Sitzabstandes, also der Bereitstellung der zusätzlichen Beinfreiheit, wird eine Zeitspanne von nicht mehr als 2 Minuten angestrebt.

### 7.5.3 Auswirkungen auf das Kabinenpersonal

Eine automatisierte Umrüstung der flexiblen Sitzkonfiguration ist nicht realistisch. Neben der schwierigen technischen Realisierung wären Ausfallraten und zusätzliches Gewicht zu hoch, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten. Stattdessen wird eine händische Umrüstung angestrebt. Es stellt sich folglich die Frage, welches Personal für diese Aufgabe in Frage kommt.

Eine Umrüstung durch den Passagier kommt aus vielen Gründen, vor allem aus sicherheitstechnischer Sicht, nicht in Frage. Da es außerdem unrealistisch ist, stets einen Techniker vor Ort – also potentiell an jedem Flughafen – für diese Aufgabe vorzubehalten, oder die zwar an den meisten Flughäfen ansässige, aber nicht luftfahrtbetrieblich ausgebildete Säuberungsmannschaft dafür einzusetzen, muss die Umrüstung vom mitfliegenden Personal, also der Cockpit- oder Kabinenbesatzung übernommen werden. Während des Turnarounds sind die Piloten mit der Planung der Flugroute und weiteren, missionskritischen Tätigkeiten ausgelastet. Letztlich bietet sich die Kabinenbesatzung als am besten geeignetes Personal an, da sie ohnehin während des Turnarounds zur Flugvorbereitung in der Flugzeugkabine tätig ist und über sehr gute Kabinenkenntnisse verfügt.

Da zusätzliche Arbeitsbelastungen von Personalvertretungen stets kritisch gesehen werden, müssen diese in jedem Fall im Entwicklungsprozess mit einbezogen werden. Für den Umrüstungsprozess einer flexiblen Sitzkonfiguration können an dieser Stelle bereits zwei Anforderungen der Kabinenbesatzung benannt werden. Zum einen sollte während des Umrüstungsprozesses eine ergonomische Arbeitshaltung der umrüstenden Person gewährleistet sein. Das bedeutet, dass zum Beispiel tiefes Bücken oder der Aufwand großer Bewegungskräfte vermieden werden. Des Weiteren sollte für die Umrüstung kein Werkzeug benötigt werden. Diese Anforderung ergibt sich aus dem logistischen Aufwand, der durch die Lagerung, sowie der Bereitstellung des Werkzeuges entstehen würde.

## **8 Zusammenfassung und Ausblick**

Das letzte Kapitel fasst die Kernaussagen dieser Arbeit zusammen und ordnet sie vor dem Hintergrund der ursprünglichen Aufgabenstellung ein. Es zeigt außerdem Ansatzpunkte für weitere mögliche Arbeiten und wagt einen Ausblick auf die naheliegende Zukunft von flexiblen Kabinenelementen.

### **8.1 Zusammenfassung**

Ausgangspunkt dieser Arbeit war das für Fluggesellschaften bestehende Problem einer schwankenden Passagiernachfrage, welche aufgrund ihrer schwierigen Prognosefähigkeit in vielen Fällen zu ungenutzten Sitzplatzkapazitäten auf Seiten der Fluggesellschaft führt. Neben bestehenden betrieblichen Anpassungsinstrumenten wie, z.B. dem Revenue Management, wurde im Bereich der flexiblen Kabinenelemente ein hohes Potential und ein weiterer Freiheitsgrad zur Anpassung an solche Nachfrageschwankungen erkannt.

Als flexibles Kabinenelement wurde im Rahmen dieser Arbeit eine flexible Sitzkonfiguration betrachtet, welche durch flugbezogene Anpassungen die Sitzplatzkapazität eines zivilen Großraumflugzeuges an eine individuelle Passagiernachfrage anpasst. Die flexible Sitzkonfiguration, bestehend aus mehreren, hintereinanderliegenden 3er-Sitzbänken, ermöglicht bei einer Unterauslastung der Kapazität zum Zeitpunkt der Leistungserstellung die Verringerung der Sitzplatzanzahl bei gleichzeitiger Vergrößerung der Beinfreiheit für die übrigbleibenden Sitzbänke. Für den vergrößerten Beinfreiraum kann vom Kunden eine zusätzliche Gebühr verlangt werden, welche den Erlös – und damit den Gewinn – der Fluggesellschaft erhöht.

Zur Ermittlung des Erlöspotentials der flexiblen Sitzkonfiguration für Fluggesellschaften, wurde in dieser Arbeit ein Modell entwickelt und als „Revenue Tool“ in Microsoft® Excel implementiert. Dabei wurde das Revenue Management als bestehendes Anpassungsinstrument der Fluggesellschaften an die schwankende Passagiernachfrage mit einbezogen.

Der Aufbau des Modells gliedert sich in verschiedene Abschnitte, welche bei der Anwendung sukzessiv durchlaufen werden. Im ersten Abschnitt „Input Daten“ werden von Nutzer Eingangsdaten, wie z.B. verschiedene Nachfragesituationen oder Preise, eingegeben. Im zweiten Abschnitt wird eine Kapazitätssteuerung durchgeführt, da bei der Entwicklung des Modells die Wahl auf den mengenorientierten Revenue Management Ansatz fiel. Die Gründe dafür lagen zum einen in der Nutzung dieses Ansatzes vorwiegend durch Netzfluggesellschaften, bei denen

im Vergleich zu Billigflug- und Charterfluggesellschaften das größte Anwendungspotential für die flexible Sitzkonfiguration gesehen wird. Zum anderen lässt sich durch die bei diesem Ansatz durchgeführte Kapazitätssteuerung (und bei einer gegebenen Nachfragesituation) eine exakte Anzahl leerer Plätze ermitteln. Die Zahl gibt also Auskunft darüber, wie viele Plätze frei bleiben, nachdem das Revenue Management stattgefunden hat. Da bei diesem Ansatz ein gewisses Kontingent an Sitzplätzen für spätbuchende, vielzahlende Kunden freigehalten wird, kann jedoch ein Ausbleiben dieser Nachfrage die Situation der Unterauslastung sogar noch verschärfen.

Im dritten Abschnitt wird schließlich das Erlöspotential der flexiblen Sitzkonfiguration berechnet. Nachdem die Anzahl freier Sitze zum Zeitpunkt der Leistungserstellung vom vorherigen Abschnitt ermittelt wurde, hängt das Erlöspotential maßgebend von zwei Faktoren ab. Zum einen ist der von der Fluggesellschaft angesetzte Preis für die zusätzliche Beinfreiheit ausschlaggebend für den Erlös. Nach einer Recherche zu vergleichbaren Angeboten ergaben sich für 3-4 Zoll mehr Beinfreiheit realistische Werte zwischen 50-90€ auf der (für die flexible Sitzkonfiguration relevanten) Langstrecke. Der zweite Faktor, welcher großen Einfluss auf das Erlöspotential der flexiblen Sitzkonfiguration hat, ist die Nachfrage nach zusätzlicher Beinfreiheit. Da hierfür im Rahmen dieser Arbeit keine Vergleichswerte zur Verfügung standen, wurde das Nachfragepotential mit ca. 25% aller Flugreisenden lediglich geschätzt. Bei einem angesetzten Preis von 90€ (auf der Langstrecke) ergaben sich somit realistische Erlössteigerungen von 1-2%. Eine Änderung einer (oder beider) dieser Größen zieht jedoch sehr sensible Änderungen des Erlöspotentials nach sich, weshalb beide Größen als entscheidende Determinanten des Erlöspotentials angesehen werden. Im Rahmen mehrerer Testläufe wurden vom Revenue Tool mögliche Erlössteigerungen von über 5% ermittelt.

Das Konzept der flexiblen Sitzkonfiguration und die Ergebnisse der dazugehörigen Analysen wurden mit Vertretern zweier Fluggesellschaften diskutiert. Dabei ergab sich ein grundsätzlich positives Feedback zur Konzeptidee. Die Möglichkeit, eine flugbezogene Kapazitätsanpassung vorzunehmen, wurde als erstrebenswert angesehen. Es wurde jedoch auch deutlich, dass der Aufwand bei der Integration in die bestehenden Prozesse bei Fluggesellschaften (z.B. Buchung, Check-In) als groß eingeschätzt wird und vom Hersteller der flexiblen Sitzkonfiguration nicht außer Acht gelassen werden darf. Aus diesem Grund wurde ein einfaches Integrationsmodell bevorzugt, bei dem die Fluggesellschaft lediglich zwischen wenigen (z.B. zwei), vordefinierten Kabinenlayouts wechseln kann. Diese Reduktion der Flexibilität lässt immer noch genug Anpassungsspielraum, verhindert jedoch komplexe Umrüstungsarbeiten, wie sie bei einer Anpassung des Kabinenlayouts an individuelle Nachfragen für jeden Flug anfallen würden.

Bei einem Vergleich wurde das Erlösszenario „Kundenbezahlen für zusätzliche Beinfreiheit“ gegenüber dem Erlösszenario „Zusätzliche Beinfreiheit wird Kunden kostenfrei zur Verfügung gestellt“, favorisiert. Der Nutzen für die Fluggesellschaft wird beim ersten Szenario in Form einer direkten Erlössteigerung größer bewertet als der Nutzen des zweiten Szenarios, welcher sich lediglich auf den Aufbau von Kundenbindungen und die Wiederwahl der Fluggesellschaft durch den Kunden beschränkt.

Des Weiteren wurde bei der Frage der Angebotsplatzierung von den Experten die Variante „Optionales Angebot bei Buchung (Versteigerung der Option)“ gegenüber den Alternativen bevorzugt. Bei dieser Variante wird dem Kunden beim Ticketkauf lediglich eine Option für mehr Beinfreiheit angeboten, für die er der Fluggesellschaft ein Angebot machen kann. Die Fluggesellschaft kann dann zu einem späteren Zeitpunkt, an dem große Gewissheit über die Auslastung der Kapazität herrscht, dieses Angebot annehmen oder nicht. Ihr entstehen folglich keine Verpflichtungen, spätbuchende Kunden abzulehnen. Die Entscheidungsmacht und somit die Kontrolle über die Kapazitätsauslastung bleibt damit in den Händen der Fluggesellschaft.

Als Umrüstungszeitraum wurde der Turnaround gewählt, wobei die flugbezogene Umrüstung vom Kabinenpersonal vorgenommen wird. Die Integration des Umrüstungsprozesses sollte parallel zum kritischen Pfad erfolgen, damit die Turnaround-Zeit nicht verlängert wird.

## 8.2 Ausblick

Die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse geben einen guten Eindruck über das Zukunftspotential einer flexiblen Sitzkonfiguration, wie sie oben beschrieben wurde. Im Laufe der Arbeit wurde jedoch deutlich, dass für eine ganzheitliche Bewertung des Themas essentielle Informationen nicht vorhanden waren. Dies sind zum einen Daten, aus welchen die Nachfrage nach zusätzlicher Beinfreiheit auf der Passagierseite hervorgeht. Da es sich um eine Zukunftstechnologie handelt, können lediglich Werte vergleichbarer Produkte zur Bewertung herangezogen werden. Diese Daten werden von Fluggesellschaften jedoch sehr sensibel behandelt und für fremde Zwecke daher nicht Verfügung gestellt. Ein Ansatzpunkt für weitere Arbeiten wird deshalb in der engen Kooperation mit Fluggesellschaften gesehen. Dabei sollte eine Marktumfrage unter der Gruppe der Passagiere durchgeführt werden, aus welcher die Nachfragesituation und die Zahlungsbereitschaft für mehr Beinfreiheit hervorgeht. Anhand dieser Daten, und der Erweiterung dieser durch Daten der Fluggesellschaft, lassen sich genauere Aussagen über das Marktpotential einer flexiblen Sitzkonfiguration treffen.

Ein weiterer Punkt, bei dem ein enger Kontakt zur Fluggesellschaft notwendig ist, ist die Integration einer solchen Technologie in die Prozesse der Fluggesellschaft. Im Rahmen dieser

Arbeit wurde bereits angedeutet, dass darin ein großer Aufwand gesehen wird. Um genauere Aussagen über den Integrationsaufwand treffen zu können, müssen tiefergehende Analysen im direkten Aufgabenbereich der Fluggesellschaft durchgeführt werden.

Allgemein wird dem Thema der flexiblen Kabinenelemente ein großes Zukunftspotential vorhergesagt, da der Konkurrenzkampf der Fluggesellschaften um Passagiere stetig zunimmt. Alleinstellungsmerkmale der Fluggesellschaften, durch welche die individuellen Bedürfnisse der Passagiere bedient werden können, werden zunehmend wichtiger. Da mit der Einführung neuer Technologien stets hohe Kosten verbunden sind, ist jedoch fraglich, ob der Nutzen flexibler Kabinenelemente die Aufwände überwiegt. Einen großen Einfluss auf die Einführung neuer Technologien hat der Ölpreis, welcher im Zusammenhang mit dem Bauteilgewicht der entscheidende Faktor für oder gegen eine Markteinführung ist. Trotz des aktuell niedrigen Wertes wird der Gewichtsproblematik große Beachtung gewidmet. Sollte der Ölpreis – und folglich auch der Kerosinpreis – zukünftig wieder steigen, werden gewichtsreduzierende Technologien noch mehr in den Fokus der Betrachtungen rücken als dies aktuell ohnehin der Fall ist. Bezogen auf die flexible Sitzkonfiguration ist es dabei fraglich, ob eine Einhaltung des aktuellen Gewichtes herkömmlicher Sitzbänke, oder gar eine Gewichtsreduzierung, möglich ist.

## 9 Literaturverzeichnis

- [1] International Air Transport Association: Strong Passenger Demand Continues into 2016, Press Release No.: 11 2016.
- [2] Airbus: Global Market Forecast. Mapping Demand 2016/2035.
- [3] Boeing: Current Market Outlook 2016-2035.
- [4] Hecking, C.: So fliegen Sie billig. Warum kostet ein und derselbe Fluge unterschiedlich viel? Ein Report über die Preismacher bei Lufthansa - und elf Tipps zum Sparen. In: Zeit (2016).
- [5] Fischer, R.: Gewerblicher Luftverkehr 2002. In: Wirtschaft und Statistik (2003) 4, S. 338–344.
- [6] Klein, R.: Revenue Management : Grundlagen und mathematische Methoden. Berlin 2008.
- [7] Tomczak, T.; Heidig, W.: Revenue Management aus der Kundenperspektive : Grundlagen, Problemfelder und Lösungsstrategien. Wiesbaden 2014.
- [8] Martens, T. v.: Kundenwertorientiertes Revenue Management im Dienstleistungsbereich, Zugl.: Dresden, Techn. Univ., Diss., 2008, 1. Aufl. Wiesbaden 2009.
- [9] Konieczny, G.: Architektur von Flugzeugkabinen. Cabin Reconfiguration & Flexibility. HAW Hamburg 2016.
- [10] Smyth, M.; Pearce, B.: Air Travel Demand. Measuring the responsiveness of air travel demand changes in price and incomes, IATA Economics Briefing No. 9 2008.
- [11] Vasigh, B.; Fleming, K.; Tacker, T.: Introduction to air transport economics. From theory to applications, 1. reprinted. Farnham 2010.
- [12] Domschke, W.; Klein, R.; Petrick, A.: Revenue Management - Instrumente zur Erlösmaximierung im Luftverkehr, Artikel. Darmstadt 2005.
- [13] Gallego, G.; Phillips, R.: Revenue Management of Flexible Products. In: Manufacturing & Service Operations Management (2004).
- [14] Petrick, A.; Gönsch, J.; Steinhardt, C.: Revenue Management mit flexiblen Produkten. Erfolgversprechende Steuerungsmöglichkeiten oder einfach nur ein Marketing-Gag? In: Wirtschaftswissenschaftliches Studium 37 (2008) 1, S. 14–20.
- [15] Bish, E. K.; Suwandechochai, R.; Bish, D. R.: Stategies for Managing the Flexible Capacity in the Airline Industry (2002).

- [16] Airbus: A320 Family.  
URL: <http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a320family/>. Abrufdatum 23.03.2017.
- [17] Boeing: Boeing Next-Generation 737.  
URL: <http://www.boeing.com/commercial/737ng/#/design-highlights/characteristics/>.  
Abrufdatum 23.03.2017.
- [18] European Aviation Safety Agency: Certification Specifications and Acceptable Means of Compliance for Large Aeroplanes. CS-25, Amendment 18 2016.
- [19] Paperclip Design Ltd.: Butterfly Flexible Seating Solution.  
URL: <http://www.paperclipdesign.hk/butterfly.html>. Abrufdatum 23.03.2017.
- [20] Paperclip Design Ltd.: Checkerboard Convertible Seating System.  
URL: <http://www.paperclipdesign.hk/checkerboard.html>. Abrufdatum 23.03.2017.
- [21] Molon Labe Seating: Side Slip Seat. URL: <https://www.airlineseats.biz/for-passengers>.  
Abrufdatum 23.03.2017.
- [22] Michel, D.: Mobile partition device for separating classes in a passenger compartment such as in an airliner US6523779 B1.
- [23] Groß, C. M.: Revenue-Management-Konzept zur deckungsbeitragsoptimalen online Neuwagendirektdistribution und Produktionsharmonisierung in der Automobilindustrie, 1. Aufl. Wiesbaden 2008.
- [24] Belobaba, P.; Odoni, A. R.; Barnhart, C.: The global airline industry, 2. ed. Chichester 2016.
- [25] Belobaba, P. P.: Application of a probabilistic decision model to airline seat inventory control. Estados Unidos 1989.
- [26] Clark, R.; Vincent, N.: Capacity-contingent pricing and competition in the airline industry. In: Journal of air transport management 24 (2012) (2012), S. 7–11.
- [27] Recaro Aircraft Seating: „Smart Cabin Reconfiguration“ ausgezeichnet.  
URL: <http://de.recaro-as.com/presse/pressemitteilungen/details/smart-cabin-reconfiguration-ausgezeichnet.html>. Abrufdatum 07.04.2017.
- [28] Airbus: Projektmeeting EffKab (2016). ZAL Hamburg.
- [29] Montarnal, P.; Seeckt, K.; Scholz, D.; Núñez, L.: PreSTo - Cabin. Preliminary Sizing Tool for Passenger Aircraft Cabins 2009.
- [30] Lufthansa: Sitzpläne A350-900.  
URL: [http://www.lufthansa.com/de/de/Sitzplaene\\_A350-900](http://www.lufthansa.com/de/de/Sitzplaene_A350-900). Abrufdatum 23.03.2017.

- 
- [31] Lufthansa: Sitzplatzreservierungen für Economy Class Reisende. Sitze mit mehr Beinfreiheit. URL: <http://www.lufthansa.com/de/de/Sitzplatzreservierung-in-der-Economy-Class>. Abrufdatum 23.03.2017.
- [32] KLM Royal Dutch Airlines: Sitzplatzreservierung. URL: [https://www.klm.com/travel/at\\_de/prepare\\_for\\_travel/on\\_board/seating\\_plans/index.htm](https://www.klm.com/travel/at_de/prepare_for_travel/on_board/seating_plans/index.htm). Abrufdatum 23.03.2017.
- [33] Statista: Kriterien der Schweizer für die Wahl einer Fluggesellschaft bis 2015. URL: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/242537/umfrage/kriterien-der-schweizer-fuer-die-wahl-einer-fluggesellschaft/>. Abrufdatum 23.03.2017.
- [34] Lee, D.; Luengo-Prado, M. J.: Are passengers willing to pay more for additional legroom? In: *Journal of air transport management* 2004 10 (2004), S. 377–383.
- [35] Chung-Wei Kuo; Rong-Chang Jou: Willingness to pay for airlines' premium economy class: The perspective of passengers. In: *Journal of air transport management* 59 (2017) (2017), S. 134–142.
- [36] International Air Transport Association: *Airport Handling Manual*. Effective 1 January-31 December 2017, 37th Edition 2016.
- [37] Airbus: *Aircraft Characteristics A350-900*. Airport and Maintenance Planning 2013.



## Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung einer Abschlussarbeit

Gemäß der Allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung ist zusammen mit der Abschlussarbeit eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der der Studierende bestätigt, dass die Abschlussarbeit „– bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit [(§ 18 Abs. 1 APSO-TI-BM bzw. § 21 Abs. 1 APSO-INGI)] – ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich zu machen.“

Quelle: § 16 Abs. 5 APSO-TI-BM bzw. § 15 Abs. 6 APSO-INGI

Dieses Blatt, mit der folgenden Erklärung, ist nach Fertigstellung der Abschlussarbeit durch den Studierenden auszufüllen und jeweils mit Originalunterschrift als letztes Blatt in das Prüfungsexemplar der Abschlussarbeit einzubinden.

Eine unrichtig abgegebene Erklärung kann -auch nachträglich- zur Ungültigkeit des Studienabschlusses führen.

### Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung der Arbeit

Hiermit versichere ich,

Name: Happe

Vorname: Alexander

dass ich die vorliegende Masterarbeit                    bzw. bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit – mit dem Thema:

Untersuchung des Erlöspotentials flexibler Kabinenelemente für Fluggesellschaften unter Einbeziehung bestehender Möglichkeiten der Kapazitäts- und Nachfragesteuerung

ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

*- die folgende Aussage ist bei Gruppenarbeiten auszufüllen und entfällt bei Einzelarbeiten -*

Die Kennzeichnung der von mir erstellten und verantworteten Teile der -bitte auswählen- ist erfolgt durch:

Hamburg

Ort

11.4.17

Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift im Original