

# **Check-in-Automaten – Akzeptanz und Auswirkungen auf den personalbedienten Check-in**

**Knut Haase, Michael Klier und Matthias Burchert**

Prof. Dr. sc. pol. habil. Knut Haase, Dipl.-Verk.wirtsch. Michael Klier, Technische Universität Dresden, Professur für BWL, insb. Verkehrsbetriebslehre und Logistik, Andreas-Schubert-Str. 23, 01062 Dresden, E-Mail: {knut.haase, michael.klier}@tu-dresden.de, Dipl.-Verk.wirtsch. Matthias Burchert, Wurze-  
ner Str. 51, 04683 Naunhof, E-Mail: matthias.burchert@web.de

## **Check-in-Automaten – Akzeptanz und Auswirkungen auf den personalbedienten Check-in**

### **Zusammenfassung**

Zur Erreichung einer hohen Kundenzufriedenheit und Vermeidung von Kosten verursachenden Verzögerungen streben Flughafenbetreiber und Fluggesellschaften eine zügige und reibungslose Abfertigung der Passagiere an. Insbesondere der Check-in hat einen erheblichen Einfluss auf die erwartete Abfertigungszeit. Bei gegebener Abfertigungskapazität führen starke Schwankungen der Passagierankünfte zumeist zu erheblichen Warteschlangen und damit auch zu gravierenden Wartezeiten der Passagiere. Automatisierte Check-in-Systeme können hier zur Verbesserung der Servicequalität beitragen. Sie sind nahezu ständig einsatzbereit und ermöglichen eine personalunabhängige Sitzplatzvergabe. Inwieweit dadurch die personalbediente Abfertigung entlastet wird, hängt von der Akzeptanz und der daraus abzuleitenden Nutzung der automatisierten Systeme ab. In diesem Beitrag liegt der Schwerpunkt auf den so genannten Common Check-ins und automatisierten Systemen, die lediglich für Reisende mit Handgepäck geeignet sind. Die Anzahl der nur mit Handgepäck Reisenden schwankt im Zeitablauf, was sich auch auf die Nutzung der verschiedenen Formen des Check-in niederschlägt. Darüber hinaus kann auch die Akzeptanzrate von automatisierten Systemen systematisch im Zeitablauf variieren. In welchem Ausmaß beim personalbedienten Check-in Servicekräfte eingespart oder Verbesserungen der Servicequalität erzielt werden können, ist Gegenstand dieses Beitrages. Hierzu wurde im Rahmen eines Projekts mit einer deutschen Fluggesellschaft und deren Abfertigungsunternehmen eine empirische Studie durchgeführt mit dem Ziel, die Akzeptanz von automatisierten Check-in-Systemen abzuschätzen. Deren Ergebnisse dienen der Spezifikation eines Warteschlangenmodells, mit dem die Servicequalität in Abhängigkeit der Anzahl bereitgestellter Servicekräfte und vorgegebener Akzeptanzrate automatisierter Systeme analysiert werden kann. Somit wird dem Management ein Instrumentarium zur Unterstützung von personalplanerischen Entscheidungen für den Check-in zur Verfügung gestellt.

## 1. Einleitung

Fluggäste mit einem gültigen Ticket müssen rechtzeitig vor dem Abflugzeitpunkt einchecken. Dabei erhalten sie eine Bordkarte, die zum Besteigen des Flugzeuges berechtigt. Die Bordkarte enthält zumeist auch die Information über den zugewiesenen Sitzplatz. Einige Fluggesellschaften räumen aber den Fluggästen eine freie Sitzplatzwahl beim Besteigen des Flugzeuges ein. Dann wird über die auf der Bordkarte ausgewiesene Buchungsklasse lediglich eine grobe Reihenfolge festgelegt, in der die Passagiere das Flugzeug besteigen dürfen, wodurch die für den einzelnen Passagier zur Verfügung stehende Menge an Sitzplätzen beeinflusst wird. Durch das Einchecken der Passagiere wird die Fluggesellschaft darüber informiert, welche gebuchten Passagiere ihren gebuchten Flug auch tatsächlich antreten. Sofern erforderlich, ist das Einchecken mit der Gepäckaufgabe verbunden. Bei Reisenden, die nur Handgepäck mit sich führen, entfällt dagegen die Gepäckaufgabe, was überwiegend bei Geschäftsreisenden zu beobachten ist.

Große Fluggesellschaften bieten ihren Fluggästen schon seit Jahren die Möglichkeit eines personalunabhängigen Check-in an einem Automaten an. Insbesondere bei Passagieren, die häufig per Flugzeug reisen, kann daher davon ausgegangen werden, dass sie zunehmend mit automatisierten Check-ins vertraut sind, woraus gleichermaßen eine stärkere Erwartungshaltung seitens der Passagiere im Hinblick eines derartigen Serviceangebotes vermutet werden kann. Dagegen sollten sporadisch mit dem Flugzeug Reisende überwiegend einem personalbedienten Service den Vorzug geben. Langfristig sind aber auch hier Änderungen in der Vertrautheit mit automatisierten Systemen und einer daraus resultierenden Erwartungshaltung zu erwarten, da auch bei anderen Verkehrsträgern eine zunehmende Automatisierung zu beobachten ist. Als ein Beispiel diene die zunehmende Akzeptanz des automatisierten Fahrkartenverkaufs der Deutschen Bahn AG, wodurch

die Personalressourcen in den Reisezentren entlastet werden bzw. abgebaut werden können.

Aus der Sicht von Handlinggesellschaften, die für die Abfertigung der Passagiere in den Flughäfen verantwortlich sind und bisher keinen automatisierten Check-in vorhalten, stellt sich die grundsätzliche Frage, ob in Abhängigkeit der eigenen Kundenstruktur erhebliche Investitionen in ein derartiges technisches System ökonomisch vertretbar sind. Neben der Festlegung eines geeigneten Anschaffungszeitpunktes stellt sich dabei auch die Frage, welche Form der Automatisierung umgesetzt werden soll. Darüber hinaus wird die Entscheidung bzw. die ökonomische Bewertung der Handlinggesellschaften von den mit den Fluggesellschaften ausgehandelten Verträgen beeinflusst. So hängen die Erlöse der Handlinggesellschaften überwiegend von der Anzahl der manuell abgefertigten Passagiere ab. Daher kann die Einführung eines automatisierten Systems auch zu Erlösminderungen führen, so dass der Anreiz der Handlinggesellschaften, derartige Systeme einzuführen, gering bleibt.

Seitens der Fluggesellschaften wird dagegen zunehmend von den Handlinggesellschaften angeregt, dass sie neben einem personalbedienten Check-in zusätzlich auch einen automatisierten Check-in ermöglichen. Bedingt durch die damit einhergehenden Veränderungen bei den Erlösen sind neue Vertragsverhandlungen zwischen den Handlinggesellschaften und den Fluggesellschaften zu erwarten. Hierzu sind die vorherzusehenden Auswirkungen sorgfältig zu analysieren, wobei nicht nur etwaige Erlösrückgänge sondern auch etwaige Kosteneinsparungen beim Personal und die Auswirkungen auf die Servicequalität abzuschätzen sind.

Gegenstand dieses Beitrages ist die Bereitstellung eines innerhalb einer Fallstudie - der Praxispartner möchte aus Wettbewerbsgründen namentlich nicht genannt werden - entwickelten Instrumentariums zur Analyse der mit

der Einführung eines automatisierten Check-in zu erwartenden Auswirkungen.

Im nachfolgenden Abschnitt werden wir hierzu zunächst verschiedene Formen des Check-in skizzieren. Zur Analyse der Auswirkungen eines einzuführenden automatisierten Check-in wählen wir im dritten Abschnitt einen warteschlangentheoretischen Ansatz. Die Ergebnisse einer empirischen Studie, die der Spezifikation des Warteschlangenmodells dienen, werden im vierten Abschnitt vorgestellt. Darauf aufbauend verdeutlichen wir im fünften Abschnitt anhand eines Beispiels die Einsatzmöglichkeiten des bereitgestellten Instrumentariums. Weiterführend wird im sechsten Abschnitt ein mathematisches Entscheidungsmodell vorgestellt, was die Bestimmung der minimalen Personaleinsatzzeit ermöglicht. Der Beitrag endet mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick.

## 2. Formen des Check-in

Verschiedene Formen des Check-in sind voneinander abzugrenzen. Zunächst einmal ist zwischen dem Dedicated Check-in, auch als Per-flight Check-in bezeichnet, und dem Common Check-in zu unterscheiden. Weiterhin kann der Check-in personalbedient oder unabhängig von Servicekräften an einem Automaten erfolgen. Nachfolgend wollen wir auf die einzelnen Formen näher eingehen.

Beim Common Check-in werden Fluggäste unterschiedlicher Flugverbindungen zumeist an mehreren nebeneinander positionierten Schaltern parallel abgefertigt. Die Anzahl der geöffneten Schalter wird dabei dem jeweiligen Bedarf angepasst, wobei spezielle Schalter stets für Reisende der Business Class oder der First Class vorbehalten sind. Einzelne Fluggesellschaften unterscheiden zwischen Check-in-Schaltern für ausschließlich Handgepäckreisende und Schaltern für Passagiere mit aufzugebendem Gepäck. Das Com-

mon-Check-in wird vorwiegend von im Linienflugverkehr operierenden Airlines eingesetzt.

Beim Dedicated Check-in erfolgt die Abfertigung der Passagiere eines einzelnen Flugzeuges und ist vorwiegend bei Charterflügen vorzufinden. Den Fluggästen auf Charterflügen wird in der Regel ein vorzeitiges Einchecken mit Gepäckabgabe am Abend vor der Urlaubsreise ermöglicht (Vorabend Check-in). Hierfür stehen zumeist speziell ausgewiesene Schalter zur Verfügung.

Beim automatisierten Check-in können die Passagiere sich an im Flughafen-terminal aufgestellten Automaten einchecken. Eine Variante ist, dass der Passagier ein mit einem Magnetstreifen ausgestattetes ATB-Ticket (Automated Ticketing and Boarding) besitzt. Auf dem Magnetstreifen sind dabei die für das systemseitige Einchecken notwendigen Buchungsdetails gespeichert. Nach Erkennen der Legimitation wird dem Passagier der aktuelle Sitzplan angezeigt, woraus er einen freien Sitzplatz auszuwählen hat, um sich anschließend eine Bordkarte ausdrucken zu lassen.

Bei Einführung des elektronischen Tickets (ETIX<sup>®</sup>) werden die Passagierdaten über eine zentrale Datenbank zur Verfügung gestellt, wodurch eine Identifikation der Kunden auch mit anderen Dokumenten ermöglicht wird. Hierzu gehören beispielsweise die Kreditkarte, die Kundenkarte der Airline oder der Personalausweis. Nachdem anfangs nur Passagiere mit Handgepäck diesen Service nutzen konnten, wurden inzwischen Automatenysteme entwickelt, an denen auch mit aufzugebendem Gepäck eingchecked werden kann. Aber auch Alternativen wie WAP-, Web-, SMS- oder Telefon-Check-in wurden eingeführt, bei denen der Passagier bereits vor Ankunft am Flughafen per Mobiltelefon oder Internetzugang einchecken kann.

Beim SMS-Check-in wird der Fluggast rechtzeitig vor dem geplanten Abflug per SMS gefragt, ob er einchecken möchte. Bestätigt er diese Anfrage, startet automatisch der Check-in-Prozess und wenig später wird der Kunde wieder per SMS über sein Abflug-Gate und seine Sitzplatznummer informiert. Die Bordkarte kann dann der Passagier bei Ankunft am Flughafen am Check-in-Automaten ausdrucken oder am Check-in-Schalter abholen (vgl. Maurer 2003, S.88).

Um den Weg zum Automaten oder Check-in-Schalter zum Erhalt der Bordkarte zu vermeiden, wird die Entwicklung des Check-in ohne Papierbordkarte vorangetrieben. So soll zukünftig dem Passagier eine digitale Bordkarte auf sein Mobiltelefon in Form einer kodierten Matrix per SMS/MMS übermittelt werden, die dann beim Boarding mit einem Scanner überprüft werden kann.

Eine weitere Check-in-Alternative, bei der die Passagiere nach Ankunft am Flughafen direkt zum Gate gehen können, ist das Internet Check-in. Dabei kann der Passagier bereits am Vortag seines Abfluges online einchecken, einen Sitzplatz aussuchen und die Bordkarte auf seinem Drucker ausdrucken. Ferner kann er sein Gepäck an einem Bag-Drop-Off-Schalter aufgeben.

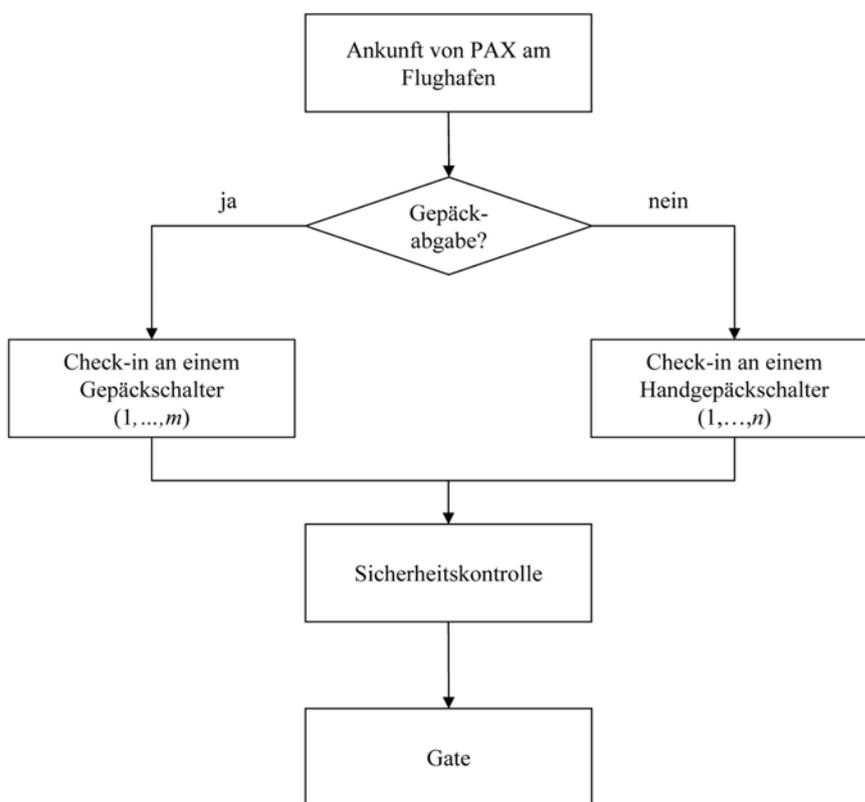
Getestet wird auch der biometrische Check-in (golem.de). Dabei werden verschlüsselt der Fingerabdruck und die Check-in-Informationen als Barcode auf die Bordkarte zur Identifikation beim Boarding gedruckt.

Mit der Einführung automatisierter Check-in-Systeme verknüpfen die Fluggesellschaften zum einen die Erwartung einer höheren Servicequalität durch den Abbau von Wartezeiten für die Kunden, zum anderen werden firmeninterne Kostenvorteile durch eine Beschleunigung der terminalseitigen Abwicklungs- und Abfertigungsprozesse gesehen. Im nächsten Abschnitt wollen wir uns dieser Thematik durch Formalisierung eines Warteschlangenmodells

analytisch annähern, wobei wir uns auf den für unsere Fallstudie relevanten Common Check-in mit getrennten Schaltern für Gepäck- und Handgepäckreisende beschränken werden.

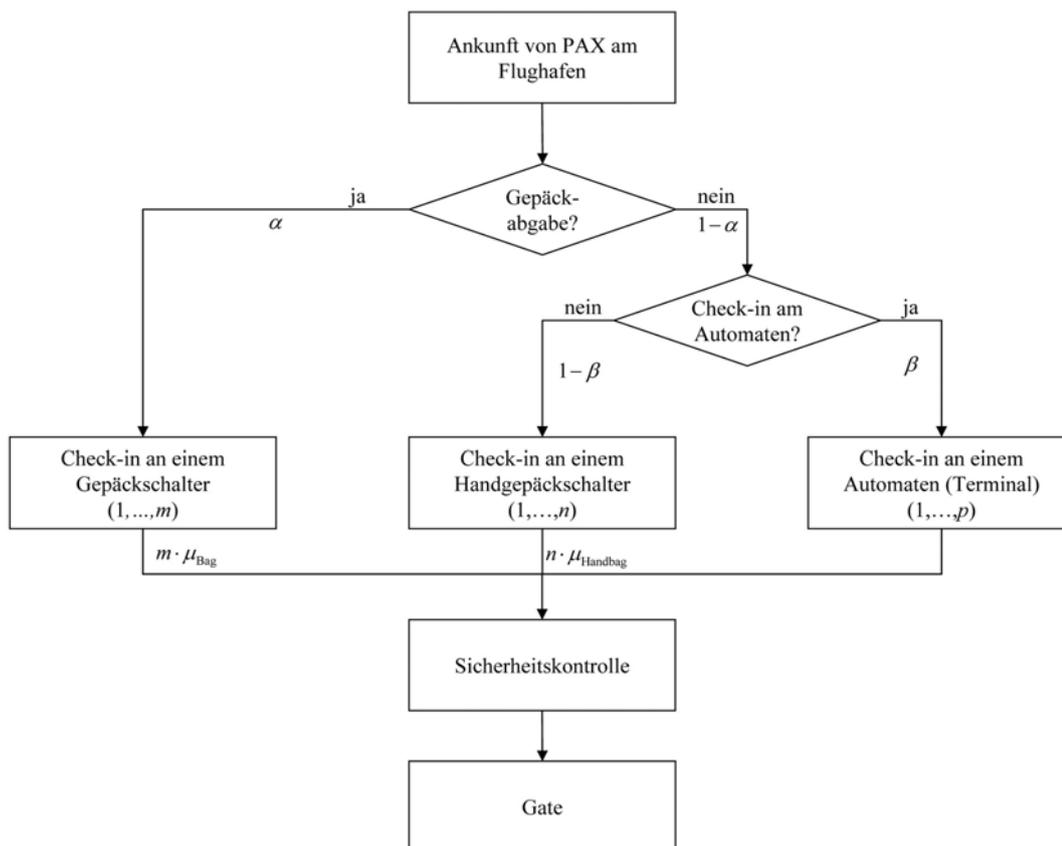
### 3. Warteschlangentheoretische Abbildung des Common Check-in-Prozesses

Abbildung 1 zeigt den Common Check-in-Prozess einer Handlinggesellschaft unserer Fallstudie.



**Abb. 1: Common Check-in-Prozess ohne Automaten**

Passagiere mit aufzugebendem Gepäck müssen einen Gepäckschalter aufsuchen. Dagegen können Reisende, die kein Gepäck aufzugeben haben, einen Handgepäckschalter auswählen. Die Durchleuchtung und Kontrolle des Gepäcks erfolgt anschließend und in Abwesenheit der Passagiere. Alle Schalter sind personalbedient. Insgesamt sind  $m + n$  Schalter verfügbar, wovon  $n$  Schalter in Abhängigkeit der aktuellen Belastungssituation als reine Handgepäckschalter deklariert werden können.



**Abb. 2: Common Check-in-Prozess mit Automaten**

Abbildung 2 veranschaulicht den Common Check-in-Prozess bei Bereitstellung von Automaten für Handgepäckreisende. Für die Handgepäckreisenden stellt sich die Frage, ob sie ein Terminal aufsuchen und eigenständig einen Check-in durchführen oder ob sie einen personalbedienten Check-in bevorzugen. Diese diskrete Entscheidung hängt maßgeblich von der aktuellen Warteschlangensituation und von der persönlichen Einstellung des einzelnen Passagiers gegenüber der einen oder anderen diskreten Alternative ab. Zur Spezifikation der Nutzungswahrscheinlichkeit ist eine empirische Analyse erforderlich, worauf wir noch im nachfolgenden Abschnitt näher eingehen werden.

Insgesamt sollten mit der Einführung von Terminals bei konstanten Passagieraufkommen die Passagierströme an den Check-in-Schaltern für Handgepäck grundsätzlich rückläufig sein. Der zu erwartende Rückgang hängt dabei maßgeblich von der Anzahl der nur mit Handgepäck Reisenden und der Ak-

zeptanz der Automaten ab. Prinzipiell kann dann ein Kapazitätsabbau an den personalbedienten Handgepäck-Schaltern erfolgen, ohne dass dadurch eine Verschlechterung der Servicequalität im Vergleich zur vorangegangenen Situation einhergehen muss.

Die Ankünfte der Passagiere sind unregelmäßig, d.h. die Zwischenankunftszeiten zwischen den Passagieren variieren. Eine Heranziehung eines deterministischen Modells zur Beschreibung der Ankünfte der Passagiere ist daher eher ungeeignet. Insbesondere Analysen auf der Basis von Durchschnittswerten können zu gravierenden Fehlabschätzungen führen. Daher ist eine stochastische Analyse angeraten.

Um abzuschätzen, ob bei Einführung automatisierter Check-ins und Beibehaltung der Servicequalität nennenswerte Einsparpotenziale im Personalbereich realisierbar sind, wollen wir ein warteschlangentheoretisches Modell verwenden (vgl. Taha, 1997, S.609ff.).

Abbildung 2 veranschaulicht bereits den Ansatz: Uns liegt ein Ankunftsprozess vor. Die zugehörige Ankunftsrate, d.h. die pro Zeiteinheit ankommenden Fluggäste, wird durch  $\lambda$  symbolisiert. Sei  $\alpha$  der Anteil der Reisenden, die Gepäck aufzugeben haben. Dann ist die Ankunftsrate am Gepäckschalter  $\alpha \cdot \lambda$  und die am Handgepäckschalter  $(1 - \alpha) \cdot \lambda$ . Die Anzahl an Reisenden die pro ZE an einem personalbedienten Handgepäck-Schalter abgefertigt werden kann, die so genannte Abfertigungsrate, sei  $\mu_{\text{Handbag}}$ . Sei  $\beta$  die Akzeptanzrate, die den relativen Anteil der nur mit Handgepäck reisenden Passagiere widerspiegelt, die den automatisierten Check-in an einem Terminal bevorzugen und  $n$  die Anzahl personalbedienter Handgepäckschalter. Somit liefert

$$\lambda_{\text{Handbag}} = (1 - \alpha)(1 - \beta) \cdot \lambda \quad (1)$$

die Ankunftsrate und

$$\rho_{\text{Handbag}} = \frac{\lambda_{\text{Handbag}}}{n \cdot \mu_{\text{Handbag}}} \quad (2)$$

die Auslastung der personalbedienten Handgepäckschalter. Damit haben wir die zeitliche Dynamik aber nicht erfasst. An verschiedenen Wochentagen und während eines Tages sind Schwankungen hinsichtlich der definierten Parameter zu erwarten. Beispielsweise kann davon ausgegangen werden, dass die Anzahl der Geschäftsreisenden und somit womöglich die Anzahl der nur mit Handgepäck Reisenden an einem Montag höher sein sollte als an einem Samstag oder Sonntag. Wir wollen zur Vereinfachung davon ausgehen, dass wir die Zeitachse in äquidistanten Perioden  $t = 1, \dots, T$  derart einteilen können, dass

$$\rho_t = \frac{\lambda_t}{n_t \cdot \mu} \quad (3)$$

eine hinreichend genaue Approximation für die Auslastung in Periode  $t$  darstellt, wobei wir auf den Zusatz „Handbag“ zur Vereinfachung verzichtet haben.

Implizit unterstellen wir damit auch, dass es nur eine gemeinsame Warteschlange gibt. Da die Handgepäckschalter in unserem Praxisfall nebeneinander positioniert sind, kann jeder Fluggast die aktuell kürzeste Warteschlange auswählen und dabei auch wechseln. Wir gehen davon aus, dass ein so genannter M/M/c-Prozess unterstellt werden kann, d.h. die Zwischenankunftszeiten und die Bediendauern sind jeweils exponentialverteilt. Somit können wir unter den gegebenen Annahmen die erwartete Wartezeit beim Check-in eines Passagiers in der Periode  $t$  mit

$$P_0 = \left[ \sum_{i=0}^{c-1} \frac{(c\rho)^i}{i!} + \frac{(c\rho)^c}{c!} (1-\rho)^{-1} \right] \quad (4)$$

$$LQ = \frac{c^c \rho^{c+1}}{c!(1-\rho)^2} P_0 \quad (5)$$

$$W_t = \frac{LQ}{\lambda_t} \quad (6)$$

abschätzen (vgl. z.B. Thonemann, 2005, S. 516).

$P_0$  stellt die Wahrscheinlichkeit dafür dar, dass das System mit  $c$  parallelen Servern leer ist. Zu beachten ist, dass die Wartezeit  $W_t$  in der gemeinsamen Warteschlange mit zunehmender Auslastung exponentiell anwächst, was bei einer auf Durchschnittswerten basierenden Analyse nicht ersichtlich wäre. Insgesamt haben wir aber ein einfaches Instrument vorliegen, die erwartete Wartezeit in Abhängigkeit der bereitgestellten Servicekapazität abzuschätzen.

Bei der Festlegung der Parameterwerte ist auf eine einheitliche Periodisierung zu achten. Geben wir die Ankünfte und die Abfertigungen jeweils pro Stunde vor, so müssen wir bei einer vorgegebenen Wartezeit von beispielsweise 4 min  $W_t$  gleich  $4/60$  setzen.

Betont werden sollte noch einmal, dass wir davon ausgehen, dass hinreichend viele Automaten zur Verfügung stehen. Die Modellparameter sind auf der Basis empirischer Befunde zu spezifizieren. Im nachfolgenden Abschnitt gehen wir darauf näher ein.

## 4. Empirische Untersuchung

Zur Analyse der Akzeptanz der Automaten wurden Passagiere schriftlich befragt (stated preferences), die einen Flug mit der betreffenden Fluggesellschaft gebucht hatten. Die Befragung wurde zu gleichen Teilen in den Morgen-, Mittags- und Abendstunden in der Zeit vom 24.10.2005 bis 30.10.2005 am Flughafen München durchgeführt. In dem Untersuchungszeitraum lagen keine Schulferien und keine besonderen Kongresstermine. Die Befragten wurden zufällig während ihres Check-in ausgewählt, wobei auch Reisende mit aufzugebendem Gepäck in die Untersuchung aufgenommen worden sind. Insgesamt wurden 977 Fragebögen ausgegeben, von denen 365 vollständig und eindeutig ausgefüllt zurückgegeben wurden.

Die Erhebung lieferte folgende deskriptive Befunde:

- 71,5% würden einen Check-in-Automaten nutzen, wenn sie ohne Gepäck fliegen,
- 77,0% sind Geschäftsreisende; dieser Wert entspricht den Angaben der Fluggesellschaft zur Aufteilung der Passagiere in Geschäfts- und Privatreisende,
- 43,3% sind öfter als 10 mal mit der Fluggesellschaft geflogen,
- 68,2% haben bereits Erfahrungen mit automatisierten Check-in-Systemen anderer Fluggesellschaften,
- 83,0% bewerten die Einführung von Check-in-Automaten mit „sehr gut“ oder „gut“ und
- 76,7% sind von der Durchsetzung der Automaten „voll überzeugt“ oder „überzeugt“.

In den Morgen- und Abendstunden war der Prozentsatz der Geschäftsreisenden wesentlich höher als zur Mittagzeit. Drei Viertel aller Geschäftsreisenden wären zudem bereit, einen Check-in-Automaten zu nutzen, während demgegenüber nur knapp 60% der Privatreisenden diesen Service in Anspruch nehmen würden. Ferner weisen die Daten einen positiven Zusammenhang zwischen der Anzahl bisheriger Flüge mit der Fluggesellschaft und der Bereitschaft, einen Check-in-Automaten zu nutzen, auf.

Zur Prognose der Nutzung automatisierter Check-in-Systeme in Abhängigkeit des Passagieraufkommens wollen wir nun versuchen, mit Hilfe einer ökonomischen Analyse eine differenzierte Abschätzung der Inanspruchnahme eines Automaten abzuleiten. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass ein Passagier die Alternative mit dem größten Nutzen auswählt. Derartige diskrete Auswahlentscheidungsprobleme lassen sich mit einem Logit-Modell abbilden. Wir gehen – wie allgemein üblich – von einer linearen Nutzenfunktion aus, die sich aus einer deterministischen und einer stochastischen Komponente zusammensetzt. Bei Anwendung des Standard-Logit-Modells implizieren wir, dass die stochastische Komponente identisch und unabhängig über alle Alternativen und Nutzer Gumbel-Typ-1-verteilt ist (vgl. Backhaus u.a., 2006, S.426ff.).

Bei der Analyse ist darauf zu achten, welche Daten systemseitig verfügbar sind. Wir gehen davon aus, dass wir zwischen Privat- und Geschäftsreisen vorab unterscheiden können, dass wir wissen, wie häufig ein Passagier mit der betrachteten Fluggesellschaft geflogen ist und ob er bereits schon einmal einen automatisierten Check-in einer anderen Fluggesellschaft benutzt hat. Die Ergebnisse der mit SPSS durchgeführten logistischen Regression zeigt Tabelle 1.

**Tab. 1:** Ergebnisse der logistischen Regression (Koeffizienten)

	Koeffizient	Standardfehler	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Reisetyp	,532	,340	2,448	1	,118	1,702
Fluganzahl > 10			8,968	3	,030	
Fluganzahl 6-10	,038	,656	,003	1	,954	1,039
Fluganzahl 1-5	,342	,683	,251	1	,616	1,408
Fluganzahl 0	-,823	,640	1,653	1	,199	,439
ACI-Erfahrung	2,896	,313	85,456	1	,000	18,101
Konstante	-2,117	,664	10,154	1	,001	,120

„Fluganzahl > 10“ stellt dabei die Referenzgröße dar. Offensichtlich sind die Faktoren hohe Fluganzahl und die Erfahrung mit automatisierten Check-in-Systemen (ACI-Erfahrung) signifikant. Dagegen ist die Frage, ob es sich um

einen Geschäftsreisenden oder einen Privatreisenden handelt eher nicht von gravierender Bedeutung. Gleichwohl zeigt der positive Koeffizient bei der kategorialen Variablen „Reisetyp“, dass Geschäftsreisende gegenüber Privatreisenden tendenziell einen automatisierten Check-in bevorzugen. Analoges gilt für die positiven Ausprägungen der ebenfalls kategorialen Variablen „Fluganzahl“. Abschließend ist anzumerken, dass Geschäftsreisende gleichermaßen überwiegend zu den Reisenden mit einer hohen Fluganzahl gehören und somit indirekt über die Fluganzahl bereits erfasst werden. Ferner haben Reisende mit einer hohen Flugzahl in der Regel bereits Erfahrungen mit automatisierten Check-in-Systemen, so dass zwischen den kategorialen Variablen „Fluganzahl 0“ und „ACI-Erfahrung“ ein negativer Zusammenhang besteht, was durch die Ergebnisse unterstrichen wird.

Hinsichtlich des Managements ist dieses Ergebnis vorteilhaft, da systemseitig bestimmte persönliche Angaben womöglich nicht vorgehalten werden sollen. Die Anzahl der Flüge eines Kunden und ob der Kunde bereits in der Vergangenheit einen Check-in-Automaten genutzt hat, sind dagegen eher EDV-technisch einfach vorzuhaltende Information.

**Tab. 2:** Ergebnisse der logistischen Regression (Klassifikationsgüte bezüglich der ACI-Nutzung)

Beobachtet	Vorhergesagt		
	Automaten-nutzer	Nichtnutzer	Prozent richtig
Automatennutzer	237	24	90,8%
Nichtnutzer	44	60	57,7%
Prozent insgesamt			81,4%

Die Klassifikationsergebnisse der Tabelle 2 weisen auf ein hohes Gütemaß des Gesamtmodells hin. Dabei wurden im Modell 81,4% aller Elemente richtig zugeordnet. Dabei ist aber zu beachten, dass 71,5% der Fluggäste ihre Bereitschaft einen automatisierten Check-in zu nutzen bekundet haben, d.h.

eine naive Prognose, in der alle Fluggäste dem automatisierten Check-in zugeordnet werden, würde bereits eine Trefferquote von 71,5% liefern.

Insgesamt kann festgehalten werden, dass Passagiere, die schon oft geflogen sind und Erfahrungen mit automatisierten Check-in-Systemen haben, eher dazu tendieren, einen Automaten zu nutzen als „Wenigflieger“. Daher sollten Fluggesellschaften darauf achten, dass auch „Wenigflieger“ Hilfestellungen bei der Nutzung der automatisierten Check-ins erhalten, um sie somit auch langfristig für derartige Systeme zu überzeugen.

Nicht näher in die Auswertung ist die Beobachtung eingeflossen, dass in den Früh- und Abendzeiten tendenziell mehr Passagiere fliegen, die schon andere automatisierte Systeme genutzt haben. Somit ist zu erwarten, dass über die Mittagsstunden die Auslastung der Automaten geringer als am Morgen und Abend sein wird. Die Prozentzahl der Handgepäckreisenden kann für die jeweiligen Wochentage und Tageszeiten aus den Statistiken der Flugdokumente ermittelt werden.

Ferner ist zu vermuten, dass Passagiere ihre Entscheidung von der aktuellen Warteschlangensituation abhängig machen. So dürften Passagiere den automatisierten Check-in eher in Anspruch nehmen, wenn mit langen Wartezeiten zu rechnen ist. Dieser Zusammenhang wurde im Rahmen dieser Untersuchung aber nicht näher betrachtet.

Die empirischen Ergebnisse und die warteschlangentheoretischen Ansätze werden wir im nachfolgenden Abschnitt dazu nutzen, um Aussagen über die zu erwartenden Auswirkungen auf den personalbedienten Check-in zu illustrieren.

## 5. Beispiel

Die Einsatzmöglichkeit des in den vorangestellten Abschnitten vorgestellten Ansatzes soll nun anhand eines Beispiels verdeutlicht werden. Die Daten werden wir dabei in Anlehnung an der zugrunde liegenden Fallstudie wählen. Sie sind aber aus Wettbewerbsgründen modifiziert worden, wobei aber darauf geachtet worden ist, dass die Proportionen weitestgehend eingehalten werden.

Die Abfertigungsraten zwischen den Handgepäck- und Gepäckschaltern seien wie folgt:

$$\begin{aligned}\mu_{\text{Bag}} &= 70 \text{ PAX/h,} \\ \mu_{\text{Handbag}} &= 80 \text{ PAX/h.}\end{aligned}$$

Die Unterschiede sind durch den zusätzlichen Zeitaufwand für das Wiegen des Gepäcks und das Anbringen der Gepäck-Labels begründet. Insgesamt stehen vierzehn Check-in-Schalter zur Verfügung, die je nach Passagieraufkommen als Gepäck- oder Handgepäckschalter geöffnet werden. Ankunftsrate seien mit

$$\begin{aligned}\lambda_{\text{Bag}} &= 350 \text{ PAX/h und} \\ \lambda_{\text{Handbag}} &= 350 \text{ PAX/h}\end{aligned}$$

vorgegeben.

Tabelle 3 zeigt in Abhängigkeit der Anzahl geöffneter Schalter die Auswirkungen für die Gepäckreisenden und Handgepäckreisenden auf die erwarteten Wartezeiten. Wir unterstellen dabei eine eingliedrige Warteschlange, wenngleich in der Praxis parallele Warteschlangen vorliegen. Grundsätzlich wird dadurch die Wartezeit etwas unterschätzt, da Passagiere nicht stets zur kürzesten Warteschlange wechseln. In der praktischen Anwendung werden jedoch zusätzlich Servicekräfte bereitgestellt, die darauf achten, dass eine Gleichverteilung der Passagiere auf die Schalter sich einstellt. Insgesamt

sollten sich daher keine gravierenden Verzerrungen einstellen. Gehen wir davon aus, dass das Management eine durchschnittliche Wartezeit von nicht mehr als 10 Minuten vorgibt, so werden insgesamt  $6 + 5 = 11$  Servicekräfte für den personalbedienten Check-in benötigt.

**Tab. 3:** Analyse der Anzahl zu öffnender Schalter ohne Automaten

PAX/h	offene Schalter	Bedienrate pro Schalter (PAX/h)	Ankunftsrate pro Schalter (PAX/h)	Auslastungsgrad	PAXe in der Warteschlange (PAX)	Wartezeit in der Warteschlange (min)
total	Bag-CI	$\mu$	$\lambda$	$\rho$	$LQ$	$W$
700	Handbag-CI					
350	4	70 (Bag-CI)	87,5	1,25	$\rightarrow \infty$	>10
	5		70,0	1,00	$\rightarrow \infty$	>10
	6		58,3	0,83	2,94	<b>0,50</b>
	7		50,0	0,71	0,81	<b>0,14</b>
	8		43,8	0,63	0,28	<b>0,05</b>
	9		38,9	0,56	0,10	<b>0,02</b>
350	4	80 (Handbag-CI)	87,5	1,09	$\rightarrow \infty$	>10
	5		70,0	0,88	4,95	<b>0,85</b>
	6		58,3	0,73	1,04	<b>0,18</b>
	7		50,0	0,63	0,32	<b>0,06</b>
	8		43,8	0,55	0,11	<b>0,02</b>
	9		38,9	0,49	0,04	<b>0,01</b>

Wird nun eine hinreichende Anzahl an Automaten für den Check-in zusätzlich bereitgestellt, so können wir in Abhängigkeit der Akzeptanzrate analysieren, welche Personaleinsparungen realisierbar sind. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 4. Gehen wir beispielsweise von einer Akzeptanzrate von 30% aus, so benötigen wir statt 5 nur 4 Servicekräfte für die Handgepäckreisenden. Eine weitere Servicekraft kann eingespart werden, wenn die Akzeptanzrate auf 33,1% ansteigt. Im Anschluss stellen wir ein allgemeines mathematisches Entscheidungsmodell vor.

**Tab. 4:** Analyse der Anzahl zu öffnender Schalter mit Automaten

% Automaten-nutzer	PAX/h	offene Hand-bag-CI Schalter	Bedien-rate pro Schalter (PAX/h)	Ankunfts-rate pro Schalter (PAX/h)	Auslastungs-grad	PAXe in der Warteschlange (PAX)	Wartezeit in der Warteschlange (min)
			$\mu$	$\lambda$	$\rho$	$LQ$	$W$
0%	350	3	80	116,7	1,46	$\rightarrow \infty$	>10
		4		87,5	1,09	$\rightarrow \infty$	>10
		5		70,0	0,88	4,95	0,85
10%	315	3		105,0	1,31	$\rightarrow \infty$	>10
		4		78,8	0,98	60,83	>10
		5		63,0	0,79	1,97	0,37
15%	298	3		99,2	1,24	$\rightarrow \infty$	>10
		4		74,4	0,93	11,22	2,26
		5		59,5	0,74	1,31	0,26
20%	280	3		93,3	1,17	$\rightarrow \infty$	>10
		4		70,0	0,88	2,97	0,63
		5		56,0	0,70	0,88	0,19
25%	263	3		87,5	1,09	$\rightarrow \infty$	>10
		4		65,6	0,82	1,77	0,40
		5		52,5	0,66	0,59	0,14
30%	245	3	81,7	1,02	$\rightarrow \infty$	>10	
		4	61,3	0,77	1,75	0,43	
		5	49,0	0,61	0,32	0,08	
33,1%	234	3	78,0	0,98	37,17	9,53	
		4	58,5	0,73	1,30	0,33	
		5	46,8	0,59	0,31	0,08	

## 6. Entscheidungsmodell

An dieser Stelle soll ein Entscheidungsmodell zur Bestimmung des minimalen Personaleinsatzes unter Berücksichtigung von Managementvorgaben (z.B. maximale erwartete Wartezeit) vorgestellt werden.

Mengen und Indizes

$T$  Perioden

$P$  Modi zu denen jeweils  $p$  geöffnete Schalter korrespondieren

Parameter

$\bar{W}$  maximale erwartete Wartezeit Gepäckschalter

$\hat{W}$  maximale erwartete Wartezeit Handgepäckschalter

$w_{tp}$  erwartete Wartezeit Gepäck in Periode  $t$  und Modus  $p$

$\tilde{w}_{tp}$  erwartete Wartezeit Handgepäck in Periode  $t$  und Modus  $p$

### Variablen

$x_{tp}$  1, falls  $p$  Gepäckschalter in Periode  $t$  zu öffnen sind (0, sonst)

$y_{tp}$  1, falls  $p$  Handgepäckschalter in Periode  $t$  zu öffnen sind (0, sonst)

### Modell

$$\min \sum_t \sum_p p \cdot (x_{tp} + y_{tp}) \quad (7)$$

$$\sum_p p \cdot (x_{tp} + y_{tp}) \leq 14 \quad \forall t \in T \quad (8)$$

$$\sum_p w_{tp} \cdot y_{tp} \leq \bar{W} \quad \forall t \in T \quad (9)$$

$$\sum_p \tilde{w}_{tp} \cdot y_{tp} \leq \hat{W} \quad \forall t \in T \quad (10)$$

$$x_{tp}, y_{tp} \in \{0,1\} \quad \forall t \in T, \forall p \in P \quad (11)$$

Die Zielfunktion (7) minimiert die Personaleinsatzzeit des gesamten Planungszeitraumes. Nebenbedingung (8) gewährleistet, dass in keiner der zu betrachtenden Perioden mehr als die zur Verfügung stehenden 14 Schalter geöffnet werden. Die Einhaltung der vorgegebenen maximalen erwarteten Wartezeiten für die Gepäck- und Handgepäckabfertigung wird durch die Nebenbedingungen (9) und (10) sichergestellt. Der Wertebereich der binären Entscheidungsvariablen wird durch Nebenbedingung (11) definiert.

Zum obigen Modell seien einige Anmerkungen erlaubt: Das Problem zerfällt in  $|T|$  Teilprobleme, da keine Perioden übergreifenden Restriktionen abgebildet werden. In der praktischen Umsetzung sind die Modellergebnisse im Rahmen einer Simulation (vgl. Domschke, Drexl (2005), S. 245ff.) zu evaluieren, was zur Aktualisierung der  $w_{tp}$  bzw.  $\tilde{w}_{tp}$  führt. Die Ergebnisse einer darauf aufbauenden Nachoptimierung sind erneut zu evaluieren, usw.

Vorteile eines derartigen Ansatzes bestehen in der Flexibilität, zusätzliche Restriktionen – beispielsweise hinsichtlich des Personaleinsatzes – zu imp-

lementieren. Derartige Problemstellungen lassen sich heutzutage mit Standardsoftware (z.B. GAMS, AMPL) auch für sehr große Instanzen in kurzer Zeit optimal lösen.

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Eine optimale und gleichzeitig kundenorientierte Belegungsplanung eines Common Check-in in Abhängigkeit automatisierter Check-in-Alternativen im Linien- bzw. Geschäftskundenverkehr stellt eine Herausforderung für Fluggesellschaften dar. Im vorliegenden Beitrag wird unter Einbeziehung von Beobachtungen und Berechnungen ermittelter Daten ein Modell der Warteschlangenanalyse herangezogen, das bei der Personaleinsatzplanung für den Bereich Check-in unterstützend eingesetzt werden kann. Anhand der Variation verschiedener Modellkennzahlen und Einflussgrößen gestattet das Modell dem Anwender, verschiedene Datenszenarien zu analysieren. Zur Wirkung des Systems wurde ein Beispielszenario erläutert und skizziert. Diesem lagen die Auswertungen empirischer Daten zugrunde. Das Beispiel der Fluggesellschaft und des Abfertigungsunternehmens vermittelt eine Vorstellung der erzielbaren Ergebnisse.

Weitere Analysen auf der Basis von Simulationen, die auch ein Entscheidungsverhalten in Abhängigkeit der aktuellen Warteschlangensituation und eine genauere Abbildung der Dynamik erlauben, sind angeraten. Derartige Untersuchungen liefern gleichermaßen auch weitere Gütekriterien, z.B. maximale Wartezeiten, die in mathematische Optimierungsmodelle zur Personaleinsatzplanung, wie das im sechsten Abschnitt vorgestellte, implementiert werden können. Insgesamt ist daher ein Managementsystem zu entwickeln, mit dem für verschiedene Parametervorgaben Simulationen durchgeführt werden, deren Ergebnisse in ein Optimierungstool zur Personaleinsatzplanung einfließen, um somit eine optimale Schalterbesetzung bei Einhaltung von Qualitätsvorgaben zu gewährleisten.

Abschließend sei für den Leser noch der Hinweis erlaubt, dass die Check-in-Automaten bereits eingeführt worden sind und eine weitere empirische Untersuchung geplant ist.

## **Literaturverzeichnis**

**Backhaus, K.; Erichson, B.; Plinke, W.; Weiber, R. (2003):** Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung, 10. Auflage, Springer, Berlin 2003

**Domschke, W., Drexl, A. (2005):** Einführung in Operations Research, 6. Auflage, Springer, Berlin 2005

**golem.de (2006):** Lufthansa testet biometrischen Check-in, nachzulesen unter <http://www.golem.de/0507/39064.html> (letzter Aufruf, 07. März 2006)

**Maurer, P. (2003):** Luftverkehrsmanagement, 3. Auflage, Oldenbourg, München 2003

**Taha, H. A. (1997):** Operations research, 6. Auflage, Prentice Hall, Pearson Education International, Upper Saddle River, NJ 1997

**Thonemann, U. (2005):** Operations Management: Konzepte, Methoden und Anwendungen, Pearson Studium, München 2005