

Herausarbeitung von Optimierungspotenzialen bei der Koordination und Kooperation von am Turnaround-Prozess beteiligten Akteuren

Bachelorarbeit

im Studiengang
Internationale Luftfahrtssystemtechnik und -management

vorgelegt von

Benedikt Damian Bauer

Matr. - Nr.: 358788

am 13. Februar 2017
an der Hochschule Bremen

Erstprüfer:	Ass. Jur. Dettmar Dencker
Zweitprüfer:	Prof. Kapt. Ernst Folz
Betreuer:	Dipl. Ing. Yves Günther

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
1 Abstract.....	4
2 Einleitung.....	5
3 Allgemeine Darstellung der Bodenabfertigung	6
3.1 Ground Handling und Turnaround.....	6
3.1.1 Passagierabfertigung	9
3.1.2 Gepäckabfertigung.....	10
3.1.3 Ramp Handling	10
3.1.4 Fracht- und Postabfertigung.....	11
3.1.5 Aircraft Services.....	12
3.1.6 Fueling.....	12
3.1.7 Flugunterstützung und Besatzungsverwaltung.....	13
3.1.8 Catering und Cleaning Service.....	13
3.2 Abfertigungsanalyse am Beispiel einer deutschen Airline am Flughafen München.....	15
3.2.1 In-Flight.....	15
3.2.2 Bodenabfertigung.....	17
3.2.3 Erste Schritte am Flugzeug	17
3.2.4 Entladung	20
3.2.5 Deboarding	21
3.2.6 Fueling.....	22
3.2.7 Cleaning	23
3.2.8 Catering.....	24
3.2.9 Boarding	25
3.2.10 Beladung	26
3.2.11 Referenzmodell Continental - Flotte.....	27
3.2.12 Abflug.....	30
3.3 Analyse der Abfertigung von Low – Cost – Carriern im Vergleich	31
3.4 Gesetzliche Grundlagen und Collaborative Decision Making	36
4 Evaluierung von Problemen.....	40
4.1 Kritische Schnittstellen.....	43
4.2 Verspätungsursachen	45
5 Konzeptstudie Ground Operations Progress Cockpit	49
5.1 Problematik	49
5.2 Konzeptbeschreibung Ground Operations Progress.....	51
5.3 Diskussion des Lösungsansatzes	56
5.4 Resümee.....	57
6 Zukunftsausblick	58

7	Eigenständigkeitserklärung.....	59
8	Abbildungsverzeichnis.....	60
9	Abkürzungsverzeichnis.....	62
10	Literaturverzeichnis.....	63

1 Abstract

Die vorliegende Bachelor - Thesis stellt zunächst Bodenabfertigungsprozesse von Verkehrsflugzeugen im Allgemeinen dar und arbeitet die Relevanz einzelner Prozesse für die Cockpitbesatzung heraus. Der detaillierte Vergleich von Abfertigungsstrategien einer namhaften deutschen Fluggesellschaft mit der Vorgehensweise von günstiger operierenden Unternehmen, gibt Aufschluss über diverse Ansätze zur Optimierung von Turnaround - Prozessen. Eine weitere Analyse kritischer Schnittstellen und Verspätungsstatistiken führt schließlich zu der Entwicklung eines Optimierungskonzeptes für den Informationsaustausch zwischen Cockpit mit bodengebundenen Akteuren. Dabei werden grundlegende Betrachtungen beschrieben und diskutiert. Für die Umsetzung und Realisierung des Projektes werden weitere Untersuchungen nötig sein.

The bachelor thesis at hand describes ground handling operations of airliners in general and works out the relevance of individual processes for the cockpit crew. A detailed comparison of handling strategies of a namable German airline with methods of low cost carriers sheds light on different approaches to turnaround optimization. The analysis of critical interfaces and delay statistics leads to the development of a concept for an improved information flow between cockpit and ground handling agents. Fundamental reflections are being described and discussed. Further studies will be required for the implementation and realization of this project.

2 Einleitung

„Je transparenter ein Prozess, desto kürzer die Reaktionszeit auf Probleme und desto schneller können Entscheidungen getroffen werden.“

Die Bedeutung dieser Aussage in einer enorm vernetzten und digitalisierten Welt und die Einflüsse jüngster Entwicklungen auf den Luftverkehrsmarkt sind Hintergrund der vorliegenden Arbeit. Kaum ein anderes Verkehrsmittel hat sich in den vergangenen Jahrzehnten in solchem Maße weiterentwickelt und an Bedeutung für die gesamte Weltwirtschaft gewonnen. Allein am Flughafen München hat sich nach eigenen Angaben die Zahl der Flugbewegungen von rund 192.000 (1992) auf 380.000 (2015) (www.munich-airport.de) fast verdoppelt. Der steigende Konkurrenzdruck und der Drang, Flüge möglichst sicher und dennoch billig durchzuführen, lassen dabei das Gebiet der Prozessoptimierung immer wichtiger werden. Besonders bei sehr dynamischen und zeitabhängigen Märkten wie der Luftfahrt spielen optimierte Abläufe und Synergie der beteiligten Prozesspartner eine zentrale Rolle. Das große wirtschaftliche Interesse an diesem Themengebiet treibt die Entwicklung von Verbesserungen erheblich voran. Im Rahmen des DLR – internen Projektes *KonTeKst* wird daher ein neues Kurzstreckenflugzeug entwickelt, bei welchem eine kürzere Turnaround - Zeit angestrebt wird, als die des Referenzmusters Airbus A320. In diesem Rahmen wurden in der Vergangenheit bereits Untersuchungen zu diversen Subkategorien der Bodenabfertigung und deren Optimierung durchgeführt, jedoch wurden dabei Schnittstellen zum Cockpit meist nicht explizit betrachtet. Diese Bachelorarbeit soll zum einen dazu beitragen, Standardabläufe des Turnarounds besser zu verstehen und bisherige Konzepte zur Verbesserung zu beleuchten und zum anderen das Cockpit bei Optimierungsansätzen in den Fokus rücken. Der Kapitän ist der verantwortliche Luftfahrzeugführer und Entscheidungsträger bei der Flugdurchführung. Die in dieser Arbeit entwickelte Konzeptstudie über einen verbesserten Informationsfluss zwischen Cockpit und Boden beschreibt eine Überlegung, welche Entscheidungen seitens der Cockpitbesatzung beschleunigen, Verspätungen verringern und letztendlich die Effizienz von Abfertigungsprozessen moderner Verkehrsflugzeuge steigern kann.

3 Allgemeine Darstellung der Bodenabfertigung

Für eine detaillierte Betrachtung von Turnaround - Prozessen ist ein grundlegendes Verständnis der Abläufe, Systeme und Akteure bei der Abfertigung moderner Verkehrsflugzeuge unabdingbar. Dies stellt die Grundlage aller späterer Betrachtungen dieser Arbeit dar. Daher werden zunächst fundamentale Begriffe der Bodenabfertigung erläutert und im Folgenden konträre Strategieansätze einzelner Luftverkehrsunternehmen beleuchtet.

3.1 Ground Handling und Turnaround

Der Begriff *Ground Handling* (zu Deutsch: „Bodenabfertigung“) bezeichnet in der Luftfahrt alle Vorgänge, die im Zusammenhang mit Luftfahrzeugen am Boden durchgeführt werden, um diese auf einen Start vorzubereiten. Besondere Bedeutung bekommt dieser Prozess im Bereich der kommerziellen Luftfahrt, wo wirtschaftliche Interessen eine zentrale Rolle spielen. Eine kurze Bodenzeit ist besonders im Kurz- und Mittelstreckenverkehr ausschlaggebend für die Effizienz der Operation. Die Zahl der geflogenen Strecken und damit die Zeit eines Flugzeuges in der Luft, hat somit einen erheblichen Einfluss auf den Ertrag des Unternehmens. Im Vergleich dazu hat die Bodenzeit bei der Langstrecke einen etwas geringeren Stellenwert, da die tatsächliche Zeit in der Luft einen beträchtlicheren Teil des Fluges ausmacht und - durch auf Zeitzonen abgestimmte Abflugzeiten - häufig längere Abfertigungszeiten generieren.

Grundsätzlich kann zwischen einer verkehrlichen und einer betrieblichen Abfertigung unterschieden werden. Zur verkehrlichen Abfertigung zählen alle Prozesse, die im Zusammenhang mit der Abfertigung von Personen, Gütern und Post stehen. Als betriebliche Abfertigung versteht man hingegen alle Abläufe, die seitens des Flughafenbetreibers, der Airline oder Drittanbietern der Flugvorbereitung dienen (Mensen 2003, 260f.).

„Eine etwas andere Möglichkeit der Einteilung trennt zwischen *landseitigen* und *luftseitigen* Bereichen der Bodenabfertigung; der landseitige Bereich umfasst dabei die Abfertigung von Passagieren, Gepäck und Fracht in den Terminal- und Frachtgebäuden, der luftseitige Bereich dagegen die Abfertigung des Flugzeugs auf dem Vorfeld einschließlich der Reinigung und der Versorgung mit Treibstoff, Strom, Wasser und Bordverpflegung sowie den Transport von Passagieren, Gepäck und Fracht zwischen den Abfertigungsgebäuden und dem Flugzeug“ (Schlegel 2010, S. 48, zit. nach Pompl 2007: 166f.).

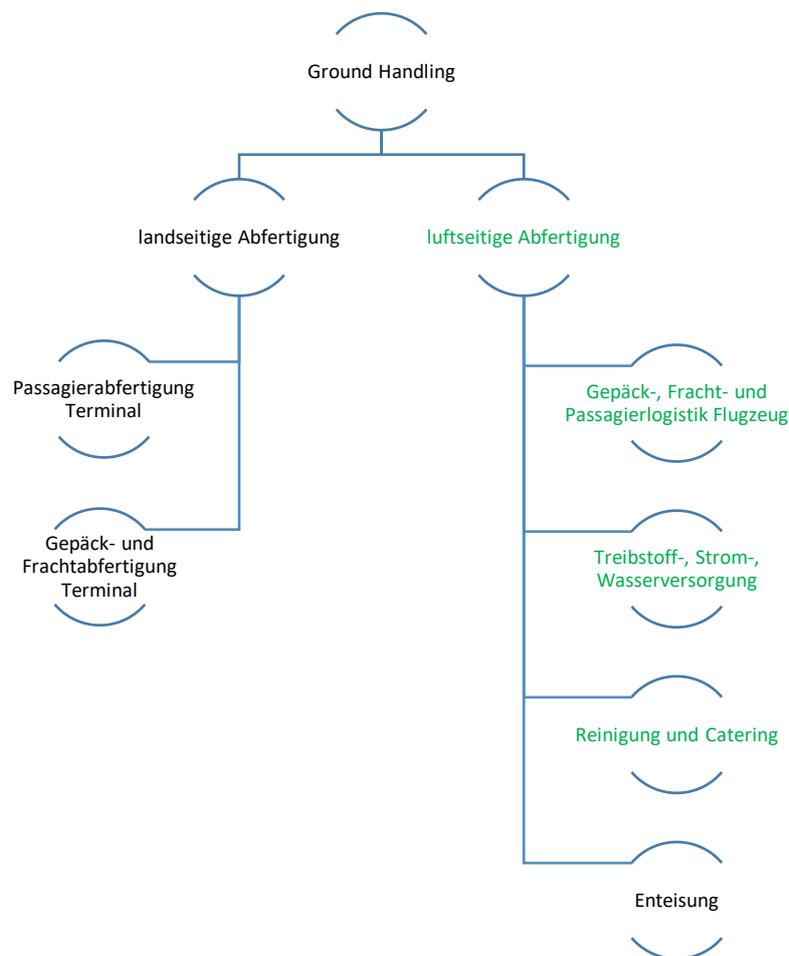


Abbildung 1 Unterteilung der Abfertigung nach Pompl (2007) mit Darstellung des Turnarounds in grün

Ein essenzieller Teil des Ground Handlings, der in seinem Umfang beide Definitionen der Flugzeugabfertigung überschneidet, ist der sog. *Turnaround* (siehe *Abbildung 1*). „Mit Turnaround bezeichnet man den Standard-Fall der Bodenabfertigung, bei dem das Flugzeug nach dem eingehenden Flug für den anschließenden ausgehenden Flug *umgedreht* wird.“ (Schlegel 2010, S. 12).

Auch hier findet eine weitere Aufspaltung des Prozesses statt. Eine grobe Unterteilung differenziert dabei zwischen sechs Kernprozessen, welche zum Teil parallel ablaufen. *Abbildung 2* zeigt den schematischen Standard-Ablauf eines Turnarounds von Ankunft des Flugzeuges (AIBT) bis zum Abflug (AOBT) in vereinfachter Form.

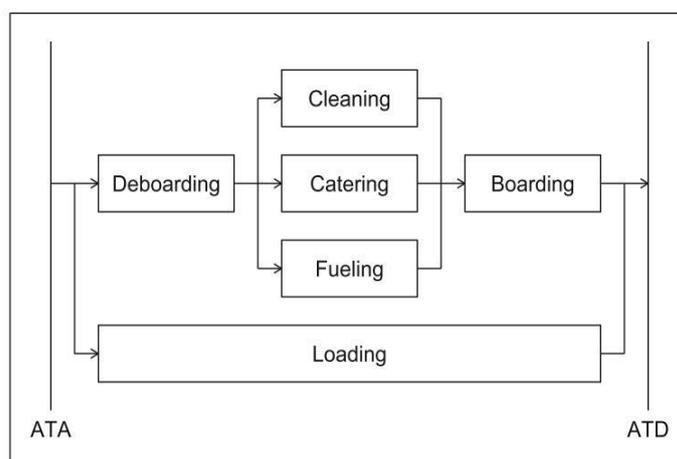


Abbildung 2 Kernprozesse der Bodenabfertigung (Schlegel 2010, S.49)

Klar zu erkennen ist hier schon die Tatsache, dass es bei Verzögerungen aufeinanderfolgender Subprozesse zu deutlichen Blockaden des Gesamtflusses kommen kann. Abfertigungsprozesse als Teil des *kritischen Pfades* sowie sensible Schnittstellen werden daher Gegenstand späterer Analysen dieser Arbeit sein. Eine Begriffsdefinition ist jedoch im Hinblick auf weitere Inhalte an dieser Stelle schon sinnvoll.

„A process is on the *critical path*, if the change of the process related times are directly influences the turnaround time“ (Schultz et al. 2012). Welche Teilprozesse auf dem kritischen Pfad liegen, hängt von der Auslegung und der entsprechenden Definition ab. Laut International Air Transport Association (2005a, Abschnitt AHM 021) bildet das Cleaning in den meisten Fällen zusammen mit dem Boarding und dem Deboarding den kritischen Pfad der Bodenabfertigungsprozesse (Schlegel 2010, S. 51). Oftmals werden auch die Betankung und Catering zu diesem gezählt (siehe *Abbildung 3*, orange markiert). Es ist ersichtlich, dass genau bei diesen Prozessen ein hohes Verspätungspotenzial vorliegt. Allerdings wird im weiteren Verlauf der Arbeit deutlich, dass diese Problematik auch über den kritischen Pfad hinaus relevant ist. Eine Darstellung dazu findet sich ebenso in den Handbüchern der Flugzeughersteller.

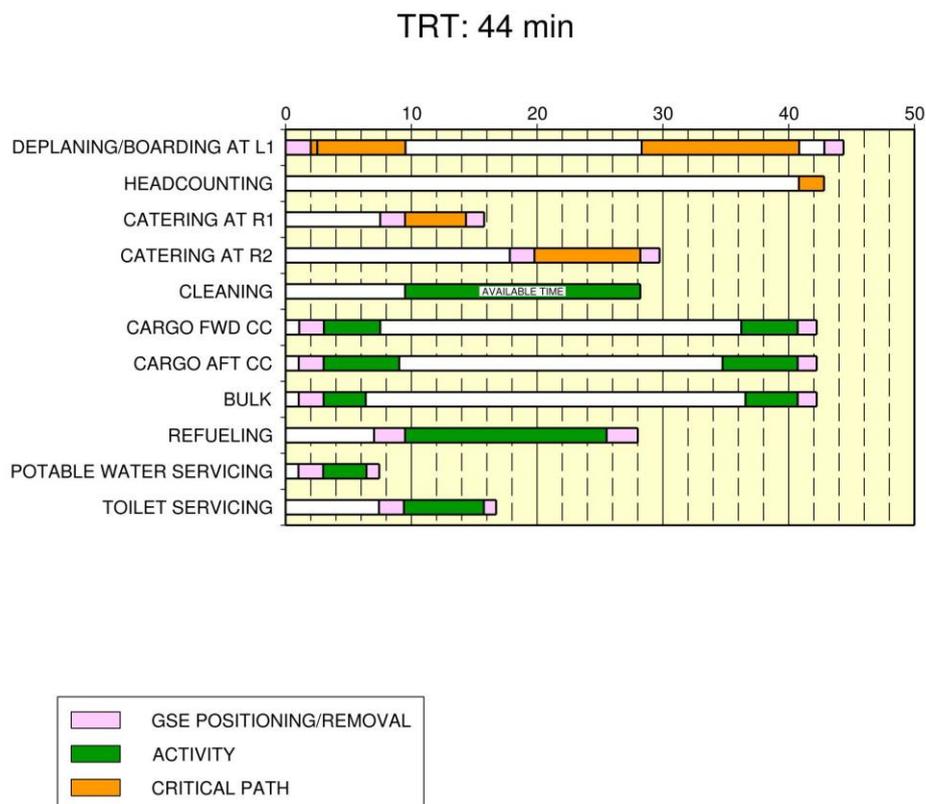


Abbildung 3 TRT Airbus A320-200 / A320neo aus dem Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Manual von Airbus; Darstellung des kritischen Pfades (Airbus S.A.S 2016, S. 201)

Die Komplexität der Bodenabfertigung von Verkehrsflugzeugen wird weiter deutlich, wenn besondere Maßnahmen erforderlich sind, wie beispielsweise die Beladung von Sperrgepäck oder die Entladung eines einzelnen Gepäckstückes aufgrund eines fehlenden Passagiers.

Eine gewisse Grundkenntnis über die wichtigsten Abfertigungsabläufe ist unabdingbar für die Betrachtung von Kooperation und Koordination einzelner Akteure. Für einen besseren Überblick ist es daher sinnvoll, den kompletten Handlungsstrang in mehrere Unterstufen der Abfertigung zu unterteilen.

3.1.1 Passagierabfertigung

„*Passenger(s)* means any person(s) both revenue and nonrevenue, except members of the crew, carried or to be carried in an aircraft with the consent of the Carrier“ (IATA 2013). Unter die Passagierabfertigung fallen alle Prozesse, welche in direkter Weise mit dem Abflug, der Ankunft und dem Transfer von Passagieren zu tun haben.

Damit verknüpft sind unter anderem Ticketing, Registrierung des Gepäcks sowie der Security Check (Kolukisa 2008, S. 27). Für den Turnaround am bedeutendsten sind jedoch *Boarding* und *Deboarding*, also das Ein- und Aussteigen der Passagiere. Sowohl beim Boarding als auch beim Deboarding findet der Transfer von Passagieren entweder direkt vom Gate über eine Fluggastbrücke oder auf Außenpositionen über eine externe Treppe statt. Hierbei werden die Gäste mit Bussen zum Flugzeug oder zum Terminal befördert (Schlegel 2010, S. 53, zit. nach Maurer, 2006, S. 272). Besonders bei kleineren Flughäfen gibt es oft die zusätzliche Möglichkeit, die Fluggäste zu Fuß zur Maschine laufen zu lassen. Passagiere mit besonderen Bedürfnissen, wie Menschen im Rollstuhl, Senioren oder anderweitig hilfsbedürftige (unbegleitete Kinder, etc.) sind dabei getrennt zu betrachten und stellen für die Organisation der Passagierabfertigung eine zusätzliche Herausforderung dar. Hier zeichnet sich ein sehr hohes Potenzial an Optimierungsansätzen bei der Kooperation der Beteiligten ab, insbesondere in Hinblick auf die Zusammenarbeit von Gate – Mitarbeitern und Cockpitbesatzung.

3.1.2 Gepäckabfertigung

Die Gepäckabfertigung umfasst die Aufnahme und Sortierung von Gepäck, das Be- und Entladen von Gepäckwägen, den Transport vom Terminal zum Flugzeug und zurück sowie den gesamten Beladungsprozess des Gepäcks (Kolukisa 2008, S. 27). Das Gepäck wird in der Regel klassifiziert und in einer bestimmten Reihenfolge be- und entladen. Bei der Gepäckausgabe steht hierbei das Gepäck von Crew, Passagieren der First und Business Class sowie von Statusgästen an vorderster Stelle. Darauf folgt das Gepäck von Passagieren mit Anschlussflügen; danach das der lokalen Aussteiger. (Schlegel 2010, S. 54). Für die Cockpitbesatzung sind dabei vorwiegend Ladungsverteilung und Schwerpunktlage von Interesse. Die korrekte und zeitnahe Verteilung dieser Information ist daher essenziell und stellt häufig eine Herausforderung dar.

3.1.3 Ramp Handling

Ramp Handling oder auch Vorfeldabfertigung umfasst alle Vorgänge, welche im Zusammenhang mit der Flugzeugbewegung oder damit verbundener Logistik stehen.

Hierzu zählt die Einweisung in die Parkposition durch den Einwinker (engl. Marshaller) sowie das Ausweisen bzw. Zurückstoßen aus der Parkposition (Push-Back).

Die Kommunikation zwischen Cockpit und Bodenmitarbeiter und die Bereitstellung von Hilfsmitteln (External Electrical Power, Air Supply) fallen ebenso unter den Begriff der Vorfeldabfertigung wie der Transport von Gepäck, Fracht und Versorgungsgütern (Kolukisa 2008, S. 27–28). Diese Abfertigungskategorie betrifft unmittelbar die Kooperation zwischen Bodencrew und Cockpitcrew und rückt die Kommunikation der Akteure in den Mittelpunkt.

3.1.4 Fracht- und Postabfertigung

„Cargo means revenue cargo, and non-revenue cargo such as service cargo and company materials“ (IATA 2013).

„Die Fracht- und Postabfertigung umfasst:

- in Bezug auf die Fracht: bei Ein- und Ausfuhr sowie während des Transits die Behandlung der Fracht, die Bearbeitung der entsprechenden Unterlagen, die Zollformalitäten und alle zwischen den Parteien vereinbarten oder umständehalber erforderlichen Sicherungsmaßnahmen;
- in Bezug auf die Post: beim Eingang und Ausgang die Behandlung der Post, die Bearbeitung der entsprechenden Unterlagen und alle zwischen den Parteien vereinbarten oder umständehalber erforderlichen Sicherungsmaßnahmen.“ (Mensen 2003, S. 1110) Die Bewegung von Gütern durch Flugzeuge schließt neben dem physischen Transport von Fracht auch die Einhaltung von Zoll- und entsprechenden Sicherheitsbestimmungen mit ein.

Daraus resultiert die Notwendigkeit der Dokumentierung des Frachtverkehrs und deren Verwaltung“ (Kolukisa 2008, S. 27). Nach Kolusika gibt es bei der Beladung des Flugzeuges im Allgemeinen zwei verschiedene Verantwortungsbereiche. Die Beladungsplanung in Bezug auf Schwerpunktlage, Gewicht-Limits und Verteilung der Ladung unterliegt dem sog. *Operations Department*. Die Durchführung der Be- und Entladung nach flugzeugspezifischen Vorgaben und Methoden wird hingegen vom *Ramp Department* durchgeführt (Kolukisa 2008, S. 62).

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird erkennbar, dass auch hier Ursachen für erhebliche Probleme und Verzögerungen beim Turnaround liegen können. Diese hängen in den meisten Fällen mit Beladungsänderungen oder Schwerpunktproblemen zusammen.

3.1.5 Aircraft Services

Zu Dienstleistungen am Flugzeug werden alle Vorgänge gezählt, welche durch den Betrieb hervorgerufene, oberflächliche Benutzungserscheinungen eliminieren. Darunter fallen die externe und interne Reinigung des Flugzeuges sowie die Reinigung der sanitären Anlagen an Bord. Dies umfasst auch die Entleerung des Abwassers und das Befüllen der Wassertanks mit Frischwasser. Im Zusammenhang mit Aircraft Services werden zudem ebenso die Beheizung bzw. Kühlung der Kabine und der Enteisungsvorgang erwähnt (Kolukisa 2008, S. 28). Besonders das *Deicing* hat im Winter und in kalten Regionen einen erheblichen Einfluss auf den pünktlichen Abflug. Die Enteisung fällt jedoch aus dem Rahmen später folgender Betrachtungen, da sie nicht Teil des Turnarounds ist.

3.1.6 Fueling

Der Begriff Kraftstoffversorgung (Fueling) umfasst neben der reinen Betankung auch die Lagerung und Qualitätsprüfung des Treibstoffes, sowie die Versorgung mit anderen Maschinenflüssigkeiten wie beispielsweise Öl (Kolukisa 2008, S. 28). Die Bereitstellung des Kraftstoffs erfolgt entweder über Tanklastwagen oder über ein unterirdisches Tanksystem. Es ist die Aufgabe der verantwortlichen Abfertigungsfirma den Kraftstofflieferanten über Verspätungen bzw. Änderungen im Flugplan zu informieren und zu gewährleisten, dass eine rechtzeitige Betankung erfolgt (Kolukisa 2008, S. 63). Da der Betankungsprozess in der Regel nicht mit Passagieren an Bord durchgeführt wird, besteht eine enge Abhängigkeit zum Boarding / Deboarding-Prozess und ebenso eine Schnittstelle zum Cockpit respektive dem Kapitän.

3.1.7 Flugunterstützung und Besatzungsverwaltung

Eine weitere Kategorie von bodengestützten Prozessen ist die Steuerung der Flugdurchführung (*Flight Operations*), in welcher Flugvorbereitung, Dispatch, Unterstützung während des Fluges (*In-Flight Assistance*) sowie Flugnachbereitung zusammengefasst werden. Ebenso wichtig ist die Verwaltung der Besatzungen, d.h. ihrer Lizenzen und Dienstpläne (Kolukisa 2008, S. 29).

Dieser Apparat stellt den Kern des gesamten Flugbetriebes dar und hat daher eine enorme Bedeutung für die Koordination der Flugbewegungen einer Airline. Unter diesem Gesichtspunkt wird auch die Administrative Abfertigung aufgeführt. Mensen (2003) definiert die Administrative Abfertigung wie folgt:

- die Vertretung bei und die Verbindungen zu den örtlichen Behörden und sonstigen Stellen, die im Auftrag des Nutzers getätigten Auslagen und die Bereitstellung von Räumlichkeiten für seine Vertreter,
- die Kontrolle der Verladung, der Nachrichten und der Telekommunikation,
- die Behandlung, Lagerung, Abfertigung und Verwaltung der Ladungen,
- alle sonstigen Überwachungsdienste vor, während und nach dem Flug
- alle sonstigen vom Nutzer geforderten administrativen Dienste (Mensen 2003, S. 1110).

Obwohl auf den ersten Blick nicht klar zu erkennen, stellt die Flugunterstützung das Bindeglied zwischen Cockpit und Flugbetrieb her und ist somit enorm wichtig für die Kommunikation und Bereitstellung von Information während der Abfertigung.

3.1.8 Catering und Cleaning Service

Catering Service bezeichnet die Bereitstellung von Speisen und Getränken. Obwohl *Catering Service* die gesamte Kette der Zubereitung der Speisen einschließt, ist beim Turnaround hauptsächlich die Entladung von gebrauchten Gegenständen, die Reinigung des Equipments sowie die anschließende Beladung des Flugzeuges mit neuen Speisen und Getränken von Interesse (Kolukisa 2008, S. 29). Dabei stellen Kurzstreckenflugzeuge mit engem Rumpf (*narrow body*) eine Herausforderung an räumliche und zeitliche Organisation (Kolukisa 2008, S. 61).

„Das *Cleaning*, der Reinigungsprozess, ist die Säuberung der Kabine, der Toiletten und bei Bedarf des Cockpits; daneben sind je nach Fluggesellschaft auch der Austausch von Decken, Kopfstützenschonern und Kissen sowie das Bestücken der Sitztaschen mit Sicherheitsinstruktionen, Informationsmaterial und Zeitschriften Aufgabe der Reinigungsteams“ (Schlegel 2010, S. 51, zit. nach Wieske-Hartz, 2004, S. 90). Meistens wird die Reinigung der Flugzeuge von externen Reinigungsfirmen oder der Bodenabfertigungsfirma durchgeführt.

Die Anzahl des Personals und die Dienstleistungen werden dabei je nach Flugzeugtyp mit den Airlines vertraglich festgelegt (Kolukisa 2008, S. 60). Die Verbindungsstelle in diesem Prozess ist die Kabine, wobei im Falle einer Verzögerung das Cockpit zur Koordinierung der Kräfte hinzugezogen wird.

Jeder dieser Prozesse ist über das **Standard Ground Handling Agreement der IATA** genau definiert. Nur wenn die einzelnen Subprozesse reibungsfrei ineinandergreifen, ist eine einwandfreie Bodenabfertigung gewährleistet. Selbstverständlich stellt dies eine große Herausforderung an alle beteiligten Akteure dar und ist in der Realität nicht immer zu erreichen. Aus diesem Grund und um für die individuellen Anforderungen geeignete Prozesswege zu finden, haben verschiedene Airlines eigene Strategien des Turnaround - Managements entwickelt. Es ist wichtig zu erkennen, worin markante Unterschiede in diesen diversen Strategien liegen, um so später Optimierungsansätze mit Weitblick zu entwickeln. Im Folgenden wird daher zunächst das Vorgehen einer deutschen 4-Star¹ Airline näher betrachtet.

¹ The Certified 4-Star Airline Rating recognises those airlines that provide a good Product standard across different travel categories (i.e. cabin travel classes), combined with delivering good standards of Staff Service for both the Cabin Service and their home-base Airport environments. Certified Airline Rating is the global airline standards ranking programme operated by Skytrax, the international air transport rating organisation. Ratings are determined through direct and professional analysis of Quality standards, with Certified Airline Ratings are recognised as a global Benchmark of airline standards. Certified Airlines Ratings are not related to customer reviews. (SKYTRAX 2016)

3.2 Abfertigungsanalyse am Beispiel einer deutschen Airline am Flughafen München

Der Vergleich von Abfertigungsprozessen zweier konzeptionell unterschiedlich operierender Luftfahrtunternehmen soll Aufschluss darüber geben, wie unterschiedliche Herangehensweisen beim Turnaround von Verkehrsflugzeugen die Subprozesse beeinflussen. Zusätzlich ergibt sich daraus ein Überblick, welcher es zulässt, bestimmte Ansätze übergreifend zu übernehmen und darauf basierend eigene Optimierungsansätze für das Ground Handling zu entwickeln. Zunächst wird dabei die Bodenabfertigung eines deutschen Luftfahrtunternehmens betrachtet, welches sich zu den sogenannten „Premium Airlines“ zählt und eine offizielle SKYTRAX – Wertung von 4 Sternen hat. Der untersuchte Gesamtprozess erstreckt sich dabei von einem bestimmten Zeitpunkt vor der Landung bis hin zum eigenständigen Rollen zur Startposition nach der Abfertigung. Da dieser Handlungsstrang sehr lang und komplex ist, ist es wieder dienlich, gewisse Abschnitte zu definieren. Die Einteilung in eine Phase vor der Landung, eine Abfertigungsphase am Boden und eine Phase kurz vor dem erneuten Abflug erscheint daher sinnvoll. Dabei sei angemerkt, dass die genannten Abschnitte nicht klar voneinander abgegrenzt sind, sondern in einander übergehen und sich zudem gegenseitig beeinflussen.

3.2.1 In-Flight

Die Abfertigungsvorbereitung, welche die Turnaround – Performance beeinflusst, beginnt bereits während das Flugzeug noch in der Luft ist. Das heißt Daten, die während des Anfluges vom und zum Flugzeug übermittelt werden, gehören weitgehend schon zum Turnaround. Abläufe an der Parkposition vor Eintreffen des ankommenden Fluges sowie der Datenaustausch zwischen Boden und Flugzeug während dieser Phase stehen im Fokus des folgenden Abschnittes.

Der wichtigste Prozess in diesem Abschnitt vor der eigentlichen Bodenabfertigung ist der Informationsfluss, welcher hauptsächlich von der Bodenstation (HOC) ins Cockpit stattfindet. Flugzeuge, welche mit Datalink ausgestattet erhalten ca. 18 Minuten vor der Landung eine automatische Mitteilung über Connex Flüge (Arrival Pill) (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a). Die *Arrival Pill* ist eine Liste von Anschlussflügen, auf die Gäste an der Destination umsteigen.

Diese sind dabei zeitlich geordnet, beginnend mit dem engsten Anschlussflug. Außerdem findet eine Kategorisierung statt ("c" = "critical"; "g" = "gate change"; "d" = "delayed"). Dies dient nicht nur der Information für betroffene Fluggäste, sondern auch der Planung am Boden (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a). So können umsteigende Passagiere rechtzeitig über ihren Anschluss, Gate Änderungen oder Verspätungen informiert werden. Des Weiteren ermöglicht die Arrival Pill den Piloten, zeitnah zu reagieren, um möglichst vielen Gästen den Anschlussflug zu ermöglichen. Zudem wird per ACARS eine *Next Sector Information* an die Cockpitcrew gesendet. Diese informiert die Besatzung über:

- den anschließenden Flug („leg“) des Flugzeuges
- den anschließenden Flug für die Besatzung (sowohl Kabine als auch Cockpit)
- die zu erwartende Parkposition am Ankunftsflughafen
- bei Flugzeugwechsel die Position des Flugzeuges, auf das die Crew umsteigt
- die ETA der entsprechenden Maschinen

Dadurch kann ein Crewbus bestellt und so ein zeitnahe Transit der umsteigenden Besatzung erreicht werden. Außerdem kann eine schnelle und reibungslose Übergabe des Flugzeuges vorbereitet werden.

Bodenseitig ist die Ankunft des verantwortlichen Personals aus Kapazitätsgründen sehr knapp geplant. Am Flughafen München wird, sobald sich das Flugzeug im Anflugsektor befindet, ein Zeitstempel gesetzt, welcher eine erste Orientierung für die AIBT gibt. Der Ramp Agent trifft in der Regel erst ca. 3 Minuten vor Ankunft der Maschine ein und überprüft die Parkposition auf Hindernisfreiheit, die Position der Fluggastbrücke sowie die Anwesenheit des benötigten Bodenpersonals. Daraufhin wird die Einrollebene freigegeben und wenn verfügbar, das Docking Guidance System aktiviert. Die vom Flugzeug an die Bodenstation übermittelten Daten beschränken sich auf Telex – Nachrichten² in besonderen Fällen.

² „Seit 1949 wird die Telex-Kommunikation der zivilen Luftfahrt durch die von IATA-Fluggesellschaften gegründeten Firma SITA (Société Internationale de Télécommunications Aéronautique) angeboten. Mit dem SITA-Netz sind alle an der Abfertigung und dem Betrieb eines Flugzeuges beteiligten Abteilungen der IATA-Fluggesellschaften miteinander verbunden. Das SITA-Netz ist auch mit dem Internet verbunden, so dass Nachrichten per Email gesendet werden können. Ebenso können Flugzeuge per Datenfunk ([...]ACARS) über eine SITA-Adresse angeschrieben werden. Die notwendigen technischen Einrichtungen stellt SITA bereit.“ (Baier 2015)

Beispielsweise kann bei technischen Problemen auf diesem Weg mit der Technik oder *Troubleshooting* kommuniziert werden. Auch andere Besonderheiten (WHC Gäste, etc.) werden mit der Station am Ankunftsflughafen via Telex geklärt. Bereits vor Ankunft des Fluges findet also ein Informationsaustausch zwischen Cockpitbesatzung und Boden statt, welcher Grundlage für einen reibungsfreien Abfertigungsablauf ist.

3.2.2 Bodenabfertigung

Die Tatsache, dass Störungen in einem einzigen Prozessabschnitt den Gesamtprozess enorm verzögern können, stellt hohe Anforderungen an das Ground Handling Management. Dennoch ist der zentrale Teil der Bodenabfertigung, welcher zwischen AIBT und AOBT liegt, am bedeutendsten für die Pünktlichkeit und Effizienz der Operation.

Daher unterliegt dieser Teil in der vorliegenden Arbeit genauerer Betrachtung. Hier liegen die bedeutensten Unterschiede in den Abfertigungsstrategien diverser Airlines. Ebenso wichtig ist anzumerken, dass sich durch verschiedene Bodenabfertigungsdienstleister, Länder und Flughäfen regionale Abweichungen in den Prozessen liegen. Das Hauptaugenmerk liegt im folgenden Kapitel auf Ground Handling Verfahren, wie sie derzeit von der betrachteten 4-Star-Airline am Flughafen München durchgeführt werden.

3.2.3 Erste Schritte am Flugzeug

„Nachdem ein Flugzeug gelandet und vom Vorfeldpersonal auf seine Abfertigungsposition eingewiesen worden ist, werden Bremsklötze angelegt und die Triebwerke abgeschaltet; anschließend werden je nach Position – am Terminal oder auf dem Vorfeld – Fluggastbrücken oder Passagiertreppen angefahren“ (Schmidt 2000). Die Ausrichtung und Platzierung des GSE und aller Fahrzeuge wird an einer Gateposition wie in *Abbildung 4* dargestellt ausgerichtet. Die Fluggastbrücke, respektive die Fluggasttreppe bei einer Außenposition, wird an der linken Seite angelegt, wohingegen Catering und Loading auf der rechten Seite stattfinden. Dadurch behindern Abfertigungsarbeiten nicht das Aus- und Einsteigen der Passagiere und es können mehrere Prozesse gleichzeitig ablaufen. Dieses Layout ist stark an das des Herstellers Airbus angelehnt.

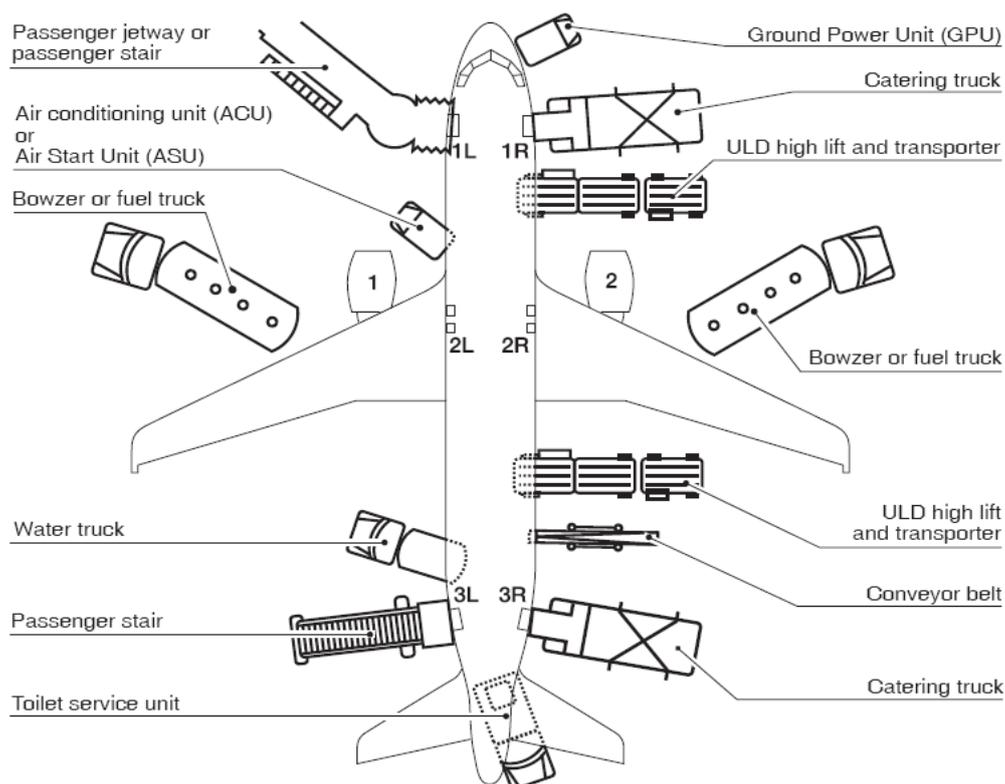


Abbildung 4 Ramp Layout eines Airbus A320 (Eine Deutsche 4 - Star Airline)

Der **Ramp Agent**³ stellt sicher, dass die Parkposition frei ist und das nötige Bodenequipment zur Verfügung steht. Wo immer es möglich ist, soll sich am **IGCC** eingeloggt werden (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a). „IGCC ist ein zentrales System zur Unterstützung der Flugzeugabfertigung mit abstrakter Verbindung der Beteiligten. Außerdem erhält der angemeldete IGCC-Funktionsträger im Falle bestimmter Unregelmäßigkeiten auf IGCC-Stationen eine Kurzmitteilung per SMS. Um IGCC nutzen zu können, benötigt man ein gängiges Mobilfunkendgerät (Handy) und eine SIM-Karte.“ (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016b). Dieses System hilft bei der schnellen Kommunikation zwischen Gate – Mitarbeiter, Ramp Agent und Cockpitbesatzung, indem man über eine Kurzwahl direkt den gewünschten Ansprechpartner erreicht.

³ Hinweis: In dieser Arbeit werden immer wieder die Begriffe „Ramp Agent“, „Lademeister“ und „Headloader“ verwendet. Dabei handelt es sich prinzipiell um den gleichen Akteur, dessen Namen je nach Dienstleister und Literatur variiert.

IGCC ist bereits ein Ansatz dieser Airline, die Koordinierung verschiedener Handlungspartner zu optimieren und wird auch von HCC⁴ zu direkten Kommunikation mit dem Ramp Agent genutzt.

Sobald die Maschine zum Stillstand gekommen ist werden die Chocks angelegt und gegebenenfalls die GPU angeschlossen. Eine Versorgung über eine Bodenstromanlage ist an vielen Flughäfen ebenso möglich und reduziert Emissionen, Kosten und den Lärm auf dem Vorfeld. In beiden Fällen muss ein Mitarbeiter und das benötigte Equipment bereitstehen, um die Annahme nicht zu verzögern. Der Ramp Agent nimmt das Flugzeug per Headset an und stellt den Kontakt zur Cockpit Crew her (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a). Nach On-Block wird die Position des GSE und der Jetways überprüft, um ein sicheres Deboarding zu garantieren. Beim Turnaround liefert in der Regel der Headloader das Briefing-Paket⁵ ins Cockpit und erhält die Dokumente aus dem Weight Control Folder.

Der Weight Control Folder ist ein Umschlag, welcher eine Kopie des Flugplanes, einen Tankbeleg (wenn vorhanden) sowie eine Seite des TLB's enthält. Im Transit werden die Flugunterlagen (Wetterkarten, OFP, NOTAMs) direkt bei Öffnen der Türen an den Purser⁶ gegeben. Dieser reicht die Dokumente dann weiter an die Kollegen im Cockpit. (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016c). Das heißt, die Cockpitbesatzung ist unmittelbar von den übermittelten Daten des Ramp Agenten und der Zuverlässigkeit des Purses abhängig, um die Planung für den anschließenden Flug durchzuführen. Hier würde die digitale Übermittlung dieser Daten im Sinne einer reibungslosen Abfertigung liegen und dem Konzept des „Paperless Cockpit“ dienen.

⁴ „Die Aufgaben des Hub Control Centers liegen im Wesentlichen im Gate- und Positionsmanagement, in der Kontrolle und Steuerung der Bodenprozesse und in der Überwachung und Regelung der Umsteigerströme (einschließlich des Transfergepäcks) mit dem Ziel, Verspätungen bei den Teilprozessen der Bodenabfertigung bei Wahrung der Dienstleistungsqualität zu vermeiden beziehungsweise zu reduzieren, die Abflugpünktlichkeit zu verbessern und die Anschlusssicherheit bei Umsteigern zu gewährleisten.“ Schlegel 2010, S. 79

⁵ „The briefing package consists of an electronic briefing file (eff-format, eff = electronic flight folder, used for pilot devices) and the paper briefing document.“ (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a)

⁶ Der Purser ist der ranghöchste Flugbegleiter und damit Chef der Kabine.

Der Ramp Agent ist zu diesem Zeitpunkt außerdem für die Überwachung der Entladung zuständig. Das umfasst die Kontrolle auf Schäden und auf fehlende oder lose Fracht (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a). Im Falle eines Mangels wird je nach Art der Beanstandung mit dem Beladungspersonal oder direkt mit dem Kapitän kommuniziert.

Die Information erhalten die Piloten dabei meist erst nach einigen Minuten über einen Anruf per IGCC oder persönlich, was unter Umständen Auswirkungen auf die Abflugzeit haben kann.

3.2.4 Entladung

Sobald die Motoren stehen wird das **Loading Equipment** in Position gebracht. Beim Entladen wird dem HON- / First - Class - Gepäck, dem Hot-Connex-Gepäck und Transfer-Gepäck höchste Priorität eingeräumt. Hot-Connex-Gepäck (Gepäck von Passagieren mit knappen Anschlussflügen) wird dabei umgehend in die Gepäckumschlagshalle transportiert. Erst dann folgt der Rest des Gepäcks, Post und Fracht. Auch hier gibt es eine gewisse Reihenfolge, nach welcher sich normale Fracht und Post an die Express-Sendungen anreicht. Spezialfracht wie Gefahrgüter, lebende Tiere, etc. bedürfen besonderer Behandlung und werden in der vorher erhaltenen Load Message erwähnt (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a).

Im Normalfall findet hier keine direkte Interaktion zwischen dem Cockpit und dem Boden statt, da das Flugzeug einfach geleert wird. *Abbildung 5* veranschaulicht die Entladung eines Unit Load Device.



Abbildung 5 Entladung mit ULD und Hubwagen (www.daksworldaviation.com)

„Lose Ladung wird vergleichsweise konventionell, d. h. in großem Umfang manuell ein- und ausgeladen. Wenn die Lage der Ladetür es erfordert, werden Förderbandwagen eingesetzt. Um schnelle Ladevorgänge am Flugzeug zu erreichen, werden zur Entladung eine ausreichende Anzahl leerer Transportmittel und zur Beladung möglichst große Teile der Ladung auf der Flugzeugposition vorab bereitgestellt“ (Mensen 2003, S. 1119).

Aufgrund dieses höheren Aufwandes wird bei der vorliegenden Airline auf dem A320 nur noch Crew – Gepäck und LMC – Gepäck als Bulk Load⁷ verladen. Es kann vorkommen, dass die Crew auf ein anderes Flugzeug umsteigt und das Crew – Gepäck ausgeladen werden muss. Genau wie andere Besonderheiten teilt der Kapitän dem Ramp Agent dies mit. Die Cockpitbesatzung sieht lediglich, ob die Frachttüren noch offen sind. Nur auf Nachfrage kann der Status der Entladung erfahren werden.

3.2.5 Deboarding

Parallel zur Entladung läuft das **Aussteigen** der Passagiere. Liegt die Parkposition am Gate, so wird die Fluggastbrücke an das Flugzeug gefahren. Die Fluggäste betreten und verlassen das Flugzeug in der Regel über die linke Vordertür.

Bei einer Außenposition werden oft beide Türen auf der linken Seite benutzt (Fricke und Schultz 2009, S. 4). Dieser Prozess nimmt einige Zeit in Anspruch, da jede einzelne Person ihr Handgepäck aus dem Gepäckfach (*Overhead Bin*) nehmen muss und sich der gesamte Ausstiegsvorgang auf eine oder maximal zwei Türen beschränkt. Sollte es Probleme beim Deboarding geben (Fluggastbrücke / Treppe kann nicht positioniert werden, kein Betreuungsdienst für WHC – Gäste, etc.), so ist es immer die Aufgabe der Cockpitcrew mit den Handlungspartnern zu kommunizieren und die nötigen Aktionen anzustoßen. Ein schnell herzustellender Kontakt sowie eine frühzeitige Information über Probleme können dabei eine erhebliche Zeitersparnis bringen.

⁷ Der Begriff „Bulk-Beladung“ bezeichnet die Art der Beladung. Gepäck, Frachtstücke und Post werden bei Flugzeugen dieser Bauart nicht in Containern oder auf Paletten, sondern als Stückgüter/Gepäckstücke einzeln ein- und ausgeladen. Diese Art der Beladung nimmt systembedingt mehr Zeit und Personal in Anspruch als die Beladung mittels Containern oder Paletten. (Mensen 2003, S. 1117)

3.2.6 Fueling

Erst wenn das Deboarding abgeschlossen ist, kann mit der **Betankung** begonnen werden. Allerdings ist es zulässig bereits frühzeitig Vorbereitungen für das Betanken zu treffen. Kurz nach Ankunft sollen alle Flugzeuge automatisch von einem Fuel Truck angenommen werden. Es liegt dennoch in der Verantwortung der Flugbesatzung und des Ramp-Agenten, dies rechtzeitig sicherzustellen (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016c). Eine weitere Schnittstelle der Koordinierung entsteht. Während des Betankungsvorgangs (*Abbildung 6*) dürfen in der Regel keine Passagiere an Bord des Flugzeuges sein und es darf auch nicht mit dem Boarding begonnen werden.



Abbildung 6 Betankung eines Verkehrsflugzeuges mittels Dispenser aus dem Unterflurbetankungssystem (<http://www.thecalculatorsite.com>)

Ausnahmen⁸ sind dann möglich, wenn während der Betankung sämtliche Fluchtwege (Notrutschen) frei sind und die Einsatzfahrzeuge der Flughafenfeuerwehr innerhalb von 2 min vor Ort sein können (Mensen 2003, S. 1123).

⁸ „For fuelling with passengers on board, boarding or deboarding the EU-OPS requires the presence of a qualified person (**other than the fuelling staff**) in the immediate handling area of the aircraft

- who must have been instructed in the general and locally applicable safety procedures and fire prevention regulations

- who is in **close contact with the cockpit crew**, e.g. via headset, mobile phone or other means of verbal communication.“ (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a)

Die Möglichkeit der Betankung mit Passagieren und eventuelle Zusatzbestimmungen hängen von der Airline und dem Flughafen ab. Wenn die Minimum Fuel Menge bekannt und die noch im Flugzeugtank enthaltene Treibstoffmenge kleiner ist als diese Minimum Fuel Menge ist (was bei kurzen Outbound-Flügen nicht immer der Fall ist), kann der Tankwart mit der Betankung bis zur Minimum Fuel Menge beginnen (Schlegel 2010, S. 100).

3.2.7 Cleaning

Parallel zur Betankung findet die **Reinigung** der Kabine statt. „Der Cleaning-Prozess beginnt in der Regel im hinteren Teil der Flugzeug-Kabine nach Freigabe durch die Kabinencrew, die häufig erst erteilt wird, wenn alle Passagiere ausgestiegen sind. Eine gesonderte Freigabe durch das Cockpit ist dabei nicht nötig. Dennoch ist die Information über auftretende Probleme wichtig für den Kapitän. Insbesondere bei knappen Bodenzeiten kann aber auch schon mit dem Cleaning begonnen werden, bevor das Deboarding beendet ist“ (Schlegel 2010, S. 93). „Die Reinigungsdienstleister orientieren sich bei der Einsatzplanung ihrer Mitarbeiter an den eigenen Erfahrungswerten hinsichtlich des erforderlichen Reinigungsaufwands, unter anderem in Abhängigkeit vom Herkunftsflughafen und der ihnen bekannten Anzahl gebuchter Passagiere, so dass den unterschiedlichen Anforderungen – insbesondere bei den angesprochenen Herkunftsflughäfen mit besonderer Verschmutzung der Flugzeuge - [...] Rechnung getragen wird“ (Schlegel 2010, S. 95–96). Zu einer Verlängerung der Reinigungsarbeiten kann es kommen, wenn die Kabinenbesatzung Zusatz- oder Nachleistungen anfordert. Dies kommt abhängig vom tatsächlichen Verschmutzungsgrad des Flugzeuges regelmäßig vor.

Dennoch lässt sich der Umfang des Cleanings und die Reinigungsdauer relativ einfach über die Einsatzplanung der Mitarbeiter steuern. Bei sehr knappen Bodenzeiten kann das HCC das Cleaning verkürzen oder sogar abbrechen (Schlegel 2010, S. 96). Sowohl die Ausweitung als auch die Verkürzung der Reinigungsarbeiten finden in Absprache mit dem Kapitän statt, was eine zusätzliche Kooperationschnittstelle erzeugt.

3.2.8 Catering

Wie in *Abbildung 2* dargestellt, findet das **Catering** parallel zum Fuelling und Cleaning statt. Das Catering erfolgt bei der Kontinental-Flotte dieser Airline in der Regel über die vordere (ggf. auch hintere) rechte Kabinentür, ist ebenfalls von der Freigabe durch die Kabinenbesatzung abhängig und beginnt somit normalerweise erst nach Abschluss des Deboardings (Schlegel 2010, S. 96). Der Umfang der Bordverpflegung richtet sich nach den Flugzielen beziehungsweise den entsprechenden Flugstrecken und Blockzeiten. In München stellt die Firma LSG Sky Chefs, welche sich direkt auf dem Flughafengelände befindet, das Catering für die untersuchte Airline (siehe *Abbildung 7*). Teilweise wird die Bordverpflegung für den Rückflug auf dem Hinflug im Laderaum gelagert und dann auf der Position am Zielflughafen in die Kabine umgeladen (Two-Way-Catering) (Mensen 2003, S. 1123). Genau wie beim Reinigungsprozess greift die Cockpitbesatzung lediglich bei Unregelmäßigkeiten ein. Nach Absprache mit der Kabinenbesatzung setzt sich der Kapitän mit dem Caterer meist telefonisch in Verbindung und klärt Probleme.



Abbildung 7 Beladung des Caterings durch LSG mit zwei Fahrzeugen an der rechten Seite (www.aircareer.de)

Auch wenn die diese Fälle nicht häufig auftreten, kann an dieser Stelle v.a. der Informationsfluss zwischen Besatzung und Dienstleister verbessert werden.

3.2.9 Boarding

Die Betankung, die Reinigung des Flugzeuges und das Catering sowie ein eventueller Crew-Wechsel müssen abgeschlossen sein, bevor die neuen Passagiere mit dem **Einsteigen** beginnen (Basiswissen Airline Operations (6) - Was auf dem Vorfeld alles passiert). An den Stationen, wo das Referenzmodell greift (siehe 3.2.11), findet das Boarding automatisch zu der veröffentlichten Zeit statt. Dabei wird nicht zwischen einer Position direkt am Gate und einer Außenposition unterschieden. Um die längere Transportzeit zum Flugzeug bei einer Außenposition zu kompensieren wird daher häufig etwas früher mit dem Einsteigen begonnen. Das Gate ist ca. 45 Minuten vor Abflug besetzt und ebenso wie der Flight Manager über IGCC erreichbar. Im Falle, dass der Einsteigeprozess verzögert werden muss, wird eine *Boarding-Not-Ready* Nachricht vom Cockpit über IGCC direkt an die Station bzw. HCC gesendet. Alle Stationen ohne entsprechendem Referenzmodell werden wie im GOM beschrieben abgefertigt, was dem AKK sehr ähnlich ist (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016c). Auf das Referenzmodell der Abfertigung wird auf den folgenden Seiten genauer eingegangen. Bei einer Außenposition muss zwischen dem Beginn des Boardings und dem tatsächlichen Einsteigen unterschieden werden. „Die zusätzlich einzuplanende Fahrzeit führt auch dazu, dass das Boarding bei Busabfertigung oft schon vor dem Abschluss der Service-Prozesse beginnt und keine sequenzielle Beziehung mehr besteht“ (Schlegel 2010, S. 107). Letztendlich entscheidet jedoch die sowohl die Cockpit- als auch Kabinencrew, ob mit dem Einsteigen begonnen werden kann. Eine Absprache der Akteure Kabine, Cockpit und Gate ist hierbei meist nur nötig, wenn es Gründe gibt, das Boarding zu verzögern. Es werden zunächst HON – Circle Member und Business – Class – Gäste zum Boarding freigegeben, danach folgen alle anderen Passagiere in ungeordneter Reihenfolge (*random strategy*).

3.2.10 Beladung

Simultan findet die **Beladung** des Flugzeuges statt. Ent- und Beladung gehen dabei fließend ineinander über und sind teilweise abhängig vom Boarding oder anderen Teilprozessen. Das Prinzip entspricht dabei dem oben beschriebenen Entladungsprozess in umgekehrter Reihenfolge. Die Beladungsplanung spielt dabei eine zentrale Rolle. Neben der Bestimmung und Überprüfung der Massen muss sich der Ladeplaner von Ground Operations auch Gedanken über die Ladungsverteilung machen. Diese hat Auswirkungen auf den Schwerpunkt („Centre of Gravity“) des Flugzeuges. Durch unterschiedliche Beladung lässt sich der Schwerpunkt eines Flugzeugs dabei über einen gewissen Bereich verschieben. Ziel des Ladeplaners ist es dabei, die maximal zulässigen Massen nicht zu überschreiten und eine günstige Verteilung der Payload innerhalb der für den Schwerpunkt zulässigen Grenzen sicherzustellen. Dies liegt selbstverständlich auch im Interesse der Piloten, wird abschließend von diesen überprüft und ggf. Änderungen angewiesen. Zur Ladungsplanung wird ein Computerprogramm oder ein Formblatt („*Load- & Trimsheet*“) verwendet. Das Formblatt ist aufgeteilt in die Beladungsberechnung („*Loadsheet*“) auf der linken Seite und die Schwerpunktberechnung („*Trimsheet*“) auf der rechten Seite. Die wesentlichen Berechnungen werden durch ein Rechenschema vereinfacht (Basiswissen Airline Operations (4) - Bei der Beladung kommt es auf die Verteilung an). Für jeden Flug wird ein ARCARS-Loadsheet an die Piloten gesendet. Nachdem der Headloader die endgültige Beladung überprüft hat, gibt er die Beladungsdaten sowie die Ausgabennummer des Loadsheetes persönlich oder via Headset an die Piloten weiter. Diese werden zusammen mit den endgültigen Passagierzahlen abgeglichen. Der Kapitän unterzeichnet dann alle Dokumente elektronisch über ACARS-Datalink. Sollte dies nicht möglich sein, ist eine handschriftliche Unterzeichnung mit Übergabe der Dokumente an den Headloader ebenso möglich. Wenn sich nach diesem Vorgang noch Änderungen in der Beladung ergeben, wird entweder ein neues Loadsheet erstellt oder das aktuelle Loadsheet von Hand mit LMC geändert (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016c). Dies findet immer nach Abschluss des Boarding statt. „Die Abhängigkeit [...] vom Boarding-Ende trägt der Tatsache Rechnung, dass die Ladetüren in der Regel erst geschlossen werden, wenn sich alle Passagiere an Bord des Flugzeugs befinden, weil sich erst beim Boarding herausstellt, ob noch eine Zuladung von übergroßem Handgepäck beziehungsweise Gepäck von Passagieren der Warteliste oder aber eine

Entladung des Gepäcks von fehlenden Passagieren erforderlich ist“ (Schlegel 2010, S. 108). Beim Ladeprozess ist zu beachten, dass aus Sicherheitsgründen Gepäck nur dann mitgenommen werden darf, wenn der entsprechende Passagier ebenfalls die Flugreise antritt. Daher müssen trotz des Zeitaufwands Gepäckstücke fehlender Passagiere wieder ausgeladen werden (Schlegel 2010, S. 54zit. nach Wieske-Hartz, 2004, S. 98).

3.2.11 Referenzmodell Kontinental - Flotte

Das kontinentale **Abfertigungskonzept** basiert auf einem **Referenzmodell** (Abbildung 8), das für unterschiedliche Flughäfen entwickelt wurde. Dabei existiert jeweils ein Modell für MUC und FRA als zentrale Airports (Hubs) sowie ein dezentrales Modell. Zudem wird das Modell für verschiedene Flugzeugtypen / -gruppen entsprechend abgeändert. Da in dieser Arbeit der Kurzstreckenverkehr und somit ein Vergleichsmodell des Airbus A320 im Fokus steht, werden sich folgende Überlegungen ebenfalls auf diesen Typ beziehen.

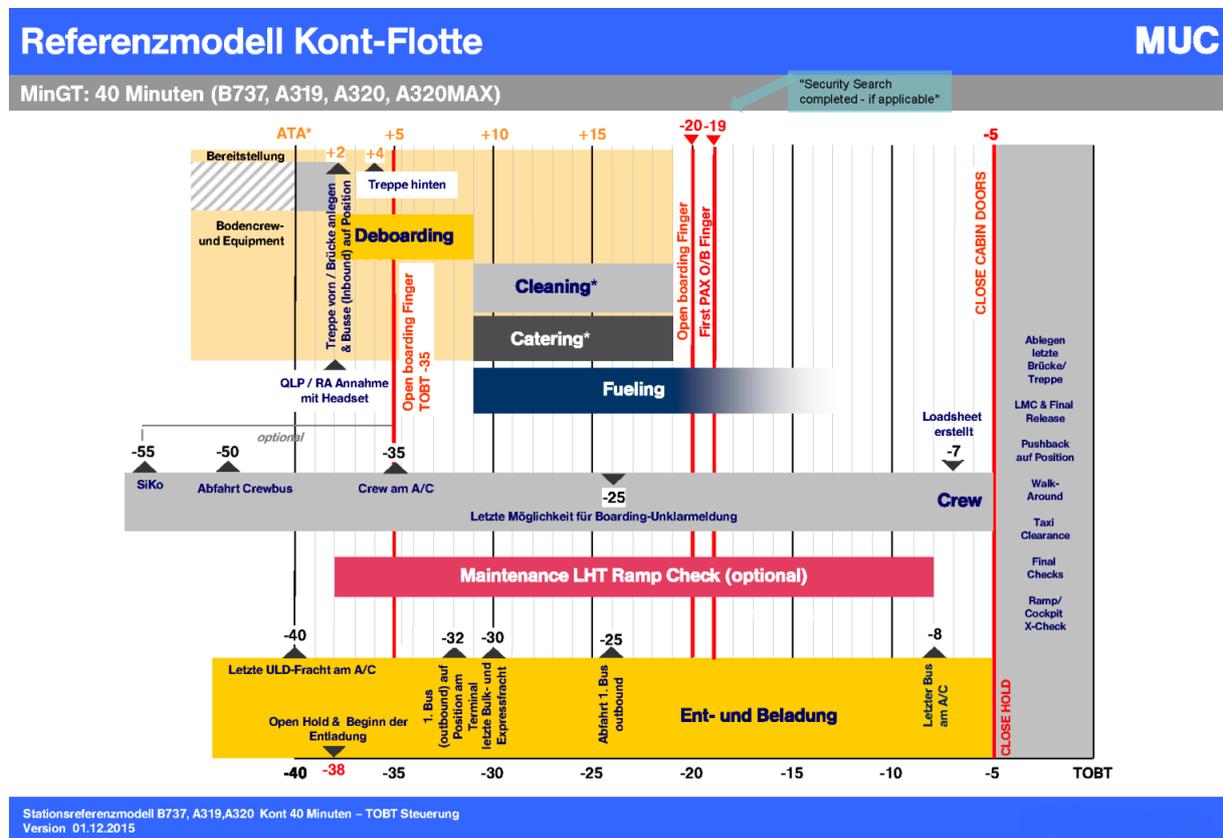


Abbildung 8 Abfertigungsmodell MUC A320 (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016c)

Das vorliegende Referenzmodell dient der Prozesskoordinierung in Form eines Zeitstrahls während der Bodenabfertigung der Kurzstreckenflugzeuge B737, A319, A320 und A320max⁹ am Flughafen München. Das Referenzmodell bestimmt abhängig vom Flugzeugtyp und der Station gewisse Zeitrahmen und Deadlines für die Bodenabfertigung. Alle involvierten Akteure müssen dieses Modell erfüllen, sodass die STD/TOBT eingehalten werden kann (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016c). Es ist dabei anzumerken, dass das Referenzmodell einen optimalen Turnaround darstellt, welcher keine Verspätung generiert. Um die Grundlage für einen Vergleich mit Low – Cost – Carriern zu erweitern, wird dieses Modell aufgeschlüsselt.

Grundlegend wird von der Airline für das Umdrehen der genannten Flugzeugmuster eine MinGT von 40 Minuten angesetzt. Die Crewabläufe vor der AIBT, sprich SiKo und Abfahrt Crewbus werden dabei bewusst vernachlässigt, da die Analyse sich ausschließlich auf den Turnaround bezieht. Gleichzeitig zur AIBT, also bereits vor der Entladung kommen die letzten ULD – Container an, 2 Minuten später werden die Frachtraumtüren geöffnet und mit der Entladung begonnen. Zur gleichen Zeit wird das Flugzeug vom Ramp Agenten angenommen und es entsteht der erste Kontakt zur Cockpitcrew. 5 Minuten nach AIBT und somit 35 Minuten vor der STD (angestrebte Abflugzeit) öffnen sich die Türen und das Deboarding beginnt. Für das Aussteigen der Fluggäste werden hierbei lediglich 4 Minuten angenommen. 25 Minuten vor STD besteht die letzte Möglichkeit der letzten „Boarding – Unklarmeldung“. Gründe dafür sind beispielsweise eine nicht abgeschlossene Betankung, Catering, Cleaning, verspätete Transitgäste oder eine technisch begründete Unklarmeldung. Diese wird immer nur vom Kapitän in Absprache mit dem Ramp Agenten bzw. der Kabinenbesatzung ausgegeben. Man findet hier also eine sehr bedeutende Stelle der Kooperation innerhalb der Crew. Der Betankungsvorgang benötigt in diesem Modell mehr Zeit, als Cleaning und Catering, was häufig in einer Überschneidung mit dem Boarding resultiert.

Hier bietet sich ein gewisser Handlungsspielraum (Fueling während Boarding, Catering nach Boarding abschließen, etc.), um die Bodenzeit gering zu halten.

⁹ Der A320max ist eine Version des A320 mit maximaler Bestuhlung. Es liegen dabei lediglich Unterschiede in Schwerpunktlimits, Beladung, etc. vor. Daher wird dieses Modell hier nicht gesondert betrachtet.

Sollte keine entsprechende Meldung am Gate ankommen, wird 20 Minuten vor Abflug automatisch das Boarding freigegeben. 7 Minuten vor Off-Block wird das Loadsheet¹⁰ erstellt und per ACARS Datalink an die Piloten gesendet. Dies kann erst erfolgen, wenn der Ramp Agent die finalen Beladungsdaten in das System eingespeist hat. In den letzten 5 Minuten vor TOBT werden ggf. LMCs vorgenommen (Kooperation zwischen Kapitän und Ramp Agent), die Brücke / Treppe abgenommen und Ramp bzw. Cockpit Checks durchgeführt. Der Turnaround endet mit dem Pushback (bei Außenpositionen meist irrelevant), „Freizeichen“¹¹ und letztendlich der Taxi Clearance. Die Einhaltung dieses Referenzmodells setzt also offenbar eine exakte Koordination von Prozessen voraus. Eine genaue Taktung komplexer Abläufe erfordert zudem Überwachung, welche bei dieser Fluggesellschaft u.a. über das System ALLEGRO umgesetzt wird.

ALLEGRO:

Die untersuchte Airline verwendet ein stochastisches Modell ihrer Flugprozesse, um im Rahmen der Flugplanung einen Kompromiss zwischen hoher Produktivität eines Flugplans, die über kurze Bodenzeiten erreicht werden kann, und hoher Stabilität, die sich aus Zeitpuffern in den Block- und Bodenzeiten ergibt, zu finden (Schlegel 2010, S. 60). Um die Pünktlichkeitsquoten zu verbessern, wurde im Sommer 2000 das Projekt ALLEGRO (*Ascending to a Superior Level in Ground Operations*) ins Leben gerufen mit der Aufgabe, ein umfassendes Steuerungs- und Analysesystem für die Bodenabfertigungsprozesse zu implementieren (Schlegel 2010, S. 77–78).

¹⁰ Der Computer berechnet aufgrund der eingegebenen Daten und der zu dem betreffenden Flugzeug in der Datenbank hinterlegten DOM/DOI-Werte, sowie der zu beachtenden Maximum Allowed Take-Off Mass und Maximum Allowed Landing Mass, die maximalen und die aktuellen Massen sowie die Lage des Schwerpunktes. Das Ergebnis ist ein Computerload- & -trimsheet. Das Load- & Trimsheet dient zur gesetzlich geforderten Dokumentation über Masse und Schwerpunktlage des Flugzeuges. Damit muss der Kommandant feststellen können, ob mit der Ladung und deren Verteilung die Masse- und Schwerpunktgrenzen des Flugzeugs eingehalten werden. Über Datenfunk (ACARS) kann das Computerload- & -trimsheet direkt ins Cockpit auf einen dort eingebauten Drucker geschickt werden. Die Cockpitbesatzung überprüft dann den Ladeplan und gibt die Zero Fuel Mass sowie die Lage des Schwerpunktes in den Bordcomputer ein. (Basiswissen Airline Operations (5) - Das Load- & Trimsheet enthält alle wichtigen Abfertigungsdaten)

¹¹ Nachdem der Ramp Agent seinen finalen Walk-Around durchgeführt und sichergestellt hat, dass das Flugzeug frei von Hindernissen und jeglichem Ground Equipment ist, gibt er ein Handzeichen an die Piloten. Dieses „Freizeichen“ wird von der Besatzung kurz bestätigt. In diesem Moment endet die Verantwortung des Ramp Agenten.

Seit 2002 in Betrieb erfasst das aus dem Projekt entwickelte System ALLEGRO zu jedem Bodenereignis ca. 80 Istzeiten der Abfertigungsprozesse aus mehr als 25 Quellsystemen und stellt diese einem hinterlegten Sollzeiten - Modell gegenüber.

Sobald ein Problem in einem Prozess auftritt spielt die Reaktionszeit besonders bei knapp geplanten Bodenzeiten eine große Rolle. ALLEGRO ermöglicht durch einen Event – Ticker Unregelmäßigkeiten bei der Bodenabfertigung zeitnah zu betrachten.

Das HCC nutzt eine Form dieses Systems zur Steuerung der Bodenabfertigungsprozesse und schnelleren Entscheidungsfindung. ALLEGRO bietet somit eine Grundlage für den in Kapitel 5 beschriebenen Optimierungsansatz. Eine ausführliche Ausarbeitung zu ALLEGRO und weiteren Systemen dieser Art findet man im Buch „Bodenabfertigungsprozesse im Luftverkehr“ – Schlegel, 2010.

3.2.12 Abflug

Vor dem Starten der Triebwerke und Zurückstoßen (Startup & Pushback) führt der Ramp Agent einen Rundgang um die Maschine durch. Wenn alle Türen geschlossen sind und keine Mängel¹² bestehen, beginnt der Pushback. Er überwacht den Start der Triebwerke und begleitet das Flugzeug während es zurückgeschoben wird. Der Prozess wird mit einem Handzeichen, welcher vom Cockpit bestätigt wird, beendet (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016c). Ab dem Zeitpunkt, wo sich das Flugzeug aus eigener Kraft bewegt (Taxiing), liegt die volle Verantwortung für die Bewegung der Maschine bei der Cockpit Crew. An diesem Punkt endet die Bodenabfertigung (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016a).

Alle folgenden Abläufe fallen nicht mehr in den Bereich Turnaround und sind somit nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit, obwohl der eigentliche Flug einen erheblichen Einfluss auf die folgende Bodenabfertigung und den gesamten Flugbetrieb hat.

Welche Resultate aus dem in Kapitel 3.2 beschriebenen System dieser Airline hervorgehen und mit welcher Pünktlichkeit und Effizienz die Bodenabfertigung dabei abläuft, wird in Kapitel 4 beschrieben.

¹² Mängel jeglicher Art (z.B. Beschädigungen), die zu diesem Zeitpunkt noch festgestellt werden, müssen dem Kapitän umgehend mitgeteilt werden. Dieser trifft dann eine Entscheidung über das weitere Vorgehen. Dieser Fall tritt jedoch sehr selten auf und wird daher nicht genauer untersucht.

Um Prozesse zu optimieren, Kosten zu senken und die Effizienz der Operation zu steigern, ist es hilfreich sich zunächst ein breites Bild verschiedener Strategien zu verschaffen. Dazu werden Ground Operations anders strukturierter Airlines, welche bisher erfolgreich auf dem stark umkämpften europäischen Luftverkehrsmarkt bestehen, untersucht.

3.3 Analyse der Abfertigung von Low – Cost – Carriern im Vergleich

Die Entwicklung von Billigfluglinien, welche bereits in den 1970er Jahren in den USA mit Southwest Airlines begann, fand wenige Jahre später auch auf dem europäischen Markt ihren Anfang. Mittlerweile üben zahlreiche Low – Cost – Airlines enormen Druck auf die „traditionellen“ Luftverkehrsgesellschaften aus, indem sie das Preisniveau für Flüge immer weiter senken. Eine Untersuchung der Vorgehensweisen solcher Airlines mit Fokus auf die Bodenabfertigung soll zu einem besseren Verständnis der Kostenstruktur und des Zeitmanagements führen.

Die irische Billigfluglinie Ryanair beförderte laut ihrem Jahresbericht 2015 im genannten Jahr 90,6 Millionen Passagiere und setzte dabei über 5,6 Mrd. € bei einem Gewinn von 867 Mio. € um. Diese Zahlen können nur durch strikte Kosteneinsparungen bei einem gleichzeitig hochfrequentierten Flugbetrieb erreicht werden.

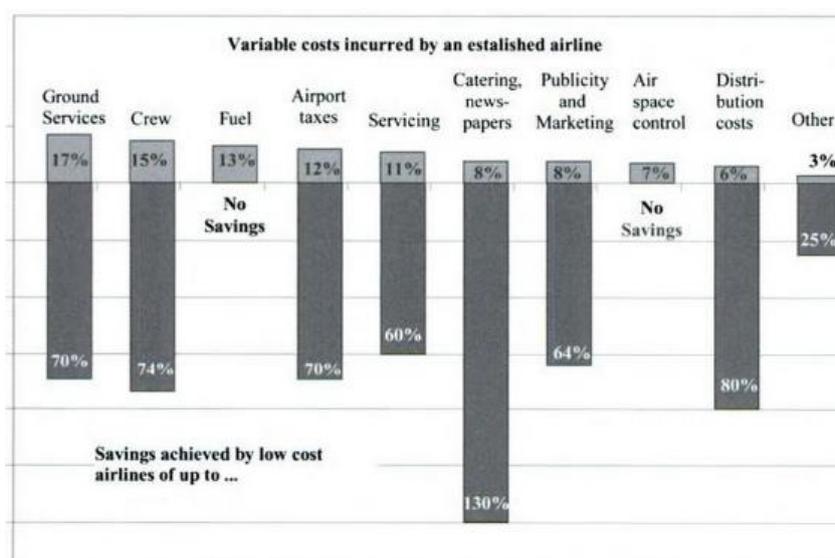


Abbildung 9 Kostenvorteil von LCA gegenüber etablierten Airlines (Groß und Schröder 2007)

Wie aber können LCA ihre Ticketpreise konstant niedrig halten? *Abbildung 9* stellt die grobe Kostenstruktur von Low – Cost – Airlines und konventionell etablierten Airlines gegenüber.

Das Schaubild zeigt im oberen Abschnitt den prozentualen Anteil einzelner Teilbereiche an den Gesamtkosten der Operation von traditionellen Airlines. Gespiegelt dazu findet man jeweils die von Low – Cost – Airlines getroffenen Einsparungen. Auf den ersten Blick klar zu erkennen ist, dass bei den betrachteten Airlines der finanzielle Aufwand erheblich geringer ist, als bei herkömmlichen Fluggesellschaften. In diesem Kapitel liegt das Hauptaugenmerk daher auf Abfertigungskosten und -strategien, sprich dem Teil „Ground Services“, wo LCA bis zu 70% Kostenersparnis aufweisen. Die geringen Abfertigungskosten haben eine enorme Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit der Low Cost Carrier, sind einer der Hauptvorteile gegenüber anderen Airlines und damit einer der Schlüsselfaktoren für das Geschäftsmodell von LCA (Scholz und Gomez, S. 1).

Grundsätzlich gibt es unterschiedliche Managementstrategien bei der Abfertigung, welche je nach Airline und Flotte variieren. Das Ground Handling kann entweder komplett von der Fluggesellschaft selbst durchgeführt, mit Fremdgerät selbst durchgeführt oder von externen Dienstleistern gestellt werden (Scholz). Ein einzelner Dienstleister in allen Bereichen des Ground Handlings würde Kosten und Aufwand der Bodenabfertigung reduzieren. Jedoch ist dies aufgrund der Vielzahl an angeflogenen Destinationen kaum realisierbar. Ebenso erfordern verschiedene Flugzeugtypen unterschiedliche Abfertigungsstrategien und erzeugen so Kosten. Es liegt also auf der Hand, dass eine möglichst weitreichende Standardisierung sowohl bei den Abfertigungsdienstleistern, als auch bei der Wahl der eingesetzten Flugzeuge zur Wirtschaftlichkeit der Operation beiträgt (Scholz et al. 2011). „*A uniform fleet of the same types of aircraft leads to cost savings for personnel training and to a more flexible operational planning since flight and technical staff are subject to identical qualification standards. This also allows to save costs in the field of maintenance and servicing, for example with respect to spare part stock management. However, disadvantages may arise due to dependence on a sole manufacturer*“ (Groß und Schröder 2007). Ryanair verwendet ausschließlich Kurzstreckenflugzeuge vom Typ Boeing 737 und sichert damit ein einheitliches Abfertigungskonzept (anders als die in Kapitel 3.2 beschriebene Airline).

Dadurch vereinfacht sich auch die Koordination der einzelnen im Turnaround involvierten Akteure, weil sowohl Bodenpersonal als auch die Flugbesatzung immer mit dem gleichen Flugzeugmuster und folglich immer nur mit den gleichen „Procedures“ und Abläufen auseinandersetzen müssen.

Im Laufe der Untersuchung kristallisierten sich in Bezug auf die Bodenabfertigung folgende **Hauptunterschiede** zwischen LCA und traditionellen Fluglinien heraus:

- Durch Parkpositionen vor oder parallel zum Terminal fällt das Zurückstoßen (Pushback) der Maschine bei Abflug weg. Dies reduziert zum einen die Kosten für Bodenpersonal und Equipment, zum anderen werden dadurch Verspätungen durch Probleme beim Pushback vermieden. Eine direkte Kommunikation mit dem Cockpit ist an dieser Stelle im Normalfall also nicht nötig.
- Die Passagiere betreten und verlassen das Flugzeug über Lufttreppen, wodurch Gebühren für die Fluggastbrücke entfallen. Bordeigene Treppen (auch Lufttreppen, *airstairs*, siehe *Abbildung 10*) haben laut Hersteller mehrere Vorteile: sie verringern die Turnaround - Zeit, machen das Flugzeug unabhängig von bodenseitiger Unterstützung (beispielsweise an Flughäfen, wo keine Treppen verfügbar sind) und sie sind auf Dauer kostengünstiger. Das Aus- und Einfahren dauert dabei jeweils 30 Sekunden, was deutlich unter der benötigten Zeit für mobile Treppen oder Fluggastbrücken (ca. 2 Minuten) liegt. Sie erhöhen jedoch das Gewicht des Flugzeuges (Scholz und Gomez, S. 3). Boarding und Deboarding werden außerdem häufig durch den Einsatz von zwei Türen beschleunigt.



Abbildung 10 Mobile Treppe und Lufttreppe (Scholz)

- In der Regel wird so geparkt, dass die Passagiere das Terminal zu Fuß über das Vorfeld erreichen. Auch hier spart man Personalkosten (Busfahrer) und vermeidet Verspätungen (kein Bus verfügbar, Fluggastbrücke defekt, etc.).
- Auf den Flügen von Billigairlines gibt es keinen regulären Service. Getränke und Speisen müssen käuflich erworben werden, wodurch die Beladung von Catering meist nur einmal pro Tag erfolgt. Dies hat zur Folge, dass sich der Reinigungsaufwand der Maschine erheblich reduziert, Abwasser-Services nicht bei jedem Flug erforderlich sind und auch meist keine Zeit für die Verladung von Catering - Trolleys benötigt wird. Die Reinigung selbst wird zusätzlich häufig von der Kabinencrew durchgeführt. Somit gibt es auch hier keine direkte Schnittstelle mit dem Cockpit und die Piloten können sich auf eine zügige Flugvorbereitung konzentrieren.
- Da der Transport von Fracht weniger lohnenswert ist, wird auf diesen verzichtet und somit zusätzlich Zeit gespart – ein weiterer Punkt, an dem die Kooperation mit dem Boden wegfällt.
- Auch die Betankung findet nicht an jeder Destination statt. Beim sogenannten "Tankering" wird der Kraftstoff für mehr als einen Flug getankt. Die Wirtschaftlichkeit dieses Verfahrens kommt jedoch auf den Kerosinpreis an der Destination an. (Scholz und Gomez, S. 1–2)

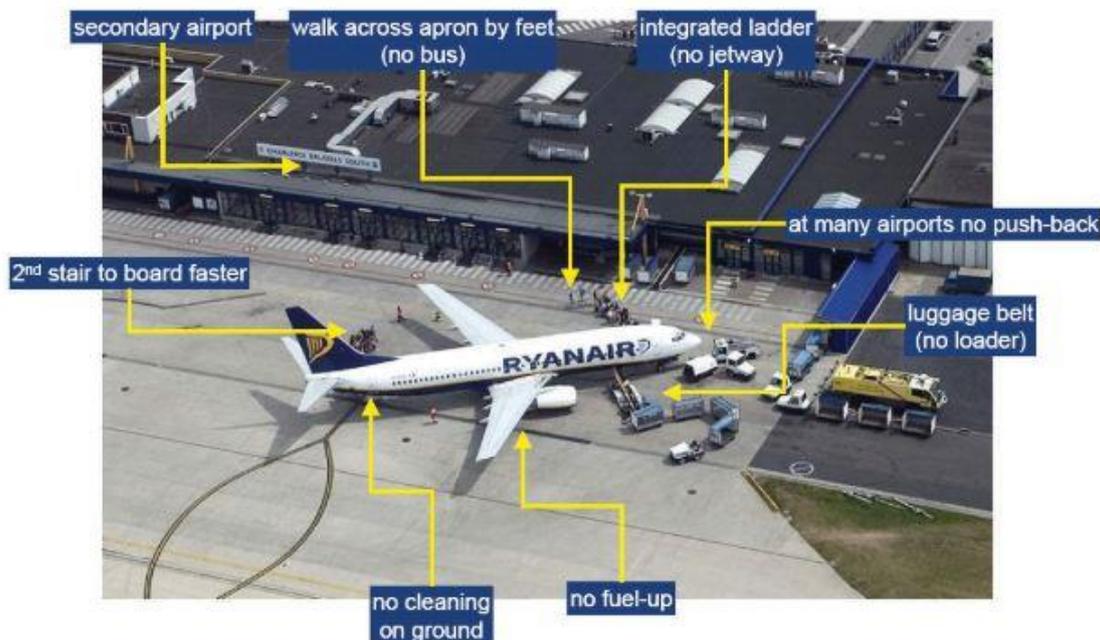


Abbildung 11 LCA Turnaround Charakteristik (Tesch 2007)

Auch bei der Beladung der Flugzeuge werden andere Vorgehensweisen deutlich. Das Be- und Entladen von Gepäck mittels Containern hat den Vorteil, dass diese bereits vor Ankunft des Flugzeuges beladen werden können und dann nur noch ausgetauscht werden müssen. Allerdings sind die Kosten für geschultes Personal und Equipment dabei höher. Daher wird bei Ryanair (Boeing 737) nur Stückgut verladen. Des Weiteren erheben Low Cost Airlines Gebühren auf die Abgabe von Gepäck, wodurch sich die Zahl der abgegebenen Gepäckstücke reduziert und die anfallenden Kosten gedeckt werden.

Durch die genannten Maßnahmen schafft es Ryanair die Turnaround - Zeit ihrer Flugzeuge auf 25 Minuten zu senken und ist damit durchschnittlich 15 Minuten schneller als die vorher beschriebene deutsche 4 - Star – Airline. Das Ramp-Layout stellt sich dabei im Regelfall wie in *Abbildung 11* dar.

Aus diesen Betrachtungen lässt sich schlussfolgern, dass sich das Produkt Low - Cost - Airline auch im Hinblick auf die Bodenabfertigung deutlich von herkömmlichen Airlines unterscheidet. Einige dieser Aspekte haben dabei direkten Einfluss auf den Service an den Fluggästen und sind daher nur begrenzt sinnvoll zu übertragen (Getränkesservice, Parkposition, etc.). An anderen Stellen ergeben sich unter Umständen jedoch Anpassungen, welche in Betracht zu ziehen sind (z.B. Boarding Strategie). An manchen Punkten findet man auch eine generelle Gemeinsamkeit zu der in 3.2 beschriebenen Airline hinsichtlich der Kooperation mit dem Ramp Agenten. Grundsätzlich ist aber zu erkennen, dass sich durch den Wegfall einiger Subprozesse die Kooperation zwischen Cockpitbesatzung und Bodenpersonal auf ein Minimum beschränkt.

Bevor Probleme bei der Bodenabfertigung genauer dargestellt und Lösungen diskutiert werden, ist es hilfreich, einen Blick auf geltende Gesetze zu werfen, welche den Rahmen für die aktuelle Umsetzung von Optimierungsmaßnahmen bilden.

3.4 Gesetzliche Grundlagen und Collaborative Decision Making

Durch die Liberalisierung des Luftverkehrsmarktes ist die Zahl der Dienstleister gestiegen und die Preise für Bodenabfertigungsdienste sind gesunken. Die Effizienz und Qualität der erbrachten Dienstleistungen gewinnt aufgrund des zunehmenden Luftverkehrs und daraus resultierenden Kapazitätsengpässen wieder an Bedeutung (Europäische Kommission 01.12.2011).

„1996 erließ die Europäische Gemeinschaft die Richtlinie 96/67/EG über den Zugang zum Markt der Bodenabfertigungsdienste auf den Flughäfen der Gemeinschaft. Die Richtlinie war ein erster Schritt bei der stufenweisen Öffnung und Harmonisierung des Zugangs zum Markt der Bodenabfertigungsdienste. In der Vergangenheit wurde die Bodenabfertigung von Flughafenbetreibern oder Luftfahrtunternehmen vorgenommen. Heute werden Bodenabfertigungsdienste in Europa zunehmend von hierauf spezialisierten Unternehmen erbracht. Der Zugang zum Markt der Bodenabfertigungsdienste im Rahmen der Richtlinie beruht auf folgenden Grundsätzen:

„Selbstabfertigungs-Freiheit“, d. h. die Möglichkeit für Luftfahrtunternehmen, auf jedem Verkehrsflughafen unabhängig von dessen Verkehrsvolumen Selbstabfertigung vorzunehmen. Allerdings können die Mitgliedstaaten auf Flughäfen mit mehr als 2 Mio. Fluggästen oder 50 000 Tonnen Fracht jährlich für vier Dienstleistungskategorien (nämlich Gepäckabfertigung, Vorfelddienste, Betankungsdienste sowie Fracht- und Postabfertigung) die Selbstabfertigung mindestens zwei Nutzern vorbehalten.

„Drittabfertigungs-Freiheit“, d. h. die Möglichkeit für Bodenabfertigungsdienstleister, auf Flughäfen mit mehr als 2 Mio. Fluggästen oder 50 000 Tonnen Fracht jährlich Dritten Dienstleistungen zu erbringen. Allerdings können die Mitgliedstaaten für die vier oben genannten Dienstleistungskategorien, die Beschränkungen unterworfen werden können, die Zahl der Dienstleister auf mindestens zwei pro Kategorie begrenzen.“ (Europäische Kommission 01.12.2011)

Der Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über eine Bodenabfertigungsdienste auf Flughäfen der Union und zur Aufhebung der Richtlinie 96/67/EG wurde in der 892. Bundesratssitzung am 10. Februar 2012 abgelehnt.

Die Begründung lag dabei in erheblichen Betriebsrisiken bei den Bodenabfertigungsdienstleistern und Flughafenbetreibern, welche durch eine weitere Öffnung des Marktes entstehen würden. Allerdings finden sich einige Punkte aus diesem Vorschlag in der BADV wieder, ebenso wie die Punkte aus der Richtlinie 96/67/EG. Nur einige wichtige bestehende Regularien sollen hier betrachtet werden.

Die Bestimmungen der BADV gelten seit 1. Januar 2001 für jeden Flugplatz, der jährlich mindestens 2 Millionen Fluggäste oder 50.000 Tonnen Fracht zu verzeichnen hat.

„Bei der Gepäckabfertigung, den Vorfelddiensten, den Betankungsdiensten sowie der Fracht- und Postabfertigung, soweit diese die konkrete Beförderung von Fracht und Post zwischen dem Flugplatz und dem Flugzeug bei der Ankunft, beim Abflug oder beim Transit betrifft, ergibt sich die Anzahl der im einzelnen berechtigten Selbstabfertiger und Dienstleister aus der Anlage 5“ (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 10.12.1997, S. 2).

Zusätzlich stellt die verfügbare Infrastruktur an den Flughäfen eine Herausforderung und oftmals auch einen Problempunkt dar. „In der Flugplatzbenutzungsordnung werden die Zentralen Infrastruktureinrichtungen zur Erbringung von Bodenabfertigungsdiensten, die aufgrund ihrer Komplexität oder aus Kosten- oder Umweltschutzgründen nicht geteilt oder in mehrfacher Ausführung geschaffen werden können, festgelegt. Dem Nutzerausschuss ist Gelegenheit zur Stellungnahme zu geben. Die Zentralen Infrastruktureinrichtungen werden vom Flugplatzunternehmer oder einem von ihm damit Beauftragten verwaltet und betrieben“ (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 10.12.1997, S. 3). Dies hat zur Folge, dass Dienstleistungen nach Bereichen auf verschiedene Anbieter aufgeteilt werden und somit keine einheitliche Qualität gewährleistet werden kann.

Um die Qualität der Bodenabfertigung dennoch auf einem konstant hohen Level zu halten, wählt der Flughafenbetreiber nach §7 BADV zusammen mit dem Nutzerausschuss und Betriebsrat die Bodendienstleister für eine Dauer von maximal sieben Jahren aus. Wie aus *Abbildung 12* ersichtlich, ist zudem die Anzahl der Selbst- und Drittabfertiger begrenzt.

Die dabei geltenden Anforderungen sind durch §8 BADV festgelegt. Dennoch bestimmt durch den wachsenden Markt auch in diesem Segment der Preis eine nicht unerhebliche Rolle, worunter wiederum die Qualität der Leistungen leiden kann.

Es wird deutlich, dass die Handlungsfähigkeit der Airlines bei der Entwicklung von Abfertigungsstrategien durch Vorgaben begrenzt ist. „*The Carrier and the Handling Company agree to give the highest importance to the compliance to all applicable laws and regulations governing their activities and expects its agents and contractors to do the same*“ (IATA 2013). Für alle kleineren Flugplätze, welche nicht unter die BADV fallen, ergibt sich somit eine Monopolstellung des Abfertigungsdienstleisters, welche die Preispolitik beeinflusst. Dennoch müssen sich alle Airlines und Flughäfen an die gegebenen Vorschriften halten (für Deutschland vgl. BADV §2, Abs. 4). Airline schließen mit ihren Bodendienstleistern ein *Ground Handling Agreement* ab (vgl. IATA Standard Ground Handling Agreement), welches verbindlich alle zu erbringenden Leistungen festlegt.

	Dienst gemäß Anlage 1	Zahl Selbstabfertiger	Zahl Drittabfertiger
3	Gepäckabfertigung	2	2
4	Fracht- und Postabfertigung (Beförderung zwischen Flugplatz und Flugzeug)	2	2
5.1	Lotsen	2	2
5.2	Unterstützen beim Parken	2	2
5.3	Kommunikation Flugzeug/Abfertiger	2	2
5.4	Be- und Entladung sowie Beförderung Besatzung/Fluggast/Gepäck	2	2
5.5	Anlassen/Triebwerke	2	2
5.6	Bewegen des Flugzeugs/Bereitstellen	2	2
5.7	Beförderung, Ein-/Ausladen von Nahrungsmitteln/Getränken	4	4
7	Betankungsdienste	2	2

Abbildung 12 Zahl der zulässigen Selbstabfertiger und Drittabfertiger auf dem Flughafen München (MUC) (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 10.12.1997, S. 13)

A – CDM:

Für eine Verbesserung der Abfertigungsqualität, höhere Effizienz durch mehr Pünktlichkeit und zur Überwachung der Luftraumauslastung wurde das sogenannte **Airport Collaborative Decision Making** als Projekt von der DFS und der Flughafen München GmbH eingeführt. „Airport CDM ist der operationelle Ansatz zur Abwicklung eines optimalen Umdrehprozesses am Flughafen München.“

Es umfasst den Zeitraum Estimated Off Block Time -3h bis Take Off und ist ein durchgehender Prozess von der Flugplanung (ATC Flugplan) über Landung und Umdrehprozess am Boden bis zum Start“ (Airport CDM Team München 2014). *„There is a close interrelation between the management of the inbound and outbound traffic flow and the efficiency and predictability of the turnaround phase at airports. The Airport Collaborative Decision Making concept was developed to facilitate the sharing of operational processes and data to allow better informed decisions to be made at local but also at network level. One of the fundamentals of the A-CDM Milestone Approach is the real-time sharing of milestones such as Target Off-Block Time, thus creating “common situation awareness” among involved stakeholders and improved utilisation of resources“* (Catherine Hennessy, Secretary to the PRC 2015). München war der erste europäische Flughafen, an dem das System eingeführt wurde.

„Durch den Austausch voraussichtlicher Ankunft – und Abflugzeiten zwischen dem CDM Airport und der Central Flow Management Unit [sic!]¹³ ergibt sich die Möglichkeit Flughäfen in das europäische ATM Netzwerk einzubinden“ (Sinz et al. 2013). Involvierte Partner im CDM sind:

- Flughafengesellschaften
- Fluggesellschaften
- Abfertigungsagenten (Handling Agenten)
- Bodenabfertigungsagenten (Ground Handling Agenten)
- Flugsicherung
- European Air Traffic Flow Management / NMOC

„Die Transparenz für alle am Prozess beteiligten Partner ist die fundamentale Grundlage für die Durchführung des Airport CDM Prozesses. Die Common Situational Awareness wird durch IT-Schnittstellen, Dialogsysteme, Alert Meldungen, Datenaustausch, Telefon etc. gewährleistet“ (Flughafen München GmbH et al. 2016). Das Resultat diverser Messungen im Jahre 2012 zeigt, dass Airport CDM in München seit der Einführung 2007 zu deutlichen Verbesserungen geführt hat und beispielsweise der Einfluss von Ankunftsverspätungen auf Abflugverspätungen deutlich reduziert werden konnte (genauere Information zu Kennzahlen unter http://www.munich-airport.de/media/download/bereiche/cdm/results_2012_de.pdf).

¹³ Heute ATFCM (Air Traffic Flow and Capacity Management)

4 Evaluierung von Problemen

Der wachsende Luftverkehr stellt eine enorme Herausforderung in Bezug auf die Kapazitäten des Luftraumes aber vor allem auch auf die Bodenabfertigung dar. Die Zahl der Flugbewegungen an den 30 größten Flughäfen Europas ist 2015 im Vergleich zum Vorjahr um 2,3% gestiegen (siehe *Abbildung 13*). Der Flughafen München verzeichnete dabei durchschnittlich 1033 Flugbewegungen am Tag.

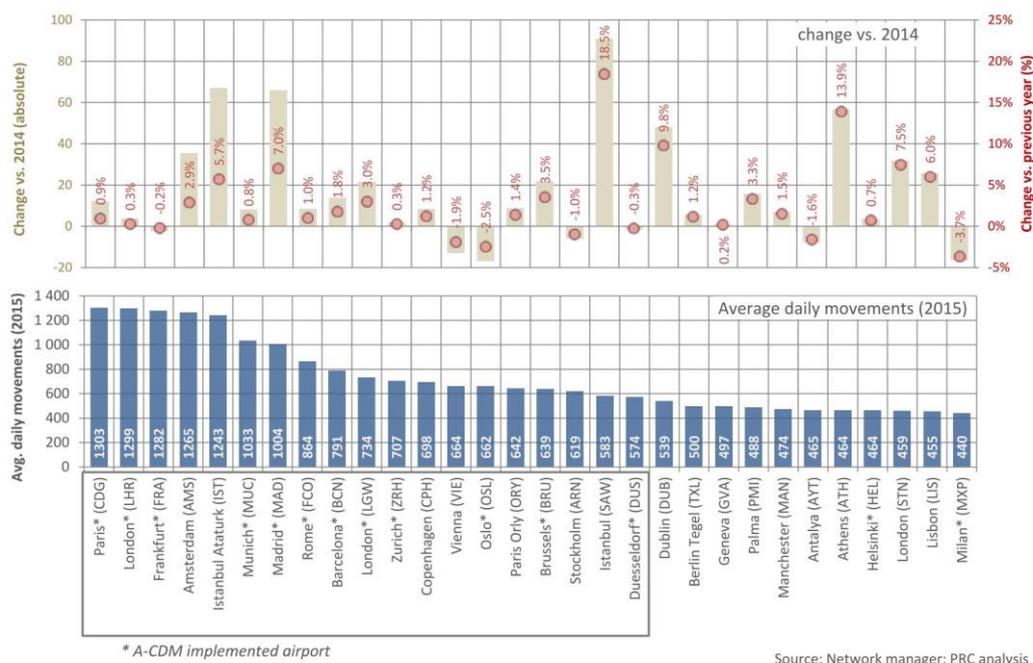


Abbildung 13 Verkehrsentwicklung 30 größte Airports Europa 2015/2014 (Catherine Hennessy, Secretary to the PRC 2015)

Wirft man dabei einen Blick auf die Pünktlichkeitsstatistik 2015 des Flughafens München (*Abbildung 14*), so stellt man fest, dass dabei 12,3% der Landungen und 15,8% der Starts mehr als 15 Minuten verspätet waren. Flüge mit bis zu 15 Minuten Verspätung gelten aufgrund der hohen Komplexität des Luftverkehrs als pünktlich und wurden somit nicht erfasst. Auffällig ist dabei, dass die Abflugverspätungen 3,5% über den Ankunftsverspätungen liegen.

	Flugbewegungen	pünktlich [Abweichung bis 15 Min.]	verspätet [in Minuten]				Gesamt
			16-30	31-60	61-120	>120	
Landungen	179.901	157.815	12.445	6.326	2.366	949	22.086
Anteil		87,7%	6,9%	3,5%	1,3%	0,5%	12,3%
Starts	180.108	151.628	17.274	7.502	2.704	1.000	28.480
Anteil		84,2%	9,6%	4,2%	1,5%	0,6%	15,8%
Linie / Charter	360.009	309.443	29.719	13.828	5.070	1.949	50.566
Anteil		86,0%	8,3%	3,8%	1,4%	0,5%	14,0%

Abbildung 14 Pünktlichkeitsstatistik 2015 Flughafen München (Flughafen München GmbH 2016b)

Nach Angaben von Eurocontrol lag die durchschnittliche Abflugverspätung an europäischen Flughäfen 2015 bei 10,2 Minuten, davon wurden 36,2% direkt durch Verzögerungen beim Turnaround verursacht (siehe *Abbildung 15*).

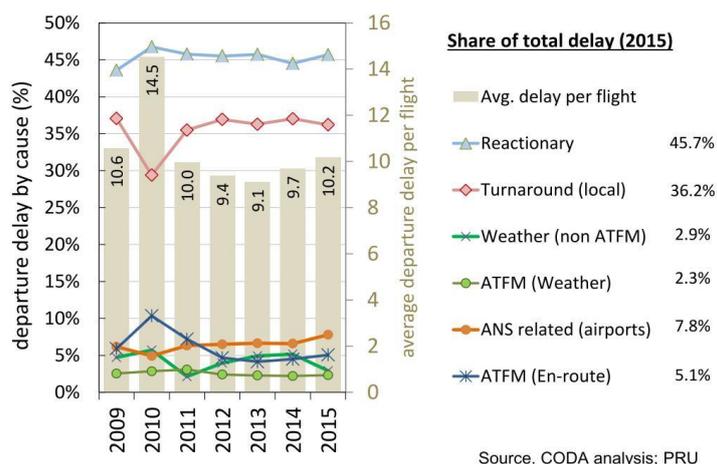


Abbildung 15 Departure delays by cause (2009-2015) (Catherine Hennessy, Secretary to the PRC 2015)

Auch weitere Nachforschungen bestätigen, dass eine Diskrepanz zwischen diesen beiden Verspätungskategorien vorliegt. Schultz und Fricke untersuchten in diesem Zusammenhang den Einfluss von Verspätungen auf die Turnaround - Performance und kamen dabei auf eine ähnliche Verteilung.

Abbildung 16 zeigt das Ergebnis der Analyse mit einer durchschnittlichen Ankunftsverspätung von 2,4 Minuten und einer durchschnittlichen Abflugverspätung von 8,4 Minuten (Fricke und Schultz 2009, S. 5). Deutlich wird also, dass ausgehende Flüge nicht nur in der Anzahl, sondern auch im Ausmaß der Verspätungen über dem Niveau eingehender Flüge liegen.

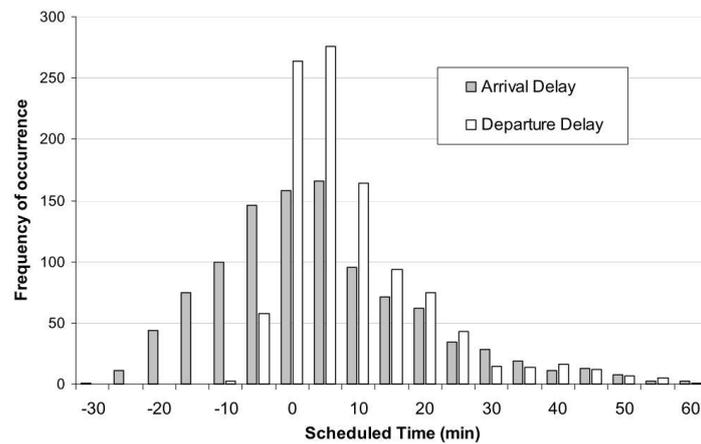


Abbildung 16 Arrival vs. Departure Delay Distribution (Fricke und Schultz 2009, S. 5)

Die Ursachen für Abflugverspätungen sind zahlreich und sind häufig die Folge einer vorhergehenden Ankunftsverspätung, welche nicht wieder eingeholt werden konnte bzw. sogar zu weiteren Verzögerungen führten.

Reason		(%)
Rotation	Delayed flight cycles	30
ATFM/ATC	Restrictions according to crowded ATC sectors, traffic flow restrictions	25
Airport Authorities	Problems due to runway capacities, occupied parking positions, etc.	15
Handling	Delayed ground processes (late passengers, handling agent disposition)	10
Technical	Malfunction of technical systems (e.g. aircraft)	3
Weather	Negative weather influences (rain, snow, wind, etc.)	2
Other	Aircraft damage, Strike, No delay code given, etc.	15

Abbildung 17 Registrierte Verspätungsgründe (Fricke und Schultz 2009, S. 2)

Eine generelle Verteilung der Verspätungsursachen (siehe *Abbildung 17*) lässt erkennen, dass immerhin 10% der Verspätungen auf Handling direkt zurückzuführen sind. Es stehen damit aber auch andere Ursachen in Verbindung, d.h. es liegt eine Überschneidung vor.

4.1 Kritische Schnittstellen

„Kritische Schnittstellen“ ergeben sich also einerseits an Übergangspunkten zwischen Prozessen auf dem kritischen Pfad, andererseits aber auch bei komplexen Abläufen abseits des kritischen Pfades (beispielsweise beim Loading). In Bezug auf den Turnaround also immer da, wo ein Prozess den Folgeprozess beeinflusst bzw. Abhängigkeiten entstehen. Für die Piloten bedeutet dies meist eine Kommunikationsschnittstelle mit Bodenmitarbeitern.

Um zu verstehen, wie ein einzelner Prozess die Gesamtleistung des Turnarounds beeinflussen kann wurde seine prozentuale Verteilung auf dem kritischen Pfad betrachtet (siehe *Abbildung 18*).

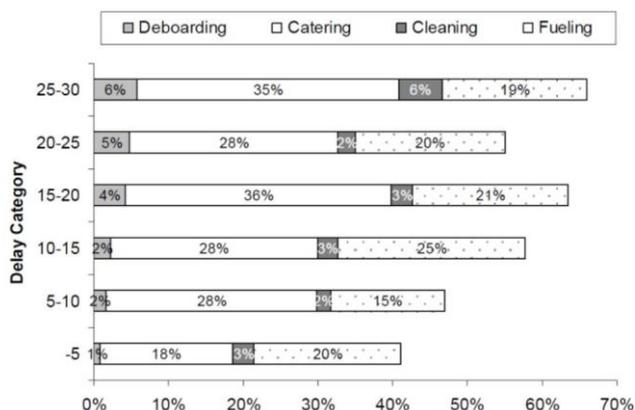


Abbildung 18 Eine steigende Ankunftsverspätung (in Minuten) verändert die Verteilung der Prozesse auf dem kritischen Pfad (Schultz et al.)

Das Boarding ist immer Teil des kritischen Pfades, da der Abschluss der Bodenabfertigung immer davon abhängt. Die übrigen Prozesse verteilen sich unterschiedlich auf dem kritischen Pfad.

Es wurde festgestellt, dass Catering und Fueling einen erheblicheren Einfluss auf den Gesamtprozess haben als Cleaning und Deboarding. Zudem stellte sich heraus, dass bei 58% aller pünktlichen Flüge der Turnaround nicht durch die Einzelprozesse beeinträchtigt wurde, da die vorgegebenen Pufferzeiten die Prozessverspätungen vollständig kompensiert haben.

Mit zunehmender Verspätung stieg jedoch der Einfluss der Einzelprozesse auf die Gesamtleistung, sodass bei 25-30 Minuten Verspätung nur noch 34% der Flüge ohne Prozessinterferenz abgefertigt werden konnten. (Fricke und Schultz 2009, S. 8)

Man erkennt, dass der Cateringprozess zusammen mit der Betankung den Hauptteil des kritischen Pfades darstellt und sich mit zunehmender Ankunftsverspätung die Prozessverteilung auf dem kritischen Pfad allgemein ändert. Betrachtet man zunächst das Deboarding, so zeigen sich hier bereits gewisse Abhängigkeiten zu anderen Teilprozessen. Der Catering Prozess wird aufgeteilt in die Entladung des benutzten Equipments, der Beladung des neuen Equipments und der Kontrolle dessen durch die Kabinenbesatzung. Dadurch, dass die Galleys (Küchen) direkt neben den Ausgängen liegen, kann dieser Prozess erst beginnen, wenn alle Passagiere das Flugzeug verlassen haben. Es entsteht also eine Abhängigkeit vom Deboarding - Prozess (Schultz et al. 2012). Ebenso hängen der Reinigungsprozess (aus logistischen und servicebezogenen Gründen) und bei einigen Flughäfen und Airlines auch die Betankung (gemäß IATA Ground Operations Manual¹⁴) vom Ende des Deboardings ab. Sämtliche Verzögerungen beim Aussteigen der Passagiere übertragen sich dementsprechend auf Folgeprozesse. Wie in *Abbildung 2* dargestellt, laufen Catering, Cleaning und Betankung¹⁵ gleichzeitig ab. Eine Reduzierung der Prozessdauer einzelner Prozesse in diesem Teil führt aufgrund der Parallelität nicht unbedingt zur Reduzierung der Gesamtdauer der Bodenabfertigung (Scholz et al. 2011). Jedoch hängt der Beginn des Boardings vom Abschluss dieser Prozesse ab.

¹⁴ „When fueling with passengers onboard you must:

(a) Keep designated escape exits clear. An escape exit may either be a bridge into a terminal building, a cabin door or a passenger stair truck positioned on an open cabin door. (b) Ensure that all areas on stand below designated escape exits are kept free of any equipment and vehicles which would impede the deployment of an escape slide. (c) Not hinder escape routes of passengers on board by ensuring that passenger stairs and bridges are clear of FOD. Refer to the operating airlines' policy regarding fueling as well as local airports and regulatory requirements. The above is applicable as a minimum standard.“ IATA 2015

¹⁵ Die Betankung erfolgt in drei Schritten: das Anschließen des Tankschlauches (auf einer oder beiden Seiten), dem Transfer von Kraftstoff in die Tragflächentanks und dem Entkoppeln des Schlauches. Dabei werden hauptsächlich zwei Methoden praktiziert: 1) Die Betankung bis zu einem festgelegten, an den Tanker übermittelten Wert startet unmittelbar nach Anschluss des Schlauches. Nach Absprache mit den Piloten wird die Restmenge aufgefüllt. 2) Erst nach Kommunikation mit den Piloten wird in einem Vorgang die komplette Betankung durchgeführt. Da die maximale Durchflussrate des Kraftstoffes begrenzt ist, lässt sich aus der benötigten Kraftstoffmenge direkt die benötigte Zeit für das Fuelling ableiten. Schultz et al. 2012

Es ist demnach in dieser Phase äußerst wichtig, dass der Informationsaustausch zwischen Cockpit und Bodenakteuren reibungsfrei abläuft. Die Be- und Entladung ist in der Regel nicht Teil des kritischen Pfades, da keiner der Teilprozesse von der Beladung direkt abhängt. Dennoch können Störungen dazu führen, dass die Beladung den Gesamtprozess verzögert (beispielsweise bei Entladung eines Gepäckstückes aufgrund eines nicht erschienenen Fluggastes, ICAO Annex 17) (Schultz et al. 2012).

Bei den beschriebenen Schnittstellen handelt es sich lediglich um die Übergänge von Kernprozessen. Es sei angemerkt, dass diese Kernprozesse wieder in Subprozesse zu unterteilen sind und sich dadurch deutlich mehr kritische Schnittstellen ergeben würden. An jedem dieser Punkte kann und muss die Cockpitbesatzung intervenieren sowie als Sprachrohr und Entscheidungsträger agieren. Um ein Optimierungskonzept zu entwerfen, ist es nun wichtig zu wissen, wie sich Verspätungen im Einzelnen zusammensetzen.

4.2 Verspätungsursachen

Für eine standardisierte Kategorisierung von Verspätungsgründen wurden von der IATA Delay Codes eingeführt. Eine für die Bodenabfertigung relevante Auswahl an kodierten Verspätungsursachen wird in *Abbildung 19* dargestellt (für genauere Angaben siehe IATA Standard Ground Handling Agreement). Diese werden von den Airlines statistisch erfasst, ausgewertet und zur Verspätungsanalyse herangezogen. Es können pro Flug maximal vier Delay Codes angegeben werden, was wiederum die Verlässlichkeit der Daten etwas mindert. Dennoch liefert dieses System eine ausreichend genaue Information über Verspätungsursachen.

CLUSTER					
Delay Cluster	Delay Code	Delay Cluster	Delay Code	Delay Cluster (others)	Delay Code
Handling Pax	11-17 / 19	Technical	41-49	HOC Delays (OCC	01-09 / 96
Handling Ground	18 / 21-39	Weather	71-77	Decisions + LH internal)	
Other Handling Pax	15H,U / 16A,B,D,G,H,R	ATFM/ATC	02 / 81-84 / 89	Damage to Aircraft	51-52
Other Handling Ground	25A,B / 26C / 31F / 32F,W / 33D,W / 34W / 35C	Connections	91-92	IT E/Q Failure	55-58
		Airport / Authorities	85-88	Crew	61-69
		Rotations	93-95	Industrial Action	97-98
				no reason matches	

Abbildung 19 Delay Code Cluster (Qualitätsmanagement einer deutschen Airline 2016)

Dies liegt 6 Minuten über dem Zielwert, welcher für alle Leistungen im Service Level Agreement¹⁶ festgelegt ist. Dabei werden die Delay Codes der Gruppe 18 (Baggage Processing, Sorting, etc.) sowie 21 - 39 (Cargo, Mail, Aircraft and Ramp Handling) zusammengefasst; jedoch nur die Ereignisse, welche ursachengerecht dem Dienstleister zugeordnet werden können. Ein Verspätungsschwerpunkt liegt dabei auf den Codes 18B (late baggage transfer) und 32B (late loader). Dies wiederum ist auf Personalengpässe zurückzuführen und kann somit maßgeblich durch eine Regulierung innerhalb des Dienstleisters verbessert werden. Ebenso könnte ein verbesserter Informationsfluss an die Cockpitbesatzung die Reaktionszeit auf Probleme verkürzen.

- **Aircraft / Ramp Handling**

Unter diesem Punkt werden alle Verspätungsminuten summiert, welche mit Aircraft und Ramp Handling in Verbindung stehen. Es liegt also eine Überschneidung vor. Die vergleichsweise hohe Verspätungszeit beim Reinigungsprozess (11 Min/100 Flüge) liegt hierbei an einem Personalmangel der engagierten Firma in diesem Jahr. Ein genereller Zusammenhang zu Cockpitabläufen kann daher nur begrenzt hergestellt werden. Jedoch kann eine direkte, nonverbale Kommunikation zwischen den Akteuren schneller zu der Entscheidung führen, beispielsweise das Cleaning nach einem kurzen Flug vorzeitig zu beenden. Das Catering lag im Jahr 2016 bis KW 44 im vereinbarten Zeitrahmen. Auch Fuelling, Pushback und Probleme mit Global Load Control¹⁷ scheinen nur in geringem Maße Auswirkungen auf die Gesamtverspätung zu haben. Man findet hier auch nur zwischen Cockpit und Fuelling einen direkten Informationsaustausch, welcher optimiert werden kann: die Übermittlung der benötigten Kraftstoffmenge und die Rückmeldung des Tankers über die getankte Menge. Die angegebenen 67 Minuten für Aircraft and Ramp Handling umfassen die angesprochenen Punkte und alle übrigen Ursachen aus dieser Kategorie (falsche/späte Dokumente, falsche Beladung, verspätetes Equipment, etc.).

¹⁶ Das Service Level Agreement ist eine Dienstleistungsvereinbarung zwischen der Airline und dem Bodenabfertigungsdienstleister, in der alle zu erbringenden Leistungen und Zeiten vertraglich festgelegt sind.

¹⁷ Global Load Control berechnet die Beladungsdaten und sendet u.a. das Loadsheet per ACARS an die Cockpitbesatzung.

Bei fast allen dieser Probleme findet eine Kommunikation und Koordinierung zwischen der Cockpitbesatzung und dem Ramp Agenten statt.

Welche Informationen in diesem Zusammenhang für die Piloten sinnvoll sind, wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit erörtert.

- **Passenger Handling**

In der vorliegenden Darstellung werden Verzögerungen bei Check-In und Boarding zusammengefasst dargestellt. Zwar gehört der Check-In nicht zum Turnaround, hat aber weitgehend einen Einfluss auf den Ablauf der Passagierabfertigung. Passenger Handling verursachte im betrachteten Zeitraum eine Verspätung 72 Min / 100 Flügen und liegt damit auf einem annähernd hohen Niveau wie der Rest der Abfertigung. Die Kooperation mit den Gate-Mitarbeitern ist also eine essenzielle Komponente sowohl für Kabinen- als auch Cockpitprozesse. Ein schnellerer Informationsfluss erscheint an dieser Stelle daher besonders sinnvoll.

Insgesamt verursachten Handling – Probleme bei dieser Airline allein in München 2016 (bis KW44) durchschnittlich 159 Minuten / 100 Flügen. Das entspricht bei durchschnittlich 650 Flügen pro Tag einer Gesamtverspätung von 1033 Minuten, also etwas über 17 Stunden in der gesamten Flotte in MUC. Diese Zahlen verdeutlichen, dass unter Zeitdruck eine vereinfachte Kommunikation zu einer besseren Kooperation führen kann, wenn man davon ausgeht, dass die Kernprozesse ansonsten routiniert ablaufen. Missverständnisse und Mängel in der Informationsübertragung können so reduziert werden. Eine enorme Effizienzsteigerung der Operation eines Luftfahrtunternehmens wäre die Folge. Jedoch muss diese These an anderer Stelle genauer untersucht werden.

5 Konzeptstudie Ground Operations Progress Cockpit

Wie die Erörterung dieser Arbeit bisher zeigt, ist der Ablauf eines Turnarounds fein abgestimmt und die einzelnen Airlines – ob LCA oder Premium Carrier – haben Strategien entwickelt, um die Bodenzeit möglichst kurz zu halten. Treten jedoch Störungen auf, so kommen Lücken in das System und es entstehen Verspätungen, welche z.T. erhebliche Kosten verursachen. Wie also kann man diese Lücken schließen und dabei die verfügbare Bodenzeit optimal nutzen? Ein Ansatz zur Lösung dieser Problematik, welcher das Cockpit als zentrale Informationsschnittstelle beleuchtet, soll in diesem Kapitel konzeptionell beschrieben werden.

5.1 Problematik

Derzeit besteht der Informationsfluss in das und aus dem Cockpit vorwiegend aus verbaler Kommunikation mittels Telefon (z.B. IGCC). Das bedeutet, für den Abruf von (für die Piloten) relevanter Abfertigungsinformation ist entweder ein Anruf bei dem jeweiligen Prozesspartner oder der persönliche Kontakt nötig. Diese Art der Kommunikation verzögert nicht nur die Weiterleitung von Nachrichten (Probleme, Fragen, etc.), sie erschwert auch den Überblick über den Gesamtprozess. Die Hauptproblematik ist dabei, dass die nötige Information meist nicht auf direktem Weg ins Cockpit geleitet wird, sondern über diverse Zwischenstellen.

Ein Beispiel dazu ist der häufig auftretende Fall, dass Passagiere nicht erscheinen, jedoch Gepäck aufgegeben wurde, welches wieder ausgeladen werden muss. Die Informationskette sieht dabei wie folgt aus:



Abbildung 21 Informationsfluss über fehlende Passagiere zum Cockpit

Besonders in einer zeitkritischen Situation stehen alle beteiligten Akteure unter Druck und es kann zum Abriss der Informationskette kommen. Dies geschieht nach Aussagen erfahrener Kapitäne meistens an der Schnittstelle zur Rampe. Die Cockpitbesatzung erhält dann, wie in diesem Beispiel, keine Auskunft über das Fehlen der Passagiere und die Entladung des Gepäcks. Lediglich die auf dem ECAM - Bildschirm angezeigten noch offenen Ladetüren lassen Probleme vermuten. Somit erfolgen Nachfragen beim Ramp Agenten und entsprechende Reaktionen seitens der Piloten verzögern sich.

Ein ähnliches Informationsdefizit herrscht bei sämtlichen Verzögerungen wie beispielsweise verspätetem Betankungs- und Reinigungspersonal, Probleme bei der Passagierabfertigung am Gate, Catering- oder Technikangelegenheiten.



Abbildung 22 Interaktionspartner des Cockpits während des Turnarounds

Wie in *Abbildung 22* dargestellt, kann das Cockpit zu jedem Prozesspartner eine Verbindung herstellen und umgekehrt, jedoch sind diese Verbindungen getrennt voneinander und der Informationsfluss wird nicht konstant aufrechterhalten. Die Verbindung zum Ramp Agenten als Steuerungselement ist für die Piloten von besonderer Bedeutung, da dieser die Koordinierung der Bodenprozesse überwacht.

Schwierigkeiten treten also prinzipiell an den vorausgehend beschriebenen Schnittstellen zwischen Cockpit und dessen Prozesspartnern auf. Im Rahmen von Optimierungsansätzen muss es also das Ziel sein, die Kommunikation und den Informationsaustausch zwischen den Akteuren zu verbessern, um so Missverständnisse, Fehler und Verzögerungen zu minimieren.

5.2 Konzeptbeschreibung Ground Operations Progress

Die in 5.1 beschriebene Problematik im Zusammenhang mit den in dieser Arbeit betrachteten Abläufen, Prozesspartnern und Schnittstellen erfordert eine für die Cockpitbesatzung akzeptable und komfortable Lösung. Aufgrund der enormen Unterschiede zwischen verschiedenen Flughäfen und Airlines, wird auch hier die bisher in der Arbeit betrachtete deutsche Airline am Flughafen München als Referenz verwendet. Das Konzept ist jedoch generell mit Abwandlungen auf andere Fluggesellschaften und Flughäfen übertragbar.

Den Piloten fehlt in der Regel der Gesamtüberblick über die Bodenabfertigung. Dieser Überblick wurde in empirischen Untersuchungen mehrfach gefordert und kann durch ein Informationssystem hergestellt werden, welches über eine zusätzliche Seite auf dem EFB - Bildschirm dargestellt kann. Alle für das Cockpit relevanten Bodenprozesse sollen dabei chronologisch, ähnlich dem Referenzmodell, abgebildet werden. Die vorausgehenden Untersuchungen dieser Arbeit fordern mindestens die Darstellung folgender Prozesse:

- **Deboarding**

Der Deboarding – Prozess steht in Abhängigkeit mit einigen folgenden Subprozessen, wie Cleaning, Catering, Fueling. Für die Cockpitbesatzung ist lediglich interessant, ob das Aussteigen bereits begonnen hat, im Gange ist und wann es beendet ist (siehe *Abbildung 23*). Der Kapitän kann so bei Verzögerungen (z. B. Treppe, Fluggastbrücke nicht am Flugzeug) sofort reagieren und notfalls folgende Prozesspartner kontaktieren. Bei einem frühzeitigen Abschluss des Deboardings können die Folgeprozesse vorgezogen werden.

Je früher der Kontakt zu den Akteuren besteht, desto besser kann die verfügbare Bodenzeit genutzt werden.

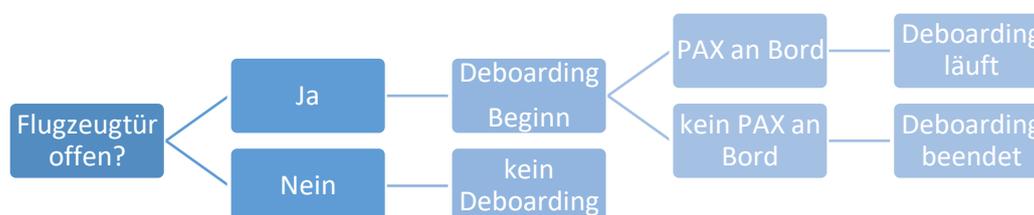


Abbildung 23 Relevanter Informationsfluss für den Teilprozess Deboarding

- **Cleaning**

Da die Cockpitbesatzung keinerlei Information über den Status des Reinigungsprozesses hat, ist es sinnvoll auch hier einen Überblick zu implementieren (*Abbildung 24*). Der Aufenthaltsort, oder zumindest eine Positionsmeldung verhindern Unklarheiten und Zeitinvestition in Anrufe. In einer Situation akuten Personalmangels (wie in 4.2 Aircraft and Ramp Handling beschrieben) kann so auch frühzeitig eingegriffen und der Dienstleister kontaktiert werden. Eine generelle Statusmeldung über den Reinigungsprozess an sich hilft außerdem, Entscheidungen und Abschätzungen hinsichtlich des Einsteigens zu treffen. Somit erhält die Cockpitbesatzung direkt die Information, welche ansonsten nur durch das Verlassen des Cockpits einholbar wäre.

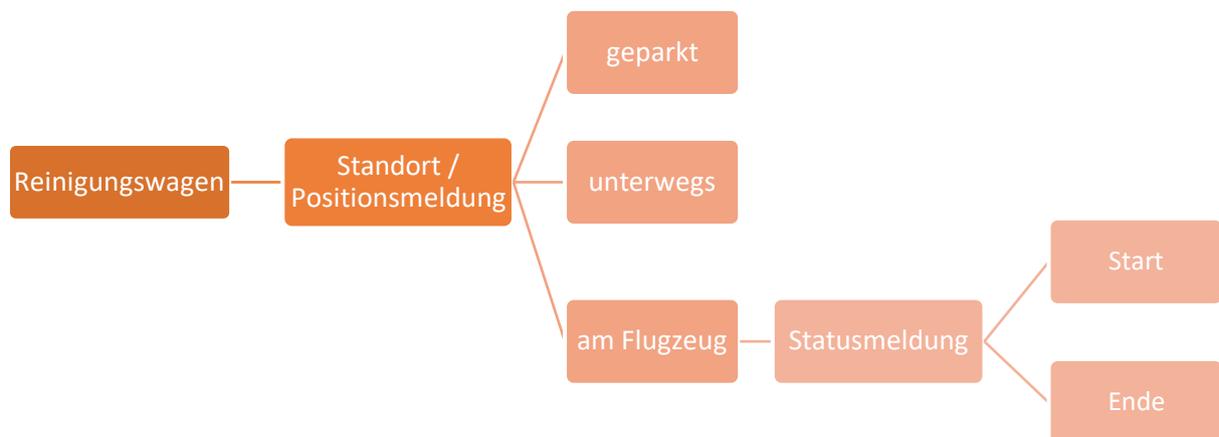


Abbildung 24 Generelle Information über Cleaning - Fortschritt

- **Catering**

Auch wenn Catering bei der untersuchten Airline am Flughafen München keinen erheblichen Einfluss auf die Verspätungsentwicklung hatte, ist es dennoch Teil des Abfertigungsprozesses und dementsprechend interessant für den Überblick. Nicht zuletzt, da auch hier ein Potenzial für Verspätungen durch die Abhängigkeit zu weiteren Subprozessen (Boarding und folgende) besteht. Die Darstellung und übermittelten Daten sind dabei analog zum Cleaning (*Abbildung 24*).

- **Fueling**

Der Betankungsvorgang stellt aus Sicherheitsgründen einen Sonderfall dar. Das Prinzip entspricht grundsätzlich dem von Catering und Cleaning, da auch hier ein Fahrzeug an das Flugzeug gefahren wird und daraufhin ein Prozess abläuft (*Abbildung 25*). Jedoch sind die unter 3.2.6 erwähnten Richtlinien zu beachten. Damit der Kapitän also das Aus- und Einsteigen während der Betankung anordnen kann, muss er den Status des Prozesses kennen. Die Anzeige des Fortschrittes der Betankung gibt hierbei Aufschluss über den zu erwartenden Abschlusszeitpunkt und kann bei verspäteter Betankung genutzt werden, um eine Entscheidung über den Startzeitpunkt des Boardings zu geben. Konkret bedeutet das: Eine „Boarding-Not-Ready“ Meldung kann vermieden werden, wenn die Besatzung weiß, dass das Fueling ohnehin in wenigen Sekunden abgeschlossen ist. Ebenso können Maßnahmen zum Boarding während der Betankung getroffen werden, wenn ersichtlich ist, dass der Prozess noch länger dauert.

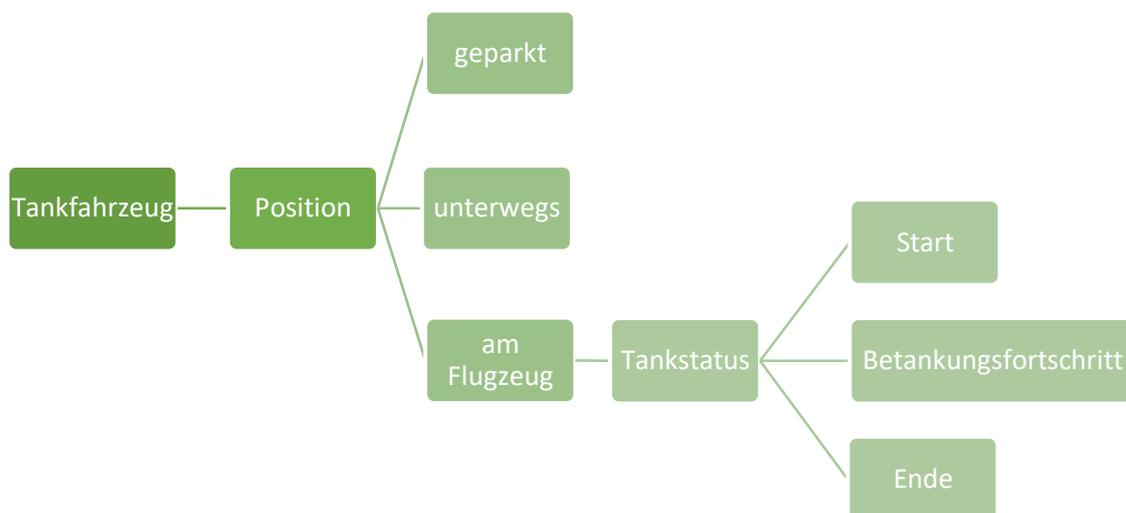


Abbildung 25 Relevanter Informationsfluss für die Betankung

- **Boarding**

Zum Boardingprozess sollen ebenfalls die wichtigsten Informationen dargestellt werden (siehe *Abbildung 26*). Zunächst ist der Status des Gates ausschlaggebend. Sobald dies geöffnet ist, wird das Boarding als „gestartet“ angezeigt. Auch hier ist für die Cockpitbesatzung der Fortschritt des Prozesses von Bedeutung, um die tatsächliche Off-Block-Zeit einschätzen zu können und mit ATC entsprechend zu koordinieren. Dies soll durch die angezeigte Anzahl über eingestiegene (das Gate passierte) und noch fehlende Passagiere gewährleistet werden. Sobald das Gate wieder geschlossen ist, gilt das Boarding als beendet, auch wenn das heißt, dass eventuell noch Personen von der Fluggastbrücke ins Flugzeug einsteigen. Weitere wertvolle Details über Connex-Passagiere, von verspäteten Ankunftsflügen kommende Passagiere oder der Kundenstatus der Passagiere sollen bei Bedarf abrufbar sein.



Abbildung 26 Information über den Boarding - Status von Gate zu Cockpit

Benötigte Soll- und Ist-Zeiten werden bereits über verschiedene Systeme (wie *ALLEGRO*) erfasst und können als Grundlage der Darstellung der genannten Subprozesse dienen.

Zusätzlich zur reinen Darstellung der Subprozesse der Bodenabfertigung sind folgende Möglichkeiten gegeben:

- Der **Kontakt zu Prozesspartnern** kann über das System (die Benutzeroberfläche) schnell und einfach hergestellt werden. Die Weiterleitung einfacher Meldungen würde häufige Anrufe über IGCC überflüssig machen.

Treten Probleme bei einem der Subprozesse auf, oder soll wichtige Information aus dem Cockpit weitergegeben werden, wird so eine schnelle Kommunikation ermöglicht.

- Sobald ein Prozess um einen bestimmten Wert aus seinem Zeitrahmen fällt, wird eine **visuelle Warnung** ausgegeben. Die Cockpitbesatzung kann dann frühzeitig entscheiden, wie und ob gehandelt wird.

5.3 Diskussion des Lösungsansatzes

Nach diesen Überlegungen gilt es zu prüfen, welcher Mehrwert, aber auch welche Schwierigkeiten bei der Umsetzung des umrissenen Konzeptes zur Prozessdarstellung im Cockpit entstehen. Dabei wird eine Aufteilung in **Pro** und **Contra** gewählt.

Vorteile des Systems:

- + Es ist ein stetiger Informationsfluss in das und aus dem Cockpit gewährleistet.
- + Die Kommunikation zwischen den Piloten und Bodendienstleistern wird vereinfacht.
- + Durch den verbesserten Überblick können Entscheidungen schneller und präziser getroffen werden.
- + Der persönliche und telefonische Kontakt werden auf ein Minimum reduziert, was in einer Zeitersparnis resultiert.
- + Daten werden digital im Cockpit empfangen und verarbeitet. Dies reduziert Papierdokumente (im Sinne des angestrebten „*Paperless Cockpit*“).
- + Die Piloten arbeiten während der Flugvorbereitung ohnehin auf dem EFB und können so sehr leicht auf das System zugreifen.
- + Die Pünktlichkeit und Passagierzufriedenheit könnten steigen, Verspätungen und damit verbundene Kosten würden sinken.

Mögliche Schwierigkeiten:

- Während Recherche im Rahmen dieser Arbeit zeichnete sich bereits die Komplexität und Vielzahl der verwendeten IT-Systeme ab. Die informationstechnologische Umsetzung wird somit eine Herausforderung darstellen.
- Die Implementierung dieses Systems ist möglicherweise mit hohen Kosten verbunden, welche zunächst mit dem zu erwartenden wirtschaftlichen Nutzen verglichen werden müssen.
- Da die beteiligten Akteure, Prozesspartner und Systeme variieren, kann das System zunächst nur sehr flughafenspezifisch und unternehmensbezogen eingeführt werden. Eine Ausweitung des Systems auf weitere Flughäfen und Luftfahrtunternehmen ist jedoch denkbar.
- Ein Informationsüberfluss kann die positiven Effekte schwächen oder sogar die Komplexität der Prozesse erhöhen.
- Letztendlich ist die Akzeptanz des Systems unter den Cockpitbesatzungen ausschlaggebend und muss im Voraus ggf. empirisch beurteilt werden.

5.4 Resümee

Die Untersuchung des Konzeptes zur Darstellung des *Ground Operations Progress* fand sowohl in Eigenrecherche als auch Gesprächen mit Kapitänen und Fachleuten verschiedener Abteilungen einer deutschen Fluggesellschaft statt. Im Ergebnis handelt es sich um ein für die Airline attraktives Konzept, welches einen positiven Effekt auf die Turnaround - Performance von Kurzstreckenflugzeugen haben kann. Ausreichend Information und präzise Kommunikation sind der Schlüssel zu reibungsfreien und optimierten Prozessen. Dabei muss jedoch die exakte Menge an Information dargestellt werden und das System möglichst intuitiv bedient werden können.

Weitere Untersuchungen, welche die konkrete Umsetzbarkeit sowie finanzielle und operationelle Aspekte betrachten, werden nötig sein, um die Entwicklung des Systems weiter voranzutreiben.

6 Zukunftsausblick

In Gesprächen mit den Fachabteilungen einer großen deutschen Fluggesellschaft stellte sich heraus, dass es bereits Bestrebungen seitens dieses Unternehmens gibt, ein ähnliches System einzuführen. Dabei wurden empirische Untersuchungen durchgeführt, welche die Art der implementierten Information und nötige Voraussetzungen klärten. Es zeigt sich, dass das System auch auf andere Teilbereiche ausgeweitet werden kann. Dabei wurden neben den beschriebenen Abfertigungsprozessen auch für die Crew relevante Informationen zu

- Flugzeugwechsel (Status, Position, Ankunftszeit)
- Crewbus (Wartezeit)
- Handgepäck¹⁸
- Technical Support (Anzeige, ob Techniker angefordert wurde; Ausmaß des technischen Mangels)
- Security Search (Flugzeugüberprüfung) gefordert.

Die Digitalisierung schreitet auch in der Luftfahrt weiter fort und wird unter dem „Paperless Cockpit“ Konzept auch jegliche Papierdokumente im Cockpit ersetzen. Zukünftig können Systeme zur Prozessüberwachung genutzt werden, um alle am Turnaround beteiligten Akteure zu jeder Zeit mit der zu diesem Zeitpunkt relevanten Information zu versorgen.

Der wirtschaftliche Erfolg einer Fluggesellschaft hängt zukünftig nicht nur von betriebswirtschaftlichen Entscheidungen und Marketingstrategien ab, sondern auch immer mehr von technologischen Systemen, welche die Sicherheit und Effizienz der Operation sowohl in der Luft, als auch am Boden erhöhen.

¹⁸ Häufig entsprechen Größe, Gewicht oder Anzahl der Handgepäckstücke nicht den von der Airline vorgegeben Richtlinien. Daher wird Handgepäck, welches keinen Platz in der Kabine findet, nachträglich noch in den Laderaum geladen. Ein Grund für Verzögerungen und daher auch für die Cockpitbesatzung von Interesse.

7 Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Quellen entnommen sind, wurden unter Angabe der Quelle deutlich gemacht.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Unterteilung der Abfertigung nach Pompl (2007) mit Darstellung des Turnarounds in grün	7
Abbildung 2 Kernprozesse der Bodenabfertigung (Schlegel 2010, S.49)	8
Abbildung 3 TRT Airbus A320-200 / A320neo aus dem Aircraft Characteristics Airport and Maintenance Manual von Airbus; Darstellung des kritischen Pfades (Airbus S.A.S 2016, S. 201)	9
Abbildung 4 Ramp Layout eines Airbus A320 (Eine Deutsche 4 - Star Airline)	18
Abbildung 5 Entladung mit ULD und Hubwagen (www.daksworldaviation.com)	20
Abbildung 6 Betankung eines Verkehrsflugzeuges mittels Dispenser aus dem Unterflurbetankungssystem (http://www.thecalculatorsite.com)	22
Abbildung 7 Beladung des Caterings durch LSG mit zwei Fahrzeugen an der rechten Seite (www.aircareer.de)	24
Abbildung 8 Abfertigungsmodell MUC A320 (Eine Deutsche 4-Star Airline 2016c)..	27
Abbildung 9 Kostenvorteil von LCA gegenüber etablierten Airlines (Groß und Schröder 2007)	31
Abbildung 10 Mobile Treppe und Lufttreppe (Scholz)	33
Abbildung 11 LCA Turnaround Charakteristik (Tesch 2007)	34
Abbildung 12 Zahl der zulässigen Selbstabfertiger und Drittabfertiger auf dem Flughafen München (MUC) (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 10.12.1997, S. 13)	38
Abbildung 13 Verkehrsentwicklung 30 größte Airports Europa 2015/2014 (Catherine Hennessy, Secretary to the PRC 2015)	40
Abbildung 14 Pünktlichkeitsstatistik 2015 Flughafen München (Flughafen München GmbH 2016b)	41
Abbildung 15 Departure delays by cause (2009-2015) (Catherine Hennessy, Secretary to the PRC 2015)	41
Abbildung 16 Arrival vs. Departure Delay Distribution (Fricke und Schultz 2009, S. 5)	42
Abbildung 17 Registrierte Verspätungsgründe (Fricke und Schultz 2009, S. 2)	42
Abbildung 18 Eine steigende Ankunftsverspätung (in Minuten) verändert die Verteilung der Prozesse auf dem kritischen Pfad (Schultz et al.)	43
Abbildung 19 Delay Code Cluster (Qualitätsmanagement einer deutschen Airline 2016)	45

Abbildung 20 Kennzahlen Dienstleister /Handling Performance (Qualitätsmanagement einer deutschen Airline 2016)	46
Abbildung 21 Informationsfluss über fehlende Passagiere zum Cockpit	49
Abbildung 22 Interaktionspartner des Cockpits während des Turnarounds.....	50
Abbildung 23 Relevanter Informationsfluss für den Teilprozess Deboarding.....	52
Abbildung 24 Generelle Information über Cleaning - Fortschritt	53
Abbildung 25 Relevanter Informationsfluss für die Betankung	54
Abbildung 26 Information über den Boarding - Status von Gate zu Cockpit.....	55

9 Abkürzungsverzeichnis

ACARS	Aircraft Communications Addressing and Reporting System
AIBT	Actual In Block Time
AKK	Abfertigungskonzept Kontinental
AOBT	Actual Off Block Time
ATA	Actual Time of Arrival
ATC	Air Traffic Control
ATD	Actual Time of Departure
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management
ATM	Air Traffic Management
BADV	Bodenabfertigungsdienst-Verordnung
CDM	Collaborative Decision Making
DFS	Deutsche Flugsicherung
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
ECAM	Electronic Centralized Aircraft Monitoring
EFB	Electronic Flight Bag
EOBT	Estimated Off Block Time
ETA	Estimated Time of Arrival
FMG	Flughafen München GmbH
FRA	IATA - Code für den Flughafen Frankfurt
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GOM	Ground Operations Manual
GPU	Ground Power Unit
GSE	Ground Support Equipment
HCC	Hub Control Center
HOC	Hub Operations Center
HON	Honorary
IATA	International Air Transport Association
IGCC	Integrated Ground Cockpit Communication
LMC	Last Minute Change
Min	Minute(n)
MinGT	Minimum Ground Time
MUC	IATA - Code für den Flughafen München
NMOC	Network Manager Operations Centre
NOTAM	Notice(s) to Airmen
OFP	Operational Flight Plan
PAX	Akronym für Passagier
SiKo	Sicherheitskontrolle
STD	Scheduled Time of Departure
TLB	Technical Logbook
TOBT	Target Off Block Time
ULD	Unit Load Device
WHC	Wheelchair (Passagier)
YTD	Year To Date

10 Literaturverzeichnis

Airport CDM Team München (2014): Airport CDM am Flughafen München. Flight Crew Briefing. Hg. v. Deutsche Flugsicherung, ACDM Germany und Flughafen München GmbH. München.

Baier, Matthias (2015): Das Load- & Trimsheet enthält alle wichtigen Abfertigungsdaten. Online verfügbar unter www.airliners.de/das-load-trimsheet-abfertigungsdaten-basiswissen-airline-operations/36061.

Basiswissen Airline Operations (4) - Bei der Beladung kommt es auf die Verteilung an. Online verfügbar unter <http://www.airliners.de/beladung-verteilung-schwerpunkt-payload-basiswissen-airline-operations/35784>, zuletzt geprüft am 12.11.2016.

Basiswissen Airline Operations (5) - Das Load- & Trimsheet enthält alle wichtigen Abfertigungsdaten. Online verfügbar unter <http://www.airliners.de/das-load-trimsheet-abfertigungsdaten-basiswissen-airline-operations/36061>, zuletzt geprüft am 12.11.2016.

Basiswissen Airline Operations (6) - Was auf dem Vorfeld alles passiert. Online verfügbar unter <http://www.airliners.de/vorfeld-ramp-prozesse-basiswissen-airline-operations/36294>, zuletzt geprüft am 12.11.2016.

Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (10.12.1997): Verordnung über Bodenabfertigungsdienste auf Flugplätzen. Bodenabfertigungsdienst - Verordnung - BADV.

Catherine Hennessy, Secretary to the PRC (2015): Eurocontrol Performance Report 2015. An Assessment of Air Traffic Management in Europe during the Calendar Year 2015.

Eine Deutsche 4-Star Airline (2016a): ATM A320. Ground Operations Manual.

Eine Deutsche 4-Star Airline (2016b): Integrated Ground Cockpit Communication. Crew Portal.

Eine Deutsche 4-Star Airline (2016c): Kont Abfertigungskonzept. Crew Portal.

Europäische Kommission (01.12.2011): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments des Rates über Bodenabfertigungsdienste auf Flughäfen der Union zur Aufhebung der Richtlinie 96/67/EG.

Flughafen München GmbH; ACDM Germany; Deutsche Flugsicherung GmbH (2016): Airport Collaborative Decision Making. Airport CDM am Flughafen München - Verfahrensbeschreibung. Hg. v. Flughafen München GmbH, ACDM Germany und Deutsche Flugsicherung GmbH. München.

Fricke, Hartmut; Schultz, Michael (2009): Delay Impacts onto Turnaround Performance. Optimal Time Buffering for Minimizing Delay Propagation. Technische Universität Dresden, Dresden. Chair of Air Transport Technologies and Logistics.

Groß, Sven; Schröder, Alexander (2007): Basic Business Model of European Low Cost Airlines. An Analysis of Typical Characteristics. Online verfügbar unter https://books.google.nl/books?id=n4Aq4F3wRY0C&pg=PA45&lpg=PA45&dq=airlines+create+low+cost+segment+germanwings&source=bl&ots=dvpYSSzSmb&sig=Oo4k7_i1BpKMtkITFOZ5hDcmwF4&hl=de&sa=X&ei=0-RIVY_3OISssAHF_YGYAw&ved=0CE0Q6AEwBw#v=onepage&q&f=false, zuletzt geprüft am 15.11.2016.

IATA (2013): Standard Ground Handling Agreement. Hg. v. Swissport International Ltd. Zürich.

IATA (2015): Ground Operations Manual (IGOM). Supplement to Airport Handling Manual (Temporary Revision 1).

Kolukısa, Ayça (2008): Evaluating Aircraft Turnaround Process in the Framework of Airport Design and Airline Behaviour. Universidade do Porto, Porto, Portugal. Faculdade de Engenharia.

Mensen, Heinrich (2003): Handbuch der Luftfahrt. 2. Aufl. Berlin: Springer.

Pompl, W. (2007): Luftverkehr. Eine ökonomische und politische Einführung. 5. Aufl. Berlin: Springer.

Ryanair (2015): Annual Report 2015. Hg. v. Ryanair.

Schlegel, Andreas (2010): Bodenabfertigungsprozesse im Luftverkehr. Eine statistische Analyse am Beispiel der Deutschen Lufthansa AG am Flughafen Frankfurt/Main. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler.

Schmidt, G.H.E. (2000): Handbuch Airlinemanagement. München: Oldenbourg.

Scholz, Dieter: Flugzeugentwurf für kostenoptimierte Abfertigung. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Forschungsgruppe Flugzeugentwurf.

Scholz, Dieter; Gomez, F.: Improvements to Ground Handling Operations and their Benefits to direct Operatin Costs. Hamburg.

Scholz, Dieter; Krammer, Philip; Sánchez Rico, Diana (2011): FHprofUnd-Projekt "ALOHA". Flugzeugentwurf für kostenoptimierten [sic!] Bodenabfertigung. Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Hamburg. Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau.

Schultz, Michael; Kunze, Thomas; Fricke, Hartmut; Oreschko, Bernd (2012): Dynamic Turnaround Management In A Highly Automated Airport Environment. Technische Universität Dresden, Dresden. Department of Air Traffic Technology and Logistic.

Sinz, Erik; Kanzler, Peter; FMG (2013): Airport CDM München. Resultate 2012. Hg. v. Deutsche Flugsicherung GmbH. Langen.

SKYTRAX (2016): Certified 4 Star Airline Ratings. Online verfügbar unter <http://www.airlinequality.com/ratings/4-star-airline-ratings/>, zuletzt geprüft am 05.11.2016.

Wieske-Hartz, H. C. (2004): Airline Operation. Praxisbuch für Personal von Fluggesellschaften und Flughäfen. Norderstedt: Books on Demand.