



**Wettbewerbsfähiger Flughafen
(WFF)**

WFF-TP3.2

D3.2.1.3

Konzept zur Einbettung und Simulation
der Arbeitsposition der DLH

Yves Günther

DLR

Projekt Manager

Dr. Jens Konopka

Deutsche Flugsicherung GmbH

63202 Langen, Deutschland

Telefon: +49 (0)6103 707 5792,

Fax: +49 (0)6103 707 5741

gefördert durch
das BMWi





Wettbewerbsfähiger Flughafen (WFF)

Cluster:	3 (Turnaround)
Dokument Nr.:	D3213
Version Nr.:	1.00
Einstufung:	nicht öffentlich
Anzahl der Seiten:	33

Projekt Manager

Dr. Jens Konopka

Deutsche Flugsicherung GmbH

63202 Langen, Deutschland

Telefon: +49 (0)6103 707 5792,

Fax: +49 (0)6103 707 5741

gefördert durch
das BMWi





Dokumentenkontrolle

Projekt Manager	Dr. Jens Konopka	
Verantwortlicher Autor	Yves Günther	DLR
Weitere Autoren	Gunnar Spies, Ralf Brucherseifer	DLR
Titel des Dokumentes:		
Zugehöriges Arbeitspaket:	TP 3.2	
Dokument Nr.	D3213	
Speicherdatum:	2010-09-08	
Dokument Version:	1.00	
Datei Name	D3213_WFF_TP3_2_V1 0_20100913.doc	
Anzahl der Seiten	33	
Status Geheimhaltung	nicht öffentlich	



Inhalt

Dokumentenkontrolle.....	3
Inhalt	4
1 Ziel des Dokumentes.....	6
2 Logische Einbettung der Arbeitsposition der DLH in die APOC Umgebung	7
2.1 Benötigte Daten für die Anbindung der Arbeitsposition der DLH	7
2.1.1 Daten aus dem DLR System	7
2.1.2 Szenario Daten eines realen Betriebstages.....	8
2.2 Art der Anbindung	9
3 Simulationsmöglichkeiten mit dem DLH-Client	12
3.1 Kopplung von Arbeitspositionen	12
3.2 Testaufbau	13
3.3 Daten aus dem DAS-System	14
3.3.1 Systembeschreibung DAS/Airport	14
3.3.2 DAS-WEB.....	15
3.4 Szenarienwahl mit Hilfe der DAS-Daten	15
4 Systemische Einbettung der Arbeitsposition der DLH	16
4.1 Anbindung an ein Bonus-Malus System als Mittel zur Einflussnahme	16
4.1.1 Anforderungen zum Erwerb von Bonus-Punkten	17
4.1.1.1 Bekanntgabe der TOBT	17
4.1.1.2 Demand Anpassung (auf Flow Ebene).....	17
4.1.1.3 Verschiebung/Delay eines Fluges	18
4.1.1.4 Flugstreichung bei Over-Demand	18
4.1.2 Möglichkeiten der Vorteilsnahme durch Bonus-Punkte	18
4.1.2.1 Vergabe von Prioritäten	18
4.1.2.2 Erstellung/Anpassung eines Steuerbarkeitsfensters	19
4.1.3 Tabellarischer Überblick	20
4.1.4 Ausblick - Anpassung des Systems und Validierung.....	21
4.2 Anbindung an ein Verhandlungssystem.....	22
4.2.1 Use Case.....	22
4.2.2 Workflow	24
4.2.3 Rechte- und Rollenmodell der NPC.....	25
4.3 Anbindung an ein System zur Darstellung des Turnarounds	26
4.4 Anbindung an einen OZ Client	27
4.4.1 Aufgaben des OZ Client.....	27



4.4.2 Dateneingang des OZ Clients.....	30
4.4.3 Datenausgang des OZ Clients	30
4.5 Total Operations Planner (TOP)	30
5 Anhang	31
5.1 Abkürzungen	31
5.2 Literatur.....	32
5.3 Bildverzeichnis.....	32
5.4 Tabellenverzeichnis.....	33



1 Ziel des Dokumentes

Dieses Konzept beschreibt die Einbettung der Arbeitsposition der DLH in die Leitstandsumgebung ACCES (Airport Control Centre Simulator) beim DLR in Braunschweig.

Aufbauend auf dem Dokument D3211_D3212_WFF_TP3_2, welches die Leistungsbeschreibung und das Konzept zur Erstellung eines Airline-Leitstandsclient enthält (eine Arbeitsposition kann mehrere Clients beinhalten), werden in diesem Konzept die notwendigen Anbindungen an die Arbeitsposition der DLH beschrieben. Kapitel 2 beschreibt die logische Umsetzung dieser Anbindung.

In Kapitel 3 werden die Simulationsmöglichkeiten der Arbeitsposition der DLH kurz angesprochen.

Die systemische Einbindung der Arbeitsposition der DLH ist in Kap. 4 beschrieben. Hier wird die Konzeption des Bonus-Malus Systems als einen allerersten Ansatz dargestellt, das Verhandlungssystem kurz beschrieben, die Anbindung an ein Turnaround System dargelegt und die Anbindung der Arbeitsposition der DLH an die Verkehrszentrale (Bezeichnung der Verkehrszentrale der DLH: OZ) erklärt.

Das letzte Kapitel enthält den Anhang. In ihm ist das Abkürzungs-, Literatur- und Abbildungs-Verzeichnis zu finden.



2 Logische Einbettung der Arbeitsposition der DLH in die APOC Umgebung

In diesem Kapitel wird die benötigte Anbindung des DLH-Arbeitsplatzes an die DLR Umgebung beschrieben. Weiterhin wird eine Schnittstelle zum DAS der DLH benötigt, um innerhalb der Leitstandsumgebung getätigte Anfragen und Änderungen zurückspeisen zu können. Der APOC ist physisch beim DLR in Braunschweig aufgebaut und alle Simulationen werden dort stattfinden.

Er ist die zentrale Managementplattform der Flughafenprozesse im hauptsächlich pre-taktischen Zeit-Bereich. Im gemeinsamen Prozess der Entscheidungsfindung versuchen die Stakeholder des Flughafens zusammen Strategien für die optimale Nutzung der Flughafen Ressourcen zu finden, unterstützt von vernetzten Planungswerkzeugen, um einen vereinbarten Quality of Service (QoS) zu gewährleisten.

2.1 Benötigte Daten für die Anbindung der Arbeitsposition der DLH

2.1.1 Daten aus dem DLR System

Grundsätzlich sollen für die Arbeitsposition der DLH folgende Informationen zur Verfügung gestellt werden bzw. folgende Eingaben vorgenommen werden können:

- Performance Parameter (zeitveränderliche Performance Ziele und ihre Gewichtungen)
 - o Kenngrößenverläufe: Pünktlichkeit, Flow, Planeinhaltung etc.
- Übersicht über Ressourcenauslastungen
- Wetter-Informationen (Wetterkategorie, Windrichtung und –stärke)
- Ziel-, Estimate- und Planzeiten von Flügen
- Flugplaninformationen, wie Kettungsinformationen, Turnaroundzeiten, taktische Zeiten, Standplatz, Flugzeug Typen etc.
 - o Flugplan-Updates inkl. Flugstreichung
- Vorgaben für Betriebsgrößen (z.B. maximaler Flow, Arrival/Departure Ratio)
- Eingabe von Randbedingungen (z.B. Flug A vor Flug B)
- Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster (setzen und ändern)
- Anfragen an Operationszentralen senden und Rückantwort empfangen
- Bonuspunkte (sammeln und einsetzen z.B. für Priorisierung von Flügen)
- Konflikterkennung (z.B. Kettungs- und Positionskonflikte, Verletzungen von Präferenz- und Steuerbarkeitsfenstern, erreichte bzw. nicht erreichte Performance-Ziele)
- Kommunikation: Anfragen, formlose Vorschläge, Kommentare (z.B. e-mail, etc.)
- Task-Informationen
 - Task-Liste
 - Rollenverteilung im jeweiligen Entscheidungsprozess
 - Status von What-If probings und Tasks
- What-If Probing (Zwischen-)Ergebnisse (z.B. Listen):
 - Änderung zum aktuell aktiven Plan
 - Änderung zum alternativen Planungsvorschlag

Womöglich lassen sich nicht alle der genannten Punkte umsetzen. Wie die grafische Gestaltung der genannten Punkte aussehen kann, wird im Dokument D3.2.1.2 beschrieben.



2.1.2 Szenario Daten eines realen Betriebstages

Da das Gesamtsystem nur mit einem realen Verkehrsszenario arbeiten soll, war es notwendig entsprechende Daten aufzuzeichnen.

Es wurde festgehalten, dass Daten der DLH für einen oder mehrere festzulegende Tage an das DLR übermittelt werden. Diese Daten sollten, soweit möglich, dann auch Entscheidungen der DLH beinhalten, damit diese in die Simulation des DLR einfließen können. Ziel ist, dass zwar im APOC der Flugplan angepasst und optimiert wird, eventuelle Entscheidungen der DLH außerhalb des Kompetenzbereiches eines Leitstandsagenten (z.B. besonders wichtige Flugzeuge, welche sind eher unkritisch usw.) aber an der simulierten Arbeitsposition von OZ realitätsnäher gefällt werden. Hierzu zählt auch das Konzept der „Top-Flights“, welches momentan von der DLH entwickelt wird. Dies sind Flüge, die z.B. wichtige Passagiere befördern oder eine wichtige Verbindung bedienen. Sie werden von OZ bestimmt und sollen entsprechend bevorzugt behandelt werden, d.h. pünktlich abfliegen und nach Möglichkeit nicht in der Planung verschoben werden. Dies bedeutet auch, dass diese Entscheidungen von OZ mit in Braunschweig simuliert werden sollen.

Daten der DLH, die zur Erstellung von Szenarien und zur Simulation von Entscheidungen helfen können:

1. Eindeutige Identifikation des Fluges nach ICAO und IATA (Registry, Mode-S etc.)
2. Zahl der Umsteiger auf den Flügen
3. HON, FirstClass, usw. zur Entscheidung, ob z.B. bei drohenden NoShow gewartet werden soll
4. Top-Flights (wenn das Konzept etabliert ist)
5. geplante Flugzeugrotation bezogen auf den Flughafen (HAM)
6. geplante Wartungsintervalle von Flugzeugen bezogen auf den Flughafen (HAM)
7. geplante Crewrotation bezogen auf den Flughafen (HAM)
 - Wenn z.B. ein Flugzeug in HAM auf eine Crew warten muss, die noch mit einer anderen Maschine unterwegs ist
8. Planzeiten
9. Verlaufsdaten (wie der Verkehr tatsächlich abgewickelt wurde als Referenz zur Validierung)

Für die Erstellung des Startszenarios und für die Übermittlung der Referenzdaten ist es ausreichend, die Daten der DLH mittels FTP oder einem anderen geeigneten Protokoll im Vorfeld der Simulation zu übertragen.

Für die Aufzeichnung von DLH-Daten wurde ein DAS-Client vom DLR aus über eine VPN-Verbindung mit der DLH verbunden. Leider stand als Datenquelle nur das DAS der DLH zur Verfügung, sodass wichtige Entscheidungen der OZ nicht nachprüfbar waren. Es muss sich demzufolge bei der Simulation auf Annahmen beschränkt werden.



2.2 Art der Anbindung

Beim DLR werden verschiedene Clients für die einzelnen Stakeholder entwickelt, die über eine Datenbank Daten miteinander austauschen bzw. Daten von Tools empfangen oder an Tools versenden. Ein Client ist hierbei als eine Art Mensch-Maschine-Schnittstelle zu verstehen, um die Funktionalitäten der im APOC einzusetzenden Tools nutzbar und visualisierbar (per Bildschirm) zu machen. Diese Clients sind hierbei ein Teil der entsprechenden Arbeitsposition eines Stakeholders.

Jede einzelne Arbeitsposition in einem APOC ist an verschiedene Systeme, die unterschiedliche Funktionen erfüllen und Informationen anzeigen, angeschlossen. Diese sind einerseits in der APOC-Umgebung angesiedelt und andererseits dienen sie als Schnittstelle nach außen (siehe Abbildung 1).

Als APOC interne Systeme werden hier die Systeme verstanden, welche der Agent direkt benutzt, bzw. in die er direkt Eingaben über einen Client vornehmen kann.

So ist das Bonus-Malus System dafür zuständig, den eigenen Punktestand zu errechnen und es berücksichtigt den Einsatz dieser Punkte bspw. für Priorisierungen eigener Flüge.

Das Verhandlungssystem bietet dem Agenten die Möglichkeit mit den anderen Agenten im APOC systemunterstützt zu verhandeln, sich auszutauschen und gemeinsam zu lösende Aufgaben nach einem vorbestimmten Muster zu bearbeiten.

Das System zur Turnaround-Darstellung bietet dem Agenten einen Blick auf einzelne Flüge, die sich im Turnaround-Status befinden. Hier kann er sowohl die aktuellen Stati und Abweichungen der Prozesse einzelner Flüge erkennen, als auch die Turnaround-Planungen von Flügen, welche sich noch nicht im Turnaround befinden, einsehen. Dieses System kann je nach Einsatzort innerhalb der APOC Umgebung angesiedelt sein, es kann aber auch ein am Flughafen existierendes System darstellen. Im DLR wird dieses System zunächst als APOC - internes System betrachtet.

Aus dem (Total Operations Planner) TOP werden direkt Daten für allgemeine Übersichtsdarstellungen, wie dem Auslastungsstatus einzelner Ressourcen, oder auch die Zielplanungen der einzelnen Flüge generiert. In dieses System werden auch alle für die operativen Planungen relevanten Parameter eingegeben (z.B. Bahnkapazitäten, Key Performance Parameter, Demand Adjustment etc.).

Die Funktionen der APOC - internen Systeme werden weiter unten im Kap. 4 näher erläutert.

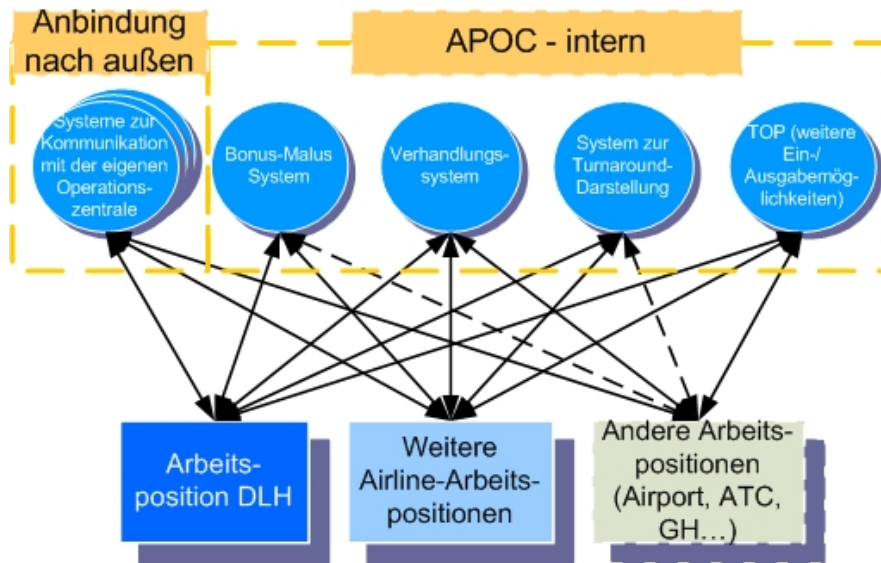


Abbildung 1: Anbindung von Arbeitspositionen in einer APOC Umgebung

Unter dem System zur Kommunikation mit der eigenen Operationszentrale wird z.B. die Anbindung der DLH an die OZ verstanden, da wichtige Entscheidungen einzelne Flüge betreffend, dort getroffen werden.

Um die Übersicht über die Anbindung an APOC - interne und an externe Systeme zu behalten, werden im weiteren Verlauf die einzelnen Arbeitspositionen in die:

- Clients mit Anbindung an alle APOC – internen Systeme und
- die zusätzlichen Clients mit Anbindung an die Außenwelt

aufgeteilt. Abbildung 2 verdeutlicht dies anhand der Arbeitsposition der DLH. Der DLH-Client dient hier der Kommunikation und dem Austausch von Informationen innerhalb des APOC. Dieser Client wird somit an die internen Systeme angeschlossen. Mit dem DLH-Client kann die DLH im APOC mit den anderen Stakeholdern interagieren und eigene Wünsche bezüglich der Planung des abzuwickelnden Verkehrs an einem Flughafen anbringen.

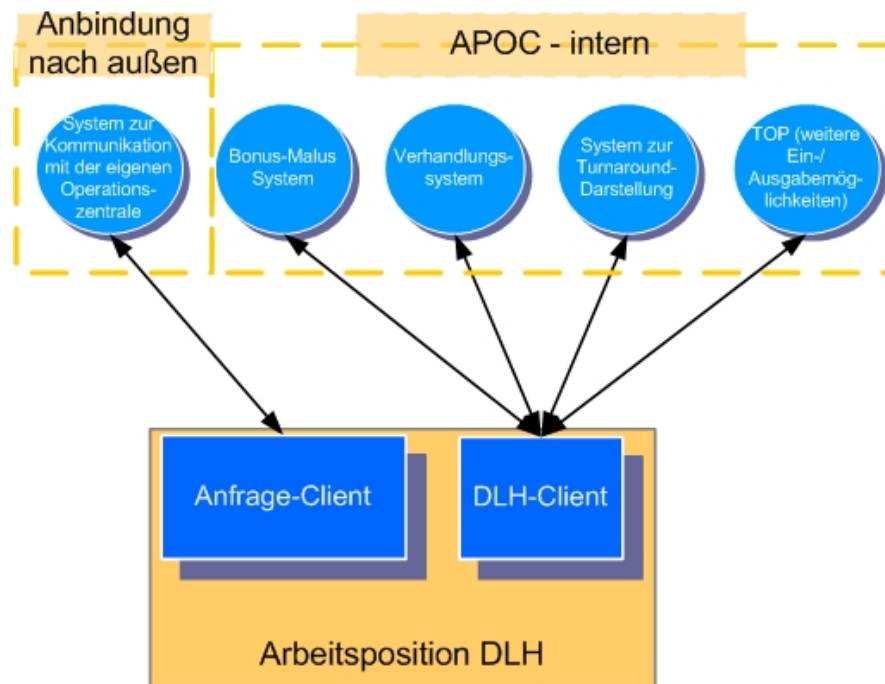


Abbildung 2: Aufteilung der Arbeitsposition DLH

Da auch später bei einer realen Anbindung der Arbeitsposition der DLH an OZ Anfragen des jeweiligen Flughafens übertragen werden sollen, ist es sinnvoll ein weiteres Anfrage-Tool mit entsprechenden Anzeigen zu installieren. Dieses wird nicht zum DLH-Client gehören, da hier nur für DLH relevante Informationen ausgetauscht werden, die nicht die Tools im APOC beeinflussen. Das System wird über den „Anfrage-Client“ bedient werden.

Bei Gesprächen zwischen der DLH, der IDG und dem DLR wurde deutlich, dass die DLH nicht über eine eigene Simulationsumgebung für DAS und angehangene Systeme verfügt. Dadurch kann eine Ankopplung der DLR-Simulation an DLH Systeme nicht vorgenommen werden.

Auch wenn in der Simulation keine reale Rückkopplung der APOC-Simulation über DAS zur DLH erfolgt, sollte nach WFF eine Schnittstelle zwischen dem Anfrage-Client und DAS definiert und vorgesehen werden, um bei einer tatsächlichen Inbetriebnahme eines Leitstandes an einem Flughafen oder der zur Verfügungstellung einer Simulationsumgebung für die Systeme der DLH ein späteres Zusammenspiel zwischen Leitstand und den Systemen der DLH zu ermöglichen. Der voraussichtlich europäische Standard für den Datenaustausch dieser Art wird ADEXP [6] werden und sollte daher nach WFF Anwendung finden. Geplant ist, ein HMI zur Anzeige der Wünsche der Außenstationen an OZ (welcher DLH-Flow ist in welchem Zeitraum angestrebt, Begründung, usw.) in einem ersten Entwurf mit zu entwickeln. Dieses wird zunächst nur über eine einfache Funktionalität verfügen und muss nach WFF weiter diskutiert werden.

Der Anfrage-Client dient hierbei lediglich dem Senden von Anfragen an OZ, bzw. dem Empfangen von Antworten von OZ.

Aufgrund der fehlenden Reaktion der Systeme der DLH auf sich ändernde Begebenheiten innerhalb der Simulationsumgebung des Leitstandes in Braunschweig, ist es sinnvoll, die Flugplandaten und eventuell hinterlegte Entscheidungen der DLH hinsichtlich des zu simulierenden Tages nur als Startscenario und als Referenz für die Simulation zu verwenden.



Die fehlende Rückmeldung von OZ bedingt, dass beim DLR in Braunschweig etwaige Entscheidungen mit Hilfe eines OZ Clients simuliert werden müssen (Abbildung 3). Dieser Client wird in Kap. 4.4 näher erläutert.

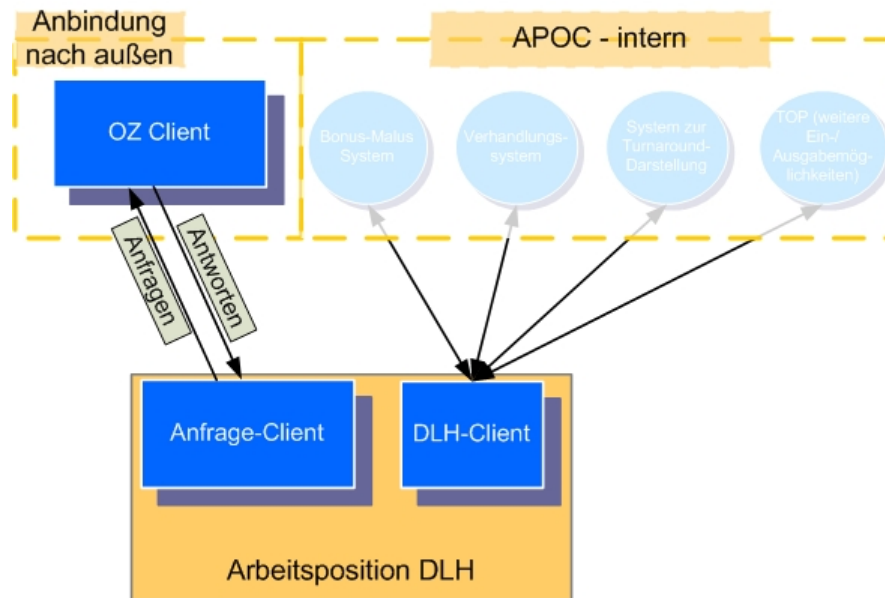


Abbildung 3: Anbindung an den OZ Client

3 Simulationmöglichkeiten mit dem DLH-Client

In diesem Kapitel wird die mögliche Simulation des Leitstandsbetriebes beschrieben, wobei das Augenmerk auf der Simulation des DLH-Client liegt. Daher wird nicht weiter auf die Umsetzung der Rollen anderer Teilhabergruppen (Airport, ATFCM, ATC und Ground Handler) des Flughafens eingegangen.

3.1 Kopplung von Arbeitspositionen

Zur Simulation realer Begebenheiten, z.B. dem Entscheidungsfluss innerhalb der DLH, wäre es notwendig innerhalb der Simulation beim DLR den OZ Client so zu erweitern, dass Entscheidungen, die in der Realität zentral von OZ oder der Einsatzstelle vor Ort / vom HCC gefällt werden, in die Datenbasis der Simulation mit eingegeben werden.

Der OZ Client könnte dafür entweder in den APOC integriert oder hiervon räumlich getrennt aufgebaut werden. In Gesprächen mit der DLH zeigte sich allerdings, dass dies ein sehr komplexes Thema darstellt und deshalb nicht im Rahmen von WFF betrachtet werden kann. Im OZ Client werden somit weiterhin nur Antworten an den DLH-Client nach bestem Wissen, ohne dem Hintergrundwissen realer Umstände, erstellt.

Des Weiteren werden Arbeitspositionen für andere Fluggesellschaften, die ATC und nachgelagert auch den Moderator (ohne den Moderator funktioniert das Verhandlungssystem nicht) benötigt um die



gemeinsame Entscheidungsfindung und Reaktion auf Engpasssituationen wie auch die Auswirkungen des in Kapitel 4 vorgestellten Bonus-Malus-Systems simulieren und validieren zu können.

Für den Anwendungsfall Flughafen Hamburg ist anzunehmen, dass hier in Realität wahrscheinlich kein APOC zum Einsatz kommen wird, sondern vielmehr ein verteiltes System (Koordination der Agenten über Kommunikationsmedien) Anwendung findet. Es könnte daher sinnvoll sein, dass bei der DLH der Client in der bestehenden Einsatzstelle (SE) mit eingerichtet wird. Hier existiert bereits die Kommunikation mit OZ und TOBTs würden womöglich in der Einsatzstelle gesetzt werden können.

Für die Simulationsumgebung des DLR wird festgehalten, dass für Hamburg über den DLH-Client auch TOBTs gesetzt werden sollten, die in der Realität über eigene DLH Systeme eingetragen werden würden.

Der ATC Agent kann einen signifikanten Einfluss auf die Runway-Kapazität nehmen. Dadurch können Bahnsperren z.B. aufgrund von Schneeräumungen simuliert werden.

3.2 Testaufbau

Der grundsätzliche Testaufbau für eine Simulation des Leitstandes für den Flughafen Hamburg ist Abbildung 4 zu entnehmen. Für den Ablauf einer Simulation von Entscheidungsvorgängen und Absprachen zwischen Airlines sind insgesamt 3 Testpersonen vorgesehen, wobei 2 Testpersonen die Entscheidungen aus Sicht der DLH und einer weiteren Airline fällen und entsprechende Handlungen vollführen, während die dritte Testperson die Entscheidungen und Handlungen der Air Traffic Control simuliert. Der Moderator muss ebenfalls teilnehmen, da das Verhandlungssystem sonst nicht funktioniert. Der Moderator hat jedoch keine wesentliche Funktion. Deshalb wird hier nicht weiter auf ihn eingegangen.

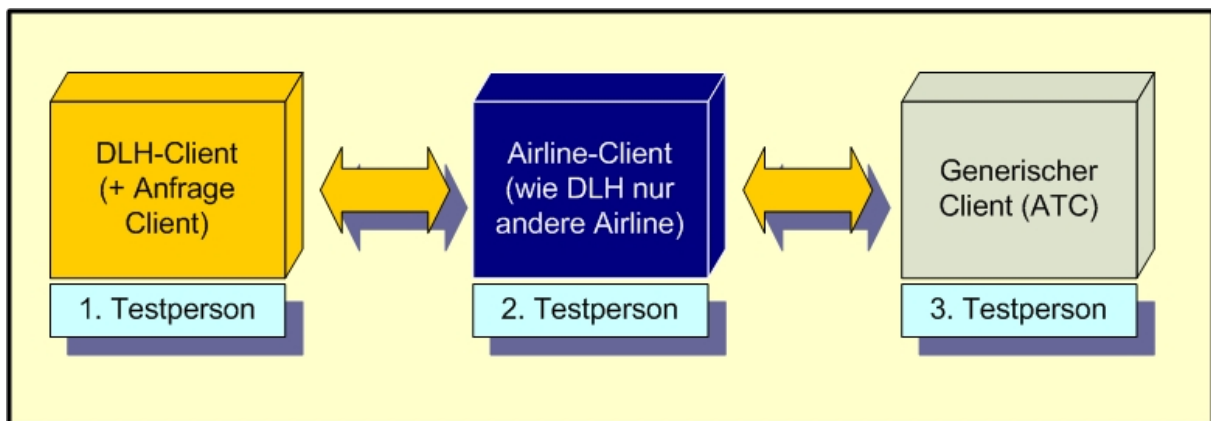


Abbildung 4: Testaufbau für die Simulation des Airline Clients

Bei einer notwendig erscheinenden Reduzierung des Demands innerhalb eines bestimmten Zeitintervalls wird seitens des Agenten der DLH über den Anfrage Client eine entsprechende Anfrage zur Streichung oder zum verzögern von Flügen an den OZ Client geschickt. An den OZ Client werden neben der gewünschten Reduzierung auch übersichtliche und einfache Informationen bezüglich des Grundes übermittelt. Über den OZ Client wird daraufhin eine Bestätigung zur Demand Reduzierung zurück gemeldet. Diese Antwort hat jedoch noch keinen direkten Einfluss auf das Verkehrsszenario selbst, da auch bei OZ in Realität in eigenen Systemen dann Flüge tatsächlich erst gestrichen oder delayed werden müssen. Erst danach werden diese Änderungen auch für Andere sichtbar.



In der Simulation können die Streichungen oder Delays von einem Mitarbeiter des DLR direkt in das Simulationssystem eingetragen und damit das Verkehrsszenario geändert werden. Somit wird die Ankündigung der simulierten OZ umgesetzt.

Zur Auswertung der Simulation werden die tatsächlichen Verlaufsdaten des simulierten Tages als Referenz zu Rate gezogen. Es ist vorgesehen, dass von einem ausgesuchten Betriebstag in Hamburg live Informationen über einen eingerichteten DAS-Client im DLR aufgezeichnet werden. Die Verkehrsentwicklung kann mitverfolgt und somit ein Eindruck über die realen Abläufe gewonnen werden. Dies dient dem Zweck in der Simulation die real getroffenen Entscheidungen nach bestem Verständnis nachzuempfinden und damit die Simulation in Braunschweig möglichst realitätsnah zu gestalten. Da es sich hierbei nur um DLH-Daten handelt, ist angestrebt ebenfalls Daten der FHG zu beziehen.

Die Szenarien und die während eines Simulationsdurchlaufes gefällten Entscheidungen werden auf einfachen Annahmen beruhen. Es sind mehrere Auswertungen geplant, die zu einer Anpassung der Szenarien und zu möglicherweise veränderten Entscheidungen führen. Zu erhoffen ist, dass sich dadurch die Szenarien immer mehr der Realität anpassen und die Entscheidungsabläufe immer weiter verbessert werden.

3.3 Daten aus dem DAS-System

Um ein Szenario durchspielen zu können, war es notwendig eine passende Datengrundlage „realer“ Daten zur Verfügung gestellt zu bekommen. Von Februar bis Juli 2009 ist hierfür eine live-Datenanbindung zum DAS-System der Lufthansa hergestellt worden. Die aufgezeichneten Daten umfassen umfangreiche Informationen zu den einzelnen Flügen der Lufthansa (die Datenbank enthält weitere Flüge von Partner Airlines, diese werden jedoch nicht genutzt). Eine detailliertere Auflistung ist dem Dokument D 3.2.3.2_3.2.4.1_3.2.4.2 zu entnehmen.

3.3.1 Systembeschreibung DAS/Airport

DAS/Airport ist das Daten-Austausch-System für operationelle Verkehrsdaten zwischen der Lufthansa und größeren deutschen Flughäfen. Es versorgt zur Zeit insgesamt 30 Dispositionssysteme mit Verkehrsdaten.

In der Applikation DAS/Airport werden Verkehrsdaten von verschiedenen Dispositions- und Informationssystemen der Lufthansa sowie der deutschen Flughäfen gesammelt und für einen Zeitraum von -7 bis +6 Tagen bereitgestellt.

Ziel des DAS/Airport-Systems ist es:

- die Abfertigungs- und Verkehrsdaten zwischen den jeweiligen Flughäfen und der Lufthansa über genau eine Schnittstelle auszutauschen. Dabei werden die Daten automatisch in das jeweils erforderliche Format konvertiert.
- alle diese Informationen und Daten innerhalb des DLH-Konzerns in einer einheitlichen und standardisierten Form zu publizieren und so den Aufbau und die Weiterentwicklung



3.3.2 DAS-WEB

DAS-WEB ist ein webbasiertes Anzeigetool zur Darstellung der Flugverkehrsdaten von DAS/Airport. Eingesetzt wird DAS-WEB zur Unterstützung der Arbeitsabläufe in den SE-, SV- und SO-Bereichen an den Deutschen Stationen. Gleichzeitig dient DAS-WEB auch bei der LSG, LHT usw. als Anzeige- und Informationstool für Flugverkehrsdaten. DAS-WEB gibt es als Browserclient und als Powerclient.

Jeder Mitarbeiter kann die webbasierte Version von DAS-WEB über das Intranet nutzen. Hierfür wird eine Default-Rolle eingesetzt. Mit dieser Rolle kann man sich einen Überblick über DAS-WEB verschaffen sowie Standardinformationen (z.B. Ankunfts- und Abflugszeiten der Flüge, Wetterinformationen etc.) abrufen, sensible Informationen und Daten wie z.B Delaycodes etc. werden jedoch ausgeblendet.

3.4 Szenarienwahl mit Hilfe der DAS-Daten

In Erwartung, dass die besten Ergebnisse durch eine Simulation in Verspätungssituationen zu erreichen sein werden, wurden die Daten nach entsprechenden Kriterien durchsucht und ausgewertet. Da eine größere Zahl an Verspätungen oft mit verschiedenen Wettersituationen korreliert, wurden weiterhin METAR-Daten vom Hamburger Flughafen mit aufgenommen. Diese Informationen dienen jedoch lediglich als Hinweis darauf, wie die Operations an dem jeweiligen Tag verlaufen sein könnten.

Die Simulation kann jeweils nur mit einem Datensatz arbeiten. Deshalb wurde entschieden, dass ein Referenztag ausgewählt werden sollte, an dem möglichst viele Verspätungen auftraten, um das mögliche Potential einer Verkehrsflussoptimierung aufzuzeigen.

Als Referenztag mit möglichst vielen Verspätungen kam der 10.02.09 in Betracht (siehe Abbildung 5). Hier waren entsprechend der Aufzeichnungen aus dem DAS System 71 Departures und 50 Arrival mit mehr als 15min verspätet. Um die Daten in ein entsprechendes Szenario für die Systeme überführen zu können, war die Komplettierung der Datensätze um Nicht-DLH Flüge notwendig. Diese Datensätze wurden von der FHG bereit gestellt.



BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC	CD	CE	CH	CI
Minutes	Scheduled Arrival Time - lxx	Minutes		zeitliche Sortierung Schedule ARR und DEP in HAM	mitgebrachtes HAM ARR Delay	errechneter offblock = onblock + Minimum Ground Time in HAM	tatsächlicher offblock in HAM	Abflugdelay (AOBT-SDT) in HAM	Ankunftsdelay (AONB-SAT) in HAM	Anzahl Verspätungen DEP >15min	Anzahl Verspätungen ARR >15min
				05:00:00	0:00	0:40	5:16	00:16:00		71	50
				05:05:00	0:00	0:00	5:21	00:16:00			
				05:30:00	0:00	0:35	5:43	00:13:00			
				05:30:00	0:00	0:00	5:58	00:28:00			
				05:40:00	0:00	0:00	6:01	00:21:00			
				05:40:00	0:00	0:35	5:58	00:19:00			
				05:45:00	0:00	0:30	6:12	00:27:00			
				06:00:00	0:00	0:25	6:07	00:07:00			
				06:00:00	0:00	0:40	6:30	00:30:00			
				06:00:00	0:00	0:30	6:21	00:21:00			
				06:00:00	0:00	0:25	6:12	00:12:00			
				06:00:00	0:00	0:00	6:40	02:40:00			
				06:00:00	0:00	0:25	6:19	00:19:00			
				06:00:00	0:00						
				06:05:00	0:00	0:25	6:24	00:19:00			
				06:05:00	0:00	0:25	6:49	00:44:00			
				06:05:00	0:00	0:30	6:27	00:22:00			
				06:10:00	0:00	0:25	6:43	00:33:00			
				06:10:00	0:00	0:00	6:42	00:32:17			
				06:20:00	0:00	0:40	6:40	00:20:00			
				06:30:00	0:00	0:35	10:50	04:20:00			
				06:40:00	0:00	0:00	8:46	02:06:00			
				06:50:00	0:00				00:04:00		
				06:50:00	0:00				00:19:00		
				06:55:00	0:00	0:00	6:45	01:50:00			
				06:55:00	0:00						
				07:00:00	0:00						
				07:00:00	0:00				00:02:00		
				07:00:00	0:00				00:08:00		
				07:00:00	0:00				00:15:00		
				07:00:00	0:00						
				07:00:00	0:00				00:20:00		
				07:05:00	0:00				00:17:00		
				07:10:00	0:00	0:30	7:19	00:09:00			
				07:10:00	0:00	0:45	9:28	02:18:00			
06:55	10.02.2009	06:55:00		07:25:00	0:00	6:55	8:30	01:05:00			
				07:25:00							
07:15:00	10.02.2009	07:00:00		07:30:00	0:15	7:15	9:25	01:55:00			
06:54:00	10.02.2009	06:50:00		07:30:00	0:04	7:29	8:38	01:09:00			
06:55:00	10.02.2009	07:00:00		07:30:00		7:28	8:24	00:54:00			

Abbildung 5: statistische Auswertung verspäteter Flüge am 17.02.09, Quelle der Daten: DAS

4 Systemische Einbettung der Arbeitsposition der DLH

4.1 Anbindung an ein Bonus-Malus System als Mittel zur Einflussnahme

Es wird davon ausgegangen, dass die Umsetzung der APOC-Entscheidungen nur auf Basis eines entsprechenden Anreizsystems für die beteiligten Stakeholder möglich sein wird. Für die Umsetzung eines Bonus-Malus-Systems wird den Aktionen, die im Konzept zur Erstellung eines Airline-Clients beschrieben wurden, eine Vorschrift zur Berechnung der Bonus-/Malus-Punkte zugeordnet. Aus dieser Vorschrift geht hervor, unter welchen Voraussetzungen ein maximaler Bonus erworben werden kann, sowie welche Umstände dazu führen können, dass ein Malus erworben wird. Die erworbenen Punkte können mit Hilfe des Airline-Clients zum einen einzelnen Flügen als Prioritäten zugeordnet werden, so dass man sie im Mittel in der prätaktischen und taktischen Sequenzplanung bevorzugt, zum anderen kann man die Punkte zur Erstellung/Anpassung von Steuerbarkeitsfenstern nutzen. Dies würde u.a. ermöglichen, die „TopFlights“ der DLH zu bevorzugen und sie somit pünktlicher starten zu lassen, da eine größere Verschiebung eines Fluges mit diesen Maßnahmen unterbunden wird.

Dieser Abschnitt beschreibt einen ersten Vorschlag zur Erstellung solcher Berechnungsvorschriften. Dabei ist klar, dass dieser Ansatz zunächst rudimentär ist und umfangreiche Abstimmungsrunden durchlaufen wird, bevor er eine allgemeine Akzeptanz erreicht.



4.1.1 Anforderungen zum Erwerb von Bonus-Punkten

Die folgenden vier Abschnitte beschreiben einen ersten Vorschlag zur Berechnung der Bonus- bzw. Malus-Punkte für die ersten rudimentären Anforderungen an eine Fluggesellschaft. Dabei wird nur bei der „Bekanntgabe der TOBT“ ein Malus erteilt, wenn die Fluggesellschaft diesen Punkt komplett außer Acht lässt, da unter der A-CDM-Annahme die Bekanntgabe der TOBT essentiell für den reibungslosen Ablauf am Flughafen nach dem Turnaround ist.

Die Erfassung der Wichtigkeit des Fluges für die Anbindung der Airline zum Zielort lässt sich momentan noch nicht konkret in Punkte fassen. Hier muss noch eine Lösung in Zusammenarbeit mit der DLH erfolgen. Danach wird dieses Kriterium ebenfalls in die Bewertung von Flugverschiebungen und Flugstreichungen mit einfließen. Ebenfalls ist zu erwähnen, dass im ersten Ansatz auch nur Passagier-Flüge bewertet werden und Cargo-Flüge außen vor gelassen werden.

4.1.1.1 Bekanntgabe der TOBT

Die Bekanntgabe einer zuverlässigen TOBT ist ein Schlüsselement in der prätaktischen Zielzeitenplanung und soll für jeden einzelnen Flug erfolgen. Die Zuverlässigkeit der TOBT wird durch einen Vergleich mit der ready-Zeit für start-up gemessen. Für die Belohnung dieser Aktion mit Bonuspunkten spielen folgende Faktoren eine Rolle:

- Δt_V Zeitspanne zwischen Bekanntgabe der TOBT und geplantem Eintritt (Vorlauf)
- t_{OB} Zeitpunkt, zu dem der Flug „Ready for start-up“ meldet (Offblock)
- n_{Up} Anzahl der Updates der zuerst gemeldeten TOBT
- Δt_{Tol} Zeitspanne nach TOBT, in der der Flug noch als pünktlich angesehen wird

Dabei soll gelten, dass es umso mehr Punkte gibt, je früher die TOBT gemeldet wird und je weniger Updates erfolgt sind. Der Toleranzbereich Δt_{Tol} nach TOBT sollte nach der durchgeführten Simulation ermittelt und für den Anfang erstmal recht großzügig bemessen werden. Eine Toleranz von 5 Minuten ist wahrscheinlich zunächst ausreichend.

Die Vergabe von Punkten wird dann mittels der folgenden Vorschrift geregelt:

- $\max\left(\left\{0.2 - n_{Up} \cdot 0.04 - v, v = \begin{cases} 0.1, \Delta t_V < 30 \text{ Minuten} \\ 0, \text{sonst} \end{cases}, 0\right\}, t_{OB} \leq (TOBT + \Delta t_{Tol})\right)$
- -0.1 Punkte $, t_{OB} > (TOBT + \Delta t_{Tol})$
- -0.2 Punkte $, \text{wenn TOBT nicht gemeldet}$

4.1.1.2 Demand Anpassung (auf Flow Ebene)

Wird ein Demand-Überhang prognostiziert, so dass im Fall des Eintritts dieses Ereignisses es zu Flugverschiebungen bzw. Flugstreichungen kommen muss, so kann sich die Airline durch



rechtzeitiges Bereiterklären zur Reduktion des Überhangs einen Bonus verschaffen (hier ist nur von der Zahl der Flüge die Rede, noch nicht von konkreten Flügen, zu verstehen wie ein vorläufiges Commitment). Tritt dieses Ereignis schließlich ein, so bekommt die Airline für jede Flugverschiebung bzw. –streichung, die sie vorher benannt hat, einen Bonus für ein frühzeitiges Commitment in Höhe von 0.5 Punkten. Tritt die Situation, derer wegen eine Verschiebung bzw. eine Streichung vorgesehen war, nicht ein, so werden für die Demand Anpassung keine Punkte gutgeschrieben.

4.1.1.3 Verschiebung/Delay eines Fluges

Wird ein Flug zur Beseitigung einer Engpasssituation verschoben/verspätet, so soll es durch die Vergabe von Bonuspunkten möglich sein, dafür einen anderen Flug zu priorisieren. Dabei soll im ersten Ansatz die Wichtigkeit des Fluges für die Airline in Form von Passagieren und Flugzeugtyp einfließen. Für eine Verschiebung gibt es grundlegend 1.5 Punkte. Diese kann noch um 0.25 Punkte erhöht werden, wenn der Flug über 150 Gäste transportiert bzw. um 0.5 Punkte, wenn der Flug mehr als 250 Gäste hat. Ein weiterer Bonus von 0.25 Punkten wird gewährt, wenn der Flugzeugtyp der Gewichtskategorie (GK) „Medium“ (M) angehört bzw. 0.5 Punkten, wenn er der GK „Heavy“ (H) angehört.

Die Punkte für das frühzeitige Commitment zur Demand Anpassung und die Punkte aus der Verschiebung eines Fluges werden kumuliert und nur zusammen tatsächlich der Airline gutgeschrieben.

4.1.1.4 Flugstreichung bei Over-Demand

Wird ein Flug zur Beseitigung einer Engpasssituation gestrichen, so stellt dies eine Ausnahmesituation für eine Airline dar und soll dementsprechend gut belohnt werden. Die Wichtigkeit des Fluges soll dabei über Passagiere und Flugzeugtyp einfließen. Eine Streichung soll grundlegend 3 Bonuspunkte geben. Ebenso soll es bei mehr als 150 Gästen 0.25 Punkte extra geben und bei mehr als 250 Gästen 0.5 Punkte extra. Ein weiterer Extra-Bonus in Höhe von 0.25 Punkten wird gewährt, wenn der Flugzeugtyp der GK „Medium“ angehört bzw. 0.5 Punkte, wenn er der GK „Heavy“ angehört.

Die Punkte für das frühzeitige Commitment zur Demand Anpassung und die Punkte aus der Streichung eines Fluges werden kumuliert und nur zusammen tatsächlich der Airline gutgeschrieben.

4.1.2 Möglichkeiten der Vorteilsnahme durch Bonus-Punkte

Wurden seitens der Fluggesellschaft genügend Bonus-Punkte gesammelt, so dass ein positiver Punktestand existiert, so können diese Punkte in eine Vorteilsnahme umgewandelt werden. Unter den folgenden zwei Punkten findet sich ein erster Ansatz dafür.

4.1.2.1 Vergabe von Prioritäten

Erworbene Bonuspunkte können direkt in Prioritätspunkte für einzelne Flüge umgewandelt werden. Diese Prioritätspunkte gehen direkt an die angeschlossenen taktischen und prätaktischen Systeme und bewirken im Mittel eine Verbesserung des Fluges in der Abflugsequenz.

Abbildung 6 zeigt, wie sich eine mögliche Priorisierung intern und durch den Einsatz von Bonuspunkten auswirken kann. Während bei der internen Priorisierung lediglich Flüge der eigenen



Airline getauscht werden und dadurch Flüge anderer Airlines weiterhin bei ihrer Abflugzeit bleiben, können sich die Abflugzeiten anderer Airlines durch den Einsatz von Bonuspunkten verändern.

Eine 100% Zusicherung einer Verbesserung durch Priorisierung kann schon auf Grund der möglichen gleichzeitigen Priorisierung anderer Airlines nicht gegeben werden. Zudem muss die Optimierung der Abflugsequenz im Hinblick auf ein Gesamtoptimum mit vielen Einschränkungen erfolgen, so dass sich eine Einzelflugpriorisierung hier auch harmonisch einfügen muss.

Die Höhe der Priorisierung ist nicht limitiert, eine größere Anzahl eingesetzter Punkte wird sich im Mittel immer besser auswirken. Erste Tests mit dem DLR Departure Manager haben gezeigt, dass eine Priorisierung von bis zu 3 Punkten pro Flug sich deutlich bemerkbar in der Sequenzplanung macht und Priorisierungen darüber hinaus keine nennenswerte Verbesserung mehr brachten.

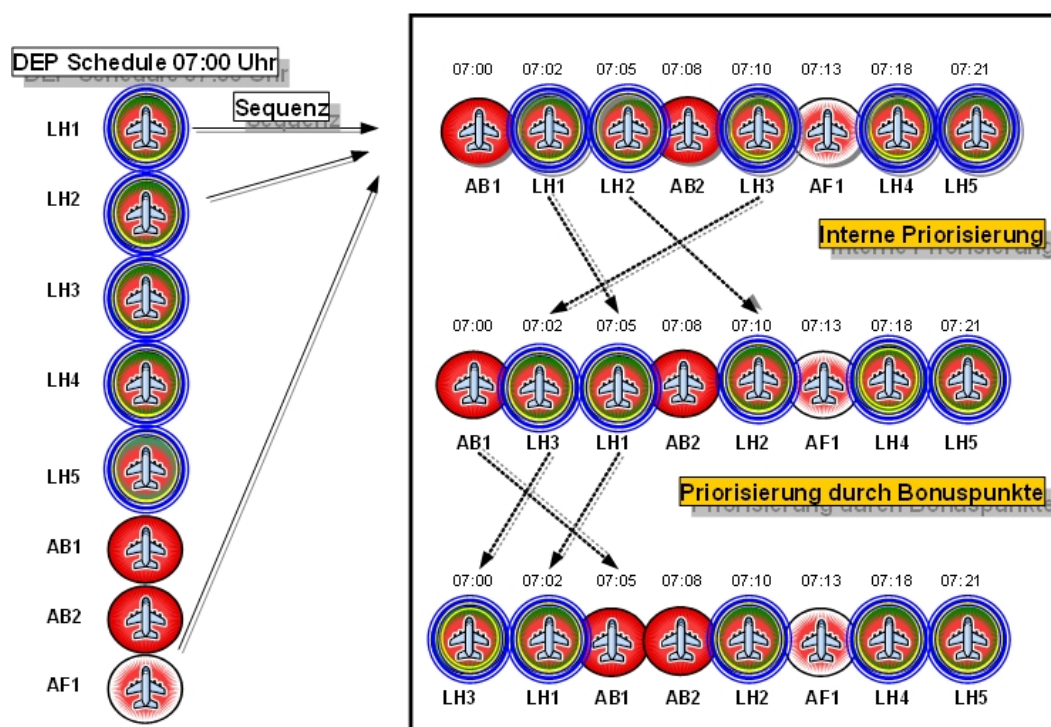


Abbildung 6: Priorisierungsmöglichkeiten für eine Airline am Beispiel von Flügen der DLH

4.1.2.2 Erstellung/Anpassung eines Steuerbarkeitsfensters

Arrivals besitzen von vornherein ein Steuerbarkeitsfenster, welches von den Planungswerkzeugen eingehalten werden soll, da der betreffende Flug ansonsten nicht wie geplant durchführbar ist, z.B. einen Alternate ansteuern muss. Besitzt ein Departure einen CFMU-Slot, so wird dieser als festes Steuerbarkeitsfenster für diesen Flug genommen, das nur durch den Erwerb eines neuen CFMU-Slots geändert werden kann. Besitzt ein Departure keinen CFMU-Slot, so hat er initial kein Steuerbarkeitsfenster (siehe Abbildung 7).

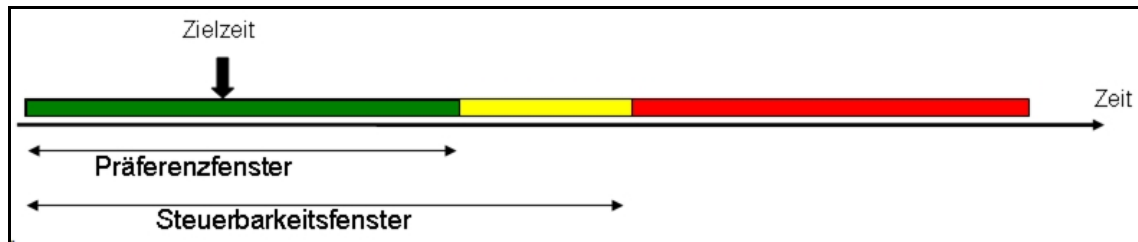


Abbildung 7: Steuerbarkeitsfenster

Die Erstellung eines Steuerbarkeitsfensters für Departures, die keinen Slot seitens der CFMU haben, soll im ersten Ansatz einen Bonuspunkt kosten. Die Erstellung eines Steuerbarkeitsfensters (nicht CFMU-Slot) für einen Departure wirkt sich nur in der prätaktischen Sequenzplanung direkt aus. Hier wird für den Flug ein Bereich für die mögliche Abflugzeit vorgegeben. Dadurch wird der Flug prätaktisch stabiler geplant und bekommt eine prätaktische Zielzeit, die im Mittel näher an der seitens der Airline gewünschten Zeit liegt. Diese Zielzeit wirkt sich indirekt auf die taktische Planung aus, da die ATC-Planungswerkzeuge AMAN (Arrival Manager) und DMAN (Departure Manager) die im prätaktischen Bereich erworbene Zielzeit eines Fluges innerhalb ihres Planungshorizontes ebenfalls berücksichtigen und nach Möglichkeit einhalten.

Bei der Anpassung des Steuerbarkeitsfensters eines Anflugs kann durch Reduktion des Zeitraums des Fensters eine noch bessere prätaktische Zielzeit erreicht werden. Jedes Steuerbarkeitsfenster soll im ersten Ansatz nur einmal angepasst werden können, dabei soll die Anpassung pauschal 0.5 Punkte kosten. Sollten sich planungsrelevante Zeiten von außen ändern, so dass der Flug prätaktisch verschoben werden muss, so wird das Steuerbarkeitsfenster automatisch mit verschoben, so dass keine manuelle Anpassung nötig ist.

Die Größe der Reduktion kann hier noch nicht angegeben werden, weil sie direkt von der späteren genauen Größe eines Steuerbarkeitsfensters bei der Durchführung einer Simulation abhängen wird.

4.1.3 Tabellarischer Überblick

Die folgenden beiden Tabellen fassen die Möglichkeiten zum Bonusverdienen und der Vorteilnahme noch einmal zusammen:

$p \in [0..\infty]$ möglich, $p \in [0..3]$ empfohlen	Vergabe von Prioritätspunkten für Departures
$p = 1$	Erstellung eines Steuerbarkeitsfensters für Departures
$p = 0.5$	Anpassung eines Steuerbarkeitsfensters für Arrival

Tabelle 1: Kosten p der Vorteilnahme durch Bonuspunkte



$b = \max(0.2 - n_{Up} \cdot 0.04 - v, 0); v = \begin{cases} 0.1, & \Delta t_v < 30 \text{ Minuten} \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$	Gemeldete TOBT ist im Toleranzbereich
$b = -0.1$	Gemeldete TOBT außerhalb des Toleranzbereiches
$b = -0.2$	Keine TOBT gemeldet
$b = 0.5$	Eintritt einer zuvor zugesicherten Demand-Anpassung
$b = 1.5 + b_{PAX} + b_{GK}; b_{PAX} = \begin{cases} 0.25, & PAX > 150 \\ 0.5, & PAX > 250 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}; b_{GK} = \begin{cases} 0.5, & GK = H \\ 0.25, & GK = M \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$	Demand-Anpassung durch Verschiebung/Delay
$b = 3 + b_{PAX} + b_{GK}; b_{PAX} = \begin{cases} 0.25, & PAX > 150 \\ 0.5, & PAX > 250 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}; b_{GK} = \begin{cases} 0.5, & GK = H \\ 0.25, & GK = M \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$	Demand-Anpassung durch Flugstreichung

Tabelle 2: Möglichkeiten zum Gewinn und des Verlustes von Bonuspunkten b

4.1.4 Ausblick - Anpassung des Systems und Validierung

Die genauen Auswirkungen auf das gesamte System und somit eine optimierte Konfiguration des Bonus-Malus-Systems wird erst mit einer weiteren Simulation nach WFF einhergehen, da das Bonus-Malus-System auf technischer Ebene zwar bereitgestellt, aber noch nicht in den Client eingebunden ist. Das genaue Verhalten der Testperson am Airline-Client im Hinblick auf Vergabe von TOBTs und Einsatz von Bonuspunkten wird dabei genauso interessant sein, wie die Auswirkungen von Priorisierungen. Dabei wird auch zu untersuchen sein, wie sich die prätaktische und taktische Planung bzw. Sequenzbildung verhält, wenn nicht nur eine Airline das System für sich nutzt, sondern mehrere Akteure (Airlines) das System zu ihren Gunsten verwenden wollen.

Anschließend können mögliche operationelle Änderungen der Anforderungen vorgenommen werden (Vereinfachungen bzw. weitere Anforderungen) als auch eine Anpassung der Punktevergabe.

Zur Validierung des Systems werden die Ergebnisse der Simulation dann auf verschiedene Aspekte hin untersucht:



- Wie viele Punkte werden für eine Priorisierung investiert?
- Wie stark wirken sich die Priorisierungen im Hinblick auf Sequenzpositionen bzw. Pünktlichkeit aus?
- Wie wirken sich Priorisierungen auf das Gesamtoptimum der Planung aus?
- Wie oft wurden welche Maßnahmen umgesetzt?
- Wie viele Punkte ergaben sich im Schnitt für welche Anforderung?

4.2 Anbindung an ein Verhandlungssystem

Für den Erfolg einer gemeinsamen Entscheidungsfindung in einem APOC ist die intensive Kommunikation zwischen den einzelnen Agenten der Airline(s), der ATC, dem Flughafen, des/der Ground Handler(s) und der ATFCM notwendig. Der Hauptgedanke ist hierbei das Ermöglichen und Forcieren der direkten Kommunikation zwischen den einzelnen Teilhabern durch ihre Repräsentanten im APOC. Insbesondere durch die Lokalisierung des CDM Prozesses in einem Raum (oder physische Verteilung der Agenten mit Anschluss an entsprechende Kommunikationseinrichtungen) und durch untereinander vernetzte technische Unterstützungssysteme kann dies erreicht werden. Die Vorteile sind eine gemeinsame Informationsgrundlage (Powerwall), kurze Wege der Kommunikation, welche in offener Diskussion erfolgen kann, und der schnelle Datenaustausch komplexer Sachverhalte mittels der technischen Unterstützung. Hierdurch wird eine schnellere Reaktion auf bevorstehende Ereignisse ermöglicht und die Koordination der einzelnen Agenten untereinander erleichtert. Des Weiteren bekommen die Agenten damit die Möglichkeit, sich bei Bedarf gegenseitig über die Auswirkungen von Prognosen und Entscheidungen auf ihre Geschäftsbereiche zu informieren, um nach gemeinsamen Lösungen/Kompromissen suchen zu können. Persönlicher Kontakt und Zusammenarbeit verbessern auch das Verständnis der anderen Akteure und deren Probleme und steigern das Vertrauen in deren Aktionen.

Um in angemessener Weise alle am Flughafenbetrieb beteiligten Stakeholder in eine gesamtheitliche Zielplanung und die damit einhergehenden Verhandlungen der individuellen Stakeholderziele einzubeziehen, ist vom DLR ein technisches System zur Unterstützung von Verhandlungen entwickelt worden. Das System Negotiation Process Control (NPC) übernimmt die Steuerung des Verhandlungsprozesses. Es ordnet dem eingeloggten User seine Rollen im Verhandlungsprozess zu. Über diese Rollen und den hinterlegten Workflow werden dem User Aktionen zur Verfügung gestellt mit denen er z.B. an einer Aufgabe teilnehmen kann, einen Lösungsvorschlag zur Diskussion stellen kann oder ein Verhandlungsergebnis in den operationellen Status überführen kann.

Je nachdem, welches UseCase bearbeitet werden soll und welche Rolle ein User hat, werden ihm von der NPC unterschiedliche Aktionen erlaubt.

4.2.1 Use Case

Aus operationeller Sichtweise wurden beim DLR Use Cases definiert, welche in textueller Form die Interaktion der Agenten in einem APOC untereinander und mit dem System beschreiben. Jedes Use Case besteht aus folgenden Elementen:

- Scope (Zeithorizont, involvierte Agenten, Decision Maker)
- Level (Performance Level, Flow Level oder Event Level)
- Summary
- Actors (Teilnehmer und ihre Rollen)
- Preconditions (z.B. Agenten haben Zugang zum CDM System)



- Postconditions (wann ist der Endstatus erfolgreich, wann nicht)
- Notes (zusätzliche Nebenbedingungen)
- Trigger (Initiator möchte den AOP anpassen)
- Main Flow
- Alternative Flows
- Failure Flows

In jedem Use Case werden den Agenten dann entsprechende Rollen zugewiesen:

Initiator

Als Initiator wird derjenige Agent bezeichnet, der die Notwendigkeit einer Modifizierung des AOP sieht und dies gegenüber dem zuständigen Prozessinhaber (Decision Maker) kommuniziert. Gegebenfalls können Initiator und Prozessinhaber ein und dieselbe Person sein.

Decision Maker

Der Entscheidungsverantwortliche ist der verantwortliche Agent für die Parameteränderung im AOP. Die meisten definierten Use Cases beschreiben Anpassungen von Parametern, die heute bereits in der Hoheit einzelner Stakeholder an einem Flughafen liegen. Dies soll sich auch mit einem TAM System nicht ändern. Als Beispiel sei hier die Einstellung des Verhältnisses zwischen den abzuwickelnden Arrivals und Departures auf der Start- und Landebahn genannt, welches heute nur von der ATC eingestellt und zukünftig auch nur von der ATC eingestellt werden wird.

Der Entscheidungsverantwortliche entscheidet, gegebenenfalls mittels rechnergestütztem What-If Probing, über die Notwendigkeit einer Modifizierung des AOP innerhalb seines Zuständigkeitsbereiches. Er allein ist verantwortlich für die Implementierung von Modifikationen des AOP, welche in seinen Zuständigkeitsbereich fallen.

Task Owner

Der Aufgabeninhaber ist verantwortlich für die Ausführung einer Aufgabe. Er hat die Möglichkeit beim nicht zustande kommen eines Verhandlungsergebnisses die Aufgabe abubrechen.

Supporter

Andere Agenten, deren Geschäftsbereich von der anstehenden Modifikation betroffen wäre, können als Teilnehmer einem gemeinsamen CDM Prozess beiwohnen und die anstehenden Entscheidungen untereinander und mit dem Prozessinhaber diskutieren. Des Weiteren können sie im Rahmen eines CDM Prozesses eigene Lösungsvorschläge einbringen.

Moderator

Der Rolle des Moderators ist an eine von den anderen (Stakeholder)-Agenten unabhängige Person gebunden, die auch die Arbeitsposition des Moderators ausfüllt. Seine Hauptaufgabe ist die Koordination der Zusammenarbeit der Agenten in einem APOC. Er ordnet die noch abzuarbeitenden CDM Prozesse gemäß ihrer Dringlichkeit in eine Prozesstabelle ein und kann moderierend in eine



Verhandlung zwischen den Agenten eingreifen. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Moderator stets seine Neutralität gegenüber den Interessen der einzelnen Teilhaber wahrt.

Der Zuständigkeitsbereich des Moderators ist der Performanzbereich. Für Prozesse in diesem Bereich ist er der Task Owner. Sein Augenmerk liegt daher weniger auf den einzelnen Flussgrößen, sondern fast gänzlich auf der Einhaltung der gesamten Performanz eines Flughafens (Einhaltung des QoS).

Jedes beschriebene Use Case bildet die Basis für eine durchführbare Verhandlung der einzelnen Agenten miteinander.

4.2.2 Workflow

Einzelne Aufgaben der Agenten in einem APOC wurden in verschiedenen Use Cases im FAMOUS-Operationellem Konzept Dokument beschrieben. Um daraus die Möglichkeit der systemunterstützten Verhandlung zu schaffen, wurden diese use cases zunächst in Grafiken überführt, um Kausalitäten zu untersuchen und mögliche Inkonsistenzen zu identifizieren. Ein Beispiel hierfür ist folgende Abbildung 8 zum Use Case „Set Performance Parameter Strategies“ (nur ein Ausschnitt). Anhand der Grafik wird deutlich, welcher Agent welche Interaktion mit dem System oder anderen Agenten vornimmt und wie dann anschließend das System reagieren wird. Aus dieser Vorbereitung entstand eine Modellierung der Prozesse in der Microsoft Workflow Foundation (Prozesse sind integriert in der NPC).

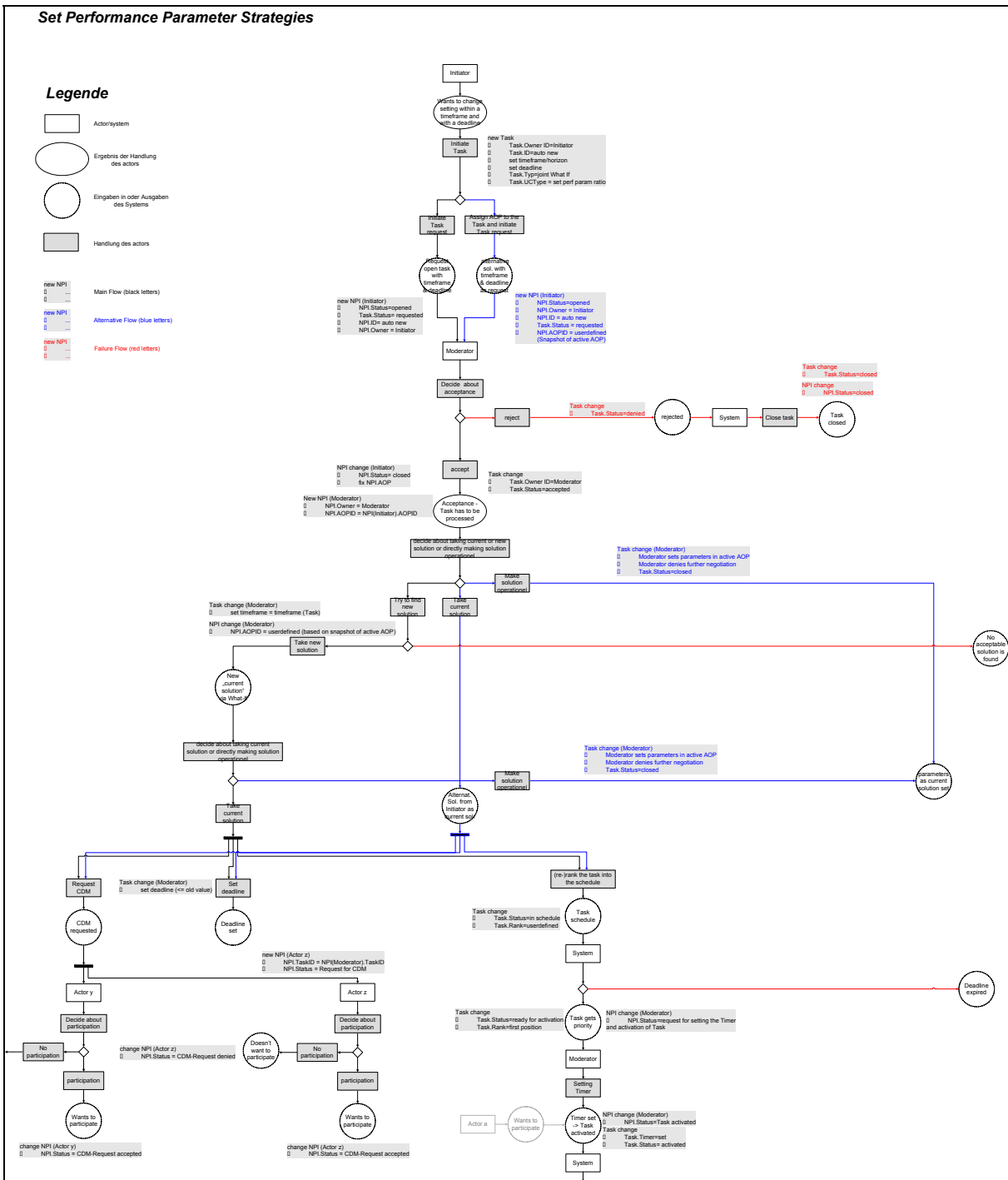


Abbildung 8: Ausschnitt aus dem workflow Diagramm zum Use Case „Set Performance Parameter Strategies“

4.2.3 Rechte- und Rollenmodell der NPC

Wie weiter oben bereits angeführt, verfügt die NPC zusammen mit dem TOP-Service über ein Rechte- und Rollenmodell. Jeder Agent kann bestimmte Rollen bei der Verhandlung von Parametern einnehmen. Hierbei sind bestimmte Rollen bereits vordefiniert, während andere Rollen vom Agenten selber bestimmt werden. Decision Maker sind grundsätzlich festgelegt, während z.B. die Rolle des



Supporter von der Teilnahme-Willigkeit der Agenten abhängt. Im oben erwähnten Beispiel ist die ATC immer für die Einstellung des Arrival/Departure Verhältnisses zuständig und wird deshalb immer die Rolle des Decision Makers einnehmen. Der Airport kann von der Entscheidung über das Setzen des Parameters indirekt durch z.B. Ressourcenverknappung am Terminal (Abstellpositionen) betroffen sein und fungiert deshalb nach Wunsch als Supporter.

Der Zuweisung der Rollen folgen unmittelbar verschiedene Rechte, welche folgend den einzelnen Agenten zuerkannt werden. Einem Supporter ist es beispielsweise nicht gestattet den entsprechenden Parameter "real" zu ändern (real – bezeichnet hier eine Eintragung in das System mit operativer Planänderung). Auch gibt es entsprechend des Aufbaus der Workflow-Modelle nur bestimmte Aktionen, die jeder Agent in einer bestimmten Situation durchführen darf.

Zusätzlich wird festgelegt, wer welche Informationen einsehen darf, um hier insbesondere bei den Airlines sensible Daten (wie z.B. Umsteiger) zu schützen.

4.3 Anbindung an ein System zur Darstellung des Turnarounds

Ursprünglich war vorgesehen das DLH eigene Turnaround Management System ALLEGRO/BEST, welches den Turnaround Status eines jeden Fluges misst, anzeigt und vorhersagt/angepasst mit einzubeziehen. Das System sollte dem DLH-Client beigelegt werden, um einen situativen Überblick über die momentane und zukünftige Abfertigungssituation der einzelnen Flüge herzustellen. Aufgrund der Nicht-Fähigkeit zur Simulation und der Nicht-Verfügbarkeit des Systems am Hamburger Flughafen wurde von diesem Vorhaben abgerückt.

Stattdessen wurde vom DLR ein eigenes Turnaround-System (Turnaround Status Monitor) mit geringerer Funktionalität entwickelt und mit dem Airline Client verbunden. Dem System zugrunde liegen Standard-Turnaround Zeiten, welche mit Hilfe einer Turnaround Simulation (TAMODES) stochastisch variabel gehalten werden können. Ressourcenverfügbarkeiten werden nicht mit einbezogen. Das System zeigt zu 8 Abfertigungsschritten:

- Bridge (Brücken an-/abfahren)
- Passengers (boarding/deboarding)
- Cabin (Reinigung)
- Catering
- Cargo (laden/beladen)
- Fuel (betanken)
- Water (Frischwasser)
- Toilets

je zwei Balken an (siehe Abbildung 9). Ein Balken ist immer in grau gehalten und symbolisiert die Planung. Der jeweils darunter liegende Balken zeigt den momentanen Prozessfortschritt an. Die momentane Zeit ist hier durch die rote Linie gekennzeichnet. In dem Anzeigenfenster werden weiterhin die Taxizeiten angezeigt (Planungen und tatsächliche Zeiten) und auch die Lande- und Startzeiten auf der Runway. Die einzelnen gelben Sterne symbolisieren typische relevante Messpunkte, wie „Touchdown“, „Takeoff“, „Onblock“ und „Offblock“.

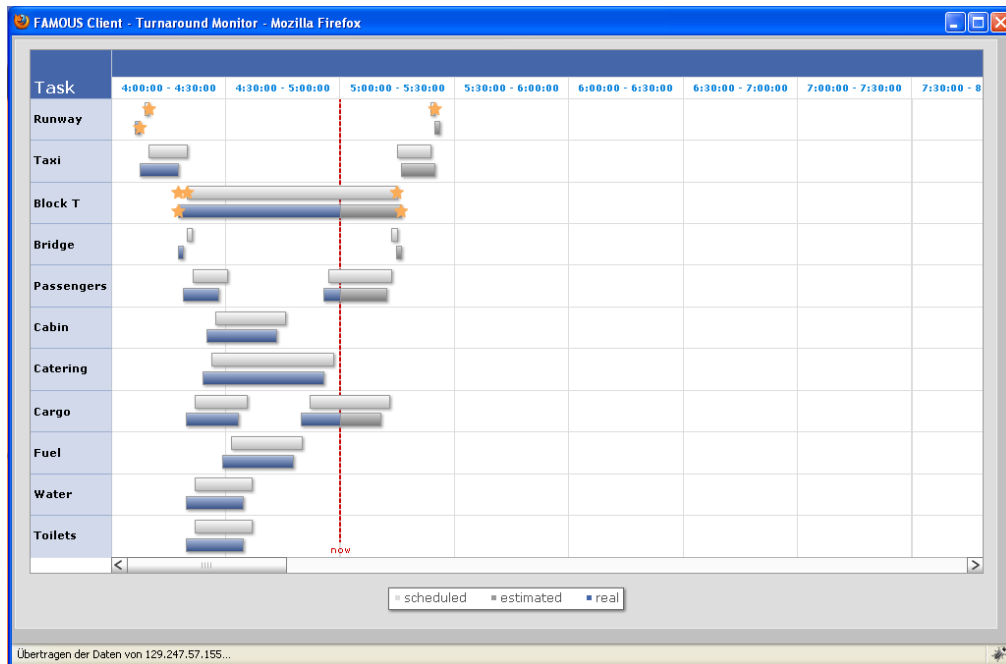


Abbildung 9: exemplarische Darstellung eines Turnarounds im DLR entwickelten Turnaround Status Monitor

4.4 Anbindung an einen OZ Client

Wie schon in Unterkapitel 2.1 dargelegt, wird neben der Anbindung der DLH-Arbeitsposition an das DAS der DLH auch eine direkte Anbindung an die Operationszentrale der DLH benötigt. Da dies im Rahmen des Projektes WFF nicht möglich ist, ist die Bereitstellung eines Clients vorgesehen, mit dem OZ simuliert wird und der Daten direkt über die Schnittstelle der Datenbank des Airport Operation Center (APOC) erhält.

4.4.1 Aufgaben des OZ Client

Änderungen des Flugplanes, die über ein gewisses zeitliches Maß hinausgehen, z.B. Verspätung eines Fluges um mehr als 10 Minuten, liegen in der Realität nicht in der Entscheidungsgewalt eines HCC oder einer Einsatzstelle. In diesen Fällen muss OZ die entsprechende Entscheidung fällen. Zu den Aufgaben innerhalb der Simulationsumgebung des APOC gehören:

1. Setzen einer TOBT bei Verspätungen, die größer sind als 10min.
2. Absichtliche Reduzierung der geplanten Flüge in einem Zeitintervall bei zu erwartenden / prognostizierten Engpässen des Flugbetriebes (z.B. schlechte Sicht). Dies wird in erster Linie eine zeitliche Verschiebung des Fluges, im extremen Fall aber auch eine Streichung bedeuten.
3. (Änderung des LFZ, der Crew,...)

Innerhalb von WFF sind nur die ersten beiden Punkte von Interesse. Punkt 3 wird dagegen in WFF nicht betrachtet, da es im TP3.2 von WFF um die Simulation und Validierung der Teilnahme der DLH an Leitstandsentscheidungen geht.

Hierbei sei angemerkt, dass die programmtechnische Umsetzung nicht Teil von WFF ist und hauptsächlich von dem Projektstand des DLR-internen Projektes FAMOUS abhängt.



Weiterhin erhält der Mitarbeiter am OZ Client die Möglichkeit die Anfragen einzelner Flughäfen in einer Übersicht angezeigt zu bekommen. Hierzu gehört auch eine Eingabemaske, um auf diese Anfragen in geeigneter Weise antworten zu können.

Das Übersichtsfenster zum Anfrage-Tool am OZ Client könnte nach ersten Überlegungen Informationen zu:

- Wann ist etwas anzupassen (Zeitintervall)?
- Welcher Anpassungswunsch liegt vor?
- Welche Begründung liegt dem Anpassungswunsch zugrunde?
- Welche Rückmeldung kann gegeben werden?

enthalten.

Für die Simulation stehen die Bedienbarkeit und die Umsetzung der ersten Funktionen im Vordergrund. Für den OZ Client ist eine Art generischer Leitstandsclient mit einer angepassten Benutzeroberfläche zunächst ausreichend. Dieser besitzt bereits eine eigene API (Application Programming Interface), über die er mit dem Datenbankmanagement System (DBMS) des APOC kommuniziert und von dort Daten aus der Leitstandssimulation, also auch veränderte Flugplandaten erhält. Die API ist unter anderem zuständig für die Rechte des jeweiligen Client und stellt sicher, wer welche Daten lesen und schreiben darf.

An diesem OZ Client soll nur über Verschiebungen, die über die Entscheidungsgewalt der Einsatzzentrale in Hamburg hinausgehen würden, und ggf. die Streichung von Flügen entschieden werden. Es ist angedacht, dass der OZ Client räumlich vom APOC getrennt oder zumindest klar von den anderen Arbeitsplätzen abgegrenzt ist.

Ein Visualisierungsbeispiel ist Abbildung 10 zu entnehmen. Die „Eingabeeinheit für Anfragen an OZ“ des Arbeitsplatzes der DLH im APOC ist grundsätzlich genauso aufgebaut, nur dass hier lediglich eine Eingabemaske für Hamburg existiert und nichts in die Spalte „Rückmeldung von OZ“ geschrieben werden kann. Das Füllen dieser Spalte obliegt OZ. Diese Eingabe wird als notwendig erachtet, da eine Reaktion auf die Anfrage z.B. aus Hamburg sonst nur anhand der Flugplanungen sichtbar wären. Da aber auch frühe Commitments zur Flow-Reduzierung (siehe Kap. 4.1.1.2 - Demand Anpassung (auf Flow Ebene)) ohne bereits Einzelflüge anzupassen, stattfinden sollen, ist hier ein Feedback notwendig. Von OZ kam hierzu die Anmerkung, dass bezüglich einer Rückmeldung wahrscheinlich nur von einem Horizont bis maximal 4 Stunden ausgegangen werden kann. Vorhersagen für Ereignisse, die weiter in der Zukunft liegen, beispielsweise zum Wetter, seien zu ungenau.

Flughafen Hamburg			10:30
Zeitintervall	Anpassungswunsch	Begründung	Rückmeldung von OZ
22.05.08 - 11:00-11:30	Arrival-Flow Reduzierung um 3 Flüge	Sturmwarnung, ARR-Kapazität auf 20 gesenkt	LH 1234, LH 3456 und LH 8457 verschoben
22.05.08 - 12:00-13:00	Departure Flow Reduzierung um 2 Flüge	RWY 33 not in use, lange TAXI-Zeiten	Kein Flug verschiebbar
22.05.08 - 13:00-14:00	Arrival-Flow Reduzierung um 2 Flüge	RWY 33 not in use, lange TAXI-Zeiten	Anpassung wird erfolgen
Flughafen Berlin Tegel			
Zeitintervall	Anpassungswunsch	Begründung	Rückmeldung von OZ
xxx	xxx	xxx	xxx

Abbildung 10: Beispiel einer Anzeige bei OZ zur Anpassung des Flows an Aussenstationen



Im vom DLR entwickelten System zum Austausch zwischen der Arbeitsposition der DLH und dem OZ Client sind entsprechend z.B. der Abbildung 10 folgende zwei Darstellungen und Eingabemasken für den OZ Client entwickelt worden.

Anfrage Detailsicht

Flughafen
EDDH

Zeitraum Beginn: 24.11.2008 19:00:00 Zeitraum Ende: 24.11.2008 20:00:00

Anpassungswunsch
1 Flug im Zeitraum muss verschoben werden

Begründung
Kapazitätseinbruch durch Schlechtwetter

Rückmeldung
Flug LHxxxx kann im Notfall verspätet werden

Rückmeldung senden Schließen

Abbildung 11: Eingabemaske für den OZ Client

In Abbildung 11 erhält der OZ Mitarbeiter die Möglichkeit eine Rückmeldung zu einer Anfrage einzugeben und an den entsprechenden Flughafen zurück zu melden. Abbildung 12 zeigt dem Mitarbeiter, welche Anfragen von welchem Flughafen aufgelaufen sind. Gelb hinterlegt sind die von ihm noch nicht angesehenen Anfragen. In grauer Schrift sind die Anfragen dargestellt, welche einen unverbindlichen Charakter haben. Diese Fälle können eintreten, wenn vom Flughafen auf ein mögliches Problem zunächst nur aufmerksam gemacht werden soll. Konkrete Lösungsvorschläge sollen im weiteren zeitlichen Verlauf vom Flughafen gesendet werden.

OZ-Response-Tool

Zeit UTC: 16:40:48

Angemeldete Flughäfen: EDDH, EDDF

Flughafen	Zeit Beginn	Zeit Ende	Anpassungswunsch	Begründung	Rückmeldung
EDDF	24.11.2008 20:00:00	24.11.2008 22:00:00	2 Flüge im Zeitr...	Kapazitätseinbru...	
EDDH	24.11.2008 21:00:00	24.11.2008 22:00:00	Kann im Fall von...	!!!Unverbindlich!!!	
EDDH	24.11.2008 19:00:00	24.11.2008 20:00:00	1 Flug im Zeitra...	Kapazitätseinbru...	Flug LHxxxx kann...

Abbildung 12: Darstellung der Anfragen verschiedener Flughäfen



4.4.2 Dateneingang des OZ Clients

Neben den normalen Flugverlaufsdaten aus dem AOP, welche für die Simulation übertragen werden müssen, können für die informative Darstellung der Performanz eines Flughafens auch die prognostizierten Flows und eventuell auch die prognostizierten Performanzen aus dem AOP an den Leitstandsclient OZ übermittelt werden. Dies dient innerhalb der Simulation der Verbesserung des Situationsbewusstseins der Testperson am Leitstandsclient OZ für im Leitstand gefällte Entscheidungen. Da OZ in der Realität mit wesentlich mehr Flughäfen zu tun hat, wäre eine solche Darstellung in der Realität wahrscheinlich überfrachtet. Trotz intensiver Diskussion mit den Mitarbeitern der OZ konnte hier keine eindeutige Aussage getroffen werden.

4.4.3 Datenausgang des OZ Clients

Über den OZ Client werden (wie oben beschrieben) Rückmeldungen bezüglich der Vorgehensweisen an die Arbeitsposition der DLH im APOC geliefert. Inwiefern eine zusätzliche ausführlichere Rückmeldung über das Anfrage-Tool bei OZ umsetzbar ist, muss in weiteren Gesprächen herausgefunden werden.

4.5 Total Operations Planner (TOP)

Der Total Operation Planner (TOP) ist ein Planungs- und Optimierungssystem für den Betrieb des Flughafens. Der von ihm betrachtete Zeithorizont erstreckt sich von dem taktischen Bereich (ab ca. 30min) bis zunächst 24 Stunden in die Zukunft. Seine Aufgabe ist es den Flow des Flughafens anhand zuvor bestimmter Performance Parameter zu planen, wobei er den Flughafen als Gesamtsystem betrachtet, Stand- und Gatekapazitäten, Terminalaktivitäten und kritische Taxiwege in seine Planungen mit einbezieht. Ziel dieses Planungssystems ist es, den Flow an Arrivals und Departures derart zu planen, dass die unter den Agenten abgestimmten Performance Vorgaben von den taktischen Systemen und den verantwortlichen Operateuren (z.B. Runwaycontroller, etc.) erreicht werden können.

Ergebnis eines Planungsdurchlaufes ist ein neuer Airport Operation Plan (AOP), welcher, nach Aktivierung, an die einzelnen Teilhaber am Flughafen und an das Air Traffic Flow Capacity Management (ATFCM) verschickt wird. Der AOP enthält die aktuell geplanten Betriebsabläufe für den betrachteten Zeitraum (hauptsächlich die Zielzeiten für die einzelnen Flüge).

Der TOP ist eine DLR-interne Entwicklung die in jedem Leitstandsclient des APOC (Airport Operation Centre) als Planungswerkzeug zu Planungsspielen eingesetzt wird. Er ermöglicht den Agenten im Leitstand, die Auswirkungen ihrer Entscheidungen im Voraus simulieren zu lassen (What-If probing).

Über den TOP ist es weiterhin möglich sich verschiedene Parameter, die nicht von anderen Systemen bereitgestellt werden, anzeigen zu lassen. Teilweise können diese Parameter auch in das System als Randbedingungen für den TOP eingegeben werden. Hierzu gehören die Performance Parameter (Flughafen gesamt und auf die DLH bezogen), Kapazitäten, Priorisierungen, Präferenz-/Steuerbarkeitsfenster, Wettergegebenheiten, Nutzungsstrategien für die Bahnen, Sperrungen, Zeitstempel aus dem operativen Betrieb etc..



5 Anhang

5.1 Abkürzungen

AB	Air Berlin
Abk.	Abkürzung
ACCES	Airport Control Centre Simulator
ADEXP	ATS Data EXchange Presentation
AF	Air France
AIBT	Actual Inblock Time
AMAN	Arrival Manager
AOBT	Actual Offblock Time
AOP	Airport Operation Plan
API	Application Programming Interface
APOC	Airport Operation and Control Centre
ATFCM	Air Traffic Flow Capacity Management
ATC	Air Traffic Control
CDM	Collaborative Decision Making
CFMU	Central Flow Management Unit
DAS	Daten Austausch System
DAS-WEB	webbasiertes Anzeigetool zur Darstellung der Flugverkehrsdaten von DAS
DB	Datenbank
DBMS	Datenbank Management System
DLH	Deutsche Lufthansa
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
DMAN	Departure Manager
EIBT	Estimated In-Block Time
ELDT	Estimated Landing Time
EOBT	Estimated Off-Block Time
FHG	Flughafen Hamburg Gesellschaft
FTP	File Transfer Protocol
GH	Ground Handler
GK	Gewichtskategorie
HAM	Hamburg
HCC	Hub Control Center
HMI	Human Machine Interface
IATA	International Air Transport Association
ICAO	International Civil Aviation Organization
IDG	Informationsdesign
LFZ	Luftfahrzeug
METAR	METEorological Aerodrome Report
NOP	Network Operation Plan
NPC	Negotiation Process Control
OZ	Verkehrszentrale der DLH
PAX	Passagieranzahl
QoS	Quality of Service
QoSC	Quality of Service Contract
SBF	Steuerbarkeitsfenster
SLDT	Scheduled Landing Time



TAM	Total Airport Management
TAPAS	Total Airport Performance Assessment System
TMAN	Turnaround Manager
TOBT	Target Offblock Time
TOP	Total Operation Planner
VPN	Virtual Private Network
WFF	Wettbewerbsfähiger Flughafen

5.2 Literatur

- [1] Werther, B.; Spies, G.; Günther, Y.; Schaper, M.; Brucherseifer, R.
FAMOUS-OK, „FAMOUS - Operationelles Konzept“
Version 1.0, DLR, Braunschweig 2006

- [2] EUROCONTROL
“Airport CDM Functional Requirements Document“
Version 3.0, EUROCONTROL, Brüssel 2006

- [3] EUROCAE WG-69
ED-141: “Minimum Technical Specifications for Airport Collaborative Decision Making (Airport-
CDM) Systems”
in acclamation, EUROCAE, Paris 2008

- [4] EUROCAE WG-69
ED-145: “Airport-CDM Interface Specification”
in acclamation, EUROCAE, Paris 2008

- [5] EUROCAE WG-69
ED-146: “Guidelines for test and validation related to Airport CDM interoperability”
in acclamation, EUROCAE, Paris 2008

- [6] EUROCONTROL
“EUROCONTROL Specification for ATS Exchange Presentation (ADEXP)”
Version 3.0, EUROCONTROL, Brüssel 2007

5.3 Bildverzeichnis

Abbildung 1: Anbindung von Arbeitspositionen in einer APOC Umgebung.....	10
Abbildung 2: Aufteilung der Arbeitsposition DLH	11
Abbildung 3: Anbindung an den OZ Client	12
Abbildung 4: Testaufbau für die Simulation des Airline Clients	13
Abbildung 5: statistische Auswertung verspäteter Flüge am 17.02.09, Quelle der Daten: DAS	16
Abbildung 6: Priorisierungsmöglichkeiten für eine Airline am Beispiel von Flügen der DLH.....	19
Abbildung 7: Steuerbarkeitsfenster	20
Abbildung 8: Ausschnitt aus dem workflow Diagramm zum Use Case „Set Performance Parameter Strategies“	25



Abbildung 9: exemplarische Darstellung eines Turnarounds im DLR entwickelten Turnaround Status Monitor.....	27
Abbildung 10: Beispiel einer Anzeige bei OZ zur Anpassung des Flows an Aussenstationen	28
Abbildung 11: Eingabemaske für den OZ Client.....	29
Abbildung 12: Darstellung der Anfragen verschiedener Flughäfen.....	29

5.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kosten p der Vorteilsnahme durch Bonuspunkte.....	20
Tabelle 2: Möglichkeiten zum Gewinn und des Verlustes von Bonuspunkten b.....	21