



# FAMOUS

FAMOUS - Operationelles Konzept

IB-Nummer 112-2009/04



**Institut für Flugführung**  
Direktor: Prof. Dr. Dirk Kügler

## Dokument Information

Zuständiger Projekt- / Abteilungsleiter:	Helmut Niederstrasser
Zuständiger Autor:	Yves Günther
Weitere Autor(en):	Bernd Werther, Meilin Schaper, Gunnar Spies, Ralph Brucherseifer
Projekt / Zielfeld:	FAMOUS
Zugänglichkeitsstufe:	
Datei:	IB-112-2009-04_FAMOUS-OKD
Version:	1.1
Speicherdatum:	2011-05-09
Gesamtseitenzahl:	71

### Freigabe:

Die Freigabe erfolgt lt. gesondertem Freigabebeformblatt:

© 2011, DLR, Institut für Flugführung:

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwendung innerhalb und außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des DLR, Institut für Flugführung, unzulässig und wird zivil- und strafrechtlich verfolgt. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

## Änderungsverfolgung

<b>Version</b>	<b>Datum</b>	<b>Geänderte Seiten / Kapitel</b>	<b>Bemerkungen</b>
1.1	2009-02-17	Alles Use Cases	Als IB formatiert Verlängerung des Timers in die Use Cases eingebracht.

## Inhalt

1	Einleitung .....	7
1.1	Anforderungen an den APOC .....	8
1.2	Weitergehende Anforderungen .....	9
2	Arbeitsweise des APOC.....	10
2.1	Monitoring.....	11
2.2	Plangenerierung .....	11
2.3	Diagnose .....	12
2.3.1	Definition Präferenzfenster (Preference Window, PreW).....	12
2.3.2	Definition Steuerbarkeitsfenster (Possibility Window, PosW) .....	13
2.4	Planaktivierungsprozesse .....	14
2.4.1	Automatische Aktivierung des generierten AOP-Vorschlags (Optimierung) .....	15
2.4.2	Automatische Aktivierung des generierten AOP-Vorschlags mit Hinweispflicht .....	15
2.4.3	Verhandlungsprozess und manuelle Planaktivierung .....	15
2.5	Planaktivierungsprozesse bei nichtkooperativer Planung .....	15
3	Aufgaben der APOC-Agenten.....	16
3.1	Beschreibung der APOC-Agenten .....	16
3.2	Identifikation der Aufgaben.....	17
3.2.1	Performance Level .....	17
3.2.2	Flow Level .....	18
3.2.3	Event Level .....	19
4	Verhandlungs-/Entscheidungsprozesse im APOC.....	20
4.1	Die Rollen der Agenten in einem CDM Prozess .....	21
4.1.1	Zuständigkeitsbereiche .....	23
4.1.2	What-If Probing .....	23
4.1.3	Gewährleistung der Fairness im Entscheidungsprozess .....	24
4.2	Abstrakter Ablauf für ein Use Case .....	24
4.3	Bewertungssystem .....	27
5	Use Cases .....	29
5.1	Set Quality of Service Level .....	30
5.2	Set Performance Parameter Strategies .....	32
5.3	Inhibition of a Runway .....	35
5.4	Manage Stand and Gate .....	38
5.5	Change of Runway Utilization .....	41
5.6	Set Arrival- / Departure-Ratio .....	44
5.7	Demand Adjustment on Flow Level.....	47
5.8	Demand Adjustment on Event Level .....	51
5.9	Slot Allocation.....	54
6	APOC-Arbeitsplatzdesign .....	57
6.1	Powerwall.....	57
6.1.1	Benötigte Eingabemöglichkeiten.....	58
6.1.2	Darzustellende Informationen .....	58
6.2	Client Working Positions - Allgemein .....	60
6.2.1	Funktionen des Clients.....	60
6.2.2	Allg. Funktionen des Clients.....	60
6.2.3	Benötigte Eingabemöglichkeiten für den Agenten .....	61
6.2.4	Darzustellende Informationen .....	61
6.2.5	TOP-Client und stakeholder spezifische Erweiterung.....	61

6.3	Client Working Position "Airline" .....	61
6.3.1	Spezifische Funktionen des Clients .....	61
6.3.2	Benötigte Eingabemöglichkeiten .....	62
6.3.3	Darzustellende Informationen .....	62
6.3.4	Spezifische Erweiterungen .....	62
6.4	Client Working Position "Airport" .....	63
6.4.1	Spezifische Funktionen des Clients .....	63
6.4.2	Benötigte Eingabemöglichkeiten .....	63
6.4.3	Darzustellende Information .....	63
6.4.4	Spezifische Erweiterungen .....	63
6.5	Client Working Position "ATC" .....	63
6.5.1	Benötigte Eingabemöglichkeiten für den Agenten .....	63
6.5.2	Darzustellende Informationen .....	64
6.5.3	Repräsentation von Informationen .....	64
6.5.4	Spezifische Erweiterungen .....	64
6.6	Client Working Position "Ground Handler" .....	64
6.6.1	Benötigte Eingabemöglichkeiten .....	64
6.6.2	Darzustellende Informationen .....	64
6.7	Client Working Position "Moderator" .....	65
6.7.1	Spezifische Funktionen des Clients .....	65
6.7.2	Benötigte Eingabemöglichkeiten .....	65
6.7.3	Darzustellende Informationen .....	65
6.8	Client Working Position „ATFCM“ .....	65
6.8.1	Spezifische Funktionen des Clients .....	65
6.8.2	Benötigte Eingabemöglichkeiten .....	66
6.8.3	Darzustellende Informationen .....	66
7	Anforderungen an die Unterstützungssysteme .....	67
8	Offene Fragen .....	69
9	Anhang .....	70
9.1	Abkürzungen .....	70
9.2	Literaturverzeichnis .....	71
9.3	Bildverzeichnis .....	71
9.4	Tabellenverzeichnis .....	71

---

## **Executive Summary (Zusammenfassung)**

This document contains the operational concept developed within the DLR internal project FAMOUS.

# 1 Einleitung

Ziel des Projektes FAMOUS ist die Realisierung und Validierung eines APOC, Airport Operation Centre. Der APOC wird das zukünftige Leitinstrument eines Flughafens sein, welcher einen Knotenpunkt des ATN (Air Traffic Network) darstellt. Eine Beschreibung des APOC und der zugrunde liegenden Idee des Total Airport Management, kurz TAM, ist dem TAM-OCD [1] zu entnehmen. Innerhalb des Projektes FAMOUS wird dabei nur ein zentralisierter APOC mit vollem Leistungsumfang betrachtet, welcher z.B. für einen Großflughafen in Betracht kommt.

Ziel dieses Dokumentes ist es, die operationellen Abläufe innerhalb eines APOC so detailliert zu beschreiben, dass es als Grundlage für die Erstellung weiterführender Konzepte dienlich ist. Die weiterführenden Konzepte im Projekt FAMOUS sind das technische Konzept, das Simulations- und das Validierungskonzept, welche die Realisierung, das Testen und die Bewertung des im operationellen Konzept beschriebenen APOC als Gegenstand haben. Das FAMOUS-OKD beschränkt sich hierbei hauptsächlich auf die Vorgänge innerhalb des APOC. Wie Entscheidungen außerhalb des APOC gefällt werden, ist sekundär für dieses Dokument.

Viele Begriffe sind dem TAM-OCD [1] entnommen, dessen Kenntnis vorausgesetzt wird, da das FAMOUS-OKD hierauf aufbaut. Hier finden sich ausführliche Erklärungen der verwendeten Begriffe. Die wichtigsten sind:

TAM (Total Airport Management), [1] Kapitel 3, Seite 11ff

APOC (Airport Operation Centre), [1] Kapitel 3.5, Seite 21ff

AOP (Airport Operation Plan), [1] Kapitel 4.1, Seite 26ff

QoS (Quality of Service), [1] Kapitel 3, Seite 12f

QoSC (Quality of Service Contract), [1] Kapitel 3.1, Seite 12f

ATFCM (Air Traffic Flow Capacity Management), Nachfolgeorganisation der CFMU

NOP (Network Operation Plan), [1] Kapitel 1, Seite 6

Die Einordnung der zeitlichen Phasen ist dem Scope ([1] Kapitel 3.2, Seite 13ff) zu entnehmen. Die Definitionen der Level sind in [1] Kapitel 4.1, Seite 26ff zu finden.

Die Arbeitsweise des APOC wird in Kapitel 2 erläutert. Hier ist der grundlegende Ablauf eines Planungsdurchlaufes beschrieben. Des Weiteren werden grundlegende Begriffe, wie das Präferenz- und das Steuerbarkeitsfenster eingeführt.

Kapitel 3 identifiziert die im APOC benötigten Akteure, welche im weiteren Verlauf als APOC-Agenten bezeichnet werden, und deren Aufgaben. Es werden die Interessen dieser Agenten aufgelistet und auftretende Interessenskonflikte beleuchtet.

Der Verhandlungs- und Entscheidungsprozess ist Gegenstand von Kapitel 4. Es beschreibt das Verhalten und die Rollen der Agenten in einem CDM-Prozess. Der generische Ablauf eines solchen Prozesses wird in Form eines Use-Cases im zweiten Teil des vierten Kapitels vorgestellt. Die Anforderungen an das Bewertungssystem sind im dritten und letzten Teil des vierten Kapitels zu finden.

In Kapitel 5 wird eine Auswahl von Aufgaben der APOC-Agenten anhand von Use Cases beschrieben, welche zur Überprüfung und Validierung der Funktionsweise und des Kommunikationsflusses des APOC unter normalen Bedingungen herangezogen werden sollen.

In Kapitel 6 werden Designvorschläge für die Powerwall, welche die zentrale Informationsquelle der APOC-Agenten darstellt, aufgeführt und die Anforderungen an die HMIs der Client Arbeitspositionen erarbeitet.

In Kapitel 7 werden die Anforderungen an die Unterstützungssysteme aufgeführt. Kapitel 8 enthält weiterführende Fragen, welche sich voraussichtlich erst später, während der technischen Realisierung und der sich anschließenden ersten Testphase klären lassen.

Kapitel 9 enthält das Literaturverzeichnis und in Kapitel 10 werden die in diesem Dokument benutzten Abkürzungen erläutert. Zusätzlich sind auch einige hier nicht verwendete aber in diesem Bereich gebräuchliche Abkürzungen der Vollständigkeit halber enthalten.

## 1.1 Anforderungen an den APOC

In diesem Abschnitt sind die wichtigsten Aussagen einzelner Stakeholder (momentan Airlines und Ground Handler) zu TAM zusammengefasst, welche innerhalb des APOC berücksichtigt werden sollen. Diese Aussagen wurden von der Firma INTEGRA im Auftrag der EUROCONTROL bei diversen TAM Workshops gesammelt. Die komplette Auflistung der Aussagen finden sich im Anhang wieder.

INTEGRA – Aussagen der Airlines:

- Wenn das Konzept Möglichkeiten für das System eröffnet, dass einzelne Stakeholder betrügen können, dann werden diese es auch tun. -> Fairness
- Die Planungen des Systems müssen für jeden Stakeholder transparent sein. -> Transparenz
- Die Planung muss dynamisch angepasst werden können, damit Änderungen auch noch im letzten Moment vorgenommen werden können. -> Reaktivität
- Es wird die Notwendigkeit seitens der Airlines gesehen, dass unter bestimmten Bedingungen auch Flüge gestrichen werden müssen. Sollte eine Airline einen oder mehrere ihre Flüge streichen müssen, so erwartet sie aber, dass ihre anderen Flüge dafür zeitnah durchgeführt werden können. Hier ist ihnen ebenfalls die Transparenz und Fairness der Entscheidungsfindung wichtig. -> Bewertungssystem
- werden Flüge gestrichen, so muss die Entscheidungsgrundlage gegenüber der Öffentlichkeit bekannt gegeben werden können, damit die betreffende Airline nicht in Erklärungsnot gegenüber ihren Kunden gerät. -> Nachvollziehbarkeit
- Vertrauen in das zu erstellende System muss erst aufgebaut werden. Jeder Stakeholder muss davon ausgehen können, dass sich die anderen Stakeholder ebenfalls kooperativ verhalten. -> Kooperation
- Ein neues System sollte nicht mehr sondern eher weniger Verwaltungsaufwand erzeugen. -> Arbeitslast
- Für die Airlines ist die Kenntnis einer genauen Ankunftszeit wichtiger als die Abflugszeit, da sie durch deren verbesserte Vorhersagbarkeit ihren Turn Around und mögliche Anschlussflüge besser planen können. Dies resultiert in einer genaueren Vorhersage der TOBT. -> Vorhersagbarkeit
- Es muss ein gemeinsames Verständnis über die Weitergabe von vertraulichen Informationen bestehen. -> Vertraulichkeit

INTEGRA – Aussagen der Ground Handler:

- Die generelle Meinung war, dass es definitiv Raum für Verbesserungen des bestehenden ATM Systems am Flughafen gibt und dass ein Bedarf für einen besseren Informationsaustausch und eine gemeinsame Entscheidungsfindung (CDM – collaborative decision making) besteht. -> Airport-SWIM, Airport-CDM

INTEGRA – generelle Anmerkungen:

- Die Fairness zwischen der HUB Airline und den anderen (kleineren) Airlines muss gewahrt sein. -> Fairness des Bewertungsystems



## 1.2 Weitergehende Anforderungen

Zusätzlich zu den praktischen Anforderungen an TAM und den APOC wurden seitens der Stakeholder weitergehende Wünsche für zukünftige Entwicklungen geäußert. Diese Wünsche sind nicht innerhalb des Projektes FAMOUS lösbar, sollten aber in weiterführenden Konzepten berücksichtigt werden (Weiterentwicklung des TAM-OCD). Hierzu gehört:

- Entwicklung einheitlicher Prozeduren,
- Entwicklung von Regeln,
- Entwicklung von Standards zur Harmonisierung der Flughäfen im Sinne der Informationsaufbereitung, der einsetzbaren Technik und der vernetzten Arbeit zwischen den Flughäfen und ihren Nutzern,
- Entwicklung von Kosten-Nutzen-Analysen mit dem Fokus auf Einsparungen, Kapazitätsentwicklung, Umweltbelastung und Durchsatz („Was springt für uns raus?“),
- Fokussierung auf tagtägliche Operationen und nicht auf Ausnahmefälle,
- Klare Definition des Datenflusses und Datenformates,
- Mehr Information über unterstützende Systeme,
- Einbeziehung der CFMU in die Arbeiten am TAM-OCD,
- Definition einheitlicher generischer KPIs (Key Performance Indicators) für Flughäfen.

INTEGRA – KPAs and KPIs (Key Performance Areas and Indicators):

- Die folgenden zukünftigen KPAs und KPIs wurden seitens einer Airline genannt, welche im Rahmen von TAM und NOP beachtet werden sollten:
  1. **Vorhersagbarkeit** des gesamten europäischen ATM (Air Traffic Management) im Netzwerk,
  2. **Genauigkeit** bezüglich der ETA (Estimated Time of Arrival) gegenüber der ATA (Actual Time of Arrival),
  3. **Effizienz** hinsichtlich der Planungsphasen von Flügen,
  4. **Flexibilität** hinsichtlich des Flughafen- und Luftraummanagements,
  5. **Kapazität** mit Fokus auf die Flughäfen, den Luftraum und das Netzwerk,
  6. **Umweltbelastung** bezüglich Verschmutzung und Treibstoffverbrauch,
  7. **Lautstärkeemission** mit der Fokussierung auf gute Nachbarschaft (Einhaltung oder besser Unterschreitung der Richtlinien wann immer es geht),
  8. **Pünktlichkeit** der ankommenden und abfliegenden Flugzeuge ist der wichtigste KPI eines Flughafens.

## 2 Arbeitsweise des APOC

Der APOC ist die zentrale Managementplattform der Flughafenprozesse im pre-taktischen Bereich. Im gemeinsamen Prozess der Entscheidungsfindung versuchen die Stakeholder des Flughafens, unterstützt von vernetzten Planungswerkzeugen, den AOP (Airport Operation Plan) abzustimmen, um den vereinbarten Quality of Service Contract (QoSC) zu gewährleisten. Dementsprechend erfolgt im APOC die Pflege und Überarbeitung (Überwachung, Update, Verhandlung) des AOP. Der AOP enthält neben den Planungsdaten auf Performance-, Flow- und Event Level auch alle festgelegten statischen und dynamischen Constraints (siehe [1], S. 26-29).

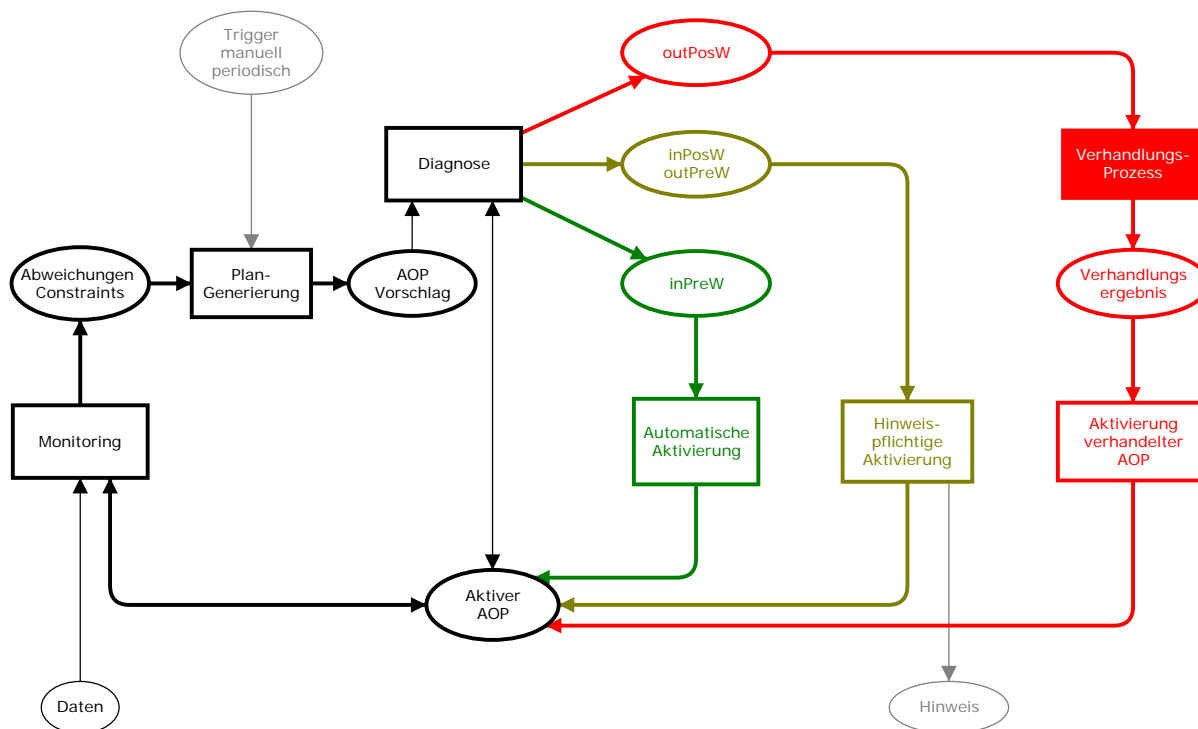


Abbildung 1: Arbeitsweise im APOC: 3 Zyklen der Planung und Verhandlung.

Abbildung 1 beschreibt die generelle Arbeitsweise des APOC. Die dargestellte Arbeitsweise findet für die drei im TAM-OCD ([1], S. 27) identifizierten Planungsebenen, Performance Level, Flow Level, Event Level, gleichermaßen Anwendung.

Getrieben von aktuellen und prognostizierten Verkehrs- und Wetterdaten erfolgt das Monitoring von Abweichungen der Constraints von denen des aktiven AOP.

Es wird entweder manuell, z.B. auf der Grundlage der festgestellten Abweichungen in der Monitoringphase, oder in periodischen Abständen ein neuer AOP (Vorschlag) generiert.

In der Diagnosephase werden die Ursachen für die Abweichungen der AOP Vorschlags vom aktiven AOP identifiziert.

In Abhängigkeit vom Diagnoseergebnis ergeben sich drei Alternativen der Planaktivierung: Automatische Planaktivierung, Hinweispflichtige Planaktivierung und Kooperative Planverhandlung mit manueller Planaktivierung.

Die gegenüber den aktiven AOP vorgenommenen Änderungen werden bei jeder Planaktivierung durch Herkunftsstempel gekennzeichnet und zugehörige Constraints gespeichert, um die Entwicklung des AOP transparent zu machen. Herkunftsstempel liefern die Information, von wem (Mensch oder Maschine) Daten geändert wurden. Constraints umfassen festgelegte Regeln wie z.B. LFZ A vor LFZ B.

## 2.1 Monitoring

In der Monitoringphase werden Änderungen der aktuellen und prognostizierten Flughafendaten (Verkehrs- und Wetterdaten, Constraints) erfasst. Der Zeithorizont der Erfassung entspricht dem Planungshorizont des AOP (siehe Abschnitt 2.2).

Die Plangenerierungsphase schließt sich an die Monitoringphase an, wird jedoch nicht durch deren Ergebnisse getriggert.

## 2.2 Plangenerierung

Die Auslösung der Plangeneration erfolgt intervallbasiert, wobei die Intervallgröße variiert werden kann.

Zudem kann die Planung auch bei Bedarf manuell durch ein gemeinsames Use Case ausgelöst werden. Die detaillierte Beschreibung der manuellen Auslösung erfolgt in Abschnitt 5.

Der Planungshorizont, als Zeitraum der Vorausplanung des AOP, wird zunächst auf maximal 24 Stunden festgelegt, ist jedoch variierbar. Mit der Übernahme und Anpassung der Planungsdaten durch die taktischen Werkzeuge, wie beispielsweise AMAN und DMAN, endet der Planungshorizont. Entsprechend des Fortschreitens der Zeit verschiebt sich auch mit jeder Plangenerierung der AOP kontinuierlich und ist somit nicht durch einen festen Endzeitpunkt (Day of Operation) begrenzt.

Für die Neuplanung des AOP werden dem Planungswerkzeug Constraints (z.B. Präferenzfenster und Steuerbarkeitsfenster, Erklärung in nachfolgenden Abschnitten 2.3.1 und 2.3.2) vorgegeben, auf deren Grundlage die Planoptimierung vorgenommen wird.

Als Ergebnis der Plangenerierungsphase wird **ein** neuer AOP, als AOP Vorschlag bezeichnet, generiert.

Die Funktion Plangenerierung dient auch zur Erstellung von alternativen Planungsergebnissen, um so die Änderung von Planungsparametern zu erproben (What-If Probing, vgl. Abschnitt 4). Diese Funktionalität des Planungswerkzeugs muss gleichzeitig mehreren Nutzern zur Verfügung stehen.

Mit dem Ziel eines effizienten What-If Probings und der damit verbundenen Bedienerfreundlichkeit sollte es beim What-If Probing möglich sein, Planungsfenster aus dem gesamten Planungshorizont herauszuziehen und Konsequenzen der Parameteränderung für den interessierenden Bereich zu ermitteln. Bei Bedarf soll es auch möglich sein, die zeitliche Auflösung für einen definierten Bereich zu variieren (Grobplanung bzw. Feinplanung auf Flow Level, zur Veranschaulichung siehe Abbildung 2).

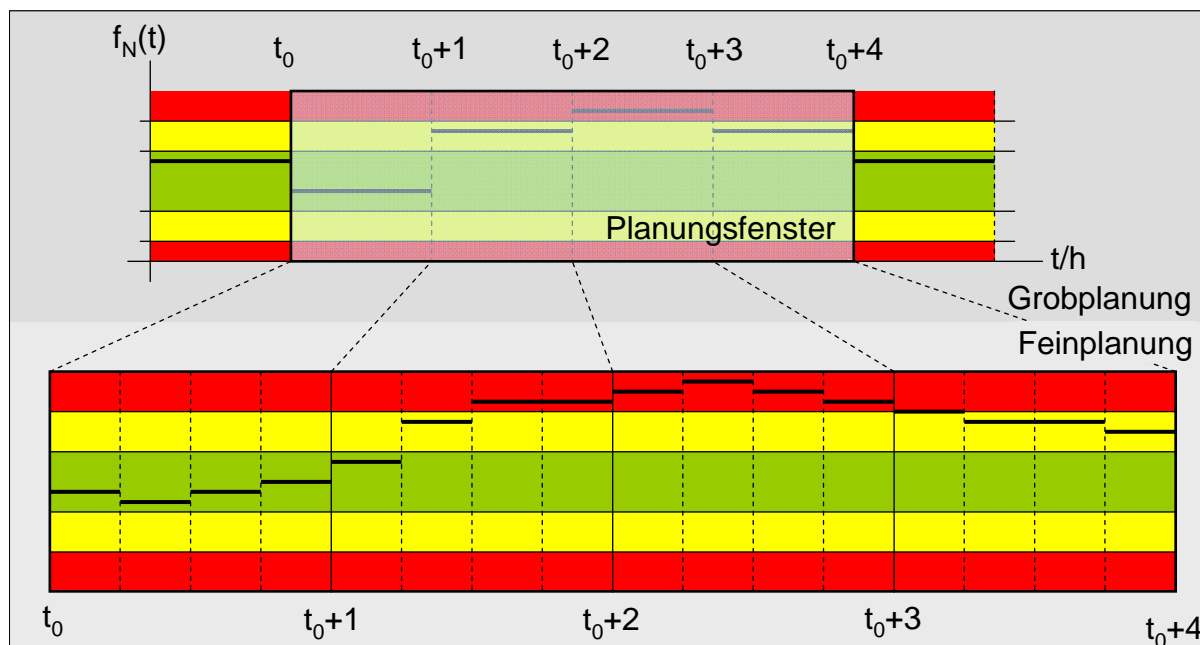


Abbildung 2: Veranschaulichung der Grob- und Feinplanung

Dargestellt ist ein Planungsfenster über 4h, welches in 4 Zeitfenster der Flussplanung skaliert ist (Grobplanung). Bei Bedarf können diese wiederum in 4 Zeitfenster zerlegt werden (Feinplanung). Die farbliche Darstellung kennzeichnet vorgegebene Toleranzbereiche (siehe Abschnitt 2.3.1 & 2.3.2), innerhalb derer sich die Planungswerte befinden sollen.

## 2.3 Diagnose

In der Diagnosephase werden Abweichungen der Planungsdaten zwischen AOP Vorschlag und aktiven AOP erfasst und die Auswirkungen der geänderten Flughafendaten sowie der Constraints auf den aktiven AOP bewertet.

Es werden Abweichungen von der Airport Performance, vom geplanten Verkehrsfluss und von Zielzeiten identifiziert.

Zur Bewertung der Planungsdaten werden Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster definiert die nachfolgend erklärt werden.

### 2.3.1 Definition Präferenzfenster (Preference Window, PreW)

Präferenzfenster werden durch Vorgaben (Constraints) der Stakeholder festgelegt. Präferenzfenster können als Wünsche aufgefasst werden, innerhalb derer die Parameter im AOP gehalten werden sollten. Innerhalb der Präferenzfenster können Planoptimierungen des AOP ohne Hinweispflicht automatisch umgesetzt, d.h. automatisch aktiv werden.

Innerhalb des Event Levels handelt es sich dabei um allgemeine zeitliche Vorgaben die objektbezogen (Luftfahrzeuge) geplant werden. Es können dabei für alle Flüge einer Airline Vorgaben erstellt werden, wie z.B. +/- x min vom Schedule (siehe Abbildung 3, unten). Weiterhin können auch flugbezogene Spezifikationen von der Airline für einen speziellen Flug vorgenommen werden. Neben den zeitlichen Vorgaben können auch Zuordnungen von Stands/Gates präferiert werden.

Die Vorgaben der Präferenzfenster auf dem Flow Level betrachten die zeitbezogene Ausnutzung der einzelnen Ressourcen des Flughafens, wie Runway, Taxiway Bereiche, Terminals, ohne Berücksichtigung des einzelnen Objektes (Luftfahrzeug) im Speziellen (Abbildung 3, oben).

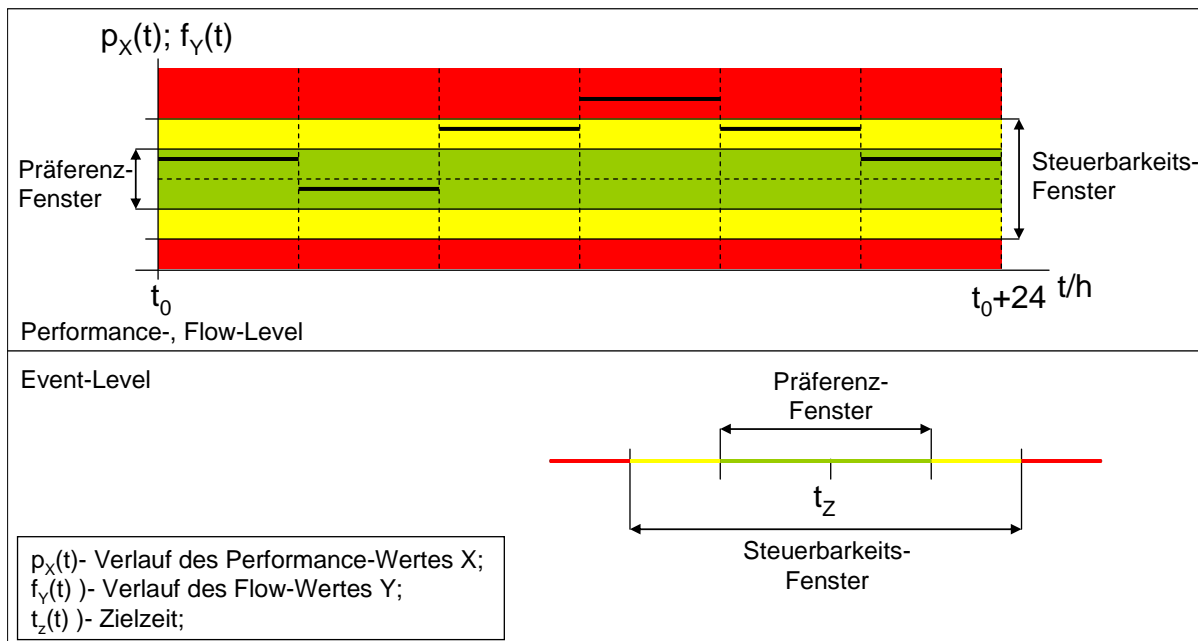


Abbildung 3: Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster auf den verschiedenen Planungsebenen.

Auf dem Performance Level werden Vorgaben gemacht, wie groß eine Zielabweichung über die Zeit sein darf, innerhalb der eine Planoptimierung vorgenommen wird (Abbildung 3, oben).

### 2.3.2 Definition Steuerbarkeitsfenster (Possibility Window, PosW)

Steuerbarkeitsfenster stellen Bereiche dar, innerhalb derer Änderungen vorgenommen werden können und trotzdem noch ein gültiger Plan gefunden werden kann (siehe Abbildung 3). Das Präferenzfenster liegt immer innerhalb, maximal auf dem Steuerbarkeitsfensters.

Auf der Event-Ebene wird dies beispielsweise durch die technischen Möglichkeiten, wie die vorhandene Treibstoffmenge eines Luftfahrzeugs oder durch Forderungen, die sich aus dem Netzwerk heraus ergeben (z.B. Slots) definiert.

Auf der Flow-Ebene erfolgt die Bestimmung der Steuerbarkeitsfenster über die Belastbarkeit einer Ressource (Kapazität einer Ressource) im Bezug auf deren Benutzungsstrategie. Beispiele sind die Personaleinsatzplanung des Ground Handlers oder die Nutzung der Startbahnen.

Auf der Performance-Ebene können beispielsweise gesetzliche Vorgaben zur Definition von Steuerbarkeitsfenstern führen, wie beispielsweise die Lärmschutzverordnung.

Im Abbildung 4 ist das Delay über den Demand abgetragen (Bild angelehnt an [5]). An diesem Graphen lassen sich die Abhängigkeiten der Performancewerte Durchsatz und Pünktlichkeit und der Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster ableiten.

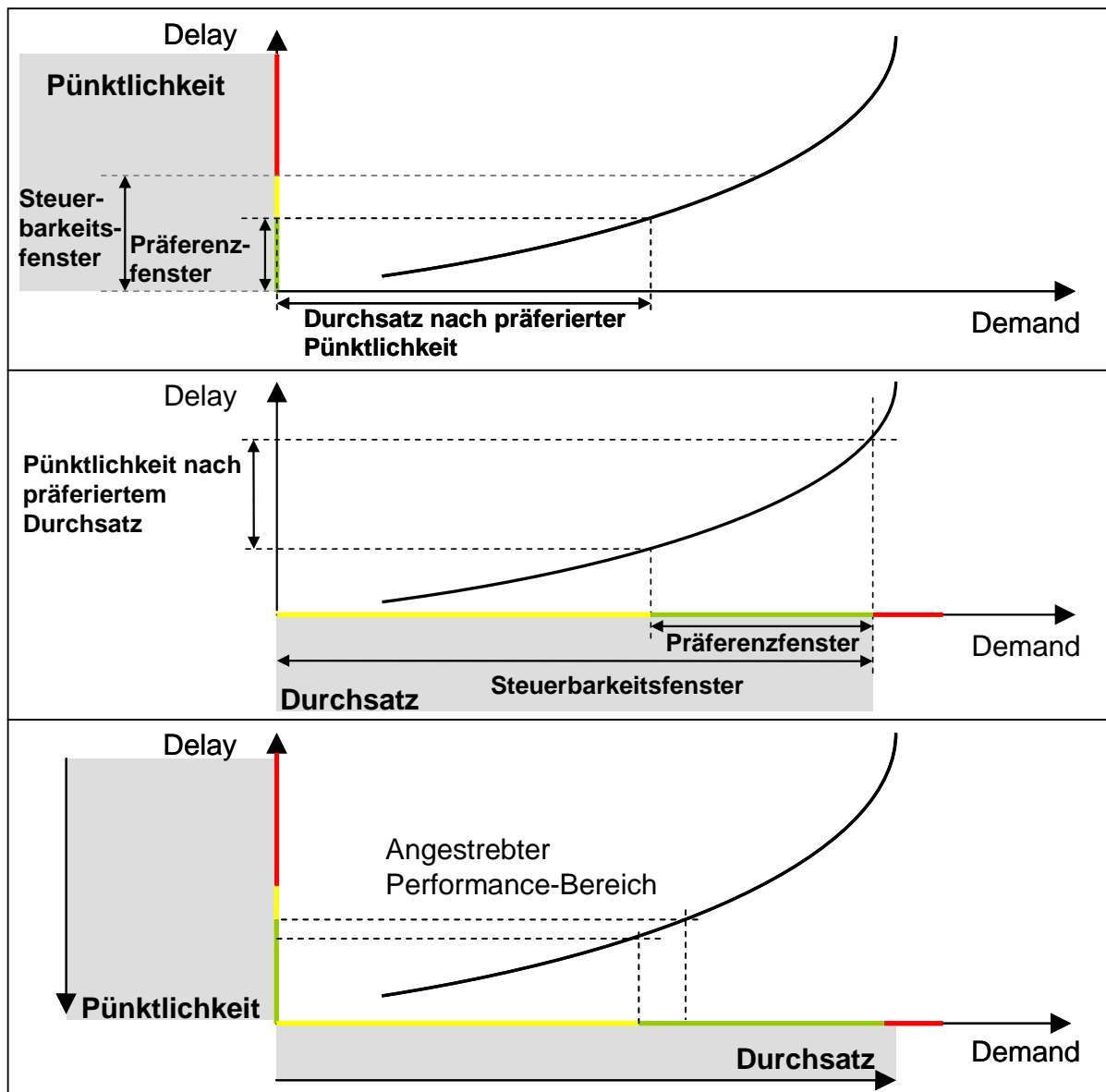


Abbildung 4: Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster der Performance Werte: Pünktlichkeit (oben) und Durchsatz (Mitte) separat und daraus resultierender Performance-Zielbereich der Optimierung (unten).

Das Ergebnis der Diagnosephase wird präsentiert in einer der nachfolgenden Formen (vgl. Abbildung 1):

1. Planungswerte, die Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster erfüllen (in PreW),
2. Planungswerte, die nur die Steuerbarkeitsfenster erfüllen (out PreW, in PosW),
3. Planungswerte, die auch die Steuerbarkeitsfenster verletzen (out PosW).

## 2.4 Planaktivierungsprozesse

Entsprechend der Art der Planaktivierung können drei Typen von Planaktivierungsprozessen unterschieden werden (vgl. Abbildung 1):

- automatische Planaktivierung,
- automatische Planaktivierung mit Hinweispflicht und
- manuelle Planaktivierung nach gemeinsamer Verhandlung.

Sie werden im Folgenden näher beschrieben.

### **2.4.1 Automatische Aktivierung des generierten AOP-Vorschlags (Optimierung)**

Alle geplanten Parameter liegen innerhalb der definierten Präferenzfenster. Der AOP-Vorschlag wurde somit erfolgreich hinsichtlich der vereinbarten Zielwerte optimiert und wird automatisch aktiviert.

### **2.4.2 Automatische Aktivierung des generierten AOP-Vorschlags mit Hinweispflicht**

Alle geplanten Parameter liegen innerhalb ihrer Steuerbarkeitsfenster, jedoch mindestens ein Parameter außerhalb seines Präferenzfensters.

Der AOP-Vorschlag wird automatisch aktiviert, jedoch werden die Agenten mit Verantwortlichkeit für die außerhalb der Präferenzfenster liegenden Parameter darüber informiert. Das Planungswerkzeug ist für die durchgeführten Änderungen hinweispflichtig.

Bei Nichteinverständnis des verantwortlichen Agenten bzw. eines betroffenen Agenten kann dieser zur Überarbeitung des Parameters einen Verhandlungsprozess initiieren. Die Abläufe der möglichen Verhandlungsprozesse werden durch Use Cases beschrieben (siehe Abschnitt 4 und 5).

### **2.4.3 Verhandlungsprozess und manuelle Planaktivierung**

Die geplanten Parameter des AOP-Vorschlags liegen teilweise außerhalb der Steuerbarkeitsfenster. Der generierte Plan kann ein aufgetretenes Problem nicht lösen und es besteht die Notwendigkeit die Planungsvorgaben zu ändern. Dieses erfolgt im Allgemeinen in einem gemeinsamen Verhandlungsprozess. Der AOP-Vorschlag wird nicht mehr wie in den beiden vorhergehenden Fällen automatisch generiert.

Der Anstoß einer Aufgabe (beschrieben durch das jeweilige Use Case) erfolgt normalerweise durch den betroffenen/verantwortlichen APOC-Agenten in dessen Verantwortungsbereich die Parameter liegen, die das Steuerbarkeitsfenster verletzen (spezifisches Problem). Falls der Verhandlungsprozess nicht zum Erfolg führt, kann eine in der Hierarchie übergeordnete Aufgabe (Event-, Flow-, Performance Level, siehe Aufgaben der APOC-Agenten und TAM-OCD in [1]) angestoßen werden, um den Optimierungsrahmen so zu verschieben, dass das spezifische Problem gelöst werden kann.

Für grundsätzliche Probleme am Flughafen, die eine Vielzahl von Prozessen betreffen, kann der Anstoß des Verhandlungsprozesses durch den Moderator erfolgen (siehe Use Case: Set Performance Parameter in Abschnitt 5.2).

## **2.5 Planaktivierungsprozesse bei nichtkooperativer Planung**

Jeder Agent kann Parameter, die nur ihm selbst gehören, ohne vorherigen Planungszyklus verändern und den resultierenden Plan aktivieren. Im Rahmen einer guten Zusammenarbeit in einem APOC ist angeraten, dass dieser Agent nach Möglichkeit die anderen Agenten in die Entscheidung mit einbezieht.

### 3 Aufgaben der APOC-Agenten

Innerhalb des APOC werden alle Teilhaber durch Agenten repräsentiert. Diese arbeiten an individuell eingerichteten Arbeitsplätzen, deren Anzahl in Abhängigkeit des betrachteten Flughafens variiert. Identifizierte Arten von Arbeitsplätzen (Arbeitspositionen) sind die des ATFCM-, des ATC und des Flughafen-Agenten. Hinzu kommen jeweils ein oder mehrere Arbeitsplätze für Agenten der Airline(s) und des/der Ground Handler (Abbildung 5).

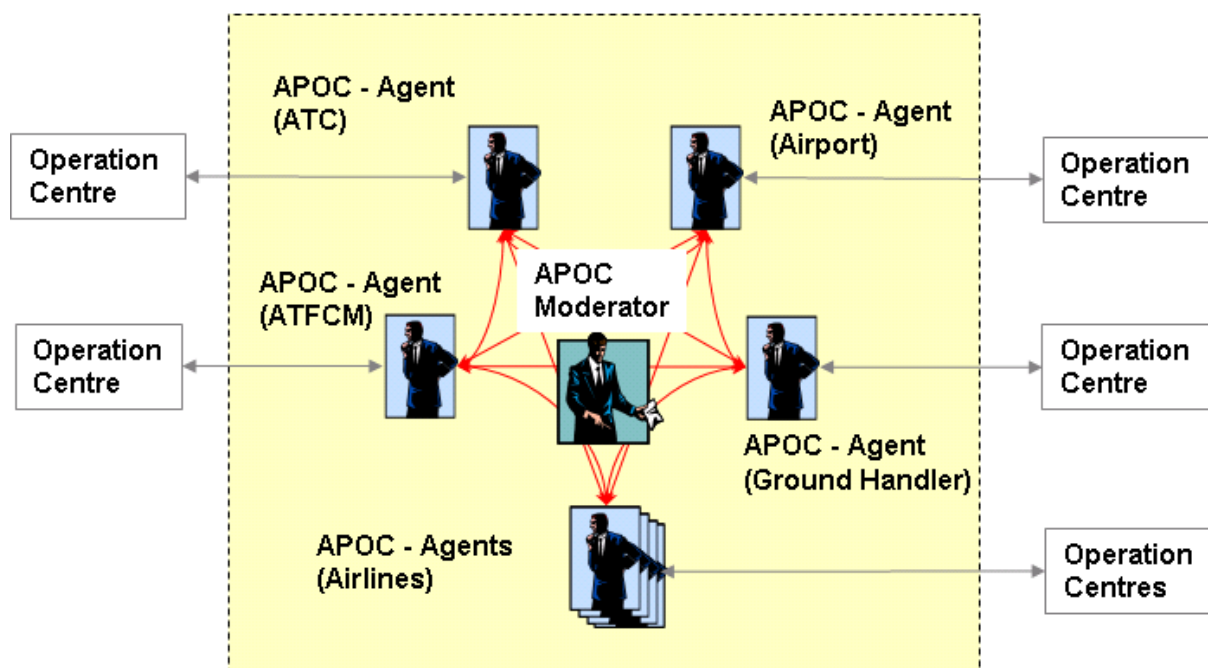


Abbildung 5: Repräsentation der identifizierten Arbeitsplätze im APOC

Obwohl der Moderator keinen speziellen Teilhaber repräsentiert, hat er ebenfalls einen eigenen Arbeitsplatz innerhalb des APOC. Gemäß den Zielen ihrer Teilhaber verfolgen die Agenten innerhalb des APOC unterschiedliche Interessen und Ziele.

#### 3.1 Beschreibung der APOC-Agenten

Die Interessen der APOC-Agenten in einem Verhandlungsprozess können wie folgt beschrieben werden:

##### **ATFCM - Agent**

Das Interesse dieses Agenten ist eine optimale Nutzung der vorhandenen Kapazität innerhalb der einzelnen Sektoren, wobei er einer Überlastung dieser Kapazitäten in einem Verhandlungsprozess entgegenwirken wird.

##### **ATC - Agent**

Das Hauptinteresse dieses Agenten ist die Gewährleistung der Sicherheit des Luftverkehrs und des Rollverkehrs am Boden. Dies kann in einer Reduzierung der maximal möglichen Nutzung einer Ressource resultieren.

##### **Airline – Agent(en)**

Ein Agent einer Airline ist daran interessiert, den Ablauf der Betriebsprozesse seiner Gesellschaft so stabil wie möglich zu halten. Bei entstehenden Abweichungen ist dem Agenten der Airline daran gele-



gen, den abweichenden Ablauf möglichst schnell wieder an den geplanten Ablauf anzupassen. Des Weiteren soll der abweichende Ablauf eines Betriebsprozesses die anderen Betriebsprozesse seiner Airline so gering wie möglich beeinflussen.

Normalerweise hat der Agent einer Airline eine sehr detaillierte Sicht auf die Betriebsprozesse jedes einzelnen Fluges seiner Airline.

### **Flughafen - Agent**

Die Verbesserung der durchschnittlichen Pünktlichkeit und eine effizientere Ausnutzung der vorhandenen Kapazitäten, d.h. eine Erhöhung des Durchsatzes sind die primären Interessen des Agenten des Flughafens.

### **Ground Handler - Agent**

Das Ziel des Ground Handlers ist die termingemäße Nutzung seiner Ressourcen (Personal, Fuhrpark, etc.) in Absprache mit der jeweiligen Airline, in deren Auftrag er arbeitet. Da er im Auftrag der Airline arbeitet, hat der Ground Handler gleichzeitig veränderte Anforderungen in deren Betriebsprozessen zu berücksichtigen, was zu Überlastung seiner Ressourcen führen kann.

Airlines, die nicht einen eigenen Repräsentanten in den APOC entsenden, können ihren Ground Handler mit der Vertretung ihrer Interessen innerhalb des APOC beauftragen. Die Rolle des betreffenden Ground Handlers ist dann eine Vereinigung aus seiner eigenen Rolle und der Rolle des Airline-Agenten.

### **APOC Moderator**

Das Hauptinteresse des Moderators ist die Aushandlung und Einhaltung des Quality of Service Contract (QoS). Sein Augenmerk ist daher die gesamte Performanz des Flughafens. Weitere Aufgaben des Moderators sind die Ordnung der anstehenden Aufgaben (siehe Tabelle 1) in einer Tabelle (siehe Abbildung 13) und die Verhandlungsführung zwischen den Agenten. In jedem Fall ist darauf zu achten, dass der Moderator eine gegenüber den einzelnen Interessen der Teilhaber neutrale Rolle sein muss.

## **3.2 Identifikation der Aufgaben**

Die im Folgenden beschriebenen Aufgaben/Tasks werden gemeinschaftlich im APOC gelöst.

### **3.2.1 Performance Level**

Auf der Performance Ebene können verschiedene Parameter eingegeben und überwacht werden:

- Pünktlichkeit
- Durchsatz
- Kosten/Effizienz
- Lärm/Emissionen
- Planungsstabilität

### **Set Quality of Service Level**

Das Quality of Service Level ist eine Zielvorgabe für die Performance eines Flughafens. Es wird von den Agenten des APOC vereinbart und dient dem Planungssystem für die Überprüfung, ob für einen berechneten AOP Hinweispflicht oder Handlungsbedarf besteht. Konkret werden in diesem Level die Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster für die im QoS enthaltenen Performance Parameter festgelegt.

### **Set Performance Parameter Ratio**

Alle Performance Parameter sind direkt bzw. indirekt voneinander abhängig und werden als Gewichte und Werte in das Planungssystem eingegeben. Der Moderator ist für die Einhaltung des QoS verantwortlich und justiert die Gewichtung der Performance Parameter mit dem Ziel das vereinbarte Quality of Service Level nach Möglichkeit einzuhalten.

## 3.2.2 Flow Level

### Demand Adjustment (on Flow Level)

Bei noch inaktiven Flügen (Flüge sind bisher nur in der Vorplanung, z.B. Wochenplanung, Tagesplanung) ist der abgeleitete Demand statisch. Sollte aufgrund von Prognosen eine Demandanpassung an die Kapazität notwendig werden, so können sich die Airlines bereits auf eine Reduzierung des Demands im entsprechenden Zeitfenster verständigen. Da zu diesem Zeitpunkt noch nicht bekannt ist, welche einzelnen Flüge wirklich in dem genannten Zeitfenster landen/starten werden, verständigen sich die Airlines verbindlich nur auf die reine quantitative Reduzierung des Demands. Dies kann durch eine Absenkung des Demands ohne Ausgleich stattfinden oder durch Verschiebung einer bestimmten Anzahl von Flügen in Nachbarintervalle. Offen bleibt zunächst, ab wann ein Flug aktiv wird. Vorstellbar ist dass er z.B. für Arrivals 2h vor Abflug am Departure Flughafen aktiv wird.

Die Verpflichtung, den Demand zu verringern bleibt solange sichtbar, bis die Airline diese auf Event-Ebene umsetzt (wie z.B. durch Flugstreichung oder Flugverzögerungen). Bei Änderung der Voraussetzungen oder dem Nichteintreffen der Prognose sollte eine erneute Anpassung des Demands vorgenommen werden.

### Set Arrival- / Departure-Ratio

Die Flugsicherung, im APOC ihr Agent, ist für die Einstellung des Arrival-/Departure Ratios verantwortlich. Sie hat hier allerdings Spielraum und kann diesen Parameter bei Bedarf variieren. Entsprechend verschiedener Interessen und internen Informationen der Airlines und des Flughafens können diese zu diesem Parameter Wünsche äußern und zusammen einen Kompromiss erarbeiten.

Der ATFCM Agent kann hier im Hinblick auf die Auswirkungen auf die Sektor Kapazitäten und den NOP unterstützend eingreifen.

### Manage Stand and Gate

Die Aufgabe des Managements von Stands and Gates obliegt dem Flughafen, im APOC dessen Agenten. Er kann für seine Planungen Wünsche der Airlines berücksichtigen, welche insbesondere Umsteigerpassagiere im Blick haben und Umsteigezeiten weitestgehend minimieren wollen. Vor allem an größeren Flughäfen kann die Stand und Gate Zuordnung auch Auswirkungen auf die Koordination und Einsatzplanung von Personal und Equipment der Ground Handler haben.

### Change of Runway Utilization

Die Nutzungsstrategie der Bahn kann einen entscheidenden Einfluss auf Flow Level und Pünktlichkeitswerte haben. Die Veränderungen der Bahnnutzung liegen innerhalb des Verantwortungsbereiches der ATC-Agent. Vor allem, wenn der Demand die Kapazität übersteigt können die Agenten über eine sinnvolle Nutzung der Bahnen entscheiden. Diese Aufgabe beinhaltet auch mögliche Konfigurationswechsel, etc.

### Inhibition of a Runway

In begrenztem Zeitrahmen kann die Schließung einer Runway vorhersagbar sein (z.B. friction test, Wartungsarbeiten). Verantwortlich ist hierfür der Airport-Agent. Zwischen den Agenten im APOC kann über den genauen Zeitpunkt der Schließung verhandelt werden.

### **3.2.3 Event Level**

#### **Slot Allocation (at the Departure Airport in the Vicinity)**

Eine Möglichkeit den Demand im Vorfeld zu regulieren besteht darin bestimmte Flüge z.B. auf dem Startflughafen gezielt festzuhalten. Solch eine Entscheidung bedarf jedoch der Einigkeit zwischen den Agenten der betroffenen Airline(s) und der ATFCM.

#### **Demand Adjustment (on Event Level)**

Es wird immer Situationen geben in denen eine kurzfristige Demandanpassung notwendig wird. Da angenommen wird, dass die Flüge hier bereits „aktiv“ sind, kann bereits gezielt auf Einzelflugebene reagiert werden. Airlines verhandeln zusammen wer wie viele Flüge streicht oder gezielt verzögert (eventuell können sie auch direkt über Flugverbindungen diskutieren, wenn Airlines auf bestimmten Strecken in direkter Konkurrenz stehen). Die Bestätigung der Maßnahmen führt umgehend zur Umsetzung und hat auch Auswirkungen auf das angedachte Bewertungssystem.

## 4 Verhandlungs-/Entscheidungsprozesse im APOC

Für den Erfolg einer gemeinsamen Entscheidungsfindung (CDM Prozess) ist die intensive Kommunikation zwischen den 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. Dies wird zum einen durch die Lokalisierung des CDM Prozesses in einem Raum (dem APOC) und zum anderen durch untereinander vernetzte technische Unterstützungssysteme erreicht. Die Vorteile sind eine gemeinsame Informationsgrundlage (Powerwall), die kurzen 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

Gemäß dem Ansatz des TAM, benutzen alle Operateure eine gemeinsame Informationsquelle und arbeiten auf einem gemeinsamen Ablaufplan für die Prozesse am Flughafen – dem AOP (Airport Operation Plan). Die Benutzung einer gemeinsamen kohärenten und aktuellen Datenquelle führt zu einem verbesserten gemeinsamen Situationsbewusstsein. Dies erhöht die Qualität eines CDM Prozesses, da alle Teilhaber gleichermaßen über die Rahmenbedingungen informiert werden und so besser auf diese reagieren können.

Es wird innerhalb von FAMOUS davon ausgegangen, dass die Agenten im APOC seitens des Teilhabers den sie vertreten ermächtigt sind Entscheidungen zu fällen und diese in den AOP einfließen zu lassen. Ansonsten wären die Entscheidungswege zu lang für eine gemeinsame Entscheidungsfindung innerhalb des APOC. Bezüglich anstehender Entscheidungen können sich die Agenten jederzeit mit dem betreffenden Teilhaber für Rückfragen in Verbindung setzen. Da die Teilhaber über den Einsatz der sie vertretenden Agenten entscheiden, ist davon auszugehen, dass die Agenten stets die Interessen der sie beauftragenden Teilhaber vertreten werden.

## 4.1 Die Rollen der Agenten in einem CDM Prozess

Abbildung 6 zeigt die fundamentalen Rollen der Agenten und des Moderators innerhalb eines APOC.

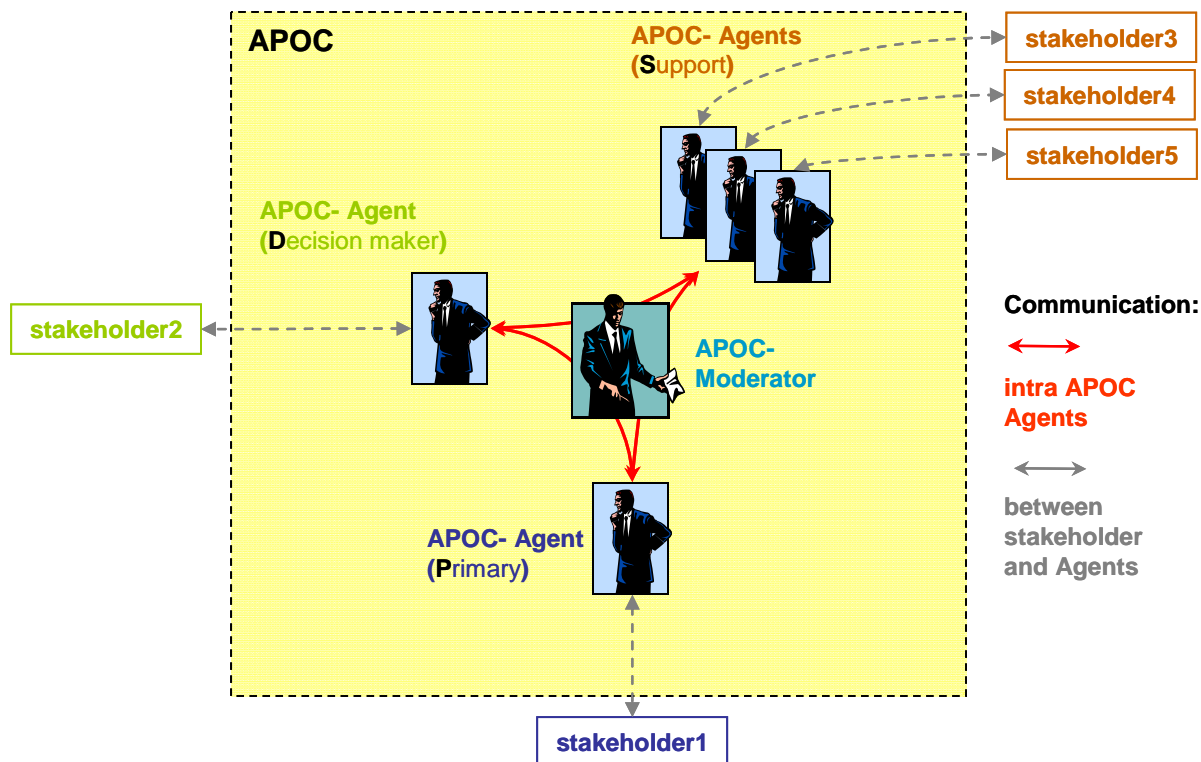


Abbildung 6: Mögliche Rollen der Agenten und des Moderators im APOC

Die Rolle eines Agenten ist von dem jeweiligen Entscheidungsprozess abhängig. Im Groben können die Rollen eines Verhandlungsprozesses folgendermaßen benannt werden:

### Initiator

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

### Entscheidungsverantwortlicher (Decision Maker)

Der Entscheidungsverantwortliche ist der verantwortliche Agent für das Ergebnis (Parameteränderung im AOP) einer Entscheidung. Eine Zuordnung der Aufgaben zu ihren Entscheidungsverantwortlichen ist in Kapitel 5 zu finden.

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.

### Aufgabenehhaber (Task Owner)

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

### Teilnehmer (Support)

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 Prozessinhaber. Sein Augenmerk liegt daher weniger auf den einzelnen Flussgrößen, sondern fast gänzlich auf der Einhaltung der gesamten Performanz eines Flughafens (Einhaltung des QoS).

### Koordination innerhalb des APOC

Mit Hinblick auf die zuvor gemachte Rollenverteilung, soll im Folgenden der logische Ablauf eines CDM Prozesses dargestellt werden. Im Entscheidungsprozess werden die involvierten Teilhaber durch ihre Agenten vertreten.

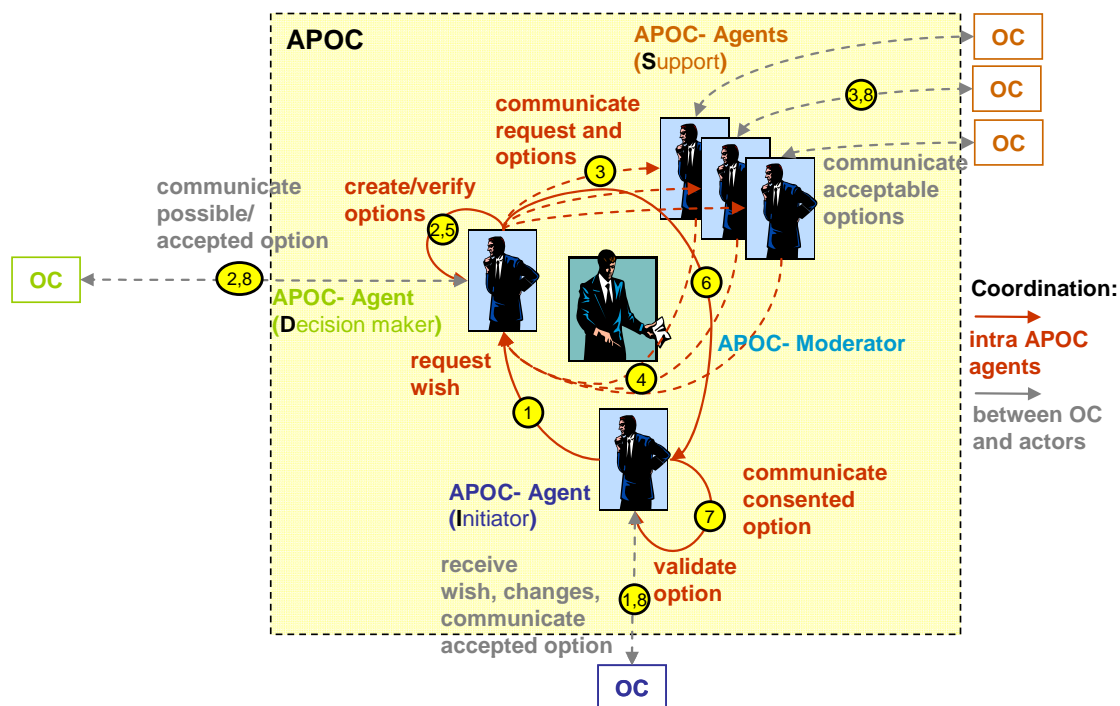


Abbildung 7: Moderierter Entscheidungsprozess

In der in Abbildung 7 dargestellten Form des Ablaufes eines Entscheidungsprozesses wird davon ausgegangen, dass genügend Zeit für eine Simulation und Diskussion der beabsichtigten Modifikationen des AOP vorhanden ist. Ein Entscheidungsprozess soll im Groben dabei wie folgt ablaufen:

- (1) Ein APOC – Agent (Initiator) ist mit der prognostizierten Verkehrssituation unzufrieden (Situation Assessment & Analysis) und stellt, eventuell aufgrund seiner eigenen Erfahrung eine Änderungsanfrage an den zuständigen Prozessinhaber.
- (2) Ein APOC – Agent (Decision Maker) entwickelt eine Lösung für das zuvor festgestellte Problem, gegebenenfalls nach Absprache mit seiner Einsatz-/Leitzentrale.
- (3) Dieser APOC – Agent (Decision Maker) präsentiert die mögliche Lösung / Modifikation gegenüber den anderen APOC – Agenten (Support).
- (4) Die anderen APOC – Agenten (Support) geben dem APOC – Agenten (Decision Maker) entweder ihre Zustimmung zu den Modifikationen oder machen Änderungsvorschläge.

- (5) Nach dem Sammeln aller notwendigen Information sucht der APOC – Agent (Decision Maker) nach der besten Lösung, was mittels einer Simulation erfolgen kann (Plan Generation).
- (6) Der APOC – Agent (Decision Maker) verbreitet die gefundene Lösung zur Diskussion an die anderen teilnehmenden APOC – Agenten, insbesondere an den Initiator, welcher um die Bearbeitung gebeten hat.
- (7) Die teilnehmenden APOC – Agenten insbesondere der Agent (Initiator) überprüfen die präsentierte Lösung und entwickeln gegebenenfalls Alternativvorschläge.
- (8) Die gefällte Entscheidung wird implementiert, d.h. sie wird in den AOP aufgenommen und über geeignete Mittel an die Stakeholder verteilt (Plan Implementierung).

Der Moderator ist in hierbei zuständig für das Leiten der Diskussion. Als zusätzlichen Aspekt bringt er die Betrachtung des QoS mit ein. Der gesamte Entscheidungsprozess der Agenten kann bei Bedarf durch Werkzeuge (TOP-Clients) zum What-If Probing unterstützt werden.

Der genaue Ablauf einer Entscheidungsfindung (eines CDM Prozesses) wird für jede vorgesehene Aufgabe in Kapitel 5 als Use Case dargestellt.

#### **Koordination zwischen den Agenten des APOC und ihren Einsatz-/Leitzentralen**

Für verschiedene Entscheidungen der Agenten innerhalb des APOC benötigen diese zusätzliche Informationen und gegebenenfalls eine Bestätigung seitens ihrer Einsatz-/Leitzentralen (Operation Centres). Einfache Mittel zur Kommunikation (Telefon) sind daher unabdingbar. Um einen effizienteren Informationsaustausch zu gewährleisten, wäre es aber angeraten, bereits die TOP-Clients mit Schnittstellen zu den jeweiligen Einsatz-/Leitzentralen und Funktionalitäten zur Berücksichtigung dieser Informationen auszustatten.

### **4.1.1 Zuständigkeitsbereiche**

Bereits bestehende Zuständigkeitsbereiche sollten nach Möglichkeit nicht verändert werden, da ansonsten die Akzeptanz der Teilhaber gegenüber dem Einsatz eines APOC leiden könnte. Daher sollte die letztendliche Entscheidungsgewalt für eine Aufgabe bei dem Teilhaber bzw. dessen Agenten bleiben, in dessen Entscheidungsbereich sie/er sich bereits vor Einsatz des APOC an dem betroffenen Flughafen befand. Problemlos stellt sich eine Veränderung des Zuständigkeitsbereiches dann dar, wenn alle betroffenen Teilhaber hiermit einverstanden sind. Hiervon soll zunächst aber nicht ausgegangen werden.

### **4.1.2 What-If Probing**

Die Arbeitsplätze der Agenten im APOC müssen Mittel zur Kommunikation und zur Simulation bieten. Bei der Simulation ist zwischen zwei Arten zu unterscheiden:

1. Separates What-If Probing
2. Kooperatives What-If Probing

Eine separates What-If Probing kann von jedem Agenten innerhalb des APOC durchgeführt werden. Es kann dazu genutzt werden mögliche Modifikationen an dem bestehenden AOP im Vorfeld auf ihre Auswirkungen zu testen. Eine separates What-If Probing benötigt keinerlei Mitwirkung seitens eines weiteren Agenten im APOC oder einer externen Person.

Ein kooperatives What-If Probing findet dann statt, wenn zwei oder mehr Agenten in die Entscheidungsfindung involviert sind (CDM Prozess). Das kooperative What-If Probing kann auf unterschiedliche Art und Weise ausgelöst und durchgeführt werden. Generell muss bei einem kooperativen What-If Probing immer darauf geachtet werden, dass nach wie vor die einzelnen Zuständigkeitsbereiche nicht verändert werden.

Eine Möglichkeit zum kooperativen What-If Probing ist es, ein gemeinsames What-If Probing durchzuführen, bei der jeder Agent auf der gleichen Datenbasis operiert und nur die Daten verändern kann, die in seinen Zuständigkeitsbereich fallen. Der Vorteil dieser gemeinsamen Entscheidungsfindung ist es, dass ausgehend von einem festgestellten Problem alle damit verbundenen Probleme behandelt

und gegebenenfalls in einem Rutsch in dem gemeinsamen What-If Probing gelöst werden können. Dies ist auf der anderen Seite auch der Nachteil des gemeinsamen What-If Probing, da ausgehend von einer Problemstellung eventuell sehr viele weitere Probleme angestoßen werden und sich eine Entscheidungsfindung als sehr langwierig, unter Umständen als nicht möglich erweist.

Eine weitere Möglichkeit zum kooperativen What-If Probing ist ein dediziertes What-If Probing. Bei einem dedizierten What-If Probing wird das seitens des Entscheidungsträgers vorgestellte Problem zunächst unabhängig (dediziert) von dadurch ausgelösten Problemen behandelt. Die anderen Agenten können separate What-If Probings hinsichtlich der Auswirkungen der Entscheidungen auf ihren Geschäftsbereich machen und dementsprechende Änderungswünsche gegenüber dem Entscheidungsträger kommunizieren. Der Vorteil hierbei ist, dass das spezifische Problem einfacher als in einem gemeinsamen What-If Probing behandelt und seitens des Entscheidungsträgers immer eine Lösung gefunden werden kann. Der Nachteil des dedizierten What-If Probing ist es, dass eine Folge von weiteren dedizierten What-If Probings ausgelöst werden kann.

Für ein dediziertes What-If Probing sind mehrere Varianten zur Durchführung denkbar. Eine hiervon wird im folgenden Unterkapitel vorgestellt. Da es gewährleistet werden kann, dass bei einem dedizierten What-If Probing seitens des Entscheidungsträgers stets eine Lösung gefunden werden kann, wird im Folgenden zunächst auch nur dieser Weg zur kooperativen Entscheidungsfindung betrachtet. Es ist angedacht, im Rahmen der Validierung über andere Formen des kooperativen What-If Probing nachzudenken. Beispiele hierfür wären das bereits genannte gemeinsame What-If Probing, mit sequentieller Veränderung der Parameter durch die jeweils betroffenen Agenten, und ein paralleles What-If Probing, bei dem mehrere What-If Probings gleichzeitig durchgeführt werden können.

### 4.1.3 Gewährleistung der Fairness im Entscheidungsprozess

Die Gewährleistung der Fairness stellt eine zentrale Anforderung der Stakeholder an das Total Airport Management dar. Aus dieser Anforderung ergeben sich zwei Forderungen für die Verhandlungen im APOC:

1. Es müssen Auszahlungs-/Bewertungsfunktionen bestimmt werden, mit denen es möglich ist die Ergebnisse von Entscheidungen bezogen auf den Nutzen für den einzelnen Stakeholder zu bewerten.
2. Es muss ein System entwickelt werden, welches den Stakeholdern die einen Nachteil bei einem Verhandlungsergebnis in Kauf nehmen einen Vorteil für andere Verhandlungsergebnisse ermöglicht (Bewertungssystem).

Zur Realisierung der ersten Forderung können spieltheoretische Ansätze Anwendung finden. In der Spieltheorie werden Situationen in den Menschen miteinander interagieren in eine mathematisch beschreibbare Darstellung übersetzt und als Spiel betrachtet. In einer mathematisch-formalen Beschreibung wird festgelegt, welche Spieler es gibt, welchen sequentiellen Ablauf das Spiel durchläuft und welche Handlungsoptionen jeder Spieler in den einzelnen Stufen der Sequenz zur Verfügung steht. Im APOC sind die Spieler die APOC-Agenten, die möglichen Sequenzen werden als Use Cases beschrieben (Abschnitt 5). Handlungsoptionen werden als Alternative/Failure Flows beschrieben. Jeder Handlungsoption muss der mögliche Gewinn für den jeweiligen Stakeholder zugeordnet werden. Die festgestellten Gewinne und Verluste fließen in ein Bewertungssystem, welches in Form eines Punktesystems festlegt, welcher Stakeholder belohnt oder bestraft wird. Die zur Verfügung gestellten Punkte können für die Realisierung von Interessen in nachfolgenden Entscheidungsprozessen verwendet werden.

Die Auszahlungs-/Bewertungsfunktion wie auch das Bewertungssystem müssen für die Stakeholder nachvollziehbar sein, um so die Fairness transparent zu machen. Von daher sollten die Domainexperten mit in den Designprozess einbezogen werden.

## 4.2 Abstrakter Ablauf für ein Use Case

Im Folgenden wird eine Vorlage (Template) für den Ablauf eines Use Case gegeben. Die spezifischen Use Cases sind der Einfachheit halber in Englisch gehalten (Austausch mit dem EEC).



## Umfang (Scope)

Zeithorizont: in FAMOUS normalerweise prä-taktisch (bis zu 24h)

Involviert: alle Agenten im APOC

Verantwortlich: Entscheidungsverantwortlicher (decision maker)

## Bereich (Level)

Flow Level (kann den Ereignis- und Performanzbereich mit einbeziehen)

## Zusammenfassung (Summary)

Das Use Case "Titel" beschreibt, wie der Entscheidungsverantwortliche die in dem Use Case beschriebene Tätigkeit gemäß den vorhandenen Prognosen und bereits gefällten Entscheidungen (z.B. veränderte Ziele in der Performanz) durchführt. Da eine Entscheidung innerhalb des Flussbereiches normalerweise jeden Teilhaber an einem gegebenen Flughafen betrifft, wird dazu geraten, dass der Entscheidungsverantwortliche diese Entscheidung nicht allein, sondern durch einen gemeinsamen CDM Prozess fällt.

## Akteure (Actors)

- Initiator – jeder Akteur im APOC kann die Bearbeitung eines Use Case anregen
- Entscheidungsverantwortlicher (decision maker) – möchte eine Lösung für "Titel" implementieren
- Agenten (support) – Auflistung aller teilnehmenden Agenten mit ihren primären Interessen (Agenten einzeln auflisten)
- Moderator – gliedert und moderiert den CDM Prozess, sein Interesse gilt der Einhaltung der aktuellen Performanzziele (Quality of Service Contract)

## Vorbedingungen (Preconditions)

Alle Akteure haben Zugang zum CDM System. Des Weiteren sollte jeder Akteur über Mittel zur Kommunikation mit seiner Einsatzzentrale (Operation Centre) verfügen.  
(hier erfolgt eine Auflistung aller anderen Vorbedingungen)

## Nachbedingungen (Postconditions)

- Erfolgreicher Endstatus (Success end state)
- Eine Lösung für "Titel" wurde gefunden und implementiert.
- Gescheiterter Endstatus (Failed end state)
- Es wurde keine Lösung für "Titel" gefunden.

## Notizen (Notes)

Die Implementierung einer Lösung für "Titel" liegt einzig und allein im Zuständigkeitsbereich des Entscheidungsverantwortlichen. Alle Abweichungen müssen hier aufgeführt werden.

Das Use Case "Titel" löst folgende Use Cases aus: (hier erfolgt eine Auflistung aller durch „Titel“ ausgelösten Use Cases).

Nur dem Entscheidungsverantwortlichen ist es erlaubt, das Use Case zu jedem Zeitpunkt abzubrechen und eigenmächtig eine Lösung für "Titel" zu implementieren.

Jeder Akteur sollte in Verbindung mit seiner Einsatzzentrale stehen um eventuelle Rückfragen durchführen zu können. Da diese Art der Kommunikation von der lokalen Implementierung eines APOC und der APOC Clients abhängt, wird sie nicht weiter in diesem Use Case behandelt.

## Auslöser (Trigger)

Der Initiator hält eine (neue) Lösung für das Use Case „Titel“ für erforderlich.

## Haupt Handlungsstrang (Main flow)

1. Der Initiator stellt eine Anfrage für die Bearbeitung eines Use Case an den zuständigen Entscheidungsverantwortlichen (decision maker).
2. Der Entscheidungsverantwortliche entscheidet, dass die beantragte Aufgabe bearbeitet wird.
3. Der Entscheidungsverantwortliche führt separate What-If Probing für das Use Case "Titel" durch und findet eine adäquate Lösung. Diese Lösung ist nun die "aktuelle Lösung".
4. Der Entscheidungsverantwortliche trägt die aktuelle Lösung als Vorschlag für einen CDM Prozess (hier dediziertes What-If Probing) zusammen mit einer Zeitvorgabe für die maximale Dauer des CDM Prozesses in das CDM System ein.
5. Der Moderator, welcher durch das CDM System über diesen Vorschlag und der damit verbundenen Anfrage nach einem CDM Prozess informiert wird (dies kann auch über Zuruf erfolgen), trägt den CDM Prozess seiner Dringlichkeit gemäß in die Aufgabenliste ein. Die Aufgabenliste hält die Reihenfolge der ausstehenden CDM Prozesse fest und wird vom Moderator gepflegt. (Bezüglich der Dringlichkeit eines CDM Prozesses kann sich der Moderator mit den anderen Agenten mündlich absprechen.)
6. Ist der entsprechende CDM Prozess an der Reihe, so wird die dazu gehörende aktuelle Lösung des Entscheidungsverantwortlichen und die von ihm gemachte Zeitvorgabe für den CDM Prozess an die APOC Clients der teilnehmenden Akteure gesendet.
7. Alle teilnehmenden Akteure können auf Basis der aktuellen Lösung separate What-If Probing durchführen. (Sie können ihre Lösungen aber nicht implementieren, da es zu jeder Zeit kann es nur eine aktuelle Lösung für die zurzeit bearbeitete Aufgabe geben darf.)
8. Wird keine andere Lösung seitens der teilnehmenden Akteure präsentiert, so bittet der Moderator um Akzeptanz der aktuellen Lösung.
9. Der Entscheidungsverantwortliche aktiviert die aktuelle Lösung.
10. Das CDM System nimmt die aktivierte Lösung auf. Diese ist nun für alle anderen Systeme verfügbar. (Dies kann dazu führen, dass weitere Tätigkeiten seitens der Operateure aber auch andere Use Cases ausgelöst werden.)

## Alternative Handlungsstränge (Alternative flows)

[Cockburn Ch 8]

### **[3] – Der Entscheidungsverantwortliche ist der Meinung, dass sofort eine Lösung für "Titel" implementiert werden muss.**

1. Der Entscheidungsverantwortliche verändert die zum Use Case "Titel" gehörenden Parameter ohne separates oder kooperatives What-If Probing [9].

### **[4] – Der Entscheidungsverantwortliche möchte die Veränderung der zum Use Case "Titel" gehörenden Parameter nicht diskutieren (nicht empfohlen).**

2. Der Entscheidungsverantwortliche setzt die zum Use Case "Titel" gehörenden Parameter eigenmächtig nach erfolgtem separaten What-If Probing [9].

### **[8] – Die vom Entscheidungsverantwortlichen gesetzte Zeitvorgabe läuft ab, ohne dass eine alternative Lösung gefunden wird.**

3. Der Entscheidungsverantwortliche beendet den CDM Prozess [9].

### **[8] – Einer (oder mehrere) der Agenten präsentieren eine alternative Lösung.**

4. Jedem Agenten ist es erlaubt eine alternative Lösung, welche auf der aktuellen Lösung basiert, vorzuschlagen und mittels des CDM Systems zu kommunizieren. Diese alternativen Lösungen sind Änderungsanfragen an die aktuelle Lösung und können niemals ohne Zustimmung des Entscheidungsverantwortlichen aktuell werden. Das CDM System verteilt die alternativen Lösungen als Diskussionsgrundlage an alle teilnehmenden Akteure.

5. Der Entscheidungsverantwortliche sammelt alle alternativen Lösungen und entscheidet welche Aspekte dieser alternativen Lösungen er für weitere separate What-If Probings berücksichtigt. (Dies kann auch mittels mündlicher Diskussion erfolgen.)
6. Der Entscheidungsverantwortliche führt weitere separate What-If Probings durch und entscheidet, ob die neu gefundene Lösung aktuell werden soll oder ob die derzeit aktuelle Lösung weiterhin Basis für den CDM Prozess bleibt [7].

**[15] – Der Entscheidungsverantwortliche findet keine alternative Lösung geeignet für weitere What-If Probings.**

7. Der Entscheidungsverantwortliche beendet den CDM Prozess [9].

## Handlungsstränge für Fehlschläge (Failure flows)

**[2] Der Entscheidungsverantwortliche möchte das beantragte Use Case nicht bearbeiten**

8. Der Entscheidungsverantwortliche weist die Anfrage des Initiators zur Bearbeitung des Use Case zurück und beendet das Use Case.

**[4] – Der Entscheidungsverantwortliche findet durch separate What-If Probings keine akzeptable Lösung.**

9. Der Entscheidungsverantwortliche generiert und aktiviert eine Parametereinstellung für das Use Case "Titel" ohne das Ergebnis eines What-If Probings und ohne CDM Prozess. Dies ist keine Lösung des Use Cases.

## 4.3 Bewertungssystem

Die Gewährleistung von Fairness zwischen den einzelnen Stakeholdern und speziell zwischen den konkurrierenden Fluggesellschaften ist einer der Schlüsselfaktoren zur Umsetzung einer gemeinsamen Entscheidungsfindung im APOC. Das Bewertungssystem soll speziell dazu beitragen, die Fluggesellschaften zu kooperativem Verhalten anzuhalten. Handlungen oder Ereignisse bezüglich einer Fluggesellschaft, die zur Lösung oder Verbesserung einer kritischen Situation beitragen, sich aber negativ auf die Fluggesellschaft selbst auswirken, sollen belohnt werden. Diese Belohnung soll sich später in Form einer Vorteilsnahme wiederum positiv für die Airline auswirken. Durch kooperatives Verhalten aller Airlines wird die Qualität der zugrunde liegenden Planung verbessert und führt allgemein zu einem reibungsloseren Ablauf aller Prozesse am Flughafen.

Für die Konkretisierung eines Bewertungssystems im Rahmen des Projektes FAMOUS wird ein sogenanntes „Bonus-Malus-System“ herangezogen. Im Rahmen dieses Systems wird kooperatives Verhalten der Airlines durch Vergabe von Bonuspunkten belohnt und nicht kooperatives Verhalten mit einem Malus (= Punktabzug) belegt. Die zu bewertenden Aktionen stehen in diesem System im direkten Bezug zur Planung und es wird dadurch das individuelle plankonforme Verhalten bewertet. Es werden dabei keine Aktionen bewertet, die das rivalisierende Verhalten der Airlines untereinander noch weiter verstärken würde.

Für das Bonus-Malus-System im Projekt FAMOUS wurden folgende Handlungen und Airline-bezogene Ereignisse identifiziert:

- Flugstreichung im Bereich eines Over-Demands, Streichungen von Flügen außerhalb einer Engpasssituation werden nicht bewertet
- Verschiebung eines Fluges bei Over-Demand, Motivation für die Airline ihre Flüge in Demand Lücken zu verschieben
- die bewußte Inkaufnahme von Nachteilen zur Situationsverbesserung (z.B. Delay eines Fluges)

- die Größe des Steuerbarkeitsfensters eines Fluges gegenüber einem Standardwert wird honoriert, dabei wird ebenfalls die Größe des Präferenzfensters im Vergleich zum Steuerbarkeitsfenster bewertet (bei beiden Punkten gilt: je größer, desto besser)
- das Commitment der Airline zu planungsrelevanten Zeiten wie z.B. der TOBT wird belohnt, dabei ist der Zeitpunkt entscheidend, wann das Commitment erfolgt; wird das Commitment nicht gehalten, erfolgt eine Bestrafung in Form eines Malus, der höher als der vorher gezahlte Bonus ausfällt
- seitens der betreffenden Airline verursachte Slotverletzung, kann ebenfalls als ein nicht eingehaltenes Commitment gesehen werden, soll jedoch aufgrund ihrer Auswirkungen auf das gesamte ATN gesondert bewertet werden
- die frühzeitige Informationsfreigabe von qualitativer Information wird nach Zeitpunkt, Menge und Qualität bewertet

Wie die einzelnen Handlungen zu einander zu gewichten sind, lässt sich momentan nicht genau beziffern. Hierfür soll in den beiden Testphasen von FAMOUS eine geeignete Einstellung gefunden werden. Die Gewichtung der Handlungen sollte daher anpassbar sein.

Bei der Vergabe des Bonus für die oben aufgeführten Aktionen wird beim Commitment zu einem bestimmten Punkt erst ein kleiner Teil des Bonus der Airline gutgeschrieben. Tritt das betreffende Ereignis schließlich ein, so wird dem Konto der Airline der restliche größere Bonus gutgeschrieben. In den Punkten, wo ein Commitment noch kein unwiderrufliches Ereignis darstellt und eine mögliche Verletzung der Zusage eintreten kann, wird eine selbstverschuldete Nichteinhaltung mit einem Malus bestraft, welcher höher ist als der für das betreffende Commitment erhaltenen Bonus. Dies dient dazu, die Vergabe taktischer Commitments zu verhindern. Der Punktestand einer Airline kann durch wiederholten Erhalt eines Malus negativ werden, wenn nicht genügend Bonuspunkte durch kooperatives Verhalten gesammelt wurden. Wird eine bestimmte untere Grenze von negativen Punkten erreicht, so wird die betreffende Airline mit einer Sanktion belegt.

Die durch das oben beschriebene Verfahren gesammelten Punkte kann die Airline zur eigenen Vorteilsnahme wieder einsetzen. Die Punkte können in Form von Prioritäten auf die eigenen Flüge verteilt werden, so daß diese Flüge in der Planung stärker beachtet werden und in der Abflugsequenz nach vorne rücken bzw. pünktlicher den Flughafen verlassen. Dabei ist zu beachten, daß ein Flug nur aufgewichtet werden kann. Einmal vergebene Prioritäten können nicht wieder herabgesetzt werden. Die Umwandlung der Punkte in Prioritäten kostet dabei keine Transaktionskosten. Ebenso ist es nicht möglich durch Vergabe von Prioritäten ein negatives Punktekonto zu erzeugen, d.h. keine Vergabe von Prioritäten auf Kredit. Sollte eine Airline die gesammelten Punkte eines Tages nicht direkt in Prioritäten umgesetzt haben, so bleiben sie auch für die nächsten Tage auf dem Punktekonto gutgeschrieben.

## 5 Use Cases

In diesem Kapitel wird eine Auswahl von Use Cases aufgeführt, welche geeignet sind, um die Funktionsweise und den Kommunikationsfluss des APOCs unter normalen Bedingungen hinreichend testen zu können. Weitere Aufgaben der Agenten, bzw. Vorlagen für Use Cases sind den Ergebnissen des AAM-Projektes zu entnehmen [2]. Winteroperationen wurden hierbei zunächst nicht berücksichtigt, da hierfür unter Umständen auch ein weiterer Agent im APOC benötigt würde.

Jedes Use Case beschreibt die Bearbeitung einer bestimmten Task, die sich auf ein bestimmtes Zeitfenster bezieht, z.B. Anpassung des Arrival/Departure Ratios zwischen 16:00 und 18:00 Uhr, und eine bestimmte Deadline beinhaltet, zu der diese Task bearbeitet und abgeschlossen sein muss. Diese Tasks wiederum werden auf der Powerwall in der Taskliste angezeigt. Der Timer für die Bearbeitungszeit einer aktiven Task wird vom Moderator gesetzt. Die Deadline wird vom zuständigen Decision Maker gesetzt und bezeichnet den Zeitpunkt, zu dem eine Lösung für die jeweilige Task vorliegen muss. Der Timer muss vom Moderator so gesetzt werden, dass er spätestens zur gesetzten Deadline endet.

Da nur eine Task zur gleichen Zeit gemeinsam bearbeitet werden kann, wird die, die in der Taskliste an oberster Stelle steht, als nächstes aktiv. Nach der Bearbeitung ist diese Task geschlossen (closed).

Tabelle 1: Rollen der Agenten bei der Bearbeitung der Aufgaben (vgl. Kapitel 3): D-Decision Maker, S-Support, O-Task Owner.

Nr.	Aufgabe	Rolle bei der Aufgabebearbeitung					
		Airport Agent	ATC Agent	Aircraft Operator Agent (s)	Ground Handler Agent	ATFCM Agent	APOC Moderator
Performance Level							
1	Set Quality of Service Level	D	D	D	D	D	O
2	Set Performance Parameter Strategies	S	S	S	S	S	D,O
Flow Level							
3	Inhibition of a Runway	D,O	S	S		S	
4	Manage Stand and Gate	D,O		S	S		
5	Change of Runway Utilization	S	D,O	S		S	
6	Determine A/D Ratio	S	D,O	S	S	S	
7	Demand Adjustment on Flow Level		S	D,S			O
Event Level							
8	Demand Adjustment on Event Level			D,S			O
9	Slot Allocation		S	S		D,O	

Weitere Use Cases lassen sich dem AAM-Extension Dokument entnehmen.

## 5.1 Set Quality of Service Level

### Scope

Time horizon: pre-tactical (up to 24h)

Involved: All agents and Moderator

Responsible: task owner (Moderator), decision maker (all agents except Moderator)

### Level

Performance level

### Summary

The Use Case "Set Quality of Service Level" describes how the agents adjust the settings of the QoS.

### Actors

Initiator –	Each agent
Task Owner –	Moderator
Decision Maker –	All agents except Moderator
Moderator –	schedules & moderates the decision making processes, input the parameters to agree on.

### Preconditions

All actors have access to the System. Further each actor has means for communication to his Operation Centre.

One or more agent decide that the QoS shall be modified in a specific time frame.

### Post conditions

#### Success end state

All agents agree on the QoS and the settings are changed in the specific time frame.

#### Failed end state

There is a least one agent, who does not agree to the proposed settings and no solution all agents agree on can be found. The deadline for the decision making process expires. The settings keep as they are.

### Notes

It is up to the Moderator and the agents to implement a solution for "Set Quality of Service Level". The use case "Set Quality of Service Level" might/will trigger all other use cases.

The Agent, who initiated this task, is not responsible for this task! The task owner will be the Moderator, all other agents will be decision maker. The Moderator has to enter this task into the task list. The Moderator has to do his best to get an agreed setting of the parameters, which he inputs into the system. When the settings are in the system ALL agents have to commit the settings to make the solution active.

In this use case values for the performance parameters will be set (e.g. 90% punctuality) independently (see example in Abbildung 8). The new setting of the values will not induce a new calculation of the AOP. It only gives a guideline how the airport should be performed. The actors will have to compare the values of the automated analysis of the AOP with the values they have set by them own and react accordingly by readjusting other parameters.

The difference to the use case "Set Performance Parameter Strategies" is explained in the "Notes" of that use case.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.

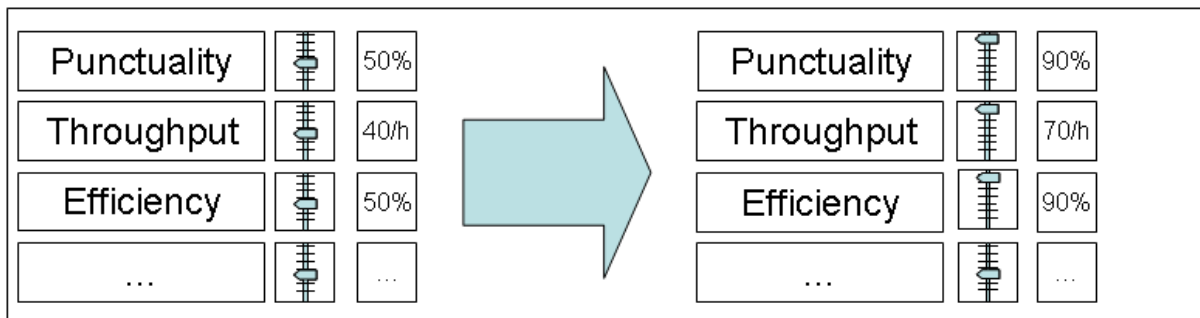


Abbildung 8: possible adjustment of performance parameters

## Trigger

The Initiator, one of the agents, deems that the task described in “Set Quality of Service Level” has to be done.

## Main Flow

1. The Initiator wants to change the setting of the task “Quality of Service Level” within a defined timeframe and with a defined deadline.
2. The Initiator addresses a request for processing of the task “Set Quality of Service Level” to the Moderator. He wants to change the settings for the QoSL in a specific time frame and proposes it together with a deadline for this task.
3. The Moderator, who is the task owner, but not the decision maker, enters the task into the task schedule sets a request for a collaborative decision making process into the system and sets a deadline for this task that shall be less or equal the deadline set by the Initiator. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
4. When the task gets priority, the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information is shown on the Powerwall to enable a discussion between the decision makers.
5. The agents discuss how to set the parameters and commit to the new solution.
6. The Moderator enters the parameter values for the QoSL into the system as the agents decided. This will update the analysis.
7. The system records the active solution. The solution is now available to all other parties/systems. (This may cause other agents to open depending tasks.)
8. The task is closed.

## Alternative Flows

**[2] – The Initiator addresses a request for processing of the task “Set Quality of Service Level” to the Moderator. He wants to change the settings for the QoSL in a specific time frame and proposes an alternative solution together with a deadline for this task. [3]**

**[5] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

9. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [5]

## Failure Flows

**[5,6] – The timer expires without finding a solution.**

10. The Moderator ends the task without changes.[8]

**[4] – The deadline expires [8]**

## 5.2 Set Performance Parameter Strategies

Punctuality, Throughput, Efficiency, Stability of Operations

### Scope

Time horizon: pre-tactical  
Involved: all partners in APOC  
Responsible: Moderator

### Level

Performance level

### Summary

The Use Case "Set Performance Parameter Strategies" describes how the Moderator is setting a ratio between different Performance parameters accordingly to the adherence of the agreed QoS level. Because the setting of this ratio concerns every stakeholder at the airport, it is recommended, that the Moderator does the adjustment via a joint What-If Probing. The Moderator has the role as the decision maker.

### Actors

Initiator -	Each agent except the Moderator may initiate this use case
Task Owner –	Moderator
Decision Maker –	All agents except the Moderator
Support -	Each actor may support the setting of the performance parameter ratio.

### Preconditions

All actors have access to the System.

### Post conditions

#### Success end state

Performance Parameter ratio is set.

#### Failed end state

No solution has been found for "Set Performance Parameter Strategies".

### Notes

It is up to the Moderator to implement a solution for the ratio. This use case might/will trigger the following use cases on the flow level: "Set Arrival- / Departure-Ratio", "Manage Stands and Gates", "Slot Allocation" and "Demand Adjustment".

Each actor shall be in connection with his Operation Centre for call back. Because this kind of communication depends upon the local implementation and the actor in question, this is not part of this use case.

The Moderator can show the solution on the Powerwall to achieve a common situation awareness for enhancing collaborative decision making.

In this use case the performance parameters are dependent from each other. If one parameter will be weighted more the other dependent parameters will have less weight (see example in Abbildung 9).

Such a ratio can be incorporated in the planning algorithm and new AOPs can be calculated according to the ratio.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.



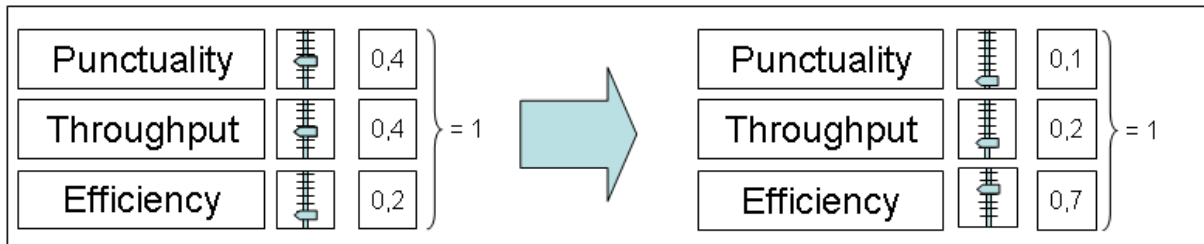


Abbildung 9: possible dependencies between different performance parameters

## Trigger

The Initiator deems that the task described in “Set Performance Parameter Strategies” has to be done.

## Main Flow

1. The Initiator wants to change the setting of the “Set Performance Parameter Strategies” within a defined timeframe and with a defined deadline.
2. The Initiator addresses to the Moderator a request for processing of this task “Set Performance Parameter Strategies” in the defined timeframe and within the defined deadline. (Timeframe and Deadline for the processing of this task are set by the Initiator.)
3. The Moderator makes a separate what-if probing and finds an appropriate solution. This solution is now the “current solution”.
4. The Moderator, who is the task owner, but not the decision maker, enters the task into the task schedule sets a request for a collaborative decision making process into the system and sets a deadline for this task that shall be less or equal the deadline set by the Initiator. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
5. When the task gets priority the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information including the solution from the separate what-if probing and the timer setting is sent to the APOC-clients of the participating actors via the system.
6. All participating actors might make a single what-if probing upon the current solution. (They are not able to implement any newfound solution, because there must always be only one current solution for this task.)
7. No other/further solution is presented.
8. All Agents agree.
9. The Moderator makes the current solution active.
10. The system records the active solution. (This may cause other agents to open depending tasks.)
11. The task is closed.

## Alternative Flows

### [2] – Initiator finds an alternative solution during a separate what-if probing.

12. Initiator proposes the alternative solution together with a timeframe and a deadline to the Moderator as a request for opening the task “Set Performance Parameter Strategies” [3].

### [3] – Moderator deems that the alternative solution for “Set Performance Parameter Strategies” from the Initiator is sufficient for collaborative what-if probing.

13. Moderator makes the alternative solution from Initiator the current solution [4].

### [5] – All Agents do not want to discuss the setting of the parameters for the task “Set Performance Parameter Strategies” (not recommended). [11]

### [8] – The timer set by Moderator expires without finding alternative solution.

14. Moderator ends the what-if probing [8].

### [7] – One (or more) of the other agents presents an alternative solution.

15. Each actor is allowed to enter an alternative solution, which is based on the current solution, into the system. These alternative solutions are requests for changing the current solution and must not become current without agreement of all agents.
16. The Moderator collects the alternative solution(s) and makes a separate what-if probing for the task "Set Performance Parameter Strategies" under consideration of this/these alternative solution(s), the outcome is the new current solution and the basis for further discussion.
17. On demand of the Moderator the system transmits the alternative solutions from the actors (collected at 16.) to all participating actors for comparison [7].

**[8] – One (or more) of the agents disagree. [6]**

**[6] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

11. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [6]

**[7] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

12. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [7]

## Failure Flows

**[3] – The Moderator finds no solution through the separate what-if probing. [4]**

**[5] – The deadline expires. [11]**

**[6,7,8] – The timer set by Moderator expires without finding an alternative solution. [11]**

## 5.3 Inhibition of a Runway

### Scope

Time horizon: pre-tactical (up to 24h)  
Involved: all agents in APOC  
Responsible: decision maker

### Level

Flow level

### Summary

The Use Case “Inhibition of a runway” describes how the Airport Agent sets the described parameter due to e.g. snow forecast, planned maintenance or friction tests. A temporarily closure of a runway concerns every stakeholder at the airport and it is recommended, that the Airport Agent does the adjustment via a joint what-if probing. This adjustment is only possible if the closure of a runway can be set within a certain discussable time period.

### Actors

Initiator – each agent in the APOC can initiate an use case  
Decision Maker – Airport Agent wants to set the time of inhibition of the runway  
Support – Airline Agent (a certain amount of flights will be affected)  
Support – ATFCM Agent (the capacity of the airport will change – that will have an influence on the NOP)  
Support – ATC Agent (Arrivals and Departures need to be coordinated)  
(Support) – Ground Handler Agent: for information  
Moderator – schedules & moderates the decision making processes

### Preconditions

All actors have access to the System. Further each actor has means for communication to his Operation Centre.

### Post conditions

#### Success end state

A time will be set and accepted for an “Inhibition of a Runway”.

#### Failed end state

No solution has been found for setting the time for an “Inhibition of a Runway”.

### Notes

It is up to the Airport Agent to implement a certain time for an “Inhibition of a Runway” within a given time period.

This use case might/will trigger the following use cases: “Change of Runway Utilization”, “Demand Adjustment on Event Level”.

The Airport Agent is always allowed either not to enter or to end at any process step the collaborative decision making and to set a certain time for an “Inhibition of a Runway”.

Each actor shall be in connection with his Operation Centre for call back. Because this kind of communication depends upon the local implementation and the actor in question, this is not part of this use case.

With allowance from the Decision Maker the Moderator can show his solution on the Powerwall to achieve a common situation awareness for enhancing collaborative decision making.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.

## Trigger

The Initiator deems that the task described in “Inhibition of a Runway” has to be done.

## Main Flow

1. The Initiator wants to change the setting of the task “Inhibition of a Runway” within a defined timeframe and with a defined deadline.
2. The Initiator addresses to the Decision Maker a request for processing of this task “Inhibition of a Runway” in the defined timeframe and within the defined deadline. (Timeframe and Deadline for the processing of this task are set by the Initiator.)
3. The Airport Agent (Decision Maker) decides that this task “Inhibition of a Runway” has to be processed.
4. The Airport Agent makes a separate what-if probing and finds an appropriate time that fits to the proposed time of the Initiator within a defined time window. This time is now the “current solution”.
5. The Airport Agent enters the current solution as a request for a collaborative decision making process into the system and sets a deadline for this task. This deadline is less or equal the deadline set by the Initiator.
6. The Moderator, who is informed about this request by the system (maybe via voice from Airport Planner, too), enters the request accordingly to its urgency into the task schedule. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
7. When the task gets priority the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information including the solution from the separate what-if probing and the timer setting from Airport Agent is sent to the APOC-clients of the participating actors via the system.
8. All participating actors might make a single what-if probing upon the current solution. (They are not able to implement any new found solution, because there must always be only one current solution for this task.)
9. No other/further solution is presented.
10. Airport Agent makes the current solution active.
11. The system records the active solution. The solution is now available to all other parties/systems. (This may cause other agents to open depending tasks.)
12. The task is closed.

## Alternative Flows

### [2] – Initiator finds an alternative solution during a separate what-if probing.

13. Initiator proposes the alternative solution together with a timeframe and a deadline to the Airport Agent as a request for opening the task “Inhibition of a Runway” [3].

### [4] – Airport Agent deems that the alternative solution for “Inhibition of a Runway” from the Initiator is sufficient for collaborative what-if probing.

14. Airport Agent makes the alternative solution from Initiator the current solution [5].

### [4] – Airport Agent deems that the task for “Inhibition of a Runway” has to be done immediately.

15. Airport Agent sets the parameters for the task “Inhibition of a Runway” as current solution without separate or collaborative what-if probing [10].

### [5] – Airport Agent does not want to discuss the setting of the parameters for the task “Inhibition of a Runway” (not recommended).

16. Airport Agent sets the parameters for the task “Inhibition of a Runway” after his separate what-if probing [10].

### [9] – The timer set by Airport Agent expires without finding alternative solution.

17. Airport Agent ends the what-if probing [10].

**[9] – One (or more) of the other agents presents an alternative solution based on the current solution. These alternative solutions are requests for changing the current solution.**

18. Airport Agent collects the alternative solution(s) and makes a separate what-if probing for the task “Inhibition of a Runway” under consideration of this/these alternative solution(s).
19. Airport Agent decides whether the new found solution is for further collaborative decision making (became current) or if the current solution is still the basis for further discussion (still current). On demand of the Airport Agent the system transmits the alternative solutions from the actors (collected at 18.) to all participating actors for comparison [8].

**[18] – Airport Agent deems no alternative solution suitable for further what-if probing**

20. Airport Agent ends the what-if probing [10].

**[8,9] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

13. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [8,9]

## Failure Flows

**[3] – Airport Agent does not want to process this task “Inhibition of a Runway”**

21. The Airport Agent rejects the request for processing this task “Inhibition of a Runway” and ends this use case (e.g. due to a lack of a possible time window).[12]

**[4] – Airport Agent finds no appropriate solution through the separate what-if probing.**

22. Airport Agent may generate and activate a setting for the task “Inhibition of a Runway” without separate or collaborative what-if probing. [12]

**[7] – The deadline expires [12]**

## 5.4 Manage Stand and Gate

### Scope

Time horizon: pre-tactical (up to 24h), expandable up to strategic level

Involved: all Agents in APOC

Responsible: decision maker (depends upon local implementation, see Notes)

### Level

Flow level

### Summary

The Use Case "Manage Stand and Gate" describes how the Airport Agent is managing the workload at the stands and gates accordingly to the forecasted parameters (on block demand) and decisions (performance parameter setting). Because a decision for the workload at the stands and gates concerns normally every stakeholder at the airport, especially the Airline(s) and Ground Handler(s), it is recommended, that the Airport Agent does the adjustment via a joint what-if probing.

### Actors

Initiator –	each agent in the APOC can initiate an use case
Decision Maker –	normally only Airport Agent, sometimes Airline Agent(s), too: wants to adjust the workload at the stands and gates (see notes)
Support –	Airline Agent(s): is/are directly involved and might have a stand/gate preference on their own
Support –	Ground Handler Agent(s): is/are directly involved, needs to know which positions are to be served
(Support) –	ATC Agent: normally only for information
(Support) –	ATFCM Agent: normally only for information
Moderator –	schedules & moderates the decision making processes, takes care about the overall performance (agreed performance parameters- QoSC) of the system

### Preconditions

All actors have access to the System. Further each actor has means for communication to his Operation Centre, especially the Airline(s) and Ground Handler(s).

There should already be a plan for managing the stands and gates derived at least from the strategic phase.

### Post conditions

#### Success end state

A solution for "Manage Stand and Gate" has been found and accepted.

#### Failed end state

No solution has been found for "Manage Stand and Gate".

### Notes

It is up to the Airport Agent to adjust/manage the stands and gates at their airport. An exception to this will be airports where an Airline owns a terminal. In this case the Airline will be responsible for the management of their terminal. Normally this Airline will use stands/gates that are under the management of the Airport Agent, too. The cooperation between these partners will then be up to local agreements and implementations.

The "Manage Stand and Gate" use case might/will trigger other use cases if changes occur in the allocation of the stands and gates, e.g. the use case "Slot Allocation" might be triggered or/and if one

or more flight(s) can not be allocated to a stand/gate this might trigger the use case “Demand Adjustment”.

The Decision Maker, who is responsible for this task, is always allowed either not to enter or to end at any process step the collaborative decision making and to implement a solution for “Manage Stand and Gate”.

Each actor shall be in connection with his Operation Centre for call back. Because this kind of communication depends upon the local implementation and the actor in question, this is not part of this use case.

With allowance from the Decision Maker the Moderator can show his solution on the Powerwall to achieve a common situation awareness for enhancing collaborative decision making.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.

## Trigger

The Initiator deems that the task described in “Manage Stand and Gate” has to be done.

## Main Flow

1. The Initiator wants to change the setting of the task “Manage Stand and Gate“ within a defined timeframe and with a defined deadline.
2. The Initiator addresses to the Decision Maker a request for processing of this task “Manage Stand and Gate” in the defined timeframe and within the defined deadline. (Timeframe and Deadline for the processing of this task are set by the Initiator.)
3. The Decision Maker decides that this task “Manage Stand and Gate” has to be processed.
4. The Decision Maker makes a separate what-if probing for the task and finds an appropriate solution for the setting. This solution is now the “current solution”.
5. The Decision Maker enters the current solution as a request for a collaborative decision making process into the system and sets a deadline for this task. This deadline shall be less or equal the deadline set by the Initiator.
6. The Moderator, who is informed about this request by the system (maybe via voice from Decision Maker, too), enters the request accordingly to its urgency into the task schedule. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
7. When the task gets priority the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information including the solution from the separate what-if probing and the timer setting from the Decision Maker is sent to the APOC-clients of the participating actors via the system.
8. All participating actors might make a single what-if probing upon the current solution. (They are not able to implement any newfound solution, because there must always be only one current solution for this task.)
9. No other/further solution is presented.
10. Decision Maker makes the current solution active.
11. The system records the active solution. The solution is now available to all other parties/systems. (This may cause other agents to open depending tasks.)
12. The task is closed.

## Alternative Flows

### **[2] – Initiator finds an alternative solution during a separate what-if probing.**

13. Initiator proposes the alternative solution together with a timeframe and a deadline to the Airport Agent as a request for opening the task “Manage Stand and Gate” [3].

### **[4] – Airport Agent deems that the alternative solution for “Manage Stand and Gate” from the Initiator is sufficient for collaborative what-if probing.**

14. Airport Agent makes the alternative solution from Initiator the current solution [5].

### **[4] – Decision Maker deems that the task for “Manage Stand and Gate” has to be done immediately.**

15. Decision Maker sets the parameters for the task “Manage Stand and Gate” as current solution without separate or collaborative what-if probing [10].

**[5] – Decision Maker does not want to discuss the setting of the parameters for the task “Manage Stand and Gate” (not recommended).**

16. Decision Maker sets the parameters for the task “Manage Stand and Gate” after his separate what-if probing [10].

**[8,9] – The timer set by Decision Maker expires without finding alternative solution.**

17. Decision Maker ends the what-if probing [10].

**[8,9] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

18. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [8,9]

**[9] – One (or more) of the other agents presents an alternative solution based on the current solution. These alternative solutions are requests for changing the current solution.**

19. Decision Maker collects the alternative solution(s) and makes a separate what-if probing for the task “Manage Stand and Gate” under consideration of this/these alternative solution(s).

20. Decision Maker decides whether the new found solution is for further collaborative decision making (became current) or if the current solution is still the basis for further discussion (still current). On demand of the Decision Maker the system transmits the alternative solutions from the actors (collected at 18.) to all participating actors for comparison [8].

**[18] – Decision Maker deems no alternative solution suitable for further what-if probing**

21. Decision Maker ends the what-if probing [10].

## Failure Flows

**[3] – Decision Maker does not want to process this task “Manage Stand and Gate”**

22. The Decision Maker rejects the request for processing this task “Manage Stand and Gate” and ends this use case.[12]

**[4] – Decision Maker finds no appropriate solution through the separate what-if probing.**

23. Decision Maker may generate and activate a setting for this task “Manage Stand and Gate” without separate or collaborative what-if probing. [12]

**[7] – The deadline expires. [12]**



## 5.5 Change of Runway Utilization

### Scope

Time horizon: pre-tactical (up to 24h)  
Involved: all Agents in APOC  
Responsible: decision maker

### Level

Flow level

### Summary

The Use Case "Change of Runway Utilization" describes how the ATC Agent sets the described parameter due to e.g. different wind prognosis or a different predicted ARR/DEP ratio. A change in runway utilization may lead to different taxi and arrival times. The decision concerns every stakeholder at the airport and it is recommended, that the ATC Agent does the adjustment via a joint what-if probing. This adjustment is only possible if the change of runway utilization can be set within a certain discussable time period.

### Actors

Initiator – each agent in the APOC can initiate an use case  
Decision Maker – ATC Agent wants to set the time of changing the runway utilization  
Support – Airline Agent (a certain amount of flights will be affected)  
Support – ATFCM Agent (the time of arrivals and departures might change)  
Support – Airport Agent (the occupancy of the airport resources with the certain flights will change)  
(Support) – Ground Handler Agent: for information  
Moderator – schedules & moderates the decision making processes

### Preconditions

All actors have access to the System. Further each actor has means for communication to his Operation Centre.

### Post conditions

#### Success end state

A time will be set and accepted for a "Change of Runway Utilization".

#### Failed end state

No solution has been found for setting the time for a "Change of Runway Utilization".

### Notes

It is up to the ATC Agent to implement a certain time for a "Change of Runway Utilization" within a given time period.

This use case might/will trigger the following use cases: "Set Arrival- / Departure-Ratio", "Manage Stands and Gates", "Demand Adjustment", "Slot Allocation".

The ATC Agent is always allowed either not to enter or to end at any process step the collaborative decision making and to set a certain time for the task "Change of Runway Utilization".

Each actor shall be in connection with his Operation Centre for call back. Because this kind of communication depends upon the local implementation and the actor in question, this is not part of this use case.

With allowance from the Decision Maker the Moderator can show his solution on the Powerwall to achieve a common situation awareness for enhancing collaborative decision making.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.

## Trigger

The Initiator deems that the task described in “Change of Runway Utilization” has to be done.

## Main Flow

1. The Initiator wants to change the setting of the task “Change of Runway Utilization” within a defined timeframe and with a defined deadline.
2. The Initiator addresses to the Decision Maker a request for processing of this task “Change of Runway Utilization” in the defined timeframe and within the defined deadline. (Timeframe and Deadline for the processing of this task are set by the Initiator.)
3. The ATC Agent (Decision Maker) decides that this task “Change of Runway Utilization” has to be processed.
4. The ATC Agent makes a separate what-if probing and finds an appropriate time that fits to the proposed time of the Initiator within a defined time window. This time is now the “current solution”.
5. The ATC Agent enters the current solution as a request for a collaborative decision making process into the system and sets a deadline for this task. This deadline shall be less or equal the deadline set by the Initiator.
6. The Moderator, who is informed about this request by the system (maybe via voice from Airport Planner, too), enters the request accordingly to its urgency into the task schedule. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
7. When the task gets priority the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information including the solution from the separate what-if probing and the timer setting from ATC Agent is sent to the APOC-clients of the participating actors via the system.
8. All participating actors might make a single what-if probing upon the current solution. (They are not able to implement any new found solution, because there must always be only one current solution for this task.)
9. No other/further solution is presented.
10. ATC Agent makes the current solution active.
11. The system records the active solution. The solution is now available to all other parties/systems. (This may cause other agents to open depending tasks.)
12. The task is closed.

## Alternative Flows

### [2] – Initiator finds an alternative solution during a separate what-if probing.

13. Initiator proposes the alternative solution together with a timeframe and a deadline to the ATC Agent as a request for opening this task “Change of Runway Utilization” [3].

### [4] – ATC Agent deems that the alternative solution for “Change of Runway Utilization” from the Initiator is sufficient for collaborative what-if probing.

14. ATC Agent makes the alternative solution from Initiator the current solution [5].

### [4] – ATC Agent deems that the task for “Change of Runway Utilization” has to be done immediately.

15. ATC Agent sets the parameters for the task “change of runway utilization” as current solution without separate or collaborative what-if probing [10].

### [5] – ATC Agent does not want to discuss the setting of the parameters for the task “Change of Runway Utilization” (not recommended).

16. ATC Agent sets the parameters for the task “change of runway utilization” after his separate what-if probing [10].

### [8,9] – The timer set by ATC Agent expires without finding alternative solution.

17. ATC Agent ends the what-if probing [10].

### [8,9] – The Moderator notices that the timer period is too short.

18. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [8,9]

**[9] – One (or more) of the other agents presents an alternative solution based on the current solution. These alternative solutions are requests for changing the current solution.**

19. ATC Agent collects the alternative solution(s) and makes a separate what-if probing for the task “change of runway utilization” under consideration of this/these alternative solution(s).
20. ATC Agent decides whether the new found solution is for further collaborative decision making (became current) or if the current solution is still the basis for further discussion (still current) On demand of the ATC Agent the system transmits the alternative solutions from the actors (collected at 18.) to all participating actors for comparison [8].

**[18] – ATC Agent deems no alternative solution suitable for further what-if probing**

21. ATC Agent ends the what-if probing [10].

## Failure Flows

**[3] – ATC Agent does not want to process this task “Change of Runway Utilization”**

22. The ATC Agent rejects the request for processing this task “Change of Runway Utilization” and ends this task (e.g. due to a lack of a possible time window).[12]

**[4] – ATC Agent finds no appropriate solution through the separate what-if probing.**

23. ATC Agent may generate and activate a setting for the task “Change of Runway Utilization” without separate or collaborative what-if probing. [12]

**[7] – The deadline expires. [12]**

## 5.6 Set Arrival- / Departure-Ratio

### Scope

Time horizon: pre-tactical (up to 24h)  
Involved: all Agents in APOC  
Responsible: ATC Agent

### Level

Flow level

### Summary

The Use Case "Set Arrival- / Departure-Ratio" describes how the ATC Agent is adjusting the Arrival- / Departure-Ratio accordingly to the forecasted parameters (runway demand) and decisions (performance parameter setting). Because the setting of the Arrival- / Departure-Ratio concerns normally every stakeholder at the airport, it is recommended, that the ATC Agent does the adjustment via a joint what-if probing.

### Actors

Initiator –	each agent in the APOC can initiate an use case
Decision Maker –	ATC Agent, wants to implement a new solution for "Set Arrival- / Departure-Ratio"
Support –	Airport Agent: cares about the ratio, because it directly influences the demand at the stands and gates
Support –	Airline Agent(s): cares about the punctuality of his/their flights, may be about the demand and the stands and gates, too
Support –	ATFCM Agent: cares about the demand in the ATN
Support –	Ground Handler Agent(s): is/are concerned about the demand for the turn around
Moderator –	schedules & moderates the decision making processes, takes care about the overall performance (agreed performance parameters- QoS) of the system

### Preconditions

All actors have access to the System. Further each actor has means for communication to his Operation Centre.

### Post conditions

#### Success end state

A solution for "Set Arrival- / Departure-Ratio" has been found and accepted.

#### Failed end state

No solution has been found for "Set Arrival- / Departure-Ratio".

### Notes

It is up to the ATC Agent to decide how the arrival-/departure-ratio has to be set. Thus a failed end state will only occur if the ATC Agent deems that there is enough time left to collaboratively find a decision. During the process of collaborative decision making voice to voice communication between the actors can (shall) take place, which will help in the decision making process.

The setting of a (new) arrival-/departure-ratio might/will trigger other use cases like setting the runway usage or setting the stand/gate allocation.

The ATC Agent, who is responsible for this task, is always allowed either not to enter or to end at any process step the collaborative decision making and to implement a solution for "Set Arrival- / Departure-Ratio".

Each actor shall be in connection with his Operation Centre for call back. Because this kind of communication depends upon the local implementation and the actor in question, this is not part of this use case.

With allowance from the Decision Maker the Moderator can show his solution on the Powerwall to achieve a common situation awareness for enhancing collaborative decision making.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.

## Trigger

The Initiator deems that the task described in “Set Arrival- / Departure-Ratio” has to be done.

## Main Flow

1. The Initiator wants to change the setting of the task “Set Arrival- / Departure-Ratio” within a defined timeframe and with a defined deadline.
2. The Initiator addresses to the Decision Maker a request for processing of this task “Set Arrival- / Departure-Ratio” in the defined timeframe and within the defined deadline. (Timeframe and Deadline for the processing of this task are set by the Initiator.)
3. The ATC Agent (Decision Maker) decides that this task “Set Arrival- / Departure-Ratio” has to be processed.
4. The ATC Agent makes a separate what-if probing for the task and finds an appropriate solution for the setting. This solution is now the “current solution”.
5. The ATC Agent enters the current solution as a request for a collaborative decision making process into the system and sets a deadline for this task. This deadline shall be less or equal the deadline set by the Initiator.
6. The Moderator, who is informed about this request by the system (maybe via voice from ATC Agent, too), enters the request accordingly to its urgency into the task schedule. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
7. When the task gets priority the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information including the solution from the separate what-if probing and the timer setting from ATC Agent is sent to the APOC-clients of the participating actors via the system.
8. All participating actors might make a single what-if probing upon the current solution. (They are not able to implement any newfound solution, because there must always be only one current solution for this task.)
9. No other/further solution is presented.
10. ATC Agent makes the current solution active.
11. The system records the active solution. The solution is now available to all other parties/systems. (This may cause other agents to open depending tasks.)
12. The task is closed.

## Alternative Flows

### [2] – Initiator finds an alternative solution during a separate what-if probing.

13. Initiator proposes the alternative solution together with a timeframe and a deadline to the ATC Agent as a request for opening this task “Set Arrival- / Departure-Ratio” [3].

### [4] – ATC Agent deems that the alternative solution for “Set Arrival- / Departure-Ratio” from the Initiator is sufficient for collaborative what-if probing.

14. ATC Agent makes the alternative solution from Initiator the current solution [5].

### [4] – ATC Agent deems that the task for “Set Arrival- / Departure-Ratio” has to be done immediately.

15. ATC Agent sets the parameters for this task “Set Arrival- / Departure-Ratio” as current solution without separate or collaborative what-if probing [10].

### [5] – ATC Agent does not want to discuss the setting of the parameters for the task “Set Arrival- / Departure-Ratio” (not recommended).

16. ATC Agent sets the parameters for this task "Set Arrival- / Departure-Ratio" after his separate what-if probing [10].

**[8,9] – The timer set by ATC Agent expires without finding alternative solution.**

17. ATC Agent ends the what-if probing [10].

**[8,9] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

18. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [8,9]

**[9] – One (or more) of the other agents presents an alternative solution based on the current solution. These alternative solutions are requests for changing the current solution.**

19. ATC Agent collects the alternative solution(s) and makes a separate what-if probing for the task "Set Arrival- / Departure-Ratio" under consideration of this/these alternative solution(s).

20. ATC Agent decides whether the new found solution is for further collaborative decision making (became current) or if the current solution is still the basis for further discussion (still current). On demand of the ATC Agent the system transmits the alternative solutions from the actors (collected at 18.) to all participating actors for comparison [8].

**[18] – ATC Agent deems no alternative solution suitable for further what-if probing**

21. ATC Agent ends the what-if probing [10].

## Failure Flows

**[3] – ATC Agent does not want to process this task "Set Arrival- / Departure-Ratio"**

22. The ATC Agent rejects the request for processing this task "Set Arrival- / Departure-Ratio" and ends this task. [12]

**[4] – ATC Agent finds no appropriate solution through the separate what-if probing.**

23. ATC Agent may generate and activate a setting for the task "Set Arrival- / Departure-Ratio" without separate or collaborative what-if probing. [12]

**[7] – The deadline expires. [12]**

**[8,9] – The timer expires. [12]**

## 5.7 Demand Adjustment on Flow Level

### Scope

Time horizon: pre-tactical (up to 24h)

Involved: Airline Agent(s), Moderator

Responsible: task owner (Moderator)

### Level

Flow level

### Summary

The Use Case "Demand Adjustment on Flow Level" describes how the Airline Agent(s) adjust their demand on flow level in a particularly time window. This will be done if the flight plans are not active yet. The initial demand is summarized out of the "inactive" flight plan. If the flight plans are active, the demand adjustment has to be done on event level via cancellation of flights or taking the delay. This is described in the use case "Demand Adjustment on Event Level".

**Hint:** If the airline agents adjust the demand on flow level for inactive flight plans, it might get problems if the flight plans get active; with that, the event level occurs and the demand, counted of aircraft in that particularly time window, may be more than the committed demand. The committed demand is not necessarily equal or higher the scheduled amount of flights in that particularly time window. Setting and committing a demand less than the amount of scheduled (inactive) flights does not mean at this time, that specific flight plans are canceled or delayed! If the airline agent reduces the demand, he may increase the demand at other times, to indicate that he will take delay for a certain amount of flights. This task to cancel or delay specific flights has to be done, if the flights get active. If no flight will be cancelled or delayed by the airline agent the system needs to delay certain flights to meet the demand. In both cases the system has to care, that the airline keeps its commitment or will be punished by an evaluationsystem.

### Actors

Initiator –	Airline Agent
Task Owner –	Moderator
Decision Maker –	Airline Agent(s) (can be more than one), including initiator
Support –	Airline Agent(s): can support the decision
Support –	ATC Agent: might know about the adaptation of the capacity
(Support) –	ATFCM: demand adjustment might lead to an adjustment of sector demand
Moderator –	schedules & moderates the decision making processes, takes care about the overall performance (agreed performance parameters- QoS) of the system and has an eye on agreed "promises"

### Preconditions

All actors have access to the System. Further each actor has means for communication to his Operation Centre.

The current AOP shows more demand than capacity in one or more intervals. (The demand is not covered by the corresponding possibility window of the flow.)

At any time there shall be an indication of the committed demand, the real demand and the capacity on specified/selected intervals and/or an indication when the committed demand is less than the real demand or the real demand is higher than capacity.

With allowance from the Decision Maker(s) the Moderator can show his solution on the Powerwall to achieve a common situation awareness for enhancing collaborative decision making.

There has to an evaluation system to assure fairness between the airlines.

## Post conditions

### Success end state

The problem is solved. The committed demand is lower or equal the capacity. (The resulting flow is covered by its possibility window.)

### Failed end state

The problem is not solved. There is at least one interval where the demand is not covered by the possibility window of the flow.

## Notes

It is up to the Moderator and the Airline Agents to implement a solution for "Demand Adjustment on Flow Level".

The use case "Demand Adjustment on Flow Level" might/will trigger the following tasks: "Slot Allocation" (Event Level) or "Demand Adjustment on Event Level".

The Airline Agent, who initiated this task, is not responsible for this task. The task owner will be the Moderator.

Each actor shall be in connection with his Operation Centre for call back. Because this kind of communication depends upon the local implementation and the actor in question, this is not part of this use case.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.

## Trigger

The Initiator, one airline agent, deems that the task described in "Demand Adjustment on Flow Level" has to be done.



## Main Flow

1. The initiating Airline Agent wants to change the demand on Flow Level within a specific time frame and with a defined deadline.
2. The initiating Airline Agent, makes a separate what-if probing with changing the demand in his responsibility, and finds no appropriate solution for the common setting. The planning result based on his parameter changes is now the "current solution", which will be the base for the further decision making process.
3. The Initiator addresses a request for processing of this task "Demand Adjustment on Flow Level" to the Moderator. He wants to change the demand within the defined time frame and proposes it together with the deadline and his "current solution", which is not committed yet and may be part of the common solution later. It will be base for the joined what-if probing.
4. The Moderator, who is the task owner, decides that this task "Demand Adjustment on Flow Level" has to be processed.
5. The Moderator enters the request accordingly to its urgency into the task schedule, sets the deadline that shall be less or equal the deadline set by the Initiator and sets a request for CDM. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
6. When the task gets priority the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information including the current solution and the timer setting from the Moderator is sent to the APOC-clients of the participating actors via the system. The joined what-if probing based on the current solution and the discussion is opened.
7. The Airline Agents might make a single what-if probing upon the data of the current solution with changing their demands. (To lower the demand on flow level does not mean at this stage to cancel or delay specific flights. If and which flights will be cancelled or delayed will be decided later on the event level.)
8. One or more of the participating Airline Agents identify, that the changes made in its single (dedicated) what-if probing are useful, they enter those changes into the joint what-if probing. When all participating Airline Agents verbally or technically confirm, that they are ready with inputting their changes, the Moderator forces the TOP to make a new plan. The outcome is a new current solution.
9. The current solution is suitable for the participants, the decision maker (more than one!) commit their changes and the Moderator makes the current solution active.
10. The system records the active solution. The solution is now available to all other parties/systems. (This may cause other agents to open depending tasks.)
11. The task is closed.

## Alternative Flows

**[2] – The initiating Airline Agent deems that the task for "Demand Adjustment on Flow Level" has to be done immediately.**

12. The initiating Airline Agent sets its demand for the respective time frame in the task "Demand Adjustment on Flow Level" as current solution without separate or joint what-if probing and commits the changes [10].

**[2] – The initiating Airline Agent makes a separate what-if probing with changing only parameters in his responsibility and finds an appropriate solution for the common setting and which is suitable for him.**

13. The initiating agent makes current solution active. [10]

**[2] – The initiating Airline Agent makes no separate what-if probing.**

14. The Initiator addresses a request for processing of this task "Demand Adjustment on Flow Level" to the Moderator. He wants to change the demand within the defined time frame and proposes it together with the deadline. [4]

**[9] – The new solution is still not suitable for all Airline Agents. At least one Airline Agent does not commit. [7]**

**[7,8] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

15. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline.

## **Failure Flows**

**[7,8] – The timer set by the Moderator expires without finding a solution.**

16. The Moderator ends the what-if probing, the task will be closed.[11]

**([8] – No other Airline Agent presents changed parameters.[11])**

**[6] – The deadline expires. [11]**

## 5.8 Demand Adjustment on Event Level

### Scope

Time horizon: pre-tactical (up to 24h)  
Involved: Airline Agent(s), Moderator  
Responsible: Task Owner (Moderator)

### Level

Event level

### Summary

The Use Case "Demand Adjustment on Event Level" describes how the Airline Agent(s) cancel or delay flights if the situation requires this, e.g. if in the delay which was built up in the morning hours could not be reduced over the day. During the decision process a joint what-if probing is done.

### Actors

Initiator – Airline Agent  
Decision Maker – Airline Agent(s) (can be more than one), including initiator  
Task Owner – Moderator  
Support – Airline Agent(s) can support the decision

### Preconditions

All actors have access to the system. Further each actor has means for communication to his Operation Centre.

Out of the current AOP the Airline Agents can see, which flights may be good candidates for a cancellation. This can be either because of possibility window of flights is not feasible in the AOP (event level), the flow is too high (flow level) or the delay of the flight is too much.

There has to an evaluation system to assure fairness between the airlines.

### Post conditions

#### Success end state

The problem is solved. In the AOP all flights fit in their possibility window and if there was a demand committed on Flow Level before, the Airline Agents keep their commitments. If a flight is delayed, the Airline Agent accepts the delay.

#### Failed end state

The problem is not solved. There is at least one flight of the decision making Airline Agents which is planned outside its possibility window (event level) or the demand commitment is not kept by an Airline Agent.

### Notes

It is up to the Moderator and the Airline Agents to implement a solution for "Demand Adjustment on Event Level".

The use case "Demand Adjustment on Event Level" might/will trigger the following use cases: "Slot Allocation" (Event Level) or "Demand Adjustment on Event Level" for Airline Agents which did not participate in the joint what-if probing or if the global problem is not completely solved.

The Airline Agent, who initiated this task, is not responsible for this task. The task owner will be the Moderator. If he ends the task, the committed changes will be implemented; other changes made in the what-if probing will be deleted.

Each actor shall be in connection with his Operation Centre for call back. Because this kind of communication depends upon the local implementation and the actor in question, this is not part of this use case.

With allowance from the Decision Maker(s) the Moderator can show his solution on the Powerwall to achieve a common situation awareness for enhancing collaborative decision making.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.

## Trigger

The Initiator, one airline agent, deems that the task described in “Demand Adjustment on Event Level” has to be done.

## Main Flow

1. The initiating Airline Agent wants to change the demand on Event Level within a specific time frame and with a defined deadline.
2. The initiating Airline Agent, makes a separate what-if probing with changing the demand in his responsibility, and finds no appropriate solution for the common setting. The planning result based on his parameter changes is now the “current solution”, which will be the base for the further decision making process.
3. The Initiator addresses a request for processing of this task “Demand Adjustment on Event Level” to the Moderator. He wants to change the demand within the defined time frame and proposes it together with the deadline and his “current solution”, which is not committed yet and may be part of the common solution later. It will be base for the joined what-if probing.
4. The Moderator, who is the task owner, decides that this task “Demand Adjustment on Event Level” has to be processed.
5. The Moderator enters the request accordingly to its urgency into the task schedule, sets the deadline that shall be less or equal the deadline set by the Initiator and sets a request for CDM. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
6. When the task gets priority the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information including the current solution and the timer setting from the Moderator is sent to the APOC-clients of the participating actors via the system. The joined what-if probing based on the current solution and the discussion is opened.
7. All participating actors might make a single what-if probing upon the data of the current solution with changing only parameters they are responsible for.
8. One or more of the participation Airline Agents identify, that the changes made in their single (dedicated) what-if probing are useful, they enter those changes into the joint what-if probing. When all participating Airline Agents verbally or technically confirm, that they are ready with inputting their changes, the Moderator forces the TOP to make a new plan. The outcome is a new current solution.
9. The current solution is suitable for the participants, the decision maker (more than one!) commit their changes and the Moderator makes the current solution active.
10. The system records the active solution. The solution is now available to all other parties/systems. (This may cause other agents to open depending tasks.)
11. The task is closed.

## Alternative Flows

**[2] – The initiating Airline Agent deems that the task for “Demand Adjustment on Event Level” has to be done immediately.**

12. The initiating Airline Agent sets its demand for the respective time frame in the task “Demand Adjustment on Event Level” as current solution without separate or joint what-if probing and commits the changes [10].

**[2] – The initiating Airline Agent makes a separate what-if probing with changing only parameters in his responsibility and finds an appropriate solution for the common setting and which is suitable for him.**

13. The initiating agent makes current solution active. [10]

**[2] – The initiating Airline Agent makes no separate what-if probing.**

14. The Initiator addresses a request for processing of this task “Demand Adjustment on Event Level” to the Moderator. He wants to change the demand within the defined time frame and proposes it together with the deadline. [4]

**[9] – The new solution is still not suitable for all Airline Agents. At least one Airline Agent does not commit. [7]**

**[7,8] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

15. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [7,8]

## **Failure Flows**

**[7,8] – The timer set by the Moderator expires without finding a solution.**

16. The Moderator ends the what-if probing.[11]

**[8] – No other Airline Agent presents additional parameters.[11]**

**[6] – The deadline expires. [11]**

## 5.9 Slot Allocation

### Scope

Time horizon: pre-tactical (up to 24h)  
Involved: all Agents in APOC  
Responsible: ATFCM Agent

### Level

Flow level, involves event level

### Summary

The Use Case "Slot Allocation" describes how the ATFCM Agent is allocating slots for the flight accordingly to the forecasted parameters (departure demand) and decisions (performance parameter setting). Because the allocation of slots to flights concerns normally every stakeholder at the airport, especially the Airline Agent(s), it is recommended, that the ATFCM Agent does the adjustment via a joint what-if probing.

### Actors

Initiator –	each agent in the APOC can initiate an use case
Decision Maker –	ATFCM Agent, wants to implement a new solution for "Slot Allocation"
Support –	Airline Agent(s): want/s to have timely slots for each of his/their aircrafts
Support –	ATC Agent: needs the slots for the planning of the departure sequence
Support –	Airport Agent: his primary interest is the occupation period of the stands and gates
(Support) –	Ground Handler Agent(s): for information
Moderator –	schedules & moderates the decision making processes, takes care about the overall performance (agreed performance parameters- QoS) of the system

### Preconditions

All actors have access to the System. Further each actor has means for communication to his Operation Centre.

### Post conditions

#### Success end state

A solution for "Slot Allocation" has been found and accepted.

#### Failed end state

No solution has been found for "Slot Allocation".

### Notes

It is up to the ATFCM Agent to implement a solution for "Slot Allocation".

The use case "Slot Allocation" might/will trigger the following use cases: none

The ATFCM Agent, who is responsible for this task, is always allowed either not to enter or to end at any process step the collaborative decision making and to implement a solution for "Slot Allocation". Each actor shall be in connection with his Operation Centre for call back. Because this kind of communication depends upon the local implementation and the actor in question, this is not part of this use case.

With allowance from the Decision Maker the Moderator can show his solution on the Powerwall to achieve a common situation awareness for enhancing collaborative decision making.

The timer, set when the Moderator activates the task, has the constraint that it ends before the deadline expires.

## Trigger

The Initiator deems that the task described in “Slot Allocation” has to be done.

## Main Flow

1. The Initiator wants to change the setting of the task Slot Allocation within a defined timeframe and with a defined deadline.
2. The Initiator addresses to the Decision Maker a request for processing of this task “ Slot Allocation” in the defined timeframe and within the defined deadline. (Timeframe and Deadline for the processing of this task are set by the Initiator.)
3. The ATFCM Agent (Decision Maker) decides that this task “Slot Allocation” has to be processed.
4. The ATFCM Agent makes a separate what-if probing for the task and finds an appropriate solution for the setting. This solution is now the “current solution”.
5. The ATFCM Agent enters the current solution as a request for a collaborative decision making process into the system and sets a deadline for this task. This deadline shall be a subset of the deadline set by the Initiator.
6. The Moderator, who is informed about this request by the system (maybe via voice from ATFCM Agent, too), enters the request accordingly to its urgency into the task schedule. (Moderator can call back to other actors about the urgency of the request).
7. When the task gets priority the Moderator activates the task through setting the timer that indicates how long this task stays active. All information including the solution from the separate what-if probing and the timer setting from ATFCM Agent is sent to the APOC-clients of the participating actors via the system.
8. All participating actors might make a single what-if probing upon the current solution. (They are not able to implement any newfound solution, because there must always be only one current solution for this task.)
9. No other/further solution is presented.
10. ATFCM Agent makes the current solution active.
11. The system records the active solution. The solution is now available to all other parties/systems. (This may cause other agents to open depending tasks.)
12. The task is closed.

## Alternative Flows

### **[2] – Initiator finds an alternative solution during a separate what-if probing.**

13. Initiator proposes the alternative solution together with a timeframe and a deadline to the ATFCM Agent as a request for opening the task “Slot Allocation” [3].

### **[4] – ATFCM Agent deems that the alternative solution for “Slot Allocation” from the Initiator is sufficient for collaborative what-if probing.**

14. ATFCM Agent makes the alternative solution from Initiator the current solution [5].

### **[4] – ATFCM Agent deems that the task for “Slot Allocation” has to be done immediately.**

15. ATFCM Agent sets the parameters for the task “Slot Allocation” as current solution without separate or collaborative what-if probing [10].

### **[5] – ATFCM Agent does not want to discuss the setting of the parameters for the task “Slot Allocation” (not recommended).**

16. ATFCM Agent sets the parameters for the task “Slot Allocation” after his separate what-if probing [10].

### **[9] – The timer set by ATFCM Agent expires without finding alternative solution.**

17. ATFCM Agent ends the what-if probing [10].
18. dfgdfg

### **[8,9] – The Moderator notices that the timer period is too short.**

19. The Moderator extends the timer. The timer expires latest at the deadline. [8,9]

**[9] – One (or more) of the other agents presents an alternative solution based on the current solution. These alternative solutions are requests for changing the current solution.**

20. ATFCM Agent collects the alternative solution(s) and makes a separate what-if probing for the task "Slot Allocation" under consideration of this/these alternative solution(s).
21. ATFCM Agent decides whether the new found solution is for further collaborative decision making (became current) or if the current solution is still the basis for further discussion (still current). On demand of the Decision Maker the system transmits the alternative solutions from the actors (collected at 18.) to all participating actors for comparison [7].

**[18] – ATFCM Agent deems no alternative solution suitable for further what-if probing**

22. ATFCM Agent ends the what-if probing [10].

## **Failure Flows**

**[3] – ATFCM Agent does not want to process this task "Slot Allocation"**

23. The ATFCM Agent rejects the request for processing this task "Slot Allocation" and ends this task.[12]

**[4] – ATFCM Agent finds no appropriate solution through the separate what-if probing.**

24. ATFCM Agent may generate and activate a setting for the task "Slot Allocation" without separate or collaborative what-if probing.[12]

**[7] – The deadline expires. [12]**

**[8,9] – The timer expires. [12]**





wertes zum momentanen Zeitpunkt. Bereiche zwischen zwei durchgehenden Linien repräsentieren 6 Stunden (Abbildung 10). Im 1. Intervall beträgt der Abstand zwischen zwei gestrichelten Linien beispielsweise eine Stunde währenddessen es sich im 2.-4. Intervall bei einem Abstand zwischen zwei gestrichelten Linien um zwei Stunden handelt.

Die Art der Skalierung richtet sich nach dem eingestellten Zeithorizont, für den geplant werden soll. Dieser ist maximal 24 Stunden. Die Wahl einer geeigneten Skalierung sollte Thema der Validierung sein.

### 6.1.1 Benötigte Eingabemöglichkeiten

Die Powerwall gibt eine Gesamtübersicht über den geplanten Flughafenprozess. Das Update der Prozessdaten erfolgt durch das Datenbankmanagementsystem, welches den AOP pflegt. Der Moderator kann von seinem Arbeitsplatz aus Aufgaben in die Aufgabenliste der zu bearbeitenden Aufgaben aufnehmen, den Status der Aufgabenbearbeitung und die Priorisierung der dargestellten Aufgaben verändern. Zur Unterstützung einer gemeinschaftlichen Entscheidungsfindung kann er auch alternative Planungsergebnisse an der Powerwall präsentieren.

### 6.1.2 Darzustellende Informationen

Darzustellende Werte der Performance-Ebene sind (Abbildung 11):

- Pünktlichkeit (t)
- Durchsatz (t)
- Emission (t)
- Effizienz (t)
- Connectivity (t)
- Stabilität der Operationen (t)

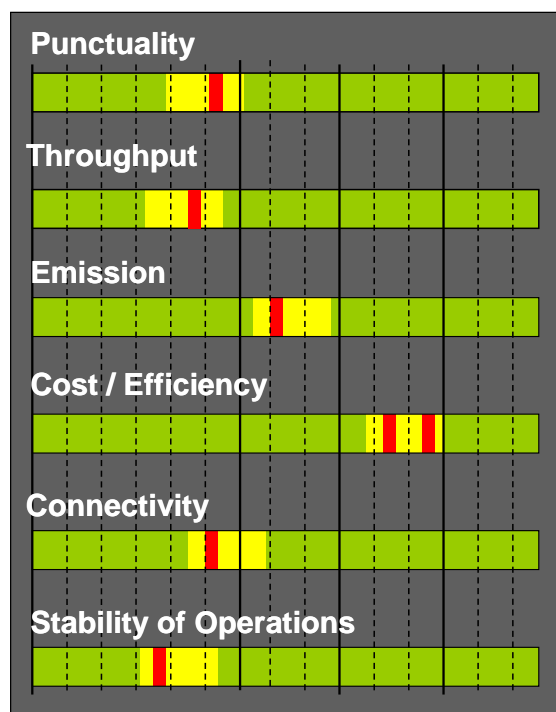


Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung der Abweichung der prognostizierten Performance-Werte von den geplanten Werten über einen Zeithorizont von 24h.

Auf der Flow-Ebene wird die Auslastung der einzelnen Flughafenkapazitäten (Ressourcenauslastung) dargestellt. Zur besseren Veranschaulichung der Ressourcenauslastung orientiert sich die Darstellung am Flughafenlayout. Dementsprechend erfolgt die Darstellung der prognostizierten Ressourcenauslastung flughafenspezifisch. Die Abbildung 12 zeigt eine mögliche Darstellung am Beispiel vom Flughafen Frankfurt. Dargestellt werden die folgenden Ressourcen:

- Taxi Ressourcen TA
- Runway Ressourcen
- Apron Ressourcen AP
- Terminal Ressourcen T
- Arrivals
- Departures
- Wetter (METEO)

Weiterhin sollen in dieser ressourcenbezogenen Fluss-Darstellung auch Nutzungsstrategien Berücksichtigung finden. Ein Beispiel hierfür ist die Doppelbalkendarstellung für das Runwaysystem und das Taxiwaysystem zur Veranschaulichung einer geplanten Bewegungsrichtungsänderung.

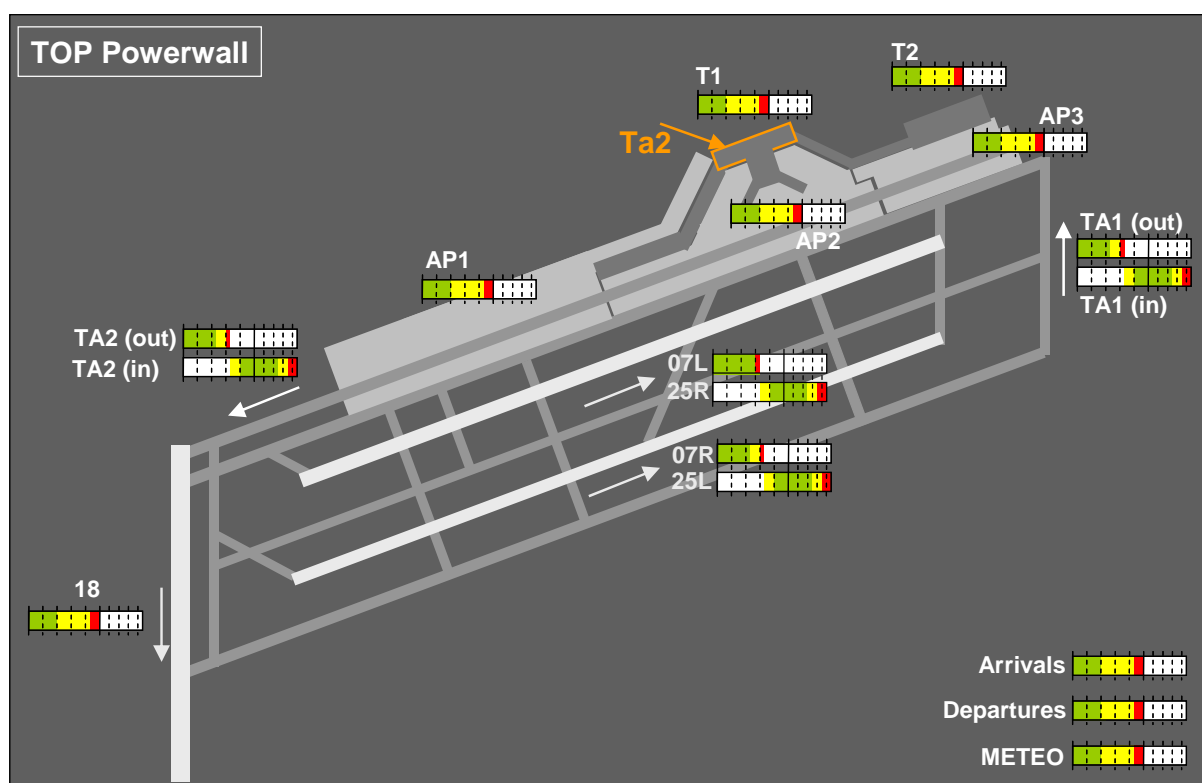


Abbildung 12: Veranschaulichung der Ressourcenauslastung in der Flow-Ebene am Beispiel vom Flughafen Frankfurt.

Die auf der Powerwall dargestellten Informationen über den geplanten Flughafenprozess dienen zur Unterstützung einer gemeinsamen Entscheidungsfindung. Die Statusanzeige über die zu bearbeitenden Aufgaben (Abbildung 13) gibt den Agenten einen Überblick über den aktuell initiierten Handlungsbedarf bzw. aktuell verhandelte Aufgaben (vgl. Kapitel 3). Die Zuordnung der Aufgaben kann zu interessierenden Ressourcenbereichen, wie sie in Abbildung 12 dargestellt sind, vorgenommen werden.

Ta1	Change Direction	nego
Ta2	Close Gate	init
Ta3	Open RWY 08R	commit
Ta4	...	no_act

Abbildung 13: Statusdarstellung der zu bearbeitenden Aufgaben.

Die Statusanzeige beinhaltet die nachfolgenden Informationen (Abbildung 13):

- Bezeichnung der Aufgabe (Tasks Ta1 bis Ta4)
- Name der Aufgabe
- Bearbeitungsstatus:
  - Weiß: Aufgabe nicht in Bearbeitung
  - Gelb: Aufgabe initiiert
  - Rot: Aufgabe in Verhandlung
  - Grün: Verhandlung abgeschlossen und Verhandlungsergebnis in aktiven AOP eingeflossen
- Priorität ergibt sich durch den Platz in der Liste.

Zur Unterstützung der Verhandlung von Planungsvorschlägen muss es möglich sein verschiedenen Planungsergebnisse (separates What-If Probing) an der Powerwall darzustellen, um so eine Diskussion auf einer gemeinschaftlichen Informationsgrundlage zu erleichtern.

## 6.2 Client Working Positions - Allgemein

Im Folgenden wird die Grundlage aller APOC Clients beschrieben.

### 6.2.1 Funktionen des Clients

Die APOC-Clients bieten die Möglichkeit auf die Planungs- und Analysewerkzeuge des TOP zuzugreifen, die Planungsdaten und die Constraints (Inhalt des AOP) zu überwachen. Die Gestaltung des Client HMI folgt den Anforderungen des jeweiligen APOC-Agenten. Darüber hinaus werden allgemeine Funktionalitäten zur Verfügung gestellt, die zunächst in diesen Abschnitt vorgestellt werden.

### 6.2.2 Allg. Funktionen des Clients

Die nachfolgenden Funktionen werden generell von allen APOC-Clients zur Verfügung gestellt:

- What-If Probing
  - Präsentation und Vergleich der Ergebnisse von alternativen Plänen auf den drei Planungsebenen (Performance, Flow, Event)
  - Wahl der Datengrundlage, auf der ein What-If Probing durchgeführt werden soll (AOP/sequenzielles What-If Probing)
  - Änderungen, die zwischen aktiven AOP und What-If Probing Ergebnis aufgetreten sind, werden angezeigt.
- Übertragung
  - Darstellung der Inhalte der Powerwall auf dem HMI der Clients
  - Detaillierte Darstellung der Parameter, für die der Agent verantwortlich ist
  - Information über geänderte Werte für die Hinweispflicht besteht
- Implementierung von Planungsparametern
  - Schreiben geänderter Parameter in AOP (für die der Agent verantwortlich ist)
- Verhandlungskoordination für gemeinsamen Entscheidungsprozess

- Verteilung von Vorschlägen (z.B. Parameteränderungen)

### 6.2.3 Benötigte Eingabemöglichkeiten für den Agenten

Jedes Client-HMI muss die folgenden Eingabemöglichkeiten anbieten:

- Eingabe von Parametern und Constraints für What-If Probing
- Eingabe geänderter Parameter und Constraints in AOP (für die der Agent verantwortlich ist); Implementation der Änderung
- Eingabe von Anfragen nach gemeinsamer Bearbeitung einer Aufgabe (Gemeinsamer Task) an den Moderator
- Versenden von Anfragen, Vorschlägen, Kommentaren an andere in den Verhandlungsprozess involvierte Agenten
- Auswahl der Datengrundlage für ein What-If Probing
- Beenden eines What-If Probing, für das der Agent die Verantwort hat, d.h. Task Owner ist

### 6.2.4 Darzustellende Informationen

Jedes Client-HMI muss die folgenden Informationen repräsentieren:

- auf der Powerwall dargestellte Informationen
- Planungswerte und Constraints des aktiven AOP
- Zu überwachende Parameter in detaillierter Form (siehe Feinplanung, Abschnitt 2.2)
- What-If Probing Ergebnisse (z.B. Listen):
  - Änderung zum aktuell aktiven Plan
  - Änderung zum alternativen Planungsvorschlag
- CDM-Dialogfenster
  - Darstellung von Änderungsvorschlägen (Parameter, Constraints) involvierter Agenten
  - Anfragen, Vorschläge, Kommentare

### 6.2.5 TOP-Client und stakeholder spezifische Erweiterung

Zu den bisher dargestellten allgemeinen HMI Anforderungen müssen noch clientspezifische Anforderungen Berücksichtigung finden, wie beispielsweise die Integration des HMI zusätzlicher Unterstützungssysteme, die stakeholderspezifische Informationen anbieten. Diese werden in den nachfolgenden Abschnitten dargestellt.

Am Arbeitsplatz der Clients sollen Dialog-Fenster zur Verfügung stehen, in dem Anfragen oder Ankündigungen vom zugehörigen Center einlaufen. Der Agent sieht diese Anfragen und kann so beispielsweise durch What-If Probing eine geeignete Zeit finden, diese Anfragen im APOC umzusetzen.

## 6.3 Client Working Position “Airline”

### 6.3.1 Spezifische Funktionen des Clients

Der Airline Agent kann auf dem Flow Level den Demand überschreiben. Hierbei kann der Demand in einem bestimmten Zeitfenster sowohl verringert, wie auch erhöht werden (siehe Use Case „Demand Adjustment on Flow Level“).

Des Weiteren können Flugstreichungen, wie Verzögerungen von Flugzeugen eingegeben werden. Die Agenten der Airlines können an gemeinsamen What-If Probings teilnehmen. Der Client erlaubt die Teilnahme. Im gemeinsamen What-If Probing können nur eigene Daten geändert werden; ebenso können nur eigene Daten committed werden. Das Commitment nach einem gemeinsamen What-If Probing ist nötig.

Flugbasierte Abweichungen vom Plan werden angezeigt.

### 6.3.2 Benötigte Eingabemöglichkeiten

Der Airline Agent benötigt zusätzlich zu den Funktionalitäten des allgemeinen Clients noch mindestens die folgenden aufgabenbezogenen Eingabemöglichkeiten:

- Präferenzfenster
- Steuerbarkeitsfenster
- Prioritäten seiner Flüge
- Flugstreichung
- Setzen (Überschreiben) eines Demands auf Flow Level
- Im separaten What-If Probing die Parameter der anderen Stakeholder (nur auf FLOW und PERFORMANCE Ebene?)
- Abhängigkeiten der Flüge untereinander (setzen und löschen)
- Zeitliche Abhängigkeiten von Flügen (z.B. A 40min vor B) setzen und löschen
- Möglichkeit an einem gemeinsamen What-If Probing teilzunehmen

### 6.3.3 Darzustellende Informationen

Auf dem HMI des Airline Clients werden sowohl allgemeine Informationen wie auch Airline spezifische Informationen angezeigt:

- Flugzeugbezogen Zielzeiten (Target Events):
  - Departure
  - Arrival
  - On Block
  - Off Block
  - Zielzeit außerhalb des Steuerbarkeitsfensters
  - Zielzeit außerhalb des Präferenzfensters
- Interne Informationen der Airline (geschützte Daten)
  - Treibstoffprobleme
  - Crew rotation (times/airplane change)
  - Aircraft Change
  - Maintenance/Technik
  - Umsteiger/Rolle des Fluges (Zubringer, point to point, feeder)
  - Anzahl der Passagiere
- Generelle Anzeigen:
  - Übersichtsinformationen von der Powerwall
  - Flugstatus
  - Arrival/Departure bezogen auf unseren Flughafen
  - Aktueller Plan
  - Ergebnisse des What-If Probings
  - Beteiligung an gemeinsamen What-If Probings

### 6.3.4 Spezifische Erweiterungen

Spezifische Erweiterungen könnten das Integrieren von anderen Systemen (Turn Around etc.) sein.

## 6.4 Client Working Position "Airport"

### 6.4.1 Spezifische Funktionen des Clients

Spezifische Funktionen des Airport Clients sind die Möglichkeiten folgende Parameter im AOP zu ändern:

- Runwaysperrung und -freigabe
- Taxiwegsperrung und -freigabe
- Belegung von Stands und Gates
- Steuerbarkeitsfenster für Stand und Gate Planung

### 6.4.2 Benötigte Eingabemöglichkeiten

Die benötigten Eingabemöglichkeiten ergeben sich aus den spezifischen Funktionen:

- Runwaysperrung und -freigabe, zeitbezogen
- Taxiwegsperrung und -freigabe, zeitbezogen
- Belegung von Stands und Gates, zeitbezogen
- Steuerbarkeitsfenster für Stand und Gate Planung

Des Weiteren werden Eingaben zur Kommunikation/Abstimmung mit dem jeweiligen OC benötigt.

### 6.4.3 Darzustellende Information

Auf dem HMI des Airport Clients werden sowohl allgemeine Informationen wie auch Airport spezifische Informationen angezeigt:

- Interne Informationen (geschützte Daten):
  - Personaleinsatzplanung
- Generelle Anzeigen:
  - Übersichtsinformationen von der Powerwall
  - Auslastung der Terminals
  - Aktueller Plan
  - Alternativer Plan (vom What-If Probing)
  - Prognose von Warteschlangen (z.B. Security, Taxiing)
  - Wetter

### 6.4.4 Spezifische Erweiterungen

Als spezifische Erweiterungen folgende Werkzeuge denkbar:

- Flughafenspezifisches Werkzeug zur Positionsplanung
- Werkzeug zur Terminalplanung:
  - Übersichtsinformationen der Terminals (Auslastung)
  - Planung/Lenkung von Passagieraufkommen
  - Planung/Lenkung des Gepäcks
- Werkzeug zur Personaleinsatzplanung

## 6.5 Client Working Position "ATC"

### 6.5.1 Benötigte Eingabemöglichkeiten für den Agenten

Die folgenden, zeitabhängigen Eingabemöglichkeiten werden benötigt:

- Arr/Dep Ratio
- Betriebsrichtung
- Nutzung der Bahn (single/mixed mode, eingeschränkte Nutzung (z.B. ohne ILS))

- Kapazitäten der einzelnen Bahnen
- Überschreiben vorgeschlagener Konfiguration/Betriebsrichtung
- Löschen von eingegebenen Constraints zu Nutzung von Bahnen oder Arr/Dep Ratio.
- Wählbare Detailtiefe in der Darstellung der Informationen.

## 6.5.2 Darzustellende Informationen

Alle im Folgenden aufgeführten Informationen sind über die Zeit darzustellen.

- Wetter
- Bahnnutzung
  - Richtung
  - single mode/mixed mode
  - Sperrungen
- Geplanter Flow
- Demand Arr/Dep
- Performance Targets
- Marker, ob der AOP signifikant (außerhalb der Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster) von den ATC-Client relevanten Daten abweicht.

## 6.5.3 Repräsentation von Informationen

Folgende Darstellung der Informationen ist wünschenswert:

- Farbskalierung bei Abweichungen
- Darstellung der Werte, wenn eine entsprechend hohe Detailtiefe eingestellt wurde. Als Beispiel: In der Zeit zwischen 15:00 und 15:15 liegt der Demand bei 10, der Flow bei 5. Dieses muss erkennbar sein.

## 6.5.4 Spezifische Erweiterungen

Zurzeit sind keine spezifischen Erweiterungen bekannt.

## 6.6 Client Working Position “Ground Handler”

### 6.6.1 Benötigte Eingabemöglichkeiten

Für den Client des Ground Handlers werden die folgenden Eingabemöglichkeiten benötigt:

- Offblock Zeiten (erwartete Abfertigungsdauern)
- What-If Möglichkeiten; im separaten What-If Probing können auch die Parameter der anderen Stakeholder geändert werden
- Constraints:
  - Personaleinsatz
  - Ressourcenverfügbarkeit

### 6.6.2 Darzustellende Informationen

Auf dem Client des Ground Handlers werden mindestens folgende Informationen benötigt:

- Flugzeugbezogen Zielzeiten (Target Events):
  - On Block
  - Off Block
- Generelle Anzeigen, wie
  - Übersichtsinformationen von der Powerwall
  - Flugstatus
  - Arrival/Departure bezogen auf unseren Flughafen.



## 6.7 Client Working Position “Moderator”

Die Client Working Position des Moderators hat keine stakeholderspezifischen Anforderungen. Sein Tätigkeitsspektrum liegt in der Organisation und Moderation der gemeinsamen Entscheidungsprozesse. Von diesem Arbeitsplatz aus erfolgt auch die Steuerung der Powerwall.

### 6.7.1 Spezifische Funktionen des Clients

Die nachfolgenden Funktionen werden speziell für den Moderator-Client zur Verfügung gestellt:

- Übertragung von Änderungen/Aktualisierungen auf die Powerwall
  - Hinzufügen/ Entfernen von Aufgaben
  - Priorisieren von Aufgaben
  - Aktivieren von Aufgaben
  - Öffnen und Beenden von Aufgaben zum Demand Adjustment
- Kommunikation mit anderen Clients
  - Ablehnen von Anfragen
- Implementierung von Planungsparametern
  - Schreiben geänderter Parameter auf der Performance-Ebene in AOP

### 6.7.2 Benötigte Eingabemöglichkeiten

Das Client-HMI muss die folgenden Eingabemöglichkeiten anbieten:

- Eingabe von Aufgaben in die Aufgabenliste
- Ändern des Status einer Aufgabe
- Ändern von Performance-Werten
- Reaktionsmöglichkeiten auf Anfragen
- Öffnen und Beenden von Aufgaben zum Demand Adjustment

### 6.7.3 Darzustellende Informationen

Zu den schon auf der Powerwall dargestellten Informationen, die auch auf dem Moderator-HMI dargestellt werden, kommt noch die Repräsentation der Anfragen der anderen Agenten hinsichtlich Aktivierung einer gemeinsamen Aufgabe (Aktivierung Use Cases) hinzu. Des Weiteren sollte angezeigt werden, wenn der tatsächliche Demand einer Airline ihren committeten Demand übersteigt. Der Moderator hat so die Möglichkeit, die Airline darauf hinzuweisen damit sie Flüge streicht oder delayed.

## 6.8 Client Working Position „ATFCM“

Wie die zukünftige ATFCM genau aussehen wird, ist noch nicht bekannt. Aus diesem Grund kann dieser Arbeitsplatz zunächst so einfach wie möglich gestaltet werden.

### 6.8.1 Spezifische Funktionen des Clients

Der Agent der ATFCM muss dazu in der Lage sein mit Hilfe seines Clients Slotanfragen seitens der Airlines mit der ATFCM zu besprechen und entsprechend die Slots zu vergeben, wie auch „Delay on Ground“ zu erbitten (Anfrage an andere Flughäfen) bzw. zu bearbeiten (Anfrage von anderen Flughäfen).

- Slotierung
  - Slotabsprache mit ATFCM
  - Slotverwaltung
- Kommunikation mit anderen Flughäfen (ATFCM-Clients)
  - Anfrage an andere Flughäfen (zunächst nur „Delay on Ground“)
  - Anfrage von anderen Flughäfen (zunächst nur „Delay on Ground“)

## 6.8.2 Benötigte Eingabemöglichkeiten

Die benötigten Eingabemöglichkeiten beschränken sich zunächst auf:

- Slotabsprache mit ATFCM
- Slotverwaltung
  - Eingabe von Slots
  - Ändern von Slots
  - Löschen von Slots
- Anfrage an andere Flughäfen (zunächst nur „Delay on Ground“)
  - Betreffende Flüge
- Anfrage von anderen Flughäfen (zunächst nur „Delay on Ground“)
  - Ablehnung / Zustimmung

## 6.8.3 Darzustellende Informationen

Die darzustellenden Informationen sind:

- Slotabsprache mit ATFCM (ICQ, e-mail, ...)
- Slotverwaltung
  - Freie Slots
  - Vergebene Slots
  - Slots die wieder freigegeben werden können
- Anfrage an andere Flughäfen (zunächst nur „Delay on Ground“)
  - Betreffende Flüge
- Anfrage von anderen Flughäfen (zunächst nur „Delay on Ground“)
  - Betreffende Flüge
  - Antwortmaske

## 7 Anforderungen an die Unterstützungssysteme

Aus den vorangegangenen Kapiteln leiten sich Anforderungen an die Unterstützungssysteme ab. Sie werden in diesem Kapitel zusammengefasst.

Anforderungen an die Unterstützungssysteme:

- What-If Probing
  - Alle Clients müssen die Möglichkeit eines What-If Probings haben.
  - Es gibt separate und gemeinsame What-If Probings.
  - Es gibt dedizierte und parallele What-If Probings.
  - Es kann nur ein gemeinsames/kooperatives What-If Probing gleichzeitig geben. Dieses ist die aktuelle Task, die gerade bearbeitet wird. Sie wird auf der Power Wall als solche dargestellt.
  - Beim gemeinsamen What-If Probing kann jeder nur die Daten seiner Verantwortlichkeit ändern. Verschiedene Airlines sehen in der Detailsicht nur Details ihre eigenen Flüge. (Geheimhaltung)
  - In einem separaten What-If Probing kann jeder Client alle Parameter, auch die, die er nicht verantwortet, ändern. Dieses What-If Probing kann nicht zu einem gemeinsamen gemacht werden.
  - Derjenige, der ein What-If Probing startet (Task Owner) kann es auch beenden.
- Geheimhaltung: Jeder Client sieht in der Detaildarstellung nur die Details der Events, für die er verantwortlich ist. Airlines sehen z.B. nur die Details Ihrer Flüge, der ATC Client sieht nicht die Personaleinsatzplanung vom Airport Client.
- Automatische Planung des AOP.
- Intervallbasierte Auslösung der Neuplanung; die Intervallgröße ist mindestens durch den Moderator änderbar.
- Manuelle Auslösung der Neuplanung. Dieses passiert im Kleinen innerhalb eines What-If Probings.
- Datensicherung
- Planung unter Einhaltung von Constraints, Präferenzintervallen, Steuerbarkeitsintervallen
- Optimierung nach den Performance-Zielen
- Unterschiedliche Granularität der Planung. Es wird auf Flow Level geplant, im Bereich der ersten x Stunden wird zusätzlich auf Event-Ebene geplant. X muss schnell und einfach änderbar sein. Initial ist x=2.
- Hinweise:
  - Marker setzen, wenn Handlungsbedarf besteht, d.h. wenn mindestens ein Steuerbarkeitsfenster verletzt wurde.
  - Hinweise auf den entsprechenden HMI wenn im Zuständigkeitsbereich des Agenten ein Steuerbarkeitsfenster verletzt wurde
  - Hinweise auf den entsprechenden HMI wenn im Zuständigkeitsbereich des Agenten ein Präferenzfenster verletzt wurde
  - Kennzeichnung von Abweichungen auf der Performance, Flow und Event Ebene
- Darstellung an der Powerwall (siehe Abschnitt 6.1).
- Eingaben:
  - Eingabe von planungsrelevanten Daten
  - Eingabe/Anzeige von Client spezifischen Daten
- Anzeige von eigenen/gemeinsamen What-If Probings
- Schnittstelle zu den OC
- Kommunikationsmittel zum OC
- Möglichkeit zur Teilnahme an einem kooperativen What-If Probing
- Monitoring der Abweichungen der Daten vom AOP
- Anzeige der Monitoring Ergebnisse

Um den TOP und die Clients in der Simulationsumgebung betreiben zu können, wird noch folgendes benötigt:

- Simulation: Bereitstellung von
  - Flugplänen
  - Störungen z.B. Verzögerungen von Flugzeugen
- Wetter
- Zeit
- Topologie des Flughafens
- Umkehrprozess
- Gateplanung
- Passagiere?
- Simulation der ATFCM
  - Slotverschiebung: neuen Slot generieren
  - Bereitstellung von IST-Zeiten
  - Reaktion auf Delay on-ground
  - Änderung der Sektorauslastung?
  - Verursachung von dealy on-ground?
- Kommunikation mit taktischen Systemen

## 8 Offene Fragen

- Überprüfung, ob Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster für alle Parameter realisierbar sind
- Es muss kommuniziert werden, dass auch eine Planung, sei es auch nur das Verschieben von Reglern, auf Performance Level durchgeführt wird  
Wichtig: Hier gibt es nur einen AOP für den gesamten Zeitraum!
- Definition der Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster für Planungsdaten?
- Führt die Verletzung des Steuerbarkeitsfensters einzelner Parameter jedes Mal zu einem neuen Use Case?
- Bahnzuweisung? (automatisch)
- Gateplanung (Problem externer (außerhalb des APOC) Gatezuweisungen)
- Stand/Gate Planung muss im APOC gemacht werden
  - externe Vorgaben werden als gegeben genommen, wenn der Airline das Gate gehört oder nur die Airline es nutzen darf
  - ansonsten sind externe Vorgaben als Präferenzen zu behandeln
- Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Flügen (z.B. bei Crewwechsel)
- Paralleles gemeinsames What-If Probing

## 9 Anhang

### 9.1 Abkürzungen

A/C	Aircraft
A-SMGCS	Advanced Surface Movement Guidance and Control System
AAM	Airport Airside Model
ACC	Area Control Centre
ACI	Airports Council International
AMAN	Arrival Manager
ANSP	Air Navigation Service Provider
AOC	Airline Operation Centre
AOP	Airport Operation Plan
APOC	Airport Operation Centre
ARR	Arrival
ATFCM	Air Traffic Flow and Capacity Management
ATC	Air Traffic Control
ATCC	Air Traffic Control Centre
ATM	Air Traffic Management
ATS	Air Traffic Services Authority
C-ATM	Co-operative Air Traffic Management
CDM	Collaborative Decision Making
CFMU	Capacity Flow Management Unit
CNS	Communication, Navigation, Surveillance
CTOT	Confirmed Take-off Time
CWP	Controller Working Position
DEP	Departure
DMAN	Departure Manager
DPI	Departure Planning Information
EUROCAE	European Organisation for Civil Aviation Electronics (regulatory agency for certifying aviation electronics in Europe)
EUROCAE WG-69	Workgroup of EUROCAE for the standardisation of CDM
EIBT	Estimated In Block Time
EOBT	Estimated Off Block Time
ESC	European ATM Systems and Convergence
FP	Flight Plan
FUM	Flight Update Message
HMI	Human Machine Interface
IATA	International Air Transport Association
K-ATM	Kooperatives Air Traffic Management
NOP	Network Operation Plan
OC	Operation Centre
OC	Operational Concept
OCA	Overall Concept and Architecture (activity of the ESC Business Division)
OCD/ConOps	Operational Concept Document (OC provided by the OATA project)
QoS	Quality of Service
QoSC	Quality of Service Contract
RWY	Runway
SAM	Slot Allocation Message
SID	Standard Instrument Departure
SIT	Slot Issue Time (SIT1 is the time when the CFMU issues the SAM)
STAR	Standard Arrival Route
SWIM	System Wide Information Management
TAM	Total Airport Management
TMAN	Turnaround Manager

TOBT	Target Off-block Time
TOP	Total Operations Planner
TTOT	Target Take-off Time
TWR	Tower Control (normally: ATC for RWY and inbound traffic)

## 9.2 Literaturverzeichnis

- [1] DLR & EEC, „Total Airport Management (Operational Concept & Logical Architecture)“, Version 1.0, Paris/Braunschweig 2006
- [2] AAM Consortium, “Airport Airside Model – Architecture Description Document“, Version 0.02, issued by Emmanuel Isambert, Brussels 16.08.2006
- [3] NATO, “Knowledge-Based Guidance and Control Functions“, AGARD Advisory Report No. 325, January 1995 Quebec, Canada, ISBN 92-836-1009-1
- [4] EUROCONTROL CDM-TF, “Airport CDM Implementation – The Manual“, Brussels 2005
- [5] Horonjeff R., McKelvey F.: Planning and Design of Airports, USA, 1994

## 9.3 Bildverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitsweise im APOC: 3 Zyklen der Planung und Verhandlung. ....	10
Abbildung 2: Veranschaulichung der Grob- und Feinplanung .....	12
Abbildung 3: Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster auf den verschiedenen Planungsebenen. ....	13
Abbildung 4: Präferenz- und Steuerbarkeitsfenster der Performance Werte: Pünktlichkeit (oben) und Durchsatz (Mitte) separat und daraus resultierender Performance-Zielbereich der Optimierung (unten). ....	14
Abbildung 5: Repräsentation der identifizierten Arbeitsplätze im APOC .....	16
Abbildung 6: Mögliche Rollen der Agenten und des Moderators im APOC.....	21
Abbildung 7: Moderierter Entscheidungsprozess.....	22
Abbildung 8: possible adjustment of performance parameters .....	31
Abbildung 9: possible dependencies between different performance parameters .....	33
Abbildung 10: Darstellung der zeitlichen Entwicklung von Werten auf der Powerwall. ....	57
Abbildung 11: Beispielhafte Darstellung der Abweichung der prognostizierten Performance Werte von den geplanten Werten über einen Zeithorizont von 24h.....	58
Abbildung 12: Veranschaulichung der Ressourcenauslastung in der Flow-Ebene am Beispiel vom Flughafen Frankfurt. ....	59
Abbildung 13: Statusdarstellung der zu bearbeitenden Aufgaben.....	60

## 9.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rollen der Agenten bei der Bearbeitung der Aufgaben (vgl. Kapitel 3): D-Decision Maker, S-Support, O-Task Owner.....	29
--	----