

Konzept zur Kooperation in Flughafen-Leitständen

Anne Papenfuss, Nils Carstengerdes, Yves Günther

Zusammenfassung

Das Luftverkehrssystem ist maßgeblich durch gemeinschaftliche Entscheidungsprozesse geprägt, deshalb bestimmt auch die Qualität dieser Zusammenarbeit die Leistungsfähigkeit des gesamten Luftverkehrs. Flughäfen stellen dabei besonders hohe Ansprüche an die Zusammenarbeit der beteiligten Interessenvertreter. In einer Kooperation wird der Schlüssel für eine wesentliche Leistungssteigerung des Luftverkehrs gesehen. Der vorliegende Beitrag beschreibt die Erarbeitung eines Kooperations-Konzeptes in einem Flughafenleitstand, sowie erste Validierungsergebnisse.

Zunächst wurden Hospitationen an sechs Flughäfen durchgeführt, um den aktuellen Stand der Zusammenarbeit zu erheben. Die Ergebnisse zeigen, dass die Rahmenbedingungen für Kooperation aktuell ungünstig sind: Obwohl aufgrund operativer Prozessabhängigkeiten die Organisationen zusammen arbeiten müssen, gibt es dabei keine gemeinsamen Ziele, weiterhin bestehen Zielkonflikte. Fehlende, ungenaue und nicht zeitgerechte Informationen erschweren die Abstimmung von Prozessschritten.

Aufbauen auf dieser Analyse wurde ein Regelwerk erstellt, welches für die Erarbeitung von relevanten Entscheidungen die Informationslage verbessert, so dass alle Interessenvertreter über die notwendigen Informationen zur richtigen Zeit verfügen. Ein beispielhaftes Regelwerk wurde im Rahmen eines Workshops acht operationellen Experten vorgestellt. Die Experten schätzen das Vorgehen als generell machbar ein. Es wurde deutlich, dass eine umfangreiche Expertise, sowie technologischer Support für die komplexen Umplanungen benötigt werden. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor einer Kooperation am Flughafen sei jedoch die rechtliche Verbindlichkeit des Regelwerks.

1 Einleitung

Der Betrieb eines Flughafens ist hoch komplex und viele Interessenvertreter (Stakeholder) mit unterschiedlichsten Zielstellungen, wie z.B. Flugsicherung, Flughafen-Betreiber, Bodenabfertiger oder Fluggesellschaft wirken bei der Abfertigung der Luftfahrzeuge und der Passagiere zusammen. Die einzelnen Stakeholder planen und organisieren Prozesse dabei in eigenen operationellen Zentren (z.B. Airline Operations Center, Betriebsleitzentrale Bodenabfertigung,

Flugbetriebszentrale der Flughafenbetriebsgesellschaft). Aufgrund der meist räumlichen Trennung erfolgen Informationsaustausch, Kommunikation und gegenseitige Absprachen der Interessenvertreter jedoch zum Teil nicht optimal. In Folge dessen kann die Kooperation der Interessenvertreter beeinträchtigt sein und ein mögliches Resultat daraus sind nicht optimal miteinander koordinierte Prozesse. Betriebliche Potentiale bleiben somit ungenutzt. Der Begriff Kooperation wird in der Literatur mit unterschiedlicher Bedeutung verwendet (u.a. Bellorini & Vanderhaegen, 1995; Heese, 2005; Hoc, 2001; Tan & Zizzo, 2006). In diesem Beitrag bezieht sich Kooperation spezifisch auf die Qualität einer Zusammenarbeit und wird, der Kategorisierung von Heese (2005) folgend, von den Begriffen Koordination und Kollaboration abgegrenzt. Eine Kooperation bedeutet, dass Kooperationspartner auf die Erfüllung eines gemeinsamen Ziels hin arbeiten. Koordination bezeichnet die gemeinsame Verwendung von Informationen und Ressourcen ohne gemeinsames Ziel. Kollaboration bedeutet, zu einem gemeinsamen Arbeitsprozess beizutragen (Heese, 2005, S.16).

Als Konsequenz daraus und als ein erster Schritt zur übergreifenden Optimierung der Flughafenprozesse wurde das Konzept des Airport Collaborative Decision Making (A-CDM, Eurocontrol; 2012) entwickelt. Hier werden im Wesentlichen Zeitpunkte verschiedener Meilensteine eines Fluges ausgetauscht und Verbindlichkeiten für den Zeitpunkt, wann die einzelnen Flugzeuge ihren Standplatz verlassen (Offblock-Zeit), festgelegt. A-CDM ist ein Konzept zum Informationsaustausch von luftseitigen Flughafenprozesszeiten, eine Kooperation der Stakeholder für eine gemeinsame Entscheidungsfindung ist darin allerdings nicht vorgesehen.

Im Jahr 2006 veröffentlichte das DLR (Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.) gemeinsam mit der Eurocontrol das Total Airport Management Konzept (TAM) (Günther, Y., Inard, A., et al., 2006). TAM erweitert die luftseitige Prozesssicht von A-CDM in seinem zeitlichen Planungshorizont und integriert erstmals sogenannte landseitige Prozesse. Das TAM-Konzept beschreibt damit mögliche operative Verbesserungen im täglichen Flughafenbetrieb, die über A-CDM hinausgehen. Zudem sind in TAM kooperative Entscheidungsprozesse zwischen den einzelnen beteiligten Stakeholdern beschrieben, welche die Betriebsabläufe aller Unternehmen am jeweiligen Flughafen positiv beeinflussen. Dazu sieht das TAM-Konzept die kooperative Entwicklung und Umsetzung einer zeitlich begrenzten, flughafenweiten Betriebsplanung vor.

In Erweiterung der TAM-Idee erforscht das DLR aktuell, wie sich operative Entscheidungen der Flughafen-Interessenvertreter unter der Berücksichtigung von Leistungskenngrößen (*Key Performance Indicators, KPIs* wie beispielsweise Pünktlichkeit, Durchsatz, Prozessdauer) verändern und wie weit dadurch betriebliche Vorteile erlangt werden können. Das DLR bezeichnet das Konzept des KPI-gesteuerten Flughafenmanagements als PBAM (Performance Based Airport Management, Helm, S., Loth, S., et al., 2015).

Im Forschungsbereich PBAM wurde das DLR interne Forschungsprojekt P-AIR-FORM (Benefits of Performance Based Airport Management, 2013 - 2015) durchgeführt (Günther, Y., Carstengerdes, N. et al., 2013). Ziel war u.a. exemplarisch aufzuzeigen, wie sich in einem PBAM-Umfeld die Arbeitsweisen und Kooperationen der Flughafen-Interessenvertreter verändern werden, um eine prä-taktische Planung durchführen zu können (Zeithorizont bis zu 24h). In der Kooperation der beteiligten Stakeholder wird ein Schlüssel für eine wesentliche Leistungssteigerung des Luftverkehrs gesehen, um beispielsweise die ambitionierten Leistungsziele des FlightPath 2050 zu erreichen (European Commission, 2011).

Im institutsübergreifenden Projekt COCO (Collaborative Operations in Control rooms, 2014-2017) werden die P-AIR-FORM Arbeiten weiter fortgeführt und ein Regelwerk zur Formalisierung der Kommunikation speziell für Leitstände erstellt. Im DLR-Leitstandssimulator wird der Effekt dieses Regelwerks auf das kooperative Entscheiden von Leitstands-Operateuren untersucht.

2 Ist-Zustand der Zusammenarbeit am Flughafen

Im Rahmen des Projektes P-AIR-FORM wurde im Dialog mit Flughafen-Stakeholdern (Flughafenbetreiber, Fluglinie, Flugsicherung, Bodenabfertiger) erarbeitet, welche Informationsanforderungen in ihrem aktuellen Arbeitsumfeld bestehen, wie Interaktionsmöglichkeiten mit anderen Stakeholdern gestaltet sein müssen und wie ein Stakeholder-übergreifender, gemeinsamer Managementprozess ausgerichtet sein könnte, damit ein leistungsbasierter Flughafenbetrieb erreicht werden kann. Zur Erfassung des Ist-Zustandes und der Identifikation aktueller Defizite der Zusammenarbeit wurden dazu mit einem zuvor entwickelten halb-strukturierten Leitfadeninterview Vor-Ort-Hospitationen an Flughäfen durchgeführt.

2.1 Entwicklung des halb-strukturierten Hospitationsleitfadens

In einem ersten Schritt wurde ein Fragenkatalog entwickelt und zu einem halb-strukturierten Leitfadeninterview mit einem hauptsächlich offenen Antwortformat ausgearbeitet. Halb-strukturierte Leitfadeninterviews stellen eine etablierte Methode dar, die zum einen eine vorgegebene Struktur und Reihenfolge für die Fragen vorgibt, gleichzeitig jedoch noch Freiheiten und Flexibilität bei der Durchführung der Befragung ermöglicht (DiCicco-Bloom & Crabtree, 2006, Myers & Newman, 2007). Somit kann gewährleistet werden, dass sowohl alle wichtigen Inhalte berücksichtigt werden als auch ein offener Erfahrungsaustausch ermöglicht wird, in dem der Befragte seine Inhalte unabhängig von der Struktur der Befragung mitteilen kann. Der entwickelte Leitfaden umfasste Fragen zu Zielen der Stakeholder, eine Erhebung der Betriebsabläufe, der notwendigen Kommunikationsprozesse, vorhandener Defizite in der Kommunikation und Möglichkeiten der Prozessoptimierung.

In einem zweiten Schritt wurde dieser Leitfaden iterativ mit operationellen Experten adaptiert. Der finale Leitfaden umfasste 32 Fragen und wurde zwischen Juli 2013 und Juni 2014 bei insgesamt 32 Stakeholdern (siehe Tab. 1) an den Flughäfen Berlin Tegel und Schönefeld, Frankfurt, Düsseldorf, Wien, Köln-Bonn und Hamburg eingesetzt.

Tab. 1 Verteilung und Anzahl der Stakeholder an den einzelnen Hospitations-Standorten

Stakeholder	<i>Berlin</i>	<i>Frankfurt</i>	<i>Düsseldorf</i>	<i>Wien</i>	<i>Köln</i>	<i>Hamburg</i>
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl
Flughafenbetreiber	4	2	4	2	2	1
Fluglinie	1	3	2	2	2	-
Flugsicherung	1	-	-	1	1	-
Bodenabfertiger	1	-	2	1	-	-

2.2 Ergebnisse der Hospitationen

Die Ergebnisse der Befragungen werden anhand folgender Aspekte zusammengefasst:

- Ziele und Gemeinsamkeiten der Stakeholder
- Kommunikation und Kommunikationsdefizite der Stakeholder
- Vorschläge zur Prozessoptimierung

2.2.1 Ziele

Die Befragten sollten die (Unternehmens-)Ziele Pünktlichkeit, Wirtschaftlichkeit, Effizienz, Kundenzufriedenheit und Lärmschutz in eine Rangfolge bringen. Sicherheit wurde nicht als Ziel aufgeführt, da dies als selbstverständlich vorausgesetzt wurde. Entsprechend wurde dieses Ziel in der Auswertung nicht betrachtet.

In der Auswertung zeigte sich, dass die befragten Fluglinien eine einheitliche Tendenz aufwiesen, Pünktlichkeit als oberstes Ziel zu betrachten, gefolgt von Wirtschaftlichkeit. Obwohl auch die befragten Flughafenbetreiber Pünktlichkeit als wichtiges Ziel bewerteten, war die Antwortstruktur dennoch weniger homogen als bei den Fluglinien. Kundenzufriedenheit und Wirtschaftlichkeit wurde neben Pünktlichkeit eine ebenfalls hohe Bedeutung zugeschrieben. Im Gegensatz zu den beiden Stakeholdern Fluglinie und Flughafenbetreiber war den befragten Bodenabfertigern Kundenzufriedenheit wichtiger als Pünktlichkeit. Da für den Bodenabfertiger die Fluglinien jedoch Kunden darstellen und Bodenabfertiger durch ihre Handlungen einen Einfluss auf die Pünktlichkeit der Flüge ausüben können, besteht ein Zusammenhang zwischen Kundenzufriedenheit und

Pünktlichkeit. Bei den befragten Flugsicherungen wurden die drei Ziele Effizienz, Lärmschutz und Pünktlichkeit hoch eingeschätzt.

Insgesamt wurde deutlich, dass ein eher heterogenes Bild in den befragten Stakeholdergruppen über die verfolgten Ziele und deren Relevanz für das jeweilige Unternehmen existieren. Weiterhin zeigte sich, dass die genannten Ziele kaum oder überhaupt nicht als Grundlage für planerische und operative Entscheidungen genutzt werden.

2.2.2 Kommunikationswege und -defizite

Im Zusammenhang mit Interaktions- und Kommunikationsbedürfnissen und -erfordernissen zwischen den Stakeholdern konnten zwei Informationskategorien mit Verbesserungspotential identifiziert werden. Dies betraf die Kommunikation von Flug- und Prozesszeiten und Wetterinformationen. Weiterhin konnten die vorliegenden Daten danach klassifiziert werden, ob Informationen fehlten oder ungenau bzw. falsch waren.

Als Beispiel für fehlende Informationen wurden von Bodenabfertigern Informationen über Slots genannt und von Flughafenbetreiber Ankunftszeiten von Luftfahrzeugen. Beide Informationen könnten durch die Flugsicherung zur Verfügung gestellt werden. Weiterhin fehlten dem Flughafenbetreiber häufig Informationen über Abflug- und Ankunftsverspätungen einzelner Luftfahrzeuge. Den Fluglinien fehlten wiederum Informationen zu Verspätungen, die durch die Bodenabfertigung entstanden sind

In Bezug auf ungenaue oder falsche Zeitinformationen wurde häufig auf das jeweilige Flughafen-Informationssystem verwiesen. Innerhalb dieser Systeme liegen gemäß der Angaben der Befragten häufig ungenaue On- und Off-Blockzeiten sowie ungenaue oder falsche Estimate-Zeiten vor.

Im Hinblick auf Wetterinformationen konnten ebenfalls Defizite festgestellt werden. Sowohl Flughafenbetreiber als auch Fluglinien und Bodenabfertiger wünschten sich bessere Wetterinformationen, insbesondere im Winter. Als Defizite wurden z.B. ungenaue Angaben zu dem zu erwarteten Wetter genannt und das Fehlen einer einheitlichen Interpretation zu den Auswirkungen des Wetters. Aufgrund der kurzfristigen Prognosen ist zudem die Planung des Personal- und Arbeitsmittelbedarfes teilweise nicht rechtzeitig möglich.

2.2.3 Vorschläge zur Prozessoptimierung

Im Rahmen der Hospitationen wurde den befragten Personen die Möglichkeit gegeben, Vorschläge zur Prozessoptimierung zwischen den Stakeholdern zu äußern. Hierbei zeigte sich, dass alle befragten Stakeholder eine bessere Koordination und zeitgerechtere Information untereinander, mehr Mitsprache und erweiterte Handlungsmöglichkeiten bei Entscheidungsprozessen und insgesamt eine bessere Informationslage über Vorgänge am Flughafen und die Auswirkungen auf Kennwerte (z.B. Pünktlichkeit, Nachfrage, Kapazität) wünschten. Insbesondere die Auswirkungen von Handlungen anderer Stakeholder

auf die eigenen Prozesse sollten transparenter und zeitgerechter dargestellt werden. Hierdurch sollte dem Wunsch nach einer erhöhten Planungssicherheit (und auch Planbarkeit) für die eigenen Prozesse Rechnung getragen werden.

2.3 Schlussfolgerungen der Hospitationen

Die Auswertung der Hospitationen ergab, dass aktuell Kollaboration zwar grundsätzlich vorhanden ist, Prozesse jedoch teilweise noch unzureichend koordiniert und kooperativ bearbeitet werden, so dass betriebliche Potentiale ungenutzt bleiben. Es konnte weiterhin festgestellt werden, dass die aktuellen Rahmenbedingungen für eine Kooperation einer Anpassung bedürfen. So existieren komplexe Prozess- und Geschäftsabhängigkeiten, die ein gemeinsames Arbeiten erfordern. Allerdings arbeiten nicht alle Stakeholder auf ein gemeinsames Ziel hin, stattdessen gibt es zum Teil unterschiedliche Zielvorstellungen und Zielkonflikte. Die Informationslage weist ebenfalls Stakeholder-übergreifend Optimierungspotential auf. So erschweren fehlende, ungenaue oder nicht zeitgerecht verfügbare Informationen die Koordination von Prozessschritten. Weitere Gründe, die einen offenen Informationsaustausch erschweren, stellen die Vertraulichkeit von Daten und Geschäftsprozessen der Stakeholder dar. Dies kann dazu führen, dass Entscheidungen einzelner Parteien für andere Stakeholder nicht in einem ausreichend Maße nachvollziehbar sind.

3 Lösungsansatz – Ein Regelwerk zur Kooperation

Aufbauend auf der Analyse des Ist-Zustands der Zusammenarbeit am Flughafen wurde ein Kooperationskonzept für einen Flughafenleitstand an einem PBAM Flughafen erarbeitet. Dafür wurden konkret folgende Annahmen über die operationellen Randbedingungen eines PBAM-Flughafens abgeleitet, die über die heutigen Betriebsabläufe hinausgehen:

- an dem Flughafen werden Performanz-Kennwerte erfasst, ausgewertet und prognostiziert
- durch verbesserte Wettermodelle können mit größerer Vorlaufzeit genauere Wetter-Vorhersagen als heutzutage erzeugt werden
- Im Rahmen des Performanz-Managements werden im Fall eines prognostizierten Leistungseinbruchs pro-aktiv Umplanungen der Betriebsabläufe vorgenommen.

3.1 Informationsaustausch und Struktur als Basis zur Kooperation

Dem Kooperationskonzept liegt die Hypothese zugrunde, dass alle Interessenvertreter am Flughafen zum richtigen Zeitpunkt über die notwendigen Informationen verfügen müssen, um bei einer Umplanung ihre individuellen Entscheidungen aufeinander abzustimmen, um so insgesamt eine bessere Flughafenperformanz zu erreichen. Der Ausgangspunkt für eine Umplanung ist jeweils eine Information über eine zu erwartende Störung. Im ersten Schritt erfolgen die Analyse der Situation und die Prognose der Auswirkungen auf die jeweils relevanten Kenngrößen. Hier wurde zunächst der Leistungsindikator

Pünktlichkeit gewählt. Im zweiten Schritt wird die gewünschte Pünktlichkeit definiert, das heißt ein verbindliches Ziel für alle Stakeholder gesetzt. In Schritt drei werden die Einzelmaßnahmen zur Zielerreichung, das heißt die Verbesserung der Pünktlichkeit, geplant und aufeinander abgestimmt, im Weiteren als „Koordinierte Ressourcenplanung“ bezeichnet. Anschließend, als vierter Schritt, erfolgt die Auswertung des prognostizierten Einflusses der Maßnahmen auf das in Schritt zwei definierte Ziel. Wenn die Prognose angibt, dass das Ziel erreicht wird, wird die Koordinierte Ressourcenplanung implementiert. Wird dieses Ziel nicht erreicht, so können entweder die Maßnahmen der koordinierten Ressourcenplanung oder die Zielsetzung angepasst werden.

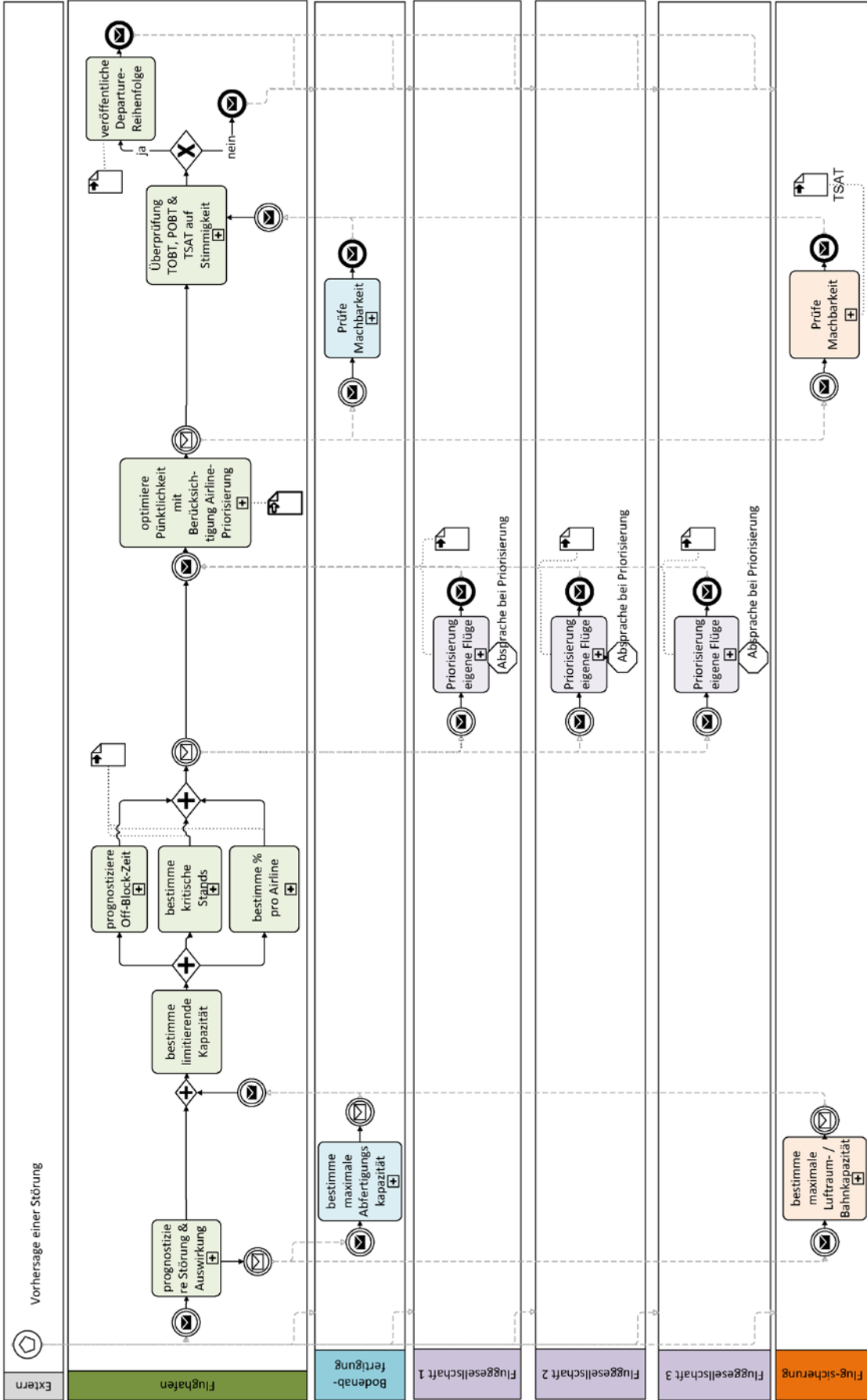
3.2 Koordinierte Ressourcenplanung im Störungsfall Gewitter

Im Projekt P-AIR-FORM wurde der dritte Schritt „Koordinierte Ressourcenplanung“ detaillierter ausgearbeitet. Um die Akzeptanz und Anwendbarkeit dieses Ansatzes bei den späteren Benutzern zu gewährleisten, erfolgte dies als Regelwerk am Beispiel des Problemszenarios „Gewitter mit Blitzschlag am Flughafen“. In einem solchen Fall muss aus Sicherheitsgründen die Abfertigung der Flugzeuge auf dem Vorfeld eingestellt werden. Dadurch werden die abfliegenden Flugzeuge (Departures) verspätet, für einen Zeitraum nach der Störung ist deshalb mit einer verschlechterten Departure-Pünktlichkeit zu rechnen. Je nach Auslastung des Flughafens kann sich diese Unpünktlichkeit durch den weiteren Betrieb ziehen und Folgeprobleme verursachen, beispielsweise dass Standplätze noch belegt sind und damit auch ankommende Flüge verspätet abgefertigt werden.

Ist das Gewitter mit hoher Wahrscheinlichkeit vorhergesagt und frühzeitig bekannt, dann können die negativen Auswirkungen auf die Pünktlichkeit minimiert werden, indem eine Reihe von Maßnahmen aufeinander abgestimmt und beschlossen werden. Insgesamt betrachtet vergrößert sich dann der Handlungsspielraum am Flughafen, da mit mehrstündiger Vorlaufzeit andere und mehr Maßnahmen möglich sind, als wenn die Stakeholder individuell ad-hoc auf eine Störung reagieren. Außerdem besteht die Möglichkeit, die Präferenzen der Stakeholder bei der Umplanung zu berücksichtigen, beispielsweise für die Fluggesellschaft ihre wichtigen Flüge zu priorisieren.

Für das Gewitterszenario wurden folgende Maßnahmen identifiziert, welche die Pünktlichkeit der Departures nach der Störung verbessern können:

- Die Bodenabfertigung kann mit ein paar Stunden Vorlauf zusätzliches Personal für die Zeit nach der Störung anfordern, um für einen kurzen Zeitraum mehr Flugzeuge parallel abzufertigen. Dies kann beispielsweise durch die Anpassung der Pausenzeiten, oder die Aktivierung von Reservemannschaften aus der Belegschaft oder Zeitarbeitsfirmen erfolgen.
- Die Fluggesellschaften können wichtige Flüge identifizieren, welche Priorität bei der Abfertigung haben, bzw. weniger wichtige Flüge identifizieren, welche gezielt verspätet werden



• Bild 1 Schematische Darstellung des Regelwerks für das Gewitterszenario

Für das Gewitterszenario wurden das Regelwerk als ein Ablauf von Teilentscheidungen und die dafür notwendigen Informationsflüsse erarbeitet. Dieser Ablauf ist in der Business-Prozess-Model-Notation (BPMN; OMG, 2011) in Bild 1 dargestellt. BPMN wird zur Abbildung und Modellierung von Geschäftsprozessen verwendet. Die Entscheidungen der Interessenvertreter Flughafen, Bodenabfertigung, Fluggesellschaften 1 bis 3, sowie der Flugsicherung sind in horizontalen Bahnen dargestellt. Jeder Kasten symbolisiert eine Aufgabe, jedes Nachrichten-Ereignis wird durch einen Kreis dargestellt. Nachrichtenflüsse sind die jeweils senkrecht verlaufenden Linien, welche die Ereignisse verbinden. In diesem Beispiel veranlasst der Erhalt einer Information neue Aufgaben und damit Teilentscheidungen.

Die Abstimmung wird durch die von extern kommende Information (Mehrfach-Startereignis) über eine erwartete Störung gestartet. Der Flughafen erstellt eine Prognose der Störung und ihre Auswirkungen auf die Pünktlichkeit. Der Flughafen veranlasst den Bodenabfertiger, dass dieser für den Zeitraum nach der Störung die maximal verfügbare Abfertigungskapazität bestimmt, sowie die Flugsicherung, dass diese die maximale Luftraum- und Bahnkapazität bestimmt. Anhand dieser Informationen bestimmt der Flughafen die limitierende Kapazität und prognostiziert dann parallel die neuen Standplatz-Zeiten, kritische Standplätze, sowie einen prozentualen Verkehrsanteil pro Fluggesellschaft. Diese Informationen werden als Datenoutput generiert und werden in einer Datenbank abgelegt. Außerdem werden die drei Fluggesellschaften veranlasst, ihre jeweils wichtigsten und weniger wichtigen Flüge zu bestimmen (Priorisierung). Der Flughafen führt diese Priorisierungen zusammen und optimiert die Abflugreihenfolge zusätzlich. Die Pünktlichkeit kann beispielsweise dadurch verbessert werden, dass ein niedrig priorisierter Flug so stark verzögert wird, dass dadurch mehr Flüge das Pünktlichkeitskriterium einhalten können. Im Anschluss prüft der Bodenabfertiger die Machbarkeit der Departure-Reihenfolge und die Flugsicherung bestimmt die daraus resultierenden Zielzeiten für den Start. Der Flughafen prüft die sich ergebenden Zeiten auf Plausibilität. Wenn diese Zeiten plausibel sind, dann wird die neue Abflugreihenfolge veröffentlicht und geht als Ergebnis an alle Prozessbeteiligten. In diesem Beispiel sind zunächst keine Iterationen vorgesehen.

3.3 Unterschiede zum Ist-Zustand

Im Vergleich zur heutigen Situation weist dieses Vorgehen Unterschiede auf: Ein wesentlicher Unterschied besteht darin, dass der Bodenabfertiger frühzeitig in den Entscheidungsfindungsprozess eingebunden ist. Heutzutage steht der Stakeholder in der Hierarchie der Entscheidungsfindung im Flughafen unten, obwohl sich die Arbeit des Bodenabfertigers stark auf die Pünktlichkeit von Prozessen auswirkt. Außerdem werden durch das Regelwerk in festgelegter Reihenfolge Abstimmungen mit zeitlichem Vorlauf getroffen. Heutzutage wird dagegen kein gemeinschaftlicher, verbindlicher Plan für eine eventuelle Unterbrechung der Bodenabfertigung im Gewitterfall getroffen.

Häufig sind die Vorhersagen über Gewitter zu ungenau. Erst wenn das Gewitter am Platz ist, trifft deshalb jeder Interessenvertreter für sich individuelle Entscheidungen, ohne dass deren Reihenfolge festgelegt ist und die Konsequenzen für andere Stakeholder mit diesen abgestimmt werden. Außerdem hat in diesem Beispiel der Flughafen eine dominantere Rolle als bei Abstimmungen heutzutage, indem er die Abfrage von Informationen anstößt und Informationen verschiedener Stakeholder integriert. Mit heutigem Stand hat der Flughafen nicht die Handlungskompetenz, prozentuale Verkehrsanteile pro Fluggesellschaft für bestimmte Zeitbereiche vorzugeben.

Zusätzlich sind einige Entscheidungen, wie eine Prognose der Standplatzzeiten im Störfall oder eine Optimierung auf Pünktlichkeit, an den hospitierten Flughäfen mit den heutigen technischen Systemen nicht möglich. Hier basiert die Abschätzung der Störung auf der Erfahrung und Expertise der Operateure.

4 Validierung über Lotsenworkshop

4.1 Sample und Szenario

Das Kooperationskonzept wurde im Dezember 2014 im Rahmen eines eintägigen Workshops am Institut für Flugführung des DLR in Braunschweig acht operationellen Experten ($n = 3$ Fluggesellschaft, $n = 2$ Flughafen, $n = 2$ Flugsicherung, $n = 1$ Bodenabfertiger) anhand eines Rechenbeispiels für das oben beschriebene Problemszenario „Gewitter“ vorgestellt. Zuerst gab es allgemeine Informationen zum Kooperationskonzept. Danach wurde das Beispiel mit Hilfe einer Präsentation Schritt für Schritt erläutert. Im Anschluss wurde das Feedback der Experten in einer halbstrukturierten Gruppendiskussion erfasst. Die Prozedur dauerte circa 1,5 Stunden. Der Workshop umfasste weitere Präsentationen zum Thema KPI-gesteuerten Flughafenmanagements.

In dem Rechenbeispiel zum Gewitterszenario sollte die Pünktlichkeit des abfliegenden Verkehrs im Zeitraum von 17:00 bis 19:00 Uhr einen Zielwert von 50% pünktliche Abflüge erreichen. Es sollte eine Reihenfolge für die Departures bestimmt werden. Ohne pünktlichkeits-steigernde Maßnahmen hätte die Pünktlichkeit bei 12% gelegen. Es konnte gezeigt werden, dass durch eine temporäre Erhöhung der Bodenabfertigungs-Kapazität, sowie eine Änderung der Abflugreihenfolge optimiert nach Pünktlichkeit theoretisch die Pünktlichkeit auf 53 % gehoben werden konnte. Für die Abflug-Reihenfolge konnten außerdem Priorisierungswünsche der Fluggesellschaften berücksichtigt werden. Ziel des Anwendungsbeispiels war es, den Stakeholdern das Prinzip der Koordinierten Ressourcenplanung und des Regelwerks zu verdeutlichen, um deren Feedback zu erhalten.

4.2 Ergebnisse

Das Feedback der operationellen Experten zu den größten Hindernissen wurde differenziert für die drei Themengebiete (1) Organisation und Unternehmenskultur, (2) Technologie und (3) Ressourcen erhoben. Zusätzlich zu

den Hindernissen entwickelten die Experten Lösungsansätze. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 dargestellt. Dafür wurde thematisch ähnliches Feedback zusammengefasst. Die Häufigkeit der Nennung ist jeweils hinter jedem Kommentar angeführt, Mehrfachnennung pro Teilnehmer war möglich.

Das Rechenbeispiel wurde als vereinfacht, aber generell zutreffend und machbar eingeschätzt. Generell treffen auch die Annahmen für das Kooperationskonzept über die aktuelle Situation an den Flughäfen bei Abstimmungen zu. 72% des Feedbacks bezog sich auf den Bereich Organisation und Unternehmenskultur, 32% auf den Bereich Technologie und Assistenzsysteme, sowie 12% auf den Bereich Ressourcen.

Tab. 2 Feedback der Interessenvertreter zu aktuellen Hindernissen in der Umsetzung des vorgestellten Regelwerks und Lösungsansätze, n = Häufigkeit der Nennung, Mehrfachnennungen pro Teilnehmer möglich

Hindernisse		Lösungsvorschläge
(1) Organisation & Unternehmenskultur ($n = 18$)		
Es existiert keine Bereitschaft zur Kooperation, auch wenn diese in vielen Situation möglich wäre ($n = 3$)		Abspraken in einem Leitstand sind möglich ($n = 1$)
Momentan gibt es keine verbindliche Regelung für die Verantwortlichkeit bei solchen Entscheidungen ($n = 12$)		Aufstellen von verbindlichen Regeln zur Kooperation ($n = 1$) Installation eines zentralen Verantwortlichen, könnte bspw. CFMU sein; oder Flughafen + Flugsicherung ($n = 3$)
Wer trägt die Konsequenzen, wenn die Situation anders eintrifft, als prognostiziert ($n = 3$)		--
(2) Technologie und Assistenzsysteme ($n = 8$)		
Für Umplanung muss eine genaue Situationsanalyse vorliegen ($n = 2$)		Über Anzeigen und Tools Ergebnisse der Situationsanalyse darstellen ($n = 1$)
Eine Umplanung ist zu komplex und zeitkritisch und muss unter Zeitdruck erfolgen ($n = 2$)		--
Vorhersagen sind nicht verlässlich genug ($n = 2$)		Vorhersagen müssen genauer und verlässlich sein ($n = 2$)
(3) Ressourcen ($n = 3$)		
Bei Zeitdruck im Störfall ist Planung schwierig ($n = 1$)		--
Verfügen die Mitarbeiter über die notwendige Expertise & Erfahrung für Umplanungen ($n = 1$)		--
Im Störfall ist keine Manpower für komplexe Umplanung vorhanden ($n = 2$)		Kompensation über größere Anstrengung möglich ($n = 1$)

Die Teilnehmer des Workshops bestätigten, dass eine solche koordinierte Ressourcenplanung, beispielsweise durch Absprache der Stakeholder-Vertreter in einem Leitstand, ein möglicher Weg zur Kooperation ist. Insgesamt wurde eingeschätzt, dass es kaum Situationen gibt, in denen eine Koordinierte Ressourcenplanung keine Verbesserung der Betriebsabläufe mit sich brächte, sondern dass es am Unwillen der Beteiligten läge. Die aktuell größten Hindernisse für die Umsetzung eines solchen Ansatzes wurden von den Workshop-Teilnehmern in einer fehlenden verbindlichen Regelung der Verantwortlichkeiten gesehen ($n = 12$). Eine Regelung der Kooperation wurde als eine Lösungsmöglichkeit gesehen, sowie die Ernennung eines zentralen, verantwortlichen Akteurs ($n = 3$).

Ein weiteres Hindernis des Konzeptes wurde darin gesehen, wer die Konsequenz dafür trägt, wenn die Situation nicht so wie prognostiziert eintrifft. Als ein Lösungsansatz wurde hier die Verlässlichkeit von Analysen und Prognosen genannt, welche auf das Themengebiet Technologie und Assistenzsysteme verweist.

Die Stakeholder sahen die Unterstützung solcher kooperativen Absprachen durch Assistenzsysteme als erforderlich an. Dabei sollten vor allem die Auswirkungen der Störungen visualisiert werden und die erforderliche Umplanung erleichtert werden. Hier wurde vermerkt, dass im heutigen Betrieb im Falle einer Störung die Vorlaufzeit für eine Umplanung meist zu kurz ist, da ad-hoc gearbeitet wird.

Dieser Umstand wurde auch im Themenbereich Ressourcen deutlich. Als ein Hindernis wurde genannt, dass im Störfall Personal meist knapp ist; es müsste sichergestellt werden, dass qualifiziertes Personal für die Umplanungen zur Verfügung steht. Die Stakeholder-Vertreter im APOC müssen über eine hohe Expertise verfügen, beispielsweise um die Situation korrekt einzuschätzen und sinnvolle Maßnahmen abzuleiten. Fehlende Vorlaufzeit kann durch größere Anstrengung teilweise kompensiert werden. Aus Sicht der Systemergonomie führt ein solcher Zustand jedoch häufiger zu Fehlern, beziehungsweise zu einer eingeschränkten Lösungsfindung (Wickens, 2003).

5 Diskussion und Ausblick

In diesem Beitrag wurde ein Regelwerk zur gemeinschaftlichen Entscheidungsfindung vorgestellt, um die Kooperation von Interessenvertretern am Flughafen zu ermöglichen. Eine Analyse des Ist-Zustandes an Flughäfen ergab, dass heute die Teilprozesse und Entscheidungen der einzelnen Interessenvertreter zeitlich und inhaltlich unzureichend aufeinander abgestimmt sind, unter anderem auch, weil es unterschiedliche Ziele gibt. Somit bleiben betriebliche Potentiale ungenutzt. Ein Problem sind dabei fehlende, ungenaue oder nicht zeitgerecht zur Verfügung stehende Informationen. Im ersten Schritt steuert das Regelwerk deshalb den Informationsaustausch zwischen den

Interessenvertretern und dadurch auch die Reihenfolge individueller Entscheidungen. Für das Beispiel eines Gewitters am Flughafen wurde ein exemplarischer Informationsaustausch aufgestellt und im Rahmen eines Workshops als Rechenbeispiel acht operationellen Experten vorgestellt. Die Operateure sahen generell die aktuelle Situation an Flughäfen als korrekt erfasst an und bewerteten das Vorgehen des Regelwerks als prinzipiell machbar. Hindernisse und Lösungsansätze für die Umsetzung eines solchen Verfahrens wurden für die drei Bereiche „Organisation und Unternehmenskultur“, „Technologie und Assistenzsysteme“ und „Ressourcen“ diskutiert.

5.1 Organisation und Unternehmenskultur - Verbindlichkeit als Basis von Kooperation

Die Operateure sahen das größte Hindernis bei einem solchen Vorgehen in einer momentan fehlenden, verbindlichen Regelung der Verantwortung für diese kooperativen Entscheidungen. Wenn heutzutage nicht kooperiert wird, läge dies eher am Unwillen der Beteiligten als am fehlenden betrieblichen Mehrwert. Allerdings müssten verbindliche Regeln für die Zusammenarbeit aufgestellt werden – ein zentraler Verantwortlicher für diese Entscheidungen müsste die erforderlichen Befugnisse haben. Das Regelwerk kann diese Anforderung nach Verbindlichkeit teilweise erfüllen. Das Regelwerk stellt eine Vorgabe zur Kommunikation und zum strukturierten Austausch von relevanten Informationen unter Wahrung von Vertraulichkeit im Hinblick auf Geschäftsprozesse dar. Die Verantwortlichkeiten in Bezug auf zeitgerechte Informationsverteilung und Entscheidungshoheit sind klar geregelt. Die Konsequenzen, falls die Situation anders eintrifft als prognostiziert, müssen von den beteiligten Parteien gemeinsam getragen werden, da jeder zu Beginn dem durch das Regelwerk vorgegebenen Vorgehen zugestimmt hat.

Allerdings geht das Regelwerk von einer prinzipiellen Kooperationsbereitschaft aus, das Verfahren kommt an seine Grenzen, wenn Zielkonflikte eine Einigung verhindern. Aktuell sind im Regelwerk keine Mechanismen berücksichtigt, wenn Interessen konkurrieren bzw. keine Bereitschaft zur Kooperation besteht. Mechanismen zum Interessenausgleich, beispielsweise zwischen verschiedenen Fluggesellschaften, wurden jedoch bereits beschrieben und können in diesen Ansatz integriert werden (bspw. Ranieri, Castelli et al., 2008, Hilton, Charalambides et al., 2014). Von Seiten der Forschung kann aktuell der operationelle Vorteil kooperativer Entscheidungen an Beispielen und in Simulationen demonstriert werden. Die weiteren Rahmenbedingungen, das heißt die Anpassung von rechtlichen Grundlagen oder betriebliche Vereinbarungen, müssen die jeweiligen Anwender selber, beziehungsweise in Zusammenarbeit mit der Politik schaffen, wenn das Verfahren am Flughafen umgesetzt werden soll.

5.2 Unterstützung bei Umplanungen (Technologie und Assistenzsysteme)

Die Ergebnisse des Workshops zeigen, dass eine Unterstützung durch Assistenzsysteme als notwendige Voraussetzung erachtet wird. Hierbei wurde vor

allein die Analyse der zu erwartenden Situation genannt, sowie die Unterstützung bei komplexen und zeitkritischen Umplanungen. Kooperations-fördernd könnte es sein, wenn durch die Assistenzsysteme die Auswirkung individueller Entscheidungen auf die Performanz des Flughafens sichtbar wird. Aus wissenschaftlicher Sicht stellt jedoch die Notwendigkeit verlässlicher Prognosen eine Herausforderung dar. Die Frage nach der Vorhersagbarkeit der Flughafen-Performanz wurde beispielsweise von Papenfuss & Günther (2014) adressiert. So konnte hier mit der realen Datenlage aus der Flughafendatenbank eines Flughafens und mit Hilfe eines prototypischen Prognosetools die Auswirkung eines ganztägigen Streiks der Security an einem Flughafen auf den Leistungsindikator Verspätung hinreichend genau vorhergesagt werden. Dabei handelte es sich jedoch um eine Störung über einen langen Zeitraum, für welche die beeinträchtigte Kapazität sehr gut identifiziert werden konnte. Beispielsweise können fehlerhaftes Equipment, Baustellen am Flughafen oder ungünstiges Wetter zu Unpünktlichkeit am Flughafen führen. Die Ursache wäre dann bekannt. Wie die Hospitationen ergaben, gibt es jedoch auch Situationen am Flughafen, in denen nur eine eher mittelmäßige Leistung erreicht wird, ohne dass den Operateuren eine konkrete Ursache dafür bekannt ist. Hier ist die Frage, inwieweit auch diese Situationen prognostiziert werden können. Ein möglicher nächster Schritt sind hier umfangreiche Post-Operation-Analysen, um die aussagekräftigen Indikatoren für eine zukünftige Störung zu identifizieren.

5.3 Ressourcen

Pro-aktive Umplanungen der Betriebsabläufe, flexible Anpassung auf sich verändernde Situationen und die Koordination dieser Anpassung mit anderen Stakeholdern benötigen Ressourcen. Konkret wird qualifiziertes Personal und Zeit benötigt. Wenn ein betrieblicher Nutzen zu erwarten ist, könnten die Interessenvertreter bereit sein, diese Ressourcen zur Verfügung zu stellen. Durch das Regelwerk wird sichtbar, wann und wo welche Ressourcen benötigt werden. Die direkte, zu erwartende Verbesserung ist also, dass die vorhandenen Ressourcen effizienter eingesetzt werden können.

5.4 Ausblick

Das hier vorgestellte Regelwerk ist ein evolutionärer Schritt, indem auf Basis der aktuellen Situation an Flughäfen Möglichkeiten zur Kooperation erarbeitet werden. Diese Arbeiten sind eng an das Konzept PBAM gekoppelt, in dem von der Existenz von und der Steuerung von Flughafenprozessen nach Leistungsindikatoren, wie bspw. Pünktlichkeit, ausgegangen wird. Langfristig gibt die europäische Forschungsstrategie Flightpath 2050 ein Luftverkehrssystem vor, in dem das Passagierwohl stärker ins Zentrum rückt. Einer der bestehenden Interessenvertreter, oder auch ein neuer Akteur, würde diese Sichtweise übernehmen und könnte dann beispielsweise der zentrale Entscheider und Verantwortliche bei den kooperativen Entscheidungen sein. Diese Entwicklungen sind jedoch kurzfristig nicht zu erwarten. Als konkrete nächste Schritte wurde

deshalb das Regelwerk aufgrund des positiven Feedbacks weiter ausgearbeitet und wird im Rahmen des Projektes COCO in einer dynamischen, detaillierteren Leitstandssimulation getestet. Einerseits soll so die Anwendbarkeit des Regelwerks für gemeinschaftliche Entscheidungen überprüft werden. Zum anderen werden in diesem Zusammenhang mit Hilfe von Rapid Prototyping Assistenzsysteme und Visualisierungen für die Situationsanalyse erarbeitet.

Literatur

- Bellorini, A., & Vanderhaegen, F. (1995). Communication and Cooperation Analysis in Air Traffic Control. *Paper presented at the 8th International Symposium on Aviation Psychology, Columbus, Ohio U.S.A. 24.04.-27.04.1995.*
- DiCicco-Bloom, B. & Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. *Medical Education, 40*, 314–321. doi:10.1111/j.1365-2929.2006.02418.x
- Eurocontrol (2012), Airport CDM Implementation Manual
- European Commission. (2011). *Flightpath 2050: Europe's Vision for Aviation. Report of the High Level Group on Aviation Research.* Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Günther, Y.; Inard, A.; et al., (2006), *Total Airport Management, Operational Concept Document*
- Günther, Y.; Carstengerdes, N.; Gerz, T.; Keller, K.-H.; Knabe, F.; Lütjens, K.; et al., (2015), *P-AIR-FORM – Abschlussbericht*, Braunschweig: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt.
- Heese, M. (2005). *The Feasibility of a new Air Traffic Control Concept from a Human Factors Perspective.* Magistra rerum naturalium, Karl-Franzens-University, Graz.
- Helm, S., Loth, S., Schultz, M., (2015), *Advancing Total Airport Management – An Introduction of Performance Based Management in the Airport Context, 19th. ATRS World Conference, Singapore, 02.06.-05.06.2015.*
- Hilton, D., L. Charalambides, et al. (2014). "A tax can nudge: The impact of an environmentally motivated bonus/malus fiscal system on transport preferences." *Journal of Economic Psychology 42*: 17-27.
- Hoc, J.-M. (2001). Towards a cognitive approach to human-machine cooperation in dynamic situations. *International Journal of Human-Computer Studies, 2001*(54).
- Myers, M. D. & Newman, M. (2007). The qualitative interview in IS research: Examining the craft, *Information and Organization, 17*, 2-26. doi:10.1016/j.infoandorg.2006.11.001
- OMG (2011). Business Process Model and Notation (BPMN), <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>.
- Papenfuss, A. and Y. Günther (2014). Feasibility of traffic prognosis for an Airport Operation Centre. Initial results of a field study. *6th International Conference on Research in Air Transportation. Istanbul, Turkey, 26.05.-29.05.2014.*
- Ranieri, A., L. Castelli, et al. (2008). A Market Based Mechanism to Assign Priorities Among Flights. *Proceedings of the 7th Eurocontrol Innovative Research Workshop & Exhibition, Bretigny, Eurocontrol, 02.12.-04.12.2008*, 93-97.
- Tan, J. H. W., & Zizzo, D. J. (2006). Groups, cooperation and conflict in games. *The Journal of Socio-Economics, 37*(1), 1-17. doi: 10.1016/j.socec.2006.12.023

Wickens, C. D. (2003). *An Introduction to Human Factors Engineering*. Upper Saddle River, NJ, USA, Prentice Hall.

Autoren

M.A. A. Papenfuß Dr. N. Carstengerdes	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Braunschweig Institut für Flugführung Systemergonomie
Dipl.-Ing. Y. Günther	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Braunschweig Institut für Flugführung Luftverkehrssysteme

Kontakt: anne.papenfuss@dlr.de