



Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
Bevölkerungsschutz und Sport VBS
Schweizer Armee
Luftwaffe



Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich

Risiko- und Massnahmenbeurteilung

Schlussbericht

Der vorliegende Bericht fasst die gemeinsam durch die Flughafen Zürich AG, Skyguide, Swiss International Airlines und die Luftwaffe erarbeitete und abgestimmte Risiko- und Massnahmenbeurteilung im Rahmen der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich zusammen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Ausgangslage	1
1.2	Auftrag und Zielsetzung	1
1.3	Beteiligte und Vorgehen	2
2	Systemabgrenzung	5
3	Massgebende Gefahren (Top Hazards).....	6
3.1	Gefahrenidentifikation	6
3.2	Beschreibung der Gefahren.....	6
4	Risikoeinschätzung.....	9
4.1	Vorgehen für die Risikoeinschätzung	9
4.2	Szenarien	10
4.3	Ergebnisse	12
5	Geprüfte Massnahmen	14
6	Massnahmenbeurteilung.....	20
6.1	Vorgehen für die Massnahmenbeurteilung	20
6.2	Beurteilung der einzelnen Massnahmen.....	23
6.2.1	Ergebnis im Überblick.....	23
6.2.2	Kommentare zu den Massnahmen.....	25
6.3	Bildung von Massnahmenpaketen	30
6.4	Beurteilung von Massnahmenpaketen	32
6.4.1	Ergebnis im Überblick.....	32
6.4.2	Kommentare zu den Massnahmenpaketen	33
7	Folgerungen	36

Anhänge

- A1 Grundlagen
- A2 Beteiligte Fachleute

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Betrieb in komplexem Umfeld	Der Flughafen Zürich bewegt sich in einem komplexen Umfeld, das eine Herausforderung für einen sicheren Betrieb darstellt. Die vorhandene Infrastruktur und die betrieblichen Rahmenbedingungen – insbesondere nicht-aviatische Auflagen – sind dazu hervorzuheben.
Kontinuierliche Anstrengungen	Die Flughafenpartner nehmen diesbezüglich ihre Verantwortung wahr und befassen sich eingehend mit den Gefährdungen und den Massnahmen, um die Gefährdungen kontinuierlich zu mitigieren. Zahlreiche Massnahmen, welche die Infrastruktur und den Betrieb des Flughafens betreffen, sind zurzeit in Diskussion, in Planung oder bereits in Umsetzung.
Gefahren- und Risikoanalysen	Namentlich zu erwähnen sind Grundlagen wie die "Gefahren- und Risikoanalyse Flughafen Zürich" der Flughafen Zürich AG (FZAG) sowie der sogenannte „Unit Safety Survey“ von Skyguide. Dieser wurde im Jahr 2011 erarbeitet und dem Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL) vorgelegt.
Sicherheitsempfehlung der SUST	Am 15. März 2011 ereignete sich ein schwerer Vorfall zwischen zwei startenden Flugzeugen auf dem Flughafen Zürich. In ihrem Schlussbericht Nr. 2136 empfiehlt die Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle (SUST) neben anderen Sicherheitsempfehlungen, dass das BAZL zusammen mit der Flugsicherung Skyguide, dem Betreiber des Flughafens Zürich und mit den Benutzern des Flughafens Zürich eine umfassende Analyse der Betriebsverfahren durchführen und alle geeigneten Massnahmen treffen sollte, welche die Komplexität und die systemischen Risiken verringern.
Koordination und Aktionsplan	In der Folge sind die Partner am Flughafen und das BAZL übereingekommen, die Aktivitäten verstärkt zu koordinieren und einen gemeinsamen Aktionsplan auszuarbeiten. Die Arbeiten dazu starteten Ende 2011 mit einer ersten Einschätzung der hauptsächlichen Risiken am Flughafen Zürich und einer Auslegeordnung der Massnahmen.

1.2 Auftrag und Zielsetzung

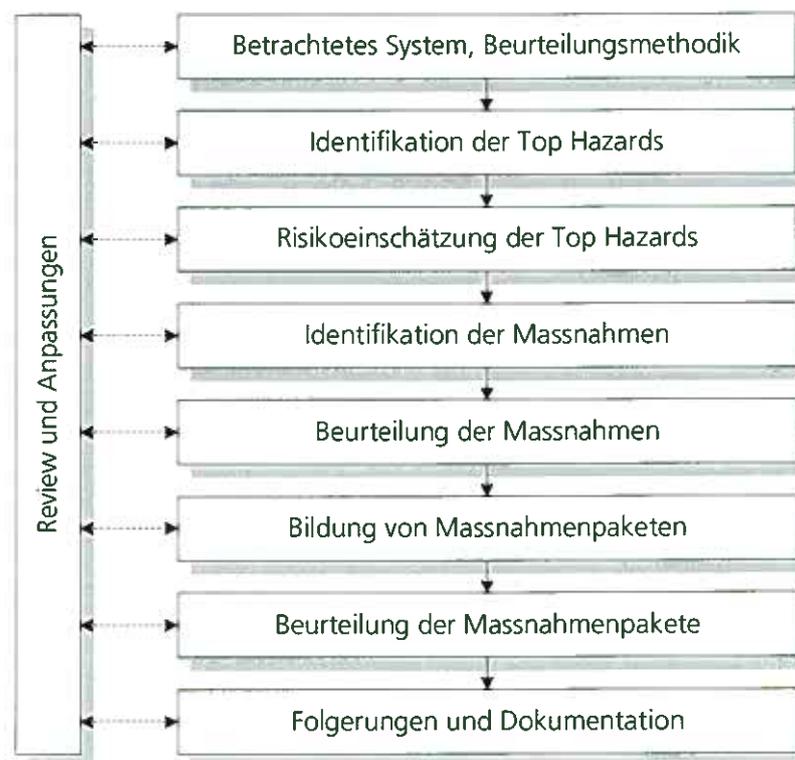
Gemeinsame Risiko- und Massnahmenbeurteilung	Das Koordinationsgremium Flugoperationen Flughafen Zürich (KFFZ), bestehend aus den Direktoren des BAZL, der FZAG und Skyguide sowie aus Vertretern von Swiss International Airlines und der Luftwaffe, hat die FZAG beauftragt, eine gemeinsame Risiko- und Massnahmenbeurteilung (gemeinsamer Aktionsplan) zur Erhöhung der Flugsicherheit am Flughafen Zürich auszuarbeiten.
--	---

Auftrag der KFFZ	Der Auftrag für die Risiko- und Massnahmenbeurteilung wurde durch das KFFZ an seiner Sitzung vom 15. März 2012 beschlossen und umfasst folgende Eckpunkte:
	<ul style="list-style-type: none"> - Die Ende 2011 durchgeführten Arbeiten zu den hauptsächlichsten Risiken des Flughafens Zürich und einem entsprechenden Massnahmenkatalog sollen weitergeführt werden. - Das gesamte Flughafensystem ist einer qualitativen Risiko- und Massnahmenbeurteilung zu unterziehen. - Die Arbeiten sollen in vier Workshops mit den Beteiligten FZAG, Skyguide, Swiss und Luftwaffe bis Ende Jahr abgeschlossen werden. - Die Führung obliegt der FZAG.
Zielsetzung	Aus den Eckpunkten des Auftrags und der Vorgeschichte kann die Zielsetzung wie folgt zusammengefasst werden:
	<ul style="list-style-type: none"> - Identifizieren und Einschätzen der massgeblichen Risiken (Top Hazards). - Formulieren eines Massnahmenkatalogs, der auf die Top Hazards zugeschnitten ist. - Beurteilen der Massnahmen bezüglich ihrer Wirkung auf die Risiken der Top Hazards.
Sicherheit und Betrieb im Gesamtsystem	Die Massnahmenbeurteilung soll nicht nur die Top Hazards, sondern auch generell die Sicherheit auf dem Flughafen Zürich umfassen sowie die Auswirkungen auf den Betrieb des Flughafens und auf Dritte Luftraumnutzer berücksichtigen.
Keine Güterabwägung mit weiteren Ansprüchen	Im Zentrum der Beurteilung stehen die Sicherheit und die Auswirkungen auf den Betrieb aus einer luftfahrttechnischen Sicht. Die Abwägung dieser Aspekte mit weiteren Ansprüchen an den Betrieb des Flughafens – insbesondere die Ansprüche der Bevölkerung, der Umwelt und weiterer Luftraumnutzer – ist nicht Gegenstand der Beurteilung. Dies ist ein politischer Prozess, für den die vorliegende Beurteilung eine Grundlage bilden kann.

1.3 Beteiligte und Vorgehen

Abbildung 1:
Vorgehen im Überblick

Das Vorgehen enthält die folgenden Schritte:



Eintägige Workshops

Die aufgezeigten Schritte wurden in sechs eintägigen Workshops und zwei redaktionellen Sitzungen erarbeitet:

- Workshop 1: Betrachtetes System, Beurteilungsmethodik, Identifikation der Top Hazards
- Workshop 2: Risikoeinschätzung, Identifikation der Massnahmen

- Workshop 3 und 4: Review der Risikoeinschätzung, Massnahmenbeurteilung
- Workshop 5: Massnahmenbeurteilung und Bildung von Massnahmenpaketen
- Workshop 6: Review der Massnahmenpakete und der Beurteilung

Grundlagen In den Workshops konnten sich die Beteiligten auf zahlreiche Grundlagen stützen, die einerseits auf die Gefährdungen und ihre Einschätzung eingehen. Zudem sind die Massnahmen in verschiedenen Kontexten bereits eingehend diskutiert worden.

Bericht Das Vorgehen und die Ergebnisse sind im vorliegenden Schlussbericht festgehalten. Zusätzlich bestehen ein separates Summary und eine Dokumentation, in der die Einschätzungen und Beurteilungen dokumentiert sind.

2 Systemabgrenzung

Sicherheit der Flugoperationen	Die Sicherheitsüberprüfung konzentriert sich auf die Sicherheit der Flugoperationen am Boden und in der Luft innerhalb der Terminal Control Area (TMA) des Flughafens Zürich. Haben Massnahmen Auswirkungen auch ausserhalb der TMA, so werden diese ebenfalls mit berücksichtigt (Auswirkungen auf Flugoperationen von Dritten).
Aktuelle Infrastruktur als Ausgangspunkt	Den Ausgangspunkt der Risikoeinschätzung und Massnahmenbeurteilung bildet die aktuelle Infrastruktur. Massnahmen, die darüber hinausgehen, werden als weitergehende Massnahmen bezeichnet und fliessen in die Massnahmenbeurteilung ein.
Randbedingungen gemäss Staatsvertrag	Für den Betrieb werden die neuen Randbedingungen zugrunde gelegt, die durch den ausgehandelten Staatsvertrag mit Deutschland entstehen.
Inkrafttreten in zwei Stufen 2020 und 2030	Der Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Schweizerischen Eidgenossenschaft vereinbart die Abwicklung des grenzüberschreitenden An- und Abflugverkehrs des Flughafens Zürich im deutschen und schweizerischen Hoheitsbereich. Der Staatsvertrag wurde am 02. Juli 2012 abgeschlossen und soll von den Parlamenten beider Länder ratifiziert werden. Nach der Ratifizierung tritt er in zwei Stufen in Kraft (ab Ratifizierung und ab 2020) und bleibt mindestens gültig bis ins Jahr 2030. Die Randbedingungen des Staatsvertrags beinhalten vor allem die Änderung der Sperrzeiten.
Umsetzung enthält offene Punkte, Annahmen	Die Umsetzung des Inhalts des Staatsvertrags auf den Betrieb des Flughafens ist zurzeit nicht geklärt und noch nicht festgelegt. Es bestehen dazu verschiedene Optionen. Die Risikoeinschätzung kann sich daher nicht auf präzise Konzepte und quantitative Werte abstützen. Für die Risikoeinschätzung und Massnahmenbeurteilung wird davon ausgegangen, dass die heute bekannten Konzepte – Nord-, Süd-, Ostkonzept – in angepasster Form und allenfalls geänderter Gewichtung weiterhin bestehen werden.
Nicht betrachtete Aspekte, Abgrenzungen	Nicht betrachtet werden die folgenden Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> – Auswirkungen auf Dritte am Boden ausserhalb des Flughafens. Dies betrifft den Lärm, aber auch die Sicherheit im Sinne der Third Party Risks. – Mögliche Entwicklungen und Nutzungen des Flugplatzes Dübendorf. – Optionen wie beispielsweise gekröpfte Anflüge. Sollen entsprechende Elemente zur Anwendung kommen, so sind sie gemäss den einschlägigen Vorschriften sicher zu gestalten.

3 Massgebende Gefahren (Top Hazards)

3.1 Gefahrenidentifikation

Vorhandene Gefahrenidentifikationen	Die beiden Partner FZAG und Skyguide haben für ihren Verantwortungsbereich je eine Gefahrenidentifikation und –beurteilung durchgeführt. Das Vorgehen und die identifizierten Gefahren unterscheiden sich, bedingt durch den unterschiedlichen Fokus und die unterschiedlichen Vorgaben in ihren Fachbereichen, sowohl in der Vorgehensweise als auch teilweise im Inhalt.
Unit Safety Survey von Skyguide	Der „Unit Safety Survey“ von Skyguide wurde im Jahr 2011 erstellt [Gl 3]. Darin werden mögliche Problemfelder im Air Traffic Management (ATM) System Flughafen Zürich identifiziert und mögliche Mitigationsmassnahmen aufgezeigt.
Gefahren und Risikoanalyse Flughafen Zürich	Gefahrenidentifikationen und Bewertungen erfolgen im Rahmen des Safety Management System. Dies betrifft insbesondere den Bericht „Update Gefahren und Risikoanalyse Flughafen Zürich“ vom 30. Januar 2009 [Gl 4]. Der Bericht enthält eine Priorisierung von Top Hazards. Diese sind in Form von Szenarien formuliert, die aufgrund von Gefahren entstehen können.
Unterschiedliches Vorgehen, ähnliche Ergebnisse	Auch wenn sich der Unit Safety Survey von Skyguide und die Hazard Identification der FZAG im Vorgehen unterscheiden, führen sie letztlich zu ähnlichen oder identischen Top Hazards.
Erste Abstimmung im Dezember 2011	In einer ersten Abstimmung und Diskussion über die Top Hazards im Dezember 2011 haben die beiden Partner auf der Basis der durchgeführten Gefahrenidentifikationen und –beurteilungen in Zusammenarbeit mit weiteren Beteiligten die gemeinsam als Top Hazards bezeichneten Gefahren definiert [Gl 11].
Gemeinsam abgestimmte Top Hazards	Diese Top Hazards wurden anlässlich des ersten Workshops vom 29. Mai 2012 hinterfragt und durch alle Beteiligten bestätigt.

3.2 Beschreibung der Gefahren

Top Hazards	Ausgehend vom Unit Safety Survey von Skyguide [Gl 3] und der Gefahren- und Risikoanalyse der FZ AG [Gl 4] wurden insgesamt 8 Top Hazards (TH) identifiziert. Die Reihenfolge und Nummerierung impliziert keine Rangfolge oder Abstufung in der Bedeutung.
-------------	---

Causal Factors und
konkrete Gefahren

Die Top Hazards TH1 bis TH3 bilden grundsätzliche Gefahren, die im System und Betrieb des Flughafens Zürich enthalten sind (Causal Factors). Die Top Hazards TH4 bis TH8 entsprechen konkreten Gefahren, die aus der Infrastruktur und dem Betrieb entstehen.

Die Top Hazards und die daraus entstehenden Konsequenzen (Ereignisse) sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1:
Top Hazards mit Konsequenzen

TH	Top Hazard ¹⁾	Konsequenzen	Anmerkungen
1	Reduced Margin of Error due to high operational Complexity (Geringe Fehlertoleranz aufgrund hoher operationeller Komplexität)	a) Midair Collision (MAC); b) Controlled Flight into Terrain (CFIT); c) Collision on Ground; d) Near Miss; e) Separation Minimum Infringement (SMI); f) Airspace Infringement / Unauthorised Airspace Penetration; g) Loss of or reduced Controllability; h) Wake Turbulence / Loss of Control.	Eine Vielzahl von Randbedingungen und besonderen Regeln provoziert Fehler, für die im System nur geringe Sicherheitsreserven vorhanden sind. Aus Fehlern entstehen häufiger Ereignisse. Davon betroffen sind alle Stakeholder.
2	Multiple operational Regimes (Mehrere Konzepte aufgrund nicht-aviatischer Auflagen)	a) Midair Collision (MAC); b) Controlled Flight into Terrain (CFIT); c) Collision on Ground; d) Near Miss; e) Separation Minimum Infringement (SMI); f) Loss of or reduced Controllability; g) Wake Turbulence / Loss of Control.	TH 2 entspricht einer weiter spezifizierten Gefahr aus TH 1.
3	Inadequate Airspace Design and corresponding Procedures (Ungünstiges Design des Luftraums und der dazugehörigen Verfahren)	a) Midair Collision (MAC); b) Controlled Flight into Terrain (CFIT); c) Collision on Ground; d) Near Miss; e) Separation Minimum Infringement (SMI); f) Airspace Infringement / Unauthorised Airspace penetration; g) Loss of or reduced Controllability; h) Wake Turbulence / Loss of Control.	Das Design ist geprägt durch viele partikuläre Interessen, die zu berücksichtigen sind, und führt zu einem stark fragmentierten Luftraum mit vielen und komplexen Regeln. Im Luftraum halten sich sehr unterschiedliche Benutzer auf. TH 3 entspricht einer weiter spezifizierten Gefahr aus TH 1.
4	Simultaneous Operation on intersecting Runways 16/34 and 10/28	a) Midair Collision (MAC); b) Collision on Ground (COG); c) Near Miss on Ground or in the Air.	Ereignisse entstehen am Boden bzw. in der Luft unmittelbar über dem Pistenkreuz

1) Die Top Hazards und Konsequenzen sind in Englisch beschrieben, da sie so knapper und präziser formuliert werden können.

TH	Top Hazard ¹⁾	Konsequenzen	Anmerkungen
5	Conflicting Flight Path (ARR-DEP / DEP-DEP)	a) Midair Collision (MAC); b) Near Miss; c) Separation Minimum Infringement (SMI).	Die Gefahr bezieht sich auf den Bereich TMA Zürich.
6	Conflicting DEP/MISAP Procedures (SEPAZ ²⁾)	a) Midair Collision (MAC); b) Near Miss; c) Separation Minimum Infringement (SMI); d) Wake Turbulence / Loss of Control.	Unter Berücksichtigung der heute geltenden Massnahmen zur Minderung der entsprechenden Risiken.
7	Runway Crossings 28 on Taxiway	a) Collision Aircraft-Aircraft; b) Collision Aircraft-Vehicle; c) Runway Incursion.	RWY 28 weist eine hohe Anzahl von Pistenkreuzungen auf, während sie in Betrieb ist (active). Dies ist eine Folge der Charakteristik der Infrastruktur (Lage der Piste zwischen den Vorfeldbereichen). Hinzu kommen Schnittstellen bei der Zuständigkeit beim Kreuzen der Piste (zweimaliger Wechsel der Zuständigkeit).
8	LDG14 with Cross-/Tailwind, RWY28 Ops at RWY Length Limit	a) RWY 28 Excursion (Overrun); b) RWY 28 Excursion (Veer-off); c) RWY 14 Excursion (Overrun); d) RWY 14 Excursion (Veer-off).	RWY 28: die vergleichsweise kurze Pistenlänge und die nur in geringem Abstand nach dem Pistenende liegende Glatt bilden eine Gefahr beim Überschreiten (Overrun); die seitlichen Abstände zu Objekten bilden eine Gefahr bei Veer-off's. Dies betrifft Start und Landung. RWY 14: Charakteristischer Tailwind (Overrun) und Crosswind (Veer-off)

Gegenseitige Beeinflussung

Die 8 Top Hazards können sich gegenseitig beeinflussen. So ist beispielsweise Top Hazard TH1 ein wesentlicher Umstand, der in Kombination mit den Top Hazards TH4 bis TH8 zu Ereignissen führen kann.

2) SEParation Airport Zurich (verfahrensmässige Trennung der Routen für Abflug und möglichen Durchstarts)

4 Risikoeinschätzung

4.1 Vorgehen für die Risikoeinschätzung

Risikoeinschätzung In der Risikoeinschätzung werden die beiden Elemente des Risikos – Eintretenswahrscheinlichkeit und Schwere – für jeden Top Hazard abgeschätzt. Damit werden Unterschiede im Risiko der Top Hazards sichtbar gemacht.

Qualitative Risikomatrix Für die Darstellung der Risikoeinschätzung und als Grundlage für die Massnahmenbeurteilung wird eine qualitative Risikomatrix verwendet, die wie folgt definiert ist:

Tabelle 2:
Risikomatrix

			Schwere				
			A	B	C	D	E
			Catastrophic	Hazardous	Major	Minor	No Significant Safety Effect
Wahrscheinlichkeit							
5	Frequent	Kann regelmässig eintreten	5A	5B	5C	5D	5E
4	Occasional	Kann erwartungsgemäss mehrmals eintreten	4A	4B	4C	4D	4E
3	Remote	Kann erwartungsgemäss mindestens einmal eintreten	3A	3B	3C	3D	3E
2	Improbable	Sollte kaum vorkommen, ist aber nicht ganz auszuschliessen	2A	2B	2C	2D	2E
1	Extremely improbable	Sollte nicht vorkommen	1A	1B	1C	1D	1E

Grundlagen für die Risikomatrix Die Beschreibung der Wahrscheinlichkeiten und der Schwere bezieht sich auf den Leitfaden „Methodik von Safety Assessments auf Flugplätzen“ [Gl 9]. Dieser stützt sich seinerseits auf gängige Beschreibungen wie beispielsweise im ICAO Safety Management Manual [Gl 12]. Im erwähnten Leitfaden ist näher ausgeführt, was unter den Wahrscheinlichkeits- und Schwereklassen zu verstehen ist, so dass ein ausreichend präzises Verständnis entsteht.

Skalierung der Achsen Es ist zu beachten, dass die Achsen für die Wahrscheinlichkeit und die Schwere ungefähr eine logarithmische Skalierung aufweisen. Das heisst, dass von Klasse zu Klasse etwa ein Faktor 10 besteht (frequent ist etwa 10 x häufiger als occasional).

Vorgehen für die Risikoeinschätzung Die Einstufung der Wahrscheinlichkeit und Schwere der Top Hazards erfolgt durch eine Experteneinschätzung, bei der die umfassende Systemkenntnis und alle verfügbaren Informationen einfließen. Dies ist ein etab-

	liertes und angemessenes Vorgehen für die Risikoeinschätzung anhand einer Risikomatrix.
Zahlenmässige Grundlagen	Zusätzlich sind im vorliegenden Fall zahlenmässige Grundlagen aus Ereignisbeobachtungen oder vorliegenden Studie berücksichtigt worden, so dass insgesamt eine stabile Einschätzung zu erwarten ist.
Einschätzung und Reviews	Die Risikoeinschätzung erfolgte in Workshop 1 und wurde in den Workshops 2 und 6 überprüft. Im Rahmen der Reviews wurde insbesondere darauf geachtet, dass die Top Hazards plausibel und relativ zueinander korrekt eingeschätzt sind.

4.2 Szenarien

Szenario: Top Hazard und seine Konsequenzen	Für die Risikoeinschätzung werden sogenannte Szenarien gebildet. Konkret entspricht ein Szenario einer Kombination eines Top Hazards mit einer Konsequenz (siehe Tabelle 1). Beispielsweise bildet eine Midair Collision, die auf die geringe Fehlertoleranz aufgrund hoher operationeller Komplexität zurückzuführen ist, ein solches Szenario.
Breites Spektrum der Konsequenzen	Wie aus Tabelle 1 ersichtlich können einzelne Top Hazards zu unterschiedlichen Konsequenzen führen. Dies trifft besonders für die Top Hazards TH1 bis TH3 zu, die Causal Factors für zahlreiche Ereignisse darstellen. Umgekehrt betrachtet können gleiche Konsequenzen aus verschiedenen Top Hazards entstehen. Dies trifft beispielsweise bei der Midair Collision zu.
Fokussieren auf massgebende Szenarien	Um die Zahl der Szenarien in Grenzen zu halten, werden im Folgenden nicht alle aufgeführten Szenarien eingeschätzt. Der Fokus liegt auf den aus Sicherheitssicht massgebenden Szenarien. Dies ist methodisch vertretbar, da verschiedene Konsequenzen innerhalb der gleichen Ereigniskette vorkommen und nur Verschärfungen darstellen. So hängen beispielsweise Separation Minimum Infringement, Near Miss und Midair Collision zusammen, so dass es nicht erforderlich ist, jede Konsequenz einzeln abzubilden.
Repräsentanten für unterschiedliche Ausprägung der Schwere	Bei näherer Betrachtung zeigt sich zudem, dass die einzelnen Konsequenzen in Abhängigkeit der konkreten Situation unterschiedlichen Schwereklassen zuzuordnen sind. Beispielsweise ist das Überrollen eines Haltebalkens zur Piste um einen Meter eine Runway Incursion. Aus Risikosicht ist sie schwächer einzustufen als eine Incursion, bei dem ein Flugzeug eine Piste quert, auf der eine Flugbewegung stattfindet. Da nicht sämtliche Ausprägungen abgebildet werden können, wird für die Einstufung ein Repräsentant gewählt, der die Höhe des Risikos massgeblich bestimmt.
	Ausgehend von den ausgeführten Überlegungen und Regeln werden folgende Szenarien für die Risikoeinschätzung gebildet:
Top Hazard 1	Reduced Margin of Error due to high operational Complexity: Die geringe Fehlertoleranz aufgrund hoher operationeller Komplexität kann zu Conse-

quenzen mit unterschiedlichem Schweregrad führen. Diese werden durch drei Repräsentanten abgebildet:

- TH1l: Ereignis mit geringen Konsequenzen (leichtere Fälle von Separation Minimum Infringement, Loss of or reduced Controllability, Wake Turbulence / Loss of Control).
- TH1m: Ereignis mit mittleren Konsequenzen (mittlere Fälle eines Near Miss, Separation Minimum Infringement, Loss of or reduced Controllability, Wake Turbulence / Loss of Control)
- TH1s: Ereignisse mit schweren Konsequenzen (schwere Fälle, jedoch ohne Unfälle mit katastrophalem Ausgang).

Top Hazard 2 Multiple operational Regimes: Die möglichen Konsequenzen aus den verschiedenen Betriebskonzepten aufgrund nicht-aviatischer Auflagen werden durch einen einzelnen Repräsentanten abgebildet (mittlere Konsequenz als Repräsentant des gesamten Spektrums der Konsequenzen).

Top Hazard 3 Inadequate Airspace Design and corresponding Procedures: Die möglichen Konsequenzen aus dem ungünstigen Design des Luftraum und der dazugehörigen Verfahren werden mit zwei Repräsentanten abgebildet:

- TH3l: Ereignis mit kleinen Konsequenzen (leichtere Fälle von Separation Minimum Infringement, Loss of or reduced Controllability, Wake Turbulence / Loss of Control)
- TH3m: Ereignis mit mittleren Konsequenzen (mittlere Fälle eines Near Miss, Separation Minimum Infringement, Loss of or Reduced Controllability, Wake Turbulence / Loss of Control)

Top Hazard 4 Simultaneous Operation on intersecting Runways 16 - 34 and 10 - 28: Der Top Hazard umfasst zwei Szenarien:

- TH4a: Midair Collision
- TH4c: Near Miss on Ground or in the Air

In TH4a mit enthalten sind auch Kollisionen von Flugzeugen, die sich allenfalls noch am Boden befinden.

Top Hazard 5 Conflicting Flight Path (ARR-DEP / DEP-DEP):

- TH5a: Midair Collision
- TH5c: Separation Minimum Infringement

Die Konsequenz des Near Misses liegt zwischen a) und c) und wird daher nicht als separates Szenario abgebildet.

Top Hazard 6 Conflicting DEP/ MISAP Procedures (SEPAZ):

- TH6a: Midair Collision
- TH6b: Near Miss
- TH6c: Separation Minimum Infringement
- TH6d: Wake Turbulence / Loss of Control

- Top Hazard 7 Runway Crossings 28 on Taxiway:
- TH7a: Collision Aircraft / Aircraft
 - TH7c: Runway Incursion, bei der ausreichend Zeit und Abstand und ein geringes Kollisionspotenzial besteht.
- Top Hazard 8 Landing 14 with Cross / Tailwind, RWY 28 Operation at RWY Length Limit
- TH8a: RWY 28 Excursion (Overrun)
 - TH8b: RWY 28 Excursion (Veer-off)
 - TH8c: RWY 14 Excursion (Overrun)
 - TH8d: RWY 14 Excursion (Veer-off)
- Jedes der vier Szenarien a) bis d) betrifft sehr unterschiedliche Situationen, weshalb sie einzeln abgebildet werden.
- Anhang Die Bildung der Szenarien sowie weitergehende Überlegungen und Begründungen zur Einschätzung der Wahrscheinlichkeit und der Schwere sind in einer separaten Dokumentation zum vorliegenden Bericht festgehalten.

4.3 Ergebnisse

Das Ergebnis der Einstufung der einzelnen Szenarien ist in Abbildung 2 zusammengefasst. Aufgrund der Einschätzung in Klassen sind alle in der gleichen Risikoklasse liegenden Szenarien gleichwertig (beispielsweise innerhalb von 2A).

Abbildung 2: Risikomatrix mit den Szenarien

		Schwere				
		Catastrophic	Hazardous	Major	Minor	No significant safety effect
Wahrscheinlichkeit		A	B	C	D	E
5	Frequent				1f, 3f	
4	Occasional			1m, 2, 3m	5c, 6c, 7c	
3	Remote		1s	4c, 6b		
2	Improbable	4a, 5a, 7a, 8a, 8b	8c, 8d			
1	Extremely improbable	6a	6d			

Zusammenfassen der Top Hazards

Werden die einzelnen Szenarien eines Top Hazards zusammengefasst, so entsteht eine Aussage zur Risikoeinschätzung des gesamten Top Hazards. Es handelt sich dabei um ein rechnerisches Zusammenfügen, so dass die Risiken der Top Hazards mit der Summe der Risiken der einzelnen Szenarien übereinstimmen. Damit die feinen Unterschiede besser zur Geltung kommen, sind die Top Hazards in Abbildung 3 gemäss ihrer rechnerisch

ermittelten Wahrscheinlichkeit und Schwere eingezeichnet. Die Basis der differenzierteren Darstellung bleibt aber nach wie vor die qualitative Einschätzung der Fachleute in Risikoklassen.

Abbildung 3:
Risikomatrix mit Top Hazards

		Schwere				
		Catastrophic	Hazardous	Major	Minor	No significant safety effect
Wahrscheinlichkeit		A	B	C	D	E
5	Frequent			TH1 TH7	TH3	
4	Occasional			TH2 TH5	TH6	
3	Remote	TH8	TH4			
2	Improbable					
1	Extremely improbable					

Ähnlich hohes Risiko bei allen Top Hazards

Das in der Risikomatrix dargestellte Band charakterisiert einen Bereich mit etwa gleich hohem Risiko³⁾. Das heisst, dass die beiden selteneren aber schwerer eingestuften Top Hazards TH8 und TH4 aus Sicht des Risikos etwa gleichwertig sind mit den übrigen Top Hazards, die wesentlich häufiger zu erwarten sind.

Beobachtete Ereignisse der Schwere „Major“

Ereignisse der Schwere Major, die in der Wahrscheinlichkeit als occasional oder sogar frequent eingestuft werden, entsprechen einem hohen Risiko. Im Flughafensystem von Zürich treten entsprechende Ereignisse – meist Vorfälle – im heutigen Betrieb auf. Es handelt sich demnach nicht nur um mögliche, sondern um beobachtete Ereignisse.

Mit schweren Ereignissen rechnen

Ereignisse, die den beiden Top Hazards TH4 und TH8 zuzuordnen sind, treten seltener auf. Der Vorfall vom 15. März 2011, der dem Top Hazard TH4 zuzuordnen ist, zeigt jedoch, dass mit entsprechend schweren Ereignissen gerechnet werden muss.

Hohes Risiko

Die Darstellung der Risiken bestätigt, dass die Top Hazards insgesamt ein hohes Risiko darstellen und dass alle Top Hazards aus Risikosicht etwa gleich zu gewichten sind. Der Top Hazard TH1 hebt sich etwas nach oben und der Top Hazard TH6 etwas nach unten ab.

Es besteht Handlungsbedarf

Aufgrund der Risikoeinschätzung besteht kein Zweifel, dass Handlungsbedarf besteht. Diese Aussage leitet sich sowohl aus der Einschätzung durch die Fachleute als auch aus dem Bericht der SUST zum Vorfall vom 15. März 2011 ab. Der Bericht weist auf zahlreiche Massnahmen hin, die im Folgenden aufgegriffen werden.

3) Als Risiko wird in diesem Zusammenhang der Schadenerwartungswert als Produkt aus Wahrscheinlichkeit und Schwere verstanden.

5 Geprüfte Massnahmen

Stossrichtungen der Massnahmen

Die geprüften Massnahmen zielen darauf ab, die Risiken der Top Hazards zu reduzieren. Dabei kann die generelle Stossrichtung wie folgt umrissen werden:

- Ergänzungen an der Infrastruktur, um die Zahl der Pistenkreuzungen und der Konzeptwechsel zu reduzieren sowie, um die Operationen auf sich kreuzenden Pisten 28 und 16 zu minimieren.
- Unterstützende Instrumente, um die Arbeit der Fluglotsen effizienter und sicherer zu gestalten.
- Vereinfachen des Designs des Luftraums, um Fehlerquellen zu reduzieren.
- Reduktion der Zahl der Konzeptwechsel durch flexiblere, auf die Sicherheit ausgerichtete Regelungen.
- Optimierung der Routen für An- und Abflüge, um insbesondere potentielle Konflikte zu vermeiden.
- Einschränkung von Nutzungen, die ein aufwändiges Handling erfordern.

Grundsätze für die Identifikation der Massnahmen

Die Entwicklung des Massnahmenkataloges erfolgte aus dem Blickwinkel einer substanziellen Verbesserung der Sicherheit bei den Top Hazards. Die Umsetzbarkeit der Massnahmen – unter finanziellen, politischen oder rechtlichen Aspekten – bildet kein Ausschlusskriterium. Diese Überlegungen sind erst Gegenstand der späteren Massnahmenbeurteilung. Daher sind auch Massnahmen enthalten, die teilweise mit den heutigen rechtlichen Rahmenbedingungen nicht umsetzbar sind und entsprechende Änderungen erfordern.

Unterschiedlicher Bearbeitungsstand

Massnahmen werden auch ungeachtet ihres aktuellen Bearbeitungsstandes in den Katalog aufgenommen. So enthält der Katalog sowohl Massnahmen, die bereits in Realisierung sind, als auch solche, die in weiter Ferne liegen. Dem entsprechend sind verschiedene Massnahmen noch nicht vertieft ausgearbeitet.

Tabelle 3
Massnahmenkatalog

Mn.	Massnahmentitel
M1	Pistenverlängerung 28
M2	Pistenverlängerung 32
M3	Umrollung Piste 28
M4	Enteisungsplatz südlich der Piste 28
M5	Arresting System für Piste 28
M6	Parallelpisten 30 - 12 L/R
M7	Parallelpisten 16 - 34 L/R
M8	Start Straight 16 in Start-Spitzenzeiten

Mn.	Massnahmentitel
M9a	Start Straight 16 ganzer Tag bei Nordkonzept
M9b	Start Straight 16 bei Bise/Nebel
M10a	Piste 28 wird aufgehoben
M10b	Keine Operationen auf Piste 28 ausser bei starkem Westwind
M11	Runway Status Lights
M12	Einführen eines Surface Managers
M13	Automatisierte Pistenstatusanzeige
M14	Reduzierte Minimumhöhe Starts auf Piste 32 (KLO DME4 bei SID 32)
M15	Reduzierte Minimumhöhe beim Anflug während der DVO-Sperrzeiten ⁴⁾
M16	FL80-Regelung abschaffen
M17	Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept)
M18	SIL Routen (Entflechtung und Doppelrouten)
M19	Vereinfachen der TMA-Struktur
M20	Einführen der RNAV-Transitionen
M21	Permanente Verfügbarkeit des Luftraums für Südanflüge
M22	Keine Konzeptwechsel bei Wetterverbesserungen während DVO-Zeiten
M23	Einführen von Pufferzeiten zu den Sperrzeiten der DVO
M24	Alle Operationen für das WEF finden in Dübendorf statt
M25	Ausschluss des VFR-Verkehr auf dem Flughafen Zürich
M26	Operationen mit VFR-Flächenflugzeugen werden nach Dübendorf verlegt
M27	Möglichkeit, den Special Use des Luftraums in TMA und CTR abzulehnen
M28	Slot System für VFR Helikopter
M29	Keine zeitweilig reservierte Segelflughräume in der TMA
M30	Navigations-Kalibrationsflüge werden in die Nacht verlegt

Inhalt und Zielsetzung der einzelnen Massnahmen sind im Folgenden knapp umrissen.

M1
Pistenverlängerung 28

Die Piste 28 wird um 450 m verlängert, damit grundsätzlich alle Flugzeuge auf der Piste landen können. Dadurch können einzelne Anflüge auf Piste 34, die zu einer erhöhten Komplexität bei der Flugsicherung führen, vermieden werden.

M2
Pistenverlängerung 32

Die Piste 32 wird nach Norden verlängert und die Minimumhöhe bei KLO DME4 analog Piste 34 aufgehoben.

Damit kann die Mehrheit der Abflüge auf Piste 32 statt 34 erfolgen, wodurch kreuzende Operationen auf den Pisten 28 und 34 vermieden werden. Zusätzlich können Pistenquerungen von den Midfield-Standplätzen her reduziert werden.

4) DVO: Durchführungsverordnung

- M3
Umrollung Piste 28
Ein neuer Rollweg wird im Osten um die Piste 28 herum geführt. Ziel ist es, die Zahl der Pistenquerungen zu reduzieren.
- M4
Enteisungsplatz südlich der Piste 28
Im Süden wird ein neuer Enteisungsplatz erstellt, so dass Flugzeuge aus dem Süden für die Enteisung (Remote De-icing) nicht die Piste 28 kreuzen müssen (Reduktion der Zahl der Pistenquerungen 28 auf Rollwegen).
- M5
Arresting System für Piste 28
In der Runway End Safety Area (RESA) der Piste 28 wird ein Arresting System installiert, das die Verzögerung eines Flugzeugs im Falle eines Überschliessens über das Pistenende deutlich erhöht (beispielsweise das System EMAS der Firma Engineered Arresting Systems Corporation).
Dadurch sollen schwere Ereignisse mit Personenschaden durch Überschies- sen bei der Landung oder nach einem Startabbruch reduziert werden.
- M6
Parallelpisten 30 - 12 L/R (unabhängige Operationen)
Die Massnahme umfasst zwei neue, parallele Pisten 30 - 12 L/R mit optima- ler Ausrichtung für die vorherrschenden Windverhältnisse. Der Abstand der Pisten erlaubt einen unabhängigen Betrieb. Die bestehenden Pisten werden aufgehoben.
Damit entfallen die bestehenden sich kreuzenden Pisten, und die Komplexi- tät der Operationen wird deutlich reduziert.
- M7
Parallelpisten 16 - 34 L/R
Die Massnahme besteht aus zwei parallelen Pisten 16 - 34 L/R mit nach Norden verschobener Piste 16L - 34R. Dies entspricht der SIL Variante P⁵⁾. Der Abstand der Pisten erlaubt keinen unabhängigen Betrieb und die Piste 28 bleibt bestehen.
Ziel ist es, die Zahl der gleichzeitigen Bewegungen auf den sich kreuzenden Pisten 16 - 34 und 10 - 28 zu reduzieren.
- M8
Start Straight 16 in Start- Spitzenzeiten
Das Nordkonzept wird in Start-Spitzenzeiten mit dem Start Straight 16 erweitert (Start nach Süden geradeaus). Dadurch wird in den Spitzenzeiten die Komplexität der Operationen reduziert.
- M9a
Start Straight 16 ganzer Tag bei Nordkonzept
Beim Nordkonzept erfolgen Anflüge auf Piste 14 und Abflüge auf Piste 16 Straight, ohne Starts auf Piste 28 oder 10. Die Massnahme ermöglicht ei- nen kreuzungsfreien Betrieb der Pisten und eine deutliche Reduktion po- tentieller Konflikte in der Luft. Sie bildet eine Lösung für einen Teil der SE- PAZ-Thematik.
- M9b
Start Straight 16 bei Bise/Nebel
Bei Bise erfolgt der Start 16 Straight und bei Nebel auf Piste 28 oder 16 Straight. Während Bise kann somit auf die die Komplexität erheblich erhöh- enden Abflüge auf Piste 10 verzichtet werden. Bei Nebellagen kann even- tuell auf Starts 28 verzichtet werden. In beiden Fällen ist ein kreuzungs- freier Betrieb möglich.

5) Im Sachplan Infrastruktur Luftfahrt Variante P „Kombi Nord/Ost Parallelpistensystem“ bezeichnet.

M10a Piste 28 wird aufgehoben	Die Piste 28 wird aufgehoben. Dies ergibt einen Betrieb mit Start Straight 16 über den ganzen Tag (entspricht dem Betrieb im Sommer 2000, als die Piste 28 geschlossen war).
	Die Massnahme ermöglicht einen kreuzungsfreien Betrieb auf den Pisten und eine deutliche Reduktion potentieller Konflikte in der Luft.
M10b Keine Operationen auf Piste 28 ausser bei starkem Westwind	Die Piste 28 wird nur noch bei starkem Westwind und die Piste 10 gar nicht mehr genutzt. Der Start erfolgt über Piste Straight 16. Damit bleibt gegenüber Massnahme M10b die Option, bei starkem Westwind gegen den Wind zu starten und zu landen.
M11 Runway Status Lights	Der Cockpit-Besatzung wird durch ein „Ampelsystem“ der Belegungsstatus der Piste signalisiert. Dies entspricht einer weiteren Sicherheitsbarriere im Falle von gleichzeitigen Bewegungen auf sich kreuzenden Pisten.
M12 Einführen eines Surface Managers	Der Surface Manager ist ein technisches System zur Unterstützung der Lotsen bei der Überwachung der Bewegungen am Boden. Ein solches System ist beispielsweise das Advanced Surface Movement Guidance and Control System (A-SMGCS Level 3). Der Surface Manager ermöglicht eine Entlastung der Fluglotsen und eine erhöhte Situational Awareness.
M13 Automatisierte Pistenstatusanzeige	Durch manuelle Eingabe der pistenbezogenen Freigaben in das Flugplandarstellungssystem (TACO) kann der jeweils aktuelle Pistenbelegungsstatus dargestellt werden. Damit entsteht eine zusätzliche Sicherheitsbarriere (Reduktion der Wahrscheinlichkeit einer Start- oder Landefreigabe auf einer bereits belegten Piste).
M14 Reduzierte Minimumhöhe Starts auf Piste 32 (KLO DME4 bei SID 32)	Die Minimumhöhe bei KLO DME4 wird für die Standard Instrument Departure (SID) Piste 32 analog Piste 34 aufgehoben.
	Grosse Flugzeuge mit geringer Steigfähigkeit können vermehrt statt von Piste 34 von Piste 32 starten. Dadurch wird die Zahl der Bewegungen auf den sich kreuzenden Pisten 16 - 34 und 10 - 28 sowie Pistenquerungen von den Midfield-Standplätzen her reduziert.
M15 Reduzierte Minimumhöhe beim Anflug während der DVO- Sperrzeiten	Gemäss Staatsvertrag gilt ab Ratifikation neu die Flugfläche FL 100 und ab 2020 während den Sperrzeiten über deutschem Hoheitsgebiet die Flugfläche FL80 (aktuell FL120).
	Dies ermöglicht eine sicherere und effizientere Luftraumbewirtschaftung durch den Fluglotsen und eine Reduktion der Arbeitsbelastung für die Piloten (frühzeitigeres stetiges Sinken anstelle eines späten und steilen Abstiegs).
M16 FL80-Regelung abschaffen	Die Standard Instrumenten Departure muss nicht bis FL80 eingehalten werden. Dies erhöht die Flexibilität für den Fluglotsen und reduziert das Konfliktpotenzial mit anderen Flugzeugen, indem das Flugzeug beim Passieren von 5000 ft von der SID weggeführt werden kann.

- M17 Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept) An- und Abflugrouten werden auf Basis der im SIL-Schlussbericht vorgezeichneten Konzepte optimiert und entflochten. Die Komplexität der Operationen wird reduziert und die Sicherheitsmarge erhöht.
- M18 SIL Routen (Entflechtung und Doppelrouten) An- und Abflüge werden entflochten; in jede Himmelsrichtung bestehen zwei Routen für eine bessere Staffelung. Die Komplexität der Operationen wird reduziert und die Sicherheitsmarge erhöht.
- M19 Vereinfachen der TMA-Struktur Das Design der Terminal Control Area des Flughafens Zürich (TMA LSZH) wird vereinfacht. Dadurch wird die Komplexität der Operationen reduziert. Ausserdem wird die Übersicht für ausserhalb der TMA operierende VFR-Flüge erhöht und damit das Risiko unbeabsichtigter Einflüge in den kontrollierten Luftraum vermindert.
- M20 Einführen der RNAV-Transitionen Die RNAV-Transition ist eine standardisierte Anflugroute mit zahlreichen Wegpunkten, die vom Initial Approach Fix (IAF) zum Instrumentenlandesystem (ILS) führt. Der Fluglotse wird dadurch in der Arbeit, insbesondere bezüglich der Frequenzbelastung, entlastet.
- M21 Permanente Verfügbarkeit des Luftraums für Südanflüge (aufgrund Windverhältnisse) Das Betriebsreglement lässt grundsätzlich den Spielraum offen, das Betriebskonzept auf die Windverhältnisse abzustimmen. Damit das Südkonzept bei entsprechenden Windverhältnissen gewählt werden kann, muss der dafür benötigte höher klassifizierte Luftraum permanent aktiviert sein, was heute nicht der Fall ist.
- Ein permanent aktivierter Luftraum im Süden ermöglicht es, kurzfristig aufgrund der Windverhältnisse Südanflüge durchzuführen und die für die herrschenden Windverhältnisse sicherere Piste zu nutzen.
- M22 Keine Konzeptwechsel bei Wetterverbesserungen während DVO-Zeiten Ein aus meteorologischen Gründen von der Regel gemäss DVO abweichendes Betriebskonzept wird während der gesamten DVO-Zeit beibehalten (kein Wechsel für möglicherweise nur kurze Zeitdauer). Dadurch wird die Zahl der Konzeptwechsel reduziert.
- M23 Einführen von Pufferzeiten zu den Sperrzeiten der DVO Für den Konzeptwechsel vor und nach den DVO-Zeiten wird ein Puffer von rund +/- 30 Minuten eingeführt. Damit soll ein Konzeptwechsel aus operationeller Sicht zum günstigsten Zeitpunkt ermöglicht werden. Es handelt sich dabei um eine Flexibilisierung auf Schweizer Seite (länger über der Schweiz fliegen), da die Zeiten mit Deutschland festgelegt sind.
- M24 Alle Operationen für das WEF finden in Dübendorf statt Der gesamte Flugverkehr mit Ziel World Economic Forum in Davos, inklusive Passagiere, wird in Dübendorf abgewickelt.
- Die Zahl der Ad-hoc-Flugbewegungen mit Besatzungen, die in Zürich nicht heimisch sind, wird reduziert.
- M25 Ausschluss des VFR-Verkehr auf dem Flughafen Zürich Die Privatfliegerei mit Flächenflugzeugen wird in Zürich ausgeschlossen.
- Der Wegfall der VFR-Verfahren und der homogenere Flugzeugmix vereinfachen den Betrieb. Ausserdem wird die Zahl der Flugbewegungen mit Besatzungen reduziert, die im Allgemeinen weniger erfahren sind.

-
- M26 Die Operationen mit VFR-Flächenflugzeugen werden nach Dübendorf verlegt
Die Privatfliegerei mit Flächenflugzeugen (VFR) wird vollständig nach Dübendorf verlegt (Konkretisierung der Massnahme M25).
- M27 Möglichkeit, den Special Use des Luftraums in TMA und CTR abzulehnen
Der Special Use betrifft vorwiegend Segelflugzeuge, Fotoflüge und Fallschirmabsetzflüge. Skyguide erhält die Möglichkeit solche Special Uses grundsätzlich abzulehnen. Dies führt zu einer Reduktion der Komplexität und weniger Flugbewegungen, die den reibungslosen Betrieb beeinträchtigen.
- M28 Slot System für VFR Helikopter
Für VFR-Operationen der Helikopter wird ein Slot-System analog bei den Flächenflugzeugen eingeführt.
Die Helikopterflüge können in betrieblich günstige Zeitfenster ausserhalb der Spitzenzeiten gelegt werden. Dadurch wird die Komplexität reduziert.
- M29 Keine zeitweilig reservierte Segelflurgäume in der TMA
Zeitweilig reservierte Segelflurgäume in der TMA werden aufgehoben.
Dies führt zu einer Reduktion der Komplexität und zu weniger Flugbewegungen, die den reibungslosen Betrieb beeinträchtigen.
- M30 Navigations-Kalibrationsflüge werden in die Nach verlegt
Die Mess- und Kalibrationsflüge werden ausserhalb der Betriebszeiten in Nachtstunden durchgeführt.
Die Fluglotsen werden entlastet, da die Navigations-Kalibrationsflüge die Flugsicherung überproportional stark absorbieren und die Komplexität erhöhen.

6 Massnahmenbeurteilung

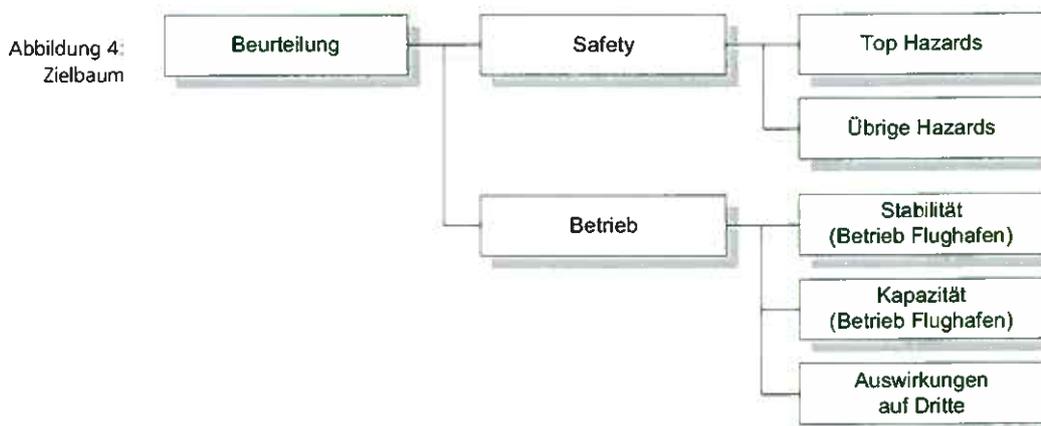
6.1 Vorgehen für die Massnahmenbeurteilung

Beurteilte Aspekte Da die Sicherheit und der Betrieb des Flughafens sich gegenseitig stark beeinflussen, werden in der Massnahmenbeurteilung beide Aspekte angesprochen. Für alle Massnahmen wird daher neben der Wirkung auf die Sicherheit auch der Einfluss auf den Betrieb aufgezeigt.

Teilaspekte Die beiden Aspekte werden weiter unterteilt:

- Wirkung einer Massnahme auf die Sicherheit (Safety), unterteilt in Wirkung auf die Top Hazards und auf die übrigen Hazards.
- Wirkung einer Massnahme auf den Betrieb, unterteilt in die Wirkung auf die Stabilität und die Kapazität des Flughafens sowie auf Auswirkungen auf Dritte.

Für die Beurteilung der Massnahmen entsteht somit folgender Zielbaum:



Erläuterungen Die zu beurteilenden Aspekte sind nachfolgend knapp umrissen:

- **Safety, Top Hazards**
Beurteilt wird der Einfluss einer Massnahme auf das Risiko der Top Hazards (Hauptziel einer Massnahme). Dabei wird aufgezeigt, welche der Top Hazards durch eine Massnahme beeinflusst werden und in welchem Masse dies geschieht.
- **Safety, übrige Hazards**
Hier erfolgt eine Einschätzung der Wirkung einer Massnahme auf die übrigen Hazards im betrachteten System. Es ist möglich, dass die Massnahmen zwar günstig auf die Top Hazards wirken, aber an anderer Stelle neue Hazards entstehen (Nebenwirkung einer Massnahme). Dies soll mit dem Aspekt „Safety übrige Hazards“ geprüft werden.
- **Betrieb, Stabilität**
Ein stabiler Betrieb des Flughafensystems bedeutet, dass auch bei sich ändernden Bedingungen während des Tages, wie Wetter oder Ver-

kehrsaufkommen, ein gleichbleibender Betrieb möglich ist (keine Wechsel der Betriebskonzepte, keine kurzfristigen Kapazitätsveränderungen). Ein stabiler Betrieb hat eine positive Wirkung auf die Sicherheit.

- Betrieb, Kapazität
Die Kapazität des Flughafens ist eine wesentliche betriebliche Grösse. Hat eine Massnahme einen Einfluss auf die Kapazität, wird dies hier aufgezeigt.
- Auswirkungen auf Dritte
Die Auswirkungen beziehen sich auf die Operationen von weiteren Luftraumbenutzern innerhalb und ausserhalb der TMA. Dies betrifft vorwiegend die Luftwaffe sowie die private Fliegerei im Umfeld des Flughafens Zürich.

Betrieb: Flughafen und Dritte angesprochen

Die Auswirkungen auf den Betrieb umfassen demnach sowohl den Betrieb des Flughafens als auch die betrieblichen Auswirkungen auf Dritte im Luftraum.

Die Wirkung der Massnahmen auf die beiden Aspekte Safety und Betrieb wird anhand eines Nutzwertes eingeschätzt.

Tabelle 4:
Nutzwerte für die Einschätzung der Wirkung der Massnahmen

Beurteilte Aspekte	Nutzwerte, Wirkung						
	-3 (90%)	-2 (50%)	-1 (20%)	0	1 (20%)	2 (50%)	3 (90%)
Safety, Top Hazards	stark erhöhte Risiken	relevant erhöhte Risiken	geringfügig erhöhte Risiken	kein oder Marginaler Einfluss	geringfügig reduzierte Risiken	relevant reduzierte Risiken	stark reduzierte / eliminierte Risiken
Safety, übrige Hazards	stark erhöhte Risiken	relevant erhöhte Risiken	geringfügig erhöhte Risiken	kein oder Marginaler Einfluss	geringfügig reduzierte Risiken	relevant reduzierte Risiken	stark reduzierte Risiken
Betrieb, Stabilität	stark reduzierte Stabilität	relevant reduzierte Stabilität	geringfügig reduzierte Stabilität	kein oder Marginaler Einfluss	geringfügig erhöhte Stabilität	relevant erhöhte Stabilität	stark erhöhte Stabilität
Betrieb, Kapazität	stark reduzierte Kapazität	relevant reduzierte Kapazität	geringfügig reduzierte Kapazität	kein oder Marginaler Einfluss	geringfügig erhöhte Kapazität	relevant erhöhte Kapazität	stark erhöhte Kapazität
Betrieb, Auswirkungen auf Dritte	starke Verschlechterung	relevante Verschlechterung	geringfügige Verschlechterung	kein oder Marginaler Einfluss	geringfügige Verbesserung	relevante Verbesserung	starke Verbesserung

Die angegebenen Wirkungen in % dienen dazu, die qualitative Beschreibung für das einheitliche Verständnis zu präzisieren. Es geht jedoch nicht um exakte quantitative Abschätzungen.

Unter Berücksichtigung der Risiken

Die Safety-Wirkung der Massnahmen wird für jeden Top Hazard einzeln abgeschätzt. Der Risikoanteil der entsprechenden Top Hazards gemäss Abschnitt 4.3 fliesst in diese Abschätzung ein. Ebenso wird berücksichtigt, ob eine Massnahme im gesamten Flughafensystem oder nur bei einzelnen Konzepten wirkt.

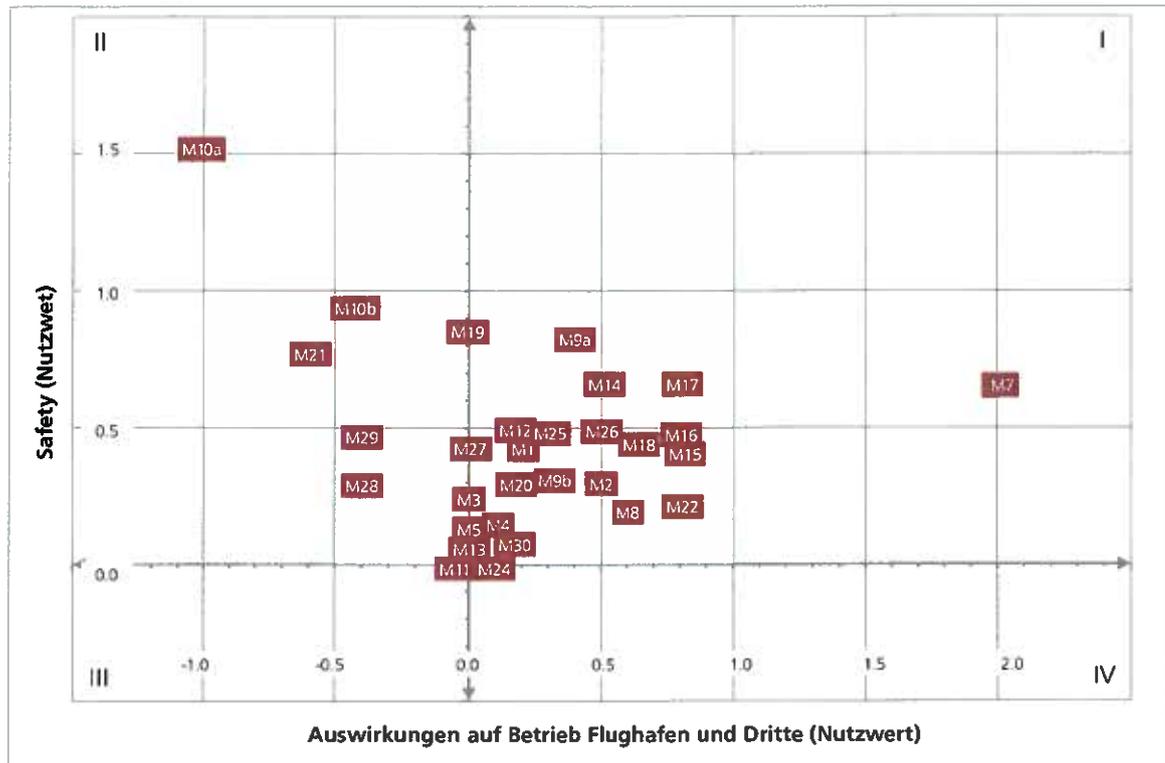
Darstellung der Ergebnisse	In der Darstellung der Ergebnisse werden die beiden Aspekte Safety und Betrieb getrennt dargestellt, so dass die entsprechenden Vor- und Nachteile deutlich sichtbar sind.
Nutzwert und qualitative Beschreibung	Die Einschätzung der Wirkung anhand eines Nutzwertes bildet einen Teil der Massnahmenbeurteilung. Ebenso wichtig ist die qualitative Umschreibung, mit der die Wirkung der Massnahme konkret umrissen werden kann.
Weitere Informationen zu den Massnahmen	<p>Zusätzlich zur Beurteilung der Safety und des Betriebs werden zu den einzelnen Massnahmen weitere Informationen festgehalten, die im Hinblick auf eine Realisierung bedeutend sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Finanzieller Aufwand Dies entspricht einer groben Einschätzung der erforderlichen finanziellen Ressourcen für die entsprechende Massnahme. Dabei wird die finanzielle Grössenordnung im Sinne einer Information erfasst. – Technische Machbarkeit Die technische Machbarkeit ist ein ja/nein-Kriterium. Sie ist allenfalls mit einer Unsicherheit behaftet. Ist die Machbarkeit nicht gegeben, lässt sich die Massnahme nicht umsetzen und eine weitere Beurteilung erübrigt sich. – Rechtliche Machbarkeit Dies betrifft insbesondere die eventuell erforderliche Anpassung gesetzlicher Grundlagen oder Abkommen. Dabei wird festgehalten, ob eine Massnahme im Rahmen der aufgeführten gesetzlichen Grundlagen realisiert werden kann. Sind Anpassungen notwendig, enthält die Beurteilung keine Einschätzung, ob Chancen auf eine Realisierung bestehen. Analog der technischen Machbarkeit ist es ein ja/nein-Kriterium. <p>Auf die weiteren Informationen zu den Massnahmen wird im Rahmen der Beurteilung der Safety und des Betriebs nicht weiter eingegangen.</p>
Systematische Expertenschätzung mit Unschärfen	Die Abschätzung der Wirkung der Massnahmen auf die Sicherheit und den Betrieb erfolgt durch eine systematisch durchgeführte Expertenschätzung. Auch wenn die Ergebnisse zahlenmässig dargestellt werden, handelt es sich um eine qualitative Einschätzung, die mit einer Unschärfe behaftet ist. Dies ist bei direkten Vergleichen der Massnahmen untereinander im Auge zu behalten.
Detaillierte Beurteilung im Anhang	Die Beurteilung der einzelnen Massnahmen und der Massnahmenpakete ist in einer separaten Dokumentation festgehalten.

6.2 Beurteilung der einzelnen Massnahmen

6.2.1 Ergebnis im Überblick

Darstellung in einem Diagramm	Die Wirkung der einzelnen Massnahmen auf die beiden beurteilten Aspekte Safety und Betrieb lassen sich in einem Diagramm visualisieren (siehe Abbildung 5).
Achsen Safety und Betrieb	Die vertikale Achse in Abbildung 5 gibt den Nutzwert für die Safety und die horizontale Achse den Nutzwert für den Betrieb an. Massnahmen, die beispielsweise im Quadranten I liegen, ergeben eine Risikoreduktion und eine Verbesserung für den Betrieb. Massnahmen, die im Quadranten II liegen, erhöhen zwar die Sicherheit, haben aber insgesamt betriebliche Nachteile zur Folge. Die Auswirkungen auf den Betrieb umfassen den Betrieb des Flughafens sowie die Auswirkungen auf Dritte.
Ausgangspunkt: Heutige Infrastruktur und Betrieb	Den Ausgangspunkt der Beurteilung bildet die heutige Infrastruktur mit den heutigen betrieblichen Konzepten. Dies beinhaltet auch die Verteilung des Verkehrs auf die drei Konzepte Nord-, Ost- und Süd-Konzept. Verändert sich diese Verteilung in starkem Masse, so beeinflusst dies die Beurteilung des Gesamtsystems ebenfalls. Massnahmen, die weder einen Sicherheitsgewinn noch betriebliche Veränderungen ergeben, liegen im Schnittpunkt der beiden Achsen (0.0 / 0.0).

Abbildung 5: Wirkung der einzelnen Massnahmen auf die Safety und den Betrieb



M1	Pistenverlängerung 28	M17	Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept)
M2	Pistenverlängerung 32	M18	SIL Routen (Entflechtung und Doppelrouten)
M3	Umrollung Piste 28	M19	Vereinfachen der TMA-Struktur
M4	Enteisungsplatz südlich der Piste 28	M20	Einführen der RNAV-Transitionen
M5	Arresting System für Piste 28	M21	Permanente Verfügbarkeit des Luftraums für Südanflüge (aufgrund Windverhältnisse)
M6	Parallelpisten 30 - 12 L/R (nicht beurteilt)	M22	Keine Konzeptwechsel bei Wetterverbesserungen während DVO-Zeiten
M7	Parallelpisten 16 - 34 L/R (SIL Variante P)	M23	Einführen von Pufferzeiten zu den Sperrzeiten der DVO
M8	Start Straight 16 in Start-Spitzenzeiten	M24	Alle Operationen für das WEF finden in Dübendorf statt
M9a	Start Straight 16 ganzer Tag bei Nordkonzept	M25	Ausschluss des VFR-Verkehr auf dem Flughafen Zürich
M9b	Start Straight 16 bei Bise/Nebel	M26	Operationen mit VFR-Flächenflugzeugen werden nach Dübendorf verlegt
M10a	Piste 28 wird aufgehoben	M27	Möglichkeit, den Special Use des Luftraums in TMA und CTR abzulehnen
M10b	Keine Operationen auf Piste 28 ausser bei starkem Westwind	M28	Slot System für VFR Helikopter
M11	Runway Status Lights	M29	Keine zeitweilig reservierte Segelfluräume in der TMA
M12	Einführen eines Surface Managers	M30	Navigations-Kalibrationsflüge werden in die Nach verlegt
M13	Automatisierte Pistenstatusanzeige		
M14	Reduzierte Minimumhöhe Starts auf Piste 32 (KLO DME4 bei SID 32)		
M15	Reduzierte Minimumhöhe beim Anflug während der DVO-Sperrzeiten		
M16	FL80-Regelung abschaffen		

Massnahmen zur Reduktion der Komplexität	Aus Abbildung 5 lassen sich verschiedene Tendenzen und generelle Erkenntnisse ableiten (eine Diskussion zu den einzelnen Massnahmen folgt anschliessend in Abschnitt 6.2.2).
Punktuell wirkende Massnahmen	Mehrere Top Hazards weisen direkt oder indirekt einen starken Zusammenhang mit der Komplexität des Betriebes auf. Daher ergeben Massnahmen, welche die Komplexität reduzieren, meist eine hohe Wirkung auf die Sicherheit. Da eine reduzierte Komplexität im Allgemeinen auch positiv auf den Betrieb wirkt, liegen mehrere dieser Massnahmen im rechten oberen Bereich des Quadranten I. Beispiele sind: M7, M9a, M14 bis M18, M25, M26.
Betrieblich ungünstig bewertete Massnahmen	Massnahmen, welche auf einzelne Hazards fokussieren und ansonsten kaum eine Wirkung erzielen, geraten in der Gesamtbetrachtung etwas in den Hintergrund. Das bedeutet nicht, dass sie ungeeignet sind. Ihr Einfluss auf die Sicherheit des Gesamtsystems ist jedoch eingeschränkt, auch wenn sie bei entsprechenden Top Hazard die Risiken massgeblich reduzieren können. Beispiele sind: M1 bis M5.
Einzelne Massnahmen mit höchster Wirkung	Betrieblich ungünstig bewertete Massnahmen liegen im Quadranten II. Es handelt sich meist um Massnahmen, die für den Betrieb des Flughafens Zürich keine oder geringe betriebliche Vorteile ergeben, aber relevante Nachteile bei Dritten im Luftraum verursachen (Luftwaffe, Privatfliegerei). Beispiele sind: M10, M21, M28, M29. Mit den Massnahmen M10a und M10b wird der höchste Sicherheitsgewinn erreicht. Das Aufheben bzw. die starke Reduktion des Betriebs auf der Piste 28 beeinflusst die überwiegende Zahl der Top Hazards positiv.

6.2.2 Kommentare zu den Massnahmen

Die in den Marginalien aufgeführten Wertepaare (x.x / y.y) geben die Nutzwerte für die Sicherheit und den Betrieb an.

M1
Pistenverlängerung 28
(0.4 / 0.2)

Die Pistenverlängerung führt dazu, dass beim Betrieb der Piste 28 als Landepiste Flugzeuge wegen ihrer Leistungsfähigkeit weniger häufig auf die Piste 34 wechseln müssen. Dies reduziert die Komplexität (Wechsel der Pistenbenutzung innerhalb eines Betriebskonzepts), die Risiken am Pistenkreuz bei gleichzeitigem Betrieb der Pisten 28 und 34 (TH4) sowie die potentiellen Konflikte in der Luft (TH5). Die längere Piste erhöht zudem die Sicherheitsmarge gegenüber Overruns (TH8a).

Die stärkere Benutzung der Piste 28 akzentuiert die Gefahren beim Queren der Piste auf Rollwegen (TH7), weshalb eine Kombination mit Massnahme M3 sinnvoll ist.

M2
Pistenverlängerung 32
(0.3 / 0.5)

Die Pistenverlängerung in Kombination mit der aufgehobenen Minimumhöhe bei KLO DME4 führt dazu, dass beim Ost- bzw. Südkonzept keine Flugzeuge wegen ihrer Leistungsfähigkeit für den Start auf Piste 34 wech-

		<p>seln müssen. Dies reduziert die Komplexität (Wechsel der Pistenbenützung innerhalb eines Betriebskonzepts) und die Risiken am Pistenkreuz.</p>
	<p>M3 Umrollung Piste 28 (0.2 / 0.0)</p>	<p>Die Umrollung zielt auf eine Reduktion der Zahl der Kreuzungen der Piste 28. Beim Nord-Konzept können sie weitgehend eliminiert und beim Ost-Konzept reduziert werden. Die Komplexität des Betriebs am Boden wird zudem beim Nord-Konzept reduziert.</p> <p>Da die Massnahme stark auf einen einzelnen Top Hazard (TH7) zielt, ist die Sicherheitswirkung im Gesamtsystem vergleichsweise klein. Siehe dazu auch den Kommentar zur Massnahme M1 (Synergieeffekte).</p>
	<p>M4 Enteisungsplatz südlich der Piste 28 (0.2 / 0.1)</p>	<p>Die Massnahme bewirkt eine Reduktion der Kreuzungen der Piste 28. Da sich die Massnahme auf einen einzelnen Top Hazard (TH7) konzentriert und insbesondere die Zahl der vermiedenen Pistenkreuzungen vergleichsweise klein ist (nur Flugzeuge, die für die Enteisung die Piste queren müssen), ist die Wirkung auf die Sicherheit entsprechend klein.</p>
	<p>M5 Arresting System für Piste 28 (0.1 / 0.0)</p>	<p>Das System beeinflusst ausschliesslich den Top Hazard TH8a (Overrun). Ereignisse werden nicht verhindert, aber das Schadensausmass schwerer Ereignisse (Overrun bis in die Glatt) wird deutlich reduziert. Bezogen auf den im Fokus stehenden Top Hazard ist es eine wirksame Massnahme ohne betriebliche Nachteile. Bei einer Pistenverlängerung (M1) verliert die Massnahme an Wirkung.</p>
	<p>M6 Parallelpisten 30 - 12 L/R (-)</p>	<p>Die neuen Parallelpisten bedingen ein Aufheben der bestehenden Pisten und des Terminals E, was unter laufendem Betrieb als nicht realisierbar beurteilt wird. Die Massnahme wird daher nicht beurteilt.</p>
	<p>M7 Parallelpiste 16 - 34 L/R (SIL Variante P) (0.7 / 2.0)</p>	<p>Neben der Einführung einer Parallelpiste sind ebenfalls die Massnahmen M1 (Pistenverlängerung 28) und M3 (Umrollung 28) enthalten. Die Massnahme beeinflusst die Top Hazards TH1 bis TH3, die einen starken Bezug zur Komplexität aufweisen, nur wenig. Durch den weiterhin bestehenden Betrieb der Piste 28 bleibt die Komplexität im Gesamtsystem erhalten.</p> <p>Die Hauptwirkung entsteht durch die Reduktion der Risiken am Pistenkreuz (TH4) und an den potentiellen Konfliktpunkten in der Luft (TH5). Die reduzierten Gefahren an der Piste 28 (TH7 und TH8) gehen auf die in M7 integrierten Einzelmassnahmen M1 und M3 zurück.</p> <p>Charakteristisch für M7 sind deutliche betriebliche Vorteile, welche die Stabilität und insbesondere die Kapazität betreffen.</p>
	<p>M8 Start Straight 16 in Start- Spitzenzeiten (0.2 / 0.6)</p>	<p>Die Komplexität (TH1) und die potentiellen Konfliktpunkte (TH4, TH5) werden günstig beeinflusst. Die Wirkung konzentriert sich allerdings auf eingeschränkte Zeitfenster und es entsteht ein weiteres Regime, so dass die Sicherheitswirkung insgesamt beschränkt ausfällt.</p>
	<p>M9a Start Straight 16 ganzer Tag bei Nordkonzept (0.8 / 0.4)</p>	<p>Im Gegensatz zu M8 wird der Start Straight 16 im Nord-Konzept konsequent angewendet. Da somit keine Operationen auf den Pisten 28 und 10 stattfinden, reduzieren sich die Gefahren am Boden (TH4, TH7). In der Luft reduziert sich die Komplexität deutlich und potentielle Konfliktpunkte ent-</p>

		fallen (TH1, TH4, TH5, TH6). Die Massnahme ergibt zudem eine Lösung für die SEPAZ-Thematik. Auch wenn nur der Betrieb im Nord-Konzept beeinflusst wird, entsteht gesamthaft eine relevante Risikoreduktion. Die Massnahme hat allerdings Auswirkungen auf den Betrieb der Luftwaffe in Dübendorf und Emmen.
Start Straight 16 bei Bise/Nebel (0.3 / 0.3)	M9b	Vergleichbar mit M8 reduziert sich die Anwendung des Starts Straight 16 auf definierte Bedingungen. Da es sich um sicherheitsrelevante Wettereinflüsse handelt, wird trotz der nur temporären Anwendung der Massnahme eine massgebliche Risikoreduktion erwartet.
Piste 28 wird aufgehoben (1.5 / -1.0)	M10a	Top Hazards mit Bezug zur Piste 28 und zum Pistenkreuz entfallen (TH7, TH8, TH4). Die Komplexität und die Gefahren zu potentiellen Konfliktpunkten in der Luft werden deutlich reduziert (TH1, TH5, TH6). Nachteilig auf die Sicherheit wirkt sich aus, dass bei Westwind häufiger mit starkem Crosswind zu operieren ist (TH8d), was neue Risiken erzeugt. Aus betrieblicher Sicht entstehen zudem deutliche Nachteile für Dritte (Luftwaffe).
Keine Operationen auf Piste 28 ausser bei starkem Westwind (0.9 / -0.4)	M10b	Die Nachteile der Massnahme 10a bei Westwind entfallen, aber durch den Betrieb der Piste 28 bleiben die entsprechenden Gefahren mit Bezug zur Piste 28 teilweise bestehen. Dadurch werden zwar Nachteile der Massnahme M10a etwas gemildert, aber deren Vorteile für die Sicherheit kommen nicht vollständig zum Tragen. Aus betrieblicher Sicht ist M10b etwas günstiger: durch die Möglichkeit, die Piste 28 zu nutzen, gewinnt die Stabilität und die negativen Auswirkungen für Dritte reduzieren sich etwas.
Runway Status Lights (0.0 / 0.0)	M11	Die Runway Status Lights bilden ein zusätzliches Sicherheitsnetz im Hinblick auf die Risiken am Pistenkreuz (TH4). Da sie ausschliesslich an diesem Hazard ansetzen (und ihn auch nicht eliminieren können), ist die Risikoreduktion im Gesamtsystem des Flughafens klein. Da das System in Europa kein Standard ist (nur in den USA bekannt), besteht die Gefahr der Fehlinterpretation durch Piloten. In der Abwägung der positiven und negativen Sicherheitswirkung wird der Massnahme nahezu kein Sicherheitsnutzen attestiert.
Einführen eines Surface Managers (0.5 / 0.2)	M12	Das den Lotsen unterstützende System reduziert zwar nicht die Komplexität der Bewegungen am Boden, aber es hilft, diese zuverlässiger zu bewältigen, so dass die Fehlerhäufigkeit sinkt. Dies betrifft insbesondere die Schnittstelle zwischen Apron und Air Traffic Control.
Automatische Pistenstatusanzeige (0.1 / 0.0)	M13	Die Anzeige zielt darauf, die Risiken am Pistenkreuz und beim Kreuzen der Piste 28 auf Rollwegen zu reduzieren. Es ist ein zusätzliches Sicherheitsnetz, die Gefahren bestehen jedoch weiterhin. Es handelt sich nur um eine automatische Anzeige; die notwendigen Daten müssen jedoch durch Lotsen eingegeben werden, was diese zusätzlich absorbiert (Head-Down-Zeit). In der Abwägung der positiven und negativen Wirkungen entsteht daher nur ein sehr geringer Sicherheitsgewinn.

M14 bis M19
Vereinfachen der betrieblichen
Randbedingungen

Die Massnahmen M14 bis M19 werden gemeinsam kommentiert, da sie eine ähnliche Stossrichtung aufweisen, indem sie Randbedingungen für den Betrieb vereinfachen:

- M14: Reduzierte Minimumhöhe Starts auf Piste 32 (KLO DME4 bei SID 32) (0.3 / 0.5)
- M15: Reduzierte Minimumhöhe beim Anflug während DVO-Sperrzeiten (0.4 / 0.8)
- M16: FL80-Regelung abschaffen (0.4 / 0.8)
- M17: Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Süd-Konzept) (0.7 / 0.8)
- M18: SIL Routen (Entflechtung, Doppelrouten) (0.5 / 0.6)
- M19: Vereinfachte TMA-Struktur (0.8 / 0.0)

Die Massnahmen zielen auf eine Reduktion der Komplexität (TH1, teilweise auch TH2 und TH3) und bewirken eine Reduktion der Gefahr durch potentielle Konfliktpunkte in der Luft (TH5). Da es sich um relevante Hazards handelt, die das gesamte Flughafensystem betreffen, wird die Sicherheitswirkung entsprechend hoch beurteilt.

M20
Einführen RNAV-Transition
(0.3 / 0.2)

Die RNAV-Transition führt zu einem übersichtlichen und standardisierten Verkehrsfluss. Dies reduziert die Komplexität (TH1) und die potentiellen Konfliktpunkte in der Luft (TH5). Die beiden Gefahren werden nicht mitigiert, aber spürbar reduziert.

M21
Permanente Verfügbarkeit des
Luftraums für Südanflüge
(aufgrund Windverhältnisse)
(0.8 / -0.6)

Der permanent verfügbare Luftraum vereinfacht einen Wechsel auf den Südanflug (ohne komplizierte Regeln), wenn dies aus Wettergründen sinnvoll ist. Die Risiken für den Betrieb der Pisten 28 und 14 (TH8) werden dadurch reduziert. Charakteristisch sind die betrieblichen Nachteile, die sich aus einer Kapazitätseinbusse beim Südanflug und den negativen Auswirkungen für Dritte Luftraumnutzer ergeben (Luftwaffe).

M22 und M23
Sperrzeiten der DVO

Die festen Zeiten und Regeln aufgrund der DVO zwingen zu Konzeptwechseln zu ungünstigen Zeitpunkten. Die Massnahmen M22 und M23 sollen eine flexiblere Handhabung ermöglichen:

- M22: Keine Konzeptwechsel bei Wetterverbesserungen während DVO-Zeiten (0.2 / 0.8)
- M23: Einführen von Pufferzeiten zu den Sperrzeiten der DVO (0.2 / 0.6)

Die Massnahmen reduzieren die Komplexität in Zeitfenstern mit erhöhter betrieblicher Belastung, was sich für die Flugsicherung überproportional günstig auswirkt (sowohl bei der Safety als auch beim Betrieb). Gewisse Nachteile ergeben sich aus Pilotensicht (Planbarkeit).

M24
Alle Operationen für das WEF
finden in Dübendorf statt
(0.0 / 0.0)

Die Massnahme betrifft nur rund eine Woche pro Jahr. Verbesserungen haben dementsprechend geringe Auswirkungen auf die gesamte Sicherheit des Flughafens. Zudem heben sich negative und positive Effekte in der Beurteilung der Sicherheit auf: Dem erwarteten Sicherheitsgewinn am Bo-

den (TH7) steht eine Verschlechterung in der Luft gegenüber (TH5), so dass aus dieser Sicht die Massnahmen nicht sinnvoll ist.

M25 und M26
Ausschluss VFR-Operationen

Beide Massnahmen zielen darauf, VFR-Verkehr als wesentlichen Treiber eines komplexen Betriebs am Flughafen Zürich auszuschliessen.

- M25: Ausschluss des VFR-Verkehrs auf dem Flughafen Zürich (0.5 / 0.3)
- M26: Die Operationen mit VFR-Flächenflugzeugen werden nach Dübendorf verlegt (0.5 / 0.5)

Durch den homogenen Verkehrsmix werden die Komplexität (TH1) und die potentiellen Konfliktpunkte in der Luft reduziert (TH5). Zudem werden einzelnen Gefährdungen, bei denen der VFR-Verkehr überdurchschnittlich involviert ist, reduziert (Intersecting RWY (TH4), RWY 28 Crossings (TH7)).

Den betrieblichen Vorteilen für den Flughafen Zürich stehen die Nachteile für Dritte (VFR-Verkehr) gegenüber. Die Höhe dieser Nachteile ist schwer einzuschätzen, da sie beispielsweise auch von der langfristigen Strategie in Dübendorf abhängen.

M27 bis M29
Randbedingungen für einzelne
Nutzer des Luftraums

Einzelne Nutzer des Luftraums bzw. das Design für entsprechende Nutzer sind aufgrund der speziellen Regelungen relevante Treiber der Komplexität. Die Massnahmen regeln stärker den Verkehr mit diesen Nutzern oder schliessen ihn aus.

- M27: Möglichkeit, den Special Use des Luftraums in TMA und CTR abzulehnen (0.4 / 0.0)
- M28: Slot-System für VFR-Helikopter (0.3 / -0.4)
- M29: Keine zeitweilig reservierten Segelfluräume in der TMA (0.5 / -0.4)

Die Massnahmen wirken vorwiegend beim Top Hazard TH1 (Komplexität). Die Regeln und Einschränkungen bewirken betriebliche Nachteile bei den entsprechenden Nutzern, weshalb die Nutzwerte für den Betrieb Null oder negativ werden.

M30
Navigations-Kalibrationsflüge
werden in die Nacht verlegt
(0.1 / 0.2)

Messflüge erfolgen während rund eines Monats pro Jahr. In dieser Zeit sind sie jedoch ein Störfaktor, der den Fluglotsen stark beschäftigt. Ein Verlegen der Flüge in die Nacht ist zwar aus Pilotensicht schwieriger, aber es ergibt für die entsprechenden Zeiträume eine relevante Verbesserung, die selbst im Gesamtsystem über das gesamte Jahr betrachtet bemerkbar sind.

6.3 Bildung von Massnahmenpaketen

Stossrichtungen	<p>Die Bildung von Massnahmenpaketen erfolgt mit zwei Stossrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Massnahmenpakete, die gezielt die einzelnen Top Hazards beeinflussen (P1 bis P8) - Massnahmenpakete, die aufgrund der laufenden Entwicklung und Diskussion im Vordergrund stehen (P11 bis P13). <p>Zusätzlich zu den beiden Stossrichtungen wird der Aspekt „Optimierung bezüglich der Windverhältnisse“ sowie eine optimierte Massnahme M10b (optimiertes Nord-Süd-Konzept) in eigenen Massnahmenpaketen zusammengefasst (P9 und P10).</p>
Massnahmenpakete für Top Hazards	<p>In die Pakete, die auf die Top Hazards ausgerichtet sind, werden Massnahmen aufgenommen, welche die Risiken der Top Hazard „stark“ oder „relevant“ reduzieren. Nicht in den Paketen aufgeführte Massnahmen erzielen eine geringe oder unbedeutende Wirkung.</p>
Behandlung der Massnahme M7	<p>Die Massnahmen M7 (Parallelpisten 16 - 34 L/R) weist eine hohe Wirkung auf. Sie wird jedoch nicht in die Pakete aufgenommen, da sie im Hinblick auf eine Realisierung fraglich ist und daher die Realisierbarkeit der Massnahmenpakete in Frage stellen würde.</p>
Massnahmenpakete	<p>Die Bezeichnung der Massnahmenpakete ist wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - P1: Reduktion der operationellen Komplexität - P2: Reduktion der Konzept- und Regimewechsel - P3: Vereinfachen der Luftraumstruktur - P4: Sicherere Operation auf den kreuzenden Pisten - P5: Routenentflechtung (ARR/DEP / DEP/DEP) - P6: Entflechtung der Abflug- und Fehlanflugverfahren (SEPAZ) - P7: Reduktion des Risikos infolge Pistenkreuzungen 28 auf Rollwegen - P8: Vermeiden des Überschliessens oder seitlichen Abdriftens auf den Pisten 14 und 28 - P9: Windoptimierter Betrieb - P10: Optimierung Nord-Süd-Konzept - P11: Massnahmen gemäss Betriebsreglement 2014 - P12: Massnahmen gemäss Betriebsreglement 2020 - P13: Massnahmen gemäss Aktionslinien BAZL [GI 10] <p>Die Zusammensetzung der Pakete ist aus Tabelle 5 im Überblick ersichtlich.</p>

Tabelle 5: Inhalt der Massnahmenpakete

Einzelmassnahmen		Massnahmenpakete												
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
M1	Pistenverlängerung 28	X				X			X	X			X	
M2	Pistenverlängerung 32				X			X					X	
M3	Umrollung Piste 28							X					X	
M4	Enteisungsplatz südlich der Piste 28							X						X
M5	Arresting System für die Piste 28								X					X
M6	Parallelpisten 30 - 12 L/R													
M7	Parallelpisten 16 - 34 L/R (SIL Variante P)													
M8	Start Straight 16 in Start-Spitzenzeiten													
M9a	Start Straight 16 ganzer Tag bei Nordkonzept	X	X		X	X	X	X						
M9b	Start Straight 16 bei Bise/Nebel													X
M10a	Piste 28 wird aufgehoben													
M10b	Keine Operationen auf Piste 28 ausser bei starkem Westwind										X			
M11	Runway Status Lights				X									X
M12	Einführen des Surface Managers													X
M13	Automatisierte Pistenstatusanzeige				X			X						
M14	Reduzierte Minimumhöhe bei Starts 32 (KLO DME bei SID 32)	X								X		X	(X)	
M15	Reduzierte Minimumhöhe beim Anflug während DVO-Sperrzeiten											X	X	
M16	FL-80-Regelung abschaffen					X						X	X	
M17	Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept)	X				X				X		X	X	
M18	SIL-Routen (Entflechtung und Doppelrouten)					X						X	X	
M19	Vereinfachen der TMA-Struktur	X	X											
M20	Einführen der RNAV-Transitionen	X									X	X	X	
M21	Permanente Verfügbarkeit des Luftraums für Südanflüge			X					X	X	X			
M22	Keine Konzeptwechsel bei Wetterverbesserung in DVO-Zeiten	X	X											
M23	Einführen von Pufferzeiten zu den Sperrzeiten der DVO	X												X
M24	Alle Operationen für das WEF finden in Dübendorf statt							X						
M25	Ausschluss des VFR-Verkehrs auf dem Flughafen Zürich	X			X	X		X			X			
M26	Operationen mit VFR-Flächenflugzeugen in Dübendorf													
M27	Möglichkeit, den Special Use in TMA/CTR abzulehnen	X												
M28	Slot System für VFR-Helikopter					X					X			X
M29	Keine zeitweilig reservierten Segelflughänge in der TMA	X	X											
M30	Navigations-Kalibrationsflüge werden in die Nacht verlegt				X									

6.4 Beurteilung von Massnahmenpaketen

6.4.1 Ergebnis im Überblick

Die Darstellung der Beurteilung erfolgt wiederum in einem Diagramm mit den Achsen Safety und Betrieb. Die Beurteilung basiert auf der gleichen Methodik wie bei den einzelnen Massnahmen.

Abbildung 6: Wirkung der Massnahmenpakete auf die Safety und den Betrieb



P1	Reduktion der operationellen Komplexität	P7	Reduktion des Risikos infolge Pistenkreuzungen 28 auf Rollwegen
P2	Reduktion der Konzept- und Regimewechsel	P8	Vermeiden des Überschliessens oder seitlichen Abdriftens auf den Pisten 14 und 28
P3	Vereinfachen der Luftraumstruktur	P9	Windoptimierter Betrieb
P4	Sicherere Operation auf den kreuzenden Pisten	P10	Optimierung Nord-Süd-Konzept
P5	Routenentflechtung (ARR/DEP / DEP/DEP)	P11	Massnahmen im Betriebsreglement 2014
P6	Entflechtung der Abflug- und Fehlanflugverfahren (SEPAZ)	P12	Massnahmen im Betriebsreglement 2020
		P13	Massnahmen gemäss Aktionslinien BAZL

Generelle Bemerkungen	Aus Abbildung 6 lassen sich einige Tendenzen und generelle Erkenntnisse ableiten (eine Diskussion der einzelnen Massnahmenpakete folgt in Abschnitt 6.4.2). Die generellen Bemerkung zu Abbildung 5 gelten auch hier.
Quadrant I	Ähnlich wie bei den einzelnen Massnahmen liegen die Pakete vorwiegend im Quadranten I. Sie erhöhen die Sicherheit und die Summe der Auswirkungen auf den Betrieb des Flughafens und auf Dritte ist ebenfalls positiv.
Komplexität	Bereits bei der Beurteilung der einzelnen Massnahmen zeichnete sich ab, dass Massnahmen zur Reduktion der Komplexität im Hinblick auf die Sicherheit des Flughafensystems besonders wirksam sind. Dies bestätigt sich bei der Beurteilung der Massnahmenpakete. Das Massnahmenpaket P1 „Reduktion der operationellen Komplexität“ ergibt die höchste Sicherheitswirkung.

6.4.2 Kommentare zu den Massnahmenpaketen

P1 Reduktion der Operationellen Komplexität (2.1 / 1.2)	<p>Mit Ausnahme der Pistenverlängerung 28 handelt es sich ausschliesslich um betriebliche Massnahmen, welche bei den Top Hazards TH1 bis TH6 eine optimale Wirkung ergeben. Nur wenig beeinflusst werden hingegen die Top Hazards TH7 (RWY 28 Crossings) und TH8 (RWY 28 und 14 Ops), die einen starken Zusammenhang mit der Piste 28 aufweisen.</p> <p>Für den Betrieb des Flughafens entstehen auch deutliche betriebliche Vorteile (Stabilität und Kapazität). Allerdings sind die Vorteile mit klaren Einschränkungen für Dritte im Luftraum verbunden (Luftwaffe, Verdrängen des VFR und von weiteren Aktivitäten im Luftraum).</p>
P2 Reduktion der Konzept- und Regimewechsel (1.1 / 0.6)	<p>Das Massnahmenpaket wird dominiert durch den Start Straight 16 beim Nordkonzept. Daher entsteht eine ähnliche Beurteilung wie bei der einzelnen Massnahme M9a (Start Straight 16 bei Nordkonzept). Die zweite enthaltene Massnahme des Pakets, keine Konzeptwechsel bei Wetterverbesserung in DVO-Zeiten, unterstützt die Wirkung.</p>
P3 Vereinfachen der Luftraumstruktur (1.2 / -0.2)	<p>Da die Luftraumstruktur die Komplexität massgeblich beeinflusst, liegt es auf der Hand, dass das Massnahmenpaket neben dem Top Hazard TH3 (Luftraumstruktur) auch beim Top Hazard TH1 (Komplexität) eine optimale Wirkung ergibt. Die weiteren Top Hazards bleiben unbeeinflusst. Die Verbesserung der Sicherheit bewirkt jedoch betriebliche Nachteile für Dritte im Luftraum (Einschränkung der Nutzung).</p>
P4 Sicherere Operation auf den kreuzenden Pisten (1.4 / 0.8)	<p>Einerseits zielen die Massnahmen darauf, den gleichzeitigen Betrieb auf den sich kreuzende Pisten sowie die Konfliktpunkte in der Luft zu reduzieren (Pistenverlängerung 32, Start Straight 16 bei Nordkonzept). Andererseits soll der Betrieb auf den beiden Pisten sicherer abgewickelt werden (Runway Status Lights, Automatische Pistenstatusanzeige). Das Massnahmenpaket deckt ein breites Spektrum der Top Hazards ab, so dass es insgesamt eine gute Wirkung erzielt. Für den Flughafen entstehen auch betriebliche</p>

		Vorteile (Stabilität); für Dritte hingegen entstehen relevante betriebliche Nachteile (Luftwaffe, Ausschluss VFR).
	P5 Routenentflechtung (ARR/DEP / DEP/DEP) (1.6 / 1.2)	Das Massnahmenpaket zielt auf die Reduktion des Top Hazards Conflicting Flight Path (TH5). Die entsprechenden Massnahmen haben ebenfalls eine hohe Wirkung bei der Komplexität (TH1), den sich kreuzende Pisten (TH4) und der SEPAZ-Problematik (TH6). Das Paket ergibt zudem hohe betriebliche Vorteile, allerdings mit Nachteilen für die Luftwaffe.
	P6 Entflechtung der Abflug- und Fehlanflugverfahren (SEPAZ) (0.8 / 0.4)	Das Paket besteht einzig aus der Massnahme M9a, Start16 Straight bei Nordkonzept (siehe Beurteilung dieser Massnahme).
	P7 Reduktion des Risikos infolge Pistenkreuzungen 28 auf Rollwegen (1.5 / 1.2)	Das Massnahmenpaket beinhaltet betriebliche und Infrastruktur-Massnahmen zur Reduktion der Zahl der Pistenkreuzungen und Bewegungen auf der Piste 28: <ul style="list-style-type: none"> - Start Straight 16 beim Nordkonzept (M9a): reduziert die Zahl der Bewegungen auf der Piste 28 - Pistenverlängerung 32 (M2): dies ermöglicht Starts auf Piste 32 anstelle 34 - Pistenumrollung 28 (M3) und Enteisungsplatz im Süden (M4): Reduktion der Pistenkreuzungen - Automatische Pistenstatusanzeige als unterstützende Massnahme (M13) <p>Zudem wird Verkehr, der erfahrungsgemäss bezüglich der Pistenquerung besonders heikel ist, am Flughafen ausgeschlossen: Ausschliessen des VFR-Verkehrs sowie Verschieben der Operationen für das WEF nach Dübendorf (M24).</p> <p>Neben einer optimalen Reduktion des Top Hazards TH7 ergibt das Massnahmenpaket bei nahezu allen Top Hazards eine hohe Wirkung (TH1, TH2, TH4, TH5, TH6).</p> <p>Für den Flughafen entstehen auch betriebliche Vorteile (Stabilität); für Dritte hingegen entstehen relevante betriebliche Nachteile (Luftwaffe, Ausschluss VFR).</p>
	P8 Vermeiden des Überschiessens oder seitlichen Abdriftens auf den Pisten 14 und 28 (0.9 / 0.0)	Das Massnahmenpaket umfasst die Verlängerung der Piste 28 (M1) bzw. als vorläufige Massnahmen ein Arresting System (M5) sowie den permanent verfügbaren Luftraum für Südanflüge (M21). Bezogen auf den Top Hazard TH8, auf den das Paket ausgelegt ist, ist es ein wirksames Paket.
	P9 Windoptimierter Betrieb (1.5 / 0.2)	Die Bewertung basiert auf der Pistenverlängerung (M1); wird an ihrer Stelle M5 eingesetzt, so reduziert sich die Wirkung geringfügig.
		Das Massnahmenpaket entspricht einer Ergänzung zum Paket P8, indem zusätzlich die reduzierte Minimumhöhe bei Starts auf Piste 32 (M14) sowie die Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept) (M17) hinzuge-

- fügt werden. Damit werden weitere Voraussetzungen für eine windoptimierte Nutzung geschaffen.
- P10
Optimiertes Nord-Süd-Konzept
(1.7 / -0.6)
- Die Massnahme M10b - keine Operationen auf Piste 28 ausser bei starkem Westwind - wird erweitert, so dass der Betrieb im Sinne eines Nord-Süd-Konzeptes abgewickelt werden kann. Das Paket ergibt eine Risikoreduktion bei allen Top Hazards. Allerdings sind auch deutliche betriebliche Nachteile damit verbunden: eine Reduktion der Kapazität im Flughafensystem und Nachteile bei den übrigen Benutzern des Luftraumes (Luftwaffe, VFR-Verkehr)
- P11
Massnahmen gemäss
Betriebsreglement 2014
(1.2 / 1.4)
- Das Massnahmenpaket zeichnet sich durch eine breite Wirkung bei nahezu allen Top Hazards aus (ohne TH8). Es sind Verbesserungen die durch angepasste Regelungen und ohne Infrastrukturmassnahmen auskommen. Dem entsprechend ist die Wirkung noch nicht optimal (zusätzliches Potential vorhanden). Die Massnahmen führen zudem zu deutlichen betrieblichen Verbesserungen.
- P12
Massnahmen gemäss
Betriebsreglement 2020
(1.5 / 1.4)
- Das Massnahmenpaket ist eine Weiterentwicklung von P11: Wesentliche Massnahmen an der Infrastruktur kommen hinzu: Pistenverlängerung 28, Pistenverlängerung 32, Pistenumrollung 28. Damit werden insbesondere Hazards im Zusammenhang mit dem Betrieb der Piste 28 bzw. dem Pistenkreuz weiter reduziert und das Paket bildet eine sinnvolle Ergänzung zu P11. Sowohl die Stabilität als auch die Kapazität des Flughafens sind erhöht; es entstehen jedoch betriebliche Nachteile für Dritte (insbesondere die Luftwaffe).
- P13
Massnahmen gemäss
Aktionslinien BAZL
(0.8 / -0.2)
- Das Massnahmenpaket P13 konzentriert sich vorwiegend auf Massnahmen, die innerhalb des bestehenden Flughafensystems möglichst autonom realisierbar sind. Es handelt sich um Massnahmen, die an den Hazards zur Piste 28 bzw. zum Pistenkreuz ansetzen (M4, M5, M11), die Lotsen in ihrer Arbeit Unterstützen/Entlasten (M12) sowie die Komplexität um ein Element reduzieren (M28). Die Wirkung ist im Vergleich zu den übrigen Massnahmenpaketen eher gering. Die negative betriebliche Beurteilung entsteht durch das Slot-System für VFR-Helikopter (M28).

7 Folgerungen

Risikoeinschätzung

Acht Top Hazards	Die ausgewiesenen acht Hazards bilden aus der Erfahrung der beteiligten Fachleute die Top Hazards für den Betrieb des Flughafens. Die Aussage basiert auf Gefahrenanalysen, die von Skyguide und dem Flughafen Zürich weitgehend unabhängig voneinander durchgeführt wurden.
Hazards mit hohem Risiko	Die gemeinsame Einschätzung der Häufigkeit und der Schwere der Top Hazards durch die beteiligten Fachleute und die Darstellung in einer Risikomatrix zeigen, dass die Top Hazards alle ein vergleichbar hohes Risiko aufweisen. Diese Einschätzung stützt sich auf beobachtete Vorfälle, durchgeführte Studien und Expertenschätzungen. Insgesamt entsteht so ein fundiertes und plausibles Bild zum Risiko.
Auch schwere bis katastrophale Ereignisse sind möglich	Die heute beobachteten Vorfälle zu den Top Hazards bilden die Basis einer sogenannten Ereignispyramide, bei der – mit geringer Wahrscheinlichkeit – auch schwere bzw. katastrophale Ereignisse möglich sind. In der Risikobeurteilung als katastrophal bezeichnete Unfälle sind bei den Top Hazards enthalten. Dies zeigt, dass entsprechende Ereignisse längerfristig betrachtet auftreten können.
Handlungsbedarf	Eine scharfe Antwort auf die Frage, ob die Risiken aus den Top Hazards nun „akzeptabel“, „tolerabel“ oder gar „nicht akzeptabel“ sind, ist weder Gegenstand der vorliegenden Risikobeurteilung noch zielführend für die Problemlösung: Unter den beteiligten Fachleuten ist jedoch unbestritten, dass Handlungsbedarf bezüglich einer Verbesserung der Sicherheit besteht.
Vorfälle stützen die Aussage	Diese Beurteilung wird ebenfalls gestützt durch die Berichte der Unfalluntersuchungsstelle (SUST). Diese sprechen zahlreiche Massnahmen als Empfehlung an, die im Folgenden aufgegriffen werden.

Mögliche Massnahmen

Breite Auslegeordnung	Die Auslegeordnung zu möglichen Massnahmen ist bewusst breit angelegt und fokussiert nicht nur auf „umsetzbare“ oder „günstige“ Massnahmen. Das Spektrum enthält daher sowohl umfangreiche Infrastrukturmassnahmen als auch Anpassungen von Rahmenbedingungen und Prozessen, für deren Umsetzung ein längerer Zeithorizont anzusetzen ist.
Relevante Massnahmen	Bei den betrachteten Massnahmen geht es um relevante Verbesserungen am Flughafensystem und nicht um Optimierungen im Detail. Solche finden bereits heute laufend in der Verantwortung der einzelnen Stakeholder statt.
Potenzial ist vorhanden	Die rund 30 aufgeführten Massnahmen zeigen, dass das Potenzial für Verbesserungen gross ist, sofern keine einschränkenden Rahmenbedingungen für die Massnahmen gesetzt werden. Insbesondere besteht ein grosses

Potenzial bei Anpassungen von Regeln, die durch nicht-aviatische Rahmenbedingungen gesetzt werden. Zahlreiche Massnahmen setzen hier an.

Vorteile für Sicherheit und Betrieb

Die meisten der beurteilten Massnahmen erhöhen die Sicherheit und wirken sich gleichzeitig positiv auf den Betrieb des Flughafensystems aus. Das heisst, es entstehen Synergien zwischen Sicherheit und Betrieb. Allerdings führen auch zahlreiche Massnahmen, insbesondere solche, die das Handling des Verkehrs vereinfachen, zu betrieblichen Nachteilen bei dritten Luftraumbenutzern, indem deren Freiheitsgrad eingeschränkt wird.

Aspekte der Realisierung

Die Beurteilung der Massnahmen berücksichtigt die Sicherheit und den Betrieb, da diese beiden Aspekte auch eng zusammenhängen. Die Realisierbarkeit – Kosten oder politische Rahmenbedingungen – werden nicht in die Massnahmenbeurteilung mit einbezogen. Einzig wenn eine Massnahme technisch nicht umsetzbar ist, wird sie nicht weiter verfolgt.

Empfehlungen

Einschränkende Rahmenbedingungen

Der aktuelle Betrieb mit den bestehenden Betriebskonzepten und Regeln ist in starkem Masse die Folge bestehender Rahmenbedingungen. Diese wiederum sind das Ergebnis einer Abwägung und Diskussion verschiedener Interessen im Umfeld des Flughafens.

1. Sicherheit stärker gewichten

Die Sicherheit des Flugbetriebs bildet dabei einen Aspekt unter mehreren. Die Risikoeinschätzung und die bisherige Erfahrung im Betrieb legen aber die Vermutung nahe, dass die Sicherheit in der Vergangenheit in dieser Diskussion nicht ausreichend Gewicht erhielt. Sie sollte in Zukunft stärker gewichtet werden und es sollten entsprechend weniger Kompromisse zu Lasten der Sicherheit eingegangen werden, insbesondere im Hinblick auf die Betriebsreglemente 2014 und 2020.

Es geht dabei nicht um die Frage, ob ein einzelnes Verfahren oder eine einzelne Situation zulässig oder unzulässig ist bzw. noch ausreichend sicher ist oder nicht. Es zeigt sich, dass die Summe aller – im Einzelnen noch vertretbaren Einflüsse – schliesslich das hohe Risiko der Top Hazards ergibt.

2. Rahmenbedingungen vereinfachen: Komplexität reduzieren

Die Komplexität des Betriebes im Flughafensystem, vorwiegend bedingt durch die nicht-aviatischen Rahmenbedingungen, ist ein wesentlicher Treiber für die Risiken. Bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass nahezu alle übrigen Top Hazards in irgendeiner Form damit zusammenhängen. Ein Ziel der empfohlenen Massnahmen ist daher, die Komplexität zu reduzieren, so dass bei allen betrieblichen Konzepten und Wetterbedingungen ein stabiler und vergleichbar sicherer Betrieb möglich ist.

3. Massnahmenpaket Reduktion der Komplexität (P1)

Um die Sicherheit im Betrieb des Flughafens Zürich zu verbessern, müssen die Rahmenbedingungen für einen sicheren Betrieb geschaffen werden. Die im Massnahmenpaket für die Reduktion der Komplexität (P1) enthaltenen Massnahmen zeigen den Weg auf: Von den zehn enthaltenen Massnahmen, gehen neun auf Rahmenbedingungen und Regeln ein. Nur eine – die Pistenverlängerung 28 – betrifft die Infrastruktur.

- Das Massnahmenpaket P1 ist das wirkungsvollste aller betrachteten Pakete. Eine Reduktion der Komplexität soll daher im Zentrum der Bemühungen stehen. Die im Paket enthaltenen Massnahmen werden zur Umsetzung empfohlen.
4. Infrastrukturmassnahmen als unterstützende Elemente Baulich-technische Massnahmen am Boden innerhalb des Flughafensystems vermögen die Sicherheit zwar zu erhöhen, dies aber nicht in grundsätzlichem Masse (dabei wird vorausgesetzt, dass das Layout, der sich kreuzenden Pisten im Grundsatz bestehen bleibt). Solche Massnahmen haben sehr wohl ihre Berechtigung und sind wirksam als begleitende Massnahmen zu angepassten Rahmenbedingungen und Regeln. Sie können aber entsprechende Anpassungen nicht ersetzen.
5. Ertüchtigung der Piste 28 In diesem Sinne sind auch Massnahmen zur Ertüchtigung der Piste 28 zu sehen. Auch wenn die Rahmenbedingungen eine deutlich reduzierte Komplexität ergeben, bleiben die Unzulänglichkeiten der Piste 28 bestehen. Eine Ertüchtigung dieser Piste ist nach Beurteilung der beteiligten Fachleute erforderlich.
6. Massnahmen gemäss Betriebsreglement 2014 als Ausgangspunkt Das Massnahmenpaket P11 formuliert die im Betriebsreglement 2014 enthaltenen Massnahmen. Es enthält Anpassungen, die der Reduktion der Komplexität dienen und kurzfristig realisierbar sind:
- Reduzierte Minimumhöhe bei Starts auf Piste 32 (KLO DME4 bei SID 32)
 - Reduzierte Minimumhöhe beim Anflug während DVO-Sperrzeiten (teilweise)
 - FL80-Regelung abschaffen
 - Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept)
 - SIL Routen (Entflechtung, Doppelrouten) (teilweise)
 - Einführen der RNAV-Transitions
- Das Massnahmenpaket zielt in die angestrebte Richtung – Rahmenbedingungen vereinfachen, Komplexität reduzieren – und sollte als erster Schritt vollständig umgesetzt werden.
7. Speziell hervorzuhebende Einzelmassnahmen In der Beurteilung der beteiligten Fachleute sind die folgenden Massnahmen zur Reduktion der Komplexität hervorzuheben, die im Paket zum Betriebsreglement 2014 nicht enthalten sind:
- Start Straight 16 während des ganzen Tages bei Nordkonzept (M9a): die Massnahme ist sehr wirksam, indem sie das Konfliktpotenzial am Boden und in der Luft deutlich reduziert und eine Lösung der SEPAZ-Thematik ermöglicht. Die Massnahme hat allerdings Auswirkungen auf den Betrieb der Luftwaffe in Dübendorf und Emmen.
 - Vereinfachen der TMA-Struktur (M19): Die Massnahme bildet eine Grundlage für weitere, die Komplexität vereinfachende Massnahmen (Synergie).
 - Ausschluss des VFR-Verkehrs (M25): Der VFR-Verkehr erfordert aufgrund seiner Charakteristik – meist kleine, langsame Flugzeuge mit eingeschränkter Pistennutzung – spezielle Vorkehrungen, welche die

-
- Fluglotsen stark absorbieren. Ein Ausschluss ergibt eine im Verhältnis zum kleinen Anteil des VFR-Verkehrs überproportionale Wirkung.
8. Massnahmen gemäss Betriebsreglement 2020 als Erweiterung
- Das Massnahmenpaket P12 entspricht einer Erweiterung von P11, indem insbesondere die Infrastruktur – Pistenumrollung 28 sowie Pistenerlängerung 28 und 32 – hinzukommen. Das Paket folgt damit der aufgezeigten Strategie, dass zusätzlich zu den angepassten Rahmenbedingungen die Infrastruktur für eine optimale Sicherheitswirkung zu ergänzen ist.
9. Einzelmassnahmen nur als Teil des Gesamtkonzeptes
- Zudem stehen verschiedene Massnahmen der Infrastruktur zur Diskussion, da sie innerhalb des Flughafensystems am Boden realisiert werden können: Enteisungsplatz südlich der Piste 28, Runway Status Lights, Surface Manager, Automatisierte Pistenstatusanzeige. Teilweise ist deren Wirksamkeit beschränkt oder fraglich (Enteisungsplatz, Runway Status Lights). Im Gesamtkonzept können die Massnahmen ihre Berechtigung haben. Sie sollten jedoch nicht nur deshalb und isoliert realisiert werden, weil dies ohne Widerstand möglich ist.
- Solche einzelnen Massnahmen sollen nur punktuell realisiert werden, wenn sie Bestandteil des langfristigen Konzeptes sind. Es gilt dabei stets das gesamte Konzept im Auge zu behalten.
10. Nachhaltigkeit
- Die Massnahmen sollen konsequent und langfristig verfolgt werden. Das heisst, dass alle Entscheidungen zur Entwicklung des Flughafensystems und der nicht-aviatischen Rahmenbedingungen stets unter Berücksichtigung der aufgezeigten Stossrichtung gefällt werden sollen.

A1 Grundlagen

- GI 1 Flughafen Zürich
Betriebsreglement für den Flughafen Zürich
Stand 1. Februar 2012
- GI 2 Flughafen Zürich
Runway Safety Report 2011
- GI 3 Skyguide
LSZH TWR/APP operations
Unit Safety Survey – Hazard Register
- GI 4 Flughafen Zürich
Update Gefahren- und Risikoanalyse Flughafen Zürich
Schlussbericht, 30. Januar 2009
- GI 5 Schweizerische Unfalluntersuchungsstelle SUST
Schlussbericht Nr. 2136 der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle
SUST über den schweren Vorfall – Airprox zwischen dem Flugzeug Airbus
A320-214, HB-IJH, betrieben durch Swiss International Airlines unter Funk-
rufzeichen SWR 1326 und dem Flugzeug Airbus A320-214, HB-IJW, be-
trieben durch Swiss International Airlines unter Funkrufzeichen SWR 202W
vom 15. März 2011 auf dem Flughafen Zürich
6. März 2012
- GI 6 Skyguide
Study, Sicherheit und Kapazität Flughafen Zürich, 4 Szenarien
09.10.2011 (confidential)
- GI 7 Bundesamt für Zivilluftfahrt
Flughafen Zürich; dringliche Sicherheitsmassnahmen
Brief vom 27. April 2012
- GI 8 Skyguide, Luftwaffe, Swiss international Airlines, Flughafen Zürich
Safety Survey Flughafen Zürich – Massnahmen für einen Aktionsplan
09. Dezember 2011
- GI 9 Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL
Leitfaden AD I-004 D, Methodik von Safety Assessments auf Flugplätzen
Version 1.0, 01.05.2010
- GI 10 Bundesamt für Zivilluftfahrt
Flughafen Zürich; Aktionslinien 2012
Brief vom 06. Januar 2012
- GI 11 Flughafen Zürich AG/Skyguide/Swiss Intl. Airlines/Luftwaffe
HAZID LSZH – Actionplan, Massnahmen
06.12.2011
- GI 12 International Civil Aviation Organisation
Safety Management Manual (SMM)
Doc 9859, 2009