



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und
Kommunikation UVEK
Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL

Anhang A.3

Flughafen Zürich Sachplan Infrastruktur der Luftfahrt (SIL)

Beurteilung von Varianten für den Südabflug straight bezüglich Sicherheit und Auswirkungen auf den Betrieb

vom 17. Juni 2016



Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
Bevölkerungsschutz und Sport VBS

Schweizer Armee
Luftwaffe

FLUGHAFEN ZÜRICH



Beurteilung von Varianten für den Südabflug straight bezüglich Sicherheit und Auswirkungen auf den Betrieb

Schlussbericht

Summary

Motivation und Zielsetzung

Sicherheitsüberprüfung
Flughafen Zürich

Im Jahr 2012 wurde eine Überprüfung der Sicherheit der Flugoperationen am Flughafen Zürich (SÜFZ) durchgeführt. Der zugehörige Bericht¹⁾ kommt zum Schluss, dass Handlungsbedarf hinsichtlich der Erhöhung der Sicherheit besteht. Diese Aussage wird gestützt durch Berichte und Empfehlungen der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST), die aufgrund von Vorfällen erstellt wurden.

Vertiefte Abklärungen

In der Folge wurden verschiedene Massnahmen aufgegriffen, von denen einzelne bereits umgesetzt werden konnten. Weitere bedürfen einer vertieften Abklärung. Dazu gehören insbesondere die im vorliegenden Bericht behandelten Möglichkeiten von geradeaus geführten Südabflügen über die Piste 16.

Mögliche Konzepte für
Südabflüge geradeaus

Gestützt auf den Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) hat eine Arbeitsgruppe mit Vertretern von skyguide, Luftwaffe, Swiss und FZAG zwischen März und Juni 2013 untersucht, wie Abflüge nach Süden geradeaus gestaltet werden könnten. Als Ergebnis wurden vier Konzepte mit Südabflügen straight entworfen.

Flugbetriebsvarianten mit
Südabflügen geradeaus

Auf dieser Grundlage wurden im SIL-Prozess unter Leitung des BAZL Flugbetriebsvarianten erarbeitet, die in einem weiteren Schritt bezüglich Sicherheit, Kapazität, Auswirkungen auf die Luftwaffe und Lärmauswirkungen zu untersuchen sind. Der vorliegende Bericht geht auf die Beurteilung der Sicherheit und des Betriebs dieser Flugbetriebsvarianten ein.

Auftrag:
Entscheidungsgrundlage
schaffen

Ziel ist es, zuhanden des UVEK eine fachliche Grundlage für die Interessenabwägung zu schaffen, inwiefern Flugbetriebsvarianten mit Südabflügen straight in die weitere Entwicklung des SIL aufgenommen werden sollen.

Aufgabe

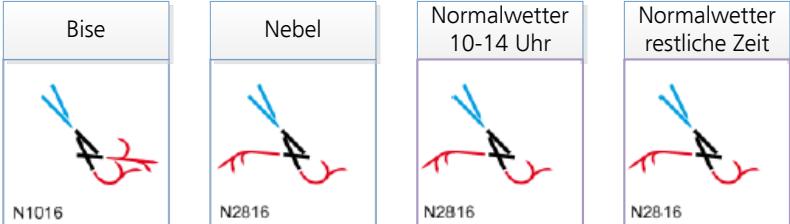
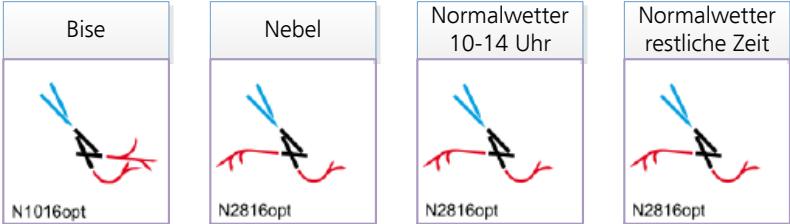
Die Aufgabe wird wie folgt umrissen:

- Die im SIL-Prozess unter der Leitung des BAZL festgelegten Flugbetriebsvarianten sind aus flugtechnischer Sicht bezüglich der Kriterien Sicherheit und Auswirkung auf den Betrieb zu beurteilen. Für den Sicherheitsaspekt soll eine Empfehlung gemacht werden, welche Varianten vorzuziehen sind.
- Die wichtigsten am Flugbetrieb beteiligten Organisationen sind in die Beurteilung mit einzubeziehen (Flugsicherung, Flughafen Zürich, Luftwaffe, Swiss als Vertreter der Fluggesellschaften (Air Operator)).
- Die Beurteilung soll an den methodischen Ansatz der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich (SÜFZ) anknüpfen und in der gleichen Art und Weise erarbeitet werden.

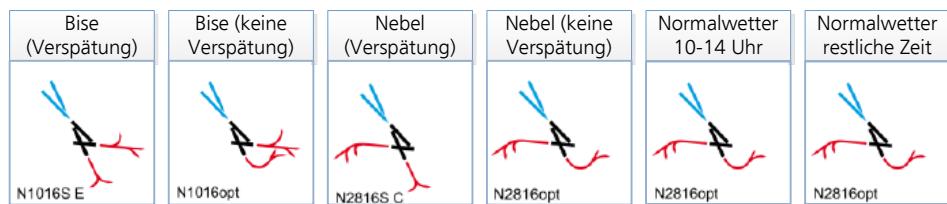
1) Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich, 14. Dezember 2012 (SÜFZ)

Keine Güterabwägung mit weiteren Ansprüchen	Wie bei der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich geht es um 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 Be trachtung.
Vorgehen	
Vorgegebene Grundlagen	Die Beurteilung der Flugbetriebsvarianten stützt sich auf Vorarbeiten:
	<ul style="list-style-type: none"> – Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich (SÜFZ, 2012): Beurteilung und Empfehlung verschiedener Sicherheitsmassnahmen. – Flugbetriebskonzepte Zürich Option Süd straight: Entwicklung mögli cher Flugbetriebskonzepte mit einem Südabflug straight sowie deren Beurteilung durch die Flugsicherung (skyguide, 2013).
Beurteilungsmethodik	Die Beurteilungsmethodik orientiert sich am Vorgehen gemäss SÜFZ und wurde für die vorliegende Fragestellung weiterentwickelt und angepasst.
Am Prozess Beteiligte	An der Beurteilung der Flugbetriebsvarianten beteiligt sind Fachleute von skyguide, Swiss International Airlines als Vertreter der Air Operators, des Flughafens Zürich sowie der Luftwaffe. Der Beurteilungsprozess wurde durch das BAZL und den Civil Aviation Safety Officer (CASO) begleitet.
Bearbeitung in Workshops	Methodik und Inhalte wurden zwischen November 2013 und März 2014 durch die Fachleute in sieben halb- oder ganztägigen Workshops erarbeitet.
Sicherheit und Auswirkungen auf den Flugbetrieb	Die Beurteilung der Flugbetriebsvarianten umfasst die Aspekte Sicherheit sowie die Auswirkungen auf den Flugbetrieb. Nicht betrachtet werden Risiken für Dritte (Third Party Risk) und der Lärmaspekt, der separat analy siert und beurteilt wird.
Abgrenzung am Boden und in der Luft	Berücksichtigt werden die Flugoperationen am Boden und in der Luft innerhalb der Terminal Control Area (TMA) des Flughafens Zürich. Haben Massnahmen betriebliche Auswirkungen auch ausserhalb der TMA, so wer den diese mitberücksichtigt (Auswirkungen auf Flugoperationen Dritter).
Entwicklung Flugplatz Dübendorf	Für die Beurteilung der Auswirkungen auf Dritte wird für den Flugplatz Dübendorf von folgendem Entwicklungsszenario ausgegangen: <ul style="list-style-type: none"> – Das Stationierungskonzept vom 25.11.2013 sieht vor, dass die Luftwaffe den Militärflugplatz Dübendorf künftig als Heli kopterbasis betreiben wird. Der Bundesrat hat zudem entschieden, den Flugplatz Dübendorf für eine Mischnutzung Zivil/Militär zu öffnen. – Sollte künftig eine andere, weiter gehende aviatische Nutzung in Be tracht gezogen werden, so ist die vorliegende Beurteilung anzupassen. – Die operationellen Möglichkeiten zu einem künftigen parallelen Betrieb von Zürich und Dübendorf unter Berücksichtigung moderner Technolo gien bedürfen vertiefter Abklärungen.

Flugbetriebsvarianten

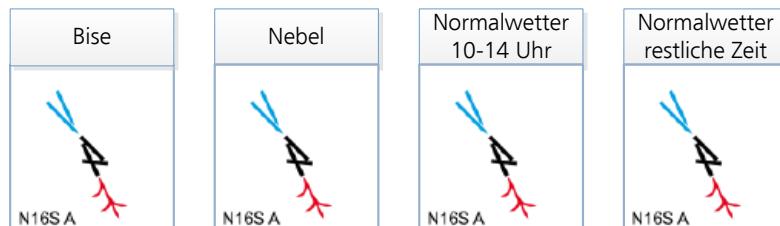
Festlegung der Varianten	Die zu beurteilenden Flugbetriebsvarianten mit Südabflügen straight sind im SIL-Prozess unter der Leitung des BAZL festgelegt worden.
Referenz	Als Referenz dienen der aktuelle Zustand (Variante 0) sowie ein infrastrukturseitig ertüchtigter und betrieblich optimierter Zustand (Variante V0*). Diese beiden Varianten enthalten keine Südabflüge straight.
Variantenspektrum	Neben einer minimalen (Variante 1) und einer maximalen Variante (Variante 2) bezüglich der Südabflüge straight bestehen weitere Varianten (Varianten 3 bis 6), die sich in den Sicherheitsmargen der erhaltenen Flugbetriebskonzepte unterscheiden. In Ergänzung dazu wird die Variante 7 betrachtet, die sich verstärkt auf das Ostkonzept stützt.
Unterschiedliche Flugbetriebskonzepte tagsüber	Den nachfolgenden Kurzbeschreibungen ist jeweils angefügt, welche Flugbetriebskonzepte tagsüber zur Anwendung kommen. Hier unterscheiden sich die Varianten V1 bis V7. Morgens und abends unterscheiden sie sich hingegen nicht. Die entsprechenden Konzepte sind daher nicht aufgeführt ²⁾ .
V0, Aktueller Zustand	Die Variante beschreibt den heutigen Zustand bezüglich Infrastruktur und Betrieb. Dabei kommen folgende Flugbetriebskonzepte zur Anwendung:
	
V0*, Aktueller Zustand mit Massnahmen	Der Betrieb entspricht dem aktuellen Zustand. Die Variante enthält jedoch Massnahmen, die im SIL-Objektblatt vom 26.06.2013 vorgesehen und in den Varianten 1 bis 7 ebenfalls enthalten sind.
	
V1, Verspätungsabbau	In der ersten SIL-Etappe (SIL 1) vorgesehener Betrieb. Zusätzlich sind (in sehr geringem Umfang) Abflüge nach Süden geradeaus bei Bise oder Nebel zum Verspätungsabbau vorgesehen.

2) Morgens S3228 opt, abends O32ert und N283234..



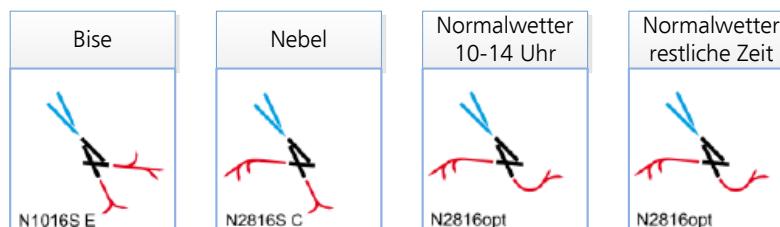
V 2, Südabflug straight generell ohne Start 28.

Alle Abflüge erfolgen beim Nordkonzept nach Süden geradeaus. Piste 28 wird beim Nordkonzept nicht genutzt.



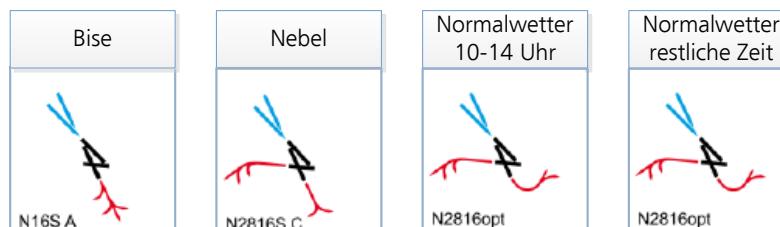
V3, Bise ohne Start 16 left.

Zusätzlich zum Betrieb gemäss Variante 1 finden Südabflüge geradeaus bei Bise oder Nebel *immer und nicht nur bei Verspätung* Verwendung. Hauptstartpiste ist die Piste 10/28.



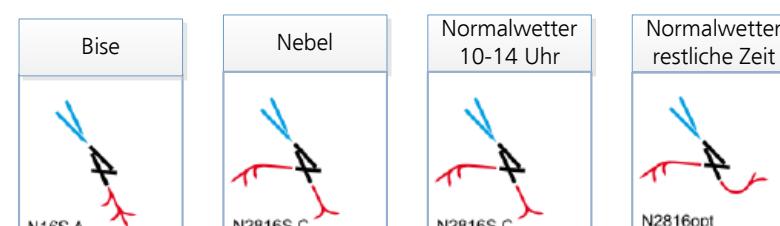
V4, Bise ohne Start 16 left und 10

Zusätzlich zum Betrieb gemäss Variante 3 wird bei Bise die Piste 10 geschlossen, um Kreuzungspunkte am Boden und in der Luft zu eliminieren. Bei Bise erfolgen somit alle Abflüge nach Süden geradeaus.



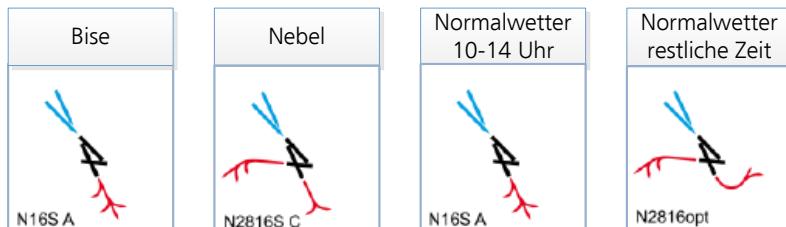
V5a, Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight ohne Short right.

Zusätzlich zur Variante 4 wird nicht nur bei Nebel oder Bise, sondern auch in der Spitzenzzeit am Mittag (10 bis 14 Uhr) nach Süden geradeaus gestartet.



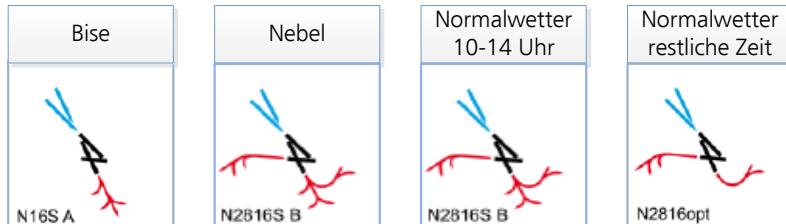
V5b, Mittagsstartwelle
Südabflug straight mit Short right ohne Start 28

Eliminierung gekreuzter Startpisten in der Mittagsspitze. Damit werden während der Spitzenzeit am Mittag alle Starts geradeaus nach Süden geführt.



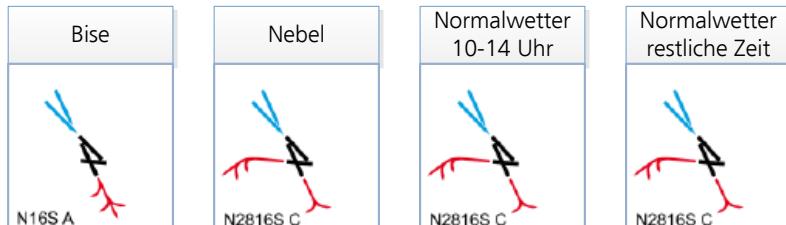
V5c, Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight mit Short right.

Wie 5a, jedoch unter Verwendung des Short right. Damit werden während der Spitzenzeit am Mittag rund 90% der Starts auf Piste 16 mit einer frühen Rechtskurve abgewickelt.



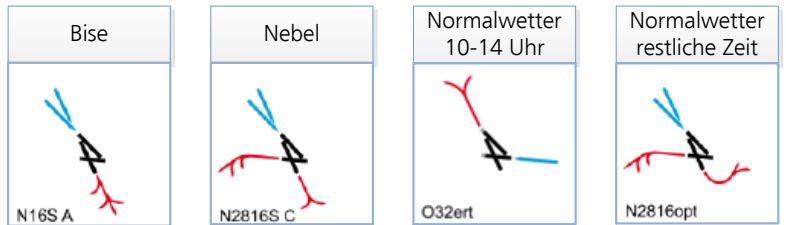
V6, Süd straight generell mit Start 28

Die Piste 28 trägt die überwiegende Zahl der Abflüge. Alle Starts 16 werden wie in Variante 2 geradeaus (straight) geführt.



V7, Mittagsstartwelle Ostkonzept

Während der Mittagsstartwelle wird das Ostkonzept eingesetzt. Der Südabflug geradeaus wird bei Bise verwendet.



Weitere Massnahmen

Mit Ausnahme der aktuell zur Anwendung gelangenden Flugbetriebskonzepte (S3228, N2816, N1016, O3234) wurden bei den Konzepten nachfolgende, im Rahmen der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich empfohlene Massnahmen als umgesetzt angenommen und in der Sicherheitsbeurteilung der Konzepte berücksichtigt:

- Pistenverlängerung 28

- Pistenverlängerung 32
- Umrollung Piste 28
- Reduzierte Minimumhöhe für Starts auf Piste 32
- Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept)
- SIL-Routen (Entflechtung und Doppelrouten)
- Einführen der RNAV-Transitionen
- Permanente Verfügbarkeit des Luftraums im Süden

Varianten bestehen aus Flugbetriebskonzepten

Zeitliche Anteile der enthaltenen Flugbetriebskonzepte

Die beschriebenen Varianten setzen sich aus unterschiedlichen Flugbetriebskonzepten so zusammen, dass ein Betrieb über den ganzen Tag und bei allen Wetterbedingungen möglich ist.

Die in den Flugbetriebsvarianten enthaltenen Flugbetriebskonzepte sind in Kapitel 3.2 mit dem jeweiligen zeitlichen Anteil aufgeführt, mit dem ein Flugbetriebskonzept innerhalb einer Variante zum Einsatz kommt. Der zeitliche Anteil ergibt sich aus den Sperrzeiten und den Wetterbedingungen. Dieser ist *nicht* identisch mit dem Anteil der Flugbewegungen innerhalb der jeweiligen Zeitfenster.

Ergebnisse und Folgerungen bezüglich Safety

Relevante Wirkung auf die Sicherheit

Die geprüften Varianten dokumentieren, dass gegenüber dem aktuellen Zustand eine substanziale Erhöhung der Sicherheit am Flughafen Zürich erreicht werden kann. Die Komplexität des Flugbetriebs als wesentlicher Ursprung für die heute bestehenden Top Hazards kann je nach Variante deutlich reduziert werden.

Massnahmen, die vorauszusetzen sind

Die Variante V0* beinhaltet die in den weiteren Varianten 1 bis 7 ebenfalls enthaltenen Massnahmen der Infrastruktur und der betrieblichen Optimierung, jedoch keine Südabflüge straight. Sie ergibt bereits einen relevanten Sicherheitsgewinn und bildet eine wesentliche Grundlage, um die Komplexität des Flugbetriebs zu reduzieren.

Konsequente Reduktion der Komplexität

Variante 2 „Süd straight generell ohne Start 28“ zeigt, welches Sicherheitsniveau mit einem optimalen auf die Sicherheit ausgerichteten Flugbetrieb erreicht wird. Die konsequente Reduktion der Komplexität ergibt eine sehr hohe Sicherheitswirkung.

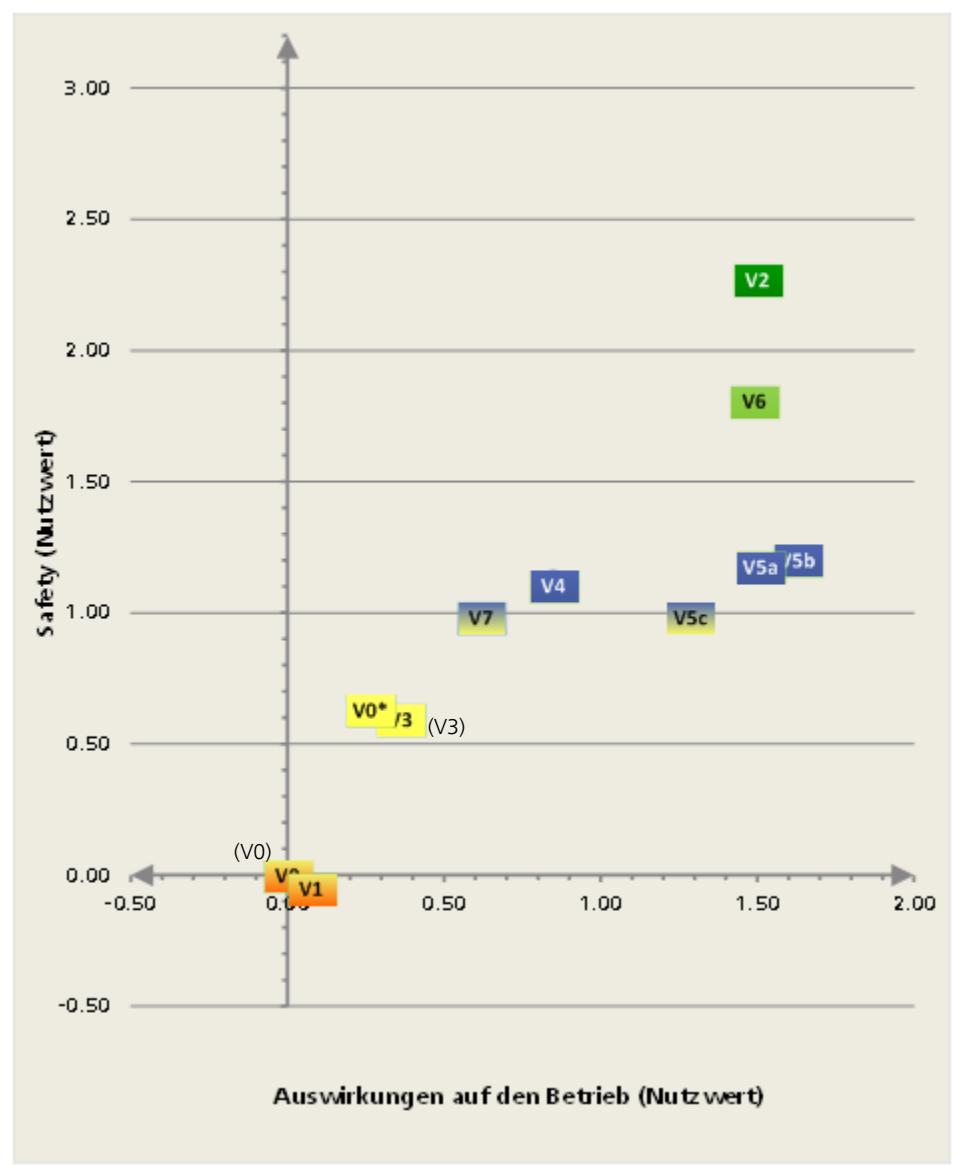
Süd straight ist kein generelles Mittel

Die Varianten 1 „Verspätungsabbau“ und 3 „Bise ohne Start 16 left“ zeigen im Gegenzug, dass der Einsatz von Südabflügen straight kein generelles Mittel darstellt, um die Sicherheit zu erhöhen. Sind Konzepte mit Südabflug straight nur sporadisch einsetzbar – und dies aufgrund von Kriterien, die jeweils eine Abwägung erfordern – so wird die Komplexität nicht reduziert und demzufolge die Sicherheit nicht erhöht.

Folgerungen aus einer Gesamtbetrachtung der Safety

Abbildung 1:
Übersicht zu den Folgerungen

Die betrachteten Flugbetriebsvarianten lassen sich anhand der erreichten Nutzwerte Safety und der charakteristischen Eigenschaften gruppieren, sodass folgende zusammenfassende Beurteilung entsteht:



Sicherheitsmarge

■ sehr hoch ■ hoch ■ mittel ■ gering ■ sehr gering

Varianten

V0 Aktueller Zustand

V0* Aktueller Zustand mit Massnahmen

V1 Verspätungsabbau

V2 Südabflug straight generell ohne Start 28

V3 Bise ohne Start 16 left

V4 Bise ohne Start 16 left und 10

V5a Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight ohne Short right

V5b Mittagsstartwelle Südabflug straight mit Short right ohne Start 28

V5c Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight mit Short right

V6 Süd straight generell mit Start 28

V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept

Unterschied zu SÜFZ

Auch wenn das Diagramm in gleicher Darstellungsform in der SÜFZ erscheint, sind die vorliegenden Nutzwerte Safety nicht direkt mit denjenigen

der SÜFZ vergleichbar. Dies ist eine Folge der unterschiedlichen Aufgabenstellung und der dadurch erforderlichen Anpassung der Beurteilungsmethodik.

Einschätzung der Sicherheitsmarge

Als Mass für die Einschätzung des erreichten Sicherheitsniveaus wird die Sicherheitsmarge gewählt:

- Die Varianten V0 und V1 ergeben keinen Sicherheitsgewinn. Insbesondere enthalten beide Varianten Flugbetriebskonzepte mit sehr geringer Sicherheitsmarge. Die Sicherheitsmarge dieser Flugbetriebsvarianten wird daher weiterhin als *gering bis sehr gering* eingestuft.
- Die Varianten V0* und V3 bewirken einen Sicherheitsgewinn. Da sie jedoch nach wie vor Konzepte mit geringer oder sehr geringer Sicherheitsmarge³⁾ enthalten, wird die Sicherheitsmarge insgesamt als *gering* eingestuft.
- Die Varianten V5c und V7 bewirken einen weiteren Sicherheitsgewinn gegenüber V0* und V3. Da sie aber komplexe Wechsel in der Mittagsstartwelle aufweisen bzw. generell das Zusammenwirken der Konzepte nicht optimal ist (V7), wird die Sicherheitsmarge lediglich als *gering bis mittel* eingestuft.
- Die Varianten V4, V5a und V5b enthalten ausschliesslich Flugbetriebskonzepte mit mittlerer bis hoher Sicherheitsmarge, sodass auch die Flugbetriebsvarianten insgesamt mit einer *mittleren Sicherheitsmarge* eingestuft werden. Insbesondere V4 ergibt zudem ein günstiges Zusammenwirken der Konzepte.
- Die Variante V6 hebt sich von den Varianten V4, V5a und V5b nochmals deutlich ab. Die Variante basiert während Anwendung des Nordkonzepts (zwei Drittel der Betriebszeit) auf Konzepten mit sehr hoher Sicherheitsmarge. Auch sind nur wenige Konzeptwechsel notwendig, sodass die Sicherheitsmarge der Variante als *hoch* eingeschätzt wird.
- Die Variante V2 ergibt den klar höchsten Sicherheitsgewinn. Der Flugbetrieb ist weitgehend entflochten und die kritischen Konfliktpunkte am Boden und in der Luft entfallen. Die Sicherheitsmarge wird als *sehr hoch* eingeschätzt. Dies bedeutet, dass die in der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich als Top Hazard identifizierten Gefährdungen weitgehend mitigiert oder eliminiert sind.

Ergebnisse und Folgerung bezüglich Betrieb

Korrelation Safety / Betrieb

Die Beurteilung der Safety und der Auswirkungen auf den Betrieb weisen eine hohe Korrelation auf. Dies hängt einerseits damit zusammen, dass bei der Bildung von Konzepten und Varianten darauf geachtet wurde, dass die Kapazität erhalten bleibt. Andererseits wirkt sich die angestrebte und erreichte Reduktion der Komplexität des Flugbetriebs sowohl positiv auf die Safety als auch auf den Betrieb aus.

Gegensätzliche betriebliche Beurteilung

Die nähere Betrachtung der Auswirkungen auf den Betrieb zeigt jedoch eine durchwegs gegensätzliche Beurteilung bei den enthaltenen Aspekten

3) Ausgenommen ist das Flugbetriebskonzept N283234, das bei allen Varianten gleich vorkommt.

„Stabilität und Kapazität“ für den Flughafen sowie den „Auswirkungen auf Dritte“ (Luftwaffe). Während die meisten Varianten mit Südabflügen straight Vorteile bei der Stabilität und Kapazität ergeben, bedeuten sie meist deutliche Einschränkungen für den Flugbetrieb der Luftwaffe in Dübendorf und Emmen.

Empfehlungen bezüglich Safety

Fachliche Beurteilung als Entscheidungsgrundlage

Der vorliegende Bericht bildet eine Entscheidungsgrundlage für weitere Festlegungen im Rahmen des SIL-Prozesses. Der Bericht und die Empfehlungen enthalten keine Abwägungen, die über die rein fachliche Beurteilung hinausgehen. Diese sind im weiteren Entscheidungsprozess vorzunehmen.

Empfehlungen bezüglich Safety

Die Empfehlungen betreffen ausschliesslich den Aspekt Safety. Beim Aspekt Betrieb wird in den Ergebnissen und Folgerungen aufgezeigt, welche Auswirkungen die betrachteten Varianten haben. Eine Gesamtbeurteilung des Betriebs ist aus rein fachlicher Sicht jedoch nicht möglich, da sie eine politische Abwägung und Gewichtung erfordert (Kapazität, Stabilität des Flughafens versus Auswirkungen auf Dritte, konkret die Luftwaffe).

Ausgangspunkt SÜFZ

Die Sicherheitsüberprüfung des Flughafens Zürich kommt zum Schluss, dass Handlungsbedarf bei der Sicherheit des Flugbetriebs am Flughafen Zürich besteht. Der zentrale Einflussfaktor, welcher das Sicherheitsniveau in Zürich bestimmt, ist die heute hohe Komplexität des Flughafensystems .

Gemeinsame Empfehlung

Die beteiligten Fachleute von skyguide, FZAG, Swiss und Luftwaffe sprechen aus dem Blickwinkel der Sicherheit der Flugoperationen gemeinsam folgende Empfehlungen aus:

1 Voraussetzung

Die Realisierung der in der Variante V0* enthaltenen Massnahmen⁴⁾ bildet eine wesentliche Grundlage, um einen substanzialen Sicherheitsgewinn zu erzielen. Daher wird eine weitgehende Umsetzung der entsprechenden Massnahmen empfohlen.

2 Sicherheitsmarge
Flugbetriebskonzepte

Flugbetriebskonzepte, die eine sehr geringe Sicherheitsmarge aufweisen, sollten nicht mehr zu Anwendung kommen. Varianten, welche entsprechende Konzepte enthalten, werden daher nicht empfohlen.

3 Sicherheitsmarge
Flugbetriebsvarianten

Von der Feststellung ausgehend, dass bezüglich der Sicherheit Handlungsbedarf besteht, ist die Realisierung von Flugbetriebsvarianten anzustreben, deren Sicherheitsmarge *mindestens als mittel* eingestuft wird. Darunter fallen die Varianten V4, V5a, V5b, V6 und V2.

4) Pistenverlängerung 28, Pistenverlängerung 32 (inkl. reduzierte Minimumshöhe für Starts auf Piste 32), Umrollung Piste 28, -Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept), SIL-Routen (Entflechtung und Doppelrouten), Einführen der RNAV-Transitionen, Permanente Verfügbarkeit des Luftraumes im Süden

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
1.1	Ausgangslage	2
1.2	Auftrag und Zielsetzung	2
1.3	Beteiligte und Vorgehen.....	3
2	Systemabgrenzung.....	5
3	Zu beurteilende Varianten	6
3.1	Variantenspektrum.....	6
3.2	Bestandteile der Varianten.....	10
3.3	Berücksichtige Massnahmen.....	12
4	Methodik.....	13
4.1	Überblick	13
4.2	Beurteilung der Konzepte (Aspekt Safety)	13
4.3	Beurteilung des Zusammenwirkens der Konzepte (Aspekt Safety)	14
4.4	Beurteilung der Varianten, Nutzwert Safety.....	15
4.5	Beurteilung der Varianten, Nutzwert Betrieb	16
5	Ergebnisse	18
5.1	Ergebnisse im Überblick.....	18
5.2	Kommentare zu den Resultaten.....	21
6	Folgerungen und Empfehlungen.....	24
6.1	Folgerungen	24
6.2	Empfehlungen	27

Anhänge

A1	Flugbetriebskonzepte	28
A2	Beurteilung Flugbetriebskonzepte	42
A3	Beurteilung Zusammenwirken	49
A4	Beurteilung Betrieb	52
A5	Beurteilung Varianten.....	55
A6	Sensitivität	57

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Sicherheitsüberprüfung
Flughafen Zürich

Handlungsbedarf besteht

Vertiefte Abklärungen

Mögliche Konzepte für
Südabflüge geradeaus

Flugbetriebsvarianten mit
Südabflügen straight

Entscheidungsgrundlage
schaffen

Im Jahr 2012 wurde eine Überprüfung der Sicherheit der Flugoperationen am Flughafen Zürich durchgeführt. Der zugehörige Bericht⁵⁾ der beteiligten Fachleute geht auf die relevanten Gefährdungen ein und prüft und beurteilt zahlreiche Massnahmen zur Erhöhung der Sicherheit.

Die beteiligten Fachleute kommen zum Schluss, dass unbestrittenemassen Handlungsbedarf bezüglich einer Erhöhung der Sicherheit besteht. Die Aussage wird gestützt durch Berichte der Schweizerischen Unfalluntersuchungsstelle (SUST) mit deren Empfehlungen, die aufgrund von Vorfällen erstellt wurden.

In der Folge wurden verschiedene Massnahmen aufgegriffen. Einzelne konnten bereits umgesetzt werden. Weitere bedürfen einer vertieften Abklärung. Dazu gehören insbesondere die im vorliegenden Bericht behandelten Möglichkeiten von geradeaus geführten Südabflügen über die Piste 16.

Gestützt auf den Auftrag des Bundesamtes für Zivilluftfahrt (BAZL) hat eine Arbeitsgruppe mit Vertretern von skyguide, Luftwaffe, Swiss und FZAG zwischen März und Juni 2013 untersucht, wie Abflüge nach Süden geradeaus gestaltet werden könnten. Als Ergebnis wurden vier Konzepte mit Südabflügen straight entworfen.

Auf dieser Grundlage wurden im SIL-Prozess unter Leitung des BAZL Flugbetriebsvarianten erarbeitet, die in einem weiteren Schritt bezüglich Sicherheit, Kapazität, Auswirkungen auf die Luftwaffe und Lärmauswirkungen zu untersuchen sind. Der vorliegende Bericht geht auf die Beurteilung der Sicherheit und des Betriebs dieser Flugbetriebsvarianten ein.

Ziel ist es, zuhanden des UVEK eine fachliche Grundlage für die Interessenabwägung zu schaffen, inwiefern Flugbetriebsvarianten mit Südabflügen straight in die weitere Entwicklung des SIL aufgenommen werden sollen.

1.2 Auftrag und Zielsetzung

Sicherheit und Betrieb

Vorgehen

Die im SIL unter der Leitung des BAZL festgelegten Flugbetriebsvarianten sind bezüglich der Kriterien Sicherheit und Auswirkung auf den Betrieb zu beurteilen.

Die Beurteilung soll an den methodischen Ansatz der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich (SÜFZ) anknüpfen und in der gleichen Art und Weise erarbeitet werden.

5) Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich, 14. Dezember 2012

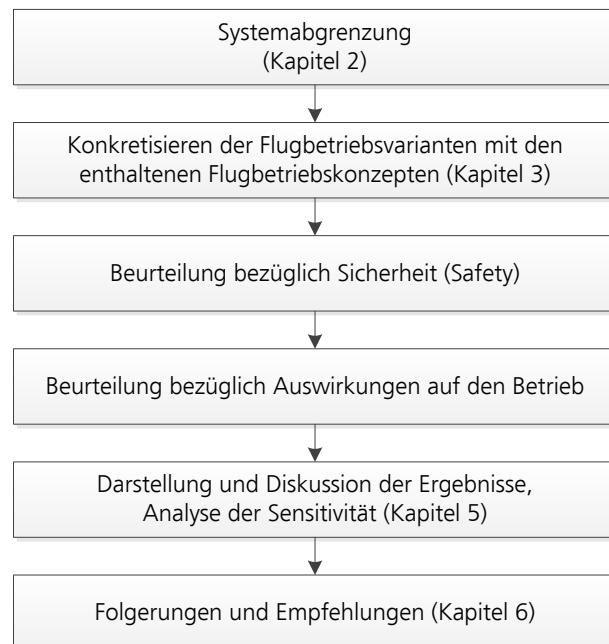
Wichtige Beteiligte mit einbeziehen	Die wichtigsten am Flugbetrieb beteiligten Organisationen sind in die Beurteilung mit einzubeziehen. Dies betrifft die Flugsicherung, den Flughafen Zürich, die Luftwaffe und die Swiss als Vertreter der Fluggesellschaften (Air Operator).
Fachliche Sicht	Die Beurteilung soll die fachliche Sicht der Sicherheit und des Betriebs beinhalten. Für den Sicherheitsaspekt soll eine Empfehlung gemacht werden, welche Varianten vorzuziehen sind..
Keine Güterabwägung mit weiteren Ansprüchen	Wie bei der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich geht es um 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 Be trachtung.

1.3 Beteiligte und Vorgehen

Vorgegebene Grundlagen	Die vorliegende Beurteilung der Flugbetriebsvarianten stützt sich auf verschiedene Vorarbeiten:
	<ul style="list-style-type: none"> – Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich (SÜFZ, 2012): Beurteilung und Empfehlung verschiedener Sicherheitsmaßnahmen. – Flugbetriebskonzepte Zürich Option Süd straight: Entwicklung möglicher Flugbetriebskonzepte mit einem Südabflug straight sowie deren Beurteilung durch die Flugsicherung (Skyguide, 2013).
Am Prozess Beteiligte	An der Beurteilung der Flugbetriebsvarianten beteiligt sind Fachleute von skyguide, Swiss International Airlines als Vertreter der Air Operators, des Flughafens Zürich sowie der Luftwaffe. Der Beurteilungsprozess wurde durch das BAZL und den Civil Aviation Safety Officer (CASO) begleitet.

Die Bearbeitung umfasst folgende Hauptschritte:

Vorgehen, Hauptschritte



Beurteilungsmethodik

Die Beurteilungsmethodik ist in Kapitel 4 beschrieben. Auftragsgemäss orientiert sie sich stark an der Vorgehensweise der SÜFZ und wurde für die vorliegende Fragestellung weiterentwickelt und angepasst.

Bearbeitung in Workshops

Methodik und Inhalte wurden zwischen November 2013 und März 2014 durch die Fachleute in sieben halb- oder ganztägigen Workshops sowie weiteren Projektsitzungen erarbeitet:

- Workshop 1: Betrachtetes System, Flugbetriebskonzepte, Konkretisieren der Flugbetriebsvarianten
- Workshop 2: Beurteilungsmethodik
- Workshop 3: Beurteilung der Flugbetriebskonzepte (Sicherheit)
- Workshop 4: Beurteilung der Flugbetriebskonzepte (Sicherheit)
- Workshop 5: Beurteilung des Zusammenwirkens der Konzepte (Safety)
- Workshop 6: Beurteilung Betrieb, Sensitivität der Ergebnisse
- Workshop 7: Review und Folgerungen

2 Systemabgrenzung

Sicherheit und Auswirkungen
auf den Flugbetrieb

Die Beurteilung der Flugbetriebsvarianten umfasst die Aspekte Sicherheit sowie die Auswirkungen auf den Flugbetrieb. Nicht betrachtet werden Risiken für Dritte (Third Party Risk) und der Lärmaspekt, der separat analysiert und beurteilt wird.

Abgrenzung am Boden
und in der Luft

Berücksichtigt werden die Flugoperationen am Boden und in der Luft innerhalb der Terminal Control Area (TMA) des Flughafens Zürich. Haben Massnahmen betriebliche Auswirkungen auch ausserhalb der TMA, so werden diese ebenfalls mit berücksichtigt (Auswirkungen auf Flugoperationen von Dritten).

3 Zu beurteilende Varianten

3.1 Variantenspektrum

Festlegung der Varianten

Die zu beurteilenden Flugbetriebsvarianten mit Südabflügen straight sind im SIL-Prozess unter der Leitung des BAZL festgelegt worden.

Sicherheitsüberlegungen als Ausgangspunkt

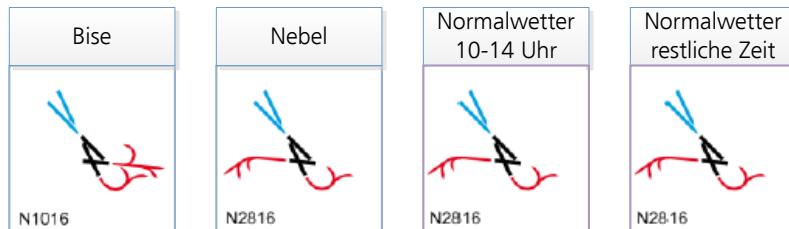
Die Varianten setzen sich aus Flugbetriebskonzepten zusammen. Bei der Bildung der Varianten stand das Ziel im Vordergrund, eine breite Auswahl an Flugbetriebsvarianten mit unterschiedlichem Anteil an Südabflügen straight zu erhalten.

Die konkrete Festlegung ging von Überlegungen zur Sicherheitsmarge der zur Verfügung stehenden Flugbetriebskonzepte aus. Neben einer minimalen (Variante 1) und einer maximalen Variante (Variante 2) bezüglich der Südabflüge straight entstanden weitere Varianten (Varianten 3 bis 6), die sich in den Sicherheitsmargen der enthaltenen Flugbetriebskonzepte unterscheiden. In Ergänzung dazu wird die Variante 7 betrachtet, die sich verstärkt auf das Ostkonzept stützt.

Die Varianten 0 und 0* dienen als Referenz für die Beurteilung und enthalten keine Südabflüge straight.

Variante 0 „Aktueller Zustand“

Die Variante beschreibt den heutigen Zustand bezüglich Infrastruktur und Betrieb. Dabei kommen folgende Flugbetriebskonzepte zur Anwendung:



Die Wochentage Montag bis Freitag sowie Wochenende und Feiertage sind zu unterscheiden.

Montag bis Freitag

06.00 – 07.00 Südflugkonzept (Landungen von Süden, Starts nach Norden; bei ungenügenden Wetterbedingungen Nordkonzept)

07.00 – 21.00 Nordanflugkonzept (Landungen von Norden, Starts nach Westen und Süden mit Linksdrehung)

21.00 – 23.30 Ostanflugkonzept (Landungen von Osten, Starts nach Norden; bei ungenügenden Wetterbedingungen Südflugkonzept)

Samstag und Sonntag sowie Feiertage in Baden-Württemberg

06.00 – 09.00 Südflugkonzept, ab 07.00 auch Starts nach Westen

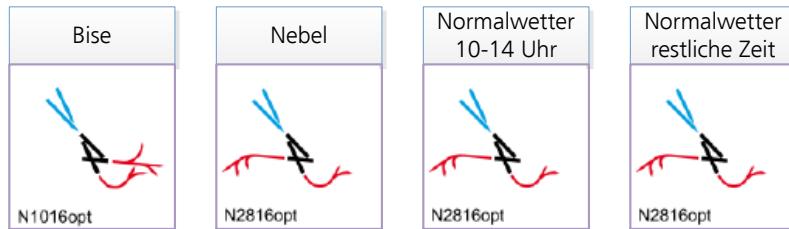
09.00 – 20.00 Nordanflugkonzept

20.00 – 23.30 Ostanflugkonzept, bis 21.00 auch Starts nach Westen

Bei starkem Westwind wird generell von Osten angeflogen und nach Norden gestartet, bei Bise wird von Norden gelandet, jedoch nach Osten und Süden (mit Linksdrehung) gestartet.

Variante 0* „Aktueller Zustand mit Massnahmen“

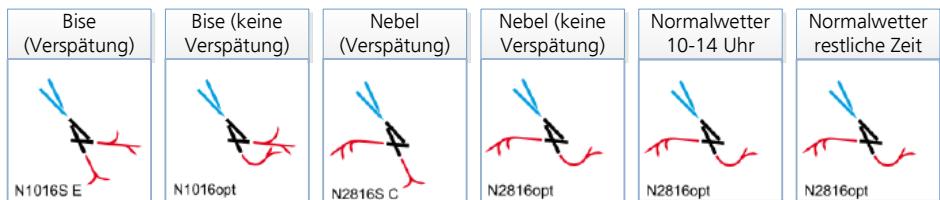
Der Betrieb entspricht dem aktuellen Zustand. Die Variante enthält jedoch Massnahmen, die im SIL-Objektblatt vom 26.06.2013 vorgesehen und in den zu prüfenden Varianten des Südabflugs straight ebenfalls enthalten sind. Die enthaltenen Massnahmen sind in Kapitel 3.2 aufgeführt. Variante 0* enthält keine Südabflüge straight.



Variante 1 „Verspätungsabbau“

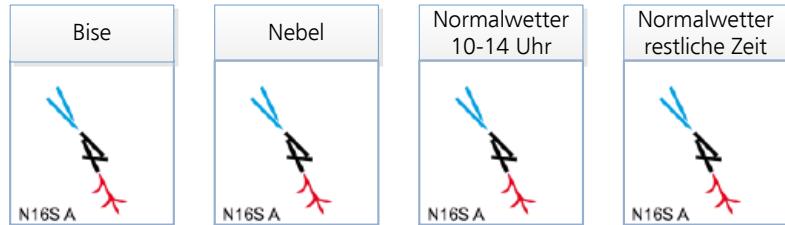
In der ersten SIL-Etappe (SIL 1) vorgesehener Betrieb, grundsätzlich wie Variante 0 mit nachfolgenden Abweichungen:

- Infrastrukturseitig werden Schnellabrollwege, eine Umrollung von Piste 28 im Osten sowie die Verlängerung der Pisten 28 und 32 berücksichtigt.
- Zusätzlich sind (in sehr geringem Umfang) Abflüge nach Süden geradeaus bei Bise oder Nebel zum Verspätungsabbau vorgesehen.



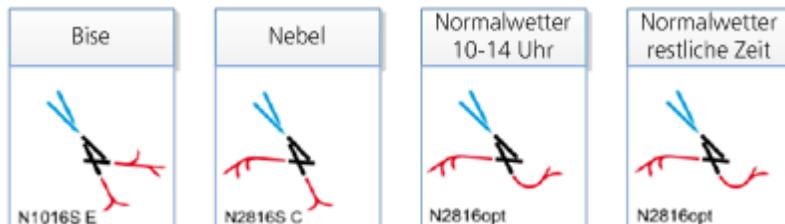
Variante 2 „Südabflug straight generell ohne Start 28“

Alle Abflüge erfolgen beim Nordkonzept nach Süden geradeaus. Piste 28 wird beim Nordkonzept nicht genutzt (max. Zahl von Südabflügen geradeaus).



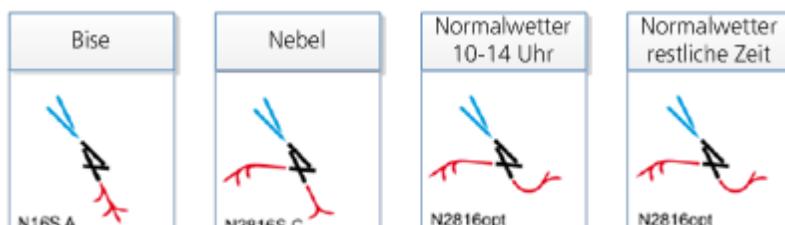
Variante 3 „Bise ohne Start 16 left“

Zusätzlich zum Betrieb gemäss Variante 1 finden Südabflüge geradeaus bei Bise oder Nebel *immer und nicht nur bei Verspätung* Verwendung. Hauptstartpiste ist die Piste 10/28.



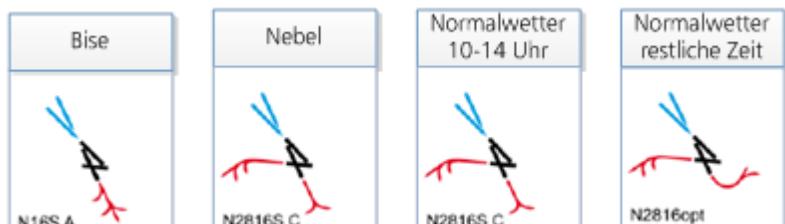
Variante 4 „Bise ohne Start 16 left und 10“

Zusätzlich zum Betrieb gemäss Variante 3 wird bei Bise Piste 10 geschlossen, um Kreuzungspunkte am Boden und in der Luft zu eliminieren. Bei Bise erfolgen somit alle Abflüge nach Süden geradeaus.

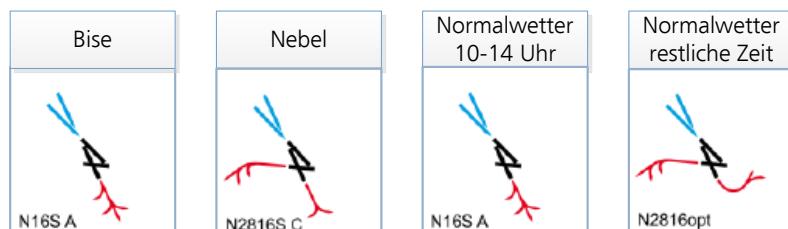


Variante 5a „Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight ohne Short right“

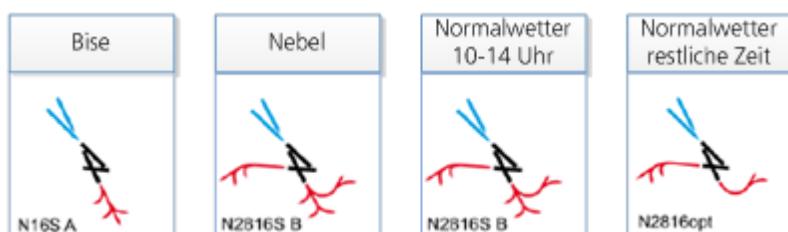
Zusätzlich zu Variante 4 wird nicht nur bei Nebel oder Bise, sondern auch in der Spitzenzzeit am Mittag (10 bis 14 Uhr) nach Süden geradeaus gestartet.



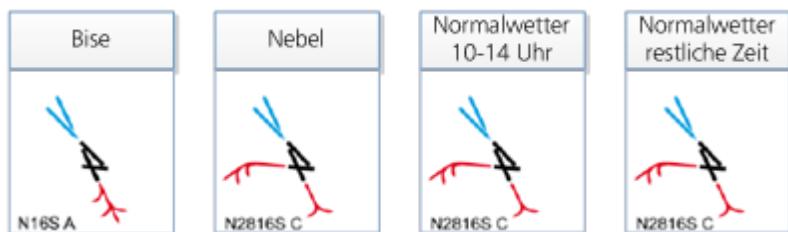
Variante 5b „Mittagsstartwelle Südabflug straight mit Short right ohne Start 28“
 Eliminierung gekreuzter Startpisten in der Mittagsspitze. Damit werden während der Spitzenzeit am Mittag alle Starts geradeaus nach Süden geführt.



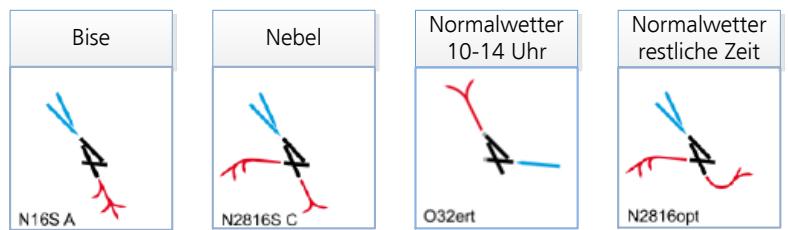
Variante 5c „Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight mit Short right“
 Wie 5a, jedoch unter Verwendung des Short right. Damit werden während der Spitzenzeit am Mittag rund 90% der Starts auf Piste 16 mit einer frühen Rechtskurve abgewickelt.



Variante 6 „Süd straight generell mit Start 28“
 Die Piste 28 trägt die überwiegende Zahl der Abflüge. Alle Starts 16 werden wie in Variante V2 geradeaus (straight) geführt.



Variante 7 „Mittagsstartwelle Ostkonzept“
 Während der Mittagsstartwelle wird das Ostkonzept eingesetzt. Der Südabflug geradeaus wird bei Bise verwendet.



3.2 Bestandteile der Varianten

Varianten bestehen aus Konzepten

Zeitliche Anteile der Flugbetriebskonzepte

Die beschriebenen Varianten setzen sich aus unterschiedlichen Flugbetriebskonzepten so zusammen, dass ein Betrieb über den ganzen Tag und bei allen Wetterbedingungen möglich ist.

Die in den Flugbetriebsvarianten enthaltenen Flugbetriebskonzepte sind in Tabelle 1 mit dem jeweiligen zeitlichen Anteil aufgeführt, mit dem ein Flugbetriebskonzept zum Einsatz kommt. Der zeitliche Anteil ergibt sich aus den Sperrzeiten und den Wetterbedingungen. Die angegebene %-Zahl gibt den zeitlichen Anteil an, bei dem das Konzept zur Anwendung gelangt. Dieser ist *nicht* identisch mit dem Anteil der Flugbewegungen innerhalb der jeweiligen Zeitfenster.

Tabelle 1:
Zusammensetzung der Flugbetriebsvarianten und zeitliche Anteile

Varianten	Mögliche Flugbetriebskonzepte												
	S3228	S32opt	N2816	N2816opt	N2816S B	N2816S C	N1016	N1016opt	N1016S E	N16S A	O3234	O32ert	N283234
V0	9%		71%				4%				15%		1%
V0*		9%		64%				4%				22%	1%
V1		9%		62%		2%		2%	2%			22%	1%
V2		9%								68%		22%	1%
V3		9%		60%		4%			4%			22%	1%
V4		9%		60%		4%				4%		22%	1%
V5a		9%		42%		22%				4%		22%	1%
V5b		9%		42%		3%				23%		22%	1%
V5c		9%		42%	22%					4%		22%	1%
V6		9%				64%				4%		22%	1%
V7		9%		42%		5%				4%		39%	1%

Erläuterung zu
Tabelle 1

In den Konzeptbezeichnungen sind folgende Informationen enthalten:

- Die vorangestellten Grossbuchstaben S, N und O bezeichnen die Grundrichtung für den Anflug (aus Süd, Nord, Ost)
- Angabe der genutzten Startpisten
- Die Ergänzung „opt“ bezieht sich auf Konzeptoptimierungen, die sich aus Routen- bzw. Verfahrensanpassungen ergeben
- Konzepte mit „16S“ enthalten Südabflüge straight. Die Grossbuchstaben A, B, C und E am Ende der Konzeptbezeichnung bezeichnen entsprechende Subvarianten
- Die Ergänzung „ert“ bezieht sich auf die Verlängerung der Pisten 28 und 32 sowie die Umrollung der Piste 28

Hinweis zu N283234 Die Anwendung des Konzepts N283234 ist unter bestimmten, selten auftretenden Wetterbedingungen spät abends für Abflüge in geringer Zahl notwendig. Dabei entsteht ein gegenläufiger Verkehr von An- und Abflügen. Dies betrifft alle Flugbetriebsvarianten gleichermaßen.

Beurteilung durch Flugsicherung Die Flugbetriebskonzepte wurden bereits vorgängig durch die Flugsicherung beurteilt und im Rahmen der Expertengruppe verifiziert (Tabelle 2).

Tabelle 2:
Einschätzung der Sicherheitsmarge durch die Flugsicherung

	S3228	S32opt	N2816	N2816opt	N2816S B	N2816S C	N1016	N1016opt	N1016S E	N16S A	O3234	O32ert	N283234
Sicherheitsmarge	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Erläuterung

- Sehr hohe Sicherheitsmarge
- Hohe Sicherheitsmarge
- Mittlere Sicherheitsmarge
- Geringe Sicherheitsmarge
- Sehr geringe Sicherheitsmarge

Darstellungen im Anhang

Die detaillierte Beschreibung der Konzepte mit Routendarstellung findet sich in Anhang A1.

3.3 Berücksichtigte Massnahmen

Weitere Massnahmen

Mit Ausnahme der aktuell zur Anwendung gelangenden Flugbetriebskonzepte (S3228, N2816, N1016, O3234) wurden bei den Konzepten nachfolgende, im Rahmen der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich empfohlene Massnahmen als umgesetzt angenommen und in der Sicherheitsbeurteilung der Konzepte berücksichtigt. Diese Massnahmen sind im SIL-Objektblatt vom 26.06.2013 vorgesehen und teilweise mit dem Gesuch zur Änderung des Betriebsreglements vom 25.10.2013 bereits zur Umsetzung beantragt.

Tabelle 3:
Bei der Beurteilung
berücksichtigte Massnahmen

Nº ⁶⁾	Kurzbezeichnung
M1	Pistenverlängerung 28. Damit können grundsätzlich alle Flugzeuge auf der Piste landen.
M2	Pistenverlängerung 32. Damit kann die Mehrheit der nach Norden vorgesehenen Abflüge auf Piste 32 erfolgen und ein leistungsbedingter Wechsel auf Piste 34 ist nicht notwendig (betrifft einzelne Flugzeugtypen).
M3	Umrollung Piste 28 mit dem Ziel, die Zahl der Pistenquerungen zu reduzieren (eigener Top Hazard).
M14	Reduzierte Minimumhöhe für Starts auf Piste 32. Minimumhöhe analog Piste 34.
M16	FL80-Regel abschaffen. Die Standard Instrumenten Departure muss nicht bis FL80 eingehalten werden.
M17	Entflechtung des Ostkonzepts. Die Entflechtung erfolgt gemäss Gesuch zur Änderung des Betriebsreglements vom 25.10.2013.
M18	SIL-Routen (bessere Entflechtung und teilweise Einführung von Doppelrouten).
M20	Einführen der RNAV-Transitionen (standardisierte Anflugroute mit zahlreichen Wegpunkten, die vom Initial Approach Fix zum Instrumentenlandesystem führen).
M21	Permanente Verfügbarkeit des Luftraumes im Süden (bildet eine Voraussetzung für Südabflüge straight und Südlandflüge).

Bereits realisierte Massnahmen

Darüber hinaus sind ein Slot-System für VFR-Helikopter sowie die Verlegung der Navigations-Kalibrationsflüge in die Nacht bereits eingeführt worden (Massnahmen M28 und M30 gemäss SÜFZ, 2012). Diese beiden Massnahmen sind daher auch in der Variante V0 enthalten.

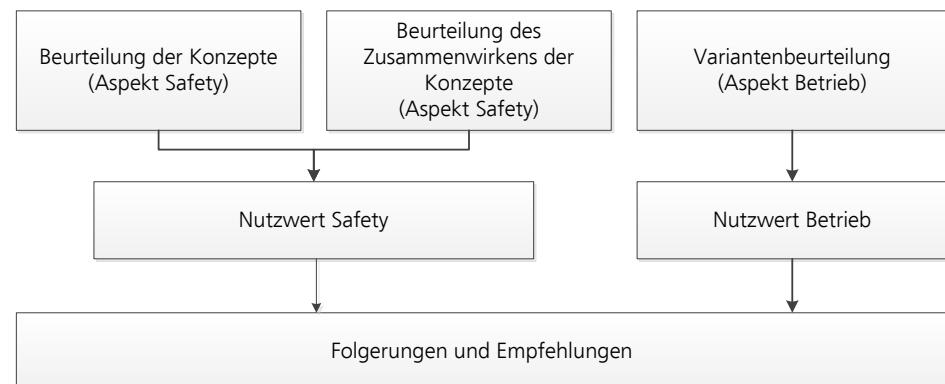
6) Nummerierung gemäss SÜFZ

4 Methodik

4.1 Überblick

Beurteilte Elemente	Die Beurteilung der Expertengruppe umfasst die Sicherheit der einzelnen Konzepte, die Sicherheit der Varianten (Zusammenwirken der Konzepte in einer Variante) sowie die Auswirkungen der Varianten auf den Betrieb und auf die Operationen der Luftwaffe.
Nutzwerte und Argumentation	Für den übersichtlichen Vergleich der Varianten werden Nutzwerte gebildet. Darüber hinaus basieren die Folgerungen und Empfehlungen auf weiteren qualitativen Argumenten.

Abbildung 2:
Beurteilungsschritte



4.2 Beurteilung der Konzepte (Aspekt Safety)

Sicherheitsmarge bei den Top Hazards	Die Beurteilung der Flugbetriebskonzepte erfolgt anhand der massgebenden Top Hazards, die im Rahmen der SÜFZ identifiziert wurden. Dazu wird eingeschätzt, wie die Flugbetriebskonzepte die Top Hazards beeinflussen bzw. welche Sicherheitsmargen hinsichtlich der einzelnen Top Hazards bei Anwendung der Konzepte resultieren.
Aktueller Betrieb als Referenz	Die Sicherheitsmarge der aktuell genutzten Flugbetriebskonzepte wird in Bezug auf die massgebenden Top Hazards insgesamt als gering eingeschätzt. Diese Einschätzung bildet den Ausgangspunkt für die vergleichende Einschätzung der Sicherheitsmarge der zu beurteilenden Flugbetriebskonzepte.
Bandbreite der Sicherheitsmarge	Die Bandbreite der Sicherheitsmarge umfasst 5 Stufen und reicht von sehr gering bis sehr hoch. Die Sicherheitsmarge wird bei einem Top Hazard als sehr hoch eingeschätzt, wenn dieser vollständig mitigiert ist oder beim entsprechenden Konzept gar nicht auftritt.

Top Hazards	<p>Die Sicherheitsmarge wird bei den folgenden Top Hazards eingeschätzt:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Komplexität: geringe Fehlertoleranz aufgrund hoher operationeller Komplexität. Die Komplexität des Flugbetriebes bildet einen zentralen Aspekt, der in der Beurteilung ein hohes Gewicht aufweist. – Pistenkreuz: gleichzeitiger Betrieb der sich kreuzenden Pisten 16/34 und 10/28. – Konfliktpunkte in der Luft zwischen An- und Abflugrouten sowie Abflugrouten untereinander. – SEPAZ⁷⁾: Konfliktpunkte in der Luft zwischen den Abflug- und Durchstartrouten. – Pistenkreuzungen: Kreuzungen der Piste 10/28 auf Rollwegen, währenddem die Piste für Starts oder Landungen in Betrieb ist. – Landung Piste 14: Betrieb bei Seiten- oder Rückenwind mit der Gefahr, dass Flugzeuge seitlich oder am Ende von der Piste abkommen. – Beschränkte Pistenlänge 28: Überschiessen des Pistenendes bei Start oder Landung. – Übrige Hazards: bei einzelnen Konzepten allenfalls zu berücksichtigende Gefahren (speziell günstige oder ungünstige Einflüsse). <p>Weitere im Rahmen der SÜFZ identifizierte Top Hazards sind für die Beurteilung der Flugbetriebskonzepte nicht relevant oder sind bei Beurteilung der Flugbetriebsvarianten enthalten.</p>
Beurteilung durch Flugsicherung sowie Expertengruppe	<p>Die Flugbetriebskonzepte sind durch die Flugsicherung bereits vorgängig beurteilt worden (siehe Kapitel 3.2). Die Ergebnisse dieser Beurteilung bilden eine Grundlage für die hier durchgeführte abschliessende Beurteilung mit den beteiligten Fachleuten.</p>

4.3 Beurteilung des Zusammenwirkens der Konzepte (Aspekt Safety)

Zusammenwirken der Flugbetriebskonzepte

Die Beurteilung der Flugbetriebskonzepte (Kapitel 4.2) geht lediglich auf die Sicherheitsmarge eines einzelnen Konzepts ein. Es wird nicht beachtet, wie lange oder wie oft das jeweilige Konzept zur Anwendung kommt. Ebenso wird nicht betrachtet, welche Konzepte allenfalls vorausgehen bzw. anschliessend folgen. Daher wird neben den einzelnen Konzepten und deren zeitlichen Anteilen am gesamten Flugbetrieb auch das Zusammenwirken der Konzepte innerhalb der Flugbetriebsvarianten beurteilt. Dabei spielen die erwartete Häufigkeit und Komplexität von Konzeptwechseln sowie besonders ungünstige Eigenschaften von enthaltenen Konzepten eine wesentliche Rolle.

7) SEPAration Airport Zurich

Ziele für Varianten	Die Beurteilung orientiert sich an folgenden Zielen, die eine Variante aus Sicherheitsüberlegungen idealerweise erfüllen sollte:
„Möglichst wenige Flugbetriebskonzepte“	Die Zahl der geplanten Konzepte und der selten genutzten Konzepte in einer Variante sollte klein sein. Dies ermöglicht eine gute Beherrschung der Konzepte durch die Flugsicherung. Dies ergibt folgende Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> – <i>Kriterium I: Anzahl der Konzepte</i> – <i>Kriterium II: Anzahl der selten genutzten Konzepte (Anteil <5%)</i>
„Ausreichend gute Flugbetriebskonzepte“	Die Varianten sollten möglichst wenige Konzepte mit einer geringen oder sehr geringen Sicherheitsmarge enthalten. Da die entsprechenden Konzepte oft auch selten genutzt werden, bilden sie eine Schwachstelle in den Varianten. Dies ergibt folgendes Kriterium: <ul style="list-style-type: none"> – <i>Kriterium III: Anzahl der Konzepte mit Sicherheitsmarge gering (einfach gezählt) oder sehr gering (dreifach gezählt)</i>
„Möglichst wenige Konzeptwechsel“	Konzeptwechsel bilden einen Bruch im laufenden Betrieb und enthalten per se ein Gefahrenpotenzial. Die Zahl der geplanten und ungeplanten Konzeptwechsel (Wetter) sollte daher möglichst klein sein. Dies ergibt folgende Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> – <i>Kriterium IV: Anzahl der geplanten Konzeptwechsel</i> – <i>Kriterium V: Anzahl der ungeplanten Konzeptwechsel</i>
„Möglichst einfache Konzeptwechsel“	Wenn aufeinander folgende Konzepte möglichst ähnliche Verkehrsströme (keine komplette Umstellung der An- oder Abflugrichtungen) und Kapazitäten aufweisen, sind einfache Konzeptwechsel möglich. Die Einfachheit der Wechsel verhindert, dass ein Wechsel lange hinausgezögert wird, obwohl der Betrieb aus Sicherheitsperspektive nicht optimal ist. Dies ergibt folgendes Kriterium: <ul style="list-style-type: none"> – <i>Kriterium VI: Beurteilung der Komplexität der Konzeptwechsel</i>
Beurteilung der Zielerreichung anhand von Nutzwerten	Die Zielerreichung wird anhand von Nutzwerten mit einer Skala von -3 bis +3 ausgedrückt. Der aktuelle Zustand (Variante 0) bildet die Referenz (0 Punkte). Die Flugbetriebsvarianten werden folglich immer im Vergleich zum aktuellen Zustand bewertet. Die Vergabe eines Nutzwertes pro Aspekt erfolgt teilweise direkt abgeleitet aus den Eigenschaften einer Variante (beispielsweise der Zahl der geplanten Konzeptwechsel) oder als begründete Einschätzung durch die Expertengruppe.
4.4 Beurteilung der Varianten, Nutzwert Safety	
Ein Nutzwert Safety	Die Beurteilungselemente – individuelle Konzepte sowie Zusammenwirken der Konzepte – ergeben zusammen die Beurteilung der Varianten, die anhand eines Nutzwertes ausgedrückt wird.
Sicherheitsmarge und Nutzwert der individuellen Konzepte	Die individuellen Konzepte weisen eine Sicherheitsmarge auf. Anhand der Anteile dieser Konzepte innerhalb der Varianten (Tabelle 1) wird eine gewichtete mittlere Sicherheitsmarge einer Variante aufgrund der enthalte-

nen Konzepte bestimmt. Für die Darstellung der Ergebnisse wird diese anschliessend in einen Nutzwert transformiert.

Nutzwert für das Zusammenwirken der Konzepte

Gewichtung der beiden Beurteilungselemente

Das Zusammenwirken der Konzepte wird direkt in Form eines Nutzwertes beurteilt. Eine Transformation erübrigt sich.

Beim Zusammenzug der beiden Elemente – der Beurteilung der individuellen Konzepte sowie der Beurteilung des Zusammenwirkens der Konzepte – werden sie mit je 50% gewichtet, da ihr Einfluss auf das resultierende Sicherheitsniveau nach Einschätzung der beteiligten Fachleute in etwa gleich gross ist.

Der Einfluss dieser Gewichtung auf das Beurteilungsergebnis wird im Rahmen einer Sensitivitätsbetrachtung eingehend analysiert.

4.5 Beurteilung der Varianten, Nutzwert Betrieb

Entwicklung in Dübendorf

Beurteilung anhand von drei Zielen

Für die betriebliche Beurteilung wird für den Flugplatz Dübendorf von folgendem Entwicklungsszenario ausgegangen:

- Das Stationierungskonzept vom 25.11.2013 sieht vor, dass die Luftwaffe den Militärflugplatz Dübendorf künftig als Heliokopterbasis betreiben wird. Der Bundesrat hat zudem entschieden, den Flugplatz Dübendorf für eine Mischnutzung Zivil/Militär zu öffnen.
- Sollte künftig eine andere, weiter gehende aviatische Nutzung in Betracht gezogen werden, so ist die vorliegende Beurteilung anzupassen.
- Die operationellen Möglichkeiten zu einem künftigen parallelen Betrieb von Zürich und Dübendorf unter Berücksichtigung moderner Technologien bedürfen vertiefter Abklärungen.

Die Auswirkungen der Flugbetriebsvarianten auf den Betrieb werden anhand von drei Zielen beurteilt, welche die Varianten idealerweise erfüllen sollen:

- *Hohe Stabilität*: Ein stabiler Betrieb des Flughafensystems bedeutet, dass auch bei sich ändernden Bedingungen während des Tages, wie Wetter oder Verkehrsaufkommen, ein gleichbleibender Betrieb möglich ist (keine Wechsel der Betriebskonzepte, keine kurzfristigen Kapazitätsveränderungen).

Ein Konzeptwechsel und/oder ein ungünstiges anschliessendes Konzept können die Kapazität kurzfristig reduzieren. Dies führt zu einer Stausituation. Vorteilhaft ist, wenn zeit- oder wetterbedingt wenige Konzeptwechsel erforderlich sind und/oder jeweils anschliessende Konzepte mindestens eine gleiche oder ähnliche Kapazität aufweisen.

- *Hohe Kapazität*: Gemessen wird sie an der Kapazität der betrachteten Variante (insgesamt angebotene Kapazität).
- *Geringe Auswirkungen für Dritte*: Die Auswirkungen beziehen sich auf die Operationen von weiteren Luftraumnutzern innerhalb und ausserhalb der TMA. Dies betrifft vorwiegend die Luftwaffe (Flugplätze

Dübendorf und Emmen) sowie die private Fliegerei im Umfeld des Flughafens Zürich.

Beurteilung der Zielerreichung
anhand von Nutzwerten

Die Zielerreichung wird wie beim Aspekt Safety mit Nutzwerten pro Ziel ausgedrückt. Es handelt sich um eine begründete Einschätzung der Expertengruppe.

Nutzwert Betrieb

Ein Nutzwert Betrieb

Die drei Aspekte Stabilität, Kapazität und Auswirkungen Dritte werden zu einem Nutzwert Betrieb zusammengefasst. Die Gewichtung der drei Ziele beträgt in Anlehnung an die Gewichtung beim SÜFZ, 2012 für Stabilität 30%, Kapazität 50% und Auswirkungen Dritte 20%.

Der Einfluss dieser Gewichtung auf das Beurteilungsergebnis wird im Rahmen einer Sensitivitätsbetrachtung eingehend analysiert.

Folgerungen und Empfehlungen

Würdigung der Ergebnisse

Die Folgerungen werden aus Ergebnissen der Beurteilung der Sicherheit und der Auswirkungen auf den Betrieb abgeleitet. Die Empfehlungen beziehen sich ausschliesslich auf die Sicherheit.

5 Ergebnisse

5.1 Ergebnisse im Überblick

Darstellung in einem Diagramm

Die Einschätzung der Flugbetriebsvarianten bezüglich der beiden beurteilten Aspekte Safety und Betrieb lassen sich in einem Diagramm visualisieren (siehe Abbildung 3).

Vergleichbarkeit mit der SÜFZ

Auch wenn das Diagramm in gleicher Darstellungsform in der SÜFZ erscheint, sind die vorliegenden Nutzwerte Safety nicht direkt mit denjenigen der SÜFZ vergleichbar. Dies ist eine Folge der unterschiedlichen Aufgabenstellung und der dadurch erforderlichen Anpassung der Beurteilungsmethodik.

Achsen Safety und Betrieb

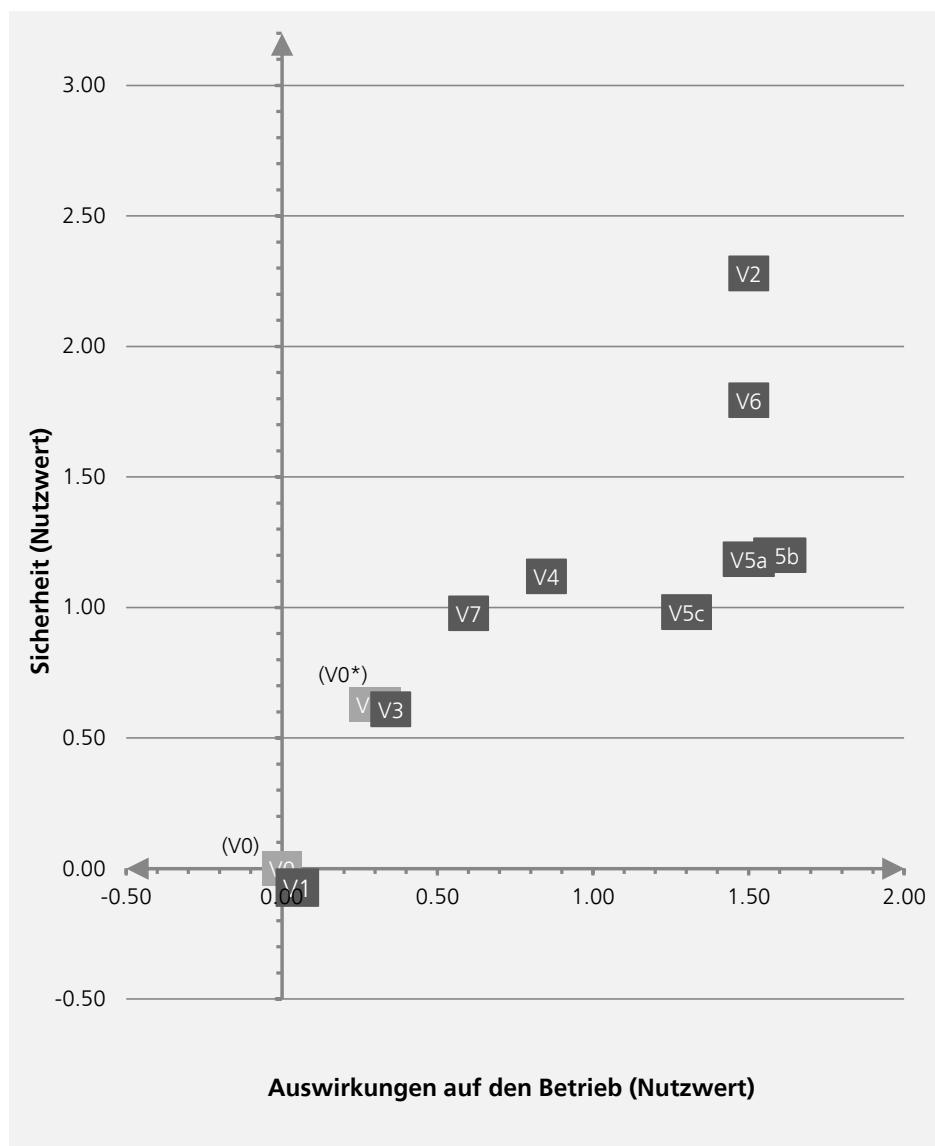
Die vertikale Achse in Abbildung 3 gibt den Nutzwert für die Safety, die horizontale Achse den Nutzwert für den Betrieb an. Die Auswirkungen auf den Betrieb umfassen den Betrieb des Flughafens (Stabilität, Kapazität) sowie Auswirkungen auf Dritte.

Ausgangspunkt: Heutige Infrastruktur und Betrieb

Den Ausgangspunkt der Beurteilung bildet die heutige Infrastruktur mit den aktuellen betrieblichen Konzepten (Variante 0).

Die Variante V0 dient als Referenz für die weiteren Varianten. Bezuglich Safety und Betrieb weist sie per Definition null Nutzwertpunkte auf. Dementsprechend liegt sie in der graphischen Darstellung im Schnittpunkt der beiden Achsen. Varianten, die insgesamt gegenüber dem aktuellen Zustand nur geringe Veränderungen ergeben, liegen nahe beim Schnittpunkt der beiden Achsen.

Abbildung 3:
Ergebnisse im Überblick



- V0 Aktueller Zustand
- V0* Aktueller Zustand mit Massnahmen
- V1 Verspätungsabbau
- V2 Südabflug straight generell ohne Start 28
- V3 Bise ohne Start 16 left
- V4 Bise ohne Start 16 left und 10

- V5a Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight ohne Short right
- V5b Mittagsstartwelle Südabflug straight mit Short right ohne Start 28
- V5c Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight mit Short right
- V6 Süd straight generell mit Start 28
- V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept

Hinweise zur Abbildung

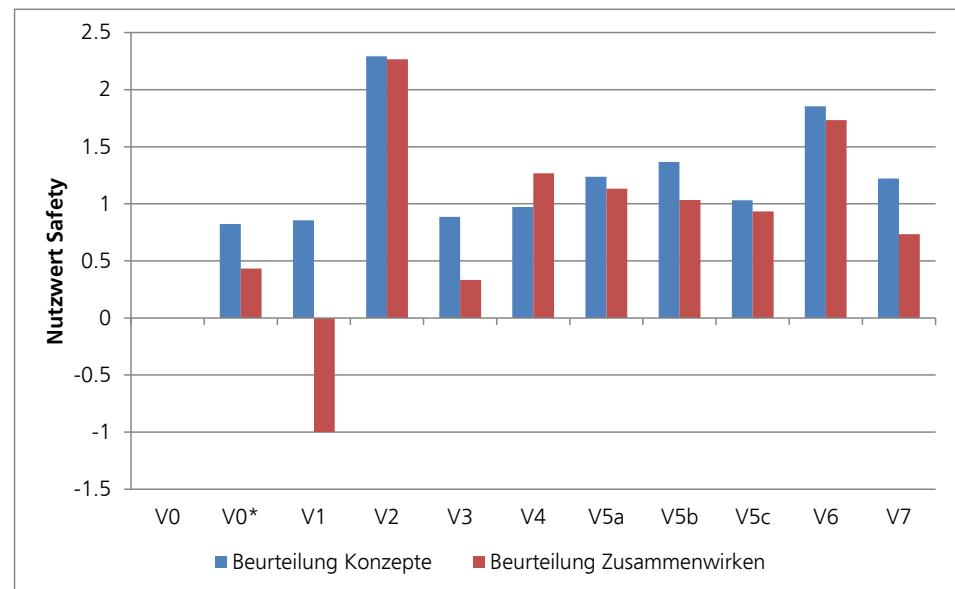
Die Skala der Nutzwerke Safety ist nicht linear und ergibt zwischen den Nutzwerten 0 und 3 einen Faktor von mindestens einer Größenordnung.

Die dunkel markierten Varianten enthalten Südabflüge straight in unterschiedlichem Umfang. Die hell markierten Varianten entsprechen dem aktuellen Zustand (V0) sowie dem aktuellen Zustand unter Berücksichtigung weiterer Massnahmen gemäss Tabelle 3 (V0*). Diese Massnahmen sind

ebenfalls in den Varianten V1 bis V7 enthalten, sodass die eigentliche Wirkung der Südabflüge straight durch den Vergleich mit V0* ersichtlich ist.

Die Nutzwerte Safety setzen sich zu gleichen Teilen zusammen aus den beiden Elementen „Beurteilung Konzepte“ und „Zusammenwirken Konzepte“ (Abbildung 4).

Abbildung 4: Differenzierte Betrachtung Nutzwert Safety



Interpretation

Aus Abbildung 4 können folgende Schlüsse gezogen werden:

- Die ungünstige Beurteilung der Variante V1 (Verspätungsabbau) resultiert aus dem unbefriedigenden Zusammenwirken der Konzepte innerhalb der Variante. Dieses wird gegenüber V0 (Aktuell) sogar als ungünstiger beurteilt.
- Auch die Varianten V0*, V3 (Bise ohne Start 16 left) und V7 (Mittagsstartwelle Ostkonzept) weisen beim Zusammenwirken der Konzepte Schwächen auf.
- Bei Variante V4 (Bise ohne Start 16 left und 10) hebt sich die Beurteilung der enthaltenen Konzepte nur wenig ab, aber deren Zusammenwirken wird vergleichsweise gut beurteilt.

Sensitivität der Ergebnisse bezüglich des Aspekts Safety

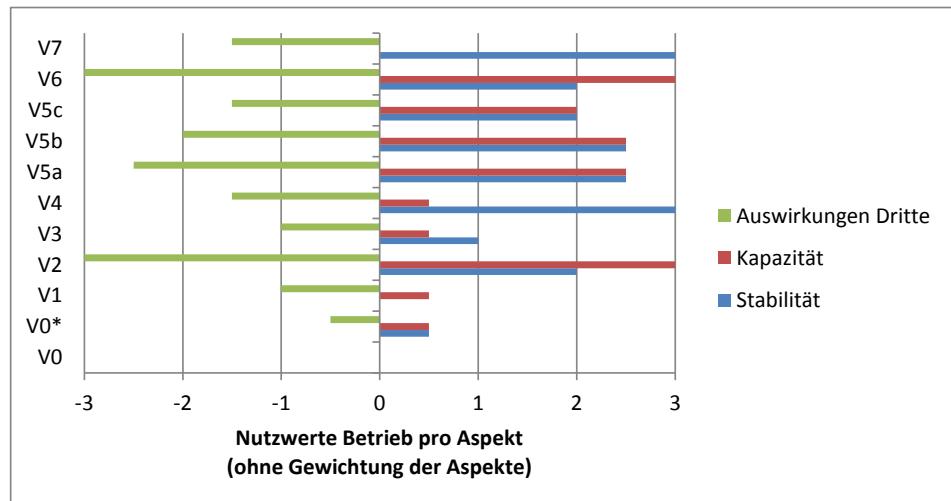
Die Sensitivität der Einschätzung der Sicherheit wurde bezüglich verschiedener Parameter überprüft (siehe Anhang A6). Dabei hat sich gezeigt, dass die wesentlichen Aussagen bestehen bleiben: Die Varianten V2 und V6 ergeben jeweils mit Abstand den höchsten Sicherheitsgewinn. V0, V0*, V1 und V3 bilden den Schluss. Im Mittelfeld können aufgrund der geringen Bewertungsunterschiede bei Anpassung der Parameter Rangverschiebungen stattfinden.

Auswirkungen auf den Betrieb

Die Beurteilung der Auswirkungen auf den Betrieb (horizontale Achse) setzt sich aus den drei Aspekten Stabilität, Kapazität und Auswirkungen Dritte zusammen. Es zeigt sich, dass die Varianten mit Südabflügen straight betriebliche Vorteile für den Flughafen ergeben. Demgegenüber entstehen bei allen Varianten in unterschiedlichem Masse Nachteile für den Flugbetrieb der Luftwaffe (Dritte).

Um dies zu verdeutlichen, wird die Beurteilung der einzelnen Aspekte in Abbildung 5 getrennt und ohne Gewichtung dargestellt.

Abbildung 5:
Beurteilung der einzelnen
Aspekte „Betrieb“



Einfluss der Gewichtung

Wird die aktuelle Gewichtung der Auswirkungen auf Dritte erhöht, werden daher die Nutzwerte aller Varianten reduziert. Besonders stark wirkt sich dies bei den Varianten V2 und V6 aus.

5.2 Kommentare zu den Resultaten

Die Kommentare beleuchten wesentliche Aspekte der Beurteilung der einzelnen Varianten.

V1 Verspätungsabbau

Die Variante schneidet ungünstig ab. Sowohl bezüglich Safety als auch bezüglich Betrieb unterscheidet sie sich kaum vom aktuellen Zustand und wird ungünstiger bewertet als V0* (aktueller Zustand mit Massnahmen).

- Vorteile: Die Kapazität ist geringfügig erhöht.
- Nachteile: Die vergleichsweise geringe Einsatzmöglichkeit des Südabflugs straight ist an wenig scharfe Kriterien gebunden. Dies erfordert situativ eine Abwägung bei der Flugsicherung, ob der Südabflug straight eingesetzt werden soll (erhöht die Komplexität). Zudem führt die Variante zu einer erhöhten Zahl wenig genutzter Konzepte verbunden mit ungünstigen Konzeptwechseln. Die angestrebte Reduktion der Komplexität des Flugbetriebs wird nicht erreicht.

V2 Südabflüge straight generell
ohne Start 28

Die Variante ergibt den höchsten Sicherheitsgewinn aller betrachteten Varianten. Beim Betrieb tagsüber kommt ausschliesslich das Flugbetriebskonzept N16SA zur Anwendung, das eine sehr hohe Sicherheitsmarge aufweist.

- Vorteile: An- und Abflüge sind vollständig entflochten. Konzeptwechsel aufgrund von Bise oder Nebel sind bei diesem Konzept nicht erforderlich. Weil die Piste 28 nicht genutzt wird ist, entstehen weder am Boden noch und in der Luft Konfliktpunkte. Die Komplexität des Flugbetriebs ist in sehr starkem Masse reduziert.

Stabilität und Kapazität der Variante sind zudem hoch bis sehr hoch.

- Nachteile: Die betrieblichen Vorteile für den Flughafen sind mit starken Einschränkungen für den Flugbetrieb der Luftwaffe verbunden (siehe Abbildung 5). Nachteilig für die betriebliche Stabilität wirkt sich der grosse Kapazitätsunterschied zwischen Haupt- und Nebenkonzepten aus.

V3 Bise ohne Start 16 left

Die Möglichkeit, bei Bise oder Nebel den Südabflug straight zu führen (anstelle der Linkskurve), ergibt gegenüber V0* keine messbaren Vorteile.

- Vorteile: Generelle Verbesserung bei den eingesetzten Konzepten, die jedoch keinen unmittelbaren Bezug zu den Südabflügen straight aufweisen (in V0* enthalten).
- Nachteile: Bei Bise kommt weiterhin das Abflugkonzept Piste 10 zur Anwendung, was sich sowohl in der Konzeptbeurteilung als auch in der Beurteilung des Zusammenwirkens ausdrückt.

V4 Bise ohne Start 16 left
und 10

Obschon sich die Varianten V3 und V4 auf den ersten Blick nur unwesentlich unterscheiden, wird Variante V4 bezüglich Safety und Betrieb deutlich günstiger bewertet. Aufgrund der Ausgeglichenheit der enthaltenen Konzepte und dem günstigen Zusammenwirken der Konzepte entstehen kaum hervorstechende Nachteile bezüglich der Sicherheit.

- Vorteile: Massgebend ist, dass keine Operationen auf der Piste 10 stattfinden. Konfliktpunkte am Boden und in der Luft werden dadurch reduziert und ein selten genutztes und sehr komplexes Konzept mit geringer Sicherheitsmarge entfällt. Zudem sind Konzeptwechsel ausgesprochen einfach durchzuführen.
- Nachteile: Betriebliche Einschränkungen für die Luftwaffe vergleichbar mit den übrigen Varianten.

V5a bis V5c Mittagsstartwelle

Die Varianten V5a bis V5c enthalten unterschiedliche Sub-Konzepte für Südabflüge straight während der Mittagsstartwelle von 10.00 bis 14.00. In der Beurteilung der Sicherheit unterscheiden sie sich nur wenig.

- Vorteile: Variante V5b bietet gegenüber V5a und V5c einen zusätzlichen Sicherheitsgewinn, da die Piste 28 geschlossen ist. Die betriebliche Stabilität und Kapazität der Varianten sind hoch bis sehr hoch.
- Nachteile: Variante V5c schneidet wegen des komplexeren Szenarios B für Südabflug straight etwas schlechter ab. Alle Varianten tangieren jedoch den Flugbetrieb der Luftwaffe in starkem Mass, wobei insbesondere Variante V5a zu sehr starken Einschränkungen führt (siehe Abbildung 5).

V6 Süd straight generell
mit Start 28

Die Variante unterscheidet sich gegenüber Variante V2 dadurch, dass tagsüber weiterhin Starts auf der Piste 28 erfolgen können.

- Vorteile: Konfliktpunkte am Boden und in der Luft aufgrund des sich kreuzenden Betriebs werden reduziert, bestehen jedoch weiterhin. Es ergibt sich dennoch ein deutlicher Sicherheitsgewinn. Dieser ist jedoch geringer als bei V2.
- Nachteile: Zusammen mit V2 ergibt die Variante die stärkste Einschränkung für den Betrieb der Luftwaffe.

V7 Mittagsstartwelle
Ostkonzept

Der Einsatz des Ostkonzepts von 10.00 bis 14.00 anstelle der Südabflüge straight ergibt ein ähnliches Sicherheitsniveau wie die ebenfalls auf die Mittagsstartwelle ausgerichteten Varianten V5a bis V5c.

- Vorteile: Die Variante basiert zu einem hohen Anteil (39%) auf dem (ertüchtigten) Ostkonzept, dessen Sicherheitsmarge als hoch beurteilt wird.
- Nachteile: Beim Zusammenwirken der Konzepte ist die vergleichsweise grosse Zahl der geplanten und ungeplanten Konzeptwechsel nachteilig. Dies drückt sich im vergleichsweise tiefen Nutzwert für die Beurteilung des Zusammenwirkens der Konzepte aus.

6 Folgerungen und Empfehlungen

6.1 Folgerungen

Safety

Relevante Wirkung auf die Sicherheit

Die geprüften Varianten dokumentieren, dass eine substanzielle Erhöhung der Sicherheit am Flughafen Zürich erreicht werden kann. Die Komplexität des Flugbetriebs als wesentlicher Ursprung für die heute bestehenden Top Hazards kann je nach Variante deutlich reduziert werden.

Massnahmen, die vorauszusetzen sind

Die Variante V0* beinhaltet die in den weiteren Varianten 1 bis 7 ebenfalls enthaltenen Massnahmen zur infrastrukturseitigen und betrieblichen Optimierung, jedoch keine Südabflüge straight:

- Pistenverlängerung 28
- Pistenverlängerung 32
- Umrollung Piste 28
- Reduzierte Minimumhöhe für Starts auf Piste 32
- Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept)
- SIL-Routen (Entflechtung und Doppelrouten)
- Einführen der RNAV-Transitionen
- Permanente Verfügbarkeit des Luftraums im Süden

Die Variante V0* enthält diese Massnahmen und ergibt bereits einen relevanten Sicherheitsgewinn. Sie bildet eine wesentliche Grundlage, um die Komplexität des Flugbetriebs zu reduzieren.

Konsequente Reduktion der Komplexität

Variante 2 „Süd straight generell ohne Start 28“ zeigt, welches Sicherheitsniveau mit einem optimalen, auf die Sicherheit ausgerichteten Flugbetrieb erreicht wird. Die konsequente Reduktion der Komplexität ergibt eine sehr hohe Sicherheitswirkung.

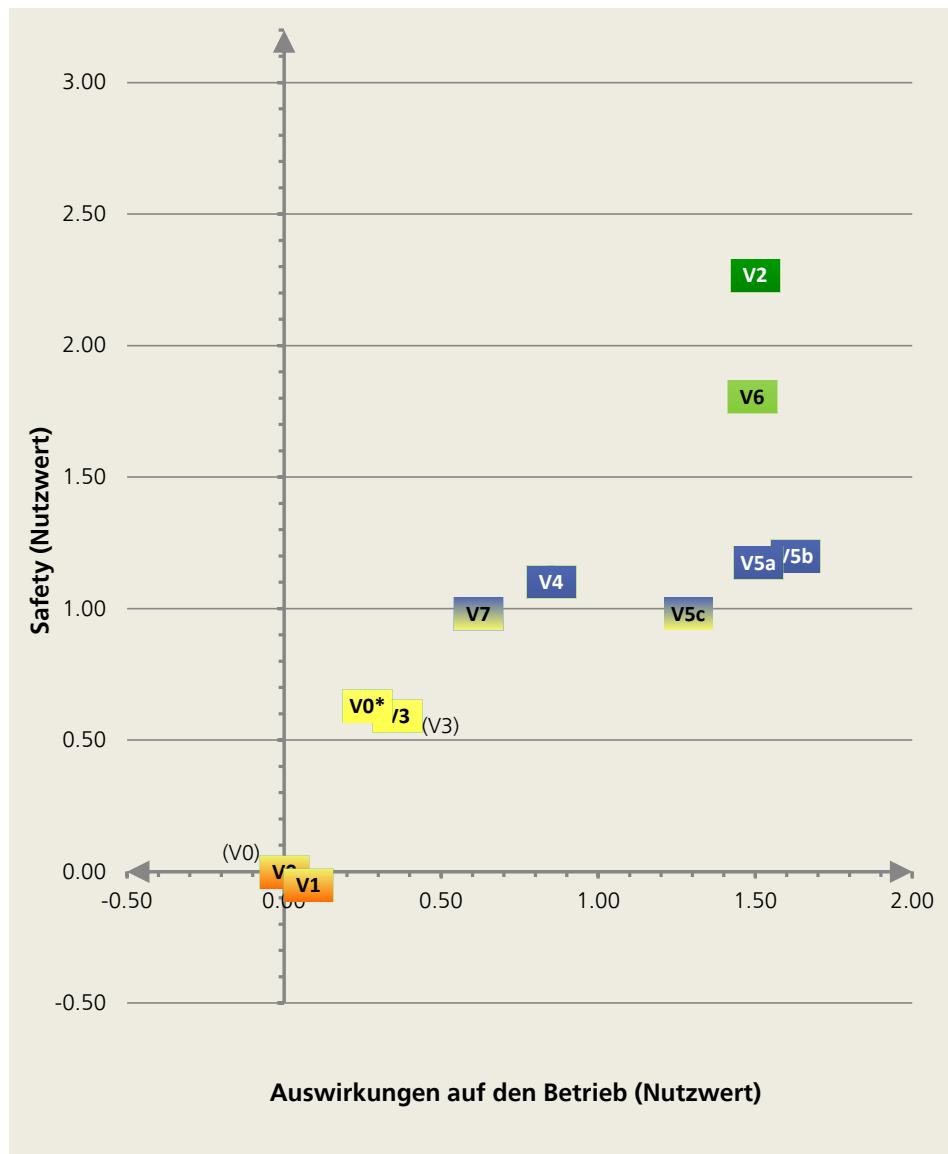
Süd straight ist kein generelles Mittel

Die Varianten 1 „Verspätungsabbau“ und 3 „Bise ohne Start 16 left“ zeigen im Gegenzug, dass der Einsatz von Südabflügen straight kein generelles Mittel darstellt, um die Sicherheit zu erhöhen. Sind Konzepte mit Südabflug straight nur sporadisch einsetzbar – und dies aufgrund von Kriterien, die jeweils eine Abwägung erfordern – so wird die Komplexität nicht reduziert und demzufolge die Sicherheit nicht erhöht (beispielsweise bei Variante V1).

Folgerungen aus einer Gesamtbetrachtung der Safety

Die betrachteten Flugbetriebsvarianten lassen sich anhand der erreichten Nutzwerte Safety und der charakteristischen Eigenschaften gruppieren, sodass folgende zusammenfassende Beurteilung entsteht:

Abbildung 6:
Übersicht zu Ergebnissen
und Folgerungen



Sicherheitsmarge

■ sehr hoch ■ hoch ■ mittel ■ gering ■ sehr gering

Varianten

- V0 Aktueller Zustand
- V0* Aktueller Zustand mit Massnahmen
- V1 Verspätungsabbau
- V2 Südabflug straight generell ohne Start 28
- V3 Bise ohne Start 16 left
- V4 Bise ohne Start 16 left und 10
- V5a Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight ohne Short right
- V5b Mittagsstartwelle Südabflug straight mit Short right ohne Start 28
- V5c Mittagsstartwelle mit Start 28 und Südabflug straight mit Short right
- V6 Süd straight generell mit Start 28
- V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept

Unterschied zu SÜFZ

Auch wenn das Diagramm in gleicher Darstellungsform in der SÜFZ erscheint, sind die vorliegenden Nutzwerte Safety nicht direkt mit denjenigen der SÜFZ vergleichbar. Dies ist eine Folge der unterschiedlichen Aufgabenstellung und der dadurch erforderlichen Anpassung der Beurteilungsmethodik.

Einschätzung der Sicherheitsmarge Als Mass für die Einschätzung des erreichten Sicherheitsniveaus wird die Sicherheitsmarge gewählt:

- Die Varianten V0 und V1 ergeben keinen Sicherheitsgewinn. Insbesondere enthalten beide Varianten Flugbetriebskonzepte mit sehr geringer Sicherheitsmarge. Die Sicherheitsmarge dieser Flugbetriebsvarianten wird daher weiterhin als *gering bis sehr gering* eingestuft.
- Die Varianten V0* und V3 bewirken einen Sicherheitsgewinn. Da sie jedoch nach wie vor Konzepte mit geringer oder sehr geringer Sicherheitsmarge⁸⁾ enthalten, wird die Sicherheitsmarge insgesamt als *gering* eingestuft.
- Die Varianten V5c und V7 bewirken einen weiteren Sicherheitsgewinn gegenüber V0* und V3. Da sie aber komplexe Wechsel in der Mittagsstartwelle aufweisen bzw. generell das Zusammenwirken der Konzepte nicht optimal ist (V7), wird die Sicherheitsmarge lediglich als *gering bis mittel* eingestuft.
- Die Varianten V4, V5a und V5b enthalten ausschliesslich Flugbetriebskonzepte mit mittlerer bis hoher Sicherheitsmarge, sodass auch die Flugbetriebsvarianten insgesamt mit einer *mittleren Sicherheitsmarge* eingestuft werden. Insbesondere V4 ergibt zudem ein günstiges Zusammenwirken der Konzepte.
- Die Variante V6 hebt sich von den Varianten V4, V5a und V5b nochmals deutlich ab. Die Variante basiert während Anwendung des Nordkonzepts (zwei Drittel der Betriebszeit) auf Konzepten mit sehr hoher Sicherheitsmarge. Auch sind nur wenige Konzeptwechsel notwendig, sodass die Sicherheitsmarge der Variante als *hoch* eingeschätzt wird.
- Die Variante V2 ergibt den klar höchsten Sicherheitsgewinn. Der Flugbetrieb ist weitgehend entflochten und die kritischen Konfliktpunkte am Boden und in der Luft entfallen. Die Sicherheitsmarge wird als *sehr hoch* eingeschätzt. Dies bedeutet, dass die in der Sicherheitsüberprüfung Flughafen Zürich als Top Hazard identifizierten Gefährdungen weitgehend mitigiert oder eliminiert sind.

Betrieb

Korrelation Safety / Betrieb

Die Beurteilung der Safety und der Auswirkungen auf den Betrieb weisen eine hohe Korrelation auf. Dies hängt zum einen damit zusammen, dass bei der Bildung von Konzepten und Varianten darauf geachtet wurde, dass die Kapazität erhalten bleibt. Zum anderen wirkt sich die angestrebte und erreichte Reduktion der Komplexität des Flugbetriebs positiv sowohl auf die Safety als auch auf den Betrieb aus.

Gegensätzliche betriebliche Beurteilung

Die nähere Betrachtung der Auswirkungen auf den Betrieb zeigt jedoch eine durchwegs gegensätzliche Beurteilung bei den enthaltenen Aspekten „Stabilität und Kapazität“ für den Flughafen sowie den „Auswirkungen auf Dritte“ (Luftwaffe). Während die meisten Varianten mit Südabflügen straight Vorteile bei der Stabilität und Kapazität ergeben, bedeuten sie

8) Ausgenommen ist das Flugbetriebskonzept N283234, das bei allen Varianten gleich vorkommt.

meist deutliche Einschränkungen für den Flugbetrieb der Luftwaffe in Dübendorf und Emmen (siehe Abbildung 5).

Keine abschliessende Beurteilung des Betriebs

Das Ergebnis der betrieblichen Beurteilung hängt daher in starkem Masse von der Gewichtung der beiden Aspekte „Stabilität, Kapazität“ und „Auswirkungen auf Dritte“ ab. Diese Gewichtung kann nicht aus rein fachlicher Sicht erfolgen und übersteigt daher den Rahmen der vorliegenden Beurteilung. Eine entsprechende Abwägung erfordert eine politische Diskussion.

6.2 Empfehlungen zur Sicherheit

Fachliche Beurteilung als Entscheidungsgrundlage

Der vorliegende Bericht bildet eine Entscheidungsgrundlage für weitere Festlegungen im Rahmen des SIL-Prozesses. Die Empfehlungen enthalten keine Abwägungen, die über die rein fachliche Beurteilung hinausgehen. Diese sind im weiteren Entscheidungsprozess vorzunehmen.

Empfehlungen bezüglich Safety

Die Empfehlungen betreffen ausschliesslich den Aspekt Safety. Beim Aspekt Betrieb wird in den Ergebnissen und Folgerungen aufgezeigt, welche Auswirkungen die betrachteten Varianten haben. Eine Gesamtbeurteilung des Betriebs ist aus rein fachlicher Sicht jedoch nicht möglich, da sie eine politische Abwägung und Gewichtung erfordert (Kapazität, Stabilität des Flughafens versus Auswirkungen auf Dritte, konkret die Luftwaffe).

Ausgangspunkt SÜFZ

Die Sicherheitsüberprüfung des Flughafens Zürich kommt zum Schluss, dass Handlungsbedarf bei der Sicherheit des Flugbetriebs am Flughafen Zürich besteht. Der zentrale Einflussfaktor, welcher das Sicherheitsniveau in Zürich bestimmt, ist die heute hohe Komplexität des Flughafensystems .

Gemeinsame Empfehlung

Die beteiligten Fachleute von skyguide, FZAG, Swiss und Luftwaffe sprechen aus dem Blickwinkel der Sicherheit der Flugoperationen gemeinsam folgende Empfehlungen aus:

1 Voraussetzung

Die Realisierung der in der Variante V0* enthaltenen Massnahmen⁹⁾ bildet eine wesentliche Grundlage, um einen substanziellen Sicherheitsgewinn zu erzielen. Daher wird eine weitgehende Umsetzung der entsprechenden Massnahmen empfohlen.

2 Sicherheitsmarge
Flugbetriebskonzepte

Flugbetriebskonzepte, die eine sehr geringe Sicherheitsmarge aufweisen, sollten nicht mehr zu Anwendung kommen. Varianten, welche entsprechende Konzepte enthalten, werden daher nicht empfohlen.

3 Sicherheitsmarge
Flugbetriebsvarianten

Von der Feststellung ausgehend, dass bezüglich der Sicherheit Handlungsbedarf besteht, ist die Realisierung von Flugbetriebsvarianten anzustreben, deren Sicherheitsmarge *mindestens als mittel* eingestuft wird. Darunter fallen die Varianten V4, V5a, V5b, V6 und V2.

9) Pistenverlängerung 28, Pistenverlängerung 32 (inkl. reduzierte Minimumshöhe für Starts auf Piste 32), Umrollung Piste 28, -Entflechtung der Routen (optimiertes Ost-Südkonzept), SIL-Routen (Entflechtung und Doppelrouten), Einführen der RNAV-Transitionen, Permanente Verfügbarkeit des Luftraumes im Süden

A1 Flugbetriebskonzepte

Veränderte Kurzbezeichnungen
im SIL-Prozess

Die in den Flugbetriebsvarianten enthaltenen Flugbetriebskonzepte sind im Rahmen des SIL-Prozesses entwickelt und dargestellt worden. Die dort verwendeten Kurzbezeichnungen decken sich nicht mit den luftfahrttechnischen Bezeichnungen, wie sie für die vorliegende Beurteilung verwendet wurden. Die unterschiedlichen Bezeichnungen lassen sich wie folgt zuordnen:

Tabelle 4:
Bezeichnung der Konzepte

Luftfahrttechnische Bezeichnung	Bezeichnung gem. SIL	Seite
S3228	Südkonzept aktuell	29
S32opt	S 18	30
N2816	Nordkonzept aktuell	31
N2816opt	N 1.11	32
N2816S B	N 1.13B	33
N2816S C	N 1.13C	34
N1016	Bisenkonzept aktuell	35
N1016opt	N 2.11	36
N1016S E	N 2.13E	37
N16S A	N 1.13A	38
O3234	Ostkonzept aktuell	39
O32ert	O 1.0a	40
N283234	N 3.2	41

Abbildung 7: Flugbetriebskonzept S3228

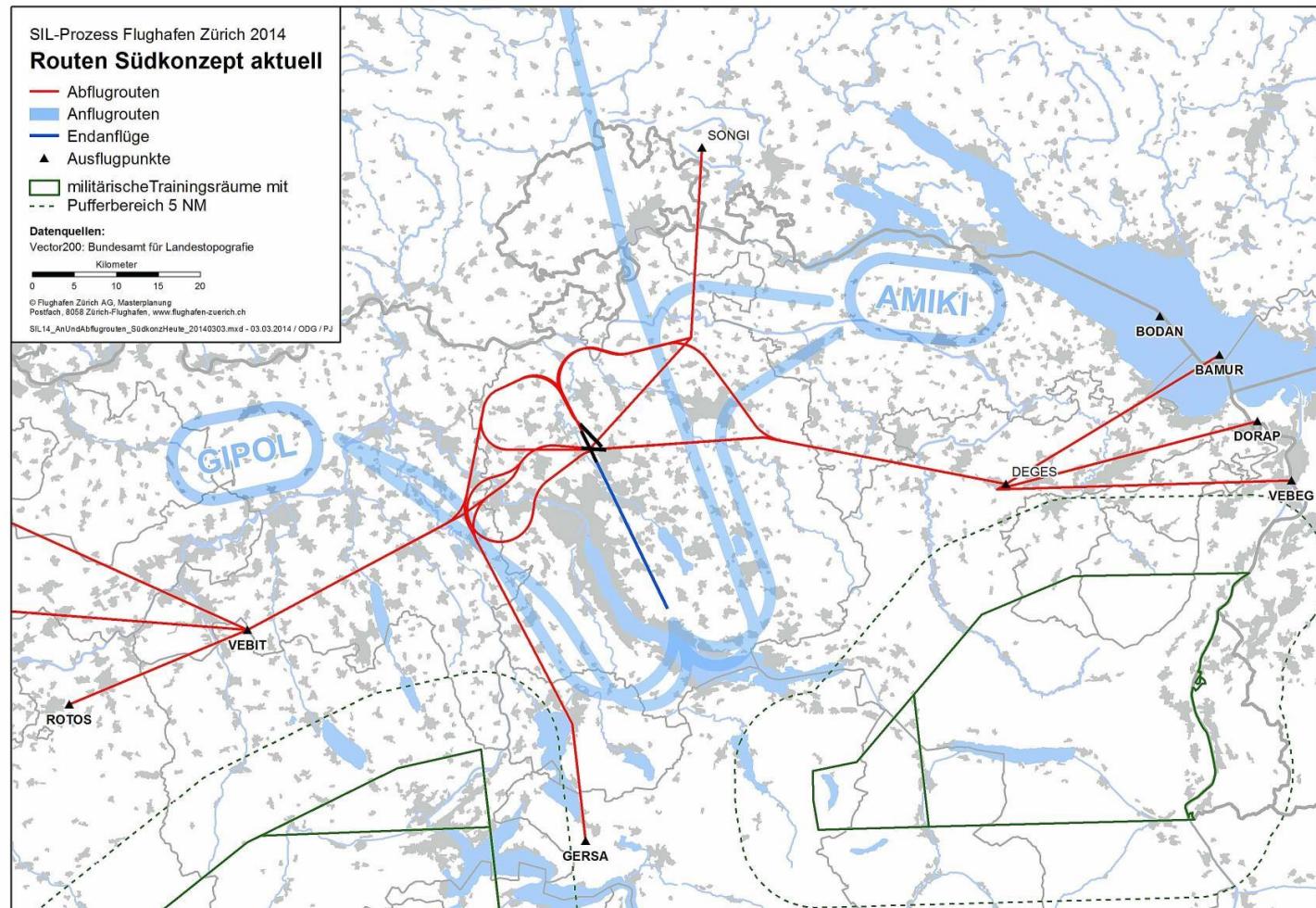


Abbildung 8: Flugbetriebskonzept S32opt

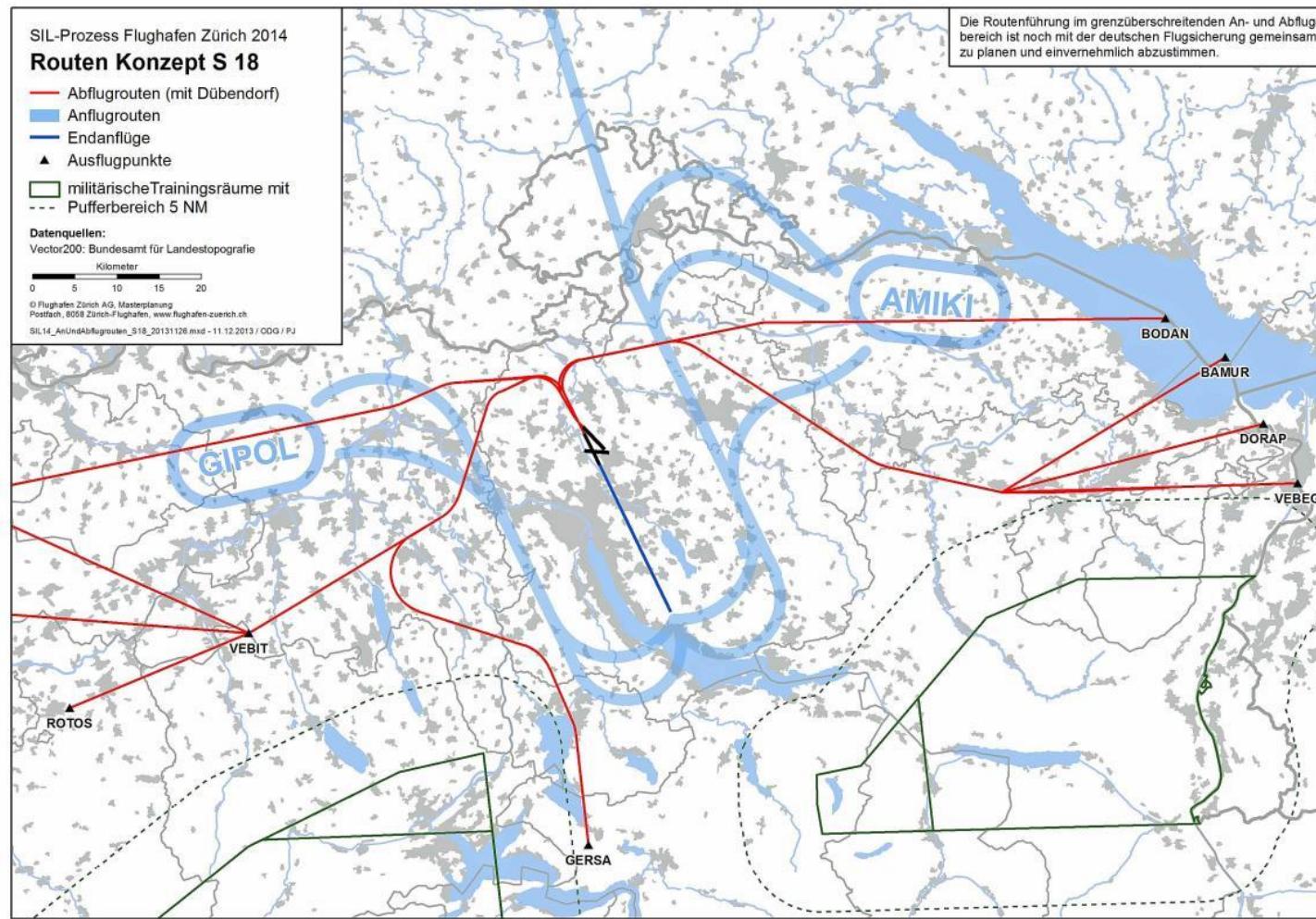


Abbildung 9: Flugbetriebskonzept N2816

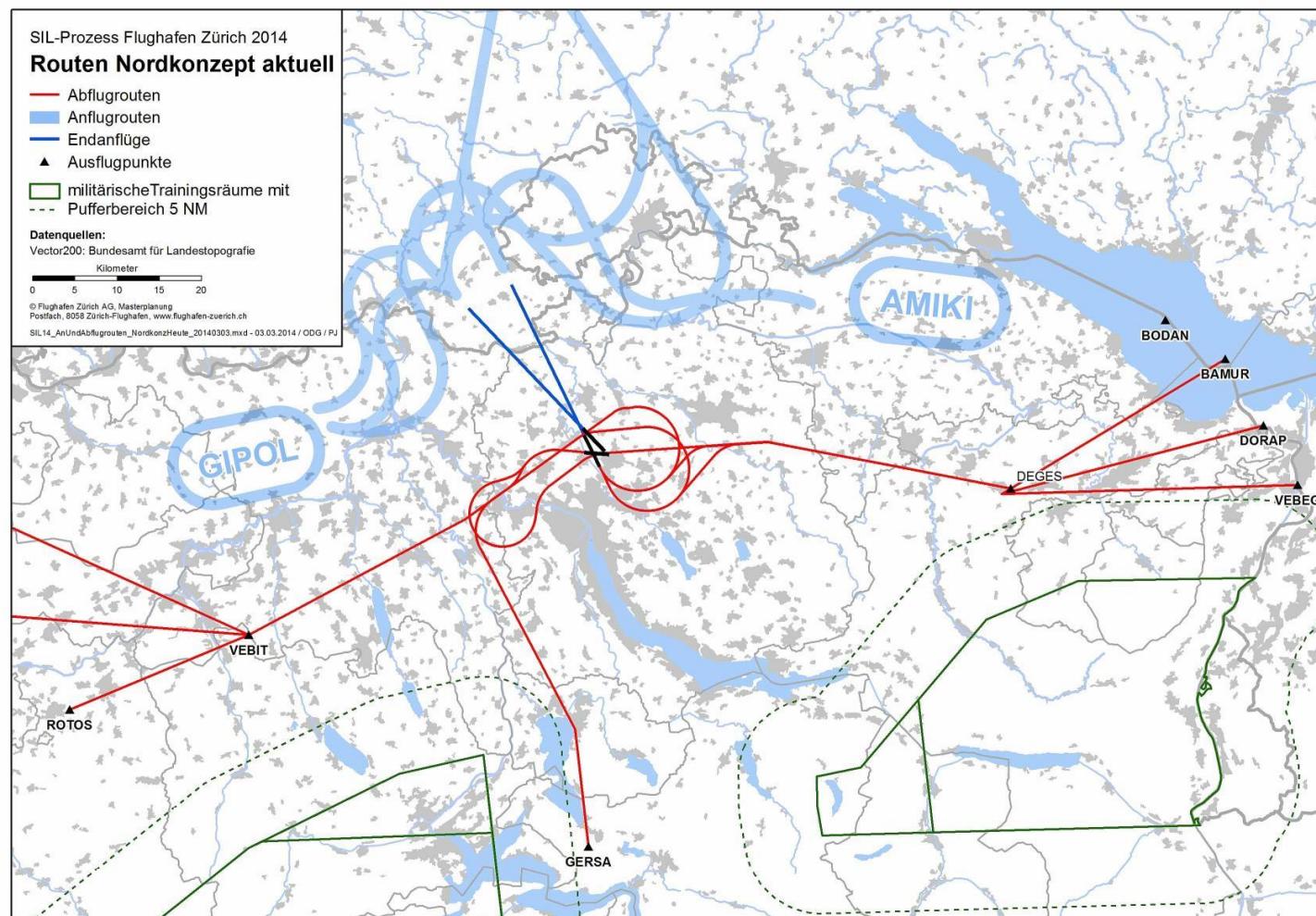


Abbildung 10: Flugbetriebskonzept N2816opt

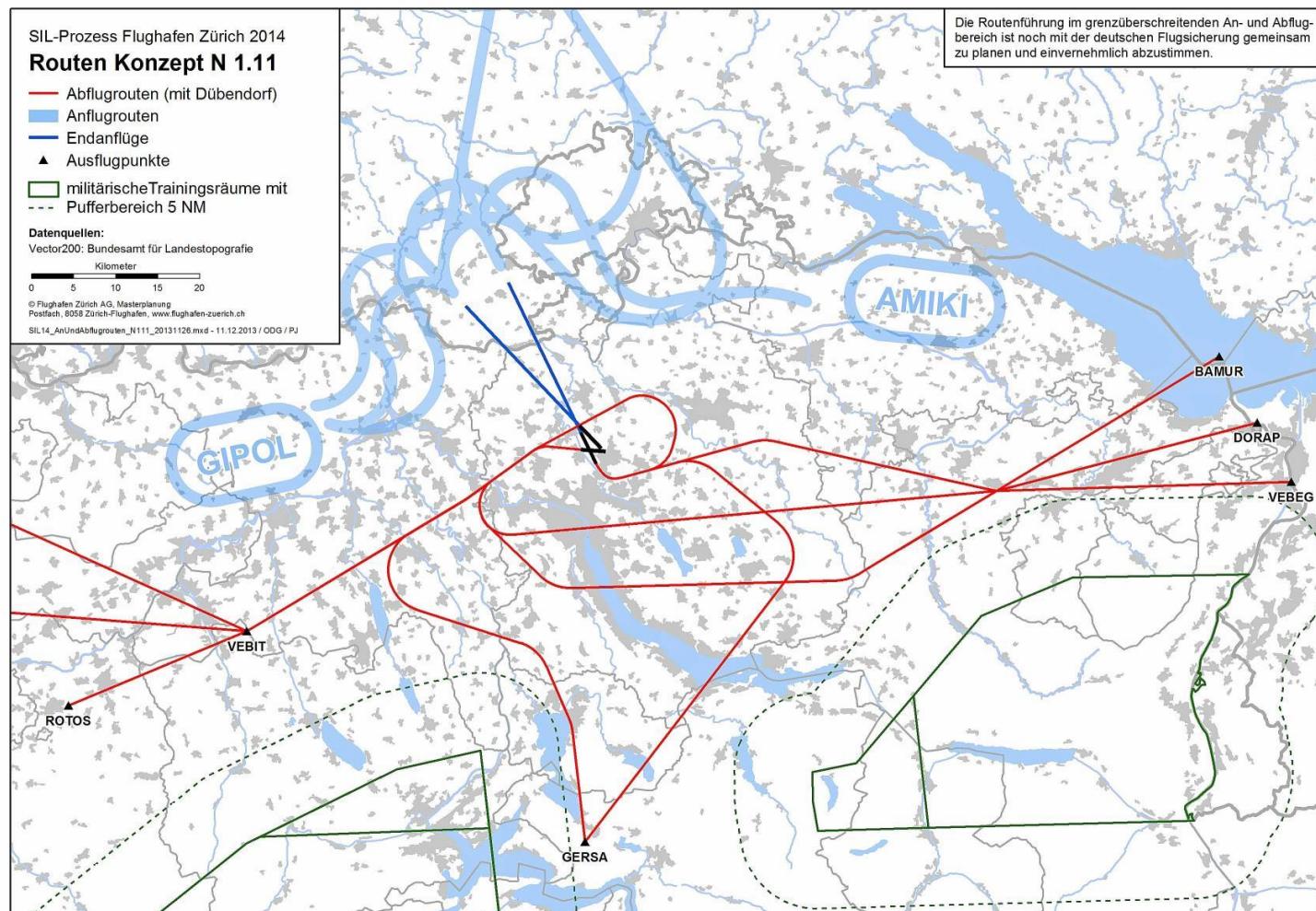


Abbildung 11: Flugbetriebskonzept N2816S B

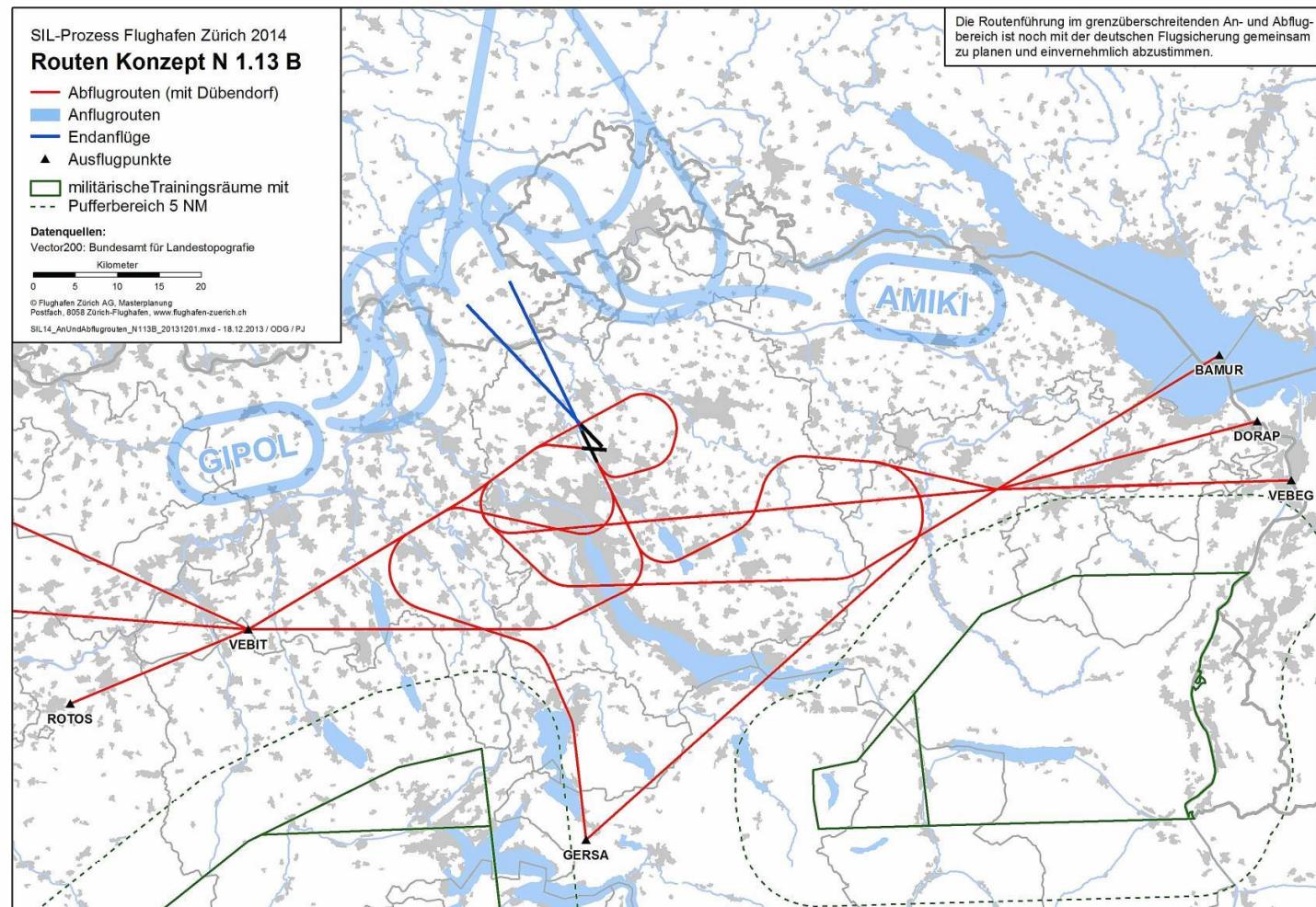


Abbildung 12: Flugbetriebskonzept N2816S C

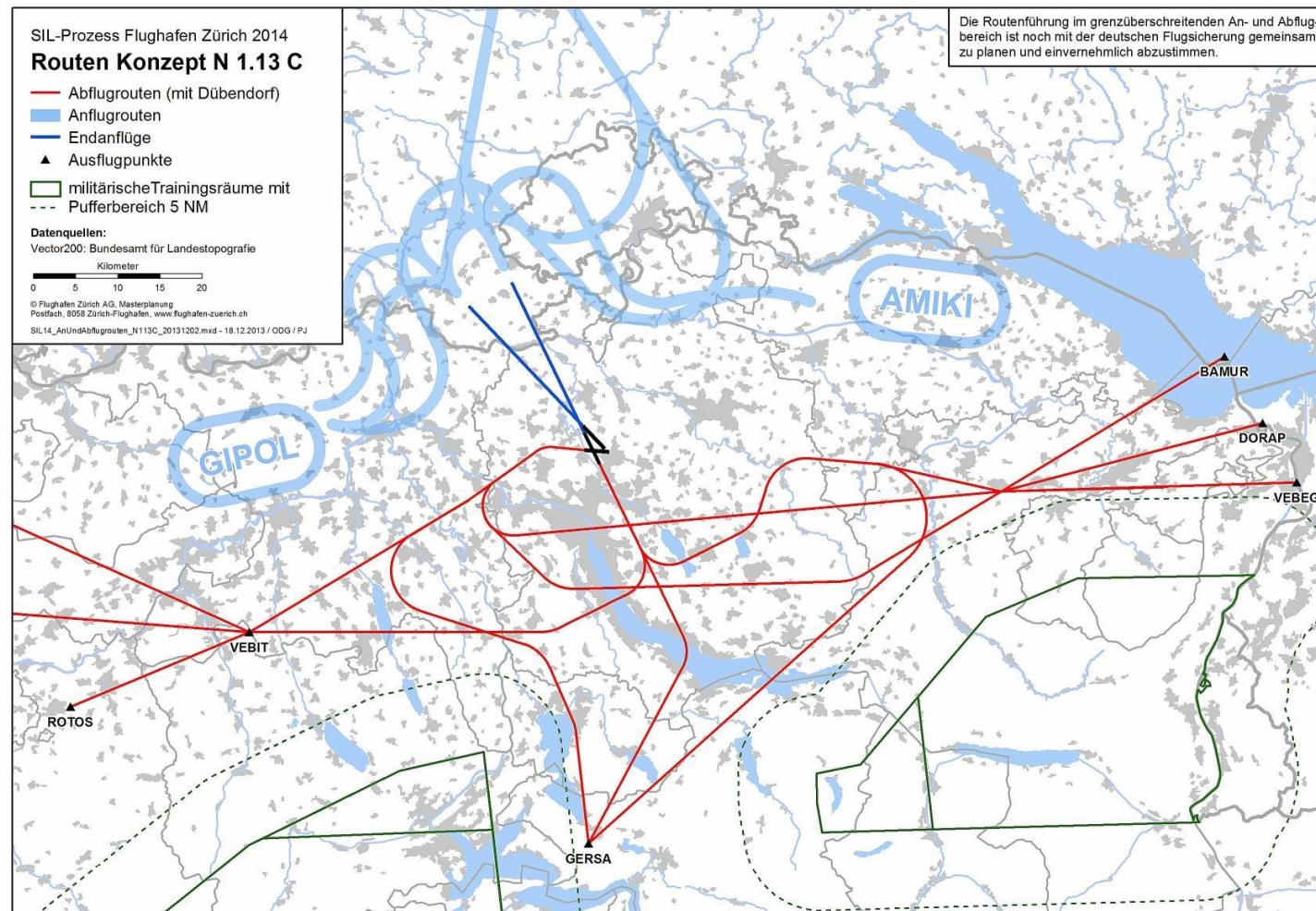


Abbildung 13: Flugbetriebskonzept N1016

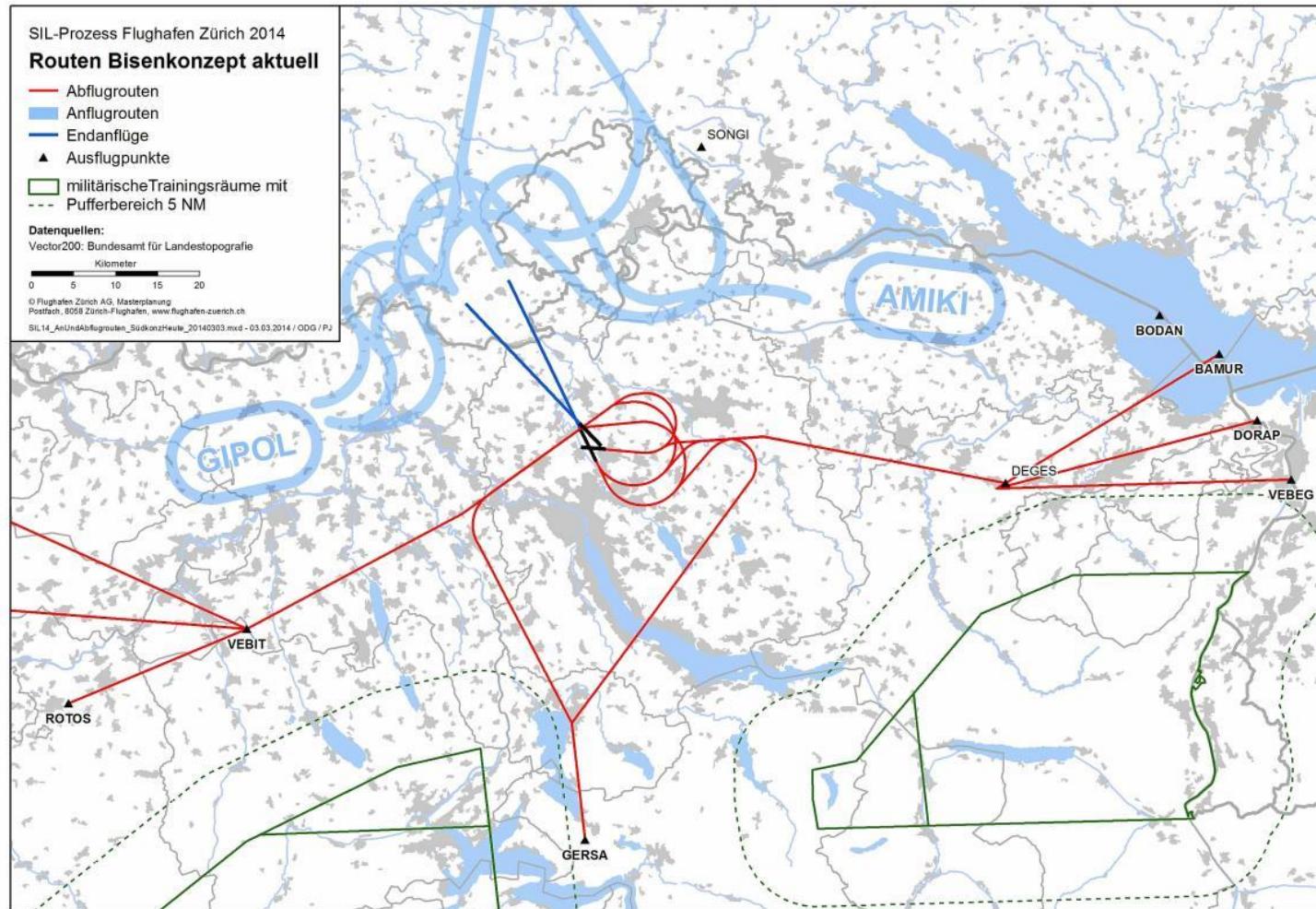


Abbildung 14: Flugbetriebskonzept N1016opt

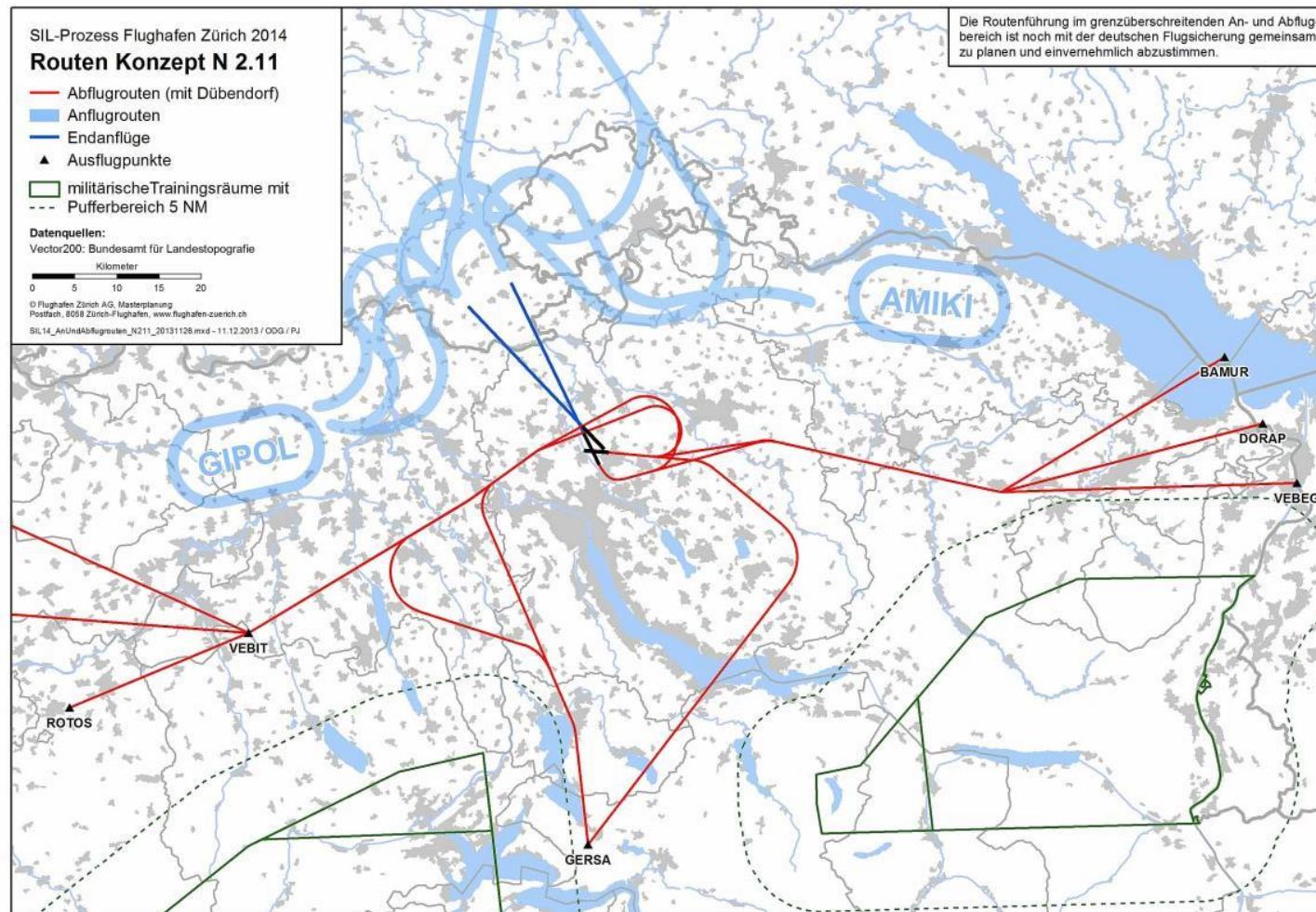


Abbildung 15: Flugbetriebskonzept N1016S E

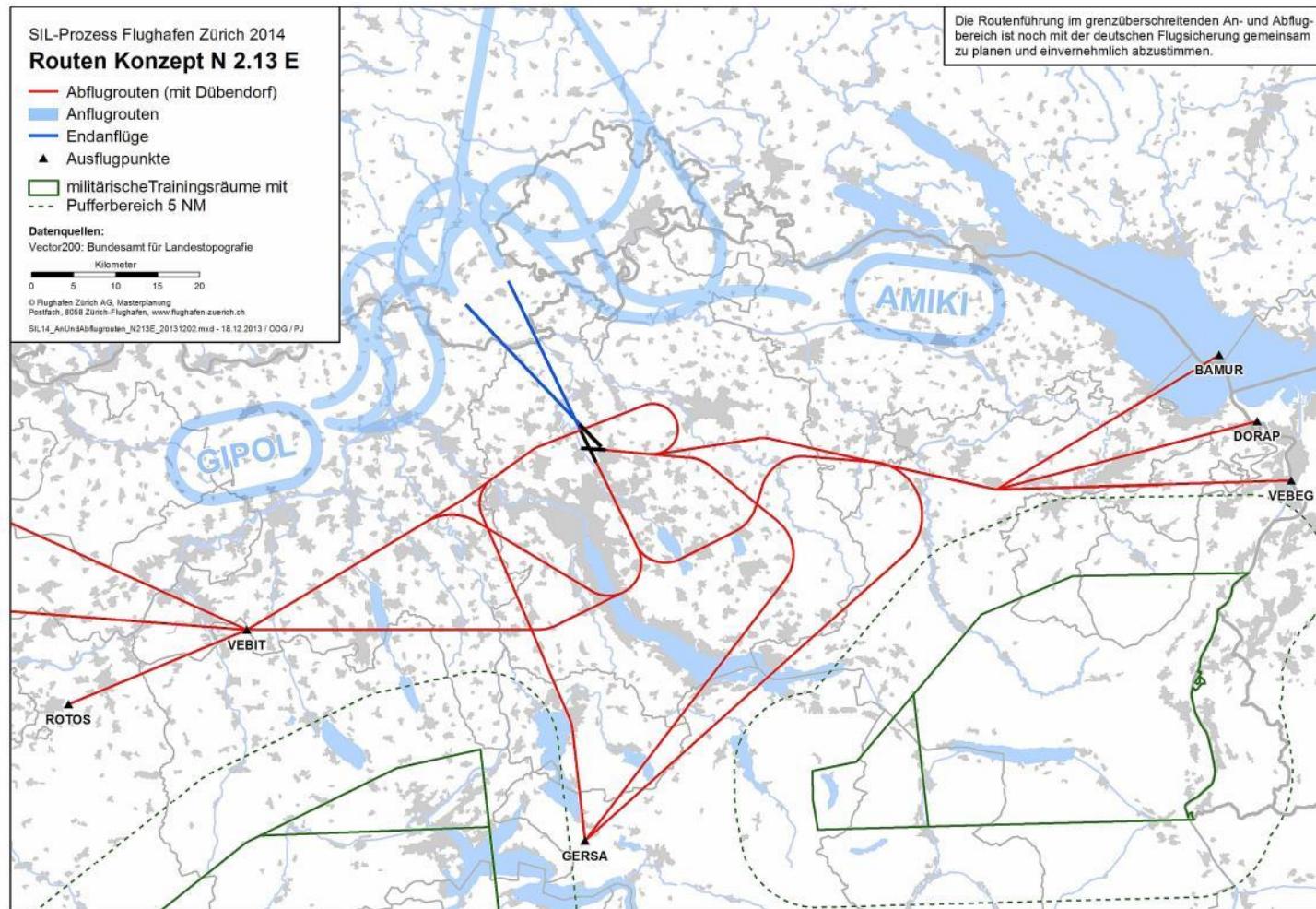


Abbildung 16: Flugbetriebskonzept N16S A

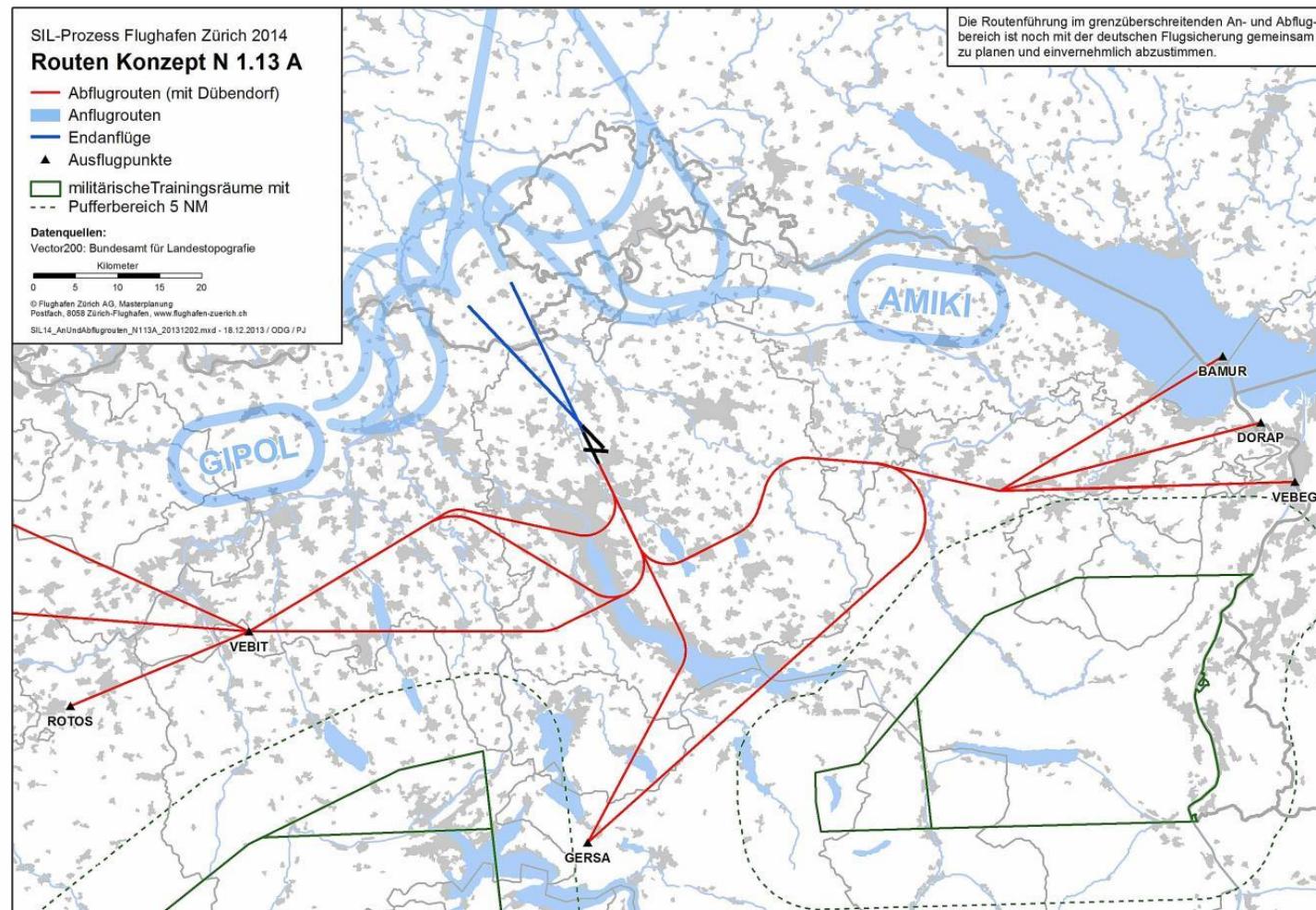


Abbildung 17: Flugbetriebskonzept O3234

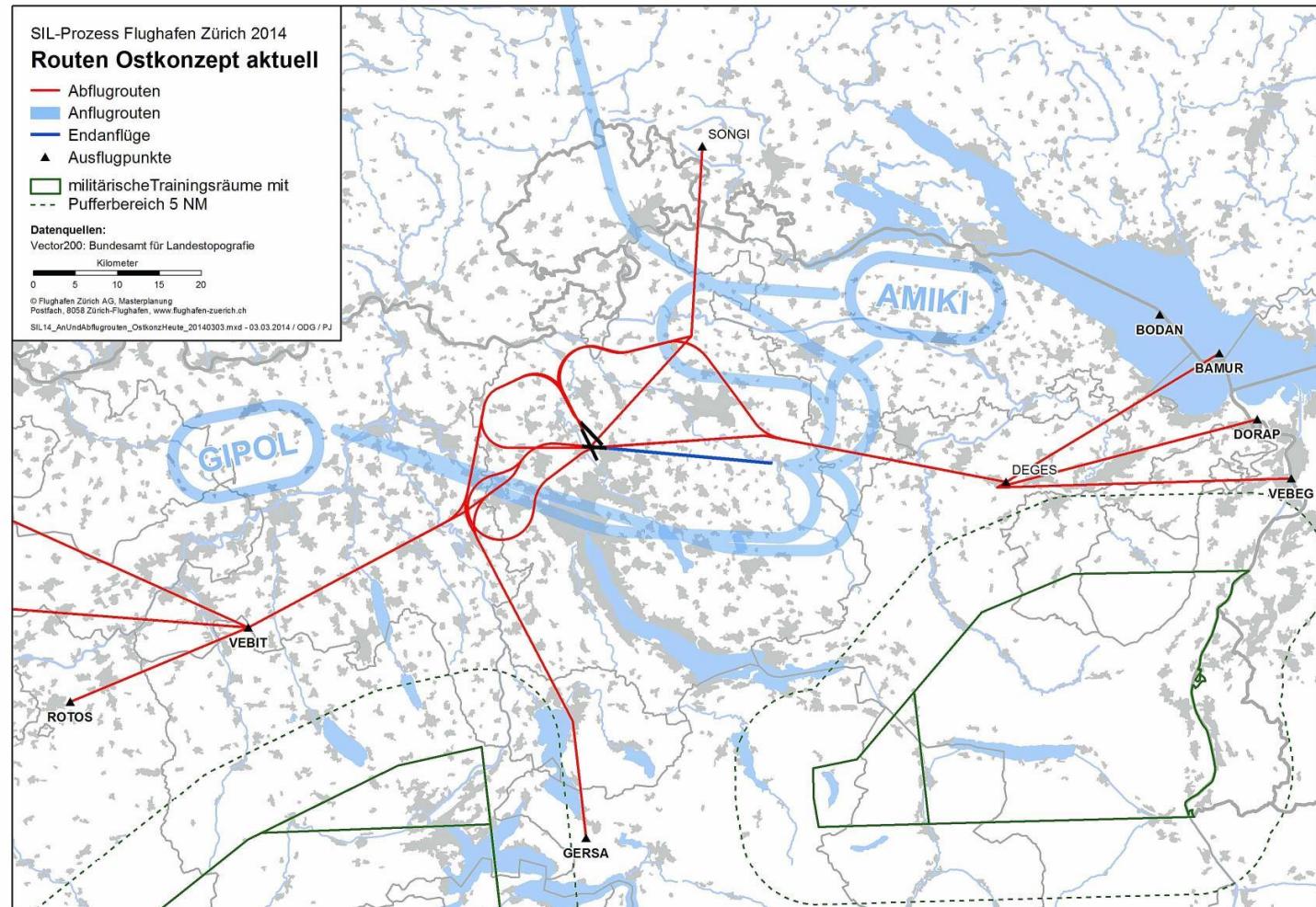


Abbildung 18: Flugbetriebskonzept O32ert

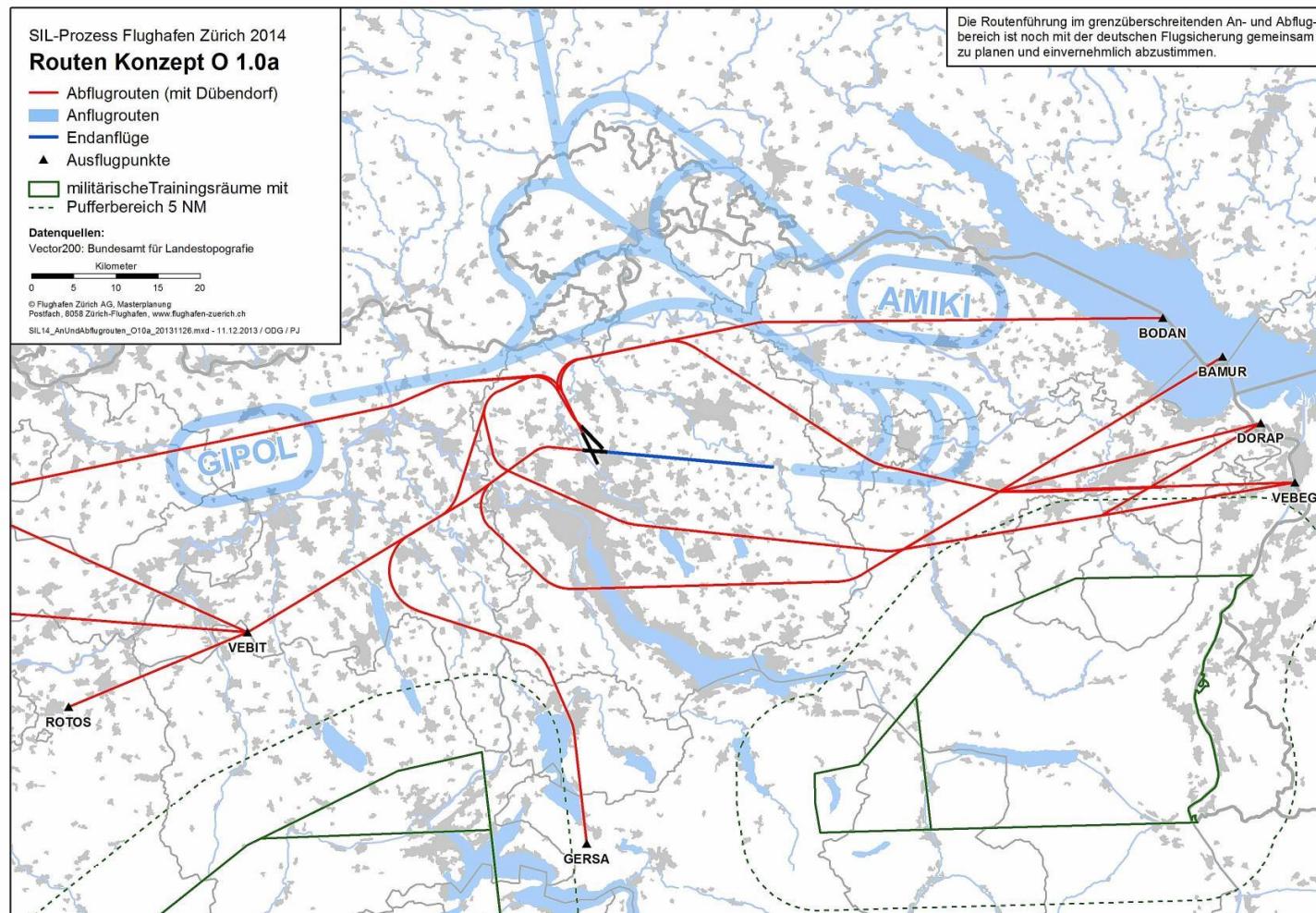
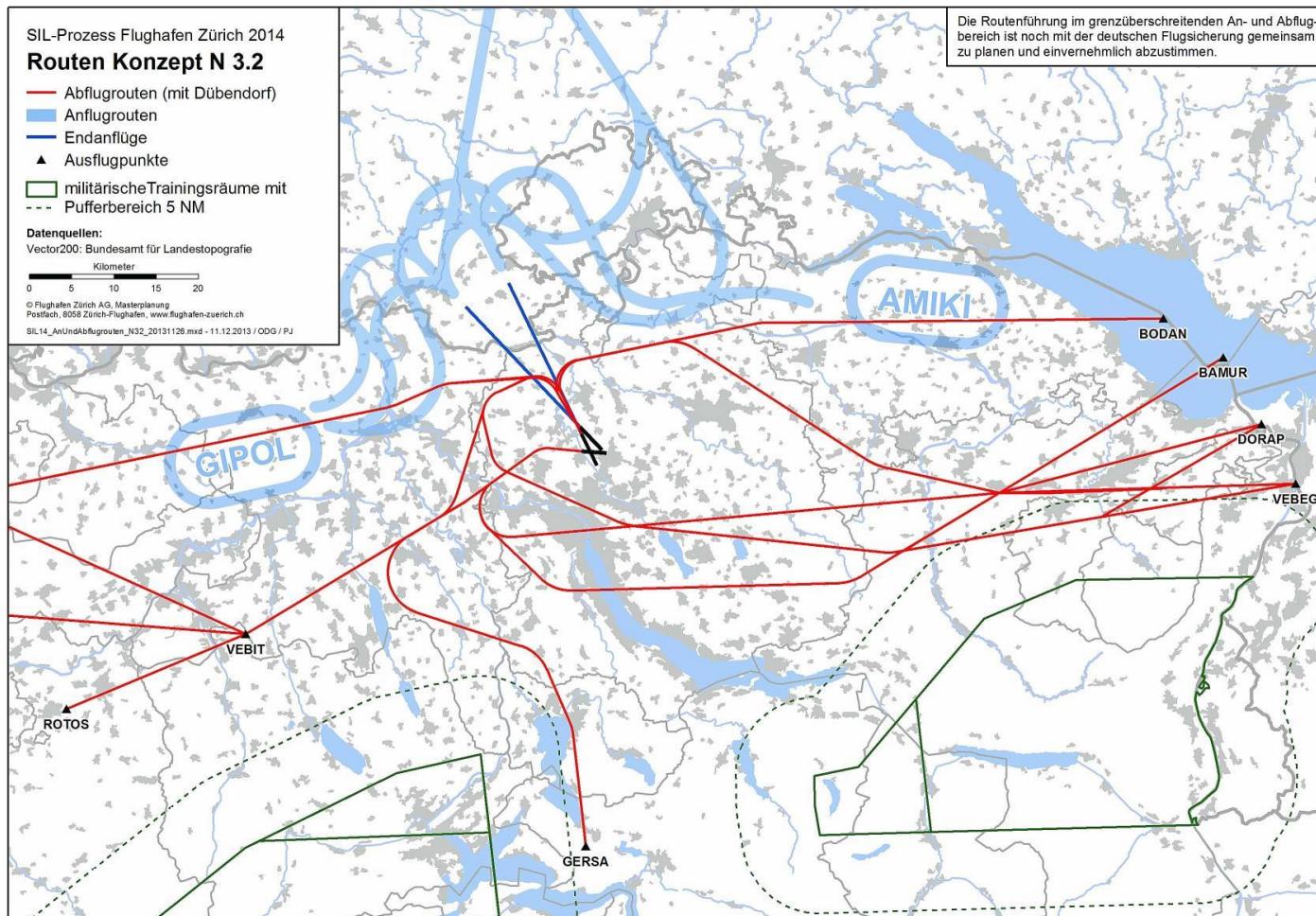


Abbildung 19: Flugbetriebskonzept N283234



A2 Beurteilung Flugbetriebskonzepte

Hinweise zur Beurteilung der Sicherheitsmarge

Es bedeuten:

- ATM: Beurteilung durch die Flugsicherung [skyguide, 2013]
- Alle: Ergänzende Beurteilung durch die Fachleute im Rahmen des vorliegenden Projekts
- Farbgebung: orange → Sicherheitsmarge „sehr gering“, gelb → „gering“, blau → „mittel“, hellgrün → „hoch“, dunkelgrün → „sehr hoch“

Die Bemerkungen in kursiver Schrift beziehen sich auf die Spalte „ATM“ und diejenigen in normaler Schrift auf die Spalte „Alle“.

Anmerkung zu „übrige Hazards“

Übrige Hazards umfassen verschiedene, nicht näher bezeichnete Gefahren, die im Allgemeinen jede für sich betrachtet nicht massgeblich zum gesamten Risiko beitragen. Treten bei einem Konzept neue oder in der bisherigen Beurteilung nicht als massgeblich erachtete Gefährdungen auf, so werden diese hier benannt und entsprechend beurteilt. Treten keine solchen Gefährdungen auf, so wird im Sinne „durchschnittlicher übriger Hazards“ die Sicherheitsmarge mit Mittel bezeichnet.

Flugbetriebskonzept
S3228

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität			<i>SEPAZ 34/32, DEP RWY28, vereinzelte DEP RWY34</i>
TH Pistenkreuz			<i>Unmitigiert</i>
TH Konfliktpunkte Luft			<i>Weitgehend entflochten</i> Kreuzungspunkte (2) einfach zu handhaben
TH SEPAZ			<i>Unmitigiert</i> Die bestehenden Konfliktpunkte müssen mittels taktischer Verfahren bewältigt werden
TH Pistenkreuzungen 10/28			<i>Unmitigiert</i>
TH Pistenlänge 28			Keine Landungen. Starts: leicht erhöhtes Risiko bei Startabbruch, da Piste nicht verlängert
Übrige Hazards			Unstabilisierter Anflug aufgrund steilem Anflugwinkel 34
Gesamtbeurteilung ATM			<i>Gering</i>

Flugbetriebskonzept S32opt	Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
	TH Komplexität			<i>SEPAZ 34/32, keine Abflüge 28/34</i> Unter Voraussetzung gleicher Anflug- / Abflugkapazität wie S3228
	TH Pistenkreuz			N/A
	TH Konfliktpunkte Luft			<i>Weitgehend entflochten</i>
	TH SEPAZ			<i>Unmitigiert</i> SEPAZ verschärft aufgrund zusätzlicher Starts 32
	TH Pistenkreuzungen 10/28			N/A
	TH Pistenlänge 28			Keine Ops
	Übrige Hazards			Unstabilisierter Anflug aufgrund steilem Anflugwinkel 34
Gesamtbeurteilung ATM				<i>Mittel</i>

Flugbetriebskonzept N2816	Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
	TH Komplexität			<i>Abhängigkeiten SEPAZ14/16, Pistenkreuz, Pistenkreuzungen unmitigiert; zahlreiche Konfliktpunkte Luft</i>
	TH Pistenkreuz			<i>Unmitigiert</i> Potenzial für Missverständnisse bei der Startfreigabe
	TH Konfliktpunkte Luft			<i>Unmitigiert</i>
	TH SEPAZ			<i>Unmitigiert</i>
	TH Pistenkreuzungen 10/28			<i>Unmitigiert</i>
	TH Pistenlänge 28			Starts: Piste nicht verlängert. Aus Sicht Operator erhöhter Druck für Starts auf 28 wegen negativer Auswirkungen des Starts 16 (SEPAZ)
	Übrige Hazards			Aufgrund stark unterschiedlicher Operationsrichtungen (Starts und Landungen) nicht geeignet für starke Winde; erschwerter Anflug 14 bei starken Höhenwinden
Gesamtbeurteilung ATM				<i>Gering</i>

Flugbetriebskonzept N2816opt

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität			<i>SEPAZ ovhd aufgehoben, Kreuzungen & Konflikte Luft reduziert</i>
TH Pistenkreuz			<i>Unmitigiert</i>
TH Konfliktpunkte Luft			<i>Teilweise mitigiert (ovhd)</i> Entflechtung 28 eastbound und 16 overhead durch SLL-Route
TH SEPAZ			<i>SEPAZ ovhd aufgehoben</i> Overhead Kreuzungspunkt fällt weg
TH Pistenkreuzungen 10/28			<i>Mit Umrollung weitgehend mitigiert</i> Anzahl Runway Crossings durch Umrollung massgeblich reduziert
TH Pistenlänge 28			Piste verlängert. Druck für Starts auf 28 entschärft (durch Optimierung SEPAZ)
Übrige Hazards			Aufgrund stark unterschiedlicher Operationsrichtungen (Starts und Landungen) nicht geeignet für starke Winde; erschwerter Anflug 14 bei starken Höhenwinden
Gesamtbeurteilung ATM			<i>Mittel</i>

Flugbetriebskonzept N2816S B

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität			<i>SEPAZ mit 16 straight teilweise aufgehoben, Kreuzungen & Konflikte Luft reduziert</i> Zunahme Komplexität: a) für Operator durch Kurzfristigkeit der Abflugroutenzuteilung, b) intensive Koordination mit EMM und DÜB wegen Prio LW
TH Pistenkreuz			<i>Unmitigiert</i>
TH Konfliktpunkte Luft			<i>Teilweise mitigiert</i>
TH SEPAZ			<i>SEPAZ teilweise aufgehoben</i> Nicht vollständig eliminiert wg. einzelner Starts 16 mit left turn overhead
TH Pistenkreuzungen 10/28			<i>Mit Umrollung weitgehend mitigiert</i>
TH Pistenlänge 28			Piste verlängert. Druck für Starts auf 28 entfällt (wegen mehrheitlicher Anwendung 16S)
Übrige Hazards			Aufgrund stark unterschiedlicher Operationsrichtungen (Starts und Landungen) nicht geeignet für starke Winde; erschwerter Anflug 14 bei starken Höhenwinden
Gesamtbeurteilung ATM			<i>Hoch</i>

Flugbetriebskonzept N2816 S C

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität			SEPAZ aufgehoben; Kreuzungen reduziert., Konflikte Luft stark reduziert
TH Pistenkreuz			Unmitigiert. Leicht erhöhtes Risiko bei Nebel.
TH Konfliktpunkte Luft			Weitgehend mitigiert
TH SEPAZ			Mitigiert
TH Pistenkreuzungen 10/28			mit Umrollung weitgehend mitigiert
TH Pistenlänge 28			Piste verlängert. Druck für Starts auf 28 entfällt (wegen mehrheitlicher Anwendung 16S)
Übrige Hazards			Aufgrund stark unterschiedlicher Operationsrichtungen (Starts und Landungen) nicht geeignet für starke Winde;
Gesamtbeurteilung ATM			Sehr hoch

Flugbetriebskonzept N1016

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität			Abhängigkeiten GATO14/16, 14/10, Abh SID 10/16, Pistenkreuz, Pistenkreuzungen 10&16 unmitigiert; zahlreiche Konfliktpunkte Luft
TH Pistenkreuz			Unmitigiert
TH Konfliktpunkte Luft			Unmitigiert
TH SEPAZ			Unmitigiert (3 Konfliktpunkte) Konfliktpunkte SEPAZ 14/16 und 14/10
TH Pistenkreuzungen 10/28			Unmitigiert (und Kreuzungen 16/34) Kreuzungen Piste 10/28 und 16/34
TH Pistenlänge 28			Piste nicht verlängert. Piste 10 wird jedoch nur bei Gegenwind (Ostwind) betrieben
Übrige Hazards			Erschwerter Anflug 14 wegen starken Höhenwinden und Turbulenzen
Gesamtbeurteilung ATM			Sehr gering

Flugbetriebskonzept N1016opt

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität			SEPAZ 16ovhd aufgehoben, Konflikte Luft reduziert, Gesamtkomplexität jedoch nach wie vor sehr hoch
TH Pistenkreuz			Unmitigiert
TH Konfliktpunkte Luft			Teilweise mitigiert MISAP 14 / Ovhd SID 10 mitigiert
TH SEPAZ			SEPAZ 16 ovhd aufgehoben (ein Konfliktpunkt weniger)
TH Pistenkreuzungen 10/28			Mitigation Piste 10 unklar; Piste 16 unmitigiert Umrollung (Unabhängigkeit der Benutzung offen)
TH Pistenlänge 28			Piste verlängert
Übrige Hazards			Erschwerter Anflug 14 wegen starken Höhenwinden und Turbulenzen
Gesamtbeurteilung ATM			Sehr gering

Flugbetriebskonzept N1016S D

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität	Yellow	Yellow	SEPAZ14/16 mit 16straight aufgehoben, Konflikte Luft reduziert, Gesamtkomplexität jedoch nach wie vor hoch
TH Pistenkreuz	Yellow	Yellow	Unmitigiert
TH Konfliktpunkte Luft	Blue	Blue	Teilweise mitigiert
TH SEPAZ	Blue	Blue	SEPAZ14/16 aufgehoben (SEPAZ 14/10 bleibt)
TH Pistenkreuzungen 10/28	Yellow	Yellow	Mitigation Piste 10 unklar; Piste 16 unmitigiert
TH Pistenlänge 28	Green	Green	Piste verlängert
Übrige Hazards	White	Yellow	Erschwerter Anflug 14 wegen starken Höhenwinden und Turbulenzen
Gesamtbeurteilung ATM	Yellow	White	Gering

Flugbetriebskonzept N16S

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität	Green	Green	Mitigiert
TH Pistenkreuz	Green	Green	Mitigiert
TH Konfliktpunkte Luft	Green	Green	Mitigiert
TH SEPAZ	Green	Green	Mitigiert
TH Pistenkreuzungen 10/28	Green	Green	Vollständig Mitigiert
TH Pistenlänge 28	White	Green	Keine Ops
Übrige Hazards	White	Blue	Erschwerter Anflug 14 wegen starken Höhenwinden und Turbulenzen (Bisenlage)
Gesamtbeurteilung ATM	Green	White	Sehr hoch

Flugbetriebskonzept O3234

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität	Yellow	Yellow	Konfliktpunkte Luft, Pistenkreuzung, vereinzelte ARR/DEP RWY34
TH Pistenkreuz	Blue	Blue	Nur für vereinzelte Bewegungen relevant Vereinzelte Starts 34
TH Konfliktpunkte Luft	Yellow	Yellow	Unmitigiert
TH SEPAZ	Green	Green	N/A Nicht relevant
TH Pistenkreuzungen 10/28	Yellow	Yellow	Unmitigiert
TH Pistenlänge 28	White	Yellow	Piste nicht verlängert. grosse Auswirkungen bei Overrun
Übrige Hazards	White	Blue	Steiler Anflugwinkel 28; Turbulenzen
Gesamtbeurteilung ATM	Yellow	White	Gering

Flugbetriebskonzept O32ert

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität	grün	grün	Konfliktpunkte Luft mitigiert, unabhängige ARR/DEP
TH Pistenkreuz	grün	grün	Mitigiert
TH Konfliktpunkte Luft	grün	grün	Mitigiert
TH SEPAZ	grün	grün	N/A
TH Pistenkreuzungen 10/28	blau	blau	Mit Umrollung voraussichtlich mitigiert, jedoch Koordinationsbedarf Anflüge mit Kreuzungen Koordinationsbedarf nicht geklärt, Incursions nicht vollständig mitigiert
TH Pistenlänge 28		grün	Piste verlängert und Auswirkungen Overrun mitigiert
Übrige Hazards		blau	steiler Anflugwinkel 28; Turbulenzen
Gesamtbeurteilung ATM	grün		Hoch

Flugbetriebskonzept N283234

Top Hazard	ATM	Alle	Bemerkung
TH Komplexität	gelb	gelb	Gegenläufiger Verkehr, Konfliktpunkte Luft (TKOF28-32/34), Pistenkreuz teilweise mitigiert.
TH Pistenkreuz	blau	blau	Teilweise mitigiert (vereinzelt TKOF 34, vor allem in der Umstellungsphase)
TH Konfliktpunkte Luft	gelb	gelb	Unmitigiert (gegenläufiger Verkehr; Konflikte zw TKOF 28 und TKOF 32/34 westbound)
TH SEPAZ	grün	grün	N/A
TH Pistenkreuzungen 10/28	grün	grün	Mit Umrollung weitgehend mitigiert
TH Pistenlänge 28		blau	Starts: Piste verlängert. Aus Sicht Operator erhöhter Druck für Starts auf 28 wegen gegenläufigen Verkehrs
Übrige Hazards		blau	
Gesamtbeurteilung ATM	gelb		Gering

Top Hazard Landung 14 Die Sicherheitsmarge beim Top Hazard „Landung Piste 14“ (Betrieb bei Seiten- oder Rückenwind mit der Gefahr, dass Flugzeuge seitlich oder am Ende von der Piste abkommen) wird nicht pro Konzept sondern nur gesamthaft im Rahmen der Varianten beurteilt.

Variante	Alle	Begründung
V0 Aktueller Zustand		LDG14 gleiche Bedingungen bei allen Varianten: Risiken durch Overrun und Veer-off gering, aber nicht auszuschließen
V0* Aktueller Zustand mit Massnahmen		
V1 Verspätungsabbau		
V2 Süd straight generell ohne Start 28		
V3 Bise ohne Start 16 left		
V4 Bise ohne Start 16 left und 10		
V5a Mittagsstartwelle ohne Short right		
V5b Mittagsstartwelle ohne Start 28		
V5c Mittagsstartwelle mit Short right		
V6 Süd straight generell mit Start 28		
V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept		

A3 Beurteilung Zusammenwirken

Den Ausgangspunkt mit einem Nutzwert 0 bildet der aktuelle Zustand.

Nutzwerte

Beurteilte Aspekte	Nutzwerte, Wirkung						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
Kriterien I bis VI	stark erhöhte Risiken	relevant erhöhte Risiken	geringfügig erhöhte Risiken	keine oder Marginale Abweichung	geringfügig reduzierte Risiken	relevant reduzierte Risiken	stark reduzierte / eliminierte Risiken

Kriterium I: Anzahl Konzepte

Morgen und Abend ist bei allen Varianten gleich.

Variante	Anz.	NW	Begründung
V0 Aktuell	6	0.0	Differenzierung (=Doppelzählung) des Südkonzepts - mit/ohne Starts 28
V0*	5	1.0	
V1 Verspätungsabbau	7	-1.5	Ein zusätzliches Konzept bringt exponentiellen Mehraufwand
V2 Süd straight generell ohne Start 28	4	2.0	
V3 Bise ohne Start 16 left	6	0.0	
V4 Bise ohne Start 16 left und 10	6	0.0	
V5a Mittagsstartwelle ohne Short right	6	0.0	
V5b Mittagsstartwelle ohne Start 28	6	0.0	
V5c Mittagsstartwelle mit Short right	6	0.0	
V6 Süd straight generell mit Start 28	5	1.0	
V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept	6	0.0	

Kriterium II: Anzahl Konzepte mit geringer oder sehr geringer Sicherheitsmarge

Konzepte mit geringer Sicherheitsmarge werden einfach, solche mit sehr geringer Sicherheitsmarge dreifach gezählt.

Variante	Anz.	NW	Begründung
V0 Aktuell	7	0.0	
V0*	4	0.0	Keine pos. NW bei Sicherheitsmarge --
V1 Verspätungsabbau	5	0.0	Keine pos. NW bei Sicherheitsmarge --
V2 Süd straight generell ohne Start 28	1	3.0	N283234 fällt kaum ins Gewicht (Anwendung erst ab 22:00)
V3 Bise ohne Start 16 left	2	1.0	N1016S E mit relevantem Anteil
V4 Bise ohne Start 16 left und 10	1	3.0	Wie V2
V5a Mittagsstartwelle ohne Short right	1	3.0	Wie V2
V5b Mittagsstartwelle ohne Start 28	1	3.0	Wie V2
V5c Mittagsstartwelle mit Short right	1	3.0	Wie V2
V6 Süd straight generell mit Start 28	1	3.0	Wie V2
V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept	1	3.0	Wie V2

Kriterium III: Anzahl selten genutzter Konzepte
(Anteil unter 5%)

Keine selten genutzten Konzepte ergeben NW +3.

Variante	Anz.	NW	Begründung
V0 Aktuell	3	0	Südkonzept aufgeteilt: 1 x <5%
V0*	2	1	
V1 Verspätungsabbau	4	-2	Alle 4 Konzepte mit sehr geringen Anteilen (<3%)
V2 Süd straight generell ohne Start 28	1	2	
V3 Bise ohne Start 16 left	3	0	
V4 Bise ohne Start 16 left und 10	3	0	
V5a Mittagsstartwelle ohne Short right	2	1	
V5b Mittagsstartwelle ohne Start 28	2	1	
V5c Mittagsstartwelle mit Short right	2	1	
V6 Süd straight generell mit Start 28	2	1	
V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept	2	1	

Kriterium IV:
Anzahl geplanter Konzeptwechsel

Variante	Anz.	NW	Begründung
V0 Aktuell	2	0	
V0*	2	0	
V1 Verspätungsabbau	2	0	
V2 Süd straight generell ohne Start 28	2	0	
V3 Bise ohne Start 16 left	2	0	
V4 Bise ohne Start 16 left und 10	2	0	
V5a Mittagsstartwelle ohne Short right	4	-2	
V5b Mittagsstartwelle ohne Start 28	4	-2	
V5c Mittagsstartwelle mit Short right	4	-2	
V6 Süd straight generell mit Start 28	2	0	
V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept	4	-2	

Kriterium V: Anzahl ungeplanter Konzeptwechsel	Variante	NW	Begründung
	V0 Aktuell	0	Wechsel nur bei Bise erforderlich
	V0*	0	Wechsel nur bei Bise erforderlich
	V1 Verspätungsabbau	-3	Wechsel bei Bise und Nebel erforderlich, zudem Wechsel innerhalb Bise und Nebel in Abhängigkeit der Verspätungssituation
	V2 Süd straight generell ohne Start 28	3	Keine Wechsel erforderlich
	V3 Bise ohne Start 16 left	-1	Wechsel bei Bise und Nebel erforderlich
	V4 Bise ohne Start 16 left und 10	-1	Wechsel bei Bise und Nebel erforderlich
	V5a Mittagsstartwelle ohne Short right	-1	Wechsel bei Bise und Nebel erforderlich
	V5b Mittagsstartwelle ohne Start 28	-1	Wechsel bei Bise und Nebel erforderlich; in Mittagsspitze keine Wechsel infolge Bise
	V5c Mittagsstartwelle mit Short right	-1	Wechsel bei Bise und Nebel erforderlich
	V6 Süd straight generell mit Start 28	0	Wechsel nur bei Bise erforderlich
	V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept	-1	Wechsel bei Bise und Nebel erforderlich

Kriterium VI: Komplexität der Konzeptwechsel	Variante	NW	Begründung
	V0 Aktuell	0.0	
	V0*	0.5	Ausgeglichene Konzepte hinsichtlich Kapazität -> höherer Anreiz für Wechsel
	V1 Verspätungsabbau	0.0	Ausgeglichene Konzepte hinsichtlich Kapazität und Komplexität -> höherer Anreiz für Wechsel; 4 sehr unterschiedliche Konzepte; insb. sehr komplexer Wechsel auf Bisenkonzept
	V2 Süd straight generell ohne Start 28	2.0	Optimal, so lange nicht wegen Westwind gewechselt werden muss (Unterschied Kapazität ca. 15%) -> hoher Verkehrsüberhang nach Wechsel
	V3 Bise ohne Start 16 left	1.0	Ausgeglichene Konzepte hinsichtlich Kapazität und Komplexität -> höherer Anreiz für Wechsel
	V4 Bise ohne Start 16 left und 10	3.0	Ausgeglichene Kapazität aller Konzepte; einfacher Konzeptwechsel bei Bise
	V5a Mittagsstartwelle ohne Short right	2.0	Ausgeglichene Kapazität aller Konzepte; grosser Kapazitätsunterschied des Wechsels in Mittagsspitze (von 16S auf Ostkonzept wegen Westwind)
	V5b Mittagsstartwelle ohne Start 28	1.5	Ausgeglichene Kapazität aller Konzepte; grosser Kapazitätsunterschied des Wechsels in Mittagsspitze (von 16S auf Ostkonzept wegen Westwind); verschiedene Routenführungen bei Emmen On/Off
	V5c Mittagsstartwelle mit Short right	1.0	Ausgeglichene Kapazität aller Konzepte; Kapazitätsunterschied des Wechsels in Mittagsspitze (von 16S auf Ostkonzept wegen Westwind); N2816S B etwas komplexer; verschiedene Routenführungen bei Emmen On/Off
	V6 Süd straight generell mit Start 28	3.0	Sehr günstig; wenn wegen Westwind gewechselt werden muss, beträgt Unterschied der Kapazität ca. 10% -> Verkehrsüberhang nach Wechsel
	V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept	0.0	Ausgeglichene Kapazität aller Konzepte; jedoch 2 komplexe Wechsel in Mittagsspitze

A4 Beurteilung Betrieb

Nutzwerte Die Wirkung der Massnahmen wird anhand eines Nutzwertes eingeschätzt. Den Ausgangspunkt mit einem Nutzwert 0 bildet der aktuelle Zustand.

Beurteilte Aspekte	Nutzwerte, Wirkung (NW)						
	-3	-2	-1	0	1	2	3
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

Beurteilung der Auswirkungen bei Dritten

Beurteilungsgrundlage: In Dübendorf betreibt die Luftwaffe gemäss vorge sehenem Stationierungskonzept ausschliesslich eine Heli-Basis.

Aspekt	NW	Begründung
Stabilität	0.0	
Kapazität	0.0	
Auswirkungen Dritte	0.0	

Aspekt	NW	Begründung
Stabilität	0.5	Kaum Kapazitätsverlust bei Einsatz ertüchtigtes Ostkonzept
Kapazität	0.5	Minimale Erhöhung der angebotenen Kapazität (Hauptkonzept); höhere Kapazität durch ertüchtigtes Ostkonzept (+0.5)
Auswirkungen Dritte	-0.5	Einschränkungen für VFR-Flüge aufgrund permanenter Verfügbarkeit des Luftraums für Südflüge (Luftraum E reduziert). <i>Gilt für alle nachfolgenden Varianten gleichermaßen.</i>

Aspekt	NW	Begründung
Stabilität	0.0	Plus: Betriebliche Vorteile durch Verspätungskompensation; Minus: Verluste durch zahlreiche Konzeptwechsel
Kapazität	0.5	Minimale Erhöhung der angebotenen Kapazität (Hauptkonzept); höhere Kapazität durch ertüchtigtes Ostkonzept (+0.5)
Auswirkungen Dritte	-1.0	Einschränkungen Luftwaffe: bei Bise oder Nebel DUB eingeschränkt (0.6% Abflüge 16S); Luftraum E reduziert.

V2 Süd straight generell ohne Start 28

Aspekt	NW	Begründung
Stabilität	2.0	Hohe Verfügbarkeit, aber 20% Kapazitätsunterschied bei ungeplantem Wechsel auf Ostkonzept
Kapazität	3.0	Maximale Kapazität
Auswirkungen Dritte	-3.0	Einschränkungen Luftwaffe: DUB bei IMC geschlossen, EMM eingeschränkt; Luftraum E reduziert

V3 Bise ohne Start 16 left

Aspekt	NW	Begründung
Stabilität	1.0	Verbesserung bei Nebel im Vergleich zu V0
Kapazität	0.5	Minimale Erhöhung der angebotenen Kapazität (Hauptkonzept); höhere Kapazität durch ertüchtigtes Ostkonzept (+0.5)
Auswirkungen Dritte	-1.0	Einschränkungen Luftwaffe: bei Bise DUB eingeschränkt (1.5% Abflüge 16S); Luftraum E reduziert

V4 Bise ohne Start 16 left und 10

Aspekt	NW	Begründung
Stabilität	3.0	Kein Kapazitätsverlust bei Einsatz des Bisenkonzepts; enge Bandbreite der Kapazitäten der Hauptkonzepte
Kapazität	0.5	Minimale Erhöhung der angebotenen Kapazität (Hauptkonzept); höhere Kapazität durch ertüchtigtes Ostkonzept (+0.5)
Auswirkungen Dritte	-1.5	Einschränkungen Luftwaffe: bei Bise DUB für IFR-Verkehr geschlossen, nur VFR-Betrieb möglich (5% Abflüge 16S); Luftraum E reduziert. EMM ohne short Right 16 stark eingeschränkt

V5a Mittagsstartwelle ohne Short right

Aspekt	NW	Begründung
Stabilität	2.5	20% Kapazitätsunterschied bei ungeplantem Wechsel auf Ostkonzept nur in der Mittagsspitze
Kapazität	2.5	Deutlich höhere Kapazität in Mittagsspitze; höhere Kapazität durch ertüchtigtes Ostkonzept (+0.5)
Auswirkungen Dritte	-2.5	Einschränkungen Luftwaffe: DUB von 10:00 - 14:00 sehr stark eingeschränkt (12% Abflüge 16S). EMM stark eingeschränkt. Militärische Mittagspause von 12:00 - 13:15 zu berücksichtigen; Luftraum E reduziert

V5b Mittagsstartwelle ohne Start 28

Aspekt	NW	Begründung
Stabilität	2.5	20% Kapazitätsunterschied bei ungeplantem Wechsel auf Ostkonzept nur in der Mittagsspitze
Kapazität	2.5	Deutlich höhere Kapazität in Mittagsspitze; höhere Kapazität durch ertüchtigtes Ostkonzept (+0.5)
Auswirkungen Dritte	-2.0	Einschränkungen Luftwaffe: DUB von 10:00 - 14:00 bei IMC geschlossen (30% Abflüge 16S). EMM durch Szenario A nur teilweise eingeschränkt. Militärische Mittagspause von 12:00 - 13:15 zu berücksichtigen; Luftraum E reduziert

V5c Mittagsstartwelle mit Short right	Aspekt	NW	Begründung
	Stabilität	2.0	20% Kapazitätsunterschied bei ungeplantem Wechsel auf Ostkonzept nur in der Mittagsspitze; Einfluss Priorität Luftwaffe bei 16S Szenario B
	Kapazität	2.0	Deutlich höhere Kapazität in Mittagsspitze; 16S-Konzept mit leicht geringerer Kapazität (Priorität Luftwaffe); höhere Kapazität durch ertüchtigtes Ostkonzept (+0.5)
	Auswirkungen Dritte	-1.5	Einschränkungen Luftwaffe: DUB von 10:00 - 14:00 (12% Abflüge 16S) eingeschränkt, EMM leicht eingeschränkt, jedoch militärische Mittagspause von 12:00 - 13:15 und geringere Einschränkungen durch Szenario B zu berücksichtigen; Luftraum E reduziert

V6 Süd straight generell mit Start 28	Aspekt	NW	Begründung
	Stabilität	2.0	Hohe Verfügbarkeit, aber 20% Kapazitätsunterschied bei ungeplantem Wechsel auf Ostkonzept
	Kapazität	3.0	Nahezu maximale Kapazität
	Auswirkungen Dritte	-3.0	Massive Einschränkungen Luftwaffe durch Szenario C: DUB und EMM stark eingeschränkt. Luftraum E reduziert

V7 Mittagsstartwelle Ostkonzept	Aspekt	NW	Begründung
	Stabilität	3.0	Kein Kapazitätsverlust bei Einsatz des Bisenkonzepts; enge Bandbreite der Kapazitäten der Hauptkonzepte
	Kapazität	0.0	Minimale Erhöhung der angebotenen Kapazität (Hauptkonzept); höhere Kapazität durch ertüchtigtes Ostkonzept (+0.5); Kapazitätsverlust durch zwei komplexe geplante Konzeptwechsel (-0.5)
	Auswirkungen Dritte	-1.5	Einschränkungen Luftwaffe bei Bise oder Nebel (6% Abflüge 16S); Luftraum E reduziert. Mit Short right turn 16 nur DUB betroffen.

A5 Beurteilung Varianten

Hinweise zur Ermittlung der Nutzwerte Safety

- Die in einer Variante enthaltenen Konzepte sind durch die Angabe der entsprechenden zeitlichen Anteile der Konzepte ersichtlich.
 - Spalte Sicherheitsmarge pro TH: Die Sicherheitsmarge der enthaltenen Konzepte (Anhang A2) fliest mit dem jeweiligen Anteil der Konzepte in den Wert für die Variante ein.
 - Gewichtung der TH untereinander (Sicherheitsmarge): Sie entspricht der Gewichtung gemäss SÜFZ, die ihrerseits auf der Risikoeinschätzung der Top Hazards basiert. Nicht enthalten sind die beiden TH2 und TH3 gemäss SÜFZ, die im Zusammenwirken der Konzepte enthalten sind.
 - Transformation der Sicherheitsmarge aus „Beurteilung Konzepte“ in einen Nutzwert: Die Bandbreite der Sicherheitsmarge von 1 bis 16 wird auf die Bandbreite der Nutzwerte von -3 bis +3 transformiert. Die Sicherheitsmarge der Variante 0 (SM_0) ergibt den Nutzwert $NW_0 = 0.00$. Die Sicherheitsmargen der weiteren Varianten (NW_i) wird gemäss folgender Proportionalität ermittelt (Auflösung nach NW_i):

$$\frac{(SMi - SMO)}{(16 - SMO)} = \frac{(NWi - NWo)}{(3 - NWo)}$$

- Die Nutzwerte aus „Beurteilung Konzepte“ und „Zusammenwirken Konzepte“ fließen zu gleichen Teilen in den Nutzwert Safety ein.

Variante V0*

Variante V1,
Verspätungsabbau

Variante V2, Süd straight generell ohne Start 28

Variante V3, Bise
ohne Start 16 left

Variante 4, Bise
ohne Start 16 left und 10

Variante 5a, Mittagsstartwelle ohne Short right

V5b, Mittagsstartwelle
ohne Start 28

Variante V5c, Mittagsstartwelle mit Short right

Variante V6, Südstraight generell
mit Start 28

Variante V7, Mittagsstartwelle Ostkonzept

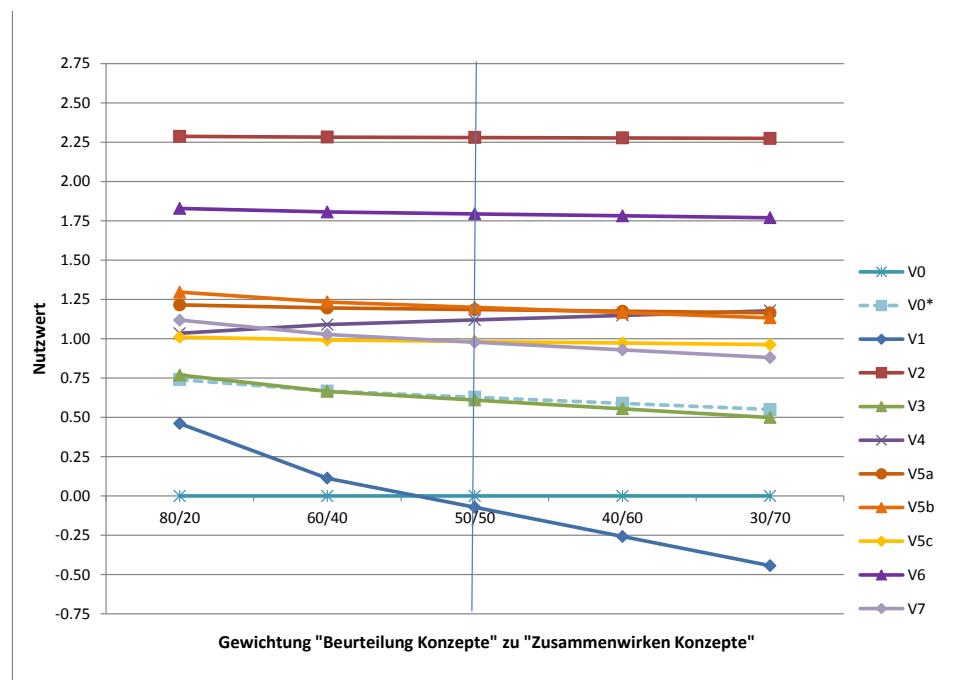
A6 Sensitivität

Sensitivität Beurteilung Safety

Bei der Bildung der Nutzwerte sind an zwei Stellen Gewichtungen erfolgt:

- Gewichtung „Beurteilung Konzepte“ und „Zusammenwirken Konzepte“ (Variation der mit 50%/50% zugrunde gelegten Gewichtung)
- Gewichtung der sechs Kriterien für die Ermittlung des Nutzwertes „Zusammenwirken Konzepte“ (siehe Anhang A3)

Abbildung 20: Gewichtung „Beurteilung Konzepte“ zu „Zusammenwirken Konzepte“



Kriterien innerhalb der Beurteilung „Zusammenwirken Konzepte“

Die Abbildung 20 basiert auf der Gewichtung der Kriterien I bis VI innerhalb der Beurteilung „Zusammenwirken Konzepte“ gemäss „Annahme Beurteilung“ in Tabelle 5. Zur Prüfung der Sensitivität der Ergebnisse wird zusätzlich eine Gleichgewichtung angenommen.

Tabelle 5:
Gleichgewichtung

Kriterien	Annahme Beurteilung		Prüfen der Sensitivität	
	Gewicht	%	Gewicht	%
I Anzahl Konzepte	2	13%	1	16.7%
II Anzahl Konzepte mit geringer oder sehr geringer Sicherheitsmarge	4	27%	1	16.7%
III Anzahl selten genutzter Konzepte (Anteil unter 5%)	3	20%	1	16.7%
IV Anzahl geplanter Konzeptwechsel	1	7%	1	16.7%
V Anzahl ungeplanter Konzeptwechsel	2	13%	1	16.7%
VI Komplexität der Konzeptwechsel	3	20%	1	16.7%

Abbildung 21: Sensitivität der Kriterien innerhalb der Beurteilung „Zusammenwirken Konzepte“

