



AERONAUTICAL STUDY - BETRIEB A380  
FLUGHAFEN DÜSSELDORF

*Bericht*

*Version 1.1*

*Datum: 15.11.2013*

*© airsight GmbH  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
Deutschland  
Telefon: +49 30 45803177  
Fax: +49 30 45803188  
[www.airsight.de](http://www.airsight.de)*

## URHEBERRECHTSINFORMATIONEN

Der vorliegende Bericht ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigungen, zu denen auch das Fotokopieren zählt, sind nicht ohne Zustimmung erlaubt.

## LISTE DER ERGÄNZUNGEN

Version	Datum	Anmerkung
0.8	05.08.2013	1. unvollständiger Entwurf (inkl. Compliance Check Infrastruktur) vor interner QS
0.9	08.08.2013	1. unvollständiger Entwurf (inkl. Compliance Check Infrastruktur) nach interner QS (Zusendung an AG am 09.08.2013)
0.91	16.08.2013	1. vollständige Entwurf (inkl. Compliance Check Infrastruktur + Betriebsprozesse) vor interner QS
1.0	20.08.2013	1. vollständige Entwurf (inkl. Compliance Check Infrastruktur + Betriebsprozesse) nach interner QS
1.1	15.11.2013	2. vollständiger Entwurf (inkl. Ergänzung nachträglich eingereichter Nachweise zu Schachtbauwerken und Schultertragfähigkeit TWY) nach interner QS

Dieses Dokument besteht aus:

147 Seiten Bericht plus vier Anlagen.

Berlin, 15.11.2013

## Inhaltsverzeichnis

Kurzzusammenfassung.....	10
Teil I    Allgemeines .....	11
1        Einleitung .....	11
2        Methodik der Aeronautical Study.....	13
2.1      Überblick .....	13
2.2      Vorgehensweise .....	13
2.2.1    Überblick.....	13
2.2.2    Konzeptentwicklung.....	13
2.2.3    Bestandsaufnahme.....	13
2.2.4    Gefahrenanalyse .....	14
2.2.5    Risikoanalyse.....	14
2.2.6    Anerkannte Grundlagen der verwendeten Vorgehensweise .....	14
2.2.7    Zu untersuchende Parameter .....	15
2.2.8    Prüfliste .....	15
2.3      Bestandsaufnahme.....	15
2.4      Gefahrenanalyse.....	16
2.4.1    Überblick.....	16
2.4.2    Systemidentifikation und Abgrenzung .....	16
2.4.3    Identifikation der Gefahren.....	16
2.4.4    Bestimmung der Einflussfaktoren .....	17
2.5      Risikoanalyse.....	17
2.5.1    Generelle Methodik.....	17
2.5.2    Übertragung auf das Untersuchungsobjekt.....	18
3        Untersuchungsumfang.....	19
3.1      Luftfahrzeug A380-800 .....	19
3.1.1    Allgemeines.....	19
3.1.2    Abmessungen.....	19
3.2      Infrastruktur .....	20
3.2.1    Überblick.....	20
3.2.2    Zu untersuchende Start- und Landebahn (SLB).....	21

3.2.3	Zu untersuchende Rollbahnen.....	21
3.2.4	Zu untersuchende Vorfeldabstellpositionen.....	23
3.2.5	Zusammenfassung Untersuchungsobjekte Infrastruktur.....	24
3.3	Betriebsprozesse .....	25
3.3.1	Jetblast.....	25
3.3.2	Flughafennotfallplan .....	25
3.3.3	Rettungs- und Feuerlöschdienste .....	25
3.3.4	Enteisung.....	25
3.3.5	Abfertigungseinrichtungen.....	26
4	Grundprämissen / Abgrenzung der Untersuchungen .....	27
4.1	Anzuwendende Vorgaben des Sollzustandes.....	27
4.2	Anzuwendende Nachweise zu Darstellung des Ist-Zustands .....	28
4.3	Code E Vorgabenkonformität .....	29
Teil II	Ergebnisse der Prüfung der Infrastruktur .....	30
5	Start- und Landebahn .....	30
5.1	Breite der Start- und Landebahn.....	30
5.1.1	Vorgaben .....	30
5.1.2	Ist-Zustand.....	30
5.1.3	Ergebnis / Bewertung .....	30
5.1.4	Fazit .....	31
5.2	Start- und Landebahnschultern .....	31
5.2.1	Vorgaben .....	31
5.2.2	Ist-Zustand.....	33
5.2.3	Ergebnis / Bewertung .....	34
5.2.4	Fazit .....	35
5.3	Start- und Landebahnstreifen .....	35
5.3.1	Vorgaben .....	35
5.3.2	Ist-Zustand.....	36
5.3.3	Ergebnis / Bewertung .....	36
5.3.4	Fazit .....	38
5.4	Obstacle Free Zone (OFZ).....	38
5.4.1	Vorgaben .....	38
5.4.2	Ergebnis / Bewertung .....	40

6	Rollbahnen / Standplatzrollgassen .....	42
6.1	Breite der Rollbahnen / Standplatzrollgassen .....	42
6.1.1	Vorgaben .....	42
6.1.2	Ist-Zustand.....	43
6.1.3	Ergebnis / Bewertung .....	45
6.1.4	Fazit .....	48
6.2	Rollbahnschultern .....	49
6.2.1	Vorgaben .....	49
6.2.2	Ist-Zustand.....	51
6.2.3	Ergebnis / Bewertung .....	53
6.2.4	Fazit .....	54
6.3	Rollbahnstreifen .....	54
6.3.1	Abgrenzung.....	54
6.3.2	Vorgaben .....	55
6.3.3	Ist-Zustand.....	56
6.3.4	Ergebnis / Bewertung .....	56
6.3.5	Fazit .....	57
6.4	Separationsminima – SLB zu paralleler Rollbahn .....	57
6.4.1	Vorgaben .....	57
6.4.2	Ist-Zustand.....	58
6.4.3	Ergebnis / Bewertung von Abweichungen .....	58
6.4.4	Fazit .....	58
6.5	Separationsminima – Parallele Rollbahnen .....	58
6.5.1	Vorgaben .....	58
6.5.2	Ist-Zustand.....	59
6.5.3	Ergebnis / Bewertung .....	59
6.5.4	Fazit .....	60
6.6	Separationsminima – Rollbahn/Standplatzrollgasse zu Objekt .....	60
6.6.1	Vorgaben .....	60
6.6.2	Ist-Zustand.....	61
6.6.3	Ergebnis / Bewertung .....	66
6.6.4	Fazit .....	68
6.7	Separationsminima – Lage der Rollhalteorte.....	69
6.7.1	Vorgaben .....	69
6.7.2	Ist-Zustand.....	69

6.7.3	Ergebnis / Bewertung .....	71
6.7.4	Fazit .....	71
6.8	Separationsminima – Lage der Intermediate Holding Positions .....	71
6.8.1	Vorgaben .....	71
6.8.2	Ist-Zustand.....	72
6.8.3	Ergebnis / Bewertung .....	75
6.8.4	Fazit .....	76
7	Luftfahrzeugstandplätze .....	77
7.1	Separationsminima auf Luftfahrzeugstandplätzen .....	77
7.1.1	Vorgaben .....	77
7.1.2	Ist-Zustand.....	78
7.1.3	Ergebnis / Bewertung .....	79
7.1.4	Fazit .....	80
7.2	Einrollen / Push –Back / Power Out .....	80
7.2.1	Vorgaben .....	80
7.2.2	Ist-Zustand.....	81
7.2.3	Ergebnis / Bewertung .....	83
7.2.4	Fazit .....	83
8	Tragfähigkeit relevanter Flugbetriebsflächen .....	84
8.1	Vorgaben .....	84
8.2	Ist-Zustand.....	86
8.3	Ergebnis / Bewertung .....	86
8.4	Fazit .....	88
9	Schachtbauwerke (Schulter- und eingeebener Streifenbereich .....	89
9.1	Einführung.....	89
9.2	Vorgaben .....	89
9.3	Ist-Zustand.....	91
9.4	Ergebnis / Bewertung .....	92
9.5	Fazit .....	92
10	Gleitwinkelbefeuerung - PAPI .....	93
10.1.1	Lage und Aufstellungstoleranzen / Radabstand.....	93

10.1.2	Gleitwinkel und Einstellung der Erhebungswinkel von Feuereinheiten .....	94
10.1.3	Definition Mindestaugenhöhe Gleitwinkelbefeuerung nach ICAO Annex 14.....	95
Teil III	Ergebnisse der Prüfung der Betriebsprozesse.....	97
11	Jet Blast.....	97
11.1	Allgemeines .....	97
11.2	Vorgaben .....	97
12	Flugplatz-Notfallplan .....	103
12.1.2	Notfallzentrale und mobiler Leitstand.....	104
12.1.3	Kommunikation.....	105
12.1.4	Notfallübungen .....	105
12.1.5	Bergung bewegungsunfähiger Luftfahrzeuge .....	105
12.2.1	Generelles .....	106
12.2.2	Notfallzentrale und mobiler Leitstand.....	107
12.2.3	Kommunikation.....	107
12.2.4	Notfallübungen .....	107
12.2.5	Bergung bewegungsunfähiger Luftfahrzeuge .....	108
12.3.1	Generelles .....	108
12.3.2	Kommunikation.....	109
12.3.3	Notfallübungen .....	110
12.3.4	Bergung bewegungsunfähiger Luftfahrzeuge .....	110
13	Rettungs- und Feuerlöschdienste .....	112
13.1	Allgemeines .....	112
13.2	Vorgaben .....	112
13.2.1	Generelles, zu veröffentlichende Informationen .....	112
13.2.2	Flugplatzkategorie Rettungs- und Feuerlöschdienste (Brandschutzkategorie).....	113
13.2.3	Löschmittel.....	114
13.2.4	Rettungsgeräte .....	116
13.2.5	Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge .....	116
13.2.6	Personal.....	117
13.3.1	Flugplatzkategorie Rettungs- und Feuerlöschdienste (Brandschutzkategorie).....	117
13.3.2	Löschmittel.....	117
13.3.3	Rettungsgeräte .....	117
13.3.4	Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge .....	118
13.3.5	Personal.....	118

13.4.1	Löschmittel.....	118
13.4.2	Rettungsgeräte.....	118
13.4.3	Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge .....	119
13.4.4	Personal.....	119
14	Enteisung.....	121
14.1	Vorgaben .....	121
14.1.1	Generelles, Lage .....	121
14.1.2	Größe und Anzahl der Enteisungsflächen: .....	121
14.1.3	Neigungen auf Enteisungsflächen.....	122
14.1.4	Tragfähigkeit der Enteisungsflächen: .....	124
14.1.5	Mindestseparationen von Enteisungsflächen.....	124
14.1.6	Aspekte des Umweltschutzes.....	124
14.2	Ist-Zustand.....	125
14.2.1	Generelles, Lage .....	125
14.2.2	Größe der Enteisungsflächen .....	125
14.2.3	Neigungen auf Enteisungsflächen.....	126
14.2.4	Tragfähigkeit der Enteisungsflächen: .....	126
14.2.5	Mindestseparationen von Enteisungsflächen: .....	126
14.2.6	Aspekte des Umweltschutzes.....	127
14.3	Ergebnis/Bewertung .....	127
14.3.1	Generelles, Lage .....	127
14.3.2	Größe der Enteisungsflächen .....	128
14.3.3	Neigung der Enteisungsflächen.....	128
14.3.4	Tragfähigkeit der Enteisungsflächen.....	128
14.3.5	Mindestseparationen von Enteisungsflächen.....	129
14.3.6	Aspekte des Umweltschutzes.....	129
14.4	Fazit .....	129
15	Abfertigungseinrichtungen .....	130
15.1	Vorgaben .....	130
15.1.1	Fluggastbrücken.....	130
15.1.2	Verfügbarer Platz für Bodenabfertigungsgeräte.....	130
15.1.3	Bodenstromversorgung.....	131
15.1.4	Pre-Conditioned Air (PCA) .....	131
15.1.5	Sonstige Anlagen .....	131
15.2	Ist-Zustand.....	132

---

15.2.1	Fluggastbrücken.....	132
15.2.2	Verfügbarer Platz für Bodenabfertigungsgeräte.....	132
15.2.3	Bodenstromversorgung .....	133
15.2.4	Pre-Conditioned Air .....	133
15.2.5	Sonstige Anlagen .....	133
15.3	Ergebnis / Bewertung .....	133
15.3.1	Fluggastbrücken.....	133
15.3.2	Verfügbarer Platz für Bodenabfertigungsgeräte.....	134
15.3.3	Bodenstromversorgung .....	134
15.3.4	Pre-Conditioned Air .....	134
15.3.5	Sonstige Anlagen .....	134
15.4	Fazit .....	134
16	Zusammenfassung.....	135
	Abkürzungsverzeichnis .....	138
	Quellenverzeichnis .....	140
	Abbildungsverzeichnis .....	143
	Tabellenverzeichnis .....	145
	Anlagen .....	147

## Kurzzusammenfassung

Die Flughafengesellschaft Düsseldorf GmbH hat die Firma airsight GmbH als Gutachter beauftragt, die luftseitige Infrastruktur des Flughafens sowie flugbetriebliche Prozesse hinsichtlich der Kompatibilität des Flugzeugtyps A380-800 zu prüfen und festzustellen, ob die flugbetriebliche Sicherheit unter Berücksichtigung der entsprechenden internationalen Sollvorgaben gewährleistet werden kann. Hintergrund der vorliegenden Untersuchung ist die geplante Aufnahme des Linienbetriebs durch den Flugzeugtyp A380-800 am Flughafen Düsseldorf durch die Fluggesellschaft Emirates.

Die Untersuchung wurde mittels einer luftfahrttechnischen Studie (Aeronautical Study) durchgeführt.

Bei der Anwendung der Vorgaben, insbesondere ICAO Annex 14 [1], EASA [2] und AACG [3] ergaben sich bei der Untersuchung der luftseitigen Infrastrukturen einzelne Abweichungen zu den vorgenannten Regularien. Für diese Verfehlungen wurden Möglichkeiten zur Kompensation (betrieblich, infrastrukturell) aufgezeigt. In Teilbereichen, für die keine ausreichende Datengrundlage für die abschließende Bewertung vorlag, wurden Empfehlungen zur Vervollständigung und Überprüfung dieser Daten gegeben.

Bei der Untersuchung der flugbetrieblichen Prozesse wurden vereinzelt Empfehlungen zur Anpassung der zur Verfügung gestellten Dokumentationen gegeben. Auch hier wurden in Teilbereichen, für die keine ausreichende Datengrundlage für die abschließende Bewertung vorlag, Hinweise zur Vervollständigung und Überprüfung dieser Daten gegeben.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass unter Beachtung der im Bericht genannten Maßnahmen zur Kompensation der festgestellten Abweichungen inklusive dessen praktischer Umsetzung für die untersuchten und bewertungsfähigen Aspekte der luftseitigen Infrastruktur aus gutachterlicher Sicht die flugbetriebliche Sicherheit für den geplanten Betriebs des Luftfahrzeugtyps A380-800 am Flughafen Düsseldorf als gegeben eingestuft wird.

Für die mangels Datenverfügbarkeit nicht bewertungsfähigen Untersuchungsaspekte ist zunächst eine entsprechende Bestandsdatenerfassung durchzuführen. Darauf aufbauend kann dann die vorliegende Untersuchung durch die Einbeziehung bisher noch fehlender Prüfpunkte ergänzt werden, um so eine vollständige Bewertung zu erreichen.

## Teil I Allgemeines

### 1 Einleitung

Im Zusammenhang mit der Indienststellung neuer Luftfahrzeugtypen bzw. der Erweiterung der auf einem Flughafen operierenden Flugzeugflotten mit neuen Flugzeugmustern ist zu überprüfen, ob die bestehenden lokalen Verhältnisse der Infrastruktur und der betrieblichen Verfahrensweisen die Sicherheit des Betriebs dieser Luftfahrzeugtypen gewährleisten (vgl. ICAO Circular 305 [4]).

Da die maßgebenden Anforderungen des ICAO Annex 14 [1] an die Infrastruktur bzgl. des Betriebes von Luftfahrzeugen für die ICAO-Kategorie F zum Teil höher sind als an jene der Kategorie E, ist es notwendig, die bestehende Infrastruktur und die bereits vorliegenden flugplatzseitigen Planungszustände speziell für den Flugzeugtyp A380 am Flughafen Düsseldorf in Hinsicht auf diese Anforderungen zu überprüfen, um die flugbetriebliche Sicherheit auch in Zukunft zu gewährleisten.

Des Weiteren erfordert die Aufnahme des Betriebs von Luftfahrzeugen der ICAO-Kategorie F ggf. eine Anpassung der bestehenden betrieblichen Verfahren, da durch diese Luftfahrzeugtypen u. U. geänderte Anforderungen gestellt werden (beispielsweise in Bezug auf die Luftfahrzeugenteisung).

Eine international anerkannte und seitens der internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) empfohlene Möglichkeit zur Bewertung bzw. zur Erbringung des Nachweises des sicheren Betriebs dieser Luftfahrzeugtypen stellt die Anfertigung luftfahrttechnischer Studien (Aeronautical Studies) dar, anhand derer eine systematisch aufgearbeitete Gesamtbeurteilung der infrastrukturellen Gegebenheiten sowie der relevanten Betriebsabläufe und -verfahren in Bezug auf die sichere Betriebsfähigkeit des untersuchten Luftfahrzeugtyps ermöglicht wird. Ein Bestandteil derartiger luftfahrttechnischer Studien, welcher hier Anwendung findet, ist die Durchführung von Compliance Checks<sup>1</sup>, wobei die Bewertung der zu untersuchenden Aspekte ausschließlich anhand von Standardmethoden erfolgt.

Hintergrund der vorliegenden Untersuchung ist die geplante Aufnahme des Linienbetriebs durch den Flugzeugtyp A380-800 am Flughafen Düsseldorf durch die Fluggesellschaft Emirates. Emirates plant ab 2015 den Flughafen einmal täglich zu bedienen.

Ziel der Studie ist es den Betrieb des A380 auf dem Verkehrsflughafen Düsseldorf in Bezug auf die Gewährleistung der flugbetrieblichen Sicherheit und unter Berücksichtigung der entsprechenden nationalen und internationalen Sollvorgaben zu untersuchen und zu bewerten.

<sup>1</sup> Compliance Checks beinhalten die Überprüfung der Vorgabenkonformität. Im vorliegenden Fall erfolgt eine Prüfung auf Einhaltung der Standards und Empfehlungen des ICAO Annex 14 [1] sowie der Vorgaben der EASA (CRD to NPA 2011-20 [2]), und der AACG (reduzierte Mindestanforderungen bzgl. des A380-Betriebs auf bestehenden Flugplätzen) in Bezug auf die luftseitigen Anlagen und Infrastrukturen sowie ausgewählter Betriebsverfahren am Flughafen Düsseldorf für den Betrieb des Luftfahrzeugtyp A380-800.

Des Weiteren ist eine Diskussion und Abstimmung möglicher Kompensations- und Lösungsansätze bei festgestellten Abweichungen durchzuführen.

## 2 Methodik der Aeronautical Study

### 2.1 Überblick

In diesem Kapitel werden die Vorgehensweise und die Methodik bei der Durchführung der Aeronautical Study im Rahmen der Überprüfung des Flugbetriebs des zu untersuchenden Luftfahrzeugtyps unter Sicherheitsaspekten auf dem Flughafen Düsseldorf erläutert.

Die Aeronautical Study beinhaltet die umfassende Analyse und Bewertung der Betriebssicherheit festgelegter Parameter des Flughafens (z.B. Vorgabenkonformität in Bezug auf Einhaltung der Main Gear und Wing Tip Clearance sowie hinsichtlich Gestaltung der Schulterbereiche), die für den Flugbetrieb des zu untersuchenden Luftfahrzeugtypen als relevant anzusehen sind. Hierfür ist ein systematisches Vorgehen unabdingbar.

### 2.2 Vorgehensweise

#### 2.2.1 Überblick

---

Für die Bewertung der Sicherheit wurde folgende generelle Vorgehensweise gewählt:

1. Konzeptentwicklung zur Optimierung des Untersuchungsablaufs
2. Bestandsaufnahme
3. Gefahrenanalyse
4. Risikoanalyse (inkl. Sicherheitsbewertung in Teilbereichen)

#### 2.2.2 Konzeptentwicklung

---

Das hier zu Grunde gelegte Untersuchungskonzept dient einer kosten- und aufwandsoptimalen Strukturierung des Untersuchungsumfangs sowie des Untersuchungsablaufs. Die allgemeine Vorgehensweise der Untersuchung wurde möglichst an bereits bestehende und allgemein akzeptierte Abläufe (z. B. Certification Specifications (CS) der European Aviation Safety Agency – EASA) angelehnt.

#### 2.2.3 Bestandsaufnahme

---

Für eine umfassende Gefahren- und Risikoanalyse wird eine aktuelle und vollständige Bestandsaufnahme vorausgesetzt. Diese beinhaltet die Erfassung, Auswertung und Aufbereitung aller für die Untersuchung relevanten Informationen, die den Istzustand abdecken.

---

#### 2.2.4 Gefahrenanalyse

---

Als Gefahren werden unerwünschte Ereignisse betrachtet, deren Folgen negative Konsequenzen für das Luftfahrzeug mit seinen Insassen, den Flugbetrieb und die am Flugbetrieb Beteiligten bedeuten.

Die Gefahrenanalyse beinhaltet die Zerlegung des flugbetrieblichen Gesamtsystems in Teilsysteme. Unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Flugplatzes, des Flugbetriebs und der eingesetzten Luftfahrzeuge erfolgt eine systematische Identifizierung aller Gefahren, Einflussfaktoren und deren relevante Parameter. Dabei werden diejenigen Phasen eines Flugverlaufs betrachtet, für die die Infrastruktur des Flughafens relevant ist (Landung, Rollen, Parken, Abfertigung, Start usw.). Auf der Basis des hier ermittelten Zusammenhangs zwischen möglichen Gefahren und den infrastrukturellen Parametern des Flugplatzes wird in einem späteren Arbeitsschritt (Risikoanalyse, siehe nachfolgendes Unterkapitel), unter Anwendung allgemein anerkannter Untersuchungsmethoden, eine Analyse der tatsächlich vorhandenen Infrastrukturen vorgenommen und werden mögliche Rückschlüsse auf die Auftrittswahrscheinlichkeit der selektierten Gefahren ermittelt.

---

#### 2.2.5 Risikoanalyse

---

In der an die Gefahrenanalyse anschließend durchzuführenden Risikoanalyse wird eine Bewertung aller identifizierten Gefahren durchgeführt. Das Risiko stellt ein Maß für die Sicherheit dar und charakterisiert, mit welcher Häufigkeit ein Vorkommnis/Unfall bestimmter Schwere als Konsequenz aus einer bestehenden Gefahr eintreten kann.

Im Sinne einer möglichst aufwandsoptimalen Untersuchung kommen in der Risikoanalyse generell unterschiedliche Bewertungsmethodiken zur Anwendung. Das innerhalb dieser Studie ausschließlich genutzte Verfahren ist die Anwendung von allgemein anerkannten Standardmethoden (z. B. Vorgaben der Internationalen Zivilluftfahrtbehörde – ICAO und der Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA)). Dabei werden die selektierten Gefahren den (gemäß der Vorgaben) relevanten infrastrukturellen Einzelparametern des zu untersuchenden Flugplatzes zugeordnet und anhand von Standardmethoden überprüft, ob für diese Gefahren eine erhöhte Auftrittswahrscheinlichkeit zu erwarten ist.

---

#### 2.2.6 Anerkannte Grundlagen der verwendeten Vorgehensweise

---

Das von der airsight GmbH entwickelte und nachfolgend dargestellte Konzept für die am Flughafen Düsseldorf durchzuführende Aeronautical Study nutzt die Methodiken des Safety Assessments und wendet diese auf das flugbetriebliche System des Flughafens an. Diese sind etabliert und anerkannt

bspw. für die Zertifizierung von Luftfahrtgerät (EASA [2]) und Navigationsanlagen (EUROCONTROL [5]). Mit der Anwendung dieser Methodiken folgt man Empfehlungen der ICAO (vgl. ICAO Circular 305 [4]).

### 2.2.7 Zu untersuchende Parameter

---

Die zu untersuchenden Parameter der bestehenden Infrastruktur und Betriebsprozesse sind im Kapitel 3 beschrieben.

Die ausgewählten Parameter stellen nach Ansicht des Gutachters die (unter Beachtung der lokalen Gegebenheiten) maßgeblichen infrastrukturellen Eigenschaften im Kontext des Betriebs des Luftfahrzeugtyps A380 auf dem Flughafen Düsseldorf dar. Die Auswahl wird u. a. gestützt durch die Ausführungen des ICAO Circulars 305 [4] sowie Erfahrungswerte der *airsight* GmbH aus themenverwandten Untersuchungen auf anderen Flugplätzen.

### 2.2.8 Prüfliste

---

Die Ergebnisse der Prüfung der Vorgabenkonformität aller zu untersuchenden Parameter der Infrastruktur gemäß ICAO Annex 14, EASA und AACG für den Betrieb des A380 wurde in einer Prüfliste in Anlage 1 im Detail zusammengestellt.

## 2.3 Bestandsaufnahme

Für eine umfassende Gefahren- und Risikoanalyse wird eine aktuelle und vollständige Bestandsaufnahme vorausgesetzt. Folgende Informationen sind im Rahmen der vorliegenden Aeronautical Study zu erfassen und aufzubereiten:

- Charakteristika des Flugplatzes (bspw. Rollbahnbreite, Fillet-Abmessungen, Abstände zu Objekten etc.)
- Charakteristika des Flugbetriebs (bspw. Rollführungskonzept, Betriebsabläufe)
- Charakteristika der eingesetzten Luftfahrzeuge (bspw. Abmessungen, Rollperformance)

Zur Erfassung dieser Informationen sind folgende Arbeitsschritte nötig:

1. Auswertung und Interpretation vorhandener Bestandspläne und Informationen der Luftfahrzeughersteller, um daraus die Eingangsparameter für die Aeronautical Study abzuleiten
2. Sichtung und Interpretation weiterer Unterlagen (z. B. hinsichtlich Betriebsprozessen)

Die erforderlichen Dokumente sowie relevantes CAD-Material werden durch den Flughafenbetreiber – die Flughafen Düsseldorf GmbH – zur Verfügung gestellt.

## 2.4 Gefahrenanalyse

### 2.4.1 Überblick

---

Die Gefahrenanalyse ist ein formaler, systematischer Prozess zur Identifikation von Gefahren, die sich aus den Funktionen und dem Betrieb eines Systems ergeben. Der Zweck der Gefahrenanalyse dieser Aeronautical Study ist es, die potentiellen Gefahren zu bestimmen, die in Verbindung mit dem Betrieb, mit An- und Abflug, dem Rollen und der Abfertigung des untersuchten Luftfahrzeugtypen Airbus A380 am Flughafen Düsseldorf zu sehen sind. Diese Gefahren sind hinsichtlich der möglichen Konsequenzen und ihrer bedingenden Ursachen zu untersuchen. Das Ergebnis ist eine kurze Beschreibung der Gefahren, der Einflussfaktoren sowie der relevanten Parameter.

Für das methodische Vorgehen ist zunächst ein abgegrenztes System zu definieren und die Teilsysteme festzulegen.

### 2.4.2 Systemidentifikation und Abgrenzung

---

Um eine umfassende Beurteilung des Systems „Flugbetrieb des Luftfahrzeugtyps A380 am Flughafen Düsseldorf“ zu ermöglichen, wird eine betriebliche, räumliche und zeitliche Abgrenzung anhand bestehender Prozesse im Flugbetrieb sowie der vorhandenen Infrastruktur vorgenommen.

Die Beurteilung der Sicherheit deckt den Bereich von der Landung eines ankommenden Luftfahrzeugs bis zum Start eines abfliegenden Luftfahrzeugs ab, bei dem infrastrukturelle Einrichtungen relevant sind, die sich auf dem Flughafengelände befinden. Dies beinhaltet auch das Abstellen und die Abfertigung des Luftfahrzeugs auf entsprechenden Standplätzen sowie weitere ausgewählte Betriebsverfahren (z. B. Enteisung, Feuerlösch- und Rettungswesen).

### 2.4.3 Identifikation der Gefahren

---

Die Gefahrenanalyse erfolgt in weiten Teilen durch Brainstorming eines multidisziplinären Teams von Ingenieuren.

Des Weiteren stützt sich die Gefahrenanalyse auf die Auswertung von Unfalldaten. Als Informationsquelle hierbei diente der Accident-Incident Report der ICAO [6]; zudem wurden verschiedene Unfalldatenbanken untersucht.

Die Identifikation der Gefahren muss im Zusammenhang mit der vorhandenen Flugplatzinfrastruktur gesehen werden (siehe nachfolgendes Kapitel).

#### 2.4.4 Bestimmung der Einflussfaktoren

---

Der Umfang bzw. die Selektion und Reihenfolge der zu untersuchenden Einflussfaktoren und der relevanten Parameter der Infrastruktur des Flughafens Düsseldorf basiert primär auf den Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] sowie den Vorgaben EASA [2]. Bei der Untersuchung wird auch auf das Common Agreement Document der AACG [3] zurückgegriffen.

Diese Vorgehensweise wird als sinnvoll erachtet, da die darin aufgeführten Einflussfaktoren der Infrastruktur eines Flugplatzes sowie die diesbezüglich veröffentlichten Gestaltungsgrundsätze ausschlaggebend für die sichere Durchführung des Flugbetriebs sind und sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene über eine dementsprechend hohe Akzeptanz verfügen.

### 2.5 Risikoanalyse

#### 2.5.1 Generelle Methodik

---

Wie bereits erwähnt, besteht das Ziel der Aeronautical Study darin, einen Nachweis der flugbetrieblichen Sicherheit des Gesamtsystems in Bezug auf den Betrieb des untersuchten Luftfahrzeugtyps zu erbringen. Innerhalb der Risikoanalyse bedeutet dies die Durchführung einer systematischen und zusammenhängenden Bewertung aller Risiken. Für die Risikoanalyse ergibt sich generell folgende Vorgehensweise:

- Anwendung geeigneter Untersuchungsmethoden zur Risikoanalyse
- Beurteilung der Ergebnisse
- teilweise Erarbeitung und Prüfung der Wirkung von risikoreduzierenden Maßnahmen

Die o. g. Methode umfasst im Allgemeinen quantitative und qualitative sowie relative und absolute Bewertungsansätze für Risiken; sie werden wie folgt definiert:

- Qualitative Analyse: Bezeichnet jene analytischen Prozesse, welche die System- und Luftfahrzeugsicherheit in einer subjektiven, nicht numerischen Art und Weise beurteilen.
- Quantitative Analyse: Bezeichnet jene analytischen Prozesse, die unter Anwendung mathematischer Methoden die System- und Luftfahrzeugsicherheit beurteilen.

- Relative Beurteilung: Bedeutet den Vergleich mit bereits bestehenden Systemen, die zugelassen sind und deren betriebliche Sicherheit allgemein anerkannt ist.
- Absolute Beurteilung: Bedeutet den Nachweis zu erbringen, dass ein fest vorgegebenes Sicherheitsziel erreicht wird. Dies wird in der Regel als numerischer Wert formuliert.

Aus diesen analytischen Ansätzen ergeben sich folgende, generell anwendbare Kombinationen:

1. qualitative, absolute Beurteilung der Teilsysteme
2. qualitative, relative Beurteilung der Teilsysteme
3. quantitative, relative Beurteilung der Teilsysteme
4. quantitative, absolute Beurteilung der Teilsysteme

### 2.5.2 Übertragung auf das Untersuchungsobjekt

---

Grundlage der hier durchgeführten Risikobetrachtungen bilden die für Flugplätze relevanten Unterlagen der ICAO – Hauptdokument ist hier der ICAO Annex 14 [1] sowie ergänzende Manuals / sonstige Richtlinien [4], [7], [8], [9] – sowie die zukünftigen Vorgaben der EASA [2].

Diese Vorgaben werden weiterhin durch das Common Agreement Document der AACG [3] ergänzt. In diesem werden – unter der Voraussetzung der Einhaltung bestimmter Rahmenbedingungen – zulässige Abweichungen von den im ICAO Anhang 14 [1] genannten Empfehlungen für einzelne Teilaspekte der Anlage und des Betriebs von Flugplätzen im Kontext des Betriebs des A380 bei gleichzeitiger Gewährleistung der Sicherheit des Betriebs definiert (z. B. in Bezug auf die Einhaltung von Separationsminima zwischen rollenden/stehenden Luftfahrzeugen des Luftfahrzeugtyps A380-800 und jeglichen Objekten). Eine vollständige Liste aller angewendeten Regularien zur Bewertung ist im Quellenverzeichnis enthalten.

Die grundsätzliche Anwendung der genannten Hauptquellen im Zuge der durchgeführten Untersuchung erfolgt in o. g. Reihenfolge. Diese Vorgehensweise bewirkt die generelle Einhaltung der relevanten Sicherheitsstandards auf dem jeweils maximal möglichen Niveau. Abweichungen von diesen Vorgaben bedingen die Durchführung kompensierender oder risikoreduzierender Maßnahmen.

Die Erfüllung der genannten Vorgaben (ICAO, EASA, AACG) wird somit im vorliegenden Fall (Flughafen Düsseldorf) ausschließlich jeweils in qualitativen, relativen Untersuchungen (s. o.) für die jeweiligen Einflussfaktoren und Parameter überprüft. Dabei werden potentiellen Gefahren auf die zu untersuchenden infrastrukturellen Aspekte übertragen.

Diese Vorgehensweise wird als sinnvoll erachtet, da die darin aufgeführten Einflussfaktoren der Infrastruktur eines Flugplatzes sowie die diesbezüglich veröffentlichten Gestaltungsgrundsätze ausschlaggebend für die sichere Durchführung des Flugbetriebs sind und auf nationaler als auch internationaler Ebene über eine dementsprechend hohe Akzeptanz verfügen.

## 3 Untersuchungsumfang

### 3.1 Luftfahrzeug A380-800

#### 3.1.1 Allgemeines

Die Fluggesellschaft Emirates Airlines beabsichtigt den Einsatz des Airbus A380-800 am Flughafen Düsseldorf ab 2015 mit einem Umlauf pro Tag.

Die A380 stellt das größte Passagierflugzeug des Flugzeugherstellers Airbus dar. Es ist ein vierstrahliges Flugzeug mit zwei übereinander angeordneten durchgängigen Passagierdecks. Zurzeit ist nur die Basisversion A380-800 im Einsatz. Andere Versionen wie die A380-700, A380F oder A380-900 befinden sich maximal in Planung und werden noch nicht produziert.

Die Durchführung der Untersuchung erfolgt für den Flugzeugtyp Airbus A380-800 sowohl in der Version mit den Triebwerken der Typenfamilie Engine Alliance GP720 als auch mit den Rolls-Royce-Trent-900 Triebwerken. Die A380-800 erfordert aufgrund ihrer Flügelspannweite (>65m) die Bereitstellung infrastruktureller Gegebenheiten entsprechend der ICAO-Flugplatzkategorie F.

Die für die Untersuchungen im Rahmen des Compliance Checks relevanten Luftfahrzeugdaten der A380-800 werden in den folgenden Unterkapiteln vorgestellt.

#### 3.1.2 Abmessungen

Die von Emirates Airlines eingesetzten Airbus A380-800 sind mit den Triebwerken GP720 oder Rolls-Royce-Trent-900 ausgestattet. Die folgenden, zu berücksichtigenden Abmessungen (siehe Tabelle 1 und Abbildung 1, Angaben gemäß PathPlanner® [10]) sind unabhängig vom Triebwerkstyp.

<b>Hersteller</b>	Airbus
<b>Typ</b>	A380-800
<b>ICAO-Code</b>	F
<b>Gesamtlänge</b>	72,73 m
<b>Flügelspannweite</b>	79,75 m
<b>Wheel Base (Abstand Bugfahrwerk – Mittelpunkt des Hauptfahrwerks)</b>	29,83 m
<b>ICAO-Bezugslänge (Abstand Cockpit – Mittelpunkt des Hauptfahrwerks)</b>	11,19 m <sup>2</sup>
<b>äußere Spurweite</b>	14,34 m

<sup>2</sup> Angaben gemäß Aircraft Data For Visual Aids Calibration [15]

<b>Abstand der äußeren Triebwerke</b>	51,4 m
<b>Max. Ausschlagwinkel Bugrad</b>	69,5°
<b>Min. Wenderadius Bugfahrwerk</b>	32,66 m
<b>Min. Verlaufsradius Flügelenden</b>	53,76 m
<b>Min. Höhe Seitenleitwerk</b>	24,08 m
<b>Max. Höhe Seitenleitwerk</b>	24,40 m <sup>3</sup>
<b>vertikaler Abstand Flügelspitze bei MTOM</b>	7,55 m
<b>vertikaler Abstand inneres Triebwerk bei MTOM</b>	1,05 m
<b>vertikaler Abstand äußeres Triebwerk bei MTOM</b>	1,90 m

Tabelle 1: Übersicht Abmessungen A380-800 gemäß PathPlanner® [10]

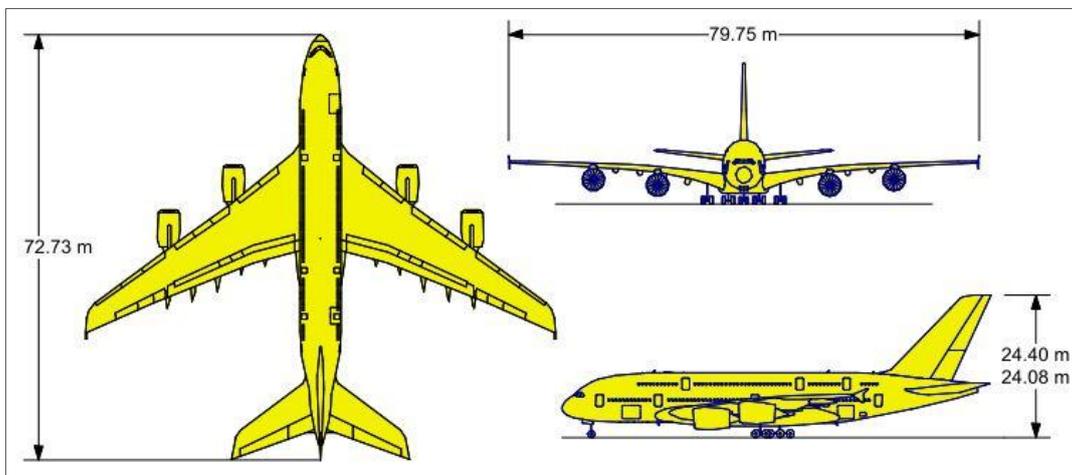


Abbildung 1: Abmessungen A380-800 gemäß PathPlanner® [10]

## 3.2 Infrastruktur

### 3.2.1 Überblick

Das Flugplatzgelände sowie die wesentlichen Bestandteile der Flughafenanlage Düsseldorf einschließlich der für den Flugbetrieb erforderlichen flugnavigatorischen und meteorologischen Anlagen sind in Abbildung 2 dargestellt.

<sup>3</sup> ACAP [16] gibt eine maximal Höhe des Seitenleitwerks von 24,27 m an.

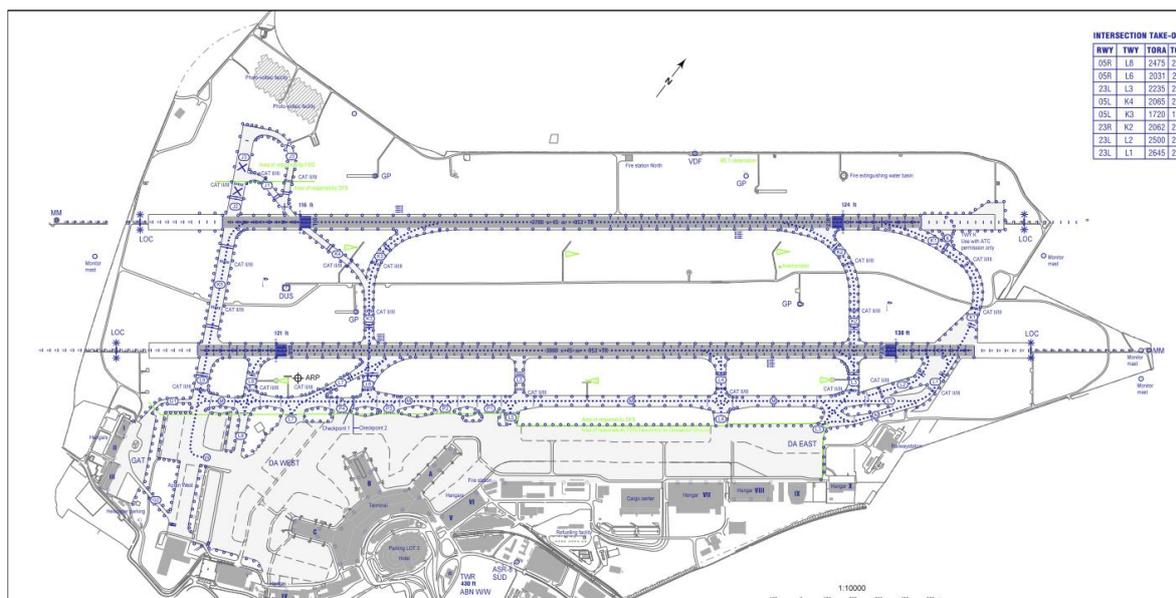


Abbildung 2: Flugplatzkarte (Aerodrome Chart) gemäß AIP [11] EDDL 2-5, 20.09.2012

Es wird darauf hingewiesen, dass nicht alle in obiger Abbildung dargestellten Flugbetriebsflächen für den Betrieb von A380-800 vorgesehen sind. Der Untersuchungsumfang erstreckt sich daher nur auf bestimmte luftseitige Bewegungsbereiche (siehe nachfolgende Abschnitte).

### 3.2.2 Zu untersuchende Start- und Landebahn (SLB)

Der Flughafen Düsseldorf verfügt über zwei Start- und Landebahnen. Nur die 3.000 m lange und 45m breite SLB 05R/23L mit den Auf- und Abrollbahnen L9 und L1 soll für den Airbus A380 verwendet werden.

Die SLB 05R/23L ist für beide Betriebsrichtungen mit einem Instrumentenlandesystem (ILS) der Betriebsstufe CAT III b ausgestattet.

### 3.2.3 Zu untersuchende Rollbahnen

Bei Rollbahnen unterscheidet man in Rollbahnen des Rollfelds und des Flughafenvorfelds. Letztere werden weiterhin unterteilt in so genannte „Apron Taxiways“ (Vorfeldrollbahnen) und „Aircraft Stand Taxilanes“ (Standplatzrollgassen).

Folgende Rollbahnen sind vom Flughafen Düsseldorf für den Airbus A380 vorgesehen und sind damit Bestandteil der Untersuchungen (siehe Tabelle 2).

Rollbahnbezeichnung	Bemerkungen	Art (Rollbahn / Standplatzrollgasse)
TWY M	-	Rollbahn
TWY L1	-	Rollbahn
TWY L3	südlich TWY M	Rollbahn
TWY L4	südlich TWY M bis Vorfeldkante	Rollbahn
TWY L4	zwischen Vorfeldkante und TWY T	Standplatzrollgasse
TWY L9	-	Rollbahn
TWY T	zwischen TWY L3 und TWY L4	Standplatzrollgasse
TWY P4	zwischen TWY M und TWY T	Rollbahn
TWY P4	zwischen TWY T bis TWY W (neu)	Standplatzrollgasse
TWY W (neu)	geplant, siehe CAD Plan [12]	Standplatzrollgasse

Tabelle 2: Zusammenfassung der zu untersuchenden Rollbahnen

Die zu untersuchende Rollbahn M erstreckt sich südlich und parallel über die gesamte Länge der SLB 05R/23L.

Die Rollbahnen L1 und L9 verbinden die parallele Rollbahn M mit der SLB 05R/23L.

Die Rollbahnen L3 und L4 gehen von der Rollbahn M ab in Richtung Vorfeld Ost. Die Verbindung der beiden Rollbahnen stellt die Rollbahn T her.

Die für den A380 vorgesehene Abstellposition C02 wird über die Rollbahnen P4 und W (neu) an die Rollbahn M angeschlossen.

Die zu untersuchenden Rollbahnen sind in nachfolgender Abbildung 3 dargestellt:

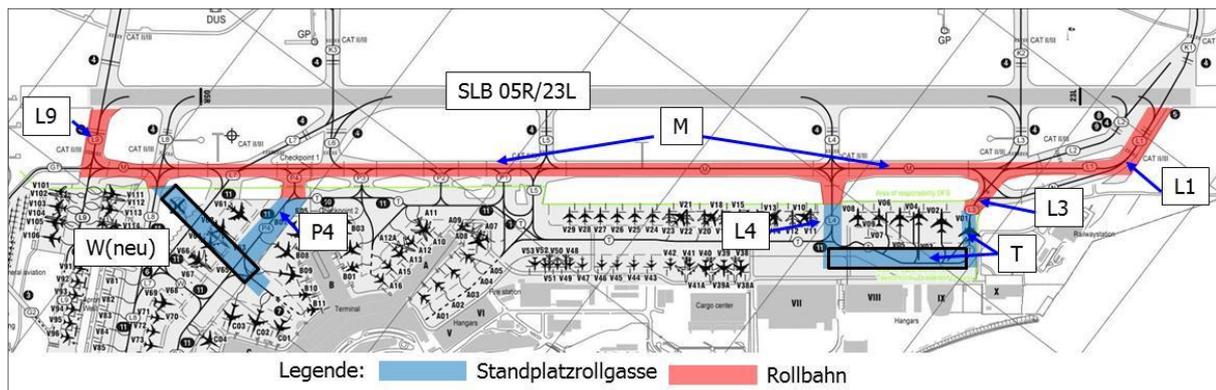


Abbildung 3: Untersuchungsumfang Rollbahnen  
(Quelle: AIP [11] EDDL 2-5, 20.09.2012)

### 3.2.4 Zu untersuchende Vorfeldabstellpositionen

Am Flughafen Düsseldorf soll der A380 auf der gebäudenahen Abstellposition C02 am Terminal Pier C parken (siehe Abbildung 4).

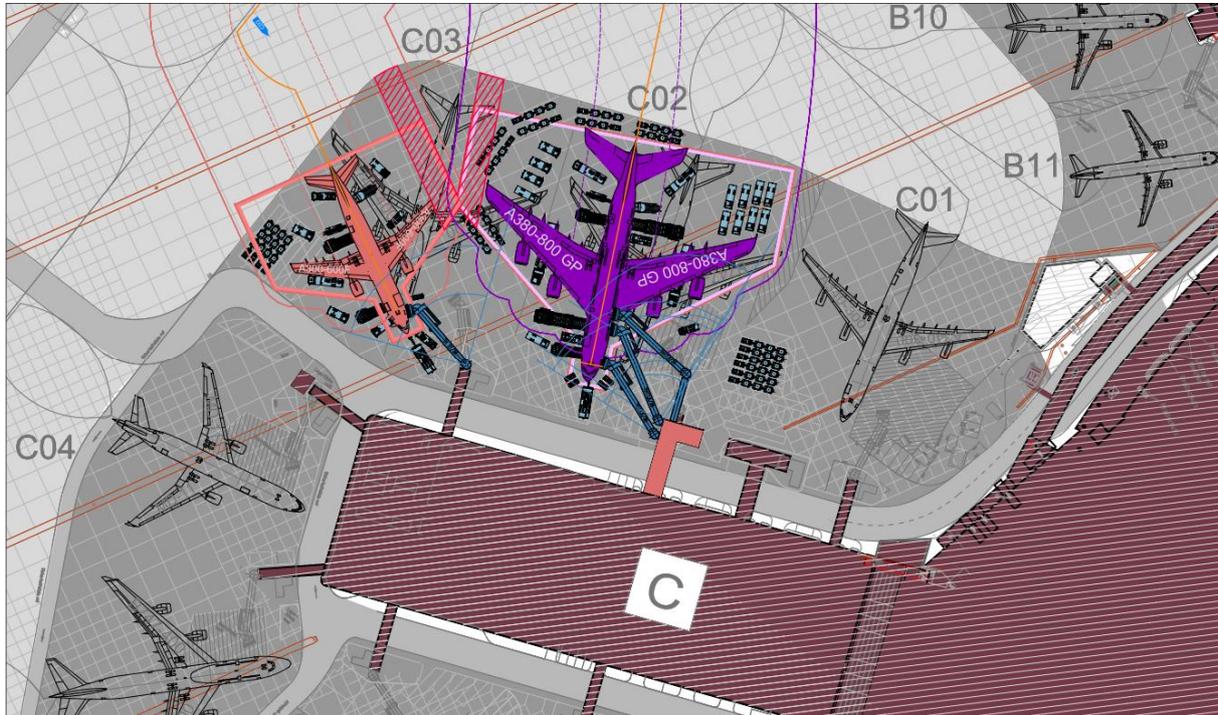


Abbildung 4: Abstellposition C02 [13]

Alternativ dazu sind zwei weitere Positionen auf dem nördlichen Vorfeld vom Flughafenbetreiber definiert worden – die Positionen V08B und V11B (siehe Abbildung 5). Die Alternativabstellposition V11B soll auch als Enteisungspositionen für den A380 verwendet werden. Eine weitere Enteisungsposition soll in Bereich der Vorfeldpositionen V61-V65 vorgehalten werden.



Abbildung 5: Alternativabstellpositionen V08B und V11B [14]

### 3.2.5 Zusammenfassung Untersuchungsobjekte Infrastruktur

Die Untersuchungsobjekte der Infrastruktur entsprechend A380-Rollführung sind in Tabelle 3 zusammenfassend dargestellt.

Untersuchungsobjekt	Kurzbezeichnung	Erläuterung
Start- und Landebahn	05R/23L	-
Rollbahnen / Standplatzrollgassen	TWY M	Parallelrollbahn zur SLB 05R/23L
	TWY L1	-
	TWY L3	südlich TWY M
	TWY L4	südlich TWY M
	TWY L9	-
	TWY P4	zwischen TWY M und TWY W (neu)
	TWY T	zwischen L3 und L4
Luftfahrzeugstandplätze	TWY W (neu)	in Planung (TWY W wird parallel verlegt)
	C02	Terminalnahe Position
	V08B	Alternativstandplatz
	V11B	Alternativstandplatz

Tabelle 3: Zusammenfassung Untersuchungsobjekte Infrastruktur

### 3.3 Betriebsprozesse

#### 3.3.1 Jetblast

---

Schubstrahleffekte stellen einen wichtigen Auslegungsaspekt im Rahmen von Flugbetriebsflächenplanungen dar. Dazu sind die für den A380 vorgesehenen Bewegungsbereiche auf dem Vorfeld bezüglich eventuell neu entstehender Gefahren zu überprüfen.

#### 3.3.2 Flughafennotfallplan

---

Der Gefahrenabwehrplan des Flughafen Düsseldorf [15] regelt die Organisation und Verfahrensweisen interner Einheiten sowie die Koordinierung mit externen Stellen in Notfallsituationen. Dieser sollte auch eine angemessene Reaktion auf Ereignisse sicherstellen, die im Zusammenhang mit den durch den Einsatz der A380 erweiterten Flughafenbetrieb stehen.

#### 3.3.3 Rettungs- und Feuerlöschdienste

---

Die Feuerlösch- und Rettungsdienste werden im Hinblick auf den geplanten A380-Betrieb in Bezug auf neue, typenspezifische Anforderungen überprüft. Laut AIP Germany [11] und Gefahrenabwehrplan [15] entspricht die Kategorie für das Feuerlösch- und Rettungswesen gemäß ICAO Annex 14 [1] am Flughafen Düsseldorf derzeit der Stufe 9 mit der dafür mindestens vorgesehenen Anzahl an Rettungs- und Feuerlöschfahrzeugen. Es ist zu prüfen, ob die daraus resultierenden Gegebenheiten am Flughafen auch für den A380-Betrieb ausreichen.

#### 3.3.4 Enteisung

---

Zur Enteisung des A380 sind zwei zentrale Bereiche vorgesehen. Zum einen soll die Alternativposition V08B und zu anderen der Bereich der Vorfeldpositionen V61 bis V65 (Abbildung 6) verwendet werden.

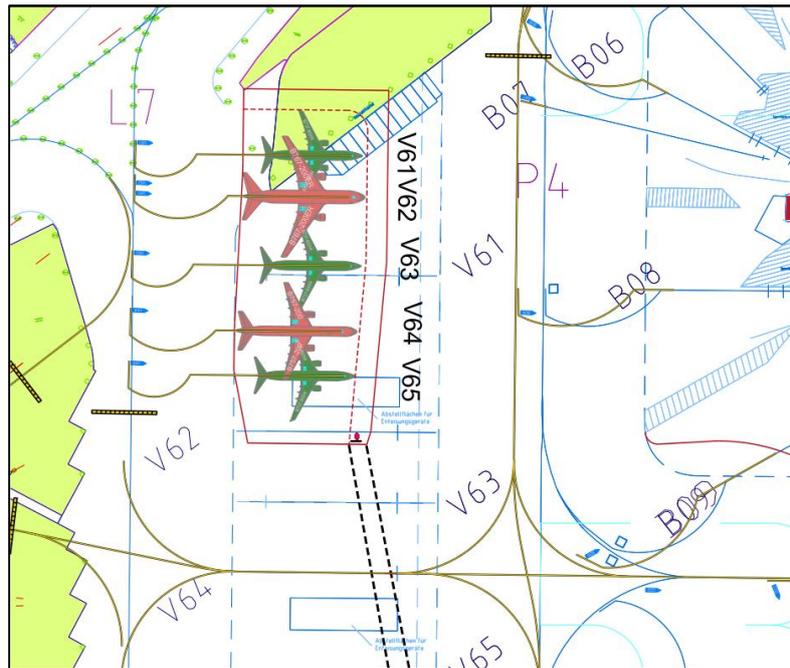


Abbildung 6: Enteisungsbereich V61-V65

Die genaue Positionierung des A380 auf den Bereich V61-V65 kann aufgrund fehlender Information derzeit nicht untersucht werden. Die durchgeführte Überprüfung bezieht sich daher zunächst nur auf die Eignung / Beschaffenheit der Enteisungsflächen und die zugehörigen Anforderungen für den A380-Betrieb.

### 3.3.5 Abfertigungseinrichtungen

Die für den A380 vorgesehene Abstellposition C02 ist eine gebäudenaher Position mit geplanten drei Fluggastbrücken. Die beiden Alternativstandplätze V08B und V11B sind Vorfeldpositionen ohne direkten Terminalzugang. Nach Angaben des Flughafenbetreibers wird die A380-Abfertigung durch externe Abfertigungsgesellschaften vorgenommen. Eine Unterflurbetankung ist an keinem der Standplätze verfügbar. Die Abfertigungsgeräte dürfen durch die Bodenverkehrsdienstleister ausschließlich an den von der FDG zugewiesenen Plätzen abgestellt werden. Die Eignung der Abfertigungseinrichtungen bezüglich der Anforderungen der A380 wird geprüft.

## 4 Grundprämissen / Abgrenzung der Untersuchungen

### 4.1 Anzuwendende Vorgaben des Sollzustandes

Der Funktionsnachweis eines sicheren Betriebs des Luftfahrzeugtyps Airbus A380 am Flughafen Düsseldorf erfolgt anhand folgender Vorgaben in ihrer jeweils aktuell gültigen Fassung:

- internationale Vorgaben der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO), insbesondere
  - ICAO Annex 14 [1]
  - ICAO Circular 305 (Operation of New Larger Aeroplanes at Existing Aerodromes) [4]
  - ICAO Aerodrome Design Manual (Parts 1 und 2) [8] [7]
  - ICAO Circular 301 (New Larger Aeroplanes - Infringement of the OFZ) [9]
- internationale (zukünftige) Vorgaben der Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA), insbesondere das Dokument „EASA CRD to NPA 2011-20 B.III (Authority, Organisation and Operations Requirements for Aerodromes)“ [2] sowie
- international anerkannte Sonderregelungen, insbesondere das „Common Agreement Document“ der Airbus A380 Airport Compatibility Group - AACG [3]

Nationale Vorgaben werden in Absprache mit dem Flughafenbetreiber nicht berücksichtigt (Ausnahme Schachtbauwerke), da internationale Regularien der ICAO und EASA priorisiert werden. Im Hinblick auf die hier relevanten Untersuchungsobjekte ist in diesem Zusammenhang ohnehin anzumerken, dass für den Fall, dass für den jeweils untersuchten Aspekt überhaupt nationale Regelungen existieren, diese annähernd vollumfänglich den ICAO-/EASA-Regularien entsprechen.

Eine vollständige Liste aller angewendeten Regularien zur Bewertung des Sollzustands enthält das Quellenverzeichnis. Die wichtigsten diesbezüglichen Vorgaben sowie deren Verwendung innerhalb der Untersuchung werden im Folgenden kurz vorgestellt.

#### Annex 14

Maßgebend für diese Untersuchung sind die Inhalte des ICAO Annex 14 [1] und ergänzender Manuals / sonstiger Richtlinien ( [4], [7], [8], [9]).

Die jeweilige Kapitelnummer der hier relevanten Vorgabe aus dem ICAO Annex 14 [1] sowie der Hinweis, ob es sich um einen Standard oder eine Empfehlung handelt, finden sich jeweils zugeordnet zu den Vorgaben im Text.

#### EASA

Maßgebend für diese Untersuchung sind die Inhalte des EASA CRD to NPA-2011-20 B.III (Authority, Organisation and Operations Requirements for Aerodromes) [2] der Europäischen Agentur für Flugsicherheit (EASA). Bei den hier verwendeten EASA-Vorgaben wird unterschieden zwischen sog. Certification Specifications, welche die potentielle Zulassungsgrundlage eines Flugplatzes bilden und

erläuternden Hinweisen des sog. „Guidance Materials“. Im Text erfolgt eine entsprechende Angabe der Nummerierung gemäß EASA-Nomenklatur, so dass eine Nachvollziehbarkeit gegeben ist.

## AACG

Die AACG ist eine Gruppe mit informellem Charakter, bestehend aus Vertretern von Behörden, Flughafenbetreibern, Fluggesellschaften und aus der Industrie. Die Vereinbarung innerhalb der AACG beschreibt die gemeinsame Position unter den Mitgliedern der AACG über die Anwendung der ICAO-Anforderungen bzgl. des Luftfahrzeugtyps A380 an die Infrastruktur und den Betrieb auf bestehenden Flugplätzen, welche derzeit nicht die Anforderungen an Luftfahrzeuge der ICAO-Kategorie F erfüllen.

Gemäß dem "Common Agreement Document" der AACG [3] ist es unter Beachtung bestimmter Rahmenbedingungen nicht erforderlich, dass Flugplätze, an welchen der A380 operieren wird, vollständig den Standards und Empfehlungen gemäß ICAO-Kategorie F entsprechen. Die von der AACG entwickelten Vorgaben sind für bestehende Flugplätze (wie im vorliegenden Fall) gemäß ICAO-Kategorie E zulässig. Für Erweiterungen bestehender Flugplätze und für neue Flughäfen hingegen sind gemäß Entscheidung der nationalen Luftfahrtbehörden ggf. die Vorgaben gemäß ICAO-Kategorie F vollständig umzusetzen.

Das AACG-Dokument [3] wurde nach Vorlage des Entwurfs (Version 2.1, Stand Dezember 2002) anschließend von einer Reihe nationaler Luftfahrtbehörden (u.a. vom BMVBW [16]) bestätigt. Im Dezember 2002 erfolgte die offizielle Veröffentlichung.

## 4.2 Anzuwendende Nachweise zu Darstellung des Ist-Zustands

Die Untersuchungen beziehen sich auf die für den Betrieb des zu untersuchenden Luftfahrzeugtyps A380 seitens des Auftraggebers definierte Infrastruktur des Flughafens Düsseldorf gemäß des Bestands mit Stand März 2013. Weiterhin wurden Planungen speziell für die A380-Rollführungen verwendet.

Zur Bewertung des Istzustands wurden seitens des Flughafenbetreibers – der Flughafen Düsseldorf GmbH – entsprechende Unterlagen übermittelt:

- Bestandsplan ohne Pier C Verlängerung [17] (Hinweis: Es wurden die geplanten Änderungen zum Bestandsplan, die sich in den Rollwegplänen befinden, berücksichtigt.)
- Rollwegpläne für den A380 zum Flugzeugstandplatz C02 mit verlagerter Rollgasse W(neu) [12] und zu den Alternativstandplätzen V08B und V11B [14]
- Regelprofile [18], [19]
- ILS-Schutzzonen [20]
- Gefahrenabwehrplan [15]
- Flughafenbenutzungsordnung [21]

- Arbeitsanweisung Flugzeugenteisung [22]
- Luftbild des Flughafengeländes [23]
- AIP [11]
- PAPI- Brief an das Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technology und Verkehr des Landes NRW und Anlagen [24]

Bei den vorliegenden Nachweisen wird generell von der Validität der Daten ausgegangen.

Des Weiteren wird vorausgesetzt, dass die o. g. Pläne den aktuellen Flughafenbestand in Gänze widerspiegeln. Davon abweichende Gegebenheiten sind – mit Ausnahme vorab definierter und durch entsprechend eingereichte Planunterlagen belegbare Planungen<sup>4</sup> – somit nicht durch die Untersuchungen der vorliegenden Luftfahrttechnischen Studie abgedeckt und bedingen demnach eine gesonderte Überprüfung.

#### 4.3 Code E Vorgabenkonformität

Am Flughafen Düsseldorf operieren derzeit Luftfahrzeuge bis zu einer Größe gemäß ICAO-Kategorie E. Daher wird als Grundprämisse festgelegt, dass die Infrastruktur des Flughafens in Gänze die Anforderungen des ICAO Annex 14 [1] sowie der nationalen Regularien für einen Betrieb von Luftfahrzeugen gemäß ICAO Kategorie E erfüllt.

Somit beschränken sich die Auswahl der Prüfparameter sowie die Durchführung detaillierter Untersuchungen auf diejenigen Vorgaben, welche spezielle – im Vergleich zur Kategorie E höhere – Anforderungen an den Betrieb mit Luftfahrzeugen entsprechend Kategorie F stellen.

<sup>4</sup> Dies betrifft Anpassungen im Kontext der geplanten Rollführung der A380 zum / vom neu gestalteten Luftfahrzeugstandplatz C02 (insbesondere Planung TWY W(neu)) sowie die beiden Alternativabstellpositionen V08B und V11B.

## Teil II Ergebnisse der Prüfung der Infrastruktur

### 5 Start- und Landebahn

#### 5.1 Breite der Start- und Landebahn

##### 5.1.1 Vorgaben

###### ICAO Annex 14 [1]

Die Breite einer Start- und Landebahn gemäß Code-Zahl 4 und Code-Buchstabe F sollte mindestens 60 m betragen (3.1.10 / Empfehlung).

###### EASA CRD to NPA 2011-20 [2]

Die Breite einer Start- und Landebahn gemäß Code-Zahl 4 und Code-Buchstabe F sollte mindestens 60 m betragen (CS ADR-DSN.B.045 / (a)).

Die Breite sollte entweder an den Außenkanten der Randmarkierung oder an den physischen Außenkanten der Start- und Landebahn gemessen werden (CS ADR-DSN.B.045 / (b)).

###### AACG [3] / III.2

Die Breite der befestigten Start- und Landebahn mit vollständiger Tragfähigkeit soll mindestens 45 m für den Betrieb mit dem Airbus A380 betragen.

##### 5.1.2 Ist-Zustand

Gemäß AIP [11], EDDL AD 2.12 sowie CAD-Plan [17] beträgt die Breite der Start- und Landebahn 05R/23L am Flughafen Düsseldorf 45 m.

##### 5.1.3 Ergebnis / Bewertung

Nachfolgende Tabelle 4 zeigt den Vergleich zwischen Vorgaben und Ist-Zustand:

Prüfparameter	Regelwerk	Vorgabe	Ist-Zustand
Breite der SLB	ICAO Annex 14	60m	45m
	EASA	60m	45m
	AACG	45m	45m

Tabelle 4: Bewertung Start- und Landebahnbreite

Die Breite der Start- und Landebahn 05R/23L am Flughafen Düsseldorf entspricht nicht den Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] sowie der EASA [2].

Die Vorgabe gemäß AACG [3] bezüglich einer Mindestbreite der SLB von 45 m wird erfüllt.

#### 5.1.4 Fazit

---

Die Abweichung von den ICAO- bzw. EASA-Vorgaben wird als tolerierbar eingestuft, da die Mindestvorgabe der AACG [3] für den Betrieb des Luftfahrzeugtyps Airbus A380 erfüllt wird.

## 5.2 Start- und Landebahnschultern

### 5.2.1 Vorgaben

---

ICAO Annex 14 [1]

An Start- und Landebahnen gemäß Code-Buchstabe F sollten Start- und Landebahnschultern vorhanden sein (3.2.2 / Empfehlung).

Start- und Landebahnschultern sollten sich symmetrisch zu beiden Seiten der Start- und Landebahn erstrecken, so dass die Gesamtbreite der SLB inkl. Schultern mind. 75 m beträgt (3.2.3 / Empfehlung).

Die Schultern sollten ebenerdig an die Start- und Landebahn anschließen und die Querneigung der Schultern sollte 2,5 Prozent nicht überschreiten (3.2.4 / Empfehlung).

Die Start- und Landebahnschulter sollte so beschaffen sein, dass im Falle des Abkommens eines Luftfahrzeugs von der Start- und Landebahn dieses getragen wird, ohne strukturellen Schaden zu nehmen. Zudem sollten Bodenfahrzeuge auf der Schulter operieren können (3.2.5 / Empfehlung).

ICAO Aerodrome Design Manual, Part 1 [8]

Gemäß ICAO ADM Part 1, Chapter 5, 5.2 dienen Start- und Landebahnschultern vorrangig folgenden Zwecken:

- Minimierung von Schäden für von der Start- und Landebahn abkommende Luftfahrzeuge
- Gewährleistung einer Tragfähigkeit für Bodenfahrzeuge, die auf der Start- und Landebahnschulter operieren
- Gewährleistung eines Übergangs von der vollbefestigten Start- und Landebahn zum unbefestigten Start- und Landebahnstreifen
- Schutz des Randes des Start- und Landebahnbelages

- Reduzierung des Ansaugens von Oberflächenmaterial (Steine und andere Objekte, die Triebwerke beschädigen könnten) durch Luftfahrzeugtriebwerke
- Verhinderung der Bodenerosion der neben der Start- und Landebahn befindlichen Flächen

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

An Start- und Landebahnen gemäß Code-Buchstabe F sollten Start- und Landebahnschultern vorhanden sein (CS ADR-DSN.B.125 / (b)).

Start- und Landebahnschultern sollten sich symmetrisch zu beiden Seiten der Start- und Landebahn erstrecken, so dass die Gesamtbreite der SLB inkl. Schultern mind. 75 m beträgt (CS ADR-DSN.B.135 / (b)).

Die Schultern sollten ebenerdig an die Start- und Landebahn anschließen und die Querneigung der Schultern sollte 2,5 Prozent nicht überschreiten (CS ADR-DSN.B.130).

Die Start- und Landebahnschulter sollte so beschaffen sein, dass im Falle des Abkommens eines Luftfahrzeugs von der Start- und Landebahn dieses getragen wird, ohne strukturellen Schaden zu nehmen. Zudem sollten Bodenfahrzeuge auf der Schulter operieren können (CS ADR-DSN.B.140).

Die Oberfläche einer Start- und Landebahnschulter sollte so beschaffen sein, dass sowohl Erosions- als auch Ingestionsprozesse durch Luftfahrzeugtriebwerke verhindert werden (CS ADR-DSN.B.145).

Bei einer unbefestigten Schulter können zusätzliche spezielle Maßnahmen zur Herstellung einer geeigneten Oberfläche oder Inspektionen dieser Bereiche notwendig sein, speziell auf Start- und Landebahnen, welche durch Luftfahrzeuge gemäß ICAO-Kategorie D oder größer mit 4 Triebwerken genutzt werden.

AACG [3] / III.2

Die Gesamtbreite der Start- und Landebahn inklusive beidseitiger Schultern soll 75 m betragen.

Bei einer Start- und Landebahnbreite von 45 m ergibt sich eine Schulterbreite von 2 mal 15 m, wobei zwischen "innerer" und "äußerer" Schulter unterschieden wird.

Die Breite der "inneren" Schultern beträgt hierbei mindestens 7,5 m auf jeder Seite der Start- und Landebahn. Die Anforderungen an die "inneren" Schultern entsprechen gänzlich den Mindestvorgaben des ICAO Annex 14 [1] (s.o.).

Die zusätzlichen "äußeren" Schulterbereiche sollen so beschaffen sein, dass sowohl Erosions- als auch Ingestionsprozesse durch Luftfahrzeugtriebwerke verhindert werden bzw. Bodenfahrzeuge auf diesen operieren können.

Abhängig von den örtlichen Gegebenheiten ist eine Entscheidung bezüglich des Aufbaus und der Dicke der Start- und Landebahnschultern von den nationalen Behörden und/oder Flughafenbetreibern vorzunehmen.

Gegebenenfalls sind, abhängig von den lokalen Voraussetzungen, die Vorgaben zum Winterdienst gemäß des ICAO Airport Services Manual, Part 9 [25] zu beachten.

## 5.2.2 Ist-Zustand

Nachfolgende Abbildung 7 zeigt einen Ausschnitt aus dem Regelquerschnitt [18] der Start- und Landebahn 05R/23L.

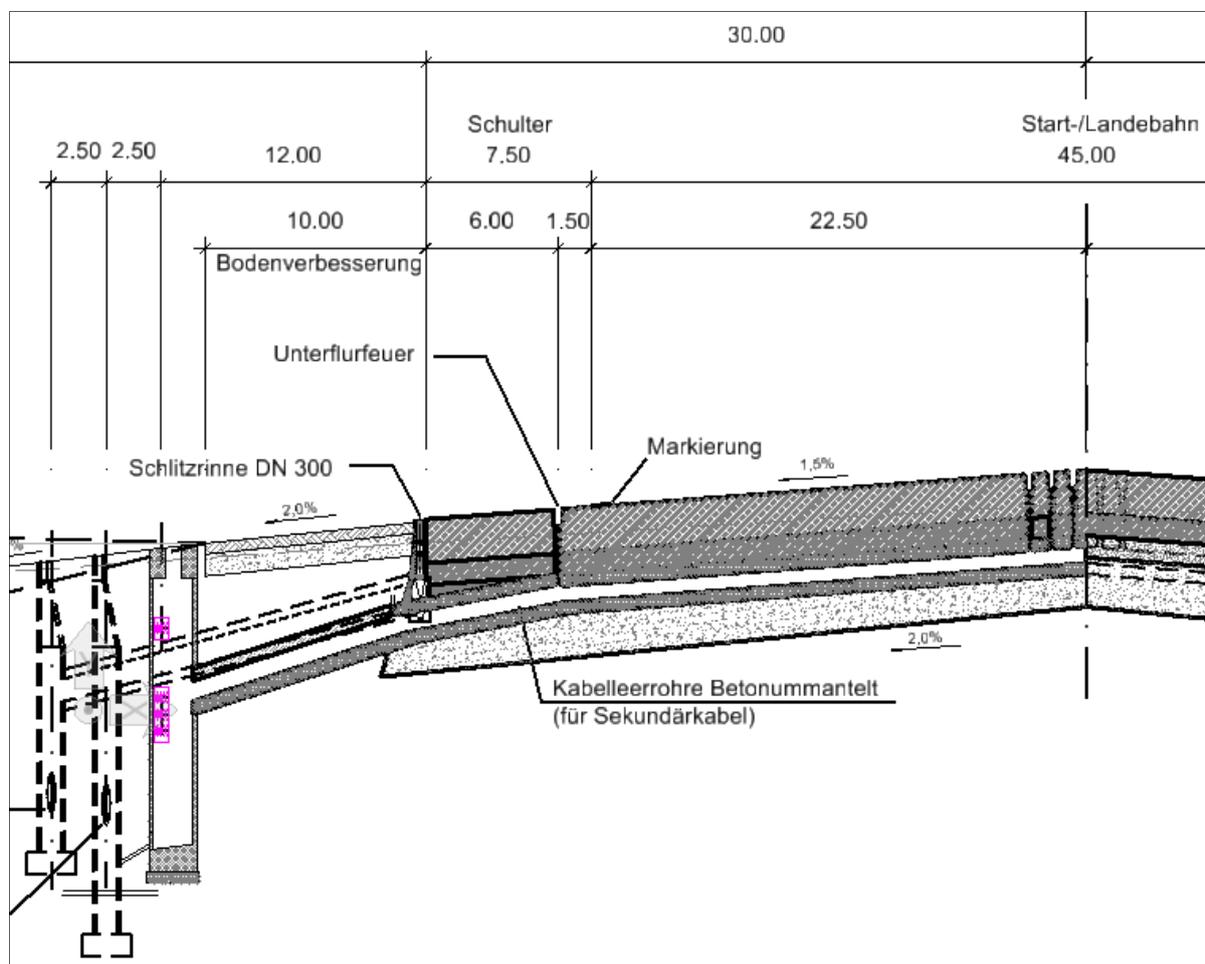


Abbildung 7: Regelquerschnitt Start- und Landebahn [18]

Dem Regelquerschnitt [18] sind nachfolgend aufgeführte Ist-Zustandsgrößen bzgl. der Schultern entnommen:

- An die 45 m breite Start- und Landebahn grenzen beidseitig 7,5 m breite Schulterbereiche an, welche vollständig dem Aufbau bzw. den Eigenschaften der Piste selbst entsprechen (hier relevant: Oberflächenbeschaffenheit und Tragfähigkeit). Die Querneigung in diesem Bereich entspricht 1,5 Prozent.
- An den zuvor genannten Bereich grenzt eine unversiegelte Fläche mit einer Breite von 10 m an, deren Aufbau sich wie folgt darstellt:
  - 10 cm Oberboden
  - 20 cm Oberboden, durchmischt mit Schotter 32/45

In diesem Bereich entspricht die Querneigung einem Wert von 2 Prozent.

Bzgl. der Tragfähigkeit sowie der Oberflächenbeschaffenheit in diesem Bereich liegen derzeit keine ausreichenden Informationen vor.

### 5.2.3 Ergebnis / Bewertung

Nachfolgende Tabelle 5 zeigt den Vergleich zwischen Vorgaben und Ist-Zustand:

Prüfparameter	Regelwerk	Vorgabe	Ist-Zustand
Breite der SLB + Schultern	ICAO Annex 14 EASA	min. 75m	60m
	AACG (für 45m breite SLB)	min. 75m 2 x 7,5m innere Schulter 2 x 7,5 m äußere Schulter	2 x 7,5m innere Schulter vorhanden Keine ausreichenden Daten bzgl. Aussage zu „äußeren Schultern“ vorhanden
Querneigung	ICAO Annex 14 EASA (AACG)	max. 2,5 %	1,5 - 2 %
Tragfähigkeit	ICAO Annex 14 EASA	LFZe + Bodenfahrzeuge	siehe nachfolgende Erläuterungen
	AACG	Innere Schulter: LFZe + Bodenfahrzeuge	Tragfähigkeit der SLB vorhanden
		Äußere Schulter: Bodenfahrzeuge	siehe nachfolgende Erläuterungen
Oberflächenbeschaffenheit	ICAO ADM Part 1 EASA AACG	Schutz gegen Erosions- und Ingestionsprozesse	Innere Schulterbereich: Befestigt
			Äußerer Schulterbereich: siehe nachfolgende Erläuterungen

Tabelle 5: Bewertung Start- und Landebahnschultern

Der innere Bereich der Start- und Landebahnschultern (2 x 7,5m) ist vollbefestigt und weist dieselben Eigenschaften wie die Start- und Landebahn selbst auf. In diesem Bereich werden sämtliche Anforderungen der ICAO, EASA sowie AACG erfüllt.

Für die an die zuvor genannten "inneren" Schultern angrenzenden "äußeren" Schulterbereiche liegen derzeit keine ausreichenden Informationen bzgl. der Tragfähigkeit sowie der Oberflächenbeschaffenheit vor, um eine Bewertung vorzunehmen. In diesem Bereich unterscheiden sich auch die Anforderungen der ICAO / EASA von denen der AACG (siehe Tabelle 5).

Derzeit sind am Flughafen Düsseldorf Ertüchtigungsarbeiten im eingeebneten Streifenbereich der Start- und Landebahn 05R/23L geplant. Innerhalb dieses Bereichs befinden sich auch die „äußeren“ Schultern gemäß AACG bzw. Bestandteile der Schultern gemäß ICAO Annex 14 (Kategorie F). Abhängig von den Ergebnissen dieser Ertüchtigungsmaßnahmen kann dann eine abschließende Bewertung sowohl bzgl. ICAO- und EASA-Vorgaben, als auch hinsichtlich der AACG-Vorgaben erfolgen.

#### 5.2.4 Fazit

---

---

Eine abschließende Bewertung der SLB-Schulterbereiche ist erst nach Durchführung der geplanten Ertüchtigungsmaßnahmen innerhalb des eingeebneten Streifenbereichs möglich.

### 5.3 Start- und Landebahnstreifen

#### 5.3.1 Vorgaben

---

---

ICAO Annex 14 [1]

Falls es sich nicht um eine für die Zwecke der Flugnavigation erforderliche visuelle Hilfe (z. B. Befeuerungen, Beschilderungen) handelt, welche die in Kapitel 5 (ICAO Annex 14 [1]) enthaltene Forderung nach Brechbarkeit erfüllt, darf kein festes Objekt auf einem Start- und Landebahnstreifen innerhalb 77,5 m von der Mittellinie einer Präzisionsanflug-Landebahn für Betriebsstufe I, II und III mit Code-Zahl 4 und dem Code-Buchstaben F zugelassen werden. Es darf auch kein bewegliches Objekt auf diesem Teil des Start- und Landebahnstreifens während der Benutzung der Start- und Landebahn für Landung oder Start zugelassen werden (3.4.7 / Standard; siehe auch 9.9.6 / Standard).

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Falls es sich nicht um eine für die Zwecke der Flugnavigation oder der Luftfahrzeugsicherheit erforderliche visuelle Hilfe (z. B. Befeuerungen, Beschilderungen) handelt, welche die in Kapitel T (CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]) enthaltene Forderung nach Brechbarkeit erfüllt, darf kein festes Objekt auf einem Start- und Landebahnstreifen innerhalb 77,5 m von der Mittellinie einer

Präzisionsanflug-Landebahn für Betriebsstufe I, II und III mit Code-Zahl 4 und dem Code-Buchstaben F zugelassen werden (CS ADR-DSN.B.165 / (b)(1) ; siehe auch CS ADR-DSN.T.915(e)).

Es darf auch kein bewegliches Objekt auf diesem Teil des Start- und Landebahnstreifens während der Benutzung der Start- und Landebahn für Landung oder Start zugelassen werden (CS ADR-DSN.B.165 / (d)).

### 5.3.2 Ist-Zustand

Im Start- und Landebahnstreifen der SLB 05R/23L innerhalb von 77,5 m beiderseits der SLB-Mittellinie befinden sich lediglich feste Objekte, welche für die sichere Durchführung des Flugbetriebs erforderlich sind (Überflurbefeuerung, PAPI, Beschilderung). Diese dienen der Navigation bzw. Orientierung des Luftfahrzeugführers (visuelle Hilfen).

Bzgl. des Vorhandenseins mobiler Objekte wurde zwischen den Rollbahnen L5 und L6 ein Schotterweg identifiziert, welcher die SLB kreuzt. Auf diesem Weg sind keine Sicherheitsvorkehrungen in den übergebenen Plänen erkennbar, welche eine Person / einen Fahrzeugführer vor dem Betreten / Befahren des Sicherheitsbereichs der SLB warnen (bspw. durch Festlegung einer „Road-holding position“ einschließlich Kennzeichnung).

### 5.3.3 Ergebnis / Bewertung

Nachfolgende Tabelle 6 zeigt den Vergleich zwischen Vorgaben und Ist-Zustand:

Prüfparameter	Regelwerk	Vorgabe	Ist-Zustand
Streifen der Start- und Landebahn	ICAO Annex 14	Keine festen Objekte innerhalb von 77,5m beiderseits der SLB-Mittellinie, außer notwendige visuelle Navigationshilfen, welche brechbar sind	Keine festen Objekte (exkl. der genannten Ausnahmen)
		Keine mobilen Objekte innerhalb des o.g. Bereichs	Schotterweg zw. TWYs L5 und L6 → keine Road-holding position
	EASA	Keine festen Objekte innerhalb von 77,5m beiderseits der SLB-Mittellinie, außer zum Zwecke der Flugnavigation oder der Luftfahrzeugsicherheit erforderliche visuelle Hilfen, welche brechbar sind	Keine festen Objekte (exkl. der genannten Ausnahmen)
		Keine mobilen Objekte innerhalb des o.g. Bereichs	Schotterweg zw. TWYs L5 und L6 → keine Road-holding position

Tabelle 6: Bewertung Streifen der Start- und Landebahn

Es befinden sich keine festen Objekte innerhalb des in den Vorgaben definierten Bereichs, mit Ausnahme der erlaubten visuellen Hilfen.

Auf dem Schotterweg zwischen den Rollbahnen L5 und L6 existiert kein Hinweis für eine sich auf diesem Weg befindliche Person, an welcher Stelle der in den o.g. Vorgaben freizuhalten Bereich um die Start- und Landebahn beginnt bzw. endet. Dieser Schotterweg kann nur über die zwischen den Start- und Landebahnen verlaufende parallele Betriebsstraße sowie über die unterhalb der Südbahn parallel verlaufende Betriebsstraße Betreten / Befahren werden. Des Weiteren existiert eine Fortsetzung des Schotterwegs von der südl. Betriebsstraße zur Rollbahn M (siehe Abbildung 8).



Abbildung 8: Lage der Schranken und Schotterweg

Um also den Schotterweg zu erreichen, muss zuvor eine der beiden Betriebsstraßen befahren werden (Ausnahme: Zufahrt direkt über die Rollbahn M – dies setzt jedoch eine Rollbahnquerung voraus, was allgemein, nach Aussage des Flughafens, nur mit Führung durch einen Follow Me-Fahrzeug erlaubt ist). Die Zufahrt von der Flughafen-Ringstraße zu einer der beiden (zu den Pisten parallel verlaufenden) Betriebsstraßen ist durch Schranken bzw. Beschilderung gesichert und erst nach Einholung einer Freigabe möglich. Innerhalb dieses Bereichs dürfen sich nur Fahrzeuge bewegen, die entweder über Funk ständig mit der Flugsicherung in Kontakt stehen oder durch geeignetes Flughafenpersonal begleitet werden (Aussage des Flughafenbetreibers). Hierdurch wird der Personenkreis in diesem Bereich eingeschränkt bzw. das Verhalten von Personen in diesem Bereich kontrolliert.

Nichtsdestotrotz ist für Personen in diesem Bereich nicht erkennbar, ob sie sich auf dem Schotterweg bewegen dürfen bzw. ab wann der Schotterweg sich im Sicherheitsbereich der SLB befindet. Daher wird empfohlen, durch entsprechende Maßnahmen ein unbeabsichtigtes Eindringen in den Sicherheitsbereich der SLB zu verhindern. Dies wird durch die Vorgabe des ICAO Annex 14 [1] untermauert, welche die Installation einer Road-holding position an jeder Kreuzung einer Straße mit einer Start- und Landebahn fordert (Standard / 3.12.5).

---

### 5.3.4 Fazit

---

Es wird empfohlen, durch geeignete Maßnahmen ein unbeabsichtigtes Eindringen in den Sicherheitsbereich der Südpiste über den Schotterweg zu verhindern. Die Art der Maßnahme hängt stark von der Nutzung dieses Schotterweges ab. Bei regelmäßiger Nutzung des Wegs sollte eine Road-holding position gemäß ICAO Annex 14 eingerichtet werden. Alternativ ist eine Absperrung des Schotterweges denkbar. Sollte der Weg nicht mehr genutzt werden, ist auch ein Rückbau möglich.

## 5.4 Obstacle Free Zone (OFZ)

### 5.4.1 Vorgaben

---

ICAO Annex 14 [1], 4.2.15 / Standard

Die folgenden Hindernisbegrenzungsflächen sind für eine Präzessionsanflug-Landebahn für Betriebsstufe II oder III festzulegen:

- Kegelfläche
- Innere Horizontalfläche
- Anflugfläche und innere Anflugfläche
- Übergangsfläche
- Innere Übergangsfläche
- Durchstartfläche

Anmerkung:

Die Abmessungen der Teilflächen sind in ICAO Annex 14 [1], Tabelle 4-1 enthalten.

Die für die Untersuchung relevanten Teilflächen und deren Abmessungen sind in nachfolgender Tabelle 7 aufgeführt.

<b>Hindernisbegrenzungsflächen für Präzisionsanflug-Landebahn CAT I und CAT II/III, Code-Zahl 3, 4</b>	
<b>Bezeichnung</b>	<b>Geometrie</b>
<u>Innere Anflugfläche</u> Breite Abstand von der Schwelle Länge Neigung	120 m* 60 m 900 m 2 %
<u>Innere Übergangsfläche</u> Neigung	33,3 %
<u>Durchstartfläche</u> Länge des Innenrandes Abstand von der Schwelle Divergenz (beidseitig) Neigung	120 m* 1.800 m 10 % 3,33 %
* Bei Code F ist die Breite auf 155 m zu erhöhen. Für Informationen zum Betrieb von Code F-Luftfahrzeugen, welche mit digitalen Flugführungssystemen ausgerüstet sind, die für eine Übermittlung von Steuerungssignalen zur Beibehaltung des Flugpfades während des Fehlanflugs dienen, wird auf das ICAO-Circular 301, "New Larger Aeroplanes – Infringement of the Obstacle Free Zone: Operational Measures and Aeronautical Study" verwiesen.	

Tabelle 7: Hindernisbegrenzungsflächen für Präzisionsanflug-Landebahn gemäß [1]

Allgemein unterscheidet sich die OFZ beim Betrieb von Luftfahrzeugen gemäß ICAO-Kategorie E im Vergleich zu F bzgl. ihrer Abmessungen (siehe Tabelle 7). Dies betrifft die Basisbreite der inneren Anflugfläche sowie der Durchstartfläche (Kategorie E: 120 m / Kategorie F: 155 m).

Zusätzlich findet sich ein Verweis auf das ICAO Circular 301 [9] hinsichtlich des Betriebes von Luftfahrzeugen gemäß ICAO-Kategorie F, welche mit digitalen Flugführungssystemen ausgerüstet sind, die Steuerungskommandos zur Beibehaltung des Flugpfades während eines Fehlanflugs zur Verfügung stellen.

ICAO Circular 301 [9]

Gemäß den Ausführungen des ICAO Circular 301 [9] ist auf bestehenden Flugplätzen der ICAO-Kategorie E die Einrichtung einer Code F konformen OFZ nicht zwingend erforderlich, wenn nachfolgend genannte Bedingungen während des Anflugs eines Luftfahrzeuges gemäß ICAO-Kategorie F erfüllt sind:

- Nutzung eines modernen digitalen Autopilotensystems, oder
- Nutzung eines Flight Director-Systems mit Track Hold Guidance.

In diesen Fällen wird eine OFZ mit den Abmessungen gemäß Code E auch für Landungen / Durchstartmanöver von Luftfahrzeugen gemäß ICAO-Kategorie F als ausreichend erachtet, da anhand luftfahrttechnischer Untersuchungen (Aeronautical Studies, Flugversuche) nachgewiesen wurde, dass die flugbetriebliche Sicherheit aufgrund der resultierenden höheren Anfluggenauigkeit nicht beeinträchtigt wird.

Unabhängig von o.g. Ergebnissen für die OFZ ist darauf hinzuweisen, dass auch durch rollende/ stehende Luftfahrzeuge gemäß ICAO-Kategorie F (z. B. am Rollhalteort oder beim Abrollen von der

Landebahn) die Signalqualität der funkelektrischen Anflughilfen (i.d.R. ILS) nicht negativ beeinträchtigt werden darf.

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Für Präzisionssanflugbahnen für Betriebsstufe II und III gelten (im Vergleich zu vorgenannten ICAO-Vorgaben) die gleichen Anforderungen an das Vorhandensein sowie die Geometrie einer OFZ (siehe EASA: CS ADR-DSN.J.480 (b)). Ein direkter Verweis auf die mögliche Verwendung einer Kategorie E – OFZ bei dem Betrieb von Luftfahrzeugen gemäß ICAO-Kategorie F findet sich nicht innerhalb der Certification Specifications, jedoch in den AMC's sowie dem weiterführenden Guidance Material (GM) - s.u.).

EASA [2] AMC1 ADR.OPS.B.090 Use of the Aerodrome by higher code letter aircraft

Bei der Untersuchung der Möglichkeit des Betriebs eines Luftfahrzeugs gemäß einer höheren Luftfahrzeug-Kategorie im Vergleich mit der Flugplatz-Kategorie (bspw. Luftfahrzeug gemäß Kategorie F an Kategorie E-Flugplatz) sollte der Flugplatzbetreiber u.a. die Auswirkungen der Luftfahrzeugeigenschaften auf den Flugplatz, dessen Einrichtungen sowie Ausrüstung, und auf die dort stattfindenden Operationen untersuchen. [...]

EASA [2] GM1 ADR.OPS.B.090 Use of the Aerodrome by higher code letter aircraft

Für weiterführende Informationen bzgl. o.g. Problematik wird auf das ICAO Circular 305 bzw. ICAO Circular 301 verwiesen. [...]

AACG [3], Item III.4.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des AACG-Dokuments waren die Untersuchungen, welche später die Grundlage für das ICAO Circular 301 [9] (s.o.) darstellten, noch nicht abgeschlossen.

Daher wird lediglich auf eine mögliche Reduzierung der OFZ-Abmessungen bei 45 m breiten Start- und Landebahnen für den A380 verwiesen, abhängig von den Untersuchungsergebnissen der bis dahin noch laufenden Studien.

#### 5.4.2 Ergebnis / Bewertung

---

ICAO verweist neben den generellen Vorgaben auf das ICAO Circular 301 [9] bzgl. der Abmessungen der OFZ für den Betrieb von Luftfahrzeugen gemäß ICAO-Kategorie F. Darin werden u.a. Möglichkeiten zur Nutzung einer „Code E-OFZ“ beim Betrieb von A380 unter bestimmten Rahmenbedingungen beschrieben.

Die EASA [2] verweist ebenfalls u.a. auf das ICAO Circular 301 [9], wenn Untersuchungen bzgl. der Nutzung eines Flugplatzes durch Luftfahrzeuge gemäß einer höheren Kategorie im Vergleich zur Flugplatz-Kategorie durchgeführt werden. Dies trifft im vorliegenden Untersuchungsfall zu.

Die AACG verweist lediglich auf die Möglichkeit der Reduzierung der OFZ-Abmessungen für den A380-Betrieb, da zum Zeitpunkt der Erstellung des AACG-Dokuments [3] die entsprechenden Untersuchungen noch nicht abgeschlossen waren.

Da am Flughafen Düsseldorf bereits Luftfahrzeuge gemäß ICAO-Kategorie E operieren, sind gemäß der mit dem Auftraggeber vereinbarten Prämissen (siehe Kapitel 4) die Anforderungen an eine OFZ gemäß Kategorie E erfüllt.

Am Flughafen Düsseldorf soll der Airbus A380 auf einer 45 m breiten Start- und Landebahn operieren. Des Weiteren erfüllt dieser Luftfahrzeugtyp prinzipiell die im ICAO Circular 301 formulierten Mindestanforderungen an die luftfahrzeugseitigen Systeme. Im Ergebnis ist daher generell ein Betrieb von Code F Luftfahrzeugen unter Beibehaltung der Abmessungen der OFZ gemäß ICAO-Kategorie E möglich. Hierbei ist sicherzustellen, dass die in den Mindestanforderungen beschriebenen Systeme (digitaler Autopilot oder Flight Director mit Track Hold Guidance) während des Anflugs zur Verfügung stehen und genutzt werden.

Die in diesem Zusammenhang außerdem relevanten Aspekte der Lage der Rollhalteorte sowie der etwaigen Beeinträchtigung der ILS-Signale durch rollende / stehende A380 werden separat betrachtet (siehe Kapitel 6.7 ).

## 6 Rollbahnen / Standplatzrollgassen

### 6.1 Breite der Rollbahnen / Standplatzrollgassen

#### 6.1.1 Vorgaben

---

##### Allgemein

ICAO Annex 14 [1]

Eine Rollbahn sollte so ausgelegt sein, dass, wenn sich das Cockpit des Luftfahrzeugs, für das die Rollbahn bestimmt ist, über der Rollbahnmittellinienmarkierung bleibt, der Abstand zwischen dem äußerem Hauptfahrwerksrad des Luftfahrzeuges und dem Rollbahnrand nicht kleiner als 4,5 m ist, wenn der Code-Buchstabe (D, E oder) F ist (3.9.3 / Empfehlung)

Für Code-Buchstabe F und bei hoher Verkehrsdichte kann ein größerer Abstand als 4,5 m zwischen äußerem Hauptfahrwerksrad und Rollbahnrand zur Verfügung gestellt werden, um höhere Rollgeschwindigkeiten zu ermöglichen (Anmerkung zu 3.9.3 / Empfehlung).

Der A380 wird am Flughafen Düsseldorf mit einem Umlauf pro Tag ab 2014 operieren. Ein größerer Abstand als 4,5 m zwischen äußerem Hauptfahrwerksrad und Rollbahnrand ist aus Sicht des Gutachters nicht notwendig.

##### Anmerkung:

Abstand von 4,5 m zwischen äußerem Hauptfahrwerksrad und Rollbahnrand = main gear clearance  
MGC = 4,5 m.)

##### Breite von Rollbahnen / Standplatzrollgassen

ICAO Annex 14 [1]

Ein gerader Teil einer Rollbahn sollte keine geringere Breite als 25 m haben, wenn der Code-Buchstabe F ist (3.9.5 / Empfehlung).

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Ein gerader Teil einer Rollbahn sollte keine geringere Breite als 25 m haben, wenn der Code-Buchstabe F ist (CS ADR-DSN.D.245).

AACG [3]

Es wird für den A380 eine minimal Rollbahnbreite von 23m für gerade Rollbahnabschnitte (entsprechend den Anforderungen an Rollbahnen für Code-Buchstabe E) gefordert (Item III.3).

## Rollbahnkurven

### ICAO Annex 14 [1] 3.9.6 Empfehlung

Richtungsänderungen von Rollbahnen sollten so selten und gering wie möglich sein. Die Kurvenradien sollten der Bewegungsfähigkeit und den normalen Rollgeschwindigkeiten der Luftfahrzeuge angemessen sein, für die die Rollbahn bestimmt ist. Die Kurve sollte so ausgelegt sein, dass, wenn das Cockpit des Luftfahrzeuges über den Rollbahnmittellinienmarkierungen bleibt, der Abstand zwischen den äußeren Hauptfahrwerksrädern des Luftfahrzeuges und dem Rollbahnrand nicht kleiner als 4,5 m ist, wenn der Code-Buchstabe (D, E oder) F ist.

### EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] CS ADR-DSN.D.250

Richtungsänderungen von Rollbahnen sollten so selten und gering wie möglich sein. Die Kurvenradien sollten der Bewegungsfähigkeit und den normalen Rollgeschwindigkeiten der Luftfahrzeuge angemessen sein, für die die Rollbahn bestimmt ist. Die Kurve sollte so ausgelegt sein, dass, wenn das Cockpit des Luftfahrzeuges über den Rollbahnmittellinienmarkierungen bleibt, der Abstand zwischen den äußeren Hauptfahrwerksrädern des Luftfahrzeuges und dem Rollbahnrand nicht kleiner als 4,5 m ist, wenn der Code-Buchstabe (D, E oder) F ist.

### AACG [3] Item: III.3.

Es wird für den A380 ein einzuhaltender minimaler Sicherheitsabstand von 4,5 m zum Rollbahnrand für Rollbahnkurven gefordert (entsprechend den Anforderungen an Rollbahnen für Code-Buchstabe E und F).

## 6.1.2 Ist-Zustand

### Breite der Rollbahnen / Standplatzrollgassen

Die Breite der zu untersuchenden Rollbahnen am Flughafen Düsseldorf sind im AIP [11] EDDL AD 1-1, 2.8 angegeben. Die in die Tabelle 8 zusammengefassten Rollbahnbreiten gelten für die geraden Teile der jeweiligen Rollbahnen.

Rollbahn/ Rollgasse	Breite gemäß AIP [m]	Anmerkung / Hinweise zu CAD-Plan
TWY M	25 m	
TWY L1	25m	Abweichende Breite im CAD Plan [17] zwischen Halteposition und SLB Zurollung: Gemessene Breite von 12,0 m zwischen Rollbahnmittellinie und Rollbahnrand / Beginn der Schulter
TWY L3	23 m	-
TWY L4	23 m	-
TWY L4	keine Angaben vorhanden	-

Rollbahn/ Rollgasse	Breite gemäß AIP [m]	Anmerkung / Hinweise zu CAD-Plan
(Rollgasse)		
TWY L9	50 m	-
TWY T (Rollgasse)	keine Angaben vorhanden	-
TWY P4	50 m	-
TWY P4 (Rollgasse)	keine Angaben vorhanden	-
TWY W (neu)	keine Angaben vorhanden	-

Tabelle 8: Breite der Rollbahnen

### Rollbahnkurven

Zum Nachweis des Bewegungsverhaltens der zu untersuchenden Luftfahrzeugtypen in den Kurvenbereichen wurden Rollsimulationen durchgeführt. Anhand der Rollsimulationen wurde eine Überprüfung der einzuhaltenden Mindestseparationen zwischen den Außenrändern der äußeren Hauptfahrwerksräder und der seitlichen Rollbahnbegrenzungen vorgenommen.

Generell ist bei der Simulation die Steuerungsvariante „Cockpit over Centerline“ zu Grunde zu legen, bei der die jeweilige Position des Cockpits als Bezugspunkt für die Bestimmung der Schleppkurve (projizierte Spur des Fahrwerkzentralpunkts) berücksichtigt wird.

Zur Überprüfung der Einhaltung des Mindestabstands zwischen Außenkante Hauptfahrwerk und Rollbahnrand in Rollbahnkurven, -einmündungen und -kreuzungen wurden sämtliche zu untersuchenden Rollbahnen anhand von Rollsimulationen des A380-800 mit Hilfe der Flugplatzplanungssoftware PathPlanner® [10] analysiert. Dies umfasst im Einzelnen folgende Rollführungen:

1. Vom TWY M kommend über TWY L1 auf die südliche SLB in Bahnrichtung 23 (outbound)
2. Von der südlichen SLB Bahnrichtung 05 kommend über TWY L1 zum TWY M (inbound)
3. Von der südlichen SLB Bahnrichtung 23 kommend über TWY L9, M zum W (neu) (outbound)
4. Von TWY P4 kommend über W(neu), M und L9 auf die südliche SLB in Bahnrichtung 05 (outbound)
5. Von TWY M kommend aus östlicher Richtung nach TWY W(neu) (inbound)
6. Von TWY M kommen aus westlicher Richtung nach TWY P4 (inbound)
7. Von TWY M kommen aus östlicher Richtung nach TWY P4 (inbound)
8. Von TWY W(neu) kommen über TWY P4 nach TWY M in östliche Richtung (outbound)
9. Von TWY W(neu) kommen über TWY P4 nach TWY M in westliche Richtung (outbound)
10. Von TWY M kommend aus südlicher Richtung über TWY L4, TWY T und TWY L3 nach TWY M in nördliche Richtung (Zu- bzw. Abrollung für Alternativpositionen)

11. Von TWY M kommend aus nördlicher Richtung über TWY L4, TWY T und TWY L3 nach TWY M in südliche Richtung (Zu- bzw. Abrollung für Alternativpositionen)
12. Von TWY M kommend aus südlicher Richtung über TWY L3, TWY T und TWY L4 nach TWY M in nördliche Richtung (Zu- bzw. Abrollung für Alternativpositionen)
13. Von TWY M kommend aus nördlicher Richtung über TWY L3, TWY T und TWY L4 nach TWY M in südliche Richtung (Zu- bzw. Abrollung für Alternativpositionen)
14. Von TWY P4 kommend über W(neu) nach M in nördliche Richtung

Die Rollführungen sind so gewählt, dass alle für den A380 vorgesehenen Rollbahnen in alle möglichen Richtungen berollt werden können.

### 6.1.3 Ergebnis / Bewertung

#### Breite der Rollbahnen / Standplatzrollgassen

Nachfolgende Tabelle 9 zeigt den Vergleich zwischen Vorgaben und Ist-Zustand:

Rollbahn / Rollgasse	Soll-Vorgaben		Ist-Zustand gemäß AIP
TWY M	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	25 m
	AACG	23 m	
TWY L1	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	25 m
	AACG	23 m	
TWY L3	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	23 m
	AACG	23 m	23 m
TWY L4	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	23 m
	AACG	23 m	23 m
TWY L4 (Rollgasse)	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	keine Angaben
	AACG	23 m	
TWY L9	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	50 m
	AACG	23 m	
TWY T (Rollgasse)	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	keine Angaben
	AACG	23 m	
TWY P4	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	50 m
	AACG	23 m	
TWY P4 (Rollgasse)	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	keine Angaben
	AACG	23 m	
TWY W (neu) (Rollgasse)	ICAO Annex 14 / EASA	25 m	keine Angaben
	AACG	23 m	

Tabelle 9: Bewertung Breite Rollbahnen / Rollgassen

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] und der EASA [2] zur Rollbahnbreite werden unter Beachtung des aktuellen Bestands für Rollbahn L3 und für die Rollbahn L4 nicht erfüllt.

Die im AACG [3] enthaltene Vorgabe zur Rollbahnbreite wird jedoch auf allen untersuchten Rollbahnen und Standplatzrollgassen eingehalten, weshalb die detektierte Abweichung zur o. g. ICAO- und EASA-Vorgabe für diesen Typ als tolerierbar eingestuft wird.

### Rollbahnkurven

Die (gleichlautenden) Vorgaben des ICAO Annex 14 [1], der EASA [2] und der AACG [3] für Rollbahnkurven werden im Übergangsbereich von der Standplatzrollgasse P4 zur Rollbahn P4 und im Übergangsbereich von Rollbahn L3 zur Rollbahn M in südliche Richtung nicht eingehalten (siehe Abbildung 9). Die maximale Unterschreitung des Mindestabstands beträgt hier 3,38 m. Da der Übergang im P4 Bereich nach Angaben des Flughafens zurzeit ausgefüllt wird, ist davon auszugehen, dass, mit Inbetriebnahme der A380 Verbindung in 2015, in diesem Bereich keine Unterschreitung mehr vorliegt.



Abbildung 9: Unterschreitung Mindestabstand Rollbahn P4

Weiterhin werden die Vorgaben für Rollbahnkurven im Übergangsbereich von der Rollbahn L3 auf M in südliche Richtung und in umgekehrte Richtung nicht eingehalten (siehe Abbildung 10). Die maximale Unterschreitung des Mindestabstands beträgt 4,88 m.

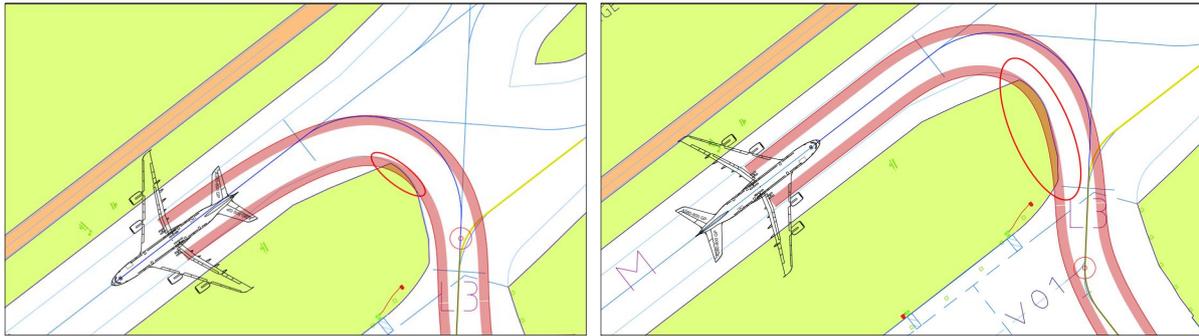


Abbildung 10: Unterschreitung Mindestabstand Rollbahn L3

Aus Sicht des Gutachters werden Abweichungen bis zu einer Größenordnung von 0,5 m als tolerierbar eingestuft, da unter Berücksichtigung der konservativen Betrachtungsweise und der Abmessungen der Hauptfahrwerksräder des Luftfahrzeugtyps A380 die Sicherheit des Betriebs bei derartig geringen Abweichungen nicht beeinträchtigt wird. Für diese Rollbahnsegmente ist im Ergebnis der Betrachtungen in Relation zu anderen, diesbezüglich ICAO-konformen Rollbahnen demzufolge nicht von gesteigerten Auftrittswahrscheinlichkeiten des Gefahrenpotentials "seitliches Abweichen von der Rollbahn" auszugehen.

Für Rollbahnkurven, bei denen Unterschreitungen (wie im vorliegenden Fall)  $> 0,5$  m festgestellt wurden sind demgegenüber gesteigerte Auftrittswahrscheinlichkeiten des o. g. Gefahrenpotentials beim Betrieb von A380 nicht auszuschließen.

Es ergeben sich folgende mögliche Kompensierungsmaßnahmen:

- Bau von Fillets in Kurveninnenbereichen an der Rollbahn L3 auf Grundlage der Ergebnisse
- Veränderungen der Rollführung (Verlegung der Roll-Leitlinien, Rollbahnmittellinienmarkierung und Rollbahnmittellinienbefeuern),
- Festlegung spezifischer Steuerungsmethoden (Oversteering) für den Luftfahrzeugtyp A380,
- Führung des Luftfahrzeugtyps A380 durch Follow-Me-Unterstützung,
- Festlegung anderer Rollführungen für A380 über die Rollbahn L4.

Die Rollbahnkurve von der Rollgasse W(neu) auf die Rollbahn M in nördliche Richtung konnte aufgrund unvollständiger Pläne für den betonierten Bereich nicht geprüft werden (siehe Abbildung 1).

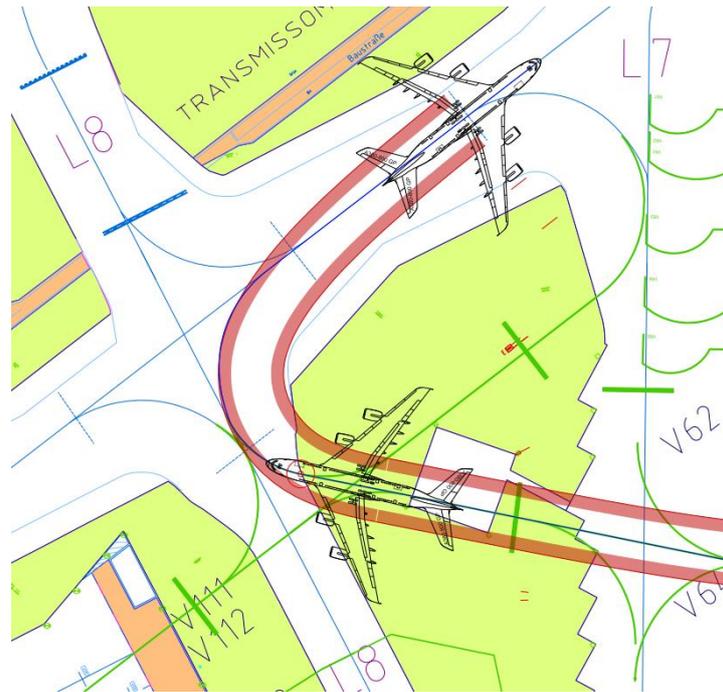


Abbildung 11: Rollbahnkurve W(neu) – M

Die Verfehlungen bzgl. Main Gear Clearance sind in Anlage 3 aufgelistet und in Anlage 4 im Übersichtsplan dargestellt.

#### 6.1.4 Fazit

##### Breite der Rollbahnen / Standplatzrollgassen

Die Abweichungen von den ICAO- bzw. EASA-Vorgaben bezüglich der Rollbahnbreite der Rollbahnen L3 und L4 werden als tolerierbar eingestuft, da die Mindestvorgabe der AACG [3] für den Betrieb des Luftfahrzeugtyps Airbus A380 erfüllt wird.

Zu den Standplatzrollgassen TWY L4, TWY T, TWY P4, und TWY W(neu) kann hinsichtlich der Rollbahnbreite keine Aussage getroffen werden

##### Rollbahnkurven

Es wird davon ausgegangen, dass die Abweichung im Bereich der Rollbahnkurve P4, nach den derzeitigen Baumaßnahmen behoben ist und daher in Zukunft keine Beeinträchtigung für den A380 mehr vorliegt.

Die vorhandenen Schleppkurvenflächen in der Kurve zwischen Rollbahn M und Rollbahn L3 werden für A380 als nicht ausreichend eingestuft. Die detektierte Verfehlung bedingt die Umsetzung kompensierender Maßnahmen zur vollständigen Gewährleistung des sicheren Flugbetriebs.

## 6.2 Rollbahnschultern

### 6.2.1 Vorgaben

---

#### Breite

##### ICAO Annex 14 [1] Empfehlung

Gerade Abschnitte einer Rollbahn sollten bei Code-Buchstabe F mit Schultern versehen sein, die sich symmetrisch zu beiden Seiten der Rollbahn erstrecken, so dass die Gesamtbreite der Rollbahn und ihrer Schultern auf geraden Teilen nicht geringer ist als 60 m bei Code-Buchstabe F. (3.10.1 / Empfehlung)

In Rollbahnkurven und an Einmündungen oder Kreuzungen, wo der Belag verbreitert worden ist, sollte die Schulterbreite nicht geringer sein als die der angrenzenden geraden Teile der Rollbahn. (3.10.1 / Empfehlung)

#### Anmerkung:

Für Rollbahnen gemäß ICAO-Kategorie F mit einer Breite von 25 m ergibt sich somit eine erforderliche Breite der Rollbahnschulter (einseitig) von mindestens 17,5 m.) (3.10.1 / Empfehlung)

##### EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Gerade Teile einer Rollbahn sollten bei Code-Buchstabe F mit Schultern versehen sein, die sich symmetrisch zu beiden Seiten der Rollbahn erstrecken, so dass die Gesamtbreite der Rollbahn und ihrer Schultern auf geraden Teilen nicht geringer ist als 60 m bei Code-Buchstabe F. (CS ADR-DSN.D.305 (a))

In Rollbahnkurven und an Einmündungen oder Kreuzungen, wo der Belag verbreitert worden ist, sollte die Schulterbreite nicht geringer sein als die der angrenzenden geraden Teile der Rollbahn. (CS ADR-DSN.D.305 (b))

#### Tragfähigkeit und Beschaffenheit

##### ICAO Annex 14 [1] Empfehlung

Wenn eine Rollbahn für Flugzeuge mit Strahltriebwerk bestimmt ist, sollte die Oberfläche der Rollbahnschulter so hergerichtet sein, dass sie der Erosion und dem Ansaugen von Oberflächenmaterial durch Luftfahrzeugtriebwerke widersteht. (3.10.2 / Empfehlung)

##### ICAO Aerodrome Design Manual, Part 2 [7]

Die Rollbahnschultern dienen gemäß ADM Part 2 [7], 1.6.1 und 1.6.5 vorrangig folgenden Zielen:

- Verhinderung des Ansaugens von Oberflächenmaterial (Steine und andere Objekte, die Triebwerke beschädigen könnten) durch Luftfahrzeugtriebwerke, die über den Rollbahnrand hinausragen
- Verhinderung der Erosion der neben der Rollbahn befindlichen Flächen
- Gewährleistung einer Oberfläche, die gelegentliches Überrollen von Flugzeugrädern erlaubt
- Gewährleistung einer Tragfähigkeit für Radlasten des schwersten am Flughafen im Einsatz befindlichen Rettungsfahrzeuges (Feuerlöschdienst, Winterdienst etc.)
- Gewährleistung einer Tragfähigkeit zur Minimierung von strukturellen Schäden an abkommenden Luftfahrzeugen

#### EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Wenn eine Rollbahn für Flugzeuge mit Strahlantrieb bestimmt ist, sollte die Oberfläche der Rollbahnschulter so hergerichtet sein, dass sie der Erosion und dem Ansaugen von Oberflächenmaterial durch Luftfahrzeugtriebwerke widersteht. (CS ADR-DSN.D.305 (c))

Für Informationen bzgl. der Eigenschaften der Rollbahnschultern wird auf das ICAO ADM Part 2 [7] verwiesen. ((GM1 ADR-DSN.D.305)

#### AACG, Item III.3 [3]

Auf geraden Teilen Code F konform: 60 m breiter Streifen, der Erosion und das Ansaugen von Oberflächenmaterial durch Luftfahrzeugtriebwerke widersteht (befestigt oder unbefestigt).

## 6.2.2 Ist-Zustand

### Breite

Die Breite der Rollbahnschultern der Rollbahn M konnte dem vom Flughafenbetreiber zur Verfügung gestellten CAD Plan [19] entnommen werden. Nach Angaben von Flughafen entspricht die gesamte Rollbahn L1 den Abmaßen der Rollbahn M. Zu den Breiten der anderen zu untersuchenden Rollbahnschultern liegen bisher keine ausführlichen Informationen vor. In Tabelle 10 sind die vorhandenen Informationen über die Breiten der zu untersuchenden Rollbahnen inklusive der befestigten Schultern zusammengefasst.

Rollbahn	Breite der Rollbahn inklusive der befestigten Schultern	Anmerkung
TWY M	44 m	Auf beiden Seiten der Schultern schließt ein 8 m breiter Schotterrasen an, der als unbefestigter Schulterbereich definiert wird [26].
TWY L1	44 m	Nach Angaben vom Flughafen hat TWY L1 die gleichen Abmessungen wie TWY M. Auf beiden Seiten der Schultern schließt ein 8 m breiter Schotterrasen an, der als unbefestigter Schulterbereich definiert wird [26].
TWY L3	Keine Informationen über Schultern vorhanden	-
TWY L4	Keine Informationen über Schultern vorhanden	-
TWY L9	Keine Informationen über Schultern vorhanden	-
TWY P4	Keine Informationen über Schultern vorhanden	-

Tabelle 10: Breite der Rollbahnschultern

### Tragfähigkeit und Beschaffenheit

Nachfolgende Abbildung 12 zeigt dem Regelquerschnitt der Rollbahn M, welcher – nach Angaben des Flughafens – auch für die Rollbahn L1 gilt. Für alle anderen zu untersuchenden Rollbahnen liegen keine entsprechenden Angaben vor.

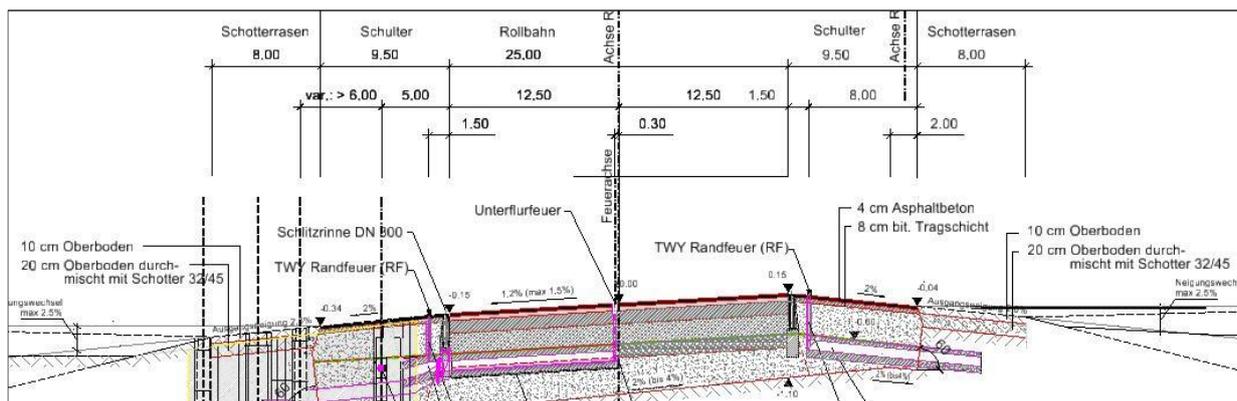


Abbildung 12: Regelquerschnitt Rollbahn M [19]

Dem oben dargestellten Regelquerschnitt [19] sind nachfolgend aufgeführte Ist-Zustandsgrößen bzgl. der Schultern entnommen:

- An die 25 m breite Rollbahn grenzen beidseitig 9,5 m breite Schulterbereiche an. Der Aufbau der Schultern wird wie folgt dargestellt:
  - 4 cm Asphaltbeton
  - 8 cm bituminöse Tragschicht
- Die Querneigung der Schultern entspricht 2 Prozent (beidseitig).
- An den zuvor genannten Bereich grenzt eine unversiegelte Fläche (Schotterrasen) mit einer Breite von 8 m an, deren Aufbau sich wie folgt darstellt:
  - 10 cm Oberboden
  - 20 cm Oberboden, durchmisch mit Schotter 32/45
- Diese Schotterrasenfläche wird gemäß [26] als unbefestigte Schulter definiert.
- In diesem Bereich entspricht die Querneigung ebenfalls 2 Prozent.

Bzgl. der Tragfähigkeit sowie der Oberflächenbeschaffenheit der befestigten Schultern liegen derzeit keine ausreichenden Informationen vor.

Die Tragfähigkeit der unbefestigten Schultern der Rollbahn M wurde durch das Unternehmen ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG [26] anhand von dynamischen Plattendruckversuchen stichprobenartig untersucht. Im Ergebnis der Studie wurden dynamische Verformungsmoduli  $E_{vd}$  im Bereich zwischen 14 und 92 MN/m<sup>2</sup> ermittelt. Unter Berücksichtigung der CBR-Vorgaben gemäß ICAO ADM, Part 1 [8] wurde laut ICG [26] „bei 75 % der Messungen (15 von 20) mindestens ausreichende Werte der Tragfähigkeit festgestellt“. Unter Einbeziehung statistischer Methoden (Mittelwert, Standardabweichung der Messergebnisse, unterer Grenzwert entsprechend CBR-Vorgabe sowie Unterstellung einer Normalverteilung) wird daraus für die untersuchten Schulterabschnitte eine Einhaltung der Tragfähigkeitsforderung für „72,6% aller Fälle“ durch die ICG abgeleitet.

### 6.2.3 Ergebnis / Bewertung

#### Breite

Die Ergebnisse der durchgeführten Betrachtungen zur Überprüfung der Vorgabenkonformität der Rollbahnschultern werden in nachfolgender Tabelle zusammengefasst.

Rollbahn	Soll-Vorgaben ICAO Annex 14 / EASA	Ist-Zustand gemäß Regelquerschnitt [19], [26]
TWY M	60 m	60 m
TWY L1	60 m	60 m
TWY L3	60 m	k. A.
TWY L4	60 m	k. A.
TWY L9	60 m	k. A.
TWY P4	60 m	k. A.

Tabelle 11: Bewertung Breite Rollbahnschultern

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] und der EASA [2] bezüglich der Rollbahnschulterbreite werden für die Rollbahnen M und L1 erfüllt.

Zu den anderen zu untersuchenden Rollbahnen kann aufgrund fehlender Daten keine Aussage getroffen werden.

#### Tragfähigkeit und Beschaffenheit

Hinsichtlich der Tragfähigkeit der unbefestigten Schulterbereiche der Rollbahn M wurden nach [26] bei 75% der vorgenommenen Tragfähigkeitsmessungen (15 von 20) mindestens ausreichende Werte festgestellt. Statistisch wurde daraus für TWY M eine Einhaltung der Tragfähigkeitsanforderung für 72,6 % der Fälle gemäß [26] abgeleitet. Nach Angaben des Flughafens entsprechen die Schulterbereiche an der Rollbahn L1 denen der Rollbahn M.

Zur Tragfähigkeit der befestigten Schultern liegen keine Informationen vor.

Zu allen anderen zu untersuchenden Rollbahnen liegen keine Kenndaten zur Bewertung der Tragfähigkeit der Rollbahnschultern im Kontext zu berücksichtigender Befahrungen des Bereiches durch bodengebundene Fahrzeuge oder des gelegentlichen seitlichen Abkommens der Luftfahrzeuge in den Schulterbereich vor. Eine quantitativ begründete Aussage in Bezug auf die Vorgabenkonformität der vorhandenen Schultern ist deshalb aktuell nicht möglich.

Es wird daher empfohlen, eine Erfassung entsprechender Informationen (z. B. anhand von Plattendruckversuchen, Rammsondierungen) durchzuführen, auf dessen Grundlage eine entsprechende begründete Bewertung der Vorgabenkonformität erfolgen kann.

In Bezug auf die Bewertung bezüglich der Erfüllung der Anforderungen zur Vermeidung von Ingestions- und Erosionsprozessen im Bereich der Rollbahnschultern (insbesondere unbefestigte Anteile) liegen derzeit keine ausreichenden Daten vor. Es wird daher empfohlen, eine Erfassung entsprechender Informationen durchzuführen, auf dessen Grundlage eine entsprechende begründete Bewertung der Vorgabenkonformität erfolgen kann.

#### 6.2.4 Fazit

---

##### Breite

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] sowie der EASA [2] bezüglich der erforderlichen Breite der Rollbahnschultern werden für die Rollbahnschultern entlang der Rollbahnen M und L1, nach Information den zur Verfügung gestellten Unterlagen [19] und [26], eingehalten.

##### Tragfähigkeit und Beschaffenheit

Hinsichtlich der Tragfähigkeit der unbefestigten Schulterbereiche der Rollbahnen M wurden gemäß [26] bei 75% der Messungen mindestens ausreichende Werte der Tragfähigkeit festgestellt. Dies entspricht – statistisch gesehen – einer Einhaltung der Tragfähigkeitsanforderung auf TWY M für 72,6 % der Fälle. Dieses Ergebnis ist unter Beachtung der vom Flughafenbetreiber bestätigten Vergleichbarkeit auch auf die Rollbahn L1 übertragbar. Zur Bewertung der Widerstandsfähigkeit der unbefestigten Schulteranteile der Rollbahnen M und L1 gegenüber Erosions- und Ingestionsprozessen liegen keine Angaben vor.

Für die Tragfähigkeit der befestigten Rollbahnschultern sowie der unbefestigten Schultern (außer TWYs M und L1) sowie zur Bewertung der Widerstandsfähigkeit der unbefestigten Rollbahnschultern gegenüber Erosions- und Ingestionsprozessen der weiteren zu untersuchenden Rollbahnschultern ist eine abschließende Einschätzung aufgrund fehlender Kenndaten nicht möglich. Hier wird deshalb eine entsprechende Datenerfassung empfohlen.

#### 6.3 Rollbahnstreifen

##### 6.3.1 Abgrenzung

---

In folgenden Kapiteln wird ausschließlich auf die Breite, Einebnung und Neigung der Rollbahnstreifen eingegangen. Die geforderte Objektfreiheit im Streifenbereich wird im Kapitel 6.6 betrachtet.

### 6.3.2 Vorgaben

---

#### Breite, Einebnung und Neigung der Rollbahnstreifen

ICAO Annex 14 [1]

Der Abstand von Rollbahnmittellinie beidseits zur Außenkante des Rollbahnstreifens sollte gemäß Tabelle 3-1, Spalte 11 für Flugzeuge der Kategorie F 57,5 m betragen. (3.11.2. Empfehlung)

Die Breite des eingeebneten Rollbahnstreifenbereichs sollte bei für Code F Flugzeuge 30 m betragen (Abstand Rollbahnmittellinie zur äußeren Grenze des eingeebneten Rollbahnstreifens). (3.11.3. Empfehlung)

Die Querneigung von eingeebneten Rollbahnstreifen sollte für Code F Flugzeuge eine maximale Steigung von 2,5 % nicht übersteigen (Referenz ist die Querneigung der Rollbahn). (3.11.5. Empfehlung)

Die Querneigung des eingeebneten Rollbahnstreifenbereichs sollte für Code F Flugzeuge ein maximales Gefälle von 5 % nicht übersteigen (Referenz ist die Horizontale). (3.11.5. Empfehlung)

Neigungen außerhalb des eingeebneten Rollbahnstreifenbereiches sollten 5 % Steigung oder Gefälle nicht übersteigen. (3.11.5. Empfehlung)

EASA CRD to NPA 2011-20 [2]

Ein Rollbahnstreifen sollte symmetrisch von der Mittellinie über die gesamte Rollbahnlänge in jede Richtung für Code F Flugzeuge eine Breite von 57,5 haben. (CS ADR-DSN.D.315)

Die Breite des eingeebneten Rollbahnstreifenbereichs sollte bei für Code F Flugzeuge 30 m betragen (Abstand Rollbahnmittellinie zur äußeren Grenze des eingeebneten Rollbahnstreifens). (CS ADR-DSN.D.325)

Die Querneigung von eingeebneten Rollbahnstreifen sollte für Code F Flugzeuge eine maximale Steigung von 2,5 % nicht übersteigen (Referenz ist die Querneigung der Rollbahn). (CS ADR-DSN.D.330)

Die Querneigung des eingeebneten Rollbahnstreifenbereichs sollte für Code F Flugzeuge ein maximales Gefälle von 5 % nicht übersteigen (Referenz ist die Horizontale). (CS ADR-DSN.D.330)

Neigungen außerhalb des eingeebneten Rollbahnstreifenbereiches sollten 5 % Steigung oder Gefälle nicht übersteigen. (CS ADR-DSN.D.330)

AACG [3]

Bezüglich Breite, Einebnung und Neigung der Rollbahnstreifen gibt AACG keine Angaben.



Der Vorgabe zur Einrichtung eines mind. 57,5 m breiten Rollbahnstreifens für den Betrieb von Luftfahrzeugen gemäß ICAO-Kategorie F können für die Rollbahnen M und L1 nicht abschließend bewertet werden, da zu dem Bereich außerhalb der 46,5 m keine Informationen vorliegen.

Zu den anderen zu untersuchenden Rollbahnen kann aufgrund fehlender Daten keine Aussage getroffen werden.

#### 6.3.5 Fazit

---

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] und des EASA CRD to NPA 2011-20 [2] bezüglich Neigungen und Einebnung des Rollbahnstreifen werden für die Rollbahn M und L1 für den Bereich bis 46,5 m eingehalten.

Zu den anderen zu untersuchenden Rollbahnen kann aufgrund fehlender Daten keine Aussage getroffen werden.

Es wird empfohlen eine Erfassung entsprechender Informationen zu erheben, auf dessen Grundlage eine entsprechende Bewertung der Vorgabenkonformität erfolgen kann.

### 6.4 Separationsminima – SLB zu paralleler Rollbahn

#### 6.4.1 Vorgaben

---

##### ICAO Annex 14 [1]

Für Instrumenten-Landebahnen mit Code-Zahl 4 und Code-Buchstabe F sollte der Abstand zwischen der Mittellinie einer Rollbahn und der Mittellinie einer Start- und Landebahn nicht kleiner sein als 190 m, mit der Ausnahme, dass es zulässig sein kann, an einem bestehenden Flugplatz mit geringeren Abständen zu arbeiten, wenn eine luftfahrttechnische Untersuchung ergibt, dass diese geringeren Abstände die Sicherheit nicht gefährden oder die Regelmäßigkeit des Luftfahrzeugbetriebs nicht wesentlich beeinträchtigen würden. (3.9.8 / Empfehlung)

##### EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Für Instrumenten-Landebahnen mit Code-Zahl 4 und Code-Buchstabe F sollte der Abstand zwischen der Mittellinie einer Rollbahn und der Mittellinie einer Start- und Landebahn nicht kleiner sein als 190 m. (CS ADR-DSN.D.260 (b))

##### AACG, Item III.4 [3]

Der Abstand für Instrumenten-Landebahnen zu parallelen Rollbahnen für Luftfahrzeuge des Typs Airbus A380 sollte 190 m betragen.

---

#### 6.4.2 Ist-Zustand

---

Der Abstand der Start- und Landebahn 05R/23L und der parallelen Rollbahn M beträgt 197,5 m.

---

#### 6.4.3 Ergebnis / Bewertung von Abweichungen

---

Der vorhandene Abstand zwischen der Start- und Landebahn 05R/23L und der parallelen Rollbahn M ist mit 197,5 m größer als der nach ICAO [1], EASA [2] und AACG [3] geforderte Mindestabstand.

---

#### 6.4.4 Fazit

---

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] und EASA [2] sowie AACG [3] bezüglich der einzuhaltenden Separationsminima zwischen Start- und Landebahn 05R/23L und Rollbahn M wird eingehalten. Der sichere Flugbetrieb ist somit diesbezüglich für die Luftfahrzeugtypen A380 gewährleistet.

### 6.5 Separationsminima – Parallele Rollbahnen

---

#### 6.5.1 Vorgaben

---

ICAO Annex 14 [1] (3.9.8 / Empfehlung)

Der Abstand zwischen den Mittellinien zweier paralleler Rollbahnen, welche durch Luftfahrzeuge gemäß ICAO-Kategorie F genutzt werden, sollte nicht kleiner als 97,5 m sein, mit der Ausnahme, dass es zulässig sein kann, an einem bestehenden Flugplatz mit geringeren Abständen zu arbeiten, wenn eine luftfahrttechnische Untersuchung ergibt, dass diese geringeren Abstände die Sicherheit nicht gefährden oder die Regelmäßigkeit des Luftfahrzeugbetriebs nicht wesentlich beeinträchtigen würden.

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] (CS ADR-DSN.D.260 (b))

Der Abstand zwischen den Mittellinien zweier paralleler Rollbahnen, welche durch Luftfahrzeuge gemäß ICAO-Kategorie F genutzt werden, sollte nicht kleiner als 97,5 m sein.

AACG, Item III.5 [3]

Der Abstand zwischen parallelen Rollbahnen für Flugzeuge des Typs A380 sollte 91 m sein. Ein Abstand in Kurven zwischen den Flügelspitzen sollte mindestens 11 m betragen.

### 6.5.2 Ist-Zustand

Nachfolgende Rollbahnen weisen untereinander einen annähernd parallelen Verlauf auf:

- TWY M – TWY T, sowie
- TWY L8 – TWY L9.

In der folgenden Tabelle 12 sind die minimalen Abstände zwischen den Mittellinien o.g. Rollbahnen dargestellt.

Parallele Rollbahnen	Min. Abstand - Mittellinie	Anmerkung
TWY M - TWY T	ca. 80 m	zwischen TWY P4 und TWY P1 sowie im geplanten Bereich zwischen TWY L7 und L9
TWY L9 - TWY L8	ca. 186,5 m	-
TWY M – TWY N	ca. 80 m	nur im parallelen Abschnitt

Tabelle 12: Abstand paralleler Rollbahnen

### 6.5.3 Ergebnis / Bewertung

Der geringste mögliche Abstand zwischen zwei parallel verlaufenden Rollbahnen resultiert aus der Vorgabe, dass die Flügelspitze des kleineren Luftfahrzeugs nicht in den Rollbahnstreifen eines parallel rollenden größeren Luftfahrzeugs hineinragen darf.

Aus dieser Betrachtung heraus resultieren die folgenden Beschränkungen für die zu untersuchenden Rollbahnen (siehe Tabelle 13).

A380 auf TWY	Parallele Rollbahn	Vorgabe	Mindestbreite des Rollbahnstreifen (einseitig) lt. Vorgabe	Verbleibende Spannweite für parallel rollendes LFZ
TWY L9	TWY L8	ICAO / EASA	57,5 m	Code F (80,0 m)
		AACG	51 m	Code F (80,0 m)
TWY M	TWY T	ICAO / EASA	57,5 m	teilw. Code D (45,0 m)
		AACG	51 m	teilw. Code E (58,0 m)
TWY M	TWY N	ICAO / EASA	57,5 m	teilw. Code D (45,0 m)
		AACG	51 m	teilw. Code E (58,0 m)

Tabelle 13: Bewertung Separationsminima von parallelen Rollbahnen

Beim A380-Betrieb auf Rollbahn L9 sind für die parallele Rollbahn L8 demnach keine Einschränkungen zu beachten.

Sofern Luftfahrzeuge des Typs A380 auf der Rollbahnen M operieren sind jedoch (je nach Rollabschnitt) entsprechende betriebliche Einschränkungen (z. B. Spannweitenbegrenzungen) auf den benachbarten Rollbahnen T und N zu beachten.

#### 6.5.4 Fazit

---

Beim A380-Betrieb auf Rollbahn L9 sind für die parallele Rollbahn L8 keine Einschränkungen zu beachten. Demgegenüber sind bei Rollbewegungen des A380 auf der Rollbahn M entsprechende Einschränkungen auf den benachbarten Rollbahnen T und N zu berücksichtigen.

### 6.6 Separationsminima – Rollbahn/Standplatzrollgasse zu Objekt

#### 6.6.1 Vorgaben

---

##### ICAO Annex 14 [1]

Der Abstand zwischen der Rollbahnmittellinie einer Rollbahn, die durch Luftfahrzeuge gemäß ICAO-Kategorie F genutzt wird, und sämtlichen Objekten sollte mind. 57,5 m betragen. Der Abstand zwischen einer Standplatzrollgassenmittellinie und einem Objekt sollte für Flugzeuge mit Code-Buchstabe F 50,5 m betragen. Es ist zulässig, an einem bestehenden Flugplatz mit geringeren Abständen zu arbeiten, wenn eine luftfahrttechnische Untersuchung ergibt, dass diese geringeren Abstände die Sicherheit nicht gefährden oder die Regelmäßigkeit des Luftfahrzeugbetriebs nicht wesentlich beeinträchtigen würden (3.9.8 / Empfehlung).

##### EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Der Abstand zwischen der Rollbahnmittellinie einer Rollbahn, die durch Luftfahrzeuge gemäß ICAO-Kategorie F genutzt wird, und sämtlichen Objekten sollte mind. 57,5 m betragen. (CS ADR-DSN.D.260 (b))

Der Abstand zwischen einer Standplatzrollgassenmittellinie und einem Objekt sollte für Flugzeuge mit Code-Buchstabe F 50,5 m betragen. (CS ADR-DSN.D.260 (b))

##### AACG [3]

Der Abstand zwischen Rollbahnmittellinie und Objekten sollte für A380 Flugzeuge mindestens 49 m betragen. In Kurven sollte der Abstand zwischen Flügelspitze und Objekt 9 m betragen. (Item III.5.)

Für Standplatzrollgassen gilt für gerade Abschnitte ein Mindestabstand von 47,5 m zwischen Rollbahnmittellinie und Objekten und für Kurven ein Mindestabstand von 7,5 m zwischen Flügelspitze und Objekten. (Item III.5.)

## 6.6.2 Ist-Zustand

Zur Überprüfung der Mindestabstände zwischen der Mittellinie der Rollbahnen und Objekten (insbesondere in Kurvenbereichen) wurden Rollsimulationen für Rollbewegungen der zu untersuchenden Luftfahrzeugtypen mit Hilfe der Flugplatzplanungssoftware PathPlanner® [10] durchgeführt.

Generell ist bei der Simulation die Steuerungsvariante „Cockpit over Centerline“ zu Grunde zu legen, bei der die jeweilige Position des Cockpits als Bezugspunkt für die Bestimmung der Schleppkurve (projizierte Spur des Fahrwerkzentralpunkts) berücksichtigt wird.

Die untersuchten Rollführungen sind in Kapitel 3.2.3 sowie Abschnitt 6.1.2 aufgeführt.

Die entlang der Rollbahnen für die sichere Durchführung des Flugbetriebes erforderliche Überflurfefeuerung und Beschilderung, die gemäß ICAO Annex 14 [1], Kapitel 5 leicht und brechbar sein müssen, bleiben hierbei unberücksichtigt (nicht A380-spezifisch).

Im Ergebnis der Untersuchung wurden für die Rollbahn M eine Unterschreitung des geforderten Mindestabstandes von 17,5 m gemäß ICAO Annex 14 [1] und EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] zwischen Flügelspitze und Objekt an der geplanten Flugzeugabstellposition V61 und angrenzender Vorfeldstraße (max. Unterschreitung: 13,42 m) registriert. Der verringerte Mindestabstand von 9 m nach AACG [3] wird nur durch die geplante Vorfeldstraße nördlich der Abstellposition V61 um 5,01 m unterschritten (siehe Abbildung 14).

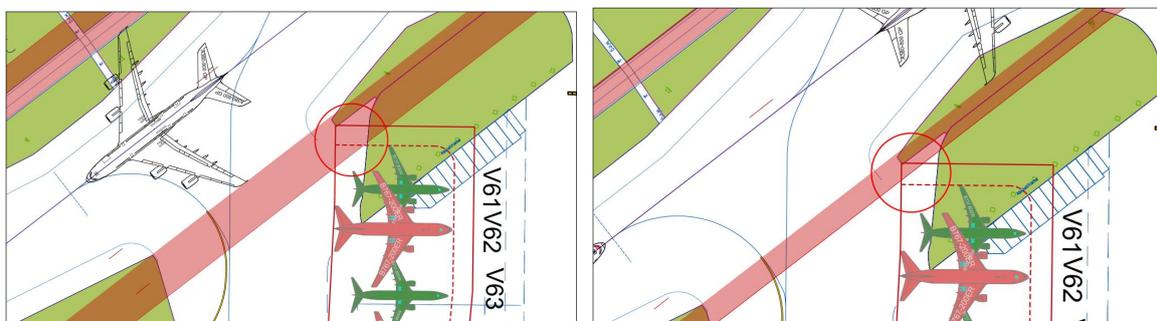


Abbildung 14: Unterschreitung Mindestabstand Rollbahn M gemäß ICAO und EASA (links) und gemäß AACG (rechts)

Außerdem befindet sich die Baustraße, die parallel zu TWY M gelegen ist, innerhalb des Mindestabstandes gemäß ICAO Annex 14 [1] und EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]. Der reduzierte Mindestabstand gemäß AACG [3] von 49 m für Rollbahnen wird ebenfalls unterschritten (siehe Abbildung 15). Die Baustraße erstreckt sich über die gesamte Länge der Rollbahn M. Nach Angaben des Flughafens ist die Baustraße nicht in Benutzung.

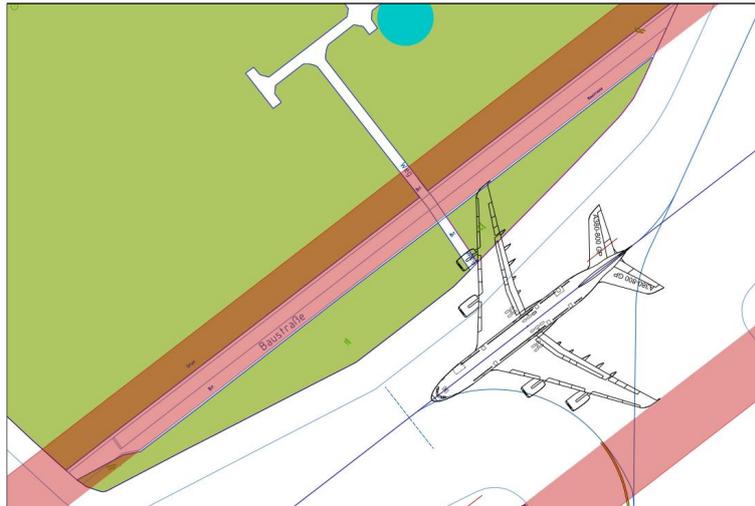


Abbildung 15: Baustraße parallel zur Rollbahn M

Der Mindestabstand gemäß ICAO Annex 14 [1] und EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] von 50,5 m für die Standplatzrollgasse P4 m wird im nord-westlichen Bereich bei der geplanten Sicherheitslinie um 0,8 m unterschritten (siehe Abbildung 16). Die AACG-Separation wird jedoch eingehalten.

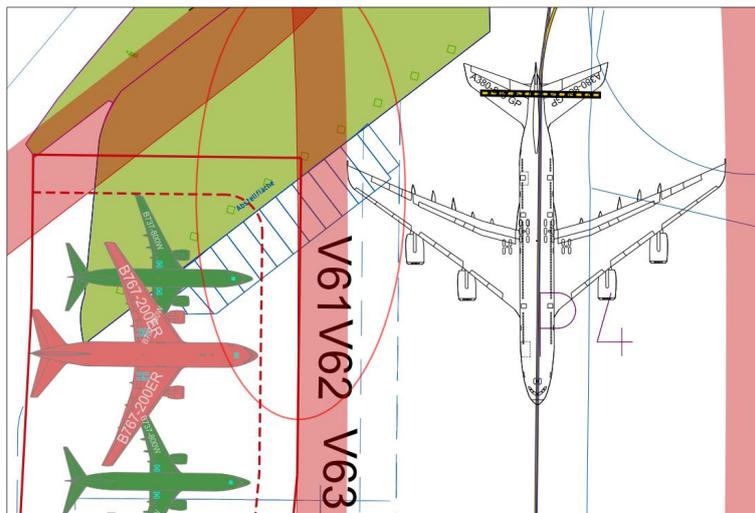


Abbildung 16: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand Rollbahn P4

Der Mindestabstand gemäß ICAO Annex 14 [1] und EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] von 50,5 m der Standplatzrollgasse W(neu) im Bereich des geplanten Vorfeldposition V65 wird um 5,33 m unterschritten. Die AACG-Vorgabe wird ebenfalls um 2,34 m unterschritten (siehe Abbildung 17).

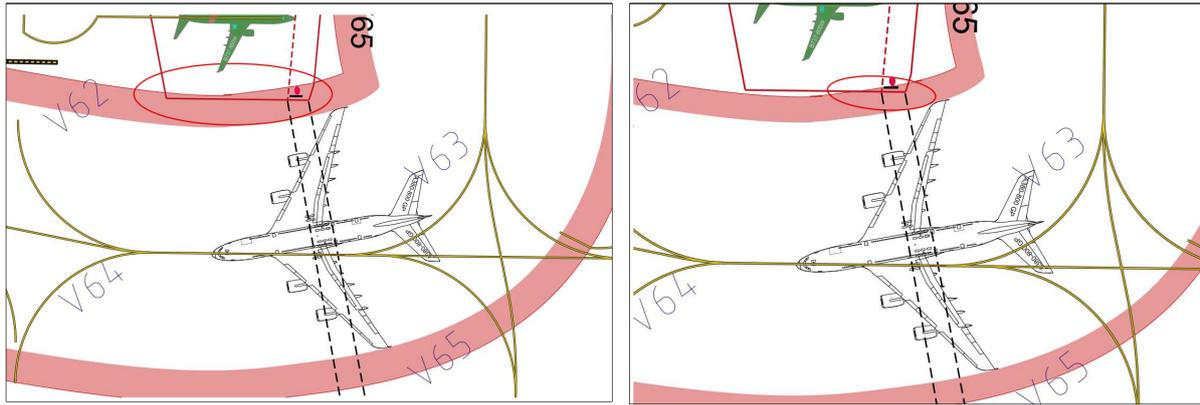


Abbildung 17: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand (links) und ACG Mindestabstand (rechts) zur Vorfeldposition V65

Im Bereich der Vorfeldposition B09 wird der ICAO-/EASA-Mindestabstand zur geplanten Sicherheitslinie um 4,39 m unterschritten. Der ACG-Mindestabstand wird um 1,45 m unterschritten (siehe Abbildung 18).

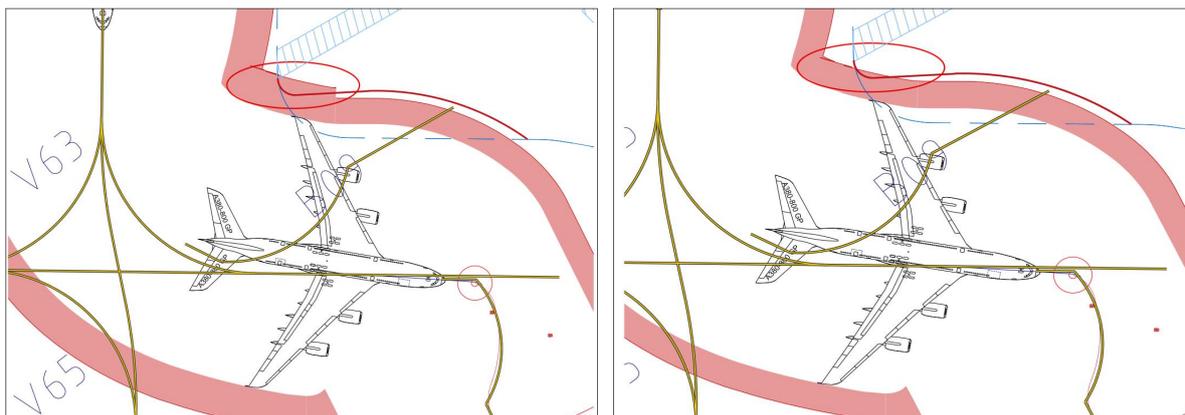


Abbildung 18: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand (links) und ACG Mindestabstand (rechts) zur Vorfeldposition B09

Der Mindestabstand gemäß ICAO Annex 14 [1] und EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] von 50,5 m wird auf den Standplatzrollgassen L4 und T (zwischen TWY L4 und TWY L3) nicht eingehalten. Auch der reduzierte Mindestabstand gemäß ACG [3] von 47,5 m wird auf den Standplatzrollgassen L3 und T (zwischen TWY L4 und TWY L3) unterschritten (siehe Abbildung 19 und Abbildung 20).



Abbildung 19: Unterschreitung ICAO /EASA Mindestabstände auf den Stadtplatzrollgassen L4 und T  
Beispielhaft für die Rollführungen Nr. 11 und 13



Abbildung 20: Unterschreitung AACG Mindestabstände auf den Stadtplatzrollgassen L4 und T  
Beispielhaft für die Rollführungen Nr. 11 und 13

An der Rollbahn L4 befinden sich zwei Objekte (Beleuchtungsmast, Vorfeldstraße) im Übergang zwischen Rollbahn und Standplatzrollgasse. Da sich die Hindernisse nicht unmittelbar auf dem Vorfeld befinden, werden zur Untersuchung die Mindestabstände für Rollbahnen verwendet. Der Mindestabstand gemäß ICAO Annex 14 [1] und EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] von 57,5 m der Rollbahn L4 wird von dem Beleuchtungsmast um 17,1 m und von der Vorfeldstraße nord-westlich der Rollbahn um 11,8 m unterschritten. Die AACG-Vorgabe werden vom Beleuchtungsmast um 8,6 m und von der Vorfeldstraße um 3,1 m unterschritten (siehe Abbildung 21).



Abbildung 21: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand (links) und AACG Mindestabstand (rechts) an der Rollbahn L4

An der Rollbahn L3 befindet sich ein weiterer Beleuchtungsmast. Der Mindestabstand gemäß ICAO Annex 14 [1] und EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] von 57,5 m wird um 11,8 m unterschritten. Die AACG-Vorgabe wird um 3,4 m unterschritten (siehe Abbildung 22).



Abbildung 22: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand (links) und AACG Mindestabstand (rechts) an der Rollbahn L3

Weiterhin kommt es zu betrieblichen Einschränkungen auf den Rollbahnen L2 und N im Falle einer Rollbewegung eines A380 auf der Rollbahn L1. Es ist sicher zu stellen, dass die Sicherheitsabstände des A380 in diesen Bereichen gewährleistet sind.

Nachfolgende Tabelle 14 listet die Verfehlungen verglichen mit den Vorgaben im Einzelnen auf.

Rollbahn / Rollgasse	Art des Objektes	Unterschreitung WTC gemäß ICAO und EASA	Unterschreitung WTC gemäß AACG
TWY M	Vorfeldposition V61 und Vorfeldstraße	13,42 m	5,01 m
	Baustraße parallel zu M	17,99 m	9,51 m
TWY P4	Geplante Sicherheitslinie im Nordwestlichen Bereich	0,8 m	Keine

Rollbahn / Rollgasse	Art des Objektes	Unterschreitung WTC gemäß ICAO und EASA	Unterschreitung WTC gemäß AACG
TWY W(neu)	Geplante Sicherheitslinie an der Vorfeldposition V65	5,33 m	2,34 m
	Geplante Sicherheitslinie an der Vorfeldposition B09	4,39 m	1,44 m
TWY L4 (bis Vorfeld Kante)	Vorfeldstraße nord-östlich der Rollbahn	11,8 m	3,1 m
	Beleuchtungsmast	17,1 m	8,6 m
TWY L4 (auf dem Vorfeld)	Flugzeugabstellpositionen (Abstand von Rollgassenmittellinie zu den Sicherheitslinien beidseitig 40m)	Max. 14,54 m im nördl. Kurvenbereich (Simulation 13) Max. 12,6 m im südlichen Kurvenbereich (Simulation 12)	Max. 11,7 m im nördl. Kurvenbereich (Simulation 13) Max. 9,6 m im südlichen Kurvenbereich (Simulation 12)
T (zwischen L3 und L4)	Flugzeugabstellpositionen nördlich der Rollgasse (Abstand von Rollgassenmittellinie zu den Sicherheitslinien 42,5 m)	Max. 12,60 m im Kurvenbereich (Simulation 12)	Max. 9,7 m im Kurvenbereich (Simulation 12)
	Vorfeldstraße südlich der Rollgasse (Abstand von Rollbahnmittellinie zur Vorfeldstraße 42,23 m)	Max. 9,3 m in Simulation 13	Max. 6,3 m in Simulation 13
	Vorfeldstraße nördlich der Rollgasse (Abstand von Rollbahnmittellinie zur Vorfeldstraße 36,96)	Max. 15,46 m im Kurvenbereich (Simulation 13)	Max. 12,46 m im Kurvenbereich (Simulation 13)
	Abstellposition V02 (Abstand Sicherheitslinie Position V02 zur Rollgassenmittellinie T im nördl. Bereich 38,53 m)	Max. 15,7 m im Kurvenbereich (Simulation 11)	Max. 12,7 m im Kurvenbereich (Simulation 11)
TWY L3	Beleuchtungsmast	11,8 m	3,4 m

Tabelle 14: Bewertung Separationsminima – Rollbahn zu Objekten

### 6.6.3 Ergebnis / Bewertung

Die Flügelspannweite bzw. die Mindestseparation zwischen Flügelspitze und Objekt ist für den Luftfahrzeugtyp A380 nicht in allen untersuchten Bereichen frei von Objekten und entspricht somit nicht den Vorgaben des ICAO Annex 14 [1], EASA [2] sowie teilweise nicht den Angaben gemäß AACG [3]. Die festgestellten Abweichungen sind im Einzelnen wie folgt zu bewerten:

- Die Flugzeugabstellposition V61, befindet sich Sicherheitsabstand nach ICAO [1] und EASA [2]. Die Positionsmarkierung ragt jedoch nicht in den Mindestabstand nach AACG [3] hinein. Ein Teil der geplanten Vorfeldstraße nördlich der Abstellposition V61 befindet sich im Sicherheitsabstand nach ICAO, EASA und AACG. Es wird empfohlen die Planungen bezüglich der Vorfeldstraße so anzupassen, dass sie sich nicht im Sicherheitsabstand nach AACG befindet.
- Fahrzeuge auf der Baustraße, die parallel zur Rollbahn M verläuft, befinden sich im Sicherheitsabstand gemäß ICAO [1], EASA [2] und gemäß AACG [3] während des Betriebs von A380 auf der Rollbahn M. Nach Angaben des Flughafens wird die Baustraße nicht benutzt. Um einen sicheren Betrieb von A380 Rollbewegungen auf der Rollbahn M zu gewährleisten, sollte die Straße aus Sicht des Gutachters generell gesperrt werden.

- Die geplante Sicherheitslinie an der Flugzeugabstellposition B09 ragt in den Sicherheitsabstand nach ICAO [1], EASA [2] und AACG [3] hinein. Es wird empfohlen die geplante Sicherheitslinie an der Vorfeldposition B09 so anzupassen, dass der Mindestabstand nach AACG für A380 Rollbewegungen gewährleistet ist.
- Die geplante Sicherheitslinie an der Flugzeugabstellposition B09 ragt in den Sicherheitsabstand nach ICAO [1], EASA [2] und AACG [3] hinein. Es wird empfohlen die geplante Sicherheitslinie an der Vorfeldposition B09 so anzupassen, dass der Mindestabstand nach AACG für A380 Rollbewegungen gewährleistet ist.
- Die geplante Sicherheitslinie an der Rollbahn P4 ragt in den Sicherheitsabstand nach ICAO [1] und EASA [2]. Die Markierung ragt jedoch nicht in den Mindestabstand nach AACG [3] hinein. Ein sicherer A380-Flugbetrieb kann diesbezüglich gewährleistet werden.
- Fahrzeuge auf der Betriebsstraße nord-östlich der Rollbahn L4 befinden sich im Sicherheitsabstand gemäß ICAO [1], EASA [2] und gemäß AACG [3] bei A380-Rollbewegungen. Nach Angaben des Flughafens wird die Straße nicht benutzt. Um einen sicheren Betrieb von A380 Rollbewegungen auf der Rollbahn M zu gewährleisten sollte die Straße aus Sicht des Gutachters generell gesperrt werden.
- Der auf der südlichen Seite der Rollbahn L4 befindliche Beleuchtungsmast befindet sich im Sicherheitsabstand nach ICAO [1], EASA [2] und AACG [3]. Eine Verlegung des Beleuchtungsmastes ist notwendig, um den sicheren Flugbetrieb in diesem Bereich zu gewährleisten.
- Der auf der südlichen Seite der Rollbahn L3 befindliche Beleuchtungsmast befindet sich im Sicherheitsabstand nach ICAO [1], EASA [2] und AACG [3]. Eine Verlegung des Beleuchtungsmastes ist notwendig, um den sicheren Flugbetrieb in diesem Bereich zu gewährleisten.
- Die Mindestsicherheitsabstände der Rollbahnen L4 und T (zwischen L3 und L4) zu den oben genannten Hindernissen entsprechen nicht den Vorgaben gemäß ICAO [1], EASA [2] und AACG [3]. Es ergeben sich folgende mögliche Kompensierungsmaßnahmen für die Standplatzrollgassen L4 und T (zwischen L3 und L4):
  - Verlegung der Vorfeldstraße im südlichen Bereich der Standplatzrollgasse T zwischen TWY L3 und TWY L4, um den geforderten Mindestabstand der AACG von 47,5 m zu gewährleisten.
  - Reduzierung der Flächen für die Vorfeldpositionen V01 bis V08 / Limitierung der Luftfahrzeuggrößen zur Erhöhung des Sicherheitsabstandes entsprechend AACG. Sperrung der Vorfeldstraße im südlichen Bereich der Standplatzrollgasse T (zwischen TWY L3 und TWY L4) während einer Rollbewegung eines A380.

- Sperrung der Vorfeldstraße im nördlichen Bereich der Standplatzrollgasse T während einer Rollbewegung eines A380.
- Sicherstellung des Mindestabstandes durch Follow-me Fahrzeuge und Begleitfahrzeuge während einer Rollbewegung eines A380 auf Standplatzrollgasse T (zwischen TWY L3 und TWY L4).
- Erweiterung des Sicherheitsabstandes auf der Standplatzrollgasse L3 auf den AACG Mindestabstand von 47,5 m und der damit verbundenen: Verlagerung der angrenzenden Abstellpositionen nördlich und südlich der Rollbahn.
- Das Räumen der Flugzeugabstellpositionen V01 bis V08 im Falle eine Rollbewegung eines A380 auf der Standplatzrollgasse T (zwischen TWY L3 und TWY L4) und bis zur Rollbahn L3.
- Das Räumen der Flugzeugabstellpositionen nördlich und/ oder südlich der Standplatzrollgasse L4 bei einer Rollbewegung eines A380 auf der Standplatzrollgasse L4. Je nach verwendeter Abstellposition V08B oder V11B müssen die entsprechenden Abstellpositionen auf der anderen Standplatzrollgassenseite frei von Flugzeugen sein.

Nach Angaben des Flughafens werden die benachbarten Flugzeugabstellpositionen bei Rollbewegungen eines A380 auf den Standplatzrollbassen L4 und T (zwischen TWY L3 und TWY L4) frei von Flugzeugen sein.

Die Positionen V08B und V11B sind als Alternativabstellpositionen bzw. Enteisungspositionen (nur V08B) für den A380 vorgesehen.

Die Ergebnisse der Prüfung der Separationsminima von Rollbahnen und Standplatzrollgassen zu Objekten sind in der Prüfliste DUS A380 – Separationsminima in Anlage 2 zusammengetragen. Die Verfehlungen sind in Anlage 3 aufgelistet und in Anlage 4 im Übersichtsplan dargestellt.

#### 6.6.4 Fazit

Unter Berücksichtigung der obigen Anmerkungen und Empfehlungen bzgl. der parallel zur Rollbahn M verlaufenden Baustraße sowie der geplanten Abstellposition V61 und der angrenzenden Vorfeldstraße werden die detektierten Objekte als unkritisch eingestuft. Der sichere Flugbetrieb kann somit diesbezüglich für A380 Flugzeuge gewährleistet werden.

Unter Anpassung der geplanten Sicherheitslinien an den Abstellpositionen V65 und B09 kann der sichere Flugbetrieb in diesem Bereich gewährleistet werden.

Auf den Rollgassen L4 und T (zwischen L3 und L4) kann der sichere Flugbetrieb für A380 Flugzeuge nur mit unter Berücksichtigung der oben genannten kompensierender Maßnahmen sowie der Verlagerung des Beleuchtungsmastes an der Rollbahn L4 gewährleistet werden.

Ebenso ist die Verlegung des Beleuchtungsmastes südlich der Rollbahn L3 notwendig, um einen sicheren Flugbetrieb zu gewährleisten.

## 6.7 Separationsminima – Lage der Rollhalteorte

### 6.7.1 Vorgaben

---

ICAO Annex 14 [1]

Der Abstand zwischen einem Rollhalteort und der Mittellinie einer Start- und Landebahn muss für eine Präzisionsanflug-Landebahn der Betriebsstufen I, II und III für Code-Zahl 4 mindestens 90 m betragen und im Falle einer Präzisionsanflug-Landebahn so bemessen sein, dass ein haltendes Luftfahrzeug den Betrieb von funkelektrischen Anflughilfen (z. B. ILS) nicht stört. (3.12.6 / Standard)

Bei Code-Buchstabe F sollte der oben genannte Abstand 107,5 m betragen. (3.12.6 / Empfehlung)

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Der Abstand zwischen einem Rollhalteort und der Mittellinie einer Start- und Landebahn muss für eine Präzisionsanflug-Landebahn der Betriebsstufen I, II und III für Code-Zahl 4 mindestens 90 m betragen und so bemessen sein, dass ein haltendes Luftfahrzeug den Betrieb von funkelektrischen Anflughilfen (z. B. ILS) nicht stört. (CS ADR-DSN.D.340)

Bei Code-Buchstabe F sollte der oben genannte Abstand 107,5 m betragen. (CS ADR-DSN.D.340)

AACG [3]

Nach AACG gibt es die Möglichkeit von reduzierten Code F minimalen Haltepunkteabständen (OFZ) (III.4.)

### 6.7.2 Ist-Zustand

---

Allgemeines

Die Lage der Rollhalteorte hängt von zwei verschiedenen Faktoren ab:

- Freihaltung der Obstacle Free Zone (OFZ),
- Vermeidung der Störung der ILS-Signale.

In Abschnitt 5.4 (Seite 38 ff.) wurde bereits dargelegt, dass die bereits vorhandene Kategorie E – OFZ ausreichend für den Betrieb des Airbus A380 am Flughafen Düsseldorf ist. Somit muss die Lage der Rollhalteorte vor der Start- und Landebahn bzgl. Der Freihaltung der OFZ nicht angepasst werden.

Gemäß den Excel-Datenblättern zu ILS Schutzzonen [20] stellt sich die Lage der Rollhalteorte bzgl. der sensitive / critical areas wie folgt dar (Annahmen: Es werden entsprechende Rollbeziehungen zugrunde gelegt (s. u.) + der Airbus A380 wird als rollendes LFZ zur Start- und Landebahn angenommen).

Anflugrichtung 05R (Objekthöhe 20-25 m)

Rollführung:

Der Airbus A380 rollt von der Position C02 zur Start- und Landebahn 05R und hält am entsprechenden Rollhalteort auf L9.

Es ergeben sich folgende Ergebnisse (Tabelle 15).

Betriebsstufen	Ergebnis der Prüfung
Betriebsstufe I	Der CAT I – Rollhalteort befindet sich nicht innerhalb der sensitive / critical Areas
Betriebsstufe II	Der CAT II / III – Rollhalteort befindet sich nicht innerhalb der sensitive / critical Areas
Betriebsstufe III	Der CAT II / III – Rollhalteort befindet sich nicht innerhalb der sensitive / critical Areas

Tabelle 15: Bewertung Rollhalteorte auf TWY L9 nach ILS Betriebsstufe

Anflugrichtung 23L (Objekthöhe 20-25 m)

Rollführung:

Der Airbus A380 rollt von der Position C02 zur Start- und Landebahn 23L und hält am entsprechenden Rollhalteort auf L1.

Es ergeben sich folgende Ergebnisse (Tabelle 16).

Betriebsstufen	Ergebnis der Prüfung
Betriebsstufe I	Der CAT I – Rollhalteort befindet sich nicht innerhalb der sensitive / critical Areas
Betriebsstufe II	Der CAT II / III – Rollhalteort befindet sich nicht innerhalb der sensitive / critical Areas
Betriebsstufe III	Der CAT II / III – Rollhalteort befindet sich nicht innerhalb der sensitive / critical Areas

Tabelle 16: Bewertung Rollhalteorte auf TWY L1 nach ILS Betriebsstufe

Hinweise zu Rollvorgängen zu den Rollhalteorten

Es ist darauf hinzuweisen, dass abhängig von der Betriebsstufe (insbesondere CAT II/III) und der Betriebsrichtung bestimmte Abschnitte der Rollbahnen, welche durch den A380 genutzt werden können, innerhalb der sensitive / critical areas liegen.

---

### 6.7.3 Ergebnis / Bewertung

---

Durch die Beibehaltung der Kategorie E – OFZ müssen die Rollhalteorte – unter Aspekten der Hindernisfreiheit – nicht verlegt werden.

Auch die Ausdehnung der sensitive / critical areas des ILS stellen für A380 in Warteposition an den entsprechenden Rollhalteorten auf den Rollbahnen L1 sowie L9 kein Problem dar. Jedoch befinden sich Abschnitte von Rollbahnen, die durch den Airbus A380 genutzt werden, tlw. innerhalb der sensitive critical areas des ILS (abh. von der Betriebsstufe). Hier ist daher betrieblich sicherzustellen, dass keine Störungen des ILS-Signals durch den rollenden Airbus A380 hervorgerufen werden. Des Weiteren muss auch beim Abrollen des Airbus A380 darauf geachtet werden, dass dieser nach dem Abrollen von der Start- und Landebahn die sensitive / critical area komplett verlassen hat.

---

### 6.7.4 Fazit

---

Für das Rollen des Airbus A380 sind insbesondere bei Betriebsstufe II und III betriebliche Verfahren zu etablieren, damit das ILS-Signal nicht gestört wird. Des Weiteren ist nach einer Landung des Airbus A380 sicherzustellen, dass dieser beim Abrollen von der Start- und Landebahn die sensitive / critical area vollständig verlassen hat. A380 in Warteposition an den untersuchten Rollhalteorten sind demgegenüber jedoch als unkritisch einzustufen.

## 6.8 Separationsminima – Lage der Intermediate Holding Positions

---

### 6.8.1 Vorgaben

---

ICAO Annex 14 [1]

Eine Intermediate Holding Position – Markierung an einer Kreuzung zweier befestigter Rollbahnen sollte so platziert sein, dass ausreichend Sicherheitsabstand zwischen stehendem Luftfahrzeug und kreuzendem Rollverkehr vorhanden ist. (5.2.11.3 / Standard)

Anmerkung:

Der vorgenannte Sicherheitsabstand entspricht den definierten Separationsminima zwischen einem Luftfahrzeug auf einer Rollbahn oder Standplatzrollgasse und Objekten. Das Objekt ist in diesem Fall das in Warteposition befindliche Luftfahrzeug an der Intermediate Holding Position einer kreuzenden/einmündenden Rollbahn/Standplatzrollgasse. Die zugehörigen Separationsminima entsprechen somit den in Abschnitt 6.6.1 genannten Vorgaben der ICAO für Rollbahnen und Standplatzrollgassen.

---

#### EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2]

Eine Intermediate Holding Position – Markierung an einer Kreuzung zweier Rollbahnen sollte so platziert sein, dass ausreichend Sicherheitsabstand zwischen stehendem Luftfahrzeug und kreuzendem Rollverkehr vorhanden ist. (CS ADR-DSN.L 580 (b)(1))

##### Anmerkung:

Der vorgenannte Sicherheitsabstand entspricht den definierten Separationsminima zwischen einem Luftfahrzeug auf einer Rollbahn oder Standplatzrollgasse und Objekten. Das Objekt ist in diesem Fall das in Warteposition befindliche Luftfahrzeug an der Intermediate Holding Position einer kreuzenden/einmündenden Rollbahn/Standplatzrollgasse. Die zugehörigen Separationsminima entsprechen somit den in Abschnitt 6.6.1 genannten Vorgaben der EASA für Rollbahnen und Standplatzrollgassen.

#### AACG [3]

Innerhalb des AACG-Dokuments [3] werden Intermediate Holding Positions nicht unmittelbar thematisiert. Jedoch lässt sich aus den im AACG-Dokument [3] zitierten Vorgaben der ICAO sowie der EASA zum Rollbahnstreifen und den zugehörigen AACG-Schlussfolgerungen (siehe Abschnitt 6.3.2) darauf schließen, dass allgemein eine Intermediate Holding Position außerhalb des Rollbahnstreifens des kreuzenden Rollverkehrs liegen soll. Es gelten somit die Vorgaben bzgl. der Separationsminima Rollbahn – Objekt gleichermaßen (siehe [3], Item III.5).

Somit sollte der Abstand zwischen Intermediate Holding Position und Rollbahnmittellinie des kreuzenden Rollverkehrs mindestens 49 m betragen. Für Standplatzrollgassen verringert sich dieser Wert auf mind. 47,5 m.

#### 6.8.2 Ist-Zustand

---

In der folgenden Abbildung 23 sind die im Hinblick auf die geplante A380-Rollführung am Flughafen Düsseldorf relevanten Intermediate Holding Positions in Rot dargestellt.



Abbildung 23: Lage der Intermediate Holding Positions

Hinweis:

Die Selektion der relevanten Intermediate Holding Positions erfolgte auf Grundlage der vorliegenden AIP-Angaben [11] sowie CAD-Pläne [17], [12], [14] und den dort eingezeichneten Rollhalteorten bei gleichzeitiger Berücksichtigung der geplanten A380-Rollführung. Im Zuge der Untersuchung wurden dabei für einzelne, bereits bestehende Intermediate Holding Positions Abweichungen zwischen den AIP-Angaben und den Darstellungen in den vorliegenden CAD-Plänen [17], [12], [14] festgestellt. So sind beispielsweise die im AIP [11] (AD 2 EDDL 2-7) dargestellten Intermediate Holding Positions auf den Rollbahnen L4 (südöstl. TWY M) und L7 (südöstl. TWY M) nicht in den CAD-Plänen enthalten. Für diese konnte demnach keine Abstandsmessung durchgeführt werden.

Die relevanten Abstände der betroffenen Intermediate Holding Positions<sup>5</sup> zu den jeweiligen Rollbahnen (entsprechend A380-Rollführung) sind in der folgenden aufgelistet.

A380 auf Rollbahn / Rollgasse	Intermediate Holding Position auf	Sicherheitsabstand gemäß Vorgaben	Sollwert	Ist-Abstand zur TWY-Mittellinie	Anmerkung
TWY M	TWY P1 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	55,90 m	-
		AACG	49 m	55,90 m	-
	TWY P2 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	55,80 m	-
		AACG	49 m	55,80 m	-
	TWY P3 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	47,10 m	-
		AACG	49 m	-	-

<sup>5</sup> Als Bezugspunkt für die Abstandsmessung wurde der Schnittpunkt aus Markierung der Intermediate Holding Position (Mitte) und der Roll-Leitlinie (Mitte) gewählt.

A380 auf Rollbahn / Rollgasse	Intermediate Holding Position auf	Sicherheitsabstand gemäß Vorgaben	Sollwert	Ist-Abstand zur TWY-Mittellinie	Anmerkung
	TWY P4 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	47,10 m	-
		AACG	49 m		-
	TWY L3 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	93,60 m	-
		AACG	49 m		-
	TWY L4 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	k. A.	Nicht in CAD-Plan
		AACG	49 m		
	TWY L5 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	47,80 m	-
		AACG	49 m		-
	TWY L7 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	k. A.	Nicht in CAD-Plan
		AACG	49 m		
	TWY L8 (südöstl. TWY M)	ICAO/EASA	57,5 m	49,00 m	-
		AACG	49 m	49,00 m	-
TWY L1	TWY N (südöstl. TWY L1)	ICAO/EASA	57,5 m	71,00 m	Die Rollbahn N hat einen spitzwinkligem Anschluss zur Rollbahn L1.
		AACG	49 m		
TWY L4	TWY M (südwestl. TWY L4)	ICAO/EASA	57,5 m	68,40 m	Kurve von TWY L4 (A380 bewegt sich weg von Intermediate Holding Position zur Kurveninnenseite)
		AACG	49 m		
	TWY M (südöstl. TWY L4)	ICAO/EASA	57,5 m	68,70 m	Kurve von TWY L4 (A380 bewegt sich weg von Intermediate Holding Position zur Kurveninnenseite)
		AACG	49 m		
TWY L3	TWY M (südöstl. TWY L3)	ICAO/EASA	57,5 m	76,20 m	-
		AACG	49 m		-
	TWY N (östl. TWY L3)	ICAO/EASA	57,5 m	89,00 m	-
		AACG	49 m		-
	TWY L1 (nordöstl. TWY L3)	ICAO/EASA	57,5 m	133,00 m	-
		AACG	49 m		-
	TWY L2 (nordöstl. TWY L3)	ICAO/EASA	57,5 m	158,40 m	-
	TWY W(neu) (geplante Standplatz- rollgasse)	TWY T (geplant) (südwestl. TWY W(neu))	ICAO/EASA	50,5 m	58,40 m
AACG			47,5 m	-	
TWY T (geplant) (südöstl. TWY W(neu))		ICAO/EASA	50,5 m	59,30 m	-
		AACG	47,5 m		-
TWY M (südwestl. TWY W(neu))		ICAO/EASA	50,5 m	53,00 m	Kurve von TWY W(neu) (A380 bewegt sich weg von Intermediate Holding Position zur Kurveninnenseite)
		AACG	47,5 m		
TWY M (nordöstl. TWY W(neu))		ICAO/EASA	50,5 m	68,00 m	Kurve von TWY W(neu) (A380 bewegt sich weg

A380 auf Rollbahn / Rollgasse	Intermediate Holding Position auf	Sicherheitsabstand gemäß Vorgaben	Sollwert	Ist-Abstand zur TWY-Mittellinie	Anmerkung
		AACG	47,5 m		von Intermediate Holding Position zur Kurveninnenseite)
		ICAO/EASA	50,5 m	53,80 m	-
	AACG	47,5 m	-		
	TWY P4 (südöstl. TWY W(neu))	ICAO/EASA	50,5 m	51,50 m	-
		AACG	47,5 m		-
		AACG	49 m		-
TWY P4	TWY M (südwestl. TWY P4)	ICAO/EASA	57,5 m	56,20 m	Kurve von TWY P4 (A380 bewegt sich weg von Intermediate Holding Position zur Kurveninnenseite) <sup>6</sup>
		AACG	49 m	56,20 m	
	TWY M (südöstl. TWY P4)	ICAO/EASA	57,5 m	56,10 m	Kurve von TWY P4 (A380 bewegt sich weg von Intermediate Holding Position zur Kurveninnenseite) <sup>7</sup>
		AACG	49 m	56,10 m	

Tabelle 17: Ermittelte Abstände zwischen Rollbahnen/Rollgassen gemäß A380-Rollführung und Intermediate Holding Positions

### 6.8.3 Ergebnis / Bewertung

Einige untersuchte Intermediate Holding Positions entsprechen hinsichtlich ihrer Lage nicht den Mindestabständen gemäß ICAO [1] und EASA [2] für Flugzeuge der Code-Kategorie F. Dies betrifft Intermediate Holding Positions auf den Rollbahnen P1, P2, P3, P4, L5, (M)<sup>8</sup> und L8. Von den Vorgenannten erfüllen jedoch die Zwischenrollhalteorte auf den Rollbahnen P1, P2, M und L8 die AACG-Vorgaben [3], weshalb für diese die festgestellten ICAO-/EASA-Abweichungen als zulässig eingestuft werden. Für die verbleibenden Intermediate Holding Positions (TWY L5, P3 und P4) wird eine entsprechende Verlegung empfohlen, um mindestens den AACG-Vorgaben zu entsprechen.

Die im AIP [11] (AD 2 EDDL 2-7) dargestellten Intermediate Holding Positions auf den Rollbahnen L4 (südöstl. TWY M) und L7 (südöstl. TWY M) sind nicht in den übermittelten CAD-Plänen enthalten. Eine

<sup>6</sup> Aufgrund des Schleppkurvenverlaufs / Kurvendurchfahrt ist der Abstand zwischen rollendem A380 (Flügelspitze) und der Intermediate Holding Position (= Wing Tip Clearance) größer als der diesbezüglich seitens ICAO [1] bzw. EASA [2] geforderte Mindest-Separationswert (siehe Abschnitt 6.6.1). Die o.g. Abweichung zu ICAO/EASA ist daher unter Beachtung der Rollbewegung des A380 während der Kurvendurchfahrt nicht mehr existent.

<sup>7</sup> siehe vorherige Fußnote

<sup>8</sup> Aufgrund des Schleppkurvenverlaufs / Kurvendurchfahrt ist der Abstand zwischen rollendem A380 (Flügelspitze) und der Intermediate Holding Position (= Wing Tip Clearance) größer als der diesbezüglich seitens ICAO [1] bzw. EASA [2] geforderte Mindest-Separationswert (siehe Abschnitt 6.6.1). Die o.g. Abweichung zu ICAO/EASA ist daher unter Beachtung der Rollbewegung des A380 während der Kurvendurchfahrt nicht mehr existent.

Bewertung konnte aufgrund der fehlenden Daten nicht erfolgen. Hier wird empfohlen, die CAD-Daten und/oder die AIP-Angaben unter Beachtung des Bestands zu aktualisieren / zu korrigieren.

Alle anderen untersuchten Intermediate Holding Positions sind hinsichtlich Ihrer Lage als vorgabenkonform einzustufen.

Die Ergebnisse der Prüfung der Intermediate Holding Positions sind in der Prüfliste DUS A380 – Separationsminima in Anlage 2 zusammengetragen.

#### 6.8.4 Fazit

---

Die vorhandenen Abstände der Intermediate Holding Positions auf den Rollbahnen L5, P3 und P4 werden als nicht ausreichend eingestuft. Die Verfehlungen bedingen die Umsetzung kompensierender Maßnahmen zur vollständigen Gewährleistung des sicheren Flugbetriebs. Eine Verlegung der entsprechenden Intermediate Holding Positions wird empfohlen.

Des Weiteren ist ein aktualisierter Abgleich zwischen veröffentlichten AIP-Angaben und den CAD-Plänen durchzuführen.

## 7 Luftfahrzeugstandplätze

### 7.1 Separationsminima auf Luftfahrzeugstandplätzen

#### 7.1.1 Vorgaben

---

##### ICAO Annex 14 [1] 3.13.6/ Empfehlung

Ein Luftfahrzeugstandplatz für Code-Buchstabe F sollte einen Mindestabstand zwischen einem den Standplatz benutzenden Luftfahrzeug und allen benachbarten Gebäuden, Luftfahrzeugen auf einem anderen Standplatz und anderen Objekten von 7,5 m sicherstellen.

Wenn besondere Umstände es rechtfertigen, können diese Abstände an nose-in Flugzeugabstellpositionen für Flugzeuge der Code-Kategorie D, E oder F reduziert werden:

- a) zwischen dem Terminal, einschließlich der festen Fluggastbrücke und der bugseitigen Begrenzung eines Flugzeugs, und
- b) über einen beliebigen Teil einer Abstellposition mit Azimut-Führung durch ein Andockführungssystem (visual docking guidance system).

##### EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] CS-ADR-DSN.E.365

Der Sicherheitsabstand zwischen auf Luftfahrzeugstandplatz abgestelltem Luftfahrzeug für den Code-Buchstaben F und Gebäude, Luftfahrzeug, Luftfahrzeugstandplatz oder anderen Objekten in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben sollte 7,5 m betragen.

Der Mindestabstand Flugzeuge der Code-Kategorie D, E und F kann reduziert werden:

- (1) für in der Höhe limitierte Objekte,
- (2) wenn der Standplatz beschränkt ist für Flugzeuge mit spezifischen Dimensionen,
- (3) an den folgenden Orten (nur für Flugzeuge mit Einroll- und Push-Back-Verfahren):
  - (I) zwischen dem Terminal, einschließlich der festen Fluggastbrücke und der bugseitigen Begrenzung eines Flugzeugs, und
  - (II) über einen beliebigen Teil einer Abstellposition mit Azimut-Führung durch ein Andockführungssystem (visual docking guidance system).

##### AACG [3], Item III.6.

Die Angaben des AACG für die Mindestabstände auf Luftverkehrsstandplätzen für A380 Flugzeuge entsprechen den Angaben des ICAO Annex 14.

### 7.1.2 Ist-Zustand

Die vorhandenen Abstände zwischen der Flügelspitze des Flugzeugtyps A380 auf der Abstellposition C02 und der Alternativpositionen V08B und V11B zu Objekten bzw. zu Flügelspitzen von Flugzeugen auf benachbarten Luftfahrzeugstandplätzen oder Objekte sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

Betroffener Luftfahrzeugstandplatz vs. Objekt bzw. Nachbarposition	Ist-Abstand [m]
A380 auf C02 vs. C01 (B747-400) <sup>9</sup>	14,19 m
A380 auf C02 vs. C03 (DC10) <sup>10</sup>	15,32 m
A380 auf V08B vs. Grenze Rollkorridor der Standplatzrollgasse T	12,93 m
A380 auf V11B vs. Grenze Rollkorridor der Standplatzrollgasse T	10,94 m

Tabelle 18: Bewertung Sicherheitsabstände von Vorfeldpositionen

#### Hinweise (gemäß Aussage Flughafenbetreiber):

Bei der Benutzung eines A380 auf Position V08B werden die Standplätze V08A, V08C, V08, V07 und V06 nicht verwendet. Bei der Benutzung eines A380 auf Position V08B werden die Standplätzen V11A, V11C, V11D, V11, V12 und V13 nicht verwendet.

Im Falle eines parkenden A380 auf dem Luftfahrzeugstandplatz V11B gibt es eine betriebliche Einschränkung für den Standplatz V14. Der Abstand zwischen A380 Flugzeugspitze und Mittellinie der Position V14 beträgt 30,51 m.

Für den Stadtplatz V05 gibt es keine Einschränkung bei einem parkenden A380 auf der Position V08B. Der Abstand zwischen A380 Flugzeugspitze und Mittellinie von V114 beträgt 53,78 m (siehe Abbildung 24).

<sup>9</sup> Nach Angaben des Flughafenbetreibers ist der Flugzeugstandplatz C01 maximal für Flugzeuge der Kategorie E ausgelegt. Das Flugzeug mit der größten Spannweite der Kategorie E ist nach PathPlanner [8] die B747-400.

<sup>10</sup> Nach Angaben des Flughafenbetreibers ist der Flugzeugstandplatz C03 maximal für Flugzeuge der Kategorie D ausgelegt. Das Flugzeug mit der größten Spannweite der Kategorie D ist nach PathPlanner [8] die DC 10.

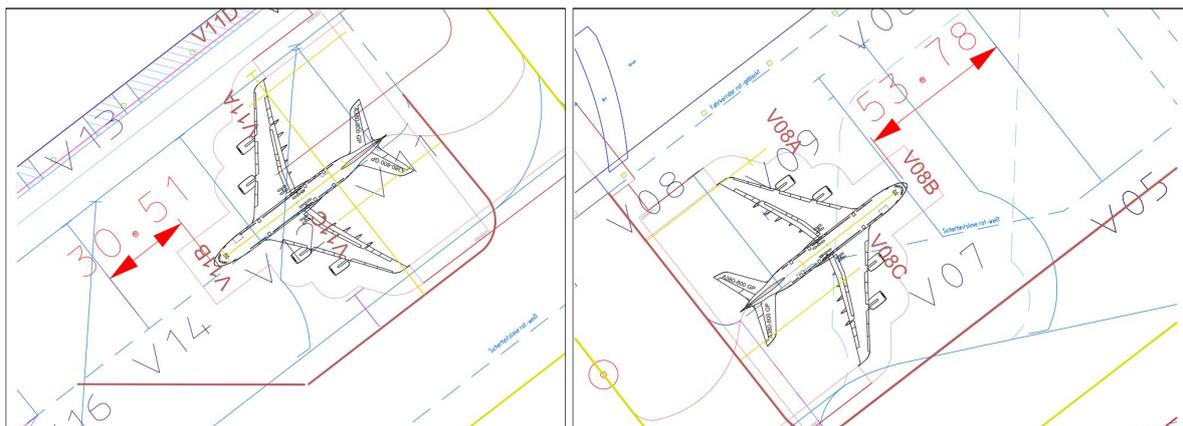


Abbildung 24: Betriebliche Einschränkungen der benachbarten Flugzeugpositionen von V11B (links) und V08B (rechts)

Die Flugzeugabstellposition C02 ist eine gebäudenahe Position. Der geforderte Sicherheitsabstand nach ICAO [1] und EASA [2] wird vor dem Flugzeug in Bezug auf das Terminal und die Fluggastbrücken eingehalten. Es sind im vom Flughafenbetreiber zur Verfügung gestellten Plan [17] jedoch noch bestehende Markierungen für Abstellflächen für Bodenfahrzeuge im Sicherheitsbereich vorhanden.

### 7.1.3 Ergebnis / Bewertung

#### A380 auf Luftfahrzeugstandplatz C02

Der erforderliche Mindestabstand von 7,5 m wird bei einem parkenden A380 auf der Abstellposition C02 – mit Ausnahme der markierten Abstellflächen - gewährleistet. Es wird empfohlen die Markierungen für Abstellflächen für den Flugzeugtyp A380 anzupassen oder zu gewährleisten, dass diese Bereiche im Falle der Nutzung eines A380 auf C02 frei geräumt sind.

#### A380 auf Luftfahrzeugstandplatz V08B/V11B

Der erforderliche Mindestabstand der Alternativabstellposition V08B zur Standplatzrollgasse T ist gewährleistet. Der Abstand zur benachbarten Abstellposition V05 von 53,78 m ist ausreichend für die Benutzung von Flugzeugen der Kategorie Code E – mit einer maximalen Flügelhalbspannweite von 32,5 m und den geforderten 7,5m Mindestabstand – auf der Position V05.

Der erforderliche Mindestabstand der Alternativabstellposition V11B zur Standplatzrollgasse T ist gewährleistet. Der Abstand zur benachbarten Abstellposition V14 von 30,5 m erfordert die Limitierung für Flugzeuge mit einer maximalen Halbspannweite von 23 m für Abstellposition V14, um den Mindestabstand von 7,5 m für den A380 zu gewährleisten.

Die Ergebnisse der Prüfung der Separationsminima der Luftfahrzeugstandplätze zu Objekten sind in der Prüfliste DUS A380 – Separationsminima in Anlage 2 zusammengetragen.

#### 7.1.4 Fazit

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] bzw. EASA [2] bezüglich Separationsminima auf Abstellpositionen werden für den Luftfahrzeugstandplatz C02 – mit Ausnahme der markierten Abstellflächen - eingehalten. Der sichere Flugbetrieb ist, unter Voraussetzung von angepassten Abstellflächen, somit diesbezüglich für den Luftfahrzeugtyp A380 gewährleistet.

Die Vorgaben bezüglich Separationsminima werden für die Luftfahrzeugstandplätze V08B und V11B eingehalten unter der Berücksichtigung der geblockten alternativen Stellplatzkonfiguration. Der sichere Flugbetrieb ist somit diesbezüglich für den Luftfahrzeugtyp A380 gewährleistet.

## 7.2 Einrollen / Push –Back / Power Out

### 7.2.1 Vorgaben

#### Allgemeines

Für das Einrollen auf Abstellpositionen von der Standplatzrollgasse, sowie das Ausrollen oder die Durchführung von Push-back-Vorgängen von Abstellpositionen zur Standplatzrollgasse sind ebenfalls entsprechende Sicherheitsabstände zu gewährleisten. Mangels eindeutiger Vorgaben werden diese in der Praxis so gewählt, dass während der oben genannten Prozesse im Minimum die vorgenannten Separationsminima für Luftfahrzeugstandplätze gewährleistet werden.

Für Roll- und Schleppbewegungen auf Standplatzrollgassen gelten dann wiederum die bereits in Abschnitt 6.6 genannten Mindestseparationen zu Objekten.

ICAO Annex 14 [1], EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] & AACG [3]

Nachfolgende Tabelle 19 fasst die entsprechenden Vorgaben zu den Mindestsicherheitsabständen der ICAO [1], EASA [2] und AACG [3] für Flugzeuge der Kategorie F zusammen:

Betroffener Abstand	Vorgaben ICAO Annex 14 [1]	Vorgaben EASA [2]	Vorgaben AACG [3]
Flugzeugstandplatz – Abstand zwischen Luftfahrzeug und Objekt	7,5 m	7,5 m	7,5 m
Standplatzrollgasse – Abstand zwischen Rollbahnmittellinie und Objekt	50,5 m	50,5 m	47,5 m

Tabelle 19: Mindestsicherheitsabstände nach ICAO Annex 14 [1], EASA [2] und AACG [3] für Flugzeugstandplätze und Standplatzrollgassen

## 7.2.2 Ist-Zustand

---

Zur Überprüfung der Mindestabstände für das Einrollen aus Abstellpositionen sowie Push-back oder Ausrollen von Abstellpositionen wurden Rollsimulationen der zu untersuchenden Abstellpositionen für A380 mit Hilfe der Flugplatzplanungssoftware PathPlanner® [10] durchgeführt.

Bei der Simulation wurde die Steuerungsvariante „Nose-gear over Centerline“ zu Grunde gelegt, bei der die jeweilige Position des Bugfahrwerks als Bezugspunkt für die Bestimmung der Schleppkurve (projizierte Spur des Fahrwerkzentralpunkts) berücksichtigt wird (entspricht der Vorgabe des ICAO Annex 14 [1], Chapter 5.2.13.2).

Folgende Rollsimulationen wurden durchgeführt:

- Einrollen auf die Abstellposition V02 kommend von Standplatzrollgasse W (neu)
- Einrollen auf die Abstellposition V02 kommend von Standplatzrollgasse P4
- Push-back von der Abstellposition V02 zur Standplatzrollgasse W (neu)
- Push-back von der Abstellposition V02 zur Standplatzrollgasse P4
- Einrollen auf die Abstellposition V08B kommend von Standplatzrollgasse T
- Einrollen auf die Abstellposition V08B kommend von Standplatzrollgasse L4 aus nördliche Richtung
- Einrollen auf die Abstellposition V11B kommend von Standplatzrollgasse T
- Einrollen auf die Abstellposition V11B kommend von Standplatzrollgasse L4 aus nördliche Richtung
- Ausrollen von der Abstellposition V08B auf Standplatzrollgasse T in östliche Richtung
- Ausrollen von der Abstellposition V08B auf Standplatzrollgasse T in westliche Richtung
- Ausrollen von der Abstellposition V11B auf Standplatzrollgasse T in östliche Richtung

Im Folgenden werden die festgestellten Abweichungen angegeben (nicht angeführte Roll- und Schleppmanöver sind daher als vorgabenkonform einzustufen).

Wie schon im Kapitel 6.6 beschrieben wird beim Rollen auf der Standplatzrollgasse P4 in Richtung Abstellposition C02 der Sicherheitsabstand gemäß ICAO Annex 14, [1] EASA [2] und AACG [3] im Bereich der Abstellposition B09 nicht eingehalten. Die geplante Sicherheitslinie an der Position B09 angepasst werden.

Beim Rollen auf den Standplatzrollgassen T sowie L4 in Richtung der Alternativabstellpositionen V08B und V11B werden die Mindestabstände gemäß ICAO Annex 14 [1], EASA [2] sowie AACG [3] auf den Rollgassen nicht eingehalten. Die Überschreitungen der Sicherheitsabstände sind im Kapitel 6.6 beschrieben.

Nach Angaben des Flughafens werden auf den Alternativstandplätzen V08B und V11B für den A380 keine Push-back Verfahren angewendet. Die A380 soll daher ohne Schlepperunterstützung auf die

Standplatzrollgasse T aufrollen. Dabei werden – zusätzliche zu den in Kapitel 7.1 genannten Flugzeugabstellpositionen – weitere Abstellpositionen beeinträchtigt:

- Die Abstellpositionen V14 und V16 werden beim Ausrollen von der Abstellposition V11B tlw. überrollt bzw. der erforderliche Sicherheitsabstand zu diesen Abstellpositionen unterschritten (siehe Abbildung 25).

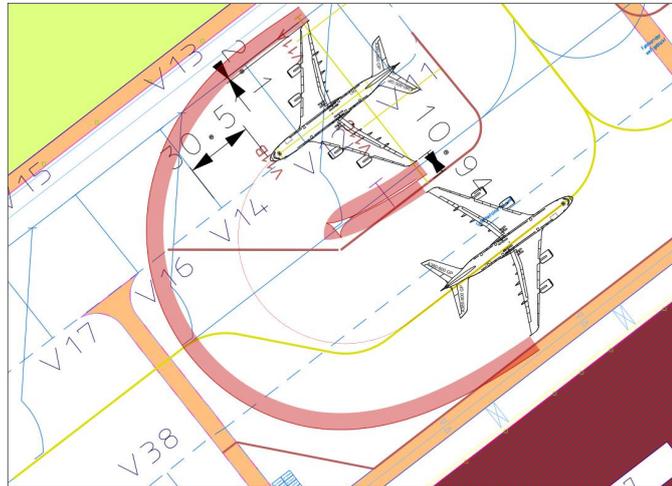


Abbildung 25: Beeinträchtigungen beim Ausrollen von Position V11B

- Die Abstellpositionen V03, V04, und V05 werden beim Ausrollen von der Abstellposition V08B tlw. überrollt bzw. der erforderliche Sicherheitsabstand zu diesen Abstellpositionen unterschritten (siehe Abbildung 26).

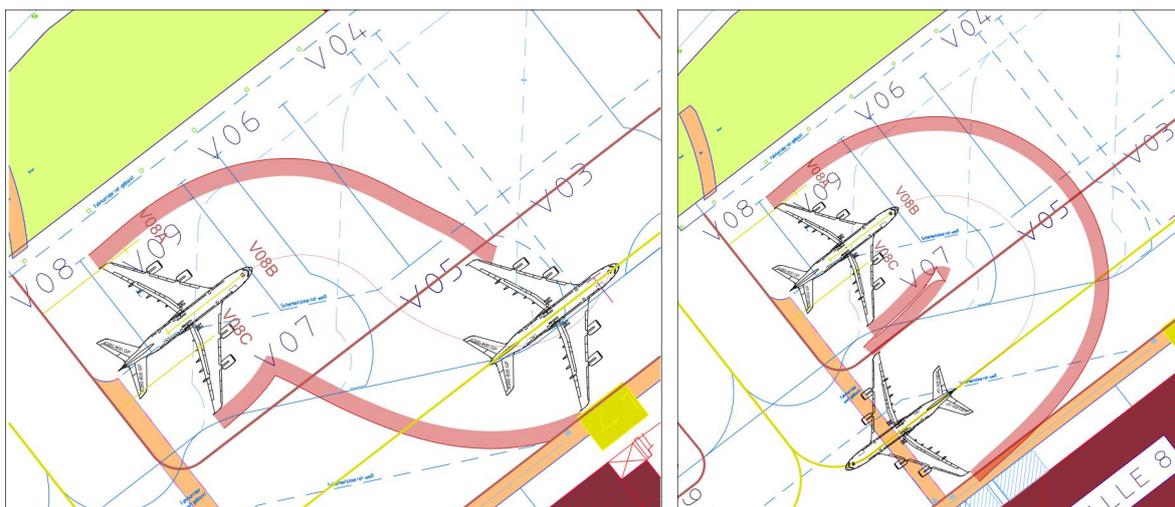


Abbildung 26: Beeinträchtigungen beim Ausrollen von Position V08B

---

### 7.2.3 Ergebnis / Bewertung

---

Für die festgestellte Unterschreitung der Mindestseparationen beim Rollen auf der Standplatzrollgasse P4 vor dem Einrollen auf die Position C02 wird auf das Ergebnis des Abschnitts 6.6 verwiesen.

Für die festgestellten Unterschreitungen der Mindestseparationen beim Rollen auf der Standplatzrollgasse T und Rollbahn L4 vor dem Einrollen auf die Alternativabstellpositionen V08B und V11B wird ebenfalls auf die Ergebnisbewertung des Abschnitts 6.6 verwiesen.

Folgende operative Einschränkungen müssen beim Abrollen von den Alternativpositionen V08B und V11B in Richtung Standplatzrollgasse T gewährleistet werden:

- Im Falle des Ausrollens eines A380 von der Abstellposition V11B auf die Standplatzrollgasse T müssen die zusätzlich zu den im Kapitel 7.1 genannten Abstellpositionen die Luftfahrzeugstandplätze V14 und V16 frei von Luftfahrzeugen sein.
- Im Falle des Ausrollens eines A380 von der Abstellposition V08B auf die Standplatzrollgasse T in nördliche sowie in südliche Richtung müssen die zusätzlich zu den im Kapitel 7.1 genannten Abstellpositionen die Luftfahrzeugstandplätze V03, V04, und V05 frei von Flugzeugen sein.

### 7.2.4 Fazit

---

Die Abweichungen von den ICAO,- EASA- bzw. AACG-Vorgaben bezüglich der Separationsminima für den Einrollvorgang von der Rollbahn P4 auf den Abstellplatz C02 erfordern die Anpassung der Sicherheitslinie an der Abstellposition B09, damit der sichere Betrieb des A380 gewährleistet wird.

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] bzw. EASA [2] und AACG [3] bezüglich Separationsminima für die Push-back Verfahren von A380 von der Abstellposition C02 werden eingehalten. Der sichere Flugbetrieb ist somit diesbezüglich für den A380 gewährleistet.

Wie schon im Kapitel 6.6 erwähnt, kann der sichere Flugbetrieb für A380 Flugzeuge auf den Rollbahnen L3, L4 und T (zwischen L3 und L4) die zu den Alternativstadtplätzen V08B und V11B führen nur mit unter Berücksichtigung der oben genannten kompensierender Maßnahmen sichergestellt werden.

## 8 Tragfähigkeit relevanter Flugbetriebsflächen

### 8.1 Vorgaben

ICAO Annex 14 [1]

Die Tragfähigkeit von Belägen ist zu bestimmen (2.6.1 / Standard).

Die Tragfähigkeit eines Belages, der für Luftfahrzeuge mit einem Ramp Weight von mehr als 5.700 kg bestimmt ist, ist unter Anwendung der Methode zur Bestimmung der Lastklassifikationszahl des Luftfahrzeuges und des Belages (ACN-PCN-Methode) und durch Bekanntgabe aller folgenden Informationen zu veröffentlichen:

- die Lastklassifikationszahl des Belages (PCN);
- Art des Belages für die ACN-PCN-Bestimmung;
- Unterbautragfähigkeitskategorie;
- Kategorie des höchstzulässigen Reifendrucks oder höchstzulässiger Reifendruckwert;
- Bewertungsmethode (2.6.2 / Standard)..

Durch die bekanntgegebene Lastklassifikationszahl des Belages (PCN) ist anzuzeigen, dass ein Luftfahrzeug mit einer Lastklassifikationszahl des Luftfahrzeuges (ACN) gleich oder geringer als der bekanntgegebenen PCN auf dem Belag betrieben werden darf, sofern Reifendruckbegrenzungen oder die für bestimmte Luftfahrzeugmuster festgelegte Gesamtmasse dem nicht entgegenstehen (2.6.3 / Standard).

( [1], Attachment A, Abschnitt 19.1.1) Eine Überbelastung eines Bahnbelages kann aus einer zu hohen Belastung, einer substantiell erhöhten Anzahl der Lastzyklen oder einer Kombination der beiden vorgenannten Aspekte resultieren. Lasteinträge, welcher höher als die Bemessungslasten ausfallen, verkürzen die Lebensdauer des Bahnbelages, wohingegen geringere Einträge einer Verlängerung derselben bewirken. Mit Ausnahme einer extremen Überbelastung verhalten sich Bahnbeläge in Bezug auf ihre strukturelle Belastbarkeit nicht dergestalt, dass bei Überschreitung eines spezifischen Lasteintrag in Kombination mit definierten Belastungszyklen ein unmittelbares strukturelles versagen zu erwarten ist. Vielmehr ist es so, dass ein Bahnbelag eine definierte Belastung in Verbindung mit zu erwartenden Lastzyklen innerhalb der vorab bemessenen Lebensdauer ertragen kann. Im Ergebnis bedeutet dies, dass geringe, zweckgebundene Überbelastungen tolerierbar sind und diese lediglich verhältnismäßig geringe Verkürzungen in der zu erwartenden Lebensdauer sowie moderate Verschleißerhöhungen des Belags induzieren. Für Operationen von Luftfahrzeugen, welche in ihrem Ausmaß in Bezug auf resultierende Überlasten und/oder Lastwiederholungen keine detaillierten Berechnungen rechtfertigen, werden folgende Planungsgrundsätze vorgeschlagen:

a) Für flexible Beläge sind gelegentliche Überlastereignisse tolerierbar, sofern der ACN-Wert des maßgebenden Luftfahrzeugtyps für den Überlastbetrieb einen Wert nicht überschreitet, der 10% über dem der veröffentlichten PCN-Angabe des Belags liegt.

b) ...

( [1], Attachment A, Abschnitt 19.1.1) Die o.g. Regeln für gelegentlichen Überlastbetrieb sollten generell nicht auf Flächen angewendet werden, die bereits Anzeichen für Beschädigungen oder gar strukturelles Versagen aufweisen. Weiterhin sollte Überlastbetrieb in Perioden vermieden werden, in denen Frost-Tau-Wechsel auftreten oder wenn die Tragfähigkeit des Belags oder der Untergrund durch Wassereintritt geschwächt werden kann. Für den Fall, dass ein tolerierter Überlastbetrieb durchgeführt werden soll, sollte die zuständige Stelle zyklisch stattfindende Bauzustandsüberwachungen durchführen sowie in diesem Zusammenhang die Einhaltung der vorgegebenen Rahmenbedingungen zur Zulassung des Überlastbetriebs überprüfen. Es wird in diesem Kontext darauf hingewiesen, dass eine exzessive Überschreitung der Lasteinträge eine beträchtliche Verkürzung der Lebensdauer bewirken kann oder die Durchführung umfassender Instandsetzungsmaßnahmen zur Gewährleistung der Betriebsbereitschaft des Bahnbelags erfordert.

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] GM1 ADR-DSN.B.085

a) ... Die Methode zu Klassifizierung der Tragfähigkeit von Bahnbelägen unter Beachtung des Lasteintrags operierender Luftfahrzeuge ist die ACN-PCN-Methode, welche durch die ICAO entwickelt wurde. [...]

b) Alle Beläge, die Teil der Flugbetriebsflächen sind, sollten eine ausreichende Tragfähigkeit für die Flugzeugtypen, die an den Flugplatz erwartet werden, aufweisen. [...] Jeder Belag, der bei Überlastbetrieb genutzt wurde, sollte durch geeignetes Personal für einen Zeitraum von mehreren Wochen gründlich überwacht werden. Der Zeitraum kann verkürzt werden oder ganz entfallen, wenn es offensichtlich ist, dass keine schnelle Zunahme von Schäden auf dem Belag registriert wurden.

...

d) Überlastbetrieb ...

Anmerkung:

Die Ausführungen der EASA-Vorgaben [2] zum Unterpunkt „d) Überlastbetrieb“ sind sinngemäß identisch (und zu weiten Teilen auch wortgleich) zu den vorgenannten ICAO-Vorgaben [1] des Attachment A, Abschnitte 19.1.1. und 19.1.2.

## 8.2 Ist-Zustand

Die PCN-Werte für die zu untersuchende Start- und Landebahn 05R/23L am Flughafen Düsseldorf bzw. der zu untersuchenden Rollbahnen und Vorfelder sind im veröffentlichten AIP [11] EDDL 1-1 angegeben und in zusammengefasst.

Untersuchungsobjekt	PCN-Wert [-]	Anmerkung
SLB 05R/23L	100/R/B/W/T	-
TWY M	100/F/C/W/T	Zwischen TWY L9 und TWY L3
TWY L1	100/F/C/W/T	Zwischen TWY L3 und CAT II/III Rollhalt
TWY L1	100/R/B/W/T	Zwischen CAT II/III- und CAT I Rollhalt
TWY L1	73/F/C/W/T	Zwischen CAT I Rollhalt und RWY 23L
TWY L3	73/F/C/W/T	-
TWY L4	73/F/C/W/T	-
TWY L9	73/F/C/W/T	-
TWY P4	100/R/B/W/T	-
TWY W(neu)	k. A.	In Planung
Vorfelder (inkl. Standplatzrollgassen) <sup>11</sup>	76/R/B/W/T	-

Tabelle 20: PCN-Angaben der relevanten Flugbetriebsflächen gemäß [11]

Zur Rollbahn L1 (gesamte Länge) wurden seitens des Flughafenbetreibers abweichende Informationen im Vergleich zu den o.g. AIP-Angaben übermittelt. Demnach entspricht die Tragfähigkeit der gesamten Rollbahn L1 inklusive der angrenzenden Bereiche jener der Rollbahn M.

## 8.3 Ergebnis / Bewertung

ACN-Angaben für A380 gemäß [2]

Für den A380-800 werden die ACN-Werte für MTOM bei einem Reifendruck von 1,5 MPa in Abhängigkeit der Art des Belages und der Tragfähigkeit des Unterbaues in angegeben.

Flexibler Belag		Starrer Belag	
CBR [-]		K [MN/m <sup>3</sup> ]	
Medium B	Low C	Medium B	Low C
10 (8-13)	6 (4-8)	80 (60-120)	40 (25-60)
ACN			
64	76	68	89

Tabelle 21: A380 ACN-Werte

<sup>11</sup> Gemäß Aussage des Flughafenbetreibers sind für die zum Vorfeld gehörenden Standplatzrollgassen dieselben PCN-Angaben anzunehmen.

## Start- und Landebahn 05R/23L

Auf der Start- und Landebahn 05R/23L ist mit einem PCN-Wert von 100 für mittlere Unterbautragfähigkeitskategorie ein uneingeschränkter Betrieb des Flugzeugtyps A380-800 möglich (siehe nachfolgende ).

Untersuchungsobjekt	PCN-Wert [-]	ACN-Wert [-] gemäß [27]	ACN-PCN Vergleich
SLB 05R/23L	100/R/B/W/T	68/RB/W/T	68 < 100

Tabelle 22: ACN/PCN-Vergleich für SLB 05R/23L

## Rollbahnen und Vorfelder

Auf den Rollbahnen M, L1<sup>12</sup> und P4 und auf den Vorfeldbereichen ist uneingeschränkter Betrieb für A380 möglich (siehe ).

Untersuchungs-objekt	PCN-Wert [-]	Anmerkung	ACN-Wert [-] gemäß [27]	ACN-PCN Vergleich
TWY M	100/F/C/W/T	Zwischen TWY L9 und TWY L3	76/F/C/W/T	76 < 100
TWY L1	100/F/C/W/T	Zwischen TWY L3 und CAT II/III Rollhalt	76/F/C/W/T	76 < 100
TWY L1	100/R/B/W/T	Zwischen CAT II/III- und CAT I Rollhalt	68/R/B/W/T	68 < 100
TWY L1	73/F/C/W/T (Angabe AIP)	Zwischen CAT I Rollhalt und RWY 23L	76/F/C/W/T	76 > 73
	100/F/C/W/T (Angabe Flughafen)	Zwischen CAT I Rollhalt und RWY 23L	76/F/C/W/T	76 < 100
TWY P4	100/R/C/W/T	-	89/R/C/W/T	89 < 100
Vorfeld (inkl. Standplatzrollgassen) 13	76/R/B/W/T	-	68/R/B/W/T	68 < 76

Tabelle 23: ACN/PCN-Vergleich für relevante Rollbahnen / Rollgassen / Vorfelder (ohne PCN-Überschreitung)

Der PCN-Wert flexibler Beläge der Rollbahnen L9, L3 und L4 wird demgegenüber für A380-800 geringfügig überschritten (siehe Tabelle 24).

Untersuchungs-objekt	PCN-Wert [-]	Anmerkung	ACN-Wert [-] gemäß [27]	ACN-PCN Vergleich
TWY L3	73/F/C/W/T	-	76/F/C/W/T	76 > 73

<sup>12</sup> Bei alleiniger Berücksichtigung der Angaben des Flughafenbetreibers.

<sup>13</sup> Gemäß Aussage des Flughafenbetreibers sind für die zum Vorfeld gehörenden Standplatzrollgassen dieselben PCN-Angaben anzunehmen.

TWY L9	73/F/C/W/T	-	76/F/C/W/T	76 > 73
TWY L4	73/F/C/W/T	-	76/F/C/W/T	76 > 73
TWY W(neu)	k. A.	In Planung	68/R/B/W/T	k. A.

Tabelle 24: ACN/PCN-Vergleich für relevante Rollbahnen / Rollgassen / Vorfelder (mit PCN-Überschreitung oder unzureichenden Angaben)

Unter Ausnutzung der in ICAO Annex 14 [1], Attachment A, Section 19 bzw. (gleichlautend) EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] GM1 ADR-DSN.B.085 aufgeführten Kriterien ist eine gelegentliche geringfügige Überbelastung akzeptabel, sofern die ACN des Luftfahrzeugs den PCN-Wert des flexiblen Belags nicht mehr als 10% überschreitet:

$$PCN \times 1,1 = 73 \times 1,1 = 80,3 > 76 \quad (= ACN_{A380-800, \text{ flexibler Belag, low}})$$

Da die vorgenannte Voraussetzung für einen gelegentlichen Überlastbetrieb erfüllt wird und bei der geplanten Bewegungsanzahl von einem A380-Umlauf pro Tag (siehe Abschnitt 3.1.1) noch von einem gelegentlichen Verkehr auszugehen ist, wird die festgestellte Überschreitung der Limiten für den hier untersuchten Fall als zulässig eingestuft. Zur Entsprechung der Empfehlungen der ICAO entsprechend Attachment zum Anhang 14 [1] sowie der gleichlautenden EASA-Vorgaben [2] wird im Zuge des abzusehenden Überlastbetriebs und insbesondere bei einer Zunahme des A380-Verkehrsaufkommens in der Zukunft empfohlen, durch entsprechende Instandsetzungen / Sanierungen eine entsprechende Verbesserung der Tragfähigkeiten der relevanten Flugbetriebsflächen zu erreichen. Bis zur Umsetzung dieser baulichen Maßnahmen wird bei einem evtl. Anstieg des A380-Verkehrsanteils weiterhin vorgeschlagen, die betroffenen Rollbahnabschnitte innerhalb des Systems zur Überwachung des Bauzustands der Flugbetriebsflächen verstärkt zu berücksichtigen, z. B. durch Verkürzung der Überwachungszyklen zur frühzeitigen Erkennung von Schadenszunahmen oder -ausweitungen, Erhöhung des Detaillierungsgrades der Erfassungen (Begehungen anstelle Befahrungen), proaktive Ergreifung von Gegenmaßnahmen usw.

Da für die Standplatzrollgasse W(neu) keine PCN-Angaben vorliegen (in Planung), ist keine Bewertung möglich.

#### 8.4 Fazit

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] sowie der EASA [2] bezüglich der Tragfähigkeit von Belägen werden (unter teilweiser Beachtung gesonderter Vorgaben für Überlastbetrieb) für die im Untersuchungsumfang befindliche Start- und Landebahn, die untersuchten Rollbahnen und Vorfelder eingehalten. Für die Rollbahnen auf denen ein gelegentlicher Überlastbetrieb aufgrund von A380-Operationen zu erwarten ist, sind entsprechende Vorkehrungen zur Überwachung des Bauzustands durchzuführen. Im Bedarfsfall (z. B. Zunahme des A380-Verkehrsaufkommens in der Zukunft) sind ggf. Maßnahmen zur Verbesserung der Tragfähigkeit anzustreben.

## 9 Schachtbauwerke (Schulter- und eingeebneten Streifenbereich

### 9.1 Einführung

Neben den in den Abschnitten 5.2 (Start- und Landebahnschultern) und Abschnitt 6.2 (Rollbahnschultern) genannten Charakteristika der Schulterbereiche (z. B. Breite, Beschaffenheit im Hinblick auf Ingestions- und Erosionsprozesse, Querneigung etc.) zählt die vorgabenkonforme Beschaffenheit sowie der Einbau der im Schulter- und eingeebneten Streifenbereich befindlichen Installationen (z. B. Rinnen, Fundamente von Befeuersungs- und Beschilderungselementen, Schachtbauwerke) zu den maßgebenden Bewertungskriterien unter Sicherheitsaspekten.

Schachtbauwerke und Rinnen in den vorgenannten Bereichen sind i. d. R. Elemente der Entwässerungs- und Stromversorgungssysteme eines Flugplatzes. Sie dienen als Zugangsmöglichkeit für Wartungs- und Reparaturzwecke (z. B. bei Verkabelungen der Befeuersungs- und Beschilderungssysteme) sowie der Aufnahme und Sammlung von Oberflächenwasser und Betriebsflüssigkeiten.

Im Bereich der Schultern und der eingeebneten Streifenbereiche des Flughafens Düsseldorf existieren Schachtbauwerke insbesondere in den Randbereichen beiderseits der Rollbahnen und Start- und Landebahnen als Zugangsmöglichkeit zu den Unterflurverrohrungen/Verkabelungen der Befeuersung und Beschilderungssysteme. Die Schächte sind i. d. R. mit einer entsprechend vorhandenen Abdeckung (Deckel/Rost) versehen.

Durch die Positionierung dieser Bauwerke im Bereich der Schultern und Streifen unterliegen sie speziellen Anforderungen hinsichtlich Gestaltung, Installation, Tragfähigkeit usw., die u. a. durch die Vorgaben der operierenden Luftfahrzeugtypen beeinflusst werden (z. B. maximale Radlasten). Dieser Zusammenhang bedingt u. a. die Berücksichtigung von Schachtbauwerken im Kontext des Betriebs von Luftfahrzeugen des Typs A380.

### 9.2 Vorgaben

#### Überblick

Die hier zum Tragen kommenden Regularien sind verankert in nachfolgenden Publikationen:

- ICAO Anhang 14 [1]
- ICAO Aerodrome Design Manual, Part 1, [8]
- ICAO Circular 305 [4]
- DIN/EN 124, Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen [28]
- DIN 1229, Einheitsgewichte für Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen [29] derzeit als überarbeiteter Norm-Entwurf DIN 1229:2013-05 [30] vorliegend sowie

- DIN 19580, Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen [31].

ICAO Vorgaben [1], [8]

Generell sind die Schulterbereiche und der eingeebnete Anteil des Streifens sowohl von Start- und Landebahnen als auch von Rollbahnen frei von jeglichen Hindernissen zu halten, so dass die Wahrscheinlichkeit einer Kollision eines seitlich abkommenden Luftfahrzeugs (Veer Off) auf ein Minimum reduziert wird (3.11.3 / Empfehlung). Ausgenommen von dieser Vorgabe sind lediglich Objekte, die aufgrund ihrer Funktion innerhalb dieser Bereiche zu installieren sind (z. B. Befeuerungen und Beschilderungen). Diese müssen jedoch so konstruiert und installiert sein, dass die Gefahr einer Kollision mit einem abkommenden Luftfahrzeug möglichst minimiert wird (9.9.8 / Empfehlung).

Anmerkung:

Da aufgrund der Beschaffenheit der häufig unbefestigten Rollbahnschulteranteile (wie am Flughafen Düsseldorf) davon auszugehen ist, dass im Falle eines Veer Offs die Räder der Fahrwerke einsinken, besteht durch die vorhandenen Schachtbauwerke / Installationen generell das o. g. Gefährdungspotential einer Kollision.

Als mögliche Lösung dieses Problems bieten sich konstruktive Maßnahmen an, wie z. B. die Installation keilförmiger Anschlüsse an den oberen Rändern der Schachtbauwerke, die bis zu einer entsprechenden Tiefe (ca. 30 cm) vorzusehen sind, so dass evtl. einsinkende Räder nicht auf ein vertikal verlaufendes Hindernis, sondern auf diese „Rampe“ treffen (ICAO ADM 1 [8], Abschnitt 5.3.9).

Des Weiteren zählen dazu auch die Einrichtung einer Sollbruchstelle (Brechbarkeit) sowie der ebenerdige Einbau von Fundamenten bei Befeuerungen und Beschilderungen.

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2] DR-DSN.B.165 (CS und GM)

Die vorgenannten ICAO-Vorgaben sind sinngemäß auch in den EASA-Regularien wieder zu finden. Einzige nennenswerte Ergänzung ist in diesem Zusammenhang, dass im zugehörigen Guidance Material (GM) für die vorgenannte „Rampe“ eine max. Neigung von 1:10 empfohlen wird.

Vorgaben für Schachtbauwerke und Schachtabdeckungen gemäß DIN [29]

Gemäß DIN 1229 [29] wird empfohlen, für Flugbetriebsflächen von Verkehrsflughäfen die Schacht-Klasse F 900 zu wählen, da diese Flächen mit besonders hohen Radlasten befahren werden. Der Nachweis der Tragfähigkeit für die zugeordnete Klasse ist durch eine entsprechende Belastungsprüfung zu erbringen. Für die anzuwendende Klasse F 900 beträgt die Prüfkraft 900 kN.

Da es sich bei den hier betrachteten Schulterbereichen nicht um Flugbetriebsflächen i. e. S. handelt (die hier untersuchten Areale werden nur im Falle eines Veer Offs überrollt) ist o. g. Anforderung in Bezug auf die zu installierende Schachtklasse nicht anzuwenden. Da die hier berücksichtigten Regularien jedoch keine explizite Vorgabe in Bezug auf die Tragfähigkeit von Schächten (Schachtklassen) im Bereich von Schultern vorgeben, wird an dieser Stelle auf Erfahrungswerte zurückgegriffen, nach denen die Installation von Schachtbauwerken gemäß Schachtklasse D

(entspricht Prüfkraft von 400 kN) ausreichend ist, um bei einer Überrollung der hier betrachteten Luftfahrzeuge einen strukturellen Schaden am Luftfahrzeug zu vermeiden. Andererseits sind Beschädigungen beim Überrollen von Luftfahrzeugen am Schachtbauwerk jedoch nicht explizit auszuschließen, was jedoch aufgrund der zu erwartenden Überrollungszahl im Bereich der Schultern auch unter wirtschaftlichen Aspekten als tolerierbar eingestuft wird. In Bezug auf die mehrmalige Überrollung durch bodengebundene Fahrzeuge (z. B. Rettungs- und Feuerlöschdienste, Fahrzeuge der Betriebsdienste usw.) ist o. g. Schachtklasse D in jedem Fall als ausreichend einzuordnen.

Bezüglich der Sicherung von Schachtbauwerken in Gestalt von Rosten und Deckeln und deren Dimensionierung und Auslegung gilt eine Reihe von Vorgaben. Im Folgenden werden die diesbezüglichen als relevant eingestuften Anforderungen aufgelistet:

- Die hier betrachteten Roste bzw. Deckel von Schachtabdeckungen müssen immer verkehrssicher befestigt sein (z. B. mittels Verschraubung oder anderer Methoden).
- Bei den hier betrachteten Rosten und Deckeln muss die Oberfläche eben sein mit einer Ebenheitstoleranz von 0,8 % der lichten Weite, höchstens jedoch 6 mm. Guss- oder Stahloberflächen von neuen Abdeckungen müssen strukturiert sein; die Höhe der erhabenen Flächenteile kann 3 bis 8 mm betragen.

Darüber hinaus existieren weitere Vorgaben, die in dem hier untersuchten Kontext eine untergeordnete Rolle spielen (siehe DIN 1229 [29]).

### 9.3 Ist-Zustand

Eine quantitative Aussage in Bezug auf die Tragfähigkeit der vorhandenen Schachtbauwerke in den Schulterbereichen der Start- und Landebahnen ist aufgrund der fehlenden Datenbasis nicht möglich.

Nach Angaben des Flughafens entsprechen alle Schachtbauwerke im Schulterbereich der Rollbahnen M und L1 der Bauweise der Trafoschächte vom Typ A (siehe Abbildung 27). Die Schachtklasse wird in [32] mit D angegeben.

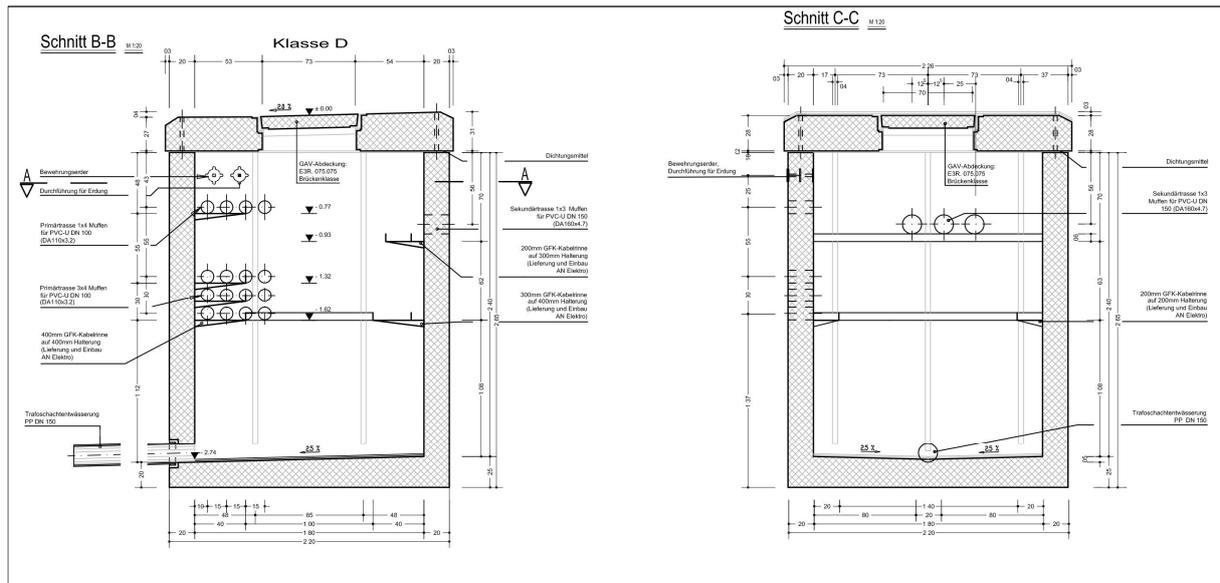


Abbildung 27: Trafoschacht Typ A Schachtausrüstung [32]

Der Abbildung 27 ist zu entnehmen, dass die Stahlbeton-Schachtabdeckungen verkehrssicher befestigt sind und eine ebene Oberfläche aufweisen.

Für alle weiteren zu untersuchenden Rollbahnen liegen keine Informationen zu den Schachtbauwerken vor.

## 9.4 Ergebnis / Bewertung

Die Schachtbauwerke im Schulterbereich der Rollbahnen M und L1 entsprechen der Klasse D und sind damit ausreichend dimensioniert. Die weiteren Anforderungen in Bezug auf Sicherung der Schachtabdeckung und Ebenheit werden für o.g. Installationen ebenfalls erfüllt.

Aufgrund der fehlenden Daten zu den vorhandenen Installationen im Bereich der anderen zu untersuchenden Rollbahnen sowie der Start- und Landebahn im Schulter- und eingeebneten Streifenbereich ist eine Bewertung dieses Aspektes derzeit nicht möglich. Es wird daher empfohlen, eine entsprechende Bestandsdatenerfassung durchzuführen anhand derer eine Überprüfung der Vorgabenkonformität der Schächte erfolgen kann.

## 9.5 Fazit

Siehe oben

## 10 Gleitwinkelbefeuerung - PAPI

### 10.1 Vorgaben

#### 10.1.1 Lage und Aufstellungstoleranzen / Radabstand

ICAO Annex 14 [1], 5.3.5.27 inklusive Abb. 5-19 und Tabelle 5-2 / Standard

Die Lage der (PAPI-)Feuereinheiten muss unter Berücksichtigung der darin angegebenen Aufstellungstoleranzen der in Abb. 5-19 dargestellten Grundkonfiguration entsprechen...

a) [...]

b) Wird ein PAPI an einer mit einem ILS und/oder MLS ausgerüsteten Start- und Landebahn aufgestellt, ist der Abstand D1 so zu berechnen, dass hinsichtlich der Auge-Antennen-Abstände der die Start- und Landebahn regelmäßig benutzenden Luftfahrzeuge die größtmögliche Abstimmung zwischen den visuellen und nicht-visuellen Anflughilfen erreicht wird. Der Abstand muss gleich dem zwischen der Schwelle und dem nutzbaren Beginn des ILS-Gleitweges oder MLS-Minimum-Gleitweges sein zuzüglich eines Korrekturfaktors für die Unterschiede der Auge-Antennen-Abstände der einzelnen Luftfahrzeuge. Der Korrekturfaktor ergibt sich aus der Multiplikation der durchschnittlichen Auge-Antennen-Höhen der Luftfahrzeuge mit dem Kotangens des Anflugwinkels. Der Abstand muss jedoch so groß sein, dass der Radabstand von der Schwelle in keinem Falle kleiner ist als der in Spalte (3) von Tabelle 5-2 angegebene Wert (siehe Tabelle 25).

Auge-Rad-Abstand des Luftfahrzeuges in Anflugkonfiguration <sup>a</sup>	Erwünschter Radabstand [m] <sup>b,c</sup>	Mindestradabstand [m] <sup>d</sup>
(1)	(2)	(3)
[...]	[...]	[...]
8 m bis ausschließlich 14 m	9	6
a) Bei der Wahl der Auge-Rad-Abstandsgruppe sind nur Luftfahrzeuge zu berücksichtigen, die das System regelmäßig zu nutzen beabsichtigen. Unter diesen bestimmt das Luftfahrzeug mit den höchsten Anforderungen die Auge-Rad-Abstandsgruppe. b) Es sind möglichst die in Spalte (2) genannten erwünschten Radabstände zu gewähren. c) Die Radabstände in Spalte (2) können höchstens auf die in Spalte (3) angegebenen Werte verringert werden, wenn eine luftfahrttechnische Untersuchung ergibt, dass die verringerten Radabstände akzeptiert werden können. d) Wird an einer versetzten Schwelle ein verringerter Radabstand gewährt, ist sicherzustellen, dass der in Spalte (2) festgelegte Radabstand gegeben ist, wenn ein ins obere Ende der gewählten Auge-Rad-Abstandsgruppe fallendes Luftfahrzeug das äußerste Ende der Start- und Landebahn überfliegt.		

Tabelle 25: Radabstand von der Schwelle für PAPI gemäß ICAO Annex 14 [1]

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2], CS ADR-DSN.M.645 PAPI und APAPI

Die Lage der (PAPI-)Feuereinheiten muss unter Berücksichtigung der darin angegebenen Aufstellungstoleranzen der in Abb. M-4 dargestellten Grundkonfiguration entsprechen...

a) [...]

b) Wird ein PAPI an einer mit einem ILS und/oder MLS ausgerüsteten Start- und Landebahn aufgestellt, ist der Abstand D1 so zu berechnen, dass hinsichtlich der Auge-Antennen-Abstände der die Start- und Landebahn regelmäßig benutzenden Luftfahrzeuge die größtmögliche Abstimmung zwischen den visuellen und nicht-visuellen Anflughilfen erreicht wird. Der Abstand muss gleich dem zwischen der Schwelle und dem nutzbaren Beginn des ILS-Gleitweges oder MLS-Minimum-Gleitweges sein zuzüglich eines Korrekturfaktors für die Unterschiede der Auge-Antennen-Abstände der einzelnen Luftfahrzeuge. Der Korrekturfaktor ergibt sich aus der Multiplikation der durchschnittlichen Auge-Antennen-Höhen der Luftfahrzeuge mit dem Kotangens des Anflugwinkels. Der Abstand muss jedoch so groß sein, dass der Radabstand von der Schwelle in keinem Falle kleiner ist als der in Spalte (3) von Tabelle M-1 angegebene Wert.

Hinweis: Die Tabelle M-1 entspricht 1:1 der obigen Tabelle 25 und somit dem ICAO Annex 14 [1].

AACG [3], Item III.6

Aufgrund dessen, dass der A380 seitens AACG nicht als maßgebender Luftfahrzeugtyp in Bezug auf die Positionierung und Nutzung von PAPI-Gleitwegbefeuerungsanlagen eingestuft wird<sup>14</sup>, gibt es im Ergebnis auch keine spezifischen Anforderungen zum A-380-Betrieb bei Nutzung der PAPI-Anlagen.

### 10.1.2 Gleitwinkel und Einstellung der Erhebungswinkel von Feuereinheiten

---

ICAO Annex 14 [1], 5.3.5.37 / Standard

Die Einstellungen der Erhebungswinkel der Feuereinheiten einer PAPI-Außenkette müssen gewährleisten, dass der Luftfahrzeugführer, der während eines Anflugs ein Signal von einmal Weiß und dreimal Rot wahrnimmt, alle Objekte im Anflugsektor in einem sicheren Abstand überfliegt (siehe Tabelle 5-2).

(Hinweis: Die relevanten Angaben aus Tabelle 5-2 sind in obiger Tabelle 25 angegeben.)

EASA CRD to NPA 2011-20 (B.III) [2], CS ADR-DSN.M.650

Die Einstellungen der Erhebungswinkel der Feuereinheiten einer PAPI-Außenkette müssen gewährleisten, dass der Luftfahrzeugführer, der während eines Anflugs ein Signal von einmal Weiß und dreimal Rot wahrnimmt, alle Objekte im Anflugsektor in einem sicheren Abstand überfliegt.

<sup>14</sup> Aussage beruht auf Untersuchungen in Bezug auf Vergleichsbetrachtungen zu anderen Luftfahrzeugtypen (insbesondere B747-400), z. B. für Auge-Rad-Abstände, Position der Triebwerke, Fluglage während Endanflug- und Aufsetzphase usw.

### 10.1.3 Definition Mindestaugenhöhe Gleitwinkelbefeuerung nach ICAO Annex 14

ICAO Annex 14 [1], 2.12 / Standard

Mindestaugenhöhe der Gleitwinkelanzeige über der Schwelle [...] Bei einem PAPI ist dies der Einstellwinkel der von der Start- und Landebahn aus gesehen dritten Feuereinheit minus 2'.<sup>15</sup>

### 10.2 Ist-Zustand

Der Auge-Rad-Abstand für A380 für  $V_{REF} + 5\text{kts}$  und einen Gleitwinkel von  $3^\circ$  gemäß Airbus Aircraft Data For Visual Aids Calibration [33] ist 11,19 m.

Damit befindet sich der A380-800 gemäß ICAO [1] in der Gruppe mit dem Auge-Rad-Abstand von 8 m bis ausschließlich 14 m.

Gemäß den vom Flughafenbetreiber zur Verfügung gestellten Unterlagen zu den Befeuerungsanlagen [24] für die SLB 05R/23L wurde als maßgebendes Bemessungsflugzeug der Luftfahrzeugtyp B747 mit einem Auge-Rad-Abstand von größer als 13 m für die Berechnungen zu Grunde gelegt.

Die gemäß AIP [11], EDDL 1-1, 2.14 veröffentlichten Mindestaugenhöhen (Minimum Eye Height – MEHT) der Gleitwinkelanzeigen über den Schwellen 05R und 23L sind in Tabelle 26 angegeben.

Schwelle	MEHT [ft]	MEHT [m]
05R	64,0	19,51
23L	63,0	19,20

Tabelle 26: MEHT der Südbahn gemäß AIP [11]

Unter Berücksichtigung der Mindestaugenhöhen für die Schwellen 05R und 23L sowie der Auge-Rad-Abstände für den A380-800 ergibt sich folgende Spanne für die vorhandenen Auge-Rad-Abstände:

Minimaler Auge-Rad-Abstand:  $\text{MEHT } 05\text{R} - \text{Auge-Rad-Abstand A380} = 19,51\text{ m} - 11,19\text{ m} = 8,32\text{ m} > 6,0\text{ m} = \text{Mindestradabstand} < 9,0\text{ m} = \text{erwünschter Radabstand}$

Minimaler Auge-Rad-Abstand:  $\text{MEHT } 23\text{L} - \text{Auge-Rad-Abstand A380} = 19,20\text{ m} - 11,19\text{ m} = 8,01\text{ m} > 6,0\text{ m} = \text{Mindestradabstand} < 9,0\text{ m} = \text{erwünschter Radabstand}$

Der erwünschte Radabstand von 9 m wird für die Schwelle 05R und für die Schwelle 23L unterschritten. Der Mindestradabstand von 6,0 m wird demgegenüber für beide Schwellen eingehalten.

<sup>15</sup> Der geringe Unterschied von  $2' = 0,0333^\circ$  zwischen Einstellwinkel der dritten Feuereinheit von der Start- und Landebahn aus gesehen und dem Winkel zur Ermittlung der Mindestaugenhöhe bleibt ohne Verlust an Genauigkeit für die weitere Betrachtung unberücksichtigt.

### 10.3 Ergebnis / Bewertung

Die Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] und EASA [2] werden für den A380 am Flughafen Düsseldorf für die SLB 05R/23L nur teilweise eingehalten, da lediglich die Mindestabstände zwischen Rad und Landeschwelle während des Endanflugs eingehalten werden, nicht jedoch die erwünschten Abstände.

An dieser Stelle wird nochmals darauf hingewiesen, dass (entsprechend der vorgenannten Ausführungen gemäß AACG [3]) der A380 nicht als Bemessungsluftfahrzeug für die PAPI-Installation zu berücksichtigen ist, da andere Luftfahrzeugtypen (entsprechend ICAO Code E, insbesondere B747) diesbezüglich höhere Anforderungen stellen. Beispielsweise ist der Auge-Rad-Abstand in Anflugkonfiguration (3° Anflugpfad) einer B747-400 mit 12,01 m<sup>16</sup> ca. 0,82 m größer als der einer A380-800. Das resultiert wiederum in (im Vergleich zur A380) geringeren Abständen zwischen Rad und Schwelle während des Endanflugs für den vorgenannten Luftfahrzeugtyp. Unter der Grundprämisse, dass für die bestehenden PAPI-Anlagen am Flughafen Düsseldorf in Bezug auf den Betrieb von Code E-Luftfahrzeugen (u.a. B747-400) von einer vollständigen Vorgabenkonformität ausgegangen wird (siehe Festlegung in Abschnitt 4.3), ist demnach diese Konformität auch auf den geplanten Betrieb des A380 im Hinblick auf die Bewertung der installierten PAPI-Anlagen zu übertragen, da dieser keine höheren Anforderungen stellt. Es ist daher davon auszugehen, dass die vorgenannte Unterschreitung des erwünschten Radabstands einer A380 zur Schwelle ebenso wie der einer B747-400 als zulässig einzustufen ist.

### 10.4 Fazit

Die bestehende Konfiguration der PAPI-Anlage 05R/23L wird für den A380 als ausreichend eingestuft. Der sichere Flugbetrieb ist somit diesbezüglich für A380 Flugzeuge gewährleistet.

<sup>16</sup> Angabe gemäß ICAO Aerodrome Design Manual, Part 4, Visual Aids, Appendix 6

## Teil III Ergebnisse der Prüfung der Betriebsprozesse

### 11 Jet Blast

#### 11.1 Allgemeines

Schubstrahleffekte stellen einen wichtigen Auslegungsaspekt im Rahmen von Flugbetriebsflächenplanungen dar. Die Besonderheit auf dem Vorfeld im Vergleich zu den Rollwegen und der Start- und Landebahn ist zum einen die vergleichsweise geringe Entfernung des Luftfahrzeugs zu Objekten und Personen und zum anderen die hohe Objektdichte, da insbesondere im Bereich der Luftfahrzeugstandplätze Geräte und Fahrzeuge positioniert und bewegt werden, welche durch Schubstrahl erfasst und unkontrolliert in Bewegung gesetzt werden könnten.

Es ist daher der Nachweis zu erbringen, dass durch den vorgesehenen A380-Betrieb keine neuen Risiken durch Jet Blast entstehen.

#### 11.2 Vorgaben

ICAO [1], [7]

Der ICAO Annex 14 [1] enthält keine detaillierten Vorgaben für zulässige Grenzggeschwindigkeiten von Schubstrahlen. In Bezug auf die Einwirkung auf Gegenstände, Personen oder Gebäude finden sich jedoch im ergänzenden ICAO Aerodrome Design Manual, Part 2 [7] Angaben zu entsprechenden Begrenzungen. Die folgende Tabelle listet die beiden Grenzggeschwindigkeiten auf:

Objekte	Tolerierbare Grenzggeschwindigkeit
Personen, Geräte und Bodenfahrzeuge	56 km/h
Gebäude	130-200 km/h

Tabelle 27: Grenzggeschwindigkeiten der Schubstrahlen gemäß ICAO Aerodrome Design Manual Part 2 [7]

Des Weiteren wird auf Grundlage der Praxiserfahrung des Gutachters eine Grenzggeschwindigkeit von 80 km/h für den sicheren Betrieb von Luftfahrzeugen gemäß ICAO-Kategorie C-F auf innerhalb des Ausbreitungsbereichs von Schubstrahlen befindlichen Rollbahnen als tolerierbar angesehen.

Aus diesen Grenzggeschwindigkeiten sowie der Ausbreitungscharakteristik des Schubstrahls des Bemessungsluftfahrzeugs sowie den örtlichen Gegebenheiten ergibt sich somit ein notwendiger, einzuhaltender Abstand zu Personen, Geräten und Fahrzeugen bzw. zu Gebäuden.

### 11.3 Vergleich Schubstrahlcharakteristik A380 vs. Code E

Sämtliche Rollbahnen, Standplatzrollgassen und Vorfeldpositionen, die, wie im Abschnitt 3.2, Seite 20 beschrieben, für die Nutzung durch den A380 vorgesehen sind, werden bereits durch Flugzeuge gemäß Code E genutzt bzw. sollen (für den Fall, dass es sich um Planungen handelt) von diesen genutzt werden.

Zur Untersuchung der Auswirkungen des A380-Betriebes hinsichtlich des Auftretens von kritischen Luftströmungen wurde daher zunächst eine Gegenüberstellung mit bereits eingesetzten Code E Luftfahrzeugen vorgenommen. Es wird unterstellt, dass dessen Betrieb auf den relevanten Flächen in dieser Beziehung als sicher gilt (siehe Grundprämissen gemäß Abschnitt 4.3). Zu Vergleichszwecken wurden die Konturen der durch die Triebwerke erzeugten Strömungen von verschiedenen Code E Flugzeugen mit denen des zu untersuchenden Flugzeugtyps A380-800 gegenüber gestellt. Berücksichtigt wurden dabei sowohl die Konturen für eine Strömungsgeschwindigkeit von 56 km/h als auch für 80 km/h unter Beachtung des Anrollschubniveaus (Break Away) als kritische Untersuchungsbasis für die Vorfeldbereiche. Abbildung 28 verdeutlicht die Flächen, in denen die beiden zu Grunde gelegten Strömungsgeschwindigkeiten erreicht werden im Vergleich A380-800 zu B747-400. Für die A380-800 wurden die Triebwerke vom Typ Engine-Alliance-GP7200 als Untersuchungsbasis genutzt, da die alternativen Antriebe vom Typ Rolls-Royce-Trent-900 hinsichtlich der Strömungsgeschwindigkeiten weniger kritisch sind.

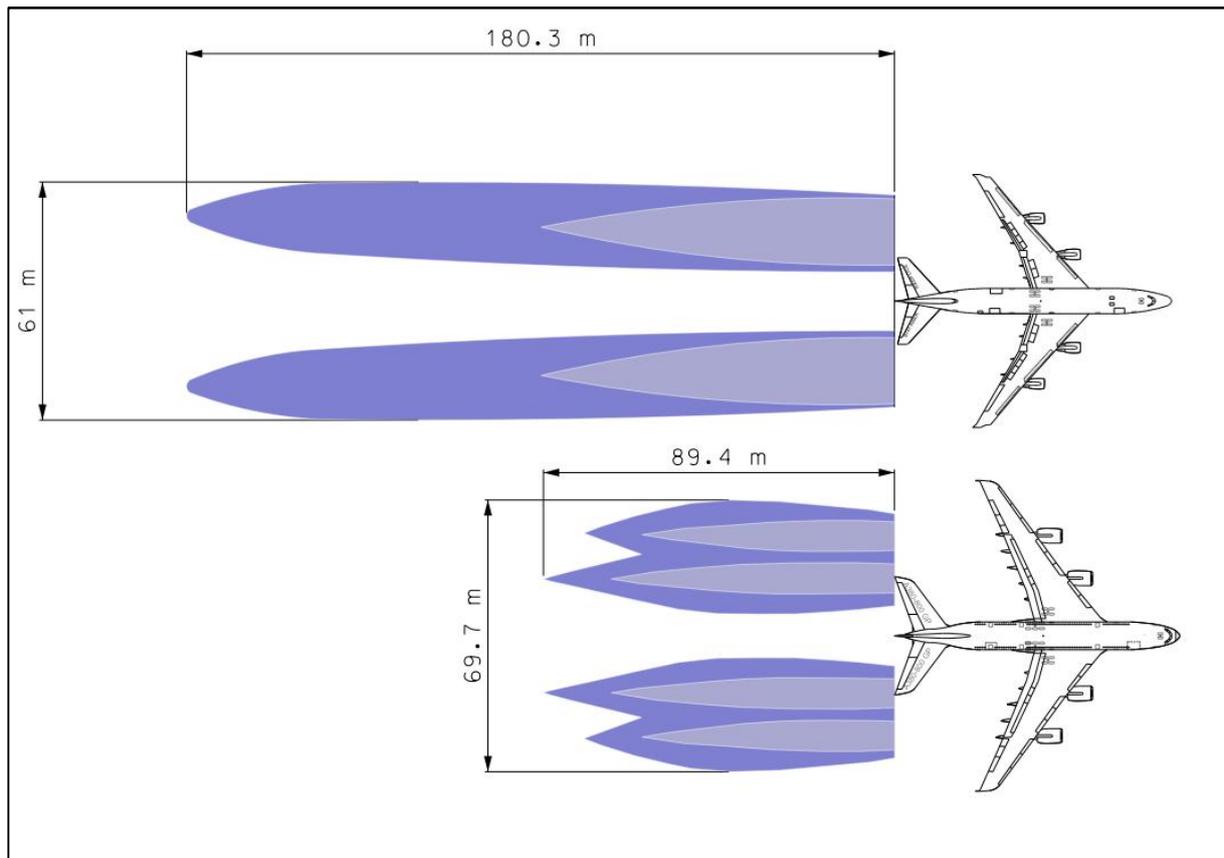


Abbildung 28: Vergleich der Konturen der Schubströmungsgeschwindigkeiten 56 km/h (blau) und 80 km/h (grau) für B747-400ER (oben) und A380-800 (unten), Break Away Thrust

Der Vergleich zeigt, dass die Ausbreitungscharakteristik als auch die erreichten Strömungsgeschwindigkeiten bei der B747-400 in Bezug auf Objekte im Schubstrahlbereich in weiten Teilen kritischer zu bewerten sind als die der A380-800. Somit stellt die A380-800 in Relation zu diesem existierenden bzw. bereits eingesetzten Luftfahrzeugtyp hinsichtlich der untersuchten Strömungsgeschwindigkeiten (und -drücke) weniger restriktive Anforderungen an die infrastrukturellen Einrichtungen.

#### 11.4 Ist-Zustand

Die Abstellposition C02 ist eine sogenannte Nose In-Position am Terminalpier C. Der Einrollvorgang erfolgt zunächst parallel und dann senkrecht zur Terminalkontur, die Abstände eines einrollenden Luftfahrzeugs zum nächstgelegenen Pier (B) sind vergleichsweise groß (mehr als 200 m). Unter Beachtung der Ausbreitungscharakteristik des Schubstrahls gemäß Abbildung 28 und der lokalen Gegebenheiten erfolgt beim Einrollvorgang des Luftfahrzeugtyps A380-800 zur Position C02 somit keine Ausrichtung des Schubstrahls in Richtung von Geräteabstellflächen, Straßen oder des Terminals. Eine nähere Untersuchung dieser Rollbeziehung ist somit (im Hinblick auf Jet Blast) nicht erforderlich.



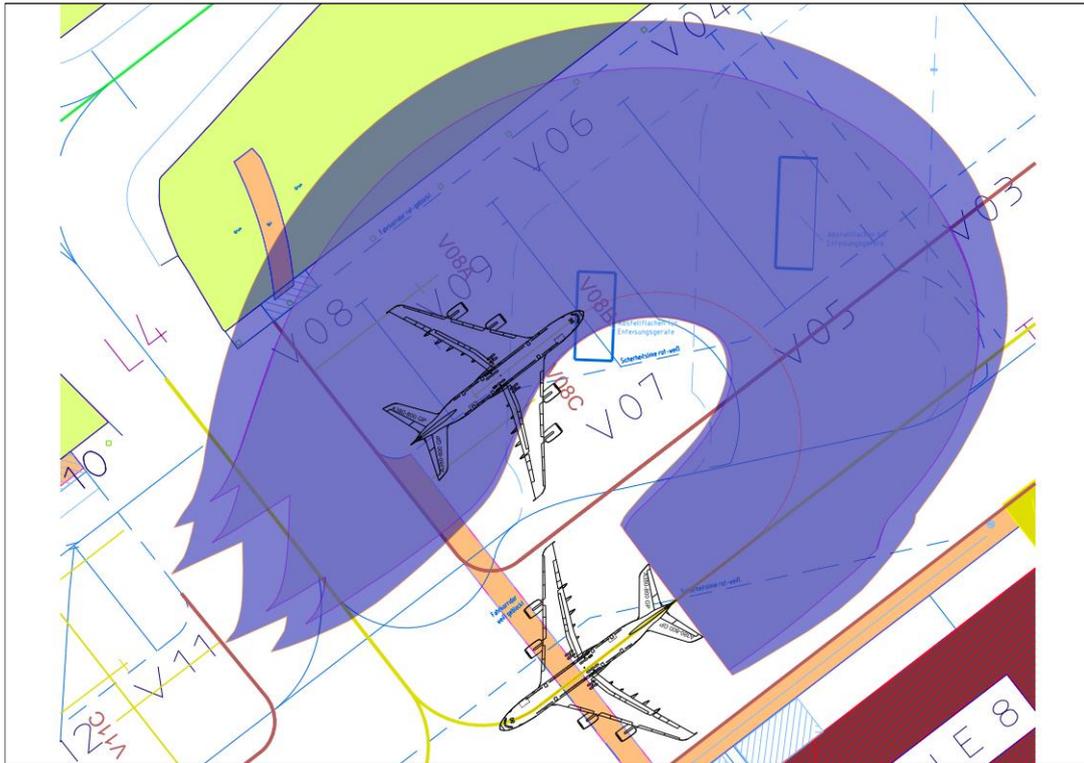


Abbildung 30: Darstellung der Strömungsgeschwindigkeiten für 56 km/h und 80 km/h Power Out für die Abstellposition V08B in Richtung Westen

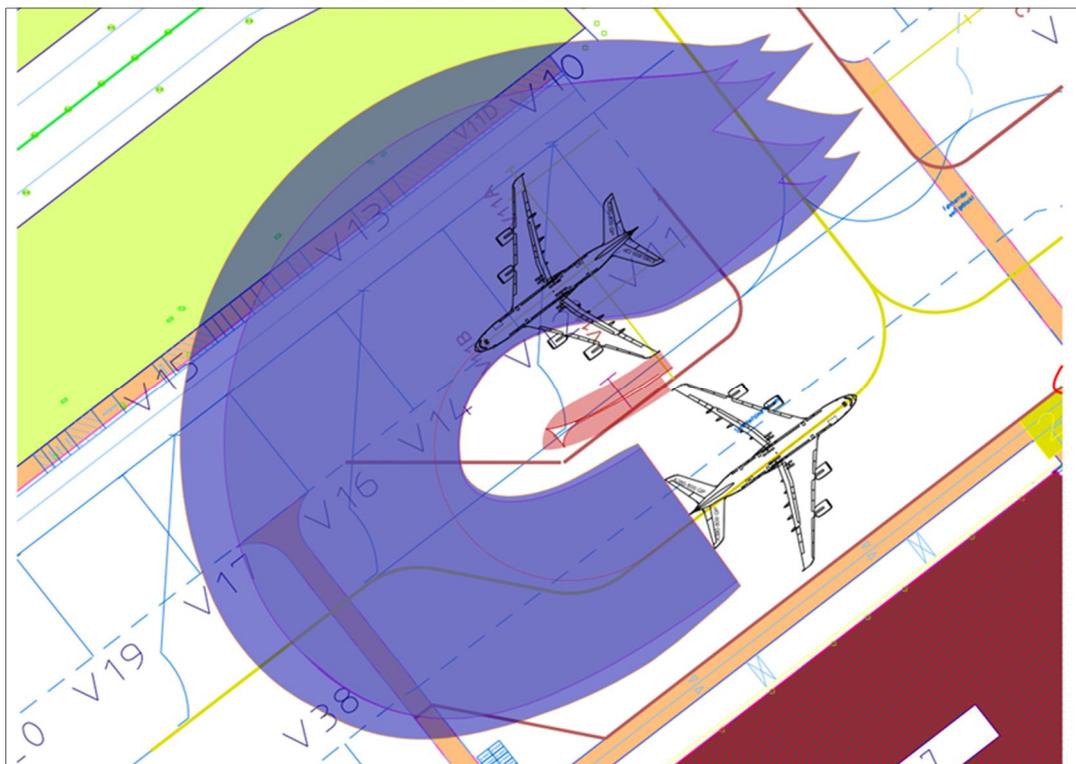


Abbildung 31: Darstellung der Strömungsgeschwindigkeiten für 56 km/h und 80 km/h Power Out für die Abstellposition V11B

### 11.5 Ergebnis / Bewertung

In Abbildung 29bis Abbildung 31 ist deutlich zu erkennen, dass bei allen drei untersuchten Rollvorgängen Bereiche für Fahrzeugbewegungen oder Flächen für das Abstellen von Gerät durch den Schubstrahl beeinträchtigt werden. Das betrifft sowohl die Korridore, die sich nördlich an die Abstellpositionen anschließen, als auch die Vorfeldstraßen über die Standplatzrollgasse T. Zur Kompensation dieser Abweichungen muss daher das Vorhandensein von Geräten, Fahrzeugen oder Personen in diesen Bereichen während des A380-Betriebs ausgeschlossen werden.

### 11.6 Fazit

Im Vergleich zum derzeitigen Betrieb ändern sich durch den geplanten A380-Betrieb die Auswirkungen durch Jet Blast nicht maßgeblich auf den davor vorgesehenen Rollbahnen, Standplatzrollgassen sowie dem Standplatz C02, da diese bereits durch Flugzeuge mit Code-Letter E genutzt werden und diese (in Bezug auf Jet Blast) kritischere Eigenschaften im Vergleich zur A380 aufweisen.

Demgegenüber ergeben sich während der Ausrollvorgänge auf den alternativen Stellplätzen V08B und V11B geänderte/verschärfte Auswirkungen durch Jet Blast auf Abstell- und Bewegungsflächen für Fahrzeuge und Geräte. Als risikoe erhöhender Umstand ist in diesem Zusammenhang anzumerken, dass beim Ausrollvorgang von Position V08B auf die Standplatzrollgasse T in Richtung Standplatzrollgasse L4 eine, für den Fahrzeugverkehr schwer vorhersehbare Wende erfolgt, was zu einem erhöhten Kollisionsrisiko führen kann. Es ist daher in diesen Fällen durch geeignete betriebliche Maßnahmen sicherzustellen, dass sich dort während einer A380-Bewegung keine Fahrzeuge, Geräte und Personen befinden.

## 12 Flugplatz-Notfallplan

### 12.1 Vorgaben

#### 12.1.1 Generelles

---

ICAO Annex 14 [1], 9.1.1 ff.

Gefordert ist ein sog. "Aerodrome Emergency Plan" oder Notfallplan, welcher hinsichtlich der Eigenschaften des Betriebes mit Luftfahrzeugen angemessen sein soll. Dieser beinhaltet im Wesentlichen die Koordinierung der Aktivitäten, die im Notfall auf dem Flughafengelände oder dessen Nähe eingeleitet werden müssen. Darin mit einzubeziehen sind alle internen und externen Stellen auf dem Flughafengelände oder in der Flughafenumgebung, die an den Sofortmaßnahmen beteiligt sind oder diese unterstützen.

Beispiele einzubeziehender Stellen auf dem Flughafengelände sind:

- Flugsicherung
- Rettungs- und Feuerlöschdienste
- Verwaltung
- Medizinische Dienste
- Fluggesellschaften
- Sicherheitsdienste
- Bundespolizei

Beispiele einzubeziehender Stellen im Umfeld des Flughafens sind:

- Feuerwehren
- Polizei
- Medizinische Dienste, Krankenhäuser, andere Dienste des öffentlichen Gesundheitswesens

Der Notfallplan sollte mindestens folgendes enthalten:

- Notfallarten, die Gegenstand der Verfahren sind
- involvierte Einheiten und Stellen
- Zuständigkeiten und Rollenverteilung jeder Einheit
- Informationen zu Namen und Telefonnummern von Personal, welches in bestimmten Notlagen zu kontaktieren ist

- Karte des Flughafens und der unmittelbaren Flughafenumgebung

EASA CRD to NPA 2011-20 B.I und B.II [2]

Die Forderung nach einem Notfallplan und dessen Eigenschaften (ADR-OPS.B.005) sowie die Empfehlung der Inhalte (AMC2 ADR.OPS.B.005) entsprechen den oben beschriebenen Inhalten des ICAO Annex.

Lediglich der Abdeckungsbereich des Notfallplans wird bis zu einer Entfernung von etwa 8 km vom Flughafenmittelpunkt genauer abgegrenzt (GM1 ADR.OPS.B.005). Dieser Bereich sollte demzufolge auch durch im Notfallplan enthaltenes Kartenmaterial abgedeckt sein.

Des Weiteren wird empfohlen, Absprachen mit externen Stellen oder Organisationen zu treffen (GM2 ADR.OPS.B.005). Besonders interessant im Zusammenhang mit dem Betrieb des A380 sind zum einen die Bereitstellung einer ausreichenden Transportkapazität (beispielsweise von unverletzten oder leicht verletzten Insassen) und zum anderen die ausreichende Menge von vorzuhaltenden Mitteln zur medizinischen Versorgung.

### 12.1.2 Notfallzentrale und mobiler Leitstand

---

ICAO Annex 14 [1], 9.1.7 ff.

Zur Koordinierung der Aktivitäten und Maßnahmen im Notfall wird empfohlen, sowohl eine feste Notfallzentrale (emergency operations centre) in einem Flughafengebäude und zuständig für die generelle Koordinierung, als auch einen mobilen Leitstand (command post) zur Koordinierung direkt an der Unglücksstelle einzurichten. Zur Übernahme der leitenden Kontrolle der Notfallzentrale ist eine Person zu bestimmen und gegebenenfalls sollte eine weitere Person den mobilen Leitstand leitend übernehmen.

EASA CRD to NPA 2011-20 [2] B.II

Die europäischen Regularien empfehlen ebenfalls die Einrichtung einer Notfallzentrale (GM7 ADR.OPS.B.005) und eines mobilen Leitstandes (GM8 ADR.OPS.B.005). Letzterer ist zusätzlich zu Kartenmaterial und notwendiger Ausrüstung auch mit weiteren relevanten Informationen zu versehen. Denkbar wären an dieser Stelle nützliche Informationen bezüglich der eingesetzten Flugzeugtypen, die in einen Unfall involviert sein können.

---

### 12.1.3 Kommunikation

---

ICAO Annex 14 [1], 9.1.11.

Notfallzentrale und mobiler Leitstand als auch die involvierten Einheiten sollten mit den am Flughafen vorhandenen Kommunikationsmitteln in Verbindung stehen, wie sie auch im Notfallplan angegeben sind.

EASA CRD to NPA 2011-20 [2] B.II

In Notfällen sollten ausreichend Kommunikationseinheiten (Funkgeräte, Telefone, etc.) zur Verfügung stehen. Die Menge muss an die Anzahl der vorgesehenen internen (und externen) Einheiten, die im Notfallplan vorgesehen sind, angepasst sein (GM9 ADR.OPS.B.005).

---

### 12.1.4 Notfallübungen

---

ICAO Annex 14 [1], 9.1.12 ff.

Der ICAO Annex 14 fordert, die im Notfallplan definierten Verfahren regelmäßig in Form von Notfallübungen zu proben. Ziel ist es, die Eignung der Verfahren hinsichtlich spezieller Notlagen zu überprüfen und den Notfallplan gegebenenfalls zu überarbeiten. Die Frequenz ist mit einer Vollübung alle zwei Jahre und einer jährlichen Teilübung vorgesehen, wobei die Ausbesserung von Mängeln, welche während der Vollübungen identifiziert wurden, innerhalb geeigneter Teilübungen zu demonstrieren ist.

Detailliertere Vorgaben, die auf die Größe oder Kapazität des operierenden Fluggeräts abzielen, sind dabei nicht enthalten.

EASA CRD to NPA 2011-20 [2] B.II

In den europäischen Vorgaben sind ebenfalls regelmäßige Notfallübungen mit denselben Intervallen und Zielstellungen von Voll- und Teilübungen enthalten (AMC3 ADR.OPS.B.005). Es ist zu zeigen, dass die im Notfallplan definierten Verfahrensweisen, die darin beschriebenen Notfallszenarien abdecken (GM11 ADR.OPS.B.005).

---

### 12.1.5 Bergung bewegungsunfähiger Luftfahrzeuge

---

ICAO Annex 14 [1], 9.3 und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] B.II, GM12 ADR.OPS.B.005

Der Plan zum Entfernen von nach einem Unfall bewegungsunfähiger Luftfahrzeuge auf dem Flughafengelände oder in unmittelbare Nähe des Flughafens sollte eine Liste der benötigten

Ausrüstung und des benötigten Personals und/oder Vereinbarungen über die rasche Zurverfügungstellung dafür benötigter Gerätschaften enthalten. Diese sollten die Luftfahrzeugtypen abdecken, die regelmäßig am Flughafen operieren. Für den regelmäßig geplanten Betrieb am Flughafen Düsseldorf ist demnach eine Berücksichtigung des A380 erforderlich.

## 12.2 Ist-Zustand

### 12.2.1 Generelles

---

Der Notfallplan des Flughafens Düsseldorf regelt die Zuständigkeiten und Verfahrensweisen für Ereignisse auf dem Flughafengelände oder dessen unmittelbarer Umgebung. Theoretisch ist eine Vielzahl verschiedener Störfälle denkbar, die im Flughafenbetrieb eintreten können. Die eingeleiteten Sofortmaßnahmen müssen jedoch angepasst sein, abhängig von Art und Umfang der Notfallsituation. Als Leitlinie definiert der Gefahrenabwehrplan [15] in Kapitel 5 Handlungsanweisungen für eine Reihe von Szenarien, die als wahrscheinlich oder typisch gelten. Hinsichtlich der Erweiterung des Betriebs auf A380 sind lediglich Notlagen von Belangen, die direkt mit einem Flugzeugnotfall in Zusammenhang stehen. Auf Vorfälle, die Gebäude oder weitere Anlagen auf dem Flughafengelände oder in unmittelbarer Nähe betreffen, hat dies keine Auswirkung und findet in diesem Bericht daher keine weitere Beachtung.

Die grundlegenden Zuständigkeiten und Verfahrensweisen zur Alarmierung und zur Einleitung von Sofortmaßnahmen stehen nicht in Abhängigkeit zu dem in den Vorfall oder Unfall verwickelten Flugzeugtyp. Dies betrifft auch die Einrichtung bzw. den Betrieb der beschriebenen Gefahrenabwehreinrichtungen. Folglich müssen die im Notfallplan beschriebenen Stellen und Prozesse in diesem Bericht nicht weiter beachtet werden müssen.

Als Verfügungsräume für unverletzte Insassen eines verunfallten Fluges und deren Angehörige sind im Gefahrenabwehrplan das Gate A100 und das Busgate C35 vorgesehen (vgl. Gefahrenabwehrplan [15] Abschnitt 6.4 „Betreuung Unverletzter“). Die genaue Aufnahmefähigkeit der Warteräume dieser Terminalbereiche ist dem Verfasser nicht bekannt und kann daher nicht überprüft werden.

Des Weiteren wird in dem vorgenannten Abschnitt des Gefahrenabwehrplans [15] die Verfahrensweise zur Reservierung benötigter Hotelzimmer für Angehörige geregelt, welche mit fünf umliegenden Hotels vereinbart wurden. Unabhängig von dem mit den Fluggesellschaften abzustimmenden tatsächlichen Bedarf orientiert sich der Zimmerbedarf anhand vier Notfall-Levels mit folgender Aufschlüsselung:

Level	Passagiere an Bord	Zimmerbedarf pro Hotel
1	50 oder weniger	25
2	51 bis 150	50
3	151 bis 200	75
4	201 und mehr	100

Tabelle 28: Notfall-Level zur Bedarfsermittlung für Hotelzimmer nach Gefahrenabwehrplan [15], Abschnitt 6.4

Ausgehend von den erwähnten fünf Hotels entspricht dies etwa ein Faktor 2,5 zwischen Passagieren an Bord und dem Zimmerbedarf.

### 12.2.2 Notfallzentrale und mobiler Leitstand

Als Koordinierungsstelle im Notfall fungiert der Krisenstab im sogenannten „Incident Coordination Center“ (Abschnitt 6.1, Gefahrenabwehrplan [15]). Bei größeren Einsätzen wird der Krisenstab durch sogenannte „Support-Gruppen“ unterstützt (Abschnitt 6.13). Die Verfahren zur Einrichtung des Krisenstabs und der Support-Gruppen steht nicht unmittelbar in Zusammenhang mit der Größe oder der Kapazität des betroffenen Flugzeugtyps. Daher hat der Einsatz des A380 in diesem Punkt keine Auswirkungen.

### 12.2.3 Kommunikation

Die Nutzung der Kommunikationsmittel wird im Kapitel 4 „Kommunikation“ des Gefahrenabwehrplans [15] geregelt. Folgende Kommunikationsmittel werden genutzt:

- TETRA - Digitales Bündelfunknetz
- BOS-Funkkreis (Behörden, Organisation und Sicherheitsaufgaben)
- Telefon
- CUTE/SITA
- Direktleitungen
- Notfallwarnanlage

Auch hier ist kein direkter Zusammenhang zum geplanten A380-Betrieb erkennbar.

### 12.2.4 Notfallübungen

Zur Überprüfung des Gefahrenabwehrplans werden regelmäßige Übungen gemäß der Vorgaben der ICAO durchgeführt (siehe Abschnitt „12.3 Überprüfung des Gefahrenabwehrplans“ [15]). Über die

Zielstellung und Umfang vergangener Voll- und Teilübungen liegen zum Bearbeitungszeitpunkt keine weitergehenden Informationen vor.

### 12.2.5 Bergung bewegungsunfähiger Luftfahrzeuge

---

Die Bergung bewegungsunfähiger Luftfahrzeuge ist im Gefahrenabwehrplan [15] in Abschnitt 6.6 „Flugzeugbergeplan“ geregelt. Hinsichtlich der Verfügung über adäquates Bergungsgerät für Großraumflugzeuge existieren die üblichen vertraglichen Vereinbarungen mit dem Betreiber des Flughafens Frankfurt Main. Die Kontaktdaten dafür sind im Gefahrenabwehrplan aufgelistet.

## 12.3 Ergebnis / Bewertung

### 12.3.1 Generelles

---

Grundsätzlich sollte beachtet werden, dass sich mit der wesentlich erhöhten Sitzplatzkapazität der A380 im Falle eines Unfalls auch mehr Passagiere und auch mehr Angehörige zeitgleich im Terminalbereich aufhalten werden. Die A380, so wie sie durch Emirates eingesetzt wird, weist eine Sitzplatzkapazität von etwa 517 auf (ohne Besatzungsmitglieder), was beispielsweise eine Steigerung um etwa 51% im Vergleich zu einer B747-400 in einer üblichen Lufthansa-Konfiguration gleich kommt. Resultierend ist in Zeiten mit A380-Betrieb im Ernstfall mit einer entsprechend erhöhten Anzahl zu evakuierender Personen zu rechnen.

Im Hinblick auf die im Notfall zu erwartende größere Anzahl an unverletzten, verletzten und im schlimmsten Fall auch toten Insassen sowie der größeren Zahl Angehöriger sollten folgende Punkte überprüft werden:

- Aufnahmefähigkeit der Verfügungsräume im Gate A100 und Busgate C25
- Absprachen mit den Bustransportunternehmen vor Ort, um im Notfall die größere Anzahl an unverletzten Insassen von der Unglücksstelle zu evakuieren
- Absprachen mit externen medizinischen Einrichtungen (Krankenhäuser, Rettungsdienste etc.) in Hinblick auf den Transport und die Aufnahme einer größeren Anzahl an Verletzten
- Anzahl der vorgehaltenen Ersthelfer
- Umfang der vorgehaltenen medizinischen Ausrüstung zur Erstversorgung

Als Richtlinie für die zu erwartende und damit zur Kalkulation zu Grunde zu legende Anzahl der Unfallopfer verschiedener Prioritäten kann das ICAO Doc 9137, Part 7, Appendix 3 [34] herangezogen werden. Folgende Grundannahmen werden getroffen:

- insgesamt 550 Insassen, berechnet aus der Sitzplatzkapazität, der Anzahl der Besatzungsmitglieder und einer Sicherheitsmarge,
- davon erleiden 413 (75 %) Verletzungen.

Die zu erwartende Opferzahl wird folgendermaßen nach Grad der Verletzungen eingeteilt:

- Priorität I (Soforthilfe): 83 (20 %)
- Priorität II (spätere Versorgung): 124 (30 %)
- Priorität III (geringe Versorgung): 206 (50 %)

Die exakten Definitionen sind dem ICAO Doc 9137, Part 7, Abschnitt 9.4.7 [34] zu entnehmen.

Ausgehend von der maximalen Sitzplatzkapazität von über 500 sollte die Spannweite der Notfall-Level zur Abschätzung des Hotelzimmerbedarfs für Angehörige (Tabelle 28) angepasst werden. Die Untergrenze der obersten Kategorie beträgt 201 mit offener Obergrenze. Es empfiehlt sich die Anzahl der Level zu erweitern, um eine angemessene Einschätzung auch für größere Passagierzahlen treffen zu können.

### 12.3.2 Kommunikation

---

Da hinsichtlich des A380-Betriebs die Organisation der Gefahrenabwehrkräfte und -einrichtungen sowie die Kommunikationsprozeduren unbenommen sind, hat dies kein Einfluss auf die dafür vorgesehenen Kommunikationsmittel. Jedoch sollte ausgehend von der Prüfung der Anzahl der Ersthelfer und der Anzahl des Rettungspersonals (siehe auch nachfolgender Abschnitt) die Anzahl der verfügbaren mobilen Kommunikationseinheiten (bspw. Funkgeräte, Bündelfunk) überprüft und ggf. erhöht werden.

---

### 12.3.3 Notfallübungen

---

Wie oben bereits ausgeführt, ist einhergehend mit dem Betrieb der A380 eine erhöhte Anzahl potentieller Opfer im Unglücksfall anzunehmen, als dies mit bisherigen Flugzeugtypen der Fall war. Dies stellt im Ernstfall eine neue Herausforderung für den Umgang mit unverletzten, verletzten und verstorbenen Opfern dar. Um den Funktionsnachweis des Zusammenwirkens der Rettungskräfte und der anderen betroffenen Einheiten zu erbringen, wird empfohlen, dass eine der folgenden Vollübung (nach Möglichkeit noch vor der Aufnahme der A380-Verbindung) unter Einbeziehung der oben geschilderten Annahmen durchgeführt wird. Dies wird letztlich auch notwendig, um die Kompatibilität der bisher verwendeten Verfahren und der Menge der vorgehaltenen Ressourcen (Einsatzkräfte, medizinische Ausrüstung zur Erstversorgung, etc.) mit den gestiegenen Anforderungen zu testen und gegebenenfalls Lücken oder Anpassungsbedarf zu identifizieren. Die Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen dieser Übung sollten genutzt werden, um den Gefahrenabwehrplan, falls nötig, zu überarbeiten. Eine darauf folgende und angepasste Teilübung sollte die Wirksamkeit der Anpassungen nochmals demonstrieren.

---

### 12.3.4 Bergung bewegungsunfähiger Luftfahrzeuge

---

Die bestehenden Vereinbarungen mit der Betreibergesellschaft des Flughafens Frankfurt sollten dahingehend überprüft werden, ob im Bedarfsfall auch das für die Bergung eines Flugzeugs vom Typ A380-800 erforderliche Spezialgerät zeitgerecht zur Verfügung gestellt wird.

### 12.4 Fazit

Der Gefahrenabwehrplan des Flughafens Düsseldorf [15] beschreibt die Organisation, die Verfahren und Zuständigkeiten in Schadens- beziehungsweise Ereignissituationen. Prinzipiell hat die Ausweitung des Flugbetriebs mit der A380 keine direkten Auswirkungen auf den Gefahrenabwehrplan, da kein unmittelbarer Zusammenhang zu eingesetzten Flugzeugtypen oder -klassen existiert. Des Weiteren konnten nicht alle Gesichtspunkte im Rahmen dieses Gutachtens geprüft werden, da der Gefahrenabwehrplan insbesondere bezüglich der Ressourcen zur Erstbetreuung von betroffenen Personen keinen Aufschluss gibt.

Im Hinblick auf den geplanten A380-Betrieb ergeben sich jedoch eine Reihe indirekter Zusammenhänge. Vor Inbetriebnahme sollten daher insbesondere folgende Aspekte im Hinblick auf die erhöhte Passagierzahl berücksichtigt werden und evtl. Anpassungen vorgenommen werden:

- Prüfung der Anzahl der vorzuhaltenden medizinischen Ausrüstung zur Erstversorgung und ggf. Erhöhung derselben

- Prüfung der Anzahl des verfügbaren medizinischen Personals zur Erstversorgung und ggf. Erhöhung
- Prüfung der Kapazität der Verfügungsräume für Unverletzte und Angehörige in den Gates 100 und C35 und ggf. Erhöhung
- Ggf. Ausweitung der Absprachen mit Bodenverkehrsdienstleister bezüglich der Transportkapazität von Unverletzten
- Ggf. Ausweitung der Absprachen mit Hotels, Krankenhäusern, Rettungsdiensten, externen Feuerwehren und andere externe Vertragspartner

Da die Identifizierung von eventuellem Anpassungsbedarf im Bereich der Organisation und Verfahren im Bereich Notfallmanagement ausschließlich auf Faktenbasis nur begrenzt möglich ist, wird empfohlen, dass die größere Anzahl betroffener Personen Zielstellung oder Bestandteil zukünftiger ICAO-Übungen sein sollte, um den Gefahrenabwehrplan auf Basis der geänderten Randbedingungen praktisch zu testen und eventuelle Mängel festzustellen.

## 13 Rettungs- und Feuerlöschdienste

### 13.1 Allgemeines

Die Hauptaufgabe der Rettungs- und Feuerlöschdienste ist es, Leben zu retten. Diese Aufgabe bedingt die Bereitstellung von Mitteln zum Einsatz bei einem Flugunfall oder einer Störung des Betriebs eines Luftfahrzeuges auf oder in der unmittelbaren Nähe eines Flugplatzes. Innerhalb dieser Bereiche bestehen aufgrund der räumlichen Nähe der Rettungs- und Feuerlöschdienste die besten Möglichkeiten, Leben zu retten.

Die wichtigsten Faktoren für effektive Rettungsmaßnahmen bei einem Luftfahrzeugunfall sind:

- der Ausbildungsstand des Personals,
- der Wirkungsgrad der Geräte, sowie
- die Geschwindigkeit, mit der das für Rettungs- und Feuerlöschzwecke ausgebildete Personal und Gerät eingesetzt werden kann.

Die Erfordernisse zur Brandbekämpfung in Gebäuden oder Treibstofflagern werden innerhalb dieses Kapitels nicht berücksichtigt, da diese nicht in unmittelbarem Zusammenhang zum geplanten A380-Betrieb stehen.

### 13.2 Vorgaben

#### 13.2.1 Generelles, zu veröffentlichende Informationen

---

ICAO Annex 14 [1] und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] BII, GM1 ADR.OPS.A.005

Es sind grundsätzlich Angaben über den Umfang des Schutzes an einem Flugplatz für Rettungs- und Feuerlöschzwecke zu veröffentlichen. Die diesbezüglichen Angaben finden sich in Deutschland generell innerhalb des Luftfahrthandbuches (AIP Germany).

Bedeutende Änderungen, die sich auf den Umfang des vorhandenen Schutzes für Rettungs- und Feuerlöschzwecke auswirken, sind den zuständigen Flugverkehrs- und Flugberatungsstellen bekannt zu geben. Somit werden diese Stellen in die Lage versetzt, den an- und abfliegenden Luftfahrzeugen bzw. deren Luftfahrzeugführern die notwendigen Informationen zu übermitteln. Wenn eine solche Änderung aufgehoben wird, sind die o. g. Stellen entsprechend zu unterrichten.

Unter einer bedeutenden Änderung des Umfangs des Schutzes ist eine Änderung der Kategorie der Rettungs- und Feuerlöschdienste gegenüber der normalerweise an dem Flugplatz vorhandenen Kategorie zu verstehen, die sich u. a. durch eine Änderung der verfügbaren Löschmittel, der Geräte zum Ausbringen der Löschmittel oder des Personals ergibt, das mit der Bedienung des Gerätes

beauftragt ist. Eine bedeutende Änderung sollte durch Angabe der neuen Kategorie der an dem Flugplatz vorhandenen Rettungs- und Feuerlöschdienste ausgedrückt werden.

### 13.2.2 Flugplatzkategorie Rettungs- und Feuerlöschdienste (Brandschutzkategorie)

ICAO Annex 14 [1] 9.2 und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] B.II, AMC2 ADR.OPS.B.010, GM5 ADR.OPS.B.010

Rettungs- und Feuerlöschgeräte sowie Rettungs- und Feuerlöschdienste müssen auf einem Flugplatz vorhanden sein (Standard).

Öffentliche oder private Organisationen, die geeignet gelegen und ausgerüstet sind, können für den Rettungs- und Feuerlöschdienst bestimmt werden. Es ist beabsichtigt, dass die Feuerwache, in der diese Organisationen untergebracht sind, normalerweise auf dem Flugplatz liegt, obwohl eine Lage außerhalb des Flugplatzes unter der Voraussetzung, dass die Reaktionszeit eingehalten werden kann, nicht ausgeschlossen ist.

Der Umfang, des an einem Flugplatz vorzusehenden Schutzes, sollte auf der Grundlage der Abmessungen der den Flugplatz benutzenden Luftfahrzeuge bestimmt werden und an die Häufigkeit ihres Betriebs angepasst werden. Die Flugplatzkategorie wird anhand der in der folgenden Tabelle 29 angegebenen Eigenschaften des Bemessungsluftfahrzeugs bestimmt:

Flugplatzkategorie	Gesamtlänge des Luftfahrzeuges	Größte Rumpfbreite
1	0 m bis ausschließlich 9 m	2 m
2	9 m bis ausschließlich 12 m	2 m
3	12 m bis ausschließlich 18 m	3 m
4	18 m bis ausschließlich 24 m	4 m
5	24 m bis ausschließlich 28 m	4 m
6	28 m bis ausschließlich 39 m	5 m
7	39 m bis ausschließlich 49 m	5 m
8	49 m bis ausschließlich 61 m	7 m
9	61 m bis ausschließlich 76 m	7 m
10	76 m bis ausschließlich 90 m	8 m

Tabelle 29: Flugplatzkategorie für das Rettungs- und Feuerlöschwesen gemäß ICAO Annex 14 [1]

Generell gilt bei der Allokation eines Flugplatzes in o. g. Brandschutzkategorien die Länge als primäres und die Rumpfbreite des Bemessungsluftfahrzeugs als sekundäres Zuordnungsmerkmal.

Falls während der Zuordnung eines Flugplatzes festgestellt wird, dass die tatsächliche Rumpfbreite des Bezugsluftfahrzeugtyps die in der Tabelle angegebenen maximalen Rumpfbreiten der

entsprechenden Allokationskategorie (bezogen auf die Gesamtlänge) übersteigt, dann ist dieser Flugplatz in die nächsthöhere Brandschutzkategorie einzustufen.

Für die Einordnung des A380-800 ergibt sich somit zunächst eine Zuordnung gemäß Brandschutzkategorie 9 (Gesamtlänge 72,7 m < 76,0 m) mit anschließender Höherstufung auf Brandschutzkategorie 10 aufgrund der Überschreitung der maximalen Rumpfbreite von 7 m für Kategorie 9 (Rumpfbreite A380-800: 7,14 m).

Außerdem ist es standardgemäß vorgeschrieben, dass in Zeiten voraussichtlich verminderten Verkehrsaufkommens die Flugplatzkategorie nicht geringer gewählt sein darf, als für die höchste Kategorie von Luftfahrzeugen, die den Flugplatz innerhalb dieser Zeiten nutzen, unabhängig von der Anzahl der Bewegungen.

Gemäß ICAO Annex 14 sind des Weiteren Ausnahmen von o. g. Zuordnung möglich, wenn die Anzahl der Starts und Landungen des relevanten Bemessungsluftfahrzeugs der Allokation in den verkehrsreichsten drei Monaten eines Jahres kleiner als 700 ist. In diesem Fall ist eine Herabsetzung der Brandschutzkategorie um eine Stufe möglich. Grundlage dieses Berichtes ist der geplante Betrieb der Fluggesellschaft Emirates mit dem A380 mit einer täglichen Frequenz am Flughafen Düsseldorf, was zwei Flugbewegungen pro Tag entspricht [35]. Die Anzahl der Flugbewegungen in einem dreimonatigen Zeitfenster beträgt somit maximal 182 und liegt somit weit unter 700. Folglich kann die Zuordnung in die Brandschutzkategorie 9 erfolgen.

### 13.2.3 Löschmittel

ICAO Annex 14 [1] 9.2.8ff. und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] BII, AMC4 ADR.OPS.B.010

Auf einem Flugplatz sollten in der Regel sowohl Haupt- als auch Zusatzlöschmittel vorhanden sein. Das Hauptlöschmittel sollte sein<sup>17</sup>:

- ein Schaum entsprechend Mindestleistungsstufe A; oder
- ein Schaum entsprechend Mindestleistungsstufe B; oder
- eine Kombination dieser Mittel;

Das Zusatzlöschmittel sollte möglichst ein chemisch wirksames Löschpulver sein, welches auch für die Bekämpfung von brennenden kohlefaser- oder glasfaserartigen Materialien geeignet ist, die z. B. auch bei der A380-Fertigung verwendet werden.

<sup>17</sup> Angaben über die erforderlichen physikalischen Eigenschaften und Löschkriterien, die ein Schaum aufweisen muss, um eine akzeptable Leistung für die Einstufung in Mindestleistungsstufe A oder B zu erreichen, sind im ICAO Airport Services Manual Part 1 [33] enthalten.

Die Wassermenge für die Schaumerzeugung und die Zusatzmittel, die in den Rettungs- und Feuerlöschfahrzeugen vorhanden sein sollen, sollten in Übereinstimmung mit der nach Tabelle 30 festgelegten Flugplatzkategorie stehen, ausgenommen, dass diese Mengen wie folgt geändert werden können:

- für Flugplätze der Kategorie 1 und 2 können bis zu 100% des Wassers durch Zusatzmittel ersetzt werden;
- für Flugplätze der Kategorie 3 bis 10 können bei der Verwendung von Schaum entsprechend Mindestleistungsstufe A bis zu 30% des Wassers durch Zusatzmittel ersetzt werden.

Die für die Schaumerzeugung festgelegten Wassermengen beruhen auf einer Anwendungsrate von 8,2 l/min pro m<sup>2</sup> für Schaum entsprechend Mindestleistungsstufe A und 5,5 l/min pro m<sup>2</sup> für Schaum entsprechend Mindestleistungsstufe B.

Die Menge des auf Fahrzeugen zur Schaumerzeugung gesondert vorhandenen Schaumkonzentrats sollte im Verhältnis zu der vorhandenen Wassermenge und dem gewählten Schaumkonzentrat stehen. Die Menge des Schaumkonzentrats sollte für mindestens zwei volle Ladungen dieser Wassermenge ausreichen, wenn ausreichende zusätzliche Wasservorräte zum schnellen Wiederauffüllen der Feuerlöschfahrzeuge jederzeit verfügbar sind.

Brand- schutz- kategorie	Schaum entsprechend Mindestleistungsstufe A		Schaum entsprechend Mindestleistungsstufe B		Zusatzmittel	
	Wasser [l]	Ausstoßrate Schaumlösung [l/min]	Wasser (l)	Ausstoßrate Schaumlösung [l/min]	Trockenlösch- mittel (kg)	Ausstoß- rate [kg/s]
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(9)
1	350	350	230	230	45	2,25
2	1000	800	670	550	90	2,25
3	1800	1300	1200	900	135	2,25
4	3600	2600	2400	1800	135	2,25
5	8100	4500	5400	3000	180	2,25
6	11800	6000	7900	4000	225	2,25
7	18200	7900	12100	5300	225	2,25
8	27300	10800	18200	7200	450	4,5
9	36400	13500	24300	9000	450	4,5
10	48200	16600	32300	11200	450	4,5

Tabelle 30: Mindestmengen an Löschmitteln gemäß ICAO [1]

Die Ausstoßrate der Schaumlösung sollte nicht geringer sein als die in obiger Tabelle angegebenen Mengen. Die Zusatzmittel sollten den einschlägigen Spezifikationen der Internationalen Organisationen für Normung (ISO) entsprechen. Die Ausstoßrate von Zusatzmitteln sollte nach der optimalen Wirkung des Mittels gewählt werden. Ein Vorrat an Schaumkonzentrat und Zusatzmitteln

von 200 % derjenigen Menge, die in den Rettungs- und Feuerlöschfahrzeugen vorhanden sein muss, sollte am Flugplatz zum Wiederauffüllen der Fahrzeuge lagern. Wird eine größere Verzögerung beim Auffüllen dieses Vorrats erwartet, sollte die Reservemenge erhöht werden.

Gemäß der Einordnung in die Brandschutzkategorie 9 sind die grau hinterlegten Mindestlöschmengen- und Ausstoßraten für den Flughafen Düsseldorf gültig.

### 13.2.4 Rettungsgeräte

ICAO Annex 14 [1] 9.2.22 und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] BII, AMC3 ADR.OPS.B.010

Dem Umfang und der Art des Luftfahrzeugbetriebs entsprechende Rettungsgeräte sollten in dem (den) Rettungs- und Feuerlöschfahrzeug(en) vorhanden sein. Anleitungen über die Rettungsgeräte, die an einem Flugplatz vorhanden sein sollen, sind im ICAO Airport Services Manual Part 1 [34] enthalten.

### 13.2.5 Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge

ICAO Annex 14 [1] 9.2.37 und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] BII, AMC3 ADR.OPS.B.010

Die Mindestanzahl der auf einem Flugplatz vorhandenen Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge sollte folgender Tabelle 31 entsprechen:

Flugplatzkategorie	Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge
1	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	2
7	2
8	3
9	3
10	3

Tabelle 31: Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge gemäß ICAO [1]

Anleitungen über die Mindesteigenschaften von Rettungs- und Feuerlöschfahrzeugen sind im ICAO Airport Services Manual Part 1 [36] enthalten.

---

### 13.2.6 Personal

---

ICAO Annex 14 [1] 9.2.38 ff. und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] B11, AMC7 ADR.OPS.B.010, GM2 ADR.OPS.B.010, GM3 ADR.OPS.B.010

Während des Flugbetriebs sollte genügend Personal eingeteilt und sofort verfügbar sein, um die Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge zu besetzen und die Geräte mit voller Kapazität bedienen zu können. Dieses ausgebildete Personal sollte so stationiert werden, dass definierte Reaktionszeiten erzielt werden können und der kontinuierliche Löschmitteleinsatz mit der erforderlichen Ausstoßrate voll aufrechterhalten werden kann.

Außerdem sollte das Personal in der Lage sein, Leinen, Leitern und sonstiges Rettungs- und Feuerlöschgerät zu handhaben, das normalerweise für Rettungs- und Löscheinsätze an Luftfahrzeugen zur Anwendung kommt. Beim Training und bei der Festlegung der Stärke des erforderlichen Rettungspersonals sollten die Luftfahrzeugmuster berücksichtigt werden, die den Flugplatz benutzen.

## 13.3 Ist-Zustand

### 13.3.1 Flugplatzkategorie Rettungs- und Feuerlöschdienste (Brandschutzkategorie)

---

Laut AIP Germany [11] und Gefahrenabwehrplan [15] entspricht die Kategorie für Feuerlösch- und Rettungswesen am Flughafen Düsseldorf derzeit der Stufe 9.

### 13.3.2 Löschmittel

---

Für die Flughafenfeuerwehr am Flughafen Düsseldorf ist bereits die Vorhaltung der auf Fahrzeugen zu transportierenden Löschmittelmenge entsprechend der Kategorie 9 für das Feuerlösch- und Rettungswesen maßgebend. Genaue Angaben über die tatsächlich vorhandene Löschmittelmenge liegen nicht vor.

### 13.3.3 Rettungsgeräte

---

Angaben über das zur Verfügung stehende Rettungsgerät mit welchem die Rettungsfahrzeuge bestückt werden, liegen dem Verfasser nicht vor.

---

### 13.3.4 Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge

---

Die Fahrzeugliste im Abschnitt 2.10 des Gefahrenabwehrplans [15] weist die Anzahl der vorhandenen Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge aus. Es sind u.a. sechs Fahrzeuge mit der Bezeichnung „Großflugfeldlöschfahrzeug“ sowie weitere Fahrzeuge aufgeführt.

### 13.3.5 Personal

---

Es liegen keine Informationen über die Anzahl des Personals der Rettungs- und Feuerlöscheinsetzkkräfte insgesamt sowie schichtbezogen vor.

## 13.4 Ergebnis / Bewertung

### 13.4.1 Löschmittel

---

Ausgehend davon, dass der Flughafen Düsseldorf weiterhin den Anforderungen der Flugplatzkategorie 9 unterliegt (A380-Bewegungsanzahl in den drei verkehrsreichsten Monaten eines Jahres < 700), wird unterstellt, dass die vorgehaltenen Löschmittelmengen dementsprechend vorgehalten werden. Damit wird dieser Punkt als erfüllt gewertet.

Dennoch sollte beachtet werden, dass die A380 eine maximale Treibstoffmenge von etwa 323.546 l [27] aufnehmen kann, was im Vergleich zu maximal etwa 241.150 l der B747-400 eine Steigerung um ungefähr 33% bedeutet. An dieser Stelle sollte überprüft werden, inwiefern Löschmittelmengen auch über die geforderten Mindestmengen hinaus vorgehalten werden können.

### 13.4.2 Rettungsgeräte

---

Es wird empfohlen die Anzahl und die Art des Rettungsgeräts in Hinblick auf spezifische Anforderungen der A380 zu überprüfen.

---

### 13.4.3 Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge

---

Die gültigen Anforderungen gemäß Flugplatzkategorie 9 werden bereits jetzt übererfüllt. Mit den sechs „Großflugfeldlöschfahrzeugen“ wird die Mindestanforderung von drei Fahrzeugen weit übertroffen.

### 13.4.4 Personal

---

Die Anzahl vorgehaltener Rettungskräfte konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht überprüft werden. In jedem Fall sollte die Schichtstärke des flughafeneigenen Rettungspersonals und das von externen Vertragspartnern hinsichtlich der zu Grunde zu legenden und in Abschnitt 12.3.1, Seite 108 dargestellten zu erwartenden Opferzahlen überprüft werden. Relevant sollte dabei gegebenenfalls eine Anpassung der Personalstärke in den Zeiten mit A380-Betrieb sein.

Des Weiteren sollten dem Rettungspersonal die nötigen flugzeugtypspezifischen Informationen zur Verfügung gestellt werden. Die gestiegenen Anforderungen (mehr Insassen, größere Dimension der Flugzeugkabine, durchgehendes Oberdeck, Lage der Tanks etc.) sollten auch innerhalb der Ausbildung und des Trainings noch vor der Aufnahme des Flugbetriebs Berücksichtigung finden.

### 13.5 Fazit

Bedingt dadurch, dass der Betrieb mit A380 mit nur zwei Flugbewegungen pro Tag geplant ist, findet die Ausnahmeregelung Anwendung, durch die der Flughafen Düsseldorf weiterhin der Brandschutzkategorie 9 zugeordnet werden kann, obwohl die Dimensionen der Flugzeugkabine die Kategorie 10 fordern würden. Dadurch sind die Anforderungen bezüglich der vorzuhaltenden Löschmittelmenge und Anzahl der Lösch- und Rettungsfahrzeuge bereits erfüllt. Dies gilt allerdings nur, solange die Anzahl von 700 Flugbewegungen in den verkehrsreichsten drei Monaten eines Jahres nicht überschritten wird. Sollten die Flugbewegungen für A380 zukünftig weiter gesteigert werden, ist die Allokation in die Brandschutzkategorie 9 zu überprüfen.

Ungeachtet der Erfüllung der Mindestanforderungen, sollte überprüft werden, inwiefern die Menge an Löschmitteln in den Löschfahrzeugen angepasst werden sollte. Dies gilt insbesondere angesichts der um ein Drittel höheren Treibstoffkapazität der A380 gegenüber den bisher eingesetzten Großraumflugzeugen. Das betrifft auch die Anzahl der Rettungsfahrzeuge und das dazugehörige Personal, welche in Anbetracht der bereits beschriebenen Erhöhung der Sitzplatzkapazität ebenfalls überprüft werden sollten.

Das Training für das Feuerlösch- und Rettungspersonal sollte durch Information über die spezifischen Eigenschaften der A380 erweitert werden, um ein effektives Handeln im Notfall zu ermöglichen. Dies ist insbesondere wichtig, da der für eine erfolgreiche Rettung entscheidende Zeitfaktor insbesondere

durch die größeren Dimensionen und das durchgehende Oberdeck an Bedeutung gewinnt. Ein weiterer Aspekt könnte die eventuell zusätzlich erforderliche Ausrüstung darstellen. Eine angepasste Menge an Personal sollte entsprechend den neuen Erfordernissen noch vor dem Ersteinsatz der A380 geschult werden.

## 14 Enteisung

### 14.1 Vorgaben

#### 14.1.1 Generelles, Lage

---

ICAO Annex 14 [1] 3.15 und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] BIII, GM1 ADR-DSN.G.375, GM1 ADR-DSN.G.380

Für die Auslegung von Enteisungsflächen sind gemäß ICAO Anhang 14 die folgenden Empfehlungen zu beachten:

Enteisungsflächen sollten an Flugplätzen eingerichtet werden, an denen mit Vereisungen von Luftfahrzeugen zu rechnen ist. Die Flächen sollten an Luftfahrzeug-Standplätzen direkt oder an gesondert liegender Stelle, entlang der für den Start des Luftfahrzeuges gedachten Rollbahnen zur Verfügung stehen. Als primären Faktor für die Lage von Enteisungsflächen gilt die Gewährleistung der Wirksamkeit der Behandlung des Flugzeugs zur Vermeidung neuer Eisbildung, welche abhängig von den meteorologischen Bedingungen mit der Zeit nachlässt und nach dem Beenden des Rollvorgangs bzw. dem Beginn des Startvorgangs gegeben sein muss (Holdover Time).

Enteisungsflächen setzen entsprechende Entwässerungsvorrichtungen zur Ableitung und Sammlung nicht benötigter Enteisungsflüssigkeit voraus, die eine Verunreinigung des Grundwassers ausschließen. Der Einfluss von Verkehrsdichte und vom Verkehrsfluss abfliegender Luftfahrzeuge sollte beachtet werden.

Die Enteisungsflächen sollten gemäß der ICAO-Vorgaben so eingerichtet werden, dass:

- die relevanten Hindernisbegrenzungsflächen eingehalten werden
- Störungen der funkelektrischen Anflughilfen vermieden werden und
- Schubstrahl-Wirkungen von einem vorüberrollenden Luftfahrzeug auf sich in der Enteisung befindliche Luftfahrzeuge beachtet werden, um eine Verminderung der Wirkung der Enteisungsflüssigkeit zu vermeiden.

#### 14.1.2 Größe und Anzahl der Enteisungsflächen:

---

ICAO Annex 14 [1] 3.15.5 ff.

Eine Luftfahrzeug-Enteisungsfläche besteht grundsätzlich aus:

- einer inneren Fläche, um das zu enteisende Luftfahrzeug zu parken,
- einer äußeren Fläche zur Bewegung von zwei oder mehr mobilen Enteisungsgeräten bzw. Enteisungsfahrzeugen.

Die Größe einer Enteisungsfläche sollte gleich der Größe des Luftfahrzeug-Standplatzes für das kritische Bemessungsluftfahrzeug sein, jedoch mit einer zusätzlichen mindestens 3,8 m freien, befestigten Fläche, um die Bewegung der Enteisungsfahrzeuge zu gewährleisten.

Wenn mehr als eine Enteisungsfläche vorgehalten wird, dürfen sich angrenzende Bewegungsflächen der Enteisungsfahrzeuge nicht überschneiden. Zudem müssen auch bei vorüberrollenden Luftfahrzeugen die relevanten Mindestseparationen berücksichtigt werden.

An dieser Stelle wird auf mögliche Abweichungen von o. g. Anforderungen an die Flächenverfügbarkeit unter Beachtung betrieblicher und technisch bedingter Verfahren der lokalen Enteisungsdienste hingewiesen.

Die Anzahl der benötigten Enteisungsflächen richtet sich nach

- den meteorologischen Bedingungen
- den zu enteisenden Luftfahrzeugtypen
- den verwendeten Enteisungsflüssigkeiten
- dem Typ und dem Fassungsvermögen der Enteisungsfahrzeuge und
- der departure flow rate (Anzahl und zeitliche Abfolge der Starts)

EASA CRD to NPA 2011-20 [2] B111

Es wird empfohlen, dass sich die Anzahl der Enteisungsflächen an der Kapazität der maximalen Spitzenstunde, die von der Flugsicherung unter Enteisungsbedingungen gewährleistet werden kann, orientieren soll. Außerdem wird auf weitere Randbedingungen entsprechend ICAO verwiesen (GM1 ADR-DSN.G.385).

Es wird außerdem darauf verwiesen, dass genügend Platz für zwei oder mehr Enteisungsfahrzeuge zur Verfügung steht und eine ausreichende Sicherheitszone zu benachbarten Enteisungsflächen für die Fahrzeugbewegungen besteht. Der Mindestabstand dafür wird (analog zur ICAO) mit 3,8 m angegeben. Der Abstand kann reduziert werden, falls sich die Enteisungsflächen außerhalb der Bewegungsflächen befinden (GM1 ADR-DSN.G.400).

### 14.1.3 Neigungen auf Enteisungsflächen

---

ICAO Annex 14 [1] 3.15.7

Enteisungsflächen sollten mit ausreichenden Neigungen ausgestattet sein, um eine zufriedenstellende Entwässerung der Fläche und die Aufnahme von überschüssiger Enteisungsflüssigkeit zu ermöglichen. Die maximale Längsneigung sollte so gering wie möglich sein, die Querneigung sollte 1% nicht

überschreiten. Dies entspricht der Empfehlung für die generelle Auslegung von Vorfeldflächen (3.13.5).

#### EASA CRD to NPA 2011-20 [2] B111

Die EASA empfiehlt die Installation von Entwässerungseinrichtungen zur sicheren Ableitung der Enteisungsflüssigkeit ohne das Grundwasser zu kontaminieren. Eine Limitierung bezüglich der Querneigung wird nicht thematisiert (GM1 -ADR-DSN.G.390).

#### Sonstige (Erfahrungswerte)

Abgesehen von den vorgenannten ICAO- und EASA-Vorgaben ist - verglichen mit bisherigen Code-Letter E Flugzeugen - mit einer wesentlich erhöhten Menge an verwendetem Enteisungsmittel zu rechnen. Dieses muss adäquat abgeführt werden können, um eine übermäßige Kontamination der Enteisungsfläche und einen damit einhergehenden niedrigen Reibungsfaktor zu vermeiden. Den Unterschied der anfallenden Enteisungsmittelmengen zu kleineren Großraumflugzeugen verdeutlicht Tabelle 32, welche Erfahrungswerte für den durchschnittlichen Verbrauch von Enteisungsflüssigkeiten und die durchschnittlichen Enteisungsdauern am Flughafen Frankfurt Main bei der Enteisung von A380 auf Remote-Positionen zeigt.

Flugzeug-kategorie	1 Step Verfahren (Anti-Icing)			2 Step Verfahren (De-Icing + Anti-Icing)		
	Flüssigkeits-verbrauch [l]	Dauer [min]	[l/min]	Flüssigkeits-verbrauch [l]	Dauer [min]	[l/min]
G (A346, B747, B773 u.ä.)	1010	16	63,13	2270	30	75,67
H (A380)	2300	18	127,78	3700	43	86,05

Tabelle 32: Durchschnittliche Enteisungsflüssigkeitsverbrauch und durchschnittliche Enteisungsdauer, Quelle: Luftfahrzeugenteisungsplan Frankfurt Main Wintersaison 2012/2013 [37]<sup>18</sup>

Da es sich dabei um gemessene Durchschnittswerte handelt, können die Werte bei extrem ungünstigen Witterungsbedingungen (bspw. extreme Minustemperaturen, starker Schneefall) wesentlich höher ausfallen. Aus obigen Ausführungen wird ersichtlich, dass hier spezielle Anforderungen auch an die Vorfeldneigung zu beachten sind, um die Ableitung der anfallenden Flüssigkeiten im Betrieb zu gewährleisten. Eine daraus resultierende, spezifische Vorgabe für die Mindestneigung der betroffenen A380-Enteisungspositionen am Flughafen Düsseldorf ist jedoch auf Grundlage der verfügbaren Informationen nicht möglich.

<sup>18</sup> Beachte: Die Werte entsprechen empirisch gemessenen Durchschnittswerte der vergangenen Jahre und berücksichtigen nicht veränderliche Witterungsbedingungen, Kontamination, Niederschlagsmenge und -art und Temperaturen.

---

#### 14.1.4 Tragfähigkeit der Enteisungsflächen:

---

ICAO Annex 14 [1] 3.15.8 und EASA CRD to NPA 2011-20 [2] BIII, GM1 ADR-DSN.G.395

Die Enteisungsfläche sollte imstande sein, dem Verkehr, für den die Enteisungsfläche gedacht ist, standzuhalten. Berücksichtigt werden muss auch die Tatsache, dass Enteisungsflächen einer höheren Verkehrsdichte und – resultierend aus stehenden oder langsam rollenden Luftfahrzeugen – höheren statischen und dynamischen Belastungen ausgesetzt sind.

---

#### 14.1.5 Mindestseparationen von Enteisungsflächen

---

Enteisungsflächen sind aufgrund der darauf stattfindenden Prozesse und der Bewegung von Luftfahrzeugen, Geräten und bodengebundenen Fahrzeugen als Objekte im Sinne der Einhaltung von Mindestseparationen zu rollenden oder abgestellten Luftfahrzeugen einzustufen. Die in den Abschnitten 6.6 und 7.1 genannten Vorgaben zur Einhaltung von Mindestseparationen zu Rollbahnen / Standplatzrollgassen und Luftfahrzeugstandplätzen sind somit gleichermaßen anzuwenden. Auf eine nochmalige Nennung der Vorgaben (ICAO, EASA, AACG) wird an dieser Stelle verzichtet.

---

#### 14.1.6 Aspekte des Umweltschutzes

---

ICAO Annex 14 [1] 3.15.11f.

Überflüssige Enteisungsflüssigkeit birgt Risiken einer Grundwasserverschmutzung sowie einer evtl. Beeinflussung der Reibungskoeffizienten der Oberfläche der Flugbetriebsfläche. In den Bereichen, wo Enteisungsvorgänge stattfinden, sollte deshalb die Oberflächenentwässerung so gestaltet sein, dass die überflüssige Enteisungsflüssigkeit getrennt aufgenommen werden kann, um eine Vermischung mit Oberflächenwasser und eine Verschmutzung des Grundwassers zu vermeiden (Abscheideeinrichtungen oder Ähnliches vorsehen).

Gemäß den Angaben aus dem ICAO Circular 305 [4] kommt in diesem Zusammenhang besonders dem Airbus A380-800 besondere Beachtung zu, da aufgrund der Dimensionen dieses Luftfahrzeugtyps zum einen eine vermehrte Vorhaltung von Enteisungsmitteln bedacht werden muss und zum anderen auch größere Mengen überflüssiger Enteisungsflüssigkeiten anfallen, die entsprechend behandelt bzw. abgeführt werden müssen (siehe auch Tabelle 32)

## 14.2 Ist-Zustand

### 14.2.1 Generelles, Lage

Als Enteisungsflächen für den A380 sind zum einen der Bereich der Positionen V61 bis V65 im westlichen Vorfeldbereich als auch die Abstellposition V08B im östlichen Vorfeldbereich vorgesehen. (siehe Abschnitt 3.2.4). Die westlichen Enteisungspositionen werden für Abflüge auf der Startbahn 05R genutzt, die östliche Enteisungsposition für Abflüge von der Startbahn 23L. Somit befinden sich die Enteisungspositionen in der Nähe der Aufrollwege.

Die Verfahren zur Enteisung werden in der Arbeitsanweisung Flugzeugenteisung [22] beschrieben. Für die Enteisung stehen insgesamt 10 Fahrzeuge vom Typ Vestergaard Elephant Beta zur Verfügung.

### 14.2.2 Größe der Enteisungsflächen

Folgend sind die Abstände der Flugzeugkante einer A380 bis zur Grenze der befestigten Fläche der Enteisungspositionen aufgeführt (Tabelle 33).

Abstand Kontur A380 vs. Grenze Enteisungsposition	Ist-Abstand [m]
A380 auf V08B vs. Grenze Rollkorridor Standplatzrollgasse T (rechts)	min. 12,93 m
A380 auf V08B vs. Grenze Rollkorridor Standplatzrollgasse L4 (dahinter)	min. 10,50 m
A380 auf V08B vs. Grenze Fahrkorridor (links)	min. 20,70 m

Tabelle 33: Ermittelte Abstände zwischen A380 und äußerster Grenze der Enteisungsposition

Da die Position V07 neben der genutzten Position V08B bei Belegung mit einem A380 blockiert wird, ist der Bewegungsraum für Enteisungsfahrzeuge auch vor dem Bug einer A380 gewährleistet.

Für die Enteisungsposition im Bereich V61 - V65 liegen keine genauen Informationen über die Positionierung der A380 vor. Daher kann dieser Bereich nicht genauer untersucht werden.

#### 14.2.3 Neigungen auf Enteisungsflächen

---

Sämtliche vorgesehene Enteisungsflächen befinden sich auf dem Vorfeld. Da dieses nach den ICAO-Maßgaben für Vorfeldflächen ausgelegt ist und sich die ICAO- und EASA-Anforderungen für Vorfeldflächen allgemein und für Enteisungsflächen im Besonderen bezüglich der Neigung decken, ist davon auszugehen, dass der empfohlene Grenzwert von 1 % Neigung nicht überschritten wird (siehe Grundprämisse Vorgabenkonformität, Abschnitt 4.3).

Im Hinblick auf die Eignung der vorhandenen Vorfeldneigung zur Gewährleistung einer ausreichenden Ableitung von anfallenden Flüssigkeiten bei A380-Enteisungsvorgängen kann auf Grundlage der vorliegenden Informationen keine Aussage getroffen werden.

#### 14.2.4 Tragfähigkeit der Enteisungsflächen:

---

Das Fazit der Untersuchung der Tragfähigkeit relevanter Flugbetriebsflächen in Abschnitt 8.4, Seite 88 konstatiert die Einhaltung der Vorgaben für alle Vorfeldbereiche. Somit erfüllen auch die zur Enteisung vorgesehene Abstellposition V08B sowie der Bereich der jetzigen Positionen V61 bis V65 diese Anforderung.

#### 14.2.5 Mindestseparationen von Enteisungsflächen:

---

Keine der untersuchten Enteisungspositionen grenzt direkt an eine Rollbahn des Rollfeldes oder eine Vorfeldrollbahn.

Die relevanten Abstände der Mittellinie der Standplatzrollgassen zu Objekten wurden bereits in Abschnitt 6.6.2 ermittelt. Relevant bezüglich der Enteisungsfläche ist in dem Fall der Bezug zur Grenzlinie der Standplatzrollgassen T und L4.

Die Prüfung zur Einhaltung der Mindestseparation zu angrenzenden Luftfahrzeugstandplätzen entfällt, da eventuell in Frage kommende Nachbarpositionen bei der Enteisung von A380 (z. T. aufgrund des vorgesehenen Durchrollvorgangs) ohnehin gesperrt werden müssen (betrifft z. B. Standplätze V06 und V07 bei Belegung V08B mit A380, siehe auch Abschnitt 7.2.3).

#### Hinweis:

Die im CAD-Plan [17] enthaltene Abstellfläche für Enteisungsgeräte auf der Fläche des Standplatzes V08B ragt in

die vorgesehene Enteisungsfläche. Daher müsste diese im Zuge der Detailplanung entweder entfernt werden oder alternativ das Abstellen der Geräte bei Belegung der Position durch A380 betrieblich eingeschränkt werden.

Für die Enteisungsposition im Bereich V61 - V65 liegen keine genauen Informationen über die Positionierung der A380 vor. Daher kann dieser Bereich nicht genauer untersucht werden.

#### 14.2.6 Aspekte des Umweltschutzes

---

Abwässer werden generell über Stauraumkanäle in die Klärbecken abgeleitet und werden nach der Reinigung mit Flüssigkeitsabscheidern anschließend in den naheliegenden Kittelbach geleitet. Bei Überschreitung des Grenzwertes für den gesamten organischen Kohlenstoff (Total Organic Carbon) von 40mg/l, bspw. hervorgerufen durch Enteisungsmittel, wird automatisch eine Umleitung in die städtische Kanalisation eingeleitet [38]. Die Aufnahmekapazität der Stauraumkanäle, der Klärbecken und des Anschlusses an das Kanalisationssystem sind nicht bekannt.

### 14.3 Ergebnis/Bewertung

#### 14.3.1 Generelles, Lage

---

Die Anzahl der für die Enteisung der A380 vorgesehenen Flächen der Abstellpositionen V08B und V61-V65 sind - allein für den A380-Betrieb betrachtet - ausreichend, wenn man von einem täglichen Abflug ausgeht. Inwieweit die Anzahl der Enteisungspositionen der Nachfrage insgesamt gerecht wird, ist nicht Gegenstand dieses Berichtes und müsste separat auf Basis eines kompletten Prognoseflugplans ermittelt werden. Die Nähe der westlichen Enteisungspositionen zu den Aufrollwegen zur Startbahn 05R bzw. der östlichen Enteisungspositionen zu den Aufrollwegen zur Startbahn 23L wird hinsichtlich der Einhaltung der „Holdover Time“ als vorteilhaft gewertet. Die Arbeitsanweisung Flugzeugenteisung [22] sollte in diesem Zusammenhang in Bezug auf folgende Aspekte ergänzt werden:

- Für den Flugzeugtyp A380 sollen ausschließlich die Enteisungsposition V08B für Starts auf RWY 23L genutzt werden.
- Für den Flugzeugtyp A380 sollen ausschließlich die noch genauer zu definierende Enteisungsposition im Bereich V61 - V65 für Starts auf RWY 05R genutzt werden.
- Die Blockierung benachbarter Flugzeugpositionen an V08B gemäß Abschnitt 7.1 sowie 7.2.
- Ggf. Blockierung benachbarter Flugzeugpositionen für die Enteisungsposition im Bereich V61 - V65

Es ist zu überprüfen, ob die Einsatzhöhe der vorhandenen Enteisungsfahrzeuge vom Typ Elephant Beta auch für die Enteisung der obersten Bereiche am Seitenleitwerk der A380 genügt<sup>19</sup>. Ggf. muss neues, für diese Teile der A380 geeignetes Enteisungsgerät beschafft werden.

### 14.3.2 Größe der Enteisungsflächen

---

Hinsichtlich der Größe der Enteisungsposition V08B wird der geforderte Aktionsraum für Enteisungsfahrzeuge um das Flugzeug von mindestens 3,8 m erfüllt. Für die Enteisungsposition im Bereich V61 - V65 kann keine Bewertung vorgenommen werden.

### 14.3.3 Neigung der Enteisungsflächen

---

Da sich die Empfehlungen für Neigungsgrenzwerte für Vorfelder allgemein und Enteisungspositionen im Speziellen decken, gibt es hier keine gesonderte Anforderung. Der Punkt ist damit erfüllt.

Im Hinblick auf die Eignung der vorhandenen Vorfeldneigung zur Gewährleistung einer ausreichenden Ableitung von anfallenden Flüssigkeiten bei A380-Enteisungsvorgängen kann auf Grundlage der vorliegenden Informationen keine Aussage getroffen werden. Es wird daher empfohlen, dass dieser Punkt nach Vorlage entsprechender Detailinformationen (bspw. ursprünglich unterstelltes Starkregenereignis zur Bemessung der Vorfeldneigung am Flughafen Düsseldorf als Vergleichswert für die Ableitung von Enteisungsflüssigkeiten) separat geprüft und bewertet wird.

### 14.3.4 Tragfähigkeit der Enteisungsflächen

---

Im Abschnitt 7.1.2 wurde bereits der Nachweis der Erfüllung der Anforderungen bezüglich der Tragfähigkeit für alle Vorfeldflächen gebracht. Damit erfüllen die Enteisungsflächen ebenfalls die geforderten Vorgaben.

<sup>19</sup> Das Datenblatt des Herstellers war ausschließlich für den neueren Typ Vestergaard Elephant Beta NG (Next Generation) verfügbar (Abruf von Firmenhomepage am 14.08.2013) und weist eine maximale Höhe der Sprühdüse von 21 m (optional 22,6 m) auf. Es ist nicht bekannt, ob die am Flughafen Düsseldorf vorhandenen Elephant Beta dieselben Eigenschaften besitzen. Die maximale Höhe des Seitenleitwerks der A380 beträgt 24,08 m (siehe Tabelle 1, Seite 17).

---

### 14.3.5 Mindestseparationen von Enteisungsflächen

---

Das Ergebnis mitsamt den damit verbundenen Einschränkungen entspricht denen im Abschnitt 6.6.3 (Rollgassen). An dem untersuchten A380-Standplatz V08B sind entsprechende Belegungseinschränkungen auf den Nachbarpositionen zu beachten (siehe Abschnitte 7.1.3 und 7.2.3).

---

### 14.3.6 Aspekte des Umweltschutzes

---

Die Leistungsfähigkeit der für die Abführung der Abwässer und Enteisungsmittel genutzten Anlagen, die auf den A380-Enteisungspositionen anfallen, ist dem Verfasser nicht bekannt. Daher kann keine Wertung vorgenommen werden. Es wird somit empfohlen, die Aufnahmekapazität der Stauraumkanäle an beiden vorgesehenen Enteisungsbereichen und der Abscheideranlagen separat und anhand von Detailinformationen zu prüfen und zu bewerten.

### 14.4 Fazit

Die Anforderungen bezüglich der Beschaffenheit der für die A380 vorgesehenen und im Kontext der durchgeführten Untersuchung prüfbaren Enteisungspositionen werden erfüllt. Nachfolgende ergänzende Hinweise sollten beachtet werden:

- Prüfung ggf. Ergänzung der Arbeitsanweisung Flugzeugenteisung [22] bezüglich A380-relevanter Aspekte
- Berücksichtigung von Belegungsbeschränkungen auf Nachbarpositionen bei A380-Enteisungsvorgängen
- Durchführung Detailplanung des Enteisungsbereichs V61 - V65 und erneute Prüfung anhand der Planungsdaten
- Prüfung der Eignung der Vorfeldneigung, der Stauraumkanäle und Abscheideranlagen in Bezug auf die Gewährleistung einer ausreichenden Ableitung von anfallenden Enteisungsflüssigkeiten bei A380-Enteisungsvorgängen



Bei der Betankung durch Betankungsfahrzeuge ist sicher zu stellen, dass ein freier Korridor als Fluchtweg gewährleistet ist (vgl. ICAO Doc 9137 Part 8 [39], 10.6.2.1).

### 15.1.3 Bodenstromversorgung

---

Es gibt verschiedene Möglichkeiten das Flugzeug am Boden mit Strom zu versorgen.

1. Jedes Flugzeug hat eine eingebaute APU (Hilfsturbine), die das Flugzeug am Boden mit Strom versorgen kann. Damit ist die Versorgung unabhängig von am Flughafen zur Verfügung gestellten Einrichtungen.
2. Die Stromversorgung kann auch extern zur Verfügung gestellt werden. Dies kann geschehen durch
  - a. Stationäre Einrichtungen oder
  - b. Mobile Einrichtungen (GPUs - Ground Power Units).

Gemäß Flughafenbenutzungsordnung (FBO) [21] ist die bordeigene Stromversorgung (APU) auf ein Minimum zu reduzieren. Es wird empfohlen, die Stromversorgung mittels externer Einrichtungen zu gewährleisten.

### 15.1.4 Pre-Conditioned Air (PCA)

---

Pre-Conditioned Air (PCA) ist ein System, welches dem Flugzeug vorklimatisierte Luft über eine Anlage an der Fluggastbrücke zur Verfügung stellt. In Abhängigkeit von den getroffenen Kundenvereinbarungen kann die entsprechende Installation an der Abstellposition C02 geplant und vorgenommen werden. Da zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Berichtes keine Detailinformationen bezüglich der Vorhaltung dieses Systems an der Position C02 vorlagen (Pläne, Herstellerangaben etc.), kann im Folgenden keine Bewertung dieses Aspektes erfolgen.

### 15.1.5 Sonstige Anlagen

---

Prinzipiell ist bei einer Vielzahl von Abfertigungseinrichtungen, die in den Abfertigungsprozess von Luftfahrzeugen des Typs A380 involviert sein können (siehe Abbildung 32), zu beachten, dass durch die maßgebenden Abmessungen diese Luftfahrzeugtyps (z. B. Türschwellenhöhen für Main und Upper Deck, Höhe der Service-Anschlüsse usw.) besondere Anforderungen gestellt werden, um den Abfertigungsprozess innerhalb der geplanten Bodenzeiten sicher, effizient und zügig durchführen zu können. Da eine positionsspezifische Prüfung der Anlagenkompatibilität nur anhand vorliegender

Detailangaben (z. B. in Bezug auf Bodenmarkierungen der Luftfahrzeugstandplätze, diverse Herstellerangaben des eingesetzten Geräts etc.) möglich ist und diese derzeit noch nicht vorliegen, kann eine solche Bewertung aktuell noch nicht erfolgen.

## 15.2 Ist-Zustand

### 15.2.1 Fluggastbrücken

---

Für die gebäudenaher Abstellposition C02 sind drei Fluggastbrücken geplant. In dem vom Flughafenbetreiber zur Verfügung gestellten Plan [12], konnten folgende Fluggastbrücken (oder baugleich ähnliche) identifiziert werden:

- Brücke 1: TyssenKrupp A380-M2HR verwendet für Left Main Deck Door M4L
- Brücke 2: TyssenKrupp A380-M2LH verwendet für Left Main Deck Door M1L
- Brücke 3: TyssenKrupp A380-U1RH verwendet für Left Upper Deck U1L

Für die Überprüfung der Kompatibilität der Fluggastbrücken für den A380 wurden die Software PathPlanner [10] verwendet.

Unter der Annahme, dass die Rotundenhöhe der Brücken 1 und 2 eine Höhe zwischen 3,4 m - 4,8 m und Brücke 3 eine Höhe zwischen 6,0 m - 8,4 m haben werden (Detailangaben dazu lagen nicht vor), konnte die Kompatibilität der gewählten Brücken für den A380 festgestellt werden. In Abhängigkeit der tatsächlichen Rotundenhöhe muss dabei eine entsprechende Teleskopsäule verwendet werden.

Der Mindestsicherheitsabstand von 7,5 m zwischen A380-800 und den Fluggastbrücken (in Parkposition) ist für die Position C02 gewährleistet.

### 15.2.2 Verfügbarer Platz für Bodenabfertigungsgeräte

---

Da noch keine detaillierte Entwurfsplanung für Bodenmarkierungen an den untersuchten A380-Standplätzen vorlag, wurde eine überschlägige Überprüfung der Machbarkeit zur Gewährleistung ausreichender Bewegungsbereiche für Bodenabfertigungsgeräte und -fahrzeuge durchgeführt.

Im Ergebnis dessen, wird die Umsetzbarkeit einer solchen Planung für die Abstellpositionen C02, V08B und V11B bestätigt.

Ebenso kann ein Fluchtweg für Betankungsfahrzeuge an allen drei für den A380 vorgesehenen Flugzeugabstellpositionen gewährleistet werden<sup>20</sup>.

### 15.2.3 Bodenstromversorgung

---

---

Nach Angaben des Flughafenbetreibers wird die Stromversorgung der A380 auf den Vorfeldpositionen durch externe Einrichtungen gewährleistet. Die Bodenstromversorgung der gebäudenahen Position C02 wird mittels GPUs oder über die Fluggastbrücke umgesetzt.

### 15.2.4 Pre-Conditioned Air

---

---

Nach Angaben des Flughafens ist die Installation von Pre-Conditioned Air für die Abstellposition C02 vorgesehen. Detailplanungen dazu liegen jedoch nicht vor.

### 15.2.5 Sonstige Anlagen

---

---

Aufgrund der fehlenden Angaben (Detailentwurfplanung für die Luftfahrzeugstandplätze, Herstellerangaben zu den Anlagen etc.) ist eine Darstellung des Planungszustands derzeit nicht möglich.

## 15.3 Ergebnis / Bewertung

### 15.3.1 Fluggastbrücken

---

---

Die Kompatibilität der untersuchten Fluggastbrücken wird unter Beachtung der eingeschränkten Datenlage generell für den geplanten A380-Betrieb bestätigt. Es wird empfohlen, nach Vorlage der Detailentwurfplanung eine erneute detaillierte Prüfung vorzunehmen.

<sup>20</sup> Es wird darauf hingewiesen, dass der Platzbedarf je nach Abfertigungsgesellschaft und eingesetzten Abfertigungsfahrzeugen variieren kann. Dabei ist immer sicher zu stellen, dass ein ausreichender Sicherheitskorridor für Tankfahrzeuge gewährleistet ist.

---

### 15.3.2 Verfügbarer Platz für Bodenabfertigungsgeräte

---

Die verfügbaren Flächen im Bereich der untersuchten A380-Luftfahrzeugstandplätze werden generell als ausreichend bemessen eingestuft. Nach Vorlage der Detailentwurfsplanung wird die Durchführung einer entsprechenden Detailprüfung empfohlen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die Markierungen der bestehenden Abstellfläche an C02 für Bodenverkehrsdienste für den Flugzeugtyp A380 angepasst wird oder gewährleistet wird, dass dieser Bereich im Falle der Nutzung eines A380 auf C02 frei geräumt sind.

---

### 15.3.3 Bodenstromversorgung

---

Die Stromversorgung des Luftfahrzeugtyps A380 an den untersuchten Luftfahrzeugstandplätzen wird prinzipiell gewährleistet. Eine tiefer gehende Prüfung kann aufgrund der noch nicht vorliegenden Entwurfsplanung und fehlender Angaben zu den eingesetzten Geräten derzeit noch nicht erfolgen.

---

### 15.3.4 Pre-Conditioned Air

---

Nach Angaben des Flughafens ist die Installation von Pre-Conditioned Air für die Abstellposition C02 vorgesehen. Detailplanungen dazu liegen jedoch nicht vor. Eine detaillierte Bewertung ist somit nicht möglich.

---

### 15.3.5 Sonstige Anlagen

---

Aufgrund der fehlenden Angaben (Detailentwurfsplanung für die Luftfahrzeugstandplätze, Herstellerangaben zu den Anlagen etc.) ist eine Darstellung des Planungszustands derzeit nicht möglich.

## 15.4 Fazit

Anhand der wenigen vorliegenden Informationen kann zunächst lediglich die generelle Eignung sowie eine ausreichende Flächenbemessung zur Durchführung von A380-Abfertigungsprozessen auf den untersuchten Standplätzen bestätigt werden. Nach Vorlage entsprechender Detailplanungen wird die Durchführung tiefer gehender Untersuchungen (vor Aufnahme des A380-Betriebs) empfohlen.

## 16 Zusammenfassung

Die Untersuchungen werden wie folgt zusammengefasst:

1. Bei der Anwendung der Vorgaben des ICAO Annex 14 [1] und EASA [2] sowie nach AACG [3] wurden unter Zugrundelegung des Betriebs des Luftfahrzeugtyps A380 auf den zu untersuchenden Flugbetriebsflächen des Flughafens Düsseldorf eine Reihe von Abweichungen detektiert.
2. Zur Kompensation der Verfehlungen bieten sich eine Reihe anerkannter Maßnahmen, die tlw. auch auf anderen Flughäfen (z.B. Frankfurt-Main) erfolgreich durchgeführt werden und auch hier zur Anwendung empfohlen werden.

In dem Vorliegenden Bericht wurden diejenigen Vorgaben geprüft, welche explizit den Betrieb des Luftfahrzeugtyps A380-800 betreffen. Unter Inanspruchnahme der vorliegenden Nachweise konnten bei folgenden Punkten Verfehlungen nach ICAO [1], EASA [2] und AACG [3] aufgezeigt werden, welche durch entsprechende Kompensierungsmaßnahmen beseitigt werden sollten. Verfehlungen die nur nach ICAO oder EASA detektiert wurden, jedoch keine Verfehlung nach AACG darstellen, wurden in der folgenden Tabelle nicht mit aufgeführt.

Hauptkapitel	Unterkapitel	Verfehlung	Ansätze zur Kompensierung
5. Start- und Landebahn	5.2.	Fehlende Informationen zur Tragfähigkeit und Oberflächenbeschaffenheit der äußeren Schultern	Derzeit sind am Flughafen Düsseldorf Ertüchtigungsarbeiten im eingeebneten Streifenbereich der Start- und Landebahn 05R/23L geplant. Abhängig von den Ergebnissen sollte dann eine abschließende Bewertung sowohl bzgl. ICAO- und EASA-Vorgaben, als auch hinsichtlich der AACG-Vorgaben erfolgen.
	5.3	Mobile Objekte im Streifen	Unbeabsichtigtes Eindringen in den Sicherheitsbereich der Südpiste über Schotterweg verhindern.
6. Rollbahn/ Standplatzrollgasse	6.1.	Keine Angaben zu den Rollgassenbreiten L4, T, P4, W	Erfassung entsprechender Informationen auf dessen Grundlage eine entsprechende Bewertung der Vorgabenkonformität erfolgen kann.
	6.1.	Unterschreitung der erforderliche Rollbahnbreite auf dem TWY L3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau von Fillets in Kurveninnenbereichen an der Rollbahn L3 auf Grundlage der Ergebnisse</li> <li>• Veränderungen der Rollführung (Verlegung der Roll-Leitlinien, Rollbahnmittellinienmarkierung und Rollbahnmittellinienbefeuern),</li> <li>• Festlegung spezifischer Steuerungsmethoden (Oversteering) für den Luftfahrzeugtyp A380,</li> <li>• Führung des Luftfahrzeugtyps A380 durch Follow-Me-Unterstützung,</li> <li>• Festlegung anderer Rollführungen für A380 über die Rollbahn L4.</li> </ul>

Hauptkapitel	Unterkapitel	Verfehlung	Ansätze zur Kompensierung
	6.2	Keine Angaben zu Breite, Beschaffenheit und Tragfähigkeit der zu untersuchenden Rollbahnen (Außer TXY M und L1)	Es wird empfohlen, eine Erfassung entsprechender Informationen (z. B. anhand von Plattendruckversuchen, Rammsondierungen) durchzuführen, auf dessen Grundlage eine entsprechende begründete Bewertung der Vorgabenkonformität erfolgen kann.
	6.3.	Keine Angaben für die TWYs M und L1 außerhalb des Bereichs bis 46,5 m zu jeder Seite. Keine Angaben zu den anderen zu untersuchenden Rollbahnen	Erfassung entsprechender Informationen auf dessen Grundlage eine entsprechende Bewertung der Vorgabenkonformität erfolgen kann.
	6.5.	Unterschreitung der Separationsminima zwischen TWY M und TWY N und zwischen TWY M und TWY T	Sofern Luftfahrzeuge des Typs A380 auf der Rollbahnen M operieren sind (je nach Rollabschnitt) entsprechende betriebliche Einschränkungen (z. B. Spannweitenbegrenzungen) auf den benachbarten Rollbahnen T und N zu beachten.
	6.6.	Unterschreitung der Separationsminima an den TWY M, P4, W(neu), L4 und T	Die entsprechenden Kompensationsmaßnahmen zu jeder Unterschreitung sind dem Kapitel 6.6 zu entnehmen.
	6.8.	Unterschreitung der Mindestabstände der Intermediate Holding Positions (TWY L5, P3 und P4). Keine Angaben in den übermittelten CAD Plänen über die Intermediate Holding Positions auf den Rollbahnen L4 (südöstl. TWY M) und L7 (südöstl. TWY M)	Die Verlegung der Holding Positions wird empfohlen, um mindestens den AACG-Vorgaben zu entsprechen. Für die fehlenden Angaben wird empfohlen, die CAD-Daten und/oder die AIP-Angaben unter Beachtung des Bestands zu aktualisieren / zu korrigieren.
7. Luftfahrzeug-standplatz	7.1.	Unterschreitung des Sicherheitsabstandes von V11B durch eine Vorfeldstraße.	Eine Sperrung oder Teilspernung der Vorfeldstraße im Falle einer Nutzung der Position V11B durch den Flugzeugtyp A380 ist notwendig, um den geforderten Mindestabstand von 7,5 m zu gewährleisten.
		Betriebliche Einschränkungen benachbarter Flugzeugabstellpositionen bei der Belegung der Alternativpositionen V08B und V11B	Die Einschränkungen der Abstellpositionen sind dem Kapitel 7.1 zu entnehmen.
	7.2.	Betriebliche Einschränkungen benachbarter Flugzeugabstellpositionen bei der Belegung der Alternativpositionen V08B und V11B	Beim Verlassen der Alternativabstellpositionen V08B und V11B ohne Schleppunterstützung kommt es zu betrieblichen Einschränkungen auf benachbarten Abstellpositionen.
8. Tragfähigkeit Flugbetriebsflächen	8.	Keine Angaben zu Tragfähigkeit der Rollgasse W(neu)	Erfassung entsprechender Informationen auf dessen Grundlage eine entsprechende Bewertung der Vorgabenkonformität erfolgen kann.
9. Schachtbauwerke	9.	Fehlenden Daten zu den vorhandenen Installationen im Schulter- und eingeebneten Streifenbereich (mit Ausnahme TWY M und L1)	Erfassung entsprechender Informationen auf dessen Grundlage eine entsprechende Bewertung der Vorgabenkonformität erfolgen kann.

Hauptkapitel	Unterkapitel	Verfehlung	Ansätze zur Kompensierung
11. Jet Blast	11.	Überschreitung der empfohlenen Grenze der Strömungsgeschwindigkeit für Fahrzeug- und Geräteflächen an den Positionen V08B und V11B, keine Informationen; keine Angaben zur Positionierung an westlicher Enteisungsposition	Implementierung betrieblicher Maßnahmen zur Sicherstellung der Freiheit von Fahrzeugen und Geräten in den betroffenen Bereichen; Untersuchung der westlichen Enteisungsposition nach Festlegung der A380-Positionierung im Bereich V61-V65
12. Flugplatznotfall-plan	12.	Keine Angaben zum Umfang vergangener ICAO-Vollübungen bezüglich der Zielstellung und des Übungsumfangs	Empfehlung, dass die größere Anzahl betroffener Personen, Zielstellung oder Bestandteil zukünftiger ICAO-Übungen sein sollte, um den Gefahrenabwehrplan auf Basis der geänderten Randbedingungen praktisch zu testen und eventuelle Mängel festzustellen.
13. Rettungs- und Feuerlöschwesen	13.	Keine Informationen über Schulungs- und Trainingsinhalte von Rettungspersonal	Schulung des Rettungspersonals in Bezug auf die geänderten Anforderungen durch A380-Betrieb
14. Enteisung	14.	Unterschreitung der Separationsminima für die östliche Enteisungsposition auf V08B und L4 bzw. T (siehe 6.6); Keine Informationen über die A380-Positionierung auf der vorgesehen westlichen Enteisungsposition	Die entsprechenden Kompensationsmaßnahmen zu jeder Unterschreitung sind dem Kapitel 6.6 zu entnehmen; Untersuchung der westlichen Enteisungsposition nach Festlegung der A380-Positionierung im Bereich V61-V65
15. Abfertigungseinrichtungen	15.	Fehlende Detailentwurfplanung der Abstellpositionen	Nach Detailplanungen wird die Durchführung tiefer gehender Untersuchungen (vor Aufnahme des A380-Betriebs) empfohlen.

Tabelle 34: Zusammenfassende Darstellung der Verfehlungen und Maßnahmen zur Kompensierung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass unter Beachtung der genannten Maßnahmen zur Kompensation der festgestellten Abweichungen inklusive dessen praktischer Umsetzung für die untersuchten und bewertungsfähigen Aspekte der luftseitigen Infrastruktur aus gutachterlicher Sicht die flugbetriebliche Sicherheit für den geplanten Betriebs des Luftfahrzeugtyps A380-800 am Flughafen Düsseldorf als gegeben eingestuft wird.

Für die mangels Datenverfügbarkeit nicht bewertungsfähigen Untersuchungsaspekte ist zunächst eine entsprechende Bestandsdatenerfassung / Detailplanung durchzuführen. Darauf aufbauend kann dann die vorliegende Untersuchung durch die Einbeziehung bisher noch fehlender Prüfpunkte separat ergänzt werden, um so eine vollständige Bewertung zu erreichen.

## Abkürzungsverzeichnis

AACG	Airbus Airport Compatibility Group
ACAP	Airplane Characteristics for Airport Planning
ACN	Aircraft Classification Number
AD	Aerodromes
ADM	ICAO Aerodrome Design Manual
AIP	Aeronautical Information Publication
AMC	Acceptable Means of Compliance
APU	Auxiliary Power Unit - Hilfstriebwerk
BMVBW	Bundesminister für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
CAD	Computer-aided Design
CAT	Kategorie des ILS
CDR	Comment Response Document
CS	Certification Specification
CUTE	Common Use Terminal Equipment
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
DIN	Deutsches Institut für Normen
DIN EN	Deutsche Übernahme einer Europäischen Norm
EASA	European Aviation Safety Agency
EDDL	ICAO-Code für Flughafen Düsseldorf
FDG	Flughafen Düsseldorf GmbH
FBO	Flughafenbenutzungsordnung
GM	Guidance Material
GPU	Ground Power Unit - Bodenstromaggregat
ICAO	International Civil Aviation Organisation
ILS	Instrumentenlandesystem
LFZ	Luftfahrzeug
MEHT	Minimum Eye Height
MGC	Main Gear Clearance
MTOW	Maximum Take-Off Weight
NPA	Notice of Responed Amendment
NRW	Nordrhein Westfalen
OFZ	Obstacle Free Zone
OPS	Operations
PAPI	Precision Approach Path Indicator
PCN	Pavement Classification Number

RWY	Runway
SITA	SITA S.C.
SLB	Start- und Landebahn
TWY	Taxiway
WTC	Wing Tip Clearance

## Quellenverzeichnis

- [1] ICAO, Annex 14 Volume I, Aerodromes - Aerodrome Design and Operations incl. Amdt 10A/B, 5. ed., Montreal, 2009.
- [2] European Aviation Safety Agency, EASA CRD to NPA-2011-20, 26. November 2012.
- [3] AACG, Common Agreement Document of the A380 Airport Compatibility Group, Version 2.1, 2002.
- [4] ICAO, Circular 305-AN/177, Operation of New Larger Aeroplanes at Existing Aerodromes, Montreal, 2004.
- [5] Eurocontrol, Air Navigation System Safety Assessment Methodology, Edition 1.0, 17.04.2000.
- [6] ICAO, Doc 9156, Accident-Incident Report Manual (ADREP Manual), 2. ed., 1987.
- [7] ICAO, Doc 9157, Aerodrome Design Manual Part 2, Taxiways, Aprons and Holding Bays, 4. Hrsg., 2005.
- [8] ICAO, Doc 9157, Aerodrome Design Manual Part 1, Runways, 3. ed., Montreal, 2006.
- [9] ICAO, Circular 301-AN/174, New Larger Aeroplanes - Infringement of Obstacle Free Zone: Operational Measures and Aeronautical Study, 2005.
- [10] Simtra Aerotech AB, Flugplatzplanungssoftware PathPlanner 6.03 (193) der Simtra Aerotech AB, Schweden, Göteborg, Juli 2013.
- [11] Deutsche Flugsicherung GmbH, Luftfahrthandbuch Deutschland (AIP), Teil Aerodromes (AD), Flughafen Düsseldorf, Langen, Stand 03/2013.
- [12] Flughafen Düsseldorf GmbH, Plan: 130628\_Rollen\_A380\_nach\_BA2010.dwg, Juni 2013.
- [13] Spiekermann AG, Studie A380, Lageplan: Brücken C02, 10. April 2013.
- [14] Flughafen Düsseldorf GmbH, Plan: Vorfeld Ost airsight.dwg, 16. Juli 2013.
- [15] Flughafen Düsseldorf GmbH, Gefahrenabwehrplan, Version 23, 26. Juli 2012.
- [16] Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen, unterzeichnet von Gernot Riediger (Direktor "Airport Policies"), „Recommendation Letter to the AACG Common Agreement Document,“ Bonn, 2003.

- [17] Flughafen Düsseldorf GmbH, CAD Bestandsplan, 130308\_Bestand\_farbe\_o\_xref.dwg, März, 2013.
- [18] Spiekermann AG, Studie A380, Regelquerschnitt: S/L-Bahn Bestand / Umbau Code F, September 2010.
- [19] Spiekermann AG, Regelquerschnitt Baufeld 1-4, Ausbauplanung, 14. Dezember 2006.
- [20] Flughafen Düsseldorf GmbH, Excel Datei: 18\_ILS-Schutzzonenkoordinaten\_DUS05R\_05022009.xls, Februar 2009.
- [21] Flughafen Düsseldorf GmbH, Flughafenbenutzungsordnung (FBO) der Flughafen Düsseldorf GmbH (FDG), Richtlinien und Hinweise für Luftverkehrsgesellschaften, Mieter, Konzessionäre, Lieferanten sowie für alle Nutzer des Verkehrsflughafen Düsseldorf International, 08. März 2012.
- [22] Flughafen Düsseldorf GmbH, Arbeitsanweisung, Aircraft De-/Anti-icing Flugzeugenteisung, 2012-13.
- [23] Flughafen Düsseldorf GmbH, Georeferenziertes Luftbild\_DOP\_ECW\_5cm, Februar 2012.
- [24] Flughafen Düsseldorf GmbH, Sanierung der Start- und Landebahn 05R/23L - PAPI - Anlagen, September 1997.
- [25] ICAO, Doc 9137, Airport Services Manual Part 9, Airport Maintenance Practices, 1. ed., 1984.
- [26] ICG Düsseldorf GmbH & Co. KG, Düsseldorf Airport DUS Rollbahn Mike: Tragfähigkeit der unbefestigten Schultern, 06.11.2013.
- [27] Airbus, A380 - Aircraft Characteristics Airport Maintenance Planning,, Issue: Mar 30/05, Rev. Nov 01/2012 Hrsg., 31707 Blagnac Cedex, 2012.
- [28] Deutsches Institut für Normung, DIN/EN 124, Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen, August 1994.
- [29] Deutsches Institut für Normung, DIN 1229, Einheitsgewichte für Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen, Juni 1996.
- [30] Deutsches Institut für Normung, Einheitsgewichte für Aufsätze und Abdeckungen für Verkehrsflächen, Norm-Entwurf 1229: 2013-05, Mai 2013.
- [31] Deutsches Institut für Normung, DIN 19580, Entwässerungsrinnen für Verkehrsflächen, Juli 2010.
- [32] Spiekermann AG, Trafoschacht Typ A, Schachtausführung, 14.12.2006.
- [33] Airbus S.A.S., Airbus Aircraft Data For Visual Aids, Technical Memorandum, Dezember 2011.

- [34] ICAO, Doc 9137, Airport Services Manual Part 7, Airport Emergency Planning, 2. ed., Montreal, 1991.
- [35] N. Horthong, „Telefonnotiz mit Lutz Honerla, Centerleitung Marketing & Strategie,“ Düsseldorf, 25.02.2013.
- [36] ICAO, Doc 9137, Airport Services Manual Part 1, Rescue and Fire Fighting, 3. ed., Montreal, 1990.
- [37] Fraport AG, Frankfurt Flughafen, Luftfahrzeugenteisungsplan Frankfurt/Main Wintersaison 2012/2013, 15.10.2012.
- [38] Flughafen Düsseldorf GmbH, Flughafen Webseite: <http://www.dus.com/dus/gewaesserschutz>, Abwasser von Vorfeldflächen und Bahnsystemen, Stand 14.August 2013.
- [39] ICAO, Doc 9137, Airport Services Manual Part 8, Airport Operational Services, 1. ed., Montreal, 1983.
- [40] ICAO, Doc 8168, Procedures for Air Navigation Services - Aircraft Operations, Volume II Construction of Visual and Instrument Flight Procedures, 5. ed., 2006.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Abmessungen A380-800 gemäß PathPlanner® [10] .....	20
Abbildung 2: Flugplatzkarte (Aerodrome Chart) gemäß AIP [11] EDDL 2-5, 20.09.2012.....	21
Abbildung 3: Untersuchungsumfang Rollbahnen (Quelle: AIP [11] EDDL 2-5, 20.09.2012).....	22
Abbildung 4: Abstellposition C02 [13] .....	23
Abbildung 5: Alternativabstellpositionen V08B und V11B [14] .....	24
Abbildung 6: Enteisungsbereich V61-V65 .....	26
Abbildung 7: Regelquerschnitt Start- und Landebahn [18] .....	33
Abbildung 8: Lage der Schranken und Schotterweg .....	37
Abbildung 9: Unterschreitung Mindestabstand Rollbahn P4.....	46
Abbildung 10: Unterschreitung Mindestabstand Rollbahn L3.....	47
Abbildung 11: Rollbahnkurve W(neu) – M .....	48
Abbildung 12: Regelquerschnitt Rollbahn M [19].....	52
Abbildung 13: Regelquerschnitt Rollbahn M inklusive Streifen [19] .....	56
Abbildung 14: Unterschreitung Mindestabstand Rollbahn M gemäß ICAO und EASA (links) und gemäß AACG (rechts) .....	61
Abbildung 15: Baustraße parallel zur Rollbahn M.....	62
Abbildung 16: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand Rollbahn P4.....	62
Abbildung 17: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand (links) und AACG Mindestabstand (rechts) zur Vorfeldposition V65 .....	63
Abbildung 18: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand (links) und AACG Mindestabstand (rechts) zur Vorfeldposition B09 .....	63
Abbildung 19: Unterschreitung ICAO /EASA Mindestabstände auf den Stadtplatzrollgassen L4 und T Beispielhaft für die Rollführungen Nr. 11 und 13 .....	64
Abbildung 20: Unterschreitung AACG Mindestabstände auf den Stadtplatzrollgassen L4 und T Beispielhaft für die Rollführungen Nr. 11 und 13 .....	64
Abbildung 21: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand (links) und AACG Mindestabstand (rechts) an der Rollbahn L4 .....	65

---

Abbildung 22: Unterschreitung ICAO/EASA Mindestabstand (links) und AACG Mindestabstand (rechts) an der Rollbahn L3 .....	65
Abbildung 23: Lage der Intermediate Holding Positions .....	73
Abbildung 24: Betriebliche Einschränkungen der benachbarten Flugzeugpositionen von V11B (links) und V08B (rechts) .....	79
Abbildung 25: Beeinträchtigungen beim Ausrollen von Position V11B.....	82
Abbildung 26: Beeinträchtigungen beim Ausrollen von Position V08B.....	82
Abbildung 27: Trafoschacht Typ A Schachtausrüstung [32] .....	92
Abbildung 28: Vergleich der Konturen der Schubströmungsgeschwindigkeiten 56 km/h (blau) und 80 km/h (grau) für B747-400ER (oben) und A380-800 (unten), Break Away Thrust ...	99
Abbildung 29: Darstellung der Strömungsgeschwindigkeiten für 56 km/h und 80 km/h Power Out für die Abstellposition V08B in Richtung Osten.....	100
Abbildung 30: Darstellung der Strömungsgeschwindigkeiten für 56 km/h und 80 km/h Power Out für die Abstellposition V08B in Richtung Westen.....	101
Abbildung 31: Darstellung der Strömungsgeschwindigkeiten für 56 km/h und 80 km/h Power Out für die Abstellposition V11B .....	101
Abbildung 32: Exemplarischer Flächenbedarf für Bodenabfertigungsgeräte für Vorfeldpositionen (links) und gebäudenahen Positionen (rechts) [27] .....	130

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht Abmessungen A380-800 gemäß PathPlanner® [10].....	20
Tabelle 2: Zusammenfassung der zu untersuchenden Rollbahnen.....	22
Tabelle 3: Zusammenfassung Untersuchungsobjekte Infrastruktur.....	24
Tabelle 4: Bewertung Start- und Landebahnbreite.....	30
Tabelle 5: Bewertung Start- und Landebahnschultern.....	34
Tabelle 6: Bewertung Streifen der Start- und Landebahn.....	36
Tabelle 7: Hindernisbegrenzungsflächen für Präzisionsanflug-Landebahn gemäß [1].....	39
Tabelle 8: Breite der Rollbahnen.....	44
Tabelle 9: Bewertung Breite Rollbahnen / Rollgassen.....	45
Tabelle 10: Breite der Rollbahnschultern.....	51
Tabelle 11: Bewertung Breite Rollbahnschultern.....	53
Tabelle 12: Abstand paralleler Rollbahnen.....	59
Tabelle 13: Bewertung Separationsminima von parallelen Rollbahnen.....	59
Tabelle 14: Bewertung Separationsminima – Rollbahn zu Objekten.....	66
Tabelle 15: Bewertung Rollhalteorte auf TWY L9 nach ILS Betriebsstufe.....	70
Tabelle 16: Bewertung Rollhalteorte auf TWY L1 nach ILS Betriebsstufe.....	70
Tabelle 17: Ermittelte Abstände zwischen Rollbahnen/Rollgassen gemäß A380-Rollführung und Intermediate Holding Positions.....	75
Tabelle 18: Bewertung Sicherheitsabstände von Vorfeldpositionen.....	78
Tabelle 19: Mindestsicherheitsabstände nach ICAO Annex 14 [1], EASA [2] und AACG [3] für Flugzeugstandplätze und Standplatzrollgassen.....	80
Tabelle 20: PCN-Angaben der relevanten Flugbetriebsflächen gemäß [11].....	86
Tabelle 21: A380 ACN-Werte.....	86
Tabelle 22: ACN/PCN-Vergleich für SLB 05R/23L.....	87
Tabelle 23: ACN/PCN-Vergleich für relevante Rollbahnen / Rollgassen / Vorfelder (ohne PCN- Überschreitung).....	87

---

Tabelle 24: ACN/PCN-Vergleich für relevante Rollbahnen / Rollgassen / Vorfelder (mit PCN-Überschreitung oder unzureichenden Angaben) .....	88
Tabelle 25: Radabstand von der Schwelle für PAPI gemäß ICAO Annex 14 [1] .....	93
Tabelle 26: MEHT der Südbahn gemäß AIP [11] .....	95
Tabelle 27: Grenzgeschwindigkeiten der Schubstrahlen gemäß ICAO Aerodrome Design Manual Part 2 [7] .....	97
Tabelle 28: Notfall-Level zur Bedarfsermittlung für Hotelzimmer nach Gefahrenabwehrplan [15], Abschnitt 6.4 .....	107
Tabelle 29: Flugplatzkategorie für das Rettungs- und Feuerlöschwesen gemäß ICAO Annex 14 [1].	113
Tabelle 30: Mindestmengen an Löschmitteln gemäß ICAO [1] .....	115
Tabelle 31: Anzahl der Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge gemäß ICAO [1].....	116
Tabelle 32: Durchschnittliche Enteisungsflüssigkeitsverbrauch und durchschnittliche Enteisungsdauer, Quelle: Luftfahrzeugenteisungsplan Frankfurt Main Wintersaison 2012/2013 [37].....	123
Tabelle 33: Ermittelte Abstände zwischen A380 und äußersten Grenze der Enteisungsposition .....	125
Tabelle 34: Zusammenfassende Darstellung der Verfehlungen und Maßnahmen zur Kompensierung .....	137

## Anlagen

<b>Anlage</b>	<b>Bezeichnung</b>
Anlage 1	Prüfliste DUS A380 für SLB, Rollbahnen und Standplatzrollgassen, Vorfeld und Enteisungsflächen
Anlage 2	Prüfliste DUS A380 – Separationsminima gemäß ICAO, EASA und AACG
Anlage 3	Ergebnisse der Prüfung bzgl. Main Gear Clearance und Wing Tip Clearance
Anlage 4	Übersichtsplan der Verfehlungen bzgl. Main Gear Clearance und Wing Tip Clearance



AERONAUTICAL STUDY - BETRIEB A380

FLUGHAFEN DÜSSELDORF

ANLAGEN

*Anlage 1: Düsseldorf Flughafen  
Prüfliste DUS A380 gemäß ICAO, EASA und AACG*

*© airsight GmbH  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
Deutschland  
Telefon: +49 30 45803177  
Fax: +49 30 45803188*

Prüfkategorie	Parameter	Subparameter	Regel	Paragraph	Verbindlichkeit ICAO Annex 14	Sollvorgabe	Soll A380	Nachweis	Rollbahnen und Standplatzrollgassen										Vorfeld und Enteisungsflächen								
									SLB	TWY M	TWY L1	TWY L3	TWY L4	TWY L4 Rollgasse	TWY L9	TWY T Rollgasse	TWY P4	TWY P4 Rollgasse	TWY W(neu) Rollgasse	Position C02	Alternativpositionen V08B	Alternativpositionen V11B	Enteisungsposition V61-V65				
SLB	Breite der SLB		ICAO	3.1.10		Breite der SLB in Abhängigkeit zur Flugplatzbezugscode-Zahl und Flugplatzbezugscode-Buchstaben: Code letter E F number [...] 1a - 2a - 3 - 4 45m 60m	60m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg AIP EDDL AD 2.12	<60m (45m)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Breite der SLB		EASA	CS ADR-DSN.B.045		Breite der SLB sollte nicht kleiner sein, als die entsprechende Dimension in der gegebenen Tabelle B-1 (entspricht der ICAO Tabelle)	60m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg AIP EDDL AD 2.12	<60m (45m)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Breite der SLB		AACG	III.2.		Mindestens 45m mit vollständiger Tragfähigkeit ist vorzusehen	45m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg AIP EDDL AD 2.12	45m	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		ICAO	3.2.2		Erfordernis von SLB-Schultern für Flugplatzbezugscode-F		CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		EASA	CS-ADR-DSN.B.126 (b)		Erfordernis von SLB-Schultern für Flugplatzbezugscode-F		CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		AACG	-		-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB	Breite	ICAO	3.2.3		Gesamtbreite (SLB + SLB-Schultern / symmetrisch) (in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben): - D oder E: min. 60 m - F: min. 75 m	75m	CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	<75m (60m)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		EASA	CS ADR-DSN.B.135		Gesamtbreite (SLB + SLB-Schultern / symmetrisch) (in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben): - D oder E: min. 60 m - F: min. 75 m	75m	CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	<75m (60m)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		AACG	III.2.		Einhaltung des Minimums von 75m nach ICAO Code F SLB + Schulterbreiten: Mindestens 2x15m breite Schultern, bei vorhandenen 45m breiten SLBs: - Mindest 2x7,5m breite innere SLB- Schultern (Definitionen nach ICAO-Dokumente - siehe oben) - Zusätzlich äußere SLB- Schultern für jet- blast- Schutz, Ingestionsprozesse verhindern, und zur Unterstützung von Bodenfahrzeugen Mindestens 2x7,5m breite äußere Schultern, bei vorhandenen 60m breiten SLBs: Je nach örtlichen Gegebenheiten, Entscheidung über die Zusammensetzung und Dicke von SLB- Schultern durch die jeweilige nationale Behörde und / oder der Flughafen-Betreiber Wenn für lokale Bedingungen relevant, Winterdienst gemäß ICAO- Empfehlungen (Doc 9137-AN/898)	2 x 7,5m "innere" Schulter (entsprechend den Vorgaben des ICAO Annex 14) 2 x 7,5m "äußere" Schulter (Schutz vor Erosions- und Ingestionsprozessen, Tragfähigkeit für Bodenfahrzeuge)	CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	45m + 2x 7,5m "innere" Schulter (vollbefestigt) Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB	Neigung	ICAO	3.2.4		SLB-Schultern ebenerdig an den Rändern der SLB Querneigung: max. 2,5 %	max 2,5%	CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	1,5 - 2 %	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		EASA	CS ADR-DSN.B.130		SLB-Schultern ebenerdig an den Rändern der SLB Querneigung: max. 2,5 %	max 2,5%	CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	1,5 - 2 %	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		AACG	-		-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB	Tragfähigkeit	ICAO	3.2.5		Tragfähigkeit der SLB-Schultern so konstruiert, dass Luftfahrzeuge, die von der SLB abkommen, nicht beschädigt werden und Bodenfahrzeuge getragen werden.		CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		EASA	CS ADR-DSN.B.140		Tragfähigkeit der SLB-Schultern so konstruiert, dass Luftfahrzeuge, die von der SLB abkommen, nicht beschädigt werden und Bodenfahrzeuge getragen werden.		CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Schultern der SLB		AACG	III.2.		2 x 7,5m "innere" Schulter (entsprechend den Vorgaben des ICAO Annex 14) 2 x 7,5m "äußere" Schulter (Tragfähigkeit für Bodenfahrzeuge)		CAD Plan RQ_SL_Bahn.dwg	Tragfähigkeit der SLB vorhanden Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Streifen der SLB		ICAO	3.4.7		Kein festes Objekt auf einem SLB-Streifen, ausgenommen brechbare, für den Flugbetrieb erforderliche visuelle Navigationshilfen in Abhängigkeit zur Flugplatzbezugscode-Zahl (PA-SLB): 4 und Flugplatzbezugscode-Buchstabe F: innerhalb 77,5 m ausgehend von der SLB-Mittellinie (Betriebsstufe I, II, III) 3 und 4: innerhalb 60 m ausgehend von der SLB-Mittellinie (Betriebsstufe I, II, III) 1 und 2: innerhalb 45 m ausgehend von der SLB-Mittellinie (Betriebsstufe I)	innerhalb von 77,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg	Keine festen Objekte (exkl. Der genannten Ausnahmen)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Streifen der SLB		EASA	CS ADR-DSN.B.165 (b)		(b) Kein festes Objekt auf einem SLB-Streifen, ausgenommen brechbare, für Navigation od. den sicheren Flugbetrieb erforderliche visuelle Hilfen in Abhängigkeit zur Flugplatzbezugscode-Zahl (PA-SLB): 4 und Flugplatzbezugscode-Buchstabe F: innerhalb 77,5 m ausgehend von der SLB-Mittellinie (Betriebsstufe I, II, III) 3 und 4: innerhalb 60 m ausgehend von der SLB-Mittellinie (Betriebsstufe I, II, III) 1 und 2: innerhalb 45 m ausgehend von der SLB-Mittellinie (Betriebsstufe I)	innerhalb von 77,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg	Keine festen Objekte (exkl. Der genannten Ausnahmen)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
SLB	Streifen der SLB		AACG	-		(d) Keine mobilen Objekte in diesem Bereich während der Nutzung der SLB für Starts und Landungen		-	Schotterweg zw. L5 und L6 -> keine Road-holding position n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
SLB	Obstacle Free Zone		ICAO	4.2.16		Abmessungen und Hindernisbeschränkungen siehe Tabelle 4-1 [...] e) bei Code-Buchstabe F: Breite erhöht auf 155m Für Luftfahrzeuge entspr. Kategorie F unter bestimmten Voraussetzungen -> Verweis auf ICAO Circular 301	Basisbreite der inneren Anflugfläche sowie der Durchstartfläche: 155m	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	



Prüfkategorie	Parameter	Subparameter	Regel	Paragraph	Verbindlichkeit ICAO Annex 14	Sollvorgabe	Soll A380	Nachweis	Rollbahnen und Standplatzrollgassen											Vorfeld und Enteisungsflächen								
									SLB	TWY M	TWY L1	TWY L3	TWY L4	TWY L4 Rollgasse	TWY L9	TWY T Rollgasse	TWY P4	TWY P4 Rollgasse	TWY W(neu) Rollgasse	Position C02	Alternativpositionen V08B	Alternativpositionen V11B	Enteisungsposition V61-V65					
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		EASA	CS ADR-DSN.D.315		Ein Rollbahnstreifen sollte symmetrisch von der Mittellinie über die gesamte Rollbahnlänge in jede Richtung eine Breite haben wie angegeben in Tabelle D-1 Spalte 11	F: 57,5m	CAD Plan TWY M "5_5_QS-Regel-M250.dwg"	n.a.	93m	93m	Nachweis fehlt	Nachweis fehlt		Nachweis fehlt		Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen	Objekte auf Rollbahnstreifen	ICAO	3.11.3	RCD	Rollbahnstreifen sollte frei von Objekten sein, welche Luftfahrzeuge gefährden können.		CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima Rollbahnmittellinie zu Objekt											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		EASA	CS ADR-DSN.D.320		Rollbahnstreifen sollte frei von Objekten sein, welche Luftfahrzeuge gefährden können.		CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima Rollbahnmittellinie zu Objekt											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen	Einebnung von Rollbahnstreifen	ICAO	3.11.4	RCD	Breite eingeebneten Rollbahnstreifenbereich in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben: [...] F: min. 30 m (Abstand Rollbahnmittellinie zur äußeren Grenze des eingeebneten Rollbahnstreifens	30m	CAD Plan TWY M "5_5_QS-Regel-M250.dwg"	n.a.	30m	30m	Nachweis fehlt	Nachweis fehlt		Nachweis fehlt		Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		EASA	CS ADR-DSN.D.325		Breite eingeebneten Rollbahnstreifenbereich in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben: [...] F: min. 30 m (Abstand Rollbahnmittellinie zur äußeren Grenze des eingeebneten Rollbahnstreifens	30m	CAD Plan TWY M "5_5_QS-Regel-M250.dwg"	n.a.	30m	30m	Nachweis fehlt	Nachweis fehlt		Nachweis fehlt		Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen	Neigungen auf Rollbahnstreifen	ICAO	3.11.5	RCD	Querneigung auf Rollbahnstreifen in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben: C, D, E, F: max. 2,5 % Steigung, A oder B: max. 3 % Steigung, max. 5 % Gefälle	2,5 % Steigung bzw. 5 % Gefälle	CAD Plan TWY M "5_5_QS-Regel-M250.dwg"	n.a.	2% Gefälle	2% Gefälle	Nachweis fehlt	Nachweis fehlt		Nachweis fehlt		Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		EASA			Querneigung auf Rollbahnstreifen in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben: C, D, E, F: max. 2,5 % Steigung, A oder B: max. 3 % Steigung, max. 5 % Gefälle	2,5 % Steigung bzw. 5 % Gefälle	CAD Plan TWY M "5_5_QS-Regel-M250.dwg"	n.a.	2% Gefälle	2% Gefälle	Nachweis fehlt	Nachweis fehlt		Nachweis fehlt		Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen	Neigung außerhalb des Rollbahnstreifens	ICAO		RCD	Neigungen außerhalb des eingeebneten Rollbahnstreifenbereiches: max. 5 % Steigung/Gefälle	F: max. 5 % Steigung / Gefälle	CAD Plan TWY M "5_5_QS-Regel-M250.dwg"	n.a.	<= 5% Gefälle bis 46,5m	<= 5% Gefälle bis 46,5m	Nachweis fehlt	Nachweis fehlt		Nachweis fehlt		Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		EASA			Neigungen außerhalb des eingeebneten Rollbahnstreifenbereiches: max. 5 % Steigung/Gefälle	F: max. 5 % Steigung / Gefälle	CAD Plan TWY M "5_5_QS-Regel-M250.dwg"	n.a.	<= 5% Gefälle bis 46,5m	<= 5% Gefälle bis 46,5m	Nachweis fehlt	Nachweis fehlt		Nachweis fehlt		Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Rollbahnstreifen		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Separationsminima	von Rollbahnmittellinie zu Rollbahnmittellinie	ICAO	3.9.8	RCD	Tabelle 3-1 Spalte 10: Code 4F: 97,5m[...]	97,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Separationsminima		EASA	CS ADR-DSN.D.260		Tabelle D-1 Spalte 10: Code 4F: 97,5m[...]	97,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Separationsminima		AACG	III.5.		Abstand zwischen parallelen Rollbahnen mindestens 91 m und der selbe Spielraum der Flügelspitzen (11m) für kurvige Bereiche	91m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Separationsminima	Rollbahnmittellinie zu Objekt	ICAO	3.11.2	RCD	Abstand Rollbahnmittellinie beidseits zur Außenkante des Rollbahnstreifens gemäß Tabelle 3-1, Spalte 11: [...] Code 4E: 47,5m Code 4F: 57,5m	57,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Separationsminima		EASA	CS ADR-DSN.D.315		Abstand Rollbahnmittellinie beidseits zur Außenkante des Rollbahnstreifens gemäß Tabelle D-1, Spalte 11: [...] Code 4E: 47,5m Code 4F: 57,5m	57,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Separationsminima		AACG	III.5.		Abstand zwischen Rollbahnmittellinie und Objekten mindestens 49m und der selbe Spielraum der Flügelspitzen (9m) für kurvige Bereiche	49m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Separationsminima	Rollgassenmittellinie zu Objekt	ICAO	3.9.8	RCD	Tabelle 3-1, Spalte 12: Code E: 42,5m Code F: 50,5m muss möglicherweise erhöht werden, wenn Nachlaufgeschwindigkeit der Abgasstrahlen gefährliche Bedingungen für den Bodenservice verursachen.	50,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				
Rollbahnen	Separationsminima		EASA	CS ADR-DSN.D.260		Tabelle D-1, Spalte 12: Code E: 42,5m Code F: 50,5m muss möglicherweise erhöht werden, wenn Nachlaufgeschwindigkeit der Abgasstrahlen gefährliche Bedingungen für den Bodenservice verursachen.	50,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201_0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima											n.a.	n.a.	n.a.	n.a.				

Prüfkategorie	Parameter	Subparameter	Regel	Paragraph	Verbindlichkeit ICAO Annex 14	Sollvorgabe	Soll A380	Nachweis	SLB	Rollbahnen und Standplatzrollgassen										Vorfeld und Enteisungsflächen				
									TWY M	TWY L1	TWY L3	TWY L4	TWY L4 Rollgasse	TWY L9	TWY T Rollgasse	TWY P4	TWY P4 Rollgasse	TWY W(neu) Rollgasse	Position C02	Alternativpositionen V08B	Alternativpositionen V11B	Enteisungsposition V61-V65		
Rollbahnen	Separationsminima		AACG	III.5.		- Abstand zwischen Standplatzrollgassen mindestens 47,5m und der selbe Spielraum der Flügelspitzen (7,5m) für kurvige Bereiche - Abhängig von lokalen Gegebenheiten, Entscheidung über reduzierten Spielraum für hoch begrenzte Objekte durch die nationale Behörde und/oder den Flugplatzbetreiber.	47,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201 0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima										n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rollbahnen	Separationsminima	von Rollhalteort zur SLB-Mittellinie	ICAO	3.12.6	STD	Abstand zwischen Wartebucht, Rollhalteort ab TWY/SLB Kreuzung zur SLB-Mittellinie/ Abstand zwischen Road-Holding Positions zur SLB-Mittellinie (in Abhängigkeit zur Flugplatzbezugscode-Zahl und Betriebsart der SLB), gemäß Tabelle 3-2	107,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg	n.a.	n.a.	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Separationsminima		EASA	CS ADR-DSN.D.340 (a)		Abstand zwischen Wartebucht, Rollhalteort ab TWY/SLB Kreuzung zur SLB-Mittellinie/ Abstand zwischen Road-Holding Positions zur SLB-Mittellinie (in Abhängigkeit zur Flugplatzbezugscode-Zahl und Betriebsart der SLB), gemäß Tabelle D-2	107,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg	n.a.	n.a.	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Separationsminima		AACG	III.4.		Collision risk: - für Starts, Nicht-Instrumenten & Nicht-Präzisionsanflugs-SLBs, Minimum der ICAO SARPs werden befolgt (75m). Bei einigen komplexen Flughafen- Anordnungen (parallele SLBs, Zwischenrollbahnen werden genutzt um SLBs zu überqueren,...), SLB- Halteposition können gezielt untersucht werden, wenn diese vom A380 genutzt werden. - Möglichkeit der Reduzierung des Minimalabstandes des Haltepunktes für Code F aus Gründen des Kollisionsrisikos (OFZ).  ILS Effekte: - benötigt für bestimmte SLB- Studien, um das ILS- Störungsrisiko in allen Fällen bewerten zu können.	Code E: 90m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg	n.a.	n.a.	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen	Separationsminima	von Intermediate Holding Position- Markierung zur Rollbahnmittellinie	ICAO	5.2.11.4		Abstand zwischen Intermediate Holding Position - Markierung an Begrenzung abseits gelegener Enteisungsflächen und Rollbahnmittellinie gemäß Tabelle 3-1, Spalte 11 : [...] Code 4E : 47,5m Code 4F : 57,5m	57,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201 0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima										n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rollbahnen	Separationsminima		EASA	CS ADR-DSN.L.580 (b) (2)		Abstand zwischen Intermediate Holding Position - Markierung an Begrenzung abseits gelegener Enteisungsflächen und Rollbahnmittellinie Code- Buchstabe / Distanz (Meter) [...] F 57,5	57,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201 0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima										n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Rollbahnen	Separationsminima		AACG	-		-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Standortwahl von Geräten und Anlagen auf Betriebsflächen	ICAO	9.9.1	STD	Sofern es für Navigationszwecke nicht erforderlich ist sollen keine Geräten und Anlagen installiert werden: a) [...], im Rollbahnstreifen oder innerhalb der Abstände gemäß Tabelle 3-1 (Spalte 11), falls diese ein Luftfahrzeug gefährden würde; oder b) [...]	57,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg und CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201 0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima										n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Standortwahl von Geräten und Anlagen auf Betriebsflächen	EASA	AMC2-ADR-OPS.B.075 (3 i)		Sofern es für Navigationszwecke nicht erforderlich ist sollen keine Geräten und Anlagen installiert werden: a) [...], im Rollbahnstreifen oder innerhalb der Abstände gemäß Tabelle 1, falls diese ein Luftfahrzeug gefährden würde; oder b) [...]	57,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg und CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201 0.dwg	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima										n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Standortwahl von Geräten und Anlagen auf Betriebsflächen	AACG	-		-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Standortwahl von Geräten und Anlagen auf Betriebsflächen	ICAO	9.9.6	STD	Geräte oder Anlagen zur Erfüllung von Navigationszwecken, die auf oder in der Nähe des SLB-Streifens einer PA-SLB der Betriebsstufe I, II oder III platziert werden müssen und die: a) sich auf jenem Abschnitt des SLB-Streifens innerhalb von 77,5 m von der SLB-Mittellinie befinden (bei Flugplatzbezugscode 4 F); [...] sollen brechbar und so niedrig wie möglich befestigt sein.		CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201 0.dwg	n.a.	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Standortwahl von Geräten und Anlagen auf Betriebsflächen	EASA	CS ADR-DSN.T.915(e)		Geräte oder Anlagen zur Erfüllung von Navigationszwecken, die auf oder in der Nähe des SLB-Streifens einer PA-SLB der Betriebsstufe I, II oder III platziert werden müssen und die: a) sich auf jenem Abschnitt des SLB-Streifens innerhalb von 77,5 m von der SLB-Mittellinie befinden (bei Flugplatzbezugscode 4 F); [...] sollen brechbar und so niedrig wie möglich befestigt sein.		CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201 0.dwg	n.a.	o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Flugplatzbetriebsdienste, Geräte und Anlagen	Standortwahl von Geräten und Anlagen auf Betriebsflächen	AACG	-		-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Rollbahnen			AACG	-		-	-	-	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Vorfeld	Abstand		ICAO	3.13.6	RCD	Sicherheitsabstand zwischen auf Luftfahrzeugstandplatz abgestelltem Luftfahrzeug und Gebäude, Luftfahrzeug, Luftfahrzeugstandplatz oder anderen Objekten in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben : A: 3 m B: 3 m C: 4,5 m D: 7,5 m E: 7,5 m F: 7,5 m  Wenn besondere Umstände es rechtfertigen, können diese Abstände an nose-in-Flugzeugabstellpositionen für Flugzeuge der Code-Kategorie D, E oder F reduziert werden: a) zwischen dem Terminal, einschließlich einer festen Fluggastbrücke und des Luftfahrzeugsbuges; and b) über einen beliebigen Teil einer Abstellposition mit Azimut- Führung durch ein Andockführungssystem (visual docking guidance system).	7,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA201 0.dwg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima			

Prüfkategorie	Parameter	Subparameter	Regel	Paragraph	Verbindlichkeit ICAO Annex 14	Sollvorgabe	Soll A380	Nachweis	Rollbahnen und Standplatzrollgassen											Vorfeld und Enteisungsflächen						
									SLB	TWY M	TWY L1	TWY L3	TWY L4	TWY L4 Rollgasse	TWY L9	TWY T Rollgasse	TWY P4	TWY P4 Rollgasse	TWY W(neu) Rollgasse	Position C02	Alternativpositionen V08B	Alternativpositionen V11B	Enteisungsposition V61-V65			
Vorfeld	Abstand		EASA	CS-ADR-DSN.E.365 (b)		Sicherheitsabstand zwischen auf Luftfahrzeugstandplatz abgestelltem Luftfahrzeug und Gebäude, Luftfahrzeug, Luftfahrzeugstandplatz oder anderen Objekten in Abhängigkeit zum Flugplatzbezugscode-Buchstaben : A: 3 m B: 3 m C: 4,5 m D: 7,5 m E: 7,5 m F: 7,5 m Der minimale Freiraumabstand für Code- Buchstabe D, E und F kann reduziert werden: (1) for height limited objects, (2) wenn die Position für Flugzeuge mit bestimmten Dimensionen beschränkt ist, (3) an den folgenden Stellen (für Flugzeuge, die ein taxi-in nutzen, nur push-back- Verfahren): (i) zwischen dem Terminal (mit Fluggastbrücken) und der Nase des Flugzeugs; und (ii) über einen beliebigen Teil einer Abstellposition mit Azimut-Führung durch ein Andockführungssystem (visual docking guidance system).	7,5m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA2010.dwg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	Siehe Prüfliste DUS A380 - Separationsminima				
Vorfeld	Abstand		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Tragfähigkeit	Start- und Landebahn		ICAO	3.1.21	RCD	SLB-Oberfläche sollte Luftfahrzeugen standhalten, welche für den Betrieb vorgesehen sind.	A380: 76/F/C/W/T 64/F/B/W/T 89/R/C/W/T 68/R/B/W/T	AIP EDDL AD 2.12	100/R/B/W/T	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Tragfähigkeit	Start- und Landebahn		EASA	CS ADR-DSN.B.085		SLB-Oberfläche sollte von ausreichender Stärke sein, um den normalen Betrieb, ohne Gefahr einer Beschädigung des Flugzeugs oder der SLB, zu gewährleisten	A380: 76/F/C/W/T 64/F/B/W/T 89/R/C/W/T 68/R/B/W/T	AIP EDDL AD 2.12	100/R/B/W/T	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Tragfähigkeit	Start- und Landebahn		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Tragfähigkeit	Rollwege		ICAO	3.9.13	RCD	Tragfähigkeit der Rollbahnen mindestens gleichwertige Tragfähigkeit wie angeschlossene SLBs, [...]	A380: 76/F/C/W/T 64/F/B/W/T 89/R/C/W/T 68/R/B/W/T	AIP EDDL AD 2.8	n.a.	AIP Angabe: 76/F/C/W/T; Angabe Flughafen: 100/F/C/W/T	100/F/C/W/T	73/F/C/W/T	73/F/C/W/T	76/R/B/W/T	73/F/C/W/T	76/R/B/W/T	100/R/C/W/T	76/R/B/W/T	Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
Tragfähigkeit	Rollwege		EASA	CS ADR-DSN.D.285		Die Tragfähigkeit der Rollbahn sollte für die Flugzeuge, die diesen nutzen, geeignet sein	A380: 76/F/C/W/T 64/F/B/W/T 89/R/C/W/T 68/R/B/W/T	AIP EDDL AD 2.8	n.a.	AIP Angabe: 76/F/C/W/T; Angabe Flughafen: 100/F/C/W/T	100/F/C/W/T	73/F/C/W/T	73/F/C/W/T	76/R/B/W/T	73/F/C/W/T	76/R/B/W/T	100/R/C/W/T	76/R/B/W/T	Nachweis fehlt	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.		
Tragfähigkeit	Rollwege		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Tragfähigkeit	Vorfeld		ICAO	3.13.3	RCD	Tragfähigkeit des Vorfelds für den dafür vorgesehenen Verkehr	A380: 76/F/C/W/T 64/F/B/W/T 89/R/C/W/T 68/R/B/W/T	ACAP	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	76/R/B/W/T	76/R/B/W/T	n.a.	n.a.	
Tragfähigkeit	Vorfeld		EASA	CS ADR-DSN.E.355		Tragfähigkeit des Vorfelds für den dafür vorgesehenen Verkehr	A380: 76/F/C/W/T 64/F/B/W/T 89/R/C/W/T 68/R/B/W/T	ACAP	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	76/R/B/W/T	76/R/B/W/T	n.a.	n.a.	
Tragfähigkeit	Vorfeld		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Tragfähigkeit	Enteisungsflächen		ICAO	3.15.8	RCD	Enteisungsflächen sollten Verkehr der Luftfahrzeuge standhalten, für das sie bestimmt sind. Stärkere Belastungen als SLB.	A380: 76/F/C/W/T 64/F/B/W/T 89/R/C/W/T 68/R/B/W/T	ACAP	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	76/R/B/W/T	n.a.	76/R/B/W/T	
Tragfähigkeit	Enteisungsflächen		EASA	CS ADR-DSN.G.395		Enteisungsflächen sollten Verkehr der Luftfahrzeuge standhalten, für das sie bestimmt sind. Stärkere Belastungen als SLB.	A380: 76/F/C/W/T 64/F/B/W/T 89/R/C/W/T 68/R/B/W/T	ACAP	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	76/R/B/W/T	n.a.	76/R/B/W/T	
Enteisungsflächen	Enteisungsflächen		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Enteisungsflächen	Größe		ICAO	3.15.5	RCD	Die Größe einer Enteisungsfläche sollte gleich der Größe des Luftfahrzeug-Standplatzes für das kritische Bemessungsluftfahrzeug sein, jedoch mit einer zusätzlichen mindestens 3,8 m freien, befestigten Fläche, um die Bewegung der Enteisungsfahrzeuge zu gewährleisten.	3,8m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA2010.dwg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	o.k.	n.a.	Angaben zur Positionierung fehlen	
Enteisungsflächen	Größe		EASA	GM1 DADR-DSN.G.400		Mindestabstand von 3,8 m um das Flugzeug.	3,8m	CAD Plan 130308_Bestand_farbe_o_xref.dwg ; CAD Plan Vorfeld Ost airtight.dwg; CAD Plan 130628_Rollen_A380_nachBA2010.dwg	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	o.k.	n.a.	Angaben zur Positionierung fehlen		
Enteisungsflächen	Größe		AACG	-		-	-		n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Gleitwinkelbefeurung/PAPI	Generell		ICAO	Table 5-2		Radabstand zur Schwelle für PAPI and APAPI	Auge-Rad-Abstand 11,19 m	13_PAPI Südbahn.pdf	n.a.	PAPI Bemessungsflugze ug B747; Auge-Rad-Abstand kleiner als beim A380	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Gleitwinkelbefeurung/PAPI	Generell		EASA	Table M-1		PAPI Toleranzen, Radabstand zur Schwelle für PAPI	Auge-Rad-Abstand 11,19 m	13_PAPI Südbahn.pdf	n.a.	PAPI Bemessungsflugze ug B747; Auge-Rad-Abstand kleiner als beim A380	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	
Gleitwinkelbefeurung/PAPI	Generell		AACG	III.6.		Für SLB- Rand- Befeurungsposition, ICAO SARPs sind zu befolgen (platziert entlang der Kante der Fläche angegeben zur Verwendung als SLB oder außerhalb der Fläche, für weniger als 3m ) - SLB- Rand- Befeurung einsetzen; Möglichkeit erhöhter Befeurungen nach vorübergehenden Schubstrahl. Schneerräumung ist in der Wahl zu berücksichtigen. - PAPI : keine speziellen A380 Anforderungen, ICAO konform	keine speziellen A380 Anforderungen, ICAO konform		o.k.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	



AERONAUTICAL STUDY - BETRIEB A380

FLUGHAFEN DÜSSELDORF

ANLAGEN

*Anlage 2: Düsseldorf Flughafen  
Prüfliste DUS A380 – Separationsminima gemäß ICAO, EASA und AACG*

*© airsight GmbH  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
Deutschland  
Telefon: +49 30 45803177  
Fax: +49 30 45803188*

Subparameter	Regel	M und T (zwischen P4 und P1 und im geplanten Bereich zwischen L7 und L9)	TWY L9 und TWY L8	TWY M und TWY N (im parallelen Bereich)			
von Rollwegmittellinie zu Rollwegmittellinie	ICAO	80m; TWY N limitiert auf teilw. Code D	186,5m	80m; TWY N limitiert auf teilw. Code D			
	EASA	80m; TWY N limitiert auf teilw. Code D	186,5m	80m; TWY N limitiert auf teilw. Code D			
	AACG	80m; TWY N limitiert auf Code E	186,5m	80m; TWY N limitiert auf Code E			
Subparameter	Regel	TWY M	TWY L1	TWY L9	TWY L3	TWY L4 bis Vorfeld	TWY P3 bis TWY T
Rollbahn zu Objekt	ICAO	Baustraße parallel zu M (17,99 m); Geplante Flugzeugabstellposition V61 um 13,42m	Kein Objekt	Kein Objekt	Beleuchtungsmast 11,5m	Vorfeldstraße zur Baustraße im nördlichen Bereich 11,8m; Beleuchtungsmast 17,1 m	Kein Objekt
	EASA	Baustraße parallel zu M (17,99 m); Geplante Flugzeugabstellposition V61 um 13,42m	Kein Objekt	Kein Objekt	Beleuchtungsmast 11,5m	Vorfeldstraße zur Baustraße im nördlichen Bereich 11,8m; Beleuchtungsmast 17,1 m	Kein Objekt
	AACG	Baustraße parallel zu M ( 9,51 m) Geplante Flugzeugabstellposition V61 um 5,01m (nur noch Service Road)	Kein Objekt	Kein Objekt	Beleuchtungsmast 3,4m	Vorfeldstraße zur Baustraße im nördlichen Bereich 3,1m; Beleuchtungsmast 8,6 m	Kein Objekt
Subparameter	Regel	TWY P4	TWY W(neu)	TWY T	TWY L4 Standplatzrollgasse		
Standplatzrollgasse zu Objekt	ICAO	Geplante Sicherheitslinie im nord-westlichen Bereich ca. 0,8m	Geplante Sicherheitslinie am Standplatz V65 um 5,33m; Geplante Sicherheitslinie Position B09 um 4,39 m	Sicherheitslinie nördlich der Rollgasse max. 12,6 m im Kurvenbereich; Vorfeldstraße südlich der Rollgasse max. 9,3 m; Vorfeldstraße nord-östlich der Rollgasse max. 15,46 m; Sicherheitslinie bei der Position V02 max. 15,7 m	Sicherheitslinie nördlich max. 14,54 m im Kurvenbereich; Sicherheitslinie südlich max. 12,6 m im Kurvenbereich		
	EASA	Geplante Sicherheitslinie im nord-westlichen Bereich ca. 0,8m	Geplante Sicherheitslinie am Standplatz V65 um 5,33m; Geplante Sicherheitslinie Position B09 um 4,39 m	Sicherheitslinie nördlich der Rollgasse max. 12,6 m im Kurvenbereich; Vorfeldstraße südlich der Rollgasse max. 9,3 m; Vorfeldstraße nord-östlich der Rollgasse max. 15,46 m; Sicherheitslinie bei der Position V02 max. 15,7 m	Sicherheitslinie nördlich max. 14,54 m im Kurvenbereich; Sicherheitslinie südlich max. 12,6 m im Kurvenbereich		
	AACG	Kein Objekt	Geplante Sicherheitslinie am Standplatz V65 um 2,34m; Geplante Sicherheitslinie Position B09 um 1,45 m	Sicherheitslinie nördlich der Rollgasse max. 9,7 m im Kurvenbereich; Vorfeldstraße südlich der Rollgasse max. 6,3 m; Vorfeldstraße nord-östlich der Rollgasse max. 12,46 m; Sicherheitslinie bei der Position V02 max. 12,7 m	Sicherheitslinie nördlich max. 11,7 m im Kurvenbereich Sicherheitslinie südlich max. 9,6 m im Kurvenbereich		
Subparameter	Regel	TWY M	TWY L1	TWY L4	TWY L3	TWY P4	W(neu) Standplatzrollgasse
von Intermediate Holding Position- Markierung zur Rollbahnmittellinie	ICAO	P1(südöstl. TWY M): 55,90m; P2(südöstl. TWY M): 55,80m; P3(südöstl. TWY M): 47,10m; P4(südöstl. TWY M): 47,10m; L3(südöstl. TWY M): 93,60m; L4(südöstl. TWY M): k.A. L5(südöstl. TWY M): 47,80 m L7(südöstl. TWY M): k.A. L8(südöstl. TWY M): 49,00m;	N(südöstl. TWY L1): 71,00m	M(südwestl. TWY L4): 68,40m; M(südöstl. TWY L4): 68,70m	M(südöstl. TWY L3): 76,20m; N(östl. TWY L3): 89,00m; L1(nordöstl. TWY L3): 133,00m L2(nordöstl. TWY L3): 158,40m	M(südwestl. TWY P4): 56,20m M(südöstl. TWY P4): 56,10m	T(geplant) (südwestl. TWY W(neu)): 58,40 m T(geplant) (südwestl. TWY W(neu)): 59,30 m M(südwestl. TWY W(neu)): 53,00m M(nordöstl. TWY W(neu)):68,00m L7(nordwestl. TWY W(neu)): 53,80 m P4(südöstl. TWY W(neu)): 51,50 m
	EASA	P1(südöstl. TWY M): 55,90m; P2(südöstl. TWY M): 55,80m; P3(südöstl. TWY M): 47,10m; P4(südöstl. TWY M): 47,10m; L3(südöstl. TWY M): 93,60m; L4(südöstl. TWY M): k.A. L5(südöstl. TWY M): 47,80 m L7(südöstl. TWY M): k.A. L8(südöstl. TWY M): 49,00m;	N(südöstl. TWY L1): 71,00m	M(südwestl. TWY L4): 68,40m; M(südöstl. TWY L4): 68,70m	M(südöstl. TWY L3): 76,20m; N(östl. TWY L3): 89,00m; L1(nordöstl. TWY L3): 133,00m L2(nordöstl. TWY L3): 158,40m	M(südwestl. TWY P4): 56,20m M(südöstl. TWY P4): 56,10m	T(geplant) (südwestl. TWY W(neu)): 58,40 m T(geplant) (südwestl. TWY W(neu)): 59,30 m M(südwestl. TWY W(neu)): 53,00m M(nordöstl. TWY W(neu)):68,00m L7(nordwestl. TWY W(neu)): 53,80 m P4(südöstl. TWY W(neu)): 51,50 m
	AACG						
Subparameter	Regel	C02 - C01 (B747-400)	C02 - C03 (DC10)	Alternativposition - V08B	Alternativposition - V11B		
Vorfeld	ICAO	14,19m	15,32m	V08A, V08C, V08, V07, V06 gesperrt; Abstand zur TWY T 12,93m zu V05 Mittellinie 53,78m => Code E tauglich	V11A, V11C, V11D, V11, V12 und V13 gesperrt; zu V14 Mittellinie 30,51m		
	EASA	14,19m	15,32m	V08A, V08C, V08, V07, V06 gesperrt; Abstand zur TWY T 12,93m zu V05 Mittellinie 53,78m => Code E tauglich	V11A, V11C, V11D, V11, V12 und V13 gesperrt; zu V14 Mittellinie 30,51m		
	AACG						



AERONAUTICAL STUDY - BETRIEB A380

FLUGHAFEN DÜSSELDORF

ANLAGEN

*Anlage 3: Düsseldorf Flughafen  
Ergebnisse der Prüfung bzgl. Main Gear Clearance und Wing Tip Clearance*

*© airsight GmbH  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
Deutschland  
Telefon: +49 30 45803177  
Fax: +49 30 45803188*

**Listenbez.:** Ergebnisse der Prüfung bzgl. Main Gear Clearance und Wing Tip Clearance  
**Stand vom:** 20.08.2013  
**Annahmen/Rahmenbed.:** Prüfung gemäß ICAO, EASA und AACG Vorgaben für A380

Unterschreitung Main Gear Clearance (ICAO Annex 14, EASA und AACG - 4,5m)		
Rollbeziehung	Ort	Objekt-Nr.
M - L4 - T - L3 - M; M - L3 - T - L4 - M	M - L3	M01
M - P4	M - P4	M02

Unterschreitung Wing Tip Clearance Rollbahn					
Rollbeziehung	Ort	Wing Tip	AACG (9m)	ICAO und EASA (17,5m)	Objekt-Nr.
M	M		Geplante Flugzeugabstellposition V61 und Vorfeldstraße		W01
M	Baustraße parallel zu M		Baustraße parallel zu M		W02
M - L4 - T - L3 - M; M - L3 - T - L4 - M	L4		Vorfeldstraße zur Baustraße im nördlichen Bereich		W03
	L4		Beleuchtungsmast		W04
M - L4 - T - L3 - M	L3		Beleuchtungsmast		W05

Unterschreitung Wing Tip Clearance Standplatzrollgasse					
Rollbeziehung	Ort	Wing Tip	AACG (7,5m)	ICAO und EASA (10,5m)	Objekt-Nr.
M - P4 - W(neu)	P4		Sicherheitslinie im nord-westlichen B		W06
P4 - W(neu) - M - L9 - SLB	W(neu)		Sicherheitslinie am Standplatz V65		W07
P4 - W(neu) - C02	W(neu)		Sicherheitslinie am Standplatz B09		W08
M - L4 - T - L3 - M; M - L3 - T - L4 - M	T		Sicherheitslinie nördlich der Rollgasse		W09
	T		Vorfeldstraße südlich der Rollgasse		W10
	T		Vorfeldstraße nord-östl. der Rollgasse		W11
	T		Sicherheitslinie beim Standplatz V02		W12
	L4		Sicherheitslinie nördlich der Rollgasse		W13
	L4		Sicherheitslinie südlich der Rollgasse		W14



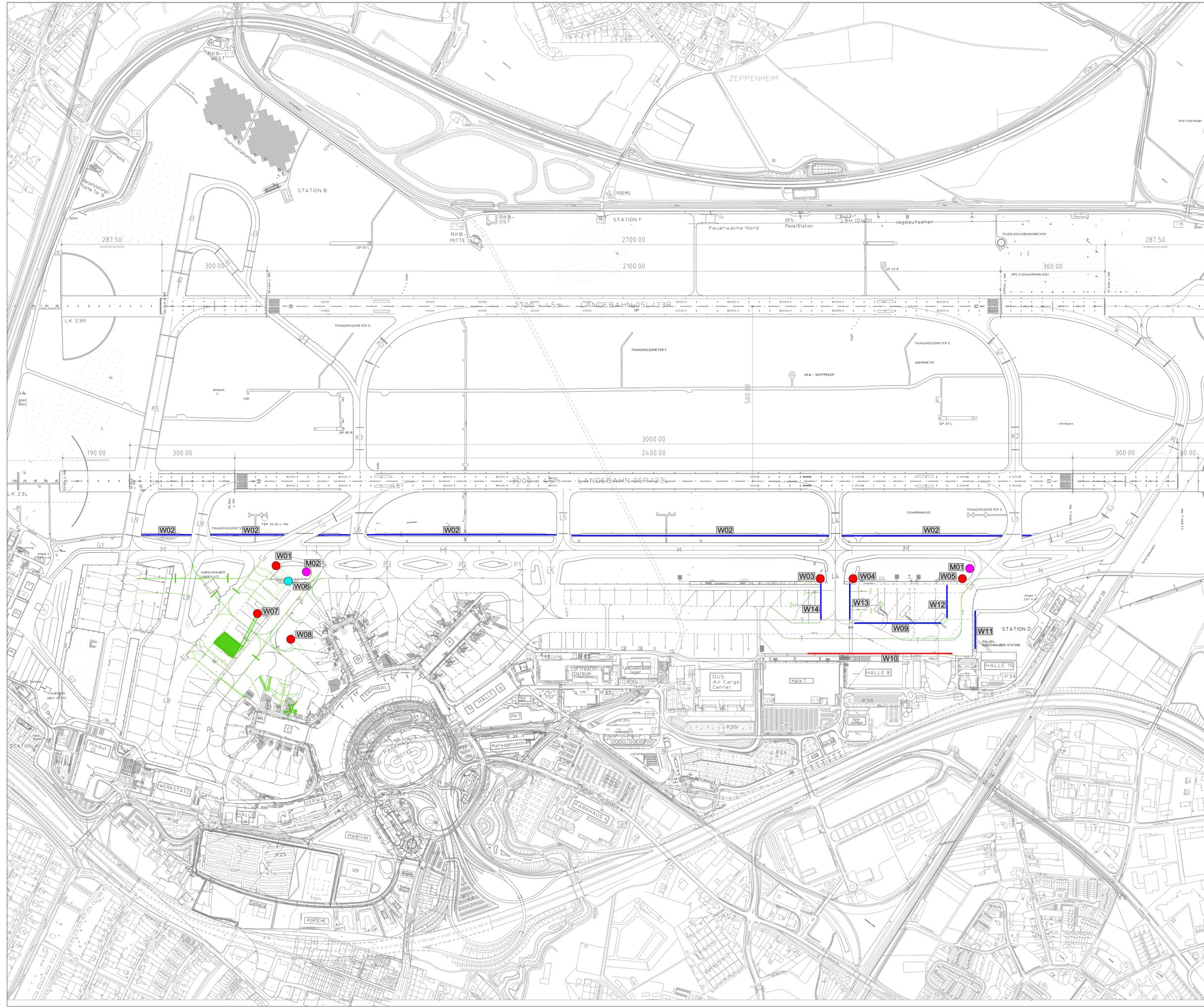
AERONAUTICAL STUDY - BETRIEB A380

FLUGHAFEN DÜSSELDORF

ANLAGEN

*Anlage 4: Düsseldorf Flughafen  
Übersichtsplan der Verfehlungen bzgl. Main Gear Clearance und Wing Tip Clearance*

*© airsight GmbH  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
Deutschland  
Telefon: +49 30 45803177  
Fax: +49 30 45803188*



- Legende:
- W02 Wing Tip
  - AACC Wing Tip Clearance
  - ICAO Wing Tip Clearance
  - Main Gear Clearance
  - Gekennzeichnete Planungsänderungen am Bestandsplan

Gekennzeichnet sind jeweils nur die größten Unterschreitungen  
 z.B. - Wing Tip beinhaltet ICAO Clearance  
 - AACC beinhaltet ICAO Clearance



Datengrundlage: Bestandsplan DUS und Rollwegpläne für den A380 zur Verfügung gestellt von FDG.

Nr. Änderungen: Datum: Name:

--

Flughafen Düsseldorf AERONAUTICAL STUDY - BETRIEB A380	
<b>Titel:</b>	Unterschreitungen Main Gear Clearance Unterschreitungen Wing Tip Clearances
<b>Plannummer:</b>	1.0
<b>Dateiname:</b>	!!! DUS Arbeitsdatei A380_2D Teil2 v00.dgn
<b>Modellname:</b>	Default
<b>erstellt am:</b>	20.08.2013 von: M. Eng. D. Schmidt
<b>Blatt-Abmaße:</b>	841 x 594 mm
<b>Maßstab:</b>	1: 5.000
<b>Verfasser:</b>	airsight GmbH Gustav-Meyer Allee 25 13355 Berlin