

Flugsicherheitsgutachten

**Risikoanalyse
für den
Flughafen Basel-Mülhausen**

Auftraggeber:

**Wirtschafts- und Sozialdepartement des Kantons Basel-Stadt
Finanz- und Kirchendirektion des Kantons Basel-Landschaft
Regierungspräsidium Freiburg
Préfecture du Haut-Rhin
Bundesamt für Zivilluftfahrt
Flughafen Basel-Mülhausen**

– März 2001 –

ARGE



ARCADIS Trischler & Partner GmbH

&



Umfang:

Dieses Gutachten umfaßt 133 Seiten (106 Seiten zuzüglich 27 Seiten Anhang).



Seeburger Str. 25
13581 Berlin

Tel.: +49 (0)30 / 797 00 755

Fax.: +49 (0)30 / 797 00 756

URL: www.gfl-consult.de

Email: info@gfl-consult.de

Berliner Allee 6
64295 Darmstadt

Tel. +49 (0)6151388-102

Fax: +49 (0)6151388-579

www.arcadis.de

t.leiendecker@arcadis.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Zusammenfassung	I
2 Aufgabenstellung und Zielsetzung	5
2.1 Situation	5
2.2 Leistungsumfang	5
3 Datenanalyse und –modellierung	7
3.1 Lagebeschreibung	7
3.1.1 Lage	7
3.1.2 Start- und Landepisten	8
3.1.3 Rollbahnen	8
3.2 Beschreibung der Verkehrsszenarien	10
3.2.1 Instrumenten Abflugrouten (SIDs)	12
3.2.2 Instrumenten Anflugrouten (STAR)	12
3.2.3 Sichtan- und –abflugverfahren	12
3.2.4 Flugbewegungen im Bezugszeitraum	12
3.2.4.1 Durchschnittliche Werte	12
3.2.4.2 Spitzenwerte	14
3.2.4.3 Durchschnittliche Bewegungszahl	15
3.2.4.4 ATC Traffic Mix	16
3.2.4.5 Meteorologische Bedingungen	17
3.3 Transport Gefährlicher Güter	18
4 Referenzszenario	20
4.1 Verkehrsanalyse des Anflugbereiches	20
4.1.1 Untersuchungsbereich	20
4.1.2 Bestimmung der mittleren Mindeststaffelung	20
4.1.3 Bestimmung des Staffelungsüberschuß	22
4.2 Auslastung des Pistensystems	25
4.2.1 Relevanz für die Bewertung der Flugsicherheit	25
4.2.2 Stündliche Kapazitäten	25
4.2.3 Auslastungsquoten	28
4.3 Verkehrsanalyse des Abflugbereiches	29
4.3.1 Belastungsgrad und Staffelungsüberschuß	29
4.3.2 Auswertung Abflugrichtung 16 - gemeinsamer Abflugbereich -	30
4.3.3 Auswertung Abflugrichtung 26 - Einzelstreckenanalyse –	33
4.3.4 Auswertung Abflugrichtung 34 - gemeinsamer Abflugbereich –	35
4.3.5 Auswertung Abflugrichtung 34 - Einzelstreckenanalyse –	36
4.3.6 Auswertung Abflugrichtung 16 - gemeinsamer Abflugbereich –	37
4.3.7 Auswertung Abflugrichtung 16 - Einzelstreckenanalyse –	38
4.3.8 Auswertung Abflugrichtung 08 - gemeinsamer Abflugbereich –	41
4.4 Level of Safety	42
4.4.1 LOS für den Abflugbereich	46

4.4.2	LOS für den Anflugbereich	48
4.5	External Risk	52
4.5.1	Begriffsbestimmungen	52
4.5.2	Modellierung der Unfallwahrscheinlichkeit – AR, Accident Ratio	53
4.5.3	Modellierung der Unfallstreuung – AL, Accident Location.....	54
4.5.4	Modellierung der Unfallfolgen – AC, Accident Consequence.....	55
4.5.5	Zusammenführen der Teilmodelle	58
4.5.6	Einzelrisiko für das Referenzszenario	59
4.5.7	Gruppenrisiko für das Referenzszenario	62
5	Prognoseszenario.....	63
5.1	Bestimmung der Staffelungsminima	63
5.2	Verkehrsanalyse des Anflugbereiches.....	64
5.3	Verkehrsanalyse des Pistensystems	66
5.3.1	Randbedingungen.....	66
5.3.2	Kapazitätswerte	66
5.3.3	Auslastungsquoten.....	67
5.4	Verkehrsanalyse des Abflugbereichs.....	68
5.4.1	Auswertung Abflugrichtung 16 - gemeinsamer Abflugbereich –.....	68
5.4.2	Auswertung Abflugrichtung 26 - Einzelstreckenanalyse –	70
5.4.3	Auswertung Abflugrichtung 34 - gemeinsamer Abflugbereich –.....	72
5.4.4	Auswertung Abflugrichtung 34 - Einzelstreckenanalyse –	73
5.4.5	Auswertung Abflugrichtung 16 - gemeinsamer Abflugbereich –.....	75
5.4.6	Auswertung Abflugrichtung 16 - Einzelstreckenanalyse –	75
5.4.7	Auswertung Abflugrichtung 08 - gemeinsamer Abflugbereich –.....	77
5.5	Level of Safety.....	79
5.5.1	LOS für den Abflugbereich	79
5.5.2	LOS für den Anflugbereich	81
5.6	External Risk	83
5.6.1	Einzelrisiko für das Prognoseszenario.....	83
5.6.2	Gruppenrisiko für das Prognoseszenario	85
6	Vergleichende Sicherheitsbilanz.....	87
6.1	Tendenz der Parameter zur Verkehrsbelastung	87
6.1.1	Anflugbereich	87
6.1.2	Pistensystem.....	88
6.1.3	Abflugbereich - gemeinsame Streckenführung.....	89
6.1.4	Abflugbereich – Einzelstrecken	89
6.1.5	LOS Werte	90
6.1.6	ER – Werte zum Einzelrisiko.....	91
6.1.7	ER – Werte zum Gruppenrisiko.....	95
6.2	Risikomindernde Maßnahmen.....	97
6.2.1	Grundsätzliche Maßnahmen	97
6.2.2	Spezifische Maßnahmen.....	97
6.3	Fazit	99
	Verzeichnisse	101

Literatur	105
Abkürzungen.....	106
Anhang	107
Begriffsbestimmungen und Richtlinien zum Gefahrgut Transport	107
Veröffentlichte An- und Abflugverfahren	109
Verkehrsdaten (DES) Referenzszenario 1999_2000	114
Verkehrsdaten (DES) Prognoseszenario 2010	121
Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Referenzszenario (1)	128
Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Referenzszenario (2)	129
Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Referenzszenario (3) – Tag / Nacht Overall.....	130
Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Prognoseszenario (1)	131
Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Prognoseszenario (2)	132
Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC - Kategorien für das Prognoseszenario (3) – Tag / Nacht Overall	133

1 Zusammenfassung

Die vorliegende Risikoanalyse vergleicht das durch Luftverkehr induzierte Gefährdungspotential von am Luftverkehr Beteiligten sowie von im Nahbereich des Flughafen Basel-Mülhausen sich aufhaltenden Personen für zwei verschiedene Luftverkehrsaufkommen, dem sog. Referenz- und dem Prognoseszenario.

Ersteres bezieht sich auf das reale Luftverkehrsaufkommen am Flughafen Basel-Mülhausen im Jahr 1999. Aufgrund der zum 18. Mai 2000 neu in Kraft getretenen Luftraumgliederung „EAM04“¹ wurde zur Wahrung der Aktualität des Referenzszenarios diese neue Luftraumgliederung auf die Verkehrszahlen des Jahres 1999 aufgeprägt. Im wesentlichen folgt hieraus eine geänderte prozentuale Verteilung des Verkehrs auf die einzelnen Abflugrouten.

Das Prognoseszenario – ausgerichtet auf das Jahr 2010 – unterstellt eine Verkehrssteigerung des planmäßigen Verkehrs um den Faktor 1,45 gegenüber dem Referenzszenario bei unveränderter Luftraumgliederung gemäß EAM04.

Untersucht wurden für beide Szenarien der Anflugbereich, das Start-/ Landepistensystem sowie der Abflugbereich, für den alle veröffentlichten Abflugführungen (Standard Instrument Departure Routes, SIDs) berücksichtigt wurden. Hieraus ergibt sich ein Untersuchungsraum von ca. 20 km Radius um den Flughafenbezugspunkt (ARP). Ausgeschlossen von den Berechnungen bleibt das durch Überflüge (in größerer Höhe) des Untersuchungsraumes induzierte Risiko aufgrund nicht möglicher Modellierung der Unfallauswirkung. Hierzu ist zudem festzustellen, daß sich weltweit nahezu 75% aller Unfälle während der Start- und Landephase ereignen.

Die Quantifizierung der Flugsicherheit erfolgt für beide Szenarien durch Anwendung zweier Berechnungsmodelle, die die Gefahrenpotentiale sowohl für am Luftverkehr Beteiligte als auch Unbeteiligte beziffern.

Die Bestimmung der wahrscheinlichen Gefährdung von am Luftverkehr Beteiligten erfolgt durch Erhebung des Auslastungsgrades der Luftraumkapazität im Untersuchungsgebiet ausgedrückt durch den Staffellungsüberschuß (SÜ, Definition siehe Kap. 4.1.3), sowie durch Ableitung eines Level of Safety (LOS) für den An- und Abflugbereich. Bei der Bestimmung des LOS wird unter Zugrundelegen der Verkehrsspitzenwerte (siehe hierzu Kap. 3.2.4.2) der oben genannten Szenarien eine mittlere Staffellungsdichte im An- und Abflugbereich bestimmt, aus der sich ein Häufigkeitsindex für kritische Annäherungen ergibt. Der LOS ist insofern nicht mit einer statistischen Unfallzahl gleichzusetzen. Dem LOS Wert liegt vielmehr die These zugrunde, daß die Gefährdung des Verkehrsteilnehmers mit steigender Verkehrsdichte und –komplexität ebenfalls wächst, und daß aus technischer Sicht dieses Gefahrenpotential maßgeblich durch die Fähigkeit der Luftfahrzeuge zur Einhaltung vorgegebener Sollflugspuren bemessen wird.

¹ EAM04 = *European Airspace Model* (Simulationslauf Version 4): Luftraumsimulationsystem der europäischen Flugsicherungsbehörde EUROCONTROL, die maßgeblich verantwortlich für die Implementierung der neuen Struktur zeichnet. In der Schweiz ist EAM04 auch als Projekt CILO (Capacity Increase in Lower Airspace) häufig zitiert worden.

Das Ergebnis zeigt, daß

- sich der SÜ Wert in den jeweiligen Szenarien bezogen auf die durchschnittliche Verkehrsbelastung um bis zu 10% sowohl im An- als auch im Abflugbereich reduziert. Es verbleibt jedoch ein etwa zwei bis vierfaches Sicherheitspotential (Definition siehe Tab. 12), so daß diese Reduzierung als unkritisch einzustufen ist;
- während der Spitzenzeiten für das Referenzszenario bereits temporär eine Überlastung des Abflugbereiches vorlag, ausgewiesen durch einen negativen SÜ Wert.

Für diesen offensichtlich kritischen Bereich wurde aufgrund nicht verlässlich vorhersagbarer Verkehrsspitzenwerte im Rahmen der Prognosebetrachtung die maximal mögliche Anzahl an Abflügen pro Stunde bei Beibehaltung dieses SÜ Wertes ermittelt. Das Ergebnis weist 41 Abflüge pro Stunde aus. Da dieser Wert somit oberhalb des für den Bereich des Pistensystems unverändert gültigen Wert von 38 Starts pro Stunde liegt, ist der Abflugbereich zukünftig nicht mehr limitierend. Eine wie für das Referenzszenario ermittelte Überlastung ist zukünftig demzufolge auszuschließen.

- sich die Situation für den Anflugbereich während der Spitzenzeiten im Vergleich zum Abflugbereich günstiger darstellt: Es wurde zu keiner Zeit ein negativer SÜ Wert ermittelt. Für das Prognoseszenario ergibt sich hier ein Wert von maximal 44 Anflügen pro Stunde gegenüber unverändert 32 Landungen pro Stunde für den Bereich des Pistensystems. Insofern ist auch hier das Pistensystem zukünftig limitierend.
- für beide Szenarien der ungünstigste LOS Wert für den Abflugbereich ermittelt wurde. Er beträgt für das Referenzszenario $8,47 \times 10^{-6}$, entsprechend einer kritischen Annäherung auf ca. 118.000 Flugbewegungen. Dieser Wert dient als Richtwert für das Prognoseszenario (Target Level of Safety, TLS), da bisher noch kein behördlicher Grenzwert für den LOS existiert. Der höchste LOS Wert für das Prognoseszenario liegt mit einem Wert von $8,51 \times 10^{-6}$ um bis zu 0,4% über dem TLS. Er überschreitet damit – im wesentlichen bedingt durch die steigende Verkehrsdichte – geringfügig den formulierten Richtwert. Diese Steigerung des LOS Wertes bedeutet eine kritische Annäherung bereits auf ca. 117.400, d.h. 600 Flugbewegungen weniger. Da diese Bewegungszahl weniger als 1% des für das Prognoseszenario zugrundegelegten Verkehrsaufkommens (innerhalb der 6 verkehrsreichsten Monate) repräsentiert, wird die genannte Überschreitung des TLS als unkritisch eingestuft.

Hinsichtlich der Werthaltigkeit dieser Ergebnisse zum LOS bleibt zusammenfassend festzustellen, daß für den Bereich des Pistensystems zu Verkehrsspitzenzeiten bereits im Referenzszenario eine vollständige Auslastung der Piste 16/34 vorlag. Folglich können rechnerisch auf dem bestehenden Pistensystem keine zusätzlichen Bewegungen in der Spitzenstunde mehr abgewickelt werden. Dieser Sachverhalt liegt den vorgenannten Ergebnissen zugrunde. Der prognostizierte Verkehrszuwachs muß somit zukünftig außerhalb dieser Zeiten bedient werden. Ein derartiges Verkehrsverhalten ist jedoch nur über regulative Eingriffe (siehe abschließenden Maßnahmenkatalog) erreichbar.

Weiterführend zu der Bestimmung der Gefährdung am Luftverkehr beteiligter Personen und Güter durch den LOS wurde das „Externe Risiko“ für Personen bestimmt, die nicht am Luftverkehr unmittelbar beteiligt sind. Dieser Wert berücksichtigt unter Beachtung der lokalen Gegebenheiten (Pistennutzung etc.) umfassende statistische Auswertungen von Datenbanken, in denen Flugzeugunfälle detailliert beschrieben werden. Hierauf basieren die hier angewandten Modelle für die Berechnung der Wahrscheinlichkeit eines Unfalls an einem beliebigen Ort im Flughafennahbereich und darauf aufbauend deren potentielle Auswirkungen hinsichtlich der Gefährdung von Menschen. Hierbei finden auch sicherheitskritische Anlagen im Nahbereich des Flughafens (Gefährdende Anlagen gemäß EU-Richtlinien

SEVESO I/II) Berücksichtigung. Im Rahmen des Begriffes „Externes Risiko“ werden Berechnungen zum sog. „Einzelrisiko“ als auch zum „Gruppenrisiko“ durchgeführt.

Das Einzelrisiko hierbei Auskunft darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Mensch, der sich fortwährend an einem bestimmten Ort im Untersuchungsraum aufhält, an den Folgen eines Flugzeugunfalls zu Tode kommt. Grundsätzlich ist bei den Ergebnissen zum Einzelrisiko festzustellen, daß die Ausprägung der Zonen vergleichbar mit anderen Verkehrsflughäfen gleicher Größenordnung ist: Die prognostizierte Verkehrssteigerung bedingt so grundsätzlich eine Ausweitung der Risikozonen.

Im Einzelnen führen die Berechnungen des Einzelrisikos zu folgenden Ergebnissen:

- Bewohnte Gebiete sind nur von Risikowerten kleiner als 2×10^{-4} betroffen. Dies gilt vor allem im Süden und Osten des Flughafens. Dieser Wert entspricht mit Bezug auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung einem ununterbrochenen Aufenthalt an diesem Ort während der sechs verkehrsreichsten Monate über den Zeitraum von 5.000 Jahren, um an den Folgen eines Flugzeugunglückes zu sterben. Es muß hierzu allerdings festgehalten werden, daß derartige statistische Ergebnisse keine Aussage darüber liefern können, wann innerhalb dieses Zeitraumes ein Unfall eintritt.
- Das im Prognoseszenario unterstellte größere Verkehrsaufkommen hat erwartungsgemäß eine Steigerung der Zahl betroffener Anwohner zur Folge: Mit Bezug auf die international als Richtwert diskutierten Risikowerte von 10^{-4} bis 10^{-5} ergeben sich so Steigerungen von 18% bis 31%. Die spezifische Betroffenheit einzelner Gebiete ist den dem Gutachten zugehörigen Plänen zu entnehmen (siehe hierzu auch Abb. 18 und Abb. 20).

Weiterhin wurde im Rahmen der Untersuchungen zum Externen Risiko das sogenannte Gruppenrisiko (Kollektives Risiko) bestimmt. Dies ist als die Wahrscheinlichkeit definiert, daß eine Gruppe von mehr als n Personen gleichzeitig an den Folgen eines Flugzeugunglücks stirbt. Das Gruppenrisiko bezieht sich auf den gesamten Untersuchungsraum. Die Siedlungsdichte spielt bei dieser Größe eine wichtige Rolle. Hält sich in dem betrachteten Gebiet niemand auf, ist das dortige Gruppenrisiko per Definition Null.

Das Gruppenrisiko hängt somit von den Ausdehnungen des Unfallfolgegebietes, der Anzahl der sich innerhalb dieses Gebietes aufhaltenden Personen und der Wahrscheinlichkeit ab, daß eine Person infolge des Unfalls stirbt. Indem die Wahrscheinlichkeit einer höheren Zahl als n Tote an diesem Punkt mit der Wahrscheinlichkeit multipliziert wird, daß sich das Unglück an diesem Punkt (Rasterfläche 200m mal 200m) ereignet und dieses Produkt anschließend über alle Raster addiert wird, erhält man den Wert für das Gruppenrisiko (F). Das Ergebnis wird in Form einer F(n)-Kurve dargestellt.

Die Ergebnisse weisen eine durchschnittliche Steigerung des Gruppenrisikos bei gegebener Anzahl von n Personen von 34% aus.

Mit Blick auf das durch den Transport gefährdender Stoffe zusätzlich entstehende Risiko konnte kein Einfluß auf die vorgenannten Ergebnisse ermittelt werden: Die Ausweisung erweiterter Risikopotentiale, die ohnehin für Fracht- und Passagierverkehr nicht differenzierbar sind und die durch den Transport derartiger Güter entstehen, konnte in den empirischen Unfalldatenbanken aufgrund des extrem seltenen Vorkommens derartiger Unfälle nicht nachgewiesen und damit nicht implementiert werden (siehe hierzu auch Kap. 3.3).

Zusammenfassend ist somit festzustellen, daß sich unter den gegebenen Prognosebedingungen ein Anstieg der Risikopotentiale am Flughafen Basel ausgedrückt durch die Überschreitung des TLS sowie erhöhter Kennwerte für das Externe Risikos nicht vermeiden

läßt. Zur individuellen Interpretation dieser Ergebnisse ist grundsätzlich festzustellen, daß die genannten Risikopotentiale qualitativ in der Größenordnung alltäglicher Risiken wie z.B. (Blitzschlag: 5×10^{-7} bis Raucher Risiko: 5×10^{-3}) liegen.

Unabhängig von diesem Tatbestand sind mit Bezug auf die für die Prognose zugrundegelegten Vorgaben (u.a. unverändertes Pistensystem mit unveränderter Luftraumstruktur und räumlicher Verkehrsverteilung) folgende risikomindernde Maßnahmen abgeleitet worden:

1. Steigerung der Kapazität des Pistensystems (z.B. Pistenerweiterung 08/26 wenn erweiterte Nutzung politisch durchsetzbar) zur zukünftigen Vermeidung von Überlastsituationen;
2. Erhöhung des koordinierten Verkehrsanteils (Slotzuweisungen) zur Vermeidung stärkerer Ausprägung von Verkehrsspitzen;
3. Optimierung der Verkehrsflüsse im An- und Abflug durch Einsatz von Koordinationssystemen (vgl. System TACO am Flughafen Zürich) und moderner Radartechnik zur Verringerung der Radarmindeststaffelung auf 2,5 NM;
4. Modifikation des Pistennutzungskonzeptes zur Vermeidung zusätzlicher Überflüge des Baseler Stadtgebietes (z.B. vermehrte Nutzung der Route HOC 2C) sowie der östlich des Flughafens gelegenen gefährdenden Anlagen ggf. gegen politischen Widerstand (Die geplante Installation eines ILS für Piste 34 sollte nur als Ergänzung zum ILS 16 dienen).

2 Aufgabenstellung und Zielsetzung

2.1 Situation

Der Flughafen Basel-Mülhausen, auch „EuroAirport“ genannt, erweitert zur Zeit seine betrieblichen Anlagen, um die Kapazitäten für das erwartete Verkehrswachstum innerhalb der nächsten Jahre bereitstellen zu können. Es wird hierbei von einer Verkehrssteigerung bis zum Jahr 2010 von etwa 40% ausgegangen. Die Erweiterung umfaßt planerisch im wesentlichen die Verlängerung der Ost/West Piste (08/26) sowie den Ausbau der Flughafenzonen 4 und 6bis (siehe hierzu auch [2]). Diese Erweiterungsmaßnahmen finden aufgrund der noch nicht endgültig beschlossenen Ausbauplanungen allerdings noch keine Berücksichtigung in dem vorliegenden Gutachten.

Zweck der vorliegenden Risikoanalyse ist es, die mit dem Flugbetrieb am Flughafen Basel-Mülhausen verbundenen Risiken aufzuzeigen und darauf aufbauend Empfehlungen für risikomindernde Maßnahmen aufzustellen.

2.2 Leistungsumfang

Die Studie beschäftigt sich ausschließlich mit dem Luftverkehr von und zum Flughafen Basel-Mülhausen, nicht mit überfliegendem Luftverkehr.

Der Untersuchungsraum für die Studie umfaßt einen Radius um den Flughafen Basel-Mülhausen von ca. 20 km und deckt somit die Kantone Basel-Stadt und Basel-Land (Schweiz), Frankreich (Oberrhein / Elsaß) und Deutschland (Freiburg) ab.

Es werden im Sinne einer Vergleichsstudie zwei Szenarien untersucht und miteinander verglichen. Dies sind:

- Zum einen das **Referenzszenario** – basierend auf den Verkehrszahlen des Jahres 1999 und der Verkehrsstruktur, die seit dem 18. Mai 2000 gültig ist. Letztere beinhaltet Verfahrensänderungen für den An- und Abflugbereich am Flughafen Basel-Mülhausen bedingt infolge der Einführung der Europäischen Luftraumstruktur EAM04²;
- Zum anderen das **Prognoseszenario** – basierend auf einer vom Flughafen Basel vorgelegten Hochrechnung der Verkehrszahlen für das Jahr 2010.

Beide Szenarien sind hinsichtlich der Verkehrszahlen detailliert im Anhang beschrieben.

Für beide Szenarien werden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

1. Quantifizierung des Konfliktrisikos in den An- und Abflugsektoren durch Ermittlung eines ‚Level of Safety‘ (LOS). Dieser LOS liefert eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit von Konflikten (Berührung vordefinierter Sicherheitszonen) im betrachteten Luftraum. Im einzelnen umfaßt dies

² EAM04 = *European Airspace Model* (Simulationslauf Version 4): Luftraumsimulationsystem der europäischen Flugsicherungsbehörde EUROCONTROL, die maßgeblich verantwortlich für die Implementierung der neuen Struktur zeichnet.

Leistungsumfang

- das Erarbeiten der flugbetrieblichen Eingangsgrößen wie angewendete Flugsicherungsverfahren, Staffelungsrichtlinien, eingesetztes Fluggerät, etc.,
 - die Ermittlung der Pistenbelastung und der Belastung des An- und Abflugbereiches des Flughafens für das jeweils vorgegebene Verkehrsszenario,
 - die Ableitung des LOS für den Anflug- und Abflugbereich.
2. Quantifizierung des Konfliktrisikos im Flughafennahbereich durch Ermittlung des ‚External Risk‘ für den festgelegten Untersuchungsraum (siehe Kap. 4.5 ff.). Das ‚External Risk‘ trägt hierbei der induzierten Gefahr für Dritte, die sich im Flughafennahbereich aufhalten, Rechnung. Im einzelnen wird hierbei das
- *Einzelrisiko* für jeden Ort innerhalb des Untersuchungsraumes ermittelt: Auf Basis empirisch ermittelter Unfalldaten werden Erwartungswerte für Unglückshäufigkeit / -ort und Zerstörungskraft ermittelt und in Form sog. Iso-Risiko-Konturen dargestellt. Das Einzelrisiko gibt Auskunft darüber, wie hoch die Wahrscheinlichkeit für eine Person ist, die sich ständig an einem Ort aufhält, an den Folgen eines Flugzeugabsturzes zu sterben. Weiterhin wird das
 - *Gruppenrisiko* innerhalb des Untersuchungsraumes ermittelt: Auf Basis ergänzender Informationen zur lokalen Bevölkerungsdichte (Demographie) wird die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der mehr als n Personen an den Folgen eines Flugzeugabsturzes sterben.
3. Ergänzend soll für die genannten Szenarien eine Beurteilung der ermittelten Gefährdungspotentiale hinsichtlich des Einflusses von Transport von Gefahrgut auf dem Luftweg durchgeführt werden.

3 Datenanalyse und –modellierung

Zu Bezugszwecken und Verortung der Untersuchung sind nachfolgend die wesentlichen geographisch / baulichen Eingangswerte angeführt.

3.1 Lagebeschreibung

3.1.1 Lage

Der Flughafen Basel-Mülhausen liegt in der elsässischen Ebene unmittelbar an der Grenze Frankreichs zur Schweiz.

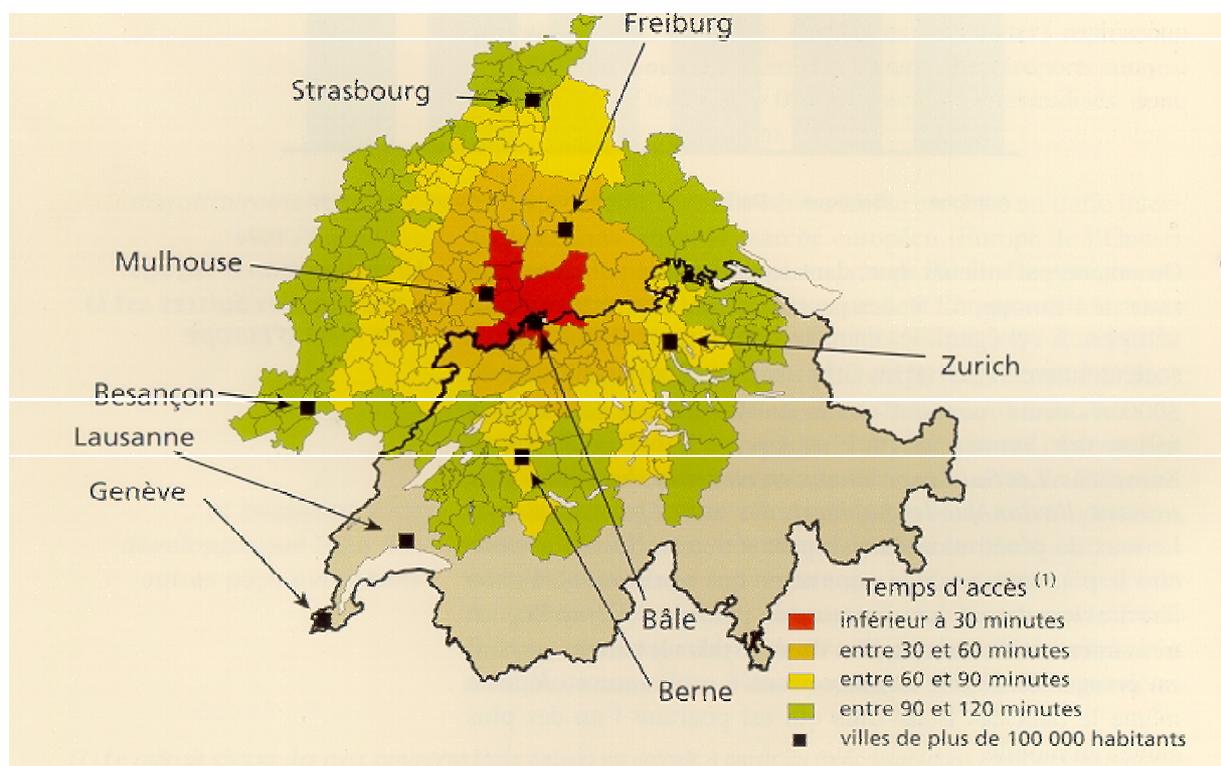


Abb. 1 Großräumige Lage des Flughafen Basel-Mülhausen , aus [4]

Der Flughafenbezugspunkt (Airport Reference Point,ARP) liegt im Schnittpunkt beider Pisten bei folgenden Koordinaten:

Östliche geographische Länge	Nördliche geographische Breite
07° 31,8'	47° 35,4'
Gauss-Krüger Landeskoordinate [rechts]	Gauss-Krüger Landeskoordinate [hoch]
606.794 m	271.036 m

Die Flugplatzhöhe beträgt 885 Fuß.

3.1.2 Start- und Landepisten

Der Flughafen verfügt über folgende Pisten:

Bezeichnung	16 / 34	08 / 26
Nutzung	Hauptpiste	Vorrangig für kleineres Fluggerät – Landungen mittelgroßen Fluggeräts möglich
Rechtweisende Richtung	155° / 335°	077° / 257°
Gesamtlänge [m]	3.900	1.600
Koordinaten des Pistenbezugspunktes		
Geogr. Breite [O]	47° 36' 10,289"	47° 35' 26,04"
geogr. Länge [N]	07° 31' 17,517"	07° 31' 40,425"
Gauss-Krüger [R] Koordinaten [H]	606.174 272.369	606.654 271.002
Abstand des Startpunktes vom Pistenbezugspunkt [m]	1.900	750
Abstand der Landeschwelle vom Pistenbezugspunkt [m]	1.900	750

Tab. 1 Daten Pistensystem

Hinsichtlich der Nutzung der Pisten ist festzustellen, daß in Richtung 08 kein IFR Abflugverkehr zugelassen ist [2].

3.1.3 Rollbahnen

Die Pisten sind über folgende Rollwege mit dem Vorfeld verbunden:

	RWY 08	RWY 26	RWY 16	RWY 34
	Entfernung (ft)	Entfernung (ft)	Entfernung (ft)	Entfernung (ft)
Abstand zur jeweiligen Schwelle	3.776	1.131	2.953	3.150
	5.814	5.249	5.020	4.724
	7.188	9.000	6.644	5.906
	9.000		7.776	7.530
			9.400	9.646
			11.000	11.000

Tab. 2 Entfernung der Abrollwege von der jeweiligen Anflugschwelle

Zusammenfassend gibt die folgende Abbildung den Lageplan des Flugplatzes wieder:

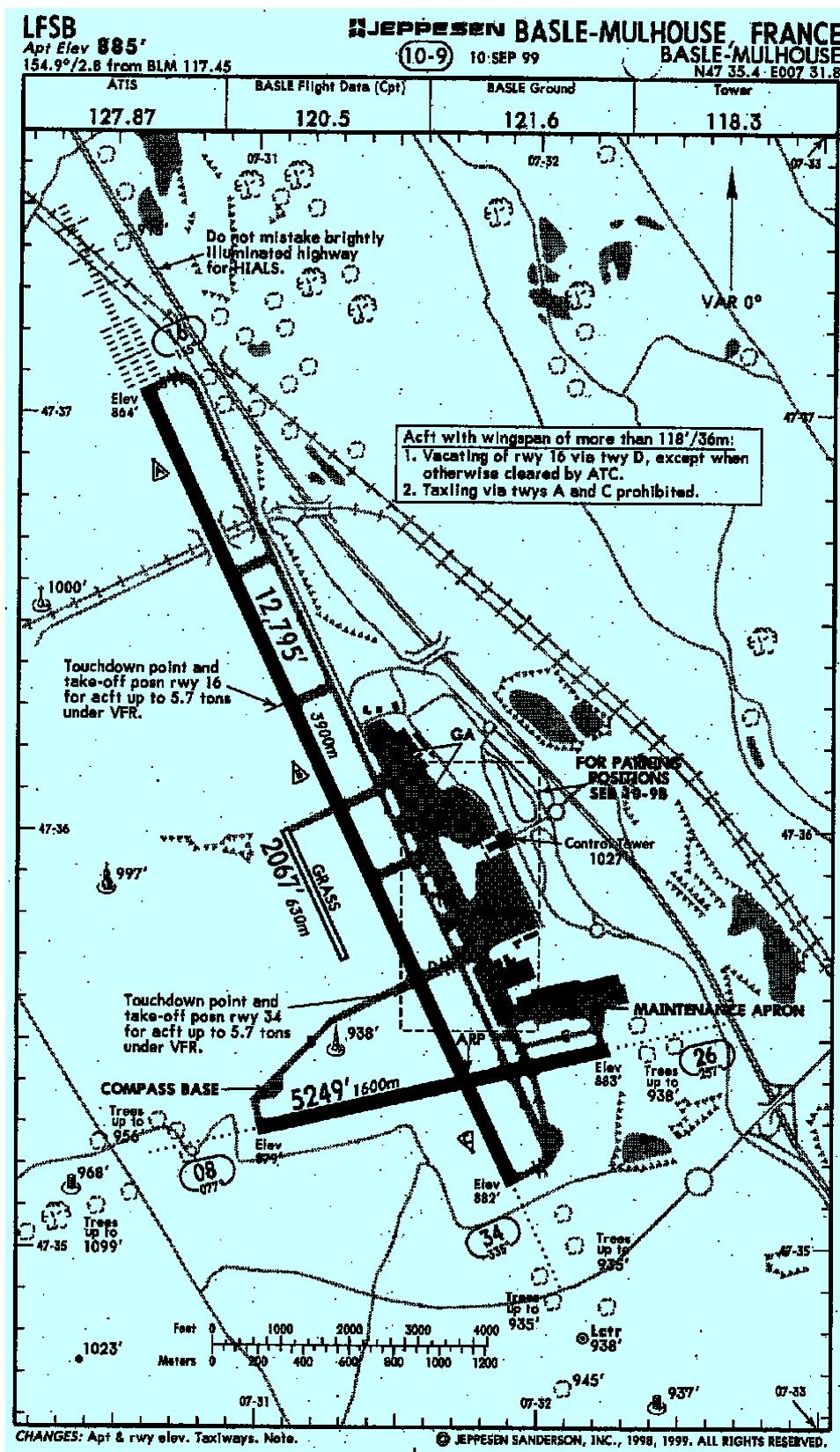


Abb. 2 Lageplan des Flughafen Basel-Mülhausen, aus [2]

3.2 Beschreibung der Verkehrsszenarien

Für das Referenz- und das Prognoseszenario lagen zunächst die Verkehrszahlen (Flugbewegungen – Starts/Landungen) hinsichtlich der folgenden Parameter

- genutzte Start-/Landepiste,
- Typ des Luftfahrzeugmusters, klassifiziert gemäß Lärmkategorien,
- Tag oder Nacht Bewegung sowie
- für Starts die genutzte *Standard Instrument Departure* Route (SID)

differenziert vor.

In Absprache mit dem Auftraggeber wurde aus diesen Daten im Rahmen von Vorarbeiten durch die GfL ein vollständiger Datensatz gemäß dem deutschen Standard zu Datenerfassungssystemen (DES) erstellt. Diese DES Verkehrsdatensätze sind im Anhang niedergelegt.

Aus der Klassifizierung der Luftfahrzeugmuster gemäß DES (= Lärmkategorien) wurde eine Zuordnung zu den Wirbelschleppenkategorien gemäß geltenden Flugsicherungsvorschriften [3] der französischen Flugsicherung DNA zur Ermittlung des *ATC Traffic Mixes* gemäß [3] vorgenommen. Die entsprechenden Ergebnisse sind ebenfalls in Tabellenform dem Anhang zu entnehmen.

Die prozentuale Verteilung auf die einzelnen Sektoren im Bezugsjahr 1999 stellte sich wie folgt dar [16]:

Beschreibung der Verkehrsszenarien

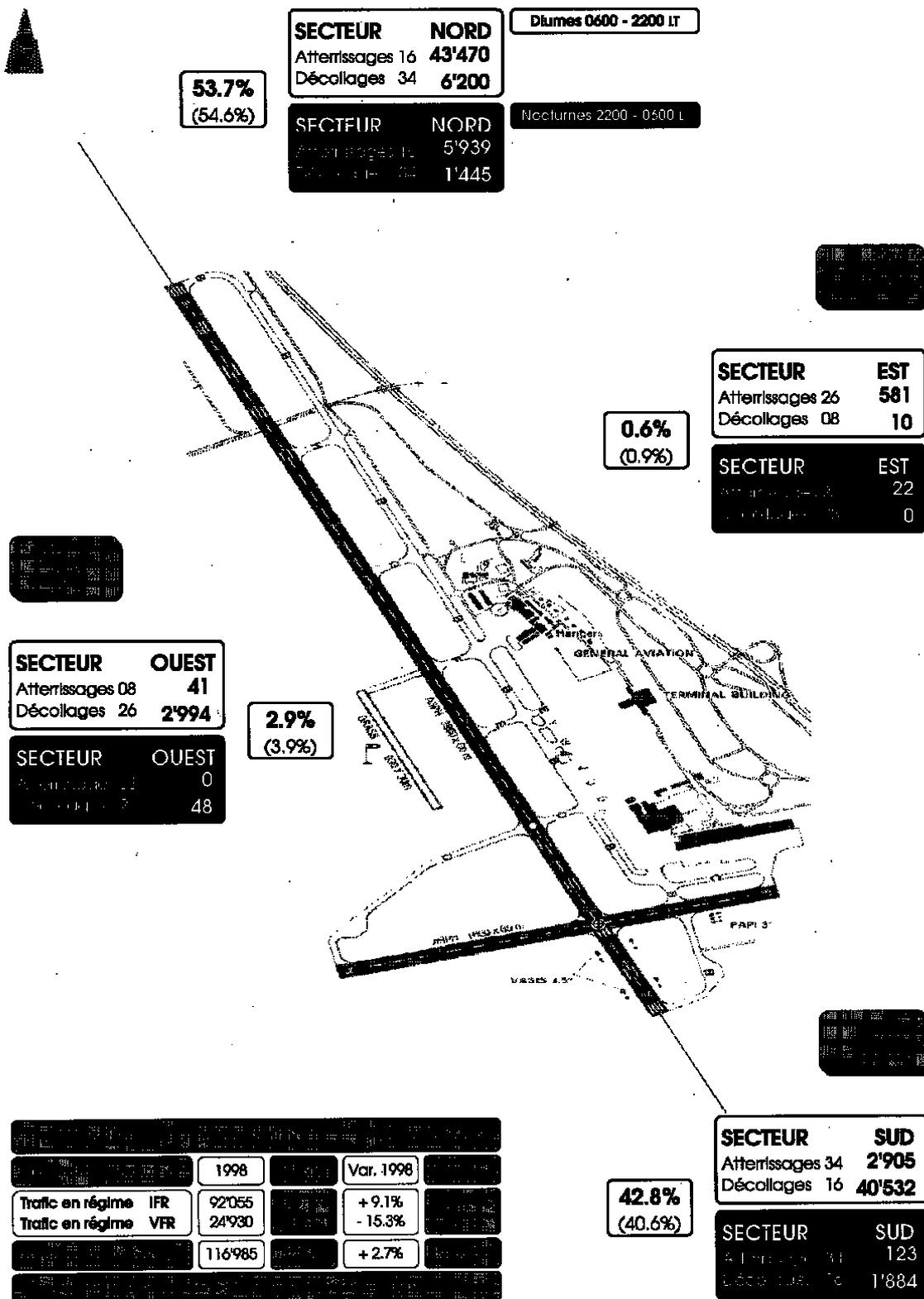


Abb. 3 Nutzungsanteile der einzelnen Pisten – Starts/Landungen – Tag/Nacht, aus [16]

3.2.1 Instrumenten Abflugrouten (SIDs)

Die Instrumenten Abflugrouten sind hinsichtlich ihrer jeweiligen Verkehrsanteile in den o.g. DES Datensätzen abgebildet. Bezüglich ihrer lateralen Verläufe wird auf die entsprechenden kartographischen Abbildungen aus [2] verwiesen.

3.2.2 Instrumenten Anflugrouten (STAR)

Aufgrund der durch sog. Radar Vectoring sehr indifferenten An- und Abflugführungen (Aufteilung siehe nachfolgende Tab. 3) wurde auf Basis der durch die lokale Flugsicherung DNA aufgezeichneten Flugspuren eine repräsentative Streckenführung modelliert.



Abb. 4 Akkumulierte Flugspuraufzeichnungen (wenige Stunden) am Flughafen Basel

3.2.3 Sichtan- und -abflugverfahren

VFR An- und Abflugrouten wurden nur als Straight In/Out Segmente implementiert, da nach den Abdreh- resp. vor den Eindrehpunkten keine repräsentative Streckenführung modellierbar ist. Für die Abflugrichtung 08 sind dies im übrigen die einzig zulässigen Verfahren.

3.2.4 Flugbewegungen im Bezugszeitraum

3.2.4.1 Durchschnittliche Werte

Um dem Tatbestand saisonaler Schwankungen in der Nachfrage von Luftverkehr als auch dem Sicherheitsprinzip „worst case“ Rechnung zu tragen, wird in Untersuchungen zur

Flugsicherheit – analog zu Fluglärmuntersuchungen – vom sog. verkehrsreichen Halbjahr, also den 6 verkehrsreichsten Monaten eines Jahres ausgegangen.

Die Bewegungszahlen für beide Szenarien wurden aus den Flugtagebüchern des Flughafen Basel-Mülhausen der Jahre 1999 und 2000 wie folgt abgeleitet:

1. Die verkehrsreichsten 6 Monate wurden explizit durch monatliche Auswertungen ermittelt und umfassen als Ergebnis den Zeitraum von Mai bis Oktober. Diese saisonale Verteilung wird als konstant über den Prognosezeitraum erachtet und gilt somit auch für das Prognoseszenario 2010.
2. Dem Prognoseszenario liegt ein Verkehrswachstum mit dem Faktor **1,45** bezogen auf das Referenzszenario zugrunde. Dieser Wert resultiert aus den verschiedenen für den Flughafen Basel erstellten Verkehrsprognosen [4].
3. Im Rahmen der Auswertung der Flugtagebücher wurden nicht zugeordnete Flugstreifen (keine Luftfahrzeugkennung) in der Größenordnung von 15% gefunden. Diese Flugbewegungen wurden nach Diskussion mit der Flugsicherheit im wesentlichen als Verkehr nach Sichtflugregeln (VFR) identifiziert und als sog. no-show Rate dem ausgewiesenen VFR Verkehr additiv zugeordnet. In Summe ergaben sich so 11.148 VFR Bewegungen in 1999.
4. Im Sinne eine „worst case“ Betrachtung wurde sämtlicher VFR Verkehr den 6 verkehrsreichsten Monaten zugeordnet (5.574 Starts plus 5.574 Landungen).
5. Aufgrund verkehrspolitischer Annahmen wird für den Prognosezeitraum kein weiteres Anwachsen des VFR Verkehrs unterstellt. Insofern wird für das Prognoseszenario 2010 eine identische VFR Bewegungszahl unterstellt. Damit sinkt der VFR Verkehrsanteil relativ um einige Prozentpunkte.
6. Aufgrund der Einführung der neuen Luftraumstruktur EAM04 zum 18. Mai 2000 am Flughafen Basel-Mülhausen, die zu einer maßgeblichen Verschiebung der Verkehrsanteile auf den einzelnen Abflugrouten geführt hat, wurde das Referenzszenario auf die ab diesem Datum veränderte Verkehrsverteilung in Basel abgestellt. Dies bedeutet praktisch, daß die Verkehrszahlen aus dem Jahr 1999 auf die neuen Routen anteilmäßig übertragen wurden.

Die wesentlichen Zahlen für beide Szenarien (ohne Hubschrauberbewegungen), die die Hauptnutzung der Piste 16/34 deutlich machen, sind in den folgenden Tab. 3 und Tab. 4 wiedergegeben:

Referenz-szenario	F l u g b e w e g u n g e n in den 6 verkehrsreichsten Monaten				
	Anflug 26	Anflug 34	Anflug 16	Anflug 08	Summe Anflug
absolut	1.781	2.544	28.348	182	32.855
prozentual	5,4%	7,7%	86,3%	0,6%	50%
	Abflug 26	Abflug 34	Abflug 16	Abflug 08	Summe Abflug
absolut	1.590	4.366	26.869	3	32.828
prozentual	4,8%	13,3%	81,8%	0,1%	50%
					Summe An-/Abflug
					65.683

Tab. 3 Flugbewegungen Referenzszenario

Prognose-szenario	F l u g b e w e g u n g e n in den 6 verkehrsreichsten Monaten				
	Anflug 26	Anflug 34	Anflug 16	Anflug 08	Summe Anflug
absolut	2.117	3.262	39.498	219	45.095
prozentual	4,7%	7,2%	87,6%	0,5%	50%
	Abflug 26	Abflug 34	Abflug 16	Abflug 08	Summe Abflug
absolut	2.246	6.003	36.823	4	45.077
prozentual	5,0%	13,3%	81,6%	0,1%	50%
					Summe An-/Abflug
					90.172

Tab. 4 Flugbewegungen Prognoseszenario

Entsprechend den Bewertungsgrundsätzen ‚Repräsentanz‘ und ‚worst-case‘ werden aus diesen Zahlen zwei Betrachtungen pro Szenario zur Sicherheitsbewertung abgeleitet:

1. Eine statistische Durchschnittsbetrachtung: Es wird von statistischen Mittelwerten der jeweils sechs verkehrsreichsten Monate ausgegangen.
2. Eine pessimistische Betrachtung: Es wird von den Werten des Spitzentages (Peak Wert) des jeweiligen Betrachtungszeitraumes ausgegangen. Hierzu wurde für das Referenzszenario das Flugtagebuch hinsichtlich der maximal aufgetretenen Verkehrsbelastung untersucht. Die Ergebnisse sind im nachfolgenden Kapitel niedergelegt.

3.2.4.2 Spitzenwerte

Hierzu wurde für das Referenzszenario das Flugtagebuch 1999 [5] hinsichtlich der maximal aufgetretenen Verkehrsbelastung untersucht:

Es ergibt sich:

	Anzahl	Tag	Monat	Spitzenstunde ab
Starts	38	27	Nov	11:55 h
Landungen	35	14	Mär	15:10 h
Gesamt	51	21	Aug	9:35 h

Tab. 5 Spitzenwerte Verkehrsbelastung in 1999

Daß es sich hierbei um einen „repräsentativen“ Spitzenwert handelt, belegt die folgende Abb. 5, die die stündlichen Bewegungen der ermittelten Durchschnittswoche als auch des Spitzentages liefert. Hierbei wurde in 5 min Schrittweiten ein 60 min Fenster über die Bewegungen des Tages gelegt.

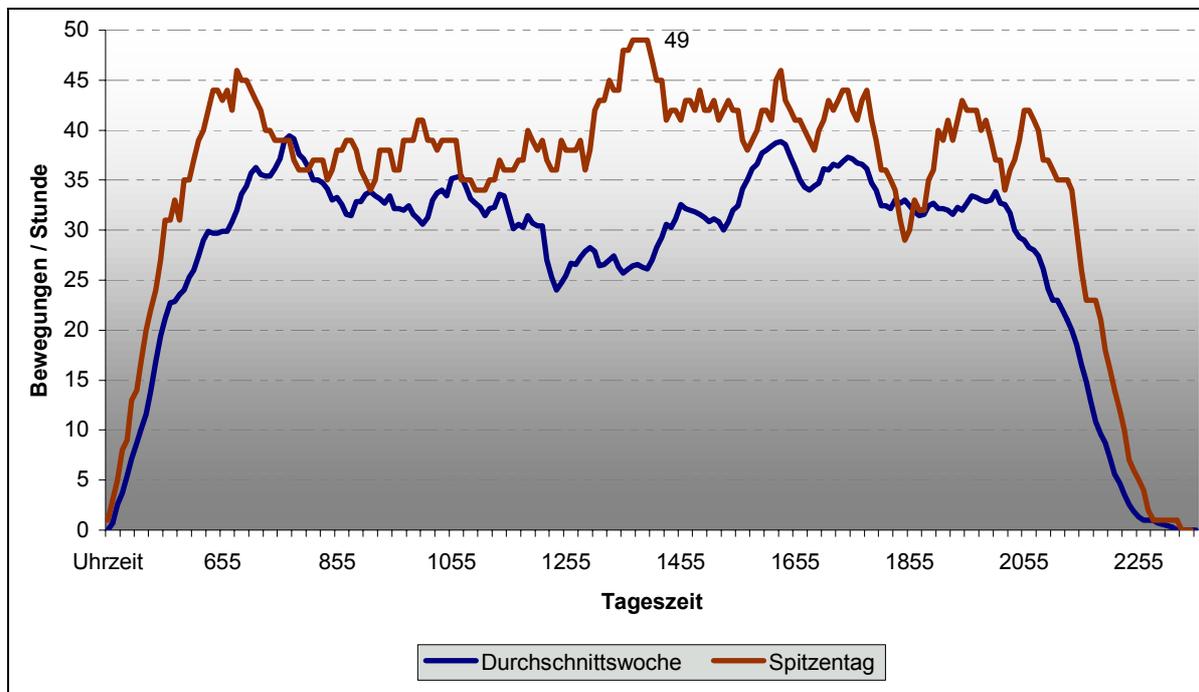


Abb. 5 Tagesverläufe der Verkehrsbewegungen im Jahr 1999

Für das Prognoseszenario liegen keine entsprechenden Daten vor. Hier wird im Rahmen der Untersuchungen die maximal mögliche Bewegungszahl im Jahr 2010 über ein Berechnungsverfahren approximiert und den Berechnungen zugrundegelegt.

3.2.4.3 Durchschnittliche Bewegungszahl

Für das Referenzszenario leiten sich aus 67.584 Bewegungen abzüglich von 1.901 Hubschrauberbewegungen = 65.683 Starrflügler Bewegungen im verkehrsreichen Halbjahr folgende Werte ab:

für den Zeitbereich ‚tagsüber‘ (16 Stunden)	10,5 Landungen sowie 10,5 Starts
für den Zeitbereich ‚24 Stunden‘	7,6 Landungen sowie 7,6 Starts

Tab. 6 Durchschnittliche Bewegungszahl pro Stunde im Referenzszenario

Für das Prognoseszenario ergibt sich analog aus 92.073 Bewegungen abzüglich von 1.900 Hubschrauberbewegungen = 90.173 Starrflügler Bewegungen im verkehrsreichen Halbjahr eine stündliche Bewegungszahl von

für den Zeitbereich ‚tagsüber‘ (16 Stunden)	14,3 Landungen sowie 14,3 Starts
für den Zeitbereich ‚24 Stunden‘	10,5 Landungen sowie 10,4 Starts

Tab. 7 Durchschnittliche Bewegungszahl pro Stunde im Prognoseszenario

3.2.4.4 ATC Traffic Mix

Relevant für die flugbetriebliche Abwicklung der an- und abfliegenden Luftfahrzeuge ist die anzuwendende Staffelung durch die Flugsicherung. Neben der grundsätzlich anzuwendenden Radarmindeststaffelung (in Basel innerhalb eines 40 NM Radius gleich 3 NM) ist im Endanflug die erhöhte Wirbelschleppenstaffelung zur Sicherung des nachfolgenden Luftfahrzeuges zu berücksichtigen. Die Betriebsanweisung für die Flugsicherung, niedergelegt in [3], baut hier auf folgender – international üblicher - Kategorisierung auf

Gewichtsklasse HEAVY	strukturell maximales Startgewicht (MTOW) > 136 t
Gewichtsklasse MEDIUM	7 t < MTOW < 136 t
Gewichtsklasse LIGHT	MTOW < 7 t

Tab. 8 Klassifizierung der Luftfahrzeuge bei Gefahr von Wirbelschleppen, nach [3]

Mit Bezug zu dieser Kategorisierung sind folgende Staffelungswerte in Abhängigkeit von der Gewichtsklasse des führenden Luftfahrzeuges zu beachten:

Voraus fliegendes LFZ	Nachfolgendes LFZ	Staffelungsminima
HEAVY	HEAVY	4 NM
HEAVY	MEDIUM	5 NM
HEAVY	LIGHT	6 NM
MEDIUM	MEDIUM	3 NM
MEDIUM	LIGHT	5 NM
LIGHT	LIGHT	3 NM

Tab. 9 Staffelungsminima bei Gefahr von Wirbelschleppenbildung gemäß [3]

Mittels Zuordnung der in der Szenarienbeschreibung verwandten Lärmkategorien („PROP1“ bis „S7“) zu den o.g. Gewichtskategorien (siehe hierzu auch die Tabellen im Anhang) sind die folgenden Werte ermittelt worden:

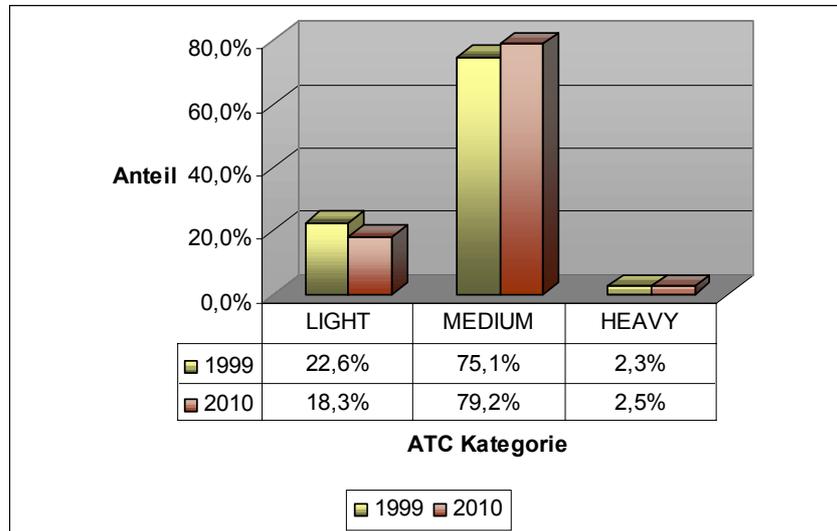


Abb. 6 ATC Traffic Mix Werte für beide Szenarien

Als wesentliches Merkmal ist festzuhalten, daß eine leichte Verschiebung der LIGHT Verkehrsanteile zu mittelschwerem Fluggerät (MEDIUM) unterstellt wird.

3.2.4.5 Meteorologische Bedingungen

Relevant im Hinblick auf die Verteilung der Flugbewegungen auf die jeweilige Pistenrichtung (im wesentlichen 16/34) sind originär die meteorologischen Verhältnisse am Flughafen. Als Abbild dieser Bedingungen wurde die Verkehrsverteilung des Referenzszenarios als repräsentativ anerkannt und in gleicher Verteilung auf das Prognoseszenario übertragen. Damit ergeben sich die Nutzungsanteile auf den jeweiligen Pisten gemäß Tab. 3 und Tab. 4.

3.3 Transport Gefährlicher Güter

Gefährliche Güter sind Stoffe und Gegenstände, von denen aufgrund ihrer Natur, ihrer Eigenschaften oder ihres Zustandes im Zusammenhang mit der Beförderung Gefahren für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere für die Allgemeinheit, für wichtige Gemeingüter, für Leben und Gesundheit von Menschen sowie für Tiere und Sachen ausgehen können [17].

Gefährliche Güter sind Explosivstoffe, Viren oder brennbare Flüssigkeiten. Meist sind dies jedoch Gebrauchs- oder Konsumgüter, die beim Lufttransport als Gefährliche Güter zu deklarieren sind. Hierzu einige Beispiele:

- Ein fertig montierter Einsatz eines Airbags für ein Auto ist wegen der Gaspatrone, die im Einsatz eingebaut ist, ein Explosivstoff.
- Tiefgefrorene Viren zur Aufbereitung von Impfstoffen gegen verschiedenste Krankheiten sind Viren, in diesem Fall aber gesundheitserhaltende.
- Aceton als Grundstoff für die kosmetische Industrie ist eine brennbare Flüssigkeit.

Auf Unverständnis stößt häufig das Verbot, Streichholzbriefchen im Handgepäck zu transportieren. Wegen der durch Reibung gegebenen Entzündungsgefahr sind aber auch sie ein Gefahrgut. Ähnliches gilt für Benzinfeuerzeuge, deren Benzin durch den verminderten Druck im Flugzeug austreten kann, wodurch eine Brandgefahr entsteht.

Der Transport Gefährlicher Güter ist aus Sicherheitsgründen sehr strengen internationalen Richtlinien unterworfen. Die Vorschriften / Technische Weisung der Internationalen Zivilluftfahrt Organisation (ICAO) für Gefahrguttransporte in der Luft enthalten einen Katalog von mehreren hundert Produkten, die unterschiedlichen Beschränkungen beim Lufttransport unterliegen. Verpackungs- und Beschriftungsvorschriften, unterschiedliche Mengenbeschränkungen beim Transport auf Passagier und Frachtmaschinen, oder gar dem Ausschluß vom Lufttransport (ca. 250 Substanzen). Für die Abfertigung des Gefahrgutes dürfen am Flughafen nur Mitarbeiter eingesetzt werden, die von den staatlichen Aufsichtsbehörden lizenziert sind.

Frachtflüge – und damit auch der Transport Gefährlicher Güter – europäischer Gesellschaften besitzen in etwa die gleiche Unfallwahrscheinlichkeit wie Passagierflüge.

Um eine Aussage über die von einem Transport Gefährlicher Güter ausgehenden Gefahren treffen zu können, wurde die Menge an diesbezüglichen Sendungen am Flughafen Basel recherchiert. Das Ergebnis weist etwa 7% aller Sendungen mit Gefahrgutanteil aus, wobei der jeweilige absolute Anteil nicht ermittelbar war³. Ergänzend wurde insofern der Flughafen Frankfurt/Main in seiner Eigenschaft als bedeutender Frachtumschlagsplatz vergleichend herangezogen – hier waren auch exakte Werte für den Gefahrgut Transport ermittelbar: 1998 wurden auf dem Frankfurter Flughafen 190 Tonnen Gefahrgut umgeschlagen. Mit Verpackung würde sich das Gewicht auf 4.700 Tonnen erhöhen. Es wurden 32.221 Dokumente für Gefahrgutsendungen erstellt. Die Gesamttonnage des Flughafens Frankfurt/Main betrug ca. 1.361.000 Tonnen. Dies bedeutet, daß lediglich 0,35% der Gesamttonnage (inkl. Verpackungsmaterial) aus Gefährlichen Gütern bestand. Der Transport gefährlicher Güter weist jedoch eine stetig steigende Tendenz auf.

³ Schreiben des Flughafen Basel an den Gutachter vom März 2001.

In der sog. GUNDI Gefahrgut-Datenbank⁴ finden sich sechs Unfälle mit Luftfahrzeugen seit 1992. Zwei dieser Unfälle endeten tödlich: der Unfall einer DC-9 am 12.05.1996 in Florida/USA (Transport von Sauerstoffgeneratoren, Klasse 5.1) und der Unfall eines Tankflugzeuges vom 13.01.1999 auf dem Flughafen Geilenkirchen/Deutschland (10.000 Liter Kerosin, Klasse 3). Die der Simulation zugrunde liegende Datenbank weist Unfälle mit Gefährlichen Gütern nicht explizit aus, da die Ursachen der Unfälle unberücksichtigt blieben. Inwieweit beispielsweise der Unfall des Tankflugzeuges ohne Gefahrgut an Bord nicht zu tödlichen Verletzungen der beiden Besatzungsmitglieder geführt hätte, kann nicht nachgewiesen und somit nicht implementiert werden.

Es ergibt sich zusammenfassend kein spezifischer Tatbestand im Hinblick auf den Transport Gefährlicher Güter für den Flughafen Basel-Mülhausen. Unfälle bei dem Transport Gefährlicher Güter in der Luft sind extrem selten, so daß die Nichtberücksichtigung ihrer eventuell erhöhten Gefährdung zu keiner Verfälschung der Ergebnisse führt. Spezifische Begriffsbestimmungen und Rechtsquellen zum Transport von Gefahrgut sind dem Anhang zu entnehmen.

⁴ Siehe im Internet (GUNDI; <http://www.storck-verlag.de/gundi.htm>)

4 Referenzszenario

4.1 Verkehrsanalyse des Anflugbereiches

4.1.1 Untersuchungsbereich

Die im Anflugbereich durchzuführenden Berechnungen stellen auf das Endanflugsegment (Final Approach Segment, beginnend am Final Approach Fix) ab, da hier aufgrund der höchsten Verkehrsdichte und der aufwendigsten Flugführungsaufgabe für die Piloten der maßgeblich die Flugsicherheit bestimmende Bereich vorliegt.

Die Länge des Endanfluges wird gemäß [2] sowie unter Berücksichtigung von [3] auf repräsentative Längen⁵ abgestellt, die in Tab. 17 explizit ausgewiesen werden.

Die dort genannten Werte gelten sowohl für VMC als auch für IMC Bedingungen.

4.1.2 Bestimmung der mittleren Mindeststaffelung

Unter Bezug auf Tab. 8 und Abb. 6 wird im folgenden die im Mittel anzuwendende Mindeststaffelung errechnet. Sie dient als wesentlicher Parameter zur Berechnung der Sicherheitskenngrößen.

Aus dem Produkt des jeweiligen Anteils einer Gewichtskategorie und des Anflugverfahrens (IMC/VMC) gemäß des bezifferten Verkehrsmix ergibt sich eine Wahrscheinlichkeit für das Aufeinanderfolgen zweier Kategorien im (End-)Anflug. Diese werden als Folgesequenzwahrscheinlichkeiten bezeichnet. Berechnet werden die Wahrscheinlichkeiten der Sequenzen

IFR(IMC) – IFR (IMC), IFR(IMC) –VFR(VMC), usw. Explizit gilt:

$$\text{Folgesequenzwahrscheinlichkeit} = \prod (\text{Anteil vorausfliegendes LFZ} \Leftrightarrow \text{Anteil folgendes LFZ})$$

Die gemittelte Mindeststaffelung resultiert aus folgenden Schritten:

⁵ Aufgrund von Radar Vectoring, das nahezu ausschließlich für die Anflugführung Auf Basel durch die Flugsicherung eingesetzt wird, schwankt die Länge des Finals in der Praxis zwischen 6 und 15 NM. Die hier zugrundegelegten Werte werden jedoch als repräsentativ erachtet.

Verkehrsanalyse des Anflugbereiches

HEAVY Anteil	
MEDIUM Anteil	
LIGHT Anteil	
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	
Summe Kreuzprodukte	
Anteil VMC Staffelung (VFR+IFR)	
Anteil IMC Staffelung	
Gemittelte Mindeststaffelung	↓

Tab. 10 Wahrscheinlichkeit von Folgesequenzen / gemittelte Mindeststaffelung

Angewendet auf die o.g. Kennwerte für den Flughafen Basel-Mülhausen ergibt sich folgende Mindeststaffelung für das Referenzszenario:

Mittlere Mindeststaffelung im Anflug	Anflug 26 tagsüber	Anflug 26 24 Stunden	Anflug 34 tagsüber	Anflug 34 24 Stunden	Anflug 16 tagsüber	Anflug 16 24 Stunden	Anflug 08 tagsüber	Anflug 08 24 Stunden
GS HEAVY Luftfahrzeug	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00
GS MEDIUM Luftfahrzeug	159,00	159,00	159,00	159,00	159,00	159,00	159,00	159,00
GS LIGHT Luftfahrzeug	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00
Traffic Mix [in %]:								
HEAVY Anteil	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
MEDIUM Anteil	74%	75%	74%	75%	74%	75%	74%	75%
LIGHT Anteil	24%	23%	24%	23%	24%	23%	24%	23%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	54%	56%	54%	56%	54%	56%	54%	56%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	18%	17%	18%	17%	18%	17%	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	18%	17%	18%	17%	18%	17%	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	6%	5%	6%	5%	6%	5%	6%	5%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Anteil VMC Staffelung (VFR+IFR)	19%	17%	19%	17%	19%	17%	19%	17%
Anteil IMC Staffelung	81%	83%	81%	83%	81%	83%	81%	83%
Ø Anfluggeschwindigkeit [kts]	145,84	146,64	145,84	146,64	145,84	146,64	145,84	146,64
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,32	3,33	3,32	3,33	3,32	3,33	3,32

Tab. 11 Gemittelte Mindeststaffelung, alle Anflugrichtungen, Referenzszenario

Der Wert der gemittelten Mindeststaffelung (3,32 NM bzw. 3,33 NM) repräsentiert jenen Wert, bei dem der Luftraum aufgrund der geltenden Staffelungsvorschriften vollständig gesättigt wäre.

4.1.3 Bestimmung des Staffelungsüberschuß

Unter Bezug auf das verkehrsreichste Halbjahr lassen sich die Verkehrslasten des Anflugbereiches errechnen, die Aufschluß darüber geben, inwieweit die Luftraumkapazität im Mittel sowie im maximalen Fall ausgeschöpft wurde. **Mit anderen Worten bedeutet dies festzustellen, welche Staffelung im Mittel notwendig ist, um das vorgegebene Verkehrsaufkommen abwickeln zu können und dies in Relation zu der unter Kap. 4.1.2 bestimmten Mindeststaffelung zu setzen.** Diesen Sachverhalt drückt der Staffelungsüberschuß (SÜ) aus. Er ist wie folgt definiert:

$$\text{Staffelungsüberschuß} = 1 - \frac{\text{gesetzlich geforderte Mindeststaffelung}}{\text{durchschnittlich realisierte Staffelung}} \leq 1$$

Abb. 7 Definition „Staffelungsüberschuß“

Der Definition zufolge liegt der Wertebereich zwischen 1 und 0. Ist der Staffelungsüberschuß gleich Null, entspricht die durchschnittlich realisierte Staffelung der gesetzlich geforderten. Als Bezugsdimension kann sowohl die Zeit [min] als auch die Entfernung [NM] dienen.

Zur Interpretation der jeweiligen SÜ-Werte möge folgende Tabelle dienen:

SÜ-Wert	Quotient geforderter zu realer Staffelung	x-faches Sicherheitspotential
0,99	0,01	100,00fach
0,9	0,1	10,00fach
0,8	0,2	5,00fach
0,7	0,3	3,33fach
0,6	0,4	2,50fach
0,5	0,5	2,00fach
0,4	0,6	1,67fach
0,3	0,7	1,43fach
0,2	0,8	1,25fach
0,1	0,9	1,11fach
0,01	0,99	1,01fach

Tab. 12 Interpretation von SÜ-Werten

Folgend nun die Bestimmung des Staffelungsüberschusses mit Bezug auf Tab. 11 für die spezifizierten Szenarien:

Durchschnittsbetrachtung Anflugbereich	Anflug 26 tagsüber	Anflug 26 24 Stunden	Anflug 34 tagsüber	Anflug 34 24 Stunden	Anflug 16 tagsüber	Anflug 16 24 Stunden	Anflug 08 tagsüber	Anflug 08 24 Stunden
Abgeleitete Ø Landungen / Tag	167,40	182,53	167,40	182,53	167,40	182,53	167,40	182,53
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	24,00	16,00	24,00	16,00	24,00	16,00	24,00
Abgeleitete Ø Landungen / Std.	10,46	7,61	10,46	7,61	10,46	7,61	10,46	7,61
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,32	3,33	3,32	3,33	3,32	3,33	3,32
Länge Final Approach [NM]	2,50	2,50	14,60	14,60	9,20	9,20	2,50	2,50
Belegungszeit / LFZ [min]	1,03	1,02	6,01	5,97	3,78	3,76	1,03	1,02
Zeitbedarf alle Landungen / Std.	10,76	7,78	62,84	45,43	39,60	28,63	10,76	7,78
Überschußfaktor	5,58	7,71	0,95	1,32	1,52	2,10	5,58	7,71
Ø Staffelungswert [NM]	13,94	19,28	13,94	19,28	13,94	19,28	13,94	19,28
Staffelungsüberschuß	0,761	0,83	0,761	0,83	0,761	0,83	0,761	0,83

Tab. 13 Ermittlung SÜ Werte, Anflug, Durchschnittsbetrachtung, Referenzszenario

Bei der Spitzenwertbetrachtung wird von einer stündlichen Anzahl von Flugbewegungen gemäß Vorgabe aus Kap. 3.2.4.2 ausgegangen. Es ergibt sich⁶:

⁶ Auszugsweise wurde in Tab. 14 auf die Anflugpiste 34 mit dem längsten Final Approach abgestellt. Diese Länge ist allerdings nur für die Belegungszeit / Luftfahrzeug relevant – der SÜ-Wert wird hiervon nicht berührt. Insofern gelten die Werte für alle Anflughrichtungen.

Verkehrsanalyse des Anflugbereiches

Spitzenwertbetrachtung	Anflug tagsüber
Maximale Landungen pro Monat	Nicht bestimmt
Maximale Landungen pro Tag	Nicht bestimmt
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00
Maximale Landungen / Stunde	35,00
GS HEAVY Luftfahrzeug	171,00
GS MEDIUM Luftfahrzeug	159,00
GS LIGHT Luftfahrzeug	103,00
Traffic Mix:	
HEAVY Anteil	2%
MEDIUM Anteil	74%
LIGHT Anteil	24%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	1%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	54%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	18%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	1%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	18%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	6%
Summe Kreuzprodukte	100%
Anteil VMC Staffellung (VFR+IFR)	19%
Anteil IMC Staffellung	81%
Ø Anfluggeschwindigkeit [kts]	145,84
Gemittelte Mindeststaffellung [NM]	3,33
Länge Final Approach [NM]	14,60
Belegungszeit / LFZ [min]	6,01
Zeitbedarf für alle Landungen / Stunde	210,23
Überschußfaktor	0,29
Ø Staffellungswert [NM]	4,17
Staffelungsüberschuß	0,201

Tab. 14 Ermittlung SÜ Werte, Anflug, Spitzenwertbetrachtung, Referenzszenario

Es zeigt sich, daß während der durchschnittlichen Verkehrsbelastung noch ein Sicherheitspotential von mindestens 4,18fach (SÜ Wert = 0,761) bis 5,88fach (SÜ Wert = 0,81) vorlag. Zu Spitzenzeiten sank der Sicherheitspuffer bis auf den Wert 1,25fach (SÜ Wert = 0,201).

4.2 Auslastung des Pistensystems

4.2.1 Relevanz für die Bewertung der Flugsicherheit

Die Bestimmung der Flugsicherheit auf dem Pistensystem stellt die zweite zu analysierende Funktionseinheit dar. Hier soll Aufschluß darüber erzielt werden, inwieweit die Kapazitäten der Pisten in Funktion von Pistenbelegungs- sowie Intervallzeit (zeitlicher Abstand zweier aufeinanderfolgender Flugbewegungen) ausgeschöpft waren.

Zur Abschätzung des Sicherheitsniveaus auf dem Start- und Landepistensystem bedarf es der Bestimmung von Größen, die die Kapazitätsrechnung beeinflussen. Neben der Bestimmung der mittleren Pistenbelegungszeiten in Funktion von ATC Traffic Mix, Pistenzustand und Landerichtung müssen weitere kapazitative Annahmen getroffen werden. Die restriktive Wechselwirkung von An- und Abflugbereich sowie von Rollbahnen und Vorfeld ist mit zu berücksichtigen.

Der anfliegende Verkehr kann im Falle des hier vorliegenden Kreuzpistesystems durch den abfliegenden Verkehr restriktiv beeinflusst werden, so daß sowohl Pistenbelegungszeiten als auch Intervallzeiten zu berechnen sind.

Hinsichtlich der Abflugfreigaben (*Take Off Clearance*) werden für die Startfrequenz am Flughafen Basel-Mülhausen folgende Richtlinien berücksichtigt⁷ [3]:

- 2 Minuten Abstand für Luftfahrzeuge, wenn das zuvor gestartete Luftfahrzeug einer höheren Gewichtskategorie (z.B. MEDIUM vor LIGHT) zugeordnet ist.
- Für alle anderen Abflugkombinationen
 - Einhalten der Radarstaffelung von 3 NM, wenn die Luftfahrzeuge die gleiche Abflugstrecke nutzen,
 - Mindestens 1 NM Abstand vom Pistenende (angenommener Punkt der Routenauffächerung), wenn die Luftfahrzeuge unterschiedliche Abflugstrecken nutzen.

Als gemeinsame Streckenführung wird für alle Abflugrouten (SIDs) des Flughafens Basel-Mülhausen eine repräsentative geradlinige Abflugführung von 1 NM in Richtung 16 und von 3 NM in Richtung 34 und 28 zugrundegelegt.

4.2.2 Stündliche Kapazitäten

Zur Bestimmung der Kapazitäten des Start-/Landepistesystems werden die Modelle FIM („First-Come , First-Served“) und SAM („Pre-Emptive Spaced-Arrival“) verwendet. Während mit dem FIM die Kapazitäten ohne gegenseitige Beeinflussung bestimmt werden, geht man im SAM davon aus, daß zwischen Anflügen auch Abflüge abgefertigt werden.

⁷ Es wird bei den Berechnungen von einem funktionsfähigen Radar ausgegangen und damit die *procédures radar* aus [3] zugrunde gelegt.

Auslastung des Pistensystems

Um die Abrollwahrscheinlichkeiten und Pistenbelegungszeiten zu bestimmen, die für die weiteren Berechnungen benötigt werden, wurden die Entfernungen der Exits von der jeweiligen Schwelle ermittelt. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 zusammengefasst.

Neben der Lage der Exits werden bei der Berechnung der Kapazitäten weiterhin

- der ATC Traffic-Mix gemäß Abb. 6,
- die Staffelungskriterien aufgrund Wirbelschleppenbildung gemäß Tab. 9,
- die Anfluggeschwindigkeiten der LFZ gemäß Tab. 15,
- die Zeitspanne, in der Abflüge noch vor Anflügen genehmigt werden dürfen gemäß Tab. 16,
- die Länge des gemeinsamen Gleitpfades gemäß Tab. 17,
- die Abflugstaffelung von bis zu 2 Minuten – je nach Folgesequenz hinsichtlich gewählter Abflugroute (gewährleistet bei einer durchschnittlichen Climb-Out Speed von 150 kts kurzfristig nach dem Start 3 NM Radarstaffelung)

als wesentliche Parameter herangezogen.

	10 NM	4 NM	THR	gemittelt
Heavy (H) [kts]	210	160	140	171
Med.Jet (MJ) [kts]	180	160	130	160
Med.Prop (MP) [kts]	180	160	120	158
Light (L) [kts]	120	100	85	103

Tab. 15 Anfluggeschwindigkeiten nach ATC LFZ-Kategorien

	Heavy (H)	Med.Jet (MJ)	Med.Prop (MP)	Light (L)
Zeit (s)	65	112	120	170

Tab. 16 Zeitspanne in der Abflüge noch vor Anflügen genehmigt werden dürfen

Anflugrichtung	Länge [NM]
Piste 08	2,5
Piste 26	2,5
Piste 16	14,6
Piste 34	9,2

Tab. 17 Länge des Endanfluges

Auslastung des Pistensystems

Es ergeben sich folgende Kapazitäten:

IMC	Separate Nutzung		Gemischte Nutzung 50:50	
	Max. Anflüge/h (FIM)	max Abflüge/h (FIM)	max. An+Abflüge/h (SAM 50:50 dry)	Summe
Piste 16	30	38	17/17	34
Piste 26	35	28	15/14	29
Piste 34	27	28	16/15	31

Tab. 18 Übersicht stündliche Kapazitäten der einzelnen Pisten unter IMC – Referenzszenario

Bei Mitbenutzung der Piste 26 für zusätzliche Landungen lassen sich folgende Kapazitäten realisieren:

IMC	Separate Nutzung		Gemischte Nutzung 50:50 (insgesamt)	
	Max. Anflüge/h (FIM)	max Abflüge/h (FIM)	An+Abflüge	Abflüge 26
Piste 16	30	38	20/14	6
Piste 26	35	28		
Piste 34	27	28	19/13	6

Tab. 19 Übersicht stündliche Kapazitäten des Kreuzpistensystems unter IMC (1) – Referenzszenario

Es lassen sich somit bei Gleichverteilung von Starts und Landungen folgende Bewegungszahlen abwickeln:

Gemischte Nutzung 50:50 (insgesamt)	
Betrieb Piste 16	40
Betrieb Piste 34	38

Tab. 20 Übersicht stündliche Kapazitäten des Kreuzpistensystems unter IMC (2) – Referenzszenario

4.2.3 Auslastungsquoten

Die in Tab. 18 bis Tab. 20 ausgewiesenen Kapazitäten des Pistensystems werden nun der Verkehrsnachfrage gemäß Tab. 6 im Referenzszenario gegenübergestellt, um die Auslastungsquote zu ermitteln⁸. Es folgen die Quoten zu :

Abflugseitig isoliert:

Bezug: Piste 16	Spitzenwert	38 Starts / 38 maximal zulässige Starts	100%
	Durchschnitt	10,45 Starts / 38 maximal zulässige Starts	28%

Anflugseitig isoliert :

Bezug: Piste 26	Spitzenwert	35 Landungen / 35 maximal zulässige Landungen	100%
	Durchschnitt	10,45 Landungen / 35 maximal zulässige Landungen	30%

An- und abflugseitig kombiniert :

Spitzenwert	51 Bewegungen / 40 maximal zulässigen Bewegungen	128%
Durchschnittswert⁹	21 Bewegungen / 40 maximal zulässigen Bewegungen	52%

Die kombinierte Betrachtung zeigt eine temporäre Überlastung des Pistensystems während der Spitzenzeiten, die durch kurzfristig hohen VFR Verkehrsanteil oder veränderten Verkehrsmix (z.B. weniger Flugbewegungen der Kategorie HEAVY) erzielbar ist und keine Verletzung geltender Richtlinien bedeuten muß.

⁸ Die Zahl der maximal zulässigen Starts und / oder Landungen ergibt sich aus den isolierten Betrachtungen für Starts und Landungen; die prozentualen Angaben beziehen sich auf ein 60-Minuten-Zeitintervall.

⁹ Der Durchschnittswert errechnet sich über die Halbjahresverkehrsleistung des Szenarios tagsüber dividiert durch 184 Tage und weiter 16 Stunden Betriebszeit täglich.

4.3 Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

4.3.1 Belastungsgrad und Staffellingsüberschuß

In Abhängigkeit von der aktuellen Verkehrszusammensetzung ist eine Aussage über die Betriebssicherheit hinsichtlich der Belastung der einzelnen Abflugwege notwendig. Je mehr Abflugwege orientiert an den globalen Pistenrichtungen Nordwest (26/34) und Süd (16) zur Verfügung stehen, desto geringer ist die Belastung der einzelnen Route und somit entsprechend höher der erzielbare Staffellingsüberschuß nach Definition aus Abb. 7. Die Berechnung des Staffellingsüberschusses im Abflugbereich läßt sich wie folgt vornehmen:

- Ermittlung der Starts pro Bezugszeitraum
- Ableiten der täglichen Starts (unter Bezug auf die modellierten Verkehrstage)
- Berücksichtigung des Verkehrsmix (H,M,L)
- Ermittlung der entsprechend des Verkehrsmix mittleren erforderlichen Staffellung
- Ermittlung der entsprechend des Verkehrsmix mittleren Abfluggeschwindigkeit über Grund auf den Abflugrouten
- Berechnung der Belegungszeit pro Route und pro Flugereignis auf Basis der Länge der gemeinsamen Streckenführung (GSF)
- Ableitung der Gesamtbelegungszeit für die jeweilige Route
- Ermittlung der durchschnittlich realisierten Staffellung
- Bestimmung des Verhältnisses erforderlicher zu realisierter Staffellung.

Abflugrichtung	Länge [NM]
Piste 08	1
Piste 26	3
Piste 16	1
Piste 34	3

Tab. 21 Längen der gemeinsamen Streckenführung für jede Piste

Für die folgenden Analysen des Verkehrs auf den Abflugrouten ist grundsätzlich zwischen dem Betrieb der jeweiligen Pistenrichtung zu differenzieren. Die Verteilung auf die einzelnen Routen wurde, wie eingangs dargelegt, auf Basis der Auswertung des Flugtagebuchs des Jahres 1999 [5] festgelegt.

In Funktion des Splitting des abfliegenden Verkehrs in die Hauptabflugrichtungen (West, Nord, ...) ist eine quantitative Aussage hinsichtlich der Flugsicherheit bezüglich der Verkehrslastverteilung auf diesen Hauptachsen möglich. Je homogener die Verteilung auf die einzelnen Routen erfolgt, desto geringer ist die Belastung der einzelnen Route und desto höher die Flugsicherheit im Abflugbereich. Da jedoch die Einhaltung von Staffellingsminima in diesem Bereich als Funktion der Kursführungsgenauigkeit ebenfalls einen Einfluß auf die Sicherheitsbetrachtung hat, ist bei der Einzelbewertung einer Abflugroute auch ihr lateraler

Verlauf zu berücksichtigen. Hieraus folgt, daß ein gekrümmtes Abflugsegment gegenüber einem geraden Segment zu einer höheren Anforderung für den Lotsen (Überwachung) sowie den Piloten (Kurshaltung) führt. Auf die Flugsicherheit bezogen läßt sich so ein geographisch gewichteter Belastungsgrad für jede Abflugroute definieren:

$$\text{Belastungsgrad} = \frac{\text{Anteiliger Verkehr}}{\text{Gesamtverkehr}} \times \text{GF}$$

$$\text{mit GF} = \text{geographischer Faktor} = \prod_{i=1}^{i=n} \alpha_i \times \sum_{j=1}^{j=m} \beta_j$$

$$\text{mit a} = \text{Faktor für gekrümmte Segmente} = 1,5$$

$$\text{mit b} = \text{Faktor für gerade Segmente} = \frac{\text{Segmentlänge [NM]}}{10 \text{ NM}}$$

Abb. 8 Definition des Belastungsgrades einer Abflugroute

Der geographische Faktor (GF) ist somit das Produkt von geraden, über ihre Länge gewichteten Teilstücken und gekrümmten Teilstücken mit dem empirischen Faktor 1,5. Das Verhältnis anteiliger Verkehr zu Gesamtverkehr ergibt den prozentualen Anteil an der Verkehrslast der entsprechenden Streckenführung.

Im nachfolgenden werden nun der Staffelungsüberschuß sowie der Belastungsgrad für alle Pistenrichtungen unter Zugrundelegung der in Kap. 3.2 beschriebenen Szenarien bestimmt. Es wird hierbei wie üblich unterstellt, daß die Wirbelschleppenstaffelung nur in dem gemeinsamen Bereich der Abflugstrecken Anwendung findet, da die Gefahr durch Wirbelschleppenbildung dort signifikant ist. Im weiteren Verlauf der Strecken (ab etwa 5 NM ist Vertikalstaffelung möglich) wird aufgrund der geringeren individuellen Belastung (Aufteilung des Verkehrs auf die einzelnen Routen) mit Radarstaffelung (3 NM) separiert [3]. Dies entspricht je nach Verkehrsfolge einer zeitlichen Staffelung zwischen 1:30 min und 3:00 min.

Dem Aspekt der unterschiedlichen Belastungen wird dadurch Rechnung getragen, daß sowohl nach gemeinsamem Streckenabschnitt als auch nach Einzelstreckenabschnitten differenziert untersucht wird.

4.3.2 Auswertung Abflugrichtung 16 - gemeinsamer Abflugbereich -

In Abflugrichtung 26 erstreckt sich die längste gemeinsame Streckenführung über ca. 3NM. Spätestens in diesem Abstand zum Pistenende stellt sich eine Auffächerung der Routen ein (siehe zum exaktem Verlauf der Abflugstrecken den Anhang).

Für diese Gegebenheit läßt sich der Staffelungsüberschuß für Durchschnitts- und Spitzenwerte bestimmen:

Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

Durchschnittsbetrachtung	Abflug 26 gemeinsame SF tagsüber	Abflug 26 gemeinsame SF 24 Std
∅ Starts pro Monat und Piste	240,63	264,98
Abgeleitete ∅ Starts / Tag	167,24	182,38
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	24,00
Abgeleitete ∅ Starts / Stunde	10,45	7,60
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	130,00	130,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00	100,00
Traffic Mix [in %]:		
HEAVY Anteil	2%	2%
MEDIUM Anteil	74%	75%
LIGHT Anteil	24%	23%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	1%	1%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	54%	56%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	1%	1%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	6%	5%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%
Anteil VMC Staffelung	19%	17%
Anteil IMC Staffelung	81%	83%
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,03	123,47
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,32
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	3,00	3,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	1,46	1,46
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	15,29	11,08
Überschußfaktor	3,92	5,42
∅ Staffelungswert [NM]	11,77	16,25
Staffelungsüberschuß	0,717	0,80

Tab. 22 Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 26, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Referenzszenario

Bei der Spitzenwertbetrachtung wird von einer stündlichen Anzahl von Flugbewegungen gemäß Vorgabe aus Kap. 3.2.4.2 ausgegangen. Es ergibt sich:

Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

Spitzenwertbetrachtung	Abflug 26 gemeinsame SF tagsüber
∅ Starts pro Monat und Piste	Nicht bestimmt
Abgeleitete ∅ Starts / Tag	Nicht bestimmt
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00
Abgeleitete ∅ Starts / Stunde	38,00
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	130,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00
Traffic Mix [in %]:	
HEAVY Anteil	2%
MEDIUM Anteil	74%
LIGHT Anteil	24%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	1%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	54%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	18%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	1%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	18%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	6%
Summe Kreuzprodukte	100%
Anteil VMC Staffelung	19%
Anteil IMC Staffelung	81%
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,03
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	3,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	1,46
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	55,59
Überschußfaktor	1,08
∅ Staffelungswert [NM]	3,24
Staffelungsüberschuß	-0,028

Tab. 23 Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 26, gemeinsame Streckenführung, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario

Die Berechnungen weisen für den Abflugbereich 26 im Schnitt ein ausreichendes Sicherheitspotential von 3,53fach (SÜ-Wert = 0,717) bis maximal 4,88fach (SÜ-Wert = 0,795) auf. Während der Spitzenverkehrszeiten sank jedoch der SÜ geringfügig unterhalb des zulässigen Staffelungswertes gemäß Kap. 4.1.2. Statt der geforderten 3,32 NM wurde im Mittel nur mit 3,24 NM gestaffelt.

Derartige Spitzenbelastungen sind typisch für die Situation von Flughäfen der Größenordnung von Basel-Mülhausen, wenn auch eine solche Unterschreitung grundsätzlich die Ausnahme bleiben sollte.

4.3.3 Auswertung Abflugrichtung 26 - Einzelstreckenanalyse –

Die Auslastungsbestimmung des Abflugbereiches wird weiter differenziert in den Bereich der Einzelstreckenanalyse. Der Verkehr verteilte sich im Referenzszenario in Richtung 26 auf 7 IFR Abflugrouten. Die Streckenlängen im Flughafennahbereich wurden gemäß DES ermittelt [5] und bis zum Eintritt in das ATS Streckennetz durch manuelle Vermessung der Abflugkarten [2] vervollständigt. Die im folgenden angegebene mittlere zu realisierende Staffelung ergibt sich hierbei aus der prozentualen Belastung der Route mit den einzelnen Gewichtskategorien. Diese Werte stellen die maximal erforderlichen Staffelungen bezogen auf das führende LFZ der entsprechenden Gewichtsklasse dar. Es läßt sich folgende Bilanz für die Piste 26 aufstellen¹⁰:

Durchschnittsbetrachtungen / tagsüber								
Abflug 26	26 GTQ 2W	26 ELBEG 2W	26 BASUD 2W	26 LUMEL 2W	26 HOC 2X	26 STR 2W	26 HOMBO 2W	26 ELBEG 2V
Streckenlänge	22,640	39,149	25,353	16,373	16,125	16,484	43,235	24,828
Anteiliger Verkehr	3%	8%	8%	36%	8%	0%	1%	37%
Streckenbeschreibung:								
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	2	1	2	2	3	2
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,890	2,978	1,728	1,550	1,280	1,215	3,337	2,046
Geographischer Faktor	5,670	8,934	5,184	2,325	3,839	3,645	15,016	6,139
Belastungsgrad	0,002	0,007	0,004	0,008	0,003		0,002	0,023
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330		3,330	3,330
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034		123,034	123,034
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	11,041	19,092	12,364	7,985	7,863		21,084	12,108
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	3,736	15,074	9,762	29,721	6,504		3,171	46,433
Überschußfaktor	16,060	3,980	6,146	2,019	9,225		18,922	1,292
∅ Staffelungswert [NM]	363,594	155,826	155,826	33,054	148,743		818,086	32,082
Staffelungsüberschuß	0,991	0,979	0,979	0,899	0,978		0,996	0,896

Tab. 24 Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Referenzszenario

Durchschnittsbetrachtungen / 24 Stunden								
Abflug 26	26 GTQ 2W	26 ELBEG 2W	26 BASUD 2W	26 LUMEL 2W	26 HOC 2X	26 STR 2W	26 HOMBO 2W	26 ELBEG 2V
Streckenlänge	22,640	39,149	25,353	16,373	16,125	16,484	43,235	24,828
Anteiliger Verkehr	3%	8%	8%	36%	8%	0%	1%	37%
Streckenbeschreibung:								
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	2	1	2	2	3	2

¹⁰ Zur Berechnung der Werte vergleiche das Verfahren zur Bestimmung der Staffelungsüberschüsse des gemeinsamen Streckenbereiches.

Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,890	2,978	1,728	1,550	1,280	1,215	3,337	2,046
Geographischer Faktor	5,670	8,934	5,184	2,325	3,839	3,645	15,016	6,139
Belastungsgrad	0,002	0,007	0,004	0,008	0,003		0,002	0,023
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,324	3,324	3,324	3,324	3,324		3,324	3,324
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,465	123,465	123,465	123,465	123,465		123,465	123,465
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	11,002	19,025	12,321	7,957	7,836		21,011	12,065
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	2,707	10,921	7,073	21,532	4,712		2,297	33,640
Überschußfaktor	22,167	5,494	8,484	2,787	12,733		26,118	1,784
∅ Staffelungswert [NM]	501,864	215,085	215,085	45,624	205,308		1129,194	44,282
Staffelungsüberschuß	0,993	0,985	0,985	0,927	0,984		0,997	0,925

Tab. 25 Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Referenzszenario

Spitzenwertbetrachtungen								
Abflug 26	26 GTQ 2W	26 ELBEG 2W	26 BASUD 2W	26 LUMEL 2W	26 HOC 2X	26 STR 2W	26 HOMBO 2W	26 ELBEG 2V
Streckenlänge	22,640	39,149	25,353	16,373	16,125	16,484	43,235	24,828
Anteiliger Verkehr	3%	8%	8%	36%	8%	0%	1%	37%
Streckenbeschreibung:								
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	2	1	2	2	3	2
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,890	2,978	1,728	1,550	1,280	1,215	3,337	2,046
Geographischer Faktor	5,670	8,934	5,184	2,325	3,839	3,645	15,016	6,139
Belastungsgrad	0,002	0,007	0,004	0,008	0,003		0,002	0,023
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330		3,330	3,330
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034		123,034	123,034
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	11,041	19,092	12,364	7,985	7,863		21,084	12,108
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	13,583	54,804	35,491	108,052	23,647		11,528	168,811
Überschußfaktor	4,417	1,095	1,691	0,555	2,537		5,205	0,355
∅ Staffelungswert [NM]	100,010	42,862	42,862	9,092	40,913		225,023	8,824
Staffelungsüberschuß	0,967	0,922	0,922	0,634	0,919		0,985	0,623

Tab. 26 Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario

Im Bereich der Einzelstrecken lag - wie erwartet - die Auslastung deutlich unterhalb derjenigen auf den gemeinsamen Streckenabschnitten. So lag das Sicherheitspotential durchschnittlich bei mindestens 9,63fach (SÜ Wert = 0,896) und auch zu Spitzenzeiten sank der Wert nicht unterhalb 2,65fach (SÜ Wert = 0,623).

4.3.4 Auswertung Abflugrichtung 34 - gemeinsamer Abflugbereich –

In Abflugrichtung 34 erstreckt sich die längste gemeinsame Streckenführung auf nur 1 NM. Bereits ab dieser Entfernung erfolgt die Auffächerung auf die verschiedenen Streckenführungen. Für diese Gegebenheit ergibt sich der Staffellungsüberschuß für Durchschnitts- und Spitzenwertbetrachtung wie folgt:

Durchschnittsbetrachtung	Abflug 34 gemeinsame SF tagsüber	Abflug 34 gemeinsame SF 24 Std
Ø Starts pro Monat und Piste	666,87	727,60
Abgeleitete Ø Starts / Tag	167,24	182,38
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	24,00
Abgeleitete Ø Starts / Stunde	10,45	7,60
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	130,00	130,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00	100,00
Traffic Mix [in %]:		
HEAVY Anteil	2%	2%
MEDIUM Anteil	74%	75%
LIGHT Anteil	24%	23%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	1%	1%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	54%	56%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	1%	1%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	6%	5%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%
Anteil VMC Staffellung	19%	17%
Anteil IMC Staffellung	81%	83%
Ø Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,03	123,47
Gemittelte Mindeststaffellung [NM]	3,33	3,32
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	1,00	1,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	0,49	0,49
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	5,10	3,69
Überschußfaktor	11,77	16,25
Ø Staffellungswert [NM]	11,77	16,25
Staffellungsüberschuß	0,717	0,80

Tab. 27 Bestimmung des Staffellungsüberschusses, Abflug 34, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Referenzszenario

Da innerhalb der Ermittlung der Spitzenwerte keine Abhängigkeit zur Pistenrichtung hergestellt werden kann, liegen die Werte für die Richtung 34 identisch zu jenen für die Richtung 26, wie ausgewiesen in Tab. 23 und dort kommentiert.

Die Berechnungen weisen ein Sicherheitspotential für den Abflugbereich 34 – gemeinsame Streckenführung - identisch zu jenem für die Richtung 26 auf. Erneut lagen während

Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

durchschnittlicher Verkehrsbelastung die Werte bei 3,53fach (SÜ-Wert = 0,717) bis maximal 4,88fach (SÜ-Wert = 0,795).

4.3.5 Auswertung Abflugrichtung 34 - Einzelstreckenanalyse –

Zur Situation für die Abflugrichtung 34 ist festzustellen, daß sich der Verkehr auf nur 6 repräsentative IFR Abflugrouten verteilte. Die Berechnungen liefern für diese Piste:

Durchschnittsbetrachtung / tagsüber						
Abflug 34	34 ELBEG 2N	34 AGENO 2N	34 GTQ 2N	34 BASUD 2N	34 LUMEL 2N	34 STR 2N
Streckenlänge	15,884	24,294	12,856	27,729	26,073	13,295
Anteiliger Verkehr	65%	1%	16%	3%	15%	1%
Streckenbeschreibung:						
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	1	2	2	1
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,129	1,879	1,274	2,279	2,133	1,263
Geographischer Faktor	3,386	5,637	1,911	6,836	6,398	1,895
Belastungsgrad	0,022	0,000	0,003	0,002	0,010	0,000
Gemittelte Mindeststaffe- lung [NM]	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	7,746	11,848	6,270	13,523	12,715	6,483
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	52,794	0,745	10,415	3,886	19,753	0,466
Überschußfaktor	1,136	80,569	5,761	15,441	3,038	128,825
∅ Staffelnwert [NM]	18,052	1957,353	74,062	428,171	79,199	1712,684
Staffelungsüberschuß	0,816	0,998	0,955	0,992	0,958	0,998

Tab. 28 Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Referenzszenario

Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden						
Abflug 34	34 ELBEG 2N	34 AGENO 2N	34 GTQ 2N	34 BASUD 2N	34 LUMEL 2N	34 STR 2N
Streckenlänge	15,884	24,294	12,856	27,729	26,073	13,295
Anteiliger Verkehr	65%	1%	16%	3%	15%	1%
Streckenbeschreibung:						
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	1	2	2	1
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,129	1,879	1,274	2,279	2,133	1,263
Geographischer Faktor	3,386	5,637	1,911	6,836	6,398	1,895
Belastungsgrad	0,022	0,000	0,003	0,002	0,010	0,000

Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,324	3,324	3,324	3,324	3,324	3,324
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,465	123,465	123,465	123,465	123,465	123,465
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	7,719	11,806	6,248	13,475	12,671	6,461
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	38,249	0,540	7,546	2,815	14,311	0,337
Überschußfaktor	1,569	111,208	7,952	21,313	4,193	177,815
∅ Stafflungswert [NM]	24,917	2701,709	102,227	590,999	109,318	2363,996
Stafflungsüberschuß	0,867	0,999	0,967	0,994	0,970	0,999

Tab. 29 Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Referenzszenario

Spitzenwertbetrachtungen						
Abflug 34	34 ELBEG 2N	34 AGENO 2N	34 GTQ 2N	34 BASUD 2N	34 LUMEL 2N	34 STR 2N
Streckenlänge	15,884	24,294	12,856	27,729	26,073	13,295
Anteiliger Verkehr	65%	1%	16%	3%	15%	1%
Streckenbeschreibung:						
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	1	2	2	1
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,129	1,879	1,274	2,279	2,133	1,263
Geographischer Faktor	3,386	5,637	1,911	6,836	6,398	1,895
Belastungsgrad	0,022	0,000	0,003	0,002	0,010	0,000
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	7,746	11,848	6,270	13,523	12,715	6,483
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	191,937	2,707	37,865	14,127	71,812	1,693
Überschußfaktor	0,313	22,161	1,585	4,247	0,836	35,435
∅ Stafflungswert [NM]	4,965	538,390	20,372	117,773	21,785	471,091
Stafflungsüberschuß	0,329	0,994	0,837	0,972	0,847	0,993

Tab. 30 Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario

Im Bereich der Einzelstrecken bei Abflug von der Piste 34 lag ebenfalls die Auslastung deutlich unterhalb derjenigen auf dem gemeinsamen Streckenabschnitt. So lag das Sicherheitspotential durchschnittlich bei mindestens 5,42fach (SÜ Wert = 0,816). Zu Spitzenzeiten sank der Wert nicht unterhalb 1,49fach (SÜ Wert = 0,329).

4.3.6 Auswertung Abflugrichtung 16 - gemeinsamer Abflugbereich –

In Abflugrichtung 16 erstreckt sich die längste gemeinsame Streckenführung auf 3NM, hiernach fächern sich die Routen individuell auf. Hierfür ergibt sich:

Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

Durchschnittsbetrachtung	Abflug 16 gemeinsame SF tagsüber	Abflug 16 gemeinsame SF 24 Std
∅ Starts pro Monat und Piste	4108,99	4478,14
Abgeleitete ∅ Starts / Tag	167,24	182,38
Betriebszeit, täglich [h]	16,00	24,00
Abgeleitete ∅ Starts / Stunde	10,45	7,60
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	130,00	130,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00	100,00
Traffic Mix [in %]:		
HEAVY Anteil	2%	2%
MEDIUM Anteil	74%	75%
LIGHT Anteil	24%	23%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	1%	1%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	54%	56%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	1%	1%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	6%	5%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%
Anteil VMC Staffelung	19%	17%
Anteil IMC Staffelung	81%	83%
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,03	123,47
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,32
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	3,00	3,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	1,46	1,46
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	15,29	11,08
Überschußfaktor	3,92	5,42
∅ Staffelungswert [NM]	11,77	16,25
Staffelungsüberschuß	0,717	0,80

Tab. 31 Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 16, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Referenzszenario

Da innerhalb der Ermittlung der Spitzenwerte keine Abhängigkeit zur Pistenrichtung hergestellt werden kann, wird erneut diesbezüglich auf Tab. 23 verwiesen.

Die Berechnungen weisen ein Sicherheitspotential für den Abflugbereich 16 identisch zu jenem für die Richtung 26 und 34 auf. Erneut lagen während durchschnittlicher Verkehrsbelastung die Werte bei 3,53fach (SÜ-Wert = 0,717) bis maximal 4,88fach (SÜ-Wert = 0,795).

4.3.7 Auswertung Abflugrichtung 16 - Einzelstreckenanalyse –

Zur Situation für die Abflugrichtung 16 ist festzustellen, daß sich der Verkehr auf 9 repräsentative IFR Abflugrouten verteilt. Die Berechnungen liefern für diese Piste:

Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

Durchschnittsbetrachtung / tagsüber									
Abflug 16	16 ELBEG 2S	16 ELBEG 2Z	16 GTQ 2S	16 BASUD 2S	16 LUMEL 2S	16 HOC 2C	16 HOC 2D	16 STR 2S	16 HOMBO 2S
Streckenlänge	38,870	24,062	19,288	22,083	22,559	21,611	11,151	18,594	44,392
Anteiliger Verkehr	2%	35%	4%	5%	43%	5%	5%	0%	0%
Streckenbeschreibung:									
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	3	2	2	3	2	2	1	2	4
Summe gerade Segmente [NM] / 10	2,419	1,771	1,350	0,740	1,928	1,442	0,994	1,317	2,910
Geographischer Faktor	10,886	5,313	4,050	3,331	5,783	4,325	1,490	3,952	17,462
Belastungsgrad	0,002	0,019	0,002	0,002	0,025	0,002	0,001	0,000	0,001
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	18,956	11,734	9,406	10,769	11,001	10,539	5,438	9,068	21,649
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	4,179	43,212	3,879	5,646	49,761	5,742	2,609	0,176	0,989
Überschußfaktor	14,358	1,389	15,470	10,627	1,206	10,450	23,000	340,774	60,662
∅ Staffelungswert [NM]	558,117	33,411	298,384	234,677	27,201	225,821	256,468	6336,271	2692,915
Staffelungsüberschuß	0,994	0,900	0,989	0,986	0,878	0,985	0,987	0,999	0,999

Tab. 32 Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Referenzszenario

Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden									
Abflug 16	16 ELBEG 2S	16 ELBEG 2Z	16 GTQ 2S	16 BASUD 2S	16 LUMEL 2S	16 HOC 2C	16 HOC 2D	16 STR 2S	16 HOMBO 2S
Streckenlänge	38,870	24,062	19,288	22,083	22,559	21,611	11,151	18,594	44,392
Anteiliger Verkehr	2%	35%	4%	5%	43%	5%	5%	0%	0%
Streckenbeschreibung:									
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	3	2	2	3	2	2	1	2	4
Summe gerade Segmente [NM] / 10	2,419	1,771	1,350	0,740	1,928	1,442	0,994	1,317	2,910
Geographischer Faktor	10,886	5,313	4,050	3,331	5,783	4,325	1,490	3,952	17,462
Belastungsgrad	0,002	0,019	0,002	0,002	0,025	0,002	0,001	0,000	0,001
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,324	3,324	3,324	3,324	3,324	3,324	3,324	3,324	3,324
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,465	123,465	123,465	123,465	123,465	123,465	123,465	123,465	123,465
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	18,890	11,694	9,373	10,732	10,963	10,502	5,419	9,036	21,573
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	3,027	31,306	2,810	4,090	36,051	4,160	1,890	0,128	0,717
Überschußfaktor	19,819	1,917	21,353	14,668	1,664	14,423	31,746	470,366	83,732
∅ Staffelungswert [NM]	770,362	46,117	411,856	323,921	37,545	311,698	354,000	8745,877	3716,998
Staffelungsüberschuß	0,996	0,928	0,992	0,990	0,911	0,989	0,991	1,000	0,999

Tab. 33 Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Referenzszenario

Verkehrsanalyse des Abflugbereiches

Spitzenwertbetrachtung									
Abflug 16	16 ELBEG 2S	16 ELBEG 2Z	16 GTQ 2S	16 BASUD 2S	16 LUMEL 2S	16 HOC 2C	16 HOC 2D	16 STR 2S	16 HOMBO 2S
Streckenlänge	38,870	24,062	19,288	22,083	22,559	21,611	11,151	18,594	44,392
Anteiliger Verkehr	2%	35%	4%	5%	43%	5%	5%	0%	0%
Streckenbeschreibung:									
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	3	2	2	3	2	2	1	2	4
Summe gerade Segmente [NM] / 10	2,419	1,771	1,350	0,740	1,928	1,442	0,994	1,317	2,910
Geographischer Faktor	10,886	5,313	4,050	3,331	5,783	4,325	1,490	3,952	17,462
Belastungsgrad	0,002	0,019	0,002	0,002	0,025	0,002	0,001	0,000	0,001
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330	3,330
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034	123,034
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	18,956	11,734	9,406	10,769	11,001	10,539	5,438	9,068	21,649
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	15,192	157,099	14,101	20,526	180,910	20,875	9,484	0,640	3,596
Überschußfaktor	3,949	0,382	4,255	2,923	0,332	2,874	6,326	93,733	16,686
∅ Staffelungswert [NM]	153,516	9,190	82,074	64,550	7,482	62,114	70,544	1742,857	740,714
Staffelungsüberschuß	0,978	0,638	0,959	0,948	0,555	0,946	0,953	0,998	0,996

Tab. 34 Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario

Im Bereich der individuellen Streckenabschnitte abgehend von Piste 16 lag ebenfalls die Auslastung deutlich unterhalb derjenigen auf dem gemeinsamen Streckenabschnitt. So lag das Sicherheitspotential durchschnittlich bei mindestens 8,17fach (SÜ Wert = 0,878). Zu Spitzenzeiten sank der Wert nicht unterhalb 2,25fach (SÜ Wert = 0,555).

4.3.8 Auswertung Abflugrichtung 08 - gemeinsamer Abflugbereich –

In Abflugrichtung 08, die nur von VFR Verkehr genutzt werden darf, erstreckt sich das Straight Out Segment (geradlinige Abflugführung) modelliert über 1 NM. Hierfür ergibt sich:

Durchschnittsbetrachtung	Abflug 08 gemeinsame SF tagsüber	Abflug 08 gemeinsame SF 24 Std
∅ Starts pro Monat und Piste	0,61	0,61
Abgeleitete ∅ Starts / Tag	167,24	182,38
Betriebszeit, täglich [h]	16,00	24,00
Abgeleitete ∅ Starts / Stunde	10,45	7,60
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	130,00	130,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00	100,00
Traffic Mix [in %]:		
HEAVY Anteil	2%	2%
MEDIUM Anteil	74%	75%
LIGHT Anteil	24%	23%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	1%	1%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	54%	56%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	1%	1%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	18%	17%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	6%	5%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%
Anteil VMC Staffelung	19%	17%
Anteil IMC Staffelung	81%	83%
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	123,03	123,47
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,32
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	1,00	1,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	0,49	0,49
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	5,10	3,69
Überschußfaktor	11,77	16,25
∅ Staffelungswert [NM]	11,77	16,25
Staffelungsüberschuß	0,717	0,80

Tab. 35 Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 08, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Referenzszenario

Die Berechnungen weisen im Durchschnitt ein Sicherheitspotential für den Abflugbereich 08 von 3,53fach (SÜ-Wert = 0,717) bis maximal 4,88fach (SÜ-Wert = 0,795) aus.

Für die Spitzenwertbetrachtung wird erneut auf die Zahlen gemäß Tab. 23 verwiesen.

Aufgrund der Tatsache, daß keine IFR Abflugstrecken für die Piste 08 definiert sind, entfällt auch die spezifische Einzelstreckenanalyse.

4.4 Level of Safety

Die ermittelten Werte müssen nun zu einer Größe transformiert werden, die als Maß für die Flugsicherheit in einem bestimmten Luftraum dienen kann. Diese Größe (Level of Safety, LOS) ist wie folgt definiert:

Der LOS bzw. der Target Level of Safety (TLS) sind ein Maß zur Quantifizierung der Verkehrssicherheit eines genau definierten Luftraumes. Sie wurden definiert durch die ICAO RGCSPP (Review of the General Concept of Separation Panel) Working Group und drücken die Anzahl möglicher Berührungen der Sicherheitsbereiche (Protection Zone) zweier Luftfahrzeuge pro Flugstunde aus [7]. Ein Zielwert von Null für den LOS hat dabei nur theoretische Bedeutung (absolute Sicherheit). Es wurde deshalb der TLS als Zielgröße des LOS eingeführt. Er repräsentiert einen Grenzwert, bei dem nachweislich ein sicherer Flugbetrieb in dem jeweiligen Luftraum gegeben ist.

Es ist hervorzuheben, daß die resultierenden Ergebnisse also kein Unfall- sondern vielmehr ein Konflikt-Risiko wiedergeben und demzufolge auch nicht mit statistischen Kennzahlen, wie sie beispielsweise in den Jahresberichten der DFS veröffentlicht sind, ohne weiteres verglichen werden können. Das hier beschriebene Verfahren trägt vor allem dem Umstand Rechnung, daß für tatsächliche Kollisionsrisiken kein statistisch haltbares Zahlenmaterial vorliegt, wie eine Analyse der ICAO-Datenbanken über einen 15 jährigen Zeitraum belegt hat [8]. Es ergaben sich Jahreswerte von 0,0 bis 0,156 fatale Unfälle (massiver Sach- und Personenschaden) pro 100.000 Starts [9]. Hieraus würde ein maximales Unfallrisiko im Start- und Landebereich von $1,52 \times 10^{-8}$ resultieren. Werden zu dieser Zahl noch die Unfälle außerhalb des An- und Abflugbereiches hinzugerechnet, so ergibt sich beispielsweise für den amerikanischen Luftraum innerhalb des untersuchten 12-Jahres-Zeitintervalls ein Durchschnittsrisiko von $7,17 \times 10^{-7}$ (Faktor 70). Legte man die jährliche weltweite Gesamtverkehrsleistung von 12,5 Mio. Flügen und eine durchschnittliche Flugstreckenlänge von 750 km zugrunde, so liegt das Risiko nur noch bei 3×10^{-10} . Transformierte man diesen Zahlenwert auf einen eng begrenzten Luftraum wie den Flughafennahbereich, der vor allem durch komplexe Verkehrsabläufe gekennzeichnet ist, so entstünden Abschätzungsfehler von mehreren Zehnerpotenzen. Es ist somit unstrittig, daß mit solchen Zahlenwerten keine aussagekräftige Analyse bezüglich der Sicherheit im betrachteten Flughafennahbereich möglich ist.

Der LOS ist als Konsequenz der vorangegangenen Untersuchungen für die Funktionsbereiche An- und Abflugbereich zu bestimmen. Im einzelnen sind dies der

- Anflugbereich in Anflugrichtung 26/34 und 16/08, und der
- Abflugbereich in Abflugrichtung 26/34 und 16/08.

Es wird hierbei der Abstand der An- und Abflugführungen berücksichtigt.

In Abhängigkeit von den Relativgeschwindigkeiten V_{AB} der betrachteten Luftfahrzeuge sowie der mittleren Staffelung dieser Luftfahrzeuge ist die Häufigkeit der Überschneidung fest definierter Sicherheitsbereiche (Protection Zone), die jedes Luftfahrzeug umgeben, zu bestimmen. Definiert wird entsprechend eine Frequency of Overlaps FO in longitudinaler Richtung, die hier mit x bezeichnet sei [10]:

$$FO_x = \frac{V_{AB}}{\text{mittlere Staffelung}} \text{ in } \frac{\text{Overlaps}}{\text{hr}}$$

Die Dauer der Überschneidung ΔT ist abhängig von der Größe der Sicherheitszone L in X Richtung:

$$\Delta T_x = \frac{2 \times L_x}{V_{AB}} \text{ in [sec]}$$

Zur Verifizierung der standardmäßig zugrunde gelegten Größe der Sicherheitszone L_x nach [7] wurden exemplarisch Radarflugspuren am Flughafen Basel ausgewertet. Nachfolgende Abb. 9 und auch die bereits eingangs dargelegte Abb. 4 liefern qualitative Ergebnisse¹¹ der Spurtreue von an- und abfliegendem Verkehr in Basel:

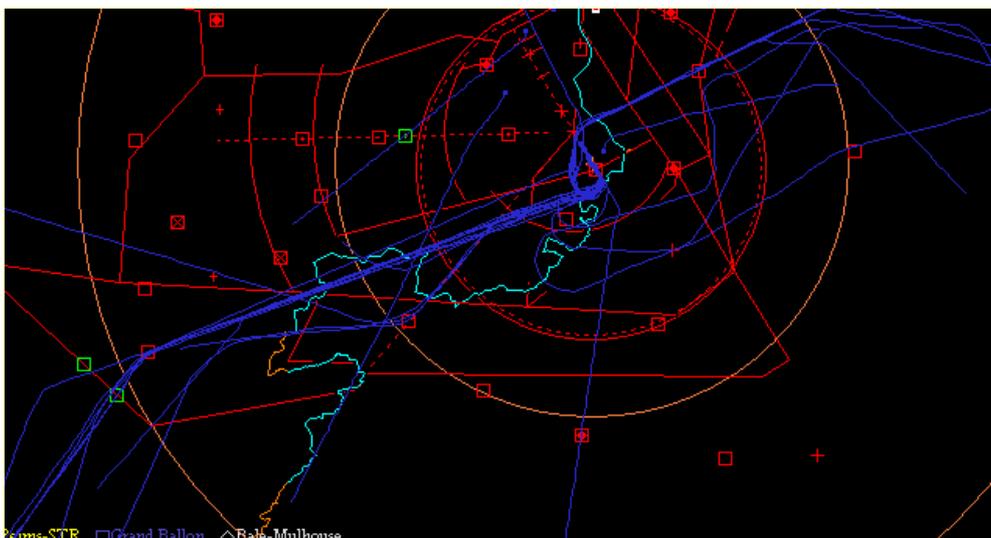


Abb. 9 exemplarische Flugspuraufzeichnung (1) – nur Abflüge

Die zur Bewegungsrichtung bezogene Überschneidungsrate Longitudinal Exposure Rate E folgt zu:

$$E_x = FO_x \times \Delta T_x \text{ in } \frac{\text{sec}}{\text{of flight}}$$

¹¹ Exemplarische Aufzeichnungen vom 22. September 2000, mit freundlicher Unterstützung der Flugsicherung (DNA).

Level of Safety

Der LOS wird nun als Lateral Collision Risk CR_y aus E sowie der Wahrscheinlichkeit der lateralen Abweichung PO_y vom geplanten Kurs bestimmt, hier als Y-Richtung bezeichnet. Die Bestimmung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit ist ein statistisch mathematisches Problem und kann z. B. durch eine GAUSS-Verteilung in Verbindung mit der Festlegung der lateralen Abmaße der Sicherheitszone L_y abgebildet werden. Es gilt dann:

$$LOS = CR_y = E_x \times PO_y$$

Die Berechnung modelliert für das hier vorliegende Kreuzpistensystem einen mehrkanaligen Verkehr. Dies bedeutet, daß auch laterale Kursabweichungen (engl. Cross Track Error) zu berücksichtigen sind. Gemäß des Deutschen Funknavigationsplans (DFNP) [11] beträgt so der maximale Systemfehler (σ_x) bei Präzisionsanflügen 20 m. Die entsprechende Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte stellt sich so wie folgt dar:

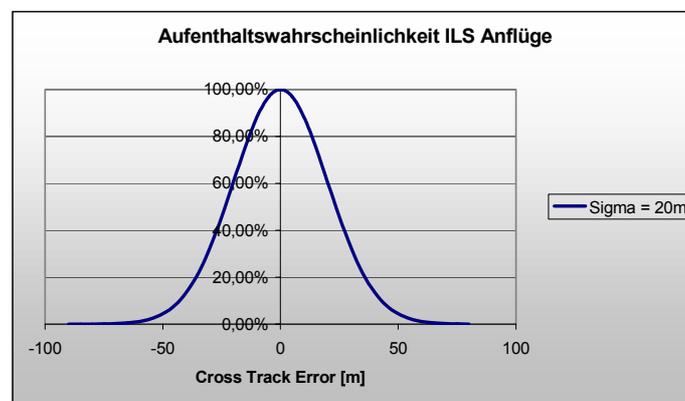


Abb. 10 Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichten durch Cross Track Error bei Präzisionsanflug

Betrachtet man empirisch die Ablagen von der Sollanfluglinie von anfliegenden Luftfahrzeugen über viele Jahre hinweg, wie sie im Rahmen einer Studie des U.S.-amerikanischen Transportation System Center [12] gesammelt wurden, so ergibt sich ein Systemfehler¹² (σ_x) von 207 m.

¹² Dies entspricht einer Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Luftfahrzeugen innerhalb eines 15 m Bandes von 99,74%.

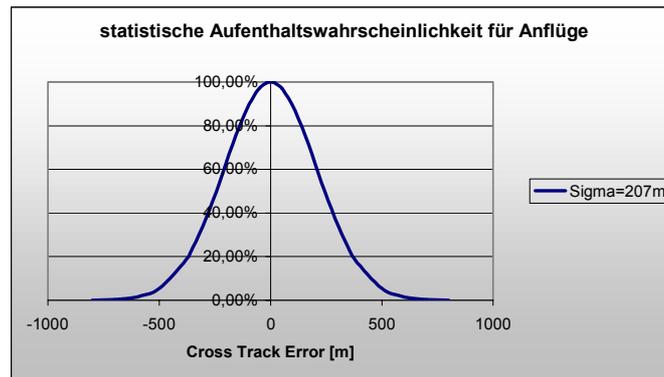


Abb. 11 Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte durch Cross Track Error – empirisch/statistisch

Die Wahrscheinlichkeit von lateralen Kursablagen zur Solllinie ergibt sich nun über die Integration der Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte.

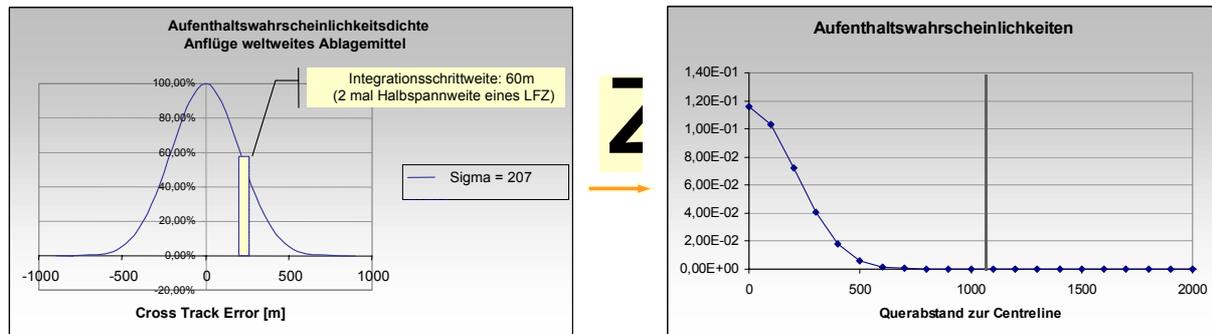


Abb. 12 Integration zur Aufenthaltswahrscheinlichkeit

Für den jeweiligen Achsabstand der betrachteten Pistenkombinationen ergibt sich individuell so PO_y .

Die nun folgenden Berechnungen der einzelnen LOS stützen sich einerseits gemäß ‚worst-case‘ Philosophie auf die Spitzenwertbetrachtungen sowie ergänzend auf die Durchschnittsbetrachtung aufgrund der nur begrenzt gegebenen Vergleichbarkeit der Spitzenwertszenerien.

4.4.1 LOS für den Abflugbereich

Für den Abflugbereich liegen folgende Pistennutzungskonstellationen vor, aus denen sich der Minimalabstand der jeweiligen Abfluggrundlinie¹³ ergibt:

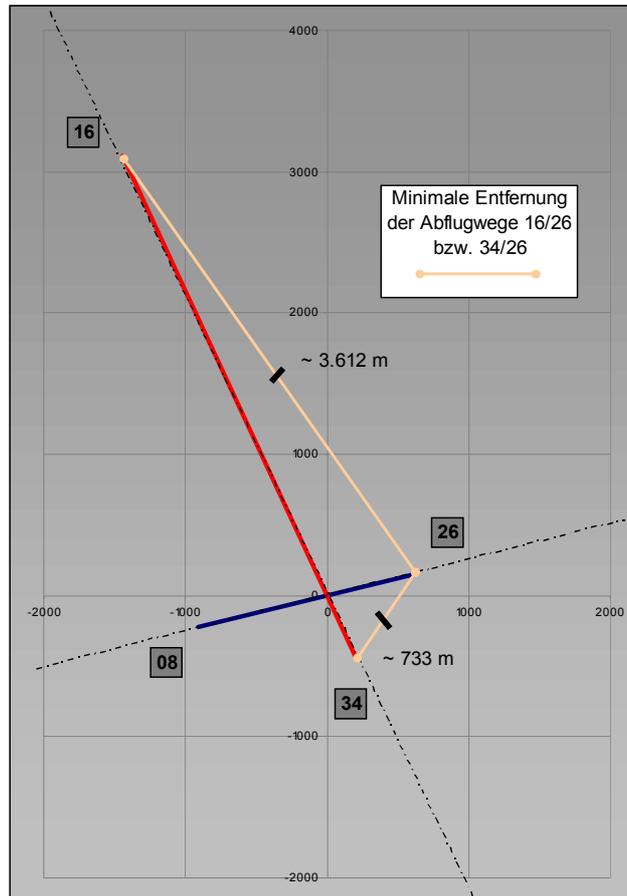


Abb. 13 Pistenkongstellationen im Abflugbereich

Folgend nun die Berechnungen für den Anflugbereich unter Zugrundelegen einer „Hauptpiste“ (erste angeführte) zuzüglich ergänzender Nutzung der jeweiligen Kreuzpiste. Bei den Abflügen bleibt die Piste 08 unberücksichtigt. Unabhängig von der tatsächlich möglichen Verteilung von Landungen auf die verschiedenen Pisten wird jeweils rechnerisch der Maximalwert pro Piste herangezogen, um die „worst case“ Konstellation bei der Annäherung von 2 Luftfahrzeugen abzubilden. Bezüglich der eigentlichen Kapazitäten wird auf Kap. 4.2 verwiesen. Die Konstellation mit dem höchsten LOS Wert stellt schließlich den sog. „worst case“ dar.

¹³ Hier identisch zum jeweiligen Schwellenabstand.

1999_2000 Abflug - Durchschnittsbetrachtung		
	RWY 34	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Durchschnittliche Starts / Stunde	10,45	10,45
Abgeleitete durchschnittliche Starts / Minute	0,17	0,17
Bewegungsperiode [sec]	344,42	344,42
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,33
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug [kts]	40,00	40,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	3,40	3,40
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,01	0,01
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 34]	1,00	2,19E-04
LOS	2,33E-06	5,10E-10
LOS gesamt	2,33E-06	

Tab. 36 LOS für den Abflugbereich 34/26, - Durchschnittsbetrachtung - Referenzszenario

1999_2000 Abflug – Spitzenwertbetrachtung		
	RWY 34	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Maximale Starts / Stunde	38,00	38,00
Abgeleitete maximale Starts / Minute	0,63	0,63
Bewegungsperiode [sec]	94,74	94,74
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,33
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	40,00	40,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	12,35	12,35
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,03	0,03
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 34]	1,00	2,19E-04
LOS	8,47E-06	1,85E-09
LOS gesamt	8,47E-06	

Tab. 37 LOS für den Abflugbereich 34/26, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario

1999_2000 Abflug - Durchschnittsbetrachtung		
	RWY 16	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Durchschnittliche Starts / Stunde	10,45	10,45
Abgeleitete durchschnittliche Starts / Minute	0,17	0,17
Bewegungsperiode [sec]	344,42	344,42
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,33
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	40,00	40,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	3,40	3,40
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,01	0,01
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 16]	1,00	8,85E-68
LOS	2,33E-06	2,06E-73
LOS gesamt	2,33E-06	

Tab. 38 LOS für den Abflugbereich 16/26, - Durchschnittsbetrachtung - Referenzszenario

1999_2000 Abflug – Spitzenwertbetrachtung		
	RWY 16	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Maximale Starts / Stunde	38,00	38,00
Abgeleitete maximale Starts / Minute	0,63	0,63
Bewegungsperiode [sec]	94,74	94,74
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,33
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	40,00	40,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	12,35	12,35
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,03	0,03
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 16]	1,00	8,85E-68
LOS	8,47E-06	7,49E-73
LOS gesamt	8,47E-06	

Tab. 39 LOS für den Abflugbereich 16/26, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario

Zur Bestimmung des TLS müssen analoge Berechnungen für den Anflugbereich durchgeführt werden. Der kritischste Wert aus An- und Abflug stellt den TLS des Referenzszenarios dar, an dem die Ergebnisse für das Prognoseszenario beurteilt werden.

4.4.2 LOS für den Anflugbereich

Für den Abflugbereich liegen folgende Pistennutzungskonstellationen vor, aus denen sich der Minimalabstand der jeweiligen Anfluggrundlinie¹⁴ ergibt:

¹⁴ Hier identisch zum jeweiligen Schwellenabstand.

1999_2000 Anflug – Spitzenwertbetrachtung		
	RWY 34	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Maximale Landungen / Stunde	35,00	35,00
Abgeleitete maximale Landungen / Minute	0,58	0,58
Bewegungsperiode [sec]	102,86	102,86
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,33
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	68,00	68,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	16,32	16,32
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,02	0,02
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 34]	1,00	2,19E-04
LOS	6,58E-06	1,44E-09
LOS gesamt	6,58E-06	

Tab. 41 LOS für den Anflugbereich 34/26, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario

1999_2000 Anflug – Durchschnittsbetrachtung		
	RWY 16	RWY 08
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Durchschnittliche Landungen / Stunde	10,46	10,46
Abgeleitete durchschnittliche Landungen / Minute	0,17	0,17
Bewegungsperiode [sec]	344,09	344,09
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,33
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	68,00	68,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	4,88	4,88
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,01	0,01
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 16]	1,00	2,55E-59
LOS	1,97E-06	5,02E-65
LOS gesamt	1,97E-06	

Tab. 42 LOS für den Anflugbereich 16/08, - Durchschnittsbetrachtung - Referenzszenario

1999_2000 Anflug – Spitzenwertbetrachtung		
	RWY 16	RWY 08
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Maximale Landungen / Stunde	35,00	35,00
Abgeleitete maximale Landungen / Minute	0,58	0,58
Bewegungsperiode [sec]	102,86	102,86
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,33	3,33
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	68,00	68,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	16,32	16,32
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,02	0,02
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 16]	1,00	2,55E-59
LOS	6,58E-06	1,68E-64
LOS gesamt	6,58E-06	

Tab. 43 LOS für den Anflugbereich 16/08, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario

Die Berechnungen weisen als ungünstigsten Wert ein Konfliktrisiko von $8,47 \times 10^{-6}$ (Abflugbereich 16/26, Spitzenwert) aus. Dieser Wert wird für das Prognoseszenario als Grenzwert (Target Level of Safety, TLS) festgelegt.

4.5 External Risk

Ergänzend zu der Bestimmung des LOS für den An- und Abflugbereich mit begleitenden weiterführenden Kenngrößen als Maß der Gefährdung am Luftverkehr direkt beteiligter Personen und Güter, ist ebenso die Ermittlung des sogenannten Externen Risikos (External Risk, ER) notwendig, um eine Aussage über die Gefährdung von am Luftverkehr nicht beteiligter Personen, die sich im Nahbereich des Flugplatzes aufhalten, treffen zu können.

4.5.1 Begriffsbestimmungen

Um bei verschiedenen Entwicklungsoptionen eines Flughafens auch unter sicherheitsorientierten Aspekten abwägen zu können, liefern die Ergebnisse der externen Risikoanalyse Erkenntnisse über die Gefährdung einzelner Personen und von Gruppen (Kollektiven). Zu diesem Zweck wird innerhalb des Externen Risikos weiterhin zwischen Einzelrisiko und Gruppenrisiko unterschieden, die wie folgt definiert sind.

- Das **Einzelrisiko** (Individuelles Risiko) ist als die (auf die sechs verkehrsreichsten Monate bezogene) Wahrscheinlichkeit definiert, daß eine Person, die ständig an einem Ort verbleibt, an den Folgen eines Flugzeugunglücks stirbt. Diese Größe beantwortet den Personen, die in dem Gebiet rund um den Flughafen wohnen, arbeiten oder sich dort aus anderen Gründen aufhalten, die Frage, welches Risiko dieser Aufenthalt in sich birgt. Das Einzelrisiko ist ortsgebunden, folglich von der Lage des Aufenthaltsortes des Individuums in Relation zum Flughafen abhängig. Das an einem bestimmten Ort gegebene Einzelrisiko ist unabhängig davon, ob sich an diesem Ort tatsächlich jemand aufhält.

Ein Wert des Risikos von $1,5 \times 10^{-5}$ an einer Position X/Y kann vereinfacht dahingehend interpretiert werden können, daß theoretisch ein ununterbrochener Aufenthalt an dieser Position von ca. 67.000 Jahren (jeweils während der sechs verkehrsreichsten Monate) nötig ist, um an den Folgen eines Flugzeugunglücks zu sterben. Es muß hierzu festgehalten werden, daß derartige statistische Ergebnisse keine weiterführende Aussage darüber liefern können, wann innerhalb dieses Zeitraumes der Unfall tatsächlich eintritt.

- Das **Gruppenrisiko** (Kollektives Risiko) ist als die (auf die sechs verkehrsreichsten Monate bezogene) Wahrscheinlichkeit definiert, daß eine Gruppe von mehr als einer bestimmten Anzahl von Personen gleichzeitig an den Folgen eines Flugzeugunglücks stirbt. Das Gruppenrisiko gilt gebietsbezogen und ist folglich innerhalb dieses Gebiets nicht ortsgebunden. Die Siedlungsdichte spielt bei dieser Größe eine wichtige Rolle. Hält sich in dem betrachteten Gebiet niemand auf, ist das Gruppenrisiko per Definition Null.

Das Berechnungsverfahren basiert auf drei Teilmodellen. Als erstes gilt es, die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls in der Nähe von Verkehrsflughäfen zu ermitteln. Diese ergibt sich aus der Wahrscheinlichkeit eines Unfalls pro Bewegung (AR, engl. Accident Ratio) multipliziert mit der Gesamtanzahl aller Bewegungen. Die Abhängigkeit der Unfallwahrscheinlichkeit von der Lage bezogen auf einen Flughafen- oder Start-/Landepisterefereenzpunkt wird in einem Streuungsmodell (AL, Accident Location) nachgebildet, dem zweiten Hauptelement des Risikomodells. Die Ausdehnungen des Unfallgebietes werden in einem (Unfall)Folgenmodell berücksichtigt, dem dritten Hauptelement des Risikomodells.

Unter welchen Randbedingungen die Modellstruktur implementiert wurde, wird in den nachfolgenden Ausführungen beschrieben.

4.5.2 Modellierung der Unfallwahrscheinlichkeit – AR, Accident Ratio

Diese Wahrscheinlichkeit hängt von der Wahrscheinlichkeit eines Unfalls pro Bewegung und von der Anzahl der Bewegungen ab (Starts und Landungen). Um eine Vergleichbarkeit der Datengrundlagen sicherzustellen, werden als Eingangsgröße hier ebenso wie bei der Berechnung des Level of Safety die Flugbewegungen während der sechs verkehrsreichsten Monate des Jahres zugrundegelegt. Die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls pro Bewegung, der Unfallquotient, wird auf der Grundlage weltweit durchgeführter Bewegungen und dabei eingetretener Unfälle bestimmt.

Die folgende Abbildung zeigt eine Auswertung der weltweiten Unfälle mit Todesfolge des Aviation Safety Network. Deutlich ist eine gleichbleibende bis leicht sinkende Tendenz erkennbar. Zieht man dazu die weltweit steigenden Bewegungszahlen in Betracht, ergibt sich ein sinkender Unfallquotient.

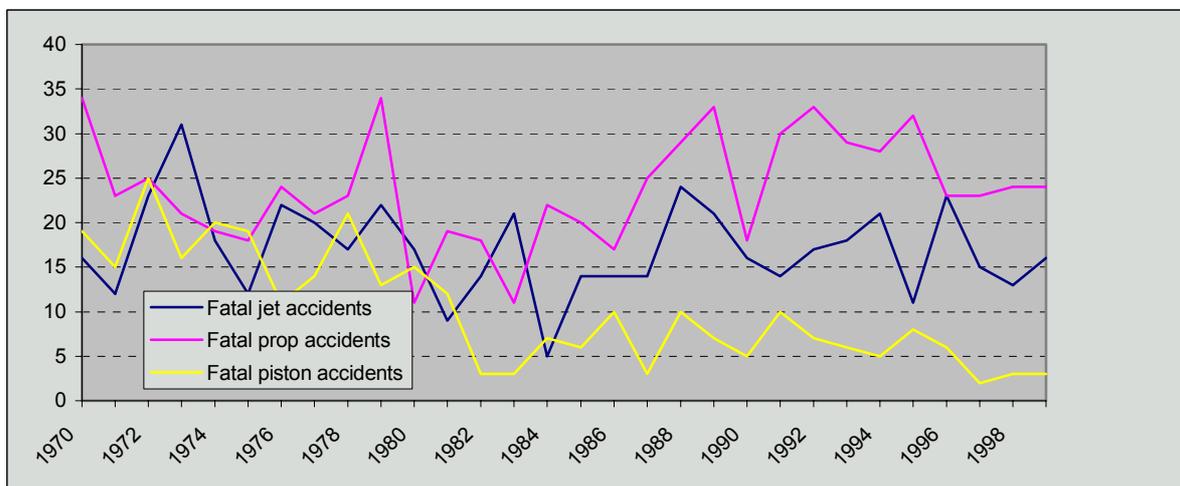


Abb. 15 Unfallstatistik Aviation Safety Network (Zahl der Unfälle mit Todesfolge Dritter) [13]

Generell zeigen die weltweiten Statistiken von ICAO, des FAA NTSB etc. [9], [15] einen sinkenden Trend des AR auf. Dieser erfreuliche Sachverhalt dokumentiert, daß die Anzahl der Unfälle nicht linear mit der Anzahl weltweiter Flugbewegungen steigt. Obwohl selbstverständlich regionale Unterschiede (z.B. Asien versus Europa oder USA) im AR festzustellen sind, kann der Trend des AR durch eine statistische Exponentialfunktion mit schwacher Ausprägung gut nachgebildet werden. Folgende Werte für das AR werden in der Modellierung angenommen:

Startender Verkehr, für alle Jahre:

$$\text{AR für startenden Verkehr (gemittelt)} = 0,435 \cdot 10^{-6}$$

Tab. 44 Unfallrate weltweit für startenden Verkehr

Landender Verkehr, für diskrete Jahre:

Jahr	1990	2003	2015
AR	$0,70 \cdot 10^{-6}$	$0,65 \cdot 10^{-6}$	$0,61 \cdot 10^{-6}$

Tab. 45 Unfallrate weltweit für landenden Verkehr

Die resultierende Funktion dient anschließend dazu, mittels Extrapolation das zukünftige AR zu prognostizieren. Nachdem der Unfallquotient ermittelt und mit der Anzahl der in den verkehrsreichsten sechs Monaten abgewickelten Bewegungen an einem Flughafen multipliziert wurde, kann die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls pro Jahr für dieses Gebiet benannt werden. Wäre diese Wahrscheinlichkeit über das den Flughafen umgebende Gebiet gleichmäßig verteilt, könnte man sich diese Wahrscheinlichkeit in Form eines Zylinders vorstellen, dessen Höhe die lokale Unfallwahrscheinlichkeit wiedergibt.

4.5.3 Modellierung der Unfallstreuung – AL, Accident Location

In Wirklichkeit ist die Unfallwahrscheinlichkeit in dem Gebiet rund um den Flughafen nicht überall gleich. Sie ist in der Nähe der Start- oder Landepiste größer als in einer größeren Entfernung zur Piste. Die lokale Unfallwahrscheinlichkeit hängt gleichzeitig von der Nähe der zum Flughafen führenden Standardstreckenführungen ab. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Flugzeug in unmittelbarer Nähe zur beflogenen Strecke verunglückt, ist am höchsten und nimmt mit zunehmendem Abstand zur Route ab. Aufgrund dessen ist die Unfallwahrscheinlichkeit an einem bestimmten Punkt von dessen Lage in Relation zu Flughafen und Flugrouten abhängig. Diese Abhängigkeit wird in einem Streuungsmodell bestimmt, dem zweiten Hauptelement des Risikoanalyse-Modells. Das Streuungsmodell basiert auf historischen Daten von Unfallorten. Die Daten hierzu wurden aus einer umfangreichen Datenanalyse mehrerer Datenbanken gewonnen, u. a. des amerikanischen NTSB [9]. Darin sind z. Zt. etwa 65.000 Unfälle verzeichnet, die nach verschiedensten Parametern (z. B. Art des Fluggerätes, Art und Ausrüstung des Flugplatzes) kategorisiert und ausgewertet wurden. Das Ergebnis dieser Auswertung ist die Kombination von statistischen Funktionen, die die Streuung der Unfallorte in Abhängigkeit der Standardstreckenführungen angibt.

Dabei wird zugrunde gelegt, daß die Verteilung zeitunabhängig ist, was mit anderen Worten heißt, daß Unfälle im Hinblick auf die Route auch in der Zukunft gleichermaßen gestreut vorkommen. Indem dieses Streuungsmodell mit der Unfallwahrscheinlichkeit verknüpft wird, kann für jeden Punkt rund um den Flughafen errechnet werden, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, daß an diesem Punkt ein Flugzeug verunglückt. Man kann sich diese Wahrscheinlichkeit als einen lokalen Vektor vorstellen, dessen Höhe (Betrag) die Unfallwahrscheinlichkeit angibt.

Folgende Charakteristika wurden der durchgeführten Modellierung zugeordnet:

- Landender Verkehr läßt sich in Unfälle vor der Piste (undershots) und Unfälle nach dem Pistenende (overruns) unterteilen;
- Startender Verkehr kennt ausschließlich Unfälle nach der Piste (trivial);
- Es besteht ein eindeutiger Unterschied zwischen den Unfallorten bei startendem und landendem Verkehr entlang der Pistenkoordinate s;

External Risk

- Die Unfallorte entlang der Pistenkoordinate s ähneln dem Verlauf einer Exponentialfunktion;
- Viele der erfaßten Unfallorte liegen entlang der projizierten Route;
- Mit zunehmender Entfernung vom Pistenende nimmt die Zahl der Unfälle (und damit der -orte) ab;
- Es besteht eine zunehmende Streuung quer ab zur Piste mit zunehmender Entfernung von der Piste entlang der Route.

Die Modellierung selbst ist eine Verknüpfung von drei Wahrscheinlichkeitsfunktionen, die in krummlinigen Koordinaten (s , t) abgebildet wurden:

1. Entlang der Piste (als Koordinate s bezeichnet) wurde eine WEIBULL Verteilung angenommen. Es handelt sich hierbei um eine Exponentialfunktion mit anfänglich stark steigendem und anschließend sanft abfallendem Charakter. Explizit lautet sie:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} x^{\alpha-1} e^{-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha}$$

2. Quer ab zur Piste (als Koordinate t bezeichnet) wurde eine LAPLACE Verteilung angenommen (vielfach ähnlich der GAUSS-Funktion als sog. Glockenkurve bekannt). Explizit lautet sie:

$$f(x) = \frac{1}{2ab\Gamma(b)} e^{-\left(\frac{|x-\mu|}{a}\right)^b}$$

3. Ergänzend zur LAPLACE Verteilung wurde für $t = 0$ (somit nur auf der Route selbst geltend) eine lineare Sprungfunktion nach DIRAC superpositioniert.

4.5.4 Modellierung der Unfallfolgen – AC, Accident Consequence

Eine Person, die sich in der Umgebung des Flughafens aufhält, geht nicht nur dann ein Risiko ein, wenn ein Flugzeug exakt an diesem Ort abstürzt, sondern auch dann, wenn sich das Unglück in unmittelbarer Nähe zu dieser Person ereignet. Die Auswirkungen eines solchen Unglücks zeigen sich in einem Gebiet von bestimmten Ausdehnungen. Die Todeswahrscheinlichkeit beträgt für eine Person, die sich innerhalb dieses Gebietes aufhält, prinzipiell nicht 100 %, sondern ist von den Unfallauswirkungen innerhalb des Unfallgebietes abhängig. Die Ausdehnungen eines Unfallgebietes hängen nicht nur vom Gewicht des Flugzeuges ab, sondern auch von der lokalen Beschaffenheit des Geländes. Alle genannten Einflußgrößen haben zur Folge, daß das Unfallgebiet rund um einen Flughafen nicht gleichmäßig groß ist. Die Unfallauswirkungen innerhalb des Unfallgebietes sowie der Einfluß der Geländebeschaffenheit und des Flugzeuggewichts auf die Ausdehnungen des Unfallgebietes sind in einem Unfallfolgenmodell niedergelegt, dem dritten Hauptelement des Gesamtmodells. Es ergeben sich folgende Kennziffern für die Fläche des betroffenen Gebietes in Abhängigkeit vom Luftfahrzeuggewicht, wobei eine kreisförmige Fläche als repräsentativ angenommen wird:

External Risk

Offenes Gelände:	250 (m ² /to)		r = 60 bis 180 m
Bebautes Gelände:	200 (m ² /to)		r = 50 bis 160 m
Wald/Wasser:	150 (m ² /to)		r = 40 bis 140 m

Tab. 46 Dimensionen von modellierten Unfallfolgegebieten

Des weiteren wird unterstellt, daß innerhalb dieses errechneten Wirkungsbereiches die Todeswahrscheinlichkeit (Letalität) eines Individuums 100% beträgt. Damit wird im Sinne einer ‚worst-case‘-Annahme eine sog. partielle Sterblichkeit innerhalb des Unfallfolgenmodells ausgeschlossen. Der gesamte Untersuchungsraum wird in einer Auflösung von 200m x 200m nach diesen Kriterien digitalisiert. Die folgende Abb. 16 zeigt die den Zellen zugeordneten Kennziffern der Geländebeschaffenheit.

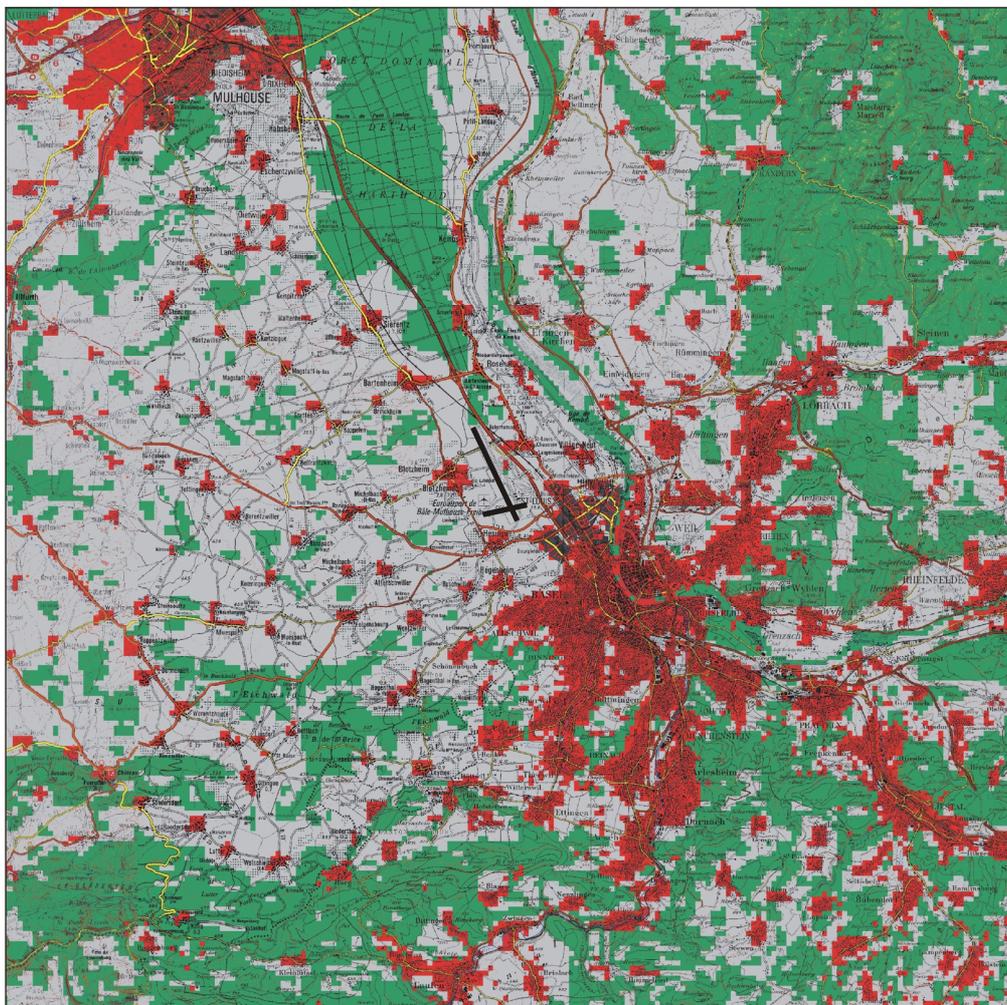


Abb. 16 Digitalisierte Topographie des Untersuchungsraums

External Risk

In diesem Modell werden auch die Auswirkungen eines Absturzes über sicherheitskritische Anlagen berücksichtigt. Ein Absturz über einer solchen Anlage führt zu einer Vergrößerung des Unfallfolgegebietes. Insofern werden diese Gebiete mit einem der Art der Anlage entsprechenden höheren Index beaufschlagt.

Es werden nur solche Anlagen berücksichtigt, die der sog. EU Richtlinie SEVESO I/II entsprechen.

Diese Vorgehensweise hat zum einen eine gleichgewichtete Berücksichtigung der Anlagen in den betroffenen Ländern zur Folge. Desweiteren wird die Festlegung auf SEVESO-Anlagen mit den zu erwartenden Folgen eines Absturzes auf eine solche Anlage begründet: bei SEVESO-Anlagen sind auch Schäden außerhalb der Anlagen und damit für die sich dort aufhaltende Bevölkerung zu befürchten. Bei anderen Anlagen (mit geringerem Risikopotential) werden die Folgen auf das Betriebsgelände beschränkt sein und somit die unbeteiligte Bevölkerung nicht betreffen.

Für Anlagen mit Gefahrenpotentialen existieren in den jeweiligen Ländern teilweise unterschiedliche gesetzliche Vorgaben. Innerhalb der Europäischen Union sind die maßgeblichen Richtlinien die sogenannte Seveso-I-Richtlinie „Richtlinie des Rates 82/501/EWG vom 24. Juni 1982 über die Gefahren schwerer Unfälle bei bestimmten Industrietätigkeiten“ sowie deren aktuelle Fortschreibung in der sogenannten Seveso-II-Richtlinie „Richtlinie 96/82/EG des Rates vom 9. Dezember 1996 zur Beherrschung der Gefahren bei schweren Unfällen mit gefährlichen Stoffen“. Diese Richtlinie ist in der Zwischenzeit in Deutschland und in Frankreich in nationales Recht umgesetzt worden. Die Vorgaben für Anlagen mit Gefahrenpotential sind auf dieser Basis in Deutschland und Frankreich weitgehend angeglichen.

Die in Deutschland einschlägige gesetzliche Regelung in Bezug auf Anlagen mit Gefahrenpotential ist die zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes - 12. BImSchV - Störfallverordnung vom 26. April 2000. Für Betriebe bedeutet das, daß in Abhängigkeit vom Gefahrenpotential bestimmte Grundpflichten bzw. erweiterte Pflichten zur Verhinderung von Störfällen und zur Begrenzung von Störfallauswirkungen zu erfüllen sind.

In Frankreich sind die gesetzlichen Regelungen in Bezug auf Anlagen mit Gefahrenpotential im Gesetz "loi relative aux Installations Kat.ées pour la Protection de l'Environnement" vom 19. Juli 1976, zuletzt geändert durch Dekret vom 28. Dezember 1999, enthalten.

Die in der Schweiz einschlägige gesetzliche Regelung in Bezug auf Anlagen mit Gefahrenpotential ist die Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV) vom 27. Februar 1991, Stand 23. März 2000. Danach berichtet ein Betrieb in Form eines Kurzberichtes über die vorgesehenen Sicherheitsvorkehrungen. Bei sehr großem Gefahrenpotential und wenn bei einem Störfall eine schwere Schädigung von Mensch und Umwelt nicht ausgeschlossen werden kann, ist eine Risikoermittlung durchzuführen.

Die Auswahl der Anlagen und Übermittlung der relevanten Daten erfolgte durch die jeweils zuständigen Stellen der betroffenen Kantone/Landkreise.

Für die Schweiz erfolgte durch die Kontrollstelle für Chemie- und Biosicherheit (KCB, Kanton Basel-Stadt) bzw. das Sicherheitsinspektorat (Basel-Landschaft) eine Angleichung der Anlagenauswahl an die SEVESO-Vorgaben.

External Risk

In Deutschland wurden vom Landratsamt Lörrach, Umweltschutzamt, solche Anlagen ausgewählt, die unter die erweiterten Sicherheitspflichten nach der Störfallverordnung fallen. Außerdem wurde die Gemeinschaftszollanlage Weil am Rhein berücksichtigt.

Analog zur Vorgehensweise in Deutschland wurden nach Angaben der französischen Präfektur Oberrhein solche Anlagen berücksichtigt, die ebenfalls den erweiterten Sicherheitspflichten unterliegen.

Die folgende Abb. 17 zeigt die Lage der im Untersuchungsraum berücksichtigten Anlagen.

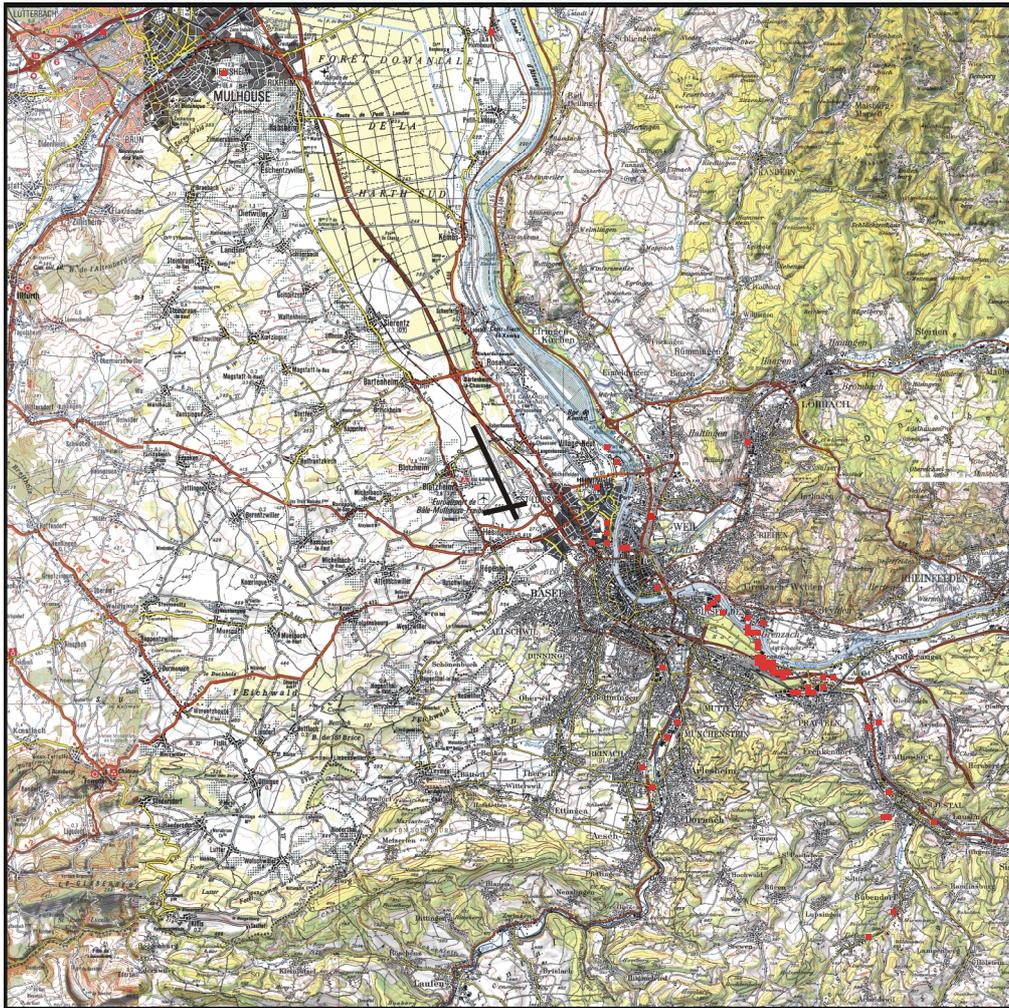


Abb. 17 Gefährdende Anlagen im Untersuchungsraum

4.5.5 Zusammenführen der Teilmodelle

Die beschriebenen Teilmodelle werden auf jeden Rasterpunkt (Auflösung 200m x 200m) des Betrachtungsgebietes angewendet.

Zur Berechnung des *Einzelrisikos* (Individuelles Risiko) an einem bestimmten Punkt (X,Y) ist die Summe der Wahrscheinlichkeit zu bestimmen, daß sich an exakt diesem Punkt ein Unfall ereignet und die Unfallwahrscheinlichkeit für alle Punkte in der Umgebung, zu der auch der Punkt des Unfallgebietes (X,Y) zählt, überlappt. Der Wert dieser Wahrscheinlichkeit stellt

External Risk

zusammen mit der Unfallauswirkung das Einzelrisiko in (X,Y) dar. Das Einzelrisiko kann für sämtliche Punkte innerhalb des Untersuchungsgebietes errechnet werden und wird üblicherweise in Form von ISO-Risiko-Konturen auf einer geographischen Karte dargestellt.

Das *Gruppenrisiko* (Kollektivrisiko) wird bestimmt, indem für jeden Punkt innerhalb des rund um den Flughafen gelegenen Gebietes die Wahrscheinlichkeit von mehr als n Toten infolge eines Flugzeugunglücks errechnet wird. Diese Wahrscheinlichkeit hängt von den Ausdehnungen des Unfallgebietes, der Anzahl der sich innerhalb dieses Unfallgebietes aufhaltenden Personen und der Wahrscheinlichkeit ab, daß eine Person infolge des Unfalls stirbt (Unfallauswirkung). Indem die Wahrscheinlichkeit einer höheren Zahl als n Tote an diesem Punkt mit der Wahrscheinlichkeit multipliziert wird, daß sich das Unglück an diesem Punkt ereignet und dieses Produkt anschließend für alle Punkte addiert wird, erhält man den Wert für das Gruppenrisiko (F). Diese Wahrscheinlichkeit, das Gruppenrisiko, wird üblicherweise in Form einer sogenannten F(n)-Kurve dargestellt.

4.5.6 Einzelrisiko für das Referenzszenario

Die ermittelten Risikozonen des Einzelrisikos für das bestehende Pistensystem unter Zugrundelegen der dargelegten betrieblichen Vorgaben sind in Abb. 18 graphisch dargestellt. Es werden die Risikowerte explizit pro Zelle mit einer Fläche von 0,2 mal 0,2 km gemäß definiertem Untersuchungsbereich für einen Radius von 20 km um den Flughafenbezugspunkt ausgewiesen (s. zur Orientierung Abb. 16).

Es wird eine logarithmische Skalierung verwendet, bei der die folgenden Risikowert-Bereiche farblich unterschieden werden:

- Einzelrisiko $<10^{-7}$;
- Einzelrisiko zwischen 10^{-7} und 10^{-6} ;
- Einzelrisiko zwischen 10^{-6} und 10^{-5} ;
- Einzelrisiko zwischen 10^{-5} und 10^{-4} ;
- Einzelrisiko zwischen 10^{-4} und 10^{-3} ;
- Einzelrisiko $>10^{-3}$.

Zu beachten hierbei ist, daß der Übergang von einem Bereich zum nächsten keine sprunghafte Änderung des Risikos darstellt.

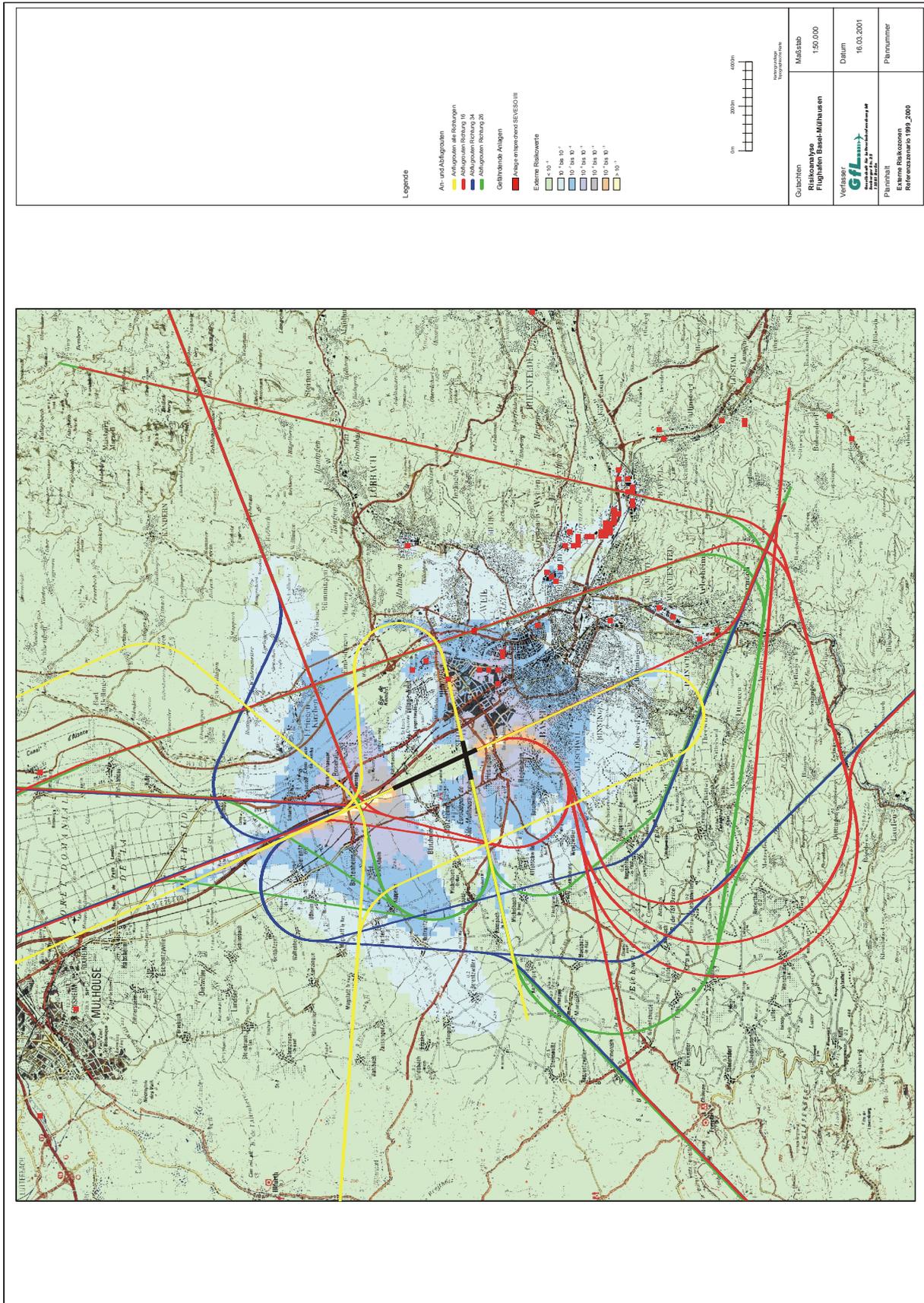


Abb. 18 Gebiete zum Einzelrisiko für das Referenzszenario

External Risk

Erwartungsgemäß prägen sich die Risikozonen entlang des Verlaufes der An- und Abflugrouten aus.

Eine Vergrößerung der Zonen gleichen Risikos ist vor den Schwellen 16 und 34 aufgrund des dort vorrangig abgewickelten Verkehrs zu verzeichnen:

So fließen im Bereich der Schwelle 16 folgende Verkehre in die Ermittlung der Risikowerte ein:

- Startender Verkehr in Richtung 34 (13,3% aller Starts);
- Landender Verkehr in Richtung 16 (83,3% aller Landungen);
- Landender Verkehr in Richtung 34 (overshoot) (7,7% aller Landungen).

Für den Bereich der Schwelle 34 gilt adäquat:

- Startender Verkehr in Richtung 16 (81,8% aller Starts);
- Landender Verkehr in Richtung 34 (7,7% aller Landungen);
- Landender Verkehr in Richtung 16 (overshoot) (86,3% aller Landungen).

In der folgenden Tab. 47 sind die analysierten Flächen zum Einzelrisiko dargestellt:

Einzelrisiko	$>10^{-7}$	$>10^{-6}$	$>10^{-5}$	$>10^{-4}$	$>10^{-3}$
Größe [km ²]	120,08	48,32	16,92	5,20	1,20

Tab. 47 Größe der Zonen zum Einzelrisiko für das Referenzszenario

Es ist erkennbar, daß von Risikowerten größer als 10^{-5} in Abflugrichtung 34 keine bewohnten Gebiete betroffen sind. Im Süden und Osten des Flughafens sind dagegen die folgenden bewohnten Gebiete betroffen:

- Hésingue, Hegenheim, kleine Gebiete von Basel sowie
- Bereiche von St. Luis und Huningue.

Die implementierten gefährdenden Anlagen führen im Durchschnitt zu einer Erhöhung des Risikos um eine Zehnerpotenz in einem Radius von einigen hundert Meter um die Anlage. Dies ist besonders deutlich zu sehen beim Anflug 26 über die gefährdenden Anlagen in Huningue.

4.5.7 Gruppenrisiko für das Referenzszenario

Das Gruppenrisiko wird, wie in Kap. 4.5.5 ausgeführt, in Form von F(n)-Diagrammen dargestellt. Diese liefern eine Aussage darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit mehr als n Personen bei einem Flugzeugabsturz zu Tode kommen. Im der folgenden Abb. 19 ist die Kurve für das Referenzszenario abgebildet.

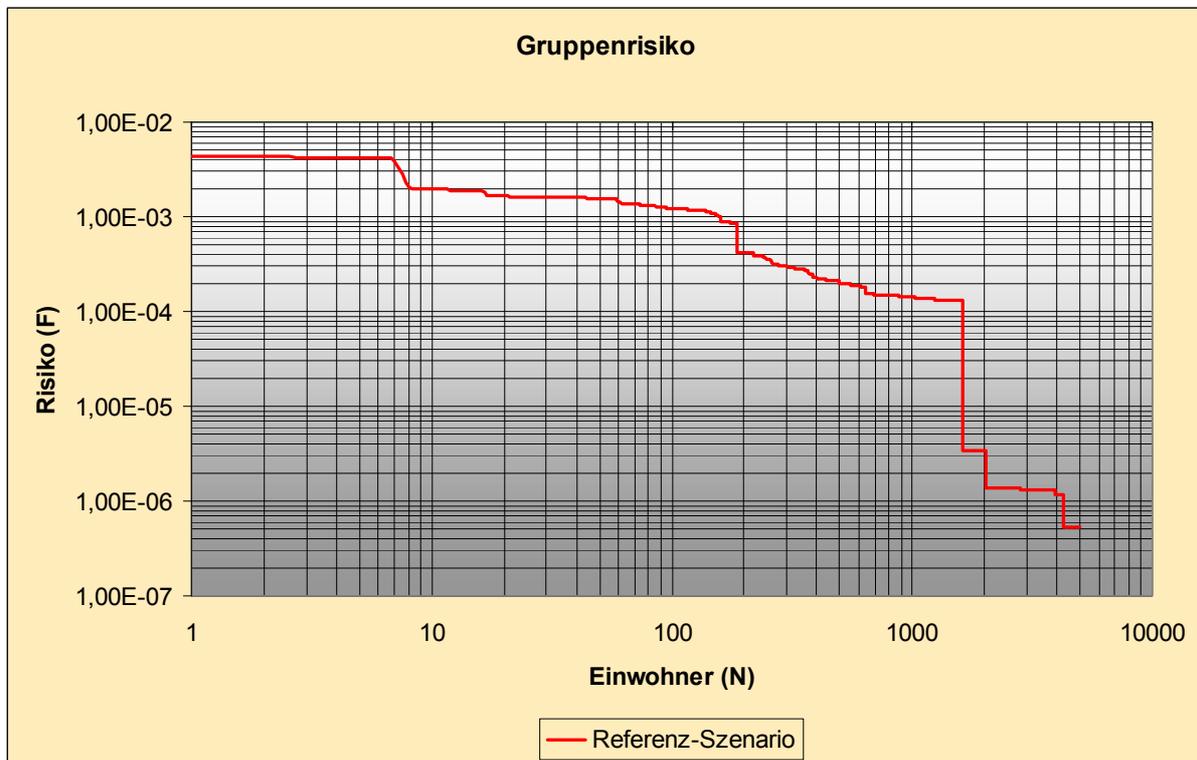


Abb. 19 Gruppenrisiko für das Referenzszenario

Die Analyse und Interpretation der Kurve sowie ggf. sich einstellender Veränderungen des Gruppenrisikos für die Prognose finden sich in der vergleichenden Sicherheitsbilanz Kap. 6.1.7.

5 Prognoseszenario

Das Prognoseszenario legt eine Verkehrssteigerung um den Faktor 1,45 ohne Änderung der räumlichen Verteilung des Verkehrs zugrunde (siehe hierzu Tab. 4). Aufgrund der als unverändert angenommenen Zahl an VFR Flugbewegungen ändert sich allerdings geringfügig der Verkehrsmix um 4% zu Lasten der Kategorie LIGHT, die gemäß Abb. 6 in die Kategorie MEDIUM überführt werden.

Die folgenden Kapitel sind analog zu jenen des Kapitel 4 *Referenzszenario* aufgebaut.

5.1 Bestimmung der Staffelungsminima

Als maßgeblicher Parameter wird zunächst erneut die gemittelte Mindeststaffelung für die vorliegenden Verkehrszahlen bestimmt:

Mittlere Mindeststaffelung im Anflug	Anflug 26 tagsüber	Anflug 26 24 Stunden	Anflug 34 tagsüber	Anflug 34 24 Stunden	Anflug 16 tagsüber	Anflug 16 24 Stunden	Anflug 08 tagsüber	Anflug 08 24 Stunden
GS HEAVY Luftfahrzeug	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00	171,00
GS MEDIUM Luftfahrzeug	159,00	159,00	159,00	159,00	159,00	159,00	159,00	159,00
GS LIGHT Luftfahrzeug	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00	103,00
Traffic Mix [in %]:								
HEAVY Anteil	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
MEDIUM Anteil	78%	79%	78%	79%	78%	79%	78%	79%
LIGHT Anteil	19%	18%	19%	18%	19%	18%	19%	18%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	61%	63%	61%	63%	61%	63%	61%	63%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	15%	14%	15%	14%	15%	14%	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	15%	14%	15%	14%	15%	14%	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	4%	3%	4%	3%	4%	3%	4%	3%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Anteil VMC Staffelung (VFR+IFR)	14%	12%	14%	12%	14%	12%	14%	12%
Anteil IMC Staffelung	86%	88%	86%	88%	86%	88%	86%	88%
∅ Anflugeschwindigkeit [kts]	148,43	149,05	148,43	149,05	148,43	149,05	148,43	149,05
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,30	3,31	3,30	3,31	3,30	3,31	3,30

Tab. 48 Gemittelte Mindeststaffelung, alle Anflugrichtungen, Prognoseszenario

Es zeigt sich, daß sich verglichen mit dem Referenzszenario ein geringfügig günstigerer Mindeststaffelungswert ergibt, der kapazitätssteigernd in den folgenden Analysen wirken wird.

5.2 Verkehrsanalyse des Anflugbereiches

Auf der Basis der eingangs genannten Verkehrszahlen für das Prognoseszenario stellen sich die SÜ Werte für den Anflugbereich wie folgt dar:

Durchschnittsbetrachtung Anflugbereich	Anflug 26 tagsüber	Anflug 26 24 Stunden	Anflug 34 tagsüber	Anflug 34 24 Stunden	Anflug 16 tagsüber	Anflug 16 24 Stunden	Anflug 08 tagsüber	Anflug 08 24 Stunden
Abgeleitete Ø Landungen / Tag	228,60	250,53	228,60	250,53	228,60	250,53	228,60	250,53
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	24,00	16,00	24,00	16,00	24,00	16,00	24,00
Abgeleitete Ø Landungen / Std.	14,29	10,44	14,29	10,44	14,29	10,44	14,29	10,44
Ø Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,30	3,31	3,30	3,31	3,30	3,31	3,30
Länge Final Approach [NM]	2,50	2,50	14,60	14,60	9,20	9,20	2,50	2,50
Belegungszeit / LFZ [min]	1,01	1,01	5,90	5,88	3,72	3,70	1,01	1,01
Zeitbedarf alle Landungen / Std.	14,44	10,51	84,32	61,35	53,13	38,66	14,44	10,51
Überschußfaktor	4,16	5,71	0,71	0,98	1,13	1,55	4,16	5,71
Ø Staffelungswert [NM]	10,39	14,28	10,39	14,28	10,39	14,28	10,39	14,28
Staffelungsüberschuß	0,682	0,77	0,682	0,77	0,682	0,77	0,682	0,77

Tab. 49 Ermittlung SÜ Werte, Anflug, Durchschnittsbetrachtung, Prognoseszenario

Da, wie eingangs bereits dargelegt, für das Prognoseszenario kein verlässliches Zahlenwerk bereitgestellt werden konnte, wird im Rahmen der Spitzenwertbetrachtung invers vorgegangen: Es wird die maximale Bewegungszahl für jeden Funktionsbereich (An- /Abflug) bestimmt, bei dem der Staffelungsüberschuß nicht unter Null fällt. Es ergibt sich:

Spitzenwertbetrachtung	Anflug tagsüber
Maximale Landungen pro Monat	Nicht bestimmt
Maximale Landungen pro Tag	Nicht bestimmt
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00
Maximale Landungen / Stunde [für SÜ !>=0]	44
GS HEAVY Luftfahrzeug	171
GS MEDIUM Luftfahrzeug	159
GS LIGHT Luftfahrzeug	103
Traffic Mix:	
HEAVY Anteil	2%
MEDIUM Anteil	78%
LIGHT Anteil	19%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	0%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	61%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	15%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	0%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	15%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	4%
Summe Kreuzprodukte	100%
Anteil VMC Staffelung (VFR+IFR)	14%
Anteil IMC Staffelung	86%
Ø Anfluggeschwindigkeit [kts]	148,43
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31
Länge Final Approach [NM]	2,50
Belegungszeit / LFZ [min]	1,01
Zeitbedarf für alle Landungen / Stunde	44,46
Überschußfaktor	1,35
Ø Staffelungswert [NM]	3,37
Staffelungsüberschuß	0,019

Tab. 50 Ermittlung SÜ Werte, Anflug, Spitzenwertbetrachtung, Prognoseszenario

Es wird insofern im Rahmen der abschließenden LOS Berechnungen von einer maximalen Bewegungszahl im Anflugbereich von 44 Landungen pro Stunde ausgegangen – ein Wert, der allerdings rechnerisch nicht auf dem Pistensystem bei durchschnittlicher Verkehrszusammensetzung realisierbar ist. Dennoch stellt er den möglichen Spitzenwert für den hier – entkoppelt - betrachteten Anflugbereich dar.

5.3 Verkehrsanalyse des Pistensystems

5.3.1 Randbedingungen

Der Analyse des Pistensystems liegt abweichend zum Referenzszenario im wesentlichen der geänderte Verkehrsmix gemäß Abb. 6 zugrunde.

5.3.2 Kapazitätswerte

Zur Bestimmung der Kapazitäten des Start-/Landepistensystems werden erneut die Modelle FIM und SAM verwendet.

Es ergeben sich folgende Kapazitäten:

IMC	Separate Nutzung		Gemischte Nutzung 50:50	
	Max. Anflüge/h (FIM)	max Abflüge/h (FIM)	max. An+Abflüge/h (SAM 50:50 dry)	Summe
Piste 16	32	38	17/17	34
Piste 26	37	28	15/14	29
Piste 34	29	28	16/15	31

Tab. 51 Übersicht stündliche Kapazitäten der einzelnen Pisten unter IMC – Piste 26 unberücksichtigt - Prognoseszenario

Bei Mitbenutzung der Piste 26 für zusätzliche Landungen lassen sich folgende Kapazitäten realisieren:

IMC	Separate Nutzung		Gemischte Nutzung 50:50 (insgesamt)	
	Max. Anflüge/h (FIM)	max Abflüge/h (FIM)	An+Abflüge	Abflüge 26
Piste 16	32	38	20/14	6
Piste 26	37	28		
Piste 34	29	28	19/13	6

Tab. 52 Übersicht (1) stündliche Kapazitäten des Kreuzpistensystems unter IMC – Piste 26 berücksichtigt -Prognoseszenario

Es lassen sich somit bei Gleichverteilung von Starts und Landungen folgende – gegenüber dem Referenzszenario unveränderte - Bewegungszahlen abwickeln:

Gemischte Nutzung 50:50 (insgesamt)	
Betrieb Piste 16	40
Betrieb Piste 34	38

Tab. 53 Übersicht (2) stündliche Kapazitäten des Kreuzpistensystems unter IMC – Piste 26 berücksichtigt - Prognoseszenario

5.3.3 Auslastungsquoten

Aufgrund der fehlenden Prognose zur Spitzenstunde können im folgenden nur die Auslastungsquoten für die Durchschnittswerte bestimmt werden.

Abflugseitig isoliert:

Piste 16	Durchschnitt	14,3 Starts / 38 maximal zulässige Starts	38%
Piste 26/34	Durchschnitt	14,3 Starts / 28 maximal zulässige Starts	51%

Anflugseitig isoliert :

Piste 16	Durchschnitt	14,3 Landungen / 32 maximal zulässige Landungen	45%
Piste 26	Durchschnitt	14,3 Landungen / 37 maximal zulässige Landungen	39%
Piste 34	Durchschnitt	14,3 Landungen / 29 maximal zulässige Landungen	50%

An- und abflugseitig kombiniert :

Durchschnittswert¹⁵	29 Bewegungen / 40 maximal zulässige Bewegungen	73%
---------------------------------------	--	-----

Die kombinierte Betrachtung zeigt eine Steigerung der Auslastung gegenüber dem Referenzszenario um 21% auf 73%, so daß das Pistensystem für diesen Fall noch ausreichend dimensioniert ist.

Aufgrund der Tatsache, daß im Referenzszenario eine quasi vollständige Auslastung des Pistensystems zu Spitzenzeiten vorlag, ist grundsätzlich davon auszugehen, daß im Rahmen des Prognoseszenarios eine Überlastung droht. Hier sollte mittels Anwendung von Verkehrssteuerungsmaßnahmen (Slotvergabe) derart eingegriffen werden, daß die Maximalbelastung der Piste – sofern keine Erweiterungsmaßnahmen am Flughafen Basel-Mülhausen ergriffen werden – unverändert bleibt.

¹⁵ Der Durchschnittswert errechnet sich über die Halbjahresverkehrsleistung des Szenarios tagsüber dividiert durch 184 Tage und weiter 16 Stunden Betriebszeit täglich.

5.4 Verkehrsanalyse des Abflugbereichs

In den nachfolgenden Berechnungen werden unveränderte Luftraumstruktur-Parameter wie die Länge der gemeinsamen Streckenführung usw. zugrundegelegt. Soweit hier kein gesonderter Verweis erfolgt, sind die entsprechenden Werte aus Kap. 4.3 heranzuziehen.

5.4.1 Auswertung Abflugrichtung 16 - gemeinsamer Abflugbereich –

Für die Piste 16 ergibt sich:

Durchschnittsbetrachtung	Abflug 26 gemeinsame SF tagsüber	Abflug 26 gemeinsame SF 24 Std
∅ Starts pro Monat und Piste	339,12	374,41
Abgeleitete ∅ Starts / Tag	228,48	250,43
Betriebszeit, täglich [h]	16,00	24,00
Abgeleitete ∅ Starts / Stunde	14,28	10,43
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00	100,00
Traffic Mix [in %]:		
HEAVY Anteil	2%	2%
MEDIUM Anteil	78%	79%
LIGHT Anteil	19%	18%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	0%	0%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	61%	63%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	4%	3%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%
Anteil VMC Staffelung	14%	12%
Anteil IMC Staffelung	86%	88%
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,24	132,68
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,30
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	3,00	3,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	1,36	1,36
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	19,44	14,16
Überschußfaktor	3,09	4,24
∅ Staffelungswert [NM]	9,26	12,72
Staffelungsüberschuß	0,643	0,74

Tab. 54 Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 26, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Prognoseszenario

Verkehrsanalyse des Abflugbereichs

Die Berechnungen ergeben ein Sicherheitspotential im Abflugbereich 26 bei durchschnittlicher Verkehrsbelastung von 2,79fach (SÜ-Wert = 0,643) bis maximal 3,85fach (SÜ-Wert = 0,740).

Bei der Spitzenwertbetrachtung wird analog zum Anflugbereich die maximale Bewegungszahl bestimmt, bei der der Staffellungsüberschuß um den gleichen Wert wie im Referenzszenario unterschritten wird. Es ergibt sich:

Spitzenwertbetrachtung	Abflug 26 gemeinsame SF tagsüber
Maximale Starts pro Monat und Piste	Nicht bestimmt
Maximale Starts / Tag	Nicht bestimmt
Betriebszeit, täglich [h]	16,00
Maximale Starts / Stunde	41
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00
Traffic Mix [in %]:	
HEAVY Anteil	2%
MEDIUM Anteil	78%
LIGHT Anteil	19%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	0%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	61%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	15%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	0%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	15%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	4%
Summe Kreuzprodukte	100%
Anteil VMC Staffellung	14%
Anteil IMC Staffellung	86%
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,24
Gemittelte Mindeststaffellung [NM]	3,31
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	1,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	0,45
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	18,60
Überschußfaktor	3,23
∅ Staffellungswert [NM]	3,23
Staffellungsüberschuß	-0,026

Tab. 55 Bestimmung des Staffellungsüberschusses, Abflug 26, gemeinsame Streckenführung, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario

Es ergeben sich insofern bei Unterschreitung der mittleren Mindeststaffellung in gleicher Größenordnung für den Abflugbereich 41 Starts pro Stunde.

5.4.2 Auswertung Abflugrichtung 26 - Einzelstreckenanalyse –

Die Analyse zur Auslastung des Abflugbereiches wird weiter differenziert im Bereich der Einzelstreckenanalyse. Der Verkehr verteilt sich gemäß Annahme identisch zum Referenzszenario in Richtung 26 auf 7 repräsentative IFR Abflugrouten. Es läßt sich folgende Bilanz aufstellen:

Durchschnittsbetrachtung / tagsüber								
Abflug 26	26 GTQ 2W	26 ELBEG 2W	26 BASUD 2W	26 LUMEL 2W	26 HOC 2X	26 STR 2W	26 HOMBO 2W	26 ELBEG 2V
Streckenlänge	22,640	39,149	25,353	16,373	16,125	16,484	43,235	24,828
Anteiliger Verkehr	3%	8%	8%	36%	8%	0%	1%	37%
Streckenbeschreibung:								
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	2	1	2	2	3	2
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,890	2,978	1,728	1,550	1,280	1,215	3,337	2,046
Geographischer Faktor	5,670	8,934	5,184	2,325	3,839	3,645	15,016	6,139
Belastungsgrad	0,002	0,007	0,004	0,008	0,003		0,002	0,023
Gemittelte Mindeststaffe- lung [NM]	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308		3,308	3,308
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	Route nicht genutzt	132,242	132,242
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	10,272	17,763	11,503	7,429	7,316		19,616	11,265
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	4,749	19,161	12,408	37,778	8,268		4,031	59,021
Überschußfaktor	12,635	3,131	4,835	1,588	7,257		14,886	1,017
∅ Stafflungswert [NM]	286,050	122,593	122,593	26,005	117,021		643,613	25,240
Stafflungsüberschuß	0,988	0,973	0,973	0,873	0,972		0,995	0,869

Tab. 56 Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Prognoseszenario

Verkehrsanalyse des Abflugbereichs

Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden								
Abflug 26	26 GTQ 2W	26 ELBEG 2W	26 BASUD 2W	26 LUMEL 2W	26 HOC 2X	26 STR 2W	26 HOMBO 2W	26 ELBEG 2V
Streckenlänge	22,640	39,149	25,353	16,373	16,125	16,484	43,235	24,828
Anteiliger Verkehr	3%	8%	8%	36%	8%	0%	1%	37%
Streckenbeschreibung:								
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	2	1	2	2	3	2
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,890	2,978	1,728	1,550	1,280	1,215	3,337	2,046
Geographischer Faktor	5,670	8,934	5,184	2,325	3,839	3,645	15,016	6,139
Belastungsgrad	0,002	0,007	0,004	0,008	0,003		0,002	0,023
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,301	3,301	3,301	3,301	3,301		3,301	3,301
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,682	132,682	132,682	132,682	132,682		132,682	132,682
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	10,238	17,704	11,465	7,404	7,292		19,551	11,227
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	3,458	13,954	9,037	27,513	6,021		2,935	42,983
Überschußfaktor	17,349	4,300	6,640	2,181	9,965		20,441	1,396
∅ Staffelungswert [NM]	392,775	168,332	168,332	35,707	160,681		883,744	34,657
Staffelungsüberschuß	0,992	0,980	0,980	0,908	0,979		0,996	0,905

Tab. 57 Auswertung der Abflughichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Prognoseszenario

Für die nachfolgende Spitzenwertbetrachtung wird von einer Verkehrsbelastung ausgegangen, wie in Tab. 55 (39 Starts pro Stunde) ermittelt:

Spitzenwertbetrachtung								
Abflug 26	26 GTQ 2W	26 ELBEG 2W	26 BASUD 2W	26 LUMEL 2W	26 HOC 2X	26 STR 2W	26 HOMBO 2W	26 ELBEG 2V
Streckenlänge	22,640	39,149	25,353	16,373	16,125	16,484	43,235	24,828
Anteiliger Verkehr	3%	8%	8%	36%	8%	0%	1%	37%
Streckenbeschreibung:								
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	2	1	2	2	3	2
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,890	2,978	1,728	1,550	1,280	1,215	3,337	2,046
Geographischer Faktor	5,670	8,934	5,184	2,325	3,839	3,645	15,016	6,139
Belastungsgrad	0,002	0,007	0,004	0,008	0,003		0,002	0,023
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308		3,308	3,308
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242		132,242	132,242
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	10,272	17,763	11,503	7,429	7,316		19,616	11,265
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	12,969	52,329	33,889	103,174	22,579		11,008	161,190
Überschußfaktor	4,626	1,147	1,771	0,582	2,657		5,451	0,372
∅ Staffelungswert [NM]	104,739	44,888	44,888	9,522	42,848		235,662	9,242
Staffelungsüberschuß	0,968	0,926	0,926	0,653	0,923		0,986	0,642

Tab. 58 Auswertung der Abflughichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario

Im Bereich der Einzelstrecken liegt die Auslastung wiederum deutlich unterhalb derjenigen auf den gemeinsamen Streckenabschnitten. So besteht ein Sicherheitspotential von mindestens 7,63fach (SÜ Wert = 0,868) während durchschnittlicher Verkehrsbelastung sowie von mindestens 2,79fach (SÜ Wert = 0,642) während der Spitzenzeiten (hier zugrundegelegte Bewegungszahl von maximal 39 Starts pro Stunde gemäß Tab. 55).

5.4.3 Auswertung Abflugrichtung 34 - gemeinsamer Abflugbereich –

Für die Abflugrichtung 34 - gemeinsamer Abflugbereich – ergibt sich:

Durchschnittsbetrachtung	Abflug 34 gemeinsame SF tagsüber	Abflug 34 gemeinsame SF 24 Std
Ø Starts pro Monat und Piste	912,53	1000,55
Abgeleitete Ø Starts / Tag	228,48	250,43
Betriebszeit, täglich [h]	16,00	24,00
Abgeleitete Ø Starts / Stunde	14,28	10,43
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00	100,00
Traffic Mix [in %]:		
HEAVY Anteil	2%	2%
MEDIUM Anteil	78%	79%
LIGHT Anteil	19%	18%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	0%	0%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	61%	63%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	4%	3%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%
Anteil VMC Staffelung	14%	12%
Anteil IMC Staffelung	86%	88%
Ø Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,24	132,68
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,30
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	1,00	1,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	0,45	0,45
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	6,48	4,72
Überschußfaktor	9,26	12,72
Ø Staffelungswert [NM]	9,26	12,72
Staffelungsüberschuß	0,643	0,74

Tab. 59 Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 34, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Prognoseszenario

Die Berechnungen weisen ein Sicherheitspotential für den Abflugbereich 34 bei durchschnittlicher Verkehrsbelastung von 2,79fach (SÜ-Wert = 0,643) bis maximal 3,85fach (SÜ-Wert = 0,740) auf.

Aufgrund unveränderter Eingangsdaten gegenüber Richtung 26 wird bezüglich der Spitzenwertbetrachtung direkt auf Tab. 55 verwiesen.

5.4.4 Auswertung Abflugrichtung 34 - Einzelstreckenanalyse –

Auch in Richtung 34 verteilt sich der Verkehr auf 6 repräsentative IFR Abflugrouten analog zum Referenzszenario. Die Berechnungen liefern:

Durchschnittsbetrachtung / tagsüber						
Abflug 34	34 ELBEG 2N	34 AGENO 2N	34 GTQ 2N	34 BASUD 2N	34 LUMEL 2N	34 STR 2N
Streckenlänge	15,884	24,294	12,856	27,729	26,073	13,295
Anteiliger Verkehr	65%	1%	16%	3%	15%	1%
Streckenbeschreibung:						
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	1	2	2	1
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,129	1,879	1,274	2,279	2,133	1,263
Geographischer Faktor	3,386	5,637	1,911	6,836	6,398	1,895
Belastungsgrad	0,022	0,000	0,003	0,002	0,010	0,000
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	7,207	11,023	5,833	12,581	11,830	6,032
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	67,106	0,947	13,238	4,939	25,107	0,592
Überschußfaktor	0,894	63,386	4,532	12,148	2,390	101,350
∅ Staffelungswert [NM]	14,202	1539,908	58,267	336,855	62,308	1347,420
Staffelungsüberschuß	0,767	0,998	0,943	0,990	0,947	0,998

Tab. 60 Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Prognoseszenario

Verkehrsanalyse des Abflugbereichs

Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden						
Abflug 34	34 ELBEG 2N	34 AGENO 2N	34 GTQ 2N	34 BASUD 2N	34 LUMEL 2N	34 STR 2N
Streckenlänge	15,884	24,294	12,856	27,729	26,073	13,295
Anteiliger Verkehr	65%	1%	16%	3%	15%	1%
Streckenbeschreibung:						
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	1	2	2	1
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,129	1,879	1,274	2,279	2,133	1,263
Geographischer Faktor	3,386	5,637	1,911	6,836	6,398	1,895
Belastungsgrad	0,022	0,000	0,003	0,002	0,010	0,000
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,301	3,301	3,301	3,301	3,301	3,301
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,682	132,682	132,682	132,682	132,682	132,682
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	7,183	10,986	5,814	12,539	11,791	6,012
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	48,872	0,689	9,641	3,597	18,285	0,431
Überschußfaktor	1,228	87,035	6,223	16,681	3,281	139,164
∅ Staffelungswert [NM]	19,501	2114,447	80,006	462,535	85,556	1850,141
Staffelungsüberschuß	0,831	0,998	0,959	0,993	0,961	0,998

Tab. 61 Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Prognoseszenario

Für die nachfolgende Spitzenwertbetrachtung wird erneut von einer Verkehrsbelastung ausgegangen, wie in Tab. 55 (39 Starts pro Stunde) ermittelt:

Spitzenwertbetrachtung						
Abflug 34	34 ELBEG 2N	34 AGENO 2N	34 GTQ 2N	34 BASUD 2N	34 LUMEL 2N	34 STR 2N
Streckenlänge	15,884	24,294	12,856	27,729	26,073	13,295
Anteiliger Verkehr	65%	1%	16%	3%	15%	1%
Streckenbeschreibung:						
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	2	2	1	2	2	1
Summe gerade Segmente [NM] / 10	1,129	1,879	1,274	2,279	2,133	1,263
Geographischer Faktor	3,386	5,637	1,911	6,836	6,398	1,895
Belastungsgrad	0,022	0,000	0,003	0,002	0,010	0,000
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	7,207	11,023	5,833	12,581	11,830	6,032
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	183,272	2,585	36,155	13,489	68,570	1,617
Überschußfaktor	0,327	23,209	1,660	4,448	0,875	37,110
∅ Staffelungswert [NM]	5,200	563,845	21,335	123,341	22,815	493,364
Staffelungsüberschuß	0,364	0,994	0,845	0,973	0,855	0,993

Tab. 62 Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtungen – Prognoseszenario

Im Bereich der Einzelstrecken abgehend von Piste 34 liegt die Auslastung ebenfalls deutlich unterhalb derjenigen auf dem gemeinsamen Streckenabschnitt. So liegt das Sicherheitspotential durchschnittlich bei mindestens dem 4,29fachen (SÜ Wert = 0,767). Bei der Annahmen von 39 Starts für die Spitzenstunde sinkt der Wert auf das 1,57fache (SÜ Wert = 0,363).

5.4.5 Auswertung Abflugrichtung 16 - gemeinsamer Abflugbereich –

Für die Abflugrichtung 16 ergibt sich:

Durchschnittsbetrachtung	Abflug 16 gemeinsame SF tagsüber	Abflug 16 gemeinsame SF 24 Std
Ø Starts pro Monat und Piste	5602,16	6137,21
Abgeleitete Ø Starts / Tag	228,48	250,43
Betriebszeit, täglich [h]	16,00	24,00
Abgeleitete Ø Starts / Stunde	14,28	10,43
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00	100,00
Traffic Mix [in %]:		
HEAVY Anteil	2%	2%
MEDIUM Anteil	78%	79%
LIGHT Anteil	19%	18%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	0%	0%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	61%	63%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	4%	3%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%
Anteil VMC Staffelung	14%	12%
Anteil IMC Staffelung	86%	88%
Ø Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,24	132,68
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,30
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	3,00	3,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	1,36	1,36
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	19,44	14,16
Überschußfaktor	3,09	4,24
Ø Staffelungswert [NM]	9,26	12,72
Staffelungsüberschuß	0,643	0,74

Tab. 63 Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 16, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Prognoseszenario

Die Berechnungen weisen ein Sicherheitspotential für den Abflugbereich der Piste 16 bei durchschnittlicher Verkehrsbelastung vom 2,79fachen (SÜ-Wert = 0,643) bis maximal 3,85fachen (SÜ-Wert = 0,740) auf. Für die Ermittlung der SÜ Werte bei Spitzenbelastung wird wiederum auf Tab. 55 verwiesen.

5.4.6 Auswertung Abflugrichtung 16 - Einzelstreckenanalyse –

Analog zur Situation für die Abflugrichtung 26 ist festzustellen, daß sich im Referenzszenario auch in Richtung 16 der Verkehr auf 9 repräsentative IFR Abflugrouten verteilt. Die Berechnungen liefern für Piste 16:

Durchschnittsbetrachtung / tagsüber									
Abflug 16	16 ELBEG 2S	16 ELBEG 2Z	16 GTQ 2S	16 BASUD 2S	16 LUMEL 2S	16 HOC 2C	16 HOC 2D	16 STR 2S	16 HOMBO 2S
Streckenlänge	38,870	24,062	19,288	22,083	22,559	21,611	11,151	18,594	44,392
Anteiliger Verkehr	2%	35%	4%	5%	43%	5%	5%	0%	0%
Streckenbeschreibung:									
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	3	2	2	3	2	2	1	2	4
Summe gerade Segmente [NM] / 10	2,419	1,771	1,350	0,740	1,928	1,442	0,994	1,317	2,910
Geographischer Faktor	10,886	5,313	4,050	3,331	5,783	4,325	1,490	3,952	17,462
Belastungsgrad	0,002	0,019	0,002	0,002	0,025	0,002	0,001	0,000	0,001
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	17,636	10,917	8,751	10,019	10,235	9,805	5,059	8,436	20,141
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	5,312	54,926	4,930	7,177	63,250	7,298	3,316	0,224	1,257
Überschußfaktor	11,296	1,092	12,171	8,361	0,949	8,221	18,095	268,097	47,725
∅ Staffelungswert [NM]	439,088	26,285	234,748	184,627	21,400	177,660	201,771	4984,935	2118,597
Staffelungsüberschuß	0,992	0,874	0,986	0,982	0,845	0,981	0,984	0,999	0,998

Tab. 64 Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Prognoseszenario

Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden									
Abflug 16	16 ELBEG 2S	16 ELBEG 2Z	16 GTQ 2S	16 BASUD 2S	16 LUMEL 2S	16 HOC 2C	16 HOC 2D	16 STR 2S	16 HOMBO 2S
Streckenlänge	38,870	24,062	19,288	22,083	22,559	21,611	11,151	18,594	44,392
Anteiliger Verkehr	2%	35%	4%	5%	43%	5%	5%	0%	0%
Streckenbeschreibung:									
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	3	2	2	3	2	2	1	2	4
Summe gerade Segmente [NM] / 10	2,419	1,771	1,350	0,740	1,928	1,442	0,994	1,317	2,910
Geographischer Faktor	10,886	5,313	4,050	3,331	5,783	4,325	1,490	3,952	17,462
Belastungsgrad	0,002	0,019	0,002	0,002	0,025	0,002	0,001	0,000	0,001
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,301	3,301	3,301	3,301	3,301	3,301	3,301	3,301	3,301
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,682	132,682	132,682	132,682	132,682	132,682	132,682	132,682	132,682
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	17,578	10,881	8,722	9,986	10,202	9,773	5,043	8,408	20,074
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	3,868	40,001	3,590	5,227	46,064	5,315	2,415	0,163	0,916
Überschußfaktor	15,511	1,500	16,711	11,480	1,303	11,288	24,846	368,124	65,531
∅ Staffelungswert [NM]	602,911	36,092	322,332	253,512	29,384	243,945	277,052	6844,812	2909,045
Staffelungsüberschuß	0,995	0,909	0,990	0,987	0,888	0,986	0,988	1,000	0,999

Tab. 65 Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Prognoseszenario

Für die nachfolgende Spitzenwertbetrachtung wird erneut von einer Verkehrsbelastung ausgegangen, wie in Tab. 55 (39 Starts pro Stunde) ermittelt:

Spitzenwertbetrachtung									
Abflug 16	16 ELBEG 2S	16 ELBEG 2Z	16 GTQ 2S	16 BASUD 2S	16 LUMEL 2S	16 HOC 2C	16 HOC 2D	16 STR 2S	16 HOMBO 2S
Streckenlänge	38,870	24,062	19,288	22,083	22,559	21,611	11,151	18,594	44,392
Anteiliger Verkehr	2%	35%	4%	5%	43%	5%	5%	0%	0%
Streckenbeschreibung:									
Anzahl gekrümmte Segmente [1.5]	3	2	2	3	2	2	1	2	4
Summe gerade Segmente [NM] / 10	2,419	1,771	1,350	0,740	1,928	1,442	0,994	1,317	2,910
Geographischer Faktor	10,886	5,313	4,050	3,331	5,783	4,325	1,490	3,952	17,462
Belastungsgrad	0,002	0,019	0,002	0,002	0,025	0,002	0,001	0,000	0,001
Gemittelte Mindeststaffe- lung [NM]	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308	3,308
Ø Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242	132,242
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	17,636	10,917	8,751	10,019	10,235	9,805	5,059	8,436	20,141
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	14,506	150,007	13,464	19,600	172,743	19,933	9,056	0,611	3,434
Überschußfaktor	4,136	0,400	4,456	3,061	0,347	3,010	6,625	98,165	17,475
Ø Staffelungswert [NM]	160,774	9,624	85,954	67,602	7,836	65,051	73,879	1825,257	775,734
Staffelungsüberschuß	0,979	0,656	0,962	0,951	0,578	0,949	0,955	0,998	0,996

Tab. 66 Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario

Im Bereich der Einzelstrecken abgehend von Piste 16 liegt die Auslastung ebenfalls deutlich unterhalb derjenigen auf dem gemeinsamen Streckenabschnitt. So liegt das Sicherheitspotential durchschnittlich bei mindestens dem 6,46fachen (SÜ Wert = 0,845). Zu Spitzenzeiten sinkt der Wert nicht unterhalb das 2,36fache (SÜ Wert = 0,577).

5.4.7 Auswertung Abflugrichtung 08 - gemeinsamer Abflugbereich –

Für die Abflugrichtung 08 reduziert sich die Betrachtung auf den Bereich der gemeinsamen Streckenführung, da ausschließlich VFR Abflugverkehr von der Piste 08 auch im Prognoseszenario unterstellt wird. Es ergibt sich:

Durchschnittsbetrachtung	Abflug 08 gemeinsame SF tagsüber	Abflug 08 gemeinsame SF 24 Std
∅ Starts pro Monat und Piste	0,61	0,61
Abgeleitete ∅ Starts / Tag	228,48	250,43
Betriebszeit, täglich [h]	16,00	24,00
Abgeleitete ∅ Starts / Stunde	14,28	10,43
GS HEAVY Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS MEDIUM Kat. Luftfahrzeug [kts]	140,00	140,00
GS LIGHT Kat. Luftfahrzeug [kts]	100,00	100,00
Traffic Mix [in %]:		
HEAVY Anteil	2%	2%
MEDIUM Anteil	78%	79%
LIGHT Anteil	19%	18%
Kreuzprodukt HEAVY-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt HEAVY-MEDIUM	2%	2%
Kreuzprodukt HEAVY-LIGHT	0%	0%
Kreuzprodukt MEDIUM-HEAVY	2%	2%
Kreuzprodukt MEDIUM-MEDIUM	61%	63%
Kreuzprodukt MEDIUM-LIGHT	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-HEAVY	0%	0%
Kreuzprodukt LIGHT-MEDIUM	15%	14%
Kreuzprodukt LIGHT-LIGHT	4%	3%
Summe Kreuzprodukte	100%	100%
Anteil VMC Staffelung	14%	12%
Anteil IMC Staffelung	86%	88%
∅ Abfluggeschwindigkeit [kts]	132,24	132,68
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,30
Länge gemeinsame Streckenführung [NM]	1,00	1,00
Belegungszeit / Luftfahrzeug [min]	0,45	0,45
Zeitbedarf für alle Starts / Stunde	6,48	4,72
Überschußfaktor	9,26	12,72
∅ Staffelungswert [NM]	9,26	12,72
Staffelungsüberschuß	0,643	0,74

Tab. 67 Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 08, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Prognoseszenario

Die Berechnungen weisen ein Sicherheitspotential für den Abflugbereich abgehend von Piste 16 bei durchschnittlicher Verkehrsbelastung vom 2,79fachen (SÜ Wert = 0,643) bis maximal 3,85fach (SÜ Wert = 0,740) auf.

Für die Ermittlung der Spitzenwerte wird auch hier auf Tab. 55 verwiesen.

5.5 Level of Safety

Unter Berücksichtigung der gegenüber dem Referenzszenario veränderten Mindeststaffelung werden nachfolgend erneut die LOS Werte für den An- und Abflugbereich bestimmt.

5.5.1 LOS für den Abflugbereich

Bei Zugrundelegen der Durchschnittswerte an Starts pro Stunde ergibt sich rechnerisch für Haupt- und Kreuzpiste:

2010 Abflug – Durchschnittsbetrachtung		
	RWY 34	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Durchschnittliche Starts / Stunde	14,28	14,28
Abgeleitete durchschnittliche Starts / Minute	0,24	0,24
Bewegungsperiode [sec]	252,10	252,10
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,31
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	40,00	40,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	4,32	4,32
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,01	0,01
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 34]	1,00	2,19E-04
LOS	2,96E-06	6,48E-10
LOS gesamt	2,96E-06	

Tab. 68 LOS für den Abflugbereich 34/26, - Durchschnittsbetrachtung - Prognoseszenario

Bei Zugrundelegen der maximalen Starts pro Stunde für Haupt- und Kreuzpiste ergibt sich gemäß Tab. 55:

2010 Abflug – Spitzenwertbetrachtung		
	RWY 34	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Maximale Starts / Stunde	41,00	41,00
Abgeleitete maximale Starts / Minute	0,63	0,63
Bewegungsperiode [sec]	94,74	94,74
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,31
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	40,00	40,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	12,40	12,40
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,03	0,03
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 34]	1,00	2,19E-04
LOS	8,51E-06	1,86E-09
LOS gesamt	8,51E-06	

Tab. 69 LOS für den Abflugbereich 34/26, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario

Bei Nutzung der Piste 16 als Hauptpiste ergibt sich analog:

2010 Abflug – Durchschnittsbetrachtung		
	RWY 16	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Durchschnittliche Starts / Stunde	14,28	14,28
Abgeleitete durchschnittliche Starts / Minute	0,24	0,24
Bewegungsperiode [sec]	252,10	252,10
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,31
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	40,00	40,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	4,32	4,32
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,01	0,01
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 16]	1,00	8,85E-68
LOS	2,96E-06	2,62E-73
LOS gesamt	2,96E-06	

Tab. 70 LOS für den Abflugbereich 16/26, - Durchschnittsbetrachtung - Prognoseszenario

2010 Abflug – Spitzenwertbetrachtung		
	RWY 16	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Maximale Starts / Stunde	41,00	41,00
Abgeleitete maximale Starts / Minute	0,68	0,68
Bewegungsperiode [sec]	87,80	87,80
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,31
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	40,00	40,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	12,40	12,40
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,03	0,03
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 34]	1,00	8,85E-68
LOS	8,51E-06	7,52E-73
LOS gesamt	8,51E-06	

Tab. 71 LOS für den Abflugbereich 16/26, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario

Zur Bestimmung des „worst case“ Wertes nachfolgend die Berechnungen für den Anflugbereich:

5.5.2 LOS für den Anflugbereich

Bei Zugrundelegen der Durchschnittswerte von Landungen pro Stunde für Haupt- und Kreuzpiste ergibt sich:

2010 Anflug - Durchschnittsbetrachtung		
	RWY 34	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Durchschnittliche Landungen / Stunde	14,29	14,29
Abgeleitete durchschnittliche Landungen / Minute	0,24	0,24
Bewegungsperiode [sec]	251,97	251,97
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,31
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	68,00	68,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	6,55	6,55
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,01	0,01
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 34]	1,00	2,19E-04
LOS	2,64E-06	5,78E-10
LOS gesamt	2,64E-06	

Tab. 72 LOS für den Anflugbereich 34/26, - Durchschnittsbetrachtung - Prognoseszenario

Bei Zugrundelegen der maximalen Landungen pro Stunde für Haupt- und Kreuzpiste ergibt sich:

2010 Anflug – Spitzenwertbetrachtung		
	RWY 34	RWY 26
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Maximale Landungen / Stunde	44,00	44,00
Abgeleitete maximale Landungen / Minute	0,73	0,73
Bewegungsperiode [sec]	81,82	81,82
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,31
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	68,00	68,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	20,16	20,16
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,03	0,03
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 34]	1,00	2,19E-04
LOS	8,13E-06	1,78E-09
LOS gesamt	8,13E-06	

Tab. 73 LOS für den Anflugbereich 34/26, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario

Bei Betrieb der Piste 16 als Hauptpiste ergibt sich analog:

2010 Anflug - Durchschnittsbetrachtung		
	RWY 16	RWY 08
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Durchschnittliche Landungen / Stunde	14,29	14,29
Abgeleitete durchschnittliche Landungen / Minute	0,24	0,24
Bewegungsperiode [sec]	251,97	251,97
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,31
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	68,00	68,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	6,55	6,55
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,01	0,01
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 16]	1,00	2,55E-59
LOS	2,64E-06	6,74E-65
LOS gesamt	2,64E-06	

Tab. 74 LOS für den Anflugbereich 16/08, - Durchschnittsbetrachtung - Prognoseszenario

2010 Anflug - Spitzenwertbetrachtung		
	RWY 16	RWY 08
Betriebszeit, täglich [Std]	16,00	16,00
Maximale Landungen / Stunde	44,00	44,00
Abgeleitete maximale Landungen / Minute	0,73	0,73
Bewegungsperiode [sec]	81,82	81,82
Gemittelte Mindeststaffelung [NM]	3,31	3,31
Sicherheitszone, longitudinal [ft]	300,00	300,00
Sicherheitszone, longitudinal 2-fach [ft]	0,10	0,10
Maximale Geschwindigkeitsdifferenz im Abflug	68,00	68,00
Duration of Overlap [sec]	0,00	0,00
Frequency of Overlap [1 / Stunde]	20,16	20,16
Exposure Rate [sec / Stunde]	0,03	0,03
Lateral Deviation Probability:		
Bezug Min Abstand [Schwelle Piste 16]	1,00	2,55E-59
LOS	8,13E-06	2,08E-64
LOS gesamt	8,13E-06	

Tab. 75 LOS für den Anflugbereich 16/08, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario

Es zeigt sich, daß der höchste LOS Wert wiederum im Abflugbereich vorliegt:

Die Berechnungen weisen hier als ungünstigsten Wert ein Konfliktrisiko von $8,51 \times 10^{-6}$ aus. Dieser Wert überschreitet den Target Level of Safety ($8,47 \times 10^{-6}$) des Referenzszenarios geringfügig um 0,4%.

5.6 External Risk

5.6.1 Einzelrisiko für das Prognoseszenario

Die folgende Abb. 20 zeigt entsprechend den Ausführungen in Kap. 4.5.6 die für das Prognoseszenario ermittelten Risikokonturen des Einzelrisikos.

External Risk

Die Analyse der Zonen zum Einzelrisiko für das Prognoseszenario ergibt aufgrund der unverändert vorausgesetzten Pistennutzung eine ähnliche Art der Ausprägung der Risikozonen gegenüber dem Referenzszenario, wobei die Größe der Risikozonen entsprechend dem gesteigerten Verkehrsaufkommen (siehe hierzu Kap. 3.2 Beschreibung der Verkehrsszenarien) leicht zunimmt. Auch hier sind die größten Gebiete vor den Schwellen 34 und 16 zu verzeichnen.

Die Zonen zum Einzelrisiko für das Prognoseszenario weisen die folgenden Größen auf:

Einzelrisiko	$>10^{-7}$	$>10^{-6}$	$>10^{-5}$	$>10^{-4}$	$>10^{-3}$
Größe [km ²]	137,20	55,48	19,84	6,44	1,76

Tab. 76 Größe der Zonen zum Einzelrisiko für das Prognoseszenario

Durch die nur leichte Vergrößerung der Risikozonen sind von Werten größer als 10^{-5} fast unverändert die selben bewohnten Gebiete betroffen. Die Ausdehnung dieser Bereiche verändert sich gegenüber dem Referenzszenario um maximal wenige hundert Meter.

Dies trifft ebenso für die Bereiche um die analysierten gefährdenden Anlagen zu.

5.6.2 Gruppenrisiko für das Prognoseszenario

Das Gruppenrisiko wird, wie in Kap. 4.5.5 ausgeführt, in Form von F(n)-Diagrammen dargestellt. Diese liefern eine Aussage darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit mehr als n Personen bei einem Flugzeugabsturz zu Tode kommen. Im der folgenden Abb. 21 ist die Kurve für das Prognoseszenario abgebildet.

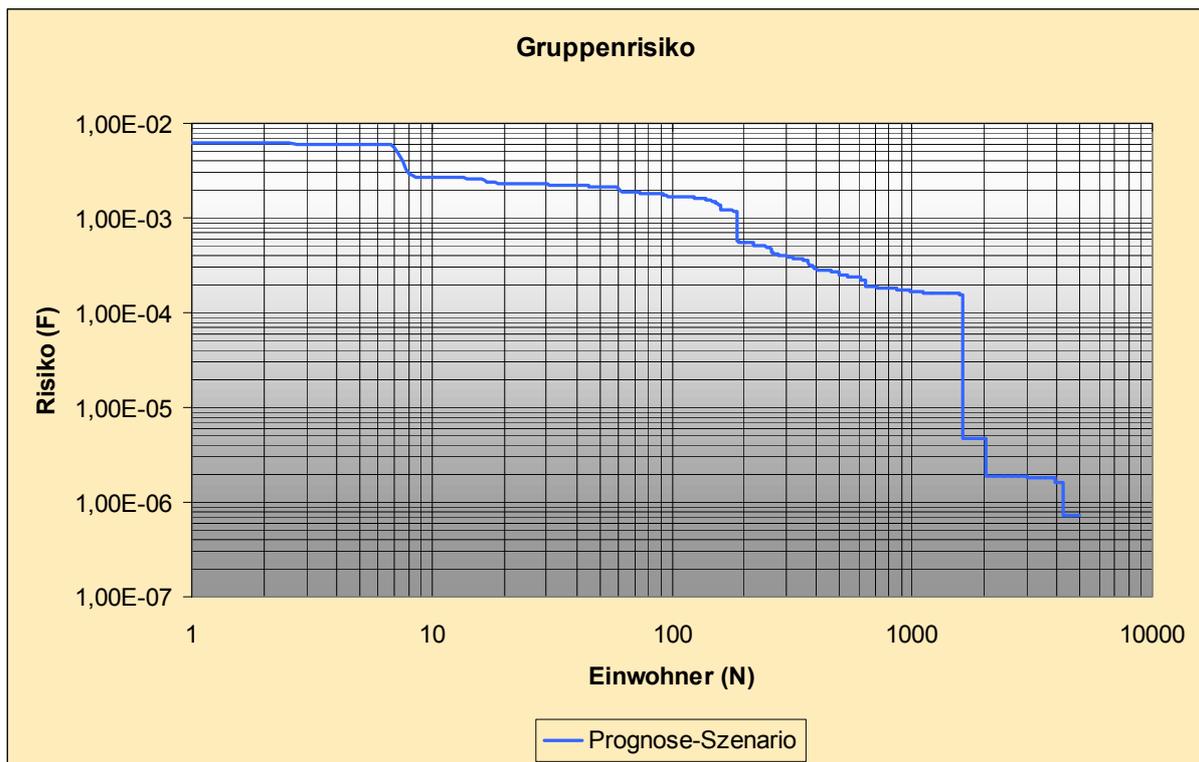


Abb. 21 Gruppenrisiko für das Prognoseszenario

Die Analyse und Interpretation der Kurve sowie erkannte Veränderungen des Gruppenrisikos gegenüber dem Referenzszenario finden sich in der vergleichenden Sicherheitsbilanz Kap. 6.1.7.

6 Vergleichende Sicherheitsbilanz

Im folgenden werden die Ergebnisse der Sicherheitsbetrachtung von Referenz- und Prognoseszenario gegenübergestellt. Hierdurch wird sowohl die relative Entwicklung der einzelnen berechneten Kennwerte als auch der absoluten Werte von LOS und ER deutlich.

6.1 Tendenz der Parameter zur Verkehrsbelastung

Nachfolgend werden die für die Quantifizierung des Unfallrisikos erarbeiteten Verkehrszahlen der drei Funktionsbereiche Anflugbereich, Pistensystem und Abflugbereich zusammengefaßt. Gemäß der allgemeinen Vorgehensweise sind in den nachfolgenden Graphiken auch jeweils die Vergleichsbetrachtungen „Prognose Durchschnitt – Referenz Durchschnitt“ sowie „Prognose Spitzenwert – Referenz Spitzenwert“ dargestellt.

6.1.1 Anflugbereich

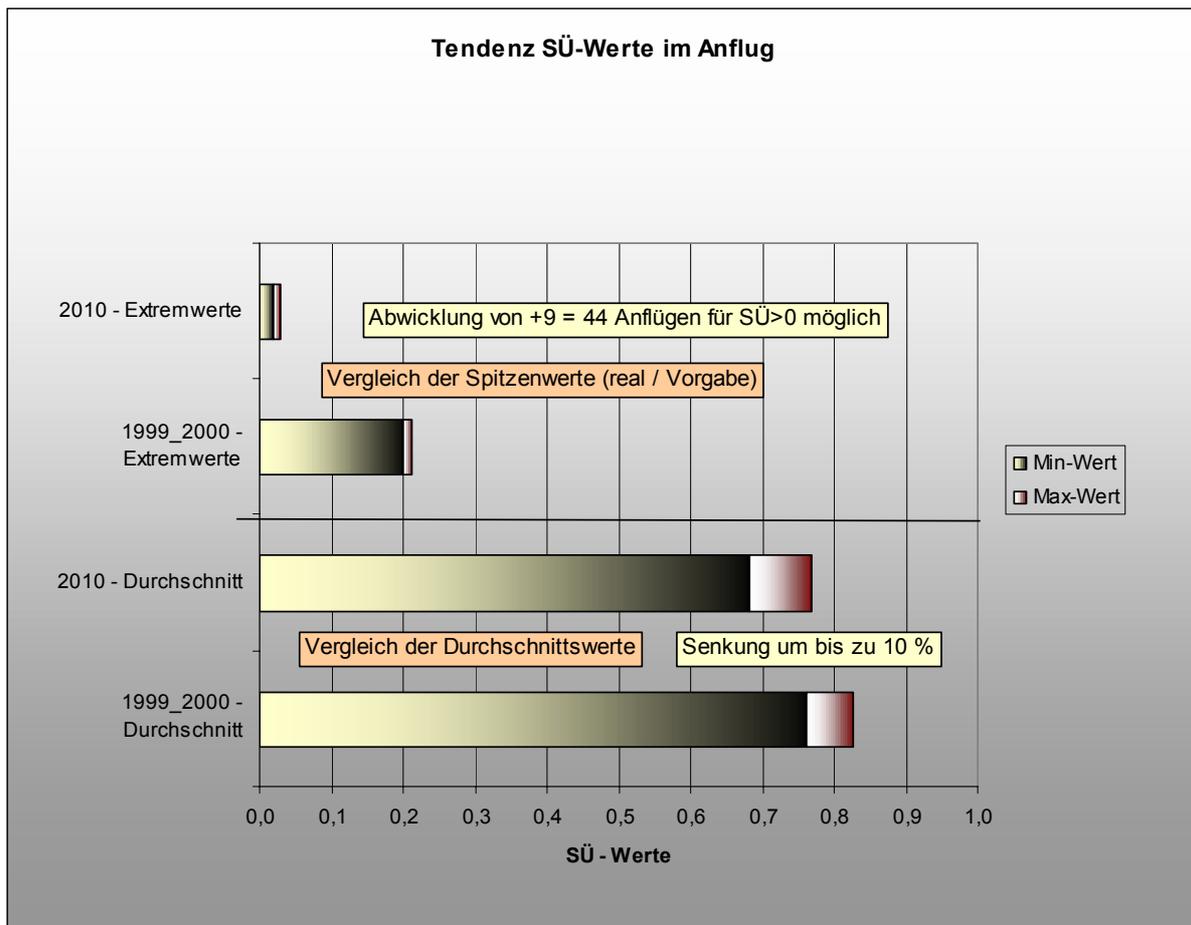


Abb. 22 Tendenz SÜ Werte Anflug

Abb. 22 spiegelt die wachsende Verkehrsbelastung vom Referenz- zum Prognoseszenario für die direkt vergleichbare Durchschnittsbetrachtung wider. Hier sinken die SÜ Werte um bis 10%. Im Rahmen der Spitzenwertbetrachtung läßt sich erkennen, daß im Referenzszenario noch maßgebliches Sicherheitspotential – 1,25fach – besteht. Bedingt durch einen hinsichtlich der mittleren Mindeststaffelung etwas günstigeren Verkehrsmix im Prognosesze-

nario ergibt die Grenzwertbetrachtung für den SÜ eine mögliche Anflugzahl von 44 pro Stunde. Dies sind 9 Bewegungen mehr, als in 1999 zu Spitzenzeiten in Basel abgewickelt wurden. Insofern verfügt der Anflugbereich in Basel über ausreichende Kapazitäten (und damit Sicherheitspotentiale) bis zum Erreichen der Verkehrszahlen des Prognoseszenarios.

6.1.2 Pistensystem

Für den Funktionsbereich ‚Pistensystem‘ wurden die Auslastungsquoten ermittelt. Sie steigen im Schnitt ausgehend vom Referenzszenario um

- 21 % auf 73% für das Prognoseszenario – Durchschnittsbetrachtung.

Zu Verkehrsspitzenzeiten lag bereits im Referenzszenario eine vollständige Auslastung der Pisten vor. Hier sind ohne kapazitätsteigernde Maßnahmen keine weiteren Verkehrssteigerungen mehr möglich. Derartige Maßnahmen oder aber flugbetriebliche Reglementierungen sind insofern für die Einhaltung der ermittelten LOS Werte bedeutsam, als die Kapazitäten des An- und Abflugbereiches derzeit über der Kapazität des Pistensystems liegen. Unberührt hiervon bliebe für ein derartiges Szenario dann die nochmalige Überprüfung des An- und Abflugbereiches.

6.1.3 Abflugbereich - gemeinsame Streckenführung

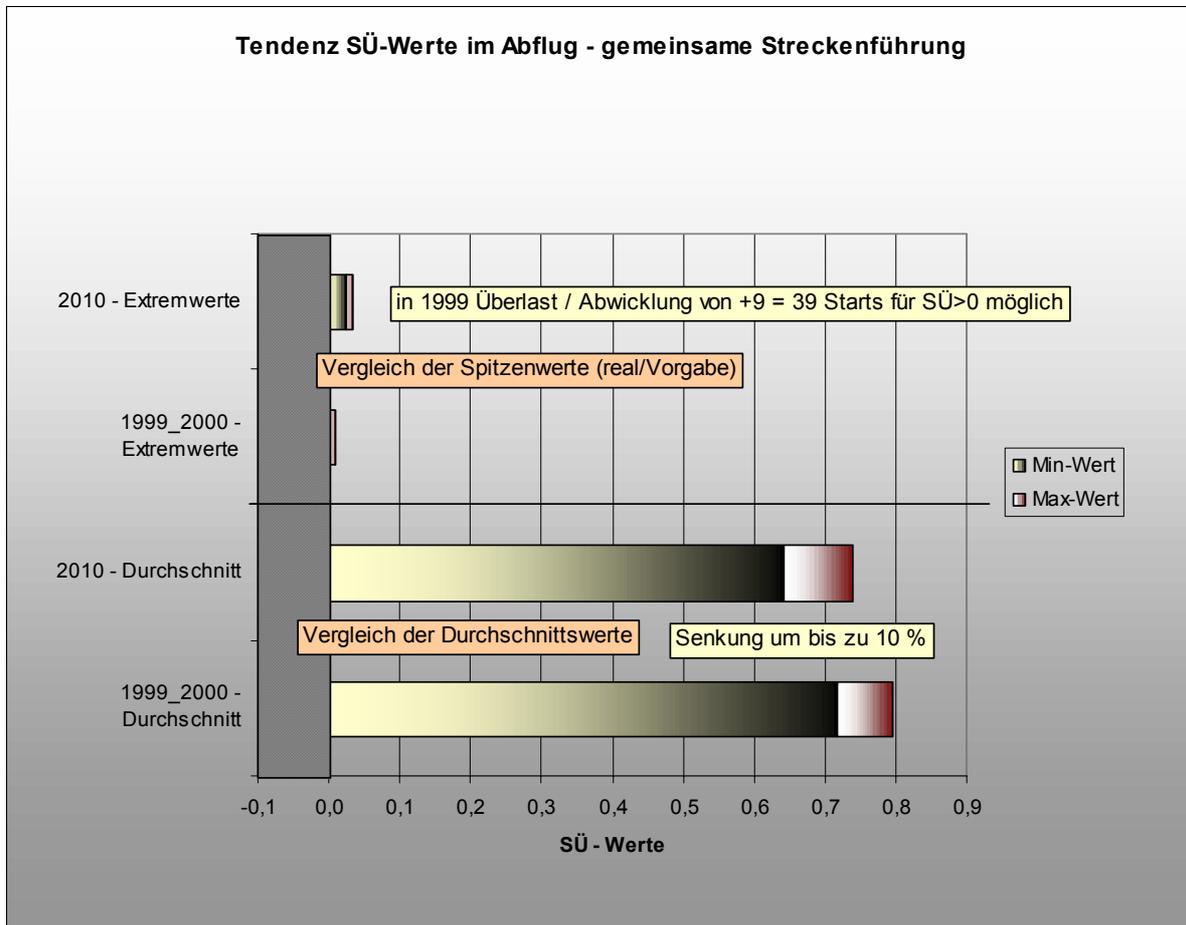


Abb. 23 Tendenz SÜ Werte Abflug – gemeinsame Streckenführung

Auch im Abflugbereich - gemeinsame Streckenführung zeigen die Ergebnisse bei einer Verkehrssteigerung eine Reduktion der SÜ Werte um bis zu 10% analog zum Anflug. Dennoch ist bei einer durchschnittlichen Belastung weiterhin ein maßgebliches Sicherheitspotential von mindestens 2,8fach (SÜ-Wert = 0,643) gegenüber mindestens 3,53fach (SÜ-Wert = 0,717) für das Referenzszenario gegeben.

Während Zeiten der Spitzenbelastung kam es bereits im Referenzszenario mit maximal 38 Starts pro Stunde zu Unterschreitungen der erforderlichen Mindeststaffelung (SÜ = -0,028). Die Grenzwertbetrachtungen für den Abflugbereich mit der Randbedingung SÜ >= 0 ergibt allerdings für das Prognoseszenario aufgrund des günstigeren Verkehrsmixes gerade diesen Wert als maximale Anzahl an Starts pro Stunde, so daß langfristig dieser Wert als zulässig angesehen werden kann.

In Abhängigkeit der tatsächlichen Verkehrszusammensetzung ist die Flugsicherung gefordert, das Einhalten der aktuellen Grenzwerte sicherzustellen.

6.1.4 Abflugbereich – Einzelstrecken

Die naturgemäß deutlich geringer belasteten Einzelstreckenabschnitte der Abflugrouten sind kapazitativ unkritisch. Zwar sinkt auch hier der Staffelungsüberschuß um bis zu 6% beim

Tendenz der Parameter zur Verkehrsbelastung

Prognoseszenario, allerdings ergibt sich weiterhin ein SÜ Wert von 0,767, gleichbedeutend mit einem 4,29fachen Sicherheitspotential. Für die Spitzenwertbetrachtung stellt sich aufgrund der unter Kap. 6.1.3 dargelegten Sachlage eine Verbesserung der Werte ein. Diese Verbesserung resultiert aus dem günstigen Einfluß des veränderten Verkehrsmixes beim Prognoseszenario bei gleichbleibenden Bewegungszahlen von 38 Starts pro Stunde. Unabhängig hiervon ist festzustellen, daß anders als im Bereich der gemeinsamen Streckenführung auch unter diesen Bedingungen noch ein ausreichendes Sicherheitspotential vom 1,49fachen (SÜ Wert = 0,329) gegeben ist. Abb. 24 faßt die Ergebnisse zusammen:

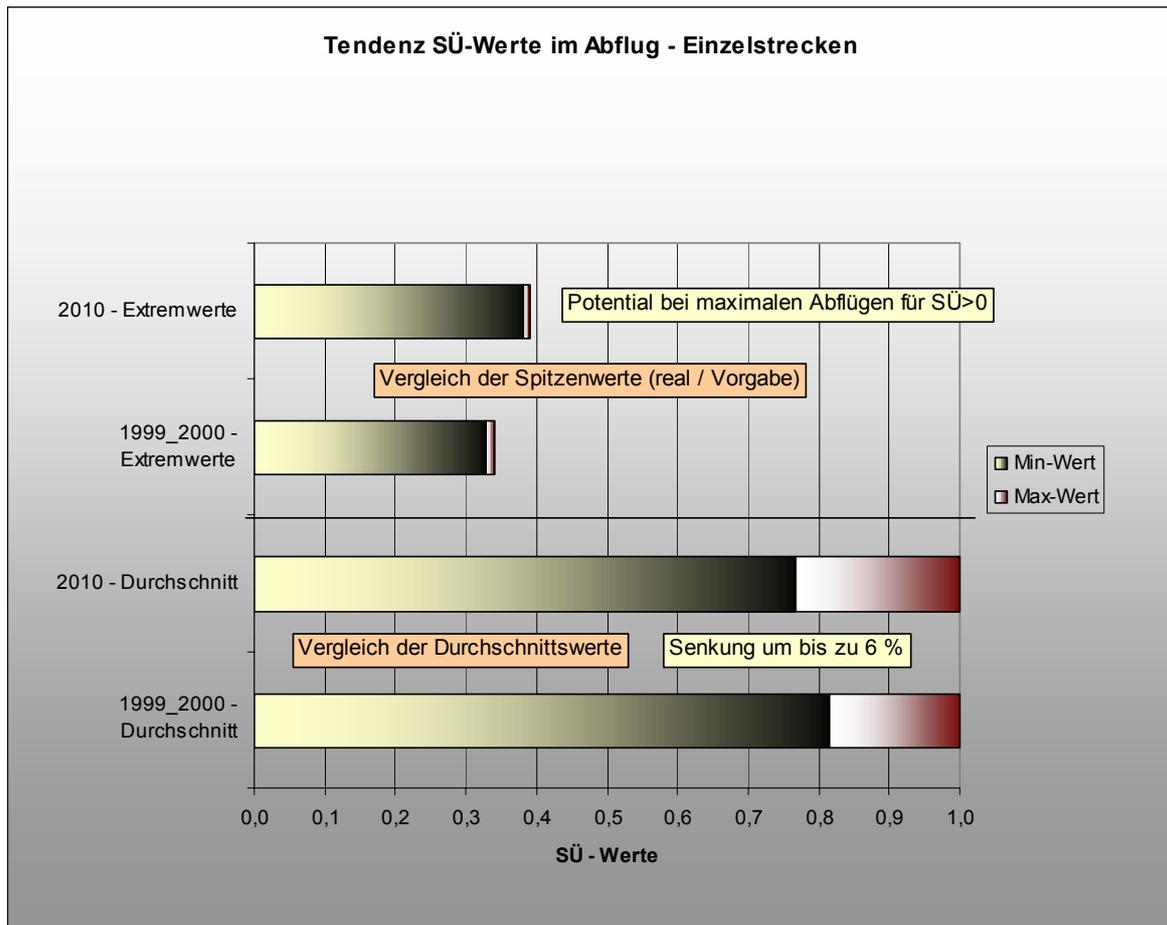


Abb. 24 Tendenz SÜ Werte Abflug – Einzelstrecken

6.1.5 LOS Werte

Die LOS Werte werden standardmäßig auf Basis der Verkehrsspitzenwerte bestimmt. Aufgrund der Ausprägung der Spitzenwerte für das Prognoseszenario, die im Sinne einer Extrapolation der im Referenzszenario aufgetretenen Situation ermittelt wurden (ebenfalls Unterschreitung der Mindeststaffelung bis zu einem SÜ Wert von -0,03), läßt sich eine leichte Überschreitung des TLS um 0,4% feststellen.

Ergänzend zeigt die folgende Abb. 25 die LOS Werte, die bei durchschnittlichem Verkehrsaufkommen erzielt werden. Hier its aufgrund der Verkehrssteigerung eine maßgebliche Steigerung der LOS Werte um 34 % zu registrieren.

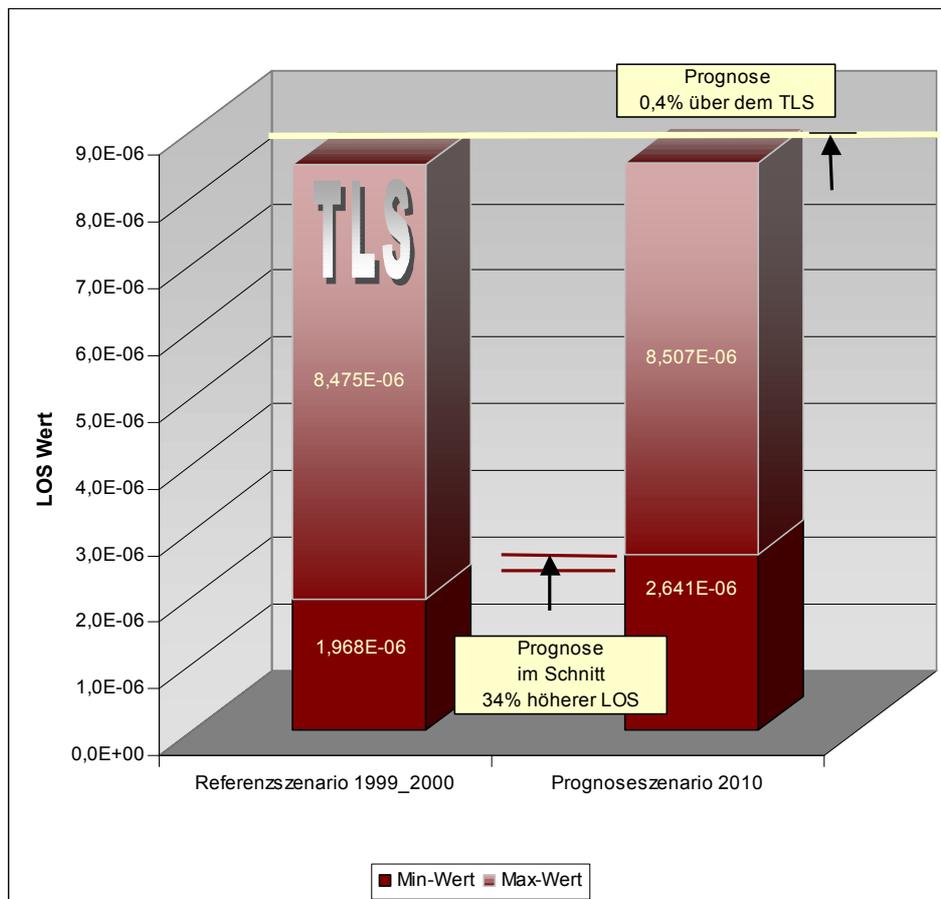


Abb. 25 Tendenz der LOS Werte – Überschreitung des TLS

Gemessen am globalen Risikopotential in der Luftfahrt, das im Bereich von 10^{-6} bis 10^{-7} liegt, weist der Nahbereich für am Luftverkehr beteiligte Personen und Güter ein um etwa 1,5 Zehnerpotenzen höheres Konfliktrisiko aus. Dieser für Flughäfen entsprechender Größe typische Anstieg des Risikos verbleibt dennoch in der Größenordnung von allgemeinen Risiken, denen sich Menschen täglich aussetzen: So liegt im Vergleich beispielsweise das Risiko, durch Blitzschlag zu sterben, bei 5×10^{-7} , für Raucher das entsprechende Risiko gar bei 5×10^{-3} .

6.1.6 ER – Werte zum Einzelrisiko

Ein Vergleich der bei Referenz- und Prognoseszenario von den jeweiligen Werten des Einzelrisikos betroffenen Flächen zeigt ein relativ ausgeglichenes Bild. Die folgende Abb. 26 verdeutlicht dies:

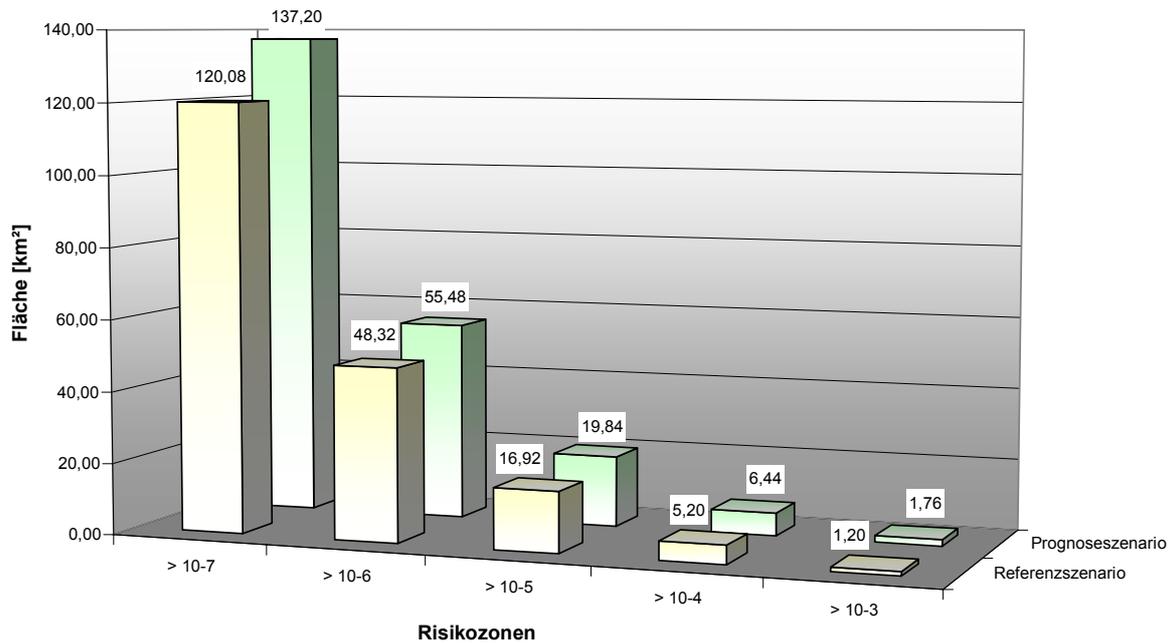


Abb. 26 Gebiete zum Einzelrisiko: Flächenvergleich

Die folgende Tabelle weist für jede Zone zum Einzelrisiko die prozentuale Veränderung der jeweils betroffenen Flächen aus:

Einzelrisiko	>10 ⁻⁷	>10 ⁻⁶	>10 ⁻⁵	>10 ⁻⁴	>10 ⁻³
Veränderung	14,3%	14,8%	17,3%	23,8%	46,7%

Tab. 77 Veränderung der Zonenausdehnung zum Einzelrisiko Prognoseszenario/Referenzszenario

Es ist grundsätzlich eine Vergrößerung aller Zonen erkennbar. Der Maximalwert liegt bei 46,7% für die Zone > 10⁻³.

Da bei der Interpretation zum Einzelrisiko vorrangig auch die Anzahl jeweils betroffener Anwohner eine Rolle spielt, sind entsprechende sog. demographische Daten (Informationen über die Anzahl an Bewohnern pro Flächeneinheit) für den Untersuchungsraum für die weitere Auswertung herangezogen worden.

Ausgehend vom Flughafenbezugspunkt (ARP) wird hierfür der Untersuchungsraum mit einem Zellenraster mit einer Auflösung von 200m mal 200m überzogen. Für jede dieser Zellen wird die Zahl der jeweiligen Anwohner ermittelt. Die folgende Abb. 27 zeigt die digitalisierte Demographie des Untersuchungsraumes.

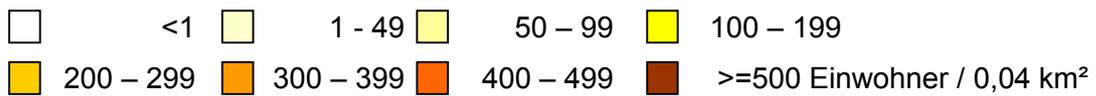
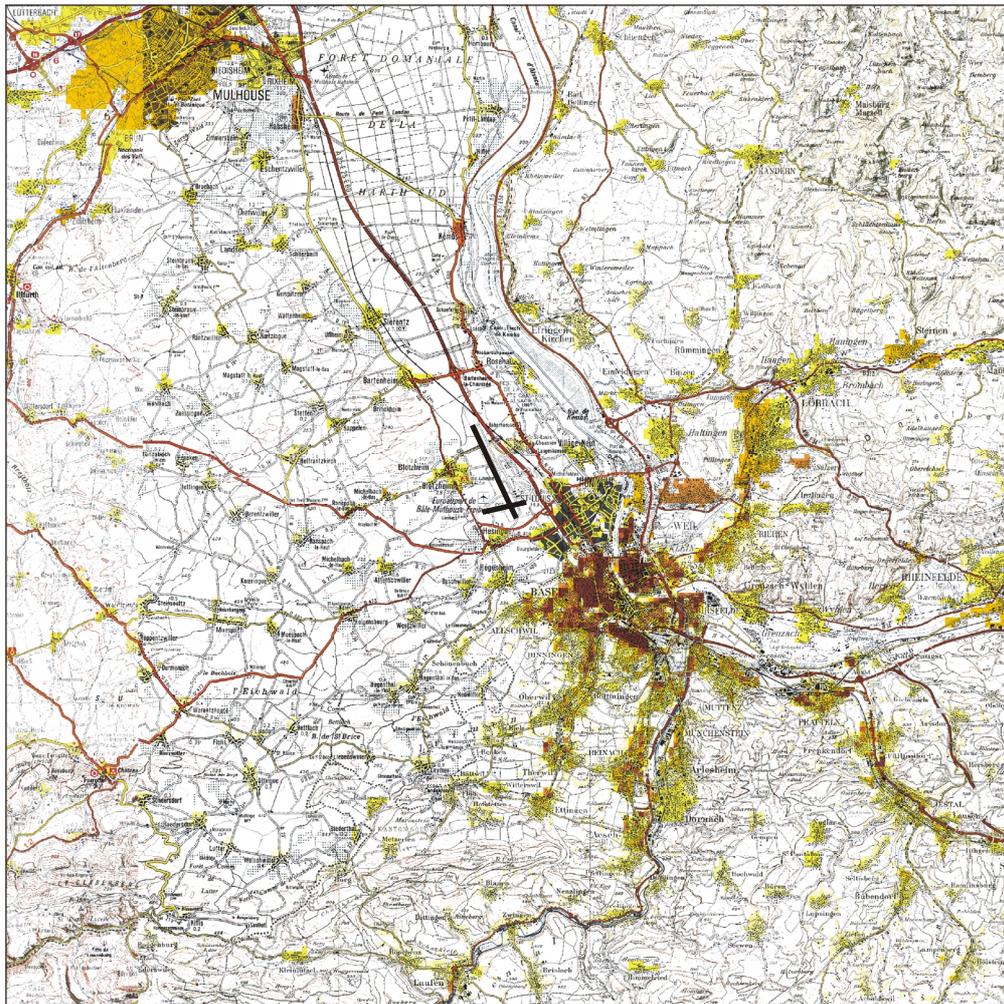


Abb. 27 Demographie des Untersuchungsraumes

Auf dieser Basis wird die Zahl der in den jeweiligen Risikozonen betroffenen Anwohner ermittelt. Die folgende Abb. 28 zeigt das Ergebnis im Vergleich beider Szenarien:

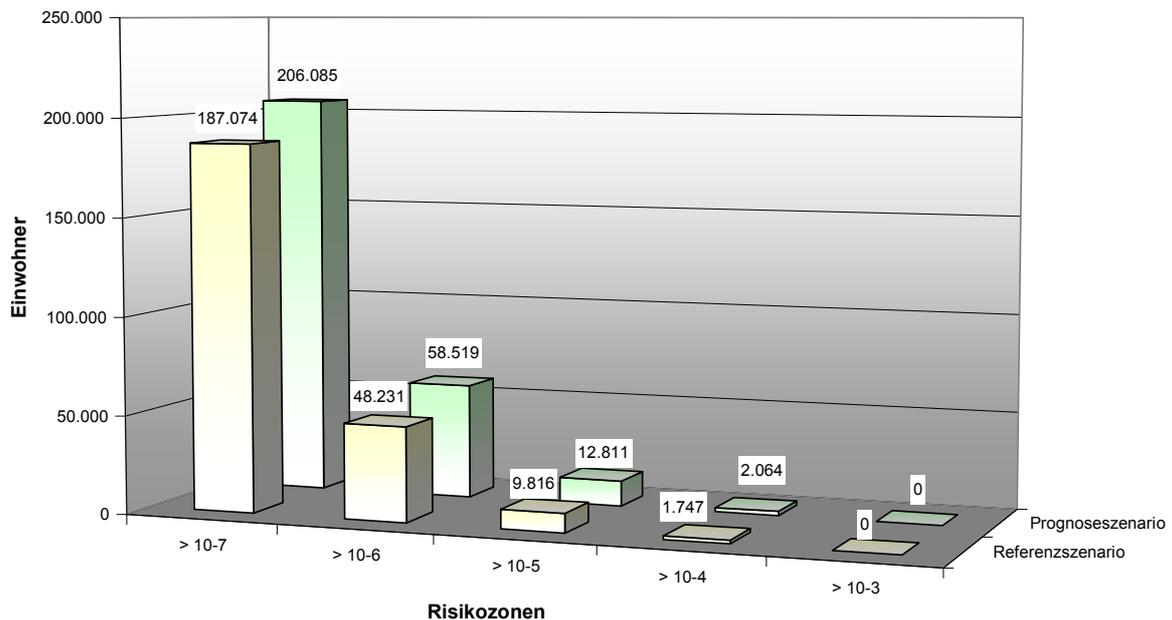


Abb. 28 Gebiete zum Einzelrisiko: Vergleich betroffener Einwohner

Die folgende Tabelle weist für jede Zone zum Einzelrisiko die prozentuale Veränderung der Zahl der jeweils betroffenen Anwohner aus:

Einzelrisiko	>10 ⁻⁷	>10 ⁻⁶	>10 ⁻⁵	>10 ⁻⁴	>10 ⁻³
Änderung	10,2%	21,3%	30,5%	18,1%	0,0%

Tab. 78 Veränderung in der Anzahl betroffener Einwohner gegebener Einzelrisikowerte
Prognoseszenario / Referenzszenario

Da es keinen festgelegten Grenzwert gibt, der für bewohntes Gebiet einen bestimmten Risikowert als tolerierbar vorgibt, besteht die wesentliche Aussage in einem Vergleich zwischen Referenz- und Prognoseszenario. Es zeigt sich insofern, daß die Zahl der betroffenen Einwohner für Zonen mit einem ausgewiesenen Risikowert < 10⁻³ steigt. Bei größeren Risikowerten ändert sich die Zahl nicht (bzw. es sind keine bewohnten Gebiete betroffen).

Eine detailliertere Analyse bewohnter Gebiete zeigt, daß diese einen maximalen Risikowert von 2 × 10⁻⁴ erfahren. Dieser Wert gilt für beide untersuchte Szenarien und wird vor allem im Süden und Osten des Flughafens erreicht. Er entspricht mit Bezug auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung einem ununterbrochenen Aufenthalt an diesem Ort während der sechs verkehrsreichsten Monate über den Zeitraum von 5.000 Jahren, um an den Folgen eines Flugzeugunglückes zu sterben. Es muß hierzu allerdings festgehalten werden, daß derartige statistische Ergebnisse keine Aussage darüber liefern können, wann innerhalb dieses Zeitraumes ein Unfall eintritt.

6.1.7 ER – Werte zum Gruppenrisiko

Das Gruppenrisiko wird, wie in Kap. 4.5.5 ausgeführt, in Form von F(n)-Diagrammen dargestellt. Diese liefern eine Aussage darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit mehr als n Personen bei einem Flugzeugabsturz zu Tode kommen. Im der folgenden Abb. 29 sind nun die bereits dargestellten Kurven für beide untersuchten Szenarien überlagert abgebildet:

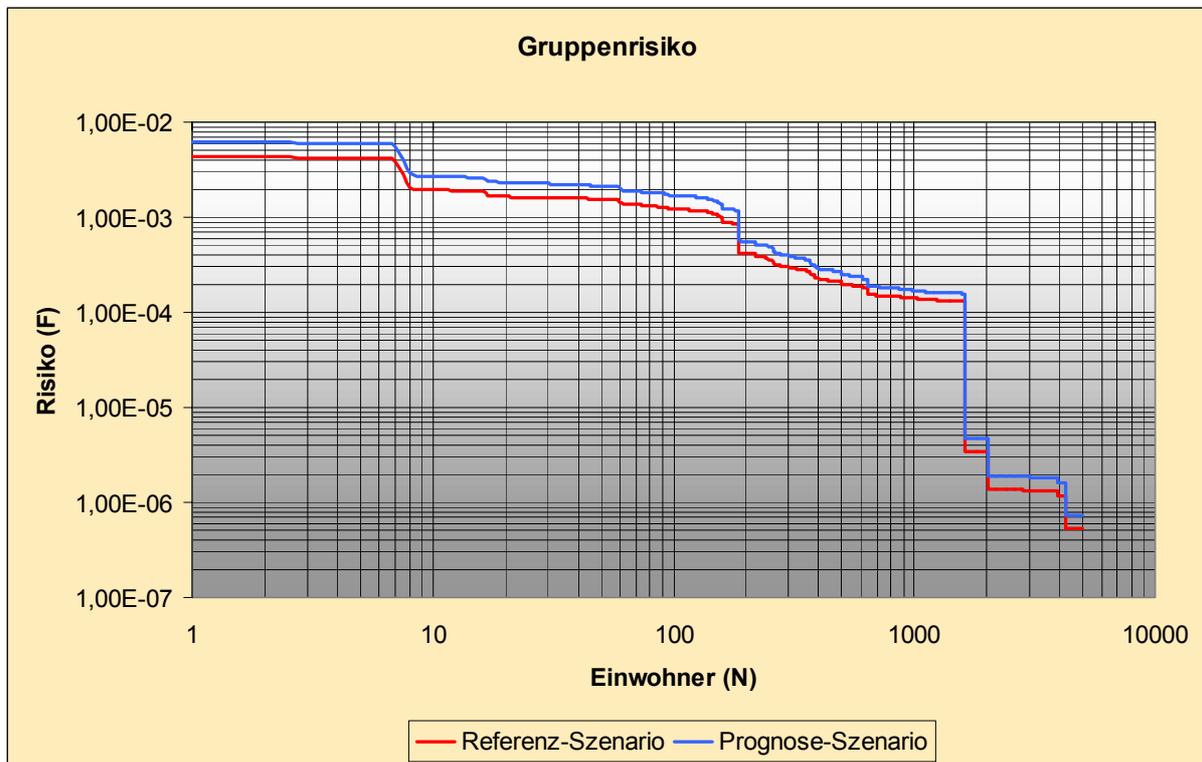


Abb. 29 Gruppenrisiko für Referenz- und Prognoseszenario

Bei der Analyse der Werte ist die verwendete logarithmische Skalierung der Achsen zu beachten.

Die sich in Zonen erhöhten Risikos befindlichen gefährdenden Anlagen (v. a. im Osten des Flughafens) verursachen durch die Nähe zur Wohnbevölkerung eine relativ hohe Betroffenheit (n). Zu beachten ist hierbei jedoch, daß im Sinne einer worst-case-Modellierung die Letalität (Todeswahrscheinlichkeit) im gesamten Einwirkungsbereich der Anlagen (bis zu mehreren hundert Metern) zu 100% gesetzt wurde¹⁶.

Durch die für beide Szenarien angenommen konstanten Randbedingungen (u. a. unverändertes Pistensystem mit unveränderter Luftraumstruktur und räumlicher Verkehrsverteilung

¹⁶ Für eine präzisere Bestimmung des Einwirkungsbereiches und der dort herrschenden Letalität müßte weiterführend nicht nur der jeweils gefährdende Stoff und die davon gelagerte Menge, sondern auch die individuelle Auslegung einer Anlage (z. B. Lagerungsart, verwendete Materialien, Auslaßöffnungen, Wandstärken, Sicherungsvorkehrungen usw.) berücksichtigt werden. Dieser an sich enorme Aufwand hinsichtlich Datenerhebung und Modellierung wird durch den hier angestellten Szenarienvergleich vermieden.

sowie – für die Analyse des Gruppenrisikos wesentlich – einer nicht veränderten Siedlungsstruktur und Zahl / Lage der gefährdenden Anlagen) wird die Veränderung des Gruppenrisikos einzig durch das unterstellte höhere Verkehrsaufkommen des Prognoseszenarios verursacht.

Zu verzeichnen ist daher ein relativ gleichmäßiger Anstieg des Risikowertes bei gegebener Anzahl von n Personen um durchschnittlich 34%.

6.2 Risikomindernde Maßnahmen

Die Untersuchungen weisen unter vorgegebenen Randbedingungen unstrittig ein Anwachsen des Risikopotentials durch Luftverkehr am Flughafen Basel-Mülhausen im Rahmen des Prognosezeitraums aus. Nachstehende Maßnahmen, die grundsätzlich die Wirkung auf den gesamten Untersuchungsraum im Fokus haben und ohne jegliche lokale Präferenz erarbeitet wurden, können einen Beitrag zur Risikominderung leisten, wenn auch deren spezifische Auswirkung auf die Ergebnisse nur mit entsprechenden ergänzenden Berechnung abschließend verifizierbar ist.

6.2.1 Grundsätzliche Maßnahmen

Die folgenden grundsätzlichen Maßnahmen sind zu nennen:

- Prinzipiell ist ein unverändertes Pistennutzungskonzept - wie hier zugrunde gelegt - auf Basis der heutigen, politisch geprägten Verfahren (Aspekt der Luftraumnutzung Schweiz – Frankreich – Deutschland) ungünstig für die Flughafenumgebung aus Sicht der Flugsicherheit. Durch die quasi nicht genutzte Querpiste 08/26 resultiert eine teilweise vermeidbare Überflugbelastung der Stadt Basel (schwerpunktmäßige Nutzung der Piste 16). Aus betrieblicher Sicht sollte insofern die Piste 08/26 für eine intensivere Nutzung verlängert werden und hierdurch eine anteilig geringere Nutzung der Hauptpiste 16/34 angestrebt werden.
- Da die Verkehrsanalysen belegen, daß bereits heute eine vollständige Auslastung des Pistensystems zu Verkehrsspitzenzeiten zu registrieren ist, muß in Ergänzung zu vorgenannter Option der Anteil an koordiniertem Verkehr in Basel im Sinne von Slotzuweisungen ausgeweitet werden, um ein weiteres Anwachsen von Flugbewegungen zu stark nachgefragten Tageszeiten zu unterbinden. Diese punktuellen Nachfragen werden sich ohne Regulativ aufgrund des sich weiter ausprägenden sog. HUB Charakters des Flughafens mit Sicherheit einstellen.
- Erfahrungen an anderen Flughäfen belegen, daß der Einsatz von Koordinationssystemen für den An- und Abflugbereich als Assistenzsystem für die Fluglotsen Verkehrsflüsse optimieren hilft (in der Schweiz der Flughafen Zürich - Uniport mit dem System TACO - Tower Approach Coordination). Hierdurch könnte ein Beitrag zur Steigerung der SÜ Werte erreicht werden.
- In Verbindung mit den vorgenannten Maßnahmen sollte der Einsatz moderner Radartechnik zur Verringerung der Radarmindeststafelung auf 2,5 NM geprüft werden, da sich hierdurch die nutzbare Luftraumkapazität und damit die SÜ Werte erhöhen lassen.

6.2.2 Spezifische Maßnahmen

Hinsichtlich einzelner regionaler Gegebenheiten sind folgende ergänzende Maßnahmen zu nennen:

- Bezüglich der geplanten Installation eines Instrumentenlandesystem für die Anflugrichtung Piste 34 ist festzustellen, daß hierdurch kein maßgeblich höherer Anflugverkehr (über der Stadt Basel) induziert werden sollte. Vielmehr sollte dieses Anflugverfahren nur als Ergänzung zu Richtung 16 bei zwingenden meteorologischen Gegebenheiten

Anwendung finden. Unter dieser Prämisse ist eine derartige Einrüstung als wertvoller Beitrag zur Verkehrssicherheit bei ungünstigen Witterungsbedingungen einzustufen.

- Derzeit werden östlich vom Flughafen gelegene gefährdende Anlagen bei Anflügen auf die Piste 26 in geringer Entfernung überflogen. Hier sollten im Rahmen politischer und betrieblicher Konsensgespräche Optionen für eine weiter östlich gelegene Anflugführung (ca. 1 NM) untersucht werden. Starts in Richtung 08 sind aus dieser Sicht bisher ebenfalls unvorteilhaft. Es ist folglich festzustellen, daß sich diese Maßnahme im Widerspruch zu der ebenfalls genannten Zielsetzung zur Reduzierung des Nutzungsanteils der Piste 16/34 (s.o.) befindet. Insofern ist diesbezüglich langfristig die Möglichkeit zur Verlegung dieser gefährdenden Anlagen (siehe hierzu die Kartendarstellungen des Gutachtens) zu prüfen.
- Die Abflugführung HOC 2C von der Piste 34 sollte gegenüber der Abflugführung HOC 2D, die direkt über das Baseler Stadtgebiet führt, deutlich vorrangiger unter Beachtung bestehender flugbetrieblicher Limitierungen zugewiesen werden, um den Verkehr südlich des Platzes zu reduzieren. Die Streckenführung HOC 2C weist eine bezüglich der Besiedlungsstruktur der Stadt Basel sehr günstige Geometrie auf.

Fazit

6.3 Fazit

Die vorliegende Risikoanalyse vergleicht für zwei Verkehrsszenarien das durch Luftverkehr induzierte Gefährdungspotential von am Luftverkehr Beteiligten sowie von im Nahbereich des Flughafen Basel-Mülhausen sich aufhaltender Personen:

Ein Verkehrsszenario (Referenzszenario) bezieht sich auf das Verkehrsgeschehen des Jahres 1999 (unter Annahme der seit dem 18. Mai 2000 geltenden Luftraumstruktur) und stellt die Ist-Belastung dar. Zum anderen wurde ein Prognoseszenario mit einem Zeithorizont bis zum Jahr 2010 herangezogen, das eine Verkehrssteigerung um den Faktor 1,45 gegenüber dem Referenzszenario bei gleicher Luftraumstruktur zugrunde legt.

Die Ergebnisse zum Vergleich der luftverkehrlich induzierten Risikopotentiale für beide Szenarien stellen sich wie folgt dar:

- Bezogen auf die durchschnittliche Verkehrssituation reduziert sich über den Betrachtungshorizont hinweg der SÜ Wert um bis 10% sowohl im An- als auch im Abflugbereich. Dennoch verbleibt ein etwa zwei bis vierfaches Sicherheitspotential, so daß diese Abnahme als unkritisch einzustufen ist.
- Während der Spitzenzeiten lag bereits für das Referenzszenario temporär eine Überlastung des Abflugbereiches vor, ausgewiesen durch einen negativen SÜ Wert. Da von einer proportional gesteigerten Verkehrslast für das Prognoseszenario auszugehen ist, wurde der entsprechende maximale Bewegungswert für diesen Bereich bestimmt, der bei 41 Abflügen pro Stunde liegt. Da dieser Wert zukünftig deutlich oberhalb der (unveränderten) Abflugkapazität des Pistensystems (38 Starts/Stunde) liegt, ist der Abflugbereich zukünftig nicht limitierend und kann nicht mehr voll ausgeschöpft werden. Insofern ist zukünftig eine Unterschreitung der Staffellingsminima im Abflugbereich verfahrenseitig nicht mehr möglich und somit die Überwachung der Pistenauslastung maßgeblich.
- Für den Anflugbereich stellt sich die Situation während der Spitzenzeiten entspannter dar, da hier zu keiner Zeit ein negativer SÜ Wert eintreten kann: Analog zu den Ausführungen zum Abflugbereich liegt nämlich die Kapazität des Anflugbereiches bei 44 Anflügen pro Stunde gegenüber maximal 32 Landungen pro Stunde für das Pistensystem.
- Zusammenfassend ist bezüglich des aus diesen Kennziffern abgeleiteten LOS Wertes für beide Szenarien festzustellen, daß der höchste LOS Wert für das Prognoseszenario mit einem Wert von $8,51 \times 10^{-6}$ um bis zu 0,4% über dem entsprechenden Wert des Referenzszenarios liegt. Dieser war als Richtwert (TLS) im Sinne der Erhaltung des aktuellen Sicherheitsniveaus formuliert worden. Er überschreitet damit – im wesentlichen bedingt durch die steigende Verkehrsdichte – geringfügig diesen Richtwert. Die resultierende Steigerung des LOS Wertes bedeutet eine kritische Annäherung bereits auf ca. 117.400, d.h. 600 Flugbewegungen weniger. Da diese Bewegungszahl weniger als 1% des für das Prognoseszenario zugrundegelegten Verkehrsaufkommens (innerhalb der 6 verkehrsreichsten Monate) repräsentiert, wird die genannte Überschreitung des TLS als unkritisch eingestuft.

Analog zum Verfahren zur Bestimmung der LOS Werte existiert bisher ebenfalls kein gesetzlich vorgeschriebener Grenzwert für das Einzel- und Gruppenrisiko. Insofern erfolgen die Berechnungen zum Externen Risiko auch hier mit dem Ziel, Vergleiche der Ergebnisse für Referenz- und Prognoseszenario anzustellen und sich ergebende Risiken relativ zu bewerten.

Fazit

- Die ermittelten Flächen der Zonen zum Einzelrisiko entsprechen hinsichtlich Ausprägung und Größe proportional den Ergebnissen, die für andere Verkehrsflughäfen bereits vorliegen.
- Bewohnte Gebiete sind nur von Risikowerten **kleiner** als 2×10^{-4} betroffen. Dies gilt vor allem im Süden und Osten des Flughafens.
- Das im Prognoseszenario unterstellte vergrößerte Verkehrsaufkommen hat eine Steigerung der Zahl betroffener Anwohner zur Folge. Mit Bezug auf die international als Richtwert diskutierten Risikowerte von 10^{-4} bis 10^{-5} ergeben sich so Steigerungen von 18% bis 31%.
- Die Ergebnisse weisen eine durchschnittliche Steigerung des Gruppenrisikos bei gegebener Anzahl von n Personen von 34% aus.

Zusammenfassend ist somit festzustellen, daß sich unter den gegebenen Prognosebedingungen ein Anstieg der Risikopotentiale am Flughafen Basel ausgedrückt durch die Überschreitung des TLS sowie erhöhter Kennwerte für das Externe Risikos nicht vermeiden läßt. Zur individuellen Interpretation dieser Ergebnisse ist grundsätzlich festzustellen, daß die genannten Risikopotentiale qualitativ in der Größenordnung alltäglicher Risiken wie z.B. (Blitzschlag: 5×10^{-7} bis Raucher Risiko: 5×10^{-3}) liegen.

Unabhängig von diesem Tatbestand sind mit Bezug auf die für die Prognose zugrundegelegten Vorgaben (u.a. unverändertes Pistensystem mit unveränderter Luftraumstruktur und räumlicher Verkehrsverteilung) folgende risikomindernde Maßnahmen abgeleitet worden:

1. Steigerung der Kapazität des Pistensystems (z.B. Pistenverlängerung 08/26 wenn erweiterte Nutzung politisch durchsetzbar) zur zukünftigen Vermeidung von Überlastsituationen;
2. Erhöhung des koordinierten Verkehrsanteils (Slotzuweisungen) zur Vermeidung stärkerer Ausprägung von Verkehrsspitzen;
3. Optimierung der Verkehrsflüsse im An- und Abflug durch Einsatz von Koordinationssystemen (vgl. System TACO am Flughafen Zürich) und moderner Radartechnik zur Verringerung der Radarmindeststaffelung auf 2,5 NM;
4. Modifikation des Pistennutzungskonzeptes zur Vermeidung zusätzlicher Überflüge des Baseler Stadtgebietes (z.B. vermehrte Nutzung der Route HOC 2C) sowie der östlich des Flughafens gelegenen gefährdenden Anlagen ggf. gegen politischen Widerstand (Die geplante Installation eines ILS für Piste 34 sollte nur als Ergänzung zum ILS 16 dienen).

Verzeichnisse

Abb. 1	Großräumige Lage des Flughafen, aus [4].....	7
Abb. 2	Lageplan des Flughafen Basel-Mülhausen, aus [2]	9
Abb. 3	Nutzungsanteile der einzelnen Pisten – Starts/Landungen – Tag/Nacht.....	11
Abb. 4	Akkumulierte Flugspuraufzeichnungen am Flughafen Basel.....	12
Abb. 5	Tagesverläufe der Verkehrsbewegungen im Jahr 1999.....	15
Abb. 6	ATC Traffic Mix Werte für beide Szenarien.....	17
Abb. 7	Definition „Staffelungsüberschuß“.....	22
Abb. 8	Definition des Belastungsgrades einer Abflugroute.....	30
Abb. 9	exemplarische Flugspuraufzeichnung (1) – nur Abflüge	43
Abb. 10	Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichten durch Cross Track Error bei Präzisionsanflug	44
Abb. 11	Aufenthaltswahrscheinlichkeitsdichte durch Cross Track Error – empirisch/statistisch	45
Abb. 12	Integration zur Aufenthaltswahrscheinlichkeit	45
Abb. 13	Pistenkonstellationen im Abflugbereich	46
Abb. 14	Pistenkonstellationen im Anflugbereich	49
Abb. 15	Unfallstatistik Aviation Safety Network (Zahl der Unfälle mit Todesfolge Dritter) [13]	53
Abb. 16	Digitalisierte Topographie des Untersuchungsraums.....	56
Abb. 17	Gefährdende Anlagen im Untersuchungsraum	58
Abb. 18	Risikozonen für das Referenzszenario	60
Abb. 19	Risikozonen für das Prognoseszenario.....	84
Abb. 20	Tendenz SÜ Werte Anflug	87
Abb. 21	Tendenz SÜ Werte Abflug – gemeinsame Streckenführung.....	89
Abb. 22	Tendenz SÜ Werte Abflug – Einzelstrecken	90
Abb. 23	Tendenz der LOS Werte – Überschreitung des TLS.....	91
Abb. 24	Risikogebiete: Flächenvergleich	92
Abb. 25	Demographie des Untersuchungsraumes.....	93
Abb. 26	Risikogebiete: Vergleich betroffener Einwohner	94
Abb. 27	Anflugverfahren auf Piste 16, aus [2].....	109
Abb. 28	Anflugverfahren auf Piste 34, aus [2].....	109
Abb. 29	Anflugverfahren auf Piste 26, aus [2].....	110
Abb. 30	Abflugführung ELBE / AGENO von den verschiedenen Pisten, aus [2].....	110
Abb. 31	Abflugführung GTQ / BASUD von den verschiedenen Pisten, aus [2].....	111
Abb. 32	Abflugführung LUMEL / HOC von den verschiedenen Pisten, aus [2].....	112
Abb. 33	Abflugführung STR / HOMBO von den verschiedenen Pisten, aus [2].....	113
Tab. 1	Daten Pistensystem.....	8
Tab. 2	Entfernung der Abrollwege von der jeweiligen Anflugschwelle.....	8
Tab. 3	Flugbewegungen Referenzszenario	14
Tab. 4	Flugbewegungen Prognoseszenario.....	14
Tab. 5	Spitzenwerte Verkehrsbelastung in 1999.....	15

Tab. 6	Durchschnittliche Bewegungszahl pro Stunde im Referenzszenario.....	16
Tab. 7	Durchschnittliche Bewegungszahl pro Stunde im Prognoseszenario.....	16
Tab. 8	Klassifizierung der Luftfahrzeuge bei Gefahr von Wirbelschleppen, nach [3].....	16
Tab. 9	Staffelungsminima bei Gefahr von Wirbelschleppenbildung gemäß [3].....	16
Tab. 10	Wahrscheinlichkeit von Folgesequenzen / gemittelte Mindeststaffelung.....	21
Tab. 11	Gemittelte Mindeststaffelung, alle Anflugrichtungen, Referenzszenario.....	21
Tab. 12	Interpretation von SÜ-Werten.....	22
Tab. 13	Ermittlung SÜ Werte, Anflug, Durchschnittsbetrachtung, Referenzszenario.....	23
Tab. 14	Ermittlung SÜ Werte, Anflug, Spitzenwertbetrachtung, Referenzszenario.....	24
Tab. 15	Anfluggeschwindigkeiten nach ATC LFZ-Kategorien.....	26
Tab. 16	Zeitspanne in der Abflüge noch vor Anflügen genehmigt werden dürfen.....	26
Tab. 17	Länge des Endanfluges.....	26
Tab. 18	Übersicht stündliche Kapazitäten der einzelnen Pisten unter IMC – Referenzszenario.....	27
Tab. 19	Übersicht stündliche Kapazitäten des Kreuzpistensystems unter IMC (1) – Referenzszenario.....	27
Tab. 20	Übersicht stündliche Kapazitäten des Kreuzpistensystems unter IMC (2) – Referenzszenario.....	27
Tab. 21	Längen der gemeinsamen Streckenführung für jede Piste.....	29
Tab. 22	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 26, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Referenzszenario.....	31
Tab. 23	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 26, gemeinsame Streckenführung, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario.....	32
Tab. 24	Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Referenzszenario.....	33
Tab. 25	Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Referenzszenario.....	34
Tab. 26	Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario.....	34
Tab. 27	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 34, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Referenzszenario.....	35
Tab. 28	Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Referenzszenario.....	36
Tab. 29	Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Referenzszenario.....	37
Tab. 30	Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario.....	37
Tab. 31	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 16, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Referenzszenario.....	38
Tab. 32	Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Referenzszenario.....	39
Tab. 33	Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Referenzszenario.....	39
Tab. 34	Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario.....	40
Tab. 35	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 08, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Referenzszenario.....	41

Tab. 36	LOS für den Abflugbereich 34/26, - Durchschnittsbetrachtung - Referenzszenario	47
Tab. 37	LOS für den Abflugbereich 34/26, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario	47
Tab. 38	LOS für den Abflugbereich 16/26, - Durchschnittsbetrachtung - Referenzszenario	48
Tab. 39	LOS für den Abflugbereich 16/26, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario	48
Tab. 40	LOS für den Anflugbereich 34/26, - Durchschnittsbetrachtung - Referenzszenario	49
Tab. 41	LOS für den Anflugbereich 34/26, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario	50
Tab. 42	LOS für den Anflugbereich 16/08, - Durchschnittsbetrachtung - Referenzszenario	50
Tab. 43	LOS für den Anflugbereich 16/08, - Spitzenwertbetrachtung – Referenzszenario	51
Tab. 44	Unfallrate weltweit für startenden Verkehr	53
Tab. 45	Unfallrate weltweit für landenden Verkehr.....	54
Tab. 46	Dimensionen von Unfallfolgegebieten.....	56
Tab. 47	Größe der Risikozonen für das Referenzszenario	61
Tab. 48	Gemittelte Mindeststaffelung, alle Anflugrichtungen, Prognoseszenario	63
Tab. 49	Ermittlung SÜ Werte, Anflug, Durchschnittsbetrachtung, Prognoseszenario.....	64
Tab. 50	Ermittlung SÜ Werte, Anflug, Spitzenwertbetrachtung, Prognoseszenario	65
Tab. 51	Übersicht stündliche Kapazitäten der einzelnen Pisten unter IMC – Prognoseszenario.....	66
Tab. 52	Übersicht stündliche Kapazitäten des Kreuzpistensystems unter IMC (1) – Prognoseszenario.....	66
Tab. 53	Übersicht stündliche Kapazitäten des Kreuzpistensystems unter IMC (2) – Prognoseszenario.....	67
Tab. 54	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 26, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Prognoseszenario.....	68
Tab. 55	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 26, gemeinsame Streckenführung, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario.....	69
Tab. 56	Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Prognoseszenario	70
Tab. 57	Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Prognoseszenario.....	71
Tab. 58	Auswertung der Abflugrichtung 26, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario.....	71
Tab. 59	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 34, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Prognoseszenario.....	72
Tab. 60	Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Prognoseszenario	73
Tab. 61	Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Prognoseszenario.....	74
Tab. 62	Auswertung der Abflugrichtung 34, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtungen – Prognoseszenario.....	74

Tab. 63	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 16, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Prognoseszenario.....	75
Tab. 64	Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / tagsüber – Prognoseszenario	76
Tab. 65	Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Durchschnittsbetrachtung / 24 Stunden – Prognoseszenario.....	76
Tab. 66	Auswertung der Abflugrichtung 16, Einzelstreckenanalysen, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario.....	77
Tab. 67	Bestimmung des Staffelungsüberschusses, Abflug 08, gemeinsame Streckenführung, - Durchschnittsbetrachtung – Prognoseszenario.....	78
Tab. 68	LOS für den Abflugbereich 34/26, - Durchschnittsbetrachtung - Prognoseszenario.....	79
Tab. 69	LOS für den Abflugbereich 34/26, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario.....	79
Tab. 70	LOS für den Abflugbereich 16/26, - Durchschnittsbetrachtung - Prognoseszenario.....	80
Tab. 71	LOS für den Abflugbereich 16/26, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario.....	80
Tab. 72	LOS für den Anflugbereich 34/26, - Durchschnittsbetrachtung - Prognoseszenario.....	81
Tab. 73	LOS für den Anflugbereich 34/26, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario.....	81
Tab. 74	LOS für den Anflugbereich 16/08, - Durchschnittsbetrachtung - Prognoseszenario.....	82
Tab. 75	LOS für den Anflugbereich 16/08, - Spitzenwertbetrachtung – Prognoseszenario.....	82
Tab. 76	Größe der Risikozonen für das Prognoseszenario.....	85
Tab. 77	Veränderung der Risikozonen Prognoseszenario/Referenzszenario	92
Tab. 78	Veränderung betroffener Einwohner Prognoseszenario/Referenzszenario	94

Literatur

- [1] A. Hatt, Flughafen Basel-Mulhouse, Verlängerung der Ost/West-Piste / Ausbau der Flughafenzonen 4 und 6bis, Umweltverträglichkeitsprüfung, EuroAirport Basel, Basel, September 2000
- [2] Jeppesen, Luftfahrtkarten, Flughafen Basel-Mülhausen, im Änderungsdienst, Frankfurt/Main, neueste Fassung.
- [3] Manuel d'Exploitation pour le contrôle du trafic aérien – Aéroport Bâle-Mulhouse, DNA (Direction de la Navigation Aérienne), Basel, Juni 1997
- [4] Prévisions de trafic aérien à Bâle à l'horizon 2020, Institut du Transport Aérien (ITA), Paris, Dezember 1998
- [5] Flugtagebuch 1999 Flughafen Basel-Mülhausen, Basel, März 2000
- [6] Flugtagebuch 2000 - Auszug - Flughafen Basel-Mülhausen, Basel, August 2000
- [7] ICAO, Information Paper RGCSP - WG/A - IP/6 for Working Group A, Meeting 16. bis 27.09.1991, Canberra, Australien
- [8] Stewart, John; Shortreed, John, „Risk and Capacity Impacts of ATC Separation Rules“, Journal of Transportation Engineering, Bd. 119, 1993, S 705 ff. , New York, USA
- [9] National Transportation Safety Board (NTSB), *Aviation Accident Database*, <http://www.ntsb.gov/aviation>, USA, Stand: Dezember 2000, im Erweiterungsdienst
- [10] Simpson, Robert, „*Modelling Risk in ATC Operations with Ground Intervention*“, Report R91-6, Massachusetts Institute of Technology, Flight Transportation Laboratory, Cambridge MA, USA, Juni 1991
- [11] o. V. Planungsrahmen für die Funknavigation- Deutscher Funknavigationsplan (DFNP), Internationales Verkehrswesen, Band 50, Nr. 7+8, 1998
- [12] Hallock, Joint US/UK Vortex Tracking Program at Heathrow International Airport, London, 1990
- [13] Aviation Safety Network, Number of fatalities (also third party) and breakdown per jet/prop/piston types
- [14] NTSB Datenbank, Kategorie Luftfahrt, National Transportation Safety Board, FAA, Washington D.C., USA, im Änderungsdienst
- [15] ICAO releases preliminary Safety and Security Statistics for Air Carrier Operations in 1999, <http://www.icao.org/icao/en/nr/pio200004.htm>
- [16] Geschäftsführung des EuroAirport, Jahresbericht 1999, Basel, August 2000
- [17] Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter in der Fassung vom 23. September 1998

Abkürzungen

AC	Accident Consequence (Unfallauswirkung)
AG	Auftraggeber
AIP	Aeronautical Information Publication (Luftfahrthandbuch)
AL	Accident Location (Unfallort)
AR	Accident Ratio (Unfallquotient)
ARP	Airport Reference Point (Flugplatzbezugspunkt)
ATC	Air Traffic Control (Flugverkehrskontrolle)
BG	Belastungsgrad
CIL0	Capacity Increase in Lower Airspace, s.a. EAM04
DES	Datenerfassungssystem
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
DNA	Direction de la Navigation Aérienne (Franz. Flugsicherungsbehörde)
EAM 04	European Airspace Model (Simulationslauf Nr. 4), s.a. CIL0
ER	External Risk (Externes Risiko)
FBEW	Flugbewegungen
FIM	„First come, first served“ Model
FIR	Flight Information Region
FVD	Flugverkehrsdienst
FVK	Flugverkehrskontrolle
GA	General Aviation (Allgemeine Luftfahrt)
GF	Geographischer Faktor
GS	Ground Speed (Geschwindigkeit über Grund)
GSF	Gemeinsame Streckenführung
ICAO	International Civil Aviation Organization (Internationale Zivilluftfahrtbehörde)
IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
ILS	Instrument Landing System (Instrumentenlandesystem)
IMC	Instrumental Meteorological Conditions (Instrumentenflugbedingungen)
LPZ	Landepistenbelegungszeit
LFZ	Luftfahrzeug
LOS	Level of Safety
MTOW	Maximum Take Off Weight (Maximales Startgewicht (strukturbedingt))
NDB/DME	Non Directional Beacon, Distance Measuring Equipment (Ungerichtetes Funkfeuer mit Entfernungsmesseinrichtung)
NM	Nautical Mile (= 1,852 km)
PRM	Precision Runway Monitor (Präzisionsanflugradar)
RWY	Runway (Start- / Landepiste)
SAM	Pre-emptive Space Arrival Model
SPB	Startpistenbezugspunkt
SID	Standard Instrument Departure Route (Standard-Instrumentenabflugstrecke)
STAR	Standard Arrival Route (Standard-Instrumenteneinflugstrecke)
SÜ	Staffelungsüberschuß
TACO	Tower Approach Coordination
TLS	Target Level of Safety (LOS Grenzwert)
VFR	Visual Flight Rules (Sichtflugregeln)
VMC	Visual Meteorological Conditions (Sichtflugbedingungen)

Anhang

Begriffsbestimmungen und Richtlinien zum Gefahrgut Transport

Versendererklärung (Shipper`s Declaration)

ist ein von der IATA standardisiertes Dokument, in dem der jeweilige Versender der Ware dem Spediteur und der Luftverkehrsgesellschaft anzeigt, welches Gefahrgut in welcher Menge und Verpackung er von wem an wen verschickt. Der Versender haftet durch seine Unterschrift für die von ihm gemachten Angaben.

ICAO Technical Instruction

sind die internationalen Vorschriften zum sicheren Transport gefährlicher Güter im Zivilluftverkehr. Diese Vorschriften werden im Zweijahresrhythmus überarbeitet und haben in Deutschland den Rang einer gesetzl. Verordnung, zur Zeit ist die Ausgabe 1999 / 2000 gültig. ICAO steht für die Internationale Zivilluffahrt Organisation (International Civil Aviation Organisation)

IATA Dangerous Goods Regulations

sind - fußend auf die ICAO Technical Instructions - die weitergehenden (restriktiveren) Gefahrguttransportvorschriften der Internationalen Lufttransport Vereinigung (International Air Transport Association), ein freiwilliger Zusammenschluß von Luftverkehrsgesellschaften, die gemeinsame Regeln für den Lufttransport erstellen. Die Gefahrgutregeln (Dangerous Goods Regulations, abgekürzt DGR) sind von dem Luftfahrt-Bundesamt als Handbuch für die tägliche Arbeit mit Gefahrgütern zugelassen. Es wird jährlich überarbeitet und herausgegeben, zur Zeit ist die 41. Ausgabe gültig.

Internationale Standards und Richtlinien:

EU- Recht

Sicherheitsberater (Gefahrgutbeauftragten)-Richtlinie (96/35/EG)

Prüfungsrichtlinie für Sicherheitsberater (Gefahrgutbeauftragte) (Gemeinsamer Standpunkt)

Richtlinie über ortsbewegliche Druckgeräte (1999/36/EG) vom 29. April 1999

Informations-Richtlinie (98/34/EG) vom 22.06.1998

- geändert durch Richtlinie 98/48/EG vom 20.07.1998

Seveso-Richtlinie (96/82/EG) vom 09.12.1996

VOC-Richtlinie (94/63/EG) vom 20.12.1994

Fundstelle:

ABl. der EG Nr. L 145 vom 19.06.1996, S.10

vom 29.03.1998

ABl. der EG Nr. L 138 vom 01.06.1999, S.20

ABl. der EG Nr. L 204 vom 21.07.1998, S. 37

ABl. der EG Nr. L 217 vom 05.08.1998, S. 18

ABl. der EG Nr. L 10 vom 14.01.1997, S. 13

ABl. der EG Nr. L 365 vom 31.12.1994, S. 24

Verpackungs-Richtlinie (94/62/EG) vom 20.12.1994	ABl. der EG Nr. L 365 vom 31.12.1994, S. 10
Richtlinie "EURATOM-Sicherheitsnormen für Arbeitskräfte/Bevölkerung" (96/29/EURATOM) vom 13.05.1996 Geändert durch Richtlinie 2001/2/EG vom 04.01.2001	ABl. der EG Nr. L 5 vom 10.01.2001, S. 4
ICAO Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air	Ausgabe 1999/2000
IATA - Dangerous Goods Regulations -	Im Änderungsdienst z. Z. 41. Ausgabe
ICAO Annex 18	Im Änderungsdienst neueste Fassung

Veröffentlichte An- und Abflugverfahren

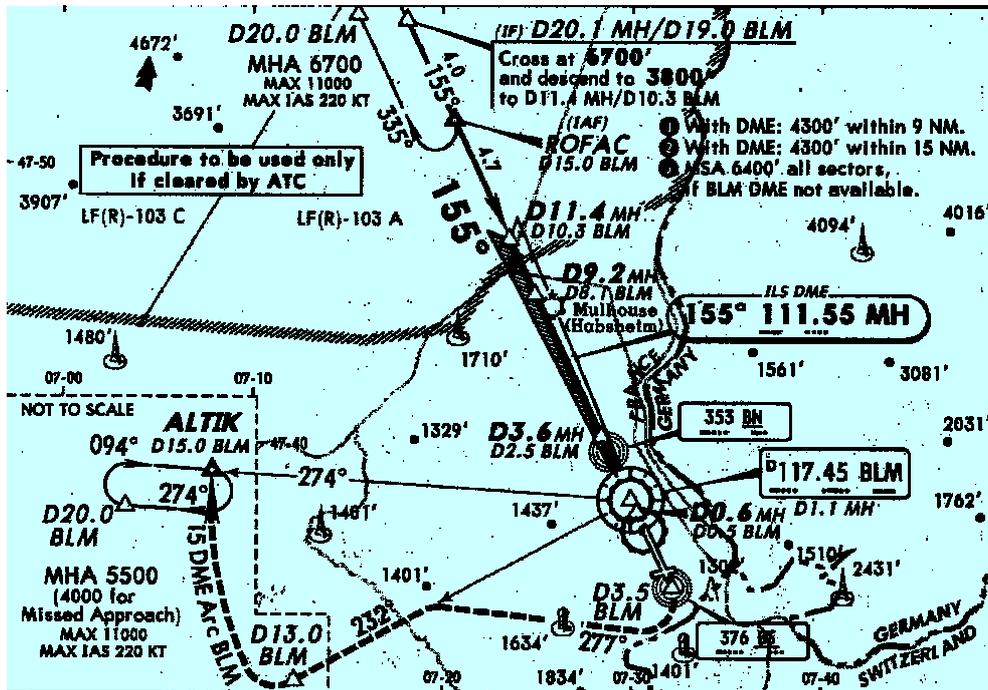


Abb. 30 Anflugverfahren auf Piste 16, aus [2]

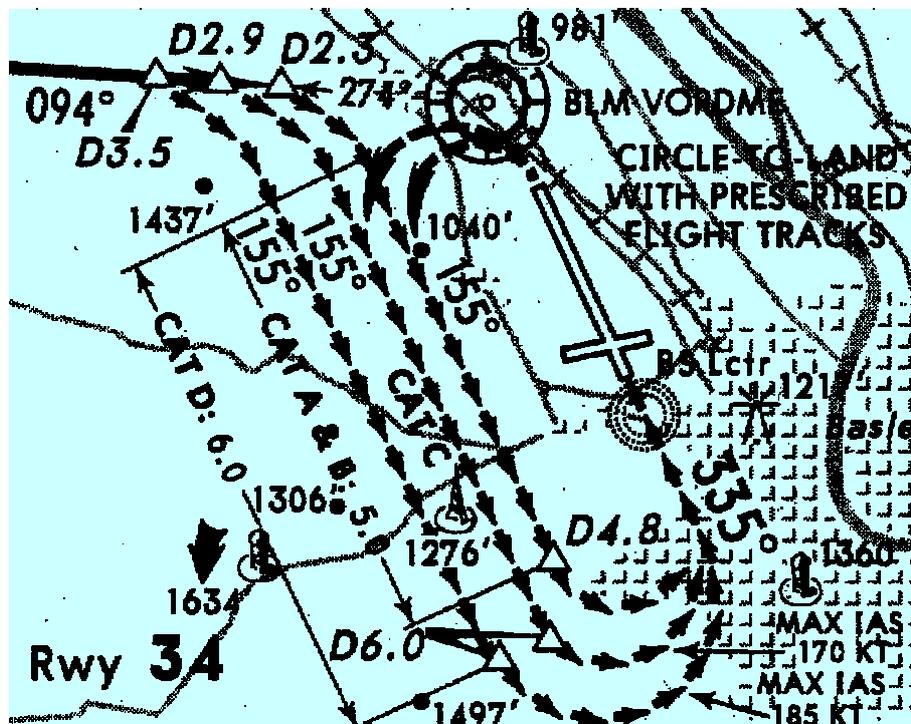


Abb. 31 Anflugverfahren auf Piste 34, aus [2]

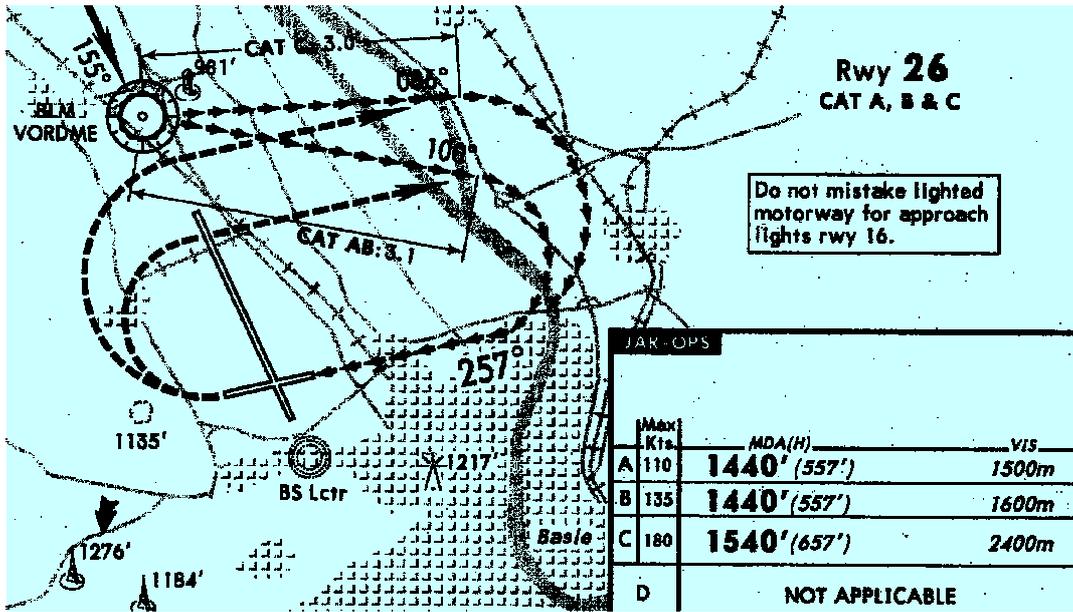


Abb. 32 Anflugverfahren auf Piste 26, aus [2]

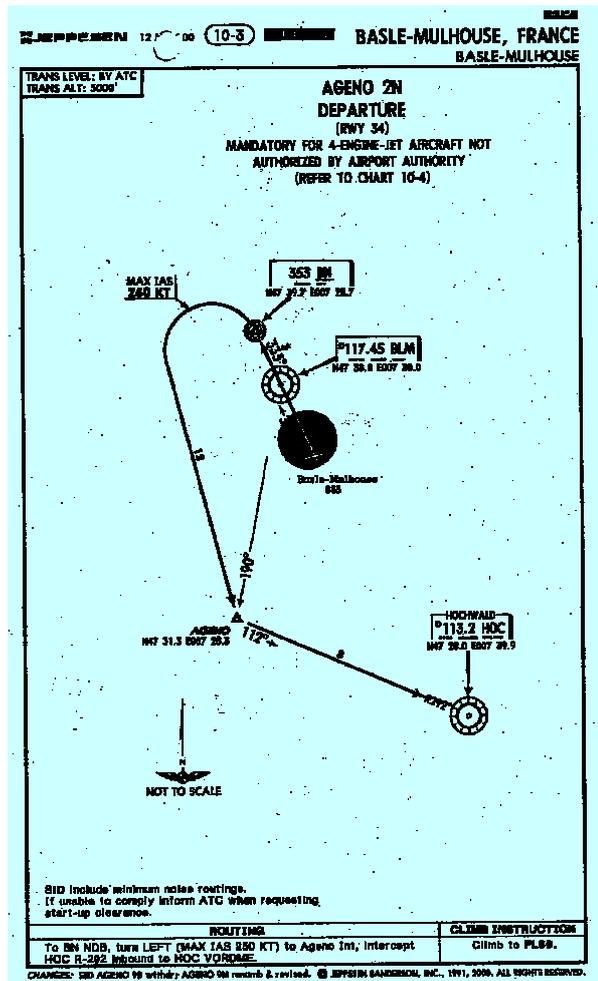
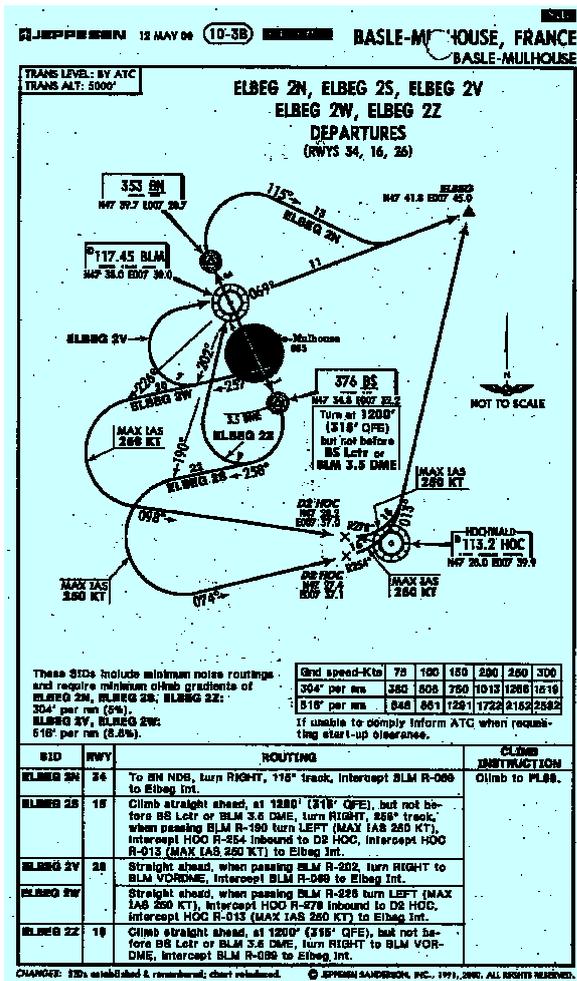


Abb. 33 Abflugführung ELBE / AGENO von den verschiedenen Pisten, aus [2]

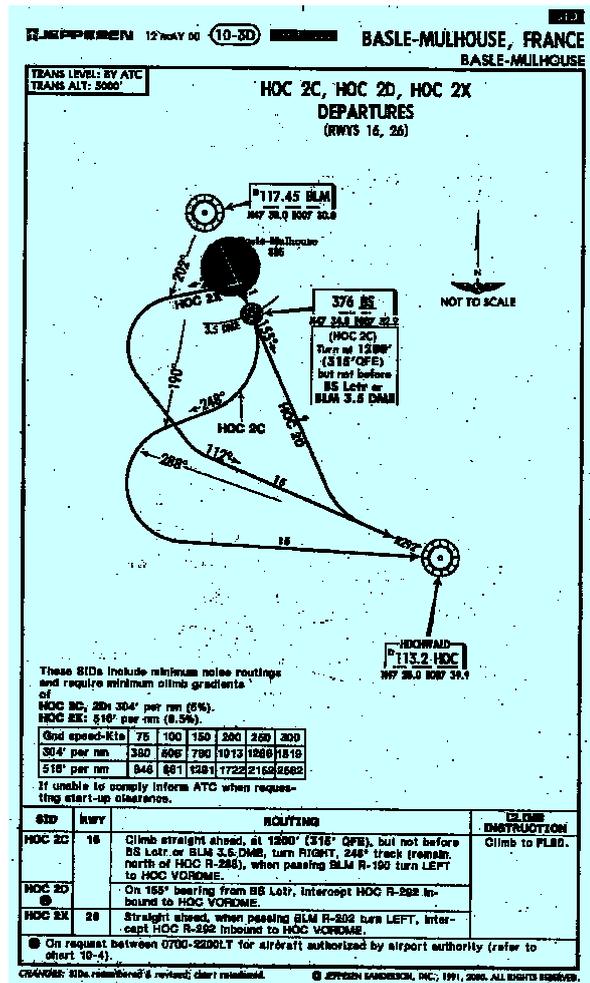
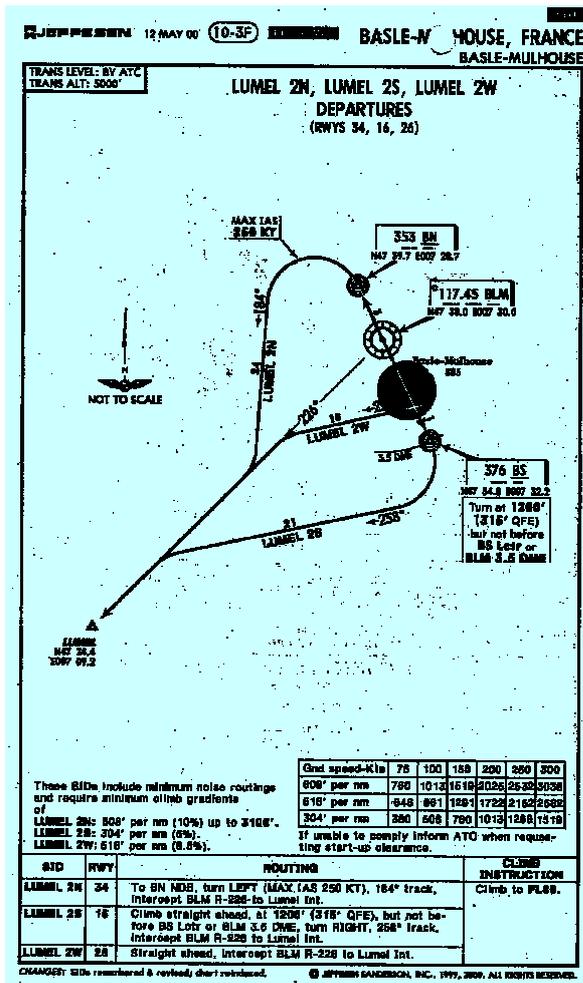


Abb. 35 Abflugführung LUMEL / HOC von den verschiedenen Pisten, aus [2]

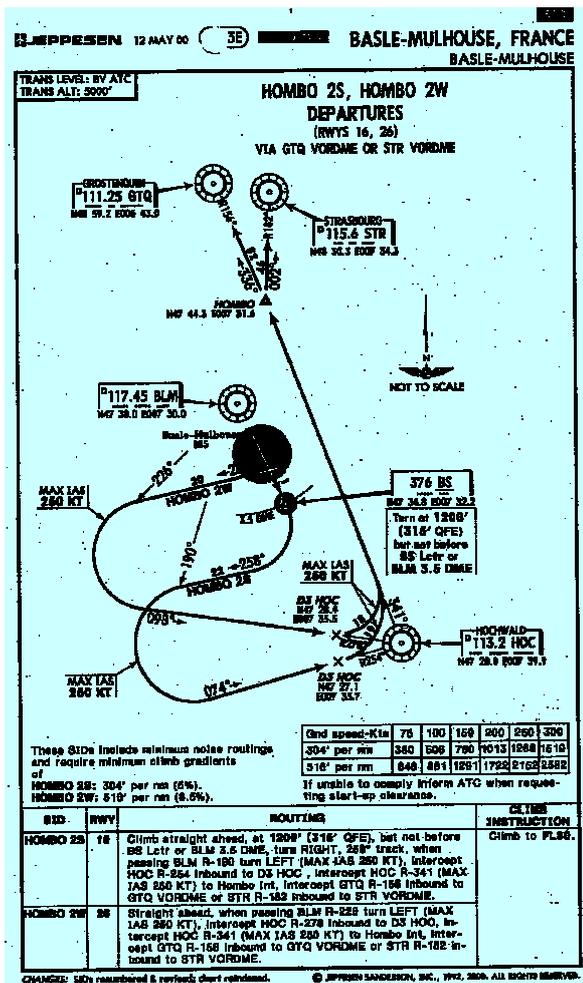
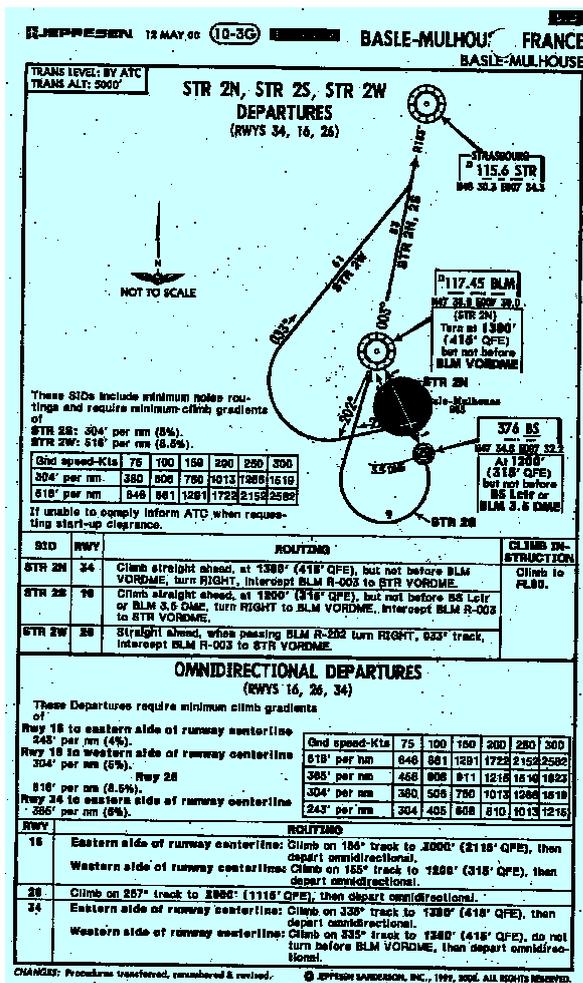


Abb. 36 Abflugführung STR / HOMBO von den verschiedenen Pisten, aus [2]

Verkehrsdaten (DES) Referenzszenario 1999_2000

1999_2000			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
26 GTQ 2W	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		42,6	100%	4,7	100%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		0,0	0%	0,0	0%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 GTQ 2W	Abflug 26	43	3%	5	3%
26 ELBEG 2W	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		80,4	81%	8,9	81%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		18,9	19%	2,1	19%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 ELBEG 2W	Abflug 26	99	8%	11	8%
26 BASUD 2W	PROP 1		4,7	5%	0,5	5%
	PROP 2		52,0	52%	5,8	52%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		42,6	43%	4,7	43%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 BASUD 2W	Abflug 26	99	8%	11	8%
26 LUMEL 2W	PROP 1		18,9	4%	2,1	4%
	PROP 2		383,1	82%	42,6	82%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		66,2	14%	7,4	14%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 LUMEL 2W	Abflug 26	468	36%	52	36%
26 HOC 2X	PROP 1		18,9	18%	2,1	18%
	PROP 2		47,3	45%	5,3	45%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		37,8	36%	4,2	36%

1999_2000			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 HOC 2X	Abflug 26	104	8%	12	8%
26 STR 2W	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		0,0	0%	0,0	0%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 STR 2W	Abflug 26	0	0%	0	0%
26 HOMBO 2W	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		9,5	50%	1,1	50%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		9,5	50%	1,1	50%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 HOMBO 2W	Abflug 26	19	1%	2	1%
26 ELBEG 2V	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		406,8	84%	45,2	84%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		75,7	16%	8,4	16%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 ELBEG 2V	Abflug 26	482	37%	54	37%
	Summe 26	Abflug 26	1315	5%	146	5%
34 ELBEG 2N	PROP 1		33,8	2%	3,8	2%
	PROP 2		1383,4	65%	153,7	65%
	S 1		33,8	2%	3,8	2%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		2,8	0%	0,3	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		619,9	29%	68,9	29%
	S 6		56,4	3%	6,3	3%
	S 7		8,5	0%	0,9	0%
	Summe 34 ELBEG 2N	Abflug 34	2139	65%	238	65%
34 AGENO 2N	PROP 1		2,8	14%	0,3	14%
	PROP 2		5,6	29%	0,6	29%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%

1999_2000			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		11,3	57%	1,3	57%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 34 AGENO 2N	Abflug 34	20	1%	2	1%
34 GTQ 2N	PROP 1		5,6	1%	0,6	1%
	PROP 2		357,8	69%	39,8	69%
	S 1		78,9	15%	8,8	15%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		73,3	14%	8,1	14%
	S 6		5,6	1%	0,6	1%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 34 GTQ 2N	Abflug 34	521	16%	58	16%
34 BASUD 2N	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		64,8	72%	7,2	72%
	S 1		5,6	6%	0,6	6%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		19,7	22%	2,2	22%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 34 BASUD 2N	Abflug 34	90	3%	10	3%
34 LUMEL 2N	PROP 1		2,8	1%	0,3	1%
	PROP 2		132,4	27%	14,7	27%
	S 1		93,0	19%	10,3	19%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		28,2	6%	3,1	6%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		208,5	43%	23,2	43%
	S 6		22,5	5%	2,5	5%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 34 LUMEL 2N	Abflug 34	487	15%	54	15%
34 STR 2N	PROP 1		14,1	63%	1,6	63%
	PROP 2		2,8	13%	0,3	13%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		2,8	13%	0,3	13%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		2,8	13%	0,3	13%
	Summe 34 STR 2N	Abflug 34	23	1%	3	1%
	Summe 34	Abflug 34	3280	13%	364	13%
16 ELBEG 2S	PROP 1		19,6	5%	2,2	5%
	PROP 2		217,8	52%	24,2	52%
	S 1		15,2	4%	1,7	4%

1999_2000			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		126,3	30%	14,0	30%
	S 6		8,7	2%	1,0	2%
	S 7		32,7	8%	3,6	8%
	Summe 16 ELBEG 2S	Abflug 16	420	2%	47	2%
16 ELBEG 2Z	PROP 1		40,6	1%	4,5	1%
	PROP 2		1908,0	27%	212,0	27%
	S 1		1339,6	19%	148,8	19%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		406,0	6%	45,1	6%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		3004,1	43%	333,8	43%
	S 6		324,8	5%	36,1	5%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 16 ELBEG 2Z	Abflug 16	7023	35%	780	35%
16 GTQ 2S	PROP 1		13,1	2%	1,5	2%
	PROP 2		603,4	77%	67,0	77%
	S 1		63,2	8%	7,0	8%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		85,0	11%	9,4	11%
	S 6		2,2	0%	0,2	0%
	S 7		19,6	2%	2,2	2%
	Summe 16 GTQ 2S	Abflug 16	786	4%	87	4%
16 BASUD 2S	PROP 1		8,7	1%	1,0	1%
	PROP 2		779,9	78%	86,7	78%
	S 1		58,8	6%	6,5	6%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		2,2	0%	0,2	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		148,1	15%	16,5	15%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		2,2	0%	0,2	0%
	Summe 16 BASUD 2S	Abflug 16	1000	5%	111	5%
16 LUMEL 2S	PROP 1		65,4	1%	7,3	1%
	PROP 2		3744,6	43%	416,1	43%
	S 1		230,9	3%	25,7	3%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		19,6	0%	2,2	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		4478,7	52%	497,6	52%
	S 6		87,1	1%	9,7	1%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 16 LUMEL 2S	Abflug 16	8626	43%	958	43%
16 HOC 2C	PROP 1		91,5	9%	10,2	9%
	PROP 2		267,9	26%	29,8	26%

1999_2000			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
	S 1		8,7	1%	1,0	1%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		668,8	64%	74,3	64%
	S 6		2,2	0%	0,2	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 16 HOC 2C	Abflug 16	1039	5%	115	5%
16 HOC 2D	PROP 1		6,5	1%	0,7	1%
	PROP 2		520,6	57%	57,8	57%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		387,7	42%	43,1	42%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 16 HOC 2D	Abflug 16	915	5%	102	5%
16 STR 2S	PROP 1		10,9	29%	1,2	29%
	PROP 2		6,5	18%	0,7	18%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		19,6	53%	2,2	53%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 16 STR 2S	Abflug 16	37	0%	4	0%
16 HOMBO 2S	PROP 1		6,5	8%	0,7	8%
	PROP 2		76,2	88%	8,5	88%
	S 1		2,2	3%	0,2	3%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		2,2	3%	0,2	3%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 16 HOMBO 2S	Abflug 16	87	0%	10	0%
	Summe 16	Abflug 16	19934	81%	2215	81%
	Summe 08	Abflug 08	0	0%	0	0%
	Summe IFR alle DEP RWYs	Abflug	24529	81%	2725	100%
	VFR Verkehr:					
VFR 26 AB	PROP 1	Abflug 26	128,9	2%	0,0	0%
VFR 34 AB	PROP 1	Abflug 34	721,6	13%	0,0	0%
VFR 16 AB	PROP 1	Abflug 16	4719,9	85%	0,0	0%
VFR 08 AB	PROP 1	Abflug 08	3,7	0%	0,0	0%
	Summe VFR alle DEP RWYs	Abflug	5574	19%	0,0	0%
	Summe IFR + VFR	Abflug	30103	100%	2725	100%
26 STAR	PROP 1		1259,7	81%	43,0	58%

1999_2000			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
	PROP 2		272,0	17%	29,8	40%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		22,4	1%	1,7	2%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 STAR	Anflug 26	1554	6%	75	3%
34 STAR	PROP 1		850,8	41%	27,4	17%
	PROP 2		697,1	34%	76,2	48%
	S 1		25,0	1%	2,8	2%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,9	0%	0,1	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		465,3	23%	51,3	32%
	S 6		13,8	1%	1,5	1%
	S 7		4,3	0%	0,5	0%
	Summe 34 STAR	Anflug 34	2057	8%	160	6%
16 STAR	PROP 1		685,9	3%	255,3	10%
	PROP 2		11320,7	54%	1255,4	51%
	S 1		570,4	3%	63,4	3%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		56,4	0%	6,3	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		7876,5	38%	869,7	35%
	S 6		201,3	1%	21,9	1%
	S 7		78,6	0%	8,7	0%
	Summe 16 STAR	Anflug 16	20790	85%	2481	91%
08 STAR	PROP 1		139,7	90%	6,6	79%
	PROP 2		12,5	8%	1,4	17%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		3,7	2%	0,4	5%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 08 STAR	Anflug 08	156	1%	8	0%
	Summe IFR alle ARR RWYs	Anflug	24557	81%	2723	100%
	VFR Verkehr:					
VFR 26 AN	PROP 1	Anflug 26	152,73	3%	0	0%
VFR 34 AN	PROP 1	Anflug 34	327,19	6%	0	0%
VFR 16 AN	PROP 1	Anflug 16	5077,4	91%	0	0%
VFR 08 AN	PROP 1	Anflug 08	17,279	0%	0	0%
	Summe VFR alle ARR RWYs	Anflug	5575	19%	0	0%
	Summe IFR + VFR	Anflug	30132	100%	2723	100%
	Summe IFR + VFR	Anflug / Abflug	60234	97%	5449	100%
	Platzrunden:					

1999_2000			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
PL26	Platzrunde	RWY 26	0	0%	0	0%
PL34	Platzrunde	RWY 34	0	0%	0	0%
PL16	Platzrunde	RWY 16	0	0%	0	0%
PL08	Platzrunde	RWY 08	0	0%	0	0%
	Summe Platzrunden		0	0%	0	0%
	Summe IFR + VFR + PR	Anflug / Abflug	60234	97%	5449	100%
	Hubschrauber:					
	Hubschrauber H1	Abflug	950	100%	0	0%
	Hubschrauber H2	Abflug	0	0%	0	0%
	Summe H1 + H2	Abflug	950	50%	0	0%
	Hubschrauber H1	Anflug	951	100%	0	0%
	Hubschrauber H2	Anflug	0	0%	0	0%
	Summe H1 + H2	Anflug	951	50%	0	0%
	Summe H1 + H2	Anflug / Abflug	1901	3%	0	0%
	Summe IFR + VFR + PR + HS	Anflug / Abflug	62135	92%	5449	8%
	Allover Tag / Nacht	Gesamt		67584		
	Allover Tag / Nacht o. HS	Gesamt		65683		

Verkehrsdaten (DES) Prognoseszenario 2010

2010 Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	Tag		Nacht	
			absolut	prozentual	absolut	prozentual
26 GTQ 2W	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		61,7	100%	6,9	100%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		0,0	0%	0,0	0%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 GTQ 2W	Abflug 26	62	3%	7	3%
26 ELBEG 2W	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		116,5	81%	12,9	81%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		27,4	19%	3,0	19%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 ELBEG 2W	Abflug 26	144	8%	16	8%
26 BASUD 2W	PROP 1		6,9	5%	0,8	5%
	PROP 2		75,4	52%	8,4	52%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		61,7	43%	6,9	43%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 BASUD 2W	Abflug 26	144	8%	16	8%
26 LUMEL 2W	PROP 1		27,4	4%	3,0	4%
	PROP 2		555,3	82%	61,7	82%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		96,0	14%	10,7	14%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 LUMEL 2W	Abflug 26	679	36%	75	36%
26 HOC 2X	PROP 1		27,4	18%	3,0	18%
	PROP 2		68,6	45%	7,6	45%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%

2010	Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	Tag		Nacht	
				absolut	prozentual	absolut	prozentual
		S 5		54,8	36%	6,1	36%
		S 6		0,0	0%	0,0	0%
		S 7		0,0	0%	0,0	0%
		Summe 26 HOC 2X	Abflug 26	151	8%	17	8%
26 STR 2W		PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
		PROP 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 1		0,0	0%	0,0	0%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 3		0,0	0%	0,0	0%
		S 4		0,0	0%	0,0	0%
		S 5		0,0	0%	0,0	0%
		S 6		0,0	0%	0,0	0%
		S 7		0,0	0%	0,0	0%
		Summe 26 STR 2W	Abflug 26	0	0%	0	0%
26 HOMBO 2W		PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
		PROP 2		13,7	50%	1,5	50%
		S 1		0,0	0%	0,0	0%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 3		0,0	0%	0,0	0%
		S 4		0,0	0%	0,0	0%
		S 5		13,7	50%	1,5	50%
		S 6		0,0	0%	0,0	0%
		S 7		0,0	0%	0,0	0%
		Summe 26 HOMBO 2W	Abflug 26	27	1%	3	1%
26 ELBEG 2V		PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
		PROP 2		589,6	84%	65,5	84%
		S 1		0,0	0%	0,0	0%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 3		0,0	0%	0,0	0%
		S 4		0,0	0%	0,0	0%
		S 5		109,7	16%	12,2	16%
		S 6		0,0	0%	0,0	0%
		S 7		0,0	0%	0,0	0%
		Summe 26 ELBEG 2V	Abflug 26	699	37%	78	37%
		Summe 26	Abflug 26	1906	5%	212	5%
34 ELBEG 2N		PROP 1		49,0	2%	5,4	2%
		PROP 2		2005,1	65%	222,8	65%
		S 1		49,0	2%	5,4	2%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 3		4,1	0%	0,5	0%
		S 4		0,0	0%	0,0	0%
		S 5		898,4	29%	99,8	29%
		S 6		81,7	3%	9,1	3%
		S 7		12,3	0%	1,4	0%
		Summe 34 ELBEG 2N	Abflug 34	3100	65%	344	65%
34 AGENO 2N		PROP 1		4,1	14%	0,5	14%
		PROP 2		8,2	29%	0,9	29%
		S 1		0,0	0%	0,0	0%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%

2010			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		16,3	57%	1,8	57%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 34 AGENO 2N	Abflug 34	29	1%	3	1%
34 GTQ 2N	PROP 1		8,2	1%	0,9	1%
	PROP 2		518,6	69%	57,6	69%
	S 1		114,3	15%	12,7	15%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		106,2	14%	11,8	14%
	S 6		8,2	1%	0,9	1%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 34 GTQ 2N	Abflug 34	756	16%	84	16%
34 BASUD 2N	PROP 1		0,0	0%	0,0	0%
	PROP 2		93,9	72%	10,4	72%
	S 1		8,2	6%	0,9	6%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		28,6	22%	3,2	22%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 34 BASUD 2N	Abflug 34	131	3%	15	3%
34 LUMEL 2N	PROP 1		4,1	1%	0,5	1%
	PROP 2		191,9	27%	21,3	27%
	S 1		134,8	19%	15,0	19%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		40,8	6%	4,5	6%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		302,2	43%	33,6	43%
	S 6		32,7	5%	3,6	5%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 34 LUMEL 2N	Abflug 34	706	15%	78	15%
34 STR 2N	PROP 1		20,4	63%	2,3	63%
	PROP 2		4,1	13%	0,5	13%
	S 1		0,0	0%	0,0	0%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		4,1	13%	0,5	13%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		4,1	13%	0,5	13%
	Summe 34 STR 2N	Abflug 34	33	1%	4	1%
	Summe 34	Abflug 34	4754	13%	528	13%
16 ELBEG 2S	PROP 1		28,4	5%	3,2	5%
	PROP 2		315,7	52%	35,1	52%

2010			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
	S 1		22,1	4%	2,5	4%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		183,1	30%	20,3	30%
	S 6		12,6	2%	1,4	2%
	S 7		47,4	8%	5,3	8%
	Summe 16 ELBEG 2S	Abflug 16	609	2%	68	2%
16 ELBEG 2Z	PROP 1		58,8	1%	6,5	1%
	PROP 2		2765,5	27%	307,3	27%
	S 1		1941,7	19%	215,7	19%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		588,4	6%	65,4	6%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		4354,2	43%	483,8	43%
	S 6		470,7	5%	52,3	5%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 16 ELBEG 2Z	Abflug 16	10179	35%	1131	35%
16 GTQ 2S	PROP 1		18,9	2%	2,1	2%
	PROP 2		874,6	77%	97,2	77%
	S 1		91,6	8%	10,2	8%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		0,0	0%	0,0	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		123,1	11%	13,7	11%
	S 6		3,2	0%	0,4	0%
	S 7		28,4	2%	3,2	2%
	Summe 16 GTQ 2S	Abflug 16	1140	4%	127	4%
16 BASUD 2S	PROP 1		12,6	1%	1,4	1%
	PROP 2		1130,3	78%	125,6	78%
	S 1		85,2	6%	9,5	6%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		3,2	0%	0,4	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		214,7	15%	23,9	15%
	S 6		0,0	0%	0,0	0%
	S 7		3,2	0%	0,4	0%
	Summe 16 BASUD 2S	Abflug 16	1449	5%	161	5%
16 LUMEL 2S	PROP 1		94,7	1%	10,5	1%
	PROP 2		5427,5	43%	603,1	43%
	S 1		334,7	3%	37,2	3%
	S 2		0,0	0%	0,0	0%
	S 3		28,4	0%	3,2	0%
	S 4		0,0	0%	0,0	0%
	S 5		6491,6	52%	721,3	52%
	S 6		126,3	1%	14,0	1%
	S 7		0,0	0%	0,0	0%
	Summe 16 LUMEL 2S	Abflug 16	12503	43%	1389	43%
16 HOC 2C	PROP 1		132,6	9%	14,7	9%

2010	Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	Tag		Nacht	
				absolut	prozentual	absolut	prozentual
		PROP 2		388,4	26%	43,2	26%
		S 1		12,6	1%	1,4	1%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 3		0,0	0%	0,0	0%
		S 4		0,0	0%	0,0	0%
		S 5		969,3	64%	107,7	64%
		S 6		3,2	0%	0,4	0%
		S 7		0,0	0%	0,0	0%
		Summe 16 HOC 2C	Abflug 16	1506	5%	167	5%
16 HOC 2D		PROP 1		9,5	1%	1,1	1%
		PROP 2		754,6	57%	83,8	57%
		S 1		0,0	0%	0,0	0%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 3		0,0	0%	0,0	0%
		S 4		0,0	0%	0,0	0%
		S 5		562,0	42%	62,4	42%
		S 6		0,0	0%	0,0	0%
		S 7		0,0	0%	0,0	0%
		Summe 16 HOC 2D	Abflug 16	1326	5%	147	5%
16 STR 2S		PROP 1		15,8	29%	1,8	29%
		PROP 2		9,5	18%	1,1	18%
		S 1		0,0	0%	0,0	0%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 3		0,0	0%	0,0	0%
		S 4		0,0	0%	0,0	0%
		S 5		28,4	53%	3,2	53%
		S 6		0,0	0%	0,0	0%
		S 7		0,0	0%	0,0	0%
		Summe 16 STR 2S	Abflug 16	54	0%	6	0%
16 HOMBO 2S		PROP 1		9,5	8%	1,1	8%
		PROP 2		110,5	88%	12,3	88%
		S 1		3,2	3%	0,4	3%
		S 2		0,0	0%	0,0	0%
		S 3		0,0	0%	0,0	0%
		S 4		0,0	0%	0,0	0%
		S 5		3,2	3%	0,4	3%
		S 6		0,0	0%	0,0	0%
		S 7		0,0	0%	0,0	0%
		Summe 16 HOMBO 2S	Abflug 16	126	0%	14	0%
		Summe 16	Abflug 16	28893	81%	3210	81%
		Summe 08	Abflug 08	0	0%	0	0%
		Summe IFR alle DEP RWYs	Abflug	35552	86%	3950	100%
		VFR Verkehr:					
VFR 26 AB		PROP 1	Abflug 26	128,9	2%	0,0	0%
VFR 34 AB		PROP 1	Abflug 34	721,6	13%	0,0	0%
VFR 16 AB		PROP 1	Abflug 16	4719,9	85%	0,0	0%
VFR 08 AB		PROP 1	Abflug 08	3,7	0%	0,0	0%
		Summe VFR alle DEP RWYs	Abflug	5574	14%		0%
		Summe IFR + VFR	Abflug	41126	100%	3950	100%

2010	Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	Tag		Nacht	
				absolut	prozentual	absolut	prozentual
26 STAR	PROP 1			1433,9	77%	62,4	58%
	PROP 2			392,5	21%	43,2	40%
	S 1			0,0	0%	0,0	0%
	S 2			0,0	0%	0,0	0%
	S 3			0,0	0%	0,0	0%
	S 4			0,0	0%	0,0	0%
	S 5			29,1	2%	2,4	2%
	S 6			0,0	0%	0,0	0%
	S 7			0,0	0%	0,0	0%
	Summe 26 STAR		Anflug 26	1855	5%	108	3%
34 STAR	PROP 1			961,6	36%	39,7	17%
	PROP 2			1005,4	37%	110,5	48%
	S 1			36,3	1%	4,0	2%
	S 2			0,0	0%	0,0	0%
	S 3			1,3	0%	0,1	0%
	S 4			0,0	0%	0,0	0%
	S 5			672,8	25%	74,3	32%
	S 6			20,0	1%	2,2	1%
	S 7			6,3	0%	0,7	0%
	Summe 34 STAR		Anflug 34	2704	8%	232	6%
16 STAR	PROP 1			1718,5	6%	370,0	10%
	PROP 2			16398,5	53%	1819,5	51%
	S 1			826,7	3%	91,9	3%
	S 2			0,0	0%	0,0	0%
	S 3			81,8	0%	9,1	0%
	S 4			0,0	0%	0,0	0%
	S 5			11394,5	37%	1260,6	35%
	S 6			290,0	1%	31,8	1%
	S 7			113,9	0%	12,7	0%
	Summe 16 STAR		Anflug 16	30824	87%	3596	91%
08 STAR	PROP 1			166,4	88%	9,6	79%
	PROP 2			18,1	10%	2,0	17%
	S 1			0,0	0%	0,0	0%
	S 2			0,0	0%	0,0	0%
	S 3			0,0	0%	0,0	0%
	S 4			0,0	0%	0,0	0%
	S 5			5,4	3%	0,6	5%
	S 6			0,0	0%	0,0	0%
	S 7			0,0	0%	0,0	0%
	Summe 08 STAR		Anflug 08	190	1%	12	0%
	Summe IFR alle ARR RWYs		Anflug	35573	86%	3947	100%
	VFR Verkehr:						
VFR 26 AN	PROP 1		Anflug 26	152,73	3%	0	0%
VFR 34 AN	PROP 1		Anflug 34	327,19	6%	0	0%
VFR 16 AN	PROP 1		Anflug 16	5077,4	91%	0	0%
VFR 08 AN	PROP 1		Anflug 08	17,279	0%	0	0%
	Summe VFR alle ARR RWYs		Anflug	5575	14%	0	0%
	Summe IFR + VFR		Anflug	41147	100%	3947	100%
	Summe IFR + VFR		Anflug / Abflug	82274	98%	7898	100%

2010			Tag		Nacht	
Bezeichner	Flugzeuggruppe	Richtung	absolut	prozentual	absolut	prozentual
	Platzrunden:					
PL26	Platzrunde	RWY 26	0	0%	0	0%
PL34	Platzrunde	RWY 34	0	0%	0	0%
PL16	Platzrunde	RWY 16	0	0%	0	0%
PL08	Platzrunde	RWY 08	0	0%	0	0%
	Summe Platzrunden		0	0%	0	0%
	Summe IFR + VFR + PR	Anflug / Abflug	82274	98%	7898	100%
	Hubschrauber:					
	Hubschrauber H1	Abflug	950	100%	0	0%
	Hubschrauber H2	Abflug	0	0%	0	0%
	Summe H1 + H2	Abflug	950	50%	0	0%
	Hubschrauber H1	Anflug	951	100%	0	0%
	Hubschrauber H2	Anflug	0	0%	0	0%
	Summe H1 + H2	Anflug	951	50%	0	0%
	Summe H1 + H2	Anflug / Abflug	1901	2%	0	0%
	Summe IFR + VFR + PR + HS	Anflug / Abflug	84175	91%	7898	9%
	Allover Tag / Nacht	Gesamt		92073		
	Allover Tag / Nacht o. HS	Gesamt		90172		

Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Referenzszenario (1)

Referenz 1999_2000 TAG															
Lärmkategorien											ATC -Kategorien			Traffic Mix	
	Anflug 26	Anflug 34	Anflug 16	Anflug 08	Summe Anflug	Abflug 26	Abflug 34	Abflug 16	Abflug 08	Summe Abflug	Summe An- /Abflug	Prozentual		Bewegungen	Prozentual
PROP 1 (IFR/VFR)	1412,5	1177,9	5763,2	157,0	8510,6	171,4	780,8	4982,6	3,7	5938,5	14449,2	24%	LIGHT	14449,2	24,0%
PROP 2	272,0	697,1	11320,7	12,5	12302,3	1021,6	1946,9	8125,0	0,0	11093,6	23395,9	39%	MEDIUM	44395,8	73,7%
S 1	0,0	25,0	570,4	0,0	595,4	0,0	211,3	1718,7	0,0	1930,0	2525,4	4%	HEAVY	1389,2	2,3%
S 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%			
S 3	0,0	0,9	56,4	0,0	57,3	0,0	31,0	427,7	0,0	458,7	516,0	1%			
S 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%			
S 5	22,4	465,3	7876,5	3,7	8368,0	250,7	935,4	8920,5	0,0	10106,6	18474,6	31%			
S 6	0,0	13,8	201,3	0,0	215,1	0,0	84,5	425,0	0,0	509,5	724,6	1%			
S 7	0,0	4,3	78,6	0,0	82,9	0,0	11,3	54,5	0,0	65,7	148,6	0%			
H1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0%			
H2	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0%			
Gesamterkehr	1706,8	2384,4	25867,1	173,2	30131,6	1443,8	4001,2	24654,0	3,7	30102,6	60234,2	100%			
Prozentual	6%	8%	85%	1%	50%	5%	13%	82%	0%	50%					

Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Referenzszenario (2)

Referenz 1999_2000 NACHT														ATC Kategorien		Traffic Mix	
Lärmkategorien																	
	Anflug 26	Anflug 34	Anflug 16	Anflug 08	Summe Anflug	Abflug 26	Abflug 34	Abflug 16	Abflug 08	Summe Abflug	Summe An- /Abflug	Prozentual		Bewegungen	Prozentual		
PROP 1 (IFR/VFR)	43,0	27,4	255,3	6,6	332,3	4,7	6,6	29,2	0,0	40,5	372,8	7%	LIGHT	372,8	6,8%		
PROP 2	29,8	76,2	1255,4	1,4	1362,8	113,5	216,3	902,8	0,0	1232,6	2595,4	48%	MEDIUM	4922,0	90,4%		
S 1	0,0	2,8	63,4	0,0	66,2	0,0	23,5	191,0	0,0	214,4	280,6	5%	HEAVY	153,9	2,8%		
S 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%					
S 3	0,0	0,1	6,3	0,0	6,4	0,0	3,4	47,5	0,0	51,0	57,3	1%					
S 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%					
S 5	1,7	51,3	869,7	0,4	923,1	27,9	103,9	991,2	0,0	1123,0	2046,1	38%					
S 6	0,0	1,5	21,9	0,0	23,5	0,0	9,4	47,2	0,0	56,6	80,1	1%					
S 7	0,0	0,5	8,7	0,0	9,2	0,0	1,3	6,1	0,0	7,3	16,5	0%					
H1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0%					
H2	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0%					
Gesamtverkehr	74,5	159,8	2480,7	8,4	2723,4	146,1	364,4	2214,9	0,0	2725,4	5448,8	100%					
prozentual	3%	6%	91%	0%	50%	5%	13%	81%	0%	50%							

Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Prognoseszenario (1)

Prognose 2010 TAG														ATC Kategorien			Traffic Mix	
Lärmkategorien																		
	Anflug 26	Anflug 34	Anflug 16	Anflug 08	Summe Anflug	Abflug 26	Abflug 34	Abflug 16	Abflug 08	Summe Abflug	Summe /Abflug	Summe An- /Abflug	Prozentual					
PROP 1 (IFR/VFR)	1586,6	1288,8	6795,8	183,7	9854,9	190,6	807,4	5100,8	3,7	6102,4	15957,3	15957,3	19%	LIGHT		15957,3	19,4%	
PROP 2	392,5	1005,4	16398,5	18,1	17814,5	1480,8	2821,9	11776,6	0,0	16079,3	33893,8	33893,8	41%	MEDIUM		64304,7	78,2%	
S 1	0,0	36,3	826,7	0,0	862,9	0,0	306,3	2491,1	0,0	2797,4	3660,3	3660,3	4%	HEAVY		2011,9	2,4%	
S 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%					
S 3	0,0	1,3	81,8	0,0	83,0	0,0	44,9	620,0	0,0	664,9	747,9	747,9	1%					
S 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%					
S 5	29,1	672,8	11394,5	5,4	12101,8	363,3	1355,8	12929,6	0,0	14648,8	26750,6	26750,6	33%					
S 6	0,0	20,0	290,0	0,0	310,0	0,0	122,5	616,0	0,0	738,5	1048,5	1048,5	1%					
S 7	0,0	6,3	113,9	0,0	120,2	0,0	16,3	78,9	0,0	95,3	215,4	215,4	0%					
H1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0%					
H2	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0%					
Gesamterkehr	2008,2	3030,8	35901,2	207,2	41147,4	2034,7	5475,2	33612,9	3,7	41126,5	82273,9	82273,9	100%					
prozentual	5%	7%	87%	1%	50%	5%	13%	82%	0%	50%								

Bestimmung des Verkehrsmix nach ATC – Kategorien für das Prognoseszenario (2)

Prognose 2010 NACHT														ATC Kategorien		Traffic Mix										
Lärmkategorien	Anflug 26		Anflug 34		Anflug 16		Anflug 08		Summe Anflug		Abflug 26		Abflug 34		Abflug 16		Abflug 08		Summe Abflug		Summe An-/Abflug		Prozentual	ATC Kategorien	Bewegungen	Prozentual
PROP 1 (IFR/VFR)	62,4	39,7	370,0	9,6	481,7	6,9	9,5	42,3	0,0	58,7	540,4	LIGHT	540,4	6,8%												
PROP 2	43,2	110,5	1819,5	2,0	1975,2	164,5	313,5	1308,5	0,0	1786,6	3761,8	MEDIUM	7134,1	90,4%												
S 1	0,0	4,0	91,9	0,0	95,9	0,0	34,0	276,8	0,0	310,8	406,7	HEAVY	223,1	2,8%												
S 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															
S 3	0,0	0,1	9,1	0,0	9,2	0,0	5,0	68,9	0,0	73,9	83,1		1%													
S 4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0%													
S 5	2,4	74,3	1260,6	0,6	1338,0	40,4	150,6	1436,6	0,0	1627,6	2965,6		38%													
S 6	0,0	2,2	31,8	0,0	34,0	0,0	13,6	68,4	0,0	82,1	116,1		1%													
S 7	0,0	0,7	12,7	0,0	13,4	0,0	1,8	8,8	0,0	10,6	23,9		0%													
H1	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0		0%													
H2	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	0,0	0,0		0%													
Gesamtverkehr	108,0	231,6	3595,6	12,2	3947,4	211,8	528,2	3210,3	0,0	3950,3	7897,7		100%													
prozentual	3%	6%	91%	0%	50%	5%	13%	81%	0%	50%																

