

Risikoanalyse für den Flughafen Basel-Mülhausen

– Kurzfassung –



auf der Basis des Flugsicherheitsgutachtens
der Arbeitsgemeinschaft
GfL – Gesellschaft für Luftverkehrsforschung, Berlin, und
Arcadis Trischler & Partner GmbH, Darmstadt

Inhaltsverzeichnis

Auftrag	3
Zielsetzungen und Aufgabenstellung	3
Der EuroAirport Basel-Mulhouse-Freiburg	4
Gefahrenpotentiale	8
Untersuchungsmethodik	9
Level of Safety (LOS)	9
Externes Risiko (ER)	9
Szenarienvergleich	11
Risikoeinschätzung und Ergebnisse	12
Level of Safety	12
Einzelrisiko	12
Gruppenrisiko	13
Gefahrguttransport	16
Massnahmenvorschläge	16
Fazit	18

Kontakt:

Wirtschafts- und Sozialdepartement des Kantons Basel-Stadt
Ressort Verkehr
Rathaus, Marktplatz 9
CH - 4001 Basel

Auftrag

Mit Abschluss des Staatsvertrages zwischen der Schweiz und Frankreich über den Bau und Betrieb des Flughafens Basel-Mülhausen im Jahr 1949 wurde die Basis geschaffen für die Entstehung einer der zentralen Verkehrsinfrastrukturen in der trinationalen Region am südlichen Oberrhein. Der EuroAirport Basel-Mulhouse-Freiburg dient heute als Luftverkehrsknoten der Nordwestschweiz, des Oberrheins und Südbadens.

Im Jahr 1998 beschloss der Flughafenverwaltungsrat, zur Sicherung der künftigen Unternehmensentwicklung umfangreiche Investitionen in die Modernisierung und die Erweiterung des Flughafens zu tätigen. Die Schweiz und Frankreich unterstützen die Ausbauinvestitionen mit öffentlichen Mitteln in Höhe von je 67,5 Mio. SFr. Der schweizerische Anteil wird dabei je zur Hälfte von den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft getragen. Im Zusammenhang mit der Genehmigung dieser Investitionsbeiträge beauftragten die Kantonsparlamente die beiden Regierungen im Januar 1999, „zusammen mit dem Flughafen sowie den zuständigen schweizerischen und französischen Luftfahrtbehörden eine Risikoanalyse zu veranlassen“ (Beschluss des Grossen Rates des Kantons Basel-Stadt vom 20.01.1999 und des Landrats des Kantons Basel-Landschaft vom 14.01.1999).

Unter Federführung des Kantons Basel-Stadt wurde Ende 1999 gemeinsam mit den betroffenen französischen, deutschen und schweizerischen Partnern sowie unter Beteiligung des Schweizer Bundesamts für Zivilluftfahrt und des Flughafens eine trinationale Trägerschaft für die geforderte Risikoanalyse gebildet. Nach einem internationalen Ausschreibungsverfahren wurde schliesslich im Mai 2000 die Arbeitsgemeinschaft GfL-Gesellschaft für Luftverkehrsforschung, Berlin, und ARCADIS Trischler & Partner GmbH, Darmstadt, mit der Durchführung einer Risikoanalyse für den Flughafen Basel-Mülhausen beauftragt.

Zielsetzungen und Aufgabenstellung

Zweck der Risikoanalyse ist es, die mit dem Flugbetrieb am Flughafen Basel-Mülhausen verbundenen Risiken objektiv aufzuzeigen, offene Empfehlungen für risikomindernde Massnahmen zu erarbeiten und damit zur Vertrauensbildung zwischen Bevölkerung, Flughafen und politischen Behörden beizutragen.

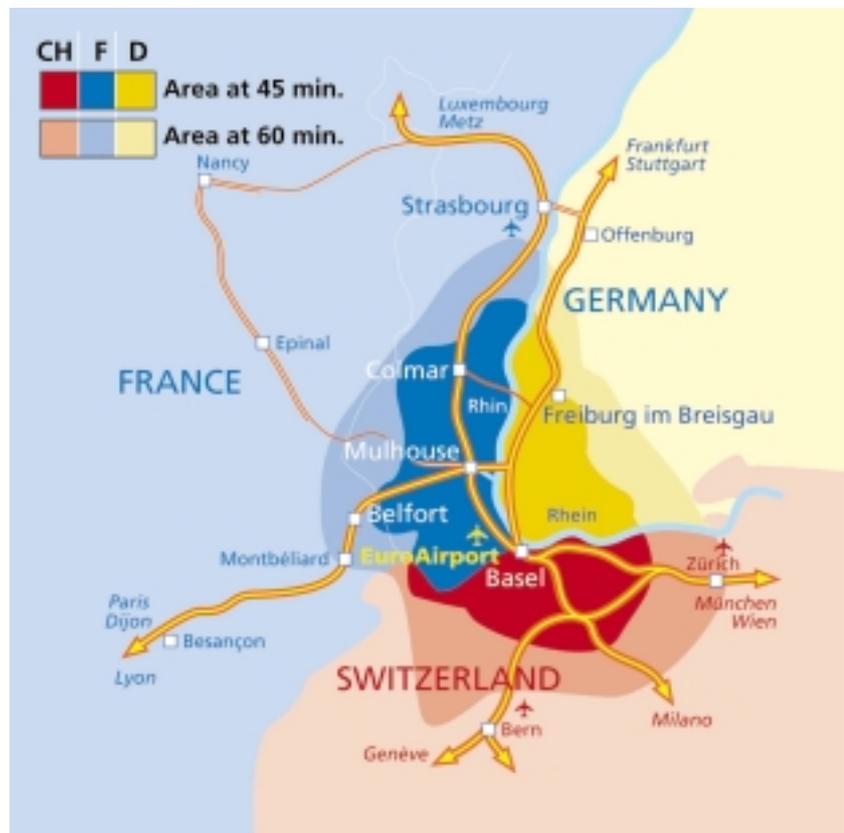
Gemäss dem festgelegten Untersuchungsauftrag konzentrierte sich die Risikoanalyse auf die Ermittlung der luftfahrtbedingten Risiken im Umgebungsbereich des EuroAirports. Betrachtet wurden alle risikorelevanten Luftfahrtbewegungen in einem Umkreis von rund 20 km um den Flughafen. Analysiert wurde der Luftverkehr vom

75% aller Unfälle ereignen sich im Zusammenhang mit Start und Landung bzw. am Boden und betreffen räumlich den Nahbereich eines Flughafens.

und zum Flughafen Basel-Mülhausen, nicht aber der überfliegende Luftverkehr. Separates Augenmerk wurde auch auf den Transport von Gefahrgütern in der Luft gelegt. Die Analyse erfolgte auf der Basis eines Szenarienvergleichs. Ausgangspunkt (Referenzszenario) ist das Luftverkehrsaufkommen im Jahr 1999. Zum Vergleich wurde die Flugverkehrsentwicklung am EuroAirport bis zum Jahr 2010 (Prognoseszenario) berücksichtigt. Das Szenario für das Jahr 2010 wurde auf vorhandene Prognosen zum Luftverkehrswachstum gestützt. Die Siedlungs- und Industriestruktur sowie die Bevölkerungsverteilung wurde als unverändert angenommen, da hierzu keine hinreichend konkreten Hinweise auf Veränderungen vorliegen.

Der EuroAirport Basel-Mulhouse-Freiburg

Der Flughafen Basel-Mülhausen liegt in der elsässischen Ebene unmittelbar in der Nähe des Dreiländerecks zwischen Frankreich, Deutschland und der Schweiz.



In dieser Lage dient der EuroAirport einem trinationalen Einzugsgebiet, in dem innerhalb eines Umkreises von 60 Minuten Fahrzeit rund vier Millionen Menschen leben. Als Drehscheibe im inner-europäischen Luftverkehr mit schnellen Direktverbindungen zu den wichtigen europäischen Wirtschafts- und Kulturzentren ist der EuroAirport einer der Garanten für die wirtschaftliche und touristische Attraktivität der gesamten Regio TriRhena, die rund um den

Flughafen eine vielfältige und dichte Wirtschafts- und Industriestruktur aufweist. Mit inzwischen mehr als 6'000 Beschäftigten und rund 150 ansässigen Unternehmen ist der Flughafen heute einer der bedeutenden ökonomischen und sozialen Entwicklungsfaktoren der Region.

Zu den wichtigsten Branchen zählen: Chemie, Biotechnologie (BioValley am Oberrhein), Elektronik, Automobil, Banken und Versicherungen.

Der EuroAirport verfügt über zwei Pisten (siehe auch Abbildung auf Seite 6): eine Hauptpiste mit einer Länge von 3'900 m in Nord/Süd-Richtung und eine Querpiste mit 1'600 m Länge in Ost/West-Richtung. Um auf der Querpiste mehr Starts kleinerer und mittlerer Flugzeuge nach Westen abwickeln zu können, wurde diese Piste im Winter 2000/2001 im Osten um 220 m auf 1'820 m verlängert, ohne jedoch die Landeschwelle für Landungen von Osten zu verschieben.

Als Hub des Europaverkehrs hat der EuroAirport im Vergleich zu anderen wichtigen europäischen Regionalflughäfen heute eine stabile Position inne. Die verkehrliche Entwicklung des Flughafens liegt insgesamt im europäischen Durchschnitt. **Im Jahre 1999 (Referenzszenario) wurden am EuroAirport rund 125'000 Starts und Landungen abgewickelt.** 82% davon entfielen auf den kommerziellen Luftverkehr. Das Passagieraufkommen lag bei 3,6 Mio. Fluggästen, wobei entsprechend der Angebotsstruktur am EAP rund 75% davon auf den regelmässigen Linienverkehr und das übrige Viertel auf den Ferienflugverkehr entfielen. 18% der Linienpassagiere waren Umsteiger im EuroCross-Hub der Crossair. Das Aufkommen an geflogener Luftfracht machte rund 70'000 Tonnen aus.

Im Jahre 2000 wurden rund 127'000 Flugbewegungen (+2%) registriert. Der Anteil des kommerziellen Verkehrs lag bei 83%. Das Passagieraufkommen nahm um 5% auf 3,8 Mio. Fluggäste zu, wobei der Linienverkehr 78% und davon die Umsteiger 24% ausmachten. Die geflogene Luftfracht nahm um 11% auf rund 77'000 Tonnen zu.

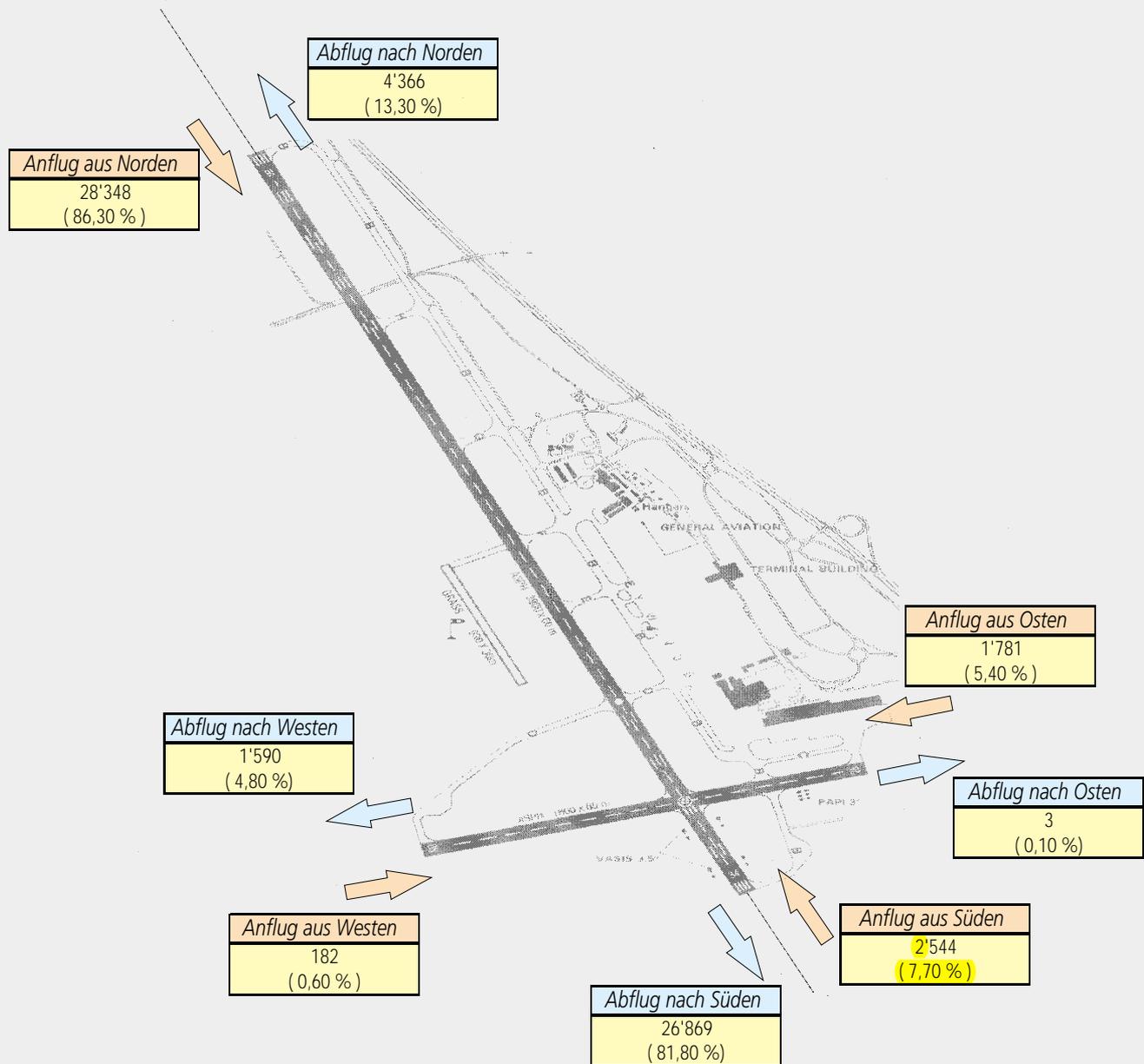
Um einerseits Verzerrungen durch saisonale Schwankungen auszuschliessen und um andererseits Berechnungen im Sinne von „worst case“ Annahmen durchführen zu können, werden in Untersuchungen zur Flugsicherheit (ähnlich wie bei der Berechnung von Lärmimmissionszonen) die in den sechs verkehrsreichsten Monaten eines Jahres abgewickelten Flugbewegungen herangezogen. Für den Flughafen Basel-Mülhausen sind dies die Monate Mai bis Oktober.

In dieser Zeit wurden im Jahr 1999 65'683 Starts und Landungen abgefertigt.

Die Abbildung auf der folgenden Seite zeigt die für die Risikoanalyse relevante Aufteilung der Flugbewegungen (Anflüge und Abflüge) auf die verschiedenen Richtungen. Angegeben sind die Anzahl der An- bzw. Abflüge in der jeweiligen Richtung während der 6 verkehrsreichsten Monate im Jahr 1999 und der prozentuale Anteil der jeweiligen Richtung an den Anflügen bzw. Abflügen während des genannten Zeitraums. Deutlich ist zu erkennen, dass die meisten Anflüge aus Richtung Norden kommen (86,30% der Anflüge) und dass die meisten Abflüge in Richtung Süden starten (81,80% der Abflüge).

Aufteilung der Flugbewegungen

Angegeben sind die Anzahl der An- bzw. Abflüge in der jeweiligen Richtung und deren prozentualer Anteil an den Anflügen bzw. Abflügen während der 6 verkehrsreichsten Monate im Jahr 1999.



Am EuroAirport werden vorrangig Flugzeuge der mittleren Gewichtsklasse eingesetzt, deren maximales Abfluggewicht zwischen 7 t und 136 t liegt. Bezogen auf die Gesamtzahl der Flugbewegungen beträgt der Anteil dieser Flugzeugtypen rund 75%. Flugzeuge der Gewichtsklasse „Schwer“ mit einem maximalen Abfluggewicht von mehr als 136 t (z.B. Boeing 747) haben lediglich einen Anteil von 2% an den Flugbewegungen am EuroAirport.

An allen Flughäfen existieren für jede An- und Abflugrichtung vorgeschriebene Standard-Routenführungen, welche in den offiziellen Dokumentationen der internationalen Zivilluftfahrt veröffentlicht werden. Aufgrund von verschiedenen Faktoren wie z.B. Wetter, Wind, Geschwindigkeit der Luftfahrzeuge oder auch Lenkungsmaßnahmen der Fluglotsen ergibt sich in der Praxis ein Fächer von tatsächlich geflogenen Routen. Sowohl die standardmässigen Routenführungen als auch die zu beobachtenden Abweichungen davon wurden bei der Risikoberechnung berücksichtigt. Die folgende Abbildung (Quelle: Bundesamt für Zivilluftfahrt, Bern) zeigt exemplarisch die Flugsपुरaufzeichnungen im Zeitraum 26.08.2000 (16.48 Uhr) bis 28.08.2000 (16.48 Uhr) am Flughafen Basel-Mülhausen. Etwa in Bildmitte sind zur Orientierung die beiden Pisten des EuroAirport eingetragen.

Im Jahr 1999 hatten die folgenden Flugzeugtypen den grössten Anteil an den gesamten Flugbewegungen am EuroAirport

(alle mittlere Gewichtsklasse):

Saab 2000	30,5%
SaabFairchild 340	12,6%
BAE 146	6,9%
Piper PA28	5,6%
A 320, A 319, A 321	4,8%
Fokker 50	3,9%



Gefahrenpotentiale

Grundsätzlich wurden in der Risikoanalyse für den Flughafen Basel-Mülhausen zwei verschiedene Risikosituationen untersucht.

Siehe „Level of Safety“
im folgenden Kapitel.

Zum einen wurde die Gefährdung von Luftfahrzeugen untereinander infolge von Kollisionen in der Luft betrachtet. Solche Kollisionen sind jedoch äusserst seltene Ausnahmefälle. Aufgrund des hoch ausgeprägten Sicherheitsdenkens im Luftfahrtbereich wird bereits die Annäherung von Luftfahrzeugen, d.h. die Unterschreitung genau definierter Sicherheitsabstände, als nicht tolerierbar eingestuft.



Jedes Luftfahrzeug ist von einer Sicherheitszone umgeben ("Sicherheitsabstand").
Berühren sich zwei Sicherheitszonen, spricht man von einer "kritischen Annäherung".

Siehe „Externes Risiko“
im folgenden Kapitel.

Zum anderen wurde die Gefährdung von Anwohnern des Flughafens in der Folge eines Flugzeugabsturzes ermittelt. In diesem Zusammenhang wurden auch die Auswirkungen eines Absturzes auf potentiell gefährdende Anlagen im Nahbereich des EuroAirports (z.B. Produktionsstätten der chemischen Industrie) berücksichtigt.

Gefahrgüter 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 wichtige Gemeingüter, für Leben und Gesundheit von Menschen sowie für Tiere und Sachen ausgehen können.

In der Risikoanalyse wurde ausserdem das zusätzliche Risiko durch den Transport von Gefahrgütern betrachtet. Hierbei ist festzuhalten, dass der Transport von Gefahrgütern sehr strengen, internationalen Sicherheitsrichtlinien unterworfen ist. Die Vorschriften / Technische Weisung der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) für Gefahrguttransporte in der Luft enthalten einen Katalog von mehreren hundert Produkten, die unterschiedlichen Beschränkungen beim Lufttransport unterliegen. Dazu gehören u.a. Verpackungs- und Beschriftungsvorschriften, unterschiedliche Mengenbeschränkungen beim Transport mit Passagier- und Frachtmaschinen bis hin zum Ausschluss vom Lufttransport (ca. 250 Substanzen). Dies führt dazu, dass die Gefährdung durch das Kerosin an Bord eines abstürzenden Luftfahrzeuges als weitaus grösser einzuschätzen ist als das durch den Transport von Gefahrgut zusätzlich entstehende Risiko.

Untersuchungsmethodik

Bei der Quantifizierung der Flugsicherheit wurden zwei statistische Modelle eingesetzt, mit denen sich die oben beschriebenen Gefahrenpotentiale für am Luftverkehr Beteiligte einerseits und für unbeteiligte Personen andererseits berechnen lassen.

Bislang existieren keine rechtsverbindlichen Modelle für die Quantifizierung der Flugsicherheit in Deutschland, Frankreich und der Schweiz. Die verwendeten Modelle werden jedoch regelmässig zur Quantifizierung der Flugsicherheit im Rahmen von Flughafen-genehmigungsverfahren in Deutschland und anderen europäischen Ländern eingesetzt.

Level of Safety (LOS)

Die Bestimmung der wahrscheinlichen Gefährdung von am Luftverkehr Beteiligten erfolgte durch die Untersuchung der Auslastung des Luftraumes im Untersuchungsgebiet. Diese Auslastung wird ausgedrückt durch den Staffellingsüberschuss und durch die darauf folgende Ableitung eines Masses für die Sicherheit (Level of Safety, LOS).

Zur sicheren Abwicklung des Luftverkehrs sind genau einzuhalten- de Mindestabstände („Staffelungswerte“) zwischen landenden bzw. startenden Luftfahrzeugen vorgeschrieben. Diese sind u.a. abhängig vom jeweiligen Gewicht der Luftfahrzeuge. Bei der Bestimmung des Staffellingsüberschuss wird zunächst untersucht, welche Staffellung im Mittel notwendig ist, um das vorgegebene Verkehrsaufkommen abwickeln zu können. Der Durchschnittswert wird anschliessend mit den gesetzlich geforderten Staffellingswerten verglichen. Aus diesem Vergleich ergibt sich der Staffellingsüberschuss, der Auskunft darüber gibt, welche Reserven bei der Staffellung bestehen. Die Berechnung des Staffellingsüberschuss ist eine Vorstufe zur Ermittlung des Level of Safety.

Dem Level of Safety liegt die Überlegung zugrunde, dass die Gefährdung eines Teilnehmers am Luftverkehr mit steigender Verkehrs-dichte und -komplexität anwächst. Aus technischer Sicht wird dieses Gefahrenpotential massgeblich durch die Fähigkeit der Luftfahrzeuge zur Einhaltung der vorgegebenen Routen beeinflusst. Bei der Bestimmung des LOS wird als erster Schritt unter Zugrundelegung der Verkehrsspitzenwerte (Maximale Anzahl der Bewegungen pro Zeiteinheit) die mittlere Staffellingsdichte im An- und Abflugbereich bestimmt. Aus dieser und dem Staffellingsüberschuss kann ein Häufigkeitsindex für kritische Annäherungen (der LOS) abgeleitet werden. Der LOS ist also nicht mit einer statistischen Unfallzahl gleichzusetzen, er drückt vielmehr aus, wie oft bei vorgegebenem Verkehr eine kritische Annäherung zu erwarten ist.

Externes Risiko (ER)

Neben der Berechnung des Level of Safety als Mass für die Gefährdung am Luftverkehr beteiligter Personen wurde das „Externe Risiko“ für Personen bestimmt, die am Luftverkehr nicht unmittelbar

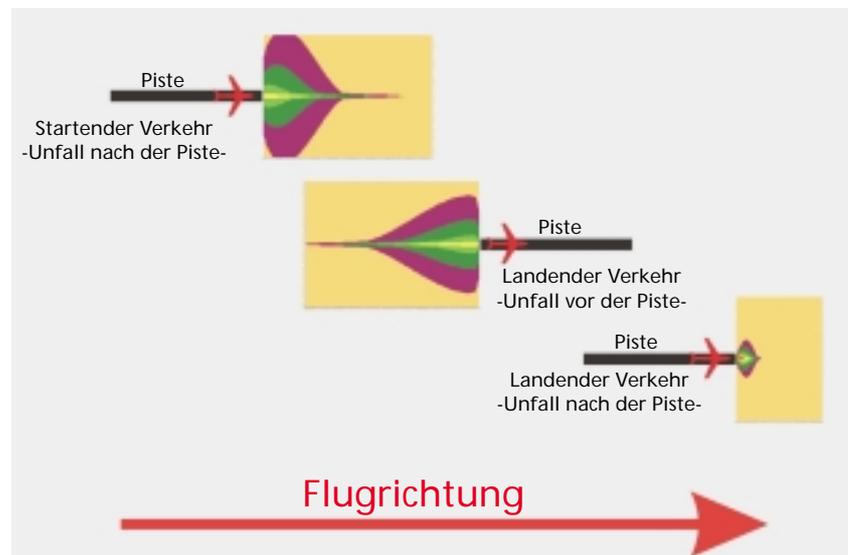
Der Staffellingsüberschuss gibt an, welche „Reserven“ (Überschuss) bei der Staffellung (= Abfolge der Flugzeuge hintereinander) gegenüber den gesetzlich geforderten Werten im betrachteten Luftraum bestehen.

Der LOS ist eine Messgrösse zur Quantifizierung der Verkehrssicherheit eines definierten Luftraumes. Diese Messgrösse wurde von der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) definiert und drückt die Anzahl möglicher Berührungen der Sicherheitsbereiche („kritische Annäherungen“) zweier Luftfahrzeuge pro Flugstunde aus (siehe Abbildung Seite 8). Der LOS drückt daher kein Unfall-, sondern ein Konfliktrisiko aus.

teilnehmen. Die Bestimmung des Externen Risikos ist gestützt auf die statistische Auswertung von Datenbanken, in denen Flugunfälle detailliert beschrieben werden. Auf dieser Basis werden unter Beachtung der lokalen Gegebenheiten (Pistenbenutzung usw.) mathematische Modelle eingesetzt, die es erlauben, die Wahrscheinlichkeit eines Unfalls an einem beliebigen Ort im Nahbereich des Flughafens und darauf aufbauend die mögliche Gefährdung von Menschen zu berechnen. Eingang finden hierbei u.a. auch Informationen über potentiell gefährdende Anlagen.

Grundsätzlich lassen sich drei Typen von Flugunfällen in Flughafennähe unterscheiden:

Diese Abbildung zeigt u.a. folgende Charakteristika: startender Verkehr kennt nur Unfälle nach der Piste, landender Verkehr Unfälle vor und nach der Piste; mit zunehmender Entfernung zur Piste nimmt die Zahl der Unfälle ab.



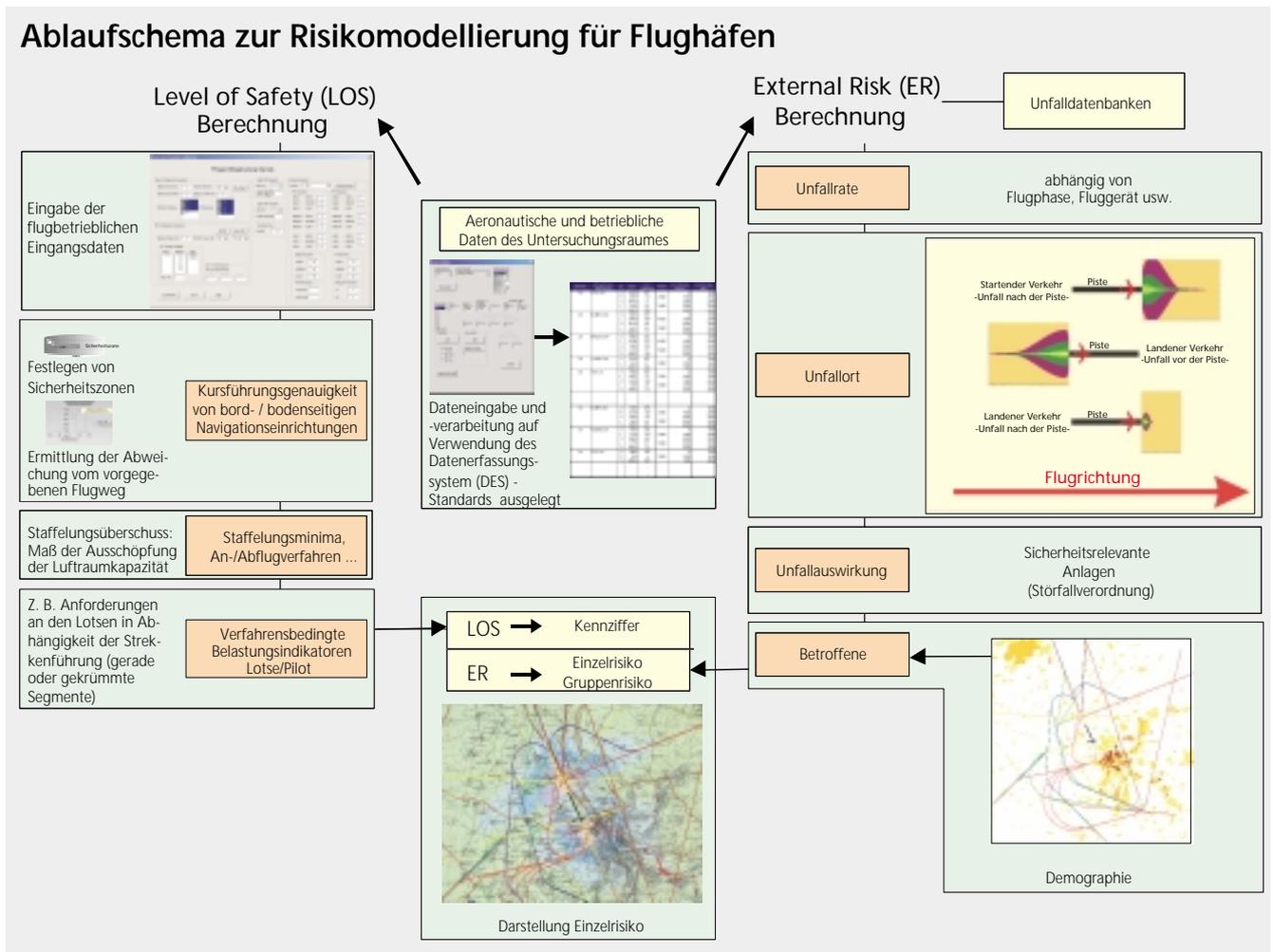
Bei der Bestimmung des Externen Risikos wurden einerseits Berechnungen zum sog. Einzelrisiko und andererseits zum sog. Gruppenrisiko durchgeführt.

Diese Wahrscheinlichkeit wird durch Risikozonen in der Umgebung des Flughafens dargestellt.

Das *Einzelrisiko* gibt 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.

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.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die verwendeten Modelle zur Analyse der Risikopotentiale im Flughafennahbereich und deren Zusammenspiel.



Szenarienvergleich

Da gesetzliche Grenzwerte zur Zulässigkeit von Risiken im Flugverkehr bisher nicht zur Verfügung stehen, entsteht die Aussagekraft der durchgeführten Risikoanalyse durch den Vergleich der Berechnungsergebnisse der zugrundegelegten Szenarien.

Das im Rahmen der Risikoanalyse gewählte Referenzszenario bezieht sich auf das tatsächliche Luftverkehrsaufkommen am Flughafen Basel-Mülhausen im Jahr 1999. Bedingt durch Veränderungen bei der europäischen Flugsicherung trat zum 18. Mai 2000 eine neue Luftraumgliederung (EAM04) in Kraft. Im wesentlichen folgte hieraus eine geänderte Verteilung des Flugverkehrs auf die einzelnen Abflugrouten. Um die Aktualität des Referenzszenarios zu wahren, wurde daher diese neue Luftraumgliederung auf die Verkehrszahlen des Jahres 1999 aufgeprägt.

Im Prognoseszenario, das auf das Jahr 2010 ausgerichtet ist, wurde eine Verkehrssteigerung gegenüber dem Referenzszenario um 45% angenommen. Dabei wurde vorausgesetzt, dass sich der Verlauf der Routen und die Aufteilung des Verkehrs auf diese nicht verändert. Ebenso wurden Bevölkerungsverteilung, Siedlungs- und Industriestruktur als unverändert angesehen.

EAM04 = European Airspace Model (Simulationslauf Version 4): Luftraumsimulationssystem der europäischen Flugsicherungsbehörde EUROCONTROL, die massgeblich verantwortlich für die Implementierung der neuen Struktur zeichnet. Diese Routenänderungen sind im Schweizer Luftraum unter der Projektbezeichnung CILO (Capacity Increase in Lower Airspace) eingeführt worden.

Die bereits erwähnte Verlängerung der Ost/West-Piste war im Jahr 1999 noch nicht fertiggestellt und ist daher kein Element im Referenzszenario. Weil während der Erstellung der Studie noch keine verlässlichen Angaben darüber vorlagen, welche Veränderungen der Verkehrsabwicklung sich infolge der verlängerten Ost/West-Piste auf den Horizont 2010 ergeben, wurde diese Massnahme auch im Prognoseszenario nicht berücksichtigt.

Risikoeinschätzung und Ergebnisse

Level of Safety

Der Staffellungsüberschuss reduziert sich im Prognoseszenario gegenüber dem Referenzszenario bezogen auf die durchschnittliche Verkehrsbelastung um bis zu 10% sowohl im An- als auch im Abflugbereich. Es verbleibt jedoch ein etwa zwei- bis vierfaches Sicherheitspotential. Dies bedeutet, dass die für das angenommene Verkehrsaufkommen nötige Staffellung zwischen den Luftfahrzeugen („der Mindestabstand“) im Mittel das Doppelte bzw. das Vierfache des gesetzlich geforderten Abstandes beträgt. Vor diesem Hintergrund ist diese Reduzierung des Staffellungsüberschusses als unkritisch einzustufen.

Für das Referenzszenario beträgt der ungünstigste (= höchste) LOS-Wert 1:118'000. Dies bedeutet eine kritische Annäherung auf 118'000 Flugbewegungen. Dieser Wert dient als Richtwert für das Prognoseszenario (Target Level of Safety, TLS).

Der höchste LOS-Wert für das Prognoseszenario liegt mit einem Wert von 1:117'400 um bis zu 0,4% geringfügig über dem TLS. Der Anstieg ist im wesentlichen auf die angenommene Verkehrszunahme zurückzuführen. Diese Steigerung des LOS-Wertes bedeutet eine kritische Annäherung bereits auf 117'400, d.h. 600 Flugbewegungen weniger. Da diese Differenz von 600 Flugbewegungen weniger als 1% des für das Prognoseszenario zugrundegelegten Verkehrsaufkommens (innerhalb der 6 verkehrsreichsten Monate) bedeutet, wird die genannte Überschreitung des TLS als marginal eingestuft: Das Sicherheitsniveau kann folglich nahezu auf dem Stand des derzeitigen Referenzwertes gehalten werden.

Für den Bereich des Pistensystems lag zu Verkehrsspitzenzeiten bereits im Referenzszenario eine vollständige Auslastung der Hauptpiste vor. Folglich können rechnerisch auf dem bestehenden Pistensystem keine zusätzlichen Bewegungen in der Spitzenstunde mehr abgewickelt werden. Der prognostizierte Verkehrszuwachs muss somit zukünftig ausserhalb dieser Zeiten bedient werden.

Einzelrisiko

Grundsätzlich ist bei den Untersuchungen des Einzelrisikos festzustellen, dass die Ausprägung der Zonen gleichen Risikos in der Umgebung des EuroAirport vergleichbar ist mit der Situation an anderen Verkehrsflughäfen gleicher Grössenordnung.

Bislang existiert kein behördlicher Grenzwert für den LOS. Daher wurde der Target Level of Safety als Zielgrösse („target“ = Ziel) eingeführt. Er ist hier definiert als der LOS im Referenzszenario, bei dem nachweislich ein sicherer Flugbetrieb gegeben war.

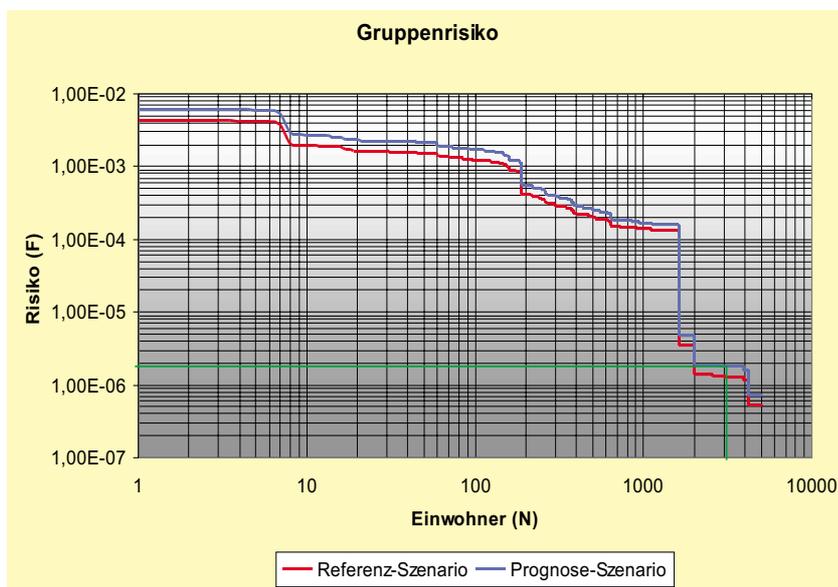
Die für das Prognoseszenario zugrunde gelegte Verkehrssteigerung führt grundsätzlich zu einer Ausweitung der Risikozonen. Bewohnte Gebiete (insbesondere im Süden und Osten des Flughafens gelegen) sind jedoch auch im Prognoseszenario nur von Risikowerten kleiner als 1:5'000 betroffen. Doch auch hier kann festgestellt werden, dass die Situation am Flughafen Basel-Mülhausen durchaus vergleichbar ist mit anderen untersuchten Flughäfen Mitteleuropas. Ein direkter Vergleich dieser absoluten Zahlen mit anderen Flughäfen ist jedoch aufgrund des sehr individuellen Einflusses der Parameter (Verkehrszusammensetzung, räumliche und zeitliche Verkehrsverteilung etc.) nicht möglich.

Das im Prognoseszenario angenommene grössere Verkehrsaufkommen (Steigerung um 45%) hat durch die Ausweitung der Risikozonen auch eine Steigerung der Zahl betroffener Anwohner zur Folge. Bei Risikowerten von 1:10'000 bzw. 1:100'000 ergeben sich bei gleichem Einzelrisiko hierdurch Steigerungen von 18% bzw. 31%.

Die Karte auf der folgenden Doppelseite stellt die Risikozonen für das Prognoseszenario dar. Deutlich sind hierbei die dem Routenverlauf folgenden Risikozonen zu erkennen, wobei sich vor allem im Osten des Flughafens die um die sicherheitsrelevanten Anlagen etwas erhöhten Risikowerte bemerkbar machen.

Gruppenrisiko

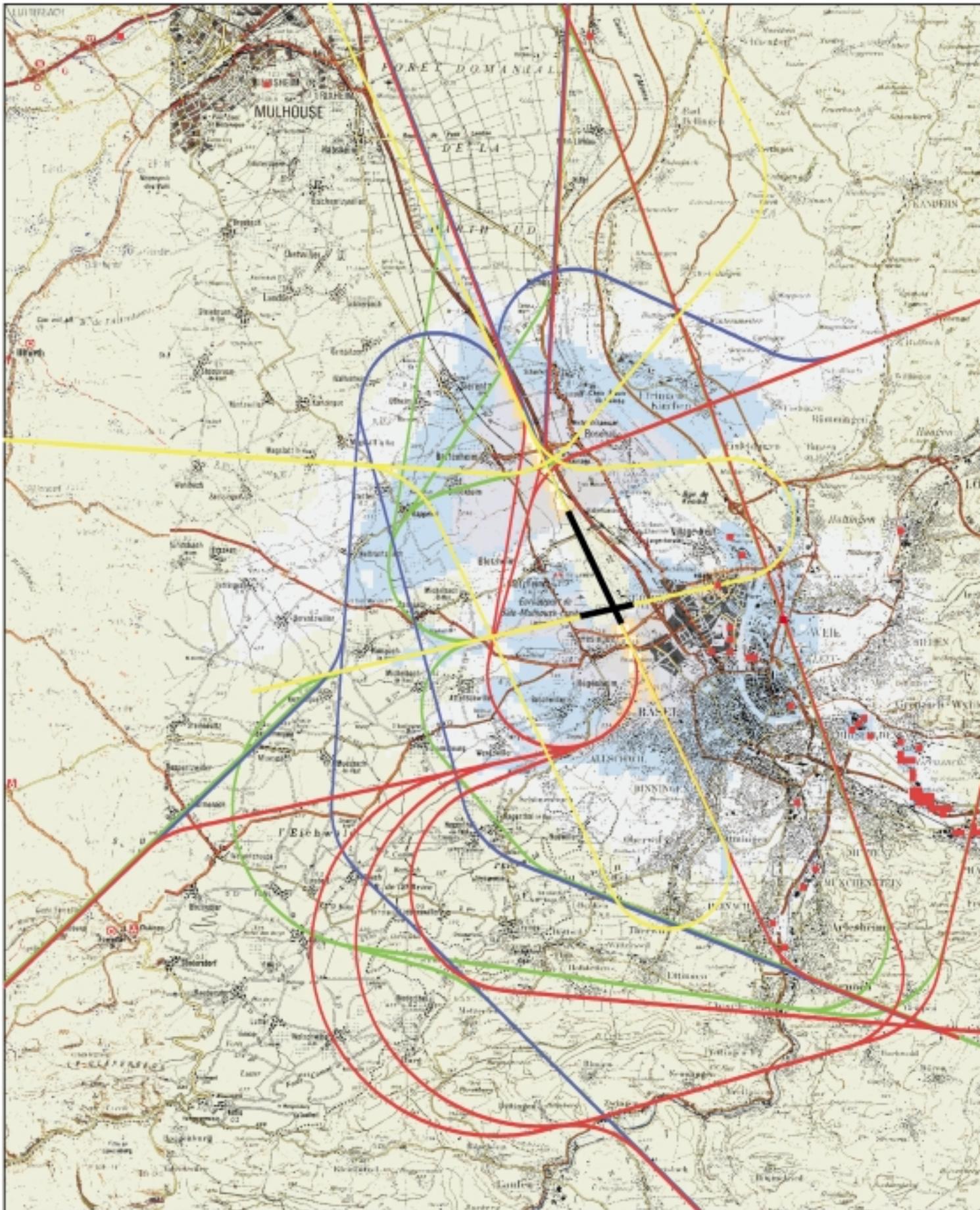
Das Gruppenrisiko wird üblicherweise in Form von Häufigkeitsdiagrammen dargestellt. Aus solchen Diagrammen lässt sich ablesen, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass bei einem Flugzeugabsturz mehr als eine bestimmte Anzahl an Personen (n) zu Tode kommt. Die im folgenden Diagramm dargestellten Ergebnisse beziehen sich dabei global auf die gesamte untersuchte Umgebung des EuroAirport. Eine geographische Zuordnung der Ergebnisse ist bei der Berechnung eines Gruppenrisikos im Gegensatz zum Einzelrisiko generell nicht möglich.



Ein Wert von 1:5'000 für einen bestimmten Ort kann vereinfacht so interpretiert werden, dass ein theoretisch ununterbrochener Aufenthalt an diesem Ort von 5'000 Jahren (jeweils während der sechs verkehrsreichsten Monate) erforderlich ist, um an den Folgen eines Flugzeugunglücks zu sterben.

Derartige statistische Ergebnisse können jedoch keine Aussage darüber liefern, wann innerhalb dieses Zeitraumes das Ereignis tatsächlich eintritt.

Das grün eingezeichnete Beispiel erläutert das Diagramm: Für 3'000 Einwohner ($N = 3'000$) beträgt im Prognoseszenario (blaue Linie) die Wahrscheinlichkeit etwas weniger als $2 \text{ mal } 10^{-6}$ (1×10^{-6} wird im Diagramm als $F = 1,00E-06$ bezeichnet); anders ausgedrückt ist diese Wahrscheinlichkeit 1:500'000. Dieser Wert von 1:500'000 kann vereinfacht so interpretiert werden, dass dieses Ereignis einmal in 250'000 Jahren (da jeweils die sechs verkehrsreichsten Monate betrachtet wurden) zu erwarten ist.





Legende

An- und Abflugrouten

- Anflugrouten alle Richtungen
- Abflugrouten Richtung 16
- Abflugrouten Richtung 34
- Abflugrouten Richtung 26

Gefährdende Anlagen

- Anlage entsprechend SEVESO III

Externe Risikowerte

- $< 10^{-5}$
- 10^{-4} bis 10^{-5}
- 10^{-3} bis 10^{-4}
- 10^{-2} bis 10^{-3}
- 10^{-1} bis 10^{-2}
- $> 10^{-1}$



Entsprechender
Vergleichswert

Gutachten Risikoanalyse Flughafen Basel-Mülhausen	Maßstab 1:50.000
Verfasser  <small>Gesellschaft für Luftverkehrstechnologie Saarstraße 16-18 68161 Mannheim</small>	Datum 16.03.2001
Planinhalt Externe Risikowerte Prognosezenario 2018	Plannummer

Das Diagramm zeigt das Gruppenrisiko in der gesamten untersuchten Umgebung des EuroAirport sowohl für das Referenzszenario als auch für das Prognoseszenario. Dabei ist zu beachten, dass die Achsen des Diagramms logarithmisch skaliert wurden. Zwischen den angegebenen Werten der Einwohner (N) und des Risikos (F) liegt daher jeweils der Faktor 10. Im Ergebnis ergibt sich eine durchschnittliche Steigerung des Gruppenrisikos im Prognoseszenario gegenüber dem Referenzszenario bei gegebener Anzahl von n Personen um ca. 34%. Für beide Szenarien wurden – wie bereits ausgeführt – konstante Randbedingungen (u.a. unverändertes Pistensystem mit unveränderter Luftraumstruktur und räumlicher Verkehrsverteilung sowie – für die Analyse des Gruppenrisikos wesentlich – einer nicht veränderten Siedlungs- und Industriestruktur) angenommen. Aus diesem Grund wird die Veränderung des Gruppenrisikos einzig durch das unterstellte höhere Verkehrsaufkommen im Prognoseszenario verursacht.

Auch ist ein direkter Vergleich mit den Gruppenrisiken, wie sie beispielsweise in Sicherheitsberichten für Industrieanlagen dargestellt werden, nicht vorbehaltlos zulässig, da aufgrund der unterschiedlichen Auswirkungen von Luftfahrzeugunfällen auf die Umwelt bei den hier vorgestellten Zahlen von „worst case“ Annahmen ausgegangen werden muss: So wird unterstellt, dass sämtliche Personen, die sich in dem jeweiligen Betroffenheitsgebiet aufhalten, zu Tode kommen. Dies ist bei Sicherheitsuntersuchungen von Industrieanlagen nicht der Fall. Die im folgenden Diagramm dargestellten Risiken liegen daher tendenziell höher als beispielsweise jene, die durch den Betrieb von gefährdenden Industrieanlagen resultieren.

Massgeblich beeinflusst werden die Ergebnisse durch die sicherheitsrelevanten Anlagen im Osten des Flughafens, da sich diese zum Teil in der Nachbarschaft von Wohngebieten befinden.

Gefahrguttransport

Durch den Transport von Gefahrgütern kann kein Einfluss auf die Gefährdung von Anwohnern abgeleitet werden. Die Unfalldatenbanken zeigen keine erweiterten Risikopotentiale für Fracht gegenüber Passagierverkehr. Frachtflüge und damit auch der Transport von Gefahrgütern durch in Europa operierende Gesellschaften besitzen in etwa die gleiche Unfallwahrscheinlichkeit wie Passagierflüge. Aufgrund des extrem seltenen Vorkommens derartiger Unfälle lassen sich erhöhte Risikopotentiale für Gefahrguttransporte nicht nachweisen.

Massnahmenvorschläge

In der Risikoanalyse sind verschiedene risikomindernde Massnahmen vorgeschlagen worden. Diese Vorschläge sind zunächst rein qualitativer Art. Es bleibt einer späteren Quantifizierung dieser Massnahmen vorbehalten, Aussagen über die konkrete Wirksamkeit zu schaffen. Die vorgeschlagenen Massnahmen beziehen

sich alleine auf die Ergebnisse der Risikoanalyse. Vor einer möglichen Umsetzung sind auch andere Faktoren wie beispielsweise die Lärmsituation mitzuberücksichtigen. Die folgenden Massnahmen basieren darauf, dass in der Risikoanalyse für das Prognose-szenario eine Verkehrssteigerung bei sonst gleichen Rahmenbedingungen (z.B. unverändertes Pistensystem mit unveränderter Luftraumstruktur und räumlicher Verkehrsverteilung) zugrundegelegt wurde.

- Aus dem derzeitigen Pistennutzungskonzept resultiert eine starke Nutzung der Nord/Süd-Piste des Flughafen Basel-Mülhausen für Abflüge in südliche Richtung und damit über dicht besiedeltes Gebiet (Hégenheim, Allschwil, Basel-Stadt, Binningen etc.). Eine intensivere Nutzung der Ost/West-Querpiste könnte (auch aufgrund der Verlängerung) den Betriebsablauf optimieren und ist daher aus der Sicht der Flugsicherheit als günstig zu beurteilen.
- Derzeit werden östlich vom Flughafen gelegene sicherheitsrelevante Anlagen bei Anflügen aus östlicher Richtung in geringer Entfernung überflogen. In diesem Zusammenhang könnten Optionen für eine geänderte Anflugführung untersucht werden. Starts in Richtung Osten sind aus dieser Sicht ebenfalls unvorteilhaft.
- Bereits heute liegt eine vollständige Auslastung des Pistensystems zu Verkehrsspitzenzeiten vor. Um ein weiteres Anwachsen von Flugbewegungen zu stark nachgefragten Tageszeiten zu unterbinden, sind koordinierende Massnahmen sinnvoll. Eine Möglichkeit hierzu stellen Slotzuweisungen dar. Dies bedeutet in der Praxis, dass die Flugzeuge nur zu ganz bestimmten, europaweit koordinierten Zeiten („slots“) starten dürfen. Die punktuellen Nachfragen zu den Spitzenzeiten werden sich ohne Eingriff von aussen mit Sicherheit verstärken.
- Erfahrungen an anderen Flughäfen belegen, dass der Einsatz von elektronischen Koordinationssystemen für den An- und Abflugbereich als Assistenzsystem den Fluglotsen hilft, Verkehrsflüsse zu optimieren (vgl. System TACO am Flughafen Zürich). Ausserdem könnte am EuroAirport der Einsatz spezieller Radartechnik zur Verringerung der Mindeststaffelung geprüft werden, da sich hierdurch die nutzbare Luftraumkapazität und damit das zur Verfügung stehende Sicherheitspotential erhöhen lassen.
- Am Flughafen Basel-Mülhausen ist die Installation eines Instrumentenlandesystem (ILS) für den Anflug aus Süden auf die Hauptpiste geplant. **Dieses Anflugverfahren sollte nur als Ergänzung zu Anflügen aus Norden bei zwingenden meteorologischen Gegebenheiten Anwendung finden und nicht zu vermehrten Überflügen der südlich des Flughafens gelegenen Gebiete führen. Unter dieser Voraussetzung ist eine derartige Einrichtung als wertvoller Beitrag zur Verkehrssicherheit bei ungünstigen Witterungsbedingungen einzustufen.**

Slotzuweisungen können den Verkehr zeitlich entzerren; hierdurch kann die Wahrscheinlichkeit kritischer Annäherungen reduziert werden.

Spezielle computergestützte Koordinations- und Radarsysteme können den Verkehr präziser erfassen.

Fazit

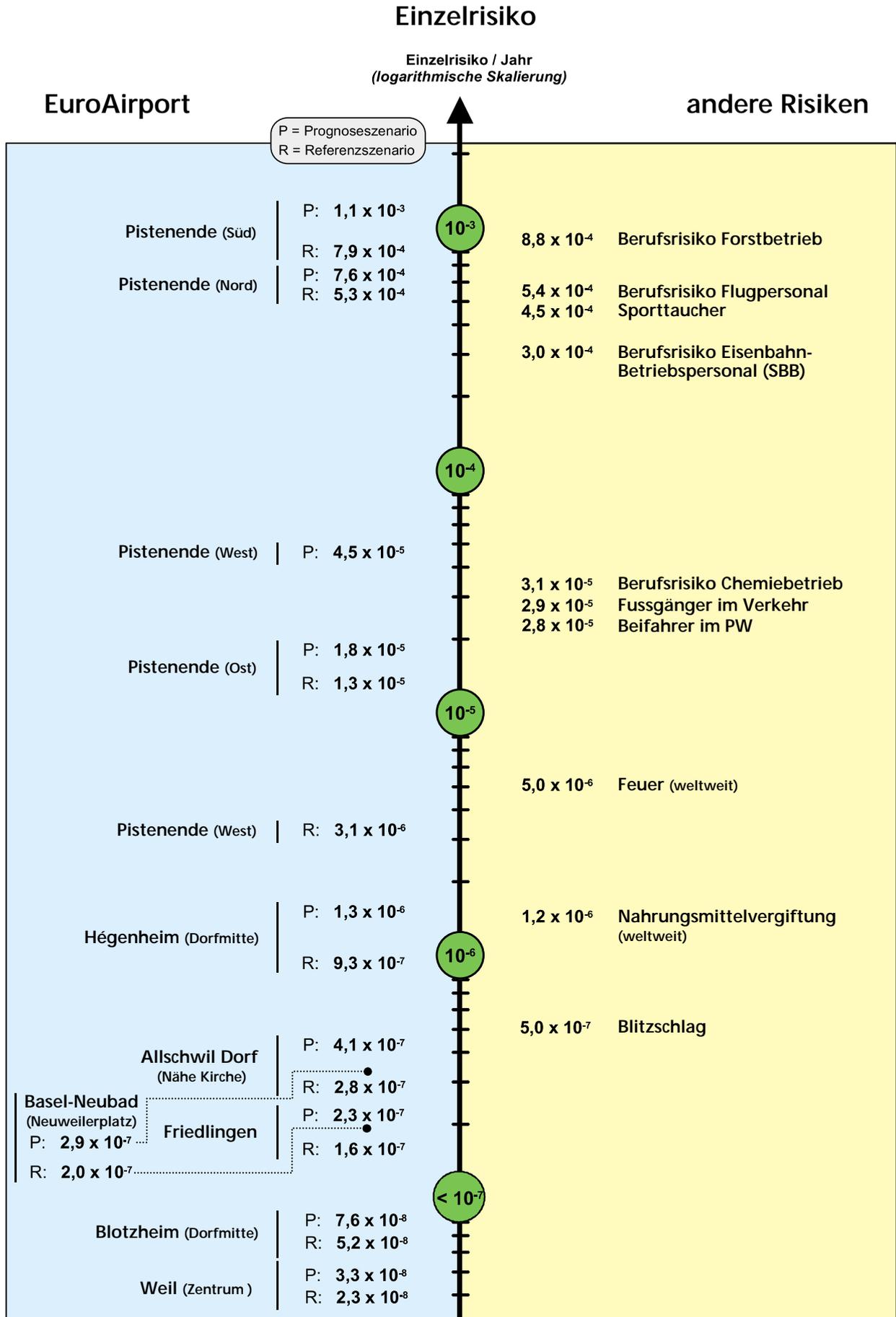
Die vorangehend dargestellten Ergebnisse der Risikoanalyse am Flughafen Basel-Mülhausen zeigen insgesamt auf, dass am EuroAirport aufgrund der unterstellten Szenarien und untersuchten Risiken eine sichere Situation gegeben ist.

Grundsätzlich wird der heutige Flugverkehr am EuroAirport sicher abgewickelt. Wie sich im Vergleich der LOS-Werte von Prognose- und Referenzszenario zeigt, kann auch ein künftig grösseres Verkehrsaufkommen – angenommen wurde eine Verkehrssteigerung bis 2010 von 45% – in einem sicheren Rahmen abgewickelt werden. Es werden jedoch Massnahmen notwendig, um zu erwartende Kapazitätsengpässe bewältigen zu können. Die vorgeschlagenen Verfahren zur effizienteren Flugführung und zur Verkehrsgestaltung in den Spitzenzeiten bilden hierzu geeignete Ansätze.

Auch die Ergebnisse zum Einzelrisiko zeigen ein insgesamt problemloses Bild. Die Verteilung und die Grössenordnung der Risikowerte entsprechen dabei der Situation an anderen europäischen Flughäfen mit ähnlicher Dimension wie der EuroAirport. Die Wahrscheinlichkeit, als einzelne Anwohnerin oder als einzelner Anwohner durch einen Flugzeugabsturz ums Leben zu kommen, ist mit Werten von circa 1:25'000 ($= 4 \times 10^{-5}$) bis 1:5'000 ($= 2 \times 10^{-4}$) selbst in den pistennächsten Siedlungsbereichen nicht höher als die Wahrscheinlichkeit, bei der Ausübung etwa eines Lokführerberufs zu Tode zu kommen (siehe folgende Abbildung; jeweils schweizerische Werte). Das Einzelrisiko für Tätigkeiten im Forstbetrieb ist sogar nochmals deutlich höher. Dies gilt sowohl für das Referenz- als auch für das Prognoseszenario. Anzumerken ist allerdings, dass ein berufliches Risiko i.d.R. freiwillig, das Flugunfallrisiko hingegen unfreiwillig getragen wird. Auch der weitere Vergleich zeigt, wiederum sowohl für Referenz- als auch Prognoseszenario, dass die ermittelte Risikoexposition der Bevölkerung durch Flugunfälle im Nahbereich des Flughafens in der Grössenordnung von allgemeinen Risiken (z.B. Tod im Strassenverkehr oder durch Blitzschlag) liegt, denen der Mensch täglich ausgesetzt ist beziehungsweise denen er sich täglich aussetzt. Bezogen auf das Referenzszenario liegt das Einzelrisiko in den bewohnten Gebieten um den Flughafen im ungünstigen Fall bei 1:5'000. Der grösste Teil der Bevölkerung ist je nach Lage zum Pistensystem von Risikowerten im Bereich zwischen 1:10'000'000 bis 1:100'000 betroffen. Das Einzelrisiko im Prognoseszenario liegt etwas höher. Bei der Beurteilung dieser Ergebnisse der Risikoanalyse ist im übrigen festzuhalten, dass im Prognoseszenario keinerlei Annahmen über sicherheitssteigernde Entwicklungen im Bereich der Flugführung oder der Flugzeugtechnik getroffen worden sind.

Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Darstellung des Gruppenrisikos. Bei der angenommenen Verkehrszunahme von 45% bis zum Jahre 2010 ergibt sich im Prognoseszenario bei einer gegebenen Anzahl von betroffenen Personen (n) ein um rund 34% höheres Risiko als im Referenzszenario. Das Gruppenrisiko nimmt damit weniger

Das heisst, dass ein Todesfall infolge eines Flugzeugabsturzes (bei theoretisch ununterbrochenem Aufenthalt in diesen Bereichen während der sechs verkehrsreichsten Monate am EuroAirport) einmal in 5'000 bis 25'000 Jahren zu erwarten ist.



stark zu als das Flugverkehrsaufkommen. Im Vergleich zu anderen Gruppenrisiken, z.B. im Zusammenhang mit der Gefährdung durch Chemieanlagen, zeigen die beiden Gruppenrisikokurven, die hier global für den gesamten Untersuchungsbereich um den EuroAirport berechnet wurden, deutlich höhere Risikowerte. Das heisst, dass ein Unfall mit einer Anzahl von bspw. 100 Toten im Falle des Flugverkehrs wahrscheinlicher ist als im Fall eines Industrieunfalls. Derartige Vergleiche von Gruppenrisiken sind allerdings nur mit besonderer Sorgfalt zulässig. So gilt es zum einem, die jeweiligen Zeitbezüge zu beachten. Im Rahmen der Risikoanalyse wurde etwa, wie vorne ausgeführt, im Sinne der worst-case-Betrachtung das Verkehrsaufkommen der sechs verkehrsreichsten Monate des Jahres als repräsentativ unterstellt und nicht der Verkehr im Jahresdurchschnitt. Zum anderen sind die besonderen Eigenschaften der zu vergleichenden Katastrophen zu berücksichtigen: so wird ein Luftverkehrsunfall vorrangig Passagiere und Besatzung eines Luftfahrzeuges betreffen, wohingegen z.B. durch eine Betriebsstörung in einer Anlage der chemischen Industrie oder in einem Kernkraftwerk vor allem die umliegende Bevölkerung gefährdet wird.

Wesentlich ist ausserdem die Berücksichtigung der verwendeten statistischen Grundlagen und Modelle. So wird im Rahmen der Risikoanalyse durch Abstützung auf gut erfasste, historische Flugunfalldaten eine hohe Verlässlichkeit der Ergebnisse erzielt. Solche Grundlagen liegen für andere Katastrophenfälle vielfach nicht vor.

Vor diesem Hintergrund weisen die Ergebnisse der Risikoanalyse auf verschiedene Ansatzpunkte hin, an denen eine Entlastung der beobachtbaren Kapazitätsengpässe und eine weitere Verbesserung der punktuell vorhandenen sicherheitskritischen Situationen möglich wird. Dies betrifft etwa die bessere Ausnützung von Pisten- und Luftraumkapazität durch organisatorische und technische Massnahmen zur Unterstützung der Flugführung oder die mögliche Variation von An- und Abflugwegen, bei der die Bevölkerungsdichte und die Industrieschwerpunkte in der Umgebung des Flughafens Berücksichtigung finden.

Diese Massnahmenvorschläge werden nun im trinationalen Rahmen zusammen mit den zuständigen Flugsicherungsorganen sowie auf politischer Ebene weiter zu präzisieren sein. Vor einer Umsetzung ist ihre Wirksamkeit als Entscheidungsgrundlage zu quantifizieren. Daneben werden bei einer möglichen Umsetzung auch weitere Gesichtspunkte wie beispielsweise die Fluglärmbelastung und Fluglärmverteilung zu berücksichtigen sein.

Basel, Colmar, Freiburg

Juni 2001