

Fluglärm- Entlastungskonzept Raunheim (FER)

Erläuterungsbericht

Magistrat der
Stadt Raunheim



GPM
Büro für Geoinformatik, Umweltplanung, neue Medien
Stiftstraße 17
D-61476 Kronberg

Kronberg/Mainz, Oktober 2002

bearbeitet von

THOMAS HASSELBECK
CHRISTIAN KEIL
DR. ANDREAS MICZAIKA
SABINE SWOBODA
JOHANNES WOLF

INHALT

1	VORBEMERKUNG	5
2	AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	7
3	VORGEHENSWEISE UND DATENGRUNDLAGEN	8
3.1	Lärmmessdaten	9
3.1.1	Rohdatensätze der Einzelschallregistrierungen an den Messpunkten 05 und 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	9
3.1.2	Lärmdaten der deBAKOM-Messkampagne vom 18.7.2001 – 6.9.2001	12
3.1.3	Monatliche / Jährliche Berichte der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	13
3.2	Wetterdaten.....	15
3.2.1	Stundengemittelte Winddaten am Messpunkt Flughafen Frankf. des DWD	16
3.2.2	METAR Wetterberichte	16
3.2.3	Monatliche Witterungsberichte des DWD	17
4	DIE STADT RAUNHEIM	18
5	DER FLUGHAFEN FRANKFURT	23
5.1	Die Entwicklung des Flugbetriebs bis heute	23
5.2	Die Fluglärmüberwachungsanlage.....	25
6	FLUGLÄRMBELASTUNG IN RAUNHEIM	27
6.1	Die Entwicklung bis heute auf der Basis der UM-Berichte (Fraport AG).....	27
6.2	Auswertung der Einzelschallereignisse 1998 und 1999 (Fraport AG)	31
6.2.1	Meteorologische Grundüberlegungen.....	37
6.2.2	Einzelschallereignisse 1998.....	41
6.2.2.1	Meteorologische Situation.....	43
6.2.2.2	Einzelschallereignisse am Tag	44
6.2.2.3	Einzelschallereignisse in der Nacht	49
6.2.3	Einzelschallereignisse 1999.....	53
6.2.3.1	Meteorologische Situation.....	55
6.2.3.2	Einzelschallereignisse am Tag	55

6.2.3.3	Einzelerschallereignisse in der Nacht	59
6.3	Ergebnisse der Lärmmessungen 2001 (DEBAKOM).....	61
6.3.1.1	Meteorologische Situation.....	63
6.3.1.2	Einzelerschallereignisse am Tag	64
6.3.1.3	Einzelerschallereignisse in der Nacht	66
6.4	Vergleich Raunheims mit anderen Kommunen.....	68
7 AERONAUTISCHE KOMPONENTEN DES FLUGBETRIEBS		71
7.1	Endanflug.....	71
7.1.1	Einleitung	71
7.1.2	Das Instrumentenlandesystem.....	72
7.1.3	Das Instrumentenlandeverfahren.....	74
7.2	An- und Abflugwinkel	77
7.3	Rückenwindkomponente.....	77
7.4	Landebahnlängen/Landeschwellen	79
8 FLUGLÄRMMENTLASTUNGSPOTENTIALE		82
8.1	Rückenwindkomponente.....	82
8.1.1	RWK-Regelungen an anderen Verkehrsflughäfen.....	82
8.1.2	Basisüberlegungen und Basisdaten zur RWK in EDDF.....	85
8.1.3	Ergebnis der Datenauswertung.....	87
8.1.4	Auswirkungen im weiteren Flughafenumfeld	93
8.2	An- und Abflugwinkel	94
8.2.1	Basisüberlegungen und Basisdaten	94
8.2.2	Ergebnis der Datenauswertung.....	95
8.2.3	Auswirkungen im weiteren Flughafenumfeld	98
8.3	Endanflug.....	98
8.3.1	Basisüberlegungen und Basisdaten	98
8.3.2	Ergebnis der Quellenauswertung.....	100
8.3.3	Überlegungen im weiteren Flughafenumfeld	100
8.4	Landebahnlängen/Landeschwellen	101
8.4.1	Basisüberlegungen und Basisdaten	101
8.4.2	Ergebnis der Datenauswertung.....	101
8.4.3	Auswirkungen im weiteren Flughafenumfeld	103
8.5	Nutzung Startbahn West als Landebahn	104
8.5.1	Basisüberlegungen und Basisdaten	104

8.5.2 Ergebnis 104
 8.5.3 Auswirkungen im weiteren Flughafenumfeld 106
 8.6 Summarische Betrachtung des Entlastungspotentials 108

9 VERFAHRENSRECHTLICHER REGELUNGSBEDARF BZW. –MÖGLICHKEITEN ... 111

10 QUELLEN..... 114

11 ABBILDUNGSVERZEICHNIS..... 115

12 KARTENVERZEICHNIS..... 119

13 TABELLENVERZEICHNIS 119

14 GLOSSAR..... 120

1 VORBEMERKUNGEN

Niemand bestreitet, dass die Stadt Raunheim die am stärksten von Fluglärm betroffene Kommune in der Bundesrepublik Deutschland ist, denn nirgendwo sonst ist das gesamte Stadtgebiet solch extremen Lärmereignissen ausgesetzt. Was das im Alltag bedeutet, können tatsächlich nur die beurteilen, die unmittelbar unter den Anflugkorridoren leben und arbeiten. Diese Situation muss nicht mehr bewiesen werden. Zwar gibt es in Raunheim auch noch andere Lärmquellen (Autobahn, Bahnlinie), diese treten aber hinsichtlich ihrer Bedeutsamkeit für die Einschränkung der Lebensqualität deutlich gegenüber der Fluglärmbelastung zurück.

Um für den Außenstehenden die beispiellose Fluglärmsituation glaubhaft und nachvollziehbar zu dokumentieren, sind Zahlen notwendig und Graphiken, die diese Zahlen zu verstehen helfen. Dies ist ein Teil der Aufgabe dieser Arbeit.

Dass es sicherlich kein leichtes Unterfangen ist, 460.000 Flugbewegungen sicher und reibungslos an einem einzigen Flughafen abzuwickeln, ist ebenfalls unbestritten und kann letztlich nur von den Experten der Luftfahrt in seiner ganzen Komplexität beurteilt werden. Doch auch in diesem Fall ist oftmals der Blick über den Zaun und die Auswertung von Zahlen und Fakten hilfreich, um sich einen Eindruck zu verschaffen, wie solche Systeme funktionieren, auf welchen Eckwerten sie basieren und welchen Grad an Effizienz sie erreichen. Sich dem zu nähern, ist ein anderer Teil der Aufgabe dieser Arbeit.

Dass sich bei diesen Recherchen Fragen ergeben ist einleuchtend. Für diese Fragen dann auch Antworten anzubieten, ist der konzeptionelle Teil dieser Arbeit. Dabei sind sich die Autoren durchaus der Tatsache bewusst, dass es zum einen zu bestimmten Fragen mehrere Antwortmöglichkeiten gibt und dass zum anderen nahezu alle hier aufgeworfenen Fragen bereits (oftmals mehrfach) an anderer Stelle diskutiert und beantwortet wurden. Vor dem Hintergrund von heute ca. 13.500 extrem von Fluglärm belasteten Menschen in Raunheim ist es dennoch notwendig, alle Möglichkeiten im Zweifelsfall auch erneut und mehrmals in Augenschein zu nehmen, die - und sei es nur in geringem Maße - geeignet erscheinen, zur Reduzierung der durch den Flugbetrieb bedingten Belastungen in Raunheim beizutragen.

Abbildung 1 a u. b: Landeanflug bei BR 07 aus der Ortsmitte von Raunheim heraus fotografiert.



2 AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG

Die konkrete Aufgabenstellung wurde vom Bürgermeister der Stadt Raunheim formuliert, um neben technischen auch politische Aspekte angemessen berücksichtigen zu können. Hierzu gehört insbesondere die Frage der Zulässigkeit von Verteilung von Fluglärm in der Region. Weiterhin hatte sich die vorliegende Untersuchung ausschließlich auf den Ist-Zustand mit der heutigen Bahnenkonstellation zu beziehen. Die Ausbauplanungen sind folglich nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Es ist jedoch auf der Basis der bisher bekannten Datenlage bezogen auf die Lärmsituation nach dem Bau einer Landebahn Nord-West sicher anzunehmen, dass sich die Fluglärmbelastung insbesondere in der Stadtmitte sowie den südlichen Stadtteilen noch weiter verschärfen würde.

Im Wesentlichen waren zwei Teilbereiche einer konkreten, detaillierten und auf Raunheim fokussierten Betrachtung zu unterziehen:

- a) **Visualisierung der durch den Flugbetrieb hervorgerufenen Belastungen auf der Basis bereits vorliegenden Datenmaterials.**
- b) **Analyse des Fluggeschehens und darauf aufbauend die Konzeption von Entlastungsmöglichkeiten.**

Zur Darstellung der Belastungssituation sollten soviel als möglich Messdaten und Berechnungen, die vor allem in der jüngeren Vergangenheit für das Gebiet von Raunheim vorgelegt wurden, zusammengetragen, ausgewertet und graphisch bzw. und kartographisch dargestellt werden.

Erstmals konnten in diesem Zusammenhang auch die an den beiden Raunheimer Messpunkten von der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG aufgezeichneten Rohdaten über einen Zeitraum von zwei Jahren in die Auswertung mit einbezogen werden. Diese Daten wurden der Stadt Raunheim zu diesem Zwecke dankenswerterweise von der Fraport AG überlassen.

Auch die Analyse des Fluggeschehens basiert im Wesentlichen auf Datenauswertungen. Da die beispielsweise die Wahl der Betriebsrichtung vom Wetter abhängig ist, wurden dementsprechend der Großteil der relevanten Wetterdaten ausgewertet. Darüber hinaus sollten dann aber auch nationale und internationale Regelwerke, die Handbücher der Piloten und Flugleiter und natürlich die Regelungen und Vorgehensweisen an vergleichbaren zivilen Großflughäfen in die Analyse miteinbezogen werden.

Am Ende der Recherchen und Analysen sollte eine Sammlung von sich aufdrängenden Vorschlägen erarbeitet werden, die in erster Linie folgenden Kriterien zu genügen haben:

1. Sie sollten unter flugsicherungstechnischen und verfahrensrechtlichen Gesichtspunkten und gemäß den anerkannten Regeln der Luftfahrt realisierbar sein und
2. nicht zu wesentlichen Mehrbelastungen anderer Kommunen führen. Anders ausgedrückt sollten Lösungsvorschläge zu möglichen Umverteilungen von Flugbewegungen, die in anderen Gebieten auch nur näherungsweise zu Belastungszuständen vergleichbar denen in Raunheim führen würden, von Anfang an nicht weiter untersucht werden.

3 VORGEHENSWEISE UND DATENGRUNDLAGEN

Zunächst soll hier ein Überblick über das Datenmaterial gegeben werden, das der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegt. Wegen der Fülle der verschiedenen Datensätze ist eine Unterteilung in

- Lärmmessdaten und
- Wetterdaten

sinnvoll. Unter die **Lärmessdaten** fallen

1. die ausführlichen Rohdatensätze der Einzelschallmessungen der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG an den beiden Raunheimer Messpunkten 05 (Raunheim, Opelbrücke) und 06 (Raunheim, Uhlandstraße) der Jahre 1998 und 1999 sowie
2. die Registrierungen der durch Fluglärm verursachten Einzelschallereignisse während der Lärmesskampagne vom 18.7.2001 – 6.9.2001 an zwei temporär errichteten Messstellen (Thomas-Mann-Straße und Niddastraße) in Raunheim durch die deBAKOM GmbH. Diese Daten lagen in digitaler Form vor.
3. Außerdem wurden in die Auswertung die monatlichen (Juli 2001 bis September 2001) und jährlichen (1981 bis 2001) Fluglärmberichte der Fraport AG miteinbezogen, welche in kumulierter Form die Anzahl der Einzelschallereignisse verschiedener Lärmklassen auflisten, die bei der Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels L_{eq} (4) Berücksichtigung finden. Diese Datensätze wurden als Hardcopy ausgewertet.

Wetteraufzeichnungen wurden

1. in der Form von Aufzeichnungen der rel. Luftfeuchtigkeit, Bodentemperatur sowie bodennaher Windgeschwindigkeit und -richtung an den beiden Raunheimer Messpunkten der Fluglärmüberwachungsanlage für 1998 und 1999 berücksichtigt.
2. Da die meteorologischen Daten an den Lärmesspunkten der Fraport AG zeitgleich mit jedem gemessenen Einzelschallereignis registriert werden, werden diese Daten im Abschnitt über die Lärmessdaten mit erläutert.
3. Zusätzlich wurden für die Zeiträume der ausführlichen Einzelschallmessungen die stündlich gemittelten Windwerte des Messpunkts Frankfurt Flughafen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) zur Auswertung herangezogen. Alle diese Daten wurden in digitaler Form ausgewertet.
4. Für die klimastatistischen Untersuchungen zu den Großwetterlagen in den Berichtszeiträumen dienen die *Monatlichen Witterungsberichte* des DWD, die in schriftlicher Form vorlagen.

Die umfangreiche Datengrundlage ermöglichte eine detaillierte Untersuchung des Ist-Zustandes der Lärmbelastung der Gemeinde Raunheim durch Fluglärm. Neben der Dokumentation des täglichen und nächtlichen Auftretens von Einzelschallereignissen unterschiedlicher Lärmklassen konnte insbesondere Qualität und Quantität der Einzelschallereignisse in Abhängigkeit von den unterschiedlichen Flugzeugtypen und Betriebsrichtungen

ausführlich dargestellt werden. Die Korrelation mit den Großwetterdaten ermöglichte zudem eine genaue Abgrenzung der für Raunheim im Sinne erhöhter Belastung ‚kritischer‘ Wettersituationen. Durch den Vergleich der durch identische Flugereignisse hervorgerufenen Einzelschallereignisse an den beiden Raunheimer Messpunkten konnte zudem eine Differenzierung bezüglich der Lärmbelastung in den verschiedenen Teilen Raunheims vorgenommen werden.

Die Untersuchung der Datensätze wurde mit LINUX-Scripten (perl, awk) durchgeführt, die Darstellung im vorliegenden Bericht erfolgt mit Microsoft Excel.

3.1 Lärmessdaten

3.1.1 Rohdatensätze der Einzelschallregistrierungen an den Messpunkten 05 und 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

Das Kernstück der Auswertung bilden die Rohdatensätze der Einzelschallereignismessungen an den Messpunkten 05 (Raunheim, Opelbrücke) und 06 (Raunheim, Umlandstraße) der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG, die jeweils für die Jahre 1998 und 1999 in digitaler Form zur Auswertung vorlagen. Jede dieser Dateien enthält jeweils zwischen rd. 22.000 und 62.000 Datensätze (s. Tabelle 4 weiter unten).

Jeder einzelne Datensatz entspricht einem an dem jeweiligen Messpunkt registrierten Einzelschallereignis. Zur Erläuterung der enthaltenen Informationen ist in Abbildung 2 ein Ausschnitt aus der Messreihe des Jahres 1999 am Messpunkt 06 wiedergegeben. Der Aufbau dieser Datensätze soll im Folgenden kurz erläutert werden.

DATUM	UTC	MP	LASmax [dB (A)]	TYPE	A	RWY	DF	H	T	V	D
12.08.99	15:43	06	82	B744	3	07R	07	3	8	4	9
12.08.99	15:46	06	76	B735	3	07R	07	3	8	5	9
12.08.99	15:48	06	72	A310	3	07L	07	3	8	5	9
12.08.99	15:49	06	77					3	8	5	9
12.08.99	15:51	06	71	B752	3	07L	07	3	8	5	9
12.08.99	15:52	06	82	B744	3	07R	07	3	8	3	1
12.08.99	15:55	06	75	T154	3	07L	07	3	8	3	1

Abbildung 2: Beispiel für Rohdatensätze der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG , MP06, 1999 (Quelle: Fraport AG, 1999)

Nach Datum und Uhrzeit (in UTC, entsprechend Mitteleuropäische Zeit (Sommerzeit) abzüglich einer Stunde (zwei Stunden) sowie dem jeweiligen Messpunkt enthalten diese Datensätze Information über den Maximalschallpegel des Einzelschallereignisses (Spalte 4, LASmax [dB (A)]) sowie den Flugzeugtyp (Spalte 5, TYPE). Die Ziffer in Spalte 6 ist eine Klassifikation des Fliegers in enger Anlehnung an die Lärmklassifikation der ICAO, Annex 16, Band 1. Die auftretenden Ziffern sind in untenstehender Tabelle 1 erläutert. Die Strahl-

flugzeuge, zertifiziert nach ICAO, Ann. 16, Bd.1, Kap. 2, zählen zu den lauten Flugzeugtypen. Seit 01. April 2002 dürfen innerhalb der EU keine Kapitel-2-Flugzeuge mehr eingesetzt werden. Die nichtzertifizierten Flugzeuge sind zumeist Militärflugzeuge.

Die 7. Spalte, RWY, gibt Aufschluss über die Betriebsrichtung und die jeweilige Bahn, die bei der mit dem Einzelschallereignis verknüpften Flugbewegung genutzt wurde. Für alle westlichen Flughafenanliegergemeinden (also auch für Raunheim) bedeutet Betriebsrichtung 07 Lärmbelastigung bei Landungen, BR 25 Lärmbelastigung bei Starts. Die Zusatzinformation R und L (rechts oder links in Flugrichtung) gibt Aufschluss über die benutzte Lande- bzw. Startbahn: 07R (07L) bedeutet also Landung auf der Süd-(Nord)bahn, 25R (25L) Start von der Nord-(Süd)bahn.

1	2	3	5	6	8
nicht-zertifizierte Flieger	Strahlflugzeuge, zertif. vor dem 6.10.77 (Kapitel 2, ICAO)	Strahlflugzeuge, zertif. ab dem 6.10.77 (Kapitel 3, ICAO)	Propellerflugzeuge, Gewicht < 5,7 Mto	Propellerflugzeuge, Gewicht > 5,7 Mto	Helikopter

Tabelle 1: Schlüssel zur Flugzeugklassifikation (vgl. Abb. 2, Spalte 6, A)

Unter dem Eintrag DF ist die weitere Flugroute gemäß einer von der Fraport AG verwandten Codierung erläutert (vgl. die folgende Tabelle 2 und Abbildung 2). Die Abflugroute 10 ist in Abb. 3 TABUM gekennzeichnet, die Abflugroute 50, RID ist zunächst mit 25-KNG identisch, dann erfolgt ein Einschwenken auf die Route in gerader Verlängerung der 18 West. Da die Belastung durch Fluglärm für Raunheim bei Starts Richtung Norden am höchsten ist, diese aber auch bei Betriebsrichtung 25 L auftreten, wurden die Auswertungen bei Betriebsrichtung 25 i.a. nach Flugrouten unterschieden vorgenommen.

7	10	30	50	70
Anflug auf Parallelbahnsystem (07- Betrieb)	Abflug bei BR 25 Richtung Norden (TABUM)	Abflug bei BR 25 Richtung Westen (KIR)	Abflug bei BR 25 Richtung Süden (RID)	Abflug bei BR 25 Richtung Südosten (KNG)

Tabelle 2: Flugroutenkennung (Erläuterung zu Spalte DF in Abbildung 2)

Die Spalten 9-12 (überschrieben H, T, V, D) enthalten die an dem jeweiligen Messpunkt registrierten meteorologischen Messgrößen rel. Feuchte, Bodentemperatur, bodennahe Windgeschwindigkeit und Windrichtung in diskreter Darstellung (s. Tab. 3).

	H relative Luftfeuchte (%)	T Temperatur (°C)	V Windgeschwindigkeit (Knoten)	D Windrichtung (°)
1	< 20	< -10	0 - 2,4	0 - 39
2	20 - 29	-10 - -6	2,5 - 4,9	40 - 79
3	30 - 39	-5 - -1	5,0 - 7,4	80 - 119
4	40 - 49	0 - 4	7,5 - 9,9	120 - 159
5	50 - 59	5 - 9	10,0 - 12,4	160 - 199
6	60 - 69	10 - 14	12,5 - 14,9	200 - 239
7	70 - 79	15 - 19	15,0 - 17,4	240 - 279
8	80 - 89	20 - 24	17,5 - 19,9	280 - 319
9	>= 90	>= 25	>= 20,0	320 - 359

Tabelle 3: Erläuterung der Wetterdaten in Abbildung 2 (Spalten 9-12: H, T, D, V)

Ein sehr geringer Anteil der Einzeldatensätze ist unvollständig (vgl. Abb. 2, Zeile 4). In diesen Datensätzen fehlen die Angaben zu Flugzeugtyp, -klasse, An- und Abflug sowie Flugroute. Zudem sind in einigen Einzeldatensätzen des Jahres 1998 Registrierungen von Einzelschallereignissen kleiner als 65 dB(A) enthalten, die bei der Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels Leq(4) keine Berücksichtigung finden. Da sich daraus in den Auswertungen z.T. unterschiedliche Gesamtsummen von Einzelschallereignissen, je nach Auswertkriterien, ergeben, soll Tabelle 4 einen Überblick bzgl. Vollständigkeit der Rohdatensätze geben. Keiner der in den unvollständigen Datensätzen gemessenen Einzelschallereignispegel ist kleiner als 65 dB(A).

	1998: MP 05	1998: MP 06	1999: MP 05	1999: MP 06
Datensätze gesamt	22294	43120	39110	62080
davon ab 65 dB(A)	22289	43109	39110	62080
davon unvollständig	79	192	195	367

Tabelle 4: Überblick über Anzahl und Vollständigkeit der Einzeldatensätze in den Rohdaten der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG, Messpunkte 05 und 06 der Jahre 1998 und 1999



Abbildung 3: Illustration der Abflugrouten (vgl. auch Tabelle 2) (Quelle: DFS, 2001)

3.1.2 Lärmdaten der deBAKOM-Messkampagne vom 18.7.2001 – 6.9.2001

Während einer in den westlichen Flughafenanliegergemeinden Bischofsheim, Ginsheim-Gustavsburg, Raunheim und Rüsselsheim durch die deBAKOM GmbH durchgeführten Messkampagne wurden an den zwei für den Zeitraum der Messungen errichteten Messstellen Thomas-Mann-Straße (MP1) und Niddastrasse (MP2) laufend Schallaufzeichnungen vorgenommen. Abbildung 4 zeigt Beispiele für die gewonnenen Einzeldatensätze. Insgesamt wurden an MP1 13356 und an MP2 13789 solcher Einzeldatensätze aufgezeichnet.

Datum	Zeit	Typ	L _{Asmax}	t ₁₀	t _s	L _{AZ}	L _{AX}	
Do.06.09.01	04:25:57	N	F	60.5	27.5	60.5	62.3	71.9
Do.06.09.01	04:56:45	N	F	60.5	45.7	97.2	65.3	74.1
Do.06.09.01	05:09:35	N	F	59.3	31.1	45.0	61.9	71.2
Do.06.09.01	06:48:41	T	F	63.2	47.9	75.4	68.3	77.0
Do.06.09.01	07:10:36	T	F	65.2	37.2	44.6	68.8	77.9
Do.06.09.01	07:21:29	T	F	66.7	34.5	47.3	69.9	79.1
Do.06.09.01	07:24:16	T	F	62.8	44.9	51.3	67.5	76.3

Abbildung 4: Beispiel für Einzelschallmessungen der deBAKOM GmbH (MP1) aus der Messkampagne vom 18.7.2001 – 6.9.2001 (Quelle: deBAKOM, 2001)

Nach Datum und Uhrzeit (in Mitteleuropäischer Sommerzeit) sowie dem Kennbuchstaben N bzw. T für nächtliche bzw. tagsüber aufgetretene Einzelschallereignisse folgen die lärmakustischen Größen des Typs F (Fluglärm) für das jeweilige Einzelschallereignis nach DIN 45643, Teil 1 (1984). L_{Asmax} gibt den Maximalpegel des Fluglärmereignisses an. t₁₀ gibt ein Zeitmaß (in Sekunden) für den Zeitraum an, in dem der gemessene Schallpegel höchstens 10 dB unter dem Maximalpegel liegt während t_s (in Sekunden) ein Maß für die Gesamtdauer des Einzelschallereignisses ist. L_{AZ} bzw. L_{AX} sind analog den äquivalenten Dauerschallpegeln Leq(4) bzw. Leq(3) gebildete Lärmkenngrößen, die durch Integration über ein Zeitintervall von 10 bzw. 1 Sekunde(n) über das jeweilige Lärmereignis ermittelt werden.

Wegen des Mangels an vergleichbar ausführlichen Pegelmessungen aus anderen Zeiträumen wurden für die Auswertung lediglich die Werte des Maximalschallpegels verwendet. Deswegen soll hier auch nicht näher auf Details der Messverfahren und der gemessenen Größen eingegangen werden. Ausführliche Informationen zu der Messkampagne können dem Schallimmissionsbericht der deBAKOM GmbH (2002) (s. Anhang) entnommen werden.

3.1.3 Monatliche/Jährliche Berichte der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

Für den Zeitraum von Juli-September 2001 wurden die monatlichen Berichte der Fluglärmüberwachungsanlage an den Messpunkten 05 und 06 sowie die jährlichen Berichte von 1981-2001 für die beiden Raunheimer Messpunkte und andere ausgesuchte Flughafenanliegergemeinden ausgewertet. Einen Auszug aus einem monatlichen Lärmbericht der Fraport AG zeigt die folgende Abbildung 5.

Die monatliche Gesamtzahl solcher Einzelschallereignisse, die bei der Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels Leq(4) Berücksichtigung finden, wird in Lärmklassen gestaffelt und nach Tagesstunden (in GMT, d.h. UTC) unterteilt aufgeführt. Diese kumulierten Messergebnisse werden für jeden Messpunkt für die Betriebsrichtungen 25+18, 07+18 sowie 25+07+18 angegeben, so dass die Einzelschallereignisse durch Differenzenbildung den unterschiedlichen Betriebsrichtungen zugeordnet werden können. An den beiden

Raunheimer Messpunkten werden freilich keine Einzelschallereignisse über 65 dB bei Betriebsrichtung 18 (Startbahn West) registriert. Außerdem enthält die Aufstellung die Summen der gemessenen Einzelschallereignisse pro Lärmklasse bzw. Stundenintervall.

RWY								
LASMAX CLASSES EVENTS								
25+07+18								
GMT	<65	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90	SUM.
00-01		2		2				4
00-02		1		1	1			3
02-03		7	20	8			1	36
03-04		6	52	98	5			161
04-05			70	112	3			185
05-06			138	151	12			301
06-07			163	145	3			311
07-08			129	113	3			245
08-09			117	97	2		1	217
09-10			157	91	4		1	253
10-11			100	111	5		1	217
11-12			58	71	1	2		132
12-13			92	70	5	1		168
13-14			140	78	1			219
14-15			110	81		1	1	193
15-16			68	64	1			133
16-17			89	51	1			141
17-18			94	71	1			166
18-19			123	83	1			207
19-20			83	48				131
20-21		27	112	37	2			178
21-22		13	113	17	3			146
22-23		5	82	23	1			111
23-24			3					3
DAY			1731	1437	43	4	4	3219
NIGHT		61	382	186	12		1	642
00-24		61	2113	1623	55	4	5	3861

Abbildung 5: Beispiel für eine kumulierte Auflistung der Einzelschallereignisse für Juli 2001, Messpunkt 05, alle Betriebsrichtungen (Quelle: Fraport AG, 2001)

Darüber hinaus enthalten die monatlichen Berichte eine Aufstellung über die monatliche Nutzungsdauer (in Minuten) der jeweiligen Betriebsrichtung. Eine solche Aufstellung zeigt Abbildung 6. Auch diese Auflistung ist wieder summarisch nach Betriebsrichtungen geordnet. In Abbildung 6 werden die Nutzungszeiträume aller Betriebsrichtungen (07+18+25) wiedergegeben. Die erste Spalte gibt wieder die Tageszeit (GMT) an, in Spalte 11 ist der auf Basis der den Betriebsrichtungen zugeordneten Einzelschallereignissen und den Betriebsdauern berechnete äquivalente Dauerschallpegel $Leq(4)$ in dB(A) (gem. gültigem Fluglärngesetz von 1971) angegeben. Spalte 12 enthält die Zeit (in Minuten), während der der jeweilige Messpunkt (hier 05) in operationellem Betrieb war, in Spalte 13 ist dieser Wert noch einmal in % angegeben, bezogen auf die tatsächliche Nutzungsdauer der betrachteten Betriebsrichtungen, die unter 14 aufgelistet ist.

25+07+18				
GMT	11	12	13	14

00-01	27	1860	100	1860
01-02	27	1860	100	1860
02-03	43	1860	100	1860
03-04	54	1860	100	1860
04-05	57	1860	100	1860
05-06	59	1860	100	1860
06-07	60	1860	100	1860
07-08	60	1860	100	1860
08-09	61	1860	100	1860
09-10	61	1850	99	1860
10-11	60	1785	96	1860
11-12	57	1780	96	1860
12-13	60	1740	94	1860
13-14	59	1740	94	1860
14-15	58	1740	94	1860
15-16	58	1740	94	1860
16-17	58	1815	98	1860
17-18	58	1860	100	1860
18-19	59	1860	100	1860
19-20	56	1860	100	1860
20-21	54	1860	100	1860
21-22	51	1860	100	1860
22-23	49	1860	100	1860
23-24	44	1860	100	1860
DAY	59	29070	98	29760
NIGHT	49	14880	100	14880
00-24	59	43950	98	44640

Abbildung 6: Beispiel für die monatliche Nutzungsdauer aller Betriebsrichtungen für Juli 2001, Messpunkt 05 (Quelle: Fraport AG, 2001)

Die jährlichen kumulierten Berichte enthalten die jährliche Anzahl der Einzelschallpegel im Tagesmittel, die Beiträge zum Leq(4) liefern an den 26 Messpunkten der Lärmüberwachungsanlage der Fraport AG. Eine Unterteilung nach Betriebsrichtungen wird nicht vorgenommen. Außerdem werden die tagesdurchschnittlichen Flugbewegungen und ihre Verteilung auf Tag- und Nachtzeiten sowie die maßgeblich beteiligten Flugzeugklassen angegeben sowie eine Aufstellung der tagesdurchschnittlichen Landerichtungen (in Stunden).

3.2 Wetterdaten

Die an den Messpunkten 05 und 06 der Fluglärmüberwachungsanlage registrierten Wetterdaten wurden bereits oben erläutert. Auf eine Darstellung der meteorologischen Messgrößen, die im Zuge der deBAKOM-Messkampagne registriert wurden, kann verzichtet werden, da für diesen Zeitraum ausschließlich die Winddaten des DWD am Flughafen Rhein-Main verwandt wurden (s. Kap. 3.2.2).

3.2.1 Stundengemittelte Winddaten am Messpunkt Flughafen Rhein-Main des DWD

Für die Jahre 1998 und 1999 sowie für den Zeitraum der deBAKOM-Messkampagne (Juli - September 2001) wurden die an der DWD-Messstation Frankfurt Flughafen gemessenen stündlich gemittelten Winddaten ausgewertet. Dieser Messpunkt befindet sich am östlichen Ende zwischen nördlicher und südlicher Rollbahn (50° 2' 47" N, 8° 35' 55" E). Die Höhe der Messstation beträgt 112 Meter über NN, und der Messgeber befindet sich 10 Meter über Grund. Einen Auszug aus den Winddatensätzen zeigt Abbildung 7.

Frankfurt/Main	1420	12. August 1999	13:00	20	2,5
Frankfurt/Main	1420	12. August 1999	14:00	360	3,3
Frankfurt/Main	1420	12. August 1999	15:00	10	4,5
Frankfurt/Main	1420	12. August 1999	16:00	20	4
Frankfurt/Main	1420	12. August 1999	17:00	20	4,2
Frankfurt/Main	1420	12. August 1999	18:00	360	3,5

Abbildung 7: Beispiel für stündlich gemittelte Winddaten des DWD (DWD, 1999)

Die Datensätze enthalten neben Stationskennung, Datum und Uhrzeit (UTC) die stundengemittelte Windrichtung in einem 10°-Raster (90° entspricht Windrichtung Ost, 180° Süd etc.) sowie die stundengemittelte Windgeschwindigkeit in m/s (1m/s entspricht 1,9438 Knoten). Zu beachten ist, dass stundengemittelte Datensätze Windböen ‚ausmitteln‘, d.h. kurzzeitig auftretende Spitzengeschwindigkeiten tauchen in den gemittelten Werten nicht mehr auf. Dies spielt für die Auswertung bezüglich der Rückenwindkomponente eine Rolle, worauf an entsprechender Stelle noch differenziert eingegangen wird.

3.2.2 METAR Wetterberichte

Zur Untersuchung der Rückenwindproblematik wurden die METAR Flugwetterberichte des Jahres 1999 für den Flughafen Rhein-Main (EDDF) ausgewertet. Diese Wetterberichte werden halbstündlich ausgegeben und enthalten Angaben über die für die Luftfahrt signifikanten Wetterelemente. Abbildung 8 zeigt ein Beispiel für solche Datensätze.

```
EDDF 041220 09004KT 350V120 9999 FEW040 SCT250 28/17 Q1011 NOSIG =
EDDF 041250 10004KT 030V120 9999 FEW044 SCT250 28/17 Q1011 NOSIG =
EDDF 041320 00000KT 9999 FEW048 29/17 Q1010 NOSIG =
EDDF 041350 24004KT 9999 R25L/P1500N R25R/0900VP1500N FEW048 30/18 Q1010
EDDF 041420 07003KT 9999 FEW048 29/17 Q1010 NOSIG =
```

Abbildung 8: Beispieldatensätze im METAR-Code

Z.B. bedeutet der erste Datensatz, dass am Flughafen Frankfurt Rhein-Main am 4. des Monats (hier: September) um 12.20 UTC Wind von 4 Knoten aus 90° vorherrschte, wobei der Wind zwischen 350° und 120° variierte. Die Sicht betrug 10 km oder mehr, bei geringer Bewölkung ab 4000 Fuß, oberhalb 25000 Fuß vereinzelte Bewölkung. Die Lufttemperatur am

Boden betrug 28°C, der Taupunkt 17°C, der Bodendruck 1011 hPa. Es war mit keinen wesentlichen Änderungen in den kommenden zwei Stunden zu rechnen.

Hier kann nicht weiter auf den METAR-Code eingegangen werden. Der interessierte Leser findet zahlreiche Informationen zu diesem Thema beispielsweise im Internet.

3.2.3 Monatliche Witterungsberichte des DWD

Die *Monatlichen Witterungsberichte* des DWD wurden zur klimastatistischen Dokumentation der Messzeiträume 1998 und 1999 sowie Juli-September 2001 ausgewertet. Sie beinhalten in Textform Angaben zu den Großwetterlagen der Berichtszeiträume, basierend auf der Klassifikation von Baur (vgl. Gerstengarbe et al., 1999). Mit Hilfe dieser Angaben wurde die Häufigkeit des Auftretens von Ostwetterlagen (verbunden mit Betriebsrichtung 07) bei den verschiedenen Großwetterlagen und -typen untersucht. Näheres dazu in Kapitel 7.1.

4 DIE STADT RAUNHEIM

Raunheim zählt mit einer Gebietsgröße von rund 13 km² zu den kleinsten Nachbargemeinden des Flughafens Frankfurt. Die Stadt liegt direkt am Main und ist von ausgedehnten Wäldern umgeben (ca. 42 % der Gemeindefläche).

Nach einem Bevölkerungsrückgang Anfang der 80er Jahre hatte die Stadt 1998 eine Einwohnerzahl von etwa 12.000 Menschen. Die Entwicklung im gewerblichen Bereich machte Ende der 90er Jahre, neben der Befriedigung des örtlichen Bedarfs, die Erschließung neuer Wohnbauflächen notwendig. In dieser Zeit entstand u.a. das Neubaugebiet „An der Lache“, wodurch die Bevölkerung bis heute um ca. 1.500 auf damit 13.500 Personen zugenommen hat. Die Ausweisung des Neubaugebietes erschien unter Berücksichtigung des Siedlungsdrucks und der demographischen Entwicklung Raunheims vertretbar, zumal es im südwestlichen – und damit dem flughafenabgewandten – Teil der Gemarkung liegt und hier die Fluglärmbelastung geringer ist als im sonstigen Stadtgebiet.

Die Menschen finden in Raunheim alles was zum täglichen Leben notwendig ist: Kinder-, Jugend- und Senioreneinrichtungen, sowie eine Grund- und eine integrierte Gesamtschule. Hinzu kommen zahlreiche Sportstätten, kulturelle Angebote, ein modernes – derzeit weiter entwickeltes - Stadtzentrum, Naherholungsgebiete mit Badesee und natürlich auch ein differenziertes Angebot an Arbeitsplätzen, das z.T. auch im Zusammenhang mit dem Flughafen Frankfurt entstanden ist.

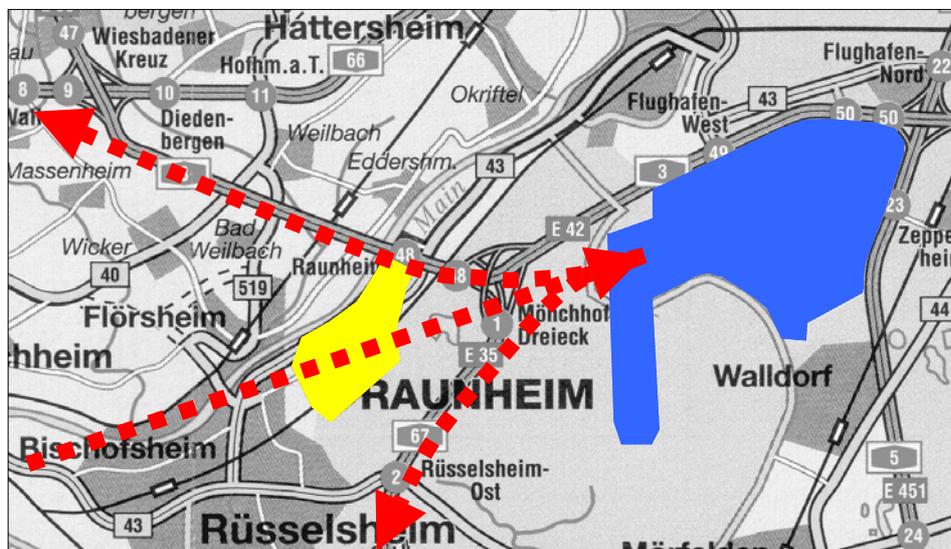


Abbildung 9: Die Lage Raunheims

Bei Ostwetterlagen (im Durchschnitt ca. 25 % des Jahreswettergeschehens) überfliegen die landenden Flugzeuge das gesamte Stadtgebiet in einer Tiefe zwischen 290 und 370 m, um in ca. 4000 m Entfernung am Flughafen aufzusetzen. Bei Westwetterlage halten die startenden Maschinen zunächst direkt Kurs auf Raunheim, um vor der Bebauungsgrenze nach Norden bzw. Süden abzuweichen.

Raunheim ist die am stärksten durch Fluglärm betroffene Gemeinde im Flughafenumfeld (bis 61 dB(A) Dauerschallpegel nach LEQ 4, Tag und Nacht); legt man das von der HLFU (heute HLUG) entwickelte Verfahren in der Landesplanung zu Grunde, wonach innerhalb einer Belastungszone > 60 dB (A) keine Wohnungen mehr gebaut werden sollen, so dürfte heute in Raunheim niemand wohnen.

Durch das Mediationsverfahren wurde erstmals durch anerkannte und erfahrene Gutachter die bereits bestehende Belastungssituation in Raunheim dokumentiert und mit Nachdruck mehrfach darauf hingewiesen, dass **in Raunheim nahezu flächendeckend bereits heute alle gesetzlichen Grenz- und Richtwerte deutlich überschritten** sind; die diesbezüglichen Aussagen in den Gutachten sprechen für sich. Nachfolgend werden nur einige der wichtigsten Ergebnisse aus dem Schlussbericht zur Mediation (2000) wiedergegeben:

- „12.000 Menschen, die **im wesentlichen in Raunheim** wohnen, finden sich in der höchsten Belastungskategorie (67 dB (A))“ (S. 84)
- „Besonders laute Einzelschallereignisse sind derzeit **vor allem in Raunheim** (bei Ostbetrieb) wahrnehmbar“ (S. 84)
- „Die **Zumutbarkeitsgrenze** für nächtliche Einzelschallereignisse wird in Raunheim bei Ostbetrieb **weit überschritten**“ (S. 87)
- „In Raunheim ist die **Gesamtbelastung im wesentlichen durch Fluglärm dominiert**“ (S. 87)
- In Raunheim sind „etwa 20 % der dort messbaren (Stickstoffdioxid-) Belastung vom Flugverkehr verursacht“ (S. 41)
- "Die Abschätzung der Lärmbelastung ergibt für Raunheim eine **extrem starke Vorbelastung.**" (Planungsgruppe Ökologie + Umwelt Nord 2000: S. 69).

Im Juli 2000 wurde im Auftrag des Magistrats vom Büro Keller Keller Wolf ein zweiseitiger Fragebogen zur Fluglärmbelastung der Bürgerinnen und Bürger von Raunheim entwickelt. Der Einfachheit und Einheitlichkeit halber konnten zu vielen der dort gestellten Fragen unter vorgegebenen Antworten eine oder mehrere angekreuzt werden. Der Fragebogen wurde im August 2000 an die ca. 5.000 Haushalte in Raunheim in zweifacher Ausführung verteilt.

Die Fragebögen wurden, nach Durchführung einer Qualitätskontrolle, im Büro Keller Keller Wolf ausgewertet und in Berichtform gebracht („Raunheim, eine Stadt im Anflugbereich des Frankfurter Flughafens - Einschätzungen und Meinungen der Betroffenen“ 12/2000).

Um auch dieses Meinungsbild der betroffenen Menschen hier einfließen zu lassen, wird nachfolgend eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Umfrage gegeben:

Es gingen insgesamt 973 ausgefüllte Fragebögen an den beiden Sammelpunkten ein. In diesen 973 Bögen wurden zusätzlich zu der ausfüllenden Person noch Angaben zu insgesamt 202 Kindern unter 10 Jahren gemacht.

Auf die Frage, ob sie gerne in Raunheim leben, antworteten 75 % der Teilnehmer mit *ja*. Dabei zeigte sich bei der Betrachtung der einzelnen Bezirke, dass im Neubaugebiet „An der

Lache“ die Zustimmung mit 87 % am höchsten und im Gebiet Ringstraße (Bezirk West), dem bekannten sozialen Brennpunkt in der Stadt, die Zustimmung mit 66 % am niedrigsten liegt.

Zwei Fragen beschäftigten sich mit den Auswirkungen des Fluglärms auf die Menschen (über 10 Jahre). Zunächst wurde gefragt wie man die persönliche fluglärmbedingte Belastung empfinde: Über drei Viertel der Teilnehmer antworteten, dass sie der Fluglärm sehr stark belastet (vgl. Abbildung 10). Bei der vergleichenden Betrachtung der Bezirke, zeigte sich abermals, dass diese Belastung im Neubaugebiet An der Lache mit 69% nicht ganz so deutlich empfunden wird. Dagegen wird sie im Gebiet südöstlich der Bahnlinie mit fast 90 % besonders hoch empfunden, was möglicherweise zum einen auf die Richtung Westen startenden und vor der südöstlichen Stadtgrenze wegdrehenden Flugzeuge und/oder zum anderen sozialstrukturell bedingt sein könnte, da hier die Mittelschicht/gehobene Mittelschicht dominiert, die bekanntermaßen erweiterte Ansprüche an Lebensqualität formuliert.

Wie empfinden Sie den Fluglärm ?

Nach Wohnbezirken getrennt

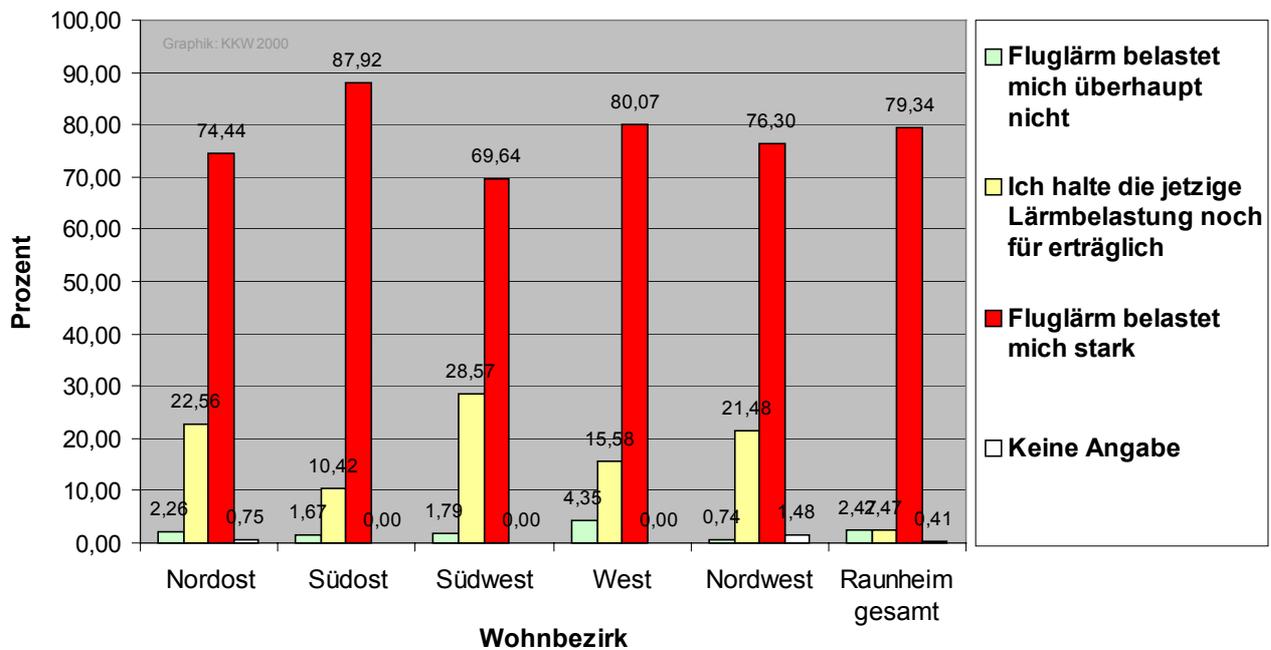


Abbildung 10: Fluglärmempfinden nach Wohnbezirken getrennt.

Ausgesprochen deutlich fällt die Betrachtung des Lärmempfindens in den einzelnen Altersgruppen aus: Sowohl absolut als auch relativ betrachtet, fühlen sich die älteren Bürgerinnen und Bürger weitaus stärker belastet als die jüngeren (ein Ergebnis, das auch durch die Lärmwirkungsforschung gestützt wird). Dabei zeigt die relative Betrachtung eine nahezu idealtypische schrittweise Zunahme des Belastungsempfindens mit zunehmendem Alter (s. Abbildung 11). Der Großteil der Umfrageteilnehmer wird zudem oft von nächtlichem Fluglärm geweckt und Fluglärm stört die Menschen vor allem in den frühen Morgenstunden.

Wie empfinden Sie den Fluglärm ?

Verteilung nach Altersgruppen

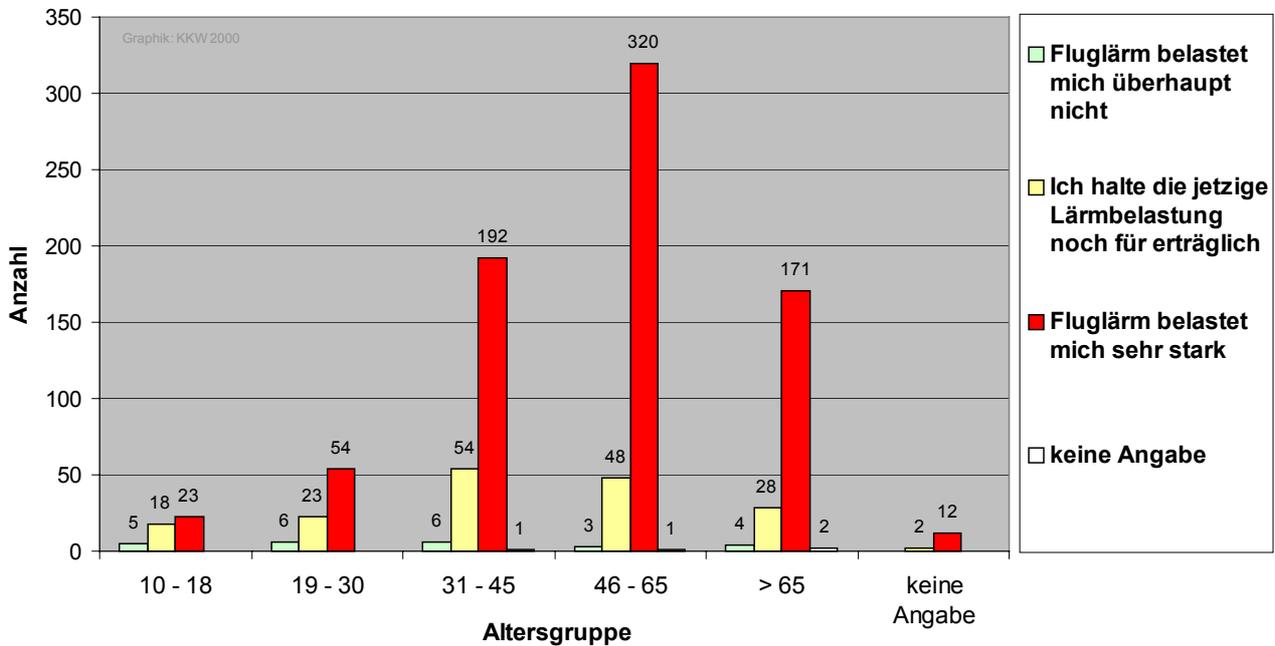


Abbildung 11: Fluglärmempfinden nach Altersgruppen getrennt.

Durch die Auswertung der 973 Fragebögen mit zusätzlichen Angaben zu 202 Kindern unter 10 Jahren ergeben sich eine Reihe von wichtigen Erkenntnissen, die es gilt für die Diskussion im Zusammenhang mit den aktuellen flugbetriebsbedingten Belastungen in Raunheim und im Hinblick auf den Flughafenausbau deutlich hervorzuheben:

- Die Fluglärmbelastung, insbesondere in Form von Schlafstörungen, nimmt mit zunehmendem Alter deutlich zu. Sie wird von den 30 bis 65jährigen am stärksten empfunden, mithin der Altersgruppe, die als Erwerbstätige und/oder Eltern ohnehin im Alltag am stärksten belastet werden.
- Die in Raunheim lebenden Menschen sehen sich mit einem ständigen Absturzrisiko konfrontiert. Die direkten Überflüge werden nicht nur als extrem laut sondern auch als permanente Gefahr empfunden.
- Die Angaben von Eltern zu Verhaltens-, Konzentrations- und Schlafstörungen bei ihren Kindern zeigen deutliche Auffälligkeiten. Hier fehlen allerdings geeignete Vergleichsdaten um die Ergebnisse abschließend bewerten zu können.
- Eine überdeutliche Mehrheit der Menschen in Raunheim spricht sich gegen einen Ausbau des Flughafens Frankfurt aus. Fast ebenso viele glauben allerdings, dass er dennoch ausgebaut wird.

- Die meisten Fragebogenteilnehmer sind davon überzeugt – und das auch unabhängig davon, ob sie in einem flughafenbezogenen Beschäftigungsverhältnis stehen -, dass sowohl die Region Rhein-Main als auch die Gemeinde Raunheim auch ohne einen Flughafenausbau ihre Wirtschaftskraft behalten.
- Kaum jemandem in Raunheim ist es egal, ob der Ausbau kommt oder nicht. Wenn er denn käme, würden sehr viele Menschen versuchen, von Raunheim wegzuziehen. Ein fast ebenso großer Teil würde aber zunächst auf gerichtlichem Wege einen Ausbau zu verhindern suchen.
- Würden die hier wohnenden Menschen heute vor die Wahl gestellt werden, sich wieder in Raunheim anzusiedeln, würden sich fast drei Viertel von ihnen gegen Raunheim als Wohnort entscheiden. Der Hauptgrund für diese Entscheidung ist der Fluglärm.

Insgesamt bestätigt das Ergebnis der Befragung auch die Position der in Raunheim vertretenen Parteien. Alle Fraktionen haben sich – stets einstimmig – gegen einen Ausbau des Flughafens verbunden mit weiteren Belastungen für Raunheim ausgesprochen. Anerkannt wird dagegen das Entwicklungserfordernis des Flughafens, dem allerdings analog anderer Flughafensysteme europäischer Metropolen durch Zusammenarbeit mit umliegenden Flughäfen bzw. dem Bau von Satellitenflughäfen entsprochen werden soll.

„Wir Raunheimer sind keine ‚Nein-Sager‘, deshalb möchten wir in Kooperation mit der Flughafenbetreiberin FRAPORT AG die dringend erforderliche Verbesserung der unerträglichen Lärm-Ist-Situation erreichen. Man kann davon ausgehen, dass auch FRAPORT an einer guten Nachbarschaft zum lärmgeschundenen Raunheim interessiert ist und unser Fluglärmmentlastungskonzept engagiert unterstützen wird. FRAPORT kann kein Interesse daran haben, fortlaufend durch juristische Auseinandersetzungen - bezogen auf den Betrieb des Flughafens - Verunsicherung zu erfahren.

Sollte allerdings mit Hilfe dieses Konzeptes keine deutlich spürbare Verbesserung erreicht werden, so wird die Stadt Raunheim alle zur Verfügung stehenden Klagemöglichkeiten ausschöpfen, um gesundheitliche Beeinträchtigungen und die massive Einschränkung der Lebensqualität für die in unserer Stadt wohnenden Menschen zu verhindern.“¹

¹ Raunheims Bürgermeister Thomas Jühe anlässlich einer Informationsveranstaltung zu den Elementen eines Fluglärmmentlastungskonzeptes am 05.09.2002

5 DER FLUGHAFEN FRANKFURT

5.1 Die Entwicklung des Flugbetriebs bis heute

Betrachtet man die Gesamtzahl der durchschnittlichen Flugbewegungen tagsüber (6:00 – 22:00 Uhr) und nachts (22:00 bis 6:00 Uhr) jeweils während der verkehrsreichsten Monate Mai bis Oktober, so zeigt sich, dass nach einem einmaligen geringen Rückgang von 1990 auf 1991 und einem darauffolgenden kontinuierlichen Anstieg besonders in den Jahren 1998 und 1999 eine deutliche Steigerung der Flugbewegungen erfolgte. Insgesamt hat sich die Zahl der durchschnittlichen täglichen Flugbewegungen (0:00 – 24:00 Uhr) seit 1987 von 830 auf 1306 im Jahr 2001 erhöht, was einer Steigerung von 57,3 % entspricht.

Flugbewegungen 1988 bis 2001 am Rhein-Main-Flughafen

Anzahl der durchschnittlichen täglichen Flugbewegungen, Mai - Oktober

Quelle: Fraport AG 2001

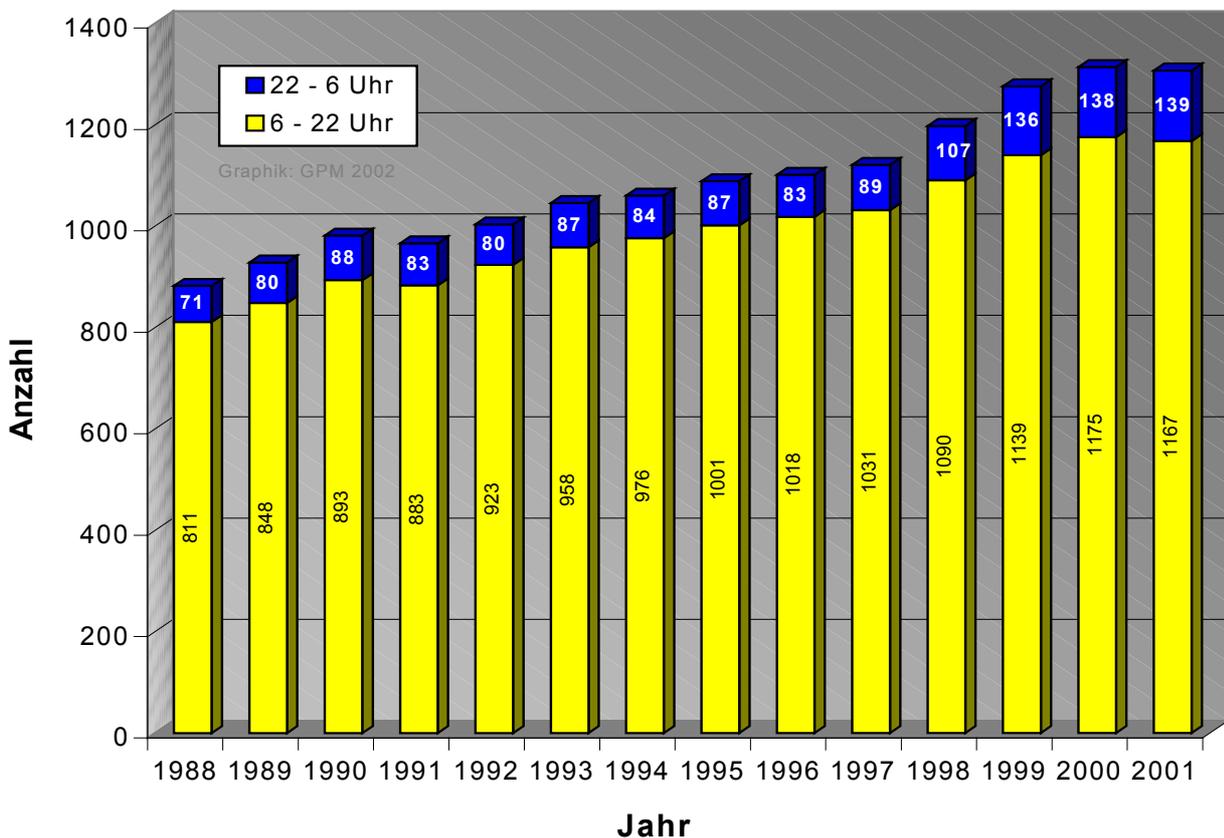


Abbildung 12: Flugbewegungen 1988 bis 2001 am Rhein-Main-Flughafen.

Die gesonderte Darstellung der nächtlichen Flugbewegungen (s. Abbildung 13) macht die seit 1998 zunehmende Ausweitung des Flugbetriebs im Zeitraum von 22:00 Uhr bis 6:00 Uhr deutlich:

Pendelte die Zahl der nächtlichen Flugbewegungen zwischen 1990 und 1997 noch zwischen 80 und 89, so erfolgte anschließend bis 1999 ein sprunghafter Anstieg auf durchschnittlich 136 Flugbewegungen pro Nacht. In den beiden folgenden Jahren nahm der Flugverkehr weiter zu, wenn auch nur geringfügig.

Nächtliche Flugbewegungen 1988 bis 2001 am Rhein-Main-Flughafen

Anzahl der durchschnittlichen nächtlichen Flugbewegungen 22-6 Uhr, Mai - Oktober
 Quelle: Fraport AG 2001

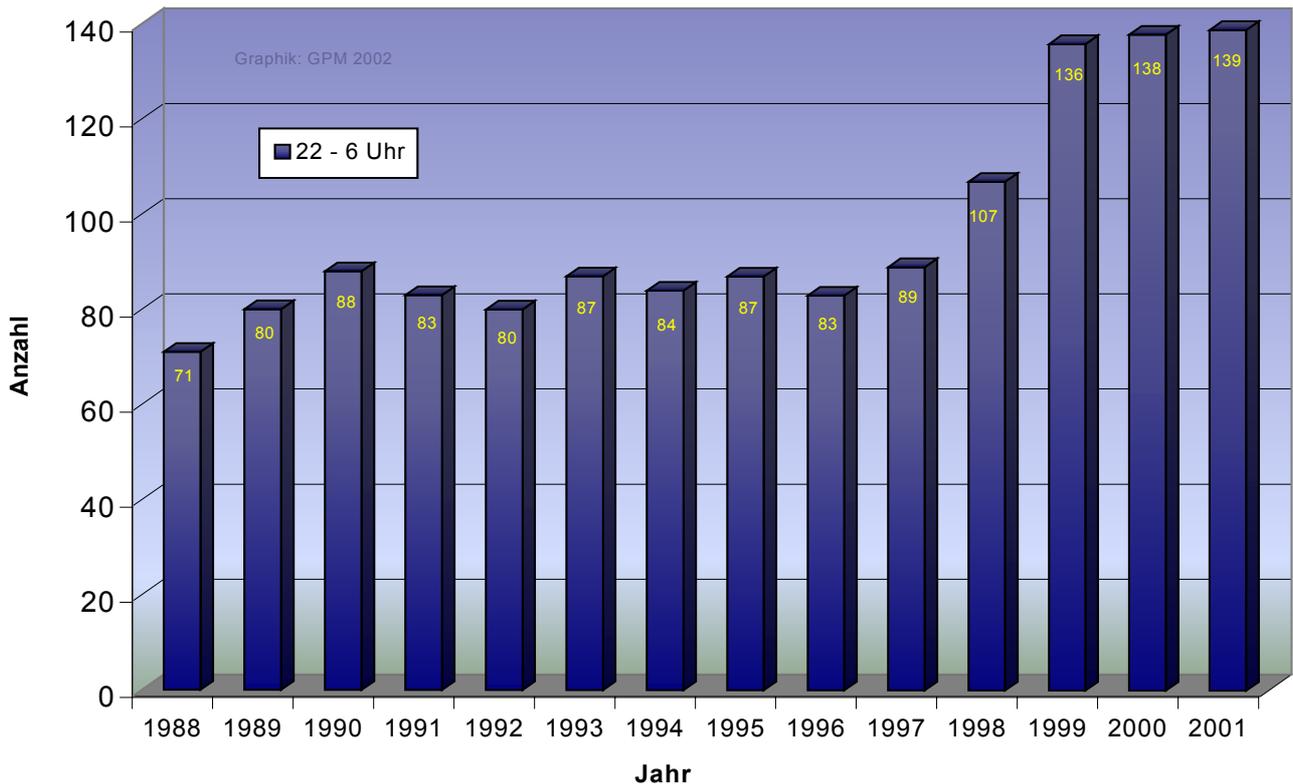


Abbildung 13: Nächtliche Flugbewegungen 1988 bis 2001 am Rhein-Main-Flughafen.

Die folgende Darstellung der prozentualen jährlichen Veränderungen in Bezug auf das jeweilige Vorjahr (Abb. 14) macht die quantitative Steigerung der nächtlichen Flugbewegungen insbesondere in den Jahren 1998 und 1999 nochmals besonders deutlich:

Nach einer uneinheitlichen Entwicklung in der Zeitspanne von 1991 bis 1997, während der sogar zwischenzeitliche Rückgänge der nächtlichen Flugbewegungen erfolgten, fand 1998 ein steiler Anstieg um 20,2 % im Jahre 1998 und schließlich sogar um 27,1 % im Jahre 1999 statt.

Veränderungen der Flugbewegungen 1988 bis 2001 am Rhein-Main-Flughafen

Jährliche Veränderungen in Prozent, Mai - Oktober, bezogen auf das Vorjahr
Quelle: Fraport AG, 2002

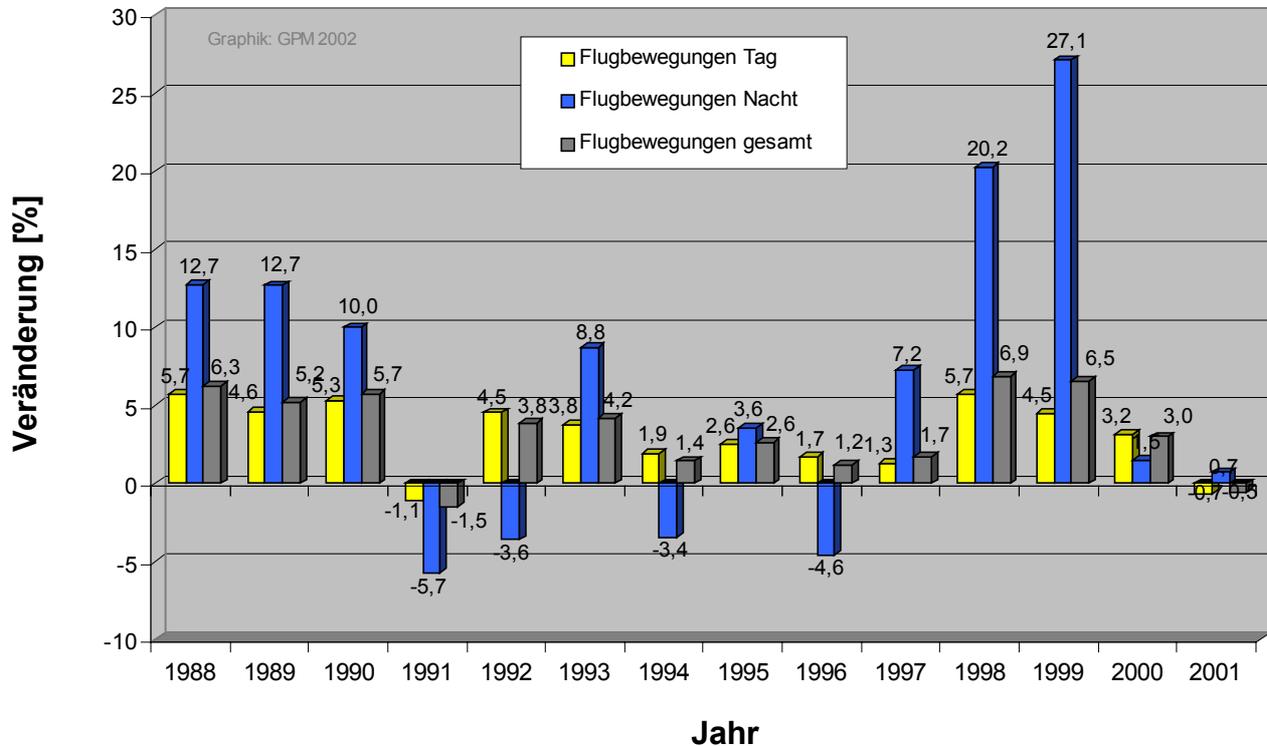


Abbildung 14: Veränderungen am Flughafen in Relation zum Vorjahr

5.2 Die Fluglärmüberwachungsanlage

Die Fraport AG unterhält ein umfangreiches Messnetz mit fest installierten Dauer-Messpunkten für Schallimmissionen rund um den Flughafen Frankfurt mit Fokussierung auf die Hauptan- und -abflugrouten (= Fluglärmüberwachungsanlage gemäß § 19a LuftVG). Die hier aufgezeichneten Einzelschallereignisse (> 65 dB(A)) werden in einer Datenbank erfasst und monatlich in aggregierter Form der Fluglärmkommission übermittelt.

In dieser monatlichen Datendokumentation sind enthalten:

- Der sogenannte Noise Report
- Der stündliche Äquivalente Dauerschallpegel (LEQ 4) für jeden Messpunkt und nach Betriebsrichtungen getrennt
- Die stündliche Anzahl von Einzelschallereignissen, unterteilt in 6 Pegelklassen zwischen > 65 dB(A) und < 90 dB(A), für jeden Messpunkt und nach Betriebsrichtungen getrennt.

Im Rahmen des vorliegenden Fluglärmelastungskonzepts für Raunheim wurden die aggregierten Einzelschallereignisse für die Messpunkte MP 05 und MP 06 ausgewertet.

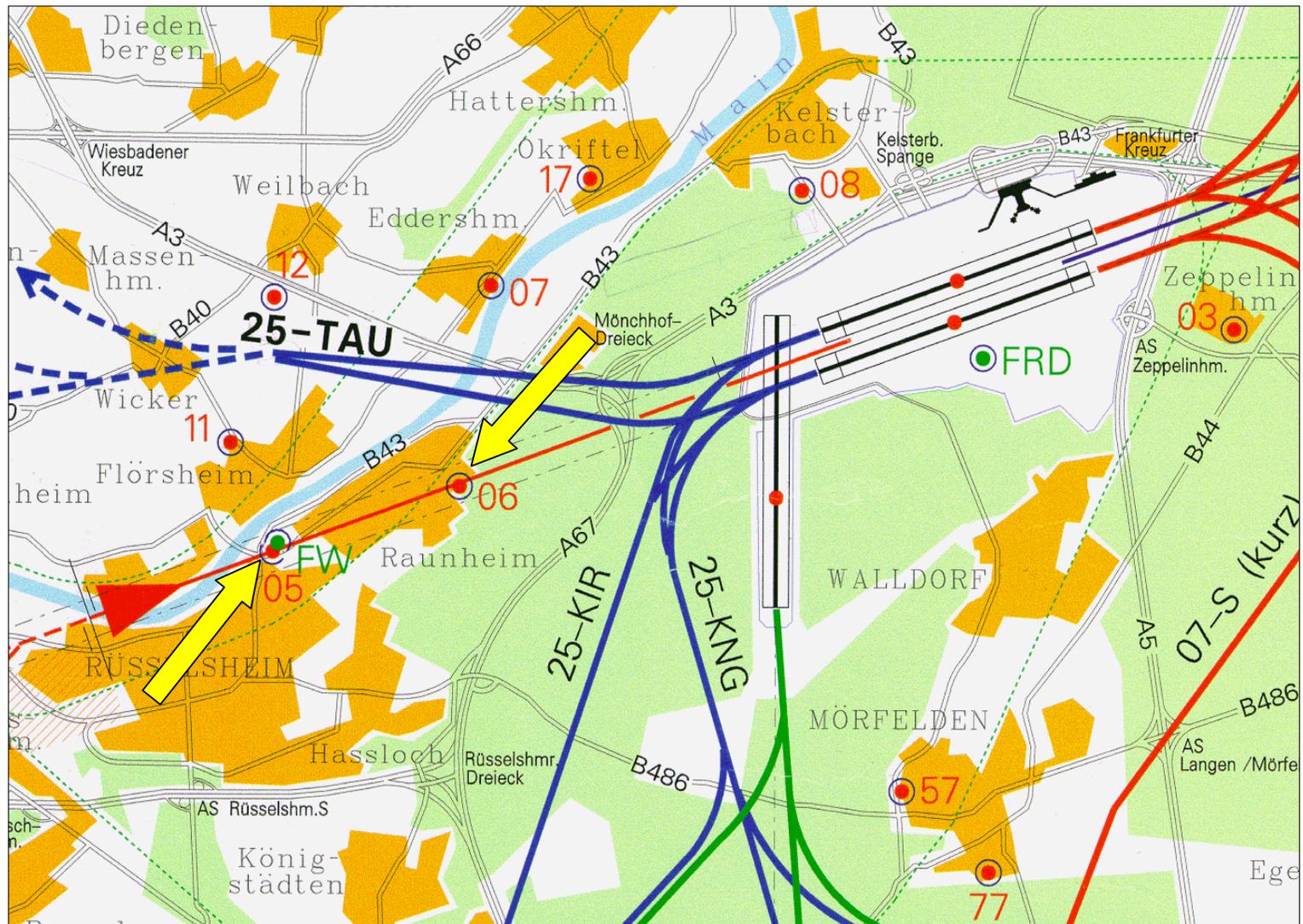


Abbildung 15: Lage der Messpunkte im Bereich der An- und Abflugrouten mit Hervorhebung der Messpunkte bei Raunheim (= gelbe Pfeile)

6 FLUGLÄRMBELASTUNG IN RAUNHEIM

Für Raunheim ist die Betriebsrichtung ein maßgeblicher Faktor für die zeitlich wechselnde Belastung durch Fluglärm, da bei Ostwetterlagen direkte Überflüge des Stadtgebiets beim Landeanflug 07 erfolgen, während bei Westwetterlagen die startenden Flugzeuge kurz vor dem östlichen Siedlungsrand in nordwestliche oder südwestliche Richtung abdrehen. Die Lärmbelastung bei Ostwetterlagen ist unter Berücksichtigung der Vielzahl und Intensität der Einzelschallereignisse unerträglich: Allein die Tatsache, dass die geringere Belastung bei Westwetterlage einen rechnerischen Ausgleich bezogen auf den Dauerschallpegel ergibt, täuscht über die Wirkung des Fluglärms auf die hier lebenden Menschen hinweg.

Die gegenwärtige Fluglärmbelastung in Raunheim hat sich kontinuierlich durch ständig zunehmende Flugbewegungen zum gegenwärtigen Niveau hin entwickelt:

Der Rückgang der Einzelschallereignisse nach 1983 in den Jahren 1984 bis 1987, der sich auf die Inbetriebnahme der Startbahn 18 West zurückführen lässt und zunächst eine tatsächliche kurzfristige Entlastung Raunheims mit sich brachte, war schon im Jahr 1988 durch den insgesamt steigenden Flugbetrieb wieder ausgeglichen. Im Jahre 1990 ist der Stand von 1983 bereits deutlich übertroffen mit nun durchschnittlich 171 Ereignissen über 70 dB(A) am Tag.

Besonders auffällig ist der Rückgang im Jahr 1998 auf 104 Ereignisse und der im Jahr 1999 erfolgende Anstieg auf 180 Ereignisse, was einer Steigerung um 73% entspricht. Erklärbar wird dies, wenn man die vorherrschenden Betriebsrichtungen dieser beiden Jahre berücksichtigt. Machte der Anteil der Landerichtung 07 im Jahr 1998 tagsüber (6:00-22:00 Uhr) ungewöhnlich niedrige 18% aus, betrug dieser im Jahr 1999 überdurchschnittliche 32%. Überlagert wird dieser Effekt zusätzlich durch die oben gezeigte Zunahme der Flugbewegungen insgesamt.

6.1 Die Entwicklung bis heute auf der Basis der UM-Berichte (Fraport AG)

In diesem Abschnitt soll ein langjähriger Überblick über die Belastung Raunheims durch Fluglärm gegeben werden. Dazu werden auf Basis der in den Fluglärmberichten kumulativ enthaltenen Einzelschallereignisse die Veränderungen seit 1981 dokumentiert. Diese Berichte enthalten eine summarische Aufstellung der monatlichen bzw. jährlich gemittelten Einzelschallereignisse, die Eingang in die Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels $Leq(4)$ finden (vgl. Kapitel 3, Vorgehensweise und Datengrundlagen). Die jährlichen Berichte lagen für die beiden Messpunkte 05 (Raunheim, Opelbrücke) und 06 (Raunheim, Umlandstraße) der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG vor.

Anzahl und gemessener Schalldruck der an den Messpunkten aufgezeichneten Einzelschallereignisse hängen im wesentlichen von vier Faktoren ab:

1. Zahl der Flugbewegungen insgesamt
2. Betriebsrichtung, BR 07 (Ostwetterlage) oder BR 25 (Westwetterlage)

3. Flugzeugtypenspezifische Schallemission
4. An- und Abflugverfahren und -routen

Bezüglich der unter 3. und 4. genannten Faktoren kann auf Grundlage der vorhandenen Daten keine langjährige Auswertung vorgenommen werden. Ihre Analyse bleibt der Untersuchung der Rohdatensätze der Jahre 1998 und 1999 im Kapitel 7.2 vorbehalten.

Nach der Zahl der Flugbewegungen, die direkt die Anzahl der gemessenen Einzelschallereignisse bestimmt, ist für Raunheim die Betriebsrichtung ein maßgeblicher Faktor für die zeitlich wechselnde Belastung durch Fluglärm. Denn bei Ostwetterlagen erfolgen direkte Überflüge des Stadtgebiets beim Landeanflug 07, während bei Westwetterlagen die startenden Flugzeuge kurz vor dem östlichen Siedlungsrand in nordwestliche oder südwestliche Richtung abdrehen. Dennoch kann gezeigt werden, dass auch bei vorherrschenden Westwetterlagen die Belastung für Raunheim immer noch enorm ist.

In Abbildung 12 wurde bereits die Entwicklung der Anzahl der Flugbewegungen seit 1988 dargestellt. Von einem leichten Rückgang im Jahr 1991 abgesehen, hat der Flugverkehr im betrachteten Zeitraum kontinuierlich zugenommen. Im Jahr 2001 ist wieder ein Rückgang in den Flugbewegungen zwischen 6 und 22 Uhr aufgetreten, der auf den Einbruch im Flugverkehr nach den Terroranschlägen in den USA am 11.9. zurückzuführen sein dürfte. In Abbildung 16 ist diese Entwicklung noch einmal prozentual auf das Jahr 1987 bezogen dargestellt.

Insbesondere die Zunahme der nächtlichen Flugbewegungen wird in dieser Darstellungsweise deutlich. Unter Berücksichtigung des kontinuierlichen Anstiegs des Luftverkehrs ist ersichtlich, dass die jährlichen Schwankungen in der Anzahl der in Raunheim registrierten Einzelschallereignisse auf die übrigen drei der oben genannten vier Faktoren zurückzuführen sind, nämlich Betriebsrichtung, flugzeugtypische Schallemission sowie Ab- und Anflugverfahren/-routen. Bezüglich der Schallemission ist mit einem kontinuierlichen Rückgang der besonders lauten Einzelschallereignisse ab 80 dB(A) zu rechnen, bedingt durch die Entwicklung leiserer Triebwerke und strengerer Lärmschutzrichtlinien. So wurde bereits in den letzten Jahren der Einsatz der Flugzeugtypen die nach ICAO Anhang 16, Kap.2, Bd. 2 zertifiziert sind, und die zu den besonders lauten Flugzeugtypen gehören, reduziert. Seit 1.4.2002 besitzen diese Flugzeugtypen generelles Flugverbot innerhalb der EU.

Veränderungen der Flugbewegungen seit 1987 am Rhein-Main-Flughafen

Jährliche Veränderungen in Prozent bezogen auf 1987
Quelle: Fraport AG 2002

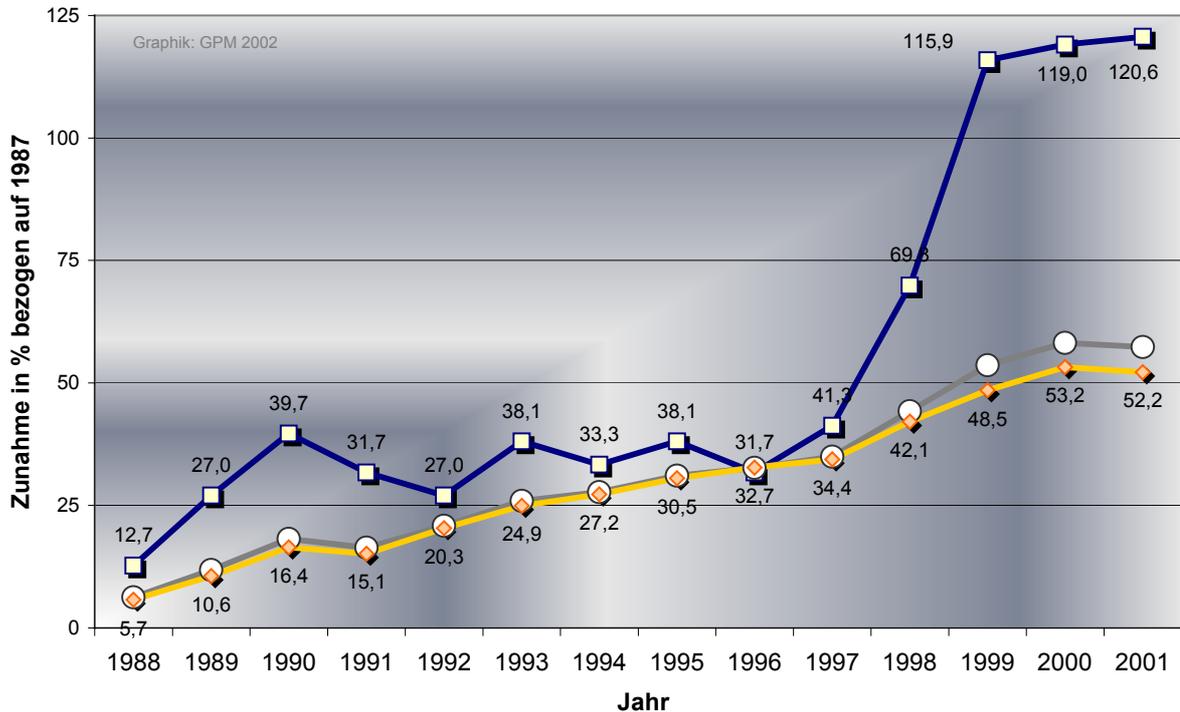


Abbildung 16: Veränderungen in der Anzahl der Flugbewegungen (Tag, Nacht, gesamt) seit 1987, relativer Zuwachs auf 1987 bezogen

Abbildung 17 zeigt die durchschnittliche Anzahl der Einzelschallereignisse (tagsüber), getrennt nach Lärmklassen, die seit 1981 am Messpunkt 06 registriert wurden. Während zwischen den Jahren 1992 und 1997 ein kontinuierlicher Rückgang in den Einzelschallereignissen ab 80 dB(A) zu verzeichnen war (von einem leichten Anstieg im Jahre 1996 abgesehen), nahmen die Lärmereignisse bis 75 dB(A) bis 1996 weiter zu. Im Jahr 1997 kam es zu einem Rückgang, 1998 schließlich witterungsbedingt zu einer deutlichen Verringerung in der Gesamtzahl der Einzelschallereignisse. Wurde 1998 die niedrigste Anzahl an Einzelschallereignissen seit 1981 registriert, so war das folgende Jahr ein Jahr der Extreme in entgegengesetzter Hinsicht: bedingt durch ausgeprägte Ostwettersituationen nahm die Anzahl der Einzelschallereignisse sprunghaft auf den höchsten Wert im Berichtszeitraum zu. In dem darauffolgenden Jahr 2000 kam es wieder zu einem deutlichen Rückgang in Qualität und Quantität der registrierten Einzelschallereignisse, im Jahr 2001 hingegen wieder zu einem Anstieg, der vermutlich ohne die Ereignisse des 11.9. stärker ausgefallen wäre. Bedenkt man weiterhin, dass es sich bei den hier dargestellten Einzelschallereignissen um Jahresmittelwerte der Monate Mai - Oktober handelt, muss man davon ausgehen, dass an einzelnen Tagen noch wesentlich höhere Werte erreicht wurden, was in Kapitel 6.2 noch deutlich gezeigt werden wird.

Einzelschallereignisse Tag am Messpunkt 06 Raunheim

durchschnittliche tägliche Anzahl der Ereignisse 6-22 Uhr, die Beiträge zum Leq(4) liefern nach DIN 45643
 Quelle: Fraport AG 1990 / 2001

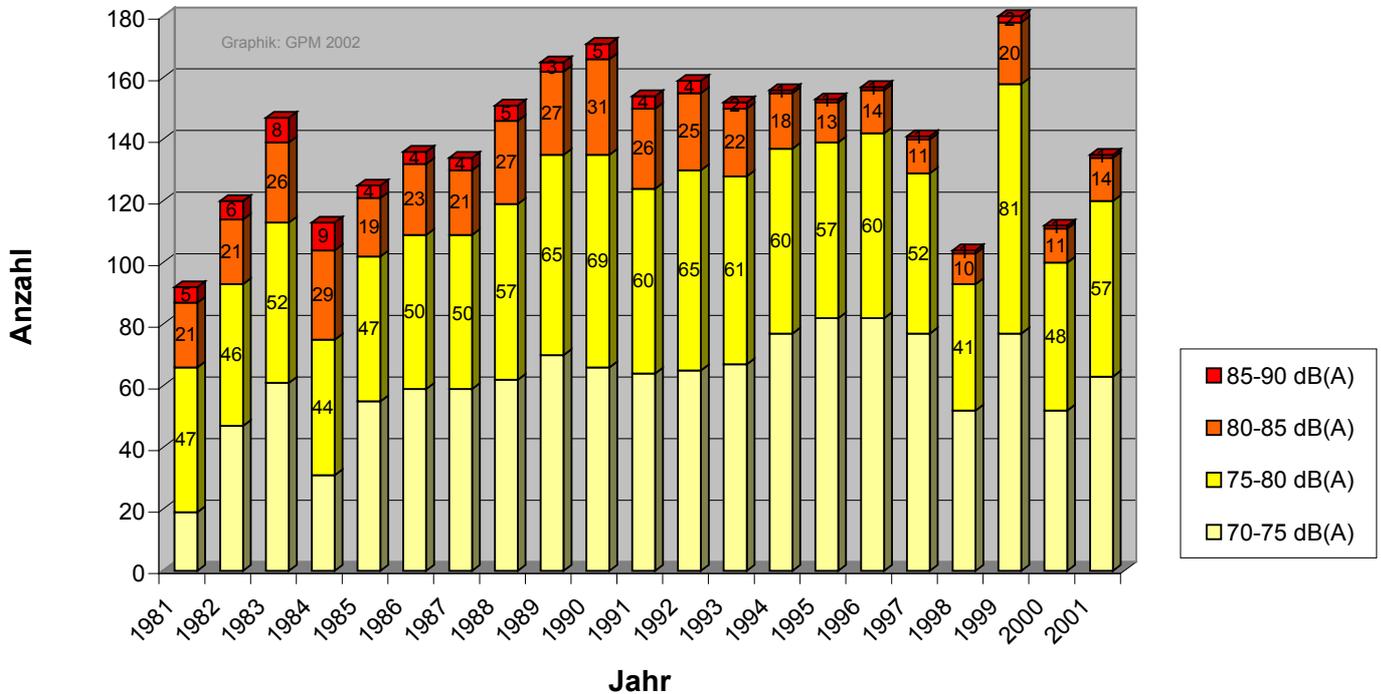


Abbildung 17: Entwicklung in der Anzahl der Einzelschallereignisse tagsüber am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG im Zeitraum 1981-2001, nach Lärmklassen gegliedert.

Die Anzahl der Einzelschallereignisse über 70 dB(A) ist am Messpunkt 05 insgesamt niedriger als am Messpunkt 06, die Schwankungsbreite jedoch zwischen 1990 und 1997 höher. Dies zeigt die folgende Abbildung 18. Auch hier erfolgte von 1998 auf 1999 fast eine Verdopplung der Ereignisse, gefolgt von einem Rückgang der Einzelschallereignisse auf das Niveau des Jahres 1997.

Einzelschallereignisse Tag aufsummiert am Messpunkt 05 Opelbrücke

Anzahl der Ereignisse 6-22 Uhr, die Beiträge zum Leq(4) leisten nach DIN 45643
(= durchschnittliche tägliche Ereignisse Mai - Oktober)
Quelle: Fraport AG 1990 / 2000

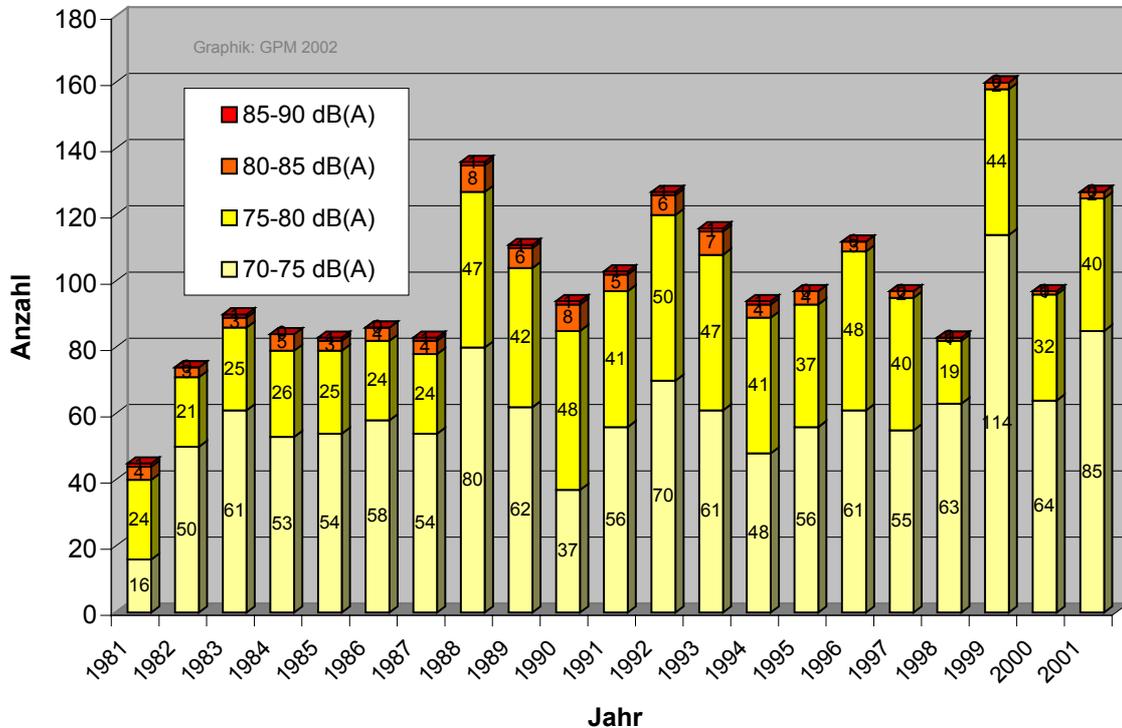


Abbildung 18: Anzahl der Einzelschallereignisse tagsüber am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG, 1981-2001, nach Lärmklassen

6.2 Auswertung der Einzelschallereignisse 1998 und 1999 (Fraport AG)

In den folgenden Kapiteln sollen die Auswertungsergebnisse der umfangreichen Rohdatensätze der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG vorgestellt werden. Es wurden die Aufzeichnungen der Jahre 1998 und 1999 an den beiden Messpunkten 05 (Raunheim, Opelbrücke) und 06 (Raunheim, Uhlandstraße) untersucht. Für eine ausführliche Darstellung der in den Einzeldatensätze enthaltenen Parameter sei auf Kapitel 3 verwiesen. Während die Unterkapitel einer detaillierten Untersuchung der beiden Jahre gewidmet sind, soll im vorliegenden für den Gesamtzeitraum die Abhängigkeit der Einzelschallereignisse von Betriebsrichtung und beteiligten Flugzeugtypen untersucht werden. Ein weiteres Übersichtskapitel ist den meteorologischen Faktoren bezüglich Betriebsrichtung und Lärmausbreitung gewidmet.

Wie bereits oben dargestellt, geht die Hauptbelastung Raunheims durch Einzelschallereignisse, sowohl in qualitativer wie in quantitativer Hinsicht, von den Landungen 07 bei

Ostwetterlagen auf den beiden Bahnen Nord und Süd des Flughafens Rhein-Main aus, mit Überflügen des Stadtgebietes in einer Höhe zwischen 290 und 370 m über Grund. Die folgende Abbildung 19 zeigt die Verteilung der an den beiden Messpunkten registrierten Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) auf die beiden Betriebsrichtungen. Außerdem werden in der Grafik die Betriebsrichtungen weiter nach Flugrouten untergliedert. Hier entsprechen Nord und Süd bei Betriebsrichtung 07 den jeweiligen Landebahnen, bei Betriebsrichtung 25 der weiteren Flugroute Richtung Taunus (Nord) bzw. den anderen Richtungen (Süd).

Anzahl der Einzelschallereignisse der Jahre 1998 und 1999 an den beiden Raunheimer Meßpunkten

Darstellung in Abhängigkeit von Betriebsrichtung und Flugroute
Quelle: Fraport AG, 1998/1999

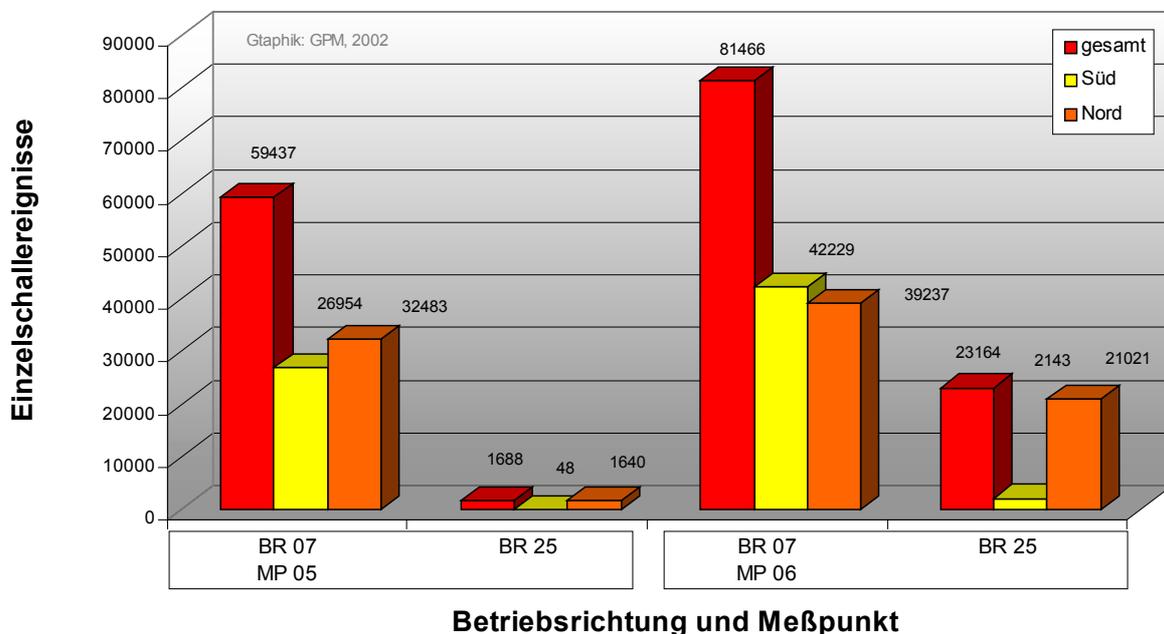


Abbildung 19: Anzahl der Einzelschallereignisse der Jahre 1998 und 1999 an den beiden Messpunkten 05 und 06, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute

Die Abbildung veranschaulicht, dass die quantitative Belastung durch Lärmereignisse bei Landungen, d.h. Betriebsrichtung 07, am größten ist. Dabei ist die Anzahl der registrierten Einzelschallereignisse an Messpunkt 06, entsprechend der größeren Flughafennähe, signifikant höher als an Messpunkt 05. Gleichmäßige Nutzung der beiden Landebahnen vorausgesetzt, ist Messpunkt 05 bei Landeanflug Nord deutlich stärker betroffen als bei Südbahnbetrieb, während es sich an Messpunkt 06 umgekehrt verhält, wenngleich in weniger ausgeprägtem Maße, da hier infolge der niedrigeren Überflughöhe die Anzahl der registrierten Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) generell höher ist. Bei Betriebsrichtung 25 überwiegen die Lärmereignisse bei Abflügen nach Norden bei weitem. Zudem werden

deutlich mehr Lärmereignisse an Messpunkt 06 registriert. Beides ist aufgrund der geographischen Lage der beiden Messpunkte verständlich (vgl. Abbildung 15 der Flugrouten in Kap. 3).

Die nächste Abbildung zeigt eine Darstellung der arithmetisch gemittelten registrierten dB(A)-Werte aller registrierten Einzelschallereignisse in Abhängigkeit der oben genannten Faktoren. Auch hier wurden wieder die Werte der Jahre 1998 und 1999 an den beiden Raunheimer Messpunkten untersucht. Mit einem mittleren Wert pro Einzelschallereignis von 77,1 dB(A) (!) ist die Belastung an Messpunkt 06 bei Betriebsrichtung 07 und Südbahnbetrieb bei weitem am höchsten.

Durchschnittliche dB-Werte der Einzelschallereignisse in Abhängigkeit von Betriebsrichtung und Flugroute

Meßwerte der Jahre 1998 und 1999 an den Meßpunkten 05 und 06

der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

Quelle: Fraport AG, 1998/1999

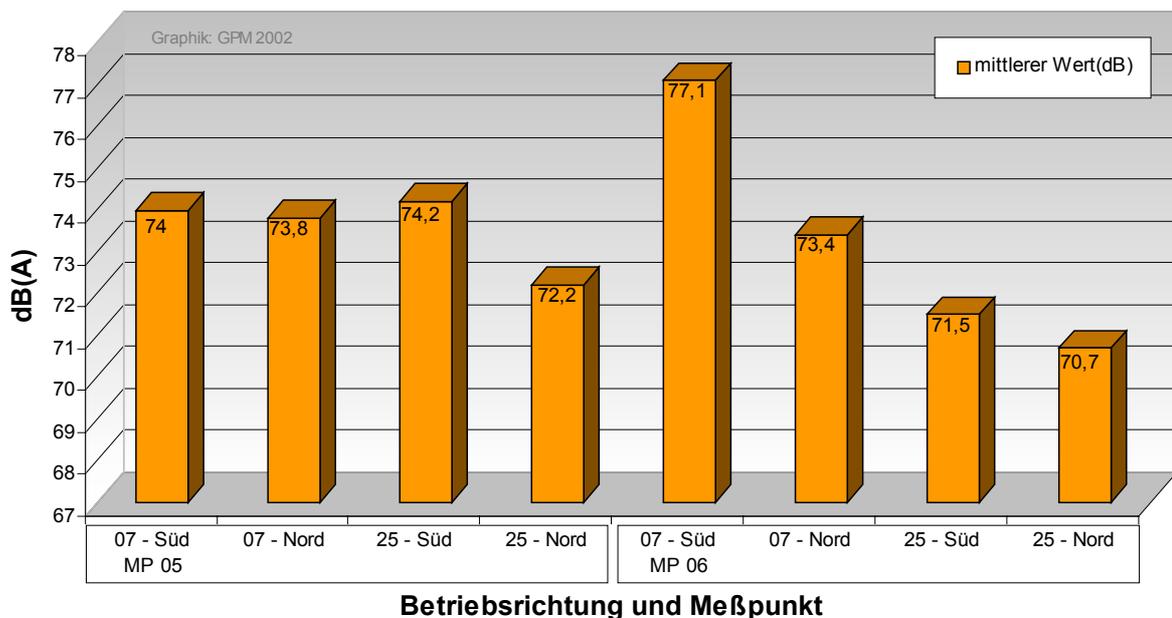


Abbildung 20: Durchschnittliche Einzelschallpegel in den Jahren 1998 und 1999 an den beiden Messpunkten 05 und 06, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute

Bei Nordbahnbetrieb werden unter Betriebsrichtung 07 an Messpunkt 05 im Schnitt geringfügig höhere dB-Werte registriert als an Messpunkt 06. Die nördlichere Lage von Messpunkt 05 kompensiert demnach die niedrigere Überflughöhe an Messpunkt 06. Die höheren Werte an Messpunkt 05 bezüglich der Lärmereignisse bei Betriebsrichtung 25 sind hingegen vermutlich nicht signifikant: hier ist die geringe Datenmenge an Messpunkt 05 zu berücksichtigen, die einen systematischen Vergleich der Messpunkte erschwert. So wurden für beide Flugrouten (Taunus und Südrichtungen) an Messpunkt 06 im Berichts-

zeitraum höhere Maximalwerte von 99 dB (Taunus) bzw. 103 dB (Südrichtungen) gegenüber 97 dB bzw. 87 dB an Messpunkt 05 registriert.

Die folgende Abbildung 21 soll die unterschiedliche Belastung im Osten und Westen Raunheims in Abhängigkeit des Flugbetriebs noch einmal im direkten Vergleich veranschaulichen. Sie stellt die Anzahl der Flugereignisse, nach Betriebsrichtung und Flugrouten unterteilt, dar, die an Messpunkt 06 mit einem höheren Einzelschallpegel registriert wurden als an 05 sowie den umgekehrten Fall.

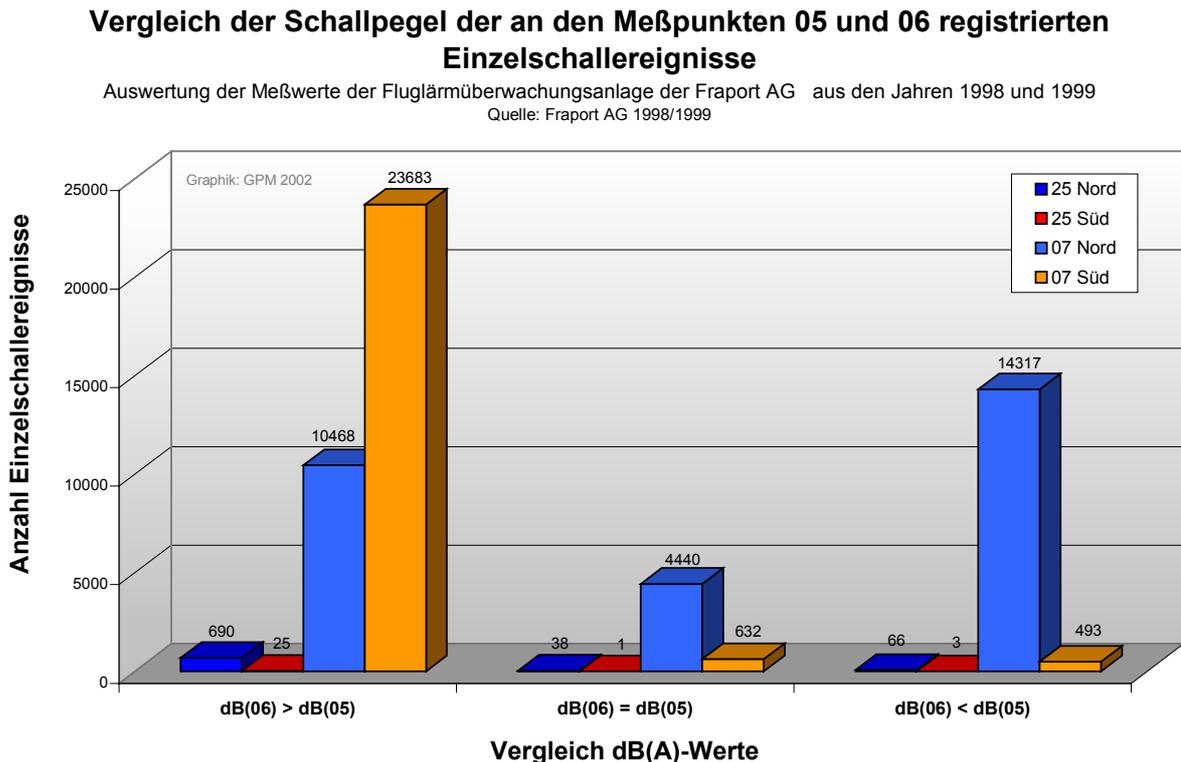


Abbildung 21: Direkter Vergleich der an den Messpunkten 05 und 06 registrierten Schallpegel, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute

Dabei zeigt sich, dass in fast allen Fällen an Messpunkt 06 höhere dB(A)-Werte registriert wurden als an Messpunkt 05. Die systematische Ausnahme bildet der Flugbetrieb bei Betriebsrichtung 07 Nord. Hier überwiegen die lautereren Ereignisse an Messpunkt 05. Dies untermauert die oben angeführte Analyse. Eine genauere Untersuchung der Pegeldifferenzen an den beiden Messpunkten in Abhängigkeit der meteorologischen Gegebenheiten wäre sicherlich lohnenswert, kann hier jedoch in Ermangelung des erforderlichen Datenmaterials nicht stattfinden.

Abschließend soll ein Überblick über die beteiligten Flugzeugtypen gegeben werden. Dazu wurden die registrierten Pegelwerte bei Einzelschallereignissen unterschiedlicher Flugzeugklassen (vgl. Kap.3) untersucht. Um Vergleichbarkeit der Werte zu gewährleisten, wurden alle Landereignisse Süd des Gesamtzeitraumes für den Messpunkt 06 betrachtet.

Dort wurden nicht nur die meisten Einzelschallereignisse registriert, es trat dort auch die größte Spanne registrierter dB(A)-Werte auf. Die Abbildungen 22 und 23 zeigen die Werte für Pegelminimum und –maximum der unterschiedlichen Flugzeugtypen und deren arithmetische Mittel sowie die Häufigkeit der Flugzeugklassen, auf Basis aller Einzelschallereignismessungen (d.h. beider Betriebsrichtungen) an Messpunkt 06. Die gemäß ICAO, Anhang 16, Band I nicht zertifizierten Flugzeugtypen sind die lautesten. Hierzu zählen die großen Militärflugzeuge Galaxy C5, Stratotanker KC35 und Lockheed Starlifter C141. Die Galaxy war im Berichtszeitraum an den beiden Messpunkten der lauteste Flugzeugtyp. Alle registrierten Einzelschallereignisse mit dem maximalen Schallpegel von 105 dB(A) waren auf diesen Flugzeugtyp zurückzuführen. Die Strahlflugzeuge, zertifiziert nach Kapitel 2, bilden die zweitlauteste Flugzeugklasse. Für Flieger dieses Typs, zertifiziert vor dem 6.10.1977, herrscht seit April 2002 in der EU generelles Flugverbot.

dB(A)-Werte der verschiedenen Flugzeugklassen

Meßpunkt 06 Raunheim, Anflüge auf Südbahn, 1998 und 1999

Quelle: Fraport 1998 /1999

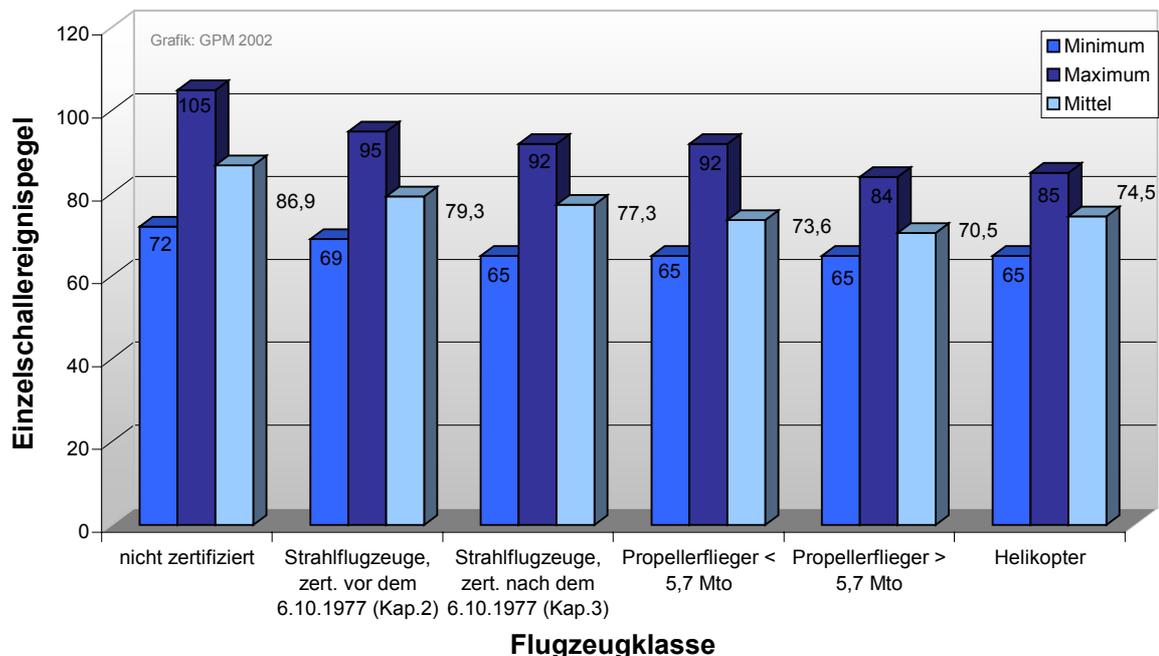


Abbildung 22: Einzelschallereignispegel der unterschiedlichen Flugzeugklassen, Auswertung der an Messpunkt 06 registrierten Ereignisse der Jahre 1998 und 1999, Betriebsrichtung 07 Süd

Wie Abbildung 23 zeigt, sind jedoch die nach Kapitel 3 zertifizierten großen Strahlflugzeuge in quantitativer Hinsicht bei weitem die Hauptverursacher massiven Fluglärms (man beachte die logarithmische Skalierung der Ordinate!). Hier fallen Tupolev 154 und Ilyushin 86 als lauteste Vertreter auf, gefolgt von den in Anzahl der Lärmereignisse bei weitem dominierenden Typen Boeing 747 und der Airbus 300er Serie.

Anzahl der registrierten Einzelschallereignisse an Meßpunkt 06, Betriebsrichtung 07 Süd, nach Flugzeugklassen

Auswertung der Einzelschallereignisse der Jahre 1998 und 1999

Quelle: Fraport, 1998/1999

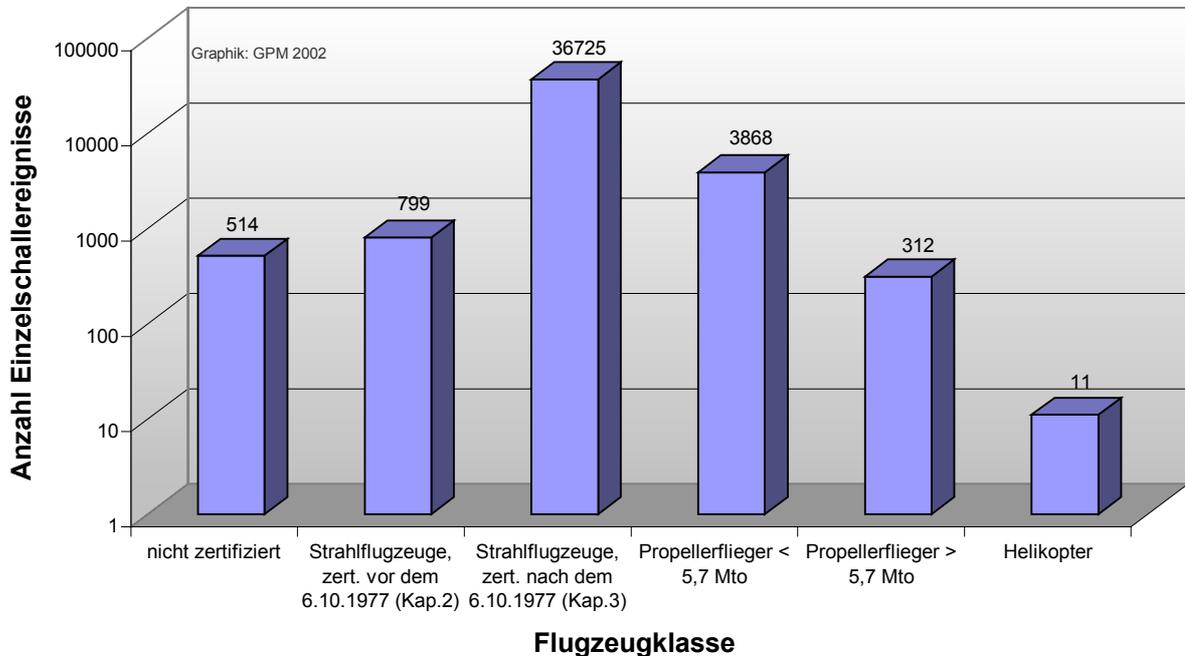


Abbildung 23: Anzahl der Einzelschallereignisse an Messpunkt 06 in den Jahren 1998 und 1999, Betriebsrichtung 07 Süd, nach Flugzeugklassen geordnet.

Abbildung 24 zeigt die tagesdurchschnittliche Anzahl von Einzelschallereignissen bei Landebetriebsrichtung 07 und deren durchschnittlichen Schallpegel. Der Darstellung liegen die im Jahr 1999 an MP06 registrierten Werte zugrunde. In den Stunden zwischen 7 und 9 Uhr werden die Maxima an Einzelschallereignissen registriert. Dieser Spitzenwert ist auf den Verkehr der großen Strahlflugzeuge im Überseeverkehr zurückzuführen. Zwischen 20 und 21 Uhr wird ein ähnlich hoher Wert erreicht, jedoch bei geringeren durchschnittlichen dB(A)-Werten. Der Tag beginnt also mit der qualitativ und quantitativ stärksten Belastung. Der beträchtliche mittlere Schallpegel zwischen 2 und 3 Uhr nachts von 82,3 dB(A) fällt außerdem ins Auge. Er ist allerdings auf insgesamt 27 Flugbewegungen im Jahr 1999 in diesem Stundenintervall zurückzuführen, hauptsächlich verursacht durch Militärflugzeuge des Typs Stratotanker KC35.

Tagesdurchschnittliche Anzahl von Einzelschallereignissen und mittlerer Schallpegel (nach Tagesstunden)

Auswertung aller Einzelschallereignisse BR 07 des Jahres 1999 an MP06
 Quelle: Fraport AG (1999)

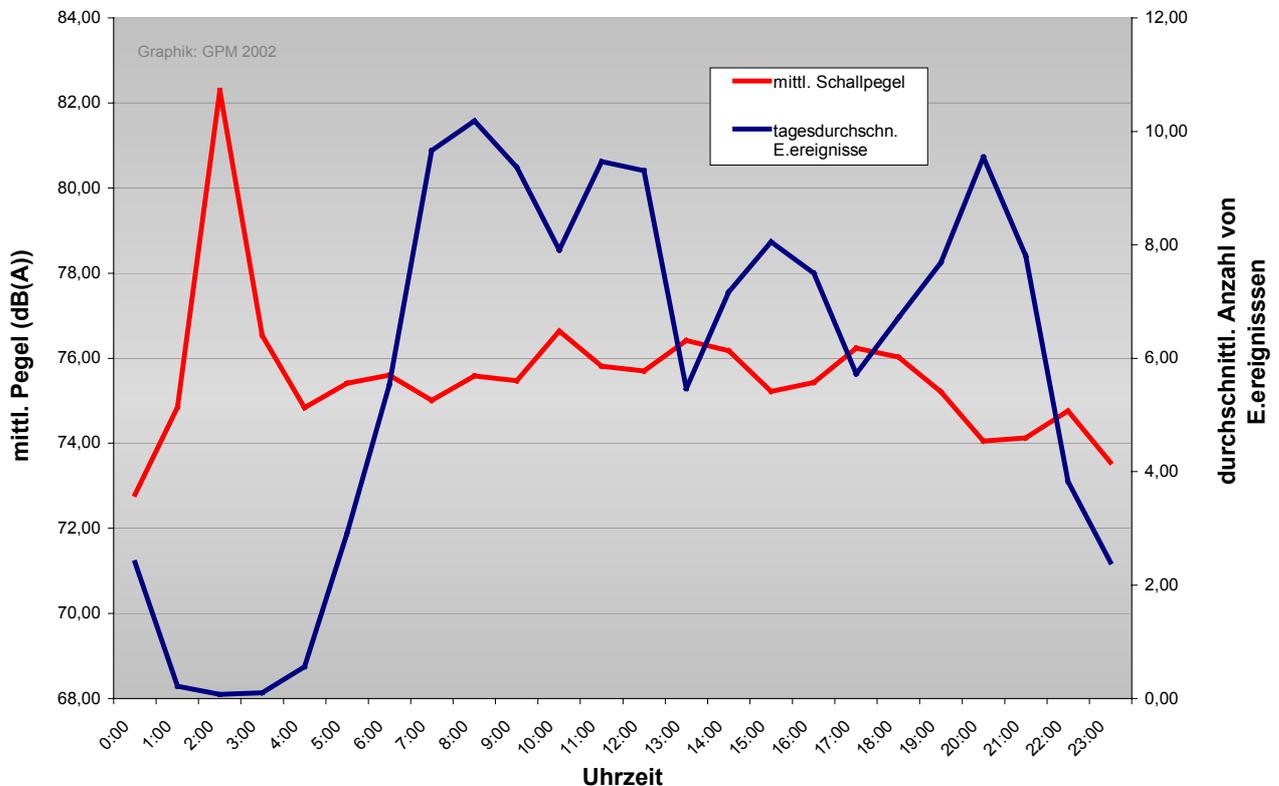


Abbildung 24: Mittlerer Schallpegel und tägliche Anzahl von Einzelschallereignissen bei Betriebsrichtung 07 im Jahr 1999, nach Tagesstunden aufglieder

6.2.1 Meteorologische Grundüberlegungen

In diesem Kapitel werden zum einen einige der Faktoren erläutert, die für die atmosphärische Schallausbreitung von Bedeutung sind. Zum anderen soll der Versuch einer objektiven Wetteranalyse anhand von Großwetterlagen und –typen präzisiert werden. Nach dieser Vorgehensweise werden in den späteren Betrachtungen der Jahressituationen die Wetterklassifikationen vorgenommen werden.

Die Bedeutung meteorologischer Effekte für die Lärmbelastung/-belastung Raunheims durch den Flugverkehr ist zweifach:

- Anhand der großräumigen Wettersituation (West- bzw. Ostwetterlage) entscheidet sich die Richtung des Flugbetriebs.
- Die Lärmausbreitung vor Ort ist von der jeweiligen Wettersituation abhängig.

Damit kommt den Großwetterbedingungen in meteorologischer Hinsicht der Hauptanteil in der Einschätzung der Lärmsituation Raunheims zu: von ihnen hängt ab, ob die intensiveren Einzelschallereignisse bei Landeanflug 07 in Raunheim registriert werden, während die lokale Wettersituation lediglich zu einer, allerdings mitunter nicht unerheblichen, Modifikation der Schallausbreitung beiträgt.

Zunächst sollen die atmosphärischen Mechanismen in Bezug auf die Schallausbreitung kurz umrissen werden. Die Darstellung soll ein Verständnis der Zusammenhänge erleichtern. Für weitergehende Erläuterungen muss auf die Spezialliteratur verwiesen werden. Eine gute Einführung zur Schallausbreitung in der Atmosphäre vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen findet sich im Internet unter <http://www.zamg.ac.at/~DACH2001/dachneu/Session8/b/Vortrag/heimann.pdf>.

Eine Analyse der lokalen Schallausbreitungsbedingungen in den Berichtszeiträumen konnte aufgrund der Datensituation nicht durchgeführt werden. Eine solche Untersuchung für das Umfeld des Rhein-Main-Flughafens ist nach unserer Kenntnis auch noch nicht betrieben worden, sie wäre jedoch, gerade in Betracht der zunehmenden Fluglärmproblematik außerordentlich wünschenswert.

Die Einflüsse der Atmosphäre sind von dreierlei Art; hierbei ist jedoch zu beachten, dass die atmosphärischen Faktoren immer in Wechselwirkung mit der Beschaffenheit des Geländes betrachtet werden müssen. Durch *Absorption* wird die Schallamplitude (und damit die wahrnehmbare Lautstärke des Schallereignisses) verringert. *Diffuse Streuung* führt zu einer ungerichteten Umverteilung der Schallenergie, eine Erhöhung der Schalleinstrahlung in Schattenzonen des Schalls kann die Folge sein. In Bezug auf Absorptionseffekte sind Feuchtegehalt und Temperatur der Luft maßgebliche Größen, die diffuse Streuung hingegen hängt vom Grad der Windturbulenz ab.

Den Schallbrechungseffekten (*Refraktion*) kommt für die systematische Schallverstärkung/-abschwächung am Boden die tragende Rolle zu. Sie sind maßgeblich durch die Schichtung der Atmosphäre bestimmt. Normalerweise nimmt die Temperatur mit zunehmender Höhe ab. In diesem Fall wird der Schall aufwärts gebrochen. Bei *Inversionen* jedoch, die durch Abkühlungseffekte am Boden (Bodeninversion) oder bei bestimmten Wetterlagen (Absinkinversion, Aufgleitinversion) auftreten, kommt es bis zu einer gewissen Grenzhöhe (Richtwert 800 m) zu einer Zunahme der Temperatur mit der Höhe. Innerhalb einer solchen Schicht tritt Abwärtsbrechung des Schalls auf, eine Verstärkung des Schalls sowie des Schalleinzugsbereiches am Boden ist die Folge. Bekanntlich bilden Inversionen zudem eine Sperrschicht für die bodennahen Luftmassen wodurch die Neigung zu Smogbildung zunimmt. Vor allem bei Hochdrucklagen treten alle Arten von Inversionen vermehrt auf, insbesondere unter herbstlichem und winterlichen Hochdruckeinfluß (Skandinavienhoch, Ostwetterlagen). Da die Flugzeuge über Raunheim unterhalb der Inversionsgrenze fliegen, ist dann mit einer deutlichen Intensivierung (Verstärkung und Verlängerung) der Einzelschallereignisse zu rechnen.

Anhand der großräumigen Wettersituationen soll dokumentiert werden, unter welchen charakteristischen Großwettertypen im Berichtszeitraum Einzelschallereignisse in Raunheim registriert wurden. Gemäß der 5-Knoten-Rückenwindregelung sind solche Wetterla-

gen zu erwarten, die mit erhöhten Windgeschwindigkeiten aus östlichen (Betriebsrichtung 07) bzw. westlichen (Betriebsrichtung 25) Richtungen einhergehen. Dabei ist den Ostwetterlagen wegen der höheren Lärmbelastung Raunheims bei Landeanflug 07 die größere Bedeutung beizumessen.

Zur Klassifikation der unterschiedlichen Zirkulationsformen dient die Einteilung in 29 Großwetterlagen nach Baur (vgl. Gerstengarbe et al. 1999). Diese werden, nach Gemeinsamkeiten der Zirkulationsform und Richtung der Luftzufuhr, in 10 Großwettertypen untergliedert. Die beiden Abbildungen 25 und 26 zeigen die prozentuale Verteilung der am Messpunkt 06 registrierten Einzelschallereignisse der Jahre 1998 und 1999, getrennt nach Betriebsrichtung, auf die verschiedenen Großwettertypen. Zudem enthalten sie Information über die Häufigkeit des Auftretens der verschiedenen Großwettertypen im Berichtszeitraum 1998-1999.

Es zeigt sich, dass Landeanflüge bei Betriebsrichtung 07 bevorzugt bei den Großwettertypen Hoch Mitteleuropa, Ost, Nord sowie Nordost registriert wurden. 73,1 % aller Einzelschallereignisse der Jahre 1998 und 1999 wurden bei diesen vier Großwettertypen registriert, die 37,5 % des Berichtszeitraums einnahmen. Insbesondere sind es daher Hochdruckwetterlagen über Mittel- bzw. Nordeuropa, bei denen verstärkt die intensiven Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 07 auftraten. Hingegen wurde bei den West- und Südwestwettertypen signifikant weniger Anflugbetrieb aus Westen registriert, wobei jedoch immer Ausnahmen (etwa bei Troglagen) zu beachten sind. Die Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 25 sind hingegen weniger deutlich auf bestimmte Großwettertypen konzentriert; es fällt jedoch auf, dass bei Hoch-Mitteleuropa- und Osttypen unterdurchschnittlich viele Einzelschallereignisse registriert wurden, bei den Süd- und Nordwesttypen hingegen eine überdurchschnittliche Anzahl. Aufgrund der deutlichen Korrelation zwischen Betriebsrichtung und Großwettertyp, gerade bei Betriebsrichtung 07, wird in den folgenden meteorologischen Analysen der Jahre 1998 und 1999 bzw. der Messkampagne Juli-September 2001 (deBAKOM) die Häufigkeit der Großwettertypen als objektives Bewertungskriterien verwandt.

Auftreten der Einzelschallereignisse (Betriebsrichtung 07) bei den verschiedenen Großwettertypen

Registrierte Einzelschallereignisse der Jahre 1998/99 am Meßpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG
Quelle: Fraport AG, 1998/1999

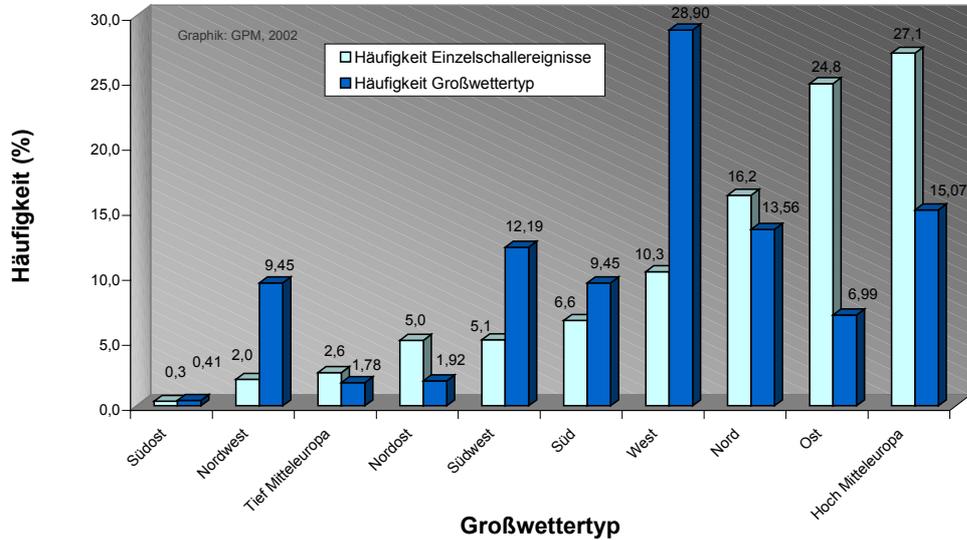


Abbildung 25: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 07 auf die im Berichtszeitraum 1998/99 aufgetretenen Großwettertypen sowie deren Häufigkeiten

Auftreten der Einzelschallereignisse (Betriebsrichtung 25) bei den verschiedenen Großwettertypen

Registrierte Einzelschallereignisse der Jahre 1998/99 am Meßpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG
Quelle: Fraport AG, 1998/1999

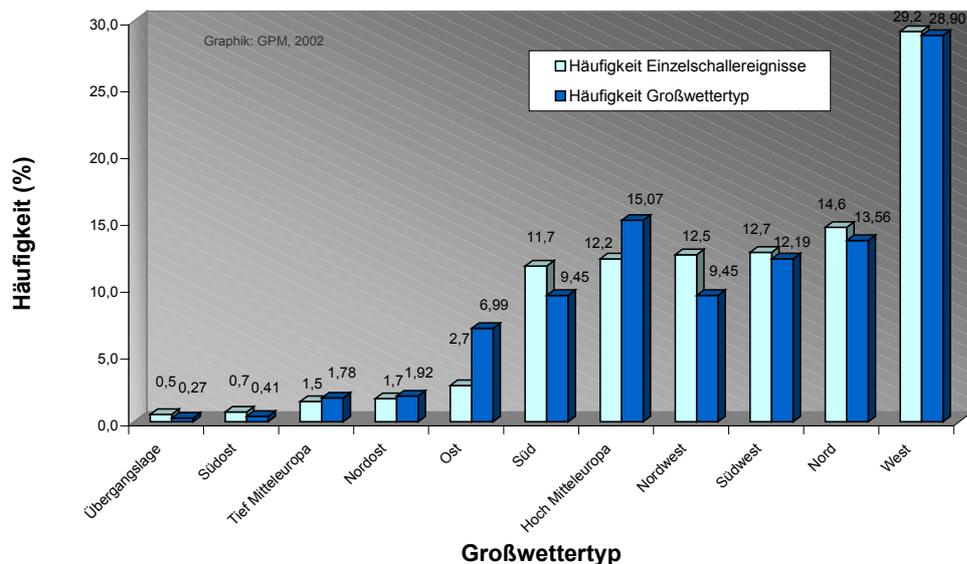


Abbildung 26: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 25 auf die im Berichtszeitraum 1998/99 aufgetretenen Großwettertypen sowie deren Häufigkeiten

Abschließend sollen anhand der folgenden Abbildung 27 die statistischen Häufigkeiten der einzelnen Großwettertypen im Jahresverlauf dargestellt werden (bei dieser Aufstellung sind die Großwettertypen Ost, Nordost und Südost alle in dem einen Typ Ost zusammengefasst).

Die langjährige Statistik gibt einen Anhaltspunkt dafür, in welchen Monaten mit verstärkter Belastung Raunheims durch Betriebsrichtung 07 gerechnet werden muss. Insbesondere die Frühjahrsmonate April und Mai mit überdurchschnittlich häufigem Auftreten der Großwettertypen Nord und Ost sowie Juni bzw. September mit weit über dem Mittelwert liegenden Häufigkeiten der Großwettertypen Nord bzw. Hoch Mitteleuropa fallen hier auf.

Relative Häufigkeiten ausgesuchter Großwettertypen im Zeitraum von 1881 bis 1997

Quelle: Gerstengarbe et al., 1999

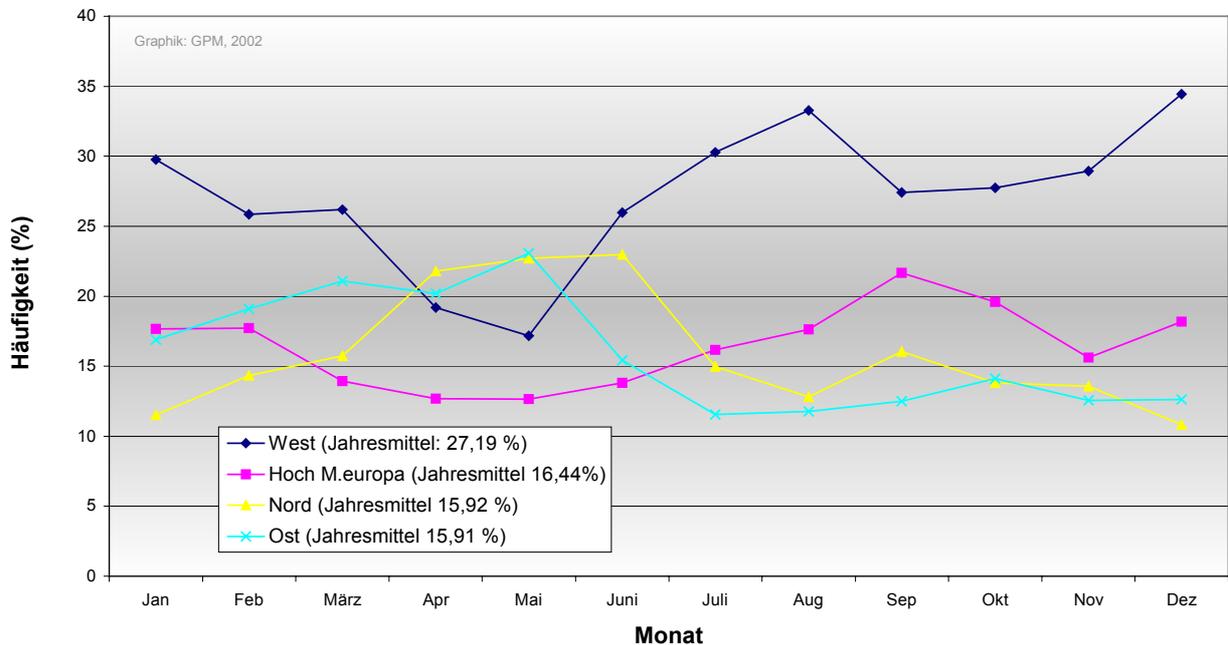


Abbildung 27: Relative Häufigkeiten der Großwettertypen West, Hoch Mitteleuropa, Nord und Ost in den Monaten des Jahres aufgrund langjähriger Meßreihen von 1881 bis 1997

6.2.2 Einzelschallereignisse 1998

Wie bereits im Kapitel über die Entwicklung in Raunheim seit den 80er Jahren gezeigt wurde, war das Jahr 1998 ein Jahr von unterdurchschnittlichem Flugbetrieb bei Lande- betriebsrichtung 07. Trotzdem traten auch 1998 Monate mit ausgesprochen starker Belastung durch vermehrte Einzelschallereignisse auf, denn die Schwankungsbreite zwischen den Monaten war recht ausgeprägt. Eine Aufstellung der Anzahl der Einzelschallereignisse, in

Zusammenhang mit den unterschiedlichen Betriebsrichtungen, zeigen die untenstehenden Abbildungen 28 und 29, jeweils für Messpunkt 05 und 06.

Hier fällt die starke Belastung durch Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 07 in den Monaten Mai und September auf. So wurden im Mai an Messpunkt 06 im Durchschnitt täglich über 210 Einzelschallereignisse über 65 dB(A) registriert. Diese Monate, die sich, wie im nächsten Kapitel gezeigt wird, durch vermehrtes Auftreten von Ostwetterlagen auszeichneten, rahmten einen Sommer ein, der, bedingt durch ein ausgeprägtes Vorherrschen von Westwetterlagen, für Raunheimer Verhältnisse vergleichsweise milde ausfiel. Der ‚ruhigste‘ Monat Juni hat aber an Messpunkt 06 immerhin noch rund 55 Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) im Tagesdurchschnitt aufzuweisen.

Das Jahr 1998 veranschaulicht zudem eindrucksvoll, was für Raunheimer Verhältnisse unter einem ‚ruhigen‘ Jahr zu verstehen ist. So verging im Jahr 1998 kein einziger Tag, an dem an Messpunkt 06 kein Einzelschallereignis ab 65 dB(A) registriert worden wäre. Der Spitzenwert tagsüber gemessener Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) lag an Messpunkt 06 bei 507 Einzelschallereignissen. An Messpunkt 05 wurden noch an 314 Tagen des Jahres Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) registriert, bei einem Tageshöchstwert von 388. Im Mai wurden an 16 Tagen hintereinander zum Teil beträchtliche Werte an Einzelschallereignissen bei Betriebsrichtung 07 registriert (vom 8.5. bis 23.5.). Diese kurze Übersicht, die in den Kapiteln zur Tag- und Nachtsituation detaillierter ausgeführt werden wird, zeigt, welchen Belastungen durch Fluglärm die Raunheimer Bevölkerung in einem Jahr ausgesetzt war, das in einer Spanne von 20 Jahren das belastungsärmste darstellt.

Verteilung der monatlich registrierten Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) auf die Betriebsrichtungen

Werte des Jahres 1998 an Meßpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG
Quelle: Fraport AG 1998

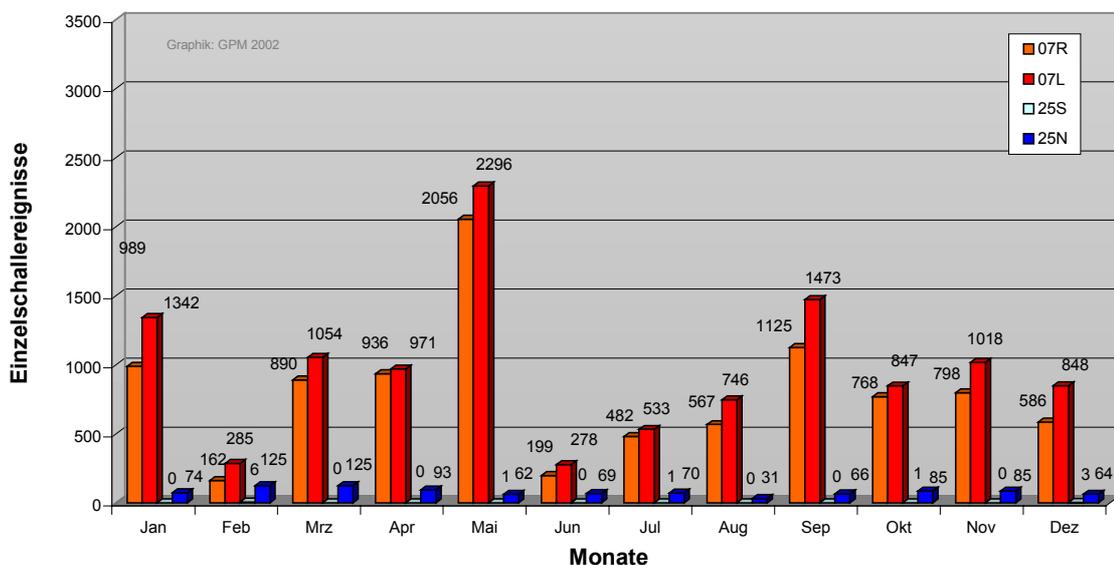


Abbildung 28: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

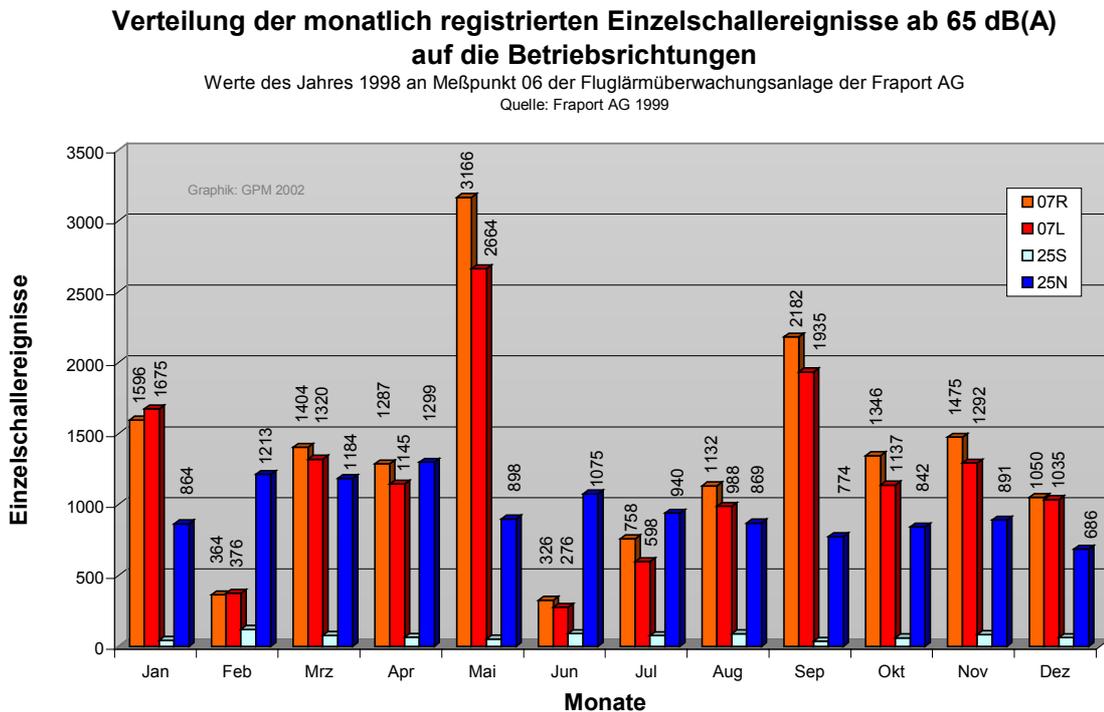


Abbildung 29: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

6.2.2.1 Meteorologische Situation

Die nächste Abbildung zeigt die im Jahr 1998 aufgetretenen Großwettertypen bei den beiden Betriebsrichtungen. Wie bereits dargestellt, war 1998 in Bezug auf das Auftreten von Einzelschallereignissen bei Betriebsrichtung 07 ein unterdurchschnittliches Jahr. Das zeigt sich auch in der Abbildung. Insbesondere die verkehrsreichen Sommermonate Juli und August waren durch Vorherrschen von westlichen Wetterlagen gekennzeichnet. Jedoch gab es auch 1998 längere Episoden mit Betriebsrichtung 07. In den Monaten Mai und September traten die ‚kritischen‘ Hoch- und Ost-Großwettertypen sogar überdurchschnittlich häufig auf. Tatsächlich waren Mai und September die Monate des Jahres, in denen die meisten Einzelschallereignisse unter Betriebsrichtung 07 registriert wurden. Der Mai des Jahres 1998 war durch eine besonders lange ununterbrochene Episode mit Betriebsrichtung 07 vom 8. bis 23. geprägt, in Zusammenhang mit einem Hochdruckgebiet über Nordeuropa vom 12.-19.5. Im September hingegen hatte ein Hochdruckgebiet über Mitteleuropa vom 19.-24.9. unentwegt Landebetriebsrichtung 07 zur Folge. Erwähnt werden sollte noch der Januar: vom 20. bis 27. des Monats wurden täglich Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 07 registriert, verursacht durch eine anhaltende zyklonale Nordostlage. Insgesamt betrachtet war das Jahr 1998 jedoch durch Westwetterlagen dominiert und daher für Raunheim ein vergleichsweise ruhiges Jahr.

Auftreten der unterschiedlichen Betriebsrichtungen und der Großwettertypen im Jahresverlauf 1998

Bestimmung der Betriebsrichtung aufgrund der Einzelschallereignisse an
 Meßpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der FAG
 Quelle: FAG und DWD (1998)

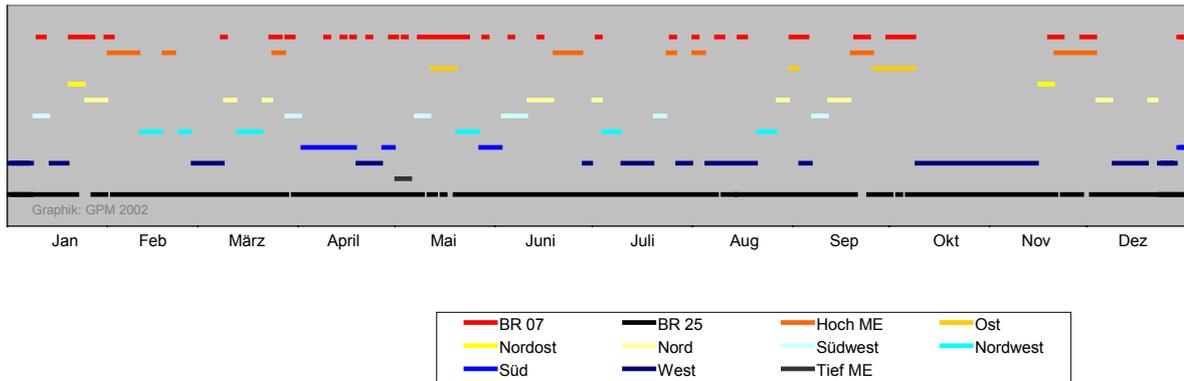


Abbildung 30: Großwettertypen und Betriebsrichtungen im Jahresverlauf 1998

6.2.2.2 Einzelschallereignisse am Tag

Die untenstehenden beiden Abbildungen 31 und 32 illustrieren das Auftreten von Einzelschallereignissen verschiedener Lärmklassen tagsüber (d.h. von 6 bis 22 Uhr) an den beiden Raunheimer Messpunkten im Jahresverlauf. Wie schon in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, fiel vor allem der Monat Mai durch erhebliche Belastung an Einzelschallereignissen auf. Ende April wurde mit 507 Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) tagsüber an MP 06 (MP 05: 388) die höchste tägliche Anzahl an Einzelschallereignissen registriert. 10 % der Tage an MP 06 hatten eine Anzahl von 397 (MP 05: 260) Einzelschallereignissen und mehr aufzuweisen.

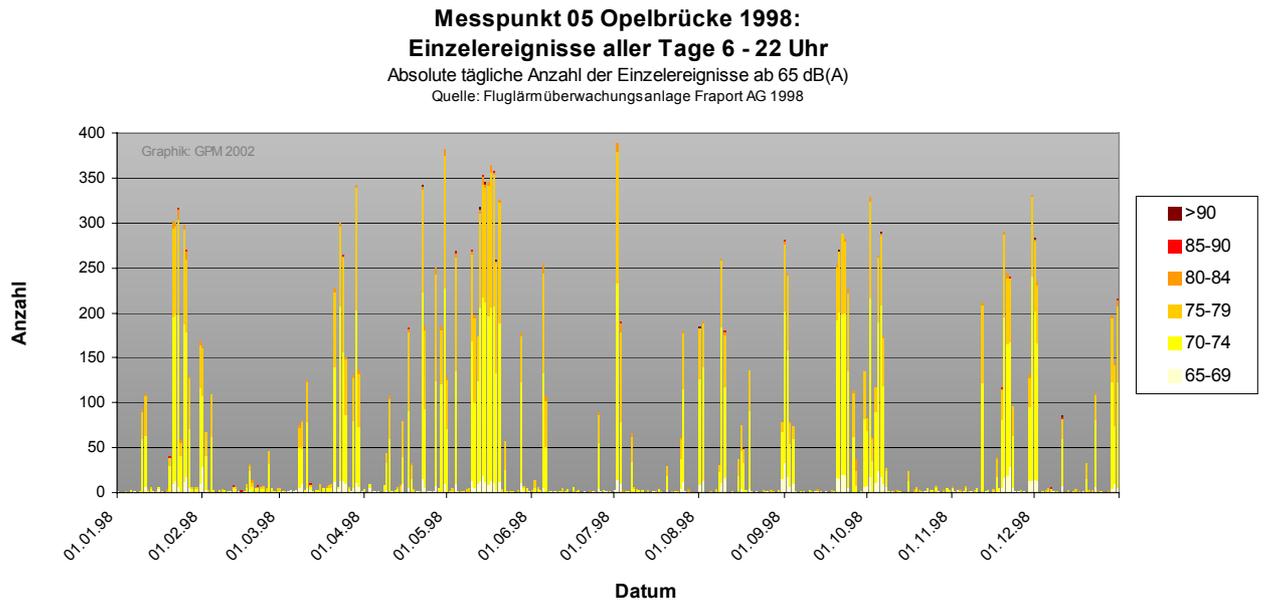


Abbildung 31: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) tagsüber im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

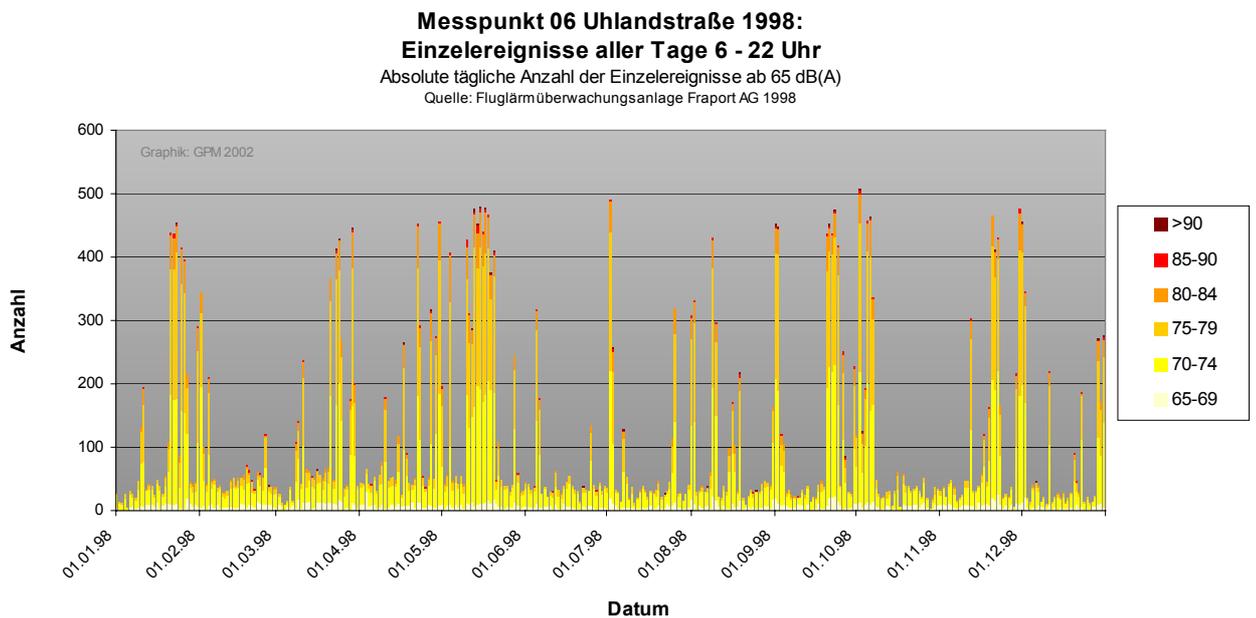


Abbildung 32: Anzahl von Einzelschallereignissen tagsüber ab 65 dB(A) im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

In der darauffolgenden Abbildung 33 ist der Verlauf des 15.5., einer der am stärksten durch Lärmereignisse belasteten Tage des Jahres 1998 bezüglich der am Messpunkt 06 registrierten Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) visualisiert. Von links nach rechts sind die Stunden des Tages zwischen 6 Uhr morgens und 22 Uhr an denen Fluglärm gemessen wurde abzulesen, die Länge der Balken gibt ein Maß für die Anzahl der gemessenen Einzelschallereignisse. Das Minimum lag in der Stunde von 13 bis 14 Uhr mit ‚nur‘ 17 gemessenen Ereignissen, das Maximum lagen in der darauffolgenden Stunde mit 38 Einzelschallereignissen, d.h. es trat häufiger als alle zwei Minuten eine Überflugereignis mit oft deutlich mehr als 65 DB(A) auf.

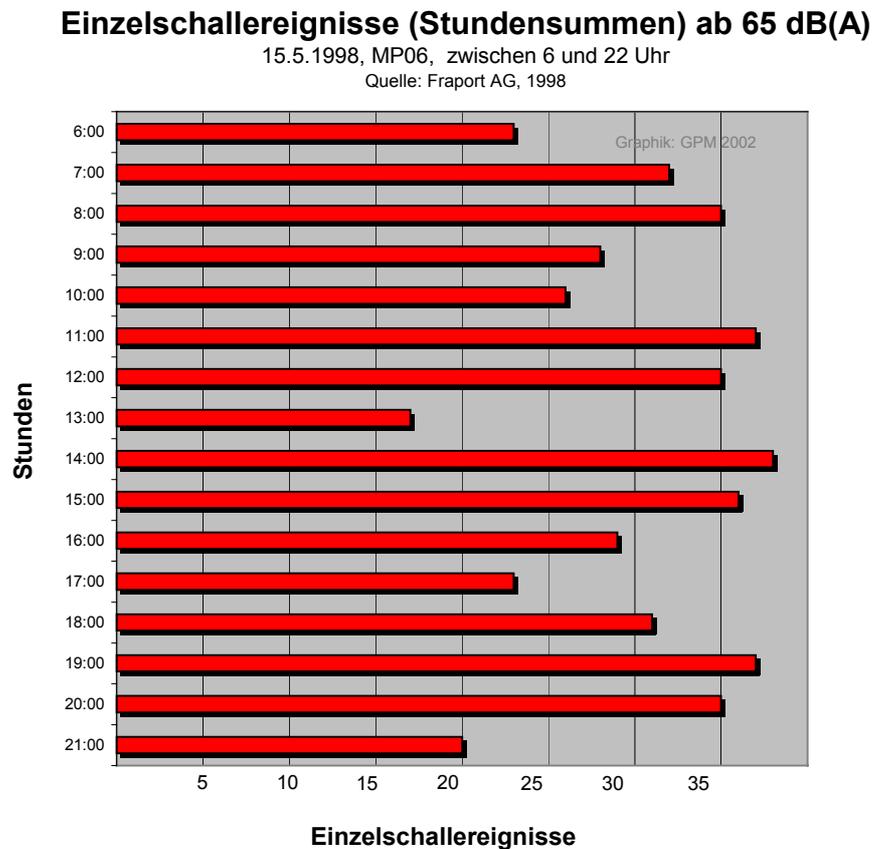


Abbildung 33: Summarische Darstellung der Einzelschallereignisse in den Tagesstunden (6-22 Uhr) des 15.5.1998

Beurteilt man das Jahr 1998 nach dem NAT70 – Kriterium von KASTKA (60 bzw. 8 Einzelschallereignisse oberhalb 70 dB(A) tags bzw. nachts werden danach als erhebliche Belästigung eingestuft), so ergibt sich für die Verhältnisse tagsüber das folgende Bild:

- an Messpunkt 06 erfüllten 106 Tage tagsüber das NAT70-Kriterium,

- an Messpunkt 05 waren es 87.
- Dabei wurden tagsüber bis zu 466 Einzelschallereignisse oberhalb 70 dB(A) an MP 06 (366 an MP 05) registriert.
- Die Hälfte der Tage an MP 06 (MP 05), die das NAT70-Kriterium erfüllen, waren Tage mit mehr als 256 (198) Einzelschallereignissen oberhalb 70 dB(A).

Abbildung 34 auf der folgenden Seite soll das extreme Überschreiten des NAT70-Kriteriums an den 10 am stärksten belasteten Tagen des Jahres 1998 verdeutlichen.

**Messpunkt 06 Raunheim 1998:
NAT 70 [Ereignisse > 70 dB(A)] tagsüber (6:00-21:59 Uhr)
an den 10 extremsten Tagen des Jahres**

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

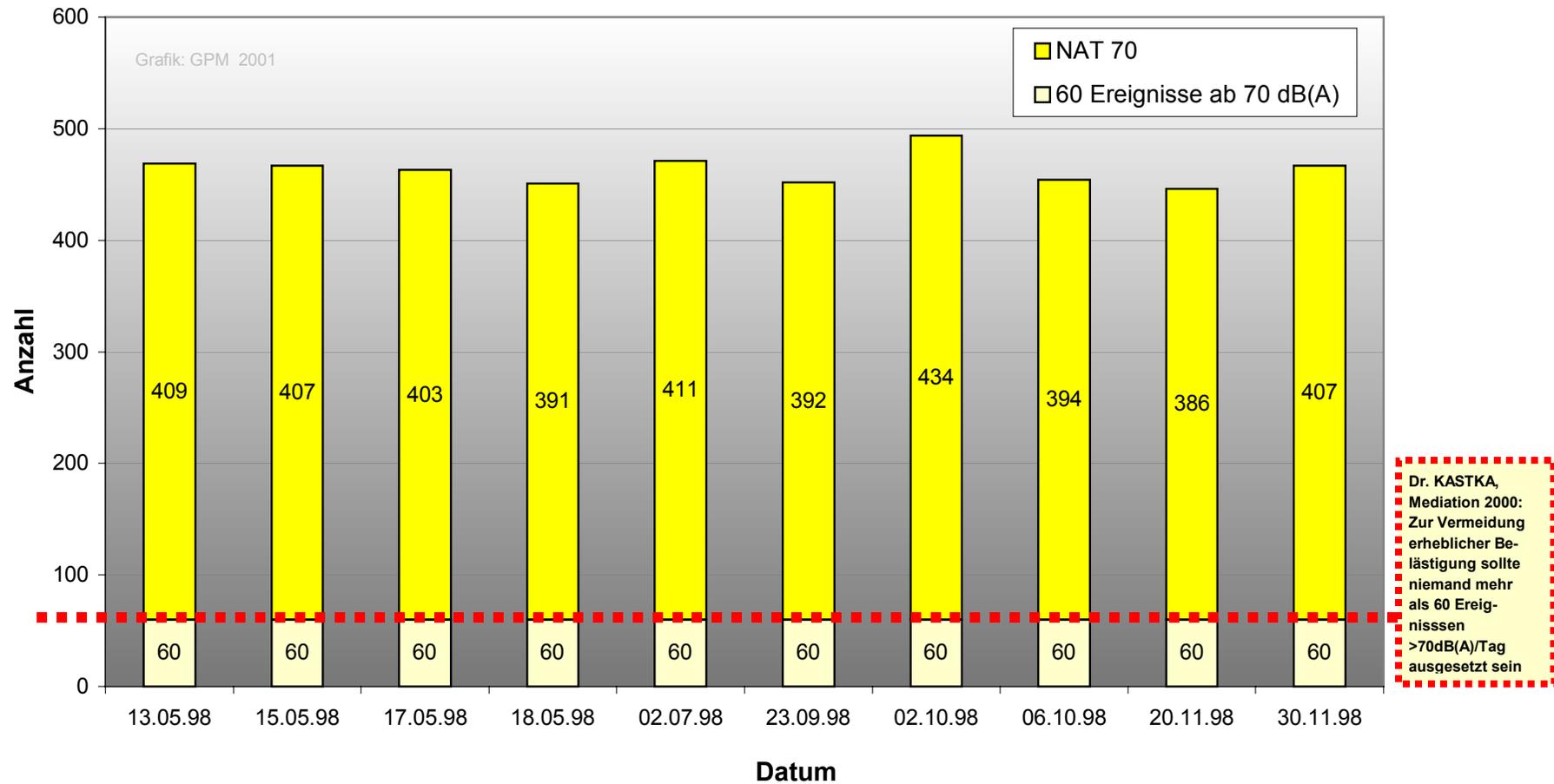


Abbildung 34: Überschreitung des NAT70 tagsüber an den 10 extremsten Tagen des Jahres 1998.

6.2.2.3 Einzelschallereignisse in der Nacht

Die Anzahl der nächtlichen Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) zeigen die Abbildungen 35 und 36 für die beiden Raunheimer Messpunkte.

- Das nächtliche Maximum lag bei 69 (MP 06) bzw. 65 (MP 05) Einzelschallereignissen.
- Die 10 % der lautesten Nächte hatten an MP 06 38 (MP 05: 30) und mehr Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) aufzuweisen.
- Legt man wieder den NAT70 – Schwellenwert nach KASTKA an, so lautet das Resultat für 1998, dass in 80 (MP 06) bzw. 75 (MP 05) der Nächte im Jahr 1998 das noch tolerierbare Maß von bis zu 8 Einzelschallereignissen lauter als 70 dB(A) überschritten wurde.
- In der Hälfte dieser Nächte, die unter das Schwellenkriterium fielen, traten 21 (MP 05: 18) und mehr Einzelschallereignisse oberhalb von 70 dB(A) auf.

In Abbildung 37 wird an Hand der 10 am stärksten belasteten Nächte des Jahres 1998 veranschaulicht, wie überdeutlich die Belastungen in Raunheim über die gegenwärtig diskutierten Richtwerte hinausgehen. Dabei werden neben dem bereits genannten NAT70-Kriterium (8 Ereignisse < 70 dB(A)) auch das JANSEN-Kriterium (6 Ereignisse < 75 dB(A)) und das Mediationsergebnis (6 Ereignisse < 68 dB(A)) in die Darstellung miteinbezogen.

Abbildung 38 zeigt schließlich exemplarisch den Lärmverlauf in der am stärksten belasteten Nacht vom 29. auf den 30.4.1998. Charakteristischerweise gibt es einen starken Rückgang in der Anzahl von Einzelschallereignissen ab Mitternacht, zwischen 1 Uhr und 4 Uhr finden aufgrund der Nachtflugregelungen nur in Ausnahmefällen Flüge statt. Ab 4 Uhr setzt sofort spürbar wieder Flugverkehr ein, der in der Stunde zwischen 5 und 6 Uhr bereits ein beträchtliches Maß erreicht. Im vorliegenden Fall wurden in dieser Stunde 22 Ereignisse registriert, d.h. öfter als alle 3 Minuten ein Einzelschallereignis ab 65 dB(A).

Hinweis:

In dem diesem Bericht beigefügten Anhang/Datendokumentation wurden zahlreiche weitere Auswertergebnisse graphisch aufbereitet.

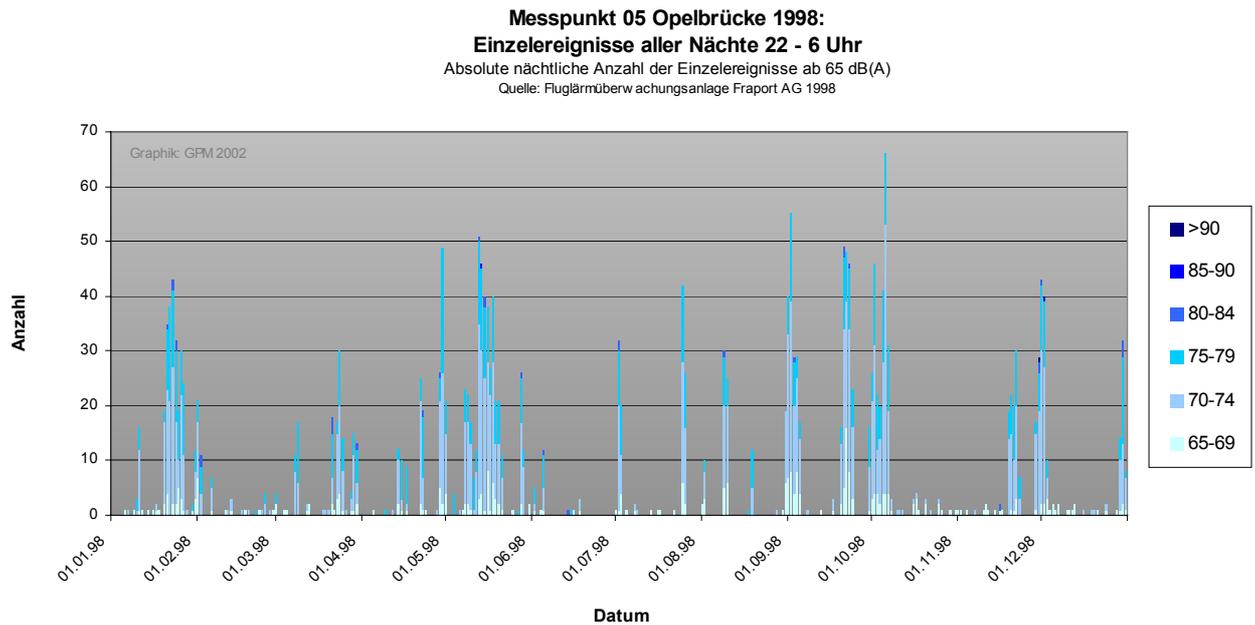


Abbildung 35: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) nachts im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

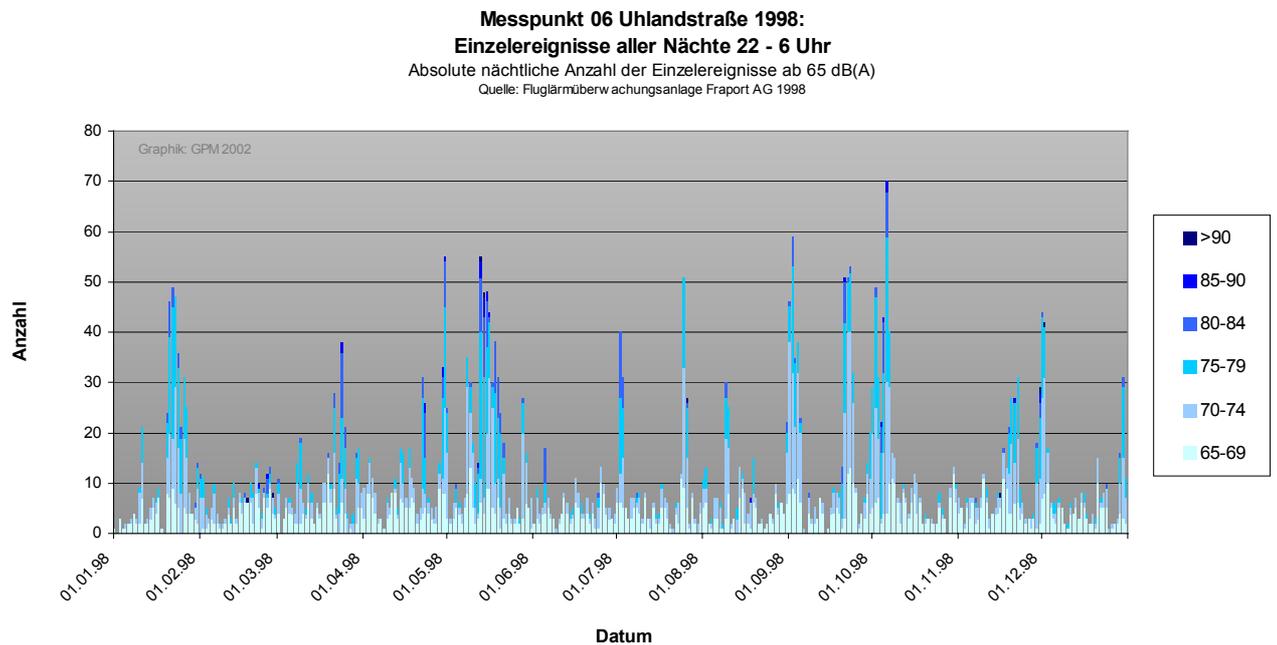


Abbildung 36: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) nachts im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

Messpunkt 06 Raunheim 1998: Überschreitung der tolerierbaren Ereignisse während der 10 extremsten Nächte des Jahres

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

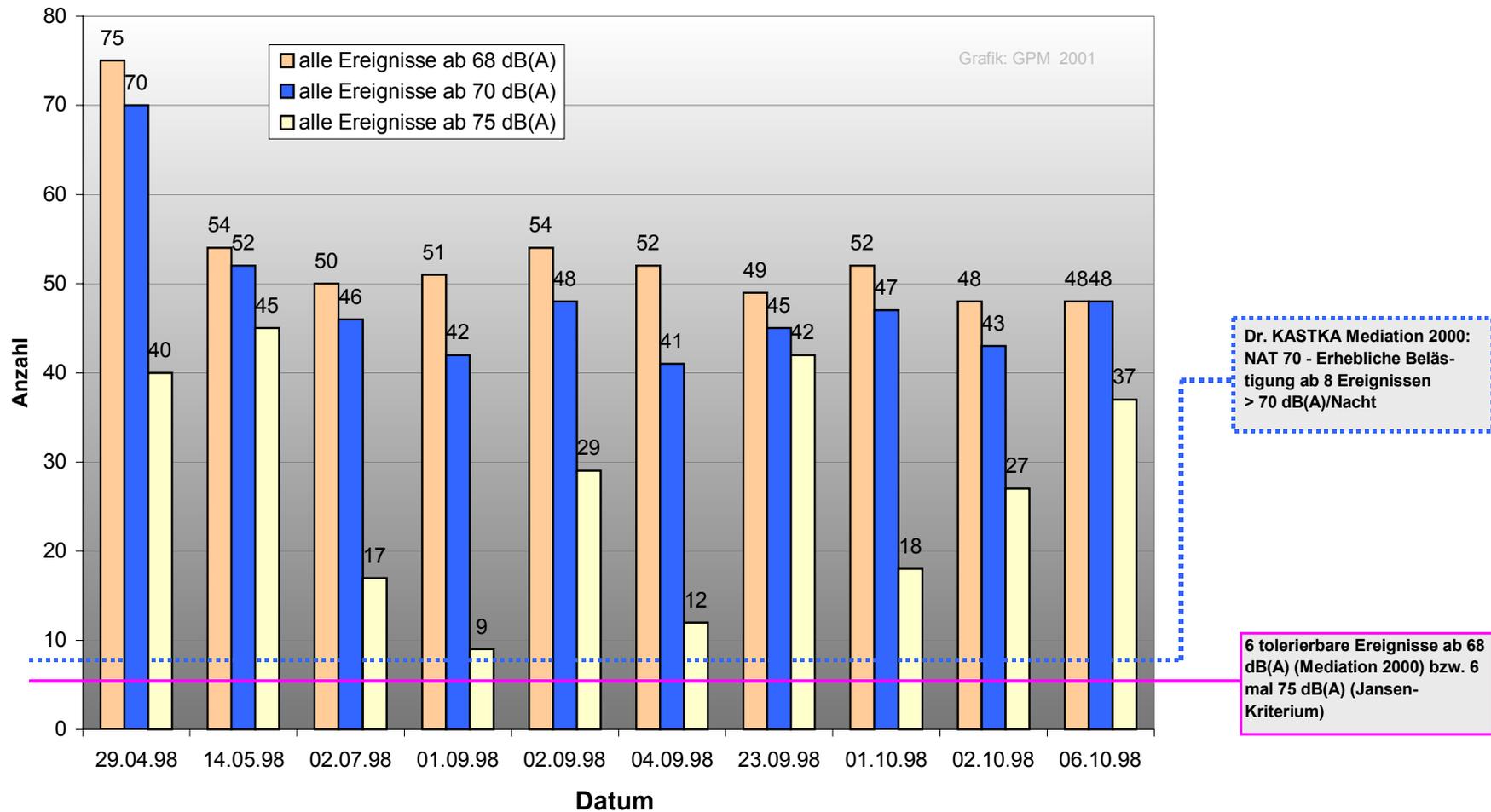


Abbildung 37: Überschreitung verschiedener Richtwerte während der Nachtzeit in den 10 extremsten Nächten des Jahres 1998.

Messpunkt 06 Raunheim: Ereignisse in der Nacht vom 29. auf den 30.4.1998 (Betriebsrichtung 07 - Landungen Richtung Osten)

Quelle: Fluglärmsüberwachungsanlage Fraport AG 2001

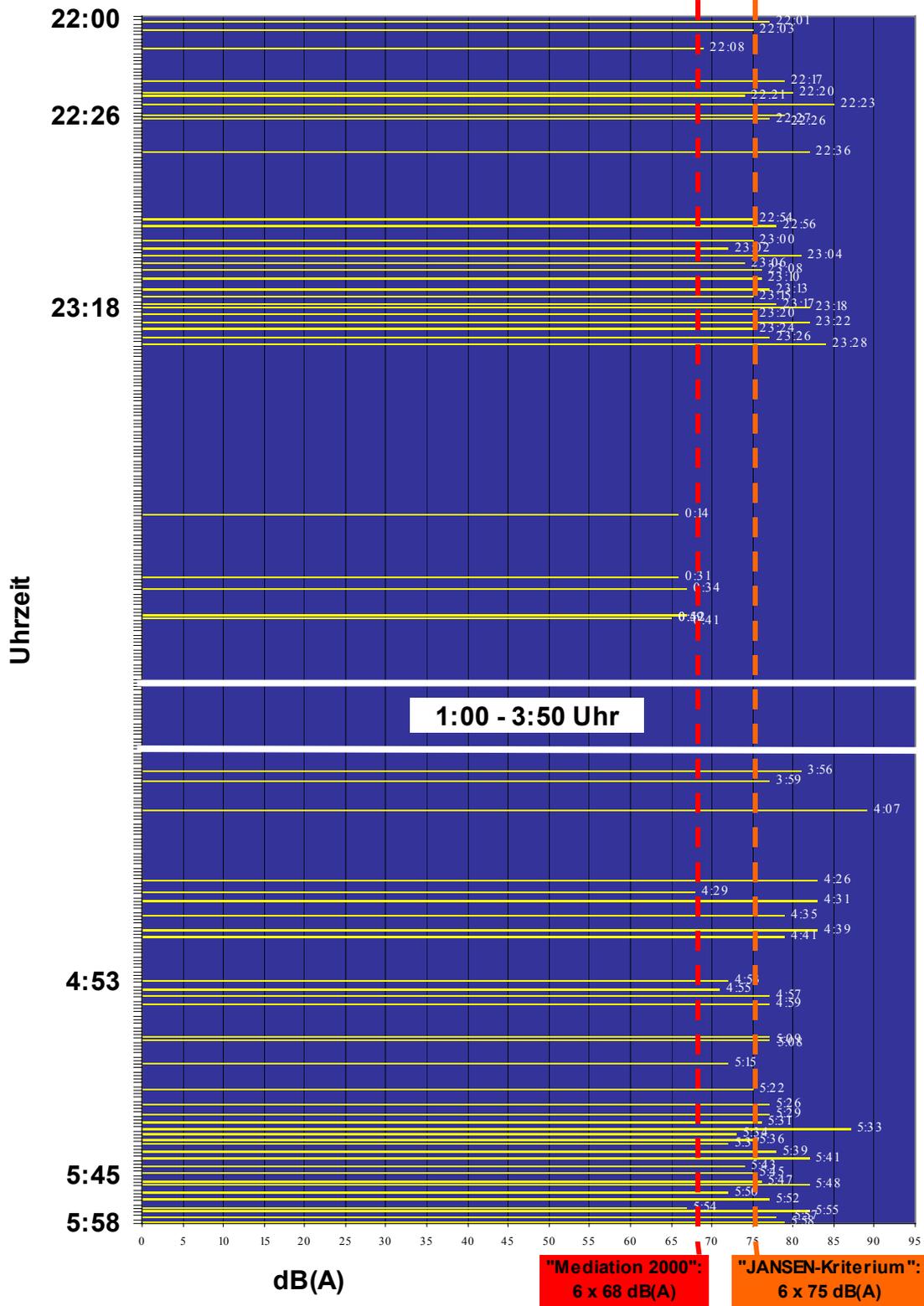


Abbildung 38: Alle Einzelschallereignisse in der Nacht vom 29.4. auf den 30.4.1998

6.2.3 Einzelschallereignisse 1999

Die folgenden Abbildungen zeigen die monatliche Anzahl der Einzelschallereignisse an den beiden Messpunkten 05 und 06. 1999 war für Raunheim, wie bereits erwähnt wurde, ein Jahr der Extreme. Es war das durch Fluglärm am meisten belastete Jahr der letzten 20 Jahre. In den Monaten von März bis November traten, bedingt durch häufige und ausgeprägte Hochdruckwetterlagen, Einzelschallereignisse in überdurchschnittlicher Zahl auf:

- Im Spitzenmonat Juli wurden im Tagesdurchschnitt am Messpunkt 06 über 230 Einzelschallereignisse oberhalb 65 dB(A) registriert,
- im ‚schwächsten‘ dieser 9 Monate, März, waren es immerhin noch über 160.
- Insgesamt wurden an 364 (MP 06) bzw. 321 Tagen (MP 05) Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) tagsüber registriert.
- Dabei traten Spitzenwerte von bis zu 543 Einzelschallereignisse pro Tag an Messpunkt 06 auf.

Auffallend in diesem Jahr war zudem die durchgängig beinahe gleichmäßige Belastung in den oben genannten neun Monaten. Dabei kam es in diesem Zeitraum immer wieder zu längeren Abschnitten ununterbrochener Lärmbelastung, zumeist bedingt durch andauernde Hochdruckwetterlagen mit Ostbetrieb. Unter vielen hervorzuheben sind hier die Zeiträume vom 25.4.-7.5., 10.6.-26.6. und 21.8.-5.9.. In all diesen Zeiträumen wurde unentwegt (manchmal mit einem Tag Unterbrechung) Betriebsrichtung 07 geflogen, woraus sich erhebliche Dauerbelastungen durch die besonders intensiven Lärmereignisse bei Landeanflügen unter Betriebsrichtung 07 ergaben.

Diese außerordentliche Belastung in 1999 zeigt sich auch bei Anwendung des Schwellenkriteriums NAT70 nach KASTKA. In über einem Drittel der Tage und Nächte des Jahres wurde an beiden Messpunkten die Grenze der erheblichen Belästigung überschritten. Einer detaillierteren Analyse des Tages- und Nachtgeschehens sind die folgenden Kapitel gewidmet.

Verteilung der monatlich registrierten Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) auf die Betriebsrichtungen und Flugrouten

Werte des Jahres 1999 an Meßpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG
 Quelle: Fraport AG 1999

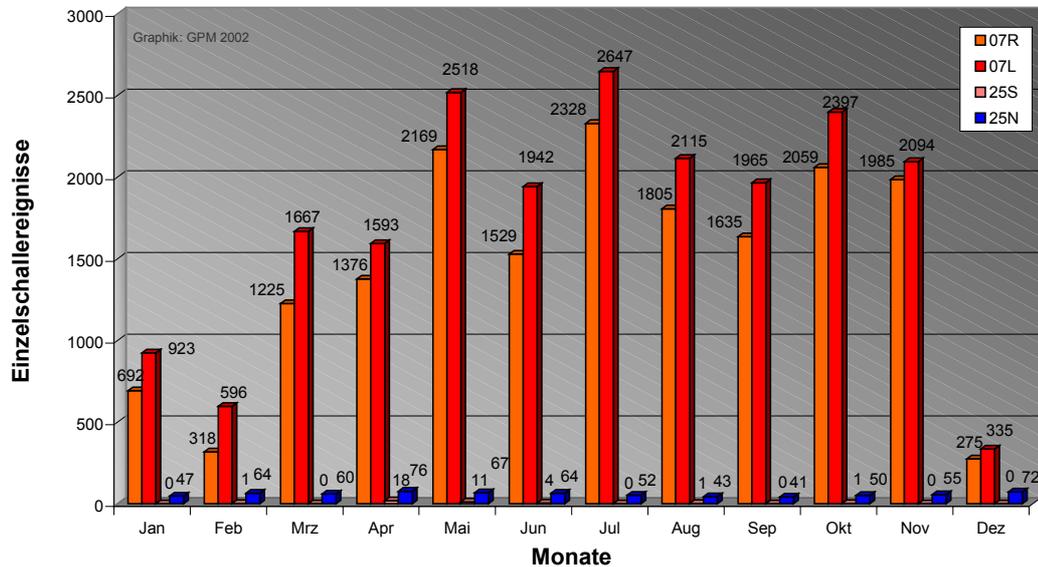


Abbildung 39: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) im Jahr 1999, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

Verteilung der monatlich registrierten Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) auf die Betriebsrichtungen und Flugrouten

Werte des Jahres 1999 an Meßpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG
 Quelle: Fraport AG 1999

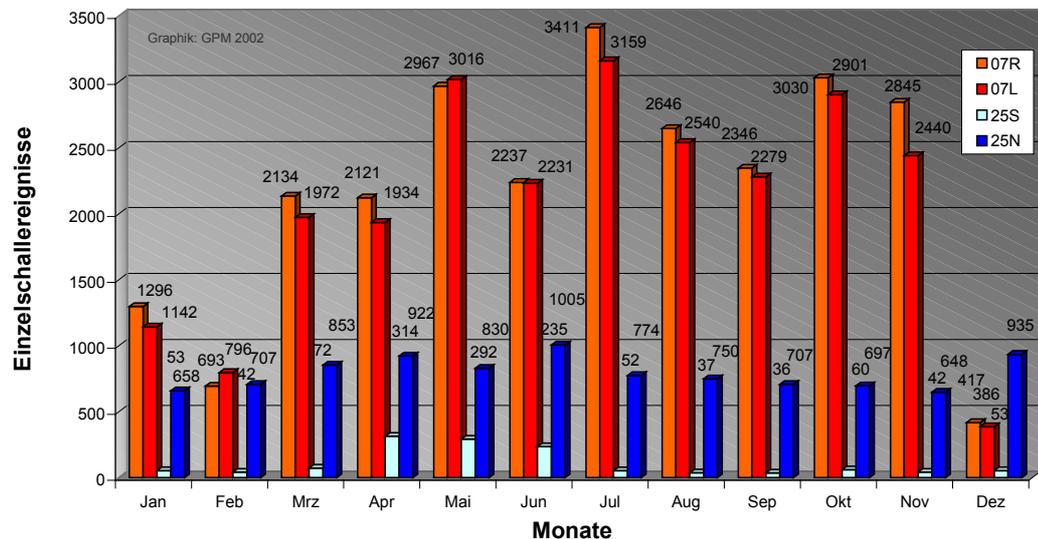


Abbildung 40: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) im Jahr 1999, registriert am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

6.2.3.1 Meteorologische Situation

War das Jahr 1998 von weit unterdurchschnittlichem Auftreten intensiver Ostwetterlagen geprägt, so folgte mit 1999 das Jahr mit den meisten Einzelschallereignissen im gesamten Zeitraum von 1987 bis 2001.

Abbildung 41 illustriert das statistisch überdurchschnittliche Auftreten von Ostwetterlagen des Großwettertyps Ost und Hoch Mitteleuropa, vor allem in den Sommermonaten des Jahres 1999. Die Monate mit den meisten Einzelschallereignissen bei Betriebsrichtung 07 waren Juli und Mai. In den Sommermonaten 1999 fanden bis zu fünfzehn Tage lange Episoden mit Landeanflügen Betriebsrichtung 07 statt. Beispielhaft können die ununterbrochene Hochdrucksituation vom 21.8.-5.9. oder die Hochdrucklagen vom 25.7. – 3.8. genannt werden. Lediglich in den Randmonaten Januar, Februar und Dezember kam es zu einer geringeren Belastung, die Monate März bis November bilden jedoch einen eindrucksvollen Beleg für die Korrelation der registrierten Einzelschallereignisse mit ausgeprägten Hochdruckwetterlagen.

Auftreten der unterschiedlichen Betriebsrichtungen und der Großwettertypen im Jahresverlauf 1999

Bestimmung der Betriebsrichtung aufgrund der Einzelschallereignisse an
 Meßpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der FAG
 Quelle: FAG und DWD (1999)

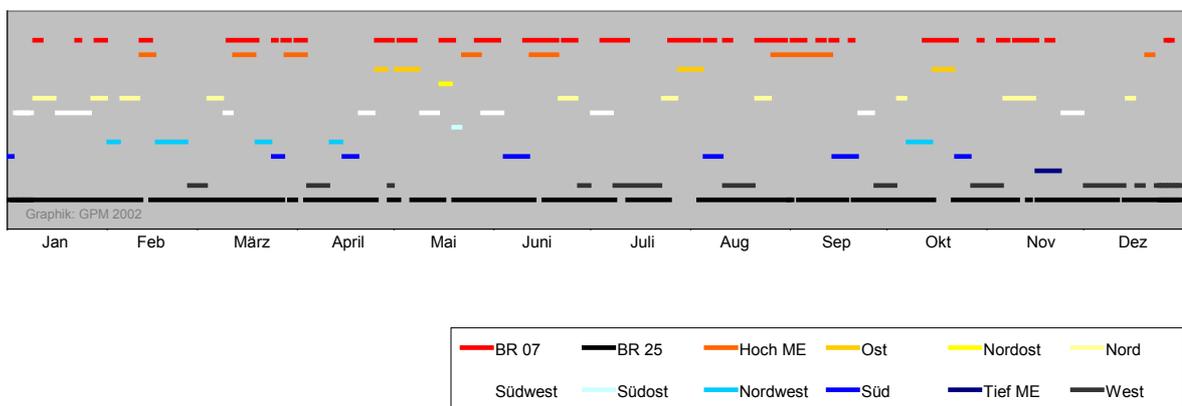


Abbildung 41: Großwettertypen und Betriebsrichtungen im Jahresverlauf 1999

6.2.3.2 Einzelschallereignisse am Tag

Die folgenden Abbildungen zeigen die Verteilung der Einzelschallereignisse verschiedener Lärmklassen auf die Tage des Jahres 1999. Wie bereits erwähnt, war die Belastung in den Monaten März bis November durchgängig außerordentlich hoch. Dies zeigt sich auch an den folgenden Auswertungsergebnissen:

- tagsüber wurden in der Spitze 543 (MP 06) bzw. 424 (MP 05) Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) registriert.
- Die Anzahl der Lärmereignisse, die in 10 % der Tage, an denen Lärm ab 65 dB(A) registriert wurde, mindestens gemessen wurde, ist jedoch immer noch beträchtlich. Sie liegt bei 487 (MP 06) bzw. 345 (MP 05) Ereignissen pro Tag.

Wie im einleitenden Kapitel schon erwähnt wurde, erfüllte ein Großteil der Tage das Schwellenkriterium der Unzumutbarkeit nach KASTKA.

- An 140 (125) Tagen des Jahres wurden an MP 06 (05) über 60 Einzelschallereignisse oberhalb 70 dB(A) registriert.
- An der Hälfte dieser Tage lag die tatsächlich gemessene Anzahl von Einzelschallereignissen dieser Lärmkategorie bei 363 (279) Ereignissen pro Tag.

Abbildung 44 stellt die Lärmbelästigung an dem Wochenende von Freitag dem 30.7., 22 Uhr auf Montag, 2.8., 6 Uhr dar, basierend auf den Messwerten an MP 06 der Fluglärmüberwachungsanlage. Jedes gemessene Einzelschallereignis in diesem Zeitraum ist als ein Punkt über dem Horizont verzeichnet. Die Schallpegelwerte der Einzelschallereignisse liegen zwischen 65 bis 90 dB(A). Deutlich ist der Rückgang in den Nächten zwischen 1 und 4 (5) Uhr zu erkennen, während tagsüber an beiden Tagen des Wochenendes über 500 Einzelschallereignisse auftraten.

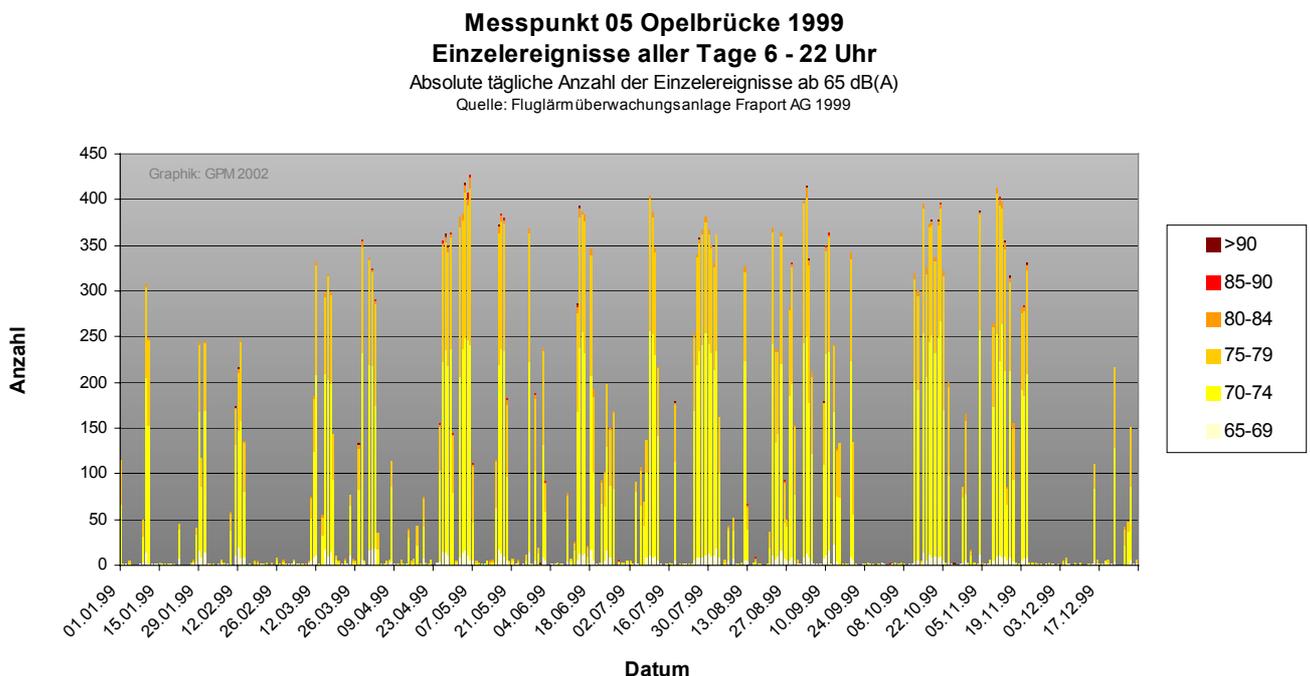


Abbildung 42: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) tagsüber im Jahr 1999, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

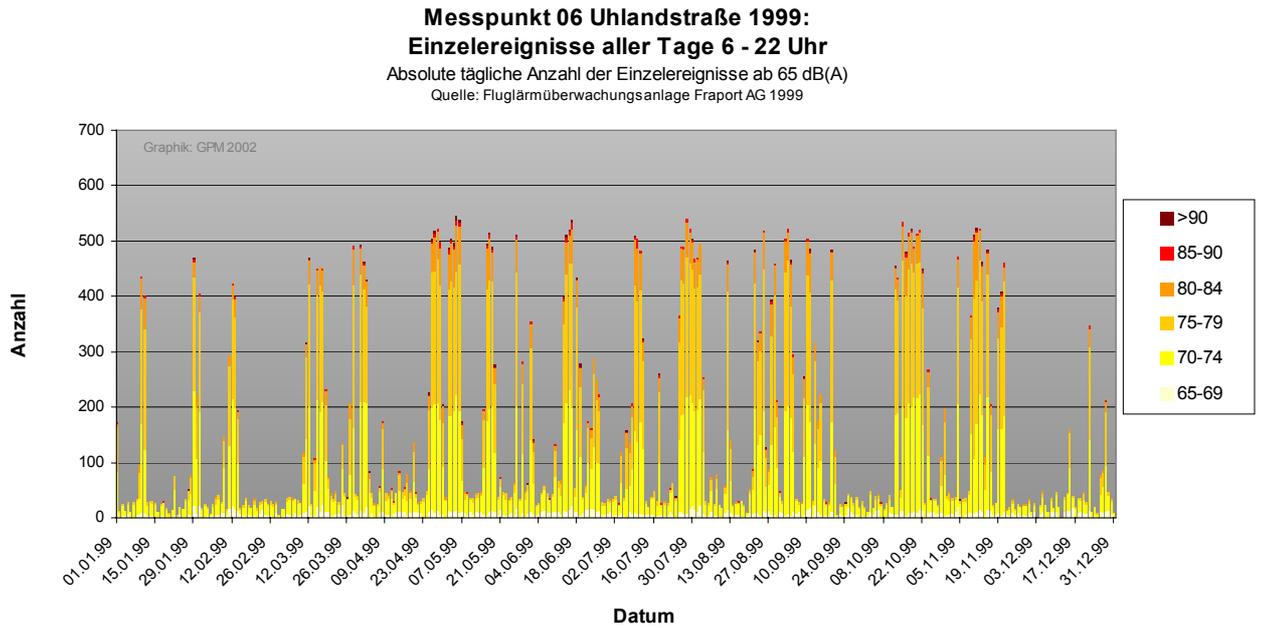


Abbildung 43: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) tagsüber im Jahr 1999, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

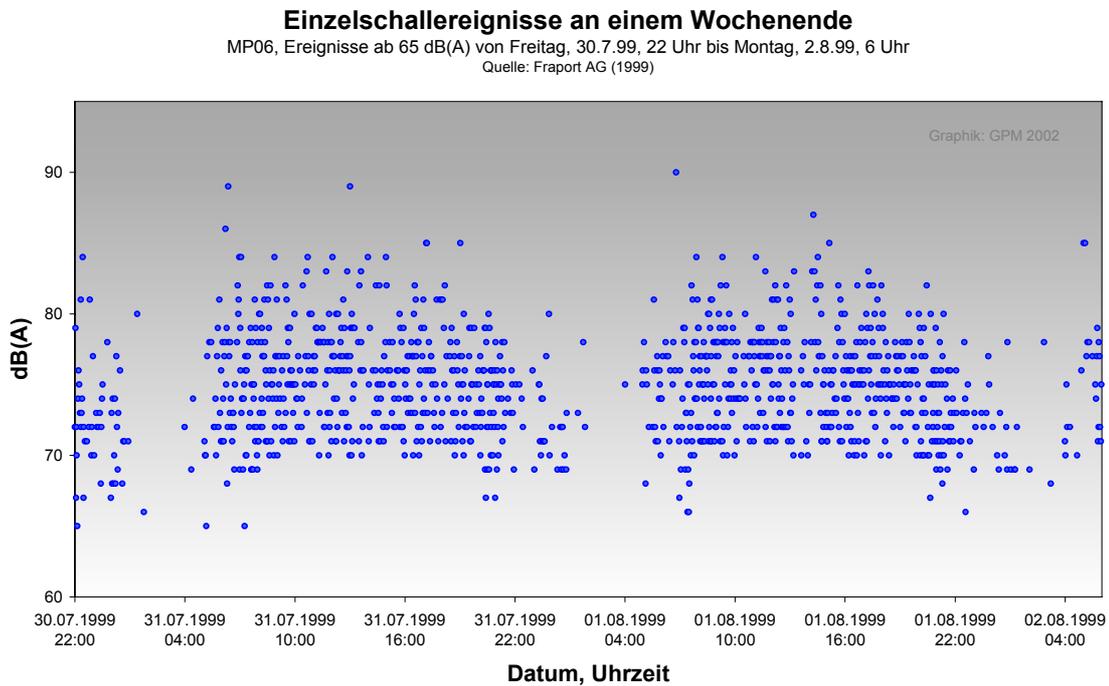


Abbildung 44: Einzelschallereignisse zwischen Freitag, 30.7.1999, 22 Uhr und Montag, 2.8.99, 6 Uhr, registriert an MP 06

Messpunkt 06 Raunheim: Die 4 extremsten Wochenenden des Jahres 1999

jeweils Freitag 22:00 bis Montag 5:59
in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Tag/ Nacht	Wochentag	Datum	Ereignisse	Summe Wochenende	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
						65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Nacht	Freitag/Samstag	09./10.07.99	89	1183	98,88%	2	34	41	11	1	
Tag	Samstag	10.07.99	503		100,00%	6	131	255	95	16	
Nacht	Samstag/Sonntag	10./11.07.99	53		100,00%	1	25	21	5	1	
Tag	Sonntag	11.07.99	481		99,38%	6	169	237	65	4	
Nacht	Sonntag/Montag	11./12.07.99	57		98,25%		21	34	1	1	
Nacht	Freitag/Samstag	30./31.07.99	73	1123	98,63%	13	41	14	5		
Tag	Samstag	31.07.99	469		99,15%	16	178	220	49	6	
Nacht	Samstag/Sonntag	01./02.08.99	53		100,00%	6	27	18	2		
Tag	Sonntag	01.08.99	469		100,00%	12	183	221	50	2	1
Nacht	Sonntag/Montag	01./02.08.99	59		100,00%	9	29	19		2	
Nacht	Freitag/Samstag	27./28.08.99	38	990	97,37%	3	15	16	4		
Tag	Samstag	28.08.99	393		98,98%	7	124	196	59	5	2
Nacht	Samstag/Sonntag	28./29.08.99	49		91,84%	1	11	28	8	1	
Tag	Sonntag	29.08.99	458		98,47%	6	158	239	52	3	
Nacht	Sonntag/Montag	29./30.08.99	52		100,00%	7	30	13	1	1	
Nacht	Freitag/Samstag	15./16.10.99	67	1159	100,00%	6	39	18	4		
Tag	Samstag	16.10.99	479		99,37%	5	175	220	71	7	1
Nacht	Samstag/Sonntag	16./17.10.99	51		100,00%	5	34	12			
Tag	Sonntag	17.10.99	516		99,81%	9	199	242	59	6	1
Nacht	Sonntag/Montag	17./18.10.99	46		100,00%	4	29	12		1	

Abbildung 45: Fluglärmbelastung an den 4 extremsten Wochenenden des Jahres 1999.

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Die zuletzt gezeigte Abbildung 45 soll verdeutlichen, dass extrem lärmbelastete Wochenenden, wie das in Abbildung 44 gezeigte, in Raunheim durchaus keine Seltenheit sind. Dabei muss betont werden, dass die Ostwetterlagen, die für Raunheim die höchste Belastung darstellen, wie weiter oben für das Jahr 1999 bereits erläutert, gerade in den Sommermonaten gehäuft und mitunter über lange Zeiträume auftreten. D.h. Spitzenbelastungen, wie die in Abbildung 45 aufgelisteten, beeinträchtigen die Raunheimer Bürger gerade auch dann, wenn man sich an Wochenenden auf Grund des schönen Wetters gerne im Garten oder auf der Terrasse aufhält oder bei geöffnetem Fenster schläft, was bei derartiger Überflughäufigkeit bzw. Fluglärmbelastung, dann allerdings nahezu unmöglich wird.

6.2.3.3 Einzelschallereignisse in der Nacht

Die extreme Belastung durch Einzelschallereignisse insbesondere in den Sommermonaten des Jahres 1999 spiegelt sich auch in der Nachtsituation wider. Das zeigen die beiden Abbildungen 46 und 47, jeweils für den Messpunkt 05 und 06:

- In den Sommermonaten waren Nächte mit über 40 (30) Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) an Messpunkt 06 (05) keine Seltenheit.
- In der Spitze lag die Belastung an Messpunkt 06 bei 79, an Messpunkt 05 bei 76 Einzelschallereignissen.
- Die Varianz beim Auftreten von Einzelschallereignissen in der Nacht ist immer größer, so ist es beachtlich, dass immerhin in 10% aller Nächte mit Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) mehr als 52 (MP 06) bzw. 56 (MP 05) registriert wurden.
- Nach dem KASTKAschen Schwellenkriterium übertrafen 1999 137 (MP 06) bzw. 125 (MP 05) Nächte (und damit über ein Drittel des Berichtszeitraums) die Unzumutbarkeitsschwelle. In diesen Nächten wurden mehr als 8 Einzelschallereignisse über 70 dB(A) registriert.
- In über der Hälfte dieser Nächte wurden 24 (MP 06) bzw. 23 (MP 05) und mehr Einzelschallereignisse pro Nacht registriert.

Abbildung 48 zeigt schließlich die Einzelschallereignisse in der Nacht vom 8.7.1999 auf den 9.7.1999. Typisch ist hier wieder die Ruhephase zwischen etwa 1.30 und 4 Uhr, sowie die deutliche Zunahme ab 5 Uhr.

Hinweis:

In dem diesem Bericht beigefügten Anhang/Datendokumentation wurden zahlreiche weitere Auswertergebnisse graphisch aufbereitet.

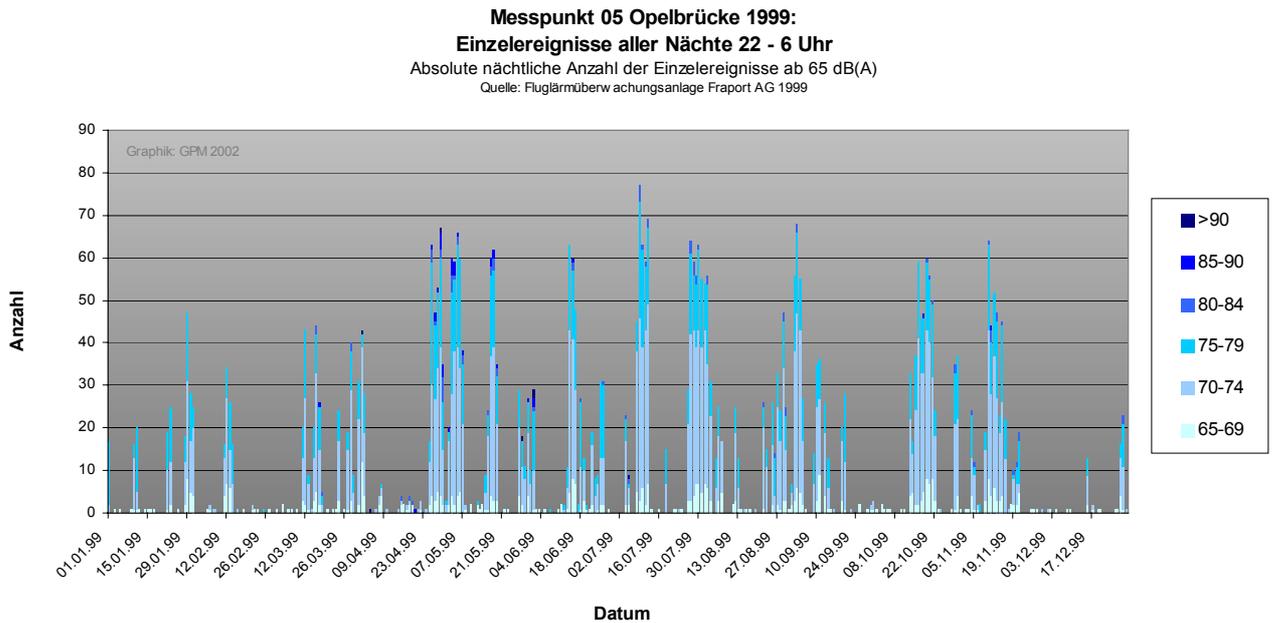


Abbildung 46: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) nachts im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

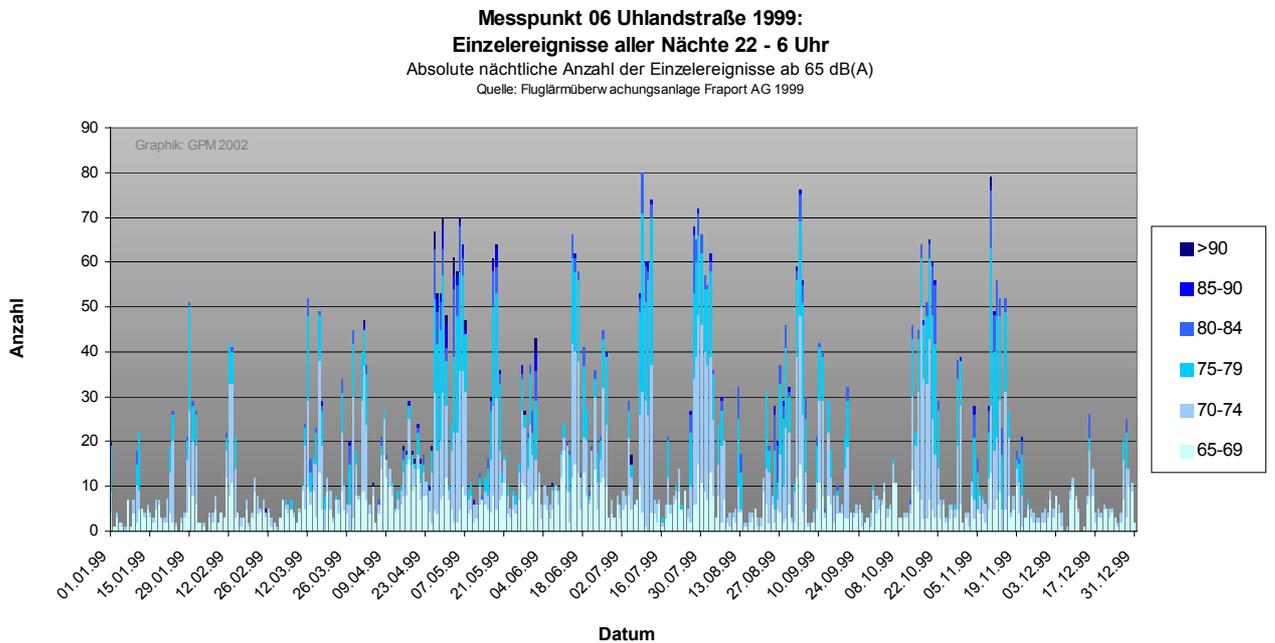


Abbildung 47: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) nachts im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

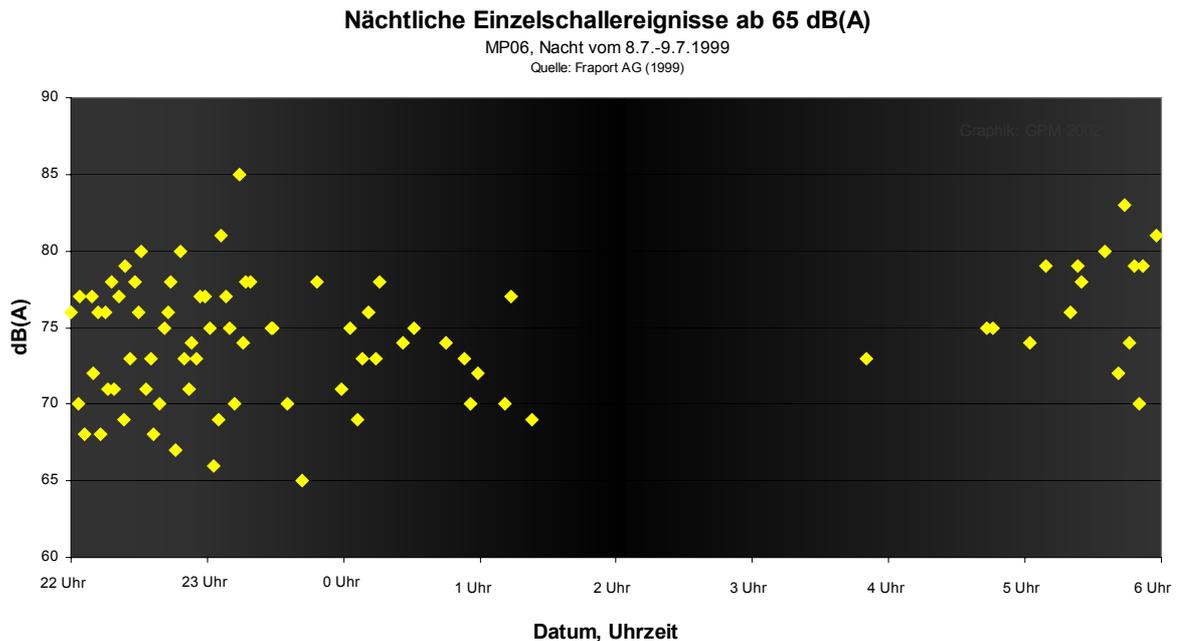


Abbildung 48: Einzelschallereignisse in der Nacht vom 8.7.1999 auf den 9.7.1999, registriert an MP06

6.3 Ergebnisse der Lärmmessungen 2001 (DEBAKOM)

Die Lärmmesskampagne der deBAKOM GmbH wurde an den beiden Messpunkten Thomas-Mann-Straße (Messpunkt 1) und Niddastraße (Messpunkt 2) im Zeitraum vom 18.7.2001 – 6.9.2001 durchgeführt (s. gesonderten Bericht DEBAKOM 2002). Nachfolgend sollen auch die Ergebnisse dieser Messungen auszugsweise erläutert werden:

Die Abbildungen 49 und 50 zeigen die Anzahl registrierter Einzelschallereignisse für den Messzeitraum. Dabei ist zu berücksichtigen, dass am ersten und letzten Tag der Messkampagne nicht im vollen Zeitraum von 0 – 24 Uhr gemessen wurde.

Die Anzahl der täglich gemessenen Einzelschallereignisse war von hoher Schwankungsbreite: Sie lag an Messpunkt 1 zwischen 68 und 614 bzw. an Messpunkt 2 zwischen 45 und 580 täglich registrierten Einzelschallereignissen ab 65 dB(A). Die hohe Streuung in den Messwerten ist auf die Verschiedenheit der in dem Zeitraum aufgetretenen Wettersituationen zurückzuführen (siehe das folgende Kapitel); insgesamt handelte es sich jedoch um eine Periode mit überdurchschnittlich ausgeprägten Ostwindsituationen und damit hoher Belastung durch die schallintensiveren Landeanflüge bei Betriebsrichtung 07. Hierzu folgender Vergleich: Die Anzahl aller Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) im August 2001 betrug an den beiden Messpunkten 6773 (Messpunkt 1) bzw. 5655 (Messpunkt 2),

verglichen mit 3078 bzw. 5973 an dem (systematisch höher belasteten) Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG in den Jahren 1998 und 1999. Somit lag die durchschnittliche tägliche Lärmbelastung im August 2001 bei rund 200 Einzelschallereignissen.

Die Anzahl der registrierten Einzelschallereignisse steht in guter Übereinstimmung mit den Daten, die sich im monatlichen Fluglärmbericht der Fraport AG für den August 2001 finden. Hier ist zu berücksichtigen, dass für den Zeitraum von 6-22 Uhr gemäß der Berechnungsvorschriften des Leq(4) nur solche Einzelschallereignisse dokumentiert werden, deren Schalldruckpegel 70 dB(A) überschreitet. Berücksichtigt man dies, so stehen der Gesamtzahl im August von 4637 (Messpunkt 1) bzw 4458 (MP 2) den an der Fluglärmüberwachungsanlage registrierten Werten von 4796 (Messpunkt 06) bzw. 3458 (Messpunkt 05) gegenüber. Der Vergleich mit den oben angegebenen Werten belegt zudem, dass der Anteil der tagsüber auftretenden Einzelschallereignisse zwischen 65 und 70 dB(A), die im Leq(4) keine Berücksichtigung finden, immerhin rund 25 % der täglichen Gesamtzahl ausmachen.

Anzahl der täglichen Einzelschallereignisse ab 65 dB(A)

MP1 Raunheim, Thomas-Mann-Strasse Meßkampagne vom 18.7. - 6.9.2001
Quelle: deBAKOM, 2001

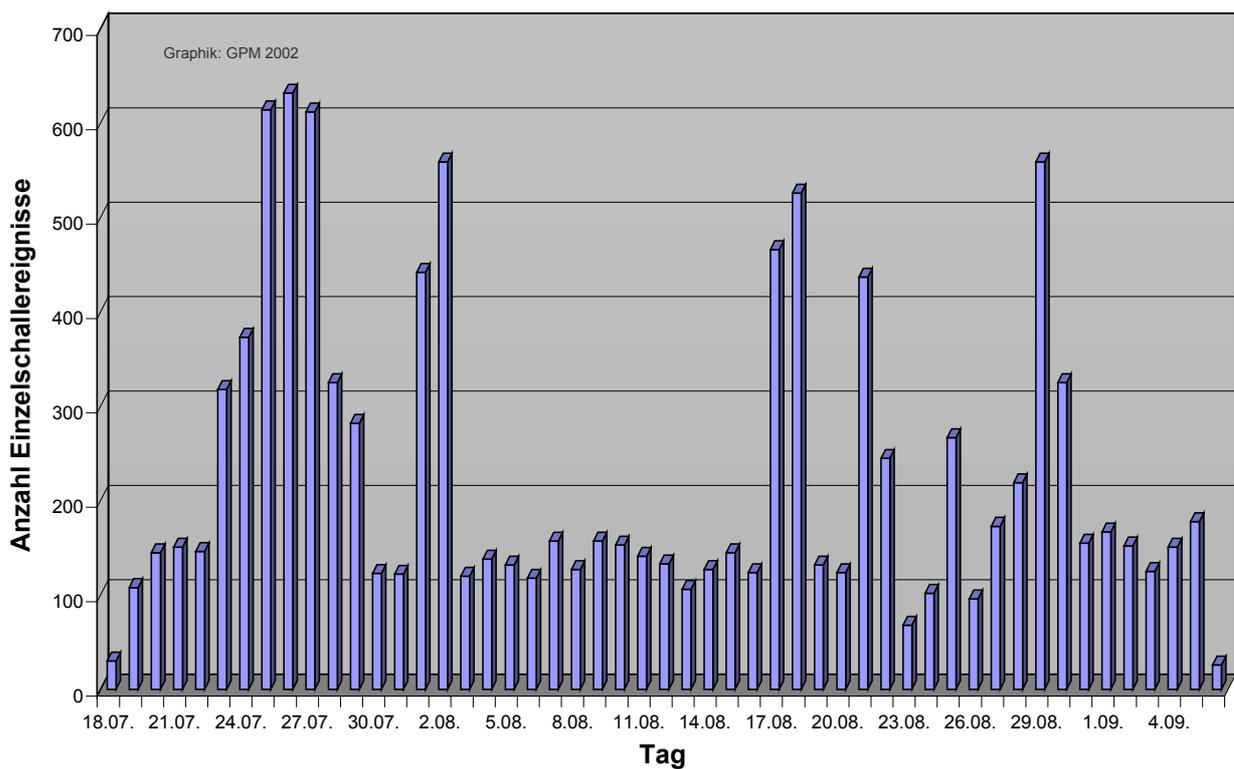


Abbildung 49: Anzahl der täglichen Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) während der deBAKOM - Messkampagne vom 18.7. - 6.9.2001 am Messpunkt 01, Raunheim, Thomas-Mann-Straße

Anzahl der täglichen Einzelschallereignisse ab 65 dB(A)

MP2 Raunheim, Thomas-Mann-Strasse Meßkampagne vom 18.7. - 6.9.2001

Quelle: deBAKOM, 2001

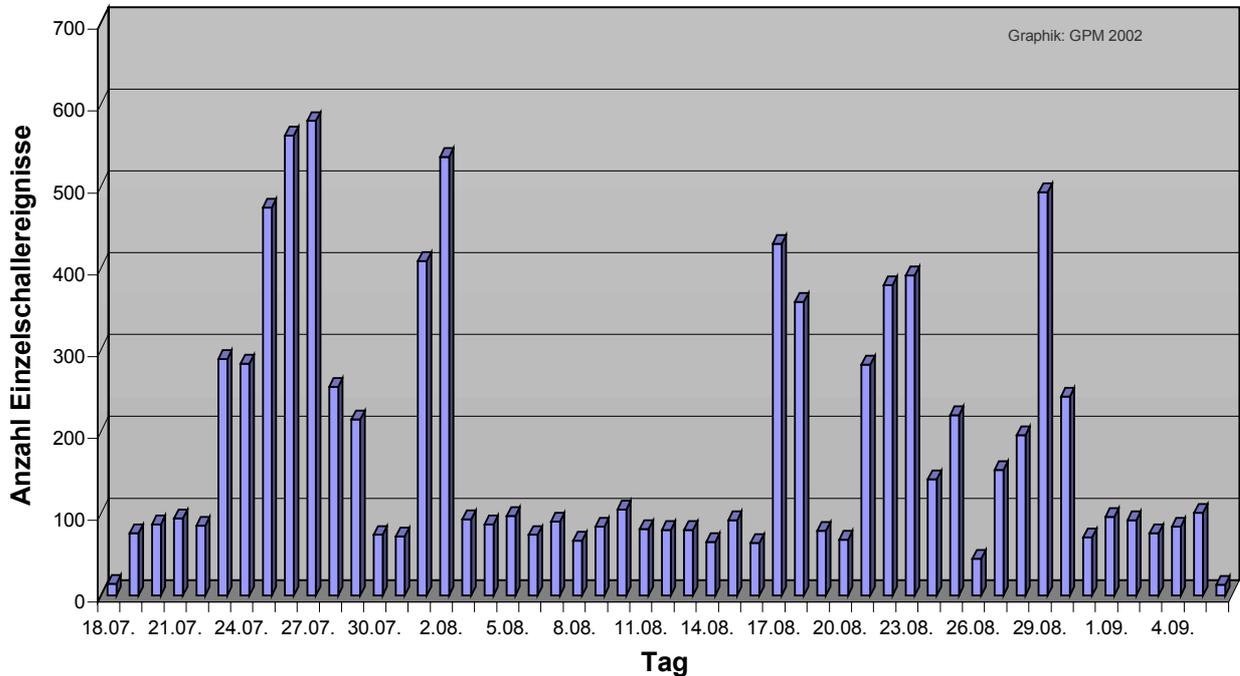


Abbildung 50: Anzahl der täglichen Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) während der deBAKOM - Messkampagne vom 18.7. - 6.9.2001 am Messpunkt 02, Raunheim, NiddasträÙe

6.3.1.1 Meteorologische Situation

Die Messperiode vom 18.7.2001 bis 6.9.2001 war durch zwei länger andauernde Hochdruckperioden, die eine vom 21.7.-2.8. und die andere vom 12.8.-15.8., gekennzeichnet. Zwischen diesen Hochdrucklagen trat eine zyklonale Westlagensituation auf, gefolgt von zwei Trogsituationen (16.8.-20.8. und 30.8.-1.9.), die durch nordeuropäische Hochdrucklagen unterbrochen wurden. Obwohl die Troglagen dem südlichen Großwettertyp angehören, können am Boden beachtliche Winde aus östlichen Richtungen auftreten. So kam es auch in diesem Fall bei der ersten Hochdrucklage sowie den beiden Trogsituationen zu einem vermehrten Auftreten von Einzelschallereignissen bei Betriebsrichtung 07.

6.3.1.2 Einzelschallereignisse am Tag

Die folgenden Abbildungen zeigen die Anzahl der Einzelschallereignisse, die im Rahmen der Messkampagne vom 18.7. – 6.9.2001 tagsüber, d.h. von 6-22 Uhr Ortszeit registriert wurden, nach Lärmklassen aufgegliedert. Auch hier zeigt sich wieder die hohe Schwankungsbreite der täglich gemessenen Werte: die Gesamtzahl der Ereignisse an den (vollständig vermessenen) Tagen schwankte zwischen 67 und 560 (Messpunkt 1) bzw. 43 und 524 (Messpunkt 2). Dabei wurden die Tageshöchstwerte Ende Juli erreicht, die Tiefstwerte in der ersten Augushälfte. Insgesamt ergibt sich für den Messzeitraum bei einer Gesamtzahl von 10469 (MP 1) bzw. 8426 (MP 2) Einzelschallereignissen an 49 Tagen eine tägliche durchschnittliche Belastung von rund 210 (MP 1) bzw. 170 (MP 2) Einzelschallereignissen tagsüber ab 65 dB(A).

Die Abbildungen belegen zudem anschaulich, dass an den schwächer belasteten Tagen die Anzahl der Einzelschallereignisse zwischen 65 – 69 dB(A) den Hauptanteil der registrierten Lärmereignisse ausmachen. Diese Ereignisse sind bekanntlich im äquivalenten Dauerschallpegel $Leq(4)$ nicht enthalten. Die Gesamtsummen der Einzelschallereignisse ab 70 dB(A) für den Monat August von 4057 (MP 1) bzw. 3987 (MP 2) sind in guter Übereinstimmung mit den Werten aus dem monatlichen UM-Bericht von 4210 (MP 06) bzw. 3042 (MP 05).

Von den 51 Tagen des Berichtszeitraumes wurden an 24 (20) an Messpunkt 1(2) mehr als 60 Einzelschallereignisse über 70 dB(A) registriert. Diese Tage sind, gemäß dem Schwellenkriterium NAT70 von KASTKA, als Tage mit unzumutbarer Belästigung einzustufen. An 50% dieser Tage wurden an MP 1 (2) mehr als 203 (314) solche Einzelschallereignisse aufgezeichnet.

Einzelschallereignisse aller Tage 6:00-22:00 Uhr Raunheim, Thomas-Mann-Straße

Absolute tägliche Anzahl der Einzelergebnisse ab 65 dB(A)
Meßkampagne vom 18.7.2001-6.9.2001
Quelle: deBAKOM 2001

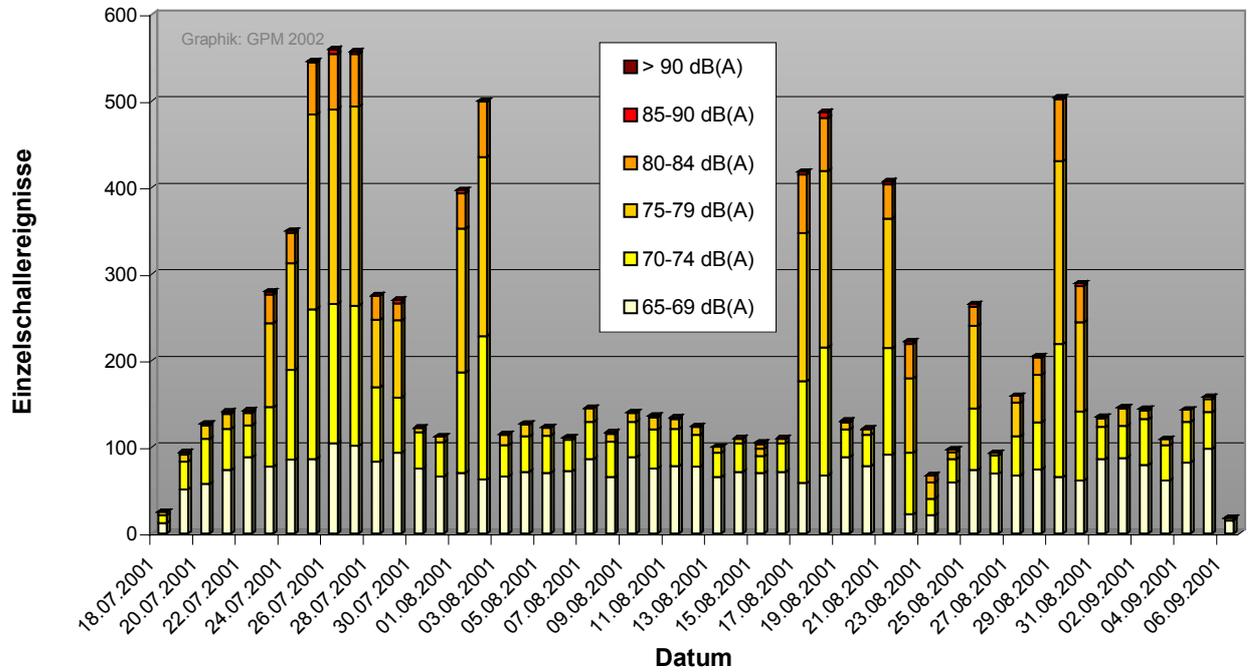


Abbildung 51: Anzahl der tagsüber (6-22 Uhr) während der Messkampagne der deBAKOM vom 18.7.-6.9.2001 registrierten Einzelschallereignisse, Messpunkt 1 (Raunheim, Thomas-Mann-Straße), nach Lärmklassen gegliedert

Einzelschallereignisse aller Tage 6:00-22:00 Uhr Raunheim, Niddastraße

Absolute tägliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Meßkampagne vom 18.7.2001-6.9.2001
Quelle: deBAKOM 2001

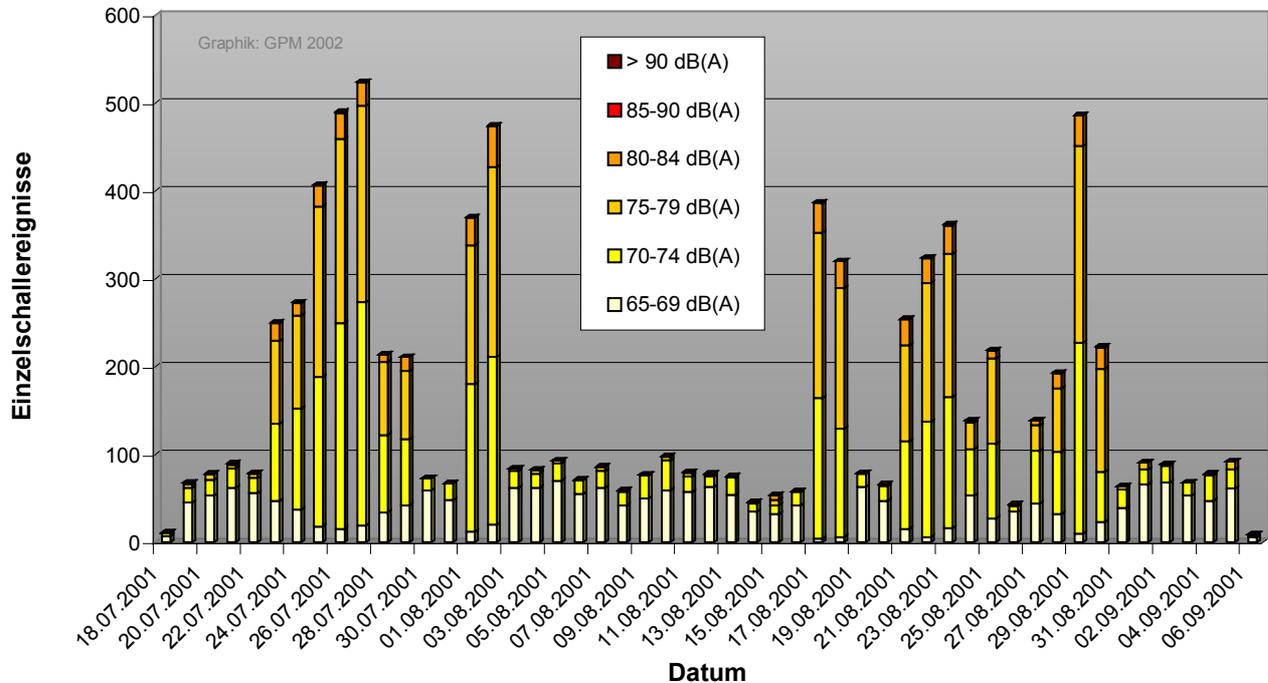


Abbildung 52: Anzahl der tagsüber (6-22 Uhr) während der Messkampagne der deBAKOM vom 18.7.-6.9.2001 registrierten Einzelschallereignisse, Messpunkt 2 (Raunheim, Niddastraße), nach Lärmklassen gegliedert

6.3.1.3 Einzelschallereignisse in der Nacht

Auch bei den nächtlichen Einzelschallereignissen, registriert zwischen 22 und 6 Uhr, ist im Berichtszeitraum der deBAKOM-Messkampagne vom 18.7.-6.9.2001 eine hohe Schwankung in der Anzahl zu verzeichnen. Das wird durch die untenstehenden Abbildungen veranschaulicht. Die Unterschiede sind hier naturgemäß ausgeprägter, als in der Gesamtzahl bzw. den tagsüber gemessenen Ereignissen: Sie schwanken zwischen einem (23.8.) und 72 (26.7.) nächtlichen Ereignissen, jeweils an den beiden Messpunkten. Die Gesamtzahl der nächtlichen an den vollständig erfassten Tagen liegt mit 1028 (MP 1) gegenüber 824 (MP 2) Lärmereignissen an Messpunkt 1 jedoch wieder deutlich höher.

Aufgrund der registrierten Werte ergibt sich für die nächtliche Belastung durch Flugverkehr eine durchschnittliche nächtliche Anzahl zwischen rund 17 (MP 2) und 21 (MP 1) Einzel-

schallereignissen ab 65 dB(A). Dabei nehmen, ähnlich wie bei den tagsüber durchgeführten Messungen, in den quantitativ schwächer belasteten Nächten die Einzelschallereignisse zwischen 65 und 69 dB(A) den Hauptanteil ein, während in den Nächten mit vielen Einzelschallereignissen die Lärmklassen 70-74 dB(A) bzw. 75-79 dB(A) überwiegen. Die Übereinstimmung in der Anzahl der im August registrierten Ereignisse (580 bzw. 471 an MP 1 bzw. 2) mit dem monatlichen UM-Bericht ist, mit 586 (MP 06) bzw. 416 (MP 05) gemessenen Werten, gut.

Gemäß dem KASTKAschen Schwellenkriterium NAT70 waren an beiden Messpunkten 16 der 51 Nächte von unzumutbarer Belastung in dem Sinne, dass mehr als 8 Einzelschallereignisse über 70 dB(A) registriert wurden. In der am stärksten belasteten Nacht wurden an Messpunkt 1 (2) 71 (69) dieser Einzelschallereignisse gemessen, in der Hälfte der NAT70 unzumutbaren Nächte lag die Belastung oberhalb von 34 (38) Einzelschallereignissen.

Einzelschallereignisse aller Nächte 22:00-6:00 Uhr Raunheim, Thomas-Mann-Straße

Absolute nächtliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Meßkampagne vom 18.7.2001-6.9.2001
Quelle: deBAKOM 2001

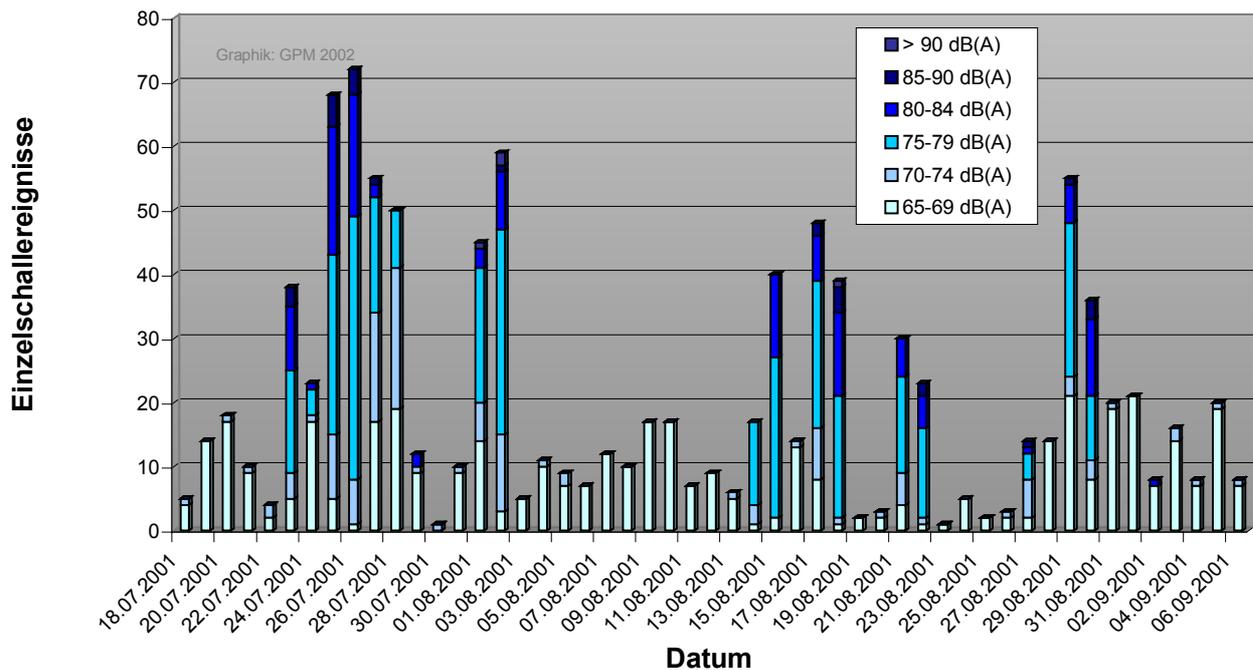


Abbildung 53: Anzahl der nachts (22-6 Uhr) während der Messkampagne der deBAKOM vom 18.7.-6.9.2001 registrierten Einzelschallereignisse, Messpunkt 1 (Raunheim, Thomas-Mann-Straße), nach Lärmklassen gegliedert

Einzelschallereignisse aller Nächte 22:00-6:00 Uhr Raunheim, Niddastraße

Absolute nächtliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Meßkampagne vom 18.7.2001-6.9.2001
Quelle: deBAKOM 2001

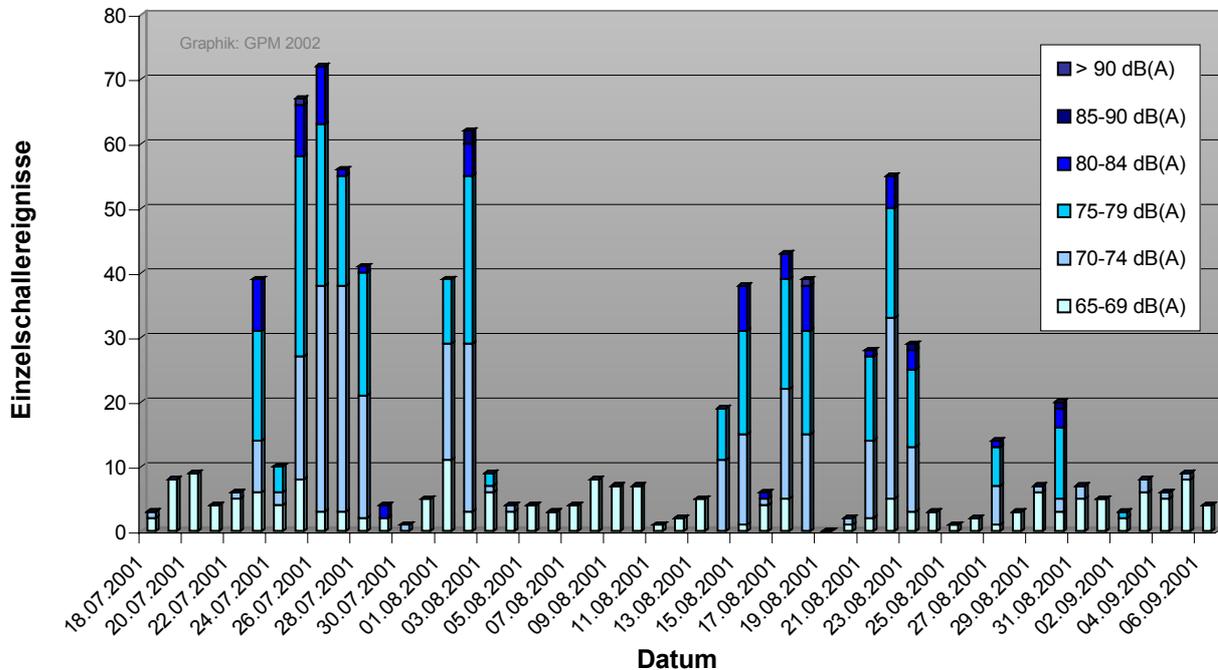


Abbildung 54: Anzahl der nachts (22-6 Uhr) während der Messkampagne der deBAKOM vom 18.7.-6.9.2001 registrierten Einzelschallereignisse, Messpunkt 2 (Raunheim, Niddastraße), nach Lärmklassen gegliedert

6.4 Vergleich Raunheims mit anderen Kommunen

Wurde bislang die Fluglärmsituation für Raunheim isoliert betrachtet, soll im Folgenden die Belastung durch Einzelschallereignisse im Vergleich zu anderen von Fluglärm betroffenen Kommunen untersucht werden.

Wie Abbildung 54 (am Beispiel der Einzelschallereignisse zwischen 70 und 90 dB(A)) zeigt, gehörte Raunheim während der Tageszeit (6:00 - 22:00 Uhr) schon seit dem Beginn des Untersuchungszeitraumes 1981 zu den am stärksten von Fluglärm betroffenen Kommunen. Seit 1989 steht Raunheim (in den vergangenen Jahren zusammen mit Offenbach/Lauterborn) unangefochten an der Spitze. Während an einigen Messpunkten seit ca. 1988 ein allgemeiner Rückgang der Einzelereignisse über 70 dB(A) einsetzt, behielten die der Messpunkte 06 Raunheim und 05 Opelbrücke ihre "Spitzenposition".

Nachts ist diese Situation nur leicht verschoben (s. Abbildung 56): Offenbach-Lauterborn liegt hier seit 1987 an oberster Stelle, dicht gefolgt jedoch von Raunheim. Diese kleine Verschiebung zugunsten Raunheims lässt sich dadurch erklären, dass nachts der Anteil der Landerichtung 07 grundsätzlich niedriger ist als tagsüber.

Einzelschallereignisse 70-90 dB(A) Tag an ausgewählten Messpunkten

Summen der Einzelschallereignisse 6-22 Uhr, die Beiträge zum Leq(4) liefern nach DIN 45643
Quelle: FAG 1990 / 2001

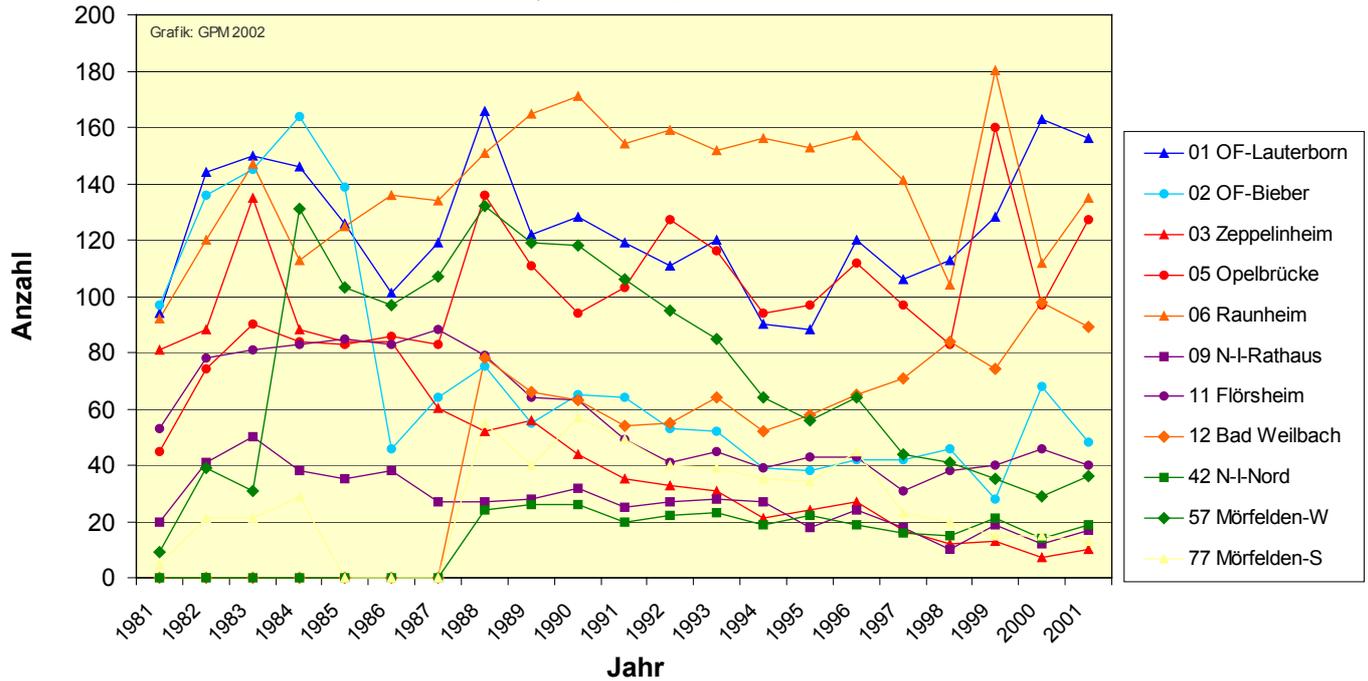


Abbildung 55: Durchschnittliche tägliche Anzahl von Einzelschallereignissen zwischen 70 und 90 dB(A) in den Monaten Mai-Oktober, 6-22 Uhr, an ausgewählten Messpunkten der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

Einzelschallereignisse 70-90 dB(A) Nacht an ausgewählten Messpunkten

Summen der Einzelschallereignisse 22-6 Uhr, die Beiträge zum Leq(4) liefern nach DIN 45643
Quelle: FAG 1990 / 2000

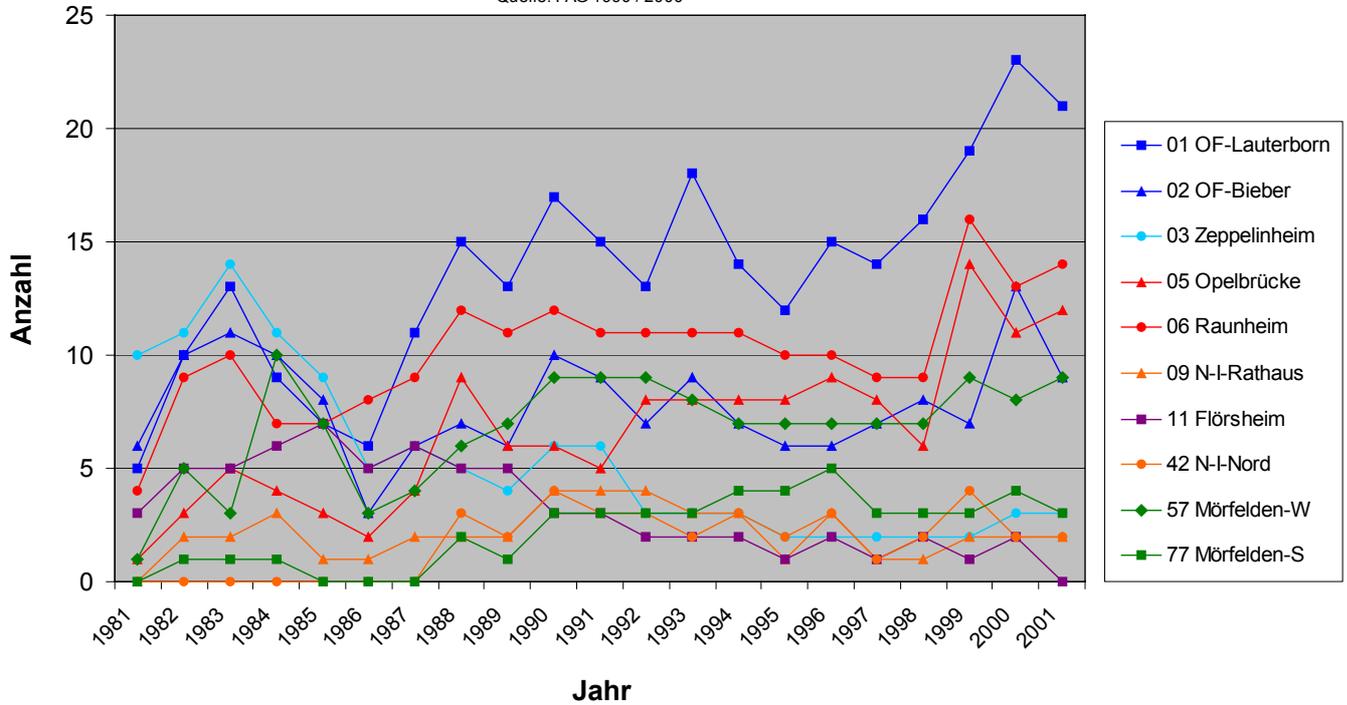


Abbildung 56: Durchschnittliche nächtliche Anzahl von Einzelschallereignissen zwischen 70 und 90 dB(A) in den Monaten Mai-Oktober, 22-6 Uhr, an ausgewählten Messpunkten der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG

7 AERONAUTISCHE KOMPONENTEN DES FLUGBETRIEBS

Dem konzeptionellen Teil dieser Arbeit sollen zunächst Erläuterungen der wichtigsten aerodynamischen Grundlagen vorangestellt werden, die beim Verständnis der im Rahmen des Projektes „Fluglärmelastungskonzept Raunheim“ aufgeworfenen Fragen eine Rolle spielen. Hierbei handelt es sich in erster Linie um Erläuterungen zu den Themen

- Endanflug,
- An- und Abflugwinkel,
- Rückenwindkomponente und
- Landebahnlängen/Landeschwellen.

Weiterführende allgemeine Grundlageninformationen zu

- Auftrieb und
- Geschwindigkeit

finden sich in einem gesonderten Kapitel des Anhangs.

7.1 *Endanflug*

7.1.1 Einleitung

Instrumentenan- und Abflugverfahren werden durch die jeweilige nationale Flugsicherung (in Deutschland DFS) für alle Flughäfen festgelegt und in ihren amtlichen Publikationen (AIP, Air Information Publication) in der jeweiligen Landessprache und auf Englisch veröffentlicht. In der Festlegung dieser Verfahren richten sich die Flugsicherungen nach den Richtlinien/Empfehlungen der ICAO (International Civil Aviation Organisation). Die DFS verweist daher im AIP für Deutschland (Abschnitt Enroute ENR 1.5-1) ausdrücklich auf die Bestimmungen der ICAO² hinsichtlich ihrer Regelung für den Flughafen Frankfurt.

Es wird hier das derzeit international gültige und weltweit praktizierte einheitliche Verfahren mitsamt der dafür notwendigen Technik (Instrumentenlandesystem) beschrieben. Für eine ausführliche Darstellung wird auf die zitierten Quellen und sonstige einschlägige Literatur verwiesen.

² ICAO DOC 8168 OPS/611 (Procedures for Air Navigation Services B Aircraft Operations B PANS/OPS)

Es ist nicht auszuschließen, dass im Laufe der Zeit insbesondere die technische Verbesserung der Navigationsmittel zu Modifikationen dieses Verfahrens führen werden; von kurzfristigen Änderungen, gerade mit Hinblick auf die in diesem Bericht diskutierte Fragestellung, kann jedoch zum heutigen Zeitpunkt nicht ausgegangen werden.

7.1.2 Das Instrumentenlandesystem

In den Pioniertagen der Luftfahrt war Fliegen grundsätzlich nur unter Sichtflugbedingungen (VMC, Visual Meteorological Conditions) möglich. Bewölkung wie Dunkelheit stellten ein nur schwer zu überwindendes Hindernis für den regelmäßigen Betrieb von Flugverbindungen dar. Die in den 30er Jahren des vergangenen Jahrhunderts aufkommende Radionavigation ermöglichte schließlich das sichere Durchqueren größerer Wolkengebiete und der Dunkelheit, also das Fliegen nach den sogenannten Instrumentenflugregeln (IFR Instrument Flight Rules). Hier waren zunächst ungerichtete Funkfeuer, die im kHz-Bereich operierenden sogenannten NDB (Non Directional Beacon), in Gebrauch. Ein Funkempfänger im Flugzeug wies den Weg zum Sender, davon abweichende Kurse oder Flugwege (Stichwort Hundekurve) musste der Pilot durch andere navigatorische Überlegungen und Hilfen kompensieren. Erst die im Bereich von ca. 112-118 MHz arbeitenden VOR (Very High Frequency Omnidirectional Radio Range) vermochten über festem Grund eine Einteilung in Luftstraßen und ermöglichten so als erste den heutigen regulären Flugverkehr über Land.

Für transkontinentale Flüge mit Seeüberquerung wurde das Trägheitsnavigationssystem entwickelt, welches auch heute noch in jedem Verkehrsflugzeug vorhanden ist. Zunehmend ersetzt werden alle diese Systeme durch das satellitengestützte amerikanische GPS (Global Positioning System), welches überall auf der Welt (also auch über den Ozeanen) eine hochpräzise Standortbestimmung ermöglicht.

Die von allen kriegführenden Parteien des 2. Weltkrieges stark vorangetriebene Entwicklung der Radio-Ortung von Objekten (RADAR, Radio Detection and Ranging) ermöglichte bereits in dieser Zeit den konkreten Einsatz im nautischen Bereich und wenig später auch im Luftfahrtsektor. Heute gehört die flächendeckende RADAR-Überwachung des gesamten Luftraumes der Industriestaaten zu den Voraussetzungen eines sicheren Flugbetriebes.

Über den Weltmeeren geschehen die Flugführung und die Separation verschiedener Flugbewegungen durch regelmäßige Standortmeldungen im Kurzwellenband (3 – 30 MHz).

Neben der Flächennavigation ist die ordnungsgemäße Landung der Abschluss jeder Flugbewegung und kann im Falle von Instrumentenflugbedingungen auch nur durch ein spezielles System von Landehilfen ermöglicht werden, deren jeweilige Komponenten sowohl am Boden als auch im Flugzeug installiert werden müssen. Zum präzisen Landen auf einer i.d.R. um die 3 km langen Bahn sind erheblich höhere Genauigkeitsanforderungen zu erfüllen, als dies mit den o. g. Verfahren (mit Ausnahme von GPS) möglich wäre.

Insbesondere kommt zur Richtungsorientierung nunmehr auch noch ein präzises Höhen-/Gleitwinkelsignal hinzu, welches das Flugzeug auf einem wohldefinierten Gleitpfad zur Landebahnschwelle führt. Deshalb bestehen die am Boden installierten Bausteine eines Instrumentenlandesystems sowohl aus einem Richtungs- (Localizer) und einem Höhensignal (Glide-path oder -slope), welches von der Bahn aus dem Flugzeug den Weg durch Wolken bzw. Dunkelheit zeigt. Eventuelle Abweichungen vom Sollpfad werden dem Piloten angezeigt, und müssen manuell durch die Steuerung kompensiert werden.

Moderne Verkehrsflugzeuge besitzen automatische Landesysteme, die die notwendigen Handlungen schon weitgehend selbständig durchführen (bis hin zur Schubregulierung); allerdings ist auch heute noch der weitaus größte Teil aller Landungen im letzten Teil von Hand.

Der Gleitpfad wird vom zur Landung bestimmten Flugzeug i. a. (immer leicht abhängig von der am jeweiligen Flughafen vorgegebenen Anflugprozedur) ca. 11,5 NM entspr. 20,5 km vor der Landebahnschwelle erreicht. Ab hier beginnt im Regelfall der Sinkflug mit konstanter Rate, der 5% (entspr. 300 ft/NM) entsprechen sollte (vgl. Kapitel 7.2). Auf diesem Segment befinden sich zumeist mehrere definierte Bezugspunkte, bei deren Überquerung der Flugzeugführer u. U. Meldung an die Bodenkontrolle machen muss. Die letzten beiden Bezugspunkte vor der Schwelle werden auch als Vor- und als Haupteinflugzeichen (OM bzw. MM, Outer bzw. Middle Marker) bezeichnet und befinden sich i. a. 4 bzw. 0,6 NM vor der Schwelle.

Man unterscheidet heute 3 Kategorien von Landungen, deren zunehmende Ordnungszahl den Schwierigkeitsgrad darstellt, siehe Tabelle 5 unten.

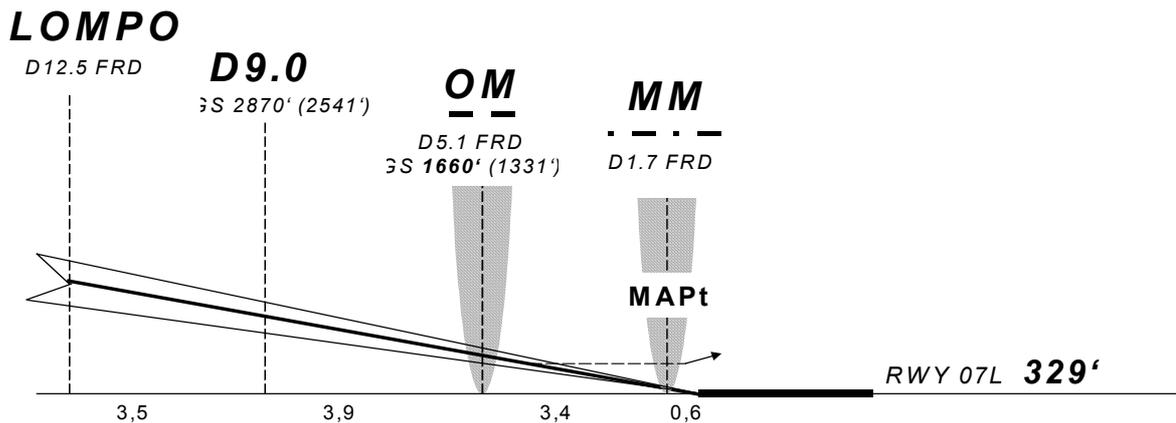


Abbildung 57: Schematische Darstellung des Gleitpfades einer IFR-Landung

Instrumenten-	Horizon-	Entschei-	Gleitwinkel	Instrumentelle	Instrumentelle	Qualifikation
---------------	----------	-----------	-------------	----------------	----------------	---------------

landungs-kategorie	talsicht (RVR) ³ [m]	dungshöhe (DH) ⁴ [ft]	[°] gem. ICAO	Mindestausrüstung des Flugzeugs (Avionic)	Mindestausrüstung des Flughafens	des Piloten
Cat I	≥ 550	≥ 200	2,5-3,5	Barometrischer Höhenmesser und einfacher ILS-Empfänger	S. ICAO Annex 10, Volume I, Chapter 3., 3.1. Specification for ILS	IFR-Berechtigung
Cat II	≥ 350	≥ 100	2,5-3	Radiohöhenmesser und Flugkommandoanlage (Flight Director) oder Autopilot	„	S. Appendix 1 to JAR-OPS 1.450, JAR-OPS 1 Subpart E, 1-E-14 bis 1-E-17
Cat III a	≥200	< 100	2,5-3	„	„	„
Cat III b	75-200	< 50	2,5-3	„	„	„
Cat III c	z. Zt. nicht praktiziert	z. Zt. nicht praktiziert	2,5-3	„	„	„

Tabelle 5: Instrumentenlandeklassen und ihre wesentlichsten Voraussetzungen

7.1.3 Das Instrumentenlandeverfahren

Generell unterteilt man den Instrumentenanflug in 5 Phasen (s. Abb. 58):

In der ersten Phase, der sog. Einflugstrecke (Arrival Route), wird das Flugzeug aus der Streckenstruktur zu einem Punkt an der Grenze der TMA (Terminal Manoeuvring Area) des jeweiligen Flughafens geführt (IAF - Initial Approach Fix), von dem aus der Anflug begonnen wird. Der IAF ist keinesfalls unbedingt in Verlängerung der Bahn gelegen.

Der nun folgende Vor- oder Anfangsanflug (Initial Approach) beginnt beim IAF und führt das Flugzeug bis zur verlängerten Anfluggrundlinie am IF (Intermediate Fix). In dieser Phase können hohe Sinkraten (4-8%, entspr. 250-500 ft/NM) vorgesehen werden. Die Hindernisfreiheit beträgt 300 m (984 ft).

³ RVR=runway visual range

⁴ DH =decision height

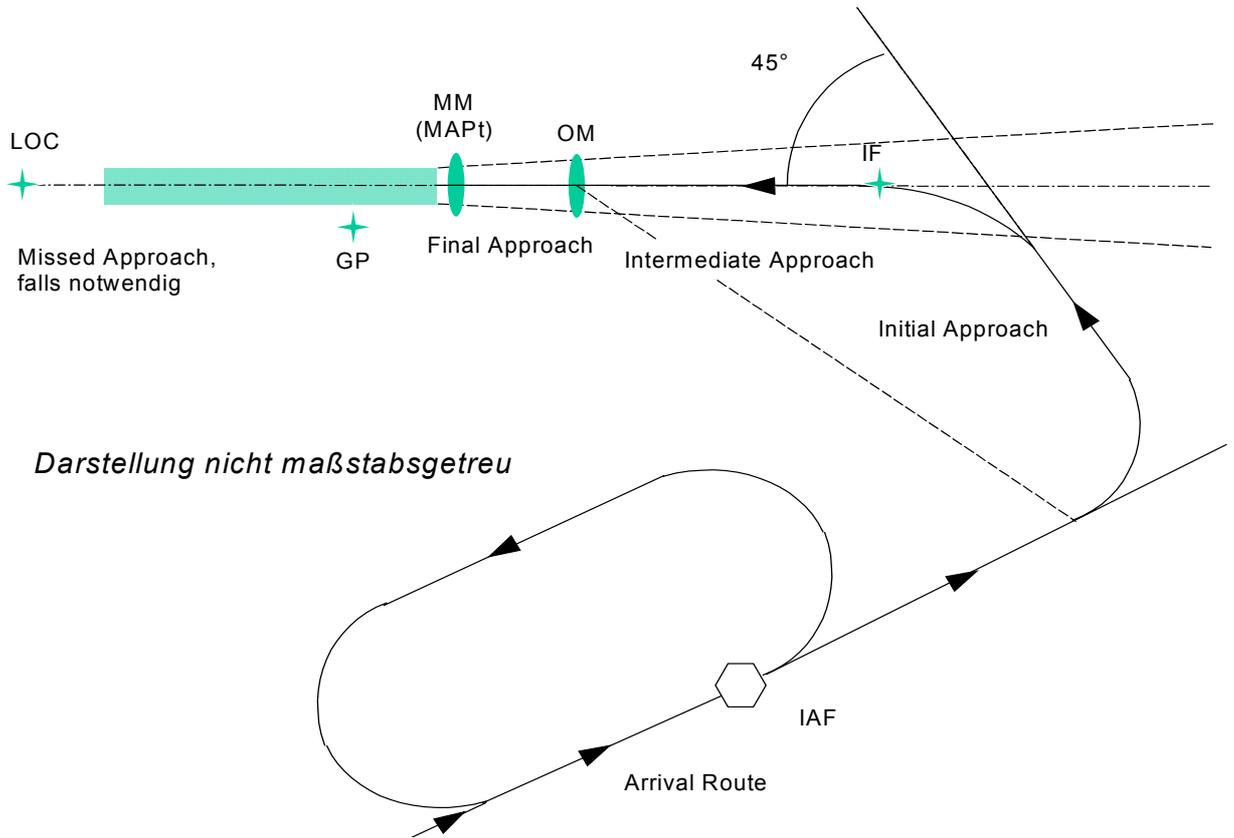


Abbildung 58: Anflugverfahren IFR.

Während der dritten Phase, dem Zwischenanflugsegment (Intermediate Approach Segment) wird dem Piloten Gelegenheit gegeben, sein Flugzeug genau auf die Bahn auszurichten, darauf zu stabilisieren, Geschwindigkeit zu reduzieren und das Einleiten des Sinkfluges für den Endanflug bei Erreichen des FAF (Final Approach Fix) vorzubereiten. Die Sinkrate sollte 0 betragen, die Hindernisfreiheit ist auf 150 m (492 ft) reduziert.

Das sich nun anschließende Endanflugsegment (Final Approach Segment) ist der für die eigentliche Landung entscheidende Teil: Am FAF wird in der Regel der Gleitpfad des ILS (Instrumenten Lande System) erreicht und der Endanflug eingeleitet. Der Endanflug endet beim MAPt (Missed Approach Point), jedoch nicht tiefer als in Höhe der OCA/H (Obstacle Clearance Altitude/Height, je nachdem, ob die Höhe über dem fiktiven Meeresspiegel oder über Grund gemeint ist). Die verschiedenen Kategorien (Cat I-III) der Instrumentenlandung sind in Tab. 5 beschrieben.

Ca. 11-12 km vor der Schwelle wird der Gleitpfad erreicht und das Flugzeug auf diesem stabilisiert, bis bei Überflug des Voreinflugzeichens in 4 NM Abstand von der Schwelle der eigentliche Endanflug beginnt. Spätestens beim Durchfliegen einer Höhe von 120 m muss das Flugzeug in Landekonfiguration sein, d. h. das Fahrwerk und sämtliche Auftriebshilfen müssen ausgefahren sein und der zuvor u. U. zurückgenommene Triebwerksschub muss nun wieder auf ca. 60% eingeregelt sein. Sowohl Fahrwerk als auch voll gesetzte Klappen

(hoher Widerstandsbeiwert c_w) bewirken einen so hohen Luftwiderstand, dass anderenfalls die Fluggeschwindigkeit kontinuierlich abfallen und damit die Sinkgeschwindigkeit gefährlich steigen würde. Zudem könnte ein plötzlich notwendig werdendes Durchstartmanöver die rasche Volllastleistung (100%) der Triebwerke erfordern.

Bei einer typischen Anfluggeschwindigkeit von $v_{IAS} = 80$ m/s (290 km/h) verbleibt jetzt noch eine Flugzeit von ca. 30 Sekunden bis zum Überfliegen der Landebahnschwelle. In dieser Höhe muss bei Nichtvorhandensein einer ILS-Bodenanlage der Anflug abgebrochen werden, wenn noch kein Sichtkontakt zur Landebahn hergestellt ist; in ca. 60 Metern Höhe wird das Haupteinflugzeichen überflogen. Das ist die Entscheidungshöhe für Leitstrahl und Bordsysteme der Kategorie I, 100 ft Höhe für die Systeme der Kategorie II. In ca. 45 m Höhe wird das Gleitpfadsignal unbrauchbar und deswegen abgeschaltet, dagegen kann jetzt das Signal des Radiohöhenmessers für die Regelung und zur Anzeige eingesetzt werden, da das Flugzeug sich schon über ebenem Gelände befindet.

In etwa 15 Metern Höhe beginnend wird das Flugzeug abgefangen, d. h. es wird die Sinkgeschwindigkeit von ca. 3,5 m/s auf etwa 0,5 m/s abgebaut und die Fahrt bis kurz vor Strömungsabriss reduziert. Kurz vor dem Aufsetzen wird in ca. 6 Metern Höhe der Luvwinkel (Vorhaltewinkel bei Seitenwind, s. a. Kap. 7.3) auf 0 gebracht und das Triebwerk auf Leerlauf gefahren. Nach dem Aufsetzen wird das Flugzeug abgebremst und rollt mit Landekurs-Führung aus.

Das Fehlanflugsegment (5.) ist immer dann einzuleiten, wenn der Pilot bei Erreichen des jeweiligen Landeminimums keine ausreichende Sicht hat, um den Endanflug mit einer Landung abzuschließen. Es beginnt beim Missed Approach Point (MAPt). Spätestens an diesem Punkt muss der Fehlanflug eingeleitet werden, damit die vorgeschriebene Hindernisfreiheit nicht unterschritten wird. Im Falle, dass der Fehlanflug vor Erreichen des MAPt eingeleitet wird, wird davon ausgegangen, dass der Pilot bis zum MAPt fliegt und dann dem Fehlanflugverfahren folgt, auch wenn der Fehlanflug bereits in einer größeren Höhe als der Entscheidungshöhe eingeleitet wurde. Exakte Verfahrensregelungen dazu sind im AIP Germany, ENR 1.5-5 niedergelegt.

Neben den o. a. Gründen kann ein Durchstartmanöver allerdings u. U. auch dann erfolgen, wenn unerwartet die Bahn durch andere (Luft-)Fahrzeuge benutzt wird (z. B. rollen auf die Bahn ohne Starterlaubnis) oder es nicht gelungen ist, vor der Halbbahnmarkierung aufzusetzen.

7.2 An- und Abflugwinkel

Die Landegeschwindigkeit eines Flugzeuges muss deutlich geringer sein als seine Reisegeschwindigkeit (nähere Erläuterungen in Kap. „Geschwindigkeit“ im Anhang). Da der Auftrieb eines Flugzeuges sowohl von der Luftdichte als auch von dem Auftriebsbeiwert c_a (Form) der Tragfläche und seiner Geschwindigkeit abhängig ist, ist die korrekte Wahl der An- bzw. Abflugwinkel entscheidend.

Der Abflugwinkel bei modernen Strahlflugzeugen wird i.d.R. nur durch die Triebwerksleistung begrenzt und kann durchaus 30° oder mehr erreichen. Die Betreiber sind heute bemüht, die lärmärmsten und energiesparendsten Startverfahren anzuwenden, solche also, die nicht unbedingt 100% der Triebwerksleistung benötigen, dennoch aber ein aus sicherheitstechnischen Gründen ausreichend schnelles Steigen ermöglichen. Denn beim Start handelt es sich grundsätzlich um die kritischste Phase des gesamten Fluges, da einerseits noch keine ausreichende Höhe für einen gesteuerten Gleitflug (Notlandung) erreicht ist, andererseits aber auch noch nicht ausreichend Geschwindigkeit aufgenommen wurde, um bei einem eventuellen Triebwerksausfall den Strömungsabriss sicher zu vermeiden. Um möglichst optimale Steigeigenschaften zu erreichen, werden beim Start die Auftriebshilfen nur beschränkt ausgefahren.

Deutlich anders verhält es sich bei den für die Landung vorgesehenen Anflugwinkeln. Hier muss sichergestellt sein, dass das Flugzeug zum einen „langsam“ (ca. 180 km/h) und zum anderen mit geringer Sinkrate bei jeder Witterungssituation (geringe Sichtweiten) sicher aufsetzt. Dies kann nur geschehen, wenn es bereits weit vor der Schwelle in eine stabile Langsamflugphase gebracht wird (s. Kap. 7.1), die einen sehr flachen Anflug bei ca. 60%er Schubleistung erfordert.

Das ICAO DOC 8168-OPS/611, Volume 1 legt daher in Chapt. 2.4.2 fest, dass die Sinkrate nicht höher als 50 m/km (etwa 300 ft/NM) entspr. 5 % oder ca. 3° , auf keinen Fall aber mehr als 6,5% entspr. 65 m/km (ca. 400 ft/NM) oder $3,8^\circ$ betragen soll. Im Falle eines Präzisionsanflugs (Cat I) sieht das ICAO-Dokument einen Gleitwinkel zwischen $2,5^\circ$ und $3,5^\circ$ vor (s. Tabelle 5). Bei Cat II/III-Anflügen (s. Kap. 7.1.2) ist 3° allerdings das von der ICAO in o.a. Dokument festgelegte Maximum.

7.3 Rückenwindkomponente

Die aerodynamischen Grundlagen legen nahe, dass sowohl der Start als auch die Landung eines Flugzeuges nach Möglichkeit immer gegen den Wind (falls vorhanden) erfolgen sollte, damit auch bei geringen Geschwindigkeiten über Grund stets eine anliegende Strömung und damit der Auftrieb des Flugzeuges gewährleistet bleibt (vgl. hierzu ergänzend auch das diesbezügliche Kapitel im Anhang). Die heute i.d.R. in einer Hauptwindrichtung angelegten Start-/Landebahnen können dies jedoch nicht immer exakt gewährleisten, so dass bei Starts und Landungen häufig Seitenwindkomponenten vorliegen, die vom

Piloten durch Einhalten eines windbedingten Vorhaltewinkels, dem sogenannten Luvwinkel, kompensiert werden müssen.

Während Kleinflugzeuge bei der Landung je nach Typ Seitenwindkomponenten zwischen max. 12-18 kt vertragen, geht dies für moderne Passagiermaschinen bis zu 40 kt, Witterungsbedingungen also, die lediglich in absoluten meteorologischen Ausnahmekonstellationen vorliegen. Bei Starts und Landungen mit Rückenwindkomponente liegen die erlaubten Toleranzen hingegen deutlich niedriger, da diese nicht mehr durch Kurskorrekturen kompensiert werden können.

Die ICAO legt eindeutige Sicherheitsmindestanforderungen für lärmvermeidende Flugverfahren (Noise abatement procedures) fest⁵. Neben z. B. maximalen Querlagen beim Kurvenflug zum Eindrehen auf lärmvermeidende Flugrouten (Chapt. 2.2) gibt Chapt. 2.1 u.a. Hinweise auf die Auswahl der Landebahn unter den verschiedenen meteorologischen Bedingungen (Bahnbeschaffenheit, Wolkenhöhe, Sichtweite, Seitenwind, Gewitter usw.) und lässt maximale Rückenwindkomponenten einschließlich Böen von 9 km/h entspr. 5 kt zu. Nach Aussage von Fluglotsen der DFS lässt sich diese Grenze niemals exakt einhalten, so dass es u. U. auch zu Landungen mit z. T. höheren Rückenwindkomponenten kommen kann. Die alleinige Entscheidung, ob das Flugzeug mit Rückenwind landet, trifft letztlich der Pilot.

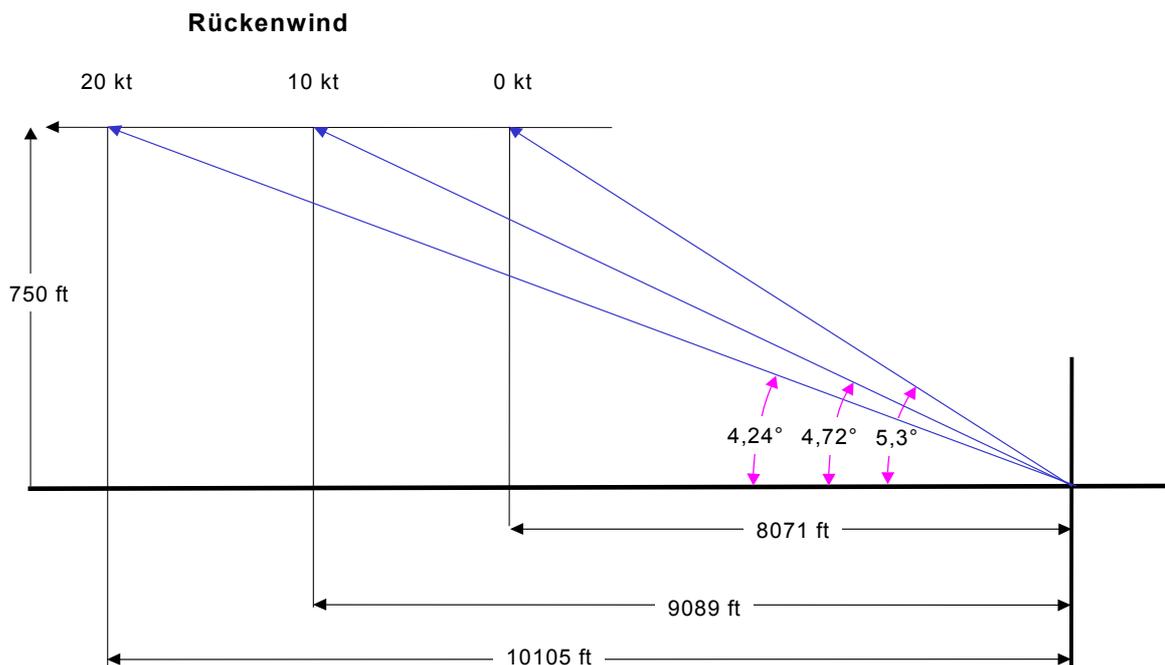


Abbildung 59: Einfluß von Rückenwind auf ein startendes Flugzeug bei $v_{IAS} = const.$

⁵ DOC 8168-OPS/611, Volume 1, Chapter 2 „Noise Preferential Runways and Routes“

Der Start eines in Windrichtung startenden Flugzeuges verläuft zwangsläufig flacher, was u. U. aus Sicherheitsgründen zu einer veränderten Flugroutenwahl führen kann.

Beachtet werden muss auch, dass eine Bahnumstellung in die entgegengesetzte Richtung nicht beliebig schnell durchgeführt werden kann, da sowohl An- als auch Abflugrouten genau festgelegt sind und in großer Entfernung von der Schwelle beginnen bzw. enden (s. Kap. 7.1). Der gesamte landende Verkehr ist daher vor dem Einfliegen in die TMA so zu orientieren, dass die Verfahren für die neue Landerichtung eingehalten werden. Gleichzeitig muss dieser jedoch abwarten, bis der letzte in die alte Startrichtung abgegangene Verkehr kollisionsgefährdete Lufträume verlassen hat (Vermeidung sogen. konvergierenden Verkehrs). Je nach Verkehrssituation kann dies nach Auskunft der DFS über 5 Minuten dauern.

7.4 Landebahnlängen/Landeschwellen

Die ICAO gibt generelle Empfehlungen für den Bau von Start- und Landebahnen⁶. Unter Chapt. 3.1.2 werden z. B. Empfehlungen hinsichtlich der geographischen Ausrichtung unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Seitenwindkomponente gegeben. Ebenfalls durch die ICAO sind Definition und konkrete Bemessung der Bahnen festgelegt⁷. Es wird empfohlen⁸, die Bahnen für die zukünftig auf ihr landenden Flugzeugtypen zu bemessen, gleichzeitig aber festgestellt⁹, dass die Bahnen nicht unbedingt für den Einsatz bei maximalem An- und Abfluggewicht für einen bestimmten Flugzeugtyp ausgelegt sein müssen.

Grundsätzlich unterscheidet man vier Längenangaben auf jeder Bahn (vgl. Abb.60):

1. TORA: Take-off run available, d.h. die Bahnlänge, die von einem startenden Flugzeug tatsächlich für den gesamten Startlauf genutzt werden kann.
2. TODA: Take-off distance available = TORA + Länge des Sicherheitsstreifens (Clearway oder CW, falls vorhanden).
3. ASDA: Accelerate stop distance available = TORA + Bremsstreifen (Stopway oder SW, falls vorhanden).
4. LDA: Landing distance available, d.h. die Bahnlänge, die von einem landenden Flugzeug tatsächlich für die gesamte Landung in Anspruch genommen werden kann. Sie ist in vielen Fällen kürzer als TORA (versetzte Schwelle). Die Bahn ist

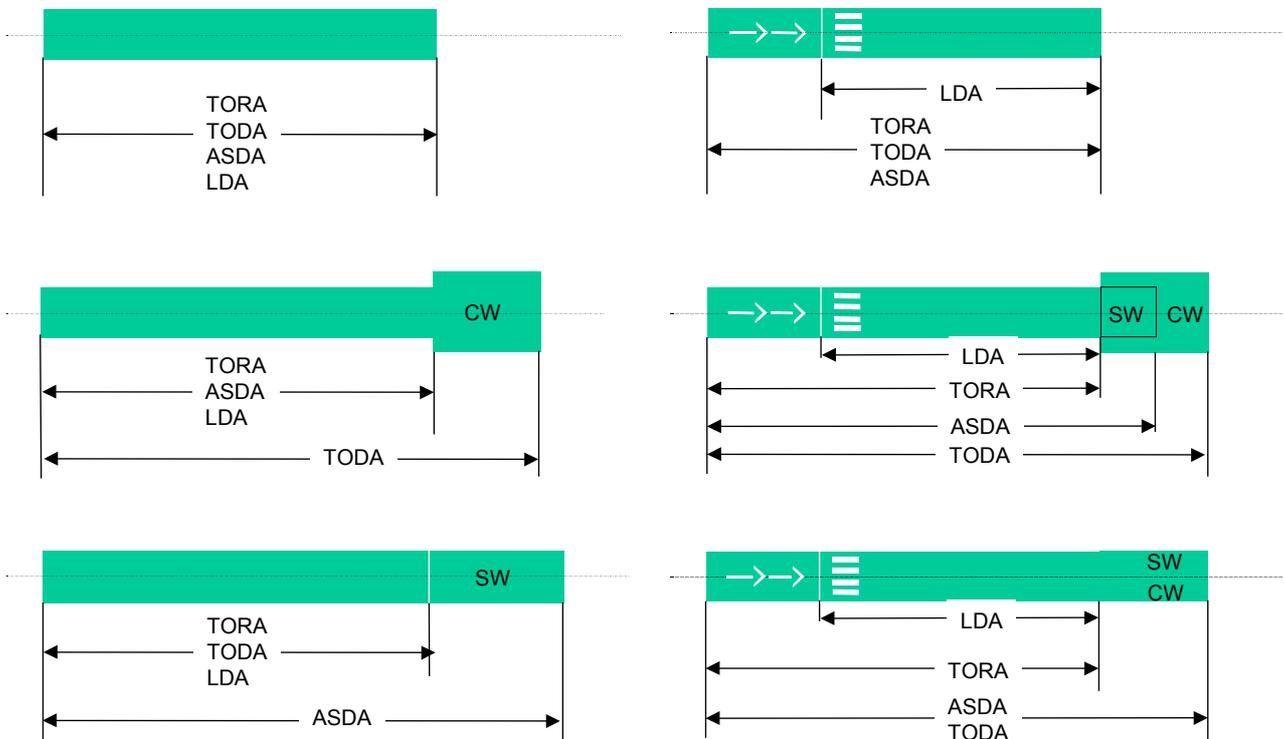
⁶ Annex 14 – Volume 1, Chapt. 3, S.14 vom 4.11.99

⁷ DOC 9175-AN/901 Part 1, Runways, Chapt. 3, S. 1-11 und Chapt. 4 vom 23.1.91

⁸ Annex 14 unter 3.1.6 bzw. in DOC 9157-AN unter 3.2.1

⁹ Note 1, S. 15

dann im Bereich der nur für den Start zugelassenen Nutzung vor der eigentlichen



Schwelle mit aufeinander folgenden Pfeile gekennzeichnet.

Abbildung 60: ICAO Bemessungen für Start- und Landebahnen

Eine im eigentlichen Sinne festgeschriebene Mindestlänge für eine Bahn gibt es nicht. Sie richtet sich in erster Linie nach der Größenkategorie der Flugzeuge, wobei natürlich gilt, dass die Bahn um so länger sein muss, je schwerer die auf ihr operierenden Flugzeuge sind. Danach sind, entsprechend dem zitierten ICAO-Regelwerk in Kap. 3.5, Korrekturen der Bahnlänge anzubringen, die durch die Höhe über NN, die Referenz-Temperatur und die Bahnneigung beeinflusst werden. So benötigt ein in La Paz (Höhe ü. NN. ca. 4000 m, Atmosphärendichte ca. 3/5 der Atmosphärendichte über NN) startendes Flugzeug einen längeren Startlauf als ein gleicher genauso beladener Typ in Frankfurt (EDDF).

In DOC 9157-AN/901 Appendix 1, S. 1-45 vom 23.1.91 (Anlage 4) werden für die meisten gängigen Flugzeugtypen Referenzbahnlängen angegeben. Sie unterscheiden sich nur unwesentlich von den von der DFS veröffentlichten Daten¹⁰.

¹⁰ Aircraft, 2nd Edition, Version 1.0, December 1996

Neben den Dimensionen ist die Oberflächenbeschaffenheit der Bahnen von Wichtigkeit, da moderne Strahlflugzeuge zu über 70% über ihre Fahrwerksbremsen abgebremst werden. Der Schub der Triebwerke lässt sich nämlich nur zu ca. 25% umkehren („Schubumkehr“). Zudem soll die Schubumkehr aus Lärmschutzgründen nach der Landung nur im Leerlauf betrieben werden.

Schraubenflugzeugen hingegen sind nach der Landung durch Blattverstellung tatsächlich in der Lage, nahezu ihren gesamten Schub umzukehren und haben so i. d. R. Strahlflugzeugen überlegene Landeeigenschaften. Dies macht sich insbesondere bei in unseren Breiten im Winter häufig vereisten bzw. verschneiten Bahnen positiv bemerkbar. Für Strahlflugzeuge ist in solchen Witterungsperioden die permanente Räumung der Bahn notwendig, um ihnen die Abbremsung über ihre Radbremsen zu ermöglichen. Daher können starke Schneeschauer den Betrieb eines Flughafens trotz Cat II/III Ausrüstung u. U. über längere Zeit verhindern.

8 FLUGLÄRMMENTLASTUNGSPOTENTIALE

Die im Kap. 7 diskutierten Sachverhalte lassen grundsätzlich mehrere Ansätze erkennen, durch Verfahrensumstellungen vergleichsweise kostengünstig und relativ schnell Lärmmentlastungspotentiale auszuschöpfen. Im einzelnen bieten sich an:

1. Die Erhöhung der zulässigen Rückenwindkomponente von derzeit 5 kt auf 6-7 kt für die Entscheidung von ATC zum Bahnwechsel von 25 Richtung auf 07 Richtung.
2. Eine Erhöhung des Gleitwinkels von derzeit 3° auf 3,2° oder mehr (temporär bei CAT I – Bedingungen).
3. Modifizierungen beim Endanflug.
4. Eine Verlegung der Schwelle für die Bahnen in 07 Richtung um 1000-1500 m nach Osten.
5. Die Öffnung der Startbahn 18 West für Landungen aus Richtung Süden (36)

Diese Ansätze sollen im folgenden auf ihre Tragfähigkeit für EDDF hin diskutiert werden. Im Ergebnis sollen Möglichkeiten zur Entlastung Raunheims aufgezeigt werden, die grundsätzlich aus flugsicherheitstechnischen Erwägungen heraus praktikabel und verfahrensrechtlich relativ schnell umsetzbar sind.

8.1 Rückenwindkomponente

8.1.1 RWK-Regelungen an anderen Verkehrsflughäfen

Diesem Kapitel sei vorangestellt, dass die ICAO Flugplatzbetreibern in ihrem DOC 8168-OPS/611, Volume 1, Chapter 2.1.3.d, S. 5-10 vom 11/11/93 empfiehlt, bei der Wahl der Betriebsrichtung Lärmschutzgründe aus Sicherheitsgründen nicht mehr zu berücksichtigen, sofern

- die Bahn nicht frei und trocken bzw. verunreinigt ist (z.B. durch Eis, Schnee, Schneematsch usw.),
- die Hauptwolkenuntergrenze niedriger als 150 m und die Horizontalsicht weniger als 1,9 km beträgt,
- wenn die Seitenwindkomponente (inkl. Böen!) 28 km/h (15 kt) übersteigt,
- die Rückenwindkomponente - einschließlich Böen! - 5 kts (9 km/h) übersteigt oder
- wenn Windscherungen berichtet oder vorhergesagt wurden bzw. Gewitter erwartet werden.

Diese Regelung hat die DFS auch für EDDF übernommen und im AIP IFR, AD 2 EDDF, 1-11 vom 14.06.2001 festgelegt. Damit wird u.a., wie bereits in Kap. 7 erläutert, auch der Tatsache Rechnung getragen, dass Strahlflugzeuge im Gegensatz zu Propellerflugzeugen mit beweglichen Luftschraubenblättern - als Beispiel eines solchen Flugzeugs mit extremen Kurzlandeeigenschaften sei hier das russische Großraumtransportflugzeug AN 70 T mit einem MTOW = 123 t genannt - ihren Turbinenschub durch Schubumkehr nur zu ca. 25% in Gegenschub umwandeln können und zu ca. 75% zur Geschwindigkeitsverringderung nach der Landung auf der Bahn auf das Ansprechen ihrer Radbremsen angewiesen sind. Grundsätzlich ist in diesem Zusammenhang festzustellen, dass Rückenwind bei Starts die benötigte Startstrecke genauso wie bei Landungen die benötigte Landestrecke verlängert (s. Abb. 59).

Im Zuge der Analysen für das Projekt „Fluglärmmentlastungskonzept Raunheim“ wurden u.a. auch die Anflugverfahren (Quelle Jeppesen) der 50 meistfrequentierten Flughäfen der Welt (s. Tabelle 6) analysiert. Im Ergebnis zeigte sich, dass sich darunter mehrere Flughäfen befinden, die in ihren offiziellen Anflugverfahren auch Rückenwindkomponenten >5 kts zulassen, obwohl bei diesen bis auf eine Ausnahme (Madrid Barajas) die für Start und Landung zur Verfügung stehenden Bahnlängen deutlich kürzer sind als in EDDF und obwohl der Flottenmix z. B. in Amsterdam (EHAM) dem in Frankfurt nicht unähnlich ist.

Nr.	Name/ICAO Code	Intern. Rang	Max. Rückenwindkomponente [kt]	Betroffene Bahnlängen [m]
1	Tokyo (Haneda), J/RJTT	6	< 7	2 x 3000
2	Amsterdam (Schipol), NL/EHAM	15	# 7, in Böen <10	3500, 3453, 3400, 3300, 2014
3	Rom-Fiumicino (Leonardo da Vinci), I/LIRF	29	# 7	2 x 3900, 3600, 3309
4	Madrid (Barajas), E/LEMD	33	< 10	4350, 4100, 3700
5	Palma de Mallorca, E/LEPA	47	# 10	3270, 3000, 2500
6	Brüssel (National), B/EBBR	48	# 8	2 x 3638, 3211
7	Stockholm (Arlanda), S/ESSA	n.b.	# 5-10, wenn #10 in 1500 ft	2500
8	Varna, BG/LBWN	n.b.	# 10	2500

Tabelle 6: Internationale Flughäfen, die Rückenwindkomponenten > 5 kt zulassen

Eine nähere Betrachtung dieser Flughäfen führte zu folgenden Ergebnissen:

- Tokyo Haneda (RJTT):

Auf diesem mit u.a. einem 3 km Parallelbahnsystem ausgerüsteten Flughafen starten und landen täglich jeweils > 360 Flugzeuge, d.h. es finden ca. 720 Flugbewegungen am Tag statt, was bei einem Flugbetrieb von 17 h pro Tag ca. 43 Flugbewegungen pro Stunde entspricht. Hiervon sind >80 % Großraumflugzeuge der Typen B747, B777, B767, B757, DC10, A300 mit einem MTOW mehrheitlich zwischen >200 t (bis hin zu ca. 400 t), wobei die B747 ca. 17%, die B777 ca. 21% aller Flugbewegungen am Tag ausmachen. Kleinere Jets mit einem MTOW >100 t (z.B. Airbus 319 - 321) machen < 19 % aller Flugbewegungen aus. Mit Ausnahme von 3 - 4 Auslandsflügen pro Tag nach Taipei (Taiwan) dient der Flughafen Haneda ausschließlich dem Inlandsverkehr zwischen den japanischen Inseln.

Die Lufthansa fliegt deshalb Tokyo Haneda nicht an. Zudem wird seitens der Lufthansa auf die Tatsache verwiesen, dass im Falle von möglichen Problemen in Haneda mit dem internationalen Flughafen Tokyo Narita im Großraum Tokyo immer noch ein zweiter Flughafen zur Verfügung stehe, der mit einer 4 km Bahn ausgerüstet und dann als Ausweichflughafen genutzt werden könne. Dies sei im Vergleich zu Frankfurt, dem ein geeigneter Ausweichplatz z. Zt. fehle, ein großer Vorteil von Tokyo.

Für den innerjapanischen Transport werden spezielle B747-400 Domestic mit einer Kapazität von 568 Passagieren eingesetzt. Diese Flugzeuge besitzen verstärkte Fahrwerke um die Belastung der auf Kurzstrecken häufigeren Landungen besser bewältigen zu können. Nach Auskunft von Boeing wird dieser Typ z. Zt. jedoch nicht länger angeboten (nachlassende Nachfrage). Aufgrund der kurzen Distanzen zwischen den japanischen Destinationen ist die Treibstoffaufnahme allerdings wesentlich geringer als auf Langstrecken und damit TOW wie LW i.d.R. deutlich unter dem der in Tokyo Narita startenden Langstreckenflugzeuge.

- Amsterdam Schipol (EHAM):

Datengrundlage für die hier angestellte Betrachtung ist Schipol Airport, „Aircraft Movements 2000“. Gem. dieser Statistik fanden im Jahre 2000 insgesamt 414928 Flugbewegungen in Amsterdam Schipol statt. Davon lagen 6% im Bereich des Fluggeräts mit MTOW > 340 t (B747), ca. 11% in der Gewichtsklasse 150 t < MTOW < 340 t, ca. 4 % in der Kategorie 100t < MTOW < 150 t. Ca. 79% sind demnach Flugzeuge mit MTOW < 100t.

Insbesondere in den letzten beiden Kategorien unterscheidet sich der Flottenmix in Frankfurt (Datenquelle für Frankfurt: DES 98) deutlich von demjenigen in Schipol (s.o.): Während die Gewichtsklasse des Fluggeräts mit MTOW > 340 t (B747) mit ca. 7% und der Gewichtsklasse 150 t < MTOW < 340 t mit ca. 13 % in Frankfurt vertreten ist, folgt darauf der Bereich zwischen 100 t < MTOW < 150 t mit fast 70 %. Die verbleibenden 10% sind kleinere Maschinen (inkl. Propeller).

In Frankfurt verkehren zudem absolut > 40% mehr Flugzeuge der beiden oberen Gewichtsklassen (also > 150 t) als in Schipol.

Sofern Amsterdam nicht über Kooperationspartner bedient wird (wie z.B. British Midland), startet und landet Lufthansa in Amsterdam lediglich mit den kleineren Mittelstreckenjets vom Typ A320 (MTOW 73500 kg) bzw. A321 (MTOW 83000 kg) bzw. B737 (je nach Version MTOW zwischen 52390 kg und 78240 kg). Auf einigen Flügen kommt auch eine Canadair 100/200 (MTOW 21523 kg) zum Einsatz.

Für die insbes. international noch wesentlich unbedeutenderen Flughäfen von Rom Fiumicino (LIRF) bzw. Madrid Barajas (LEMD) trifft ein ähnlicher Flottenmix zu, wie für Schipol. Auch diese fliegt Lufthansa z.T. über Kooperationspartner bzw. nur mit eigenen B737, Airbus A 320/321 bzw. Canadair 100/200 an.

8.1.2 Basisüberlegungen und Basisdaten zur RWK in EDDF

Der Diskussion über eine mögliche Erhöhung der Rückenwindkomponente soll eine Darstellung der Windgeschwindigkeiten und –amplituden vorangestellt werden, die im langjährigen klimatologischen Mittel am Flughafen Rhein-Main registriert wurden. Als Grundlage dient eine sog. Stärkewindrose, die vom DWD auf Basis der fortlaufenden Windregistrierungen der Jahre 1967-1993 am Flughafen Frankfurt/Main erstellt wurde. Auf diesem Datenmaterial basieren auch die Auswertungen von WEBER (1997) zur Rückenwindproblematik aus Raunheimer Sicht, die für die vorliegende Untersuchung wertvolle Informationen geliefert haben und auf die später noch ausführlicher eingegangen wird.

Die folgende Abbildung 61 zeigt die statistische Häufigkeit der unterschiedlichen Windrichtungen in Promille für den Zeitraum 1967-1993. Die westlichen Windrichtungen überwiegen, entsprechend dem bevorzugten Auftreten von Westwindwetterlagen.

Auftreten der Windkomponenten am Meßpunkt Frankfurt-Flughafen

Häufigkeiten der Windrichtungen (10°-Raster) im Zeitraum 1967-1993 in Promille
Quelle: DWD, 1967/1993

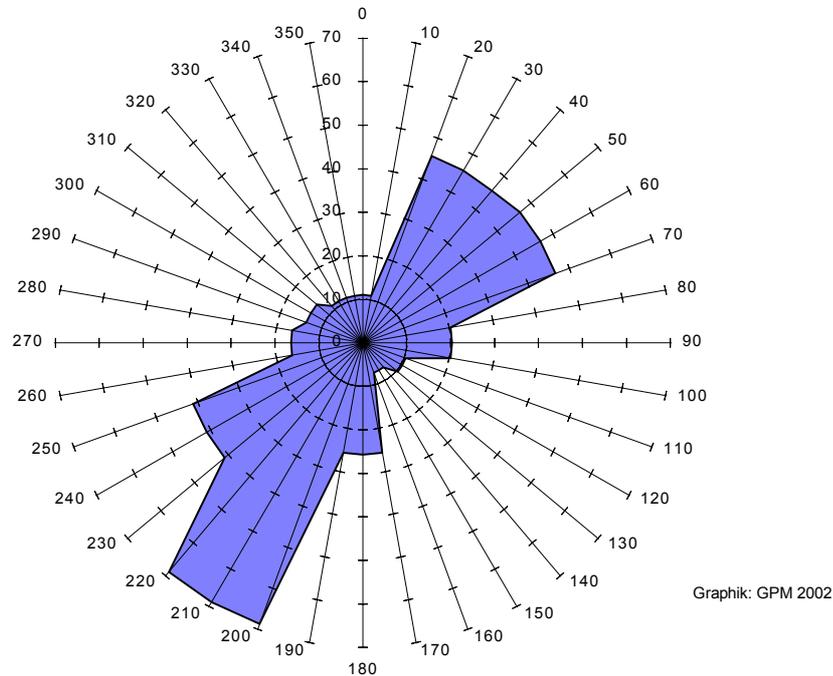


Abbildung 61: Häufigkeit (in Promille) der verschiedenen Windkomponenten am Flughafen Rhein-Main in den Jahren 1967-1993, Auswertung auf der Basis fortlaufender Registrierungen

Zu beachten ist, dass, entsprechend den Windgesetzen der atmosphärischen Grenzschicht (z.B. SORBIAN 1989), der Wind in Bodennähe eine Ablenkung gegen den Uhrzeigersinn erfährt. Daher weisen die in unseren Breiten vorherrschenden Höhenwestwinde am Boden eine deutliche Südkomponente auf. Bodenwinde aus nordöstlichen Richtungen treten hingegen bei mittel- und nordeuropäischen Hochdruckwetterlagen auf. Diese Wettertypen zeichnen sich durch stabile atmosphärische Schichtung aus. Daher sind die Sichtbedingungen bei Ostwetterlagen im allgemeinen gut.

Die Spitzenwindgeschwindigkeiten bei Ostwetterlagen sind i.a. deutlich geringer als bei Westwetterlagen. Diese Aussage belegen die beiden folgenden Abbildungen. Hier sind die Häufigkeiten der Windrichtungen in Promille bei verschiedenen Geschwindigkeitsintervallen dargestellt. Während die Geschwindigkeiten aus östlichen Richtungen bis 3 m/s relativ am häufigsten auftreten, wandelt sich das Bild bei Windstärken zwischen 3 und 5 m/s. In diesem Bereich dominieren eindeutig die westlichen Windrichtungen. Bei Geschwindigkeiten oberhalb von 5 m/s liefern die Winde aus östlichen Richtungen keinen nennenswerten Beitrag mehr.

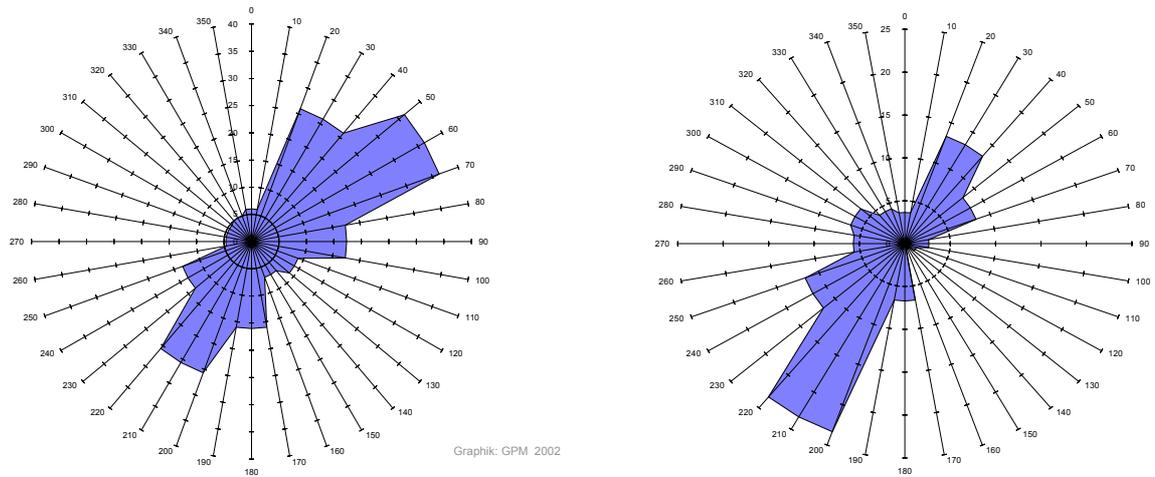


Abbildung 62 a, b: Auftreten der Windkomponenten mit Geschwindigkeiten a) bis 3 m/s, b) zwischen 3 und 5 m/s am Messpunkt Frankfurt-Flughafen des DWD im Zeitraum 1967-1993, Quelle: DWD, 1967/1993

Aus dem oben Gesagten folgt, dass eine Erhöhung der maximal zulässigen Rückenwindkomponente bei Landerichtung 25 zu einer weiteren spürbaren Reduzierung von Anflügen aus Richtung Westen führen dürfte. Ebenfalls ist davon auszugehen, dass ein Drehen der Betriebsrichtung aufgrund schlechter Sichtverhältnisse bei Ostwettersituationen die Ausnahme darstellt.

8.1.3 Ergebnis der Datenauswertung

Zur Dokumentation des Ist-Zustandes wurde untersucht, bei welchen Windgeschwindigkeiten und –richtungen Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 07 in Raunheim registriert wurden. Die Untersuchungsmethoden wurden, unter Hinzuziehung weiteren Datenmaterials, immer weiter verfeinert, bis hin zur Auswertung der Flugwetterberichte des Jahres 1999.

In erster Näherung wurden die im Zusammenhang mit den registrierten Einzelschallereignissen bei Betriebsrichtung 07 an den beiden Raunheimer Messpunkten 05 und 06 der Fluglärmüberwachungsanlage gemessenen Windstärken und –richtungen untersucht. Dazu dienten die umfassenden Rohdatensätze der Jahre 1998 und 1999. Da die Windstärken in Intervallklassen von 2,5 Knoten und die Windrichtungen in Bereiche von 40° zusammengefasst werden, wurde eine obere Abschätzung vorgenommen. Die Heranziehung dieses Datenmaterials ist mit Vorsicht zu betrachten, da aus den Winddaten an den

beiden Raunheimer Messpunkten selbstverständlich nicht unmittelbar auf die Windverhältnisse an den Landebahnen geschlossen werden kann.

Immerhin ergab die Auswertung,

- dass in rund 95 % aller in den beiden Jahren registrierten Einzelschallereignisse an den beiden Messstellen tatsächlich Wind aus 70° NNO registriert wurde (vgl. die untenstehende Abbildung).
- Bei 55-60 % der gemessenen Einzelschallereignisse ergab die obere Abschätzung eine 70°-Windkomponente von 5 Knoten und darüber.

Diese Abschätzung kann allerdings kaum als Anhaltspunkt für die Zahl vermeidbarer Einzelschallereignisse im Berichtszeitraum 1998/99 dienen. Jedoch fügt sich der Anteil von rund 40 % der Einzelschallereignisse mit Winden aus 70° kleiner als 5 Knoten in das Bild der langjährigen statistischen Auswertungen von Weber.

Zur weiteren Annäherung an die tatsächlich relevanten Windwerte wurden die Stundenmittelwerte der Windgeschwindigkeiten am Messpunkt Frankfurt-Flughafen bei den Einzelschallereignissen unter Betriebsrichtung 07 ausgewertet.

- Bei rund 99 % aller Einzelschallereignisse wurden tatsächlich 70°-Windkomponenten registriert.
- Der Anteil der Ereignisse mit Windstärken aus 70° von 5 Knoten und darüber war jedoch niedriger als an den beiden Messpunkten der Fluglärmüberwachungsanlage und lag nunmehr bei knapp 50 %.

Letzteres ist nicht verwunderlich, da durch die Stundenmittelbildung die Spitzengeschwindigkeiten ausgemittelt werden. Diese Spitzengeschwindigkeiten dürfen jedoch unter Aspekten der Flugsicherheit nicht vernachlässigt werden.

In einer Detailstudie wurden schließlich die registrierten Einzelschallereignisse des Jahres 1999 direkt mit den Flugwetterberichten (METAR) für Frankfurt Rhein-Main abgeglichen. Dabei wurden alle 50939 Einzelschallereignisse des Jahres 1999, die sicher der Betriebsrichtung 07 zugeordnet werden konnten und an MP06 registriert wurden, untersucht. Diese Ereignisse verteilten sich auf 2100 Stunden (24 % des Jahres). Wenn in einem zusammenhängenden Zeitraum maximal vier Stunden ohne ein einziges Einzelschallereignis auftraten, wurde dieser Zeitraum zu einer Episode zusammengefasst. Diese Einteilung erscheint sinnvoll, da aufgrund der nächtlichen Windabschwächung oft nachts vier ‚Ruhestunden‘ auftreten, bei denen Landungen unter Betriebsrichtung 25 erfolgen, bei unveränderter Großwittersituation. Auf diese Weise ergaben sich insgesamt 102 Einzelschallepisoden (s. auch die Tabelle im Anhang).

Windrichtungen und Windstärken bei den Einzelschallereignissen (Betriebsrichtung 07) des Jahres 1999

Winddaten an Meßpunkt 06 (Raunheim Ost) der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport
Quelle: Fraport AG, 1999

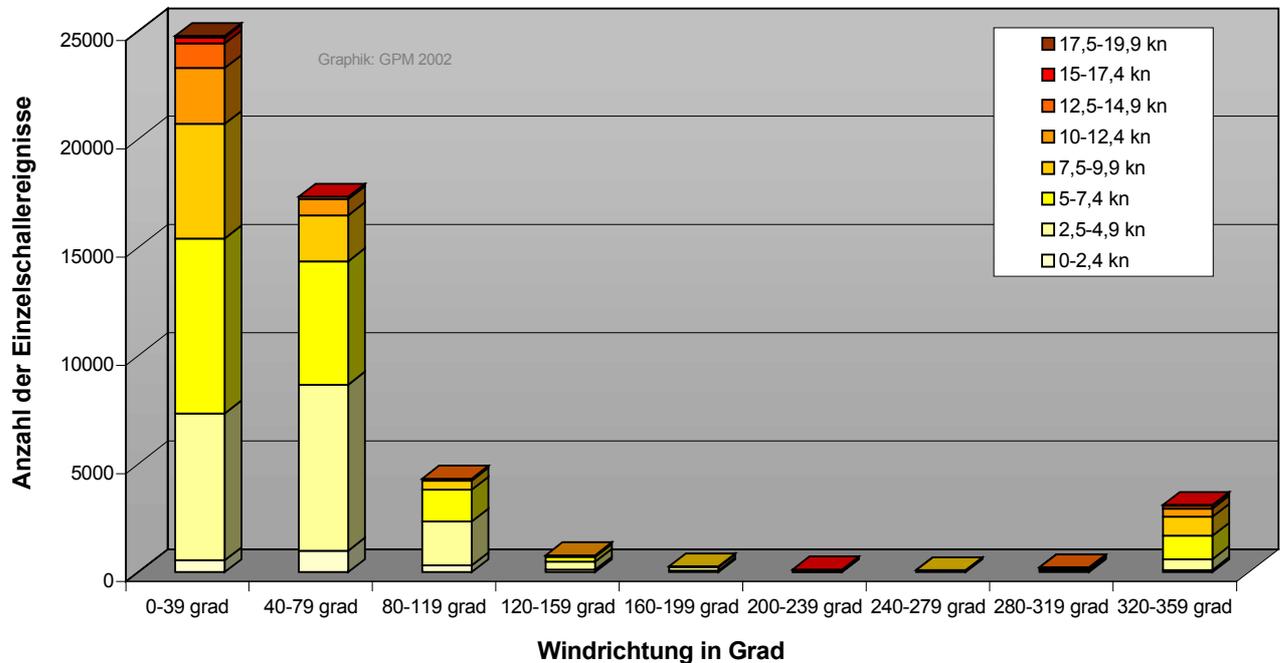


Abbildung 63: Windrichtungen und -stärken bei den Einzelschallereignissen mit Betriebsrichtung 07, registriert an Messpunkt 06 im Jahr 1999, obere Abschätzung

Nach dieser Klassifikation traten insgesamt 4 Episoden im Jahr 1999 auf, die mehr als 100 Stunden mit Einzelschallereignissen bei Betriebsrichtung 07 aufwiesen. Die längste umfasste den Zeitraum vom 26.7.99, 6 Uhr bis 3.8.99, 13 Uhr (200 Stunden gesamt) mit 184 Stunden, in denen BR 07 geflogen wurde. Diese Episode umfasst auch den längsten zusammenhängenden Zeitraum (46 h), während dem in jeder Stunde mindestens 1 Ereignis BR 07 registriert wurde. Sie ist in Abbildung 64 dargestellt.

Bei der Analyse der meteorologischen Rahmenbedingungen laut METAR-Bericht wurde zunächst die gemessene Windkomponente aus 70° untersucht, die für Landeanflüge bei Betriebsrichtung 25 den Rückenwind darstellt. 4 Episoden konnten wegen vollständig fehlender oder fehlerhafter METAR-Datensätze nicht untersucht werden. Episoden, in denen in deutlich mehr als der Hälfte der registrierten Halbstundenintervalle Rückenwindkomponenten über 5 Knoten registriert wurden, wurden visuell analysiert. Sie bilden, gemessen an der Anzahl der aufgetretenen Einzelschallereignisse, den weit überwiegenden Anteil und folgen dem Prototyp der Abbildung 65 (13.6.-16.6.). Hier fällt auf, dass das Drehen der Betriebsrichtung i.a. exakt gemäß der Windbedingungen erfolgt.

In den Fällen, in denen in weniger als der Hälfte der Wettermeldungen Rückenwindkomponenten über 5 Knoten auftraten, wurden die anderen in den METAR-Berichten enthaltenen

Parameter untersucht. Viele dieser Episoden wiesen entweder besonders hohe Spitzenrückenkomponenten $>> 6$ Knoten, Sichtbeschränkung durch schlechte Witterung, stark wechselnde Windrichtungen bei vorherrschendem Rückenwind, Temperaturen unter 0° oder eine Kombination dieser Witterungsparameter auf. Die Fälle, in denen tatsächlich aufgrund der untersuchten Bodenwetterdaten kein Indiz für die gewählte Betriebsrichtung gefunden werden konnte, umfassen rd. 1% der Einzelschallereignisse, zumeist in Episoden von einer oder wenigen Stunden Dauer, teilweise nur ein Einzelschallereignis umfassend. Für eine detaillierte Aufstellung dieser Episoden sei auf den Anhang verwiesen.

Vergleichsweise häufiger trat jedoch der Fall auf, dass nach Drehen der Windrichtung auf eine 70° -Komponente unter 5 Knoten noch längere Zeit (deutlich über eine Stunde) die Landebetriebsrichtung 07 beibehalten wurde. Dafür bietet die Abbildung 66 der Episode am 12.10.99 von 7-21 Uhr ein Beispiel.

70°-Windkomponente für die Episode BR07 vom 26.7.-3.8.99

Windgeschwindigkeit aus 70° am Flughafen Frankfurt und Zeitabschnitte, in denen Einzelschallereignisse bei BR07 an MP06 registriert wurden
Quelle: DWD und FAG (1999)

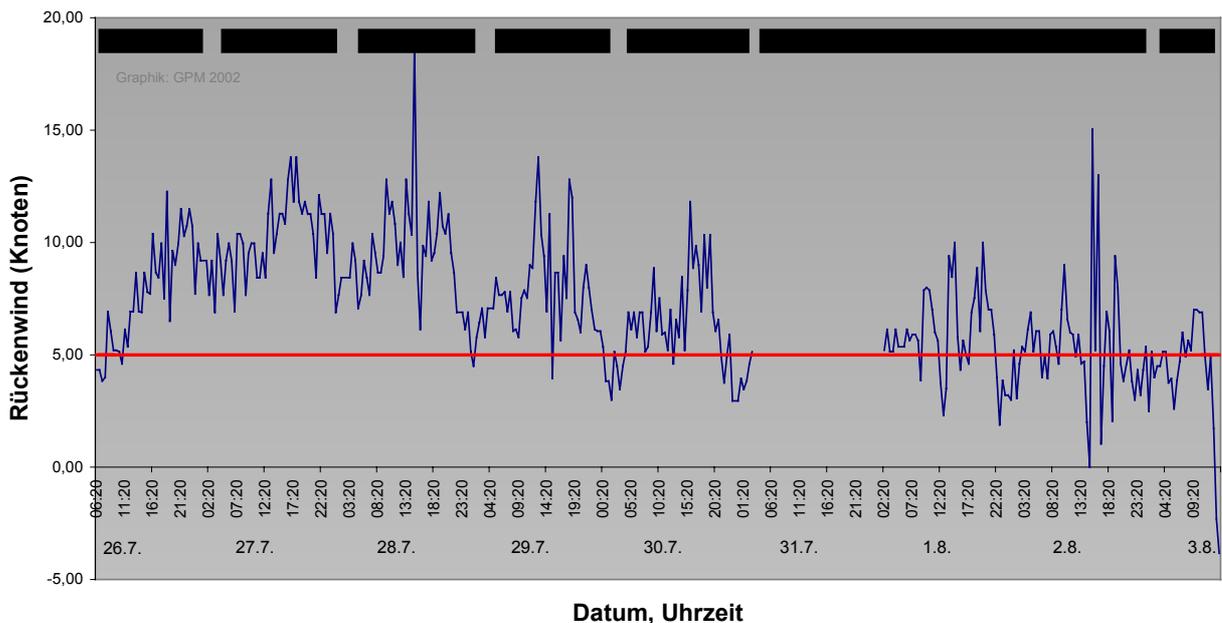


Abbildung 64: Darstellung der 70° (Rücken-)Windkomponente für die längste Episode BR07 des Jahres 1999 vom 26.7.-3.8.99. Der Balken im Oberrand der Abbildung gibt die Zeitspannen an, in denen Einzelschallereignisse bei BR07 registriert wurden. Der METAR-Datensatz vom 31.7. ist unvollständig.

70°-Windkomponente für die Episode BR07 vom 13.6.-16.6.99
 Windgeschwindigkeit aus 70° am Flughafen Frankfurt und Zeitabschnitte, in denen Einzelschallereignisse bei BR07 an MP06 registriert wurden
 Quelle: DWD und FAG (1999)

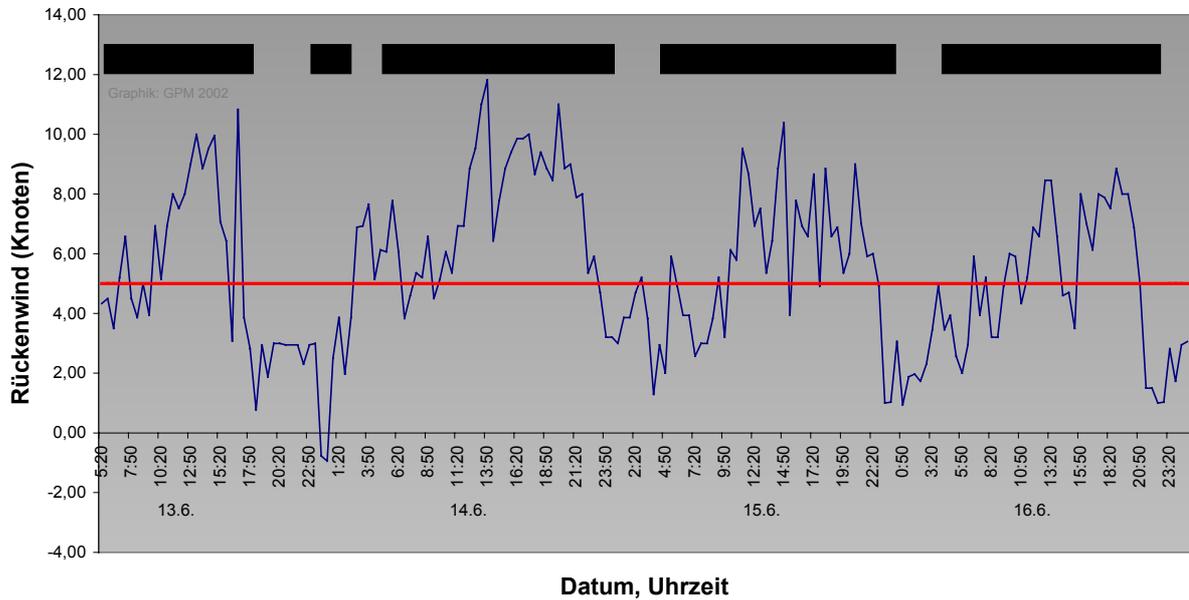


Abbildung 65: 70°-Windkomponente für die Episode vom 13.6.-16.6.99. Siehe Text und die Beschriftung zu Abb. 64.

70°-Windkomponente für die Episode BR07 am 12.10.99
 Windgeschwindigkeit aus 70° am Flughafen Frankfurt und Zeitabschnitt, in dem Einzelschallereignisse bei BR07 an MP06 registriert wurden
 Quelle: DWD und FAG (1999)

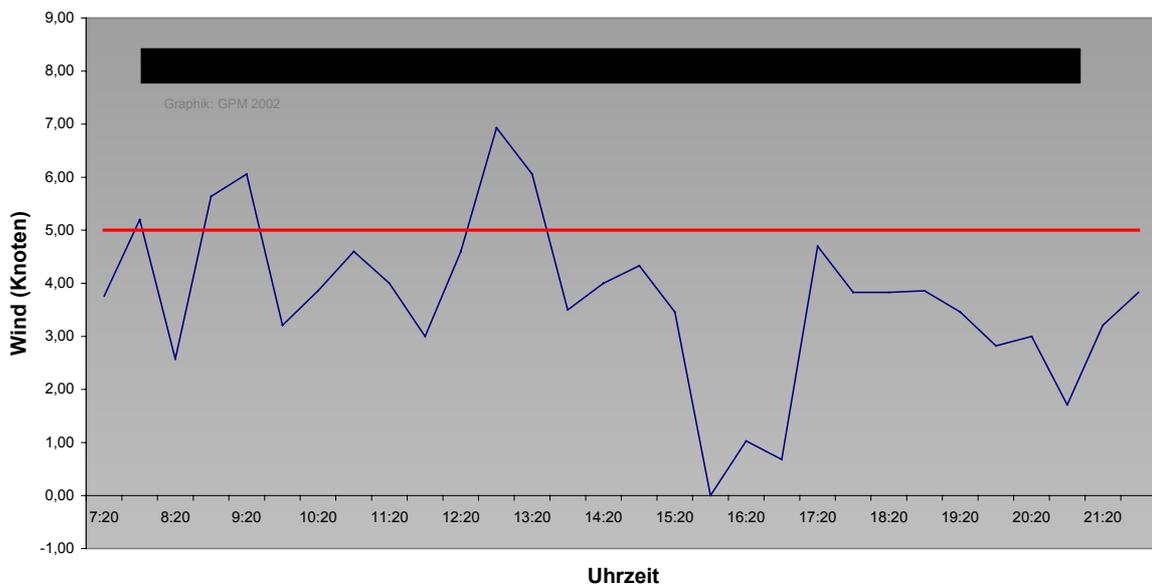


Abbildung 66: 70°-Windkomponente für die Episode BR07 am 12.10. Siehe Text und die Beschriftung zu Abb. 64.

Da eine genaue Bestimmung des Zeitpunkts, ab dem ein Wechsel der Betriebsrichtung möglich gewesen wäre, aufgrund der vorliegenden Informationen nicht möglich ist, muss auf eine quantitative Analyse dieser Ereignisse verzichtet werden.

- Eine grobe Abschätzung ergibt, dass rund 10 % der registrierten Einzelschallereignisse bei frühzeitigem Drehen der Betriebsrichtung vermieden hätten werden können.
- Jedoch soll an dieser Stelle ausdrücklich betont werden, dass die alleinige Kenntnis der Bodenwetterdaten zu einer abschließenden Klärung dieser Frage nicht ausreichend ist. Eine solche könnte nur in Zusammenarbeit mit der Flugsicherung unter Auswertung der Lotsenprotokolle erfolgen.

Eine grundlegend andere Vorgehensweise unter Verwendung langjähriger Zeitreihen von Wetterdaten wurde in den Untersuchungen von Weber (1997) eingeschlagen. Weber hat anhand klimastatistischer Daten des DWD über den 27-jährigen Zeitraum von 1967 bis 1993 sowie für den Zeitraum von 1992 bis 1995 die prozentuale Häufigkeit des Auftretens der 70°-Windkomponente am Messpunkt Frankfurt-Flughafen des DWD in verschiedenen Geschwindigkeitsklassen untersucht und diesen Auswertungsergebnissen die Nutzung der Landebetriebsrichtung 07 gegenübergestellt. Es wurden also nicht die Winddaten bei individuellen Einzelschallereignissen untersucht. Die Ergebnisse dieser Auswertungen zeigt die folgende Tabelle.

RWK / Knoten	statist. Häufigkeit des Auftretens zwischen 1967 und 1993	statist. Häufigkeit des Auftretens zwischen 1992 und 1995	Praxis Landeanflug 07 01/92-12/95
≥ 5	16,0 %	14,9 %	22,3% - 25,1%
≥ 6	8,5 %	6,8 %	
≥ 7	7,0 %	5,0 %	
≥ 8	3,9 %	2,7 %	
≥ 9	2,7 %	1,6 %	
≥ 10	1,7 %	1,0 %	

Tabelle 7: Statistische Untersuchung des Auftretens der 70°-Windkomponente am Messpunkt Frankfurt-Flughafen des DWD bei verschiedenen Geschwindigkeitsklassen, nach Weber (1997), Datenquelle DWD

Die Auswertungsergebnisse sind in zweierlei Hinsicht bemerkenswert. Zum einen darf geschlossen werden, dass bei Erhöhung der zulässigen Rückenwindkomponente auf 6 Knoten eine nicht unerhebliche Entlastung im Anflugbetrieb Betriebsrichtung 07 von rund 50% erzielt werden könnte (vgl. auch die Darlegungen in Kapitel 8.1.1). In mehr als der

Hälfte der Fälle, in denen Winde aus 70° oberhalb 5 Knoten auftreten, entfallen diese auf den Bereich zwischen 5 und 6 Knoten. Zum anderen fällt die hohe Diskrepanz von 30-40 %, bezogen auf die tatsächliche Nutzung der Landebetriebsrichtung 07, zwischen geflogenen Landungen bei Betriebsrichtung 07 und den langjährigen Windmessungen an Frankfurt-Flughafen auf. Diese hohe Abweichung steht in Einklang mit den oben dargestellten Grobauswertungen an den beiden Messpunkten der Fluglärmüberwachungsanlage. Die Untersuchung möglicher Ursachen für diese Diskrepanz, die im Zuge der operationellen Flugwetteraufzeichnungen nicht registriert werden, unter denen jedoch Höhenwindverhältnisse und Festlegung der Anflugrichtung durch den Flugzeugführer als maßgeblich zu vermuten sind, kann nur in Zusammenarbeit mit der Flugsicherung erfolgen.

8.1.4 Auswirkungen im weiteren Flughafenumfeld

In der Studie von WEBER (1997) wurden die Auswirkungen einer Reduzierung der Anflugrichtung 07 auf die am stärksten durch Einzelschallereignisse betroffenen Nachbargemeinden des Flughafens abgeschätzt. Datengrundlage dieser Untersuchung bildeten die UM-Berichte der Fraport AG verschiedener Flughafen-Anliegergemeinden. Die untenstehende Abbildung zeigt die Anzahl durchschnittlicher täglicher Einzelschallereignisse in einigen dieser Anliegergemeinden in den Jahren 1981-2001. Auf Grundlage der Werte des Jahres 1994 wurde die Ab- bzw. Zunahme der Einzelschallereignisse ab 75 dB(A) in den betroffenen Gemeinden anhand der Aufschlüsselung auf die Betriebsrichtungen interpoliert. Das Ergebnis dieser Auswertung gibt die folgende Tabelle wieder.

	Praxis '94 (Messwerte)	RWK 5 kn (rechnerisch)	RWK 6 kn (rechnerisch)
Anflug 07	22,9 %	16 %	8,5 %
Raunheim	24533	18800	12300
Rüsselsheim	13888	10400	6500
OF-Lauterborn	5892	6800	7800
OF-Bieberer Berg	2571	2600	2600
Zeppelinheim	2714	3000	3400
Neu-Isenb./N	1978	1600	1200
Frankfurt/Süd	5341	4800	4100
Neu-Isenb./Rath.	2552	2000	1400
Eddersheim	6886	7600	8500
Kelsterbach	4221	5000	5900
Flörsheim	5987	6200	6500
Bad Weilbach	8864	9500	10200
Gesamtsumme	85427	78300	70400

Tabelle 8: Einzelschallereignisse ab 75 dB(A) in den Flughafen-Nachbargemeinden auf Grundlage der UM-Berichte des Jahres 1994, in Abhängigkeit von Betriebsrichtung und Rollbahnauslastung.

Bei den Werten in obiger Tabelle wurde berücksichtigt, dass Ost- bzw. Westbetrieb eine unterschiedliche Auslastung der Startbahn 18 West bedingen. So wurden, lt. WEBER, im Jahr 1994 bei Landebetrieb 07 52,9 % der Starts über die Startbahn West abgewickelt, bei Landebetrieb 25 hingegen 60,9 %. Daraus erklärt sich im obigen Entlastungsszenario für Raunheim die Mehrbelastung der Gemeinden im Einzugsbereich der Startbahn 18 West.

Immer unter Berücksichtigung des hypothetischen Charakters dieser Studie, ist doch die Entlastung in der Gesamtsumme der Einzelschallereignisse bei Erhöhung der zulässigen Rückenwindkomponente auf 6 Knoten um immerhin rd. 18 % beträchtlich. Da Raunheim aufgrund der niedrigsten Überflughöhe im Vergleich der Gemeinden am stärksten durch laute Einzelschallereignisse ab 75 dB(A) betroffen ist, ist mit der prozentualen und absoluten Entlastung Raunheims keine vergleichbare Mehrbelastung einer anderen Anliegergemeinde verbunden.

Es ist jedoch anzumerken, dass sich unter Miteinbeziehung der Einzelschallereignisse unterhalb 75 dB(A) ein anderes Bild ergibt. Diese Klasse der Lärmereignisse macht für Raunheim einen Anteil von knapp 50 % aus (Schwankungen in Abhängigkeit von Flugzeugtypen und lokaler Schallausbreitung). Für Offenbach-Lauterborn, der Gemeinde, die am stärksten durch Anflüge aus Ostrichtung in Mitleidenschaft gezogen wird, liegt dieser Anteil aber bei etwa 85-90%. Dementsprechend erhöht sich bei Landebetrieb 25 unter Miteinbeziehung der Lärmklassen ab 70 oder gar 65 dB(A) die Anzahl der Einzelschallereignisse in den östlichen Flughafenanliegergemeinden spürbar. Die von WEBER vorgenommene Abschätzung ist also lediglich im Hinblick auf die gravierendsten Einzelschallereignisse ab 75 dB zu verstehen.

8.2 An- und Abflugwinkel

8.2.1 Basisüberlegungen und Basisdaten

Die Anhebung des Gleitwinkels bei sonstiger Beibehaltung des Anflugverfahrens führt zu einem höheren Überflug einer festen Landmarke. Unter sonstiger Beachtung der heute gültigen Landeverfahren bei Betriebsrichtung 07 würde etwa eine Erhöhung des Gleitwinkels von 3° auf 3,5° am Voreinflugzeichen (MP 06, Raunheim Ost) einen rund 70 m höheren Überflug bedeuten, was auf den ersten Blick die Lärmbelastung am Boden verringern sollte.

Gemäß der grundsätzlichen Regelung der ICAO zu Gleitwinkeln im Anflug soll jedoch der Gleitwinkel für IFR Anflüge 3° nicht übersteigen, vgl. Kapitel 7. Es wurde deshalb untersucht, ob sich tatsächlich alle Flughäfen uneingeschränkt an diese Regeln halten und nicht u. U. doch in einigen Fällen Anflugwinkel >3° vorliegen. Dazu wurden sämtliche Flughäfen der Welt untersucht, auf denen ILS gestützte Anflugverfahren vorliegen. Das vollständige Ergebnis ist im Anhang dargestellt.

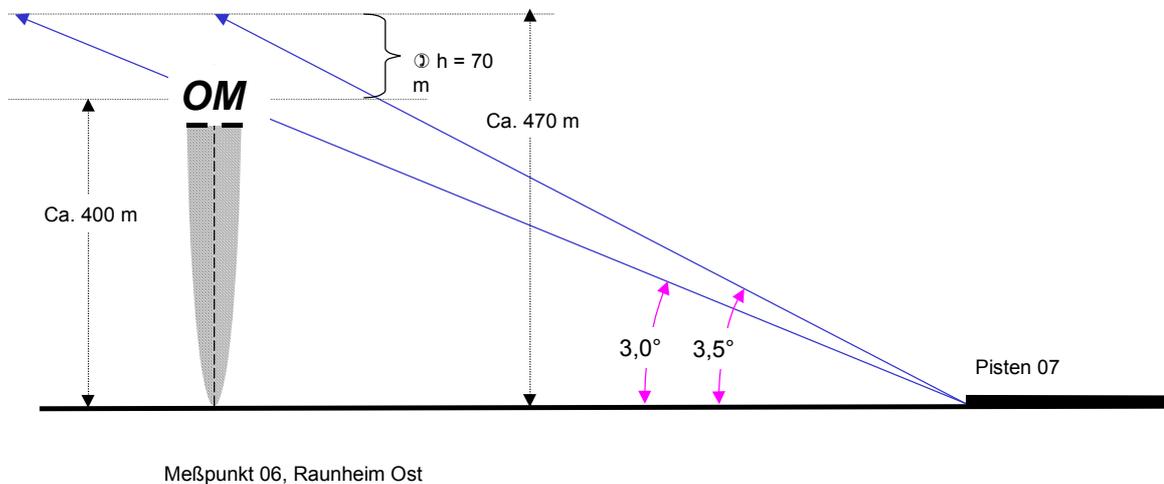


Abbildung 67: Höhendifferenz des Überflugs von Messpunkt 06 (Outer Marker) bei einem Anflugwinkel von 3,0° und 3,5°.

8.2.2 Ergebnis der Datenauswertung

Die ICAO Empfehlung, den Gleitwinkel für ILS-Anflüge nicht $> 3^\circ$ zu wählen, wird tatsächlich auch auf den meisten Flughäfen der Welt eingehalten.

Es gibt für Cat I Anflüge (s. Tab. 5) allerdings international auch Abweichungen von dieser Empfehlung, sowohl nach unten (z.B. $2,68^\circ$, insbesondere in den Nachfolgestaaten der ehemaligen UDSSR, aber auch in Argentinien, Japan und Brasilien bzw. in Teilen der USA) als auch nach oben: Die tabellarische Auflistung im Anhang zeigt GP-Einstellungen bzw. veröffentlichte Anflugverfahren mit einem Gleitwinkel $> 3^\circ$ an mindestens 173 Plätzen in 47 Staaten auf der Welt, davon als Extrema London City mit $5,5^\circ$ und Lugano mit sogar $6,65^\circ$. Selbst Paris Orly hat für seine Landebahn 25 einen Gleitpfad von $3,2^\circ$ festgelegt. Auch Marseille liegt bei 4° für seine 32R. Insgesamt zeigen 59 Flughäfen auf der Welt GP-Einstellwinkel $\geq 3,5^\circ$. Für die Flughäfen mit besonders steilen Gleitwinkeln bedürfen die zumeist kleineren Propellerflugzeuge, die dort landen (z. B. DH 10) einer sogen. „Steep Approach“ Zertifizierung, die diese hohen Winkel zulassen.

Es sei außerdem ausdrücklich erwähnt, dass die offiziell veröffentlichten Nichtpräzisionsanflugverfahren (VOR, NDB, SRE, ILS/GP inop. usw.) auf vielen Flughäfen ohnehin zumindest Teilabschnitte enthalten, die den 3° -Winkel z.T. deutlich überschreiten (z.B. $3,4^\circ$).

Andere Flughäfen (z.B. Rom Fiumicino/Leonardo da Vinci oder Toronto - Pearson Intl-) weisen in ihren offiziellen Beschreibungen der ILS-Anflugverfahren (Arrivals) ausdrücklich

darauf hin, dass bei Sicht- und Instrumentenlandungen der Gleitwinkel von 3° auf keinen Fall unterschritten werden soll.

Allerdings bleibt festzuhalten, dass weltweit kein einziger ILS-Anflug nach Cat II/III gefunden werden konnte, der mit einem Gleitwinkel $>3^\circ$ arbeitet. Cat II/III Anflüge stellen heute jedoch den Löwenanteil aller Landungen im kommerziellen zivilen Luftverkehr auf internationalen Flughäfen dar.

Hinsichtlich der Flughäfen, die mit Gleitwinkeln $>3^\circ$ angefliegen werden, spielen in erster Linie die sogen. OCA/OCH (Obstacle Clearance Altitude/Height, s. Glossar) eine Rolle für die Wahl des Anfluges: Diese Größe gibt die Minimalhöhe über dem nächsten Hindernis bei An- bzw. Abflug an. Was z.B. EDDI (Flughafen Berlin-Tempelhof) betrifft, so liegt hier die Landebahnschwelle für die 27L (Landerichtung von Neukölln nach Tempelhof bei Westwindlagen) von den nächsten zu überfliegenden Dachfirsten nur rund 200 m entfernt. Auch in EDDI (wie auf allen anderen Flughäfen mit "steep approach") landen seit der Wiedereröffnung im Jahre 1991 nur die bereits oben zitierten Flugzeuge mit spezieller Zertifizierung, die i.d.R. das maximale Landegewicht der A - Klasse (20 t) kaum erreichen oder nur minimal überschreiten (z.B. ATR 42: MLW 16,7t, ATR 72: MLW 21,7t, DHC 7: MLW 19,958 t). Es besteht also von daher kein Vergleich zu den in Frankfurt verkehrenden Großraumjets mit Landegewichten von z.T. MLW $>>200$ t.

EDDI dürfte (wie EGLC) aus Sicherheitsgründen wegen der Kürze der Bahn (1840 m) und des dann mangelnden Sicherheitsabstandes zu den nächsten Gebäuden im Falle eines "missed approach" auch niemals eine CATII/III - Zulassung erhalten, obwohl das notwendige technische Equipment sowohl am Platz als auch in den Flugzeugen vorhanden wäre.

Ähnliche Überlegungen gelten auch für EDVE (Braunschweig) mit seiner 1680 m Bahn und EDLN (Mönchengladbach) mit seiner 1200 m Bahn. Der Anflug auf EGLC (London-City) mit seiner 1199 m Bahn erfolgt ebenfalls direkt über dem Londoner Stadtgebiet (in EGLC landende Flugzeuge benötigen zwingend eine "steep approach certification").

Bei schlechten Witterungsbedingungen müssten Flüge zu den zitierten Flughäfen also an andere CAT II/III zugelassene Plätze (für EDDI also EDDB oder EDDT, für EGLC z.B. EGLH oder EGLS) umgeleitet werden.

Lufthansa selbst operiert von den o.a. und anderen vergleichbaren Plätzen überwiegend nur mit Kooperationspartnern aus dem Commuter-Verkehr mit entsprechend kleinem Fluggerät (Paris Orly und Berlin-Tempelhof werden gar nicht mehr von Lufthansa direkt angefliegen). In London-City landet Lufthansa mit dem Typ Avro RJ 85 (Flüge nach Frankfurt), in Marseille mit dem Typ Canadair 100/200 (Bombardier).

Während es z.B. vom kanadischen Hersteller Bombardier bekannt ist, dass er das Nischensegment der kleinen (s.o.) "steep approach" Flugzeuge bewusst anstrebt (z.B. in Zusammenarbeit mit der JAA für die 68 bis 78 sitzige Q400(i) Turboprop), ist dies bei den den Massenverkehr bedienenden zwei Weltmarktführern Airbus Industries und Boeing offensichtlich nicht der Fall: Unsere Recherchen bei beiden Unternehmen zeigten wenig Auskunftsfreude zu dem angesprochenen Thema Gleitwinkel $> 3^\circ$. Ob dies möglicherweise an noch nicht der Öffentlichkeit bekannten Entwicklungen zu diesem Thema liegt, oder

schlichtweg am Bestreben, keine Auskünfte über Kunden (also schließlich alle großen Fluggesellschaften dieser Welt) zu erteilen, kann hier nicht beantwortet werden.

Während Boeing auf unsere Anfrage überhaupt keinerlei Reaktion zeigte, erhielten wir von der Hauptverwaltung der Airbus Industries in Toulouse die folgende Antwort, die wir hier auszugsweise wörtlich zitieren wollen:

".....As procedures and standards may be different between aircraft tail numbers of the same series, customer options and daily practise amongst Airbus operators, we are reluctant to offer potentially operational information without personal familiarisation with your actual airline operation....."

Es ist also davon auszugehen, dass geschäftspolitische Gründe derartige Antworten bedingen: Schließlich ist jeder an eine bestimmte Gesellschaft ausgelieferte Typ auch stets mit vom zukünftigen Eigentümer zuvor explizit definierten und erwarteten Eigenschaften ausgerüstet: Im Gegensatz zu Autos gibt es große Verkehrsflugzeuge also nicht "von der Stange": Jede Gesellschaft strebt aus technischen und ausbildungstechnischen Gründen möglichst ähnliches Flugverhalten bei allen bei ihr im Einsatz befindlichen Flugzeugtypen an.

Über das grundsätzliche aerodynamische Verhalten im Sinkflug und die Konsequenzen aus verschiedenen Geschwindigkeiten (s. Erläuterungen im Anhang) hinsichtlich der Anhebung des Gleitweges von 3° auf $3,2^\circ$ wurden bereits Mitte bis Ende der 90er Jahre des vergangenen Jahrhunderts Tests auf dem Amsterdamer Flughafen Schiphol durchgeführt, über die Hans Offermann und Marcel Bakker von der niederländischen Luftaufsicht NLR bereits 1998 auf einer internationalen Konferenz berichteten ("Growing Pains of Major European Airports"). Die Ergebnisse lassen sich in Kürze wie folgt zusammenfassen:

Bei der Studie wurde festgestellt, dass ein $3,2^\circ$ Gleitpfad mit voll gesetzten Auftriebshilfen erwartungsgemäß eine geringere Geräuschspur hinterließ als ein $3,0^\circ$ Gleitpfad mit ebenfalls voll gesetzten Auftriebshilfen. Genau so wurde auch noch einmal bestätigt, dass ein Anflug bei 3° mit nur teilweise gesetzten Auftriebshilfen weniger Lärm erzeugte, als ein 3° Anflug bei voll gesetzten Auftriebshilfen. Weil aber ein Gleitpfad von $3,2^\circ$ bei nicht voll ausgefahrenen Auftriebshilfen sich negativ auf die Landestrecke auswirkt, konnte ein $3,2^\circ$ Anflug bei reduzierten Auftriebshilfen nicht gleichzeitig ausgeführt werden.

Letztlich scheiterten die Versuche, den Anflugwinkel zu erhöhen nach Aussagen der NLR jedoch am Unwillen der Piloten, größere Winkel als 3° zu akzeptieren. So versucht man in Amsterdam Anflugverfahren bei 3° unter Vermeidung der vollen Auftriebshilfen.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, dass Landungen auch unter einem Gleitpfadwinkel von $3,2^\circ$ technisch möglich sind (s.o.), diese aus Sicherheitsgründen jedoch nur auf CAT I Witterungsbedingungen beschränkt und die Entscheidungshöhen und –weiten gem. CAT I Bedingungen nicht unterschritten werden sollten.

Für den praktischen Flugbetrieb in EDDF würde dies die Installation eines zweiten Gleitpfadsenders bedeuten, welcher unter $3,2^\circ$ abstrahlt und auf einer anderen Frequenz arbeitet als das normale $3,0^\circ$ Signal für den CAT II/III-Anflug. Der zweite Gleitpfadsender

könnte auf dem gleichen Pylon installiert werden, auf dem bereits der jetzige Sender (3,0°) installiert ist. Das CAT II/III Signal bleibt bei Betrieb des 3,2° - Signals abgeschaltet.

8.2.3 Auswirkungen im weiteren Flughafenumfeld

Die im Hinblick auf den Anflug von West nach Ost gemachten Überlegungen eines höheren Gleitpfades gelten natürlich genauso für die umgekehrte Landerichtung (25). Würde man auch hier bei guten Sichtverhältnissen Anflüge unter CAT I Bedingungen ermöglichen, könnte für die Ortschaften Offenbach und Neu-Isenburg, die schließlich aufgrund der wetterbedingten Vorzugsrichtung 25 den Löwenanteil aller Landungen über sich ergehen lassen müssen - ebenfalls eine spürbare Entlastung geschaffen werden:

Über den westlichen Stadtteilen von Neu-Isenburg würden alle Flugzeuge, die unter 3,2° anfliegen, ca. 30 m höher passieren als die, die unter 3,0° ihren Endteil durchführen. Ein noch höherer Anflugwinkel würde das Ergebnis natürlich weiter verbessern.

Generell sei an dieser Stelle noch einmal festgestellt, dass CAT I Landungen auch von den Verantwortlichen bei entsprechenden Witterungsbedingungen - gem. Auskunft Lufthansa - durchaus für möglich erachtet werden, dass man diese jedoch wegen der ansonsten generell üblichen CAT II/III Landungen und der Gewöhnung der Piloten an diese nicht befürworte.

Dass die Thematik aber durchaus diskutiert wird, zeigen die bereits Ende der 90er Jahre in Amsterdam Schipol durchgeführten Versuche eines angehobenen Gleitweges (s.o).

Möglicherweise ermöglichen zukünftig technische Neuerungen, von denen an anderer Stelle (s. Kap. 8.3) noch zu berichten sein wird, eine weitere Anhebung des Gleitpfades auch bei schlechten Witterungsbedingungen.

8.3 Endanflug

Der Endanflug heutiger ILS-Landeverfahren ist im Prinzip strikt geregelt (vgl. Kapitel 7.1). Fundamentale Verfahrensumstellungen lassen sich auf Grund der Internationalität des Luftverkehrs nur langsam und nur im Verein mit den meisten anderen internationalen Verkehrsflughäfen bzw. -fluggesellschaften z. B. über Regelungen der ICAO realisieren.

8.3.1 Basisüberlegungen und Basisdaten

Neben den bereits dargelegten Überlegungen zur Höhe des Gleitpfades (Kapitel 8.2) und seinem zeitlichen Verlauf (vertikale Komponente) spielt auch der horizontale Verlauf des „Final“ eine entscheidende Rolle für die Flugsicherheit bei der den Flug abschließenden Landung. Dieser beginnt z. Zt. stets relativ früh vor der Schwelle (ca. 11-12 km) und dient

der Richtungsstabilisierung des Flugzeuges und seiner genauen Ausrichtung auf die Schwelle hin. Historisch ist ein so früher Anflug aus den eingeschränkten navigatorischen und steuerungstechnischen Hilfsmitteln früherer Jahre zu verstehen, so dass gerade unter IFR - Bedingungen eine sichere Ausrichtung des landenden Flugzeugs auf die Bahn sicherheitstechnisch anders schlechterdings nicht zu realisieren gewesen wäre.

Moderne Flugmanagement – Systeme, die sich auf eine Vielzahl von Navigationshilfen gleichzeitig stützen und diese sinnvoll miteinander verbinden, können im Zusammenspiel mit einer Flugkommandoanlage bereits heute Manöver realisieren, die noch vor einigen Jahren nicht vorstellbar waren. Die Entwicklung dieser Technologien geschah z. T. so rapide, dass sie die Reaktionsfähigkeit der ICAO und die Umsetzung der durch diese definierten Verfahren im internationalen Maßstab z.T. erheblich überforderte. Dies ist auch einer der Gründe dafür, dass die bisherigen IFR – Verfahren bereits seit Jahrzehnten in ihrer Substanz mehr oder weniger unverändert geblieben sind. Anstatt also die Verfahren in Abhängigkeit von konkreten Technologien bzw. Geräten zu definieren, verfolgt die ICAO nunmehr das RNP (Required Navigation Performance) Konzept.

Die ersten Überlegungen dazu begannen bereits im Jahre 1983. RNP ist eine Beschreibung der Navigationsanforderungen (hinsichtlich Genauigkeit), die in einem bestimmten Luftraum von dem Flugzeug zu wahren sind. Unterschiedliche Genauigkeitsgrade werden als „RNPXX“ geschrieben, wobei XX die maximale Abweichung TSE (Total System Error) bezeichnet, über die hinaus sich während 95% des Fluges das Flugzeug in seitlicher, longitudinaler und z. T. auch vertikaler Richtung nicht von einem definierten Bahnpunkt entfernen darf.

Das RNP-RNAV (ARea Navigation) Konzept wird in den MAPS (Minimum Aviation System Performance Standards), RTCA DO 236a / EUROCAE ED 75 eingeführt. RNP-RNAV vereinigt die in dem ICAO DOC 9613 festgelegten Genauigkeits-Standards mit inhaltlichen Anforderungen an das RNAV – System, um zukünftige Herausforderungen des Luftraummanagements zu bewältigen.

Die funktionellen Kriterien von RNP-RNAV fordern sowohl die Vorhersagbarkeit als auch die Wiederholbarkeit einer Flugstrecke im Rahmen der geforderten Präzision. Das ICAO Obstacle Clearance Panel (OCP) entwickelt z. Zt. Kriterien, um Instrumenten-Prozeduren für RNP-RNAV zu gestalten und das ICAO Review of the General Concept of Separation Panel (RGCSP) denkt über Kriterien zur Separation von Flugbahnen für RNP-RNAV nach. Zur Zeit existieren erst Instrumentenflug Design Kriterien für RNP 03 ("0,3 NM, unterstützt maximal Initial und Intermediate Approach, s. a. Abb. 3, bzw. 2D RNAV Anflug und Start, also ohne Höhengsignal!) und Flugrouten – Abstands – Kriterien für RNP 4 (Reiserouten).

Für Instrumentenlandungen würden Genauigkeiten von RNP 0,02 / 40 (CAT I), RNP 0.01 / 15 (CATII) und RNP 0.003 / z (CAT III) benötigt.

Die bisherige Strategie sieht eine flächendeckende Einführung von RNP-RNAV nicht vor dem Jahre 2015 vor. Einige RNP-RNAV – Prozeduren könnten jedoch schon vor 2005 eingeführt werden, insbesondere, da davon ausgegangen werden kann, dass alle seit 1998 ausgelieferten Flugzeuge der gewerblichen Luftfahrt die Anforderungen auf RNP 0.03/125

("0,03 NM in der horizontalen Fläche / "125 Fuß in der Höhe) von ihrem technischen Standard her erfüllen.

Die Einführung dieses Konzepts könnte zu einer wesentlich flexibleren Führung von Flugzeugen führen, für die auch beliebig gekrümmte Routen (curved approach) handhabbar blieben.

8.3.2 Ergebnis der Quellenauswertung

Obwohl Anflüge nach RNP-RNAV z. Zt. noch im Probestadium sind, gibt es bereits einige Beispiele dafür, wie vielversprechend dieser Ansatz ist:

So wurde z. B. ein unter klassischen Luftraumbedingungen nicht durchführbarer Landeanflug von Alaska Airlines auf die Landebahn 08 des Juneau International Airport mit einer Boeing 737-300 realisiert. Dieser Platz konnte zuvor oftmals wegen schlechter Sicht und Wolken nicht angefliegen werden. Daher wurde ein RNP 0.15 RNAV Anflug auf die Landebahn 08 definiert, der als Minimalanforderung für eine Landung eine Verminderung der Hauptwolkenuntergrenze von 1000 Fuß auf 724 Fuß und der minimalen Sichtweite von 2 Meilen auf 1 Meile ermöglichte.

Besonders interessant ist auch der Anflug in die umgekehrte Richtung (26) in Juneau, der durch eine sich biegende Bergschlucht erfolgen muss. Hier wurde ein Verfahren beschrieben, welches zum ersten Male eine Instrumentenlandung in dieser Richtung ermöglichte.

Bisher wurden schon die Anflugprozeduren von 6 weiteren Plätzen in Alaska auf diese Weise neu beschrieben.

8.3.3 Überlegungen im weiteren Flughafenumfeld

Insbesondere das o. g. Beispiel des Anfluges auf die Landebahn 26 von Juneau wirft die Frage auf, ob mit dem neuen Konzept zukünftig u. U. der störende Überflug von Ortschaften beim Landeanflug gezielt vermieden werden könnte:

Bzgl. der beiden 07 in EDDF wäre nämlich zu prüfen, ob eine geschickte Wahl des dann erheblich flexibleren Anflugweges den Überflug von Raunheim vollkommen vermeiden könnte. So wäre z. B. im Initial und Intermediate Approach (vgl. Abb. 3) eine Flugführung ähnlich der auf eine Landebahn 36 (s. Kapitel 8.5) denkbar, die dann erst hinter dem östlichen Rand von Raunheim in das Final mit einer 90° Kurve überginge. Würde dann noch, wie in Kap. 8.4 angeregt, die Schwelle der beiden 07 um 1000 oder 1500 m nach Osten verlegt, könnte auch der Outer Marker um die gleiche Distanz nach Osten verlegt werden, was dem Flugzeugführer vom Ablauf und den Dimensionen her exakt das gleiche Final auf eine der beiden 07 ermöglichte wie heute!

Aber auch beim Anflug auf EDDF in der entgegengesetzten Richtung (also auf die beiden 25) könnte die bisherige starre Heranführung über Offenbach, Neu-Isenburg und Sachsenhausen erheblich modifiziert werden. Auch hier wären Flugführungen denkbar, die insbesondere im Zusammenspiel mit einer Schwellenverlegung um 1000 oder 1500 m nach Westen den Initial Fix (IF) näher an die Schwelle heran legen und bis zu diesem eine solche gekrümmte Bahn verfolgen, die z.B. zwischen den Ortschaften verläuft.

8.4 Landebahnlängen/Landeschwellen

8.4.1 Basisüberlegungen und Basisdaten

Es wurde angedacht, ähnlich wie bei der bereits beschriebenen um 1500 m nach Westen versetzten Schwelle 26L auf der Landebahn 25L ebenfalls bei Betrieb der Landerichtung 07 die Schwelle um 1500 m nach Osten zu verlagern. Damit würde der ansonsten gleichbleibende Gleitpfad parallel nach Osten verschoben, was zu einer um ca. 80 m höheren Überflugroute über Raunheim führen würde. Da die Bahnen jedoch nicht generell nach Osten verlagert werden können, ist zunächst der individuelle Landebahnlängenbedarf für alle in Frankfurt-Rhein-Main landenden Flugzeugtypen zu überprüfen. Außerdem soll ein Vergleich zwischen den in Frankfurt vorliegenden Landebahnlängen und denen anderer vergleichbarer Flughäfen dieser Welt vorgenommen werden.

8.4.2 Ergebnis der Datenauswertung

In DOC 9157-AN/901 Appendix 1, S. 1-45 vom 23.1.91 werden für die meisten gängigen Flugzeugtypen Referenzbahnlängen angegeben. Sie unterscheiden sich nur unwesentlich von den von der DFS veröffentlichten Daten („Aircraft“, 2nd Edition, Version 1.0, December 1996), die in der Liste im Anhang (Kap. 4.3.2) zusammengestellt wurden. Diese enthält sämtliche gängigen in EDDF startenden und landenden Strahlflugzeuge mit einem max. Startgewicht >20to (A Kategorie). In dieser Liste wird hinter der Bezeichnung des Flugzeugtyps das maximale Start- und Landegewicht bzw. die bei diesen Werten benötigten Start- und Landedistanzen angegeben.

Im Ergebnis zeigt sich folgendes:

Starts:

In Frankfurt würde selbst die startende Concorde bei maximalem Abfluggewicht einen „nur“ 3170 m langen Startweg benutzen. Lediglich dem mit 600 to maximalem Abfluggewicht größten Flugzeug der Welt, der sechsstrahligen Antonov AN225 (einst zum Transport der sowj. Raumfähre „Buran“ gebaut), wird mit 3500 m bei Maximalgewicht ein noch längerer Startweg zugewiesen. Auch dieses Flugzeug dürfte auf Rhein-Main

eher zur Ausnahme gehören. Alle anderen Flugzeugtypen benötigen bei maximalem Abfluggewicht demnach z.T. deutlich geringere Bahnlängen.

- Landungen:

Die zitierte Liste weist für alle Strahlflugzeuge mit einem maximalen Fluggewicht > 20 to bei maximalem Landegewicht eine deutlich kürzere Landestrecke als Startstrecke (längste Landestrecke bei der Ilyushin IL 62 mit 2500 m) aus. Nicht zuletzt weist die im AIP AD 2 EDDF 1-11 vom 14.6.01 veröffentlichte Abrolldistanz (Differenz zwischen Schwelle und vom Flugzeug zu nutzendem Abrollweg zum Verlassen der Landebahn (geringe Geschwindigkeit des Flugzeugs)) einen Maximalwert von 2500 m aus (im Falle eines Flugzeuges vom Typ Heavy bei Landung auf der 07L unter Benutzung des Abrollweges G). Alle anderen Abrollwege sind z.T. deutlich kürzer, was offensichtlich grundsätzlich auch einen sicheren Landebetrieb bei einer auf 2500 m verkürzten Bahn zulässt.

Im Zuge der Analysen wurden darauf hin die Bahnlängen (Quelle Jeppesen) der 50 meistfrequentierten Flughäfen (Quelle AIC, Stand 1997, vollständige Tabelle s. Anhang Kap. 4.3.1) der Welt analysiert. Dabei stellte sich u.a. heraus, dass Frankfurt (intern. Rang 8) z. Zt. der einzige Flughafen der Welt ist, der über drei 4 km lange Bahnen verfügt. Unter den 50 meistfrequentierten Flughäfen haben nur 10 eine oder zwei Bahnen ≥ 4 km Länge. Wenngleich einige Flughäfen über Bahnen verfügen, die nur geringfügig < 4 km sind, so gibt es auf den 50 untersuchten Großflughäfen insgesamt nur 17 Bahnen mit einer tatsächlichen Länge ≥ 4 km (3 davon in EDDF).

Ebenso fällt z.B. auf, dass die internationale Nr.1 beim Verkehrsaufkommen, Chicago O'Hare, neben nur einer 3900m langen Bahn ausschließlich mit Bahnen operiert, die deutlich < 4 km sind..

Berlin Tempelhof ist in Deutschland ein gutes Beispiel für knappe Bahnkalkulation. Ohne die in Berlin zu diesem Zeitpunkt aufgrund alliierter Hoheit nicht anzuwendenden hohen Sicherheitsstandards der DFS in Frage stellen zu wollen, soll auf die bis 1975 (Eröffnung von Berlin Tegel und Schließung von Tempelhof für den zivilen Flugverkehr bis 1991) dort gängige Praxis hingewiesen werden. Berlin-Tempelhof besitzt ein Parallelbahnsystem, bei dem nur die 09R/27L mit ILS ausgerüstet sind. Beide Parallelbahnen sind 2094 bzw. 1840m lang, wobei die nutzbaren Längen für die Landung aufgrund versetzter Schwellen stets deutlich darunter liegen (09R 1749m, 27L 1695 m). Bis 1975 starteten und landeten täglich Dutzende Linienmaschinen der Typen B727 bzw. BAC 1-11, deren Landebahnlängenbedarf (FAR Length (m) Gross Weight Landing, Flugzeugtypentabelle im Anhang Kap. 4.3.1) bei max. Landegewicht mit 1494 bzw. 1450 m gerade noch in die Tempelhofer Dimensionen passte. Die seit der Wiedereröffnung für den zivilen Flugverkehr nunmehr unter Kontrolle der DFS in Tempelhof startenden und landenden BAC 146 benötigen immerhin 1235 m Landebahn bei maximalem Landegewicht. Dass nicht maximal beladene Flugzeuge z.T. deutlich kürzere Landebahndistanzen benötigen als im Falle voller Beladung, zeigt das Beispiel C5 Galaxy, die anlässlich der Tage der offenen Tür in Tempelhof in den 60er und 70er Jahren dort regelmäßig durch das Publikum besichtigt

werden konnte. Auch die Concorde war Ende der 70er Jahre bereits in Tegel (Länge 25L = 3000 m) zu bewundern.

Aus diesen Auswertergebnissen ergibt sich zwangsläufig die Überlegung, die Bahnlängen in EDDF auf das flugtechnisch zwingend notwendig Maß zu reduzieren, indem die Landeswellen der Parallelbahnen bei BR07 um 1000 – 1500m nach Osten verlegt werden. Auf diese Weise ließe sich die Überflughöhe über Raunheim um ca. 80 m vergrößern, mit dem Effekt einer Minderung von Lärm und psychologischer Beeinträchtigung (Absturzangst) (s. Abbildung 68 und Karte FER-05: Entlastungsszenario).

8.4.3 Auswirkungen im weiteren Flughafenumfeld

Da die Flugzeuge im Falle einer versetzten Schwelle erst später auf der Bahn aufsetzen und dann ausrollen, ist für Raunheim mit einer spürbaren Lärminderung zu rechnen. Die östlich des Platzes gelegenen Gemeinden würden jedoch durch eine solche Regelung nicht weiter betroffen, da sich das gesamte Geschehen in den bisherigen Grenzen des Flughafens abspielt. Im Falle der versetzten Landung könnte lediglich die Neuregelung des Rollverkehrs und eine Überarbeitung der bisherigen Vorschriften des AIP notwendig werden.

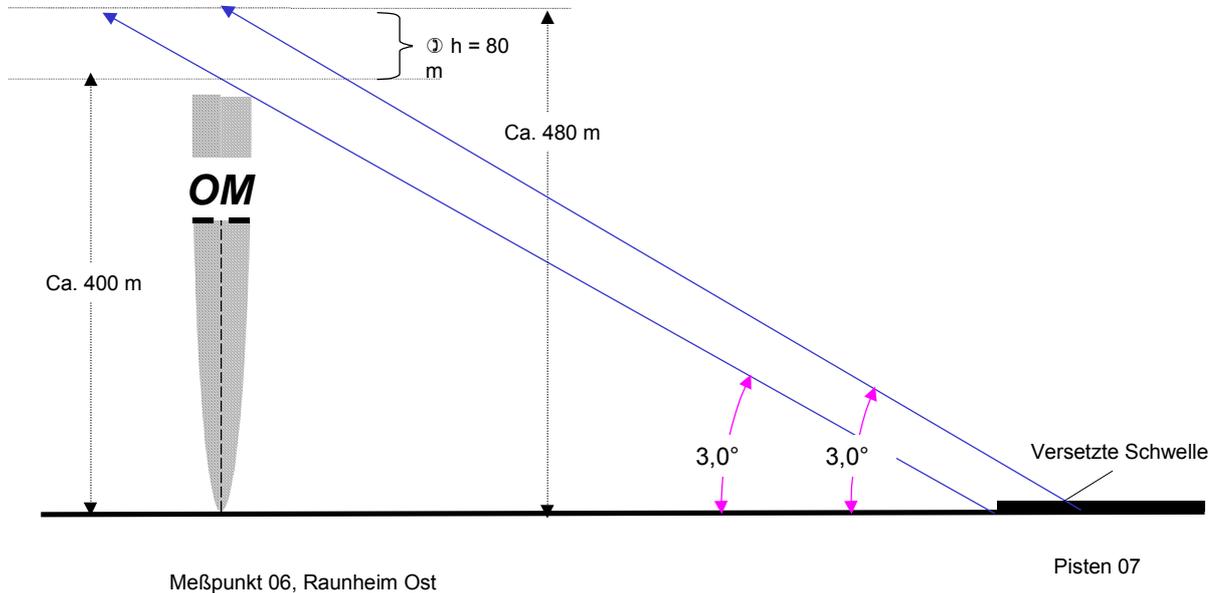


Abbildung 68: Änderung der Überflughöhe des Messpunktes 06 bei Verlagerung der Schwelle in Richtung 07 um 1500 m nach Osten

Bei Anflugrichtung 25 könnte eine generell um 1500 m nach Westen versetzte Schwelle (bei der für den HALS-Anflug eingerichteten 26L ist sie ja bereits heute technisch realisiert und erprobt!) ebenfalls sinnvoll sein: Die Überflughöhe der östlich des Platzes gelegenen Ortschaften (Neu-Isenburg, Zeppelinheim) würde auf diese Weise um 80 m angehoben und so – wie im Falle von Raunheim beim Betrieb der entgegengesetzten Landerichtung 07 - die für diese Städte bestehende Lärmbelastung ebenfalls gemindert werden.

Für Raunheim bestünde in einer solchen Konstellation auch keine Mehrbelastung, da die Flugzeuge nach dem Ausrollen über die Rollwege R(omeo) und L(ima) am Boden mit wenig Schub zu den Terminals rollen würden.

8.5 Nutzung Startbahn West als Landebahn

8.5.1 Basisüberlegungen und Basisdaten

Die derzeitige Konfiguration in EDDF benutzt die „Startbahn West“ (offizielle Bezeichnung „18“) ausschließlich als Start- und nicht als Landebahn. Die durch das FAA-Gutachten simulierten Fälle diskutieren auch nicht den alleinigen Einsatz der Startbahn West als Landebahn (z.B. im Falle der Betriebsrichtung 07 für Starts und Landungen auf dem Parallelbahnsystem). Das dort diskutierte Szenario 6a behandelt also nur den Fall einer Nutzung der 18/36 sowohl als Start- als auch als Landebahn. Diese Konstruktion ist i. w. für das modellmäßige Einbrechen der Gesamtkapazität des Flughafens verantwortlich zu machen, denn aufeinander zulaufende (konvergierende) Flugbewegungen (Flugzeuge, die in Richtung 18 starten, fliegen in gewisser Weise denen entgegen, die in Richtung 36 landen wollen) bedürfen naturgemäß einer deutlich breiteren Staffelung.

Diese Sichtweise wird auch durch das Szenario 6 bestätigt, welches neben den Starts in Richtung 18 Landungen nur aus dem Norden in Richtung 18 zulässt, damit keine aufeinander zulaufenden Flugbewegungen erzeugt und so im Vergleich zu 6a die Kapazität nahezu verdoppelt. Es ist damit sogar noch etwas leistungsfähiger als das Szenario 1a, welches das aktuelle Nutzungsregime zu Grunde legt, auf der Startbahn West also nur Starts, aber keine Landungen zulässt (das FAA-Gutachten betrachtet die Kapazitäten von EDDF unter den heutigen Bahnkonstellationen in seinen Szenarien 1a und 1b bzw. 6 und 6a ohne dabei jedoch alle theoretisch denkbaren Möglichkeiten der Aufteilung des Flugverkehrs auf die verschiedenen Bahnen zu modellieren).

8.5.2 Ergebnis

Eine Nutzung der 36 in herkömmlicher Weise als reine Landebahn dürfte jedoch auf Grund des Staffelungsabstandes von bis zu 6 NM bzw. 3 Min. im schlechtesten Falle max. nur ca. 25 -30 Landungen pro Stunde auf der 36 zulassen. Es sollte daher durchaus eine Kombination der Richtung 36 z.B. für alle Flugzeuge der Wirbelschleppenkategorie „Heavy“ und

der Richtung 07 für alle leichteren Wirbelschleppenkategorien erfolgen. Konkrete Beschreibungen für Anflugverfahren auf gekreuzte Bahnen bei gleichzeitigem Betrieb liegen international z.B. für den Flughafen von Manila (Ninoy Aquino INTL), Philippinen, vor.

Da sich im Bereich der nördlich der „Start“bahn West (und dann „Lande“bahn West) gelegenen Ortschaften Kelsterbach und Hattersheim z. Zt. noch mehrere Luftfahrthindernisse (z. B. Schornsteine, Sendemasten) von bis zu 855 Fuß über Grund erheben, muss das Missed Approach-Segment (MAP, s. a. 8.3.3) im Falle eines Fehlanfluges auf die 36 zur Wahrung der vorgeschriebenen OCA/H u. U. an diese Verhältnisse angepasst, oder eine Korrektur an den Hindernissen vorgenommen werden.

Nicht unerwähnt bleiben soll an dieser Stelle aber auch, dass andere große internationale Flughäfen innovative Ansätze zur Erhöhung der Anzahl von Landungen auf einer Bahn entwickelt haben: So benutzen z. B. die drei großen Londoner Flughäfen Heathrow (immerhin der Flughafen mit dem mit Abstand höchsten Aufkommen internationaler Flüge weltweit!), Gatwick und Stansted (EGLL, EGLW, EGLS) alle das sogen. „Land after...“ Verfahren, welches unter i. w. VFC bei Tag eine deutliche Verringerung der Staffelung erlaubt und so z.B. noch das Aufsetzen des zweiten Flugzeuges auf der Schwelle ermöglicht, während sich das vor ihm gelandete noch auf der Bahn befindet, vorausgesetzt der Pilot des 2. Flugzeugs akzeptiert diese Regelung auf Anfrage und ist mit seinem Gerät mindestens 2500m/1,35 NM hinter dem voraus aufgesetzten Flugzeug.

Eine Übernahme dieser Regelung, die z. Zt. allerdings den durch das deutsche AIP ENR 1.8-7 vorgegebenen Mindeststaffelungsabstand um mehr als die Hälfte verkürzen würde, wäre zumindest im Falle von aufeinanderfolgendem Verkehr der gleichen Größenkategorie überprüfenswert: Ein an Frankfurt angepasstes Verfahren würde zu einer deutlichen Steigerung (Verdoppelung?) der Landungen auf einer zukünftigen 36 genauso wie auf den beiden 07 bzw. 25 führen. Zumindest in Nacht- bzw. in Tagesrandzeiten könnten so Starts ausschließlich auf dem Parallelbahnsystem und Landungen überwiegend auf der Startbahn West in Landerichtung 36 durchgeführt werden.

Bei Vorliegen von Ostwetterlagen (s. Kap. 8.1.2) und den dadurch bedingten meteorologischen Bedingungen (6 km Sicht, Hauptwolkenuntergrenze 1000ft) und unter Wahrung der Anforderungen an die Landebahnbeschaffenheit (trockene, schnee- und eisfreie Landebahn) könnte so der überwiegende Teil der Landeanflüge über Raunheim (mind. 60 % (in Analogie zur Kapazität der heutigen Startbahn West unter den aktuellen Verkehrsbedingungen) auf der Landebahn West erledigt werden wahrscheinlich ohne nennenswerte Einschränkungen der aktuellen Flughafenkapazität. Anlass zu dieser Vermutung bilden die in Kap. 8.1.2 dargelegten langjährigen Daten zu den in EDDF vorliegenden Windrichtungen und den sich daraus ergebenden Rückenwindkomponenten (Abb. 65, 66 a, b): Bei Ostwindlagen hätten auf einer Landebahn West in 36-Richtung landende Flugzeuge niemals mit Rückenwindkomponenten, lediglich mit Seitenwindkomponenten in einem Bereich weit unterhalb der Zulässigkeitsgrenze zu rechnen: Selbst im Bereich der höheren Windstärken von 3 – 5 m/s entspr. 18 km/h oder 10 kt überwiegen für ein landendes Flugzeug die höheren Gegen- vor den Seitenwindkomponenten.

8.5.3 Auswirkungen im weiteren Flughafenumfeld

Im DES 2000 werden bei 07-Betrieb rund 32000 Anflüge im langjährigen Mittel über Raunheim ausgewiesen. Geht man davon aus, dass wie oben erläutert bei Ostwetterlagen mind. 60 % (in Analogie zur Kapazität der heutigen Startbahn West unter den aktuellen Verkehrsbedingungen) dieser Landungen auf der Landebahn West erledigt werden könnten, so entspräche dies einer absoluten Menge von ca. 19000 Landeanflügen im Jahr aus südlicher Richtung auf die Landebahn 36 (heutige Startbahn West).

Wie die Karte der Überflughöhen bei BR 36 (s. nachfolgende Seite) verdeutlicht, sind unmittelbar unter dem Gleitpfad aus südlicher Richtung – sowohl Lärmmessungen als auch die Berichte der Betroffenen zeigen, dass die Lärmbelastung schon 500m seitlich der Anfluggrundlinie deutlich schwächer wahrgenommen wird – erheblich weniger Siedlungsbereiche anzutreffen, als bei 07-Betrieb. Mithin ist nach einer groben Einschätzung davon auszugehen, dass sich die Zahl der unmittelbar von einem 36-Betrieb (nur Landung) betroffenen Menschen deutlich gegenüber dem aktuellen Landbetrieb 07 verringern würde. Zu direkten Überflügen von Kommunen wie bei heutigem 07-Betrieb, käme es überhaupt nicht; alle Anflüge würden Gemeinden wie z.B. Worfelden, Büttelborn und Griesheim lediglich im „Vorbeiflug“ betreffen und sich dadurch sicherlich deutlich schwächer auswirken, als der heute in diesem Bereich wesentlich störendere Abflugbetrieb auf der 18West, der für die Zeit einer BR36 wiederum vollkommen entfallen würde. In Analogie zu vergleichbaren Punkten im Umfeld der BR07 (Anflug) dürfte ein rein auf die Betriebsrichtung 36 bezogener Dauerschallpegel (Leq3) in den Siedlungen im Nahbereich der 36er Anfluggrundlinie die 55 dB(A)-Grenze kaum überschreiten. Ebenso ist hier eine signifikante Menge an Einzelschallereignissen > 75 dB(A) nicht zu erwarten.

Bezüglich der bei BR36 auf die beiden 25er verlagerten Starts ist anzumerken, dass gem. den Lärmmessungen von FRAPORT die Abflüge im Umfeld des Flughafens offensichtlich zu einer geringeren Lärmbelastung in den betroffenen Kommunen führen als die Anflüge in den Kommunen unmittelbar unter den Gleitpfaden. Von daher sollte sich die Mehrbelastung für die östlich des Platzes gelegenen Gemeinden (insbesondere Neu-Isenburg, Frankfurt und Offenbach) ebenfalls in Grenzen halten.

Aus Raunheimer Sicht wäre auch denkbar – und würde bereits eine erhebliche Verbesserung der alltäglichen Lebenssituation darstellen – wenn ein solcher 36er Anflugbetrieb nicht grundsätzlich eingeführt, sondern beispielsweise in einer auf die frühen Morgenstunden (4:00 bis 9:00 Uhr) und auf die Abendstunden (18:00 bis 1:00 Uhr) beschränkten Form realisiert würde. Durch eine solche Regelung würden sich die für eine BR36 angenommenen 19000 Anflüge aus südlicher Richtung auf unter 10000 Anflüge pro Jahr reduzieren lassen.

Diese Seite durch Karte

FER-06: Überflughöhen bei BR 36

ersetzen

8.6 **Summarische Betrachtung des Entlastungspotentials**

Nachdem in den vorangegangenen Kapiteln die Entlastungspotentiale getrennt nach aeronautischen Komponenten erläutert wurden, soll im Folgenden eine qualitative Darstellung dreier grundsätzlich realistischer Entlastungsszenarien, die sich unter den aktuellen luftrechtlichen und sicherheitstechnischen Gegebenheiten ohne übermäßigen materiellen Aufwand und wahrscheinlich ohne zeitaufwendige Planfeststellungsverfahren realisieren ließen. Grundlage für diese sind die in den vorhergehenden Kapiteln angestellten Überlegungen zu Lärminderungsansätzen für den Ort Raunheim. Die Szenarien sind in der Reihenfolge ihrer Realisierungswahrscheinlichkeiten angeordnet.

Aeronautische Ansätze mit geringerer Durchsetzungswahrscheinlichkeit (z.B. Gleitwinkel-erhöhung) oder zeitlich nicht seriös absehbare technologische und konzeptionelle Neuerungen (wie z. B. RNP-RNAV), wurden in die Szenarien vorerst nicht aufgenommen.

Szenario 1:

Reine Schwellenversetzung um 1500 m in Richtung Landebahnende

Die Versetzung der Landebahnschwellen auf beiden Bahnen in beide Richtungen um jeweils 1500 m in Richtung des jeweiligen Landebahnendes würde zu einer Erhöhung der jeweiligen Überflughöhe pro betrachtetem Punkt um ca. 80 m führen. Dadurch sänke die Lärm- und Turbulenzbelastung (keine abgedeckten Dächer mehr!) durch landende Flugzeuge sowie die psychologische Belastung (nach dem Motto: „je höher, desto besser“) der Bevölkerung der unmittelbar überflogenen Ortsteile.

Eine Erhöhung der Rückenwindkomponente ist bei dieser Regelung ausgeschlossen, da nur noch eine geringere Landedistanz zur Verfügung steht.

Szenario 2:

Startbahn West als Landebahn West mit versetzter Schwelle auf den beiden 07

Wie oben erläutert könnten bei einem solchen Szenario bei Ostwetterlagen mind. 60 % (in Analogie zur Kapazität der heutigen Startbahn West unter den aktuellen Verkehrsbedingungen) aller Landungen auf der Landebahn West erledigt werden (auch ohne Anwendung des Londoner „Land after...“ – Verfahrens, mit diesem natürlich noch deutlich mehr!). Die restlichen 40 % der Landungen müssten auf den beiden 07 erfolgen, von denen aus auch alle Starts stattfinden würden.

Die Verschiebung der Schwellen um 1500 m nach Osten hätte für Raunheim, das durch diese Regelung ja bereits um mind. 60 % der Überflüge entlastet worden wäre, den Vorteil, dass die restlichen 40 % der Landungen jeweils um ca. 80 m höher über Raunheim hinweg gingen als ohne Schwellenversetzung.

Für den landenden Verkehr würde sinnvollerweise die Regelung getroffen, dass möglichst alle landenden Flugzeuge der hohen Gewichts- und Wirbelschleppenklasse (z.B. B747, B777, B767, MDC MD 11 usw.), also der Haupt-Zustandsstörer auf der neu einzurichtenden 36 landen würden, auf den beiden 07 hingegen lediglich der leichtere Verkehr niederginge.

Eine solche Regelung sollte grundsätzlich auch nicht die Kapazität des Flughafens mindern, da im Verhältnis zum heutigen Betrieb lediglich teilweise zwischen den Bahnen für Starts und Landungen getauscht würde. Da die Abflüge im Umfeld des Flughafens gem. den Lärmmessungen von FRAPORT zu einer geringeren Lärmbelastung in den betroffenen Kommunen führen als die Anflüge in den Kommunen unter den Gleitpfaden, sollte sich die Mehrbelastung für die östlich des Platzes gelegenen Gemeinden (insbesondere Neu-Isenburg, Frankfurt und Offenbach) ebenfalls deutlich in Grenzen halten.

Die Schwellenverlegung auf den beiden 07 um 1500 m nach Osten hätte zudem den positiven Effekt, dass die Kollisionsgefahr (die „dependencies“ des FAA-Gutachtens bei sog. „Converging Approaches“) bei kreuzenden Landebahnen aufgrund des so zunehmenden Abstands der Flugbahnen zusätzlich reduziert würde (Höhe über Grund des auf den 07 ankommenden Verkehrs bei Überflug über das Bahnende der 36 .> 80 m, d.h. ca. 50 m über der bei CAT II/III anstehenden Entscheidungshöhe von ca. 100 Fuß (ca. 30 m) bei einem auf der 36 u. U. notwendig werdenden Missed Approach Segment (MAP).

Der Vollständigkeit halber soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass auf der 36 niedergehender Verkehr aufgrund z. Zt. noch mangelnder früherer Abrollwege die Bahn erst nach ca. 2,7 km über den Rollweg S(ierra) verlassen kann, was jedoch für den auf ihr landenden Verkehr grundsätzlich angepasst sein sollte. Ein oder zwei zusätzliche High Speed-Abrollwege vor Sierra wären jedoch relativ schnell und kostengünstig realisierbar.

Auf der 36 landende Flugzeuge hätten darüber hinaus einen relativ weiten Rollweg zu den Terminals im Nordbereich.

Im Hinblick auf die überdurchschnittlich stark belastete Raunheimer Situation würde selbst eine auf die frühen Morgenstunden (4:00 bis 9:00Uhr) und auf die Abendstunden (18:00 bis 1:00 Uhr) beschränkte Realisierung dieses Szenarios eine wesentliche Entlastung des alltäglichen Lebens darstellen.

Szenario 3:

Startbahn West als Landebahn West mit Erhöhung der Rückenwindkomponente für die Landerichtung 25

Eine reine Erhöhung der Rückenwindkomponente in einem signifikanten Ausmaß erscheint nach den bisherigen Sondierungen nicht durchführbar. Daher wurde eine Lösung gesucht, die zumindest einen nicht unerheblichen Teil des Verkehrs davon befreit, also eine Kombination aus erhöhter RWK und Landebahn West betrachtet (also ca. 60 % aller Landungen sind dann nicht gezwungen, erhöhte RWK in Kauf zu nehmen).

Für die Landebahn West gelten die bereits unter 9.3.2 gemachten Bemerkungen weiter. Die Bahnschwelle für die beiden 25 sollte in diesem Fall aus Sicherheitsgründen jedoch nicht nach Westen verschoben werden. Dann könnte so bis zum Vorliegen einer Grenz-RWK noch festzusetzender Höhe (> 5 kt) der gesamte Verkehr von Raunheim ferngehalten werden.

Da es sich zumindest im Falle zweier gleichzeitiger Missed Approach-Segmente bei diesem Szenario jedoch um kreuzenden Verkehr handeln könnte, der sich anders als unter 9.6.3 für sowohl auf der 36 als auch auf den beiden 25 landenden Flugzeugen dann aber in der gleichen Höhe befände (gleiche Entscheidungshöhe DH/A!) kann hier ein gewisses Kollisionsrisiko nicht ausgeschlossen werden. Das gleiche gilt natürlich auch für den in 25 Richtung startenden Verkehr.

Dieses Szenario ist daher das unwahrscheinlichste der drei vorgeschlagenen Ansätze.

9 VERFAHRENSRECHTLICHER REGULINGSBEDARF BZW. –MÖGLICHKEITEN

In diesem Abschnitt sollen die in den vorigen Kapiteln dargelegten Ansätze aus der verwaltungstechnischen Sicht betrachtet werden: Welche am Flugbetrieb in EDDF beteiligten Institutionen und von diesem betroffene Körperschaften (Bundesministerium für Verkehr, Hess. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung als Landesluftfahrtbehörde, Kommunen in der Nachbarschaft von EDDF, LBA, ICAO, DFS, Fraport, Fluggesellschaften als Nutzer) müssen für die Umsetzung der gemachten Vorschläge gewonnen werden?!

Zunächst ist festzustellen, dass gem. Art. 73, Abs. 6 und Art. 87 des Grundgesetzes das Bundesministerium für Verkehr (BMV), Abt. Luft- und Raumfahrt, als oberste Bundesbehörde auch oberste Luftfahrtbehörde ist. Ihm sind auf dem Gebiet der Luftfahrtverwaltung in Deutschland die Deutsche Flugsicherungs GmbH (DFS) und das Luftfahrt-Bundesamt (LBA) nachgeordnet.

Einen wesentlichen Teil der Aufgaben des BMV mit vorwiegend regionalem Charakter haben die Landesluftfahrtbehörden in Bundesauftragsverwaltung übernommen. Insbesondere obliegt letzteren – neben anderen wichtigen Aufgaben wie z.B. der Erteilung von PPL-Erlaubnissen – die Genehmigung von Flugplätzen. In Hessen ist somit das hessische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (MWVL) die oberste Instanz für den Ausbau und die Neuzulassungen von Flugplätzen. Einige administrative Bereiche des Luftfahrtbereichs wurden vom Ministerium allerdings auch an die Regierungspräsidien in Darmstadt (für Hessen Süd) und in Kassel (für Hessen Nord) delegiert. Als Behörde im engeren Sinne wäre dies im außergerichtlichen Verwaltungsverfahren also erster Adressat.

Das Luftfahrt-Bundesamt in Braunschweig wurde auf Grund des Gesetzes über das Luftfahrt-Bundesamt aus dem Jahre 1954 als Bundesoberbehörde für die Zivilluftfahrt mit Aufgaben betraut, die sich i. w. auf Luftfahrtgerät und Luftfahrtpersonal im weitesten Sinne beziehen. Eine generelle Zuständigkeit für Maßnahmen, die in EDDF im Zusammenhang mit Fluglenkung, Flugsicherung und Anflugprozeduren durchgeführt werden, kann von daher also zunächst verneint werden.

Wesentlicher Gesprächspartner bei der Einführung von Veränderungen im Bereich der Luftraumsteuerung und –überwachung ist seit dem 1.1.1993 die DFS als Nachfolgerin der Vorgängerbehörde Bundesanstalt für Flugsicherung (BFS). Der DFS obliegt gem. § 31 b und 31 d LuftVG die Sicherung der Luftfahrt (Flugsicherung), insbesondere durch die Kontrolle des Luftverkehrs mit Bewegungslenkung im Luftraum und auf den Rollfeldern der Flughäfen. Sie übt bundeseigene Verwaltung im Sinne des Art. 87 d des Grundgesetzes aus und unterliegt der Fachaufsicht durch das BMV. Die wichtigsten Aufgaben der DFS sind:

- Die Planung und Erprobung von flugsicherungstechnischen Verfahren und Einrichtungen,

- Die Einrichtung und Unterhaltung von Flugsicherungsanlagen,
- Die Ausbildung des Flugsicherungspersonals,
- Die Sammlung und Bekanntgabe der Nachrichten für Luftfahrer (NfL) sowie die Herausgabe des Luftfahrthandbuches (AIP für Aeronautical Information Publication) und der Luftfahrtskarten,
- Die Durchführung des Flugverkehrsdienstes.

Für alle vorgeschlagenen Entlastungsmaßnahmen muss die DFS zwangsläufig als Partner gewonnen werden, da alle mit Änderungen der Anflugverfahren verbunden sind, die von der DFS sowohl ausgearbeitet, festgelegt und publiziert als auch in der Flugverkehrskontrolle täglich praktiziert werden müssen.

Bei der Beschreibung der Anflugverfahren wendet die DFS bisher strikt die Richtlinien (Standards) und Empfehlungen (Recommended Practices) der International Civil Aviation Organisation (ICAO) mit Sitz in Montreal an (s. a. Kap. 8). Die Bundesrepublik Deutschland trat 1956 als 67. Mitgliedsland in die ICAO ein und ist daher an deren Richtlinien (Standards) gebunden. Sollte die Anwendung der Richtlinien (Standards) nicht möglich sein, ist die ICAO unverzüglich zu benachrichtigen. Gesetzlich trägt die Luftverkehrsordnung (LuftVO) als eine der Durchführungsverordnungen zum Luftverkehrsgesetz (LuftVG) diesem Umstand Rechnung. Sie enthält insbesondere die Bestimmungen des ICAO Annex 2 „Rules of the Air“. Zur LuftVO hat das LBA eine Vielzahl von Durchführungsverordnungen erlassen.

Die ICAO gibt durch die internationale Besetzung ihrer Ausschüsse ein Forum, auf dem internationale Regelungen für die zivile Luftfahrt ausgearbeitet werden und ist damit Trendsetter für eine allgemeine Neuordnung des internationalen Luftraums.

Mitarbeiter der DFS und deutscher Fluggesellschaften bzw. –dienstleister sowie der aeronautischen Industrie sind in Gremien der ICAO vertreten. Soweit es die Flugsicherung betrifft sieht sich die DFS als Sachwalter der ICAO, die in Deutschland über kein eigenes Regionalbüro verfügt (Regionalbüros in Paris, Kairo, Dakar, Nairobi, Bangkok, Mexiko City, Lima). Auf keinen Fall wäre die ICAO direkt in einen Genehmigungsprozess für die vorgeschlagenen Entlastungsmaßnahmen einzubinden.

Organisatorischer und wirtschaftlicher Träger der baulichen Veränderungen (z.B. Schwellenversetzung, Einrichtung der „Start“bahn West als Landebahn West) mit allen damit zusammenhängenden Konsequenzen (insbesondere möglicher Umsatzverlust durch dadurch eingeschränkte Betriebsbereitschaft der Bahnen) wäre die Fraport AG. Auf sie kämen durch die zur Realisierung aller vorgeschlagenen Entlastungsmaßnahmen notwendigen Baumaßnahmen kostenseitig Belastungen wahrscheinlich in einem zweistelligen Millionenbereich zu. Somit ist die Fraport AG der zweite wesentliche Partner, der für die Realisierung dieser Schritte gewonnen werden muss.

Da es sich bei den vorgeschlagenen Maßnahmen weder um eine Erweiterung in der Fläche noch in der Anzahl der Flüge oder der Betriebszeiten von EDDF handelt, sind

grundsätzlich keine besonderen behördlichen Genehmigungen (z.B. Planfeststellungsverfahren) zu ihrer Umsetzung einzuholen.

Die EDDF anfliegenden Fluggesellschaften – und damit die Lufthansa als Hauptkunde – haben eigentlich keine direkte Entscheidungskompetenz hinsichtlich der Realisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen. Hingegen werden sie doch durch diese betroffen: Eine Änderung der Rollregime und u. U. teilweise längere Rollwege, die zu einem höheren Zeit- und Treibstoffbedarf führen könnten, sind nicht von vorn herein auszuschließen.

Ähnliches gilt für eventuelle Ausfälle von Flügen auf Grund von durchzuführenden Baumaßnahmen. Somit sollte man sich im Zusammenspiel mit DFS und Fraport auch bei Lufthansa um eine konstruktive Haltung bemühen.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen schematischen Überblick über die grundsätzlichen Zuständigkeiten bei der Realisierung der vorgeschlagenen Maßnahmen:

Maßnahme	BMV	MWVL	Kommunen	LBA	DFS	ICAO	Fraport	DLH
Versetzen der Landebahnschwellen					X		X	(X)
Errichtung eines zweiten Gleitpfadsenders mit $2 > 3^\circ$					X		X	(X)
Anhebung der Rückenwindkomponente			X		X			(X)
Einführung RNP-RNAV					X	X		
Öffnung der „Start“bahn West als „Lande“bahn West		?	X		X		X	(X)

Tabelle 9: Zuständigkeiten bei der Realisierung von Maßnahmen

10 QUELLEN

deBAKOM, Schallimissionsmessungen in Bischofsheim, Ginsheim-Gustavsburg, Raunheim und Rüsselsheim zur Bestimmung der Ist-Belastung, Odenthal, 2002

DIN 45643 Teil 1, Messung und Beurteilung von Flugzeuggeräuschen, Mess- und Kenngrößen, Beuth-Verlag, Berlin, 1984

Deutscher Wetterdienst, Monatlicher Witterungsbericht, Jge. 1998, 1999, Ausg. 7-9/2001, Offenbach

Gerstengarbe, F.-W.; Werner, P.C. und U. Rüge, Katalog der Großwetterlagen Europas (1881-1998), 5. Auflage, Potsdam und Offenbach, 1999

Sorbjan, Z., Structure of the Atmospheric Boundary Layer, Prentice Hall, London, 1989

11 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1 a u. b: Landeanflug bei BR 07 aus der Ortsmitte von Raunheim heraus photographiert.....	6
Abbildung 2: Beispiel für Rohdatensätze der Fluglärmüberwachungsanlage der AG , MP06, 1999 (Quelle: Fraport AG, 1999).....	9
Abbildung 3: Illustration der Abflugrouten (vgl. auch Tabelle 2) (Quelle: DFS, 2001)	12
Abbildung 4: Beispiel für Einzelschallmessungen der deBAKOM GmbH (MP1) aus Messkampagne vom 18.7.2001 – 6.9.2001 (Quelle: debakom, 2001)	13
Abbildung 5: Beispiel für eine kumulierte Auflistung der Einzelschallereignisse für 2001, Messpunkt 05, alle Betriebsrichtungen (Quelle: Fraport AG, 2001)	14
Abbildung 6: Beispiel für die monatliche Nutzungsdauer aller Betriebsrichtungen für 2001, Messpunkt 05 (Quelle: Fraport AG, 2001).....	15
Abbildung 7: Beispiel für stündlich gemittelte Winddaten des DWD (DWD, 1999).....	16
Abbildung 8: Beispieldatensätze im METAR-Code.....	16
Abbildung 9: Die Lage Raunheims.	18
Abbildung 10: Fluglärmempfinden nach Wohnbezirken getrennt.	20
Abbildung 11: Fluglärmempfinden nach Altersgruppen getrennt.....	21
Abbildung 12: Flugbewegungen 1988 bis 2001 am Rhein-Main-Flughafen.	23
Abbildung 13: Nächtliche Flugbewegungen 1988 bis 2001 am Rhein-Main-Flughafen. ...	24
Abbildung 14: Veränderungen am Flughafen in Relation zum Vorjahr.....	25
Abbildung 15: Lage der Messpunkte im Bereich der An- und Abflugrouten mit Hervor- ...	26
Abbildung 16: Veränderungen in der Anzahl der Flugbewegungen (Tag, Nacht, seit 1987, relativer Zuwachs auf 1987 bezogen	29
Abbildung 17: Entwicklung in der Anzahl der Einzelschallereignisse tagsüber am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG im Zeitraum 2001, nach Lärmklassen gegliedert.....	30
Abbildung 18: Anzahl der Einzelschallereignisse tagsüber am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG, 1981-2001, nach Lärmklassen	31
Abbildung 19: Anzahl der Einzelschallereignisse der Jahre 1998 und 1999 an den Messpunkten 05 und 06, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute.....	32
Abbildung 20: Durchschnittliche Einzelschallpegel in den Jahren 1998 und 1999 an beiden Messpunkten 05 und 06, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute..	33
Abbildung 21: Direkter Vergleich der an den Messpunkten 05 und 06 registrierten Schallpegel, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute	34

Abbildung 22: Einzelschallereignispegel der unterschiedlichen Flugzeugklassen, Auswertung der an Messpunkt 06 registrierten Ereignisse der Jahre 1998 und 1999, Betriebsrichtung 07 Süd	35
Abbildung 23: Anzahl der Einzelschallereignisse an Messpunkt 06 in den Jahren 1998 und 1999, Betriebsrichtung 07 Süd, nach Flugzeugklassen geordnet.	36
Abbildung 24: Mittlerer Schallpegel und tägliche Anzahl von Einzelschallereignissen bei Betriebsrichtung 07 im Jahr 1999, nach Tagesstunden aufgegliedert.....	37
Abbildung 25: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 07 auf die im Berichtszeitraum 1998/99 aufgetretenen Großwettertypen sowie deren Häufigkeiten.....	40
Abbildung 26: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Einzelschallereignisse bei Betriebsrichtung 25 auf die im Berichtszeitraum 1998/99 aufgetretenen Großwettertypen sowie deren Häufigkeiten.....	40
Abbildung 27: Relative Häufigkeiten der Großwettertypen West, Hoch Mitteleuropa, Nord und Ost in den Monaten des Jahres aufgrund langjähriger Meßreihen von 1881 bis 1997	41
Abbildung 28: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	43
Abbildung 29: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	43
Abbildung 30: Großwettertypen und Betriebsrichtungen im Jahresverlauf 1998.....	44
Abbildung 31: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) tagsüber im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	45
Abbildung 32: Anzahl von Einzelschallereignissen tagsüber ab 65 dB(A) im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	45
Abbildung 33: Summarische Darstellung der Einzelschallereignisse in den Tagesstunden (6-22 Uhr) des 15.5.1998.....	46
Abbildung 34: Überschreitung des NAT70 tagsüber an den 10 extremsten Tagen des Jahres 1998.....	48
Abbildung 35: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) nachts im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	50
Abbildung 36: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) nachts im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	50
Abbildung 37: Überschreitung verschiedener Richtwerte während der Nachtzeit in den 10 extremsten Nächten des Jahres 1998.....	51
Abbildung 38: Alle Einzelschallereignisse in der Nacht vom 29.4. auf den 30.4.1998	52

Abbildung 39: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) im Jahr 1999, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	54
Abbildung 40: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) im Jahr 1999, registriert am Messpunkt 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	54
Abbildung 41: Großwettertypen und Betriebsrichtungen im Jahresverlauf 1999	55
Abbildung 42: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) tagsüber im Jahr 1999, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	56
Abbildung 43: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) tagsüber im Jahr 1999, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	57
Abbildung 44: Einzelschallereignisse zwischen Freitag, 30.7.1999, 22 Uhr und Montag, 2.8.99, 6 Uhr, registriert an MP 06	57
Abbildung 45: Fluglärmbelastung an den 4 extremsten Wochenenden des Jahres 1999	58
Abbildung 46: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) nachts im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	60
Abbildung 47: Anzahl von Einzelschallereignissen ab 65 dB(A) nachts im Jahr 1998, registriert am Messpunkt 05 der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	60
Abbildung 48: Einzelschallereignisse in der Nacht vom 8.7.1999 auf den 9.7.1999, registriert an MP06	61
Abbildung 49: Anzahl der täglichen Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) während der deBAKOM - Messkampagne vom 18.7. - 6.9.2001 am Messpunkt 01, Raunheim, Thomas-Mann-Straße	62
Abbildung 50: Anzahl der täglichen Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) während der deBAKOM - Messkampagne vom 18.7. - 6.9.2001 am Messpunkt 02, Raunheim, Niddastraße	63
Abbildung 51: Anzahl der tagsüber (6-22 Uhr) während der Messkampagne der deBAKOM vom 18.7.-6.9.2001 registrierten Einzelschallereignisse, Messpunkt 1 (Raunheim, Thomas-Mann-Straße), nach Lärmklassen gegliedert	65
Abbildung 52: Anzahl der tagsüber (6-22 Uhr) während der Messkampagne der deBAKOM vom 18.7.-6.9.2001 registrierten Einzelschallereignisse, Messpunkt 2 (Raunheim, Niddastraße), nach Lärmklassen gegliedert	66
Abbildung 53: Anzahl der nachts (22-6 Uhr) während der Messkampagne der deBAKOM vom 18.7.-6.9.2001 registrierten Einzelschallereignisse, Messpunkt 1 (Raunheim, Thomas-Mann-Straße), nach Lärmklassen gegliedert	67
Abbildung 54: Anzahl der nachts (22-6 Uhr) während der Messkampagne der deBAKOM vom 18.7.-6.9.2001 registrierten Einzelschallereignisse, Messpunkt 2 (Raunheim, Niddastraße), nach Lärmklassen gegliedert	68

Abbildung 55: Durchschnittliche tägliche Anzahl von Einzelschallereignissen zwischen 70 und 90 dB(A) in den Monaten Mai-Oktober, 6-22 Uhr, an ausgewählten Messpunkten der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	69
Abbildung 56: Durchschnittliche nächtliche Anzahl von Einzelschallereignissen zwischen 70 und 90 dB(A) in den Monaten Mai-Oktober, 22-6 Uhr, an ausgewählten Messpunkten der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG	70
Abbildung 57: Schematische Darstellung des Gleitpfades einer IFR-Landung	73
Abbildung 58: Anflugverfahren IFR.....	75
Abbildung 59: Einfluß von Rückenwind auf ein startendes Flugzeug bei $v_{IAS} = \text{const.}$	78
Abbildung 60: ICAO Bemessungen für Start- und Landebahnen	80
Abbildung 61: Häufigkeit (in Promille) der verschiedenen Windkomponenten am Flughafen Rhein-Main in den Jahren 1967-1993, Auswertung auf der Basis fortlaufender Registrierungen	86
Abbildung 62 a, b: Auftreten der Windkomponenten mit Geschwindigkeiten a) bis 3 m/s, b) zwischen 3 und 5 m/s am Messpunkt Frankfurt-Flughafen des DWD im Zeitraum 1967-1993, Quelle: DWD, 1967/1993.....	87
Abbildung 63: Windrichtungen und -stärken bei den Einzelschallereignissen mit Betriebsrichtung 07, registriert an Messpunkt 06 im Jahr 1999, obere Abschätzung	89
Abbildung 64: Darstellung der 70° (Rücken-)Windkomponente für die längste Episode BR07 des Jahres 1999 vom 26.7.-3.8.99. Der Balken im Oberrand der Abbildung gibt die Zeitspannen an, in denen Einzelschallereignisse bei BR07 registriert wurden. Der METAR-Datensatz vom 31.7. ist unvollständig.	90
Abbildung 65: 70°-Windkomponente für die Episode vom 13.6.-16.6.99. Siehe Text und die Beschriftung zu Abb. 64.....	91
Abbildung 66: 70°-Windkomponente für die Episode BR07 am 12.10. Siehe Text und die Beschriftung zu Abb. 64.....	91
Abbildung 67: Höhendifferenz des Überflugs von Messpunkt 06 (Outer Marker) bei einem Anflugwinkel von 3,0° und 3,5°	95
Abbildung 68: Änderung der Überflughöhe des Messpunktes 06 bei Verlagerung der Schwelle in Richtung 07 um 1500 m nach Osten	103

12 KARTENVERZEICHNIS

FER-01	Lärmmessunkte	
FER-02	Belastungssituation	
FER-03	Isophonenberechnung der deBAKOM GmbH vom 04.09.01 Leq3, 100% Tag	
FER-04	Isophonenberechnung der deBAKOM GmbH vom 04.09.01 Leq3, 100% Nacht	
FER-05	Entlastungsszenario; Erhöhung Gleitwinkel von 3 auf 3,2° (nur für CAT I – Bedingungen) Versatz der Landeschwelle um 1500 m	
FER-06	Überflughöhen bei BR 36	(s. S. 108)

13 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Schlüssel zur Flugzeugklassifikation (vgl. Abb. 2, Spalte 6, A).....	10
Tabelle 2: Flugroutenkennung (Erläuterung zu Spalte DE in Abbildung 2).....	10
Tabelle 3: Erläuterung der Wetterdaten in Abbildung 2 (Spalten 9-12: H, T, D, V)	11
Tabelle 4: Überblick über Anzahl und Vollständigkeit der Einzeldatensätze in den Rohdaten der Fluglärmüberwachungsanlage der Fraport AG, Messpunkte 05 und 06 der Jahre 1998 und 1999.....	11
Tabelle 5: Instrumentenlandeklassen und ihre wesentlichsten Voraussetzungen.....	74
Tabelle 6: Internationale Flughäfen, die Rückenwindkomponenten > 5 kt zulassen	83
Tabelle 7: Statistische Untersuchung des Auftretens der 70°-Windkomponente am Messpunkt Frankfurt-Flughafen des DWD bei verschiedenen Geschwindigkeitsklassen, nach Weber (1997), Datenquelle DWD	92
Tabelle 8: Einzelschallereignisse ab 75 dB(A) in den Flughafen-Nachbargemeinden auf Grundlage der UM-Berichte des Jahres 1994, in Abhängigkeit von Betriebsrichtung und Rollbahnauslastung.	93
Tabelle 9: Zuständigkeiten bei der Realisierung von Maßnahmen.....	113

14 GLOSSAR

Vor allem zitiert aus: www.eap-fluglaerm.de/begriffe.html,
www.fluglaerm.com/glossar.shtml

Abrollweg

Engl. Turn Off, sind die Verbindungsstücke zwischen Start-/Landebahn und den Rollwegen. Sie werden i.d.R. in Betriebsrichtung alphabetisch durchnummeriert. Neuere Bahnsysteme benutzen sogen. High Speed turn offs, also Abrollwege, die nicht senkrecht, sondern unter einem deutlich flacheren Winkel (z.B. 40°) aus der Bahn heraus führen, um Flugzeugen auch mit höheren Rollgeschwindigkeiten (z.B. bald nach dem Aufsetzen) das rasche Verlassen der Bahn zu ermöglichen und so die Sicherheit/Frequentierung des Bahnbetriebs zu erhöhen.

ACC - Area Control Center

Bezirkskontrollstelle oder Kontrollzentrale. Zuständig für die Kontrolle von Flügen, die sich außerhalb der Zuständigkeit der Anflug- oder Platzkontrollstellen, also auf den ATS-Routes (Air Traffic Services Route / Flugverkehrsstrecke) befinden. Die Zuständigkeit der ACCs erstreckt sich in Deutschland normalerweise von der Untergrenze des kontrollierten Luftraums bis zu einer Höhe von 24 500 Fuß (Lower Airspace / Unterer Luftraum).

ADV

Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen

Seit 1947 vertritt die ADV die Interessen der deutschen Verkehrsflughäfen und Verkehrslandeplätze. Die ADV fördert und gewährleistet die Zusammenarbeit und den Erfahrungsaustausch ihrer Mitglieder in allen flughafenrelevanten Fragen: auf den Gebieten Recht, Wirtschaft, Bau, Technik, Betrieb, Umweltschutz, Verkehr, Öffentlichkeitsarbeit, Personal- und Sozialwesen.

Anflugverfahren (Approach Procedure)

Zu unterscheiden sind VFR- und IFR-Anflugverfahren

VFR-Anflugverfahren wurden für VFR-Flüge eingerichtet. Sie sind auf die terrestrische Navigation ausgerichtet und führen normalerweise zum VFR-Traffic Pattern / zur VFR-Platzrunde. Eine Platzrunde besteht aus dem Downwind / Gegenanflug, dem Base Turn / Queranflug und dem Final Approach / Endanflug.

IFR-Anflugverfahren wurden für IFR-Flüge eingerichtet. Sie werden in Precision / Präzisions- und Non-Precision Approach Procedures / Nicht Präzisionsanflugverfahren unterschieden. IFR-Anflüge führen normalerweise über eine Standard Arrival Route / Standardanflugstrecke (STAR) zu einem definierten Funkfeuer, von welchem der Anflug über bestimmte Segmente zum Final Approach / Endanflug führt. Unter dem Endanflug wird jener Teil des Anflugs verstanden, der ohne weitere Kursänderung zur Landebahn führt.

Als Non-Precision Approach Procedures werden NDB-Approaches/Anflüge, die auf ungerichtete Funkfeuer (NDB) basieren oder die von den Controllern mittels Radarführung durchgeführt werden, bezeichnet. ILS- und MLS-Approaches gelten als Precision Approach Procedures, die Anflüge (und Landungen) bei wirklich schlechtem Wetter ermöglichen. Dabei wird unterschieden nach unterschiedlichen Kategorien, die sich sowohl hinsichtlich der erforderlichen Landebahnsicht (RVR = Runway Visual Range) als auch der Wolkenuntergrenze unterscheiden: CAT I RVR: 550m Untergrenze: 200 Fuß CAT II RVR: 300m Untergrenze: 100 Fuß CAT IIIa RVR: 200m Untergrenze: 50 Fuß CAT IIIb RVR: 75m Untergrenze: 0 Fuß CAT IIIc RVR: 0m Untergrenze: 0 Fuß An den meisten deutschen Flughäfen können ILS-Anflüge nach CAT IIIb durchgeführt werden. Mit Satellitennavigation, z.B. mit Hilfe des GPS können zur Zeit Präzisionsanflüge nach CAT I geflogen werden. Eine Besonderheit ist der sogenannte Circling Approach. Dieser wird angewendet, wenn die Windrichtung und insbesondere die Windgeschwindigkeit Anflüge auf eine Piste erforderlich machen, die über kein Präzisionsanflugverfahren (z.B. ein ILS) verfügt. Der Anflug wird dann auf eine Piste durchgeführt, die mit einem Präzisionsanflugverfahren angefliegen werden kann. Kommt man dann während des Anflugs "aus den Wolken" und hat den Flughafen und die Piste/n in Sicht, dann wird der Anflug abgebrochen, nach Sicht zur anderen Piste weitergeflogen und dort gelandet. Trainings Flights / Ausbildungsflüge führen oftmals mehrere Anflüge durch, ohne zu landen. Vielmehr wird dabei entweder die Piste mit einem Low Approach / Tiefanflug überflogen oder auf der Piste ein Touch and Go / Aufsetzen und Durchstarten durchgeführt. Tief- und Fehlanflüge werden von Lotsen und Piloten auch als "Overshoot" bezeichnet.

Approach

Engl. Anflug, aber auch Teil von ATS: Anflugkontrolle.

Apron

Engl. Vorfeld, also der Bereich außerhalb der Start- und Landebahnen bzw. der Rollwege. Dies ist alleiniger Zuständigkeitsbereich des Flughafenunternehmers und nicht von ATC. Meint aber auch die i. d. R. vom Flughafenunternehmer geregelte Vorfeldkontrolle (eigene Funkfrequenz).

Äquivalenter Dauerschallpegel (Leq)

Der äquivalente Dauerschallpegel ist ein Beurteilungspegel, bei dem maximale Lautstärke, Zeitdauer des Lärmereignisses und Anzahl der Lärmereignisse in die Berechnung eingehen. Tages- und Nachtzeit werden dabei rechnerisch verschieden gewichtet. Vereinfachend gesagt gibt der Leq Auskunft über die Lärmmenge (vgl. „Dauerschallpegel“).

ATC

Air Traffic Control, engl. Bezeichnung des gesamten Kontrollwesens für den Luftverkehr.

ATIS

Automatic Terminal Information Service, informiert für internationale Verkehrsflughäfen auf einer bestimmten UKW-Frequenz unabhängig vom Sprechfunk über Start und Landebedingungen an dem Platz (z. B. Bahnrichtung, Nutzungsbeschränkungen, Wind- und Wetterdaten usw.).

ATS

Air Traffic Services, Oberbegriff über alle Flugkontroll- und weitere Dienstleistungen (z. B. Approach, Director, Tower, Departure bzw. FIS, nicht jedoch Apron).

ATS Route

Kontrollierte Flüge werden, abgesehen von der An- und Abflugphase (siehe SIDs und STARs), auf ATS-Routes durchgeführt, die Verbindungen von Bodennavigationsanlagen/Funkfeuern (VORs, NDBs) darstellen. Sie werden durch einen Buchstaben (der für eine Farbe steht) und einer Zahl bezeichnet (z.B. R7 = Red Seven). ATS-Strecken im Oberen Luftraum werden durch ein zusätzliches "U" bezeichnet (z.B UA9 = Upper Amber Nine). Moderne Luftfahrzeuge sind aufgrund ihrer Flightmanagementsysteme (FMS) auf die bodengebundenen Navigationsanlagen nicht mehr oder nicht mehr in diesem Maße angewiesen. (Siehe Stichwort: Virtuelles Funkfeuer).

Auftriebshilfen

Das Umströmungsverhalten von Tragflächen in unterschiedlichen Flugsituationen (insbes. während des Langsamflug wie bei der Landung) anpassende variable Elemente wie ausfahrbare Vorflügel und Klappen.

Beacon

Engl. für Signalfeuer, Bake, Sendemast.

Bodenlärm

Bodenlärm bezeichnet hier die Geräusche, die von den Triebwerken von Flugzeugen am Boden verursacht werden.

Cat I, II/III

Kategorien der Instrumentenlandung (s. auch Tab. 5) mit unterschiedlichen Anforderungen an Boden- und Fluginstrumentierung sowie Qualifikation der Piloten. Legt im wesentlichen die Mindestentscheidungshöhen für den Piloten zu einem eventuellen Abbruch der Landung mit Durchstarten fest. Abhängig von der Bodensicht und dem Erkennen der Landebahnschwelle durch den Piloten.

Continous-Descent-Approach (CDA)

Die Phase bevor der eigentliche Instrumentenanflug beginnt. Ziel ist es, das Flugzeug so lange wie möglich in größerer Höhe zu halten. Die Verringerung der Flughöhe wird in Geschwindigkeit umgesetzt. Dabei wird die Triebwerkskraft verringert

CTR - Control Zone

Kontrollzone. Ein Luftraum mit bestimmten Ausmaßen, der sich in der unmittelbaren Nähe eines oder mehrerer Flughäfen befindet und in welchem sämtliche Flugbewegungen der Flugsicherungskontrolle des Towers / der Platzkontrollstelle unterliegen. Am EAP wurde der Luftraum auf deutscher Seite zum 25.03.1999 erheblich erweitert, was den enormen Anstieg des Flugverkehrs in diesem Bereich erklärt, da dies die Möglichkeit gab, den Flugverkehr dorthin zu verschieben..

Dauerschallpegel

Der Dauerschallpegel ist ein Mittelungspegel für alle Schallvorgänge, deren Schalldruckpegel nicht konstant, sondern zeitlich veränderlich ist. Zur Beurteilung solcher Schallvorgänge werden die zeitlich unterschiedlichen Pegelwerte energetisch ermittelt und zu einem Einzahlwert zusammengefaßt. Die Höhe dieses Einzahlwertes wird bestimmt durch die Intensität des einzelnen Ereignisses, dessen Häufigkeit und dessen Dauer. Die Berechnung erfolgt nach DIN 45643 in Anlehnung an das Fluglärmgesetz; nächtliche Schallereignisse werden fünffach gewichtet (vgl. „Leq“).

Dezibel (A); dB(A)

Benannt nach dem Erfinder des Telefons, Graham Bell, dient das Dezibel der logarithmischen Darstellungsweise von Schalldruckpegeln. Der Schalldruckpegel kennzeichnet das Druckverhältnis eines Schallereignisses zur menschlichen Hörschwelle. dB(A) bedeutet, dass die Frequenzabhängigkeit des menschlichen Hörempfindens berücksichtigt ist. Der A-bewertete Schalldruckpegel hat sich als zweckmäßig erwiesen und ist mittlerweile international normiert. Im Luftverkehr entspricht eine Änderung um 4 dB(A) einer Verdoppelung oder Halbierung der Schallenergie. (vgl. „Dauerschallpegel“).

DFS

Deutsche Flugsicherung GmbH. Die Aufgaben der DFS sind im einzelnen im Luftverkehrsgesetz geregelt. Sie umfassen vor allem die Verkehrslenkung (Flugverkehrskontrolle) sowie die Entgegennahme, Bearbeitung und Weiterleitung von Flugplänen. Die DFS ist außerdem für die Planung, Errichtung und Inbetriebhaltung aller für diese Zwecke notwendigen technischen Einrichtungen und der Funknavigationsanlagen für Luftverkehrsteilnehmer zuständig. In Zusammenarbeit mit Flughäfen und Luftverkehrsgesellschaften erarbeitet die DFS flugsicherungsbetriebliche Verfahren und Maßnahmen zur Verminderung von Fluglärm.

Director

Endanflugkontrolle

DME - Distance Measuring Equipment

Entfernungsmessgerät (DME) handelt es sich um eine am Boden installierte Einrichtung, mit welcher die Entfernung zwischen dem DME, genauer zwischen dem Standort des DMEs und dem Flugzeug ermittelt/abgelesen werden kann. DMEs sind in den meisten Fällen an einer anderen Funknavigationsanlage installiert, z.B. mit einem VOR. Sie werden in den Funknavigationskarten als VOR/DME (DVOR/DME, DVORTAC/DME) bezeichnet. In einigen Fällen sind sie jedoch auch alleinstehend auf dem Flughafengelände installiert; ihre Entfernungsangaben werden dabei bei den Anflugverfahren verwendet. Allerdings werden mit den DMEs nur die Schrägentfernungen zwischen ihnen und den Luftfahrzeugen gemessen; bei entsprechender Entfernung und Höhe ergibt sich dadurch eine, wenn auch geringe Ungenauigkeit bei der Entfernungsangabe.

DWD

Abkürzung für Deutscher Wetterdienst. Der DWD ist eine teilrechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts und untersteht der Dienst- und Fachaufsicht des Bundesministeriums für Verkehr. Zu seinen Aufgaben gehört u.a. die meteorologische Sicherung der Luft- und Seefahrt

EDDF

ICAO-Code des Flughafens Frankfurt.

FAA

Federal Aviation Administration, US-amerikanische oberste Luftfahrtbehörde, setzte seit Ende des zweiten Weltkrieges vielfach die Standards für die internationale Luftfahrt.

FAF

Final Approach Fix, Punkt, von dem aus der Endanflug eingeleitet wird, liegt i. d. R. ca. 20 km vor der Schwelle.

Final

Engl. für Endanflug, beginnt i. d. R. beim FAF (Final Approach Fix)

FIR - Flight Information Region

Fluginformationsgebiete (FIR) bzw. Upper Flight Information Areas / Fluginformationsgebiete (UIR) für den Oberen Luftraum sind definierte Lufträume, in welchen bestimmte Flugverkehrsdienste durchgeführt werden. Sie sind meist identisch mit den entsprechend bezeichneten Bezirkskontrollstellen.

FL - Flight Level

Flughöhe, die auf dem Standarddruck basiert. Da sich die Höhenmesser auf den Luftdruck beziehen, müßten die Piloten sich immer nach dem aktuellen Druck erkundigen und ihre Höhenmesser während des Flugs laufend "nachstellen". Um dies zu vermeiden, fliegen alle Flugzeuge ab einer bestimmten Höhe nach einem standardisierten Druckwert von 1013,2 hpa. Flughöhen, die sich auf diesen Druckwert beziehen, werden als Flight Level / Flugflächen bezeichnet. Als Bezugshöhe (Höhe null) wird die Meereshöhe (NN)/Mean Sea Level genommen. Flugfläche 310 entspricht einer Höhe von 31 000 Fuß über NN, basie-

rend auf einem Luftdruck von 1013,2 hpa. Da der Luftdruck in NN in den seltensten Fällen dem Standarddruck entspricht, wird in niedrigen Höhen, z.B. während des An- oder Abflugs der Höhenmesser auf den örtlichen, jedoch auf NN umgerechneten Druck eingestellt. Diese Flughöhen werden als altitude oder Flughöhe angegeben. Der örtliche Druck wird als sogenannter QNH-Wert angegeben.

Bei Anflügen erfolgt der Übergang vom Standarddruckwert (Flugflächen) zum örtlichen Druckwert (Flughöhen) bei Durchfliegen des Transition Levels / der Übergangsfläche, bei Abflügen erfolgt der "umgekehrte" Wechsel beim Durchfliegen der Transition Altitude / Übergangshöhe.

Flugbewegung

Eine Flugbewegung ist entweder ein Start oder eine Landung

Fluglärmschutzbeauftragter

Eine aufgrund Frankfurter Erfahrungen an allen internationalen zivilen Verkehrsflughäfen Deutschlands etablierte Stelle. Der Fluglärmschutzbeauftragte ist der Genehmigungsbehörde des Flughafens unterstellt und hat die Aufgabe, vermeidbaren Fluglärm gegen Null zu führen durch Herbeiführung optimaler Flugbetriebsverfahren.

Fuel Dumping - Treibstoffablassen

Auch "Jettisoning" genannt. Ein in seltenen Notfällen praktiziertes Ablassen von Treibstoff. Es kommt nur für Großraumflugzeuge in Frage, weil nur diese dazu die technische Einrichtung haben und wird in Höhen normalerweise nicht unter 1.500 m über möglichst unbewohntem Gebiet in ausgewiesenen "Dumping Areas" unter Kontrolle durch die Deutsche Flugsicherung GmbH (DFS) praktiziert. Inwiefern die DFS hierüber die Kontrolle am EAP hat ist nicht bekannt!

Glideslope Indicator

Gleitwegsender, auch Glide Path Transmitter. Komponente des ILS Bodensystems. Richtfunkanlage, die den Leitstrahl für den Gleitwinkel (Höheninformation) festlegt. Dieser wurde von der ICAO zwischen 2.5° und 3.5° für Cat I Landungen und auf 2.5° - 3° bei Cat II/III Landungen festgelegt, wobei nur eine feste Dauereinstellung möglich ist. Erinnert von seiner Form her stark an den Andockmast eines Luftschiffes. Steht seitlich versetzt zur Landebahn in der Nähe des Aufsetzpunktes ca. 120 m von der Landebahnachse entfernt und ca. 300 m hinter der Landbahnschwelle. Die Gleitwegantenne strahlt - vergleichbar mit dem Landkurssender - zwei keulenförmige Strahlungsdiagramme, dieses Mal in der vertikalen Richtung, mit unterschiedlichen Modulationen aus, wobei die obere Keule mit 90 Hz, die untere mit 150 Hz moduliert ist. Die Abstrahlung des Gleitwegsenders ist stärker gebündelt als die des Landkurssenders und erfolgt nur in Anflugrichtung, da der hintere Teil ja ansonsten in den Boden emittieren würde. Der Frequenzbereich der Glideslope Indikatoren liegt im UKW Band zwischen 328.6 und 335.4 MHz, wobei die Reichweite ca. 10 NM beträgt.

GMT

Abkürzung für ‚Greenwich Mean Time‘. Die Bezeichnung für den weltweit gültigen Zeitstandard drückt den Bezug auf den Null-Meridian, der durch Greenwich verläuft, aus. Seit 1982 wird offiziell die Abkürzung UTC verwandt (s.d.).

GPS

Das Global-Positioning-System ist ein satellitengestütztes Navigationssystem zur Positionsbestimmung.

Großwetterlage/-typ

Großwetterlage bezeichnet, nach BAUR (1941-43), die mittlere Luftdruckverteilung über einem großräumigen Gebiet von den Dimensionen Europas über einen mehrtägigen Zeitraum. Eine Großwetterlage ist durch die Witterungsbedingungen in den verschiedenen Teilgebieten gekennzeichnet. Man unterscheidet z.Zt. 29 Großwetterlagen, die ihrerseits aufgrund von Gemeinsamkeiten bezüglich Steuerungszentren des Wettergeschehens sowie Hauptströmungsrichtungen in 10 Großwettertypen zusammengefaßt werden.

HALS/DTOP

Abkürzung für High Altitude Landing System/Dual Threshold Operation, auf dem Flughafen Frankfurt (EDDF) seit 1999 in Erprobung befindliches Landeverfahren zur geringeren Staffelung bei Parallelbahnsystemen: Auf der Landebahn 25L wurde eine Schwelle 1500m nach Westen versetzt und als 26L bezeichnet. Dies ermöglicht bei Parallelbahnbetrieb (gleichzeitiger Anflug auf 25L und 25R) für das auf 26L aufsetzende Flugzeug das Überfliegen der Wirbelschleppen des auf 25R aufsetzenden Flugzeugs und damit ein Vermeiden des Wirbelschleppenkontaktes zwischen den Flugzeugen während der Landung. Auf 25R läßt man die schwerere Kategorie, auf 26L den leichteren Typ landen. Das Verfahren dient der Vermeidung der Wirbelschleppenkontakte, ist aber umstritten.

Holding Pattern

Engl. für Warteschleife

Holding Position

Halteort für das Flugzeug vor Überqueren bzw. befahren einer Roll- bzw. Start- oder Landebahn. Wird mit Buchstaben bezeichnet und auf dem Beton/Asphalt mit einer durchgezogenen und einer unterbrochenen gelben Linie in Folge bezeichnet

Hochdruckgebiet

Gebiet (relativ) hohen Luftdrucks. In einem Hochdruckgebiet herrschen Absinkbewegungen vor, die zur Wolkenauflösung und damit zu klarer Sicht führen.

hPa

Abkürzung für ‚hekto - Pascal‘, Maßeinheit für den Luftdruck, den die Atmosphäre infolge der Schwerkraft auf eine Fläche ausübt. Eine vertikale Luftsäule, die vom Oberrand der Atmosphäre bis zum Meeresspiegel reicht, übt dort im Durchschnitt einen Druck von 1013,2 hPa aus.

Hub

Wortwörtlich "Nabe", auch "Luftverkehrsknoten" oder "Luftverkehrsdrehscheibe" genannt. Ein größerer Flughafen, der den Interkontinental- und/oder Kontinentalverkehr mit einem System von Zubringerflügen koordiniert, um möglichst kurze Umsteigezeiten zu garantieren. Der EAP ist seit Einführung von EuroCross ein Hub für den europäischen Flugverkehr.

IAS

Indicated Airspeed, auch v_{IAS} , eine über einen Vergleich zwischen Staudruck und statischem Druck gemessene Druckdifferenz, proportional zur Geschwindigkeit in der das Flugzeug umgebenden Luft. Die so im Fahrtmesser dargestellte Geschwindigkeit ist somit nicht notwendig gleich der Geschwindigkeit über Grund v_{GS} . Sie ist zudem abhängig von der Höhe und muss mit zunehmenden Höhenwerten korrigiert werden.

ICAO

International Civil Aviation Organization (Internationale Zivilluftfahrtorganisation), eine Unterorganisation der Vereinten Nationen. Die ICAO hat u. a. Strahlflugzeuge in drei Klassen eingestuft, die unterschiedliche Lautstärken vorweisen.

IFR - Instrumental Flight Rules

Flüge, die - bis auf wenige Ausnahmen - nach Instrumenten navigieren, werden gemäss den Instrument Flight Rules / Instrumentenflugregeln (IFR) durchgeführt. Sie unterliegen in jeder Phase ihres Fluges (vom Starten der Triebwerke bis zum Erreichen der Parkposition) der Flugverkehrskontrolle (ATC). Im "Volksmund" werden diese Flüge auch als "Blindflüge" bezeichnet, weil sie auch ohne Sicht nach aussen durchgeführt werden können. Linien- und Charterflüge werden grundsätzlich nach Instrumentenflugregeln durchgeführt.

ILS - Instrument Landing System

Das Instrumentenlandesystem besteht aus zwei Komponenten. Mit Hilfe der Signale des Localizers / Landekursenders (LLZ) und des Glide Path / Gleitwegs (GP) können anfliegende Luftfahrzeuge präzise zur Landebahn geführt werden. Am EAP existiert nur ein ILS, das ILS 16. Es ist für Landeanflüge auf Piste 16 von Norden vorgesehen.

Inversion

Schichtungsform, bei der die Lufttemperatur entgegen der Regel mit der Höhe zunimmt. Man unterscheidet zwischen *Absinkinversion* (bedingt durch die Erwärmung absinkender Luftmassen), *Bodeninversion* (durch nächtliche Wärmeabstrahlung des Bodens hervorgerufen) und *Aufgleitinversion* (Zufuhr warmer Luft in der Höhe).

JAA

Joint Aviation Authorities mit Sitz in Hoofddorp (NL). Mitgliedsstaaten dieser Organisation haben die „Arrangements Concerning the Development and the Acceptance of Joint Aviation Requirements“ unterzeichnet und sind z. Zt. Belgien, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Großbritannien, Irland, Italien, Luxemburg, Malta, Monaco, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Slowakei, Slowenien, Spanien, Schweden, Schweiz, Tschechische Republik, Türkei, Zypern.

JAR

Joint Aviation Requirements, Regelwerk der europäischen JAA. Versucht einheitliche europäische Standards im Luftfahrtbereich zu formulieren und heute zunehmend maßgeblich für den europäischen Luftverkehr.

Kapitel-2-Flugzeuge

Sie werden auch Chapter-2-Flugzeuge genannt. Entsprechend den Lärmbestimmungen nach ICAO (International Civil Aviation Organization), Annex 16, Volume 1, Chapter 2. Kapitel-2-Flugzeuge zählen zu den lauten Flugzeugen und haben ihre Musterzulassung vor dem 6. Oktober 1977 erhalten. Innerhalb der EU gilt seit April 1995 ein Verbot für Kapitel 2-Flugzeuge, wenn diese älter als 25 Jahre sind. Seit dem 1. April 2002 dürfen innerhalb der EU keine Kapitel-2-Flugzeuge mehr eingesetzt werden.

Kapitel-3-Flugzeuge

Sie werden auch Chapter-3-Flugzeuge genannt. Es sind dies Flugzeugtypen, deren Musterzulassung nach dem 6. Oktober 1977 erfolgte und die den strengen Lärmbestimmungen der ICAO, Annex 16, Volume 1, Chapter 3 entsprechen. Innerhalb der EU erhalten Flugzeuge, die diesen Richtlinien nicht entsprechen, seit November 1990 keine Verkehrszulassung mehr. Das Bundesverkehrsministerium erfasst besonders leise Kapitel-3-Flugzeuge gesondert in der sogenannten Bonusliste.

Knoten

Maßeinheit für die Windgeschwindigkeit in der Luft- und Seefahrt. 1 Knoten entspricht 0,5144 m/s.

Lärmmessung

Laut Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm ist jeder Flughafen, der mit Strahlflugzeugen angefliegen wird, zur Fluglärmmessung verpflichtet. In der Umgebung des Flughafens Köln/Bonn geschieht dies mit zwölf stationären und drei mobilen Messstationen sowie einem Messwagen. Hinzu kommt noch eine von der Stadt Köln beschaffte Messstelle, für die die Flughafengesellschaft die Unterhaltungskosten trägt. Die Daten werden von der Fachabteilung Fluglärm und Immissionsmessung ausgewertet. Die Messergebnisse werden anschließend den Anliegergemeinden und den Genehmigungsbehörden zur Verfügung gestellt.

Lärmschutzbereich

Der Lärmschutzbereich wird vom Fluglärmgesetz für alle internationalen zivilen und militärischen Flughäfen gefordert, an denen Strahlverkehr stattfindet. Er umfaßt unter Berücksichtigung des vorhersehbaren Flugverkehrs ein Gebiet, in dem eine Fluglärmbelastung von mehr als 67 dB(A) zu erwarten ist. Aufgeteilt in zwei Schutzzonen umfaßt der Lärmschutzbereich in Zone 1 ein Gebiet, in welchem der Dauerschallpegel 75 dB(A) überschreitet; die Schutzzone 2 ist das übrige Gebiet des Lärmschutzbereiches.

Lärmschutzkommission

Der Paragraph 32 b des Luftverkehrsgesetzes schreibt für jeden Verkehrsflughafen die Bildung einer Lärmschutzkommission vor. Dieses Gremium ist berechtigt, der Genehmigungsbehörde (im Fall des Flughafens Köln/Bonn ist dies das Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand, Energie und Verkehr ([MWMEV](#)) des Landes NRW) Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm vorzuschlagen. Für den Flughafen Köln/Bonn arbeiten in diesem 23 Mitglieder umfassenden Gremium die Kommunen Bergisch Gladbach; Bonn, Köln, Leverkusen, Lohmar; Hennef, Neunkirchen-Seelscheid, Overath, Rösrath, Sankt Augustin, Siegburg und Troisdorf sowie die Bundesvereinigung gegen den Fluglärm, die Condor Flugdienst GmbH, United Parcel Service (UPS), die Flughafen Köln/Bonn GmbH, die Deutsche Flugsicherung (DFS), die Flugbereitschaft des Verteidigungsministeriums, das [MWMEV](#) als federführende Institution sowie das Umweltministerium von NRW.

Landebahnschwelle

Frühester Aufsetzpunkt des Flugzeuges bei der Landung auf der Bahn. Dieser fällt nicht notwendigerweise mit dem physischen Bahnanfang zusammen und ist in der Regel durch ein Paar breiter weißer Parallelstreifen auf dem Asphalt/Beton rechts und links der Mittellinie gekennzeichnet. In einigen Fällen dürfen jedoch Bahnabschnitte zum Startlauf beim Start benutzt werden, die noch vor der Landebahnschwelle liegen. Die Bahn ist in diesem Bereich mit einer Folge von Pfeilen bezeichnet.

Localizer

Landekursender; Komponente des ILS Bodensystems. Richtfunkanlage, die den Leitstrahl für die Anflugrichtung auf die Landebahn vorgibt. Erinnert von der Form her an einen Zaun und steht in Verlängerung der Landebahn ca. 300 m dahinter. Elektronisch mehrere Dipole, die zwei keulenförmige Strahlungsdiagramme mit unterschiedlicher Modulation aussenden, wobei das links der Anflugrichtung liegende Diagramm mit 90 Hz und das rechts der Anflugrichtung liegende Diagramm mit 150 Hz moduliert ist. Durch die Abstrahlungscharakteristik der Landekursantenne ist entgegengesetzt zur Hauptanflug-richtung ein sogen. ILS-Rückkurs vorhanden, der z.B. beim Start oder beim Durchstarten als Richtungsnormal verwendet werden kann. Der Frequenzbereich der ILS-Landekursender muss gem. ICAO-Annex 10 im UKW Band zwischen 108-111.975 MHz liegen, wobei nur die Frequenzen mit den ungeraden Zehnteln (.1, .3, .5,...) zur Anwendung kommen.

LO - Locator Beacon

NDB-Anlagen, die für NDB-Verfahren im Endanflugteil installiert wurden, werden als Locator Beacon (LO) bezeichnet.

Luwwinkel

Vom Piloten bei herrschendem Seitenwind einzuhaltender Vorhaltewinkel bei Start und bei Landung um die Richtung der Flugbewegung zu garantieren. Wird bei der Landung ausschließlich mit dem Seitenruder (Pedale) gesteuert.

MA - Missed Approach

Wenn bei einem IFR-Anflug spätestens am Missed Approach Point (MAPT) festgestellt wird, dass der Flug nicht mit einer Landung abgeschlossen werden kann, weil die Lande-

bahn oder die Anflugbefeuerung nicht rechtzeitig gesehen wurde oder weil der Towercontroller aus bestimmten Gründen (.z.B. weil die erforderliche Staffelung nicht erstellt werden konnte) keine Landefreigabe erteilt hat, wird der Anflug abgebrochen und das "missed approach procedure / Fehlanflugverfahren" eingeleitet. Dieses ist entweder entsprechend veröffentlicht oder wird von den Controllern vorgegeben.

MESZ

Abkürzung für ‚Mittleuropäische Sommerzeit‘, entsprechend UTC (s.d.) + 2 Stunden.

METAR

Abkürzung für ‚Meteorological Aerodrome Report‘. Verschlüsselte Wetterbeobachtungsmeldung, die die für den Flugverkehr relevanten Wetterinformationen enthält. Wird an internationalen Verkehrsflughäfen in der Regel rund um die Uhr in halbstündigem Rhythmus erstellt.

MEZ

Abkürzung für ‚Mittleuropäische Zeit‘, entsprechend UTC (s.d.) + 1 Stunde.

Middle Marker

Haupteinflugszeichen. Fächerförmig nach oben abstrahlendes Funksignal ca.3500 ft (1,05 km) vor der Landebahnschwelle, welches beim Überfliegen im Cockpit die Markierungsfunkfeuer-Empfangsanlage auslöst (Leuchtsignal gelb plus akustisches Warnsignal). Sendefrequenz im UKW-Band von 75 MHz.

NDB - Non Directional Beacon

Ungerichtete Funkfeuer sind wie die VORs, DME- und TACAN-Anlagen Einrichtungen zur Durchführung der Funknavigation. NDBs arbeiten im Mittelwellenbereich und können von den Bordempfängern angepeilt und somit angefliegen werden. Sie unterliegen jedoch einigen Störeinflüssen, z.B Gewittern.

Oberer Luftraum

Luftraum ab Flugfläche 245 (ca. 7400m) aufwärts.

OCA/H

Abkürzung für engl. Obstacle Clearance Altitude/Height, minimale Hindernisfreihöhe beim Landeanflug. Genaue Festlegungen dazu finden sich in ICAO DOC 8168-OPS/611 Volume I, Chapt. 3.5.6 oder in AIP Germany ENR 1.5-5

Outer Marker

Voreinflugszeichen. Fächerförmig nach oben abstrahlendes Funksignal ca. 4 NM (7,4 km) vor der Landebahnschwelle, welches beim Überfliegen im Cockpit die Markierungsfunkfeuer-Empfangsanlage auslöst (Leuchtsignal blau plus akustisches Warnsignal). Sendefrequenz im UKW-Band von 75 MHz.

Parallel Operations

Mit Parallelanflügen können zwei parallel angeordnete Pisten praktisch nebeneinander (gleichzeitig) angefliegen werden. Voraussetzung hierzu ist, dass die beiden parallelen Pisten einen Mindestabstand von 1525 Metern (gemessen von der jeweiligen Pistenmittellinie) aufweisen. Das parallele Pistensystem des Frankfurter Flughafens erfüllt diese Bedingungen jedoch nicht (die beiden Pisten 25R/07L bzw. 25L/07R weisen lediglich einen Abstand von 518 Metern auf), so dass diese kapazitätssteigerenden Verfahren in Frankfurt nicht angewendet werden können. Eine Abhilfe kann deshalb nur durch den Bau einer neuen Piste in entsprechendem Abstand erreicht werden. Bei Pisten, deren Mittellinien einen Mindestabstand von 915 Metern aufweisen, kann eine Diagonalstaffelung von zwei Seemeilen angewendet werden. Auch diese Bedingung wird in Frankfurt nicht erfüllt. In Zürich wurde wegen der Kündigung der Verwaltungsvereinbarung seitens Deutschland, die die Überflüge über deutsches Hoheitsgebiet regelt, die Option "Parallele Südanflüge" ins Gespräch gebracht. Dies wäre bei einer gesicherten Durchstartemöglichkeit auch bei den fast parallelen Pisten möglich. Am EAP ist eine zweite parallele Nord-Süd-Piste vorgesehen, die eine nochmalige beträchtliche Kapazitätssteigerung ermöglichen würde.

Radar

Radar ist die Abkürzung für Radio Detecting and Ranging / Entfernungsmessung durch Funkwellen. Dabei wird zwischen Primary (PR) und Secondary Radar (SSR) / Primär- und Sekundärradar unterschieden. Beim Primärradar wird die von der Radarantenne ausgestrahlte und von einem Objekt (z.B. von einem Flugzeug) reflektierte elektromagnetische Energie auf dem Radarschirm als Radarziel dargestellt. Beim Sekundärradar wird ein von einem Interogator / Sekundärradarabfragegerät ausgestrahltes Signal vom an Bord installierten Transponder / Sekundärradarantwortgerät beantwortet und als Ziel auf dem Radarschirm der Controller dargestellt. Um ein Radarziel eindeutig zu identifizieren, d.h. einem Flugziel zuweisen zu können, muss ein bestimmter SSR-Code auf dem Transponder eingestellt werden. Die Aufforderung, die SSR-Code einzustellen, erfolgt mit der Sprechgruppe "squawk" (z.B. squawk A7031).

Rollweg

Engl. Taxiway, Zubringerwege für die Flugzeuge vom Vorfeld (Apron) zur Startbahn bzw. nach der Landung von der Landebahn zum Vorfeld.

RWY - Runway

Start- und Landebahn oder Piste. Start- und Landebahnen werden mit Zahlen (z.B. RWY 16) und erforderlichenfalls mit zusätzlichen Buchstaben (z.B. RWY 16L) bezeichnet. Mit den Zahlen wird die auf Nord bezogene Ausrichtung angegeben. So wird z.B. mit "16" eine Piste bezeichnet, die sich in süd-süd-östlicher Richtung (zwischen 156 und 165 Grad) erstreckt. Luftfahrzeuge, die auf dieser Piste starten oder landen, fliegen also einen Kurs von ungefähr 160 Grad. Ein Start oder eine Landung in Gegenrichtung, jedoch auf derselben Piste, erfolgt auf der "34". Verfügt ein Flughafen über ein paralleles Pistensystem, so werden die jeweiligen Pisten mit einem zusätzlichen Buchstaben gekennzeichnet. So wird die Bezeichnung RWY 16L für die linke der beiden Parallelpisten verwendet. Je nach Art der Landehilfen (z.B. ILS) werden die Pisten für bestimmte Anflüge zugelassen. Start- und Landebahnen sind mit einer weißen Randbefeuerung und, falls erforderlich, mit einer

farbkodierten Mittellinienbefeuerung ausgerüstet. Eine Mittellinienbefeuerung ist vorgeschrieben, wenn die die Piste für Anflüge nach CAT II zugelassen ist.

Schwelle

Kurzform für Landebahnschwelle, engl. Threshold, also für den Punkt, an dem das Flugzeug frühestens aufsetzen darf. In einigen Fällen fallen Landebahnschwelle und Bahnbeginn nicht zusammen, d.h. die Schwelle liegt hinter dem Bahnbeginn. Der durch querliegende rechte Winkel (Chevrans) auf der Bahn bezeichnete Bereich darf aber für den Startlauf benutzt werden, so dass die Startbahn in diesem Falle länger ist als die Landebahn.

Separation

Engl. für Staffelung der Flugzeuge durch ATC vor der Landung.

SID - Standard Instrument Departure

bei den Standardabflugstecken für Instrumenten Flüge (SIDs) werden die Abflugstrecken vom Start bis zum Erreichen der ATS-Routes / Flugverkehrsstrecken beschrieben.

Slot

Engl. für den i. d. R. eng begrenzten (ca. 10 Min.) Zeitraum zum Anlassen der Motoren und zum Ablegen von den Einstiegen, der vom Flughafenbetreiber dem Flugunternehmer (sogen. Luftfrachtführer) zur Verfügung gestellt wird. Bei Überschreitung dieses Zeitraumes (z. B. auf Grund techn. Probleme oder durch Verzögerungen beim Einstieg der Passagiere) muss vom Flugunternehmer beim Flugplankoordinator des Flughafenbetreibers ein neuer Slot beantragt werden.

Staffelung

Engl. Separation, wird grundsätzlich in horizontale, vertikale und Radarstaffelung unterschieden und meint den Abstand von Flugzeugen untereinander. Das AIP Deutschland schreibt die folgenden Staffelungsmindestwerte (engl. Separation Minima) bei landenden Flugzeugen vor Flugverkehrskontrolle mit Radar:

Vorausfliegendes Flugzeug	Nachfolgendes Flugzeug	Radarstaffelungsmindestwert [NM]
Heavy (H)	Heavy (H)	4
Heavy (H)	Medium (M)	5
Heavy (H)	Light (L)	6
Medium (M)	Light (L)	5

Flugverkehrskontrolle ohne Radar:

Vorausfliegendes Flugzeug	Nachfolgendes Flugzeug	Staffelungsmindestwert [Min]
Heavy (H)	Medium (M)	2

Heavy (H)	Light (L)	3
Medium (M)	Light (L)	3

STAR - Standard Terminal Arrival Routes

Unter Standardanflugstrecken (STARs) werden Navigationsstrecken vom Verlassen der ATS-Routes / Flugverkehrsstrecken bis zu einem Funkfeuer, von welchem der Anflug durchgeführt wird, beschrieben.

TAF

Abkürzung für ‚Terminal Area Forecast‘. Verschlüsselte Flugplatz-Wettervorhersage mit den für den Flugverkehr relevanten Wetterelementen. Wird alle 3 Stunden ausgegeben und besitzt eine Gültigkeitsperiode von 9 Stunden.

TAS

True Airspeed

Taupunkt

Feuchtemaß mit der physikalischen Dimension einer Temperatur (z.B. °C). Kühlt ein Luftpaket auf den Taupunkt ab, so tritt die Umwandlung des darin enthaltenen Wasserdampfs in flüssiges Wasser auf.

Taxiway

Engl. Bezeichnung für Rollweg

TMA - Terminal Area

Nahverkehrsbereich. Ein bestimmter Luftraum in der Umgebung eines oder mehrerer Flughäfen. Eine TMA ist ein kontrollierter Luftraum, der gegenüber dem übrigen kontrollierten Luftraum in verschiedenen Sektoren niedrigere Untergrenzen von 1000, 1700 Fuß bzw. 2500 Fuß aufweist. Am EAP wurde über dem Markgräflerland am 25.03.1999 ein neuer Luftraum eingerichtet und die kontrollierte Flughöhe auf 1000 Fuß, also ca. 330 Meter abgesenkt.

Transponder

Strahlt bei Anregung durch den Strahl des Bodenkontroll-Radars ein Identifizierungssignal für das so detektierte Flugzeug ab, welches durch den auf der Radarempfängerschüssel montierten SSR (Secondary Surveillance Radar) empfangen wird und so dem Fluglotsen die eindeutige Zuordnung des Flugzeuges im Verhältnis zu anderen ermöglicht.

TWR - Tower

Platzkontrollstelle. Die Towercontroller sind für die Kontrolle sämtlicher Flüge an einem und in der unmittelbaren Umgebung eines Flughafens und für die Kontrolle von Personen und Fahrzeugen in ihrem Zuständigkeitsbereich verantwortlich. Ihre Zuständigkeit erstreckt sich

auf die Start- und Landebahnen oder Pisten (runways) und die Rollbahnen (taxiways) sowie einen genau definierten Luftraum in der unmittelbaren Nähe des Flughafens, der normalerweise mit der Kontrollzone identisch ist.

Unterer Luftraum

Luftraum von Erdoberfläche bis Flugfläche 245 (ca. 24500 ft oder 7400 m Höhe)

UTC

Abkürzung für ‚Universal Time Coordinated‘, der weltweit gültige Zeitstandard. Vgl. Glossareintrag ‚GMT‘.

VFR - Visual Flight Rules

Flüge, die nach den Sichtflugregeln (VFR) operieren, können sich bei ihrem Flug der Funknavigation bedienen. Sie dürfen jedoch nur bei Sichtflugverhältnissen fliegen, die eine bestimmte Flugsicht und einen bestimmten Abstand zu den Wolken vorschreiben. Sie unterliegen nur in bestimmten Lufträumen, z.B. innerhalb einer Kontrollzone der Flugverkehrskontrolle und werden nur unter bestimmten Voraussetzungen gegenüber anderen Flügen gestaffelt.

Virtuelles Funkfeuer

Ein Orientierungspunkt für Piloten, der keine Funkfeuer-Installation auf dem Boden erfordert. Virtuelle Funkfeuer werden aus Leitstrahlen anderer Funkfeuer definiert. ELBEG setzt sich z.B. aus den Strahlen 13° BLM und 69° HOC zusammen.

VOR - VHF Omnidirectional Radio Range

UKW-Drehfunkfeuer "produzieren" sogenannte Radials / Leitstrahlen, die eine sehr präzise Navigation ermöglichen. VOR-Anlagen sind oftmals als Doppler-Anlagen ausgeführt oder zusammen mit TACAN-Anlagen kombiniert. Sie werden dann als DVOR bzw. als (D)VORTAC bezeichnet

Wirbelschleppen

Engl. Wake Turbulences oder auch Vortex, durch den transversalen Druckausgleich zwischen Tragflächenober- (niedrigerer) und Tragflächenunterseite (höherer Druck) an den Flächenenden zustande kommende gegenläufige, zirkuläre Turbulenzen, die in ihrem Einzugsgebiet andere Flugzeuge gefährden können. Z. Zt. sind drei Wirbelschleppenkategorien (in Abhängigkeit vom Fluggewicht) definiert:

Höchstabflugmasse [to]	Kategorie	Kürzel
# 7	Light	L
> 7 , < 136	Medium	M
> 136	H	L

Die Drehrichtung der Wirbel ist in Flugrichtung blickend auf der rechten Seite entgegen dem Uhrzeigersinn und auf der linken Seite im Uhrzeigersinn. Sie brechen nach dem vollständigen Aufsetzen des Flugzeuges (Bugrad hat Bodenberührung) mehr oder weniger zusammen. Des weiteren können sie vom Wind durchaus abgetrieben werden (von daher die Gefahr auch bei weit auseinander liegenden parallelen Bahnsystemen). Bisherige Forschungen zeigen, dass Wirbelschleppen langsam zum Boden absinken. Z. Zt. wird an der Entwicklung von speziellen Radarsystemen zur Erkennung von Wirbelschleppen gearbeitet.

zyklonal

Bewegungsrichtung der Luft auf der Nordhalbkugel entgegen dem Uhrzeigersinn (entspricht dem charakteristischen Strömungsverhalten um ein Tiefdruckgebiet). Gegensatz: antizyklonale Strömung (im Uhrzeigersinn) um ein Hochdruckgebiet.

Fluglärm- Entlastungskonzept Raunheim (FER)

Anhang - Datendokumentation

Magistrat der
Stadt Raunheim



GPM
Büro für Geoinformatik, Umweltplanung, neue Medien
Stiftstraße 17
D-61476 Kronberg

Kronberg/Mainz, Oktober 2002

bearbeitet von

THOMAS HASSELBECK
CHRISTIAN KEIL
DR. ANDREAS MICZAIKA
SABINE SWOBODA
JOHANNES WOLF

INHALT

1	VORBEMERKUNG	5
2	ERGÄNZENDE AUSWERTEEERGEBNISSE ZUR FLUGLÄRMBELASTUNG IN RAUNHEIM	6
2.1	Übersicht zu Vollständigkeit und Zusammensetzung der Rohdatensätze (Einzelschallereignisse 1998 und 1999 (FRAPORT))	6
2.2	Monatliche Ereignisse nach Betriebsrichtung getrennt	6
2.3	Meteorologische Situation (s. Folgeseite)	7
2.4	Einzelschallereignisse Messpunkt 05 (Opelbrücke) 1998	9
2.4.1	Einzelschallereignisse am Tag	9
2.4.2	Einzelschallereignisse in der Nacht	12
2.5	Einzelschallereignisse Messpunkt 06 (Raunheim) 1998	15
2.5.1	Einzelschallereignisse am Tag	15
2.5.2	Einzelschallereignisse in der Nacht	18
2.6	Einzelschallereignisse Messpunkt 06 (Raunheim) 1998, bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25	20
2.6.1	Einzelschallereignisse am Tag	21
2.6.2	Einzelschallereignisse in der Nacht	23
2.7	Einzelschallereignisse Messpunkt 05 (Opelbrücke) 1999	26
2.7.1	Einzelschallereignisse am Tag	26
2.7.2	Einzelschallereignisse in der Nacht	29
2.8	Einzelschallereignisse Messpunkt 06 (Raunheim) 1999	32
2.8.1	Einzelschallereignisse am Tag	32
2.8.2	Einzelschallereignisse in der Nacht	35
2.9	Einzelschallereignisse Messpunkt 06 (Raunheim) 1999, bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25	37
2.9.1	Einzelschallereignisse am Tag	38
2.9.2	Einzelschallereignisse in der Nacht	40
2.10	Beispielhafte Auflistung von Einzelschallereignissen – 06.10. bis 07.10.1998 (MP06)	42
3	ERGÄNZENDE ERLÄUTERUNGEN ZU DEN AERONAUTISCHE KOMPONENTEN DES FLUGBETRIEBS	58
3.1	Aerodynamische Grundlagen des Fluges	58
3.1.1	Auftrieb	58

3.1.2	Geschwindigkeiten	60
4	ERGÄNZENDE AUSWERTEERGEBNISSE ZU DEN DARGESTELLTEN ENTLASTUNGSÜBERLEGUNGEN	63
4.1	Rückenwindkomponente	63
4.2	Flughäfen mit An- und Abflugwinkel > 3°	68
4.2.1	Afrika	68
4.2.2	Amerika (Nord)	69
4.2.3	Amerika (Mittel)/Karibik	71
4.2.4	Amerika (Süd)	71
4.2.5	Asien und Ozeanien (einschl. Australien und Neuseeland)/Pazifik.....	72
4.2.6	Europa (Ost).....	75
4.2.7	Europa (West)	76
4.2.8	Rußland (europ. und asiatischer Teil)	81
4.3	Endanflug	83
4.3.1	Landebahnlängen/Landeschwellen an anderen Großflughäfen.....	83
4.3.1.1	Start- und Landebahnlängen der 50 meistfrequentierten Flughäfen der Welt	83
4.3.1.2	Start- und Landebahnlängen weiterer ausgewählter intern. Flughäfen.....	85
4.3.2	Aufstellung der gängigsten Strahlflugzeuge MTOW > 20 to zur Beförderung von Personen und Fracht	86

1 VORBEMERKUNG

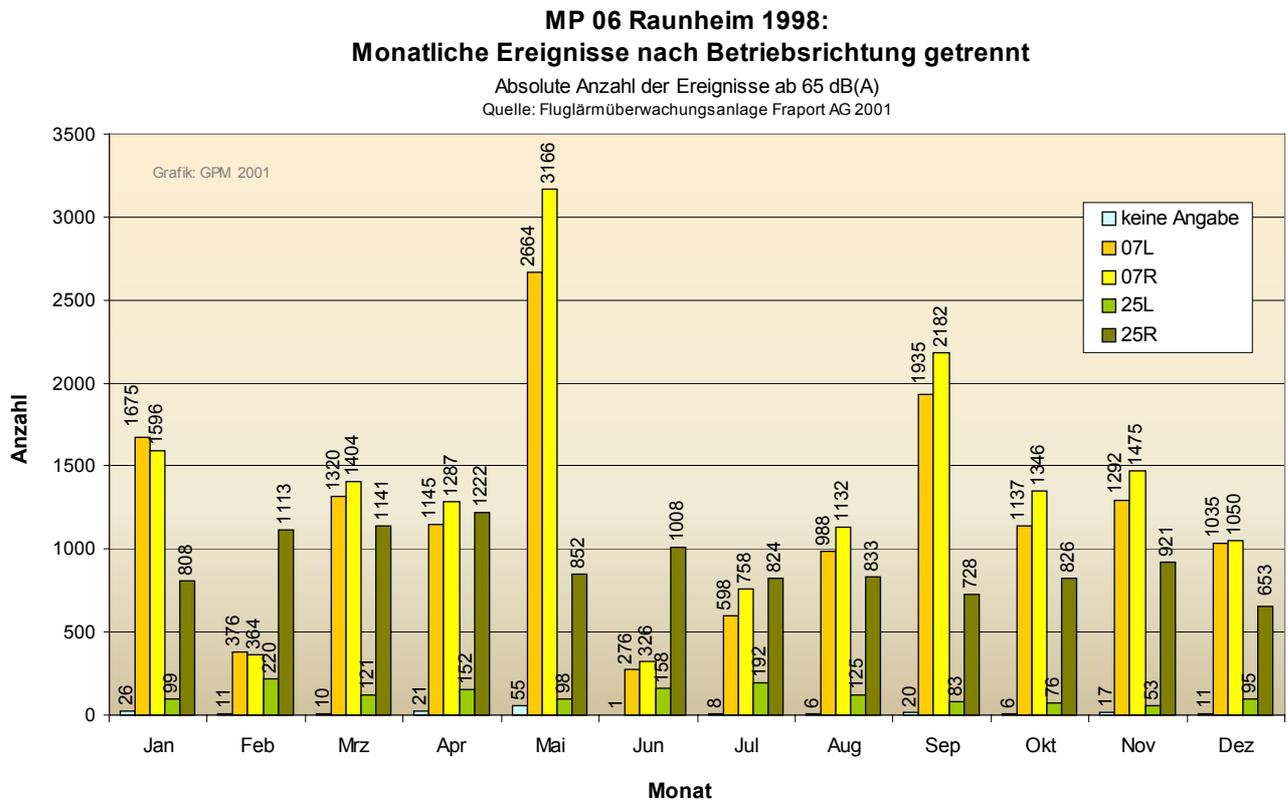
Im Erläuterungsbericht zum Fluglärmmentlastungskonzept wurden bereits viele Informationen graphisch und tabellarisch dargestellt und erläutert. Viele Auswertergebnisse konnten dennoch nicht in den Bericht aufgenommen werden. Sie tragen aber mitunter wesentlich zum Verständnis der Belastungssituation in Raunheim bzw. zur Nachvollziehbarkeit der angestellten Entlastungsüberlegungen bei. Sie werden deshalb in diesem Anhang ohne weitere Erläuterung dokumentiert.

2 ERGÄNZENDE AUSWERTERGEBNISSE ZUR FLUGLÄRMBELASTUNG IN RAUNHEIM

2.1 Übersicht zu Vollständigkeit und Zusammensetzung der Rohdatensätze (Einzelschallereignisse 1998 und 1999 (FRAPORT))

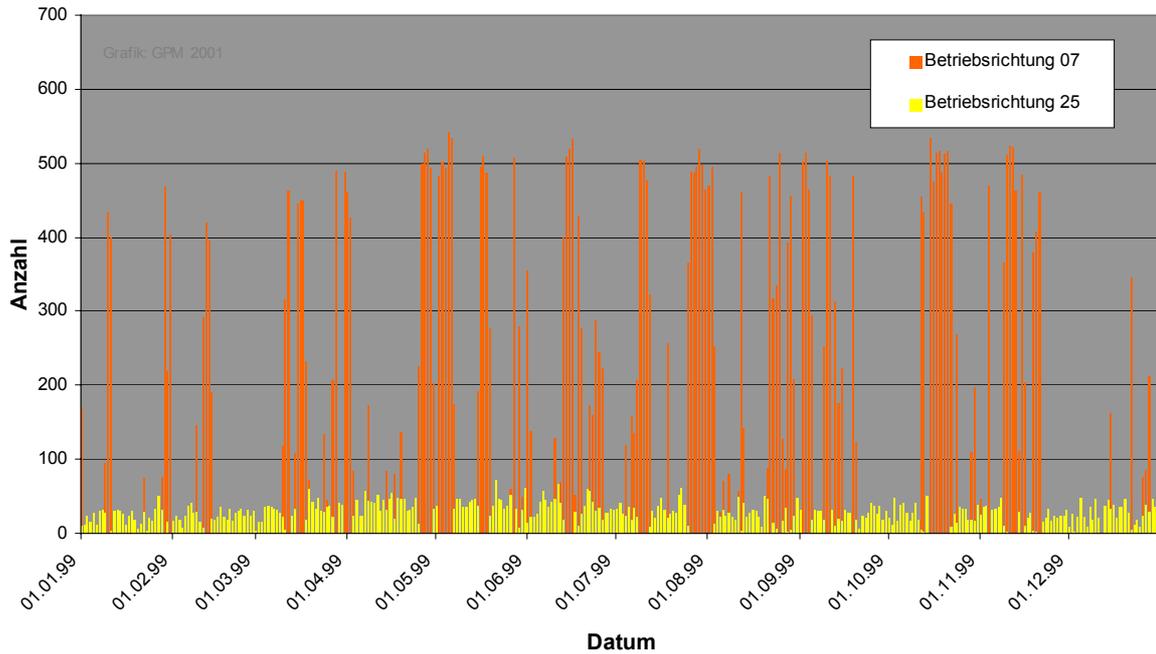
	MP05, 1998	MP06, 1998	MP05, 1999	MP06, 1999
gesamt	22294	43120	39110	62080
vollst.	22215	42928	38915	61713
07 gesamt	21249	30527	38188	50939
davon 65-75	13522	13345	24187	20906
davon 75-85	7689	16850	13888	29354
davon >=85	38	332	113	679
25 gesamt	966	12401	727	10774
davon 65-75	709	10130	562	9315
davon 75-85	241	2185	156	1388
davon >=85	11	75	9	71

2.2 Monatliche Ereignisse nach Betriebsrichtung getrennt



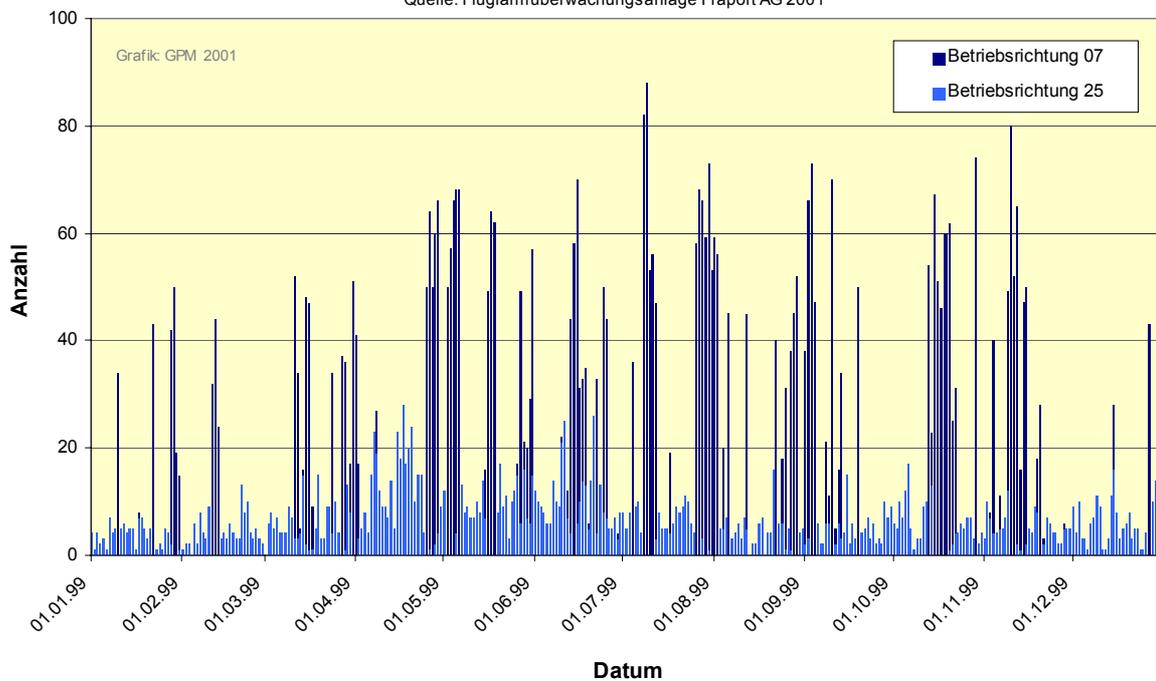
**Messpunkt 06 Raunheim 1999:
Einzelereignisse aller Tage 6:00 - 21:59 Uhr
nach Betriebsrichtung getrennt**

Absolute tägliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



**Messpunkt 06 Raunheim 1999:
Einzelereignisse aller Nächte 22:00 - 5:59 Uhr
nach Betriebsrichtung getrennt**

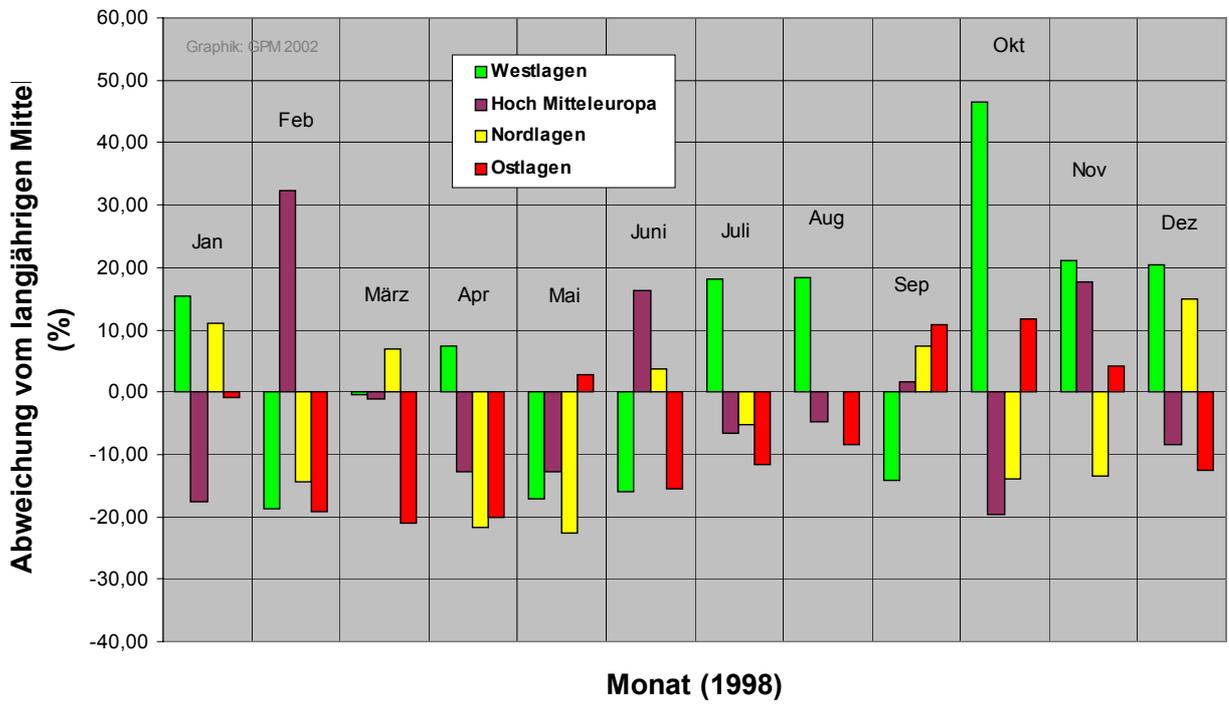
Absolute tägliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.3 Meteorologische Situation (s. Folgeseite)

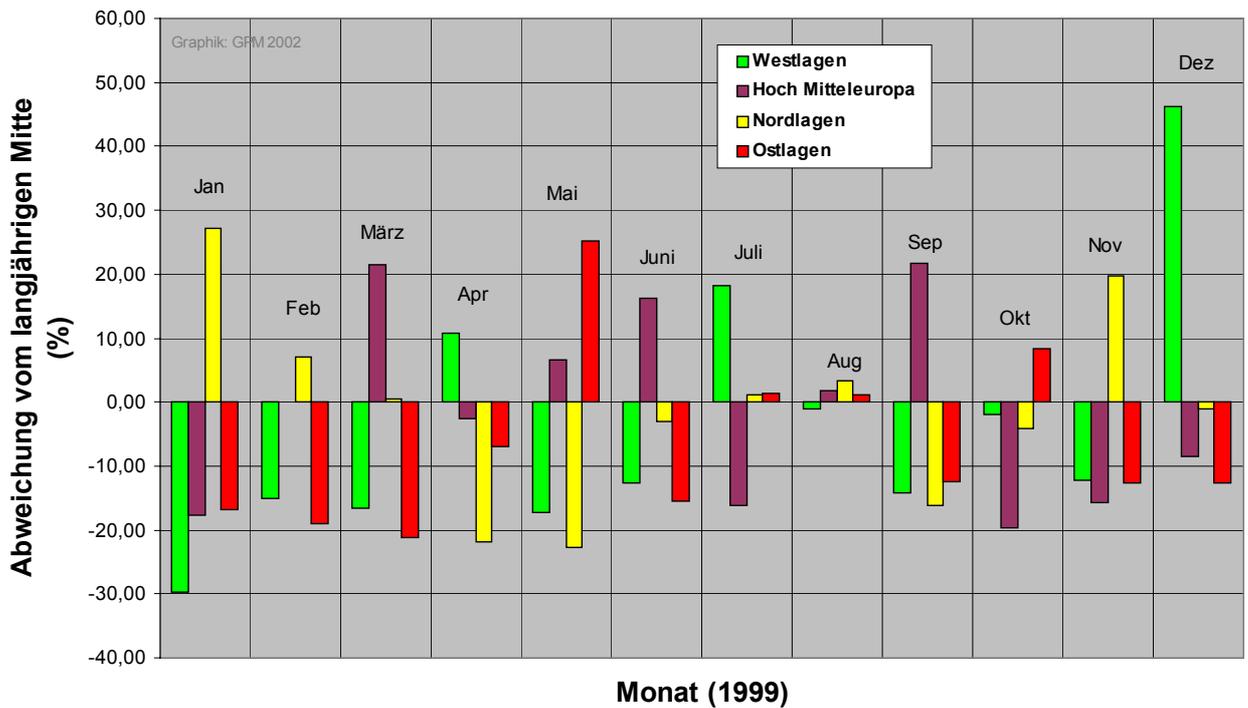
Prozentuale Abweichung im Auftreten der Großwettertypen 1998 vom langjährigen Mittel

Quelle: Gerstengarbe et.al, 1998; DWD, 1998



Prozentuale Abweichung im Auftreten der Großwettertypen 1999 vom langjährigen Mittel

Quelle: Gerstengarbe et.al, 1998; DWD, 1999



2.4 Einzelschallereignisse Messpunkt 05 (Opelbrücke) 1998

2.4.1 Einzelschallereignisse am Tag

Messpunkt 05 Opelbrücke: Die 37 extremsten Tage (6:00 - 21:59 Uhr) des Jahres 1998

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 364 Tagen)

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum	Summe der Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Januar	15	21.01.98	302	99,34%	10	185	99	8		
	16	22.01.98	300	99,67%	13	185	97	5		
	14	23.01.98	316	100,00%	7	191	106	11	1	
	18	25.01.98	298	99,66%	12	175	106	5		
	26	26.01.98	270	100,00%	17	162	80	10	1	
März	17	23.03.98	299	100,00%	13	195	87	4		
	29	24.03.98	264	100,00%	13	143	106	1	1	
	9	29.03.98	342	100,00%	11	193	135	3		
April	8	22.04.98	342	99,42%	15	207	116	3		1
	35	27.04.98	250	99,60%	8	117	118	7		
	2	30.04.98	382	99,74%	10	218	147	7		
Mai	28	04.05.98	268	99,25%	10	126	126	4	2	
	27	10.05.98	270	100,00%	14	154	97	4	1	
	13	13.05.98	317	99,68%	14	192	105	3	1	2
	5	14.05.98	352	99,43%	19	198	126	8	1	
	6	15.05.98	346	98,84%	12	200	127	4	1	2
	7	16.05.98	346	99,42%	8	189	145	4		
	3	17.05.98	365	99,73%	14	192	150	9		
	4	18.05.98	358	100,00%	11	197	146	2	2	
	32	19.05.98	259	100,00%	3	130	123	2		1
	12	20.05.98	326	98,77%	12	176	135	3		
Juni	33	05.06.98	254	99,21%	6	127	111	9	1	
Juli	1	02.07.98	389	99,74%	13	220	146	10		
August	31	09.08.98	260	100,00%	11	173	75	1		
September	24	01.09.98	281	100,00%	32	170	74	3	2	
	37	02.09.98	243	99,18%	18	140	83	2		
	34	20.09.98	253	100,00%	16	175	60	2		
	25	21.09.98	270	100,00%	15	186	67	1		1
	21	22.09.98	287	99,65%	21	177	89			
	23	23.09.98	282	100,00%	20	180	80	2		
Oktober	11	02.10.98	329	100,00%	18	197	109	5		
	30	05.10.98	263	100,00%	24	166	72	1		
	19	06.10.98	290	99,66%	18	191	77	3		1
November	20	20.11.98	290	99,66%	16	179	93	2		
	36	21.11.98	244	99,59%	19	146	73	6		
	10	30.11.98	331	100,00%	13	227	90	1		
Dezember	22	01.12.98	283	100,00%	14	188	78	2		1

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Messpunkt 05 Opelbrücke: Die 37 extremsten Tage (6:00 - 21:59 Uhr) des Jahres 1998

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 364 Tagen)

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

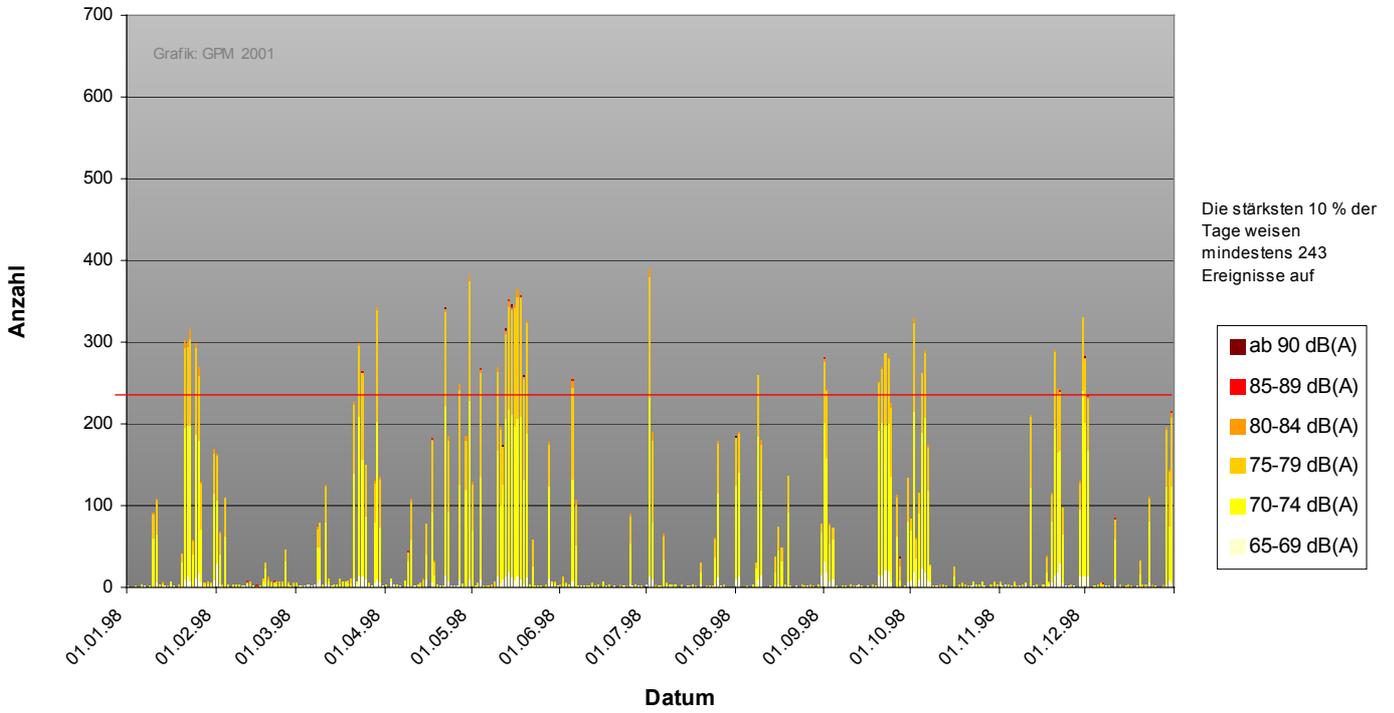
Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum	Summe der Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	02.07.98	389	99,74%	13	220	146	10		
2	30.04.98	382	99,74%	10	218	147	7		
3	17.05.98	365	99,73%	14	192	150	9		
4	18.05.98	358	100,00%	11	197	146	2	2	
5	14.05.98	352	99,43%	19	198	126	8	1	
6	15.05.98	346	98,84%	12	200	127	4	1	2
7	16.05.98	346	99,42%	8	189	145	4		
8	22.04.98	342	99,42%	15	207	116	3		1
9	29.03.98	342	100,00%	11	193	135	3		
10	30.11.98	331	100,00%	13	227	90	1		
11	02.10.98	329	100,00%	18	197	109	5		
12	20.05.98	326	98,77%	12	176	135	3		
13	13.05.98	317	99,68%	14	192	105	3	1	2
14	23.01.98	316	100,00%	7	191	106	11	1	
15	21.01.98	302	99,34%	10	185	99	8		
16	22.01.98	300	99,67%	13	185	97	5		
17	23.03.98	299	100,00%	13	195	87	4		
18	25.01.98	298	99,66%	12	175	106	5		
19	06.10.98	290	99,66%	18	191	77	3		1
20	20.11.98	290	99,66%	16	179	93	2		
21	22.09.98	287	99,65%	21	177	89			
22	01.12.98	283	100,00%	14	188	78	2		1
23	23.09.98	282	100,00%	20	180	80	2		
24	01.09.98	281	100,00%	32	170	74	3	2	
25	21.09.98	270	100,00%	15	186	67	1		1
26	26.01.98	270	100,00%	17	162	80	10	1	
27	10.05.98	270	100,00%	14	154	97	4	1	
28	04.05.98	268	99,25%	10	126	126	4	2	
29	24.03.98	264	100,00%	13	143	106	1	1	
30	05.10.98	263	100,00%	24	166	72	1		
31	09.08.98	260	100,00%	11	173	75	1		
32	19.05.98	259	100,00%	3	130	123	2		1
33	05.06.98	254	99,21%	6	127	111	9	1	
34	20.09.98	253	100,00%	16	175	60	2		
35	27.04.98	250	99,60%	8	117	118	7		
36	21.11.98	244	99,59%	19	146	73	6		
37	02.09.98	243	99,18%	18	140	83	2		

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Messpunkt 05 Opelbrücke 1998: Einzelereignisse aller Tage 6:00 - 21:59 Uhr

Absolute tägliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.4.2 Einzelschallereignisse in der Nacht

Messpunkt 05 Opelbrücke:

Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1998

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 365 Nächten)

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum Nacht vom/zum	Summe Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Januar	30	20./21.01.1998	37	97,30%	2	24	10	1		
	31	21./22.01.1998	37	100,00%	4	21	12			
	20	22./23.01.1998	42	100,00%		23	19			
	16	23./24.01.1998	43	100,00%	4	22	14	3		
	26	26./27.01.1998	39	97,44%	4	21	14			
März	32	23./24.03.1998	36	100,00%	4	21	11			
April	14	22./23.04.1998	44	100,00%	3	25	15	1		
	3	29./30.04.1998	52	98,08%	7	25	19	1		
	21	8	42	100,00%	2	26	14			
Mai	37	08./09.05.1998	33	100,00%	2	23	8			
	35	12./13.05.1998	33	100,00%	1	19	13			
	4	13./14.05.1998	50	100,00%	3	29	17	1		
	10	14./15.05.1998	46	100,00%	4	27	13	1	1	
	25	15./16.05.1998	39	100,00%	5	24	9	1		
	36	17./18.05.1998	33	100,00%	2	21	10			
	23	18./19.05.1998	40	100,00%	8	20	12			
	27	28./29.05.1998	38	100,00%	2	24	11	1		
Juli	19	02./03.07.1998	42	97,62%	3	20	17	2		
	34	25./26.07.1998	35	97,14%	4	19	12			
August	18	09./30.08.1998	43	100,00%	10	23	10			
	24	8	40	100,00%	9	27	4			
September	6	01./02.09.1998	50	100,00%	10	28	12			
	2	02./03.09.1998	53	100,00%	6	31	15	1		
	12	04./05.09.1998	46	95,65%	12	27	7			
	22	20./21.09.1998	41	97,56%	6	20	14	1		
	13	21./22.09.1998	45	100,00%	4	32	8	1		
	11	22./23.09.1998	46	100,00%	13	23	10			
	7	23./24.09.1998	49	100,00%	10	27	11	1		
Oktober	5	01./02.10.1998	50	100,00%	5	32	13			
	15	02./03.10.1998	44	100,00%	6	21	17			
	28	04./05.10.1998	38	100,00%	4	18	16			
	8	05./06.10.1998	47	100,00%	4	33	10			
	1	06./07.10.1998	73	98,63%	6	49	18			
November	33	19./20.11.1998	36	97,22%	1	25	10			
	9	8	46	100,00%	1	26	15	3		1
Dezember	17	01./02.12.1998	43	100,00%	2	31	10			
	29	29./30.12.1998	37	100,00%	3	17	14	3		

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

**Messpunkt 05 Opelbrücke:
Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1998**

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 365 Nächten)

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

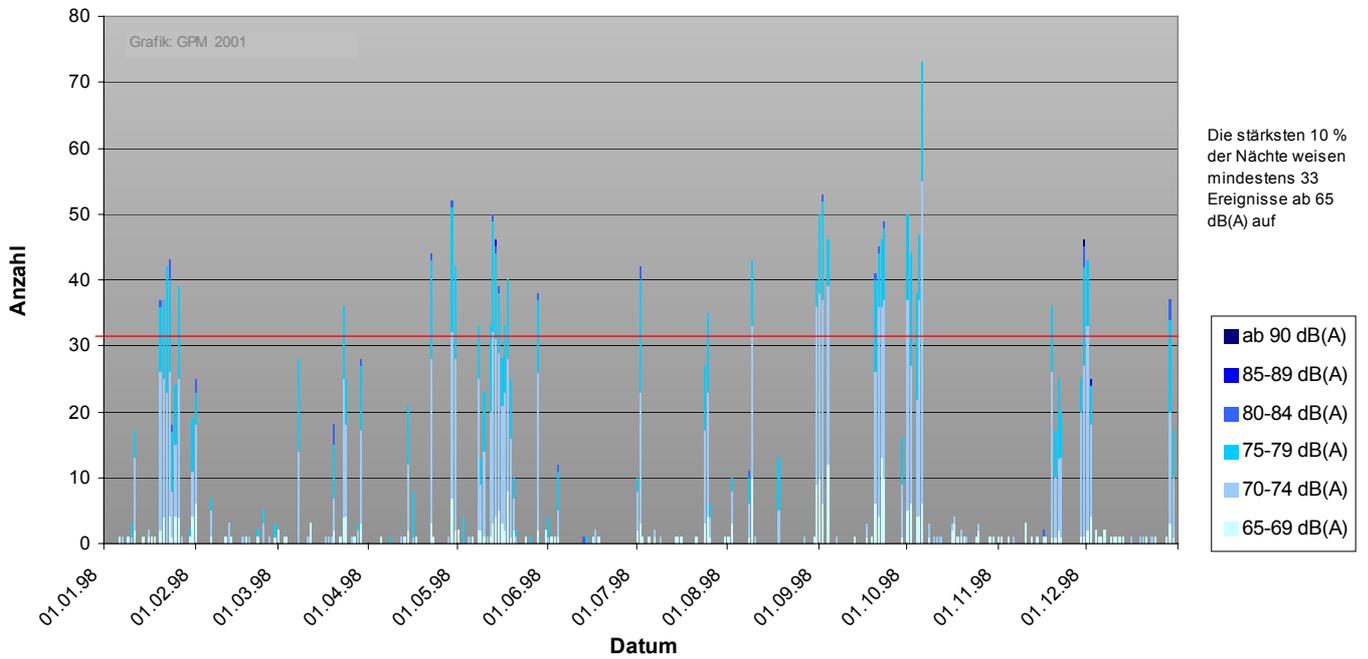
Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum Nacht vom/zum	Summe Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	06./07.10.1998	73	98,63%	6	49	18			
2	02./03.09.1998	53	100,00%	6	31	15	1		
3	29./30.04.1998	52	98,08%	7	25	19	1		
4	13./14.05.1998	50	100,00%	3	29	17	1		
5	01./02.10.1998	50	100,00%	5	32	13			
6	01./02.09.1998	50	100,00%	10	28	12			
7	23./24.09.1998	49	100,00%	10	27	11	1		
8	05./06.10.1998	47	100,00%	4	33	10			
9	8	46	100,00%	1	26	15	3		1
10	14./15.05.1998	46	100,00%	4	27	13	1	1	
11	22./23.09.1998	46	100,00%	13	23	10			
12	04./05.09.1998	46	95,65%	12	27	7			
13	21./22.09.1998	45	100,00%	4	32	8	1		
14	22./23.04.1998	44	100,00%	3	25	15	1		
15	02./03.10.1998	44	100,00%	6	21	17			
16	23./24.01.1998	43	100,00%	4	22	14	3		
17	01./02.12.1998	43	100,00%	2	31	10			
18	09./30.08.1998	43	100,00%	10	23	10			
19	02./03.07.1998	42	97,62%	3	20	17	2		
20	22./23.01.1998	42	100,00%		23	19			
21	8	42	100,00%	2	26	14			
22	20./21.09.1998	41	97,56%	6	20	14	1		
23	18./19.05.1998	40	100,00%	8	20	12			
24	8	40	100,00%	9	27	4			
25	15./16.05.1998	39	100,00%	5	24	9	1		
26	26./27.01.1998	39	97,44%	4	21	14			
27	28./29.05.1998	38	100,00%	2	24	11	1		
28	04./05.10.1998	38	100,00%	4	18	16			
29	29./30.12.1998	37	100,00%	3	17	14	3		
30	20./21.01.1998	37	97,30%	2	24	10	1		
31	21./22.01.1998	37	100,00%	4	21	12			
32	23./24.03.1998	36	100,00%	4	21	11			
33	19./20.11.1998	36	97,22%	1	25	10			
34	25./26.07.1998	35	97,14%	4	19	12			
35	12./13.05.1998	33	100,00%	1	19	13			
36	17./18.05.1998	33	100,00%	2	21	10			
37	08./09.05.1998	33	100,00%	2	23	8			

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

**Messpunkt 05 Opelbrücke 1998:
Einzelereignisse aller Nächte 22:00 - 5:59 Uhr**

Absolute nächtliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.5 Einzelschallereignisse Messpunkt 06 (Raunheim) 1998

2.5.1 Einzelschallereignisse am Tag

Messpunkt 06 Raunheim:

Die 37 extremsten Tage (6:00 - 21:59 Uhr) des Jahres 1998

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 364 Tagen)

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GFM 2001

Monat	Rang	Datum	Summe der Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Januar	22	21.01.98	438	99,32%	10	172	199	54	3	
	23	22.01.98	436	99,31%	10	165	205	49	7	
	14	23.01.98	453	100,00%	11	165	232	40	3	2
	31	25.01.98	415	99,76%	3	154	200	56	2	
	36	26.01.98	397	100,00%	4	150	189	52	1	1
März	32	23.03.98	414	99,76%	9	159	198	40	6	2
	28	24.03.98	428	99,53%	17	184	177	48	1	1
	20	29.03.98	447	100,00%	13	153	216	56	7	2
April	16	22.04.98	452	98,45%	14	167	201	66	3	1
	12	30.04.98	456	99,12%	8	177	210	59	2	
Mai	35	04.05.98	408	98,04%	9	92	228	75	3	1
	29	10.05.98	426	100,00%	11	172	183	49	11	
	5	13.05.98	476	99,37%	7	156	253	51	4	5
	18	14.05.98	451	99,11%	10	186	187	55	12	1
	3	15.05.98	478	98,54%	11	181	223	56	5	2
	21	16.05.98	440	98,64%	11	161	212	52	4	
	6	17.05.98	476	98,95%	13	169	223	66	4	1
	8	18.05.98	467	99,79%	16	189	208	51	3	
	37	19.05.98	375	96,53%	12	179	144	37	2	1
34	20.05.98	409	98,78%	17	169	184	33	5	1	
Juli	2	02.07.98	491	99,80%	20	202	216	51	1	1
August	27	09.08.98	431	100,00%	21	174	187	45	4	
September	15	01.09.98	452	100,00%	20	187	199	41	2	3
	19	02.09.98	448	99,33%	12	177	215	41	2	1
	24	20.09.98	436	100,00%	8	186	184	55	3	
	17	21.09.98	451	99,33%	22	204	184	36	3	2
	25	22.09.98	436	99,77%	22	197	185	30	2	
	7	23.09.98	475	99,79%	23	207	201	39	4	1
Oktober	30	24.09.98	417	97,36%	14	153	204	44	2	
	1	02.10.98	507	100,00%	13	207	233	46	7	1
	11	05.10.98	458	100,00%	13	188	208	44	5	
November	10	06.10.98	464	99,78%	10	147	243	57	5	2
	9	20.11.98	466	98,93%	20	185	212	49		
	33	21.11.98	411	99,76%	16	174	180	38	2	1
	26	22.11.98	431	98,84%	25	197	174	32	2	1
Dezember	4	30.11.98	477	99,79%	10	170	231	58	8	
	13	01.12.98	455	100,00%	14	184	210	44	1	2

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Messpunkt 06 Raunheim: Die 37 extremsten Tage (6:00 - 21:59 Uhr) des Jahres 1998

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 364 Tagen)

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

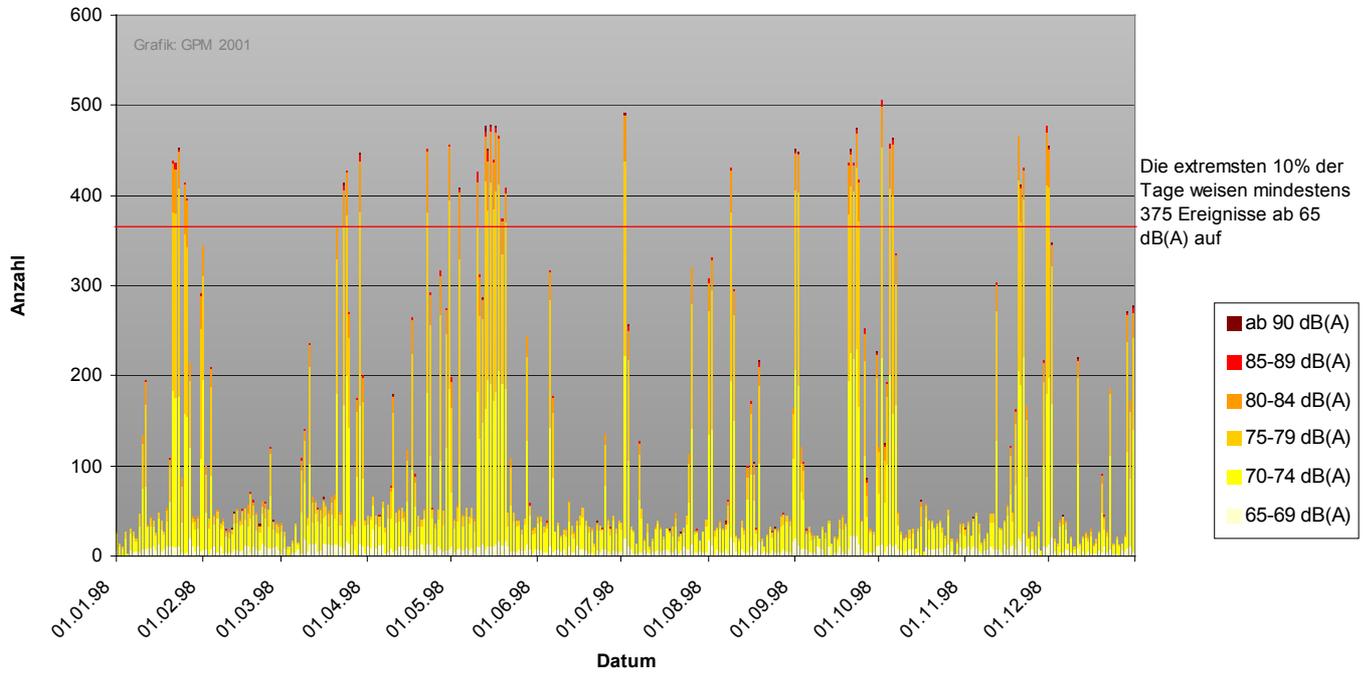
Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum	Summe der Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	02.10.98	507	100,00%	13	207	233	46	7	1
2	02.07.98	491	99,80%	20	202	216	51	1	1
3	15.05.98	478	98,54%	11	181	223	56	5	2
4	30.11.98	477	99,79%	10	170	231	58	8	
5	13.05.98	476	99,37%	7	156	253	51	4	5
6	17.05.98	476	98,95%	13	169	223	66	4	1
7	23.09.98	475	99,79%	23	207	201	39	4	1
8	18.05.98	467	99,79%	16	189	208	51	3	
9	20.11.98	466	98,93%	20	185	212	49		
10	06.10.98	464	99,78%	10	147	243	57	5	2
11	05.10.98	458	100,00%	13	188	208	44	5	
12	30.04.98	456	99,12%	8	177	210	59	2	
13	01.12.98	455	100,00%	14	184	210	44	1	2
14	23.01.98	453	100,00%	11	165	232	40	3	2
15	01.09.98	452	100,00%	20	187	199	41	2	3
16	22.04.98	452	98,45%	14	167	201	66	3	1
17	21.09.98	451	99,33%	22	204	184	36	3	2
18	14.05.98	451	99,11%	10	186	187	55	12	1
19	02.09.98	448	99,33%	12	177	215	41	2	1
20	29.03.98	447	100,00%	13	153	216	56	7	2
21	16.05.98	440	98,64%	11	161	212	52	4	
22	21.01.98	438	99,32%	10	172	199	54	3	
23	22.01.98	436	99,31%	10	165	205	49	7	
24	20.09.98	436	100,00%	8	186	184	55	3	
25	22.09.98	436	99,77%	22	197	185	30	2	
26	22.11.98	431	98,84%	25	197	174	32	2	1
27	09.08.98	431	100,00%	21	174	187	45	4	
28	24.03.98	428	99,53%	17	184	177	48	1	1
29	10.05.98	426	100,00%	11	172	183	49	11	
30	24.09.98	417	97,36%	14	153	204	44	2	
31	25.01.98	415	99,76%	3	154	200	56	2	
32	23.03.98	414	99,76%	9	159	198	40	6	2
33	21.11.98	411	99,76%	16	174	180	38	2	1
34	20.05.98	409	98,78%	17	169	184	33	5	1
35	04.05.98	408	98,04%	9	92	228	75	3	1
36	26.01.98	397	100,00%	4	150	189	52	1	1
37	19.05.98	375	96,53%	12	179	144	37	2	1

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

**Messpunkt 06 Raunheim 1998:
Einzelereignisse aller Tage 6:00 - 21:59 Uhr**

Absolute tägliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.5.2 Einzelschallereignisse in der Nacht

Messpunkt 06 Raunheim:

Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1998

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 365 Nächten)

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum Nacht vom/zum	Summe Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Januar	18	20./21.01.1998	47	87,23%	10	16	16	5		
	17	21./22.01.1998	48	87,50%	10	7	25	6		
	21	22./23.01.1998	45	100,00%	3	16	24	2		
	15	23./24.01.1998	49	97,96%	8	24	15	2		
	29	26./27.01.1998	41	97,56%	9	19	13			
März	37	23./24.03.1998	36	100,00%	1	6	16	12	1	
April	11	22./23.04.1998	50	94,00%	5	5	25	13	2	
	2	29./30.04.1998	59	89,83%	7	7	30	12	3	
Mai	26	30.04./01.05.1998	42	97,62%	4	22	14	2		
	24	08./09.05.1998	45	80,00%	12	25	8			
	31	12./13.05.1998	39	87,18%	7	4	18	8	2	
	14	13./14.05.1998	49	100,00%	2	2	30	9	5	1
	7	14./15.05.1998	53	90,57%	8	3	24	15	2	1
	20	15./16.05.1998	45	93,33%	9	23	10	2	1	
	28	18./19.05.1998	41	92,68%	2	5	18	16		
Juli	32	28./29.05.1998	39	97,44%	7	23	8	1		
	10	02./03.07.1998	51	88,24%	3	11	22	15		
	27	24./25.07.1998	42	73,81%	13	17	12			
August	33	25./26.07.1998	38	97,37%	7	17	13			1
	25	09./10.08.1998	44	100,00%	11	17	15	1		
September	22	31.08./01.09.1998	45	93,33%	10	26	7	2		
	3	01./02.09.1998	57	98,25%	11	29	16	1		
	5	02./03.09.1998	56	98,21%	8	19	22	7		
	4	04./05.09.1998	57	78,95%	15	33	8	1		
	36	20./21.09.1998	37	97,30%	1	4	21	10	1	
	13	21./22.09.1998	50	100,00%	8	31	10	1		
	16	22./23.09.1998	49	100,00%	10	27	10	2		
Oktober	6	23./24.09.1998	56	96,43%	15	29	12			
	8	01./02.10.1998	53	100,00%	6	29	17	1		
	9	02./03.10.1998	52	100,00%	9	16	26	1		
	30	04./05.10.1998	40	100,00%	2	1	21	14	2	
	12	05./06.10.1998	50	98,00%	4	26	16	4		
1	06./07.10.1998	79	97,47%	9	30	32	6	2		
November	35	19./20.11.1998	38	97,37%	5	16	16	1		
Dezember	19	30.11./01.12.1998	46	100,00%	3	16	21	3	2	1
	23	01./02.12.1998	45	100,00%	9	21	14	1		
	34	29./30.12.1998	38	100,00%	5	13	17	3		

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Messpunkt 06 Raunheim: Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1998

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 365 Nächten)

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

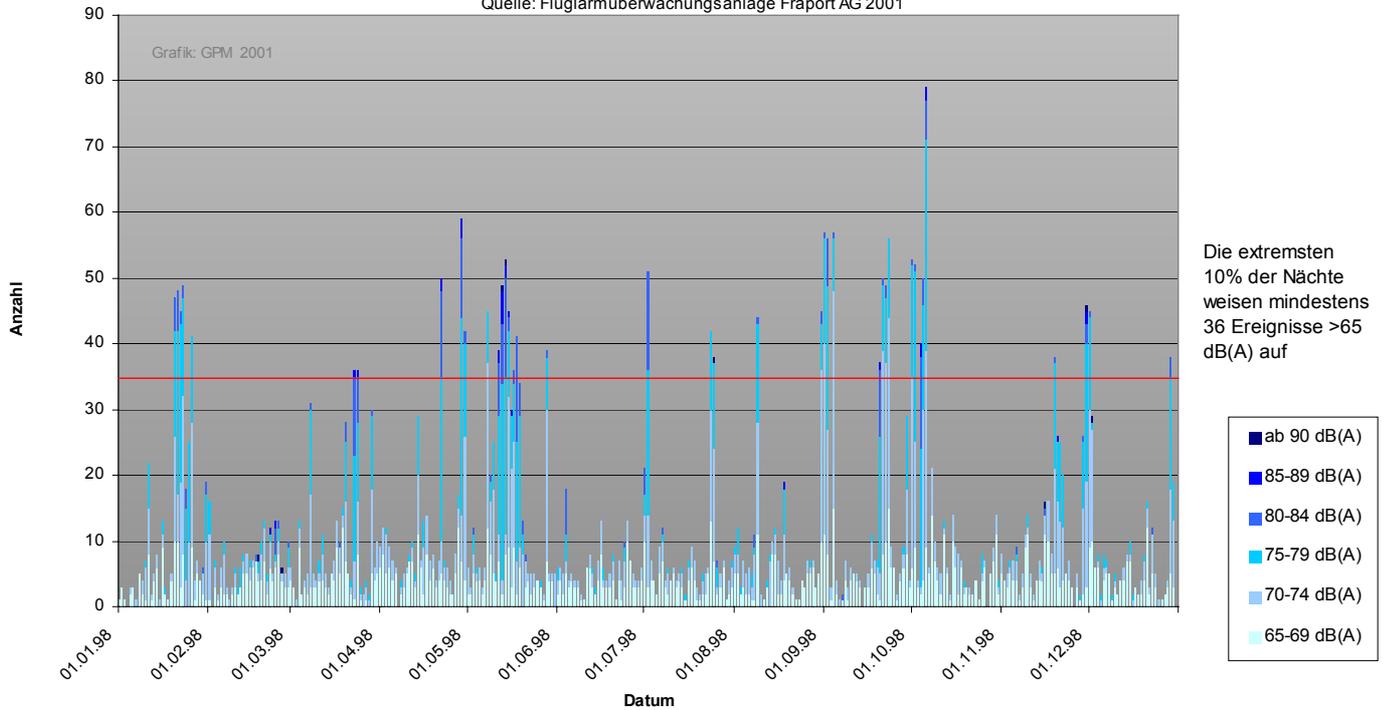
Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum Nacht vom/zum	Summe Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	06./07.10.1998	79	97,47%	9	30	32	6	2	
2	29./30.04.1998	59	89,83%	7	7	30	12	3	
3	01./02.09.1998	57	98,25%	11	29	16	1		
4	04./05.09.1998	57	78,95%	15	33	8	1		
5	02./03.09.1998	56	98,21%	8	19	22	7		
6	23./24.09.1998	56	96,43%	15	29	12			
7	14./15.05.1998	53	90,57%	8	3	24	15	2	1
8	01./02.10.1998	53	100,00%	6	29	17	1		
9	02./03.10.1998	52	100,00%	9	16	26	1		
10	02./03.07.1998	51	88,24%	3	11	22	15		
11	22./23.04.1998	50	94,00%	5	5	25	13	2	
12	05./06.10.1998	50	98,00%	4	26	16	4		
13	21./22.09.1998	50	100,00%	8	31	10	1		
14	13./14.05.1998	49	100,00%	2	2	30	9	5	1
15	23./24.01.1998	49	97,96%	8	24	15	2		
16	22./23.09.1998	49	100,00%	10	27	10	2		
17	21./22.01.1998	48	87,50%	10	7	25	6		
18	20./21.01.1998	47	87,23%	10	16	16	5		
19	8	46	100,00%	3	16	21	3	2	1
20	15./16.05.1998	45	93,33%	9	23	10	2	1	
21	22./23.01.1998	45	100,00%	3	16	24	2		
22	8	45	93,33%	10	26	7	2		
23	01./02.12.1998	45	100,00%	9	21	14	1		
24	08./09.05.1998	45	80,00%	12	25	8			
25	09./10.08.1998	44	100,00%	11	17	15	1		
26	8	42	97,62%	4	22	14	2		
27	24./25.07.1998	42	73,81%	13	17	12			
28	18./19.05.1998	41	92,68%	2	5	18	16		
29	26./27.01.1998	41	97,56%	9	19	13			
30	04./05.10.1998	40	100,00%	2	1	21	14	2	
31	12./13.05.1998	39	87,18%	7	4	18	8	2	
32	28./29.05.1998	39	97,44%	7	23	8	1		
33	25./26.07.1998	38	97,37%	7	17	13			1
34	29./30.12.1998	38	100,00%	5	13	17	3		
35	19./20.11.1998	38	97,37%	5	16	16	1		
36	20./21.09.1998	37	97,30%	1	4	21	10	1	
37	23./24.03.1998	36	100,00%	1	6	16	12	1	

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

**Messpunkt 06 Raunheim 1998:
Einzelereignisse aller Nächte 22:00-5:59 Uhr**

Absolute nächtliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.6 Einzelschallereignisse Messpunkt 06 (Raunheim) 1998, bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25

Wie bereits die Graphik in Kapitel 2.2 dieses Anhangs zeigt, treten die Hauptbelastungen durch Fluglärm in Raunheim in erster Linie bei Betriebsrichtung 07 auf. Durch die folgenden Abbildungen soll verdeutlicht werden, dass es allerdings auch bei Betriebsrichtung 25 zu erheblichen Belastungen kommt.

2.6.1 Einzelschallereignisse am Tag

**Messpunkt 06 Raunheim:
Die 37 extremsten Tage (6:00-21:59 Uhr) des Jahres 1998
bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25**

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum	Betriebs- richtung 25	Gesamt- tagessumme	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Januar	22	19.01.98	54	54	11	28	12	2		1
	2	20.01.98	73	108	10	37	22	4		
Februar	32	13.02.98	52	52	6	30	15	1		
	35	15.02.98	51	52	6	29	13	2	1	
	33	16.02.98	52	52	12	28	12			
	19	17.02.98	56	56	10	22	16	8		
	8	19.02.98	62	63	10	34	13	2	3	
	11	22.02.98	60	61	13	35	6	6		
	13	23.02.98	59	59	11	30	13	4	1	
	15	25.02.98	58	121	9	28	17	2	2	
März	18	09.03.98	56	141	11	27	16	1	1	
	4	12.03.98	66	66	13	24	23	5		1
	9	13.03.98	61	61	13	35	11	2		
	25	14.03.98	53	53	4	34	14		1	
	29	15.03.98	52	52	6	29	15	2		
	6	16.03.98	65	66	14	29	18	2	1	1
	20	17.03.98	56	56	14	31	10	1		
	37	18.03.98	51	51	14	19	15	3		
	7	19.03.98	65	65	12	33	14	5	1	
	3	20.03.98	67	67	14	28	20	5		
April	5	03.04.98	66	66	30	27	9			
	14	06.04.98	59	59	14	39	6			
	21	08.04.98	56	56	5	36	15			
	31	12.04.98	52	52	10	29	12	1		
	27	13.04.98	53	53	10	31	12			
	30	21.04.98	52	52	6	35	9	2		
	26	24.04.98	53	53	6	35	11		1	
Mai	23	03.05.98	54	55	8	30	14	2		
	28	06.05.98	53	53	9	35	9			
	36	08.05.98	51	54	8	33	9		1	
	12	29.05.98	59	59	8	37	10	2	2	
Juni	10	12.06.98	61	61	10	29	21	1		
	24	17.06.98	54	54	8	35	11			
Juli	34	08.07.98	52	52	5	37	10			
September	1	27.09.98	86	86	5	40	22	14	4	1
Oktober	16	18.10.98	58	58	9	34	13	2		
November	17	16.11.98	57	57	8	36	11	2		

**Messpunkt 06 Raunheim:
Die 37 extremsten Tage (6:00-21:59 Uhr) des Jahres 1998
bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25**

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum	Betriebs- richtung 25	Gesamt- Tagessumme	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	27.09.98	86	86	5	40	22	14	4	1
2	20.01.98	73	108	10	37	22	4		
3	20.03.98	67	67	14	28	20	5		
4	12.03.98	66	66	13	24	23	5		1
5	03.04.98	66	66	30	27	9			
6	16.03.98	65	66	14	29	18	2	1	1
7	19.03.98	65	65	12	33	14	5	1	
8	19.02.98	62	63	10	34	13	2	3	
9	13.03.98	61	61	13	35	11	2		
10	12.06.98	61	61	10	29	21	1		
11	22.02.98	60	61	13	35	6	6		
12	29.05.98	59	59	8	37	10	2	2	
13	23.02.98	59	59	11	30	13	4	1	
14	06.04.98	59	59	14	39	6			
15	25.02.98	58	121	9	28	17	2	2	
16	18.10.98	58	58	9	34	13	2		
17	16.11.98	57	57	8	36	11	2		
18	09.03.98	56	141	11	27	16	1	1	
19	17.02.98	56	56	10	22	16	8		
20	17.03.98	56	56	14	31	10	1		
21	08.04.98	56	56	5	36	15			
22	19.01.98	54	54	11	28	12	2		1
23	03.05.98	54	55	8	30	14	2		
24	17.06.98	54	54	8	35	11			
25	14.03.98	53	53	4	34	14		1	
26	24.04.98	53	53	6	35	11		1	
27	13.04.98	53	53	10	31	12			
28	06.05.98	53	53	9	35	9			
29	15.03.98	52	52	6	29	15	2		
30	21.04.98	52	52	6	35	9	2		
31	12.04.98	52	52	10	29	12	1		
32	13.02.98	52	52	6	30	15	1		
33	16.02.98	52	52	12	28	12			
34	08.07.98	52	52	5	37	10			
35	15.02.98	51	52	6	29	13	2	1	
36	08.05.98	51	54	8	33	9		1	
37	18.03.98	51	51	14	19	15	3		

2.6.2 Einzelschallereignisse in der Nacht

Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1998 bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum Nacht vom/zum	Betriebs- richtung 25	Gesamt- nachtsumme	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Januar	13	16./17.01.1998	13	13	9	2	2			
Februar	35	19./20.02.1998	10	10	4	4	2			
	28	20./21.02.1998	11	36	6	4	1			
	19	22./23.02.1998	12	29	6	4	1		1	
	11	24./25.02.1998	13	13	6	1	1	4	1	
	12	25./26.02.1998	13	13	8	2	2	1		
März	14	04./05.03.1998	13	13	9	3	1			
	26	12./13.03.1998	11	11	4	4	3			
	17	17./18.03.1998	13	13	9	4				
	34	18./19.03.1998	10	10	5	4		1		
	6	19./20.03.1998	15	15	12	2	1			
	30	24./25.03.1998	11	11	7	3	1			
April	25	02./03.04.1998	12	12	8	4				
	23	03./04.04.1998	12	12	5	6	1			
	37	12./13.04.1998	10	10	7	2	1			
	8	17./18.04.1998	14	14	8	6				
	2	28./29.04.1998	17	17	12	3	2			
Juni	16	16./17.06.1998	13	13	8	5				
	33	24./25.06.1998	10	10	3	4	2	1		
	18	25./26.06.1998	13	13	10	3				
Juli	31	01./02.07.1998	11	21	9	2				
	20	07./08.07.1998	12	12	7	3	1	1		
	32	24./25.07.1998	11	42	9	2				
August	24	15./16.08.1998	12	12	8	3	1			
September	29	17./18.09.1998	11	13	6	4	1			
	22	29./30.09.1998	12	12	6	4	2			
Oktober	1	08./09.10.1998	19	21	14	5				
	15	12./13.10.1998	13	13	11	1	1			
	9	15./16.10.1998	14	14	10	4				
	10	30./31.10.1998	14	14	11	3				
November	27	09./10.11.1998	11	11	9	2				
	7	10./11.11.1998	14	14	11	1	2			
	3	16./17.11.1998	16	16	11	3		1		1
	5	17./18.11.1998	16	16	10	6				
Dezember	36	15./16.12.1998	10	10	7	1	2			
	4	21./22.12.1998	16	16	12	3	1			
	21	23./24.12.1998	12	12	5	6		1		

Messpunkt 06 Raunheim: Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1998 bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

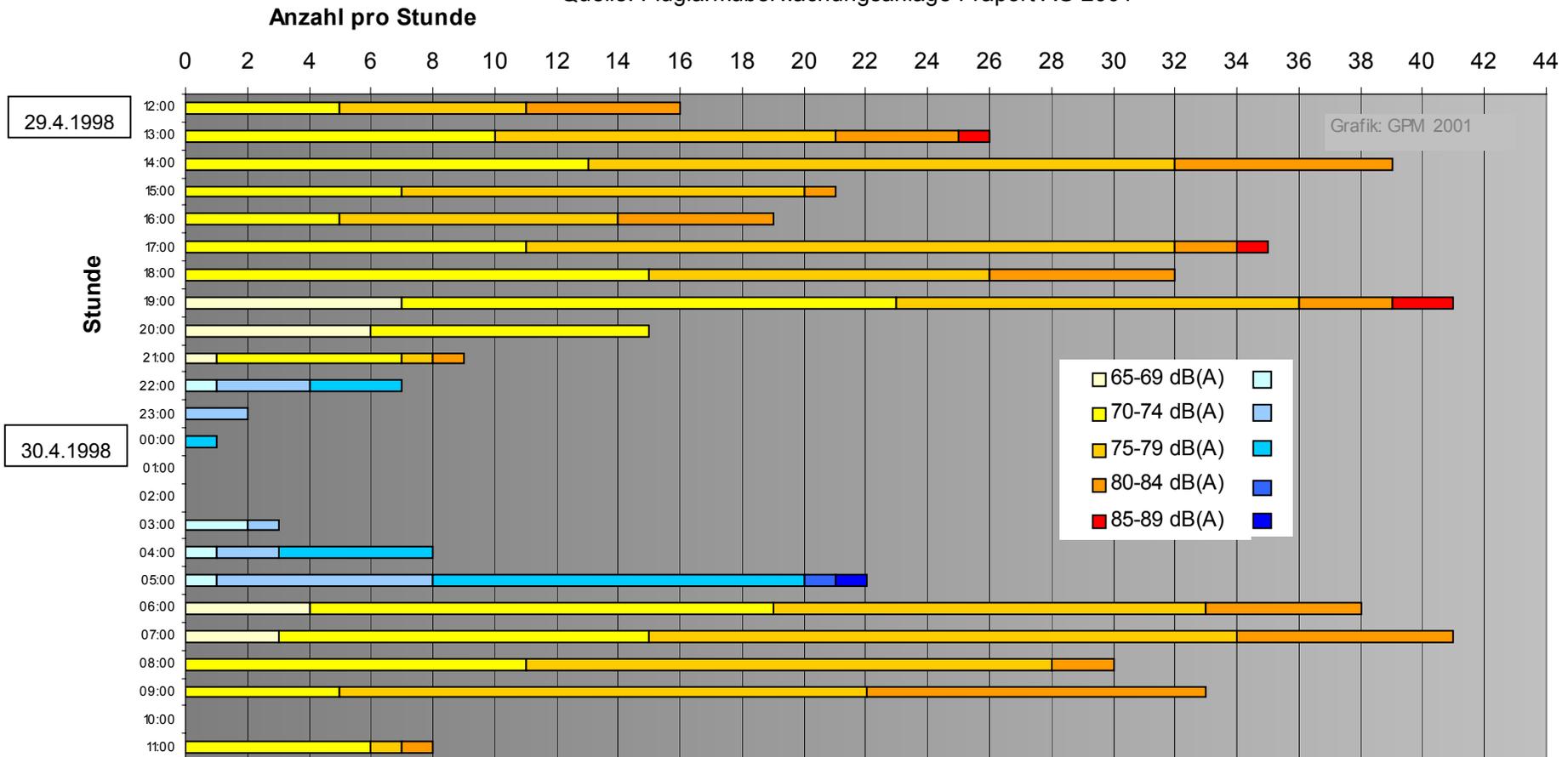
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum Nacht vom/zum	Betriebs- richtung 25	Gesamt- nachtsumme o 	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	08./09.10.1998	19	21	14	5				
2	28./29.04.1998	17	17	12	3	2			
3	16./17.11.1998	16	16	11	3		1		1
4	21/22.12.1998	16	16	12	3	1			
5	17./18.11.1998	16	16	10	6				
6	19./20.03.1998	15	15	12	2	1			
7	10./11.11.1998	14	14	11	1	2			
8	17./18.04.1998	14	14	8	6				
9	15./16.10.1998	14	14	10	4				
10	30./31.10.1998	14	14	11	3				
11	24./25.02.1998	13	13	6	1	1	4	1	
12	25./26.02.1998	13	13	8	2	2	1		
13	16./17.01.1998	13	13	9	2	2			
14	04./05.03.1998	13	13	9	3	1			
15	12./13.10.1998	13	13	11	1	1			
16	16./17.06.1998	13	13	8	5				
17	17./18.03.1998	13	13	9	4				
18	25./26.06.1998	13	13	10	3				
19	22./23.02.1998	12	29	6	4	1		1	
20	07./08.07.1998	12	12	7	3	1	1		
21	23./24.12.1998	12	12	5	6		1		
22	29./30.09.1998	12	12	6	4	2			
23	03./04.04.1998	12	12	5	6	1			
24	15./16.08.1998	12	12	8	3	1			
25	02./03.04.1998	12	12	8	4				
26	12./13.03.1998	11	11	4	4	3			
27	09./10.11.1998	11	11	9	2				
28	20./21.02.1998	11	36	6	4	1			
29	17./18.09.1998	11	13	6	4	1			
30	24./25.03.1998	11	11	7	3	1			
31	01./02.07.1998	11	21	9	2				
32	24./25.07.1998	11	42	9	2				
33	24./25.06.1998	10	10	3	4	2	1		
34	18./19.03.1998	10	10	5	4		1		
35	19./20.02.1998	10	10	4	4	2			
36	15./16.12.1998	10	10	7	1	2			
37	12./13.04.1998	10	10	7	2	1			

Messpunkt 06 Raunheim: Stündliche Ereignisse vom 29.4.1998 12:00 bis zum 30.4.1998 12:00 (Rang 2 der fluglärmreichsten Nächte 1998 22:00-5:59 Uhr)

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.7 Einzelschallereignisse Messpunkt 05 (Opelbrücke) 1999

2.7.1 Einzelschallereignisse am Tag

Messpunkt 05 Opelbrücke:

Die 37 extremsten Tage (6:00 - 21:59 Uhr) des Jahres 1999

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 364 Tagen)

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum	Summe der Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
März	36	28.03.99	356	100,00%	7	225	116	7	1	
April	33	27.04.99	362	99,72%	14	221	119	6	1	1
	31	29.04.99	363	98,90%	2	234	123	3	1	
Mai	19	02.05.99	381	98,95%	9	198	163	10	1	
	17	03.05.99	385	99,74%	14	223	141	7		
	2	04.05.99	419	99,28%	15	234	158	9	2	1
	5	05.05.99	408	99,26%	11	235	148	6	7	1
	1	06.05.99	428	99,07%	6	235	171	13	2	1
	25	16.05.99	372	100,00%	17	202	145	7		1
	16	17.05.99	385	99,48%	13	223	140	7	2	
	20	18.05.99	380	99,74%	10	225	139	4	2	
	27	27.05.99	368	99,46%	14	208	141	5		
Juni	12	14.06.99	393	99,75%	13	225	142	10	2	1
	14	15.06.99	387	100,00%	12	243	129	2	1	
	18	16.06.99	384	99,48%	13	219	144	7	1	
Juli	6	09.07.99	405	99,51%	11	245	144	5		
	15	10.07.99	386	100,00%	8	245	127	6		
	35	27.07.99	358	99,72%	9	226	118	4		1
	28	28.07.99	366	92,08%	8	233	121	4		
	21	29.07.99	380	100,00%	11	244	120	5		
	29	30.07.99	366	99,18%	13	229	120	4		
August	34	02.08.99	362	100,00%	19	216	127			
	26	22.08.99	370	99,46%	11	231	123	5		
	32	25.08.99	363	100,00%	15	206	138	4		
September	8	02.09.99	399	100,00%	9	234	153	3		
	3	03.09.99	414	99,28%	13	237	154	9		1
	30	11.09.99	363	99,17%	15	218	126	2	2	
Oktober	11	15.10.99	395	99,75%	14	241	136	4		
	24	17.10.99	373	100,00%	11	234	125	3		
	23	18.10.99	378	99,47%	9	243	120	5		1
	22	20.10.99	378	100,00%	9	240	123	5		1
	10	21.10.99	396	99,49%	10	257	124	4	1	
November	13	04.11.99	388	99,74%	11	247	125	3	1	1
	4	10.11.99	413	99,76%	10	244	153	6		
	7	11.11.99	403	100,00%	11	213	169	8	2	
	9	12.11.99	398	100,00%	9	255	126	8		
	37	13.11.99	355	100,00%	10	202	133	9		1

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Messpunkt 05 Opelbrücke: Die 37 extremsten Tage (6:00 - 21:59 Uhr) des Jahres 1999

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 364 Tagen)

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

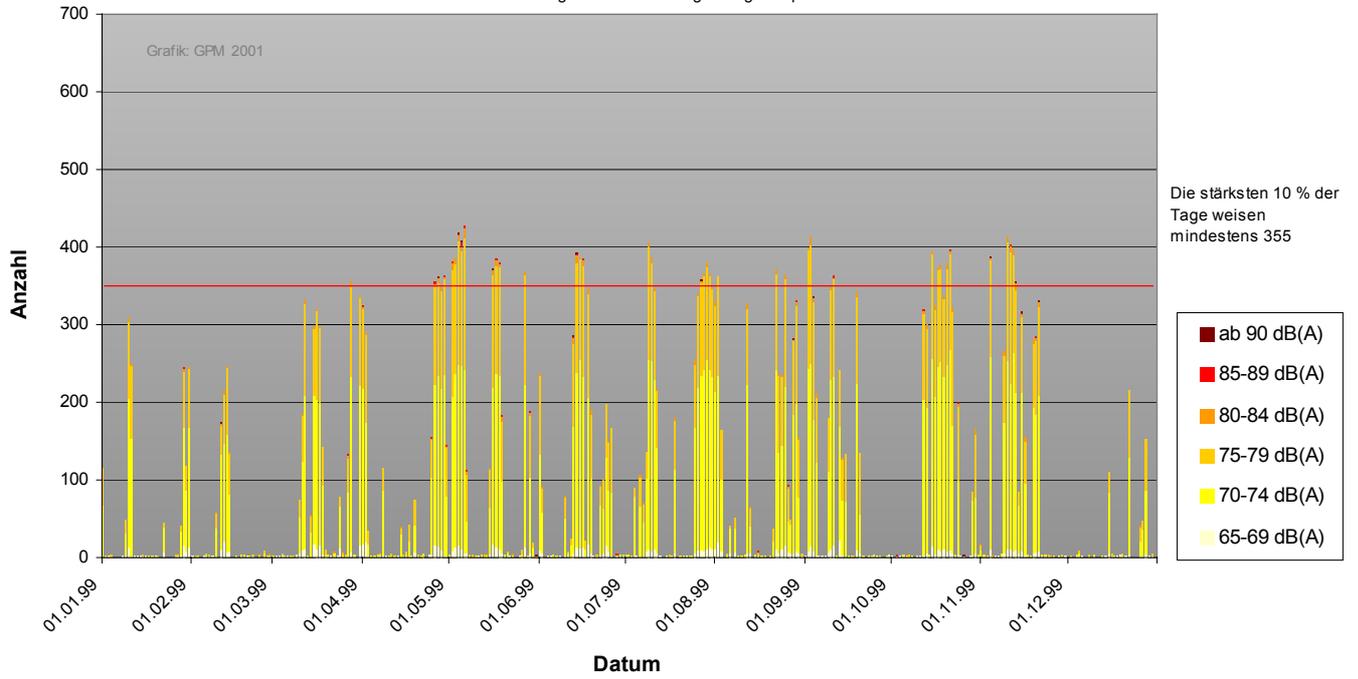
Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum	Summe der Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	06.05.99	428	99,07%	6	235	171	13	2	1
2	04.05.99	419	99,28%	15	234	158	9	2	1
3	03.09.99	414	99,28%	13	237	154	9		1
4	10.11.99	413	99,76%	10	244	153	6		
5	05.05.99	408	99,26%	11	235	148	6	7	1
6	09.07.99	405	99,51%	11	245	144	5		
7	11.11.99	403	100,00%	11	213	169	8	2	
8	02.09.99	399	100,00%	9	234	153	3		
9	12.11.99	398	100,00%	9	255	126	8		
10	21.10.99	396	99,49%	10	257	124	4	1	
11	15.10.99	395	99,75%	14	241	136	4		
12	14.06.99	393	99,75%	13	225	142	10	2	1
13	04.11.99	388	99,74%	11	247	125	3	1	1
14	15.06.99	387	100,00%	12	243	129	2	1	
15	10.07.99	386	100,00%	8	245	127	6		
16	17.05.99	385	99,48%	13	223	140	7	2	
17	03.05.99	385	99,74%	14	223	141	7		
18	16.06.99	384	99,48%	13	219	144	7	1	
19	02.05.99	381	98,95%	9	198	163	10	1	
20	18.05.99	380	99,74%	10	225	139	4	2	
21	29.07.99	380	100,00%	11	244	120	5		
22	20.10.99	378	100,00%	9	240	123	5		1
23	18.10.99	378	99,47%	9	243	120	5		1
24	17.10.99	373	100,00%	11	234	125	3		
25	16.05.99	372	100,00%	17	202	145	7		1
26	22.08.99	370	99,46%	11	231	123	5		
27	27.05.99	368	99,46%	14	208	141	5		
28	28.07.99	366	92,08%	8	233	121	4		
29	30.07.99	366	99,18%	13	229	120	4		
30	11.09.99	363	99,17%	15	218	126	2	2	
31	29.04.99	363	98,90%	2	234	123	3	1	
32	25.08.99	363	100,00%	15	206	138	4		
33	27.04.99	362	99,72%	14	221	119	6	1	1
34	02.08.99	362	100,00%	19	216	127			
35	27.07.99	358	99,72%	9	226	118	4		1
36	28.03.99	356	100,00%	7	225	116	7	1	
37	13.11.99	355	100,00%	10	202	133	9		1

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

**Messpunkt 05 Opelbrücke 1999:
Einzelereignisse aller Tage 6:00 - 21:59 Uhr**

Absolute tägliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.7.2 Einzelschallereignisse in der Nacht

Messpunkt 05 Opelbrücke:

Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1999

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 365 Nächten)

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum Nacht vom/zum	Summe Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
März	36	31.03./01.04.1999	50	94,00%	8	35	7			
April	24	26./27.04.1999	57	100,00%	5	26	21	2	3	
	35	27./28.04.1999	50	96,00%	3	31	14	1	1	
	15	28./29.04.1999	63	88,89%	6	28	23	1	4	1
Mai	13	29./30.04.1999	64	100,00%	4	33	17	7	3	
	34	02./03.05.1999	50	96,00%	2	24	17	4	3	
	23	03./04.05.1999	57	100,00%	4	30	18		5	
	10	04./05.05.1999	65	100,00%	3	39	20	2	1	
	17	05./06.05.1999	62	98,39%	6	32	23	1		
	7	06./07.05.1999	69	97,10%	2	35	29	2	1	
	37	16./17.05.1999	49	95,92%	1	28	17	2	1	
	8	17./18.05.1999	66	96,97%	6	35	19	3	3	
Juni	9	18./19.05.1999	65	93,85%	4	40	17	3	1	
	25	14./15.06.1999	57	100,00%	6	37	13		1	
	16	15./16.06.1999	63	98,41%	10	27	24	2		
Juli	3	08./09.07.1999	76	100,00%	6	47	21	2		
	1	09./10.07.1999	87	98,85%	5	50	29	3		
	26	10./11.07.1999	57	100,00%	5	31	20	1		
	32	11./12.07.1999	52	98,08%	1	35	14	2		
	18	26./27.07.1999	58	100,00%	3	34	18	3		
	11	27./28.07.1999	65	100,00%	4	39	19	3		
	22	28./29.07.1999	58	96,55%	5	38	13	2		
	27	29./30.07.1999	57	100,00%	8	32	17			
August	6	30./31.07.1999	70	100,00%	8	41	20	1		
	29	31.07./01.08.1999	55	100,00%	6	37	12			
	31	01./02.08.1999	53	100,00%	5	30	16	2		
September	33	02./03.08.1999	51	100,00%	6	32	13			
	21	02./03.09.1999	58	100,00%	3	40	13	2		
Oktober	5	03./04.09.1999	71	100,00%	9	40	22			
	14	10./11.09.1999	64	100,00%	12	38	14			
	12	15./16.10.1999	65	100,00%	3	43	19			
	28	18./19.10.1999	55	100,00%	8	32	14	1		
	30	19./20.10.1999	54	96,30%	7	35	12			
November	19	20./21.10.1999	58	100,00%	7	31	18	2		
	4	29./30.10.1999	72	100,00%	5	38	27	2		
	2	10./11.11.1999	78	100,00%	10	38	25	4	1	
	20	12./13.11.1999	58	100,00%	7	31	18	2		

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Messpunkt 05 Opelbrücke: Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1999

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 365 Nächten)

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

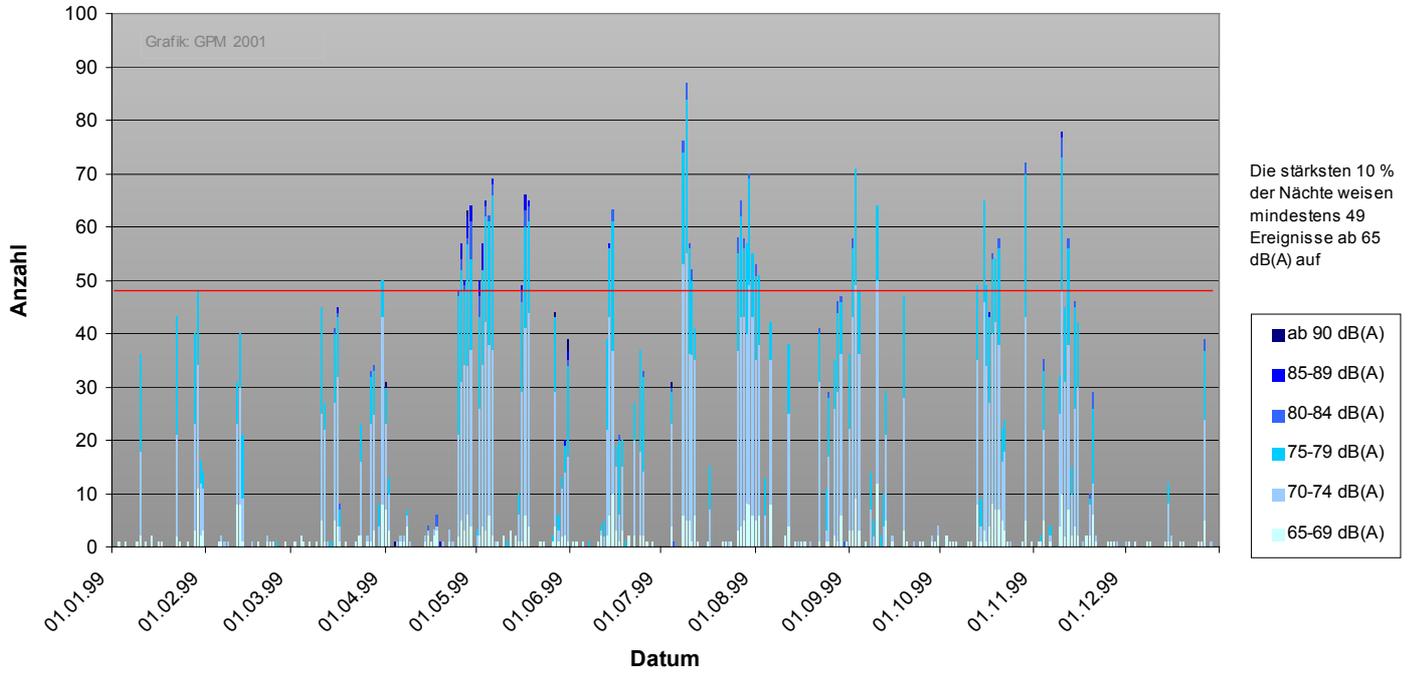
Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum Nacht vom/zum	Summe Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	09./10.07.1999	87	98,85%	5	50	29	3		
2	10./11.11.1999	78	100,00%	10	38	25	4	1	
3	08./09.07.1999	76	100,00%	6	47	21	2		
4	29./30.10.1999	72	100,00%	5	38	27	2		
5	03./04.09.1999	71	100,00%	9	40	22			
6	30./31.07.1999	70	100,00%	8	41	20	1		
7	06./07.05.1999	69	97,10%	2	35	29	2	1	
8	17./18.05.1999	66	96,97%	6	35	19	3	3	
9	18./19.05.1999	65	93,85%	4	40	17	3	1	
10	04./05.05.1999	65	100,00%	3	39	20	2	1	
11	27./28.07.1999	65	100,00%	4	39	19	3		
12	15./16.10.1999	65	100,00%	3	43	19			
13	29./30.04.1999	64	100,00%	4	33	17	7	3	
14	10./11.09.1999	64	100,00%	12	38	14			
15	28./29.04.1999	63	88,89%	6	28	23	1	4	1
16	15./16.06.1999	63	98,41%	10	27	24	2		
17	05./06.05.1999	62	98,39%	6	32	23	1		
18	26./27.07.1999	58	100,00%	3	34	18	3		
19	20./21.10.1999	58	100,00%	7	31	18	2		
20	12./13.11.1999	58	100,00%	7	31	18	2		
21	02./03.09.1999	58	100,00%	3	40	13	2		
22	28./29.07.1999	58	96,55%	5	38	13	2		
23	03./04.05.1999	57	100,00%	4	30	18		5	
24	26./27.04.1999	57	100,00%	5	26	21	2	3	
25	14./15.06.1999	57	100,00%	6	37	13		1	
26	10./11.07.1999	57	100,00%	5	31	20	1		
27	29./30.07.1999	57	100,00%	8	32	17			
28	18./19.10.1999	55	100,00%	8	32	14	1		
29	9	55	100,00%	6	37	12			
30	19./20.10.1999	54	96,30%	7	35	12			
31	01./02.08.1999	53	100,00%	5	30	16	2		
32	11./12.07.1999	52	98,08%	1	35	14	2		
33	02./03.08.1999	51	100,00%	6	32	13			
34	02./03.05.1999	50	96,00%	2	24	17	4	3	
35	27./28.04.1999	50	96,00%	3	31	14	1	1	
36	9	50	94,00%	8	35	7			
37	16./17.05.1999	49	95,92%	1	28	17	2	1	

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

**Messpunkt 05 Opelbrücke 1999:
Einzelereignisse aller Nächte 22:00 - 5:59 Uhr**

Absolute nächtliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.8 Einzelschallereignisse Messpunkt 06 (Raunheim) 1999

2.8.1 Einzelschallereignisse am Tag

Messpunkt 06 Raunheim:

Die 37 extremsten Tage (6:00 - 21:59 Uhr) des Jahres 1999

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 364 Tagen)

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum	Summe der Ereignisse	Anteil Betriebsrichtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
März	34	28.03.99	491	100,00%	14	149	258	63	6	1
	33	31.03.99	493	99,19%	14	196	230	47	4	2
April	23	26.04.99	505	98,81%	15	183	246	52	3	6
	14	27.04.99	517	99,61%	9	198	237	62	6	5
	11	28.04.99	521	99,81%	13	193	260	52	3	
	30	29.04.99	498	99,00%	7	169	244	67	10	1
Mai	26	03.05.99	503	99,80%	10	176	242	67	7	1
	29	04.05.99	498	99,20%	12	182	221	69	7	7
	1	05.05.99	546	99,45%	13	210	222	83	10	8
	3	06.05.99	538	99,44%	8	186	263	70	5	6
	31	16.05.99	496	100,00%	4	173	237	73	7	2
	17	17.05.99	515	99,03%	10	187	232	74	9	3
	35	18.05.99	489	99,39%	13	189	224	54	5	4
	20	27.05.99	511	99,22%	15	187	240	60	7	2
Juni	19	14.06.99	511	99,41%	10	197	233	58	9	4
	13	15.06.99	519	100,00%	15	217	229	49	8	1
	4	16.06.99	537	99,07%	22	177	262	61	10	5
Juli	22	09.07.99	508	99,41%	9	148	263	84	3	1
	27	10.07.99	503	100,00%	6	131	255	95	16	
	37	26.07.99	488	100,00%	11	175	243	57	2	
	36	27.07.99	489	99,59%	9	179	237	60	3	1
	2	28.07.99	540	91,85%	8	210	254	60	7	1
	10	29.07.99	521	99,62%	15	208	238	55	5	
	25	30.07.99	503	99,01%	21	186	242	49	3	2
August	32	02.08.99	496	100,00%	21	193	226	55	1	
	15	25.08.99	517	99,61%	14	180	256	65	2	
September	28	02.09.99	503	99,80%	4	190	249	57	3	
	7	03.09.99	522	98,66%	7	196	261	50	7	1
	24	10.09.99	505	99,60%	15	190	232	62	5	1
Oktober	5	15.10.99	535	99,81%	13	187	265	61	9	
	16	17.10.99	516	99,81%	9	199	242	59	6	1
	9	18.10.99	521	99,04%	9	192	259	54	5	2
	18	20.10.99	513	99,81%	9	206	245	50	2	1
	12	21.10.99	520	99,42%	16	208	238	52	5	1
November	21	10.11.99	510	99,61%	8	99	289	103	9	2
	6	11.11.99	523	100,00%	12	158	260	84	6	3
	8	12.11.99	522	100,00%	16	209	240	54	3	

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Messpunkt 06 Raunheim: Die 37 extremsten Tage (6:00 - 21:59 Uhr) des Jahres 1999

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 364 Tagen)

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

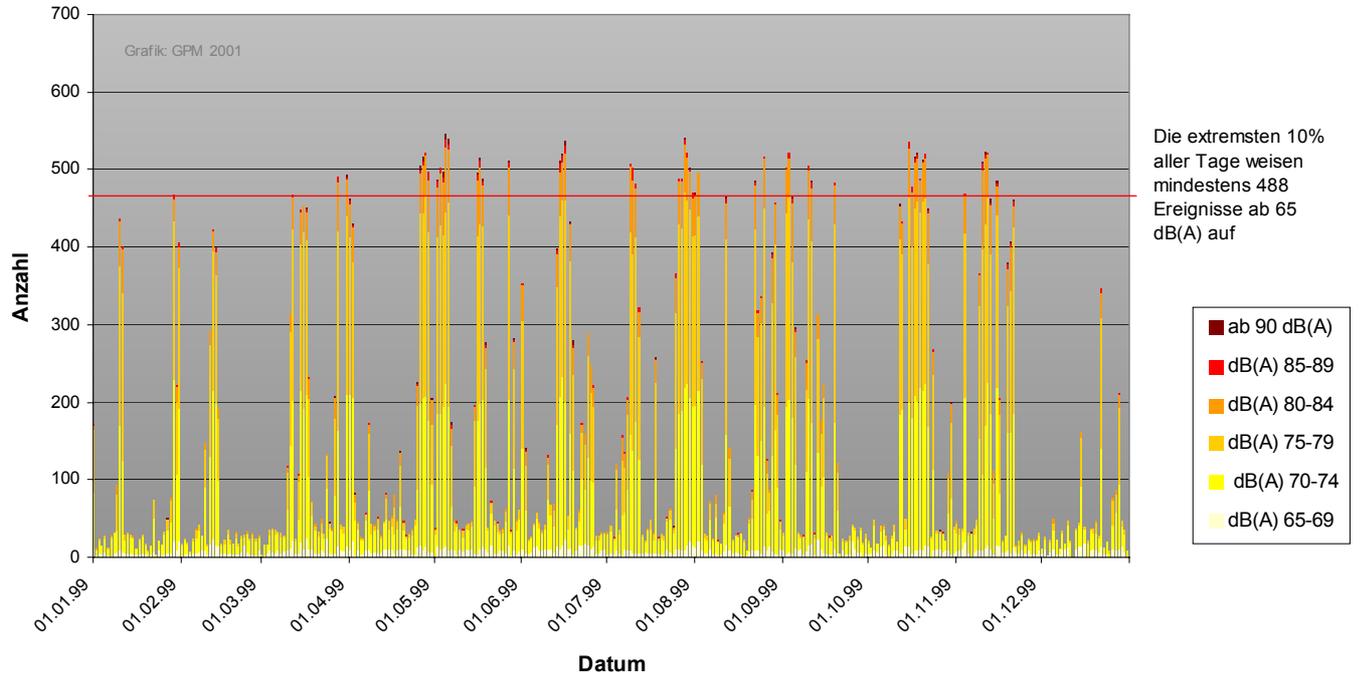
Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum	Summe der Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	05.05.99	546	99,45%	13	210	222	83	10	8
2	28.07.99	540	91,85%	8	210	254	60	7	1
3	06.05.99	538	99,44%	8	186	263	70	5	6
4	16.06.99	537	99,07%	22	177	262	61	10	5
5	15.10.99	535	99,81%	13	187	265	61	9	
6	11.11.99	523	100,00%	12	158	260	84	6	3
7	03.09.99	522	98,66%	7	196	261	50	7	1
8	12.11.99	522	100,00%	16	209	240	54	3	
9	18.10.99	521	99,04%	9	192	259	54	5	2
10	29.07.99	521	99,62%	15	208	238	55	5	
11	28.04.99	521	99,81%	13	193	260	52	3	
12	21.10.99	520	99,42%	16	208	238	52	5	1
13	15.06.99	519	100,00%	15	217	229	49	8	1
14	27.04.99	517	99,61%	9	198	237	62	6	5
15	25.08.99	517	99,61%	14	180	256	65	2	
16	17.10.99	516	99,81%	9	199	242	59	6	1
17	17.05.99	515	99,03%	10	187	232	74	9	3
18	20.10.99	513	99,81%	9	206	245	50	2	1
19	14.06.99	511	99,41%	10	197	233	58	9	4
20	27.05.99	511	99,22%	15	187	240	60	7	2
21	10.11.99	510	99,61%	8	99	289	103	9	2
22	09.07.99	508	99,41%	9	148	263	84	3	1
23	26.04.99	505	98,81%	15	183	246	52	3	6
24	10.09.99	505	99,60%	15	190	232	62	5	1
25	30.07.99	503	99,01%	21	186	242	49	3	2
26	03.05.99	503	99,80%	10	176	242	67	7	1
27	10.07.99	503	100,00%	6	131	255	95	16	
28	02.09.99	503	99,80%	4	190	249	57	3	
29	04.05.99	498	99,20%	12	182	221	69	7	7
30	29.04.99	498	99,00%	7	169	244	67	10	1
31	16.05.99	496	100,00%	4	173	237	73	7	2
32	02.08.99	496	100,00%	21	193	226	55	1	
33	31.03.99	493	99,19%	14	196	230	47	4	2
34	28.03.99	491	100,00%	14	149	258	63	6	1
35	18.05.99	489	99,39%	13	189	224	54	5	4
36	27.07.99	489	99,59%	9	179	237	60	3	1
37	26.07.99	488	100,00%	11	175	243	57	2	

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

**Messpunkt 06 Raunheim 1999:
Einzelereignisse aller Tage 6:00 - 21:59 Uhr**

Absolute tägliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.8.2 Einzelschallereignisse in der Nacht

Messpunkt 06 Raunheim:

Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1999

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 365 Nächten)

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum Nacht vom/zum	Summe Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
März	33	31.03./01.04.1999	54	94,44%	9	32	12			1
April	21	26./27.04.1999	64	98,44%	7	27	21	5	1	3
	14	28./29.04.1999	67	86,57%	9	19	27	5	5	2
	13	29./30.04.1999	68	91,18%	9	20	23	8	6	2
Mai	37	02./03.05.1999	52	96,15%	7	14	12	14	2	3
	30	03./04.05.1999	57	100,00%		28	21	3	3	2
	17	04./05.05.1999	66	100,00%	4	24	28	9		1
	11	05./06.05.1999	69	92,75%	10	30	21	6	2	
	9	06./07.05.1999	70	97,14%	7	31	23	4	3	2
	16	17./18.05.1999	66	96,97%	7	22	27	4	5	1
	18	18./19.05.1999	66	93,94%	8	26	23	7	2	
Juni	27	31.05./01.06.1999	58	72,41%	10	12	17	12	4	3
	29	14./15.06.1999	58	100,00%	12	30	15	1		
	8	15./16.06.1999	71	90,14%	17	30	20	3	1	
Juli	2	08./09.07.1999	82	100,00%	10	29	36	6	1	
	1	09./10.07.1999	89	98,88%	2	34	41	11	1	
	35	10./11.07.1999	53	100,00%	1	25	21	5	1	
	31	11./12.07.1999	57	98,25%		21	34	1	1	
	28	26./27.07.1999	58	100,00%	5	21	20	10	2	
	12	27./28.07.1999	69	98,55%	7	28	22	11	1	
	4	28./29.07.1999	78	80,77%	14	41	19	4		
	26	29./30.07.1999	59	100,00%	9	27	19	3	1	
	7	30./31.07.1999	73	98,63%	13	41	14	5		
August	36	31.07./01.08.1999	53	100,00%	6	27	18	2		
	25	01./02.08.1999	59	100,00%	9	29	19		2	
	32	02./03.08.1999	56	100,00%	12	26	15	3		
September	19	02./03.09.1999	66	95,45%	14	30	16	4	2	
	6	03./04.09.1999	73	100,00%	8	34	25	6		
	10	10./11.09.1999	70	100,00%	16	35	18	1		
Oktober	34	13./14.10.1999	54	100,00%	14	21	16	3		
	15	15./17.10.1999	67	100,00%	6	39	18	4		
	24	18./19.10.1999	60	100,00%	6	36	15	3		
	23	19./20.10.1999	61	98,36%	7	32	18	3	1	
	22	20./21.10.1999	62	98,39%	2	11	31	17	1	
	5	29./30.10.1999	74	100,00%	8	36	25	4	1	
November	3	10./11.11.1999	80	100,00%	5	22	36	14	1	2
	20	12./13.11.1999	65	96,92%	12	27	21	5		

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

Messpunkt 06 Raunheim: Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1999

(entspricht den fluglärmreichsten 10% von 365 Nächten)

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

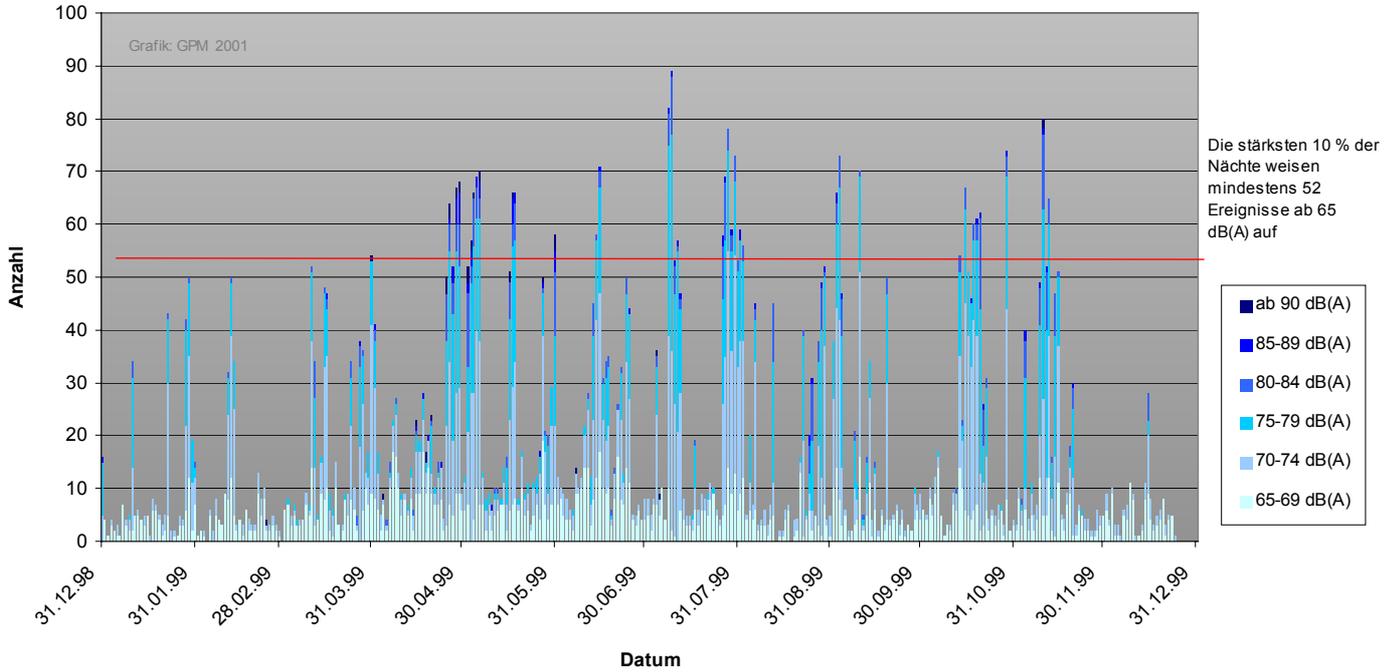
Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum Nacht vom/zum	Summe Ereignisse	Anteil Betriebs- richtung 07*	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	09./10.07.1999	89	98,88%	2	34	41	11	1	
2	08./09.07.1999	82	100,00%	10	29	36	6	1	
3	10./11.11.1999	80	100,00%	5	22	36	14	1	2
4	28./29.07.1999	78	80,77%	14	41	19	4		
5	29./30.10.1999	74	100,00%	8	36	25	4	1	
6	03./04.09.1999	73	100,00%	8	34	25	6		
7	30./31.07.1999	73	98,63%	13	41	14	5		
8	15./16.06.1999	71	90,14%	17	30	20	3	1	
9	06./07.05.1999	70	97,14%	7	31	23	4	3	2
10	10./11.09.1999	70	100,00%	16	35	18	1		
11	05./06.05.1999	69	92,75%	10	30	21	6	2	
12	27./28.07.1999	69	98,55%	7	28	22	11	1	
13	29./30.04.1999	68	91,18%	9	20	23	8	6	2
14	28./29.04.1999	67	86,57%	9	19	27	5	5	2
15	15./17.10.1999	67	100,00%	6	39	18	4		
16	17./18.05.1999	66	96,97%	7	22	27	4	5	1
17	04./05.05.1999	66	100,00%	4	24	28	9		1
18	18./19.05.1999	66	93,94%	8	26	23	7	2	
19	02./03.09.1999	66	95,45%	14	30	16	4	2	
20	12./13.11.1999	65	96,92%	12	27	21	5		
21	26./27.04.1999	64	98,44%	7	27	21	5	1	3
22	20./21.10.1999	62	98,39%	2	11	31	17	1	
23	19./20.10.1999	61	98,36%	7	32	18	3	1	
24	18./19.10.1999	60	100,00%	6	36	15	3		
25	01./02.08.1999	59	100,00%	9	29	19		2	
26	29./30.07.1999	59	100,00%	9	27	19	3	1	
27	31.05./01.06.1999	58	72,41%	10	12	17	12	4	3
28	26./27.07.1999	58	100,00%	5	21	20	10	2	
29	14./15.06.1999	58	100,00%	12	30	15	1		
30	03./04.05.1999	57	100,00%		28	21	3	3	2
31	11./12.07.1999	57	98,25%		21	34	1	1	
32	02./03.08.1999	56	100,00%	12	26	15	3		
33	31.03./01.04.1999	54	94,44%	9	32	12			1
34	13./14.10.1999	54	100,00%	14	21	16	3		
35	10./11.07.1999	53	100,00%	1	25	21	5	1	
36	31.07./01.08.1999	53	100,00%	6	27	18	2		
37	02./03.05.1999	52	96,15%	7	14	12	14	2	3

* die restlichen Anteile entfallen auf die Betriebsrichtung 25 und/oder auf solche Ereignisse, für die es keine Angabe bzgl. der Betriebsrichtung gibt

**Messpunkt 06 Raunheim 1999:
Einzelereignisse aller Nächte 22:00 - 5:59 Uhr**

Absolute nächtliche Anzahl der Einzelereignisse ab 65 dB(A)
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001



2.9 Einzelschallereignisse Messpunkt 06 (Raunheim) 1999, bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25

Wie bereits in Kapitel 2.6 dieses Anhangs für das Jahr 1998 gezeigt, sollen die folgenden Abbildungen für das Jahr 1999 verdeutlichen, dass es auch bei Betriebsrichtung 25 zu erheblichen Belastungen durch Fluglärm in Raunheim kommt.

2.9.1 Einzelschallereignisse am Tag

Messpunkt 06 Raunheim: Die 37 extremsten Tage (6:00-21:59 Uhr) des Jahres 1999 bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum	Betriebs- richtung 25	Gesamt- tagessumme	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Januar	15	27.01.99	50	50	6	28	14	1		1
März	5	19.03.99	61	61	10	39	12			
	18	22.03.99	49	49	8	23	12	5	1	
April	7	07.04.99	57	58	8	38	9		1	1
	11	11.04.99	52	62	5	31	12	3	1	
	37	15.04.99	46	46	10	26	10			
	10	16.04.99	54	54	10	30	10	3	1	
	19	18.04.99	49	49	9	27	11	2		
	34	19.04.99	46	46	8	26	10	2		
	33	20.04.99	46	137	11	24	8	2	1	
	21	24.04.99	49	49	3	39	6	1		
Mai	26	08.05.99	47	87	9	24	12	1	1	
	31	09.05.99	46	46	4	36	3	1	2	
	36	14.05.99	46	131	10	30	5	1		
	1	21.05.99	72	72	15	43	12	1	1	
	27	22.05.99	47	47	6	35	5		1	
	13	26.05.99	52	52	4	40	7	1		
	4	31.05.99	61	72	9	39	12			1
Juni	9	06.06.99	57	173	14	36	7			
	32	10.06.99	46	46	5	30	8	2	1	
	2	11.06.99	67	67	11	43	13			
	6	21.06.99	60	60	15	32	11	2		
	8	22.06.99	57	57	8	35	11	3		
Juli	20	16.07.99	49	49	5	32	11	1		
	12	22.07.99	52	52	11	36	3	1	1	
	3	23.07.99	62	62	7	41	13	1		
August	14	11.08.99	51	57	8	33	9	1		
	16	20.08.99	50	50	9	34	5	2		
	28	21.08.99	47	47	9	26	11	1		
	24	31.08.99	48	48	11	26	9	1	1	
Oktober	23	03.10.99	49	49	9	33	7			
	17	14.10.99	50	50	14	23	13			
November	22	08.11.99	49	49	9	33	6	1		
Dezember	25	05.12.99	48	48	10	25	8	5		
	30	10.12.99	47	47	12	30	4	1		
	35	20.12.99	46	46	8	24	13	1		
	29	29.12.99	47	47	14	25	7	1		

Messpunkt 06 Raunheim: Die 37 extremsten Tage (6:00-21:59 Uhr) des Jahres 1999 bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25

in Rangfolge der Summe der Ereignisse

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum	Betriebs- richtung 25	Gesamt- Tagessumme	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	21.05.99	72	72	15	43	12	1	1	
2	11.06.99	67	67	11	43	13			
3	23.07.99	62	62	7	41	13	1		
4	31.05.99	61	72	9	39	12			1
5	19.03.99	61	61	10	39	12			
6	21.06.99	60	60	15	32	11	2		
7	07.04.99	57	58	8	38	9		1	1
8	22.06.99	57	57	8	35	11	3		
9	06.06.99	57	173	14	36	7			
10	16.04.99	54	54	10	30	10	3	1	
11	11.04.99	52	62	5	31	12	3	1	
12	22.07.99	52	52	11	36	3	1	1	
13	26.05.99	52	52	4	40	7	1		
14	11.08.99	51	57	8	33	9	1		
15	27.01.99	50	50	6	28	14	1		1
16	20.08.99	50	50	9	34	5	2		
17	14.10.99	50	50	14	23	13			
18	22.03.99	49	49	8	23	12	5	1	
19	18.04.99	49	49	9	27	11	2		
20	16.07.99	49	49	5	32	11	1		
21	24.04.99	49	49	3	39	6	1		
22	08.11.99	49	49	9	33	6	1		
23	03.10.99	49	49	9	33	7			
24	31.08.99	48	48	11	26	9	1	1	
25	05.12.99	48	48	10	25	8	5		
26	08.05.99	47	87	9	24	12	1	1	
27	22.05.99	47	47	6	35	5		1	
28	21.08.99	47	47	9	26	11	1		
29	29.12.99	47	47	14	25	7	1		
30	10.12.99	47	47	12	30	4	1		
31	09.05.99	46	46	4	36	3	1	2	
32	10.06.99	46	46	5	30	8	2	1	
33	20.04.99	46	137	11	24	8	2	1	
34	19.04.99	46	46	8	26	10	2		
35	20.12.99	46	46	8	24	13	1		
36	14.05.99	46	131	10	30	5	1		
37	15.04.99	46	46	10	26	10			

2.9.2 Einzelschallereignisse in der Nacht

**Messpunkt 06 Raunheim:
Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1999
bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25**

in chronologischer Reihenfolge

Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Monat	Rang	Datum Nacht vom/zum	Betriebs- richtung 25	Gesamt- nachtsumme	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
					65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
Februar	35	21./22.02.1999	13	13	9	4				
März	23	14./15.03.1999	15	15	9	6				
	24	19./20.03.1999	15	15	10	5				
	36	29./30.03.1999	13	13	10	3				
April	20	06./07.04.1999	15	15	10	2	1	2		
	6	07./08.04.1999	23	23	17	5	1			
	9	08./09.04.1999	19	27	14	4		1		
	29	13./14.04.1999	14	14	8	4	2			
	5	15./16.04.1999	23	23	9	8	3	1	1	1
	10	16./17.04.1999	18	19	9	7	2			
	1	17./18.04.1999	28	28	17	6	4		1	
	11	18./19.04.1999	17	17	9	4	2			2
	8	19./20.04.1999	20	20	14	5			1	
	4	20./21.04.1999	24	24	9	4	9	1		1
	19	22./23.04.1999	15	15	7	5	1	2		
Mai	18	23./24.04.1999	15	58	8	6			1	
	33	07./08.05.1999	13	13	7	5	1			
	28	14./15.05.1999	14	34	7	4	3			
	12	20./21.05.1999	17	17	10	6	1			
	37	25./26.05.1999	12	12	7	2	3			
	17	26./27.05.1999	15	17	4	8	2		1	
Juni	15	28./29.05.1999	16	28	7	7	2			
	22	31.05./01.06.1999	15	15	8	6	1			
	25	07./08.06.1999	14	14	9	4				1
	7	10./11.06.1999	21	22	13	6	2			
	3	11./12.06.1999	25	28	11	11	2	1		
	26	17./18.06.1999	14	14	7	5	1	1		
	31	18./19.06.1999	13	23	6	4	3			
	27	20./21.06.1999	14	14	8	5		1		
2	21./22.06.1999	26	26	16	9		1			
32	23./24.06.1999	13	13	7	4	2				
August	16	21./22.08.1999	16	16	13	2	1			
September	21	15./16.09.1999	15	16	6	7	1	1		
Oktober	13	06./07.10.1999	17	17	14	2	1			
	34	14./15.10.1999	13	35	9	4				
Dezember	14	15./16.12.1999	16	21	7	7		2		
	30	29./30.12.1999	14	14	9	5				

Messpunkt 06 Raunheim: Die 37 extremsten Nächte (22:00-05:59 Uhr) des Jahres 1999 bei Betrachtung der Betriebsrichtung 25

in Rangfolge der Summe der Ereignisse
Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001

Tabelle: GPM 2001

Rang	Datum Nacht vom/zum	Betriebs- richtung 25	Gesamt- ereignisse	Anzahl der Maximalpegel in dB(A)					
				65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>90
1	17./18.04.1999	28	28	17	6	4		1	
2	21./22.06.1999	26	26	16	9		1		
3	11./12.06.1999	25	28	11	11	2	1		
4	20./21.04.1999	24	24	9	4	9	1		1
5	15./16.04.1999	23	23	9	8	3	1	1	1
6	07./08.04.1999	23	23	17	5	1			
7	10./11.06.1999	21	22	13	6	2			
8	19./20.04.1999	20	20	14	5			1	
9	08./09.04.1999	19	27	14	4		1		
10	16./17.04.1999	18	19	9	7	2			
11	18./19.04.1999	17	17	9	4	2			2
12	20./21.05.1999	17	17	10	6	1			
13	06./07.10.1999	17	17	14	2	1			
14	15./16.12.1999	16	21	7	7		2		
15	28./29.05.1999	16	28	7	7	2			
16	21./22.08.1999	16	16	13	2	1			
17	26./27.05.1999	15	17	4	8	2		1	
18	23./24.04.1999	15	58	8	6			1	
19	22./23.04.1999	15	15	7	5	1	2		
20	06./07.04.1999	15	15	10	2	1	2		
21	15./16.09.1999	15	16	6	7	1	1		
22	31.05./01.06.1999	15	15	8	6	1			
23	14./15.03.1999	15	15	9	6				
24	19./20.03.1999	15	15	10	5				
25	07./08.06.1999	14	14	9	4				1
26	17./18.06.1999	14	14	7	5	1	1		
27	20./21.06.1999	14	14	8	5		1		
28	14./15.05.1999	14	34	7	4	3			
29	13./14.04.1999	14	14	8	4	2			
30	29./30.12.1999	14	14	9	5				
31	18./19.06.1999	13	23	6	4	3			
32	23./24.06.1999	13	13	7	4	2			
33	07./08.05.1999	13	13	7	5	1			
34	14./15.10.1999	13	35	9	4				
35	21./22.02.1999	13	13	9	4				
36	29./30.03.1999	13	13	10	3				
37	25./26.05.1999	12	12	7	2	3			

2.10 Beispielhafte Auflistung von Einzelschallereignissen – 06.10. bis 07.10.1998 (MP06)

Nachfolgend werden beispielhaft alle Einzelschallereignisse aufgelistet, die am Messpunkt 06 (Raunheim) in der Zeit von Dienstag 6. Oktober 1998 (6:00 Uhr) bis Mittwoch 7. Oktober 1998 (22:00 Uhr) registriert wurden. Insgesamt handelt es sich dabei um 879 Ereignisse (Quelle: Fluglärmüberwachungsanlage Fraport AG 2001)

Erläuterung der nachfolgenden tabellarischen Auflistung:

Datensatz-Nr.	bearbeitungsinterne Nummer für jedes Ereignis pro Jahr an einem Messpunkt	LASmax [dB(A)]	Maximalpegel in dB(A)
MEZ	Mitteleuropäische Zeit - Originaldaten in UTC (Universal Time Coordinated) wurden in MEZ umgewandelt und ggf. das Datum angepasst		Ereignisse ab 68 dB(A) (Nacht) Empfehlung der Mediation (2000): max. 6-11 x pro Nacht Maximalpegel ab 68 dB(A) außen
	Kernzeit Tag 7:00-18:59 nach VDI 2058 Bl. 1		Ereignisse ab 75 dB(A) (Nacht) Jansen-Kriterium: 6 x 75 dB(A) Maximalpegel außen
	Tagesrandzeit 6:00-6:59 und 19:00-21:59 nach VDI 2058 Bl. 1		Ereignisse ab 85 dB(A) (vgl. Mediation 2000)
	Kernzeit Nacht 23:00-4:59 nach Mediationsergebnis 2000		Ereignisse ab 94 dB(A) langfristige Gesundheitsschäden (vgl. Mediation 2000)
	Nachtrandzeit 22:00-22:59 und 5:00-5:59 nach Mediationsergebnis 2000	NAT 70	(Number above threshold): zur Vermeidung erheblicher Belästigung nicht mehr als 8 Ereignisse pro Nacht und 60 Ereignisse pro Tag ab 70 dB(A) (nach Gutachter Dr. Kastka)
Betriebsrichtung			Ereignisse ab 70 dB(A) tagsüber
07L	Landung Richtung Osten auf Nordbahn		Ereignisse ab 70 dB(A) nachts
07R	Landung Richtung Osten auf Südbahn		
25L	Start Richtung Westen auf Südbahn		
25R	Start Richtung Westen auf Nordbahn		

Datensatz-Nr.	Datum	MEZ	LASmax [dB(A)]	NAT 70	Flugzeugtyp	Betriebsrichtung
34732	06.10.98	6:00	73		B763	07L
34733	06.10.98	6:02	74			
34734	06.10.98	6:06	80		B74F	07L
34735	06.10.98	6:08	82		B74S	07L
34736	06.10.98	6:12	74		A300	07L
34737	06.10.98	6:15	75		B763	07L
34738	06.10.98	6:16	74		B767	07L
34739	06.10.98	6:19	70		A319	07L
34740	06.10.98	6:21	75		B767	07L
34741	06.10.98	6:23	82		B747	07L
34742	06.10.98	6:30	77		B74F	07L
34743	06.10.98	6:33	72		A310	07L
34744	06.10.98	6:36	81		B747	07L
34745	06.10.98	6:38	77		B747	07L
34746	06.10.98	6:40	72		A320	07L
34747	06.10.98	6:42	76		A310	07L
34748	06.10.98	6:44	72		A310	07L
34749	06.10.98	6:46	72		A340	07L
34750	06.10.98	6:49	73		B763	07L
34751	06.10.98	6:50	76		B747	07L
34752	06.10.98	6:56	78		B74F	07L
34753	06.10.98	6:59	68		BA46	07L
34754	06.10.98	7:04	79		DC10	07L
34755	06.10.98	7:06	74		B777	07L
34756	06.10.98	7:08	70		DH8	07R
34757	06.10.98	7:09	70		BA46	07L
34758	06.10.98	7:10	78		A310	07R
34759	06.10.98	7:12	78		B747	07L
34760	06.10.98	7:14	84		DC10	07R
34761	06.10.98	7:15	75		A310	07L
34762	06.10.98	7:18	67		DH8	07L
34763	06.10.98	7:20	71		C421	07R
34764	06.10.98	7:21	77		B74F	07L
34765	06.10.98	7:23	81		B74F	07R
34766	06.10.98	7:24	75		B73S	07L
34767	06.10.98	7:26	72		AT42	07R
34768	06.10.98	7:28	76		A321	07R
34769	06.10.98	7:30	73		B767	07L
34770	06.10.98	7:32	76		A320	07R
34771	06.10.98	7:33	71		A320	07L
34772	06.10.98	7:34	79		B73S	07R
34773	06.10.98	7:36	72		A320	07L
34774	06.10.98	7:37	83		B747	07R
34775	06.10.98	7:38	67		DH8	07L
34776	06.10.98	7:40	75		A321	07R
34777	06.10.98	7:41	71		A321	07L
34778	06.10.98	7:46	79		A300	07R
34779	06.10.98	7:47	68		FK50	07L
34780	06.10.98	7:48	79		A310	07R
34781	06.10.98	7:50	72		A320	07L
34782	06.10.98	7:51	78		B73S	07R
34783	06.10.98	7:52	68		BA46	07L
34784	06.10.98	7:53	77		A321	07R
34785	06.10.98	7:54	73		A320	07L
34786	06.10.98	7:56	78		B73V	07R

34787	06.10.98	7:58	75		B73V	07L
34788	06.10.98	7:59	78		B73V	07R
34789	06.10.98	8:00	76		B73V	07L
34790	06.10.98	8:01	75		A321	07R
34791	06.10.98	8:03	72		A321	07L
34792	06.10.98	8:04	79		A300	07R
34793	06.10.98	8:06	72		A321	07L
34794	06.10.98	8:08	74		A319	07R
34795	06.10.98	8:09	79		B74F	07L
34796	06.10.98	8:11	78		B73V	07R
34797	06.10.98	8:12	72		A321	07L
34798	06.10.98	8:13	78		B763	07R
34799	06.10.98	8:15	72		A319	07L
34800	06.10.98	8:16	82		MD11	07R
34801	06.10.98	8:18	71		A320	07L
34802	06.10.98	8:19	81		A300	07R
34803	06.10.98	8:21	78		A320	07R
34804	06.10.98	8:27	78		B73S	07R
34805	06.10.98	8:31	80		DC9	07L
34806	06.10.98	8:32	73		B73V	07R
34807	06.10.98	8:33	74		A320	07L
34808	06.10.98	8:35	76		A319	07R
34809	06.10.98	8:36	75		A310	07L
34810	06.10.98	8:37	77		MD80	07R
34811	06.10.98	8:40	80		A300	07R
34812	06.10.98	8:42	75		B73V	07L
34813	06.10.98	8:43	78		B73S	07R
34814	06.10.98	8:45	74		A340	07L
34815	06.10.98	8:47	76		A321	07R
34816	06.10.98	8:48	73		A300	07L
34817	06.10.98	8:50	77		A320	07R
34818	06.10.98	8:51	77		B73V	07L
34819	06.10.98	8:53	85		B727	07R
34820	06.10.98	8:54	71		A319	07R
34821	06.10.98	8:55	78		B73V	07R
34822	06.10.98	8:57	72		A320	07L
34823	06.10.98	8:59	74		C12	07R
34824	06.10.98	9:01	72		A321	07L
34825	06.10.98	9:02	77		A320	07R
34826	06.10.98	9:04	75		B73S	07L
34827	06.10.98	9:05	75		A319	07R
34828	06.10.98	9:06	74		B73V	07L
34829	06.10.98	9:08	80		B763	07R
34830	06.10.98	9:09	73		B767	07L
34831	06.10.98	9:11	75		A319	07R
34832	06.10.98	9:13	76		B73V	07L
34833	06.10.98	9:15	73		B73V	07R
34834	06.10.98	9:15	72		B73V	07L
34835	06.10.98	9:17	79		B73S	07R
34836	06.10.98	9:19	78		FK10	07L
34837	06.10.98	9:20	75		A320	07R
34838	06.10.98	9:22	74		B73V	07L
34839	06.10.98	9:23	81		B763	07R
34840	06.10.98	9:26	78		DC10	07L
34841	06.10.98	9:28	78		MD80	07R
34842	06.10.98	9:30	74		B763	07L
34843	06.10.98	9:32	77		B73V	07R
34844	06.10.98	9:33	75		A320	07R
34845	06.10.98	9:34	72		A321	07L

34846	06.10.98	9:36	75		B73V	07L
34847	06.10.98	9:38	84		DC10	07R
34848	06.10.98	9:40	73		A320	07L
34849	06.10.98	9:46	76		B73S	07L
34850	06.10.98	9:47	76		B73V	07R
34851	06.10.98	9:50	76		A321	07L
34852	06.10.98	9:51	73		B73V	07L
34853	06.10.98	9:53	78		B73S	07R
34854	06.10.98	9:54	73		AT42	07L
34855	06.10.98	10:03	79		B73S	07R
34856	06.10.98	10:04	79		MD11	07L
34857	06.10.98	10:06	70		FK70	07R
34858	06.10.98	10:10	73		B73S	07L
34859	06.10.98	10:11	76		MD87	07R
34860	06.10.98	10:15	82		B763	07R
34861	06.10.98	10:16	77		B747	07L
34862	06.10.98	10:18	75		B737	07R
34863	06.10.98	10:25	77		A330	07R
34864	06.10.98	10:27	79		B73S	07R
34865	06.10.98	10:29	75		A320	07R
34866	06.10.98	10:31	80		A300	07R
34867	06.10.98	10:33	72		A310	07L
34868	06.10.98	10:34	85		B74S	07R
34869	06.10.98	10:37	102		C5	07R
34870	06.10.98	10:38	74		A300	07L
34871	06.10.98	10:40	74		DH8	07R
34872	06.10.98	10:41	75		B74F	07L
34873	06.10.98	10:43	78		B73S	07R
34874	06.10.98	10:46	82		B74F	07R
34875	06.10.98	10:48	73		B757	07L
34876	06.10.98	10:49	78		B763	07R
34877	06.10.98	10:52	73		B73V	07L
34878	06.10.98	10:53	84		B74F	07R
34879	06.10.98	10:55	75		A340	07L
34880	06.10.98	10:57	76		A320	07R
34881	06.10.98	10:58	77		B737	07L
34882	06.10.98	11:00	77		A340	07R
34883	06.10.98	11:02	73		MD80	07L
34884	06.10.98	11:03	85		B747	07R
34885	06.10.98	11:06	72		MD80	07L
34886	06.10.98	11:07	78		B73F	07R
34887	06.10.98	11:14	71		A320	07L
34888	06.10.98	11:15	73		FK50	07R
34889	06.10.98	11:17	73		A310	07L
34890	06.10.98	11:19	79		B763	07R
34891	06.10.98	11:20	70		DH8	07L
34892	06.10.98	11:22	83		B74F	07R
34893	06.10.98	11:24	71		A320	07L
34894	06.10.98	11:25	77		A321	07R
34895	06.10.98	11:27	71		A321	07L
34896	06.10.98	11:28	79		MD80	07R
34897	06.10.98	11:31	76		AT72	07R
34898	06.10.98	11:33	74		B737	07R
34899	06.10.98	11:36	74		B73S	07L
34900	06.10.98	11:37	78		B73S	07R
34901	06.10.98	11:39	75		A300	07L
34902	06.10.98	11:41	75		BA46	07R
34903	06.10.98	11:43	77		A320	07R
34904	06.10.98	11:45	72		A320	07L

34905	06.10.98	11:47	78		A300	07R
34906	06.10.98	11:50	78		B73F	07R
34907	06.10.98	11:52	73		B73V	07L
34908	06.10.98	11:54	72		A321	07L
34909	06.10.98	11:57	73		B73V	07L
34910	06.10.98	11:59	77		A320	07R
34911	06.10.98	12:01	76		A320	07R
34912	06.10.98	12:04	77		A320	07R
34913	06.10.98	12:06	72		B73S	07L
34914	06.10.98	12:07	77		A320	07R
34915	06.10.98	12:09	70		A319	07L
34916	06.10.98	12:10	76		A321	07R
34917	06.10.98	12:12	70		A320	07L
34918	06.10.98	12:13	77		B73V	07R
34919	06.10.98	12:15	77		B73S	07L
34920	06.10.98	12:16	74		A319	07R
34921	06.10.98	12:18	75		A300	07L
34922	06.10.98	12:20	75		A321	07R
34923	06.10.98	12:21	74		B73V	07L
34924	06.10.98	12:24	74		B73V	07L
34925	06.10.98	12:26	76		A321	07R
34926	06.10.98	12:27	73		B73S	07L
34927	06.10.98	12:29	76		B73S	07R
34928	06.10.98	12:31	72		A321	07L
34929	06.10.98	12:32	76		MD87	07R
34930	06.10.98	12:35	79		B777	07R
34931	06.10.98	12:37	73		A310	07L
34932	06.10.98	12:39	80		A300	07R
34933	06.10.98	12:41	73		FK28	07L
34934	06.10.98	12:42	75		A319	07R
34935	06.10.98	12:44	71		A320	07L
34936	06.10.98	12:46	87		IL86	07R
34937	06.10.98	12:49	75		A321	07R
34938	06.10.98	12:51	74		DA22	07R
34939	06.10.98	12:53	71		B757	07L
34940	06.10.98	12:55	75		MD80	07R
34941	06.10.98	12:56	72		B73E	07L
34942	06.10.98	12:57	76		B73F	07R
34943	06.10.98	12:58	71		A321	07L
34944	06.10.98	13:00	82		MD11	07R
34945	06.10.98	13:02	72		A319	07L
34946	06.10.98	13:07	81		A310	07R
34947	06.10.98	13:09	74		B763	07L
34948	06.10.98	13:11	81		B747	07L
34949	06.10.98	13:17	75		A321	07R
34950	06.10.98	13:18	73		C650	07R
34951	06.10.98	13:20	70		A320	07L
34952	06.10.98	13:21	78		B777	07R
34953	06.10.98	13:23	73		A310	07L
34954	06.10.98	13:30	75		A320	07R
34955	06.10.98	13:33	76		AT42	07R
34956	06.10.98	13:36	72		B73F	07L
34957	06.10.98	13:38	77		MD80	07R
34958	06.10.98	13:42	77		B74F	07L
34959	06.10.98	13:52	72		LR35	07R
34960	06.10.98	13:55	78		B73X	07R
34961	06.10.98	14:00	77		MD11	07L
34962	06.10.98	14:02	78		B73V	07L
34963	06.10.98	14:05	73		B73S	07L

34964	06.10.98	14:07	77		A340	07R
34965	06.10.98	14:10	83		B74F	07R
34966	06.10.98	14:12	73		A310	07L
34967	06.10.98	14:14	80		A300	07R
34968	06.10.98	14:16	70		DH8	07L
34969	06.10.98	14:17	71		AT42	07R
34970	06.10.98	14:19	73		DH8	07R
34971	06.10.98	14:21	81		B763	07L
34972	06.10.98	14:23	75		B73F	07R
34973	06.10.98	14:25	72		AT72	07R
34974	06.10.98	14:26	75		A310	07L
34975	06.10.98	14:27	80		B73V	07R
34976	06.10.98	14:29	76		B74F	07L
34977	06.10.98	14:30	79		B73S	07R
34978	06.10.98	14:31	74		A321	07L
34979	06.10.98	14:33	81		B74F	07R
34980	06.10.98	14:36	78		A310	07R
34981	06.10.98	14:37	75		MD80	07L
34982	06.10.98	14:38	79		A310	07R
34983	06.10.98	14:39	77		B73S	07R
34984	06.10.98	14:41	78		B73S	07R
34985	06.10.98	14:42	73		A319	07R
34986	06.10.98	14:44	73		FK10	07R
34987	06.10.98	14:46	74		B757	07R
34988	06.10.98	14:49	75		FK50	07R
34989	06.10.98	14:51	79		B74F	07R
34990	06.10.98	14:53	77		A320	07R
34991	06.10.98	14:54	74		CL60	07R
34992	06.10.98	14:56	76		A321	07R
34993	06.10.98	14:57	79		B73V	07R
34994	06.10.98	14:59	78		A320	07R
34995	06.10.98	15:01	70		DH8	07R
34996	06.10.98	15:03	76		A320	07R
34997	06.10.98	15:05	77		A321	07R
34998	06.10.98	15:07	76		FK50	07R
34999	06.10.98	15:09	80		B73S	07R
35000	06.10.98	15:10	79		A310	07R
35001	06.10.98	15:12	76		A319	07R
35002	06.10.98	15:13	78		B73V	07R
35003	06.10.98	15:16	72		FK70	07R
35004	06.10.98	15:19	82		MD11	07R
35005	06.10.98	15:21	76		A320	07R
35006	06.10.98	15:25	74		A320	07R
35007	06.10.98	15:26	71		CL60	07R
35008	06.10.98	15:27	77		A320	07R
35009	06.10.98	15:29	75		A320	07R
35010	06.10.98	15:30	78		B73V	07R
35011	06.10.98	15:32	77		B73V	07R
35012	06.10.98	15:33	80		A300	07R
35013	06.10.98	15:35	77		A320	07R
35014	06.10.98	15:36	75		A321	07R
35015	06.10.98	15:38	72		DH8	07R
35016	06.10.98	15:39	76		A319	07R
35017	06.10.98	15:41	76		A321	07R
35018	06.10.98	15:42	78		A340	07R
35019	06.10.98	15:44	75		A319	07R
35020	06.10.98	15:45	78		B73S	07R
35021	06.10.98	15:47	79		A310	07R
35022	06.10.98	15:48	75		A321	07R

35023	06.10.98	15:50	82		A300	07R
35024	06.10.98	15:52	80		A300	07R
35025	06.10.98	15:54	79		B73V	07R
35026	06.10.98	15:56	82		MD11	07R
35027	06.10.98	15:58	76		A320	07R
35028	06.10.98	15:59	78		A320	07R
35029	06.10.98	16:01	78		MD87	07R
35030	06.10.98	16:02	80		A300	07R
35031	06.10.98	16:04	80		A300	07R
35032	06.10.98	16:06	79		B73V	07R
35033	06.10.98	16:08	76		A319	07R
35034	06.10.98	16:09	79		B73S	07R
35035	06.10.98	16:11	78		A320	07R
35036	06.10.98	16:13	79		B73S	07R
35037	06.10.98	16:16	76		A320	07R
35038	06.10.98	16:17	81		MD80	07R
35039	06.10.98	16:19	76		A320	07R
35040	06.10.98	16:23	76		A320	07R
35041	06.10.98	16:24	77		A320	07R
35042	06.10.98	16:26	79		B73S	07R
35043	06.10.98	16:28	75		A320	07R
35044	06.10.98	16:29	76		A321	07R
35045	06.10.98	16:31	76		A320	07R
35046	06.10.98	16:33	79		MD11	07R
35047	06.10.98	16:35	72		AT42	07R
35048	06.10.98	16:38	80		DC10	07R
35049	06.10.98	16:41	77		B73S	07R
35050	06.10.98	16:48	75		A321	07R
35051	06.10.98	16:49	82		B74F	07R
35052	06.10.98	16:51	84		B747	07R
35053	06.10.98	16:53	74		MD80	07L
35054	06.10.98	16:55	78		B73F	07R
35055	06.10.98	17:01	73		AT72	07R
35056	06.10.98	17:06	81		MD80	07R
35057	06.10.98	17:08	76		BA46	07R
35058	06.10.98	17:12	85		B747	07R
35059	06.10.98	17:15	76		A320	07R
35060	06.10.98	17:17	79		B73S	07R
35061	06.10.98	17:19	75		B737	07R
35062	06.10.98	17:21	76		A320	07R
35063	06.10.98	17:23	80		B73F	07R
35064	06.10.98	17:25	77		A320	07R
35065	06.10.98	17:27	77		A320	07R
35066	06.10.98	17:29	77		A320	07R
35067	06.10.98	17:33	72		CL65	07R
35068	06.10.98	17:35	78		A320	07R
35069	06.10.98	17:37	79		BA46	07R
35070	06.10.98	17:39	81		B74F	07R
35071	06.10.98	17:41	77		A321	07R
35072	06.10.98	17:46	76		B73V	07R
35073	06.10.98	17:48	79		B73X	07R
35074	06.10.98	17:52	82		B74F	07R
35075	06.10.98	17:55	77		B763	07R
35076	06.10.98	17:57	75		BA46	07R
35077	06.10.98	18:02	75		A320	07R
35078	06.10.98	18:05	79		A310	07R
35079	06.10.98	18:11	82		B74F	07R
35080	06.10.98	18:14	79		B73F	07R
35081	06.10.98	18:16	79		B73S	07R

35082	06.10.98	18:18	77		A320	07R
35083	06.10.98	18:20	82		DC10	07R
35084	06.10.98	18:22	77		MD80	07R
35085	06.10.98	18:26	77		A319	07R
35086	06.10.98	18:28	79		B763	07R
35087	06.10.98	18:32	73		AT42	07R
35088	06.10.98	18:34	78		A320	07R
35089	06.10.98	18:36	81		B73V	07R
35090	06.10.98	18:39	79		B73V	07R
35091	06.10.98	18:41	76		A320	07R
35092	06.10.98	18:43	77		A320	07R
35093	06.10.98	18:45	75		A320	07R
35094	06.10.98	18:46	80		A340	07R
35095	06.10.98	18:48	77		A340	07R
35096	06.10.98	18:50	90		B747	07R
35097	06.10.98	18:52	76		MD87	07R
35098	06.10.98	18:54	70		HS25	07R
35099	06.10.98	18:56	79		B73V	07R
35100	06.10.98	18:58	77		B73S	07R
35101	06.10.98	19:00	76		MD80	07R
35102	06.10.98	19:01	78		B73V	07R
35103	06.10.98	19:03	80		B73S	07R
35104	06.10.98	19:05	72		DH8	07R
35105	06.10.98	19:07	83		MD80	07R
35106	06.10.98	19:09	72		AT42	07R
35107	06.10.98	19:10	78		B73V	07R
35108	06.10.98	19:12	81		TU54	07R
35109	06.10.98	19:14	77		A321	07R
35110	06.10.98	19:16	72		CL65	07R
35111	06.10.98	19:18	80		A310	07R
35112	06.10.98	19:21	73		AT42	07R
35113	06.10.98	19:23	77		A340	07R
35114	06.10.98	19:25	82		B74F	07R
35115	06.10.98	19:27	75		A319	07R
35116	06.10.98	19:29	75		A319	07R
35117	06.10.98	19:31	78		B73V	07R
35118	06.10.98	19:34	77		A320	07R
35119	06.10.98	19:37	80		B73F	07R
35120	06.10.98	19:39	75		B73S	07L
35121	06.10.98	19:40	72		BE20	07R
35122	06.10.98	19:42	75		B73V	07L
35123	06.10.98	19:43	72		HS25	07R
35124	06.10.98	19:45	74		B73S	07L
35125	06.10.98	19:47	79		B73S	07R
35126	06.10.98	19:49	74		FK10	07L
35127	06.10.98	19:50	78		MD80	07R
35128	06.10.98	19:55	79		A310	07R
35129	06.10.98	19:57	75		B73S	07L
35130	06.10.98	20:00	76		B73V	07L
35131	06.10.98	20:02	79		B73V	07R
35132	06.10.98	20:03	72		A321	07L
35133	06.10.98	20:06	76		A300	07L
35134	06.10.98	20:09	71		DH8	07R
35135	06.10.98	20:10	70		FK50	07L
35136	06.10.98	20:12	80		B73S	07R
35137	06.10.98	20:13	77		A321	07L
35138	06.10.98	20:15	76		A320	07R
35139	06.10.98	20:17	73		A320	07L
35140	06.10.98	20:19	74		B767	07L

35141	06.10.98	20:22	77		A320	07R
35142	06.10.98	20:23	75		DC9	07L
35143	06.10.98	20:25	75		FK70	07R
35144	06.10.98	20:26	71		A319	07L
35145	06.10.98	20:28	75		A319	07R
35146	06.10.98	20:29	75		A300	07L
35147	06.10.98	20:33	70		A319	07L
35148	06.10.98	20:34	68		PA31	07R
35149	06.10.98	20:37	78		A300	07R
35150	06.10.98	20:40	76		B73S	07L
35151	06.10.98	20:41	76		A320	07R
35152	06.10.98	20:43	73		B73V	07L
35153	06.10.98	20:45	83		A300	07R
35154	06.10.98	20:47	66		DH8	07L
35155	06.10.98	20:51	72		A321	07L
35156	06.10.98	20:52	73		BA46	07R
35157	06.10.98	20:54	70		A320	07L
35158	06.10.98	20:55	80		A300	07R
35159	06.10.98	20:58	72		DH8	07R
35160	06.10.98	20:59	73		CL60	07R
35161	06.10.98	21:01	66		AT72	07L
35162	06.10.98	21:02	75		A320	07R
35163	06.10.98	21:03	72		A320	07L
35164	06.10.98	21:05	79		A310	07R
35165	06.10.98	21:07	73		B73V	07L
35166	06.10.98	21:08	78		A300	07R
35167	06.10.98	21:10	74		B73S	07L
35168	06.10.98	21:12	77		A320	07R
35169	06.10.98	21:13	74		B73F	07L
35170	06.10.98	21:14	79		B73S	07R
35171	06.10.98	21:16	72		A320	07L
35172	06.10.98	21:17	77		A321	07R
35173	06.10.98	21:19	72		A320	07L
35174	06.10.98	21:22	71		A321	07L
35175	06.10.98	21:24	79		A310	07R
35176	06.10.98	21:26	72		A320	07L
35177	06.10.98	21:27	76		A320	07R
35178	06.10.98	21:29	71		A321	07L
35179	06.10.98	21:32	70		A320	07L
35180	06.10.98	21:33	77		A321	07R
35181	06.10.98	21:35	70		A319	07L
35182	06.10.98	21:37	79		B73S	07R
35183	06.10.98	21:38	67		CL65	07L
35184	06.10.98	21:40	79		A300	07R
35185	06.10.98	21:42	71		A321	07L
35186	06.10.98	21:46	70		A319	07L
35187	06.10.98	21:47	69		BE02	07R
35188	06.10.98	21:49	73		MD80	07L
35189	06.10.98	21:51	75		AT42	07R
35190	06.10.98	21:52	73		B73V	07L
35191	06.10.98	21:54	77		A321	07R
35192	06.10.98	21:55	77		B73S	07L
35193	06.10.98	21:56	77		B73S	07R
35194	06.10.98	21:58	71		A320	07L
35195	06.10.98	21:59	79		B73S	07R
35196	06.10.98	22:01	73		B73V	07L
35197	06.10.98	22:02	74		A321	07R
35198	06.10.98	22:04	73		MD80	07L
35199	06.10.98	22:06	75		A321	07L

35200	06.10.98	22:07	75		B73S	07L
35201	06.10.98	22:09	86		B74S	07R
35202	06.10.98	22:11	74		MD80	07L
35203	06.10.98	22:12	75		BA46	07R
35204	06.10.98	22:14	68		AT72	07L
35205	06.10.98	22:15	72		CL65	07R
35206	06.10.98	22:17	74		B73V	07L
35207	06.10.98	22:18	75		A320	07R
35208	06.10.98	22:20	71		A320	07L
35209	06.10.98	22:21	77		B73S	07R
35210	06.10.98	22:22	75		A321	07L
35211	06.10.98	22:23	74		A320	07R
35212	06.10.98	22:25	78		A320	07R
35213	06.10.98	22:27	74		AT42	07R
35214	06.10.98	22:29	78		A320	07R
35215	06.10.98	22:31	79		B73S	07R
35216	06.10.98	22:32	78		B757	07R
35217	06.10.98	22:34	87		B727	07R
35218	06.10.98	22:36	76		A321	07R
35219	06.10.98	22:37	74		BA46	07R
35220	06.10.98	22:39	80		A300	07R
35221	06.10.98	22:41	77		A310	07R
35222	06.10.98	22:43	79		B73F	07R
35223	06.10.98	22:47	84		B727	07R
35224	06.10.98	22:48	76		B763	07R
35225	06.10.98	22:58	78		A330	07R
35226	06.10.98	23:00	76		B73S	07R
35227	06.10.98	23:02	74		A321	07R
35228	06.10.98	23:04	78		B73S	07R
35229	06.10.98	23:10	79		MD80	07R
35230	06.10.98	23:13	70		LR55	07R
35231	06.10.98	23:15	76		A320	07R
35232	06.10.98	23:17	80		B747	07R
35233	06.10.98	23:21	75		B757	07R
35234	06.10.98	23:24	80		B73F	07R
35235	06.10.98	23:30	81		DC10	07R
35236	06.10.98	23:45	82			
35237	06.10.98	23:53	69		A319	07L
35238	06.10.98	23:56	76		B73F	07L
35239	07.10.98	0:06	72		B73E	07L
35240	07.10.98	0:08	73		B73S	07L
35241	07.10.98	0:16	69			
35242	07.10.98	0:24	75		A310	07L
35243	07.10.98	0:27	74		A300	07L
35244	07.10.98	0:29	72		A300	07L
35245	07.10.98	0:40	73		B73V	07L
35246	07.10.98	0:42	73		MD80	07L
35247	07.10.98	0:44	70		A319	07L
35248	07.10.98	0:46	70		A320	07L
35249	07.10.98	0:48	71		A300	07L
35250	07.10.98	0:49	73		B757	07L
35251	07.10.98	0:51	67		A321	07L
35252	07.10.98	0:53	70		A320	07L
35253	07.10.98	0:57	71		B763	07L
35254	07.10.98	0:58	75		A310	07L
35255	07.10.98	1:08	74		MD11	07L
35256	07.10.98	1:15	67		A321	07L
35257	07.10.98	1:19	68		A321	07L
35258	07.10.98	1:28	71		MD80	07L

35259	07.10.98	4:31	73		A320	07L
35260	07.10.98	4:56	70		LR55	07R
35261	07.10.98	5:00	76		A310	07L
35262	07.10.98	5:03	67		FK27	07L
35263	07.10.98	5:20	68		A320	07L
35264	07.10.98	5:23	76		B74F	07L
35265	07.10.98	5:25	76		B727	07L
35266	07.10.98	5:38	78		MD11	07R
35267	07.10.98	5:41	66		BE99	07R
35268	07.10.98	5:42	72		A300	07L
35269	07.10.98	5:44	77		A310	07L
35270	07.10.98	5:48	77		B74F	07L
35271	07.10.98	5:52	78		B74F	07L
35272	07.10.98	5:55	75		B74F	07L
35273	07.10.98	5:56	76		B747	07L
35274	07.10.98	5:59	73		B727	07L
35275	07.10.98	6:02	71		B73S	07R
35276	07.10.98	6:06	75		B747	07L
35277	07.10.98	6:09	72		A300	07L
35278	07.10.98	6:11	76		B747	07L
35279	07.10.98	6:13	72		A340	07L
35280	07.10.98	6:15	77		B74F	07L
35281	07.10.98	6:17	70		A340	07L
35282	07.10.98	6:19	70		A319	07L
35283	07.10.98	6:21	70		B757	07L
35284	07.10.98	6:23	89		B747	07R
35285	07.10.98	6:26	77		B747	07L
35286	07.10.98	6:28	83		B74F	07R
35287	07.10.98	6:30	77		A300	07L
35288	07.10.98	6:32	80		B74F	07R
35289	07.10.98	6:36	67		FK50	07L
35290	07.10.98	6:42	81		B74F	07R
35291	07.10.98	6:44	73		MD80	07L
35292	07.10.98	6:46	82		B747	07R
35293	07.10.98	6:49	73		A300	07L
35294	07.10.98	6:52	78		A340	07L
35295	07.10.98	6:54	72		B767	07L
35296	07.10.98	6:58	82		MD11	07R
35297	07.10.98	7:02	78		B777	07R
35298	07.10.98	7:04	66		BA46	07L
35299	07.10.98	7:05	75		A321	07R
35300	07.10.98	7:08	73		B757	07L
35301	07.10.98	7:10	81		DC10	07R
35302	07.10.98	7:12	69		DH8	07L
35303	07.10.98	7:13	82		B747	07R
35304	07.10.98	7:15	70		A320	07L
35305	07.10.98	7:16	83		B747	07R
35306	07.10.98	7:18	72		B763	07L
35307	07.10.98	7:20	76		DH8	07R
35308	07.10.98	7:21	66		AT42	07L
35309	07.10.98	7:22	72		DH8	07R
35310	07.10.98	7:23	73		B747	07L
35311	07.10.98	7:26	77		A340	07R
35312	07.10.98	7:27	74		A310	07L
35313	07.10.98	7:29	75		B73S	07R
35314	07.10.98	7:30	68		AT72	07L
35315	07.10.98	7:31	76		A320	07R
35316	07.10.98	7:33	69		A321	07L
35317	07.10.98	7:34	79		B763	07R

35318	07.10.98	7:36	69		A321	07L
35319	07.10.98	7:38	81		B747	07R
35320	07.10.98	7:40	77		A310	07R
35321	07.10.98	7:42	71		A321	07L
35322	07.10.98	7:43	77		B73V	07R
35323	07.10.98	7:45	69		A319	07L
35324	07.10.98	7:47	75		A300	07L
35325	07.10.98	7:49	69		A320	07L
35326	07.10.98	7:51	71		G5	07R
35327	07.10.98	7:52	70		A321	07L
35328	07.10.98	7:54	79		B73S	07L
35329	07.10.98	7:55	71		A340	07L
35330	07.10.98	7:57	76		A321	07R
35331	07.10.98	7:58	70		B73F	07L
35332	07.10.98	7:59	82		B74F	07R
35333	07.10.98	8:01	71		B767	07L
35334	07.10.98	8:02	70		DH8	07R
35335	07.10.98	8:05	75		A321	07R
35336	07.10.98	8:06	73		B73S	07L
35337	07.10.98	8:08	77		B73V	07R
35338	07.10.98	8:09	70		A320	07L
35339	07.10.98	8:12	77		B747	07L
35340	07.10.98	8:14	74		B73S	07R
35341	07.10.98	8:14	76		A320	07L
35342	07.10.98	8:16	82		A310	07R
35343	07.10.98	8:21	80		B763	07R
35344	07.10.98	8:24	75		MD80	07R
35345	07.10.98	8:26	72		A300	07L
35346	07.10.98	8:28	72		B73V	07L
35347	07.10.98	8:30	76		B73V	07R
35348	07.10.98	8:32	71		B763	07L
35349	07.10.98	8:33	76		MD87	07R
35350	07.10.98	8:35	74		B777	07L
35351	07.10.98	8:36	75		A319	07R
35352	07.10.98	8:38	70		A320	07L
35353	07.10.98	8:39	77		B73V	07R
35354	07.10.98	8:40	72		B73S	07L
35355	07.10.98	8:44	77		A310	07R
35356	07.10.98	8:46	70		A319	07L
35357	07.10.98	8:48	75		B73S	07L
35358	07.10.98	8:49	71		A320	07L
35359	07.10.98	8:50	75		A321	07R
35360	07.10.98	8:53	79		DC9	07R
35361	07.10.98	8:54	73		B763	07L
35362	07.10.98	8:56	74		A321	07R
35363	07.10.98	8:57	71		A320	07L
35364	07.10.98	8:59	80		MD11	07R
35365	07.10.98	9:01	73		B73S	07L
35366	07.10.98	9:02	76		B73V	07R
35367	07.10.98	9:03	71		A319	07L
35368	07.10.98	9:05	79		A300	07R
35369	07.10.98	9:07	77		B74F	07L
35370	07.10.98	9:09	75		A319	07R
35371	07.10.98	9:10	73		A300	07L
35372	07.10.98	9:13	72		B73S	07L
35373	07.10.98	9:15	79		DC10	07R
35374	07.10.98	9:16	75		B73V	07L
35375	07.10.98	9:18	76		A320	07R
35376	07.10.98	9:20	72		FK27	07R

35377	07.10.98	9:22	72		B73V	07L
35378	07.10.98	9:24	72		B73V	07L
35379	07.10.98	9:25	73		A320	07R
35380	07.10.98	9:27	75		B73V	07L
35381	07.10.98	9:29	81		B747	07R
35382	07.10.98	9:31	77		DC10	07L
35383	07.10.98	9:33	74		MD80	07R
35384	07.10.98	9:34	71		B73V	07L
35385	07.10.98	9:37	70		A320	07L
35386	07.10.98	9:38	71		FK70	07R
35387	07.10.98	9:41	77		A320	07R
35388	07.10.98	9:42	74		B767	07L
35389	07.10.98	9:44	78		A319	07R
35390	07.10.98	9:50	74		B73V	07R
35391	07.10.98	9:52	74		B763	07L
35392	07.10.98	9:54	81		B737	07R
35393	07.10.98	9:56	71		FK70	07R
35394	07.10.98	9:58	75		B73V	07R
35395	07.10.98	10:00	71		A321	07L
35396	07.10.98	10:01	72		AT42	07R
35397	07.10.98	10:03	73		B763	07L
35398	07.10.98	10:05	79		B763	07R
35399	07.10.98	10:07	71		B73S	07L
35400	07.10.98	10:10	76		B74F	07L
35401	07.10.98	10:11	80		B73S	07R
35402	07.10.98	10:14	80		MD80	07R
35403	07.10.98	10:15	73		A300	07L
35404	07.10.98	10:20	86		B747	07L
35405	07.10.98	10:33	78		B73S	07R
35406	07.10.98	10:34	74		A310	07L
35407	07.10.98	10:35	78		A300	07R
35408	07.10.98	10:37	75		B74F	07L
35409	07.10.98	10:39	81		MD11	07R
35410	07.10.98	10:42	79		B73S	07R
35411	07.10.98	10:43	72		B73F	07L
35412	07.10.98	10:46	70		A319	07L
35413	07.10.98	10:47	81		B747	07R
35414	07.10.98	10:51	82		B74F	07R
35415	07.10.98	10:56	78		B763	07R
35416	07.10.98	10:58	77		DH8	07R
35417	07.10.98	11:00	82		B747	07R
35418	07.10.98	11:05	74		BA46	07R
35419	07.10.98	11:09	75		A320	07R
35420	07.10.98	11:11	75		A320	07R
35421	07.10.98	11:12	79		B73S	07R
35422	07.10.98	11:13	73		AT72	07R
35423	07.10.98	11:15	73		A310	07L
35424	07.10.98	11:16	78		DA20	07R
35425	07.10.98	11:17	71		B737	07L
35426	07.10.98	11:19	74		A321	07R
35427	07.10.98	11:20	71		A320	07L
35428	07.10.98	11:21	79		A300	07R
35429	07.10.98	11:23	77		B74F	07L
35430	07.10.98	11:24	77		A340	07R
35431	07.10.98	11:27	79		B777	07R
35432	07.10.98	11:29	73		B73S	07L
35433	07.10.98	11:30	76		AT72	07R
35434	07.10.98	11:32	71		MD80	07L
35435	07.10.98	11:33	75		A321	07R

35436	07.10.98	11:35	73		B73S	07L
35437	07.10.98	11:36	79		B73V	07R
35438	07.10.98	11:39	81		A300	07R
35439	07.10.98	11:41	73		AT42	07R
35440	07.10.98	11:43	71		B73F	07L
35441	07.10.98	11:46	71		A320	07L
35442	07.10.98	11:47	79		MD80	07R
35443	07.10.98	11:49	74		A300	07L
35444	07.10.98	11:50	76		B73V	07R
35445	07.10.98	11:52	78		A300	07L
35446	07.10.98	11:53	75		A320	07R
35447	07.10.98	11:54	70		MD80	07L
35448	07.10.98	11:56	74		A320	07R
35449	07.10.98	11:57	71		A320	07L
35450	07.10.98	11:58	75		A319	07R
35451	07.10.98	12:00	75		B73V	07L
35452	07.10.98	12:01	75		B73V	07R
35453	07.10.98	12:06	74		DA50	07R
35454	07.10.98	12:08	71		B73S	07L
35455	07.10.98	12:09	78		A321	07R
35456	07.10.98	12:12	76		B73S	07R
35457	07.10.98	12:12	75		B777	07L
35458	07.10.98	12:14	77		A320	07R
35459	07.10.98	12:15	70		A320	07L
35460	07.10.98	12:16	76		A319	07R
35461	07.10.98	12:19	75		FK50	07R
35462	07.10.98	12:21	73		A310	07L
35463	07.10.98	12:22	78		B73S	07R
35464	07.10.98	12:24	77		A310	07L
35465	07.10.98	12:25	74		MD87	07R
35466	07.10.98	12:27	73		A310	07L
35467	07.10.98	12:29	74		A300	07L
35468	07.10.98	12:31	74		B727	07L
35469	07.10.98	12:32	75		A320	07R
35470	07.10.98	12:36	75		B73S	07R
35471	07.10.98	12:38	71		A320	07L
35472	07.10.98	12:39	83		B747	07R
35473	07.10.98	12:40	74		A310	07L
35474	07.10.98	12:42	75		A319	07R
35475	07.10.98	12:43	72		MD80	07L
35476	07.10.98	12:44	76		A319	07R
35477	07.10.98	12:47	77		A321	07R
35478	07.10.98	12:50	80		YK42	07R
35479	07.10.98	12:51	73		FK28	07L
35480	07.10.98	12:53	80		A330	07R
35481	07.10.98	12:54	74		A340	07L
35482	07.10.98	12:56	76		B73F	07R
35483	07.10.98	12:57	72		FK27	07R
35484	07.10.98	12:59	80		TU54	07L
35485	07.10.98	13:00	82		A300	07R
35486	07.10.98	13:03	77		A320	07R
35487	07.10.98	13:05	71		A340	07L
35488	07.10.98	13:07	84		B727	07R
35489	07.10.98	13:09	73		A321	07R
35490	07.10.98	13:12	75		A320	07L
35491	07.10.98	13:12	71		CL65	07R
35492	07.10.98	13:14	70		B73S	07L
35493	07.10.98	13:16	76		B73V	07R
35494	07.10.98	13:17	73		A310	07L

35495	07.10.98	13:20	73		BA46	07R
35496	07.10.98	13:21	74		A300	07L
35497	07.10.98	13:27	70		A320	07L
35498	07.10.98	13:28	70		FK27	07R
35499	07.10.98	13:30	76		A310	07L
35500	07.10.98	13:35	80		B74F	07R
35501	07.10.98	13:38	71		B757	07L
35502	07.10.98	13:44	77		A320	07R
35503	07.10.98	13:47	78		B73F	07R
35504	07.10.98	13:49	79		TU34	07R
35505	07.10.98	13:50	74		B73E	07R
35506	07.10.98	13:52	75		A319	07R
35507	07.10.98	13:53	78		B73V	07R
35508	07.10.98	13:56	77		MD80	07R
35509	07.10.98	13:58	75		AT42	07R
35510	07.10.98	14:04	76		B73S	07R
35511	07.10.98	14:05	73		DH8	07R
35512	07.10.98	14:20	77		B757	07R
35513	07.10.98	14:22	73		B73S	07L
35514	07.10.98	14:23	76		D328	07R
35515	07.10.98	14:25	70		DH8	07L
35516	07.10.98	14:26	74		FK50	07R
35517	07.10.98	14:28	75		AT42	07R
35518	07.10.98	14:29	70		A320	07L
35519	07.10.98	14:30	75		A320	07L
35520	07.10.98	14:31	78		B74F	07L
35521	07.10.98	14:33	76		B73S	07R
35522	07.10.98	14:36	78		A310	07R
35523	07.10.98	14:39	74		A320	07R
35524	07.10.98	14:41	75		A340	07R
35525	07.10.98	14:43	73		B73V	07L
35526	07.10.98	14:44	74		MD80	07R
35527	07.10.98	14:46	72		B73V	07L
35528	07.10.98	14:47	73		MD80	07R
35529	07.10.98	14:49	77		B74F	07L
35530	07.10.98	14:50	79		A300	07R
35531	07.10.98	14:52	74		B73F	07L
35532	07.10.98	14:53	75		B73V	07R
35533	07.10.98	14:55	76		A310	07L
35534	07.10.98	14:56	74		DH8	07R
35535	07.10.98	14:59	75		A321	07R
35536	07.10.98	15:02	73		A320	07R
35537	07.10.98	15:05	74		B73V	07L
35538	07.10.98	15:06	76		PAYE	07R
35539	07.10.98	15:08	70		A320	07L
35540	07.10.98	15:09	78		B73S	07R
35541	07.10.98	15:10	73		B73V	07L
35542	07.10.98	15:12	81		C130	07R
35543	07.10.98	15:14	77		B73S	07R
35544	07.10.98	15:17	72		B73V	07R
35545	07.10.98	15:19	71		A319	07L
35546	07.10.98	15:19	78		A320	07L
35547	07.10.98	15:22	79		B73V	07R
35548	07.10.98	15:23	76		B73V	07L
35549	07.10.98	15:24	72		FK50	07R
35550	07.10.98	15:27	70		B757	07R
35551	07.10.98	15:29	72		B73V	07L
35552	07.10.98	15:30	80		A300	07R
35553	07.10.98	15:32	74		A300	07L

35554	07.10.98	15:33	74		A320	07R
35555	07.10.98	15:35	72		A319	07L
35556	07.10.98	15:36	75		A320	07R
35557	07.10.98	15:37	76		A300	07L
35558	07.10.98	15:39	72		A320	07L
35559	07.10.98	15:41	73		A321	07R
35560	07.10.98	15:44	74		MD87	07R
35561	07.10.98	15:46	75		A321	07R
35562	07.10.98	15:49	77		B73S	07R
35563	07.10.98	15:52	76		A319	07R
35564	07.10.98	15:53	72		A320	07L
35565	07.10.98	15:54	75		A320	07R
35566	07.10.98	15:55	72		B73S	07L
35567	07.10.98	15:56	78		A300	07R
35568	07.10.98	15:58	72		A320	07R
35569	07.10.98	15:59	81		DC10	07R
35570	07.10.98	16:01	71		A320	07L
35571	07.10.98	16:02	73		BA46	07R
35572	07.10.98	16:04	71		B73S	07L
35573	07.10.98	16:05	75		A320	07R
35574	07.10.98	16:07	74		B73S	07L
35575	07.10.98	16:09	71		A340	07L
35576	07.10.98	16:11	74		B73S	07L
35577	07.10.98	16:12	74		MD80	07R
35578	07.10.98	16:13	74		MD11	07L
35579	07.10.98	16:15	77		B73S	07R
35580	07.10.98	16:17	72		B73V	07L
35581	07.10.98	16:18	77		AT42	07R
35582	07.10.98	16:22	74		A310	07L
35583	07.10.98	16:24	78		B73F	07R
35584	07.10.98	16:27	76		B74F	07L
35585	07.10.98	16:29	74		A319	07R
35586	07.10.98	16:30	71		A320	07L
35587	07.10.98	16:31	76		A321	07R
35588	07.10.98	16:33	75		A310	07L
35589	07.10.98	16:35	74		MD80	07R
35590	07.10.98	16:36	72		MD80	07L
35591	07.10.98	16:38	75		B757	07R
35592	07.10.98	16:39	74		MD11	07L
35593	07.10.98	16:41	77		B73F	07R
35594	07.10.98	16:46	71		AT72	07L
35595	07.10.98	16:47	79		B747	07R
35596	07.10.98	16:53	80		B74F	07R
35597	07.10.98	16:58	79		TU54	07R
35598	07.10.98	17:10	77		MD80	25R
35599	07.10.98	17:48	71		A321	25R
35600	07.10.98	18:49	74		B747	25R
35601	07.10.98	18:55	71		B74F	25R
35602	07.10.98	19:29	72		MD87	25R
35603	07.10.98	19:48	74		MD80	25R
35604	07.10.98	20:03	65		A321	25R
35605	07.10.98	20:12	66		B73V	25R
35606	07.10.98	20:31	73		DC9	25R
35607	07.10.98	20:43	70		MD80	25R
35608	07.10.98	20:56	69		A300	25R
35609	07.10.98	21:14	69		B74F	25R
35610	07.10.98	21:35	72		MD80	25R

3 ERGÄNZENDE ERLÄUTERUNGEN ZU DEN AERONAUTISCHEN KOMPONENTEN DES FLUGBETRIEBS

3.1 Aerodynamische Grundlagen des Fluges

In diesem Kapitel sollen - in Ergänzung zu Kapitel 7 des Erläuterungsberichtes - weitere allgemeine wichtige aerodynamische Grundlagen dargestellt werden, die in erster Linie dem Nichtfachmann das Verständnis der im Rahmen des Projektes „Fluglärmmentlastungskonzept Raunheim“ aufgeworfenen Fragen erleichtern sollen.

3.1.1 Auftrieb

In einer stabilen Fluglage herrscht Gleichgewicht zwischen der Gewichtskraft G des Flugzeuges und der durch seine Tragflächen erzeugten Auftriebskraft A :

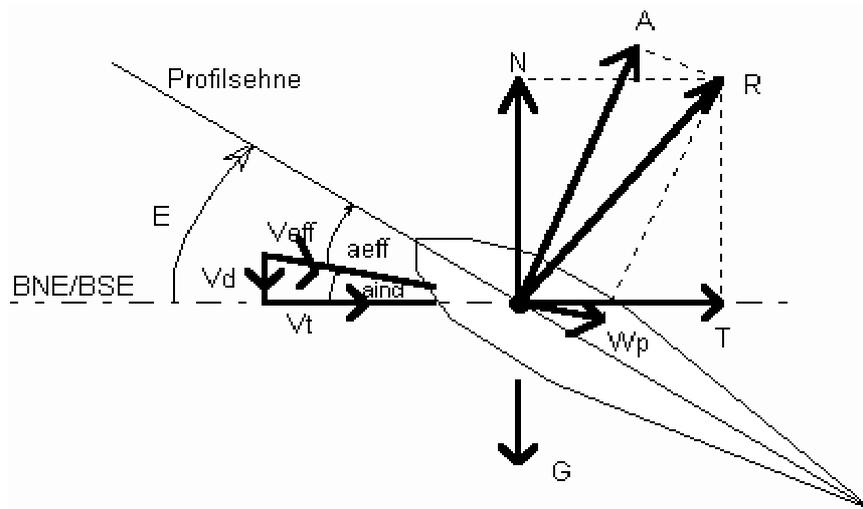


Abbildung 1: Kräfte diagramm am angeströmten Flügel im Steigflug

Während erstere allein durch die Masse des Flugzeuges variiert werden kann, ist der Auftrieb der Tragflächen neben ihrer Form bzw. Lage (Auftriebsbeiwert c_a) und Größe insbesondere der Dichte der sie umströmenden Luft direkt und deren Geschwindigkeit im Quadrat¹ proportional. Da Größe und Form bei den heute verwendeten passiven Profilen während des Fluges nicht grundsätzlich geändert werden können, kann eine gewünschte

¹ Bernoulli-Gleichung: $p_1 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \rho \cdot v_2^2$ mit $A = c_a \Delta v^2 F$, wobei A =Auftrieb, F =Fläche, Δ = Luftdichte

Auftriebsänderung überwiegend nur durch Variation des Anstellwinkels und der Geschwindigkeit des Flugzeuges erreicht werden. Bei Verdopplung der Flugzeuggeschwindigkeit vervierfacht sich somit dessen Auftrieb, was zum Steigen der Maschine führt. Umgekehrt sinkt bei Verringerung der Geschwindigkeit unter den stabilen Wert des Streckenfluges in einer bestimmten Höhe der Auftrieb, eine Verringerung der Flughöhe ist die Folge.

Die Dichte der Erdatmosphäre ist nicht über alle Höhen konstant, sondern nimmt mit zunehmender Höhe ab. In guter Näherung halbiert sich die Dichte alle 5500 m Höhendifferenz. Daher ist die aerodynamische Auftriebskraft einer Tragfläche wegen der endlichen Geschwindigkeit jedes Flugzeugs stets endlich, d.h. ein unendliches Steigen des Flugzeuges ist nicht möglich. Jedes Flugzeug erreicht also früher oder später eine durch seine konstruktiven Merkmale festgelegte Dienstgipfelhöhe, die es unter keinen Umständen überschreiten kann. Diese liegt bei den heute im Passagierverkehr eingesetzten, kurz unterhalb der Schallmauer mit ca. 900 - 950 km/h verkehrenden Strahlflugzeugen, abhängig von den aktuellen atmosphärischen Gegebenheiten zwischen 10000 und 11000 m ü. NN. Daher erreicht ein mit doppelter Schallgeschwindigkeit fliegender Flugzeug, wie z.B. die Concorde, eine deutlich höhere Dienstgipfelhöhe (ca. 20000 m) als herkömmliche Verkehrsmaschinen erreichen. Es herrscht zwar in dieser Höhe nur noch ein Viertel der atmosphärischen Dichte verglichen mit 10000 m; die doppelte Schallgeschwindigkeit führt aber ihrerseits zu einer Vervierfachung des Auftriebs, zwei gegenläufige Effekte, die sich gerade kompensieren.

Festzuhalten bleibt also, dass jedes Flugzeug tatsächlich Gleitflugeigenschaften hat, sofern es nur eine gewisse typenabhängige Mindestgeschwindigkeit halten kann, es somit auch bei totalem Ausfall aller Triebwerke grundsätzlich noch „segeln“ kann und sich die Ruder noch zur Steuerung einsetzen lassen. Das Gleitflugverhalten eines Flugzeuges wird durch das Verhältnis zwischen zurückgelegter Strecke in der Horizontalen und dabei stattgefundenem Sinken in der Vertikalen, der sogenannten Gleitzahl, definiert. So hat ein Airbus A340 z. B. eine Gleitzahl von 24, extreme Gleitzahlen > 50 (also 1 m Sinken bei 50 m Streckenflug) werden von modernen Hochleistungssegelflugzeugen erreicht.

Obwohl sich die Atmosphärendichte und damit der Auftrieb der Tragflächen beim Sinken aus Reiseflughöhe auf Meereshöhe also etwa vervierfacht, sinkt der Auftrieb bereits bei einer Halbierung der Fluggeschwindigkeit um einen Faktor vier, was diesen Effekt also wieder kompensiert. Moderne Strahlflugzeuge müssten also in Reiseflugkonfiguration auch auf Höhe des Meeresspiegels schon im Geschwindigkeitsbereich² zwischen 400 und 500 km/h (210-360 kt) operieren, um nicht abzustürzen. Dies ist aus (sicherheits-)technischen Gründen, insbesondere in den Flugphasen von Start und Landung, natürlich keineswegs praktikabel. Um diese Geschwindigkeiten auf ein vertretbares Maß zu reduzieren, sind Auftriebshilfen erforderlich, die den Auftriebsbeiwert c_a des Tragflügels und/oder seine wirksame Fläche in dieser Phase erhöhen. Dazu werden die Tragflügel mit im Fluge veränderlichen Auftriebshilfen (Vorflügel, Klappen unterschiedlichster Bauweise usw.) ausgestattet, die auch in diesen Flugphasen Geschwindigkeiten im Bereich von ca. 180-

² Sogen. „Minimum Clean Speed“ ohne zusätzlichen Gebrauch von Auftriebshilfen

220 km/h zulassen. Damit ist aber auch eine Veränderung des Widerstandsbeiwertes c_w verbunden, was wiederum die Fluggeschwindigkeit des Flugzeugs deutlich beeinflusst. Die Beziehung zwischen c_a und c_w wird im Lilienthalschen Polardiagramm dargestellt (s. folgende Abbildung).

Im militärischen Bereich (strahlgetriebene Jagdflugzeuge und Jagdbomber) werden neben Klappen vor allem Schwenkflügel eingesetzt, welche die Auftriebseigenschaften in den „Langsamflugphasen“ bei Starts und Landungen erheblich verbessern. Zur Zeit werden von der Luftfahrtindustrie sog. aktive Profile entwickelt, die eine kontinuierliche Änderung der Tragflächenform während des Fluges ermöglichen und auf diese Weise ihre Auftriebseigenschaften noch günstiger den jeweiligen Flugsituation anpassen sollen.

Die für den sicheren Betrieb jedes Flugzeugtyps notwendigen Betriebsgrenzen (insbesondere Grenzwerte im Geschwindigkeitsbereich, z. B. bei der Geschwindigkeit des Strömungsabrisß, v_{st} , oder bei Lastenvielfachen) werden in praktischer Flugerprobung durch hochqualifizierte Testpiloten für die Typenzulassung praktisch ermittelt und danach im Flughandbuch des Flugzeugtyps offiziell festgelegt. Sie müssen vom Flugzeugführer im praktischen Flugbetrieb strikt eingehalten werden. Eine Über- bzw. Unterschreitung derselben könnte zu gefährlichen Flugzuständen führen.

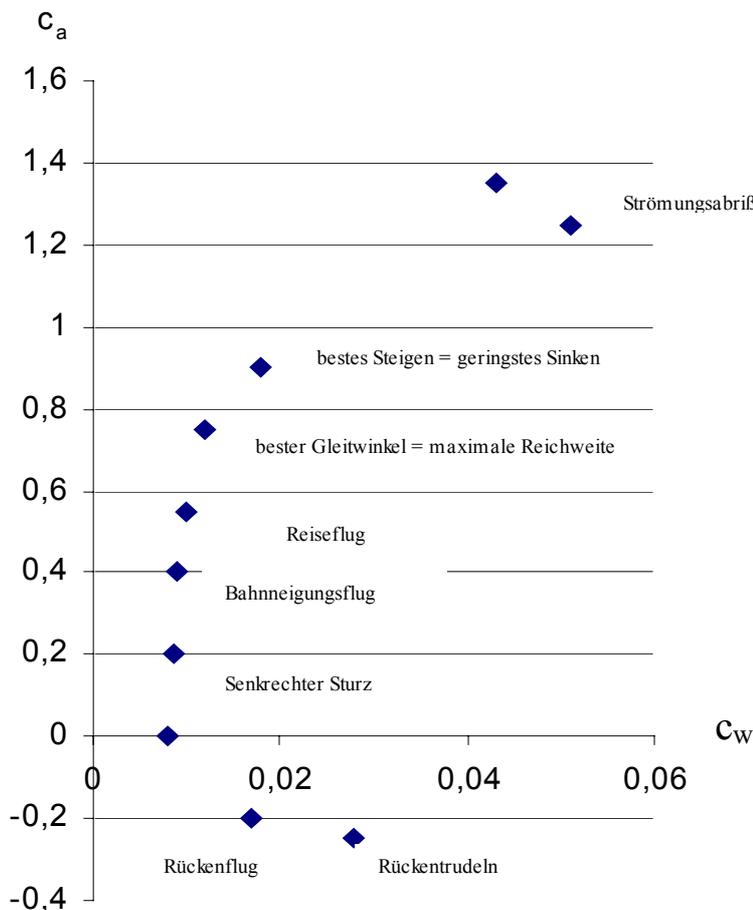


Abbildung 2:
Vereinfachtes Lilienthalsches Polardiagramm zur Darstellung des Verhältnisses zwischen Auftriebsbeiwert c_a und Widerstandsbeiwert c_w

3.1.2 Geschwindigkeiten

In der Luftfahrt

werden grundsätzlich zwei Geschwindigkeiten voneinander unterschieden:

- die insbes. für die Navigation wichtige Fluggeschwindigkeit über Grund v_{gs} und
- die für das aerodynamische Verhalten des Flugzeuges entscheidende Luftgeschwindigkeit v_{IAS} .

Erstere spielt insbesondere bei der Flugzeitbestimmung bzw. der daraus resultierenden Treibstoffberechnung eine wichtige Rolle und ist sowohl von letzterer als auch von den vorliegenden Gegen- bzw. Rückenwindkomponenten abhängig.

Die Messung von v_{gs} während des Fluges ist präzise möglich z. B. durch Bestimmung der Überflugzeiten über feste Bodenmerkmale bzw. Navigationsanlagen (z. B. VOR im Bereich seines sog. "Schweigekegels") und Verrechnung mit den aus der Navigationskarte bekannten Abständen. Auch bieten moderne Navigationshilfen, die ein unveränderliches Bezugssystem darstellen, wie z.B. das satellitengestützte Global Positioning System (GPS) oder die häufig mit VORs verbundenen Distance Measurement Equipments (DME) direkte Geschwindigkeitsmessungen über Grund an.

Während des Fluges bestimmt neben dem Anstellwinkel der Tragfläche i. w. die Luftgeschwindigkeit v_{IAS} die den Auftrieb erzeugende Umströmung. Sie ist wegen ihres quadratischen Einflusses auf den Auftrieb grundsätzlich in allen Flugphasen, insbesondere aber bei Starts und Landungen, eine besonders sensible Größe für das Flugverhalten und damit für die Flugsicherheit von allerhöchster Bedeutung. Reißt nämlich die Strömung an den Tragflächen ab oder wird der Auftrieb wegen zu langsamer Umströmung zu gering, führt dies zum sogen. "Trudeln" bzw. zu überhöhten Vertikalgeschwindigkeiten, was in den meisten Fällen unkontrollierbare Flugzustände und damit den Absturz des Flugzeuges nach sich zieht. Dies soll an einem konkreten Zahlenbeispiel aufgezeigt werden:

Für die meisten modernen Verkehrsflugzeuge liegt die durch das Betriebshandbuch festgelegte Anfluggeschwindigkeit (Final Approach Speed) v_{IAS} bei 150 kt IAS (s. Tabelle u.). Bereits eine Verringerung derselben um nur 3% von 150 auf 145 kt bewirkt eine Auftriebsverminderung in dieser kritischen Flugphase von knapp 7%, bei einer Verringerung um 5% von 150 auf 142,5 kt bereits um fast 9% und bei einer Verringerung um 7% von 150 auf 140 kt um fast 13%. Eine Verringerung der Anfluggeschwindigkeit um 10 % von 150 auf 135 kt bedeutet schließlich 19% weniger Auftrieb und damit deutlich überhöhte vertikale Geschwindigkeitskomponenten im Landeanflug, die auch durch erhöhten Schub nicht mehr kompensiert werden können. Auf die Bedeutung dieser Relation wurde bereits bei der Beschreibung der Rückenwindthematik in Kapitel 7.3 eingegangen.

Die Bestimmung von v_{IAS} („indicated airspeed“) beruht auf einer Messung des durch die Flugbewegung hervorgerufenen dynamischen Drucks auf Flugzeugzelle und Tragflächen. Diese erfolgt über eine Differenzbildung zwischen dem im Staurohr abgenommenen Gesamtdruck und dem an strömungsgünstig gelegenen Stellen aufgenommenen statischen atmosphärischen Druck. Da je nach Fluglage ein einziges, an einer bestimmten Stelle befestigtes Staurohr bei den meisten Flugzeugen unterschiedlich angeströmt wird und somit die Messung fluglagenabhängig würde, besitzen moderne Großflugzeuge zumeist mehrere, an verschiedenen Positionen an Rumpf und Tragflächen befestigte

Staurohre, die diese Effekte kompensieren. Bei nur mit einem Staurohr ausgerüsteten Kleinflugzeugen müssen die o.a. angegebenen Verfälschungen bzw. weitere Instrumentenfehler an Hand von Tabellen korrigiert werden. Die so ermittelte Luftgeschwindigkeit wird als sogen. "calibrated" oder "rectified Airspeed" (v_{CAS} oder v_{RAS}) bezeichnet.

Durch Berücksichtigung wetterlagenbedingter Abweichungen von der sog. ICAO-Standardatmosphäre sowie der Luftkompressibilität wird die tatsächliche Luftgeschwindigkeit, "true Airspeed" v_{TAS} , an Hand von Korrekturrechnungen aus der IAS ermittelt. Als sehr grobe Faustformel gilt, dass der Fahrtmesser v_{IAS} pro 1000 Fuß (ca. 330 m) Höhenzunahme ca. 2 % zu niedrig anzeigt, d.h. in 5000 ft Höhe vom Fahrtmesser angezeigte 100 kt v_{IAS} entsprechen tatsächlich ca. 110 kt v_{TAS} .

Zu welchen fatalen Folgen die Fehlfunktion der Geschwindigkeitsmessung und damit eine unzureichende Geschwindigkeit für einen bestimmten Flugzustand führen kann, zeigt der für alle Passagiere tödlich verlaufene Absturz der Birgen Air Maschine 1996 vor der Dominikanischen Republik: Er wurde nach den der Öffentlichkeit bekanntgewordenen Flugunfalluntersuchungen durch eine Fehlfunktion (Verstopfung?) des Staurohrsystems erklärt, die beim Steigflug fälschlicherweise zu einer zu hohen Geschwindigkeitsanzeige des Fahrtmessers und damit einhergehenden Alarmmeldungen im Cockpit führten, die von den Piloten ihrerseits fälschlicherweise mit einer Verringerung des Motorschubes beantwortet wurden. Die sich dadurch einstellende zu geringe Fluggeschwindigkeit bei zu hohem Anstellwinkel führte zwangsläufig zum Strömungsabriß an den Tragflächen und damit zum Absturz des Flugzeuges.

4 ERGÄNZENDE AUSWERTERGEBNISSE ZU DEN DARGESTELLTEN ENTLASTUNGSÜBERLEGUNGEN

4.1 Rückenwindkomponente

Die folgende Tabelle enthält Informationen über die mit Hilfe der METAR-Berichte analysierten Einzelschallepisoden des Jahres 1999 (=zusammenhängende Episoden mit Einzelschallereignissen bei BR 07 und max. vier Stunden ohne Einzelschallereignisse). Die Spalten enthalten Tag und Stunde (MEZ bzw. MESZ) von Anfang und Schluß der Episode, die Gesamtzahl der Stunden sowie die Anzahl der Stunden, in denen Einzelschallereignisse bei BR07 auftraten. Danach folgt die Anzahl der zugehörigen METAR-Datensätze (im Idealfall Gesamtstundenzahl mal zwei, bei fehlenden oder zweifelhaften Datensätzen weniger) sowie die Anzahl der METAR-Datensätze mit 70°-Windkomponenten > 0 bzw. > 5 Knoten und die Anzahl der an MP06 registrierten Einzelschallereignisse (> 65dB(A)) in der jeweiligen Episode. Die Spalte Bemerkungen enthält Kommentare zu den Episoden, bei denen aufgrund der Datenlage Zweifel an der Einhaltung des 5-Knoten-Rückenwindkriteriums besteht. Die Kommentare enthalten Angaben über die aufgetretene Witterung, die Maximalwindstärke, Sichtverhältnisse, stark variierende Winde und evtl. Frostgefahr. ?? bedeutet Zweifel an der Notwendigkeit des Betriebsrichtungswechsels auf 07, ? gibt den Verdacht auf wesentlich verspätetes Rückdrehen auf 25 wieder.

Datum (Anf)	Stunde (Anf)	Datum (End)	Stunde (End)	Stunden (ges)	Stunden (BR07)	METAR-Daten	davon RW	RW > 5 kt	Einzelschallereignisse > 65dB(A)	Bemerkungen
01.01.	3	01.01.	15	13	13	26	25	7	176	RW - 7.6 kt, Temp < 0
09.01.	15	09.01.	18	4	4	8	8	0	67	RW - 4 kt, Regen
10.01.	6	11.01.	19	38	34	74	73	67	865	
18.01.	4	18.01.	4	1	1	2	0	0	1	??
22.01.	20	23.01.	5	10	8	20	19	13	89	
28.01.	20	30.01.	5	34	29	66	65	32	601	RW - 11.5 kt
30.01.	11	31.01.	23	37	33	30	27	11	639	RW - 8.5 kt, Temp < 0

02.02.	19	02.02.	19	1	1	2	0	0	1	??, Dunst
09.02.	8	09.02.	15	8	6	15	14	0	117	RW - 4.5 kt, Temp < 0
11.02.	11	14.02.	13	75	66	147	147	90	1371	
10.03.	6	10.03.	9	4	4	8	8	3	94	RW - 7 kt, Regen
11.03.	11	13.03.	5	43	36	86	86	67	852	
14.03.	0	14.03.	0	1	1	2	2	0	1	??, RW - 2 kt
14.03.	11	14.03.	12	2	2	4	4	1	26	RW zun. - 5.2 kt
14.03.	18	14.03.	20	3	3	6	6	4	47	
15.03.	5	17.03.	22	66	60	18	18	7	1443	Daten n.ausr.
18.03.	5	18.03.	13	9	9	0	0	0	218	Daten n.ausr.
19.03.	12	19.03.	13	2	2	4	0	0	11	Wind var., - 11 kt
24.03.	18	24.03.	23	6	6	12	11	0	135	??, RW - 4 kt
25.03.	8	25.03.	8	1	1	2	1	0	10	??, Wind var., RW - 1 kt
27.03.	13	29.03.	1	36	34	72	69	47	747	
31.03.	4	02.04.	23	68	64	92	92	52	1492	
03.04.	8	03.04.	10	3	3	6	3	0	58	Sicht SE 500m
08.04.	18	08.04.	22	5	5	10	10	1	136	
14.04.	15	14.04.	17	3	3	6	6	4	51	
17.04.	16	17.04.	18	3	3	6	6	4	58	
19.04.	7	19.04.	14	8	5	15	7	0	90	Wind var., Regen
25.04.	10	30.04.	11	122	110	226	221	193	2692	
02.05.	6	07.05.	14	129	120	258	258	187	3002	
15.05.	14	15.05.	22	9	8	18	13	7	163	RW - 10.4 kt
16.05.	6	19.05.	13	80	76	159	159	142	1918	

26.05.	6	26.05.	6	1	1	2	2	0	8	??, RW - 3.8 kt
27.05.	5	28.05.	0	20	20	40	40	30	552	
29.05.	5	29.05.	6	2	2	4	4	0	20	Sicht N 1400m, RW - 3.1 kt
29.05.	12	30.05.	3	16	15	32	28	15	268	
30.05.	21	30.05.	23	3	3	6	6	3	41	RW - 8.9 kt
31.05.	23	01.06.	16	18	16	29	28	15	382	
02.06.	7	02.06.	10	4	4	7	7	4	115	
10.06.	18	10.06.	21	4	4	8	7	0	83	Wind var.
11.06.	5	11.06.	5	1	1	2	0	0	1	??
12.06.	9	12.06.	10	2	2	4	4	0	29	??, Wind var., RW - 4 kt
13.06.	5	17.06.	0	92	79	184	182	102	2127	
17.06.	6	17.06.	7	2	2	4	3	0	23	??, RW - 2.6 kt, 3 Uhr Nebel
18.06.	1	18.06.	22	22	18	44	32	13	443	
19.06.	5	19.06.	13	9	9	18	16	2	265	
20.06.	2	20.06.	2	1	1	2	2	0	1	??, RW - 2 kt
22.06.	18	22.06.	23	6	6	12	11	1	135	
23.06.	5	23.06.	9	5	5	10	10	2	125	
24.06.	6	24.06.	12	7	7	14	14	2	192	
24.06.	20	25.06.	12	17	15	34	34	14	315	
25.06.	23	26.06.	12	14	13	28	26	17	242	
30.06.	4	30.06.	4	1	1	0	0	0	1	Daten n.ausr.
04.07.	19	05.07.	4	10	8	20	14	11	131	
06.07.	12	06.07.	18	7	7	13	12	8	139	
07.07.	13	07.07.	19	7	5	13	7	2	100	

08.07.	10	08.07.	12	3	3	6	3	0	68	??, RW - 4 kt
08.07.	18	12.07.	14	93	87	186	185	158	2162	
12.07.	21	12.07.	23	3	3	6	2	0	75	??, RW - 4.3 kt
18.07.	5	18.07.	14	10	10	20	20	4	251	RW - 6 kt, var.
25.07.	6	25.07.	20	15	14	30	30	9	353	RW - 16.8 kt, var.
26.07.	6	03.08.	13	200	184	354	351	280	4646	
05.08.	5	05.08.	6	2	2	4	4	0	19	??, RW - 3.1 kt
06.08.	20	07.08.	0	5	5	10	10	10	85	
08.08.	6	08.08.	8	3	3	6	6	2	52	RW - 7 kt
11.08.	15	11.08.	16	2	2	4	3	0	6	??, RW - 3 kt (vorh. -4.5)
12.08.	8	13.08.	0	17	17	34	34	10	498	RW - 7 kt, var.
13.08.	7	13.08.	9	3	3	6	5	0	100	??, RW -3.8 kt
21.08.	11	21.08.	12	2	2	4	2	0	40	Wind var.
22.08.	6	23.08.	15	34	31	68	68	47	826	
24.08.	6	24.08.	16	11	11	16	13	9	330	
25.08.	5	25.08.	22	18	18	37	35	29	541	
26.08.	4	26.08.	12	9	6	17	15	3	125	RW ab 0420 < 5 kt, Regen
27.08.	20	28.08.	0	5	5	10	9	3	88	RW ab 2050 < 5 kt, Regen
28.08.	9	30.08.	11	51	47	107	106	37	1121	?, lange unter 5 kt
01.09.	23	05.09.	15	89	81	177	177	121	1974	
09.09.	5	09.09.	13	9	9	18	16	3	249	?, RW - 7 kt, lange unter 5 kt
10.09.	5	11.09.	22	42	40	71	71	44	1063	
13.09.	5	13.09.	13	9	9	14	13	4	227	?, ab 0920 < 5 kt
13.09.	19	13.09.	23	5	5	10	10	0	103	Wind var.

14.09.	5	14.09.	10	6	6	11	10	4	169	RW - 6.6 kt, var.
15.09.	7	15.09.	14	8	8	16	14	2	205	?, ab 0750 < 5 kt
19.09.	6	20.09.	10	29	27	58	56	40	635	
12.10.	7	12.10.	21	15	15	30	29	5	449	?, ab 1150 < 5 kt
13.10.	8	14.10.	0	17	17	34	34	9	485	?, ab 1320 < 5 kt
15.10.	5	21.10.	23	163	149	322	317	280	3935	
22.10.	6	22.10.	23	18	17	35	35	22	463	
24.10.	7	24.10.	16	10	10	20	20	11	255	
29.10.	19	30.10.	11	17	16	34	34	22	344	
01.11.	7	01.11.	8	2	2	4	3	0	20	??, RW - 1.9 kt
04.11.	0	04.11.	0	1	1	2	2	0	1	??, RW - 2.9 kt
04.11.	6	05.11.	0	19	19	37	37	25	505	
06.11.	23	07.11.	1	3	3	6	0	0	6	??
09.11.	11	10.11.	0	14	14	26	26	3	391	RW - 6.9 kt, var., Regen
10.11.	6	14.11.	0	91	83	175	174	145	2225	
14.11.	19	16.11.	12	42	35	83	80	57	855	
19.11.	10	19.11.	22	13	13	24	22	14	385	
20.11.	7	21.11.	22	40	36	79	79	62	896	
29.11.	1	29.11.	1	1	1	2	1	0	1	??, RW - 2 kt
15.12.	18	15.12.	22	5	5	10	9	7	139	
22.12.	6	22.12.	19	14	14	28	28	24	341	
26.12.	9	26.12.	11	3	3	6	6	4	52	
27.12.	20	28.12.	12	17	15	7	6	6	271	Daten n.ausr.

4.2 Flughäfen mit An- und Abflugwinkel > 3°

Nachfolgend werden alle Landebahnen (weltweit) mit einer vorgeschriebenen Gleitpfadneigung > 3° aufgelistet (Quelle: JEPPESEN).

4.2.1 Afrika

Burundi

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Bujumbura-Intern./HBBA	17	3,2		3600m-Bahn

Marokko

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Oujda-Angads/GMFO	06	3,95		3000m-Bahn

Mauritius

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Mauritius-Intern./FIMP	14	3,5		3040m-Bahn

Nigeria

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Kaduna/DNKA	05	3,08		3000m-Bahn

Südafrika

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Kapstadt-Intern./FACT	19	3,2		3201m-Bahn

Swaziland

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Manzini- Matsupha	25	3,4		

4.2.2 Amerika (Nord)

Canada

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Stephensville (Neufundl.)/LYJT	27	3,5		3030m-Bahn

USA (mit Alaska und Aleuten)

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
	Alaska				
1	Anchorage- Intern./PANC	14	3,2		3531m-Bahn
2	Ketchikan- Intern./PAKT	11	3,61		
3	Sand Point/ PASD	13	3,6		MLS
	Californien				
4	Carlsbad/KCRQ	24	3,2		
5	La Verne/KPOC	26L	3,76		
6	San Diego- Lindbergh/KSAN	09	3,22		
7	Torrance- Zamparini/TOA	29	3,4		
8	Van Nuys/KVNY	16R	3,9		2425m-Bahn
	Colorado				
9	Gunnison/GUC	06	3,2		
10	Rifle/KRIL	26	3,6		2121m-Bahn
	Illinois				

11	Chicago-Midway/ KMDW	4R	3,4		
	Montana				
12	Butte- Mooney/KBTM	15	3,5		
	Nevada				
13	Reno-Tahoe Intern./KRNO	16R	3,1		3353m-Bahn
	New Hampshire				
14	Lebanon- Municipal/KLEB	18	3,1		
15	Manchester/ KMHT	35	3,25		2134m-Bahn
	New York				
16	Fulton (Oswego Co.)/KFZY	33	4,35		
17	Ithaka (Tompkins Co.)/KITH	32	3,2		
18	New York-La Guardia/KLGA	13	3,1		2134m-Bahn
	Pennsilvania				
19	Philadelphia- Internat./KPHL	26 27L	3,15 3,1		3200m-Bahn
	Texas				
20	Dallas- Love/KDAL	31L	3,08		2682m-Bahn
	Vermont				
21	Burlington-Inter- nation./KBTM	33	3,2		2536m-Bahn
	Whashington				
22	Seattle (Boeing Fields/King Co.)/ KBFI	31L	3,1		3048m-Bahn
23	Spokane-Felts/ KSFF	21R	3,6		
	Wyoming				
24	Gillette (Camp-	34	3,2		2270m-Bahn

	bell Co.)/KGCC				
25	Sheridan (Sheridan Co.)/KSHR	32	3,1		2500m-Bahn

4.2.3 Amerika (Mittel)/Karibik

Martinique (franz. DOM)

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Pointe-a-Pitre-Le Raizet/TFFR	11	3,2		3505m-Bahn, Internationaler Linien- /Charterv.

4.2.4 Amerika (Süd)

Argentinien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Ushuaia (Malvinen)/SAWH	25	3,5		2800m-Bahn

Brasilien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Curitiba-Alfonso Pena Intl./SBCT	15	3,04		2115m-Bahn
2	Manaus-Eduardo Gomez Intl./	10	3,04		2700m-Bahn

Chile

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Vina del Mar/ SCVM	05	3,2		

Equador

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Cuenza-Mariscal Lamar/SECU	23	3,2		
2	Latacunga-Coto- paxi Intl./SELT	18	3,2		2785m ü.NN, 3697m-Bahn
3	Quito-Miriscal Sucre Intl./SEQU	35	3,2		2784m ü.NN, 3120 m-Bahn

4.2.5 Asien und Ozeanien (einschl. Australien und Neuseeland)/Pazifik

Azerbeidjan

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Gyandzha/UBBG	30	3,08		2500m-Bahn

Brunei

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Bandar Seri Be- gawan-Brunei Intl./WBSB	03	3,2		3658m-Bahn

China, VR

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Dalian-Zhou- shuizi/ZYTL	10	3,3		3300m-Bahn
2	Kunming-Wuji- aba/ZPPP	21	3,2		3400m-Bahn

China/Taiwan

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
-----	-----------------------------------	---------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------

	ICAO Identifier	zeichnung	gung (°)	gung (%)	
1	Taichung-Aero/ RCLG	36	3,2		2750m-Bahn

Indien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Guwahati/VEGT	02	3,25		2743m-Bahn
2	Imphal- Tulihal/VEIM	04	3,5		2746m-Bahn
3	Mumbai-Chha- trapati Shivaji Intl./VABB	27	3,3		3491m-Bahn

Indonesien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Manado-Ratu- langi/WAMM	36	3,25		2500m-Bahn

Iran

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Teheran-Meh- rabad Intl./OIII	29L	3,3		4038m-Bahn

Korea

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Chinju-Sachon Aero/RKPS	24R	3,2		2743m-Bahn

Oman

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Salalah/OOSA	25	3,08		3340m-Bahn

Philippinen

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Tambler-Gen. Santos/RPMR	17	3,05		3200m-Bahn
2	Manila-Nihoy A- quino Intl./RPLL	24	3,06		3587m-Bahn

PNG

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Port Moresby- Jackson Intl./ AYPY	14L	3,02		2750m-Bahn

Samoa (amerik.)

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Pagp Pago Intl./ NTSU	5	3,25		2730m-Bahn

Saudi-Arabien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Dhahran (mil.)/ OEDR	16L	3,2		3600m-Bahn

Thailand

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Bangkok-Intl./ VTBD	21L	3,15		3500m-Bahn
2	Phuket-Intl./ VTSP	27	3,2		3000m-Bahn

4.2.6 Europa (Ost)

Bosnien-Herzegowina

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Sarajewo/LQSA	12	3,2	5,6	2600m-Bahn

Jugoslawien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Podgorica/LYPG	36	3,2	5,6	

Kroatien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Pula/LDPL	27	3,2	5,6	

Mazedonien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Ohrid/LWOH	02	3,2	5,6	
2	Skopje/LWSK	34	3,2	5,6	

Rumänien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Constanta-Mihail Kogalniceanu/ LRCK	18	3,5		3500m-Bahn
2	Targu Mures- Vidrasau/LRTM	07	3,2		

Slowakei

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
-----	-----------------------------------	---------------------------	-------------------------------	-------------------------------	-------------

1	Poprad-Tatry/ LZTT	27	3,5		2600m-Bahn
2	Sliac/LZSL	36	3,5		2340m-Bahn

Türkei

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Istanbul-Atatürk/ LTBA	24	3,2	5,6	Internationaler Linienverkehr
2	Istanbul-Sabiha Göckcen/LTFJ	06	3,5	6,1	
3	Milas-Bodrum/ LTFE	11 29	3,3 3,9	5,8 6,8	3000m-Bahn
4	Mus (mil.)/LTCK		3,4	5,9	
5	Trapezunt/LTCG	11	3,3	5,7	3000m-Bahn

4.2.7 Europa (West)

Belgien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Antwerpen- Deurne/EBAW	29	3,11	5,4	

Deutschland

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Altenburg/EDAC	22	3,3	5,8	
2	Augsburg/EDMA	25	3,2	5,6	
3	Berlin-Tempel- hof/(EDDI)	27L	3,5		internationaler Linienverkehr
4	Braunschweig/ EDVE	26	3,5	6,1	
5	Friedrichshafen/ ED	06	3,1		

	EDNY				
6	Hamburg-Finkenwerder/EDHI	05	3,1	5,4	
7	Hof-Plauen	27	3,5	6,1	
8	Mönchengladbach/EDLN	13	3,5	6,1	

Finnland

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Kauhava (mil.)/ EFKA	17	3,5	6,1	
2	Kemi-Tornio/ EFKE	18	3,5	6,1	
3	Kittila/EFKT	34	3,4	5,9	
4	Mariehamn/EFMA	21	3,5	6,1	
5	Mikkeli/EFMI	11	3,5	6,1	

Frankreich

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Agen-La Garenne/LFBA	29	3,3	5,8	
2	Albi-Le Seque- stre/LFCI	09	3,2	5,6	
3	Brive-La Roche/LFBV	3,2	5,5		
4	Castres- Mazamet/LFCK	14	3,5		
5	Chambery-Aix- Les-Bains/LFLB	18	4,46		
6	Colmar- Houssen/LFGA	19	3,8		
7	Dole- Tavaux/LFGJ	06	3,1		
8	La Rochelle-Ile- de-Re/LFBH	28	3,1	5,4	

9	Le Puy-Loudes/LFHP	33	3,5	6,1	
10	Marseille-Provence/LFMC	32R	4,0	7,0	3500m-Bahn, in-ternat. Linienver.
11	Montlucon-Gueret/LFBK	17	3,4	5,9	3550m-Bahn.
12	Nizza-Cote d'Azur/LFMN	04L	3,5	6,1	2570m-Bahn, in-ternat. Linienver.
13	Paris-Orly/LFPO	25	3,2	5,6	3650m-Bahn, in-ternat. Linienver.
14	Perigueux-Bassillac/LFBX	30	3,4	5,9	
15	Pontoise-Cormeilles-en-Vexin/LFPT	05	3,2	5,6	
16	Rodez-Marcillac/LFCR	31	3,2	5,6	
17	Straßburg-Entzheim/LFST	05	3,5	6,1	2600m-Bahn
18	Toulouse-Blagnac/LFBO	33R	3,5	6,1	3000m-Bahn, in-ternat. Linienver.
19	Troyes-Barbery/LFQB	18	3,5	6,1	

Großbritannien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbezeichnung	ILS Gleitpfadneigung (°)	ILS Gleitpfadneigung (%)	Anmerkungen
1	Brize Norton (mil.)/EGVN	08	3,24		
2	Exeter/EGTE	26		6,1	
3	Farnborough/EGLF	24	3,5	6,1	
4	Leedsbradford/EGNM	14	3,5	6,1	
5	London City/	10	5,5	9,6	Internationaler

	EGLC	28	5,5	9,6	Linienverkehr
6	Northolt (mil.)/ EGWU	25	3,5		
7	Plymouth/EGHD	31	3,5	6,1	
8	Prestwick/EGPK	31	3,5	6,1	2987m-Bahn
9	Southampton	20	3,1	5,4	

Irland

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Waterford/EIWF	21	3,2	5,6	

Italien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Ancona (mil.)/ LIPY	22	3,5		
2	Genua-Sestri/ LIMJ	29	3,17		
3	Neapel-Capo- docino/LIRN	24	3,33	5,8	
4	Olbia-Costa- Smeralda/LIEO	06	3,5	6,1	
5	Perugia-San- Egidio/LIRZ	01	3,4	5,9	

Norwegen

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Alta/ENAT	11	3,7		
2	Banak/ENNA	35	3,5	6,1	
3	Bardufoss (mil.)/ ENDU	28	3,8	6,6	
4	Bergen- Flessland/ENBR	17	3,1	5,4	
5	Bodo/ENBO	25	3,5		
6	Kirkenes-Hoy-	24	3,4		

	buktmoen/ENKR				
7	Kristiansand-	04	3,4	5,9	
	Kjevik/ENCN	22	3,6		
8	Molde-Aro/ENML	07	3,1	5,4	
9	Orland (mil.)/ ENOL	33	3,3	5,8	2714m-Bahn
10	Roros/ENRO	32	3,3	5,8	
11	Rygge (mil.)/ ENOL	30	3,1	5,4	
12	Tromsø/ENTC	01	4,0	7,0	2392m-Bahn
	“	19	4,0	7,0	
13	Trondheim- Vaernes/ENVA	27	3,4	5,9	

Österreich

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Innsbruck/LOWI	26	4,0	7,0	
2	Wien-Schwe- chat/LOWW	11	3,1	5,4	3500m-Bahn, In- ternat. Liniener.

Schweden

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Kramfors-Solef- tea (mil.)/ESNK	35	3,25		
2	Kristianstad/ ESMK	19	3,25	5,7	
3	Linköping (mil.)/ ESCF	19	3,2	5,6	
4	Lycksele/ESNL	14	3,5	6,1	
5	Ornskoldsvik/ ESNO	12	3,25	5,7	
6	Stockholm-	12	3,5	6,1	
	Bromma/ESSB	30	3,5	6,1	

7	Stockholm (mil.)/ ESOW	19	3,25	5,7	2500m-Bahn
8	Storuman (mil.)/ ESPD	33	3,2	5,6	
9	Sundsvall-Han- nosand/ESNN	16	3,25	5,7	

Schweiz

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Bern-Belp/LSZB	14	4,0		
2	Les Eplatures	24	3,5	6,1	
3	Lugano/LSZA	01	6,65	11,6	
4	St. Gallen-Alten- rhein/LSZR	10	4,0	9,6	

Spanien

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Bilbao/LEBB	30	3,4		
2	Madrid-Barajas/ LEMD	36R	3,1		3700m-Bahn, in-ternat. Linienver.
3	Malaga/LEMG	14	3,2	5,6	
4	Pamplona-Noain/ LEPP	16	3,4	5,9	

4.2.8 Rußland (europ. und asiatischer Teil)

Rußland

Nr.	Flughafenname/ ICAO Identifier	Landebahnbe- zeichnung	ILS Gleitpfadnei- gung (°)	ILS Gleitpfadnei- gung (%)	Anmerkungen
1	Blagoveschensk- Ignatyev/UHBB	36	3,08		2800m-Bahn

2	Chita-Kadala/ UIAA	29	3,5		2800m-Bahn
3	Irkutsk/UIII	12	3,33		2765m-Bahn

4.3 Endanflug

4.3.1 Landebahnlängen/Landeschwellen an anderen Großflughäfen

4.3.1.1 Start- und Landebahnlängen der 50 meistfrequentierten Flughäfen der Welt³

Intern. Rangfolge	Flughafen	ICAO Identifier	Bahnlängen (m)	Bahn > 4000m
1	Chicago (O'Hare Intl.), Illinois, USA	KORD	3962, 3091, 3049, 2428, 2460, 1628, 2286	
2	Atlanta, Intl., South Carolina, USA	KATL	3603, 3030, 2727	
3	Los Angeles, Intl., California, USA	KLAX	3685, 3382, 3135, 2720	
4	London (Heathrow), GB	EGLL	3902, 3658, 1962	
5	Dallas, Texas, USA	KDFW	4085, 3 x 3471, 2835, 2743, 2591	1
6	Tokyo (Haneda), Japan	RJTT	2 x 3000, 2500	
7	San Francisco, Intl., California, USA	KSFO	3618, 3231, 2713, 2286	
8	Frankfurt, D	EDDF	3 x 4000	3
9	Seoul, Süd-Korea			
10	Paris (Charles-de-Gaule), F	LCDG	4215, 4200, 2 x 2700	2
11	Denver, Intl., Colorado, USA	KDEN	5 x 3658	
12	Miami, Florida, USA	KMIA	3962, 3203, 2851	
13	Detroit (Metro Wayne Co), Michigan, USA	KDTW	3658, 3048, 2 x 2591, 2652	
14	New York (John F. Kennedy), New York, USA	KJFK	4442, 3460, 3048, 2560	1
15	Amsterdam (Schipol), NL	EHAM	3500, 3453, 3400, 3300, 2014	
16	Newark, New Jersey, USA	KEWR	3353, 3042, 2073	
17	Phoenix, Arizona, USA	KPHX	3502, 3139, 2377	
18	Las Vegas (Mc Canan Intl.), Nevada, USA	KLAS	4423, 3208, 2979	1
19	Minneapolis (St. Paul Intl.),	KMSP	3355, 3048, 2499	

³ Reihenfolge gem Annual Airport Traffic Statistics, The Airports Council International (ACI), Geneva, 1997, Bahnlängen und Anzahl Jeppesen

	Minnesota, USA			
20	Houston (G. Bush Intl), Texas	KIAH	3658, 3048, 2866, 1840	
21	Hong Kong, Intl., VR China	NHHH	2 x 3800	
22	St. Louis, Missouri, USA	KSTL	3359, 2744, 2317, 1917, 917	
23	Orlando, Florida, USA	KNCO	2 x 3659, 3048	
24	London (Gatwick), GB	EGLW	3316, 2565	
25	Toronto (Pearson Intl.), Ontario, CAN	CYYZ	3380, 3360, 2890, 2770	
26	Boston (Logan), Mass., USA	KBOS	3073, 3050, 2396, 2134, 779	
27	Paris (Orly), F	LFPO	3650, 3320, 2400	
28	Seattle (Tacoma), Washington, USA	KSEA	3627, 2873	
29	Rom Fiumicino (Leonardo da Vinci), I	LIRF	2 x 3900, 3309	
30	Singapore (Changi), Singapore	WSSS	2 x 4000	2
31	Tokyo (Narita), Japan	RJAA	4000	1
32	Honolulu, Hawaii, USA	PHNL	3658, 3766, 2743, 2119	
33	Madrid (Barajas), E	LEMD	4350, 4100, 3700	2
34	Bangkok, Thailand	VTBD	3700, 3500	
35	Charlotte, North Carolina, USA		3048, 2644, 2287	
36	Philadelphia, Pennsylvania, USA	KPHL	3048, 2644, 2287	
37	New York (La Guardia), NY, USA	KLGA	2 x 2134 (senkrecht kreuzend)	
38	Salt Lake City, Utah, USA	KSLC	2 x 3658, 2925, 1491	
39	Pittsburg, Pennsylvania, USA	KPIT	3505, 3201, 2959, 2469	
40	Cincinnati, Ohio, USA	KCVG	3353, 3048	
41	Sidney (Kingsford-Smith), Neu-Süd Wales, Australien	YSSY	3962, 2438, 2529 (kreuzend)	
42	Zürich (Kloten), CH	LSZH	3700, 3300, 2500	
43	Mexico City (Lic. Benito Juarez Intl.), Mexico	MMMX	3952, 3900 (Bahnniveau auf 2230 m ü. NN!)	
44	München (F.-J.-Strauß), D	EDDM	2 x 4000	2
45	Peking, VR China	ZBBA	3800, 3200	
46	Kopenhagen (Kastrup), DK	EKCH	3300, 3000, 2365	

47	Palma de Mallorca, E	LEPA	3270, 3000, 2500	
48	Brüssel, B	EBBR	2 x 3638, 3211	
49	Kuala Lumpur (Sepong), Malaysia	WMKK	4124, 4056	2
50	Washington, DC (Dulles Intl.), Virginia, USA	KIAD	2 x 3505, 3201	

4.3.1.2 Start- und Landebahnlängen weiterer ausgewählter intern. Flughäfen⁴

Flughafen	ICAO Identif- fier	Bahnlängen (m)	Bahn > 4000 m
Südamerika			
Ascencion (Silvio Pettirossi Intl.), Paraguay	SGAS	3353	
Buenos Aires (Ezliza Intl., Ministro Pistarini), Argent.	SAEZ	3300	
La Paz (El Alto Intl.), Bolivien	SLLP	4000 (4000 m ü. NN)	1
Lima, (Jorge Chavez Intl.), Peru	SPIM	3507	
Montevideo (Gen. Cesareo L. Berisso/Carasco Intl.), Uruguay	SUMR	2700, 1750, 1700	
Rio de Janeiro (Galeao Antonio Carlos Jobim Intl.), Brasilien	SBGL	4000, 3180	1
Santiago de Chile (Arturo Merino Benitez), Chile	SCEL	3200	
Sao Paulo (Guarulhas), Brasilien	SBGR	3700, 3000	
Quito (Mariscal Sucre), Ecuador	SEQU	3120	
Osteuropa			
Bratislava (MR Stefanik), Slovakei	LZIB	3190, 2900	
Kiew (Borispol'), Ukraine	UKBB	3500	
Moskau (Domodedowo), Rußland	UUDD	3749, 3500	

⁴ Bahnlängen und Anzahl Jeppesen

(Sheremetevo),	UJEE	3700, 3550	
(Vnukovo).	UUW W	3060, 3000	
Prag (Ruzyne), Tschechien	LKPR	3715, 3250, 2120	
Riga, Lettland	EVRA	2550	
Simferopol, Ukraine	UKFF	3706, 2700	
St. Petersburg (Pulkovo), Rußland	ULLI	3780, 3397	
Tiflis (Lochini), Georgien	UGGG	3000, 2500	
Vilnius, Litauen		2500	
Warschau (Okecie)	EPWA	3690, 2800	
Asien			
Tashkent (Yuzny), Usbekistan	UTTT	4000, 3905	1

4.3.2 Aufstellung der gängigsten Strahlflugzeuge MTOW > 20 to zur Beförderung von Personen und Fracht

Die ICAO gibt in ihrem Annex 14 – Volume 1, Chapt. 3, S.14 vom 4.11.99 generelle Empfehlungen für den Bau von Start- und Landebahnen. Unter Chapt. 3.1.2 werden z. B. Empfehlungen hinsichtlich der geograph. Ausrichtung unter Berücksichtigung der maximal zulässigen Seitenwindkomponente gegeben. ICAO DOC 9175-AN/901 Part 1, Runways, Chapt. 3, S. 1-11 vom 23.1.91 (Anlage 2) gibt u.a. eine weitere Definition von Distanzen (TORA, ASDA, TODA, LDA usw.), während Chapt. 4 (S.1-19) (Anlage 3) weitere Definitionen (Decision speed, Take-off safety speed, Rotation speed, Lift-off speed) aufführt und über die konkrete Bemessung dieser Distanzen Aussagen trifft. In Annex 14 (s.o) unter 3.1.6 bzw. in DOC 9157-AN (s.o.) unter 3.2.1 wird empfohlen, die Bahnen für die zukünftig auf ihr landenden Flugzeugtypen zu bemessen, zudem unter Note 1, S. 15 aber gleichzeitig festgestellt, daß die Bahnen nicht unbedingt für den Einsatz bei maximalem An-/Abfluggewicht für einen bestimmten Flugzeugtyp ausgelegt sein müssen.

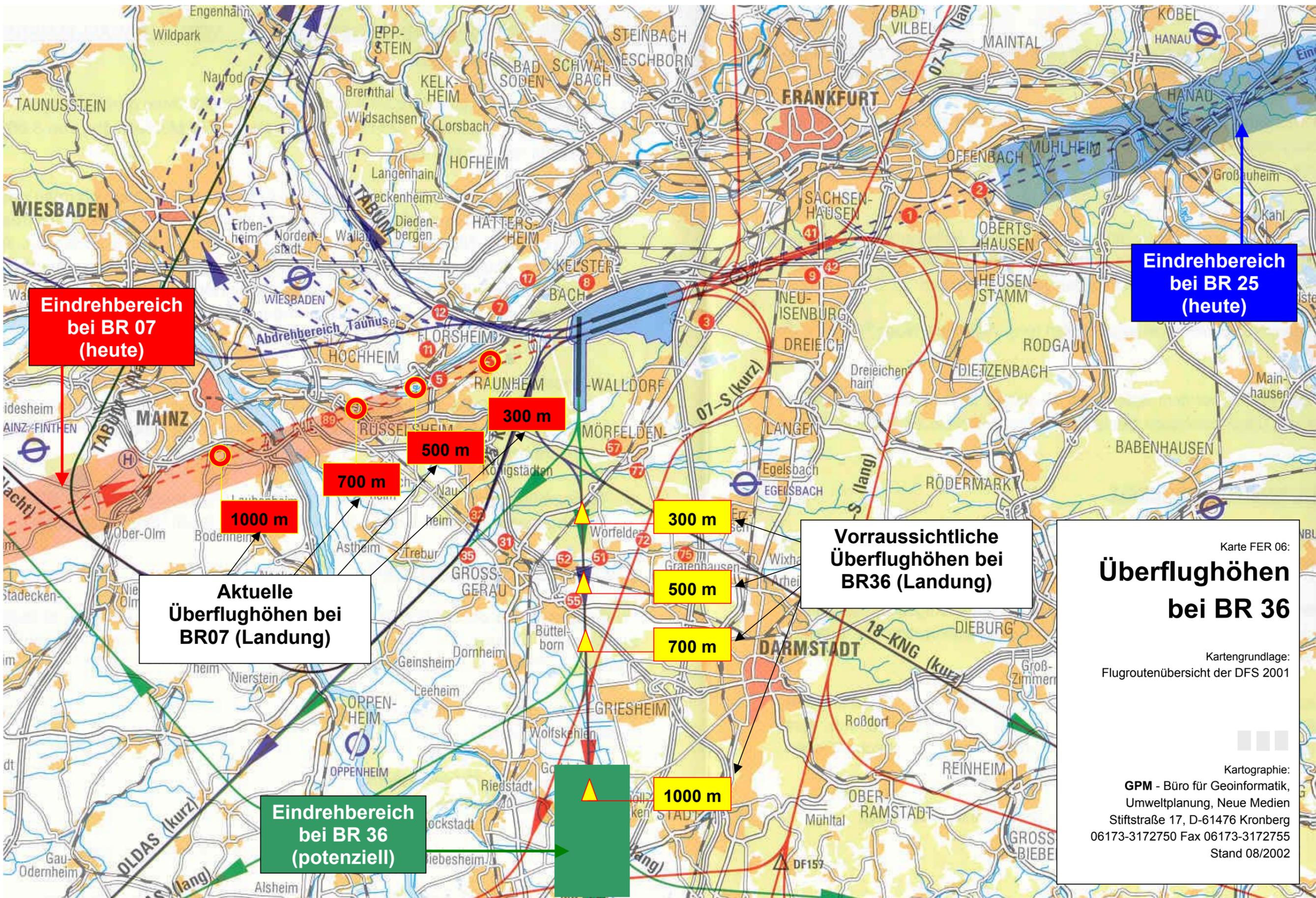
In DOC 9157-AN/901 Appendix 1, S. 1-45 vom 23.1.91 werden für die meisten gängigen Flugzeugtypen Referenzbahnlängen angegeben. Sie unterscheiden sich nur unwesentlich von den von der DFS veröffentlichten Daten („Aircraft“, 2nd Edition, Version 1.0, December 1996), die in der nachfolgenden Liste zusammengestellt wurden, die sämtliche gängigen in EDDF startenden und landenden Strahlflugzeuge mit einem max. Startgewicht >20to (A Kategorie) aufführt.

Flugzeug-typ/ ICAO Code	Take-off Weight./ MTOW (kg)	Landing Weight/ MLW (kg)	FAR Length (m) Gross Weight	FAR Length (m) Gross Weight	Rate of Climb (ft/min)	Minimum Clean Speed (Kts)	Final Approach Speed (IAS)(Kts)	Ap- proach/ Vortex Cate-	Triebwer- ke (kN) Ausrüst-
----------------------------	--------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------	------------------------------------	--	-----------------------------------	-------------------------------------

			Take-off	Landing				gory	ungsva- rianten
Aerospatiale SE S210 Caravelle/ S210	48000				2000	220	140	C/M	2x63,5/ 2x72,0
Aerospatiale Concorde/ CONC	185066	111130	3170	2444	5000	280-300	230	D,E/H	4x169,3
Airbus A300 B4-200/EA31	165000	134000	2850	1635	3800	220-240	150	C/H	2x233/ 2x234
Airbus A300- 600/EA30	164960	138000	2240	1532	3800	220-240	150	C/H	2x262/ 2x249
Airbus A310- 200/EA31	142000	123000	1860	1480	4200	220-240	150	C/H	2x237/ 2x231
Airbus A310- 300/EA31	149960	123000	2290	1490	4200	220-240	150	C/H	2x237/ 2x231
Airbus A319/ EA32*	64400	61000	1750	1350	2500	210-225	150	C/M	2x98/ 2x104,6
Airbus A320- 200/EA32	73500	64500	2190	1440	2500	210-225	150	C/M	2x111/ 2x125
Airbus A321/ EA32*	83000	73500	2210	1590	2500	210-225	150	C/M	2x133
Airbus A330- 300/EA33	212000	174000	2270	1660	2200	200-210	140	C/H	2x306/ 2x300/ 2x308
Airbus A340- 200/EA34	253500	181000	2765	1765	1800	210-240	150	C/H	4x141/ 4x147
Airbus A340- 300/EA34	253500	186000	2765	1830	1800	210-240	150	C/H	4x141/ 4x154
Antonov AN124 Ruslan/AN4R	405000		2520	900	1700	240-270	150	C/H	4x229,5
Antonov AN225 Mriya/AN5M	600000		3500				150	C/H	6x229,5
Boeing B707/ B707	150820	112000			3550	240	150	C,D/H	4x93,4/ 4x60,1
Boeing B727- 200/B727	95028	72575	3033	1494	3600	210-240	150	C/M	3x72
Boeing B737- 200/B737	52390	47600	1829	1350	4200	210	150	C/M	2x72
Boeing B737- 300/B73S	56470	51710	1600	1396	4500	210	150	C/M	2x90/ 2x99
Boeing B737- 400/B73F	62820	54880	1935	1506	4500	210	150	C/M	2x97,9/ 2x105
Boeing B737- 500/B73V	52390	49900	1518	1362	4500	210	150	C/M	2x82/ 2x89
Boeing B737- 700/800/ B73X*	78240	65310				210	150	C/M	2x107

Boeing B747-100/200/300/B747	377850	285830	3190	1890	1800	240-270	150	D/H	4x243,5/ 4x206,8
Boeing B747-400/B74F	394630	285760	3320	2130	1800	240-270	150	C/H	4x258/ 4x252,4
Boeing B747-SP/B74S	317520	204120	2330	1600	1900	240-270	150	C/H	4x230
Boeing B757-200/B757	99792	89800	1880	1415	4000	220-240	150	C/H	2x170/ 2x178
Boeing B767-200/B767	179170	129276	2670	1465	4000	220-240	150	C/H	2x223/ 2x223,5
Boeing B767-300ER/B767	175543	129276	2925	1740	4000	220-240	150	C/H	2x266,9/ 2x273,6
Boeing B777 A/B/B777	267600	206400	2700	1700	4000		150	D/H	2x376,3
British Aerospace BAC 1-11-500/BA11	45201	39020	2277	1450	2280	220	150	C,D/M	2x55,8
British Aerospace BAC 146-100/200/300/BA46	46040	40143	1030	1235	2000	200	140	C,D/M	4x31,15
Canadair Regionaljet/CL65	21523	20275	1600	1410	2000	190-220	150	C/M	2x41
Dassault Breguet Mystere/Falcon 900B/DA90	20640	19050	1515	700	4200	180-220	150	C/M	3x21
Fokker 28 Fellowship/FK28	33110	31525	1678	1036	2100	200	150	B,C/M	2x44
Fokker 70/FK70	36740	34020			2450	200	140	C/M	2x61,6
Fokker 100/FK10	44450	39915	1715	1348	2450	200	140	C/M	2x44/ 2x67,6
Grumman G159 Gulfstream II/ G 2	28122	26535	1524	972	4350	180-220	150	C,D/M	2x51,71
Grumman G1159 A Gulfstream III/ G 3	31615	26535	1554	975	4270	180-220	150	C/M	2x50,7
Grumman G1159 C Gulfstream IV/ G 4	33838	29973	1609	1032	4000	180-220	150	C/M	2x61,6
Grumman Gulfstream V/ G 5*	40370	31800	1678	976	4340		150	C/M	2x66,2
Ilyushin IL 62 MkII/IL62	165000	105000	3300	2500	3540	180-220	150	D/H	4x107,9
Ilyushin IL 76 T/IL76	170000		850	650	1770	180-220	150	B/H	4x117

Ilyushin IL 86 /IL86	206000	175000	2600	2300	3000	180-220	150	D/H	4x127
Ilyushin IL 96-300/IL96	216000	175000	2760	1980	3000		150	C/H	4x156
Lockheed Tristar L1011/ L101	195044	162386	2423	1737	3100	220-260	150	C,D/H	3x187
Lockheed Tristar L1011 - 500/L101	224983	166922	2636	2073	3100	220-260	150	C,D/H	3x222
Lockheed C 5 B Galaxy/C 5	348820				1750		150	C/H	4x128,8
Lockheed C 141 B Starlifter/ C141	155580				2900		150	C/H	4x78
McDonnell Douglas Super DC 8-73/DC8S	161000	117000	3048	1981	2800	210-240	150	C/H	4x97,9
McDonnell Douglas DC 9/10/20/30/ 40/50/DC9	51700	46300	2091	1457	2600	210-260	150	C,D/M	2x69/ 2x71,2
McDonnell Douglas DC 10-30/DC10	263636	182766	2996	1820	2900	230-260	150	C/H	3x234
McDonnell Douglas MD 11/MD11	283720	207744	2926	1966	2770	235-260	150	C,D/H	3x274/ 3x267
McDonnell Douglas MD 80/81/82/83/ MD80/83	72580	63280	2052	1585	2400	210-260	150	C,D/M	2x85,6/ 2x96,5
McDonnell Douglas MD 87/MD87	63500	58000	1865	1451	2500	210-260	150	D/M	2x92,7
McDonnell Douglas MD 90-30/MD90	70760	64410	2245	1564	2500		150	C/M	2x69/ 2x71,2
McDonnell Douglas C 17 A Globemaster III/C 17	263083		2286	915	2500		150	C/H	4x185
Tupolev 134/ TU34	49000	43000	2180	2050	2913	180-220	150	D/M	2x68
Tupolev 154/ TU54	100000	80000	2100	2060	3000	220-240	150	D/M	3x103
Tupolev 204/ TUP4	93500	86000	2500	2130	4000		150	D/M	2x157
Tupolev 334/ TU334*	46100								2x73,55/ 2x83,8
Yakovlev YAK 42/YK42	63000	56000	1500	1950	2000	180-220	150	C/M	3x73,6



Eindrehbereich bei BR 07 (heute)

Eindrehbereich bei BR 25 (heute)

Aktuelle Überflughöhen bei BR07 (Landung)

Voraussichtliche Überflughöhen bei BR36 (Landung)

Eindrehbereich bei BR 36 (potenziell)

Karte FER 06:
Überflughöhen bei BR 36
 Kartengrundlage:
 Flugroutenübersicht der DFS 2001

Kartographie:
GPM - Büro für Geoinformatik,
 Umweltplanung, Neue Medien
 Stiftstraße 17, D-61476 Kronberg
 06173-3172750 Fax 06173-3172755
 Stand 08/2002