

Fluglärm- Entlastungskonzept Raunheim (FER 2002)

Fortschreibung 2006

Magistrat der
Stadt Raunheim



GPM
Büro für Geoinformatik, Umweltplanung, neue Medien
Ringstraße 6
D-61476 Kronberg

Kronberg/Mainz, Februar 2006

bearbeitet von

THOMAS HASSELBECK

CHRISTIAN KEIL

SABINE SWOBODA

JOHANNES WOLF

INHALT

1	VORBEMERKUNGEN	4
2	AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG	5
3	FLUGLÄRMBELASTUNG –	6
3.1	VORGEHENSWEISE UND DATENGRUNDLAGEN	6
3.1.1	Lärmessdaten	6
3.1.1.1	Monatliche Berichte der Fluglärmüberwachungsanlage	6
3.1.1.2	Fluglärmreports der FRAPORT AG	8
3.1.1.3	Aufzeichnungen des DFLD	9
3.1.2	Wetterdaten.....	11
3.1.2.1	Klimatologische Monatsübersichten.....	11
3.2	FLUGLÄRM IN RAUNHEIM – ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN.....	12
3.2.1	Hauptbelastungsfaktoren	13
3.2.2	Weitere Belastungsfaktoren	15
3.2.3	Saisonale (zyklische) Belastungsfaktoren	16
3.3	FLUGLÄRM 2002 - 2005	18
3.3.1	Gesamter Zeitraum 2002 - 2005	18
3.3.2	Die Belastungssituation im Jahr 2002.....	22
3.3.3	Die Belastungssituation im Jahr 2003.....	26
3.3.4	Die Belastungssituation im Jahr 2004.....	28
3.3.5	Die Belastungssituation im Jahr 2005.....	30
3.3.6	DARSTELLUNG DER ZEIT 27.7.-30.7.2004	33
3.4	FLUGLÄRMMENTWICKLUNG 2001 BIS 2005 – ZUSAMMENFASSENDES ERGEBNIS UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES FER (2002).....	36
4	FLUGLÄRMMENTLASTUNGSPOTENTIALE	38
4.1	RÜCKENWINDKOMPONENTE	38
4.2	AN- UND ABFLUGWINKEL	40
4.3	ENDANFLUG	43
4.4	LANDEBAHNLÄNGEN/LANDESCHWELLEN	46
4.5	NUTZUNG STARTBAHN WEST ALS LANDEBAHN	53
5	QUELLEN.....	58
6	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	59
7	TABELLENVERZEICHNIS	62

1 VORBEMERKUNGEN

Im Jahre 2001 wurde GPM von der Stadt Raunheim beauftragt die spätestens durch die Mediation (2000) als „unzumutbar“ herausgestellte flugbetriebsbedingte Belastungssituation in Raunheim einer sorgfältigen Prüfung zu unterziehen. Die gestellte Aufgabe verfolgte zweierlei Ziele:

1. Visualisierung der durch den Flugbetrieb hervorgerufenen Belastungen auf der Basis bereits vorliegenden Datenmaterials.
2. Analyse des Fluggeschehens und darauf aufbauende Konzeption von Entlastungsmöglichkeiten.

Im Ergebnis entstand das „Fluglärmelastungskonzept Raunheim (FER)“, das 2002 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde und seither als Kurzfassung auch auf der Homepage der Stadt Raunheim zu finden ist (<http://www.raunheim.de/>).

Zur Darstellung der Belastungssituation wurden sowohl Fluglärmrechnungen durchgeführt, als auch auf zigtausende an Messdaten zurückgegriffen, die nach unterschiedlichsten Kriterien ausgewertet wurden. 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 (1998 und 1999) in die Auswertung mit einbezogen werden. Zusätzlich wurden für das Jahr 2001 an verschiedenen Orten in Raunheim durch die DEBAKOM GmbH Fluglärmmessungen durchgeführt. Die in zahlreichen Tabellen und Graphiken aufbereiteten Ergebnisse der Datenauswertung sollen hier nicht im Einzelnen wiedergegeben werden; es muss aber als zusammenfassendes Ergebnis der Fluglärmbewertung herausgestellt werden, dass in Raunheim – das sei hier vorweg genommen – auch nach Maßgabe konservativer Lärmwirkungsforscher - nicht nur die Grenzen der Zumutbarkeit von Lärm weit überschritten sind, sondern bereits die Frage der Gesundheitsbeeinträchtigung ins Zentrum der Betrachtung gerückt werden muss.

Im zweiten Teil des Fluglärmelastungskonzeptes, werden - getreu der Maxime aus der Mediation, dass aktiver Schallschutz stets vor passivem Schallschutz Vorrang einzuräumen ist - auf der Basis umfangreicher Datenauswertungen zur Gestaltung des Flugbetriebes an anderen nationalen und internationalen Verkehrsflughäfen fluglärmindernde Maßnahmen im Sinne des aktiven Schallschutzes entworfen und ausführlich ob Ihrer Wirkungen diskutiert. Im Ergebnis werden folgende Maßnahmen zu Fluglärminderung postuliert:

- Verlegung der Aufsetzschwelle auf einer Bahn um 1500m nach Osten bzw. nach Westen (Bahnverkürzung auf 2500m)
- Erhöhung des Anflugleitwinkels von 3° auf 3,2° bei CAT 1-Bedingungen
- Erhöhung der Rückenwindkomponente > 5 ktn (ohne versetzte Aufsetzschwelle aber in Verbindung mit der Öffnung der Startbahn West für Landungen (BR 36))
- Erweiterung des östlichen Eindrehbereichs bis westlich von Offenbach
- Öffnung der Startbahn West für Landungen (BR 36) in Verbindung mit „Land after-Verfahren“ zumindest für die Randzeiten.

2 AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG

Wie bereits erwähnt, bilden die Jahre 1998 und 1999 den Schwerpunkt der Datenauswertung zur Lärmbelastung, da einzig für diese Jahre hoch differenzierte, systematische Lärmaufzeichnungen vorlagen. Die stärker aggregierten Lärmdokumentationen enden im Jahre 2001. Da seit Erscheinen des Gutachtens im Jahre 2002 auch in Bezug auf aktiven Schallschutz neue Erkenntnisse und Entwicklungen bis heute zu verzeichnen sind, ist es nunmehr die Aufgabe dieses Gutachtens diese Entwicklungen – Lärmbelastung auf der einen, Entlastungsmöglichkeiten auf der anderen Seite – von 2001 bis heute fortzuschreiben.

Wie bereits im Gutachten von 2002 ausgeführt, wird auch für diese Fortschreibung betont, dass die Untersuchung ausschließlich auf den Ist-Zustand mit der heutigen Bahnenkonstellation bezogen ist. Die Ausbauplanungen der FRAPORT AG sind folglich nicht Gegenstand dieser Untersuchung. Es ist jedoch auf der Basis der bisher bekannten Datenlage bezogen auf die Lärmsituation in Raunheim nach dem Bau der Landebahn Nord-West sicher davon auszugehen, dass sich die Fluglärmelastung insbesondere in der Stadtmitte sowie in den südlichen Stadtteilen noch weiter verschärfen wird.

3 FLUGLÄRMBELASTUNG –

3.1 VORGEHENSWEISE UND DATENGRUNDLAGEN

Um die Entwicklung der Fluglärmbelastung in Raunheim von 2001 bis 2005 zu dokumentieren und zu bewerten, wurde auf folgende Datenquellen zurückgegriffen:

- Monatliche kumulierte Lärmberichte der Fluglärmüberwachungsanlage der FRAPORT AG an den Messpunkten 05 (Raunheim Opelbrücke) sowie 06 (Raunheim Uhlandstraße),
- Fluglärmreports der FRAPORT AG,
- Aufzeichnungen des Deutschen Fluglärmdienst (DFLD), sowie
- Klimatologische Übersichten, hg. vom Verein BERLINER WETTERKARTE e.V.

Die drei erstgenannten Quellen umfassen Lärmmessdaten sowie Daten zur Nutzung der unterschiedlichen Flugbetriebsrichtungen. Der letzte Punkt beinhaltet Informationen zur Großwittersituation. Eine ausführlichere Untersuchung des grundsätzlichen Zusammenhangs von Großwittersituationen soll hier nicht gegeben werden, sie findet sich im Fluglärm-Entlastungskonzept (FER, 2002). Eine Detailstudie zur Temperaturentwicklung über einen längeren Zeitraum wurde im für Raunheim erstellten Gutachten „Temperaturverhältnisse bei Überflug (BR 07) (2005)“ vorgenommen.

Es folgt eine kurze Erläuterung der unterschiedlichen Datenquellen.

3.1.1 Lärmessdaten

3.1.1.1 Monatliche Berichte der Fluglärmüberwachungsanlage

Die Messergebnisse der Fluglärmüberwachungsanlage der FRAPORT AG werden in monatlichen Berichten zusammengefasst und den betroffenen Flughafenanliegergemeinden zugestellt. Für Raunheim handelt es sich um die Lärmprotokolle der beiden Messpunkte 05 (Raunheim, Opelbrücke) und 06 (Raunheim, Uhlandstraße). Einen Auszug aus einem solchen Lärmbericht zeigt die folgende Abbildung 1. Die Aufzeichnungen der Einzelschallereignisse an diesen beiden Messstationen bilden die Grundlage des vorliegenden Berichts.

Die monatliche Gesamtzahl solcher Einzelschallereignisse, die in diesem Beispiel bei der Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels $L_{eq}(4)$ 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 treten allerdings keine Einzelschallereignisse über 65 dB bei Betriebsrichtung 18 (Startbahn West) auf.

Bis Dezember 2002 wurden in diesen Berichten tagsüber (d.h. von 4 - 20 Uhr UTC während der Sommerzeit, 5 - 21 Uhr UTC sonst) Einzelschallereignisse ab 70 dB(A) aufgeführt. Seit Januar 2003 sind auch tagsüber alle Lärmklassen ab 65 dB(A) in den Berichten aufgeführt. Um die Auswertung für den Gesamtzeitraum einheitlich zu gestalten wurden jedoch tagsüber nur Einzelschallereignisse ab 70 dB(A) einbezogen.

RWY								
LASMAX CLASSES EVENTS								
25+07+18								
GMT	<65	65-69	70-74	75-79	80-84	85-89	>89	SUM.
00-01		1	4	5	1		1	12
00-02				2				2
02-03				3		1	1	5
03-04		5	2	16				23
04-05		7	25	48	7			87
05-06		11	38	64	4			117
06-07		33	119	85	6			243
07-08		20	143	93	8		1	265
08-09		35	137	84	4			260
09-10		47	127	73	5			252
10-11		46	132	99	4			281
11-12		24	173	74	5			276
12-13		64	99	54	5	1		223
13-14		69	117	60	9			255
14-15		54	160	63	5			282
15-16		39	182	63	3	2		289
16-17		55	117	59	5			236
17-18		73	117	56	6			252
18-19		59	149	69	5	1		283
19-20		74	211	69	6			360
20-21		52	162	42	4			260
21-22		25	64	30	1			120
22-23		10	33	17			2	62
23-24		4	36	11	3			54
DAY		755	2183	1107	84	4	1	4134
NIGHT		52	164	132	12	1	4	365
00-24		807	2347	1239	96	5	5	4499

Abbildung 1: Beispiel für eine kumulierte Auflistung der Einzelschallereignisse für Januar 2003, Messpunkt 05, alle Betriebsrichtungen (FRAPORT AG, 2003).

Darüber hinaus enthalten die Berichte eine Aufstellung über die monatliche Nutzungsdauer (in Minuten) der jeweiligen Betriebsrichtung. Eine solche Aufstellung zeigt Abbildung 2. Auch diese Auflistung ist wieder summarisch nach Betriebsrichtungen geordnet. In der Abbildung sind die Nutzungszeiträume aller Betriebsrichtungen (07+18+25) wiedergegeben. Die erste Spalte gibt die Tageszeit (in 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 Fluglärmgesetz 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 angegebenen Betriebsrichtungen, die unter 14 aufgelistet ist.

25+07+18

GMT	11	12	13	14
00-01	53	1740	94	1860
01-02	43	1740	94	1860
02-03	50	1740	94	1860
03-04	45	1784	96	1860
04-05	53	1825	98	1860
05-06	55	1800	97	1860
06-07	58	1830	98	1860
07-08	60	1860	100	1860
08-09	58	1860	100	1860
09-10	61	1800	97	1860
10-11	60	1790	96	1860
11-12	60	1745	94	1860
12-13	60	1860	100	1860
13-14	60	1845	99	1860
14-15	59	1825	98	1860
15-16	60	1830	98	1860
16-17	60	1850	99	1860
17-18	59	1840	99	1860
18-19	60	1860	100	1860
19-20	60	1795	97	1860
20-21	59	1850	99	1860
21-22	56	1800	97	1860
22-23	53	1800	97	1860
23-24	52	1800	97	1860
DAY	59	29240	98	29760
NIGHT	52	14229	96	14880
00-24	60	43469	97	44640

Abbildung 2: Beispiel für die monatliche Nutzungsdauer aller Betriebsrichtungen für Januar 2003 (FRAPORT AG, 2003).

3.1.1.2 Fluglärmreports der FRAPORT AG

Die FRAPORT AG gibt seit Anfang 2002 sog. *Fluglärmreports* heraus, die im Internet zum Download bereitstehen (<http://www.fraport.de/cms/umwelt/rubrik/2/2426.information.htm>). Sie erscheinen halbjährlich und bieten, neben allgemeinen Informationen zum Problemkomplex Fluglärm, das folgende statistische Datenmaterial:

- eine tagesgenaue Aufstellung der Anzahl von Flugbewegungen des Berichtszeitraumes, auf die jeweiligen Betriebsrichtungen verteilt (monatliche Balkengrafiken),
- die Werte des äquivalenten Dauerschallpegels an den Messpunkten der Fluglärmüberwachungsanlage (Jahres-Leq(4) der letzten 10 Jahre sowie Monats-Leq(4) des Berichtszeitraums) und
- die Anzahl der Einzelschallereignisse im Tagesmittel an den unterschiedlichen Messpunkten, getrennt nach Lärmklassen, für den Berichtszeitraum, bei (hypothetischer) ausschließlicher Nutzung der Betriebsrichtungen 07 und 25 sowie unter der tatsächlich geflogenen Aufteilung der Betriebsrichtungen.

Aktuellere Aufstellungen als die in den halbjährlichen Berichten enthaltenen, können im Internet beim Fluglärmservice der FRAPORT AG unter

http://www.fraport.de/cms/infoservice_fluglaerm/rubrik/2/2591.infoservice_fluglaerm.htm abgerufen werden.

Die tagesgenaue Aufstellung der Flugbetriebsrichtungen stellt eine zusätzliche Information gegenüber den monatlichen kumulierten Berichten dar. Alle anderen Werte können auch den kumulierten monatlichen Berichten entnommen werden.

3.1.1.3 Aufzeichnungen des DFLD

Seit dem Jahr 2002 gibt es eine stetig zunehmende Anzahl privater Betreiber von Fluglärm-Mess-Stationen. Der Deutsche Fluglärmdienst e.V. (www.dfld.de) ist eine unabhängige Nicht-Regierungs-Organisation und dokumentiert seit vielen Jahren bundesweit und in der Schweiz die Fluglärmbelastung von Bürgern im Umfeld und im weiteren Nahbereich von Flughäfen. Innerhalb von 15 Schwerpunktregionen betreibt der DFLD 150 private Fluglärm-messstationen. Er stellt in seiner Internetpräsenz, neben einer Fülle weiterer Textinformationen, die gemessenen Pegel nach den Flughafen-Einzugsbereichen sortiert, stündlich aktualisiert in Form von

- täglichen Rohwerten,
- Tagesstatistiken,
- Monatsstatistiken und (seit dem 25.10.)
- Flugspuren

dar. Auch von offizieller Seite werden die Messeinrichtungen des DFLD anerkannt. So findet derzeit im Rahmen des Regionalen Dialogforums eine Abstimmung zwischen dem DFLD und FRAPORT zu den unterschiedlichen Messverfahren statt; auch hat FRAPORT die Messergebnisse des DFLD anlässlich des A380-Besuchs am Flughafen Frankfurt weitgehend bestätigt (Frankfurter Rundschau 05.11.2005).

In Raunheim sind zurzeit zwei Stationen des DFLD kontinuierlich in Betrieb. Abbildung 3 zeigt eine Darstellung der registrierten Rohmessdaten für den 11.7.2005 an der Station Raunheim 3.

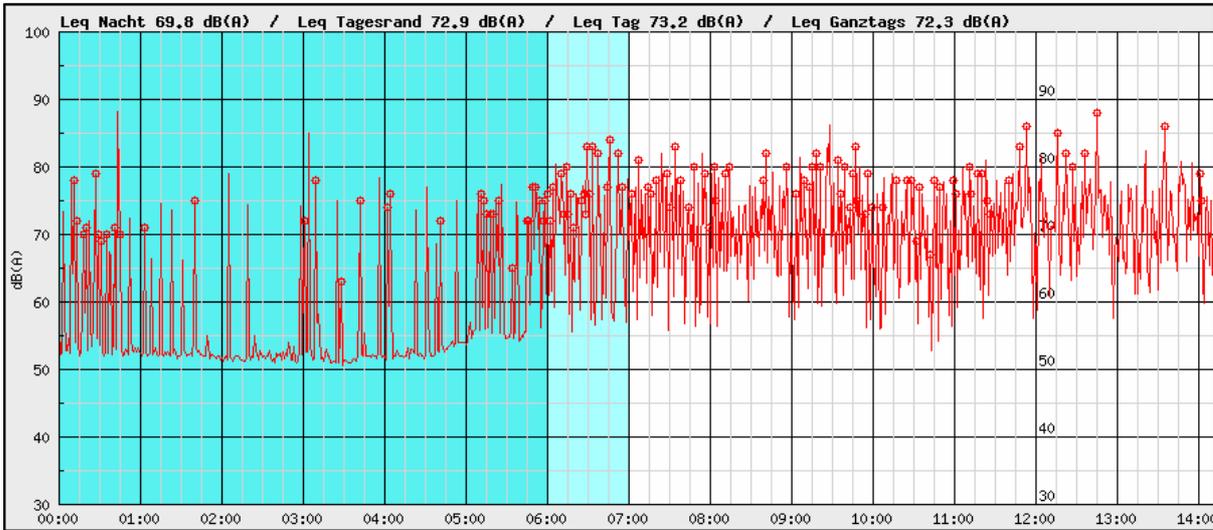


Abbildung 3: Pegelverlauf der Lärm-Mess-Station Raunheim 3 am 11.7.2005 (Screenshot; DFLD, 2005).

Zur genaueren Auswertung der Daten besteht die Möglichkeit, in die Darstellung zu zoomen (Zwei-Stunden-Intervalle). Die ausführliche Auswertung der Messwerte wird im statistischen Teil dargestellt. Abbildung 4 zeigt einen Auszug aus der Tagesstatistik für das oben gewählte Datum, Abbildung 5 aus der monatlichen Statistik. Wegen der Fülle an gegebener Information muss zur Erläuterung der hier dargestellten und weiterer Informationen auf die Website des DFLD verwiesen werden.

05:	05:12, 05:13, 05:16, 05:18, 05:21, 05:23, 05:34, 05:45, 05:47	77 dB _A	14
	05:49, 05:51, 05:55, 05:57, 05:58		
06:	06:00, 06:02, 06:04, 06:10, 06:13, 06:14, 06:16, 06:18, 06:20	84 dB _A	20
	06:25, 06:27, 06:29, 06:30, 06:31, 06:34, 06:37, 06:44, 06:47		
	06:53, 06:56		
07:	07:03, 07:07, 07:15, 07:16, 07:21, 07:28, 07:30, 07:35, 07:38	83 dB _A	13
	07:45, 07:49, 07:56, 07:59		
08:	08:03, 08:05, 08:11, 08:14, 08:40, 08:42, 08:56	82 dB _A	7
09:	09:03, 09:09, 09:13, 09:15, 09:18, 09:22, 09:34, 09:36, 09:39	83 dB _A	16
	09:44, 09:45, 09:47, 09:49, 09:54, 09:56, 09:59		
10:	10:08, 10:17, 10:26, 10:28, 10:33, 10:35, 10:42, 10:45, 10:50	78 dB _A	10
	10:60		
11:	11:01, 11:12, 11:13, 11:18, 11:21, 11:25, 11:26, 11:40, 11:49	86 dB _A	10

Abbildung 4: Auszug aus der Tagesstatistik (Werte in MESZ) für den 11.7.2005 (Screenshot). Neben den genauen Uhrzeiten der Überflüge sind rechts die dB(A)-Maximalwerte der jeweiligen Stunden und die Summen der registrierten Einzelschallereignisse angegeben (DFLD, 2005).

Datum	Nur Überflüge (EU) ⁽¹⁾				Gesamtlärm (EU) ⁽²⁾				Gesamtlärm (TA-Lärm) ⁽³⁾			
	L _{day}	L _{even}	L _{night}	L _{den}	L _{day}	L _{even}	L _{night}	L _{den}	L _{Tag}	L _{Tagrand}	L _{Nacht}	L _{Ganzttag}
01.07.2005	60.3	59.9	63.3	69.1	73.3	71.8	71.6	78.3	73.1	72.4	71.6	72.6
02.07.2005	58.8	56.5	50.0	59.8	72.3	72.6	71.6	78.2	72.2	73.3	71.6	72.2
03.07.2005	57.8	62.2	57.3	64.7	71.4	71.6	73.4	79.4	71.8	71.0	73.4	72.2
04.07.2005	62.2	65.1	63.7	70.2	72.1	74.0	70.3	77.5	72.5	73.2	70.3	72.0
05.07.2005	59.0	58.1	46.6	59.5	70.9	71.6	68.3	75.6	71.1	70.8	68.3	70.3
06.07.2005	56.8	59.1	51.7	60.6	70.5	71.2	68.8	75.8	70.9	70.0	68.8	70.2
07.07.2005	63.5	57.2	57.7	65.3	71.2	74.2	71.1	78.0	71.9	73.3	71.1	71.9
08.07.2005	61.3	60.5	47.8	61.6	71.2	71.6	71.3	77.7	71.1	72.2	71.3	71.3
09.07.2005	66.3	61.5	58.2	67.1	74.0	73.3	71.6	78.6	73.8	74.0	71.6	73.2
10.07.2005	66.4	62.4	61.3	68.8	73.7	73.6	72.5	79.2	74.2	72.8	72.5	73.3
11.07.2005	63.4	64.0	57.7	66.4	73.3	72.7	69.8	77.2	73.2	72.9	69.8	72.3
				71.1			70.6	77.7	73.0		70.0	72.3

Abbildung 5: Auszug aus der Monatsstatistik, Juli 2005 (Screenshot). Zur Erläuterung der dargestellten Leq - Rubriken sei auf die Internetseite des DFLD verwiesen (DFLD, 2005).

Aufgrund gezielter Beschwerden bei Einzelschallereignissen mit Hilfe der Messungen der DFLD-Fluglärm-Mess-Stationen in Raunheim und der Informationen in den Antwortschreiben der FRAPORT AG konnte ein Abgleich der gemessenen Werte der DFLD-Fluglärm-Mess-Stationen mit dem Messnetz der FRAPORT AG vorgenommen werden (Gerhard Thallmayer, pers. Mitteilung). Es stellte sich heraus, dass die Abweichungen der gemessenen Einzelschallpegel in einem Streubereich um 2 dB(A) liegen. Die Vergleichbarkeit der gemessenen Werte ist also gegeben.

Wegen der Fülle des hier gebotenen Datenmaterials kann in diesem Bericht keine vollständige Lärmanalyse mit den Daten des DFLD vorgenommen werden. Stattdessen wird in Kapitel 3.3.6 auf Basis der DFLD-Messwerte eine Detailstudie des Zeitraums vom 27.7.-30.7.2004 vorgenommen.

3.1.2 Wetterdaten

3.1.2.1 Klimatologische Monatsübersichten

Die monatlich herausgegebenen Übersichten (hg. vom Verein Berliner Wetterkarte e.V. Berlin) enthalten Analysen der für Deutschland maßgeblichen Großwittersituationen. Wie aus vorhergehenden Untersuchungen bekannt, führen insbesondere die anhaltenden Hochdruck-Wetterlagen mit bodennahen Winden aus östlichen Richtungen zu einer erhöhten Belastung Raunheims, da in diesen Fällen BR 07 (=Betriebsrichtung Ost) geflogen wird.

Die hier aufgeführten Wetterdaten wurden allerdings nur in Ausnahmefällen zur Ergänzung herangezogen. In dem Kapitel '3.2 Fluglärm in Raunheim - Allgemeine Betrachtungen' wird

eine Zusammenfassung der Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen zum Zusammenhang von Wetter und Betriebsrichtung über Raunheim gegeben.



Abbildung 6: Illustration der Abflugrouten (weiße Zahl in rotem Punkt = Messstation der FRAPORT AG, Messpunkte 5 und 6 in Raunheim) (Quelle: DFS, 2001)

3.2 FLUGLÄRM IN RAUNHEIM – ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN

Dieses Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die allgemeinen Belastungsfaktoren Raunheims durch Fluglärm. Hierfür dienen insbesondere die Einzelschallmessungen der Fluglärmüberwachungsanlage der FRAPORT AG (s. Abb. 6) und deren langjährige Entwicklung als statistische Grundlage.

3.2.1 Hauptbelastungsfaktoren

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. Die folgende Grafik 7 soll diesen Sachverhalt veranschaulichen.

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

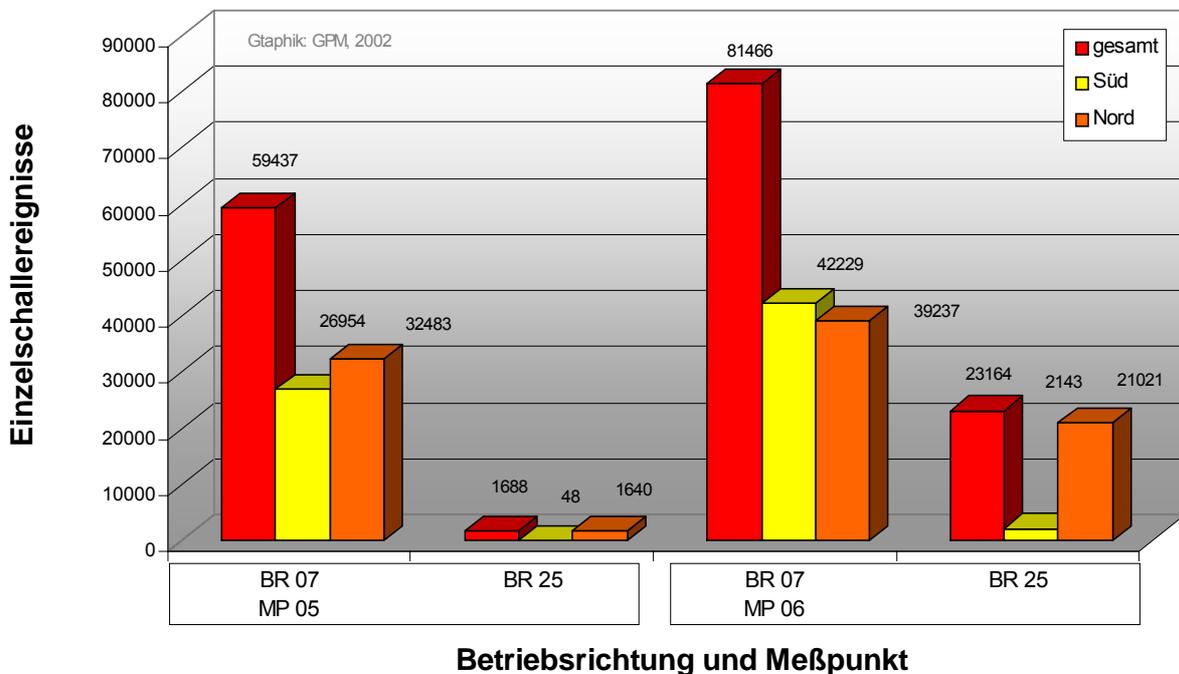


Abbildung 7: Anzahl der Einzelschallereignisse der Jahre 1998 und 1999 an den beiden Raunheimer Messpunkten 05 und 06, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute (Fraport AG, 1998, 1999).

Sie ist dem Fluglärm-Entlastungskonzept Raunheim (FER 2002) entnommen. Dargestellt ist die Anzahl der registrierten Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) an den beiden Raunheimer Messpunkten 05 (Opelbrücke) und 06 (Uhlandstrasse), jeweils in Abhängigkeit der Betriebsrichtung (07 (Ost) bzw. 25 (West)) in den Jahren 1998 und 1999. Für diesen Zeitraum lag gesichertes Datenmaterial in hinreichender Auflösung vor. Zusätzlich ist dargestellt, ob der An- oder Abflug über die nördliche bzw. südliche Bahn erfolgte.

Die Grafik zeigt, dass die stärkste Belastung Raunheims durch Fluglärm bei Betriebsrichtung 07 auftritt. Entsprechend der geografischen Lage der beiden Messpunkte ist die Belastung an Messpunkt 06 bei Südbetrieb höher als bei Nordbetrieb, bei Messpunkt 05 verhält es sich umgekehrt. Während bei BR 25, insbesondere bei Nordbahnbetrieb, immer noch eine erhebliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 registriert wird, ist die Anzahl registrierter Überflüge bei Westbetrieb an MP 05 vergleichsweise vernachlässigbar.

Die nächste Grafik (Abb. 8) illustriert die durchschnittlichen dB(A)-Werte, die in Zusammenhang mit Einzelschallereignissen an den beiden Messpunkten registriert werden, ebenfalls

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

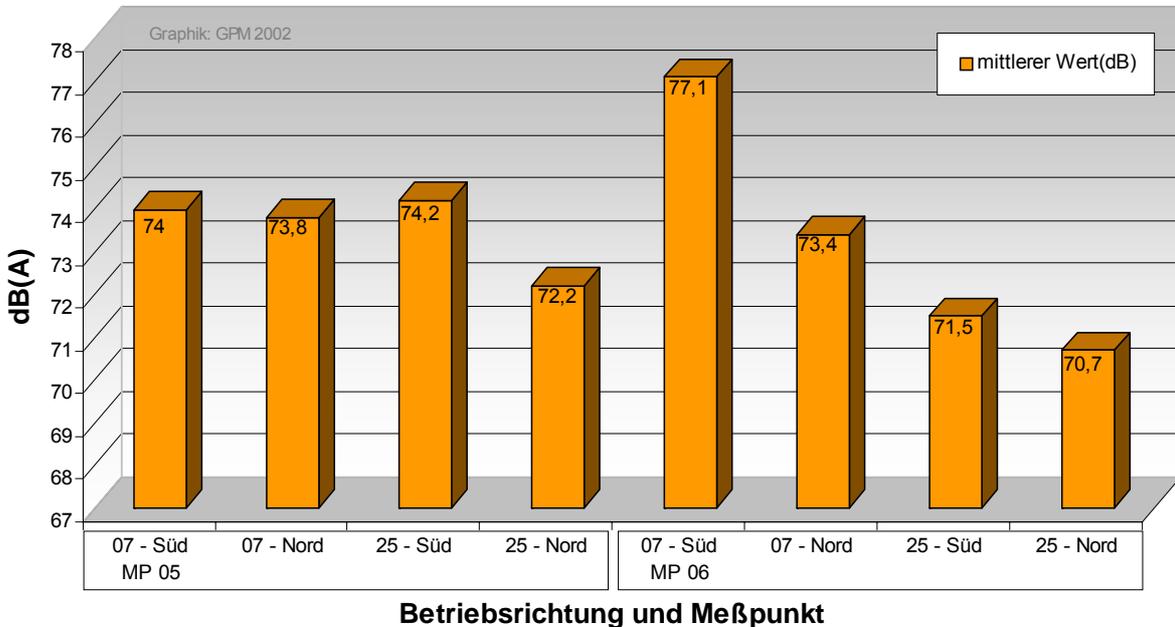


Abbildung 8: Durchschnittliche Einzelschallpegel in den Jahren 1998 und 1999 an den beiden Messpunkten 05 und 06, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute (Fraport AG, 1998, 1999).

nach Betriebsrichtung und Flugroute unterschieden. Ganz klar zeigt sich, dass auch hier der Süden Raunheims bei Betriebsrichtung Ost der stärksten Belastung ausgesetzt ist. Der höchste durchschnittliche Belastungswert von MP 05 bei Betriebsrichtung West ist dagegen vermutlich nicht signifikant, da er nur auf wenige Messungen zurückgeht (vgl. Abb. 7). Hier spielen vermutlich vor allem Überflüge bei Routenabweichungen in die Statistik hinein.

Die quantitative Aussage aus Abbildung 7 und die qualitative aus Abbildung 8 unterstreichen gemeinsam die Aussage, dass die Belastung Raunheims durch Fluglärm bei Ostwetterlagen

am stärksten ist. Bei einer Untersuchung der Fluglärmfaktoren sind also folgende Punkte an erster Stelle zu untersuchen

- die absolute Entwicklung in der Anzahl der Flugbewegungen und
- das Auftreten der unterschiedlichen Flugbetriebsrichtungen.

Von einer Stagnationsperiode der Jahre 2000 - 2003 abgesehen, ist die Tendenz zur Zunahme im Flugbetrieb ungebrochen. Dies wird ausführlich in Kapitel '3.3.1 Fluglärm 2002 - 2005' dargestellt.

Die Häufigkeit im Auftreten der unterschiedlichen Betriebsrichtungen unterliegt dagegen keinem klaren Trend. Sie wird von dem Auftreten der Großwettertypen und den damit verbundenen vorherrschenden Windrichtungen bestimmt. Bei genauerer Betrachtung der monatlichen kumulierten Lärmberichte fällt auf, dass vor allem in Monaten mit überdurchschnittlich hohem Anteil von Betriebsrichtung 07 dieser Anteil im Nachtflugbetrieb geringer ist als tagsüber. Natürlich ist die nächtliche Großwettersituation in diesen Fällen nicht von der tagsüber herrschenden verschieden. Grund ist vielmehr die sog. 5-Knoten-Regelung, der zufolge auch bei Ostwetterlagen und einer Rückenwindkomponente unter 5 Knoten (ca. 9 km/h) Betriebsrichtung West geflogen wird. Da nachts im Mittel geringere Windgeschwindigkeiten auftreten (vgl. Abb. 9), kann somit nachts eine kurzfristige Entlastung vom Dauerbetrieb 07 die Folge sein.

3.2.2 Weitere Belastungsfaktoren

Neben den im vorangegangenen Abschnitt genannten Hauptfaktoren spielen weitere Faktoren für die Belastung Raunheims durch Fluglärm eine Rolle. Hier wären zu nennen:

- unterschiedliche Lärmemission der verschiedenen Flugzeugklassen,
- Abhängigkeit der Schallausbreitung von der lokalen Wettersituation sowie
- Belastung durch Flugroutenabweichler.

Die Lärmemission der unterschiedlichen Flugzeugklassen wurde im FER (2002) ausführlich dargestellt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Militärflugzeuge die lauteste Flugzeugkategorie bilden, gefolgt von den nach Kap.3 gemäß ICAO zertifizierten großen Strahlflugzeugen. Für die älteren nach Kap. 2 zertifizierten Strahlflugzeuge herrscht seit April 2002 in der EU generelles Flugverbot.

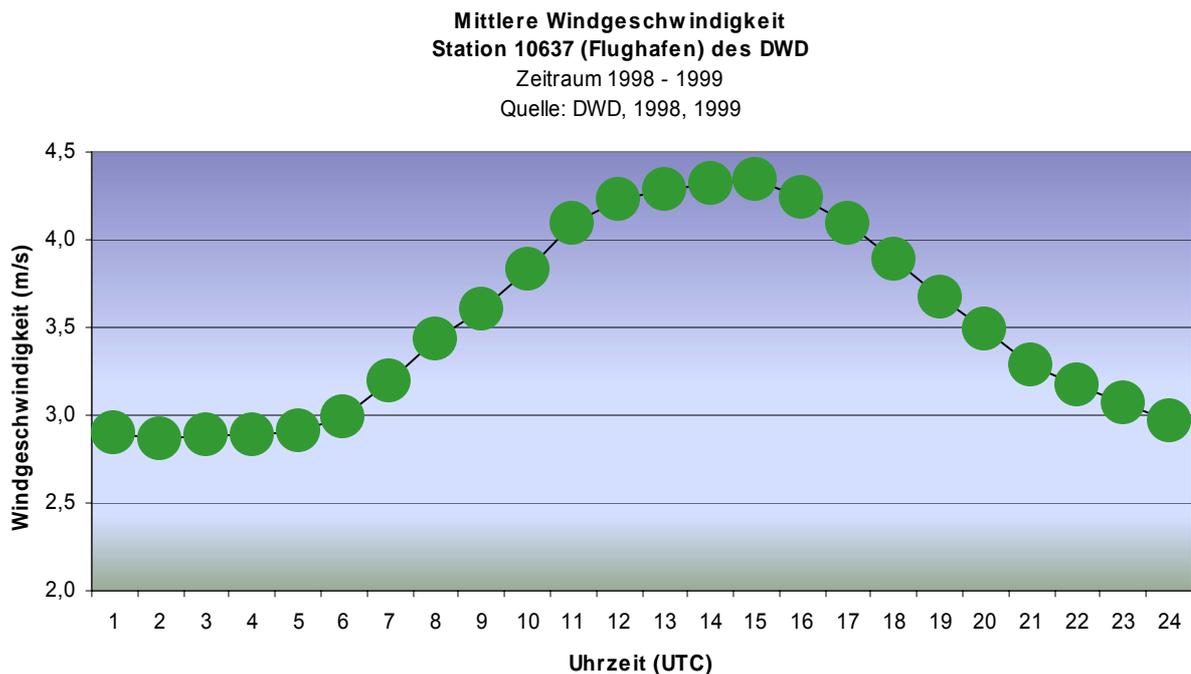


Abbildung 9: Mittlere Windgeschwindigkeit an der Station 10637 (Flughafen) des DWD. Aufgetragen ist das Mittel der Windgeschwindigkeit der Jahre 1998 und 1999 für die unterschiedlichen Tagesstunden (UTC) (DWD 1998, 1999).

Die Ausbreitung des Fluglärms in der Atmosphäre erfolgt in Abhängigkeit von der Windrichtung, aber auch die thermische Schichtung (z.B. bei Inversionswetterlagen) ist von nicht-nennenswertem Einfluss. Für eine quantitative Untersuchung dieser Zusammenhänge fehlt es zurzeit an dem erforderlichen Datenmaterial.

Schließlich kann durch Abweichungen von vorgesehenen Flugrouten zusätzliches Belastungspotential entstehen. Einzelne Fälle finden aufgrund von Beschwerden aus der Bevölkerung Klärung, für eine systematische Darstellung fehlt es jedoch auch hier an den erforderlichen Aufzeichnungen.

3.2.3 Saisonale (zyklische) Belastungsfaktoren

Zusätzlich von den oben genannten Einflussgrößen sind saisonale Faktoren zu berücksichtigen. So ist ein deutlicher Jahreszyklus zu beobachten: in den Monaten Mai - Oktober herrscht ein deutlich höheres Flugaufkommen, bedingt durch Urlaubsverkehr, als in den übrigen Monaten des Jahres. Die nachstehende Abbildung 10. zeigt die monatliche Verkehrsentwicklung aller deutschen Verkehrsflughäfen im Zeitraum 2001 - 2004 (die Grafik ist dem Mobilitätsbericht 2004 der DFS entnommen). Das maximale Flugaufkommen lag in den

Jahren 2001 - 2004 im Juli, während in den Wintermonaten die geringste Anzahl an Flugbewegungen zu verzeichnen war.

Außerdem wird ein Tagesgang beobachtet: in den Morgen- und Abendstunden findet die höchste Anzahl an Flugereignissen statt. Daran sind die Übersee Flüge der großen Strahlflugzeuge maßgeblich beteiligt.

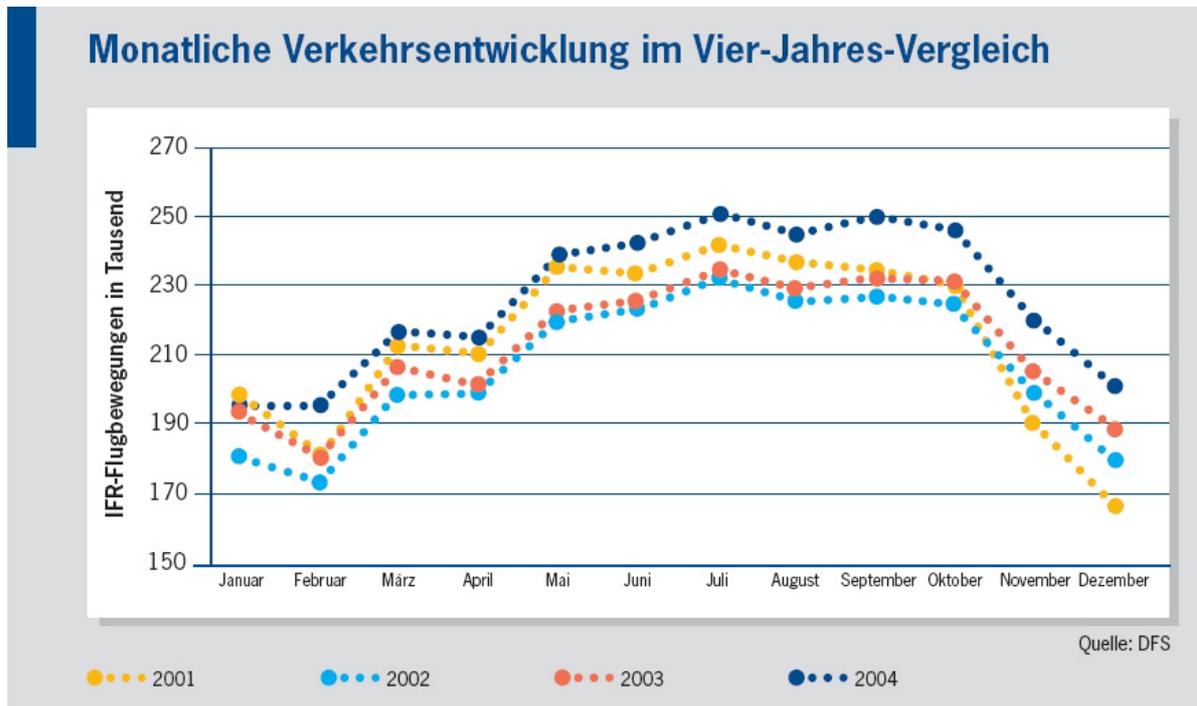


Abbildung 10: Monatliche Verkehrsentwicklung im 4-Jahres-Vergleich. In den vier dargestellten Jahren war Juli der flugverkehrsreichste, Februar (2001: Dezember) der verkehrsärmste Monat. Quelle: DFS, 2005

3.3 FLUGLÄRM 2002 - 2005

Zunächst wird ein Überblick gegeben, wie sich der Gesamtzeitraum in die bisherige Entwicklung des Fluglärms einordnet. Danach sollen die einzelnen Jahre näher betrachtet werden.

3.3.1 Gesamter Zeitraum 2002 - 2005

Nach einer Phase der Stagnation auf hohem Niveau in der Anzahl der Flugbewegungen 2000 - 2003 kam es erstmals 2004 wieder zu einer merklichen Zunahme der Flugbewegungen am Flughafen Frankfurt. Das zeigt Abbildung 11. Von der Unterbrechung in den Jahren 2000 - 2003 abgesehen, zeigt die Grafik den Trend der Zunahme in den Flugbewegungen tagsüber. Im Jahr 2004 war der tagesdurchschnittliche Wert

Flugbewegungen 1994 bis 2004 am Rhein-Main-Flughafen
Anzahl der durchschnittlichen täglichen Flugbewegungen, ganzjährig
Quelle: ADV, HMWVL, 1994 - 2005

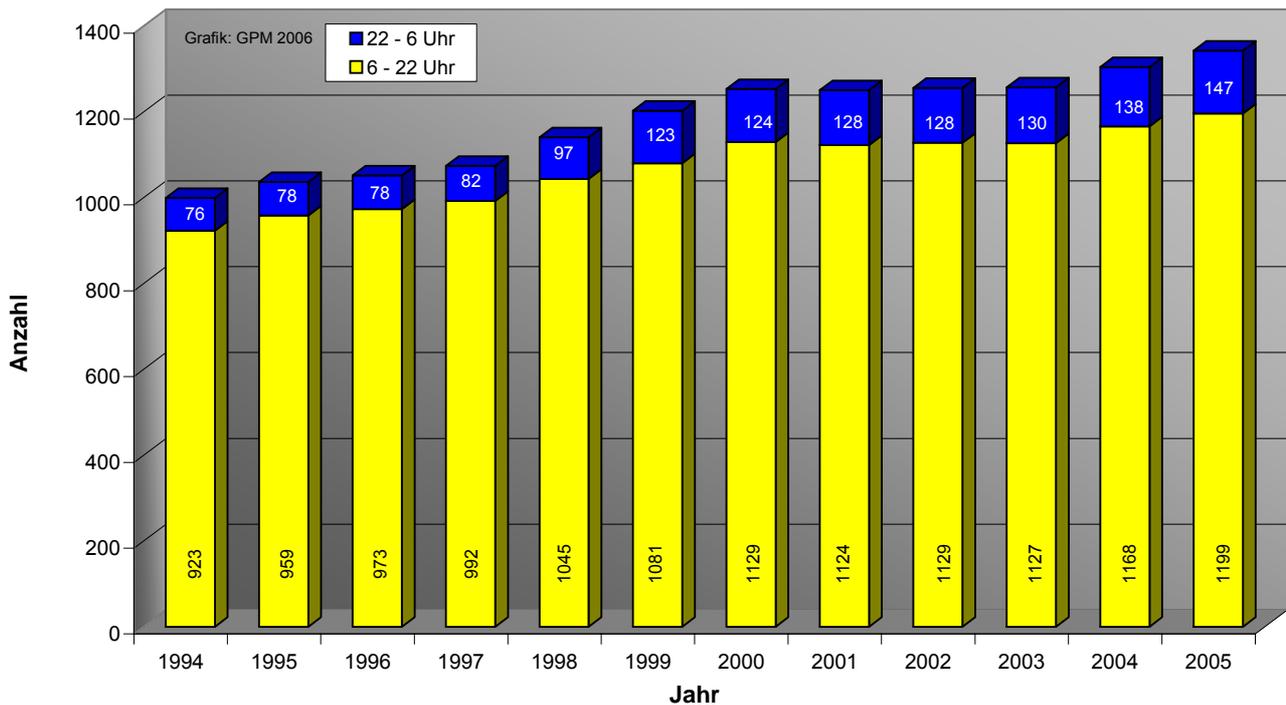


Abbildung 11: Anzahl der durchschnittlichen täglichen Flugbewegungen im ganzjährigen Mittel, Zeitraum 1994 - 2005 (ADV, HMWVL, 1994-2005).

gegenüber 2003 bereits wieder um 4,1 % angestiegen. Außerdem wird die überproportionale Zunahme der Nachtflugbewegungen deutlich. Nach einer schlagartigen Zunahme der Nachtflüge in dem Zeitraum von 1998-1999 und einer weiteren abgeschwächten Zunahme in den Folgejahren, wurde bereits 2003 der leichte Rückgang an Flugbewegungen tagsüber

wieder durch die Zunahme nächtlicher Flüge kompensiert. Im Jahr 2004 kam es dann erneut zu einem deutlicheren Anstieg der Nachtflugzahlen um 6,4 %, stärker als der Gesamttrend.

Der relative Zuwachs an Flugbewegungen zum Vorjahr ist noch einmal zur Veranschaulichung in der folgenden Abbildung 12 dargestellt. Hier wird erneut die kontinuierliche Zunahme, besonders der nächtlichen Flugbewegungen, im Zeitraum von 1995 bis 2000 deutlich. Sollte sich ein ähnlicher Trend, beginnend mit dem Jahr 2003, wiederholen?

**Veränderungen der Flugbewegungen von 1994 bis 2005
am Flughafen Rhein-Main**

Jährliche Veränderungen in Prozent, ganzjährig, bezogen auf das Vorjahr
Quelle: ADV, HMWVL, 1994 - 2005

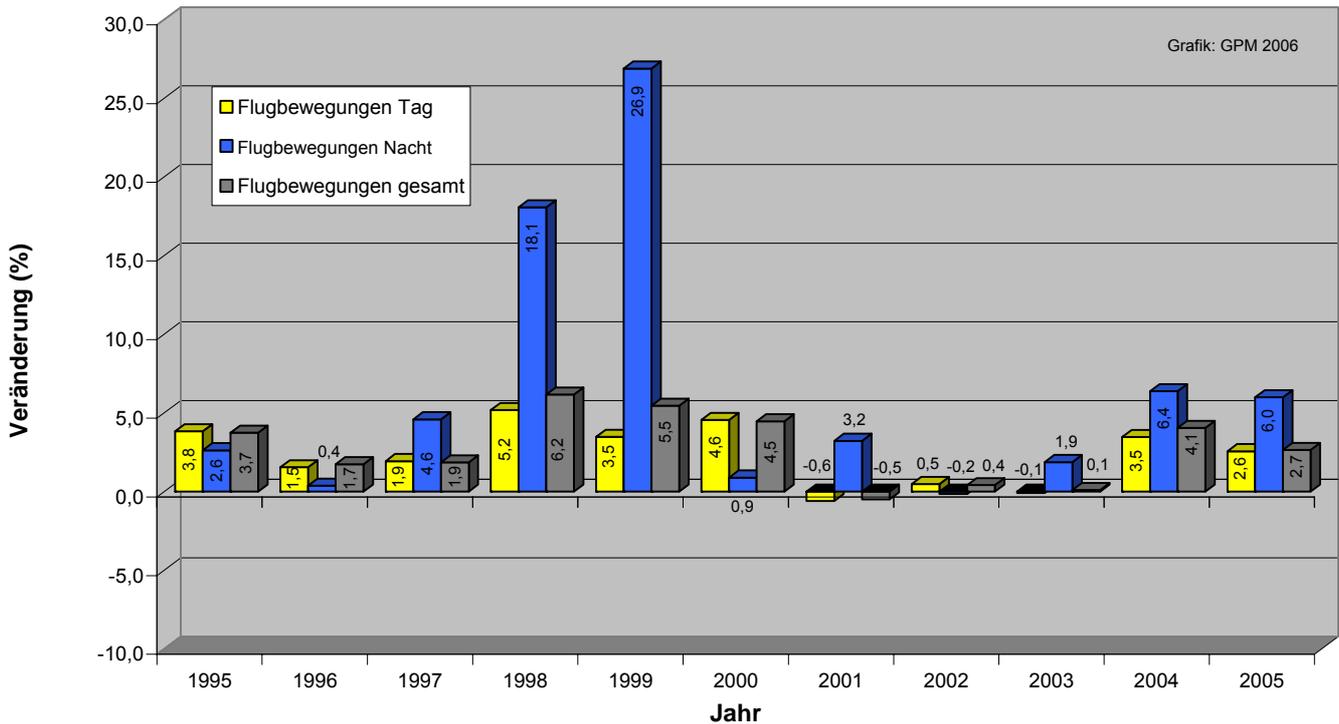


Abbildung 12: Relative Veränderung der Flugbewegungen an Rhein-Main gegenüber dem Vorjahr, Zeitraum 1994 - 2005 (HMWVL, 1994-2005).

Wie sah es nun mit dem Auftreten von Flugbetriebsrichtung Ost (BR 07) in dem betrachteten Zeitraum aus? Wie in Kapitel '3.2 Allgemeine Betrachtungen' dargestellt wurde, bilden ja die absolute Zahl an Flugbewegungen und das Auftreten von BR 07 gemeinsam die ausschlaggebenden Größen für die Fluglärmelastung Raunheims. Abbildung 13 zeigt die prozentuale Häufigkeit des Auftretens von BR 07 in den verkehrsreichsten Monaten (Mai - Oktober) der Jahre 1991 - 2005 tagsüber. Als Richtlinie ist der Durchschnittswert über den betrachteten Zeitraum von 26,9 % eingezeichnet. Nach der wetterbedingten Extrembelastung Raunheims im Jahr 1999 folgten die Jahre 2000 und 2001 mit unterdurchschnittlichem Auftreten von BR07. 2002 war mit einem Auftreten von 26,8 % ein durchschnittliches Jahr, in den Jahren

2003 und besonders 2005 trat dagegen BR07 mit 31 bzw. 32,5 % weit häufiger auf als im langjährigen Mittel. Lediglich 2004 war mit 23,4 % Flugbetrieb BR07 in den verkehrsreichsten Monaten ein Jahr von unterdurchschnittlicher Belastung.

Bei ganzjähriger Betrachtung ergaben sich allerdings für alle Jahre außer 2005 höhere Werte bezüglich des Anteils von Betriebsrichtung 07 am gesamten Flugbetrieb (dabei lag der Wert des Jahres 2004 sogar geringfügig über dem des Jahres 2002). Zu beachten ist außerdem, dass Monats- oder Jahresmittelwerte wenig Aussagekraft für die tatsächliche

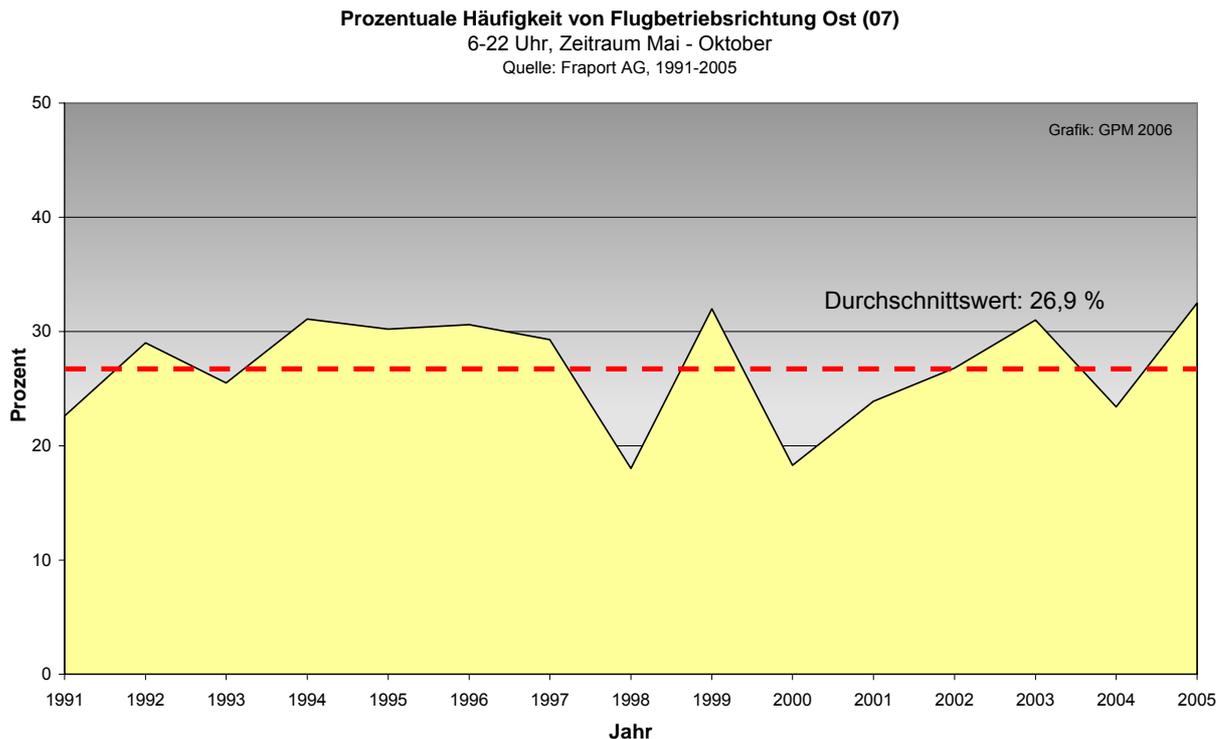


Abbildung 13: Prozentuale Häufigkeit von BR 07 (Ost) der Jahre 1991 - 2005 während der verkehrsreichsten Monate (Mai - Oktober), tagsüber (FRAPORT AG, 1991 - 2005).

Lärmbelastung während mehrtägiger Ostwetterepisoden geben. Das wird später bei der Detailanalyse des Zeitraums vom 27.7.-30.7.2004 deutlich werden. Diese Episode lag in einem der statistisch gesehen 'unterdurchschnittlichen' Monate des Jahres 2004. Bedingt durch das hohe Verkehrsaufkommen war in diesem Zeitraum die Belastung durch Fluglärm dennoch enorm.

Zur Illustration der Belastung durch Einzelschallereignisse an den beiden Raunheimer Messpunkten in den Jahren 2002 bis 2005 dienen die beiden folgenden Abbildungen 14 und 15. Sie zeigen die durchschnittliche Anzahl von Einzelschallereignissen über 70 dB(A) an den beiden Raunheimer Messpunkten ganztags im jährlichen Mittel.

Es fällt auf, dass der leichte Rückgang in 2004 nach dem Extremjahr 2003 auf immer noch (im Fall von MP 05 sogar erheblich) höhere Werte in der Gesamtbelastung verglichen mit 2002 geführt hat. Neben dem leicht höheren prozentualen Anteil von BR 07 im Gesamtjahr

2004 gegenüber 2002 dürfte sich hier bereits der erneute Anstieg in der Zahl der Flugbewegungen bemerkbar gemacht haben. Im Jahr 2005 näherte sich die Anzahl von Überflügen im ganzjährigen Mittel wieder den Werten des Extremjahres 2003.

Bei der Anzahl der durchschnittlichen nächtlichen Überflüge war im Vergleich der Jahre 2004 und 2002 ein stagnierender Trend zu beobachten. Tatsächlich lag der ganzjährige Anteil von BR07 am Gesamtflugbetrieb nachts im Jahr 2004 knapp unter dem des Jahres 2002. Offensichtlich konnte aufgrund der nächtlichen Windverhältnisse (5-Knoten-Regelung, s. Kapitel '3.2 Allgemeine Betrachtungen') im Jahr 2004 während Ostwetterepisoden nachts öfter Betriebsrichtung 25 (West) geflogen werden. Im Jahr 2005 erreichte die Anzahl der Nachtflüge im Jahresmittel hingegen einen neuen Höhepunkt, was vor allem auf die erneut starke Zunahme an Nachtflugbewegungen gegenüber dem Vorjahr zurückzuführen ist (vgl. Abb. 11).

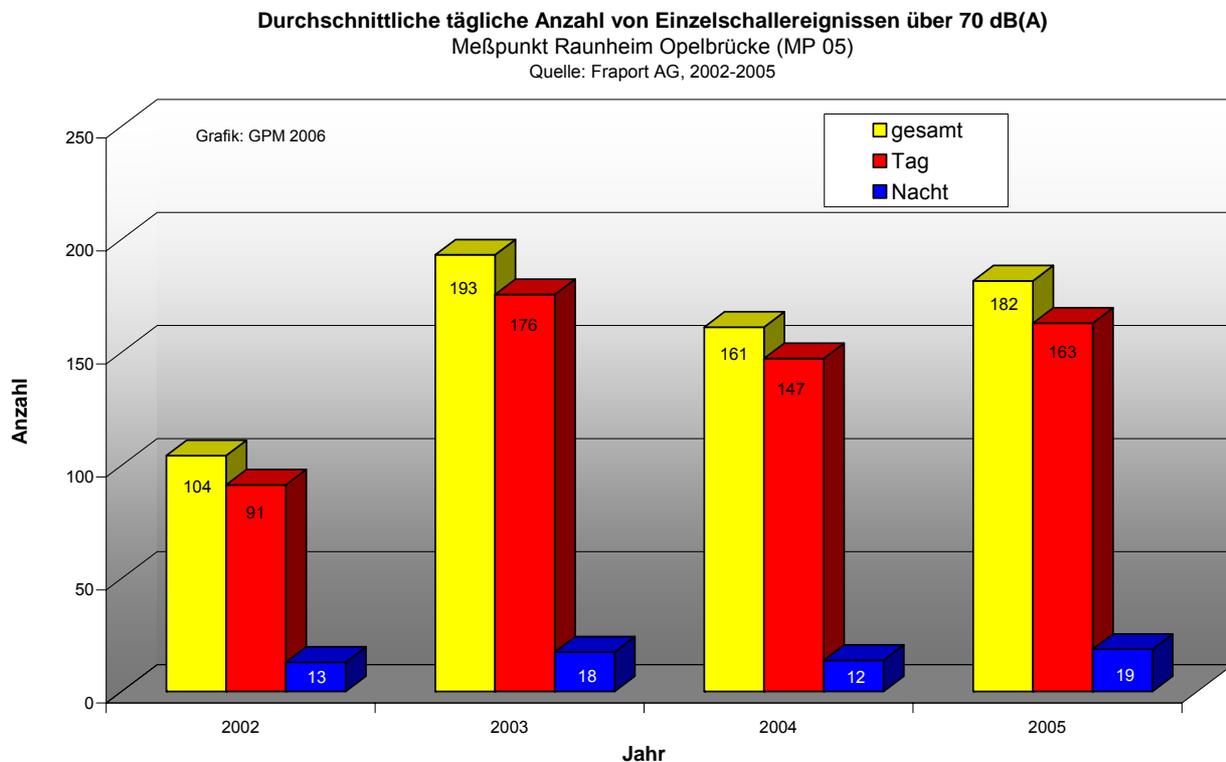


Abbildung 14: Tägliche Anzahl von Einzelschallereignissen über 70 dB(A) im Jahresdurchschnitt am Messpunkt 05 (Fraport AG, 2002 - 2005).

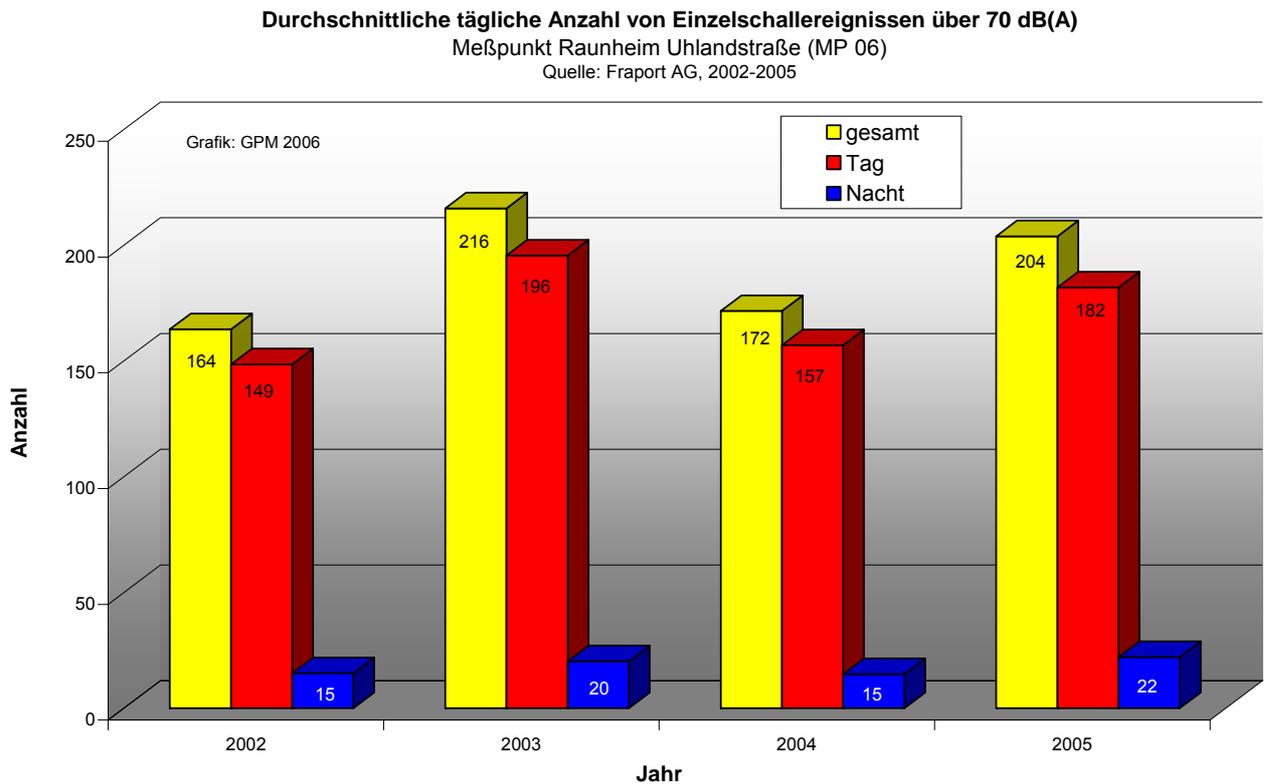


Abbildung 15: Tägliche Anzahl von Einzelschallereignissen über 70 dB(A) im Jahresdurchschnitt am Messpunkt 06, ganztags (Fraport AG, 2002 – 2005).

3.3.2 Die Belastungssituation im Jahr 2002

Das Jahr 2002 war, was die Häufigkeit im Auftreten von Betriebsrichtung Ost anbelangt, ein durchschnittliches Jahr. Abbildung 16 zeigt die prozentuale Häufigkeit des Auftretens von BR 07 in den Monaten des Jahres 2002. Der Jahresdurchschnitt tagsüber in den verkehrsreichsten Monaten Mai-Oktober lag mit 26,8 % knapp unter dem entsprechenden Durchschnittswert der Jahre 1991-2005 von 26,9 %. Bedingt vor allem durch die Extremmonate April und Dezember mit Nutzung von BR 07 tagsüber von jeweils über 45 %, liegt der ganzjährige Durchschnittswert höher, bei 27,8 %. Der nächtliche ganzjährige Durchschnittswert lag bei 23,9 %. In drei Monaten lag der nächtliche Anteil von BR 07 über dem tagsüber verzeichneten, in den übrigen (darunter allen verkehrsreichsten Monaten) darunter.

Die Abbildungen 17 und 18 zeigen die monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen tagsüber, nach Lärmklassen gruppiert, an den beiden Messpunkten 05 (Opelbrücke) und 06 (Umlandstrasse). Es zeigt sich die klare Korrelation zur Betriebsrichtungsverteilung. In den Monaten starker Lärmbelastung wurden, wie auch in den anderen untersuchten Jahren, die meisten Einzelschallereignisse im Lärmintervall 70-75 dB(A) (MP 05) bzw. 75-80 dB(A) (MP 06) verzeichnet.

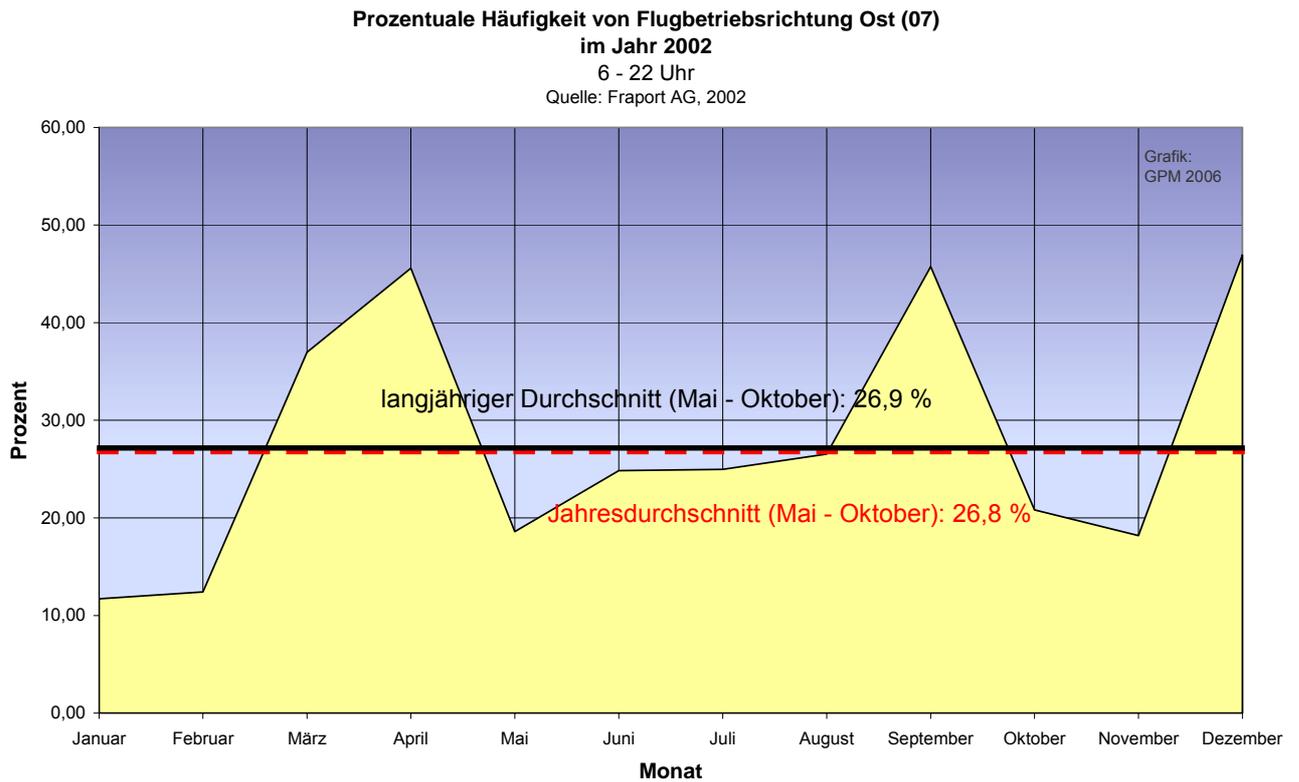


Abbildung 16: Prozentuale Häufigkeit von Flugbetriebsrichtung 07 (Ost) tagsüber in den Monaten des Jahres 2002. Der Jahresdurchschnitt in den verkehrsreichsten Monaten Mai-Oktober ist rot gestrichelt angegeben, der Durchschnitt der Jahre 1991-2005 für diesen Zeitraum als schwarze Linie (Fraport AG, 2002).

**Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen im Jahr 2002
am Meßpunkt Raunheim Opelbrücke (MP 05)
nach Lärmklassen gruppiert**
Quelle: Fraport AG, 2002

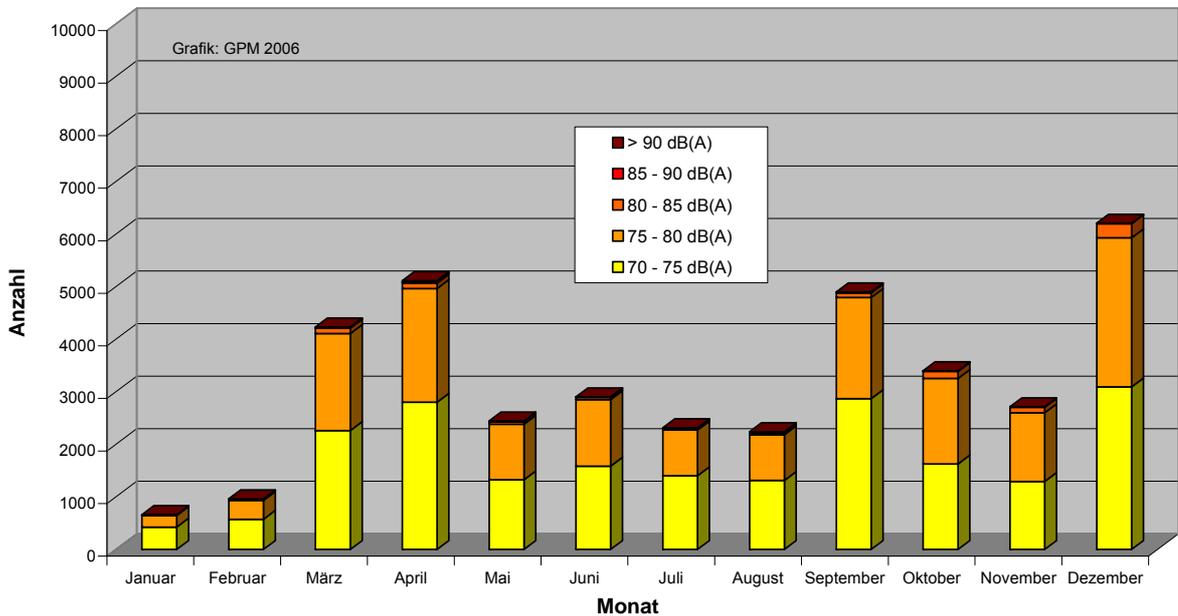


Abbildung 17: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 05 (Opelbrücke) im Jahr 2002, 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2002).

**Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen im Jahr 2002
am Meßpunkt Raunheim Uhlandstraße (MP 06)
nach Lärmklassen gruppiert**
Quelle: Fraport AG, 2002

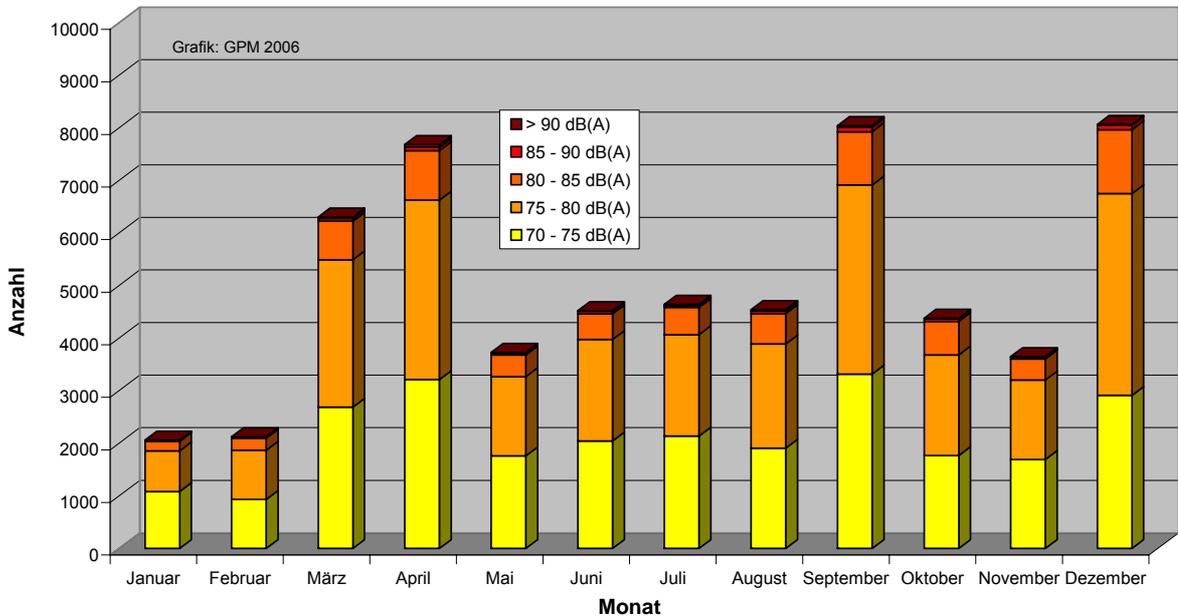


Abbildung 18: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2002, 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2002).

**Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen im Jahr 2002
am Meßpunkt Raunheim Umlandstraße (MP 06)
22 - 6 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert**
Quelle: Fraport AG, 2002

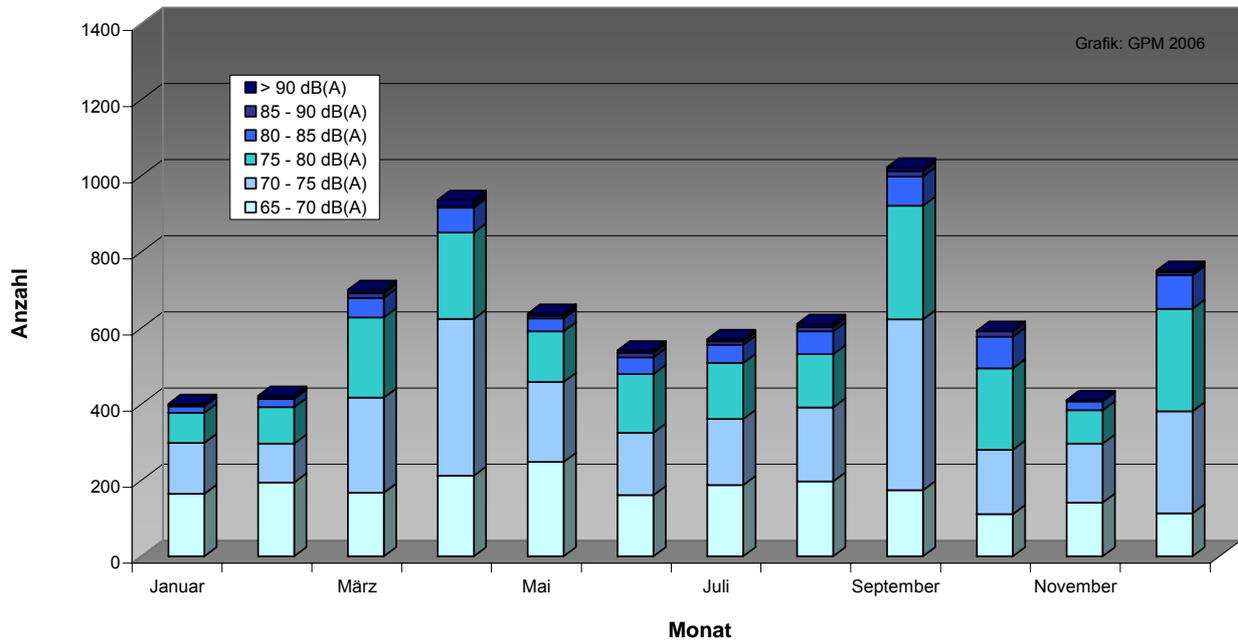


Abbildung 19: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Umlandstrasse) im Jahr 2002, nachts, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2002).

Im belastungsstärksten Monat Dezember betrug die durchschnittliche tägliche Anzahl an Einzelschallereignissen über 70 dB(A) rd. 200 (MP 05) bzw. 265 (MP 06). Das ist umso bemerkenswerter, als der Dezember einer der verkehrsärmsten Monate des Jahres war (vgl. Abb. 10). Tatsächlich fand vom 5.-12. Dezember beinahe ausschließlich Landebetrieb 07 statt (vgl. Fluglärmreport Fraport AG, 2/2003).

In Abbildung 19 ist die monatliche Anzahl nächtlicher Einzelschallereignisse an MP 06 (Umlandstraße), nach Lärmklassen aufgelöst, dargestellt. Der September, an zweiter Stelle der verkehrsreichsten Monate des Jahres 2002, war mit durchschnittlich 34 nächtlichen Einzelschallereignissen der belastungsstärkste Monat, dicht gefolgt vom April. Im Dezember, mit 'nur' durchschnittlich 25 nächtlichen Fluglärmereignissen kam hingegen das saisonal bedingte geringere Flugverkehrsaufkommen zum Tragen. In den am stärksten belasteten Monaten entfielen, ebenso wie in den anderen untersuchten Jahren, die meisten der nächtlich registrierten Einzelschallereignisse auf das Lärmintervall von 70-75 dB(A), in den weniger belasteten in den Bereich 65-70 dB(A).

Zusammenfassung: Im Jahr 2002 war die Belastung durch Fluglärm in den Monaten März, April, September und Dezember überdurchschnittlich hoch, während in den übrigen Monaten unterdurchschnittlich häufig BR 07 geflogen wurde. Hervorzuheben ist vor allem der Monat

September, in dem hohes Flugaufkommen in Verbindung mit Ostwetterlagen insbesondere eine enorme nächtliche Fluglärmbelastung zur Folge hatte.

3.3.3 Die Belastungssituation im Jahr 2003

2003 war das im Jahresmittel am stärksten belastete Jahr im Berichtszeitraum. Wie Abbildung 20 zeigt, lag der Anteil von BR 07 in den verkehrsreichsten Monaten Mai-Oktober tagsüber bei 31 % und damit deutlich über dem langjährigen Mittel, im Mittel des Gesamtjahres ergibt sich ein nochmals deutlich höherer Wert von 34 %. Maßgeblichen Anteil daran hatte der Februar, mit einem ganztägigen Anteil BR 07 von über 51 %. Ursache war das Hochdruckgebiet Helga über Osteuropa, das vom 9. Februar an fast ausschließlich das Wettergeschehen in Deutschland prägte. Gemessen an der Belastung durch Betriebsrichtung 07 ganztags war der Februar somit der extremste Monat des Berichtszeitraums. In drei Monaten lag die nächtliche Belastung durch BR 07 über der tagsüber gemessenen (darunter auch im stark belasteten Monat März), in den übrigen darunter.

Abbildung 21 zeigt die monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen über 70 dB(A), ganztägig registriert am Messpunkt Umlandstrasse und nach Lärmklassen unterteilt. Wieder ist die Korrelation zu Abbildung 20 deutlich, wenn man zusätzlich die saisonale Schwankung

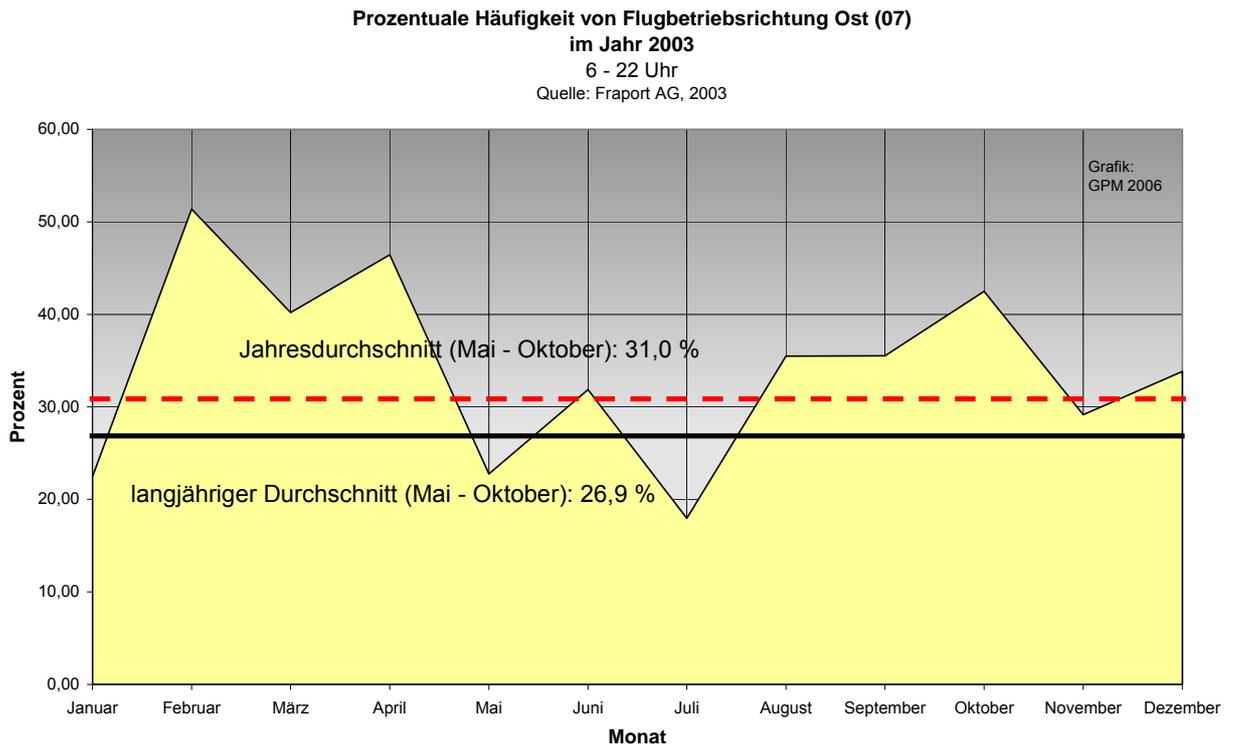


Abbildung 20: Prozentuale Häufigkeit von Flugbetriebsrichtung 07 (Ost) tagsüber in den Monaten des Jahres 2003 (Fraport AG, 2003).

**Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen im Jahr 2003
am Meßpunkt Raunheim Umlandstraße (MP 06)
nach Lärmklassen gruppiert**
Quelle: Fraport AG, 2003

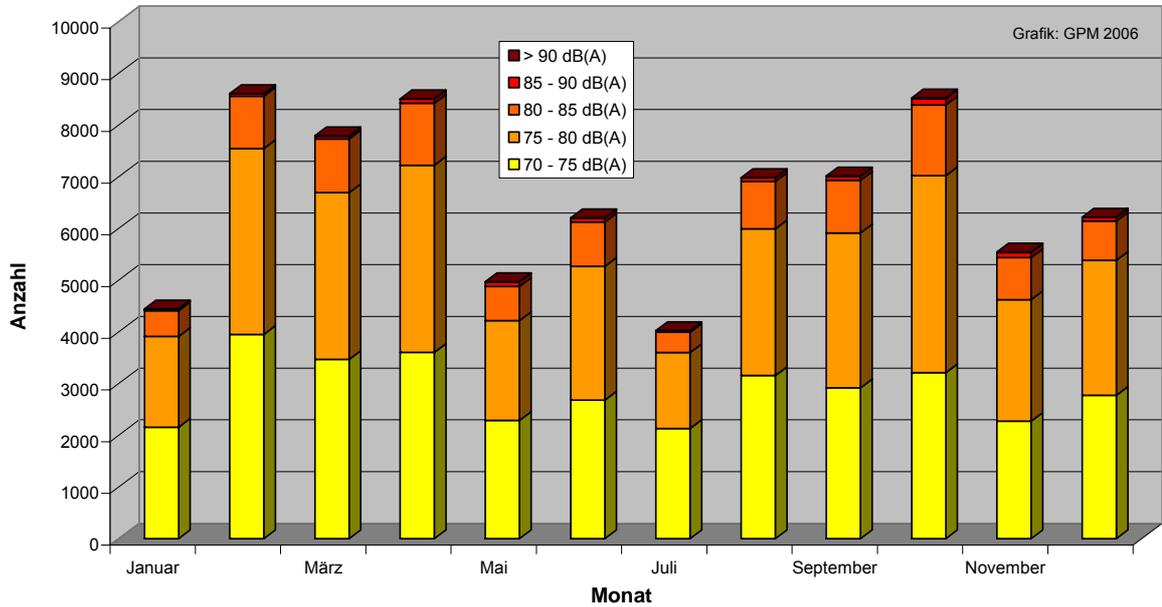


Abbildung 21: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Umlandstrasse) im Jahr 2003, 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2003).

**Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen im Jahr 2003
am Meßpunkt Raunheim Umlandstraße (MP 06)
22 - 6 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert**
Quelle: Fraport AG, 2003

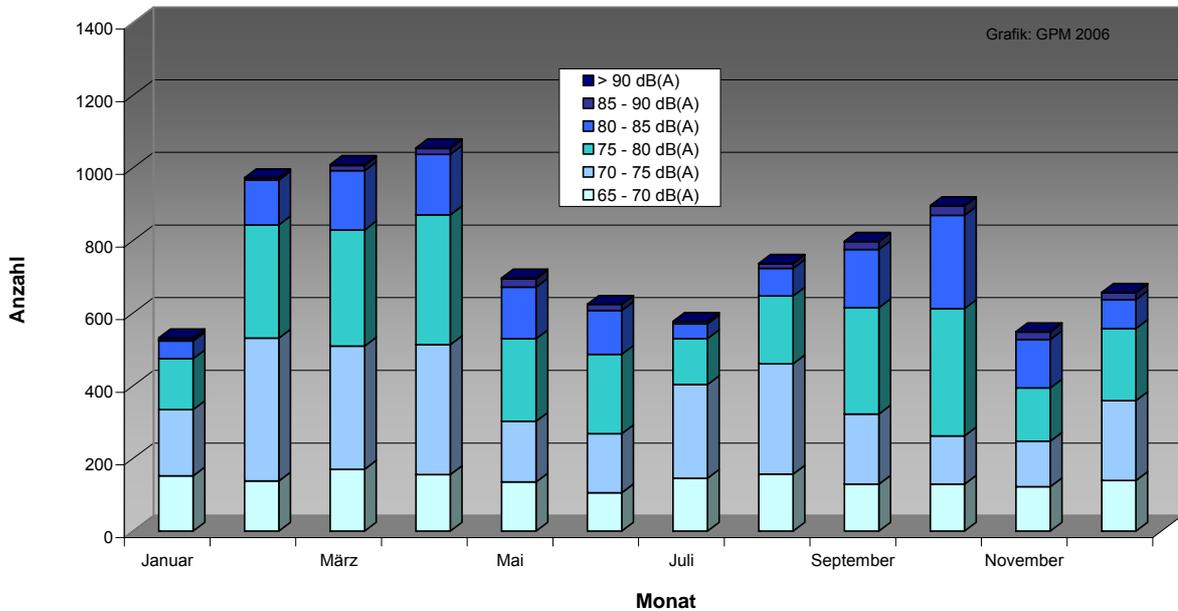


Abbildung 22: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Umlandstrasse) im Jahr 2003, nachts, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2003).

der Anzahl an Flugbewegungen mit in Betracht zieht. Mit rund 280 täglichen Einzelschallereignissen über 70 dB(A) an MP 06 waren Februar, April und Oktober die belastungsstärksten Monate des Jahres 2003, dicht gefolgt vom März. Im Juli, dem verkehrsreichsten Monat des Jahres, waren hingegen am gleichen Messpunkt 'nur' rund 130 tägliche Einzelschallereignisse über 70 dB(A) zu verzeichnen.

Abbildung 22 illustriert die nächtliche Belastungssituation des Jahres 2003 anhand der gemessenen Einzelschallereignisse am Messpunkt Umlandstrasse, nach Lärmklassen unterteilt. Der Monat mit der stärksten nächtlichen Belastung des Jahres 2003 war April, mit durchschnittlich rd. 35 nächtlichen Einzelschallereignissen, dicht gefolgt von den Monaten März und Februar. Auffällig ist der leichte Rückgang im Juni gegenüber dem Vormonat, vergleicht man die Tagesstatistik in Abb. 21 sowie die Verteilung der Betriebsrichtungen tagsüber aus Abb. 20. Während aber im Juni tagsüber zu 31,8 % BR 07 geflogen wurde, war dies nachts nur in 21,8 % der Zeit der Fall. Dies illustriert die teils erheblichen Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens der Betriebsrichtungen tagsüber und nachts. Im belastungsärmsten Monat Januar wurden immerhin noch durchschnittlich rd. 17 nächtliche Einzelschallereignisse registriert.

Zusammenfassung: Das Jahr 2003 war durch weit überdurchschnittlich häufiges Auftreten von BR 07 gekennzeichnet. Lediglich in den Monaten Januar, Mai und Juli kam es zu einer leichten Entlastung. Insbesondere die Lärmbelastung durch Nachtflüge in den Monaten Februar bis April war extrem.

3.3.4 Die Belastungssituation im Jahr 2004

Abbildung 23 zeigt die Häufigkeit des Auftretens von BR 07 in den Monaten des Jahres 2004. Der Durchschnitt über die verkehrsreichsten Monate Mai-Oktober lag tagsüber mit 23,4 % zwar deutlich unter dem langjährigen Mittel von 26,9 %, bei ganzjähriger Betrachtung erhöht sich dieser Wert jedoch auf 28,4 % und liegt damit über dem entsprechenden des Jahres 2002. Deutlich sind die großen Gegensätze im Auftreten von BR 07: mit 52,95 % im April und 7,43 % im Juni, jeweils tagsüber, folgten die beiden extremsten Monate des gesamten Berichtszeitraums, bezogen auf den Flugbetrieb tagsüber, eng aufeinander. Außer im Monat Juli war in allen Monaten des Jahres 2004 die nächtliche Nutzung von BR 07 geringer als tagsüber.

Die Anzahl monatlich registrierter Einzelschallereignisse über 70 dB(A) am Messpunkt Umlandstrasse ist in Abbildung 24 dargestellt. Mit durchschnittlich rd. 315 täglichen Einzelschallereignissen war der April des Jahres 2004 der Monat mit der stärksten Belastung im gesamten Berichtszeitraum. Wie die Abbildung 25 der monatlichen nächtlichen Einzelschallereignisse ab 65 dB(A) am gleichen Messpunkt zeigt, lag auch die nächtliche Belastung mit durchschnittlich rd. 29 Einzelschallereignissen pro Nacht im Extrembereich. Dass hier nicht die Spitzenwerte des Berichtszeitraums erreicht wurden, dürfte daran liegen, dass die nächtliche Nutzung von BR 07 mit 43,1 % im April deutlich hinter der tagsüber von 53 % zurückblieb (im Zeitraum Februar-April des Jahres 2003 lagen die entsprechenden Werte zum Teil deutlich höher).

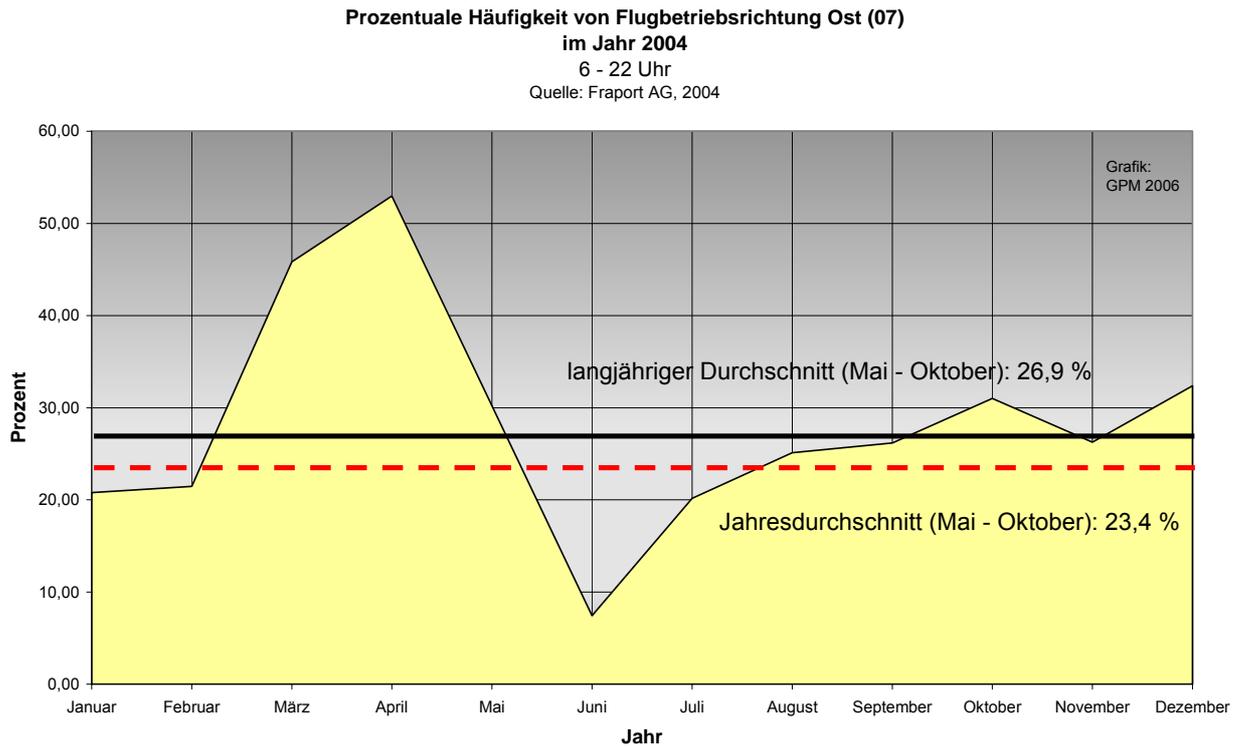


Abbildung 23: Prozentuale Häufigkeit von Flugbetriebsrichtung 07 (Ost) tagsüber in den Monaten des Jahres 2004 (Fraport AG, 2004).

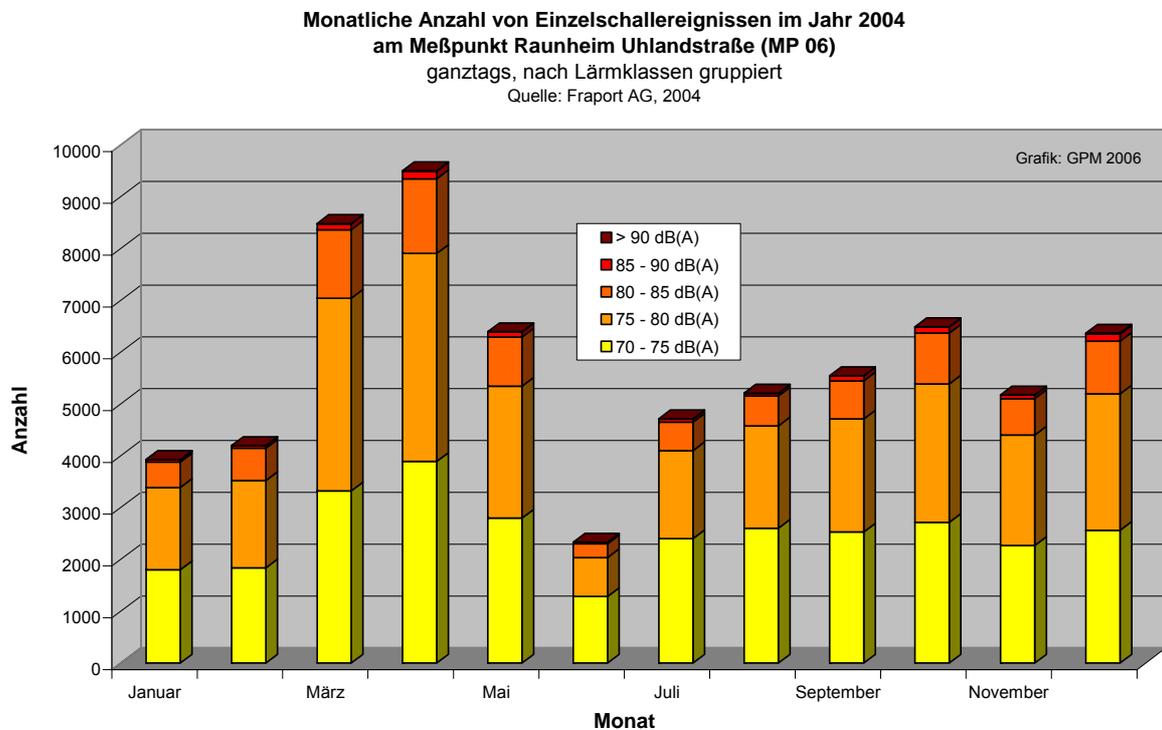


Abbildung 24: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Umlandstrasse) im Jahr 2004, 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2004).

**Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen im Jahr 2004
am Meßpunkt Raunheim Uhlandstraße (MP 06)
22 - 6 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert**
Quelle: Fraport AG, 2004

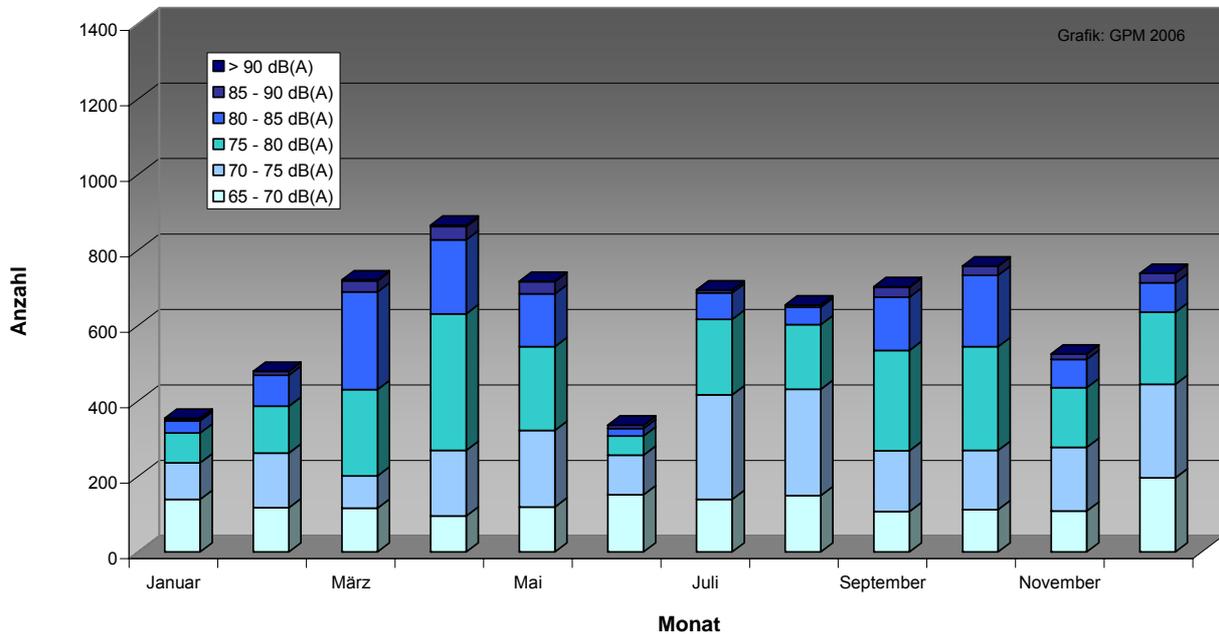


Abbildung 25: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2004, nachts, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2004).

Der Juni, mit tagesdurchschnittlich rund 78 Einzelschallereignissen über 70 dB(A), war dagegen für Raunheimer Verhältnisse ein Monat mit sehr schwacher Belastung. Bereits im Folgemonat Juli waren die täglichen und nächtlichen Einzelschallereignisse wieder auf mehr als die doppelte Anzahl angestiegen.

Zusammenfassung: War die erste Hälfte des Jahres 2004 durch enorme Schwankungen in der Lärmbelastung geprägt (die Anzahl der Einzelschallereignisse im April war rund dreimal so hoch wie im Juni; dies waren gleichzeitig die extremsten Monate im Berichtszeitraum), so war die Belastungssituation in den letzten sechs Monaten auf gleich bleibend hohem Niveau, um den langjährigen Durchschnitt herum, angesiedelt.

3.3.5 Die Belastungssituation im Jahr 2005

Abbildung 26 illustriert die Häufigkeit von Betriebsrichtung 07 in den Monaten des Jahres 2005. Im März, Juli, September und Oktober wurde nachts häufiger BR07 geflogen als tagsüber, in den übrigen Monaten blieb die nächtliche Nutzung von Flugbetriebsrichtung 07 hinter dem Wert am Tag zurück.

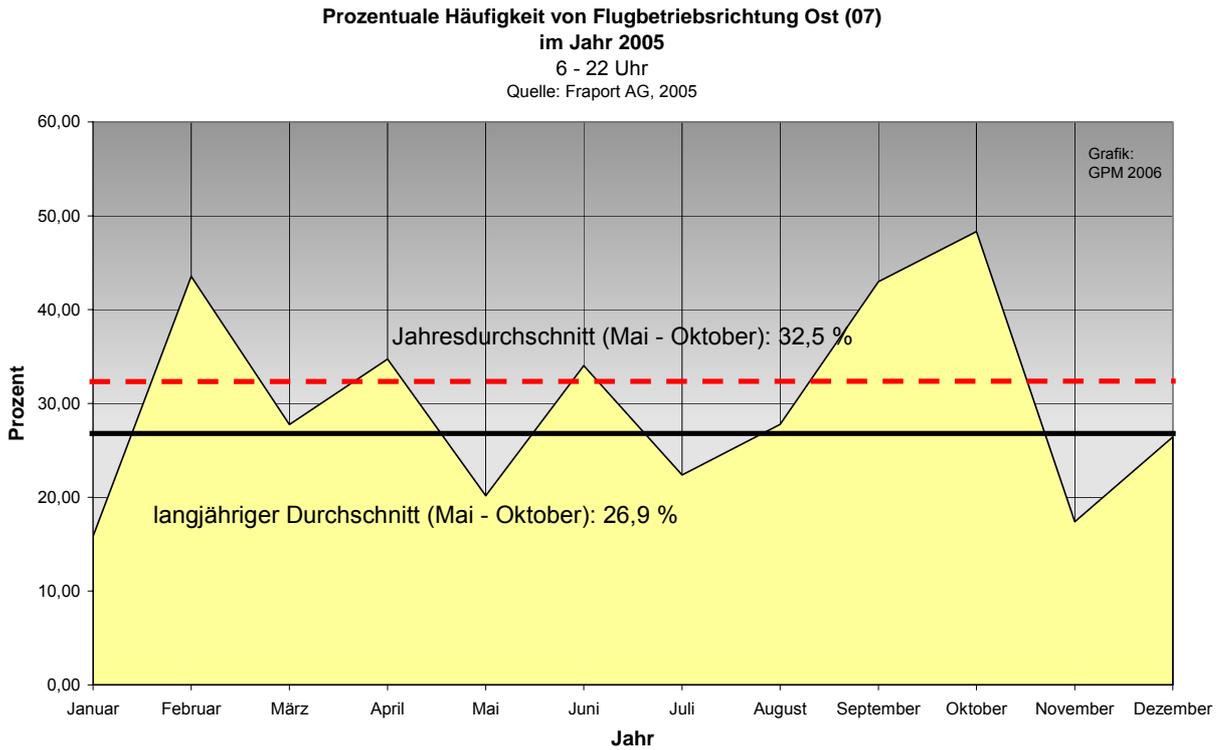


Abbildung 26: Prozentuale Häufigkeit von Flugbetriebsrichtung 07 (Ost) tagsüber in den Monaten des Jahres 2005 (FRAPORT AG, 2005).

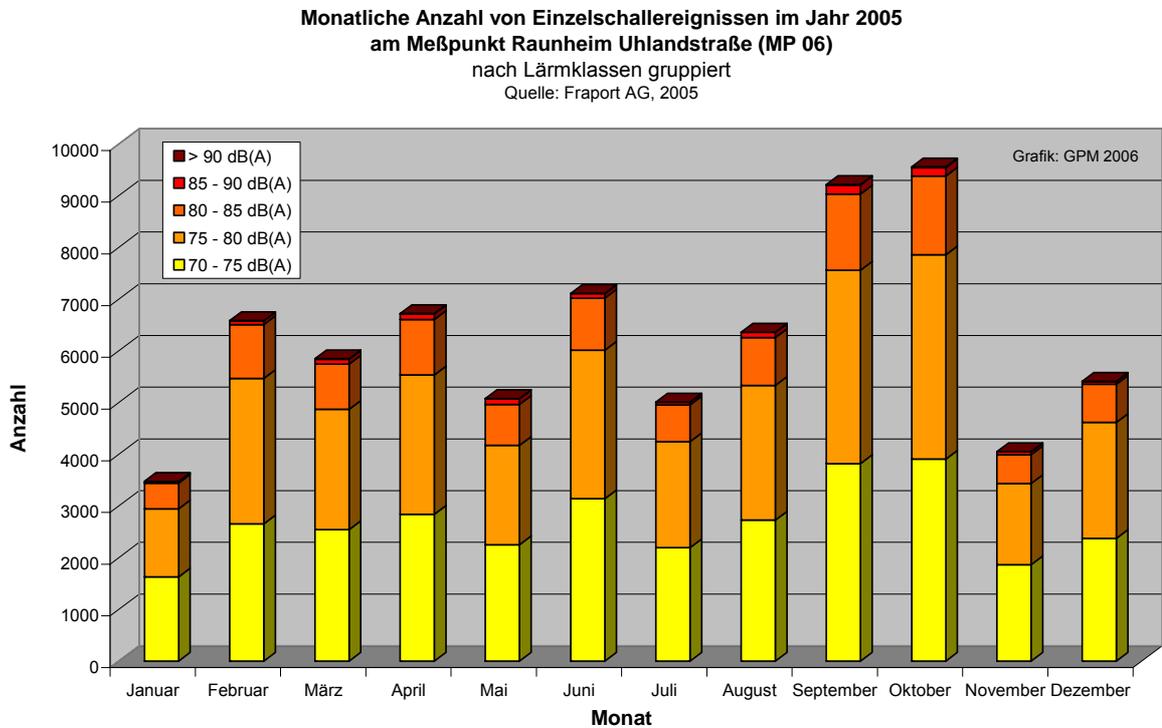


Abbildung 27: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2005 (bis August), 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (FRAPORT AG, 2005).

**Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen im Jahr 2005
 am Meßpunkt Raunheim Umlandstraße (MP 06)
 22 - 6 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert**
 Quelle: Fraport AG, 2005

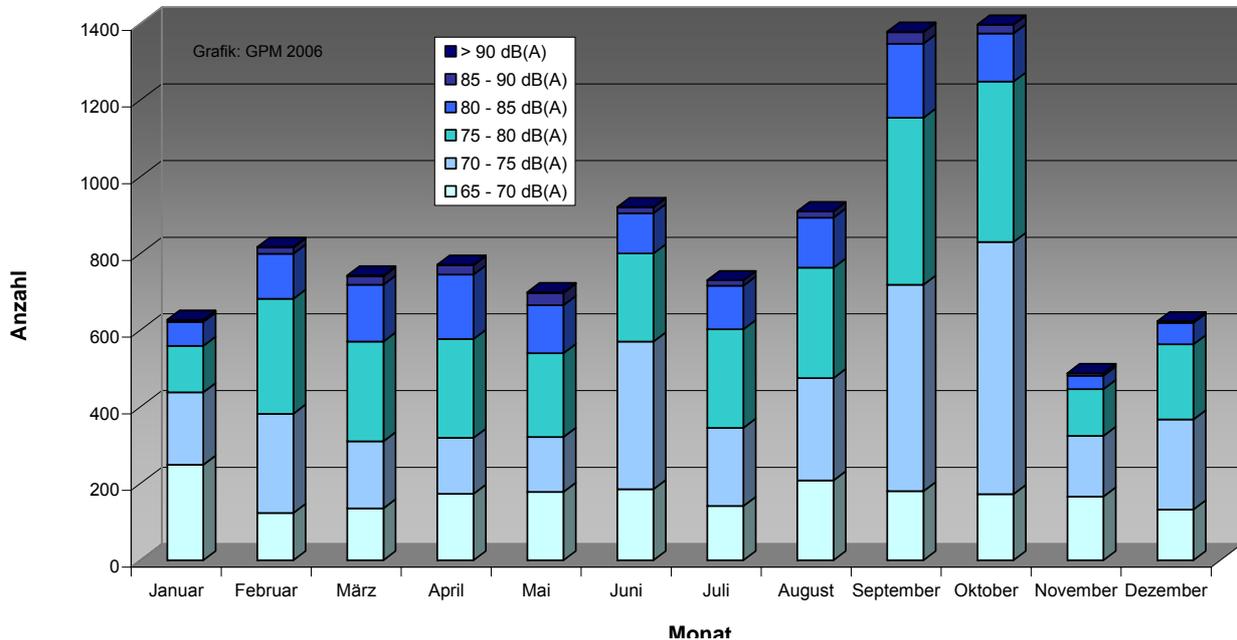


Abbildung 28: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Umlandstrasse) im Jahr 2005, nachts, nach Lärmklassen gruppiert (FRAPORT AG, 2005).

Wieder erklärt sich der Verlauf in der Darstellung der monatlichen Einzelschallereignisse ab 70 dB(A) in Abbildung 27 und 28 aus der Häufigkeitsverteilung der Betriebsrichtung und den saisonalen Schwankungen in der Anzahl der Flugbewegungen (so ist etwa zu berücksichtigen, dass Februar der Monat mit dem geringsten Flugaufkommen ist). Der Anteil von BR07 in den verkehrsreichsten Monaten betrug 32,5 %, das ist der bislang höchste Wert in den Untersuchungen seit 1991. Dieser Wert ist vor allem durch den enorm hohen Anteil von BR07 in den Monaten September bzw. Oktober ganztags von rd. 45 bzw. 49 % bedingt. Der ganzjährige Durchschnitt lag mit 30,0 % hingegen unter dem Wert von 2003.

Daher bildeten September und Oktober, die zu den verkehrsreichsten Monaten zählen, auch die belastungsstärksten Monate des gesamten Berichtszeitraums. Im Oktober lag die Gesamtzahl der registrierten Einzelschallereignisse bei tagesdurchschnittlich rund 308, im September bei 307 Einzelschallereignissen über 70 dB(A); Werte, die nur im April des, ansonsten vergleichsweise ruhigen, Jahres 2004 übertroffen wurden.

Absoluten Rekord seit 1991 stellt dagegen die Anzahl von nächtlichen Einzelschallereignissen dar, die in den Monaten September und Oktober registriert wurde (vgl. Abbildung 28). In den Monaten September und Oktober lag die durchschnittliche nächtliche Belastung bei rund 45 Einzelschallereignissen über 65 dB(A) an MP 06. Zusätzlich zu den bereits herausgestellten Faktoren fällt auf, dass in diesen beiden Monaten der nächtliche Anteil von BR07 von 48,0 bzw. 51,7 % deutlich über den entsprechenden Werten tagsüber von 43,0 bzw. 48,3 %

lag. Offensichtlich konnte also nachts keine Entlastung durch vermehrte Betriebsrichtung 25 stattfinden, sondern der Anteil von BR07 nahm sogar nochmals zu.

Zusammenfassung: Während das Auftreten von BR07 in weiten Teilen des Jahres 2005 um den langjährigen Durchschnitt pendelte, war die Belastung in den Monaten September und Oktober extrem. Dies betraf insbesondere die Anzahl der Nachtflugbewegungen über Raunheim. In diesen beiden Monaten wurden mit durchschnittlich ca. 45 nächtlichen Einzelschallereignissen über 65 dB(A) an Messpunkt 06 die höchste je gemessene Anzahl registriert.

3.3.6 DARSTELLUNG DER ZEIT 27.7.-30.7.2004

In diesem Kapitel soll ein viertägiger Zeitraum innerhalb einer Ostwetter-Episode näher betrachtet werden. Dazu dienten die detaillierten Aufzeichnungen der Raunheimer Mess-Station 1 im Messnetz des Deutschen Fluglärmendienstes (DFLD) als Grundlage. Im Zeitraum vom 27.7.-30.7.2004 wurde im Anflug überwiegend Betriebsrichtung 07 geflogen, an den beiden Kerntagen ausschließlich (s. Abb. 29). Der Juli des Jahres 2004 war durch wechselhaftes Wetter geprägt und daher im statistischen Rückblick bezüglich BR 07 ein eher unterdurchschnittlicher Monat. Die Ostwetterlage am Monatsende war auf das Hochdruckgebiet Erich zurückzuführen, das von der Nordsee nach Skandinavien zog und vorherrschende östliche Windrichtungen zur Folge hatte.

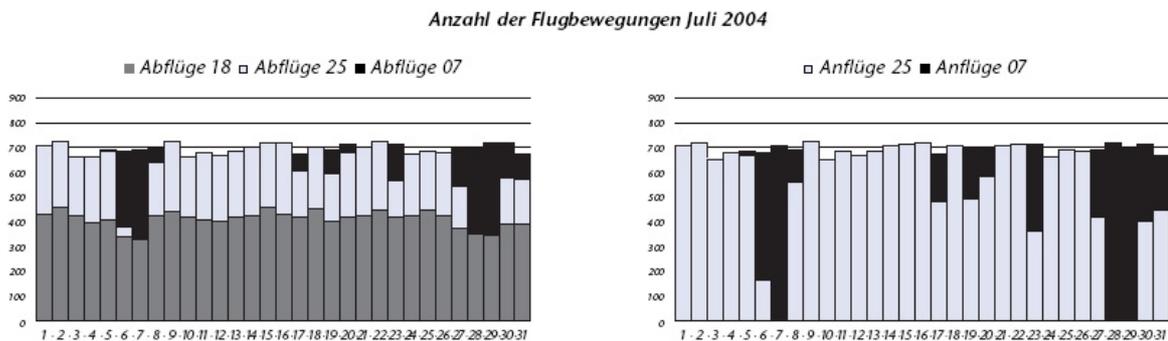


Abbildung 29: Anzahl der Flugbewegungen im Juli 2004, nach Betriebsrichtung der An- und Abflüge dargestellt, aus: *Fluglärmreport 1/2005 (FRAPORT AG, 2005)*.

Da der Juli der flugverkehrsreichste Monat des Jahres 2004 war, waren die Fluglärmbelastungen insbesondere an den beiden Kerntagen des Zeitraums, dem 28.7. und 29.7.2004, immens hoch. Die Anzahl der durch Fluglärm verursachten Einzelschallereignisse betrug am 27.7. 309, am 28.7. 572, am 29.7. 518 und am 30.7. immer noch 335. Die stündlich registrierten Einzelschallereignisse im betrachteten Zeitraum sind in Abbildung 30 dargestellt. An den beiden Tagen im Zentrum der Episode sind die Spitzen an den verkehrsreichsten Zeiten morgens zwischen 7 und 10 Uhr und abends zwischen 18 und 21 Uhr gut zu erkennen. In diesen Zeiträumen wurden bis zu 36 Einzelschallereignisse pro Stunde durch Fluglärm

registriert, also regelmäßiger massiver Fluglärm öfter als alle zwei Minuten. Erst ab 22 Uhr liegen zuweilen mehr als drei Minuten zwischen zwei aufeinander folgenden Überflügen.

Abbildung 31 zeigt in eindrucksvoller Weise die Dauerbelastungssituation auf. Dargestellt ist ein Ausschnitt aus der Schallpegelaufzeichnung vom 28.7. tagsüber. Neben der enormen Dichte der aufgezeichneten Einzelschallpegel (zwischen zwei aufeinander folgenden Fluglärmereignissen lagen tagsüber keine drei Minuten) ist zu beachten, dass sich der überwiegende Teil der registrierten Schalldruckpegel im Bereich zwischen 75 und 85 dB(A) bewegt. Diese Werte liegen in guter Übereinstimmung mit den registrierten Schalldruckpegeln an den Messpunkten 05 und 06 der Fluglärmüberwachungsanlage der FRAPORT AG in Raunheim.

Die Belastung Raunheims in den Morgen- und Abendstunden ist in den beiden Abbildungen 32 und 33 im Detail zu erkennen. Wie auch in der vorangehenden Abbildung sind Überflüge, die beim automatisierten Auswertungsverfahren als solche erkannt wurden, durch rote Quadrate in der Pegelspitze gekennzeichnet. Auf der Website des DFLD wird darauf hingewiesen, dass es bei dem automatisierten Auswerteverfahren sowohl zu Über- wie auch zu Unterschätzungen der tatsächlichen Belastungssituation kommen kann. Morgendliche und abendliche Viertelstundenintervalle mit zehn und mehr Überflügen, d.h. ein Überflug alle anderthalb Minuten, entsprechen aber dem Erfahrungswert der Raunheimer Bevölkerung in Phasen extremer Fluglärmbelastung. Deswegen sind die hier dargestellten Messergebnisse sowohl in qualitativer wie quantitativer Hinsicht als repräsentativ zu bewerten.

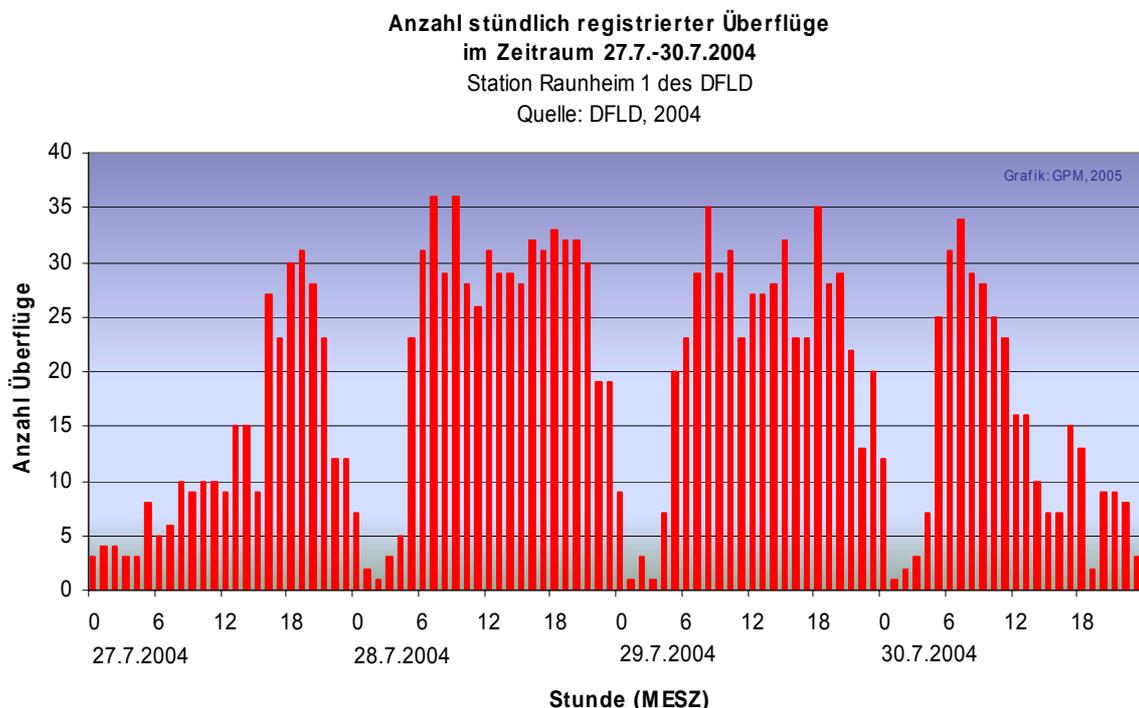


Abbildung 30: Anzahl registrierter stündlicher Überflüge über Raunheim zwischen dem 27.7 und 30.7.2004 (DFLD, 2004).

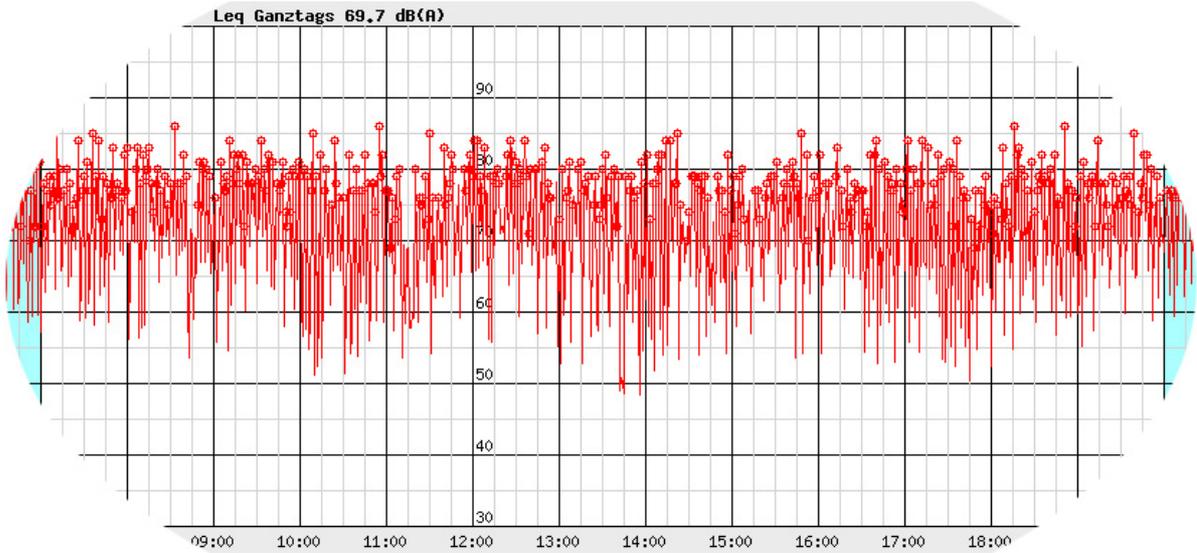


Abbildung 31: Ausschnitt aus der Pegelaufzeichnung vom 28.7.2004 der Lärm-Mess-Station Raunheim 1 des DFLD. Die Skala gibt die Größenordnung des Schallpegels in dB(A) an (DFLD, 2004).

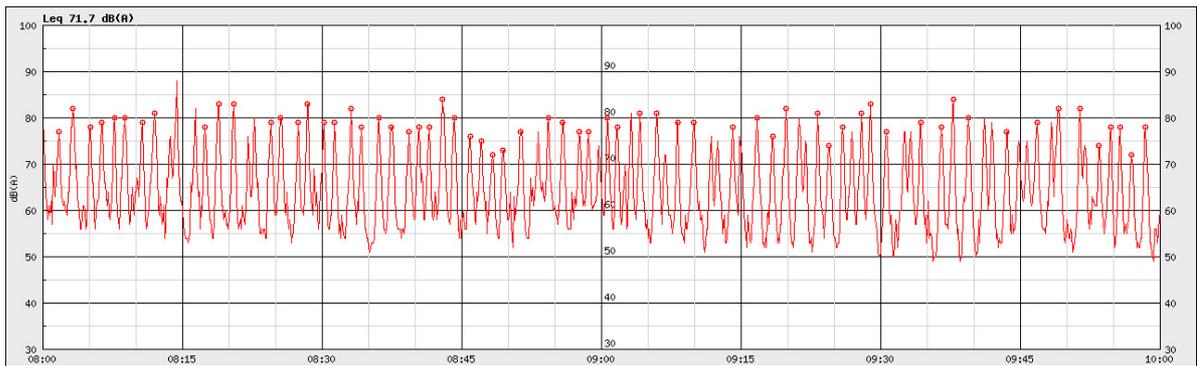


Abbildung 32: Pegelaufzeichnung des Zeitraums 8-10 Uhr (Zoom), 29.7.2004 an der Lärm-Mess-Station Raunheim 1 des DFLD. Am Rand Skala in dB(A) (DFLD, 2004).

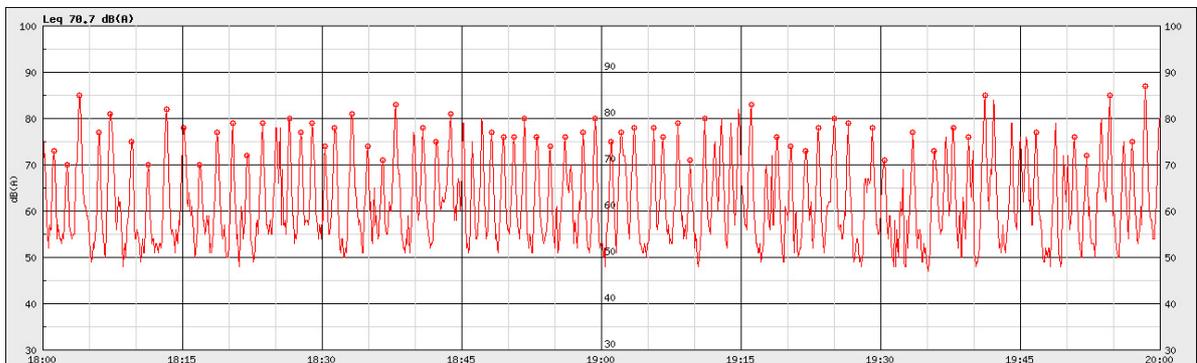


Abbildung 33: Pegelaufzeichnung des Zeitraums 18-20 Uhr (Zoom), 29.7.2004 an der Lärm-Mess-Station Raunheim 1 des DFLD. Am Rand Skala in dB(A) (DFLD, 2004).

Wie sah es mit der nächtlichen Belastungssituation in dem betrachteten Zeitraum aus? Abbildung 34 zeigt die vergrößerte Pegelaufzeichnung für die Zeit zwischen 23 und 1 Uhr in der Nacht vom 29. auf den 30.7.2004. Deutlich ist zu erkennen, dass im Zeitraum

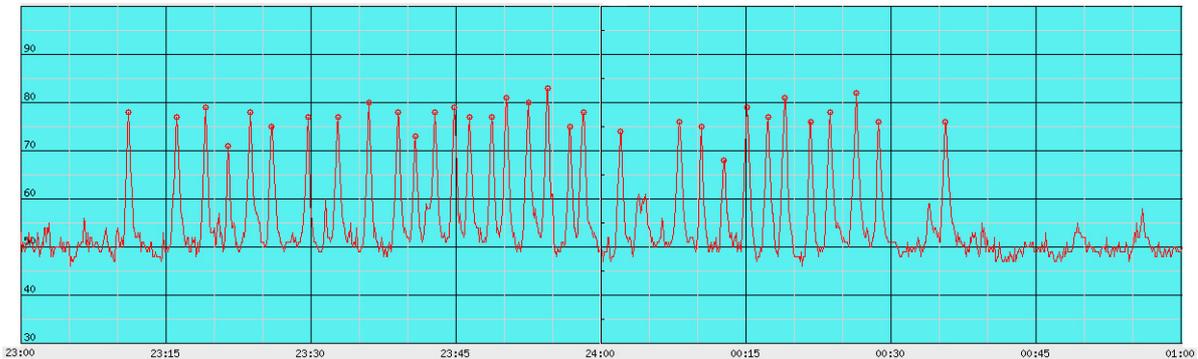


Abbildung 34: Pegelaufzeichnung des Zeitraums 23-1 Uhr (Zoom), in der Nacht vom 29. auf den 30.7.2004 an der Lärm-Mess-Station Raunheim 1 des DFLD (DFLD, 2004).

zwischen 23.15 Uhr und 0.30 Uhr zwischen 4 und 8 Überflüge pro Viertelstundenintervall registriert wurden, die meisten davon im Lärmpegelintervall zwischen 75 und 80 dB(A), entsprechend einem Überflug rund alle 2-3 Minuten. Wie Abbildung 30 zeigt, kommt es erst in der Zeit zwischen 1 und 5 Uhr zu einer spürbaren Beruhigung, mit einem bis sieben Überflügen pro Stunde.

3.4 FLUGLÄRMMENTWICKLUNG 2001 BIS 2005 – ZUSAMMENFASSENDES ERGEBNIS UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DES FER (2002)

Mit dem Jahr 2004 nimmt die absolute Anzahl von Flugbewegungen am Flughafen Frankfurt Rhein-Main wieder deutlich zu und liegt damit erneut langjährigen Trend. Die Phase der Stagnation der Jahre 2001 bis 2003, mutmaßlich bedingt durch die Ereignisse des 11. September 2001 und die konjunkturelle Abschwächung in diesem Zeitraum, scheint damit überwunden. Damit einher geht auch eine erneute Zunahme in der Belastung Raunheims durch Fluglärm, die in den belastungsstärksten Monaten des Jahres 2005 neue Rekordwerte erreicht hat. Die Auswertungen in Kapitel 3.3.1 haben zudem gezeigt, dass die leichten Rückgänge in den Flugbewegungen tagsüber der Jahre 2001 und 2003 bereits durch Zunahme der Nachtflugbewegungen kompensiert wurden. Auch in den Jahren 2004 und 2005 stieg die Anzahl der nächtlichen Flugbewegungen erneut stärker als der Gesamttrend. Abbildung 35 illustriert den Anstieg der Flugbewegungen von 22-6 Uhr in den Jahren 2001-2005.

Für die Untersuchungen im FER (2002) konnten die Rohdatensätze der beiden Raunheimer Messpunkte der Fluglärmüberwachungsanlage der Jahre 1998 und 1999 ausgewertet werden. Diese ausführlichen Datensätze standen seither nicht mehr zur Verfügung. Es ist aber davon auszugehen, dass die allgemeinen Überlegungen etwa zur unterschiedlichen Belastung an den beiden Lärmmesspunkten nach Betriebsrichtung, der Lärmtypenklassen

der verschiedenen Flugzeugtypen sowie der meteorologischen Voraussetzungen qualitativ ihre Gültigkeit behalten haben. Diese Ergebnisse sollen hier nicht wiederholt werden. Stattdessen wird insbesondere auf das Kapitel 6.2 des FER (2002) verwiesen.

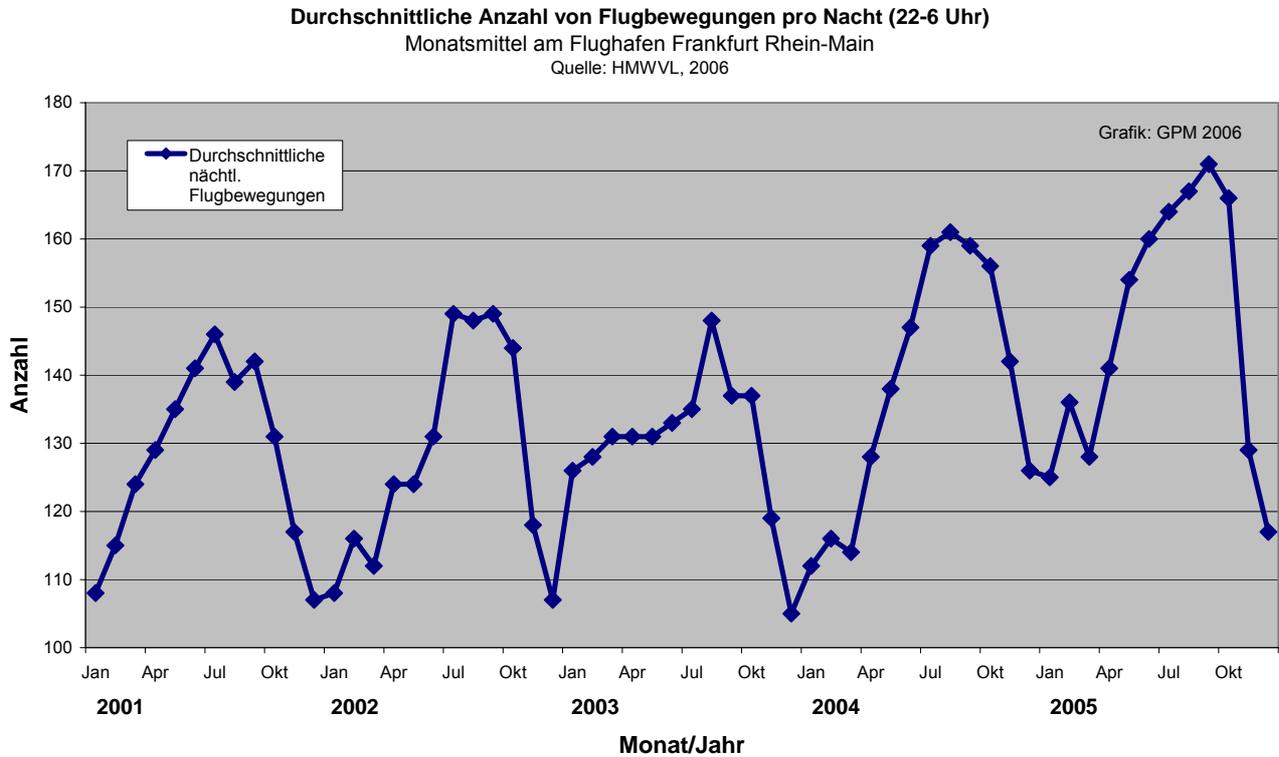


Abbildung 35: Tagesdurchschnittliche Anzahl von Flugbewegungen nachts (22-6 Uhr) in den Jahren 2001-2005 (HMWVL, 2006).

Wie die Ausführungen in Kapitel 3.3.5 gezeigt haben, wurden im Jahr 2005 die absoluten Werte der Lärmbelastung des Jahres 1999 nochmals übertroffen. Nur lagen die belastungsstärksten Monate nicht im Hochsommer (wie 1999) sondern in den Herbstmonaten September und Oktober. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die herbstliche Belastung des Jahres 2005 vermehrt bei Schönwettersituationen stattgefunden hat. Eine Studie aus dem Jahr 2005 (Temperaturverhältnisse bei extremer Fluglärmelastung in Raunheim, GPM 2005) hat diesen Zusammenhang zwischen Hochdruckwetterlagen und Betriebsrichtung Ost aufgezeigt.

Die Monate September und Oktober des Jahres 2005 waren die ersten Monate des gesamten Untersuchungszeitraums mit weit überdurchschnittlicher Nutzung von BR 07, in denen der Anteil dieser Betriebsrichtung nachts sogar noch höher lag als tagsüber. Auch im Hinblick auf die Gültigkeit der getroffenen Annahmen zur Fluglärmbewertung (σ -Regelung!) sollte genau beobachtet werden, ob es sich hier um Ausreißer handelt oder um den Beginn eines neuen Trends.

4 FLUGLÄRMELASTUNGSPOTENTIALE

Wie bereits in den Vorbemerkungen erläutert, sollten im FER (2000) neben der Analyse der Fluglärmbelastung in Raunheim vor allem auch Möglichkeiten des aktiven Schallschutzes aufgezeigt werden, die geeignet sind, die extreme Belastungssituation der hier lebenden Menschen wenigstens ein Stück weit zu mindern. Als Ergebnis der Untersuchung konnten schließlich im Wesentlichen 5 Handlungsfelder („Stellschrauben“) aufgezeigt werden, durch deren Modifizierung Lärmelastungen zu erreichen sind:

1. Erhöhung der zulässigen Rückenwindkomponente von derzeit 5 kt auf 6-7 kt für die Entscheidung von ATC zum Bahnwechsel von BR25 auf BR07.
2. Erhöhung des Gleitwinkels von derzeit 3° auf 3,2° oder mehr (temporär bei CAT I – Bedingungen).
3. Modifizierungen beim Endanflug (Curved approach).
4. Verlegung der Landeschwelle für die Bahnen in 07 Richtung um 1000-1500 m nach Osten
5. Öffnung der Startbahn18 West für Landungen aus Richtung Süden bei BR07, nachts (BR36)

Diese Ansätze wurden im FER (2000) ausführlich insbesondere unter aeronautischen Gesichtspunkten analysiert und auch im Hinblick auf mit ihrer Umsetzung möglicherweise auftretenden Verschlechterungen andernorts geprüft. Das Gesamtergebnis liegt als Bericht seit 2002 vor, wurde mehrfach präsentiert (Zukunftsinitiative Rhein-Main (ZRM), Kommunale Arbeitsgemeinschaft Flughafen (KAG), Regionales Dialogforum (RDF), Fluglärmkommission Frankfurt u.a.) und auch unterschiedlich kommentiert.

Da seit der Konzeption dieser Entlastungsvorschläge mittlerweile gut 4 Jahre vergangen sind, stellt sich die Frage, inwieweit nach heutigem Kenntnisstand, diese Maßnahmen noch praktikabel erscheinen. Außerdem soll für verschiedene Maßnahmen eine detailliertere Prüfung des mit ihnen verbundenen Entlastungspotentials vorgenommen werden.

4.1 RÜCKENWINDKOMPONENTE

Im Luftfahrthandbuch Deutschland (AIP 2001) heißt es unter EDDF (Frankfurt) AD 2.20 Local Traffic Regulations: „Landenden Luftfahrzeugen wird bevorzugt die Landerichtung 25 zugewiesen, vorausgesetzt die Rückenwindkomponente ist nicht größer als 5 kt.“ Hintergrund für diese Festlegung ist, dass, wie bereits im FER (2000) ausführlich erläutert, die ICAO eindeutige Sicherheitsmindestanforderungen für lärmvermeidende Flugverfahren (Noise abatement procedures) festgelegt hat¹. Neben z. B. maximalen Querlagen beim Kurvenflug zum Eindrehen auf lärmvermeidende Flugrouten (Chapt. 2.2) gibt Chapt. 2.1 u.a.

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

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 der DFS lässt sich diese Grenze niemals exakt einhalten, so dass es immer wieder auch zu Landungen mit z. T. deutlich höheren Rückenwindkomponenten (< 10 kt) kommt.

Auch wenn es eine solche ICAO-Empfehlung gibt, so konnte im FER (2000) dennoch gezeigt werden, dass es sehr wohl eine ganze Reihe von großen, auch mit Frankfurt vergleichbaren, internationalen Verkehrsflughäfen gibt, die – mitunter auf bestimmte Bahnen beschränkt - auch mit höheren Rückenwindkomponenten operieren. Die wichtigsten unter diesen Flughäfen, werden in der nachfolgenden Tabelle nochmals aufgeführt.

Nr.	Name/ICAO Code	Intern. Rang	Max. Rückenwindkomponente [kt]	Betroffene Bahn-längen [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

Tabelle 1: Internationale Flughäfen, die Rückenwindkomponenten > 5 kt zulassen (Auszug aus Tab. 6 FER 2000).

Inwieweit diese Flughäfen mit Frankfurt vergleichbar sind, wird im FER (2002) diskutiert. Unabhängig davon lässt sich aber festhalten, dass grundsätzlich im Regelbetrieb Rückenwindregelungen getroffen werden können, die sich über 5kt bewegen.

Anmerkung: Seitens DFS, FRAPORT oder DLH wird, wann immer neue An- und Abflugverfahren von „Externen“ angesprochen werden, gerne darauf verwiesen, dass das Regelwerk der ICAO dies verbiete oder zumindest nicht vorsehe.

Es muss hier deutlich herausgestellt werden, dass die ICAO sehr wohl Abweichungen von Ihrem Regelwerk zulässt, spätestens dann, wenn der Antragsteller über eine so genannte „Aeronautical Study“ die Machbarkeit des jeweiligen Verfahrens unter aeronautischen und flugsicherungsaspekten nachgewiesen hat.

Für den Flughafen Frankfurt wurde auch der Frage nachgegangen, inwieweit die 5kt-Regelung generell eingehalten wird. Durch die umfangreiche Analyse langjähriger meteorologischer Messreihen im Abgleich mit den in Frankfurt geflogenen Betriebsrichtungen wurde dabei deutlich,

„dass rund 10 % der registrierten Einzelschallereignisse bei frühzeitigem Drehen der Betriebsrichtung vermieden hätten werden können“ (FER 2002, S. 92)

Auch aus der jüngeren Zeit sind Beispiele dokumentiert, die darauf hinweisen, dass BR07 über Zeiträume von vielen Stunden beibehalten wird, obwohl auf Basis der vorherrschenden RWK mit BR25 geflogen werden müsste (z.B. am 12.12.2005, dokumentiert durch H. Schäfer und H. Heldmaier).

Fazit:

Entlastungsmaßnahme A: Einhaltung/Änderung Rückenwindkomponente

1. Schritt: Strikte Einhaltung der 5kt-Regelung

2. Schritt: Erhöhung der RWK auf 7kt

Die Maßnahme sollte, um Zusatzbelastungen auf der Ostseite des Flughafens gering zu halten im Zusammenhang mit dem „Curved approach“ (s. Kap. 4.3), sowie mit „versetzten Landeswellen“ (s. Kap. 4.4) betrachtet werden.

4.2 AN- UND ABFLUGWINKEL

Wie die diesbezügliche Untersuchung im Rahmen des FER (2002) zeigt, wird die ICAO-Empfehlung, den Gleitwinkel für ILS-Anflüge nicht $> 3^\circ$ zu wählen, tatsächlich auch auf den bei weitem meisten Flughäfen der Welt formal eingehalten, so auch in Frankfurt.

Es konnte allerdings auch gezeigt werden, dass es für Cat I-Anflüge (Horizontalsicht (RVR) ≥ 500 m, Entscheidungshöhe (DH) ≥ 200 ft, Gleitwinkel $2,5-3,5^\circ$ gem. ICAO) international – wie auch schon für die RWK gezeigt - Abweichungen von dieser Empfehlung, sowohl nach unten als auch nach oben gibt. Bemerkenswert in der Reihe der Flughäfen, die hier vom Regelwerk der ICAO abweichen, sind z.B. Paris Orly (LFPO), für dessen Landebahn 25 einen Gleitpfad von $3,2^\circ$ oder auch Marseille (LFMC) für dessen Bahn 32R 4° festgelegt wurden.

Die Anhebung des Gleitwinkels bei sonstiger Beibehaltung des Anflugverfahrens führt notwendigerweise zu einem höheren Überflug einer festen Landmarke im Verhältnis zum Überflug desselben Punktes mit einem niedrigeren Gleitwinkel. Unter sonstiger Beachtung der heute gültigen Landeverfahren bei Betriebsrichtung 07 würde etwa eine Erhöhung des Gleitwinkels von 3° auf z. B. $3,5^\circ$ am Voreinflugzeichen (etwa MP 06, Raunheim Ost) einen etwa rund 70 m höheren Überflug bedeuten (s. Abb. 36), was auf den ersten Blick die Lärmbelastung am Boden verringern sollte. Bei dem ohnehin sehr niedrigen Überflug in Raunheim (zwischen 270 und 350m) wird eine Erhöhung des Überflugs in dieser Größenordnung alleine schon eine psychologische Entlastung bewirken.

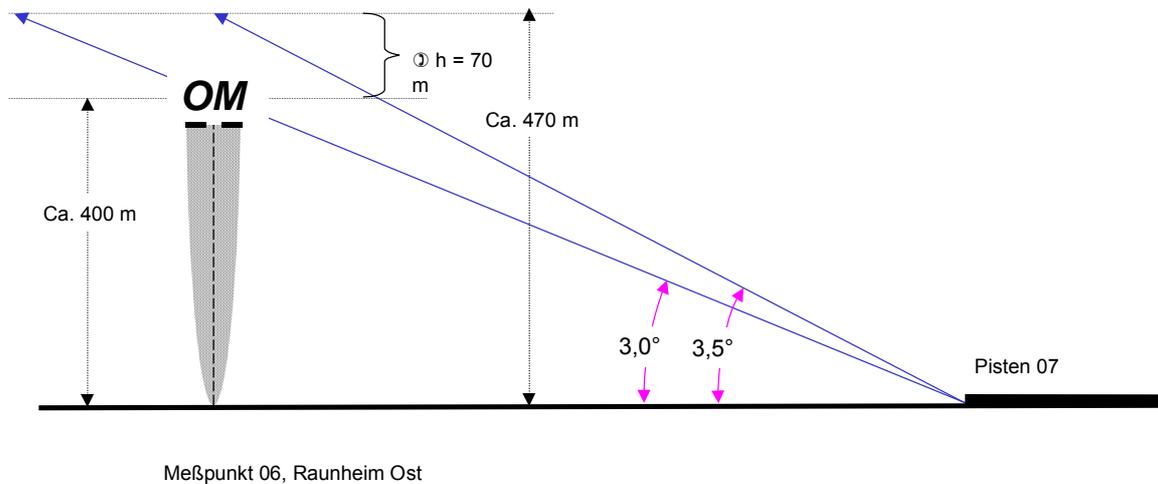


Abbildung 36: Höhendifferenz des Überflugs von Messpunkt 06 (Outer Marker) bei einem Anflugwinkel von $3,0^\circ$ und $3,5^\circ$.

Seit den ersten Überlegungen zur Erhöhung des Gleitwinkels haben sich verschiedene neue Erkenntnisse ergeben, die heute mehr und mehr für die Realisierung einer solchen Maßnahme sprechen:

Auf der Basis von Gesprächen mit Flugzeugherstellern und Piloten wurde deutlich, dass zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Gleitwinkelerhöhung aus aeronautischen Gründen max. auf $3,2^\circ$ diskutiert werden sollte. Angemerkt sei an dieser Stelle, dass seitens der Lufthansa selbst eine solch geringfügige Änderung abgelehnt wird.

Um weitgehend konform zu gehen mit dem ICAO-Regelwerk, wurde die Forderung nach Erhöhung des Anflugwinkels beschränkt auf CAT I-Bedingungen (s.o.), die gemäß einer umfangreichen meteorologischen Analyse in der Regel ohnehin bei 07-Betrieb – dem eigentlich mit extremer Fluglärmbelastung in Raunheim einhergehenden Flugbetrieb – vorherrschen, da die dann auftretenden Hochdruckwetterlagen zumeist auch Wetterlagen mit hervorragenden Sichtbedingungen (Schönwetterlagen) darstellen. Bemerkenswerterweise sei in diesem Zusammenhang betont, dass nach Auskunft der Lufthansa am Standort Frankfurt zu ca. 80% des Jahreswitterungsverlaufs ohnehin CAT I-Bedingungen herrschen, so dass nahezu grundsätzlich bei 07-Betrieb mit einem leicht erhöhten Gleitwinkel angefliegen werden könnte.

Eine weitere überraschende Erkenntnis brachte ein Gutachten zu Tage, das die Stadt Raunheim beim Institut für Raumbezogene Informations- und Messtechnik der FH Mainz (2006) in Auftrag gegeben hat. Hierbei wurden die Überflughöhen der über Raunheim anfliegenden Linienflugzeuge bezogen auf einen festen Punkt in der Stadtmitte gemessen. Ergebnis war, dass die Flugzeuge bei einer berechneten Soll-Überflughöhe von 360m sich in tatsächlichen Höhen zwischen 344 und 492m bewegten (= 148m vertikaler Korridor!). In

Frankfurt besonders stark vertretene Flugzeugtypen, wie die 747/400 oder der A320 zeigten Abweichungen von bis zu +132m (= 492m Überflughöhe) und es sind gerade die großen und am Standort Frankfurt häufig verkehrenden Flugzeugtypen, die die größte Schwankungsbreite in der Überflughöhe aufweisen (747/400 – 148m; A320 – 108m; 737/500 – 69m; 737/300 – 66m, A321 – 53m). Wie die Auswertung übrigens ebenso zeigt, hat die ermittelte Schwankungsbreite offensichtlich auch nichts mit speziellen Fluggesellschaften zu tun; zumindest ist die Lufthansa in allen Höhenabweichungen gut vertreten.

Vor diesem Hintergrund ist kaum mehr nachvollziehbar, warum ein um nur 0,2° höherer Überflug, was einer Höhenzunahme von gerade einmal etwa 40m entsprechen würde, aus aeronautischen oder sonstigen Gründen nicht vertretbar sein soll, wenn die Flugzeuge in Frankfurt schon heute, quer durch alle Gewichtsklassen offensichtlich problemlos mit sogar noch deutlich höheren Gleitwinkeln als dem geforderten 3,2°-Winkel anfliegen.

Fazit:

Entlastungsmaßnahme B: Erhöhung des Anfluggleitwinkels

- von 3° auf 3,2°
- nur bei CAT I Bedingungen bei BR07

Für den praktischen Flugbetrieb in Frankfurt würde dies lediglich die Installation eines zweiten Gleitpfadsenders bedeuten, welcher bei CAT I-Bedingungen unter 3,2° abstrahlt und auf einer anderen Frequenz arbeitet als das normale 3,0° 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 bliebe bei Betrieb des 3,2°-Signals abgeschaltet. Dass dies auch technisch ohne Komplikationen sowohl für die Flugzeuge als auch für die Installationen am Boden umgesetzt werden kann, zeigt der Probetrieb zu HALS (High Approach Landing System), eine Landesystem das FRAPORT von 1999 bis 2004 am Flughafen Frankfurt testweise installiert hatte: Hierbei wurden zwei Gleitpfadsender für eine Bahn sogar gleichzeitig betrieben.

Dass die Erhöhung des Gleitpfadwinkels zukünftig grundsätzlich eine wichtige Maßnahme zur Fluglärmreduzierung sein wird, wird auch in der international viel beachteten DLR-Studie „Leiser Flugverkehr“ deutlich: Zu den zukünftigen Anflugverfahren wird hier sogar ein Anflugwinkel von 4° ins Auge gefasst (s. Abb. 37).

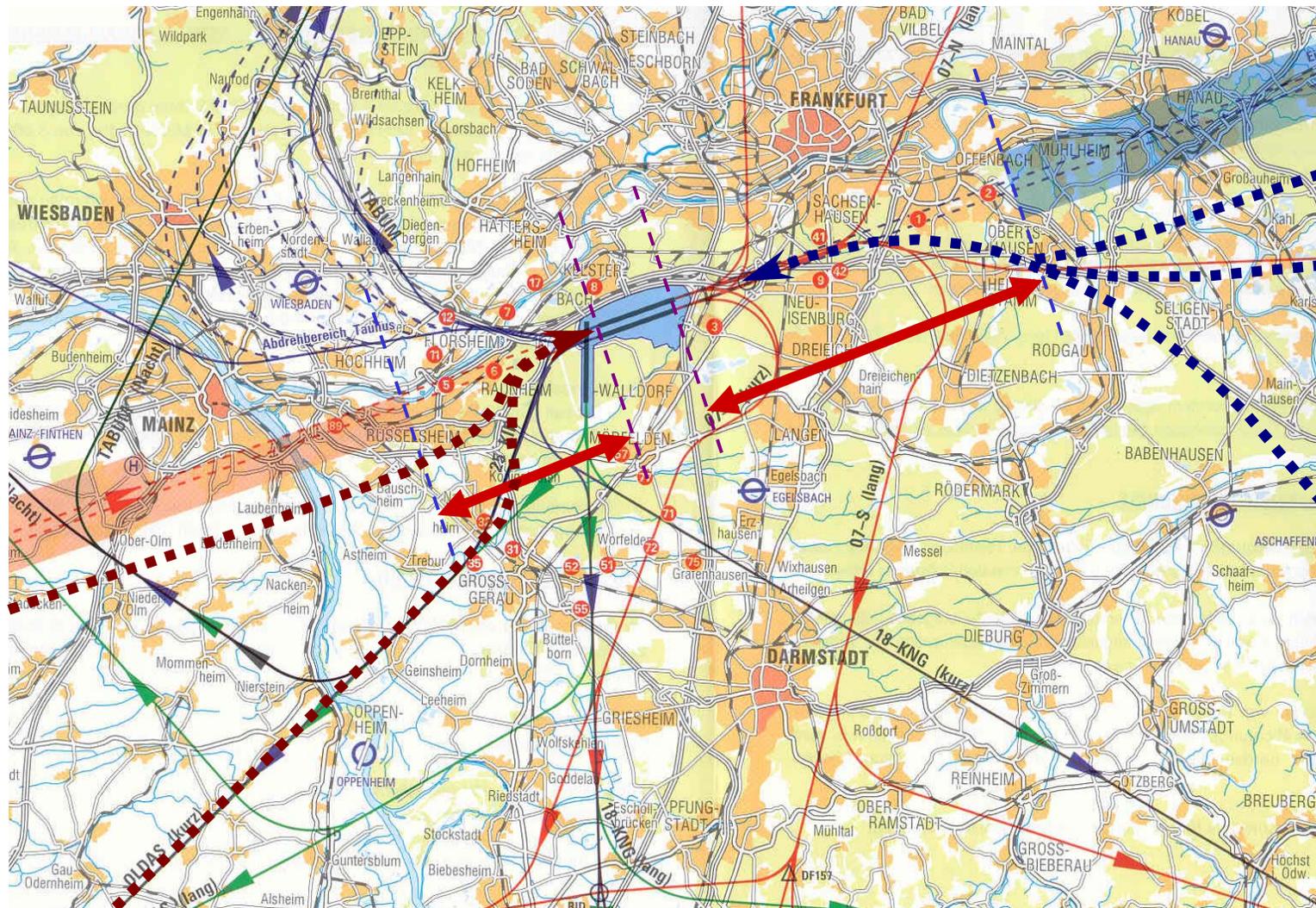


Abbildung 38: An- und Abfluggrundlinien mit unterschiedlich langen („Nicht-“) Eindrehbereichen Ost und West (= rote Pfeile) sowie beispielhafte Grundlinien für zukünftige laterale Bahnführungen (Curved Approach: BR07 = rot gepunktet, BR25 = blau gepunktet)

Auch in dem bereits zitierten DLR-Projekt „Leiser Flugverkehr“ sieht man in Curved-Approach-Verfahren für die Zukunft ein großes Potenzial zu Fluglärminderung. Die Vorgehensweise zur Operationalisierung eines solchen Systems wurde anlässlich der DLR-Abschlusspräsentation in Köln-Porz (16.03.2004) wie folgt erläutert:

- Festlegung lärmimmisions-optimaler Trajektorien mittels RNAV-Wegpunkten durch Bündelung mit Hauptverkehrswegen, wie z.B. Autobahnen und/oder Bahntrassen im Anflugbereich eines Flughafens
- Speicherung der RNAV-Noise Abatement Procedure in die FMS-Database
- Vollautomatisches Abfliegen des Verfahrens mittels eines verbesserten Flight Guidance and Enveloppe System (FGES).

Das in Verbindung mit dieser Erläuterung beispielhaft vorgestellte Verfahren für den Flughafen Braunschweig (s. Abb. 39) gibt nahezu – mit anderer Himmelsrichtung - die gleiche Anflugsituation wie in Raunheim wieder: Dadurch, dass die Anfluggrundlinie hier erst 2,5 NM vor dem Aufsetzpunkt aufgenommen wird, wird die Kommune auf Höhe des Outer Markers nicht überflogen.

Würde dann noch, wie im nachfolgenden Kap. 4.4 angeregt, die Schwelle der beiden 07-Bahnen um 1000 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 nahezu das gleiche Final auf eine der beiden 07 ermöglichte wie heute.

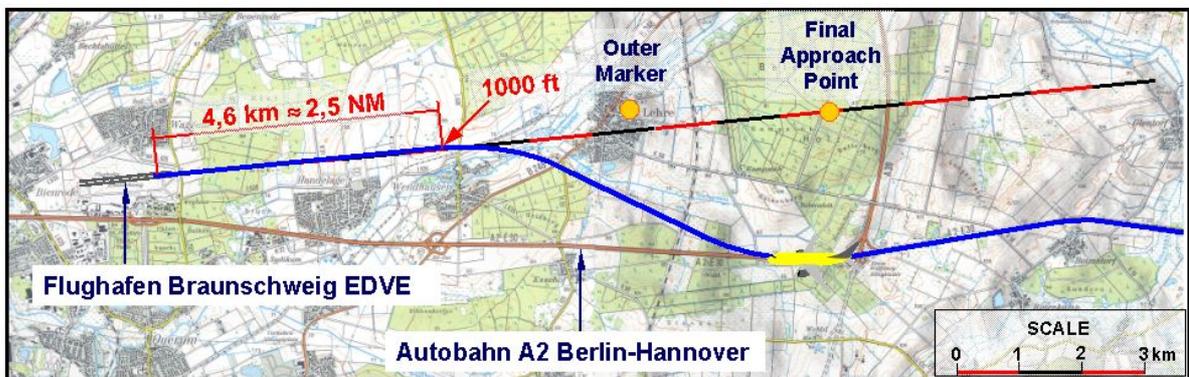


Abbildung 39: Folie aus der DLR-Abschlusspräsentation zum Projekt „Leiser Flugverkehr“ – Köln-Porz, 16.03.2004, zu einer zukünftigen lateralen Bahnführung (Curved Approach (= blaue Linie- Anfluggrundlinie wird erst 4,6 km vor dem Aufsetzpunkt aufgenommen).

Im Rahmen der im Jahr 2005 zum Flughafen Wien abgeschlossenen Mediation ist man sich der Chancen und Möglichkeiten dieses Systems ebenfalls sehr bewusst. So legt der dort geschlossene Mediationsvertrag bereits – in Abhängigkeit von der Operationalisierbarkeit - konkrete räumliche und zeitliche Einsatzschwerpunkte für den Curved Approach fest. Grundsätzlich heißt es dazu:

„Bei der Einführung und Anwendung des curved approach soll jene Variante gewählt werden, die die wenigsten Betroffenen bei qualitativ gleicher Lärmbelastung aufweist und die flug- und sicherheitstechnisch sinnvoll ist.“ (Abschlussdokumente Mediationsverfahren Flughafen Wien 2005, S. 10)

Zu den konkreten Festlegungen heißt es beispielsweise:

„Die FWAG erklärt, dass für den Normalbetrieb auf die Piste 11R kein Geradeausanflug parallel zum bestehenden Anflug auf Piste 11 L bei der Behörde zur Genehmigung eingebracht wird, sodass es keine parallelen Anflüge 11 über Wiener Stadtgebiet geben kann. Anflüge auf Piste 11 R werden im Normalbetrieb nur gekurvt geflogen“ (a.a.O. S. 10).

„Landungen erfolgen zwischen 22:00 – 6:00 ausschließlich auf Piste 29R, wobei der Landeanflug, sobald dies technisch möglich, dieser rechtlich international und national zugelassen ist und von einer ausreichend großen Anzahl von landenden Flugzeugen geflogen werden kann, jedenfalls ehest möglich mittels curved approach erfolgen wird“ (a.a.O. S. 12)

„Landungen erfolgen zwischen 21:00 und 22:30, sobald der Anflug mittels curved-approach erfolgt, primär auf Piste 16 und nur dann auf Piste 11R, wenn dies aus Kapazitäts- oder Sicherheitsgründen erforderlich ist“ (a.a.O. S. 13).

Fazit:

Entlastungsmaßnahme C: Landeanflug mittels Curved Approach

- 1. Schritt: Planung und Festlegung von gekrümmten Anfluggrundlinien**
- 2. Schritt: Einführung des Curved Approach zumindest für Nacht- und Nacht-randzeiten**

Da die Operationalisierung des Curved Approach bislang auch deswegen nicht vorankommt, weil ein gewisser Anteil an Flugzeugmustern nicht über die entsprechende Navigationsausrüstung verfügt, sollten umgehend Fristen veröffentlicht werden, ab wann nur noch Curved-Approach-taugliche Flugzeuge in bestimmten Zeitfenstern landen dürfen.

4.4 LANDEBAHNLÄNGEN/LANDESCHWELLEN

In Anlehnung an das von FRAPORT bereits getestete HALS-Verfahren (s.o. Kap.4.2) wurde im Rahmen des FER (2002) eine grundsätzlich um 1000 bis 1500 m versetzte Landeschwelle diskutiert. Hintergrund für diese Überlegung ist, dass nach Angaben der Flugzeughersteller kein Flugzeug, auch nicht bei maximalem Landegewicht 4000m – jede Bahn am Flughafen Frankfurt hat diese Länge - Landestrecke benötigt. Selbst das größte Passagierflugzeug der Welt, der A380, kann problemlos auf der geplanten nur 2850m langen Bahn am Flughafen Frankfurt landen; alle anderen Flugzeugtypen kommen mit zum Teil noch erheblich

weniger Pistenlänge aus (Auflistung der flugzeugspezifischen Landebahnlängen s. FER 2002).

Die weitergehende Überlegung geht dahin, unter Sicherheitsaspekten auf den Bahnen im Zwei-Schwellen-Betrieb zu operieren, d.h. die um beispielsweise 1000m versetzte Schwelle würde nur bei „guten“ (in der Regel CAT I) Wetterbedingungen angeflogen werden - Lärmbelastungen werden ohnehin zu diesen Zeiten am stärksten empfunden -; im problematischen aeronautischen Situationen würde hingegen die „alte“ Schwelle angeflogen, um selbst auch nur geringste Sicherheitsabstriche zu vermeiden. Ebenso könnten die Bahnen für Starts – so erforderlich – in voller Länge auch weiterhin zur Verfügung stehen.

Wie schon erwähnt, wird seitens FRAPORT, wenngleich mit anderen Grundüberlegungen und anderer Zielsetzung – bereits mit einem Zweischwellen-Betrieb auf einer Bahn experimentiert: Im Rahmen des HALS/DTOP-Projektes wurde im Sommer 2004 die erste DTOP (Dual Threshold Operation) Studie erfolgreich durchgeführt. Dabei konnte durch umfangreiche Tests im Flugsimulator gezeigt werden, dass die geänderten Anforderungen auf die Beanspruchung von Piloten angesichts zweier aktiver Landeschwellen auf einer Runway und des sich daraus ergebenden neuen Befeuerungsbildes unter marginalen Wetterbedingungen keinerlei Auswirkungen hatten

(s. <http://www.fraport.de/cms/innovationsprojekte/dok/69/69146.halsdtop.htm>).

Die Frage der versetzten Landeschwelle wird gegenwärtig auch am größten europäischen Flughafen, London Heathrow diskutiert; über die Absicht die Landschwelle hier um 800m zu versetzen, berichtete Captain Tim Steeds (British Airways) anlässlich einer RDF-Sondersitzung am 06.10.2004 (s. Abb. 40)

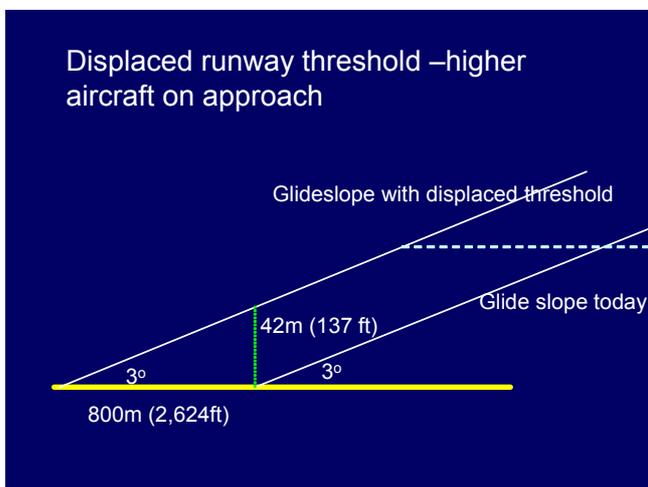


Abbildung 40: Für London Heathrow überlegte Landeswellen-verschiebung (Captain Tim Steeds, British Airways, Head of Quality and Regulations/Flight Operations 2004, anlässlich der RDF-Sondersitzung am 06.10.2004, s. Auch *The Times* 14.07.2004).

Im RDF hat man sich zwischenzeitlich dem Vorschlag aus Raunheim sehr intensiv gewidmet (s. Arbeitspapiere der KG Aktiver Schallschutz im Projektteam Anti-Lärm-Pakt). So wurde die HLOG im Jahre 2005 aufgefordert die lärmphysikalischen Auswirkungen der Schwellenverlegung genau zu analysieren. Bei dieser Untersuchung wurde davon ausgegangen, dass die Bahnen ausschließlich mit um 1000 m versetzten Schwellen betrieben werden.

Damit würde eine Parallelverschiebung des ansonsten gleich bleibenden Gleitpfades parallel nach Osten erreicht werden, was automatisch zu einer um ca. 52 m höheren

Überflugroute beispielsweise über Raunheim als bei Benutzung der heutigen Schwelle führen würde (s. Abb. 41).

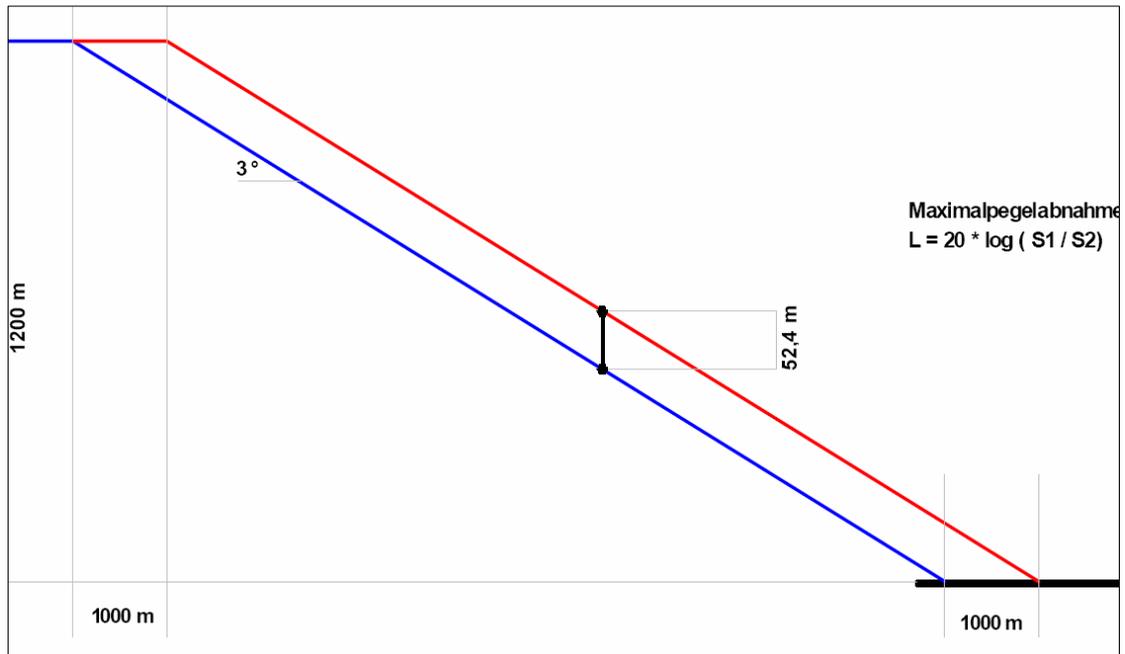


Abbildung 41: Ausgangssituation zur Lärmberechnung bei um 1000 m versetzten Landeschwellen, Ist-Situation 2000 (MÜLLER & HLUG 2005)

Es war davon auszugehen, dass für Raunheim – Überflughöhe zwischen 300 und 350m - mit einer Lärminderung zu rechnen wäre, da die Flugzeuge im Falle einer versetzten Schwelle erst später auf der Bahn aufsetzen und dann ausrollen würden. 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.

Wie die Berechnungen der HLUG zeigen (s. Ab 41 und 42), käme es tatsächlich zu einer Entlastung von bis zu 2 dB(A) (245 „stark Belästigte“ weniger), was auf den ersten Blick gering erscheinen mag, bei der Extrembelastung in Raunheim in Verbindung mit dem mehr als 50m höheren Überflug aber sicherlich als spürbarer Entlastungseffekt wahrgenommen würde.

In Verbindung mit dem in Kap. 4.2 diskutierten Anhebung des Anfluggleitwinkels auf 3,2° (bei CAT I-Bedingungen) würde sich die Abnahme der „Stark-Belästigten“ in Raunheim sogar auf 386 Personen erhöhen lassen (s. Abb. 44 und 45).

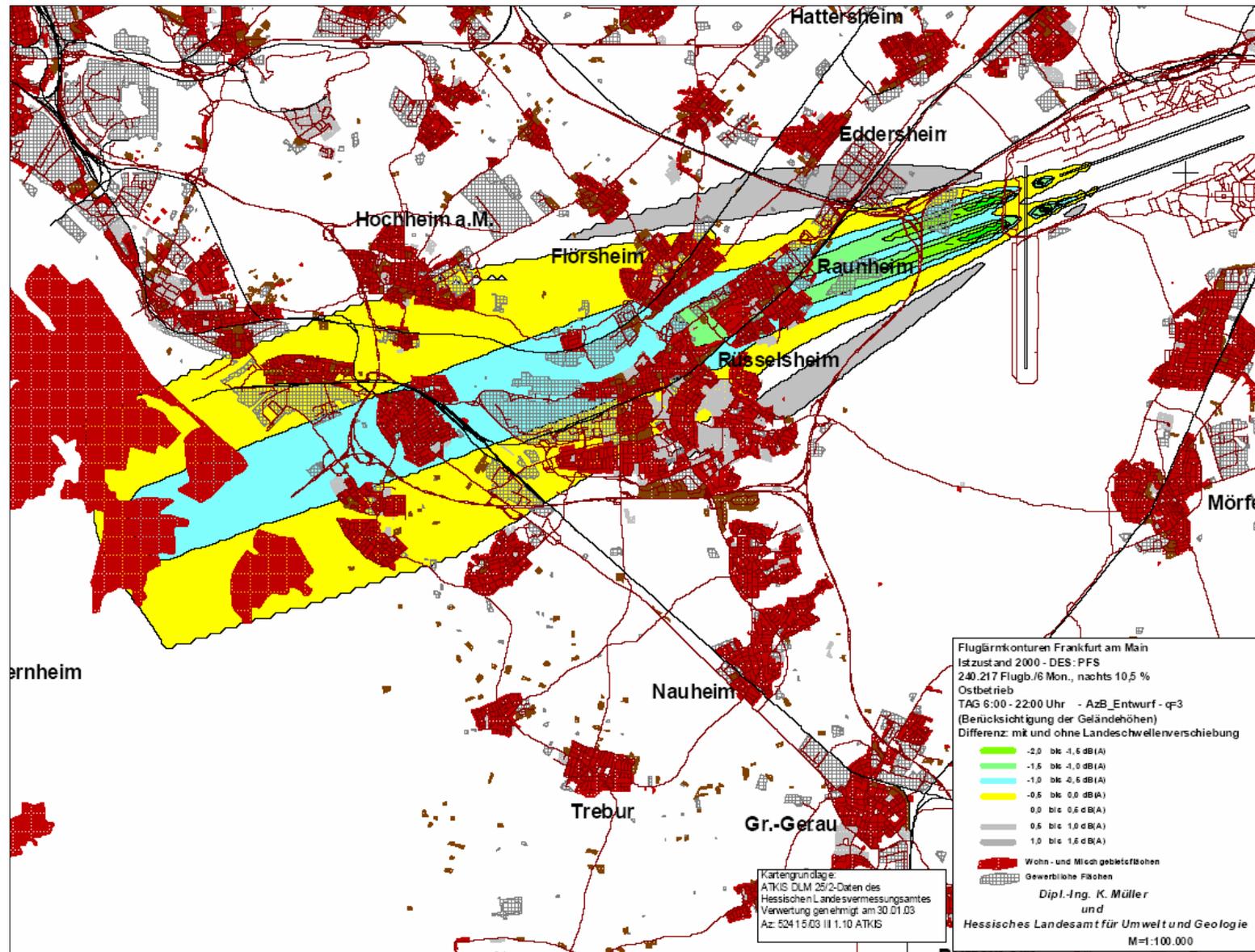


Abbildung 42: Fluglärm-differenzen bei um 1000 m versetzten Landeswellen, Ist-Situation 2000, BR07 (MÜLLER & HLUG 2005)

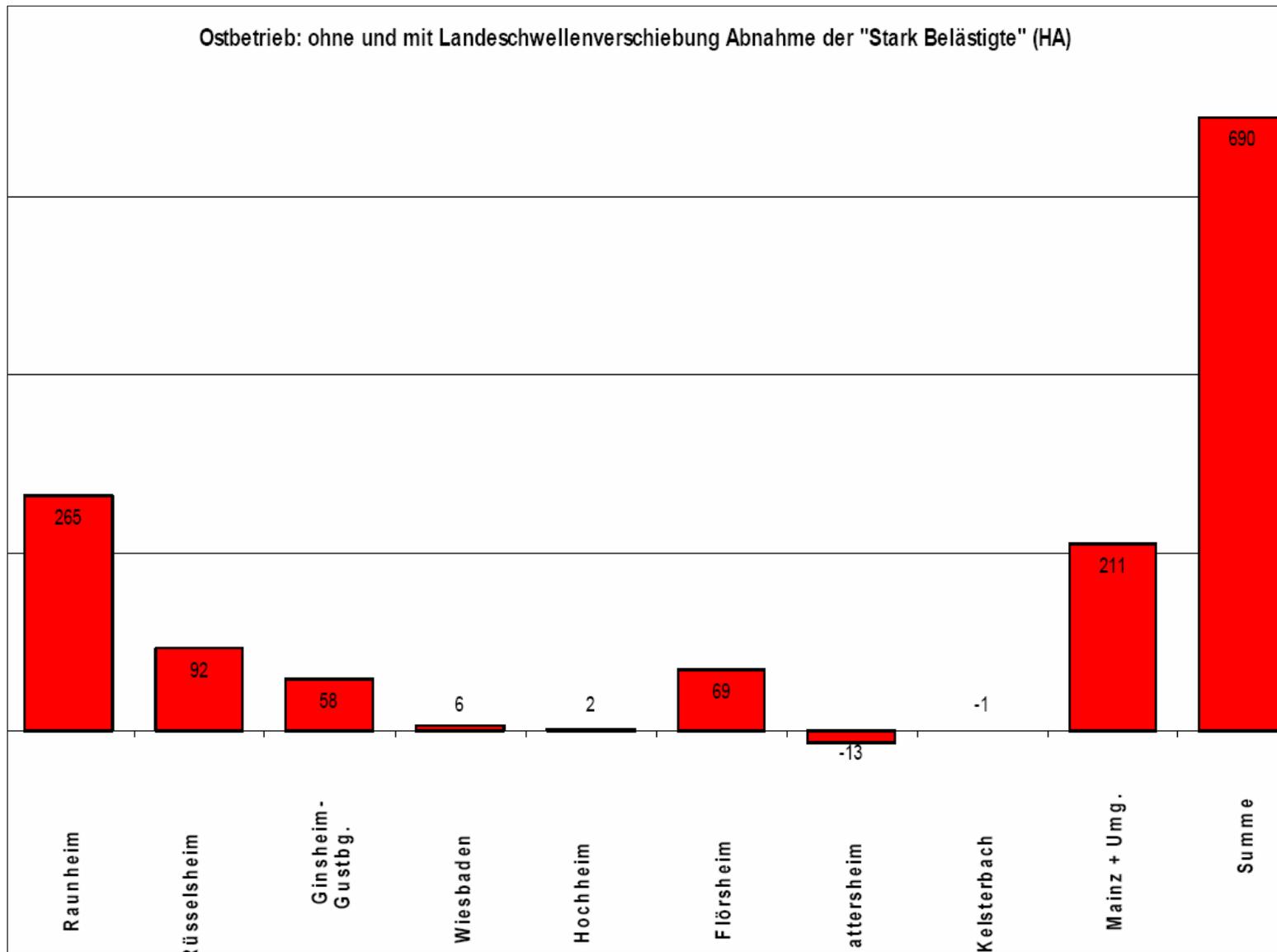


Abbildung 43: Abnahme der „Stark Belästigten“ bei um 1000 m versetzten Landeswellen, Ist-Situation 2000, BR07 (MÜLLER & HLUG 2005)

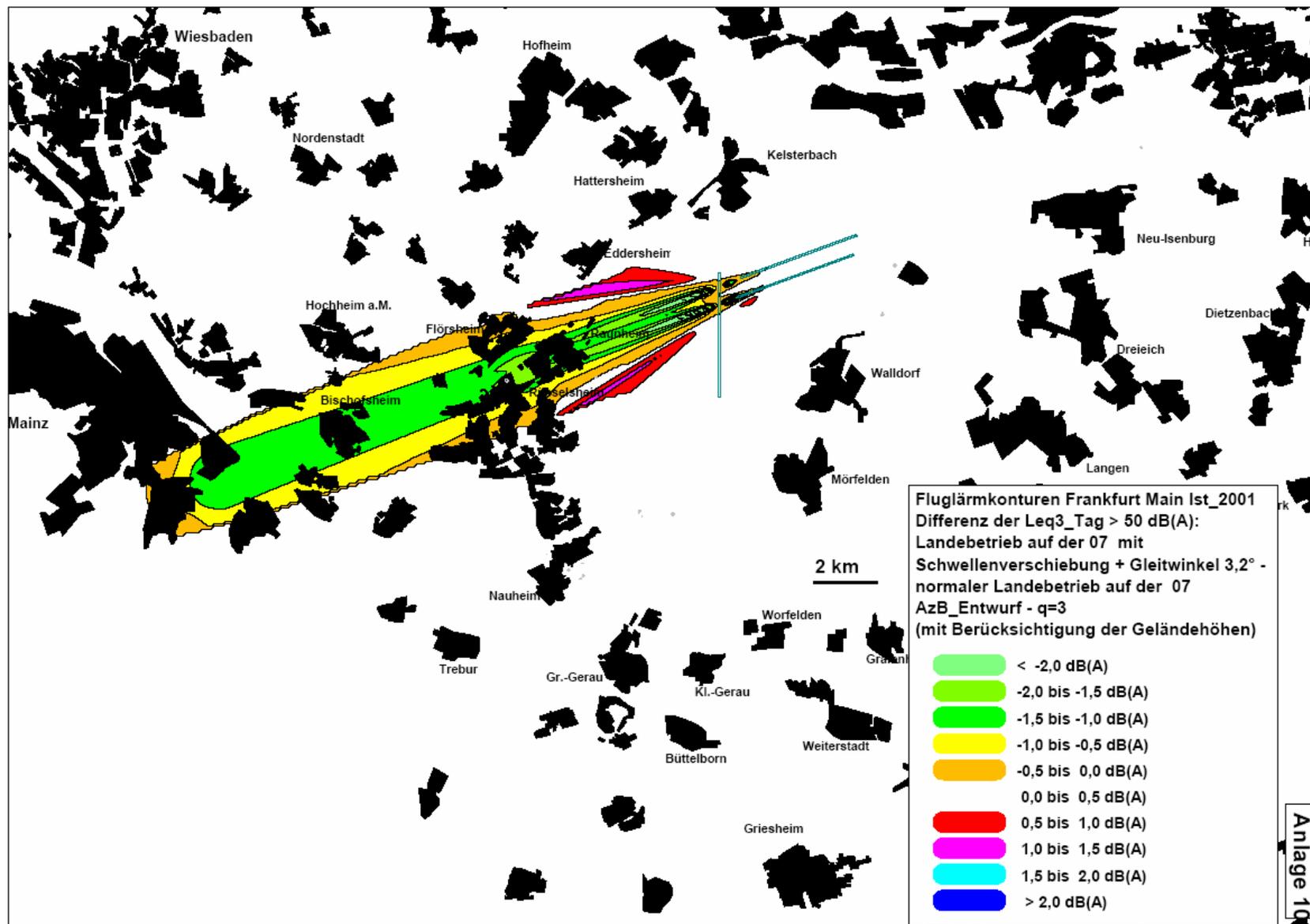


Abbildung 44:
 Fluglärm-
 differenzen bei
 um 1000 m
 versetzten
 Landeswellen
 sowie einem
 Gleitwinkel von
 3,2°, Ist-Situation
 2000, BR07
 (MÜLLER 2005)

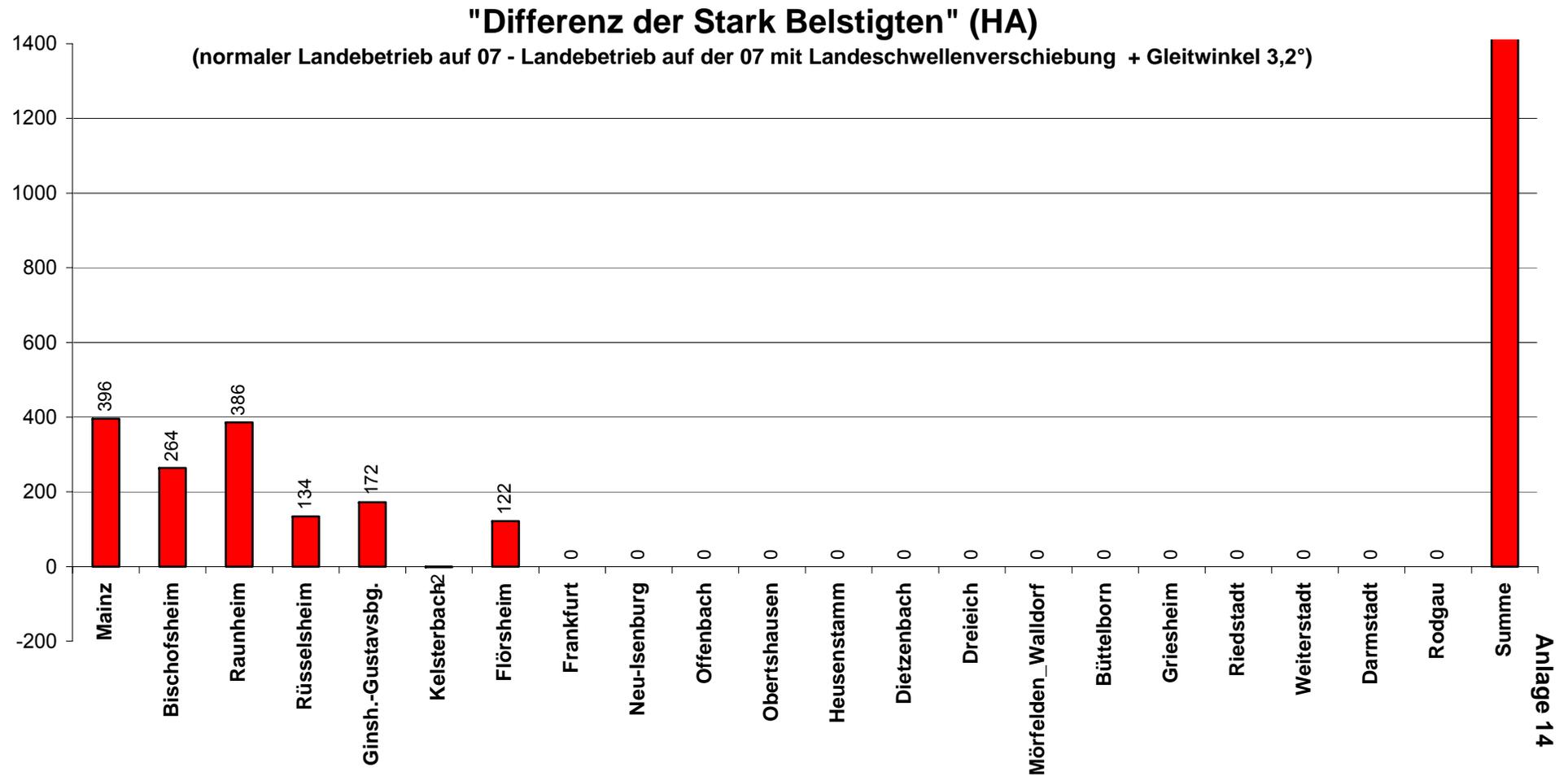


Abbildung 45: Abnahme der „Stark Belästigten“ bei um 1000 m versetzten Landeswellen sowie einem Gleitwinkel von 3,2°, Ist-Situation 2000, BR07 (MÜLLER 2005).

Fazit:

Entlastungsmaßnahme D: Versetzte Landeswellen

- um 1000 m nach Osten versetzte Landeswellen bei BR07
- Erhalt der „alten Schwellen“ für CAT II/III - Bedingungen

Wie bereits im Kapitel 4.3 angeregt, würden in dieser Form versetzte Landeswellen auch eine Verlagerung des Outer Markers um die gleiche Distanz nach Osten ermöglichen, sodass der in Abbildung 38 skizzierte Curved Approach aus südlicher Richtung vom Ablauf und den Dimensionen her nahezu mit gleichem Final auf eine der beiden 07 geflogen werden könnte und damit die Landeanflüge direkt über den Dächern von Raunheim - zumindest zeitweise – deutlich reduziert wären.

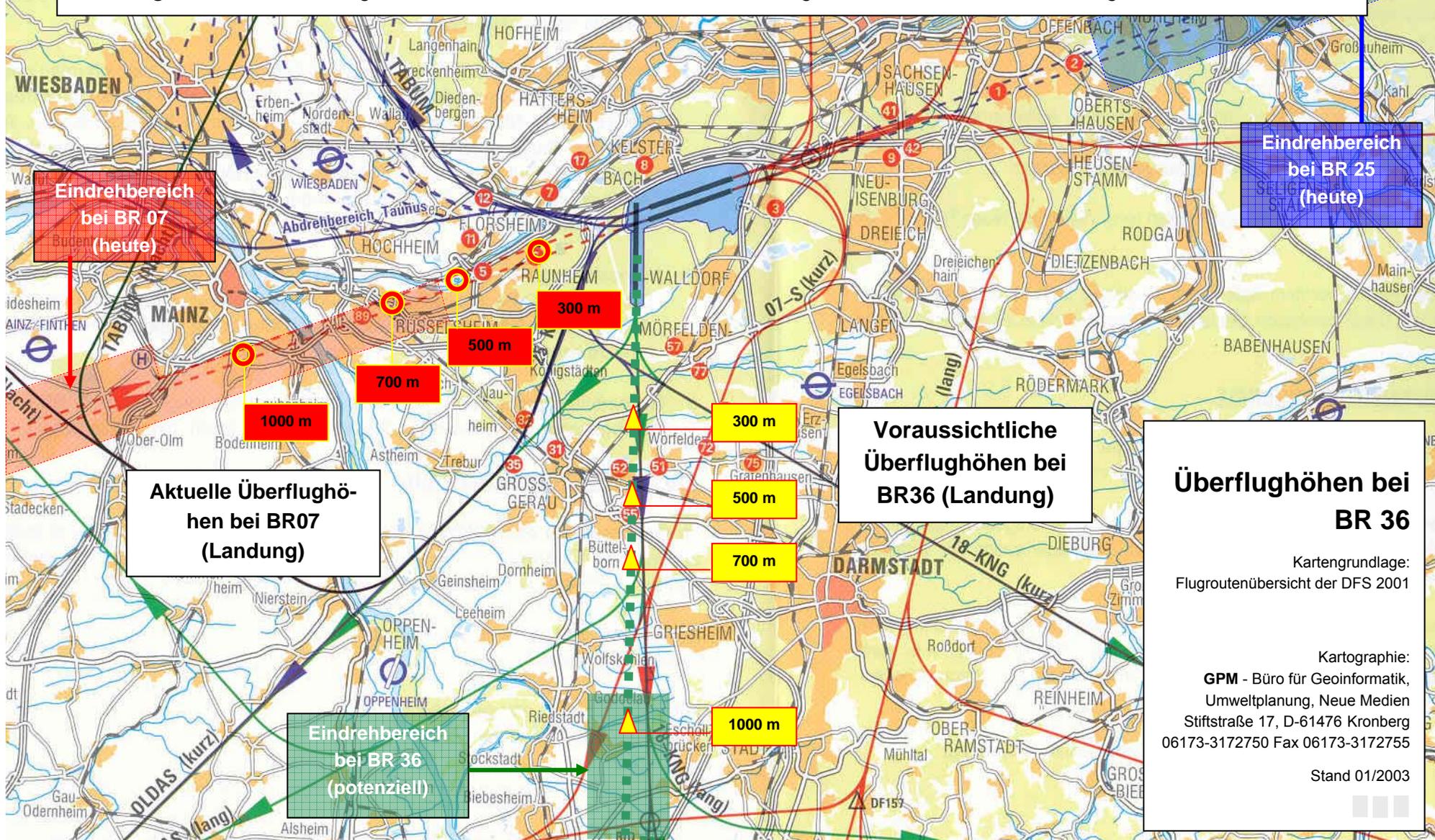
4.5 NUTZUNG STARTBAHN WEST ALS LANDEBAHN

Die derzeitige Konfiguration in Frankfurt benutzt die „Startbahn West“ (offizielle Bezeichnung „18“) ausschließlich als Start- und nicht als Landebahn. Im FER (2002) wurde ausführlich erläutert, dass die meteorologischen Verhältnisse bei BR07 zugleich in der Regel auch nahezu ideal für Landungen mit BR36 (heutige „Startbahn West“) sind. Durch die Öffnung der Startbahn West bei Ostwetterlage für Landungen aus südlicher Richtung (BR36) wäre somit eine weitere Möglichkeit geschaffen Überflüge in Raunheim – auch in diesem Falle zumindest phasenweise – ganz zu vermeiden.

Wie die Karte der Überflughöhen bei BR36 zeigt (s. Abb. 46), würden in einem solchen Szenario alleine bei Betrachtung der Siedlungsverbreitung deutlich weniger Menschen von Überflügen betroffen wie bei reinem 07-Betrieb. Um dennoch auch die Mehrbelastung der unter dem BR36-Gleitpfad lebenden Menschen so gering wie möglich zu halten, gehen die weiteren Überlegungen für dieses Szenario, bei dem es sich, wie in Kap. 4.2 dargestellt, in der Regel um ein „Schönwetter Szenario“ mit optimalen Sichtbedingunge handelt, auch hier von einer um 1000 m versetzten Landeschwelle und einem auf 3,2° erhöhten Gleitwinkel aus.

Die auf der Basis dieser Vorgaben angestellten Lärmberechnungen von MÜLLER (2005) ergaben, dass es in der Summe zu einer Abnahme von über 7000 „Stark Schlafgestörten“ Menschen kommen würde, davon alleine fast 2000 in Raunheim (s. Abb. 47 und 48).

Abbildung 46: Karte zu Überflughöhen und betroffenen Gemeinden bei Öffnung der Startbahn West für Landungen aus Süden = BR36



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 01/2003

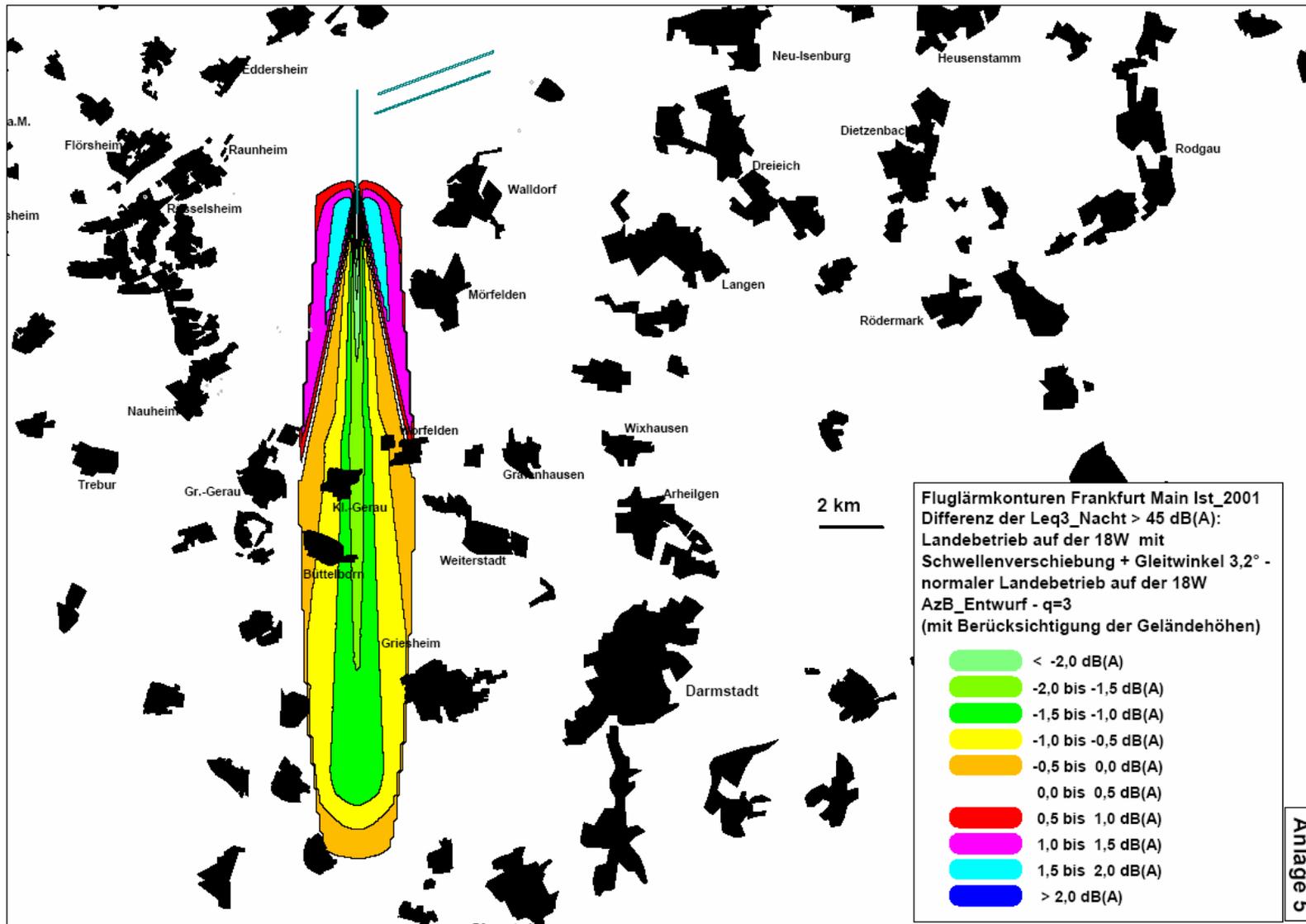


Abbildung 47:
 Fluglärmkonturen bei
 Landebetrieb auf der
 heutigen Startbahn
 West, nachts
 (ausschließlich BR36)
 mit zugleich um 1000
 m versetzter
 Landeschwelle und
 3,2° Gleitwinkel
 (MÜLLER 2005)

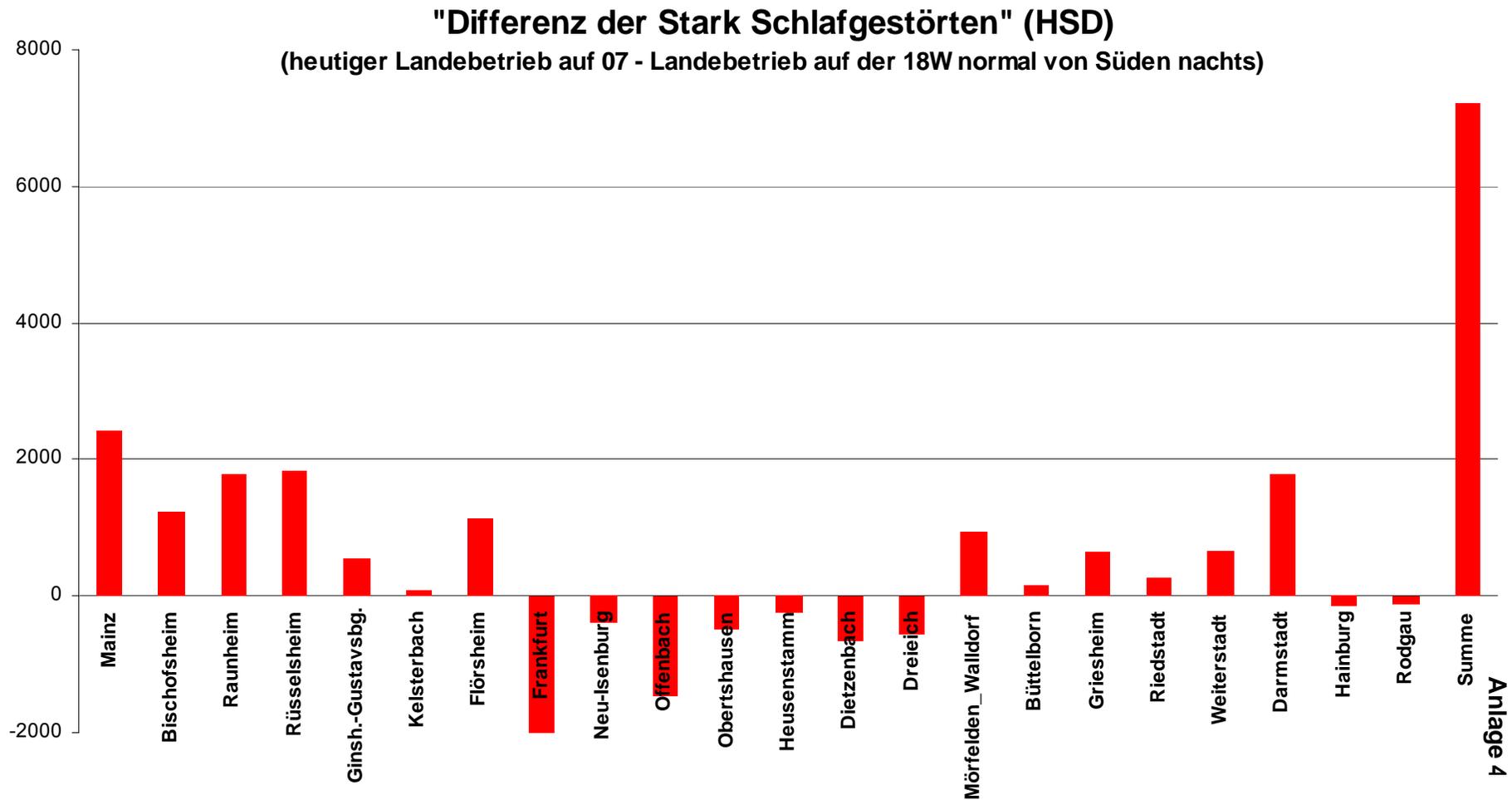


Abbildung 48: Abnahme der „Stark Schlafgestörten“ bei Landebetrieb auf der heutigen Startbahn West, nachts (ausschließlich BR36) mit zugleich um 1000 m versetzter Landeschwelle und 3,2° Gleitwinkel (MÜLLER 2005).

Fazit:

Entlastungsmaßnahme E: Öffnung Startbahn West für Landungen (BR36)

- ausschließlich nachts bei BR07
- mit um 1000 m nach Norden versetzter Landeschwelle
- sowie einer Erhöhung des Anfluggleitwinkels auf 3,2° (nur bei CAT I)
- Erhalt der „alten Schwellen“ für CAT II/III - Bedingungen

5 QUELLEN

deBAKOM, Schallimmissionsmessungen 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

HLUG & MÜLLER, K. 2005: Untersuchung über den Einfluss von versetzten Landeswellen auf die Fluglärmimmissionen.- Wiesbaden.

MÜLLER, K. 2005: Untersuchung über den Einfluss von Änderungen der Landeverfahren bei Betrieb 07 auf die Fluglärmimmissionen für die Gemeinde Raunheim.- Taunusstein.

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

6 ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Beispiel für eine kumulierte Auflistung der Einzelschallereignisse für Januar 2003, Messpunkt 05, alle Betriebsrichtungen (FRAPORT AG, 2003).	7
Abbildung 2: Beispiel für die monatliche Nutzungsdauer aller Betriebsrichtungen für Januar 2003 (FRAPORT AG, 2003).	8
Abbildung 3: Pegelverlauf der Lärm-Mess-Station Raunheim 3 am 11.7.2005 (Screenshot; DFLD, 2005).	10
Abbildung 4: Auszug aus der Tagesstatistik (Werte in MESZ) für den 11.7.2005 (Screenshot). Neben den genauen Uhrzeiten der Überflüge sind rechts die dB(A)-Maximalwerte der jeweiligen Stunden und die Summen der registrierten Einzelschallereignisse angegeben (DFLD, 2005).	10
Abbildung 5: Auszug aus der Monatsstatistik, Juli 2005 (Screenshot). Zur Erläuterung der dargestellten Leq - Rubriken sei auf die Internetseite des DFLD verwiesen (DFLD, 2005).	11
Abbildung 6: Illustration der Abflugrouten (weiße Zahl in rotem Punkt = Messstation der FRAPORT AG, Messpunkte 5 und 6 in Raunheim) (Quelle: DFS, 2001).	12
Abbildung 7: Anzahl der Einzelschallereignisse der Jahre 1998 und 1999 an den beiden Raunheimer Messpunkten 05 und 06, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute (Fraport AG, 1998, 1999).	13
Abbildung 8: Durchschnittliche Einzelschallpegel in den Jahren 1998 und 1999 an den beiden Messpunkten 05 und 06, abhängig von Betriebsrichtung und Flugroute (Fraport AG, 1998, 1999).	14
Abbildung 9: Mittlere Windgeschwindigkeit an der Station 10637 (Flughafen) des DWD. Aufgetragen ist das Mittel der Windgeschwindigkeit der Jahre 1998 und 1999 für die unterschiedlichen Tagesstunden (UTC) (DWD 1998, 1999).	16
Abbildung 10: Monatliche Verkehrsentwicklung im 4-Jahres-Vergleich. In den vier dargestellten Jahren war Juli der flugverkehrsreichste, Februar (2001: Dezember) der verkehrsärmste Monat. Quelle: DFS, 2005	17
Abbildung 11: Anzahl der durchschnittlichen täglichen Flugbewegungen im ganzjährigen Mittel, Zeitraum 1994 - 2005 (ADV, HMWVL, 1994-2005).	18
Abbildung 12: Relative Veränderung der Flugbewegungen an Rhein-Main gegenüber dem Vorjahr, Zeitraum 1994 - 2005 (HMWVL, 1994-2005).	19
Abbildung 13: Prozentuale Häufigkeit von BR 07 (Ost) der Jahre 1991 - 2005 während der verkehrsreichsten Monate (Mai - Oktober), tagsüber (FRAPORT AG, 1991 - 2005).	20
Abbildung 14: Tägliche Anzahl von Einzelschallereignissen über 70 dB(A) im Jahresdurchschnitt am Messpunkt 05 (Fraport AG, 2002 - 2005).	21

Abbildung 15: Tägliche Anzahl von Einzelschallereignissen über 70 dB(A) im Jahresdurchschnitt am Messpunkt 06, ganztags (Fraport AG, 2002 – 2005).	22
Abbildung 16: Prozentuale Häufigkeit von Flugbetriebsrichtung 07 (Ost) tagsüber in den Monaten des Jahres 2002. Der Jahresdurchschnitt in den verkehrsreichsten Monaten Mai-Oktober ist rot gestrichelt angegeben, der Durchschnitt der Jahre 1991-2005 für diesen Zeitraum als schwarze Linie (Fraport AG, 2002).	23
Abbildung 17: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 05 (Opelbrücke) im Jahr 2002, 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2002).	24
Abbildung 18: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2002, 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2002).	24
Abbildung 19: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2002, nachts, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2002).....	25
Abbildung 20: Prozentuale Häufigkeit von Flugbetriebsrichtung 07 (Ost) tagsüber in den Monaten des Jahres 2003 (Fraport AG, 2003).	26
Abbildung 21: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2003, 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2003).	27
Abbildung 22: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2003, nachts, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2003).....	27
Abbildung 23: Prozentuale Häufigkeit von Flugbetriebsrichtung 07 (Ost) tagsüber in den Monaten des Jahres 2004 (Fraport AG, 2004).	29
Abbildung 24: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2004, 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2004).	29
Abbildung 25: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2004, nachts, nach Lärmklassen gruppiert (Fraport AG, 2004).....	30
Abbildung 26: Prozentuale Häufigkeit von Flugbetriebsrichtung 07 (Ost) tagsüber in den Monaten des Jahres 2005 (FRAPORT AG, 2005).	31
Abbildung 27: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2005 (bis August), 0 - 24 Uhr, nach Lärmklassen gruppiert (FRAPORT AG, 2005).....	31
Abbildung 28: Monatliche Anzahl von Einzelschallereignissen an MP 06 (Uhlandstrasse) im Jahr 2005, nachts, nach Lärmklassen gruppiert (FRAPORT AG, 2005).	32
Abbildung 29: Anzahl der Flugbewegungen im Juli 2004, nach Betriebsrichtung der An- und Abflüge dargestellt, aus: Fluglärmreport 1/2005 (FRAPORT AG, 2005).	33
Abbildung 30: Anzahl registrierter stündlicher Überflüge über Raunheim zwischen dem 27.7 und 30.7.2004 (DFLD, 2004).	34
Abbildung 31: Ausschnitt aus der Pegelaufzeichnung vom 28.7.2004 der Lärm-Mess-Station Raunheim 1 des DFLD. Die Skala gibt die Größenordnung des Schallpegels in dB(A) an (DFLD, 2004).....	35

Abbildung 32: Pegelaufzeichnung des Zeitraums 8-10 Uhr (Zoom), 29.7.2004 an der Lärm-Mess-Station Raunheim 1 des DFLD. Am Rand Skala in dB(A) (DFLD, 2004).	35
Abbildung 33: Pegelaufzeichnung des Zeitraums 18-20 Uhr (Zoom), 29.7.2004 an der Lärm-Mess-Station Raunheim 1 des DFLD. Am Rand Skala in dB(A) (DFLD, 2004).	35
Abbildung 34: Pegelaufzeichnung des Zeitraums 23-1 Uhr (Zoom), in der Nacht vom 29. auf den 30.7.2004 an der Lärm-Mess-Station Raunheim 1 des DFLD (DFLD, 2004).	36
Abbildung 35: Tagesdurchschnittliche Anzahl von Flugbewegungen nachts (22-6 Uhr) in den Jahren 2001-2005 (HMWVL, 2006).....	37
Abbildung 36: Höhendifferenz des Überflugs von Messpunkt 06 (Outer Marker) bei einem Anflugwinkel von 3,0° und 3,5°	41
Abbildung 37: Folie aus der DLR-Abschlusspräsentation zum Projekt „Leiser Flugverkehr“ – Köln-Porz, 16.03.2004, mit zukünftigem Gleitpfadwinkel von 4°	43
Abbildung 38: An- und Abfluggrundlinien mit unterschiedlich langen („Nicht-“) Eindrehbereichen Ost und West (= rote Pfeile) sowie beispielhafte Grundlinien für zukünftige laterale Bahnführungen (Curved Approach: BR07 = rot gepunktet, BR25 = blau gepunktet)	44
Abbildung 39: Folie aus der DLR-Abschlusspräsentation zum Projekt „Leiser Flugverkehr“ – Köln-Porz, 16.03.2004, zu einer zukünftigen lateralen Bahnführung (Curved Approach (= blaue Linie- Anfluggrundlinie wird erst 4,6 km vor dem Aufsetzpunkt aufgenommen).....	45
Abbildung 40: Für London Heathrow überlegte Landeswellen-verschiebung (Captain Tim Steeds, British Airways, Head of Quality and Regulations/Flight Operations 2004, anlässlich der RDF-Sondersitzung am 06.10.2004, s. Auch The Times 14.07.2004).	47
Abbildung 41: Ausgangssituation zur Lärmberechnung bei um 1000 m versetzten Landeswellen, Ist-Situation 2000 (MÜLLER & HLUG 2005).....	48
Abbildung 42: Fluglärm-differenzen bei um 1000 m versetzten Landeswellen, Ist-Situation 2000, BR07 (MÜLLER & HLUG 2005)	49
Abbildung 43: Abnahme der „Stark Belästigten“ bei um 1000 m versetzten Landeswellen, Ist-Situation 2000, BR07 (MÜLLER & HLUG 2005)	50
Abbildung 44: Fluglärm-differenzen bei um 1000 m versetzten Landeswellen sowie einem Gleitwinkel von 3,2°, Ist-Situation 2000, BR07 (MÜLLER 2005)	51
Abbildung 45: Abnahme der „Stark Belästigten“ bei um 1000 m versetzten Landeswellen sowie einem Gleitwinkel von 3,2°, Ist-Situation 2000, BR07 (MÜLLER 2005).	52
Abbildung 46: Karte zu Überflughöhen und betroffenen Gemeinden bei Öffnung der Startbahn West für Landungen aus Süden = BR36	54
Abbildung 47: Fluglärm-differenzen bei Landebetrieb auf der heutigen Startbahn West, nachts (ausschließlich BR36) mit zugleich um 1000 m versetzter Landeswelle und 3,2° Gleitwinkel (MÜLLER 2005).....	55

Abbildung 48: Abnahme der „Stark Schlafgestörten“ bei Landebetrieb auf der heutigen Startbahn West, nachts (ausschließlich BR36) mit zugleich um 1000 m versetzter Landeschwelle und 3,2° Gleitwinkel (MÜLLER 2005).56

7 TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Internationale Flughäfen, die Rückenwindkomponenten > 5 kt zulassen (Auszug aus Tab. 6 FER 2000).39