

**Ermittlung der Lärmimmission am Flughafen Berlin Brandenburg
für das Flugbetriebsszenario BBI-20XX-BAF**

Untersuchung im Auftrag der
Flughafen Berlin Brandenburg GmbH

von

Ulrich Isermann

Rainer Schmid

Uta Binder

DLR Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Göttingen

Göttingen, Oktober 2012

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Glossar	2
1. Aufgabenstellung	3
2. Grundlagen	4
3. Beschreibung des Flugbetriebes	6
3.1. Flugbewegungszahlen	6
3.2. Betriebsrichtungsanalyse, Umsetzung der 100 %-Regel	7
3.3. Umsetzung des Datenerfassungssystems	8
4. Ergebnisse der Untersuchung	9
4.1. Pegelhäufigkeitsverteilungen an den untersuchten Immissionspunkten	9
4.2. Berechnete Lärmkonturen für die Tagesbelastung	9
4.3. Berechnete Lärmkonturen für die Nacht	10
5. Quellen	11
6. Anhang: Abbildungen	12

Glossar

Bezeichnungen	
AzD	Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb
AzB	Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen
BBI-20XX	Szenario des Endausbaufalles nach Planfeststellungsverfahren für den Ausbau des Verkehrsflughafens Berlin Brandenburg
BBI-20XX-BAF	Alternatives Szenario für den Endausbau, basierend auf dem vom Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung 2012 festgelegten Flugstreckensystem
DES	Datenerfassungssystem für die Ermittlung von Lärmschutzbereichen
IFR	Instrumentenflugregeln (<i>Instrument Flight Rules</i>)
PFB	Planfeststellungsbeschluss für den Ausbau des Verkehrsflughafens Berlin-Schönefeld
100 %-Regel	Vom Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) 1997 vorgeschlagenes Verfahren zur Berücksichtigung von Betriebsrichtungen bei der Berechnung von Fluglärm.
Kenngrößen	
L	Pegel (in dB)
$L_{eq,T}$	äquivalenter Dauerschallpegel für die Beurteilungszeit T (in dB)
$L_{eq(3),T}$	energieäquivalenter Dauerschallpegel für die Beurteilungszeit T (in dB)
$L_{eq(3),Tag}$	energieäquivalenter Dauerschallpegel für die Tageszeit von 6-22 h (in dB)
$L_{eq(3),Nacht}$	energieäquivalenter Dauerschallpegel für die Nacht von 22-6 h (in dB)
L_{max}	Maximalschallpegel (in dB)
$L_{A,max}$	A-bewerteter Maximalschallpegel (in dB)
N	Häufigkeit
NAT_T	<i>Number above Threshold</i> – Überschreitungshäufigkeit eines Pegels während der Beurteilungszeit T
$NAT_{L,T}$	Überschreitungshäufigkeit einer Pegelschwelle von L dB während der Beurteilungszeit T
$NAT_{NxL,T}$	Schwellenwertkriterium (N Überschreitungen einer Pegelschwelle von L dB als Entscheidungskriterium während der Beurteilungszeit T)
T	Beurteilungszeit

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für den Ausbau des Flughafens Schönefeld (seit 2012 Flughafen Berlin Brandenburg) wurden ein Tagschutzgebiet und ein Nachtschutzgebiet ermittelt und in dem im Jahre 2004 veröffentlichten Planfeststellungsbeschluss [1] ausgewiesen. Die Berechnung erfolgte ausgehend von einem Grobkonzept für die Flugstreckenführung auf der Basis des Flugbetriebes für den Endausbauzustand (Szenario BBI-20XX) [2]. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung werden zusätzliche Lärmberechnungen auf der Grundlage der vom Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung am 26.01.2012 veröffentlichten Flugrouten für den Flughafen Berlin Brandenburg (BER) durchgeführt. Das als Grundlage der Berechnung dienende Datenerfassungssystem (Szenario BBI-20XX-BAF) wurde dem DLR von der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH zur Verfügung gestellt [3].

Die Untersuchung umfasst die Berechnung von Isolinien des energieäquivalenten Dauerschallpegels $L_{eq(3)}$ und von Konturen für Schwellenwertkriterien $NAT_{NXL,T}$ (zur Definition siehe Kapitel 2). Im Einzelnen werden folgende Konturen berechnet:

- Kurven des energieäquivalenten Dauerschallpegels $L_{eq(3),Tag}$ für die 16 Tagesstunden von 6 bis 22 Uhr mit Werten von 55 bis 80 dB in Schritten von 1 dB.
- Kurven des energieäquivalenten Dauerschallpegels $L_{eq(3),Nacht}$ für die 8 Nachtstunden von 22 bis 6 Uhr mit Werten von 45 bis 70 dB in Schritten von 1 dB.
- Isolinien $NAT_{0,5xL,Tag}$ für die 16 Tagesstunden von 6 bis 22 Uhr für Pegelwerte L von 75 bis 105 dB in Schritten von 1 dB.
- Isolinien $NAT_{6xL,Nacht}$ für die 8 Nachtstunden von 22 bis 6 Uhr für Pegelwerte L von 60 bis 100 dB in Schritten 1 dB.

Die Berechnung der Dauerschallpegel-Konturen sowie der Tageskonturen $NAT_{0,5xL,Tag}$ erfolgt auf der Basis der im Datenerfassungssystem [3] prognostizierten Betriebsrichtungsverteilung (Realverteilung). Die NAT -Konturen für den Nachtzeitraum werden nach der 100 %-Regel berechnet. Hierbei wird eine Einhüllende aus Berechnungen mit Abwicklung des kompletten Flugverkehrs nach Osten bzw. Westen gebildet [4].

Darüber hinaus werden noch Verteilungen des A-bewerteten Maximalschallpegels sowie die zugehörigen Summenhäufigkeiten für die im lärmphysikalischen Gutachten M4.1 aus dem Jahr 1999 [2] untersuchten 111 Immissionsorte ermittelt.

Als Rechenverfahren dient die „Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB)“ aus dem Jahr 1975 [5]. Abweichend von der dort definierten Datengrundlage wird die im Planfeststellungsverfahren [2] verwendete modifizierte Datengrundlage benutzt.

Allen Berechnungen liegt der Verkehr für die sechs verkehrsreichsten Monate des Prognosejahres 20XX zugrunde. Entsprechend sind alle berechneten Immissionswerte auf einen durchschnittlichen Tag der sechs verkehrsreichsten Monate eines Jahres bezogen.

Die in der Untersuchung ausgewiesenen Pegelwerte stellen – wie alle mit der AzB berechneten Pegelwerte – Außenpegel dar.

2. Grundlagen

Ein einzelnes Geräusch – wie der Vorbeiflug eines Flugzeuges – erzeugt an einem bestimmten Empfangsort (Immissionsort) einen zeitlichen Verlauf des Schallpegels. Bei den für die Beurteilung von Fluglärm relevanten Kriterien ist dieser Schallpegel im Allgemeinen ein bewerteter Gesamtschallpegel, der die spektrale Zusammensetzung des Geräusches aus einzelnen Frequenzbereichen (Bändern) gehörgerecht gewichtet zu einem Einzahlwert zusammenfasst. In Deutschland ist – wie in den meisten Ländern – der A-bewertete Schallpegel im Gebrauch.

Der Geräuschverlauf kann durch seinen höchsten Wert, den Maximalschallpegel L_{max} sowie eine charakteristische Geräuschkdauer (die von der Form des Pegelverlaufes abhängt) beschrieben werden [6]. In Deutschland wird üblicherweise der A-bewertete Maximalschallpegel $L_{A,max}$ und die 10dB-down-time t_{10} benutzt. Das ist diejenige Zeitspanne, in der der Schallpegel des Geräusches um nicht mehr als 10 dB unter dem Maximalschallpegel liegt. Aus beiden Größen lässt sich ein sogenannter „Einzelereignispegel“ bestimmen, der die durch das Geräusch am Immissionsort eingestrahlte Schallenergie beschreibt.

Während eines längeren Zeitraums (z. B. dem durchschnittlichen Tag eines Jahres) treten viele Geräusche auf. Diese kann man in Form einer Pegelhäufigkeitsverteilung (siehe Abbildung 1) beschreiben, die für den betrachteten Immissionsort und den betrachteten Zeitraum charakteristisch ist. Die Pegel werden hier in Klassen von üblicherweise 1 oder 5 dB eingeordnet. Aus der Häufigkeitsverteilung lässt sich durch Aufsummieren aller Häufigkeiten oberhalb einer Pegelklasse die Summenhäufigkeitsfunktion ableiten.

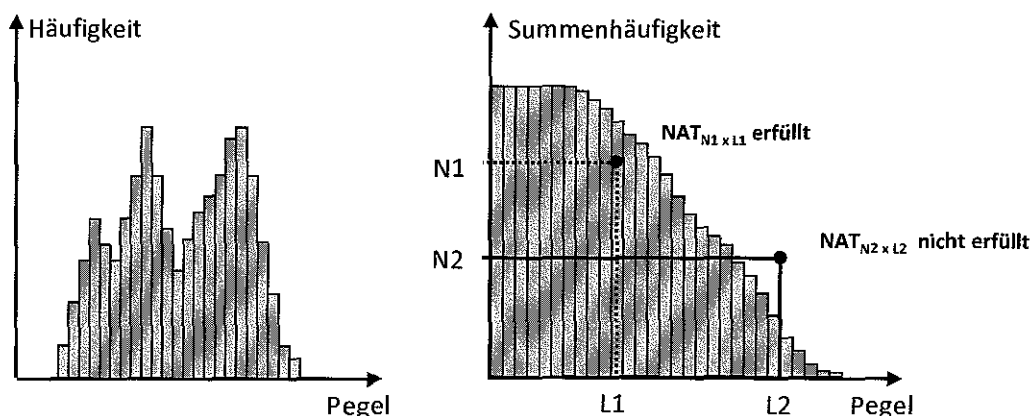


Abbildung 1: Pegelhäufigkeitsverteilung und Summenhäufigkeitsfunktion sowie Definition von Schwellenwertkriterien (NAT-Kriterien).

Eine Häufigkeitsverteilung kann man sowohl für Maximalschallpegel als auch für Einzelereignispegel erstellen. Einzelereignispegelverteilungen werden in der Praxis aber im Allgemeinen nicht verwendet. Vielmehr werden die Einzelereignispegel über den der Verteilung zugrundeliegenden Zeitraum T „energetisch“ aufsummiert und auf dessen Länge normiert. Wie dieser Summationsprozess vor sich zu gehen hat, ist in [6] beschrieben. Das Resultat ist ein Einzahlwert, der äquivalente Dauerschallpegel $L_{eq,T}$. Er ist ein Maß für die mittlere am Immissionsort in der betrachteten Beurteilungszeit T eingestrahlte Schallenergie.

gie. Im Planfeststellungsbeschluss [1] wurde zur Festlegung des Tagschutzgebietes und des Nachtschutzgebietes ein als $L_{eq(3)}$ bezeichneter A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel verwendet. Die Definition kann dem Kapitel 3 des lärmphysikalischen Gutachtens M4.1 zum Planfeststellungsverfahren [2] entnommen werden.

In Deutschland werden zur Beurteilung von Fluglärm neben den international gebräuchlichen Dauerschallpegel auch Häufigkeitsverteilungen von Maximalschallpegeln verwendet. Diese werden in der Regel dahin gehend ausgewertet, dass Überschreitungshäufigkeiten bestimmter Pegelwerte ermittelt werden. Solche Überschreitungshäufigkeiten werden als $NAT_{L,T}$ bezeichnet. Dieser Zahlenwert gibt an, wie oft innerhalb der Beurteilungszeit T der Pegelwert L überschritten wird. Gibt man neben dem Pegelwert L zusätzlich einen (in der Regel einzuhaltenden) Häufigkeitswert N vor, so erhält man ein sog. „NAT-Kriterium“ $NAT_{N,L,T}$. Man muss beachten, dass man hier von einer quantitativen Größe $NAT_{L,T}$ zu einer Entscheidungsgröße $NAT_{N,L,T}$ übergeht („Kriterium erfüllt“ oder „Kriterium nicht erfüllt“).

Wenn man anstelle der Pegelhäufigkeitsverteilung die Summenhäufigkeitsdarstellung verwendet (rechtes Teilbild in Abbildung 1), so wird ein $NAT_{N,L,T}$ -Kriterium durch einen Punkt in diesem Diagramm dargestellt. Liegt dieser Punkt oberhalb der Summenhäufigkeitsfunktion, so ist das Kriterium nicht erfüllt, liegt er darunter, so ist es erfüllt.

3. Beschreibung des Flugbetriebes

3.1. Flugbewegungszahlen

Eine grafische Darstellung des Flugstreckensystems findet sich in der Abbildung A-1 im Anhang. Die Tabelle 1 zeigt eine Zusammenfassung der Flugbewegungen in den 6 verkehrsreichsten Monaten für den Tages- und Nachtzeitraum, aufgeschlüsselt nach Flugzeuggruppen. Eine Beschreibung dieser Gruppen findet sich im Gutachten [2].

Die Landegleitwinkel betragen für alle 4 Anflugrichtungen 3°. Die Zwischenanflughöhen liegen für die Nordbahn (Anflüge 07L und 25R) bei 4000 ft, für die Südbahn (Anflüge 07R und 25L) bei 3000 ft (jeweils über NN).

Flugzeuggruppe nach [2]	Flugbewegungen	
	Tag 6 – 22 Uhr	Nacht 22 – 6 Uhr
Prop-1	2614	104
Prop-2	396	4
Prop-2(N)	7964	532
S5(S)	17062	874
S5(H)	143579	13093
S5(M)	32	0
S6(2)	5255	1829
S6(3/4)	2	0
S7	589	1
S8	803	297
Flugzeuge	178296	16734
H1	5236	282
H2	924	58
Hubschrauber	6160	340
Gesamt	184456	17074

Tabelle 1: Flugbewegungen für den Tag zwischen 6 und 22 Uhr bzw. die Nacht zwischen 22 und 6 Uhr. Zugrunde liegt der Flugbetrieb für die 6 verkehrsreichsten Monate des Prognosejahres 20XX für das Szenario BBI-20XX-BAF.

3.2. Betriebsrichtungsanalyse, Umsetzung der 100 %-Regel

Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Flugbewegungen auf die acht bahnbezogenen Betriebsrichtungen, getrennt für Tag und Nacht. Die prozentualen Anteile für die Nacht dienen als Grundlage für die Umsetzung der 100 %-Regel. Dabei wird jeweils eine separate Kontur für Ost- und Westbetrieb ermittelt, d.h. der gesamte prognostizierte Flugbetrieb wird entweder auf die nach Osten oder nach Westen verlaufenden An- und Abflugstrecken umgelegt. Rechnerisch wird das dadurch erreicht, dass der in Tabelle 2 für die jeweilige bahnbezogene Betriebsrichtung ausgewiesene Bewegungsanteil auf 100 % hochgerechnet wird und die Bewegungen in Gegenrichtung auf Null gesetzt werden.

Der Anteil der nächtlichen Abflüge in Betriebsrichtung 25 liegt bei etwa 2/3. Für den Westbetrieb werden daher alle Abflüge um den Faktor $3/2 = 1.5$ hochgerechnet. Für Ostbetrieb liegt der entsprechende Faktor bei 3.

Die Anflüge erfolgen nachts zu etwa 3/5 nach Westen. Damit ergibt sich ein Skalierungsfaktor von etwa $5/3 = 1.7$ für Westbetrieb und $5/2 = 2.5$ für Ostbetrieb.

Abflüge	Bewegungsanteil	
	Tag 6 – 22 Uhr	Nacht 22 – 6 Uhr
07L	33.70 %	33.60 %
25R	66.30 %	66.40 %
07R	33.58 %	33.81 %
25L	66.42 %	66.19 %
Anflüge		
07L	34.19 %	40.97 %
25R	65.81 %	59.03 %
07R	34.17 %	40.87 %
25L	65.83 %	59.13 %

Tabelle 2: Verteilung der Flugbewegungen für das Szenario BBI-20XX-BAF auf die 8 bahnbezogenen Betriebsrichtungen.

3.3. Umsetzung des Datenerfassungssystems

Das von der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH zur Verfügung gestellte Datenerfassungssystem [3] entspricht den Kriterien der „Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD)“, die zusammen mit einer überarbeiteten AzB im Jahr 2008 in der 1. Fluglärmschutzverordnung [7] veröffentlicht wurde. Die im Planfeststellungsverfahren und der vorliegenden Untersuchung durchgeführten Berechnungen basieren demgegenüber auf der in der AzB von 1975 veröffentlichten DES-Struktur. Daher waren im Rahmen der Umsetzung des Datenerfassungssystems für das Rechenszenario BBI-20XX-BAF eine Reihe von Anpassungen notwendig, die im folgenden beschrieben werden sollen:

- (1) Die AzB von 1975 sieht bei der Beschreibung von Anflugstrecken nach Nr.2.2.2 DES keine Korridorbreite vor. Dementsprechend wurde in den durchgeführten Berechnungen die Korridorbreite auf Null gesetzt.
- (2) Bei einem DES nach 1. FlugLSV ist für IFR-Anflüge die Bogenlänge des Zwischenanflugsegmentes anzugeben (Nr.5.5.2.1.6 AzD). Dies ist in der AzB von 1975 nicht vorgesehen. Das Zwischenanflugsegment erstreckt sich hier bis zum Ende der Flugstreckenbeschreibung.
- (3) Bei der Beschreibung von Anflugstrecken an zivilen Flugplätzen nach Nr.4.2.2. der AzB von 1975 ist im DES ein Einfädungsbereich anzugeben, in dem die Flugzeugdichte nach Nr.4.2.2.1 der AzB linear von 1 auf 0 zurückgeht. Die 1. FlugLSV sieht diesen Formalismus nicht mehr vor. Den IFR-Anflugstrecken wurde daher ergänzend zum übergebenen DES ein Einfädungsbereich zugeordnet, der jeweils 28.5 km vor der Landeschwelle beginnt und sich über eine Länge von 5 km erstreckt. Damit ist gewährleistet, dass auf den Anflugstrecken innerhalb des unter Nr.4.2 der AzB von 1975 vorgegebenen Radius von 20 km um den Flugplatzbezugspunkt keine Einfädungsvorgänge stattfinden.
- (4) Bei der Beschreibung der Hubschrauberstrecken sind unter Nr.5.5.4.1.5 der AzD auch Streckensegmente anzugeben, die das Rollschweben auf den Flugbetriebsflächen beschreiben („Hovering-Segmente“). Die Modellierung dieses Vorganges ist in der AzB von 1975 nicht vorgesehen, diese Segmente wurden daher ignoriert. Dadurch konnten die insgesamt 12 im DES spezifizierten An- und Abflugstrecken für Hubschrauber auf je 2 An- und Abflugstrecken zusammengefasst werden.

Darüber hinaus erfolgte eine ausführliche Konsistenzprüfung des zur Verfügung gestellten Datenerfassungssystems, die aber keine Notwendigkeit zu Korrekturen ergab.

4. Ergebnisse der Untersuchung

4.1. Pegelhäufigkeitsverteilungen an den untersuchten Immissionspunkten

Abbildung A-2 im Anhang zeigt die Lage der untersuchten 111 Immissionsorte. Zusätzliche Informationen zu diesen Punkten finden sich im Gutachten [2]. Die Maximalpegelverteilungen und Summenhäufigkeiten sind dem Auftraggeber in digitaler Form übermittelt worden. Sie werden aufgrund des Umfangs der Daten im vorliegenden Bericht nicht grafisch dargestellt.

4.2. Berechnete Lärmkonturen für die Tagesbelastung

Abbildung A-3 zeigt für das Szenario BBI-20XX-BAF berechnete Konturen des energieäquivalenten Dauerschallpegels für den Tag im Vergleich mit dem im Planfeststellungsbeschluss festgeschriebenen Tagschutzgebiet¹. Ausgewiesen sind die Konturen $L_{eq(3),Tag}$ von 55 bis 80 dB in Schritten von 5 dB.

In Abbildung A-4 im Anhang sind für das Kriterium $NAT_{0,5xL,Tag}$ die Isolinien für die Pegelwerte $L = 75$ dB und $L = 105$ dB, also für den niedrigsten und den höchsten der Berechnung zugrunde gelegten Pegelwert, dargestellt. Der Schwellenwert von 75 dB ist der höchste Pegelwert, für den die zugehörige Isolinie vollständig außerhalb des im Planfeststellungsbeschluss [1] ausgewiesenen Tagschutzgebietes liegt. In Abbildung A-5 sind zusätzlich die Konturen $NAT_{0,5xL,Tag}$ dB von $L = 75$ dB bis $L = 105$ dB in Schritten von 5 dB dargestellt.

Dass das AzB-Rechenverfahren hier an seine Grenzen stößt, wird anhand der Kontur $NAT_{0,5x75,Tag}$ deutlich. Auffällig ist der Verlauf dieser Kontur im Bereich nordwestlich der Start- und Landebahnen. Dort verlaufen sowohl die Hubschrauberstrecken als auch die VFR-Strecken zum und vom Flughafen. Im Wesentlichen fallen dabei zwei Effekte auf:

- Die Korridorbreiten der Hubschrauberstrecken weiten sich bis auf 16 km auf. Daraus resultiert der keulenartige Abschluss der Kontur in dem in Abbildung A-4 mit ① markierten Bereich. Die Zacken, die dieser Abschluss aufweist, ergeben sich aus dem Verlauf der einzelnen Stellvertreterstrecken, mit denen die Korridorbreite modelliert wird. In etwas abgeschwächter Form ist dieser Effekt auch im mit ② markierten Bereich bei den nach Süden laufenden Helikopterstrecken erkennbar.
- Markanter wirkt sich demgegenüber die Modellierung der VFR-Flüge der Flugzeugklasse Prop-1 im durch ③ markierten Bereich aus. Diese Flüge werden von und zum Flughafen auf einer Höhe von 300 m (also rund 1000 ft) geführt. In dieser Höhe erzeugen diese Flugzeuge nach der verwendeten AzB-Datengrundlage noch einen A-bewerteten Maximalschallpegel von etwa 75 dB am Boden. Konsequenz ist, dass sich die Konturen nicht schließen können, sondern lediglich am Ende des im Datenerfassungssystem definierten Streckenverlaufes abbrechen.

Auch wenn für die verwendete Datengrundlage die Immissionswerte der Klasse Prop-1 sehr konservativ angesetzt werden, treten in der Realität bei Überflughöhen von 300 m Maximalpegel in der Größenordnung von 75 dB für VFR-Flüge durchaus auf. Verbunden mit einer sehr niedrigen Überschreitungshäufig-

¹ Das Tagschutzgebiet wird durch diejenige Kurve begrenzt, auf der ein für die Tagesperiode von 6 bis 22 Uhr berechneter energieäquivalenter Dauerschallpegel $L_{eq(3),Tag}$ den Wert 60 dB annimmt.

keit würden entsprechende NAT-Kriterien formal daher auch über sehr weit vom Flughafen entfernten Gebieten durch VFR-Verkehr verletzt werden.

4.3. Berechnete Lärmkonturen für die Nacht

Die Kurven des äquivalenten Dauerschallpegels für die Nacht sind in Abbildung A-6 dargestellt. Ausgewiesen sind die Konturen $L_{eq(3),Nacht}$ von 45 bis 70 dB Schritten von 5 dB. Zum Vergleich ist das Nachtschutzgebiet² nach Planfeststellungsbeschluss mit eingezeichnet.

Analog zur Abbildung A-4 und A-5 sind in den Abbildungen A-7 und A-8 Isolinien für Kriterien $NAT_{6xL,Nacht}$ dargestellt und mit dem Nachtschutzgebiet verglichen. Als untere Grenze für den Pegelschwellenwert wurde $L = 60$ dB, als obere Grenze $L = 100$ dB gewählt. Die entsprechenden Konturen sind in Abbildung A-7 dargestellt; Abbildung A-8 zeigt die dazwischen liegenden Konturen in Schritten von 5 dB. Diese NAT-Konturen wurden nach der 100 %-Regel berechnet (siehe Kap.3).

Die Kontur für den Schwellenwert von 60 dB umschließt das Nachtschutzgebiet mit Ausnahme eines kleinen Bereichs, der in Abbildung A-7 mit ③ markiert ist. Der ausgeprägte Ausläufer der Kontur nach Südwesten ergibt sich aus der Anwendung des 100 %-Formalismus, durch den die Bewegungszahlen auf der zugehörigen Abflugstrecke auf das 3-fache gegenüber den realen Bewegungszahlen hochgerechnet werden. Im prognostizierten Fall erfolgen auf dieser Strecke weniger als 6 Bewegungen pro Durchschnittsnacht, ein Kriterium $NAT_{6xL,Nacht}$ würde also auf der Basis der realen Betriebsrichtungsverteilung nicht greifen.

Bei der Kontur $NAT_{6x65,Nacht}$ ist auffällig, dass sie sich in den Bereichen der Anflüge auf die südliche Bahn nicht schließt (mit ② und ③ markierte Bereiche in Abbildung A-8). Dies liegt daran, dass die Zwischenanflughöhen auf der Südbahn 3000 ft betragen und in diesen Bereichen noch auf dem Zwischenanflugsegment (also horizontal) geflogen wird, liegt. Auf der Nordbahn beträgt die Zwischenanflughöhe 4000 ft – die Flughöhe nimmt also mit zunehmendem Abstand von der Landeschwelle in diesem Bereich noch zu. Dadurch schließen sich in diesem Gebiet schon die Konturen $NAT_{6x65,Nacht}$ für Anflüge auf die Nordbahn.

Bei denjenigen Konturen, die große Flächen umfassen (z.B. $L_{eq(3),Nacht} = 45$ dB und $NAT_{6x60,Nacht}$), zeigen sich an einigen Stellen Ausbuchtungen oder Sprünge im Konturverlauf. Diese sind dem im AzB-Rechenverfahren von 1975 verwendeten Prinzip der Einflussbereiche geschuldet. Näheres zum Entstehen derartiger Artefakte findet sich in [6].

² Das Nachtschutzgebiet wird durch die Einhüllende zweier für die Nachtperiode von 22 bis 6 Uhr ermittelter Kurven begrenzt: (1) Die Kontur auf der ein energieäquivalenter Dauerschallpegel $L_{eq(3),Nacht}$ den Wert 50 dB annimmt und (2) die nach der 100 %-Regel ermittelte Kontur $NAT_{6x70,Nacht}$ auf der ein A-bewerteter Maximalschallpegel von 70 dB gerade 6 mal pro Nacht erreicht wird.

5. Quellen

- [1] Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg: *Planfeststellungsbeschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld*, Az.: 44/1-6441/1/101, 13.8.2004.
- [2] Isermann, U.; Koppe, E., Müller, E.-A.: *Ausbau Flughafen Schönefeld, Antrag auf Planfeststellung – M4: Geräuschbelastung in der Umgebung des Flughafens Schönefeld – M4.1: Ausweisung von Iso-linien des energieäquivalenten Dauerschallpegels und Immissionsanalyse an ausgewählten Punkten in der Flughafenumgebung*. Göttingen, 14.12.2000.
- [3] Johannsen, K. (Beauftragter für Lärmschutz und Luftreinhaltung, Stabsstelle Umwelt, Flughafen Berlin Brandenburg GmbH): E-Mail vom 16.08.2012 an U. Isermann (DLR Göttingen).
- [4] Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI): *Leitlinie zur Beurteilung von Fluglärm durch die Immissionsschutzbehörden der Länder* in der am 14.5.1997 beschlossenen Fassung.
- [5] Der Bundesminister des Innern: *Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen an zivilen und militärischen Flugplätzen nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm vom 30.3.1971*. GMBI 26, Ausgabe A, S. 162-227, 1975. *Ergänzung der Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen an zivilen und militärischen Flugplätzen – AzB - vom 27.2.1975*. Bonn, 20.2.1984.
- [6] Isermann, U.; Schmid, R.: *Bewertung und Berechnung von Fluglärm*. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, FE-Bericht Nr. L-2/96-50144/96. Göttingen, 20.07.2000.
- [7] *Erste Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Verordnung über die Datenerfassung und das Berechnungsverfahren für die Festsetzung von Lärmschutzbereichen - 1.FlugLSV)* vom 27. Dezember 2008. BGBl I, S.2980.

6. Anhang: Abbildungen

Das in den Abbildungen verwendete Koordinatensystem ist das auch im Planfeststellungsantrag [2] benutzte Gauß-Krüger-System. In der verwendeten Notation entspricht ein Koordinatenwert ^{xx}YY der Gauß-Krüger-Koordinate $xyy000$ m. Der Rechtswert 4580000 wird also in der Notation $^{45}80$ dargestellt.

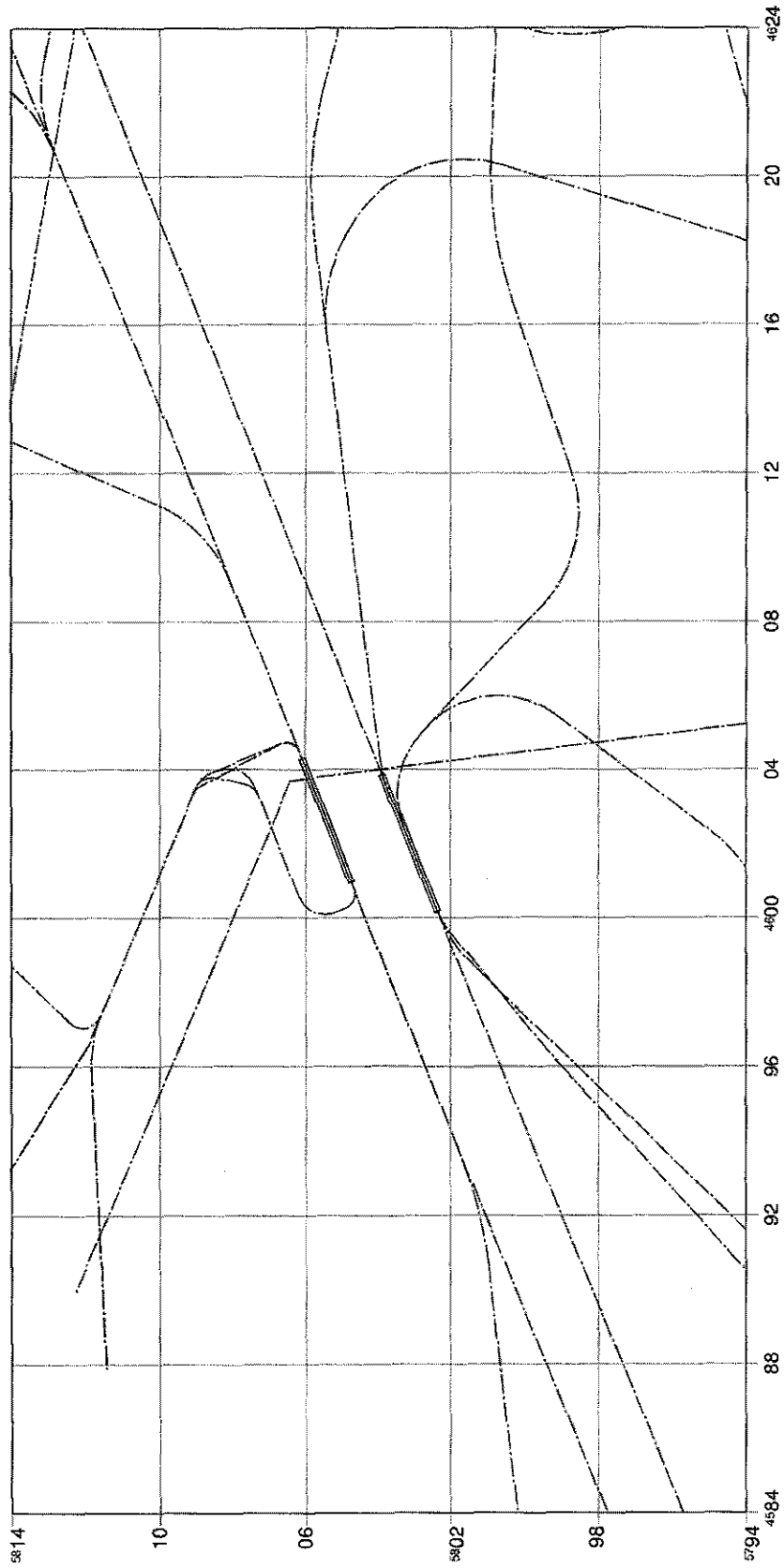


Abbildung A-1: Flugstreckensystem für das Szenario BBI-20XX-BAF (mit VFR- und Hubschrauberstrecken).

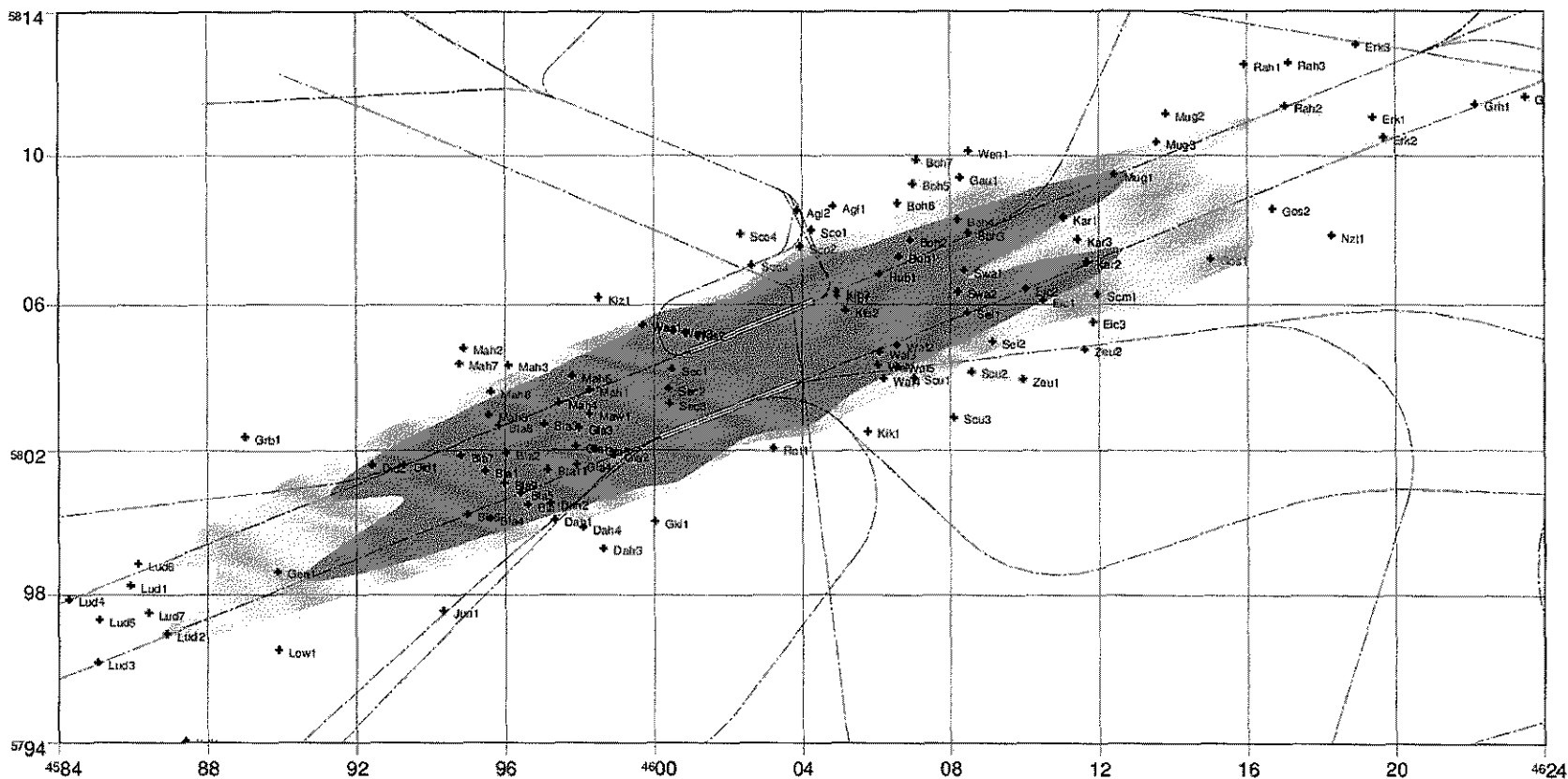


Abbildung A-2: Lage der untersuchten Immissionsorte. Eingetragen ist auch das Flugstreckensystem für das Szenarien BBI-20XX-BAF. Das Tagschutzgebiet nach Planfeststellungsbeschluss ist grün, das Nachtschutzgebiet gelb hinterlegt.

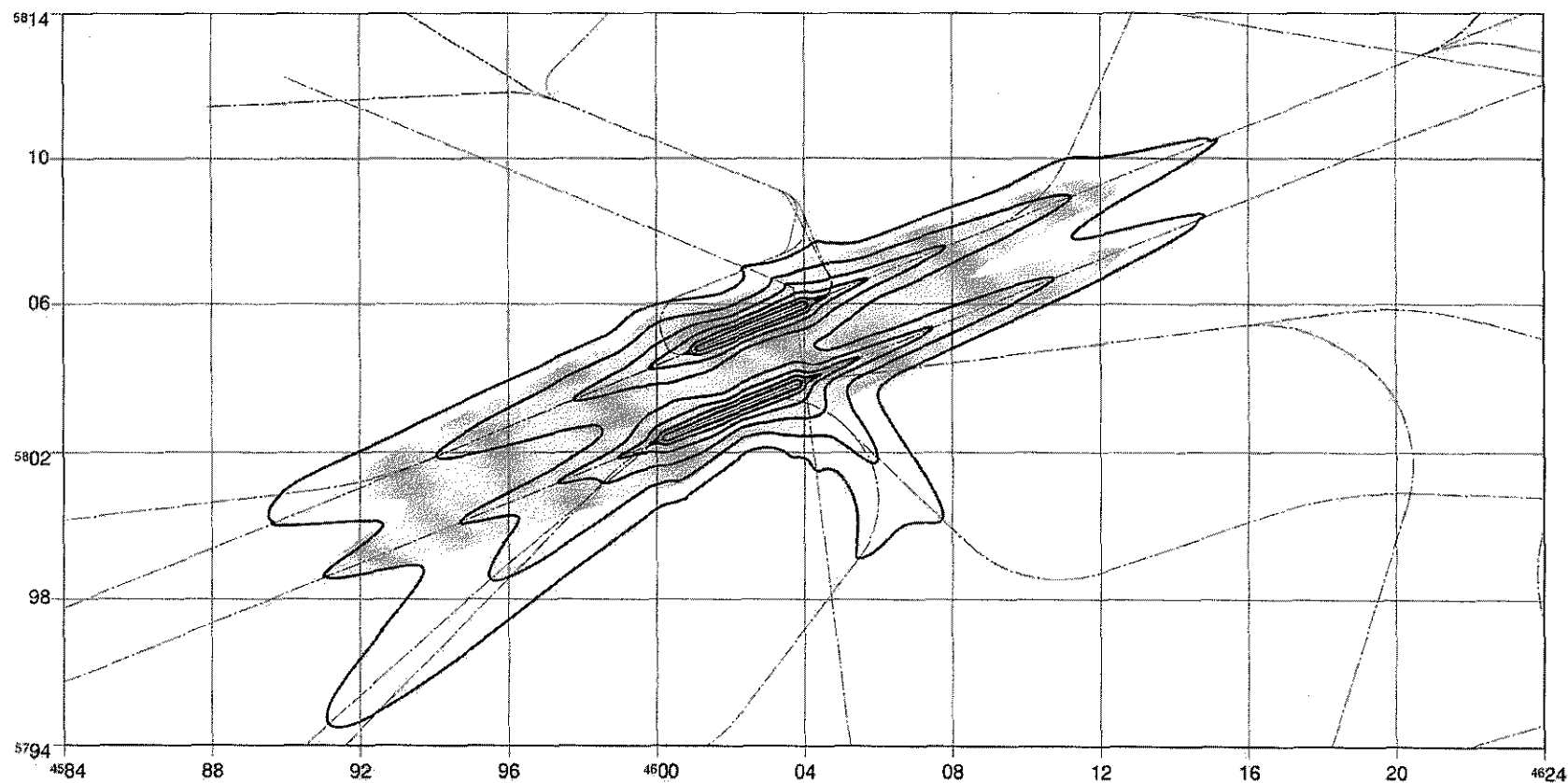


Abbildung A-3: Isolinien $L_{eq(3),Tag} = 55, 60, 65, 70, 75$ und 80 dB. Die Tagschutzzone ist gelb hinterlegt.

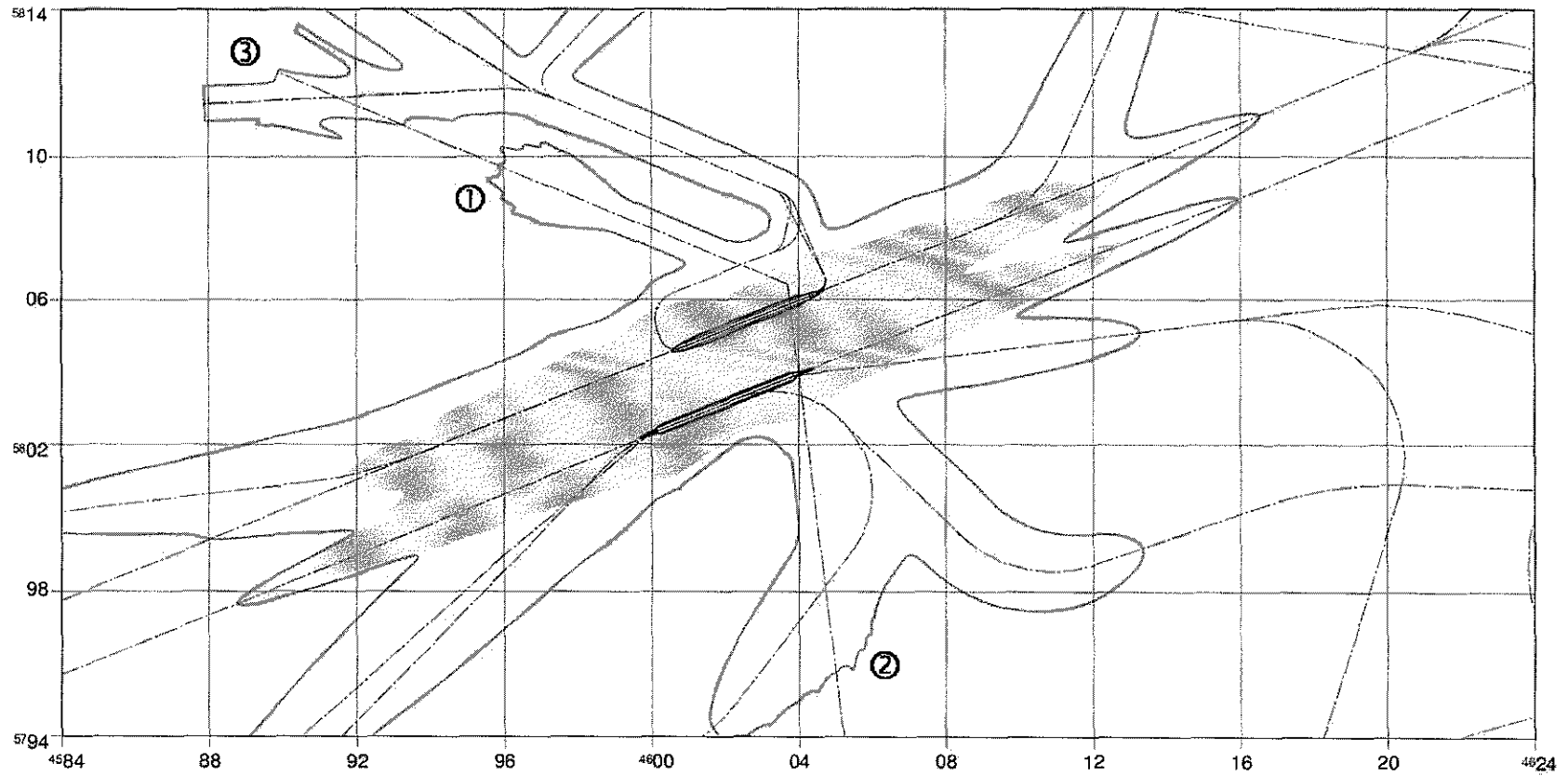


Abbildung A-4: Isolinien $NAT_{0,5xL,Tag}$ für $L = 75$ dB (grün) und $L = 105$ dB (rot). Die Tagesschutzzone ist gelb hinterlegt. Zur Diskussion der mit ①, ② und ③ markierten Bereiche siehe Abschnitt 4.2.

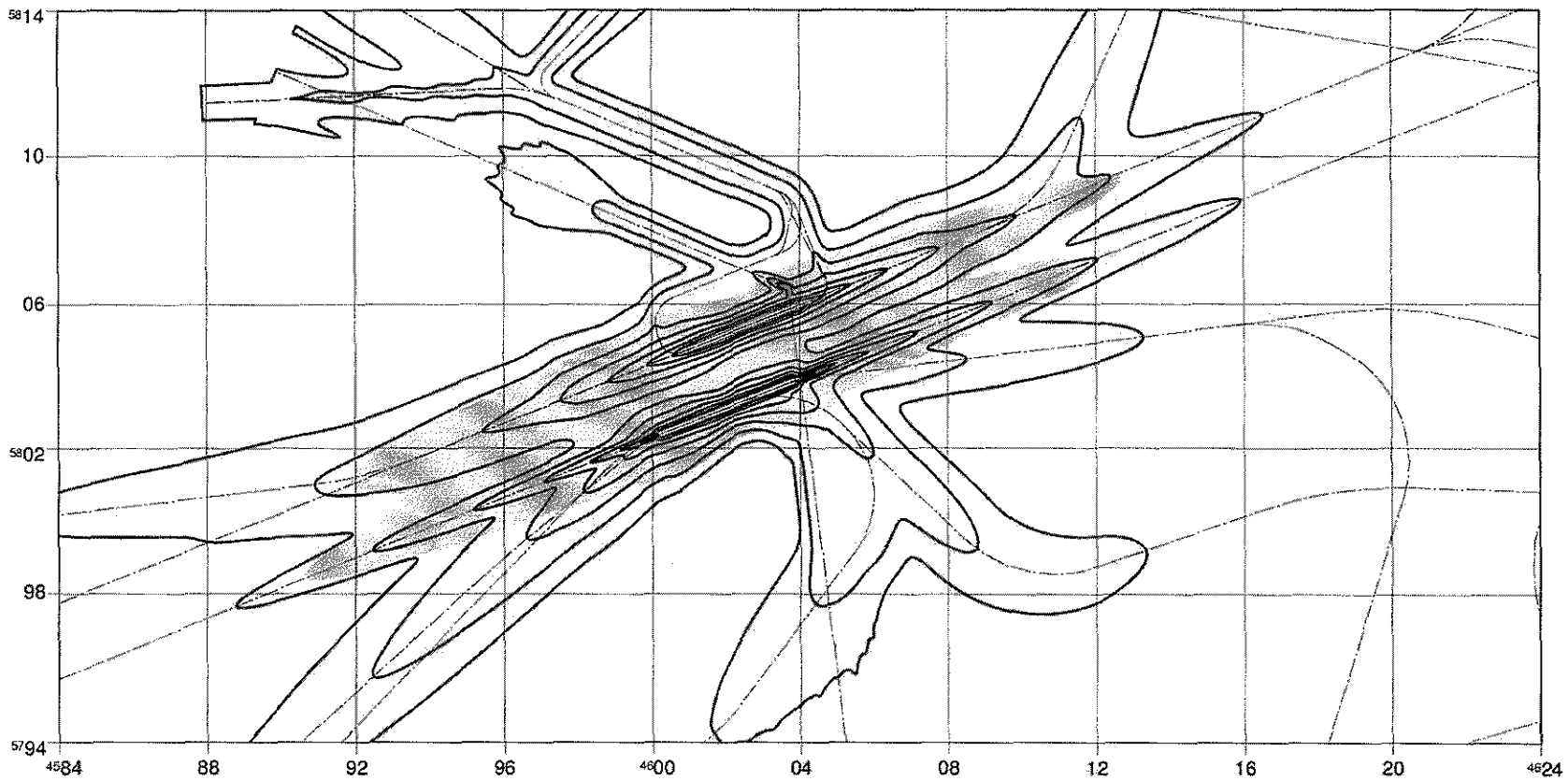


Abbildung A-5: Isolinien $NAT_{0.5xL, Tag}$ für $L = 75, 80, 85, 90, 95, 100$ und 105 dB. Die Tagesschutzzone ist gelb hinterlegt.

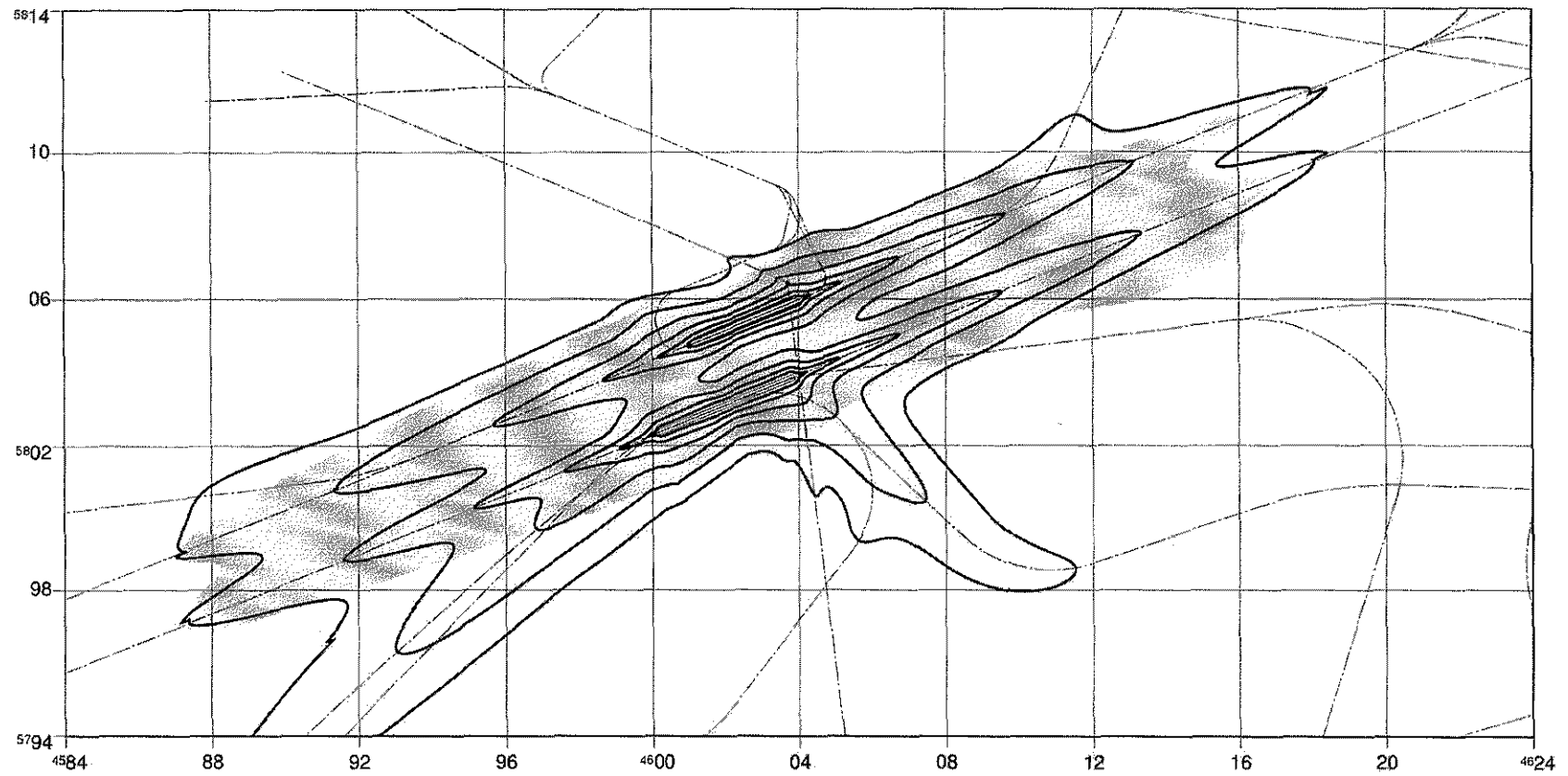


Abbildung A-6 Isolinen $L_{eq(3),Nacht} = 45, 50, 55, 60, 65$ und 70 dB. Die Nachtschutzzone ist gelb hinterlegt.

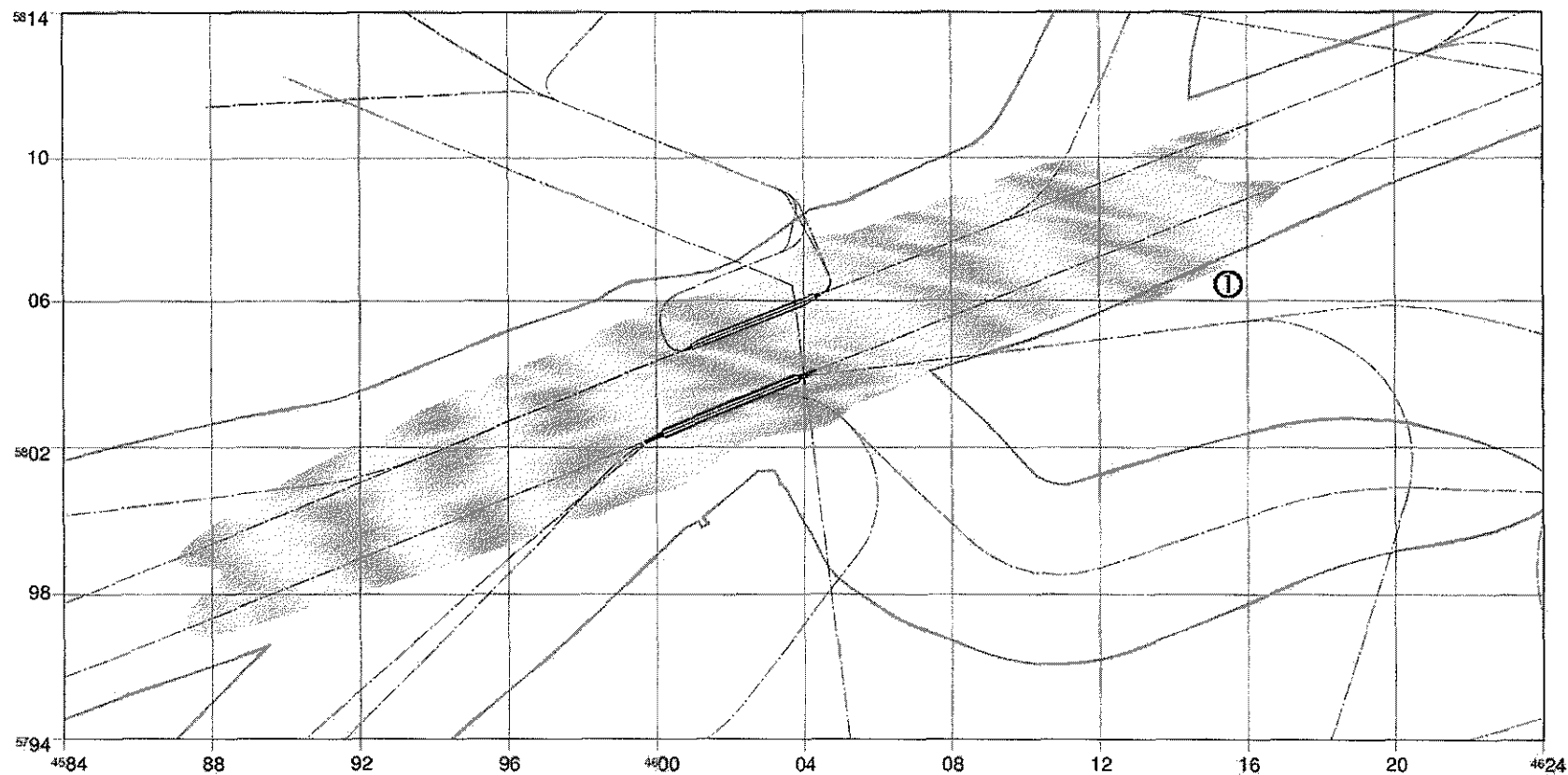


Abbildung A-7: Isolinien $NAT_{6xL,Nacht}$ nach 100 %-Regel für $L = 60$ dB (grün) und $L = 100$ dB (rot). Die Nachtschutzzone ist gelb hinterlegt. Zur Diskussion des mit ① markierten Bereiches siehe Abschnitt 4.3.

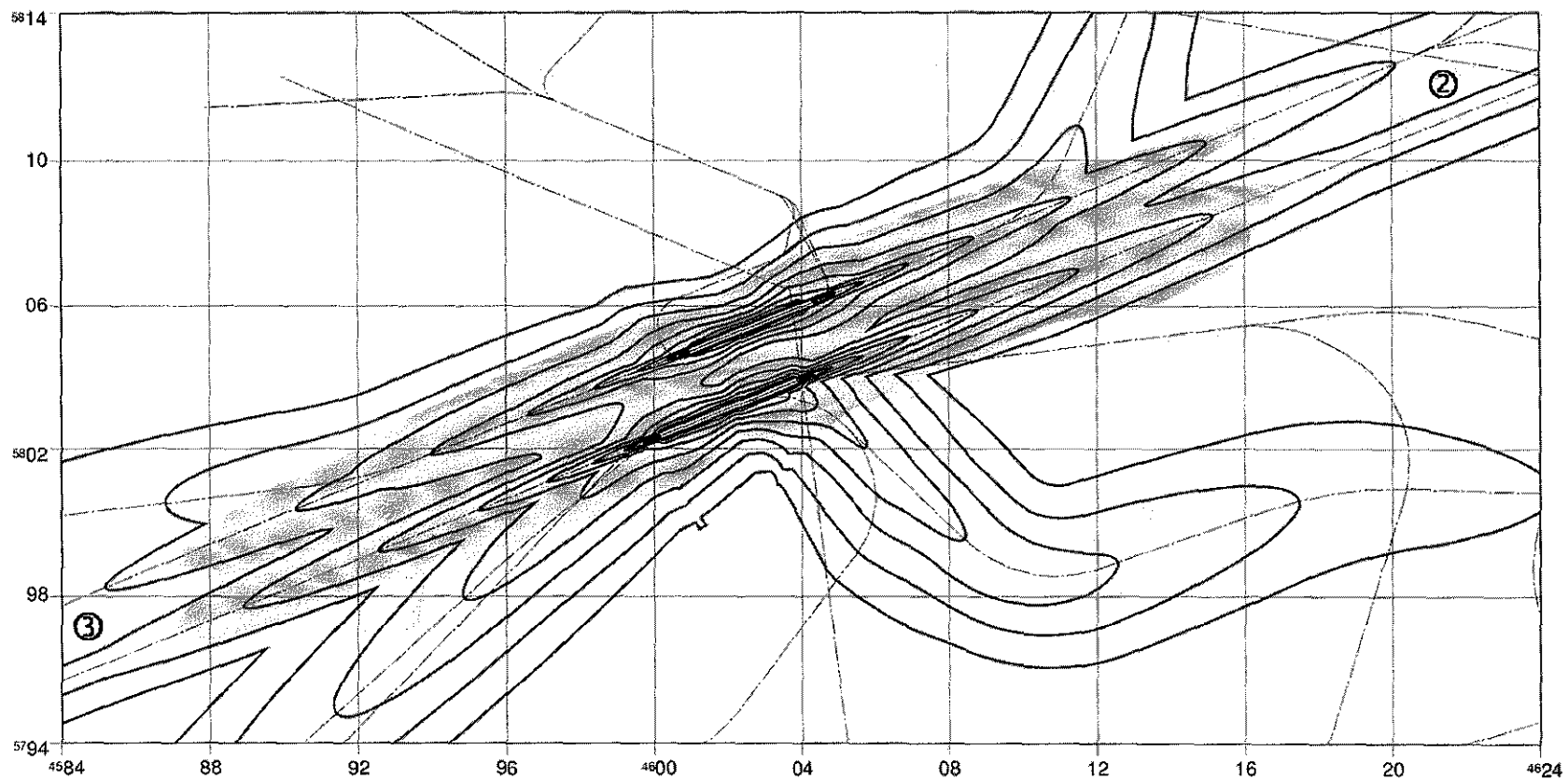


Abbildung A-8: Isolinien $NAT_{6xL,Nacht}$ nach 100 %-Regel für $L = 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95$ und 100 dB. Die Nachtschutzzone ist gelb hinterlegt. Zur Diskussion der mit ② und ③ markierten Bereiche siehe Abschnitt 4.3.