

G.-Nr. SEII-16/0226
A.-Nr. 8113886132
Datum 14.05.2020
Zeichen LW

**TÜV NORD Systems
GmbH & Co. KG**
Consulting, Immissionsschutz
Am TÜV 1
45307 Essen

Gutachtliche Stellungnahme Geräuschemissionen und -immissionen

durch
**Fluglärm am Hubschrauberlandeplatz
(Dachlandeplatz) auf dem
HELIOS Universitätsklinikum
Wuppertal an der Heusnerstraße 40**

Tel.: 0201/825-3368
Fax: 0201/825-3377

www.tuev-nord.de

Amtsgericht Hamburg
HRA 102137

Geschäftsführung
Dr. Ralf Jung (Vorsitzender)
Silvio Konrad
Dr. Astrid Petersen
Ulf Theike

TÜV®

Auftraggeber **HELIOS Klinikum Wuppertal GmbH**
Heusnerstraße 40
42283 Wuppertal

Betreff **Immissionsschutz - Fluglärm**

Umfang **76 Seiten**
davon 22 Seiten Anlagen

Für den Inhalt:



Dipl.-Phys. Ing. Knut Lenkewitz
Leiter des Labors / Projektleiter

Geprüft:



Dipl.-Phys. Ing. Vera Hans
Gutachterin

Gewerbelärm

Verkehrslärm

Fluglärm

Sport-/Freizeitlärm

Geräuschemissionen

Bau- und Raumakustik

Lärm am Arbeitsplatz

Erschütterungen

Qualitätssicherung Bau

Schadstoffe im Bau

Thermografie

Luftdichtheitsmessungen

Umweltverträglichkeit



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-11074-01-00

Durch die DAKKS nach DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium.

Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren.

Das Labor ist darüberhinaus
bekanntgegebene Messstelle nach
§ 29b BImSchG.

Befristung: 24.06.2020

Dieses Dokument wurde im Rahmen des erteilten Auftrages für das oben genannte Projekt erstellt und unterliegt dem Urheberrecht. Jede anderweitige Verwendung, Mitteilung oder Weitergabe an Dritte sowie die Bereitstellung im Internet – sei es vollständig oder auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Urhebers.

Kunden und Behörden können mit Hilfe der TÜV NORD Webseite <https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/kunden-login/digitale-signatur/> die Gültigkeit des Zertifikats überprüfen.

Inhalt	Seite
1 Einleitung und Aufgabenstellung	6
2 Schalltechnische Richtwerte und Kriterien für die Beurteilung	10
2.1 Gesetzliche Regelungen und Rechtsprechung	10
2.2 Vermeidung erheblicher Nachteile und Belästigungen - FlugLärmG.....	10
2.3 Präventive Richtwerte und Kritische Toleranzwerte für Maximalpegel	12
2.4 Verfassungsrechtliche Schwelle der Gesundheitsbeeinträchtigung	13
3 Immissionspunkte	14
4 Fluglärmrechnung	15
4.1 Schallausbreitungsmodell - AzB 2008.....	15
4.2 Oktavpegel	16
4.3 Verwendete Schallausbreitungssoftware - CadnaA	17
4.4 Abschirmung durch Hindernisse.....	17
4.5 Topografie - Digitales Geländemodell (DGM)	17
4.6 Datenerfassungssystem (DES)	18
4.6.1 Allgemeine Struktur der Ausgangsdaten.....	18
4.6.2 Sonderfall Hubschrauberlandeplatz	19
4.6.3 Sonderfall erhöht liegender oder eingeschränkter Landeplatz	20
4.6.4 Sonderfall Rückwärtsstartverfahren (VTOL-1: Vertical Take-Off)	20
4.6.5 Datengrundlagen für die Modellierung der Flugstrecken.....	22
4.6.6 Auswahl Referenzhubschrauber und Luftfahrzeuggruppe.....	23
4.6.7 Modellierung der Flugstrecken in CadnaA.....	25
4.7 Flugbewegungszahlen.....	39
4.8 An- und Abflugflächen und Bahn-Nutzungsverteilung	40
4.9 Flugkorridore.....	42
4.10 Flugbetrieb und Flugverfahren	43
4.11 Ergebnisunsicherheiten der Prognose.....	44
5 Schallausbreitungsrechnung - Ergebnisse	47
5.1 Lärmkonturkarten.....	47
5.2 Einzelpunktberechnungen.....	48
5.3 Ergebnisse der Fluglärmrechnung.....	49
5.4 Immissionsschutzrechtliche Beurteilung - Mittelungspegel.....	51
5.5 Immissionsschutzrechtliche Beurteilung - Maximalschalldruckpegel.....	51
6 Zusammenfassung.....	53

Anlagen

A1 Literaturverzeichnis	2
A2 Abkürzungen.....	6
A3 Begriffsdefinitionen.....	7
A4 Tabelle Immissionspunkte	10
A5 Grafik Take-off Profile AIRBUS EC 135.....	11
A6 Grafik Take-off Profile AIRBUS BK117	12
A7 Grafik Landing Profile EUROCOPTER EC 135/EC 145.....	13
A8 Lageplan14	
A9 Ausführungsplanung.....	15
A10 Geländemodell in 3D (Blick aus Richtung Süd).....	16
A11 Flächennutzungsplan Auszug	17
A12 Topografische Karte	18
A13 Luftbild 19	
A14 Lage der Immissionspunkte und der Flugkorridore	20
A15 Lärmkonturenkarte L_{pAeq} - Tag, 4 m ü.B.....	21
(Mittelwert 6 Monate, reale Nutzungsverteilung)	21
A16 Lärmkonturenkarte L_{pAeq} - Nacht, 4 m ü.B.....	22
(Mittelwert 6 Monate, reale Nutzungsverteilung)	22

Abbildungsverzeichnis	Seite
Abbildung 1: Lage des Plangebietes	6
Abbildung 2: Lageplan Neubau.....	6
Abbildung 3: Ansicht Südost.....	7
Abbildung 4: Lageplan Immissionspunkte.....	14
Abbildung 5: Prinzip der Segmentierung, kreisbogenförmigen Flugstreckensegment.....	15
Abbildung 6: Darstellung der Geometrie Quelle – Immissionsort im DGM.....	18
Abbildung 7: Prinzip FLK 1-Start- und FLK 1-Lande-Verfahren	21
Abbildung 8: 3D-Spezialansicht aus Südost – Start und Landung.....	38
Abbildung 9: Aufteilung einer Flugstrecke mit Flugkorridor in fünf Flugwege.....	42

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1: Kriterien und Werte zum Schutz vor Fluglärm gemäß FlugLärmG	11
Tabelle 2: Schutzziele für Maximalpegel.....	12
Tabelle 3: Schutzziele verfassungsrechtliche Schwelle Gesundheitsbeeinträchtigung	13
Tabelle 4: Immissionspunkte Wohnnachbarschaft.....	14
Tabelle 5: Oktavmittenfrequenzen.....	16
Tabelle 6: Beispiele für Luftfahrzeugmuster	24
Tabelle 7: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H1.1 – Rückwärtsstart.....	26
Tabelle 8: Flugstrecken-Geometrie H1.1 - Rückwärtsstart.....	27
Tabelle 9: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H1.1 – Landung.....	28
Tabelle 10: Flugstrecken-Geometrie H1.1 - Landung.....	29
Tabelle 11: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H1.2 – Rückwärtsstart.....	30
Tabelle 12: Flugstrecken-Geometrie H1.2 - Rückwärtsstart.....	31
Tabelle 13: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H1.2 – Landung	32
Tabelle 14: Flugstrecken-Geometrie H1.2 - Landung.....	33
Tabelle 15: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H2.1 – Rückwärtsstart.....	34
Tabelle 16: Flugstrecken-Geometrie H2.1 - Rückwärtsstart.....	35
Tabelle 17: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H2.1 – Landung	36
Tabelle 18: Flugstrecken-Geometrie H2.1 - Landung.....	37
Tabelle 19: Flugbewegungszahlen	39
Tabelle 20: Nutzungsverteilung - Tag.....	41
Tabelle 21: Nutzungsverteilung - Nacht.....	41
Tabelle 22: Parameter für die Zerlegung eines Flugkorridors in 15 Teilkorridore	43
Tabelle 23: Farbgebung der Lärmkonturenkarte – DIN 18005 Teil 2	47
Tabelle 24: Beurteilungspegel und kurzzeitige Maximalpegel	50

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Der Vorhabenträger beabsichtigt einen erhöhten Hubschrauberlandeplatz zu errichten, der den Anforderungen der ICAO¹ genügt. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Lage des Platzes sowie das Umfeld.

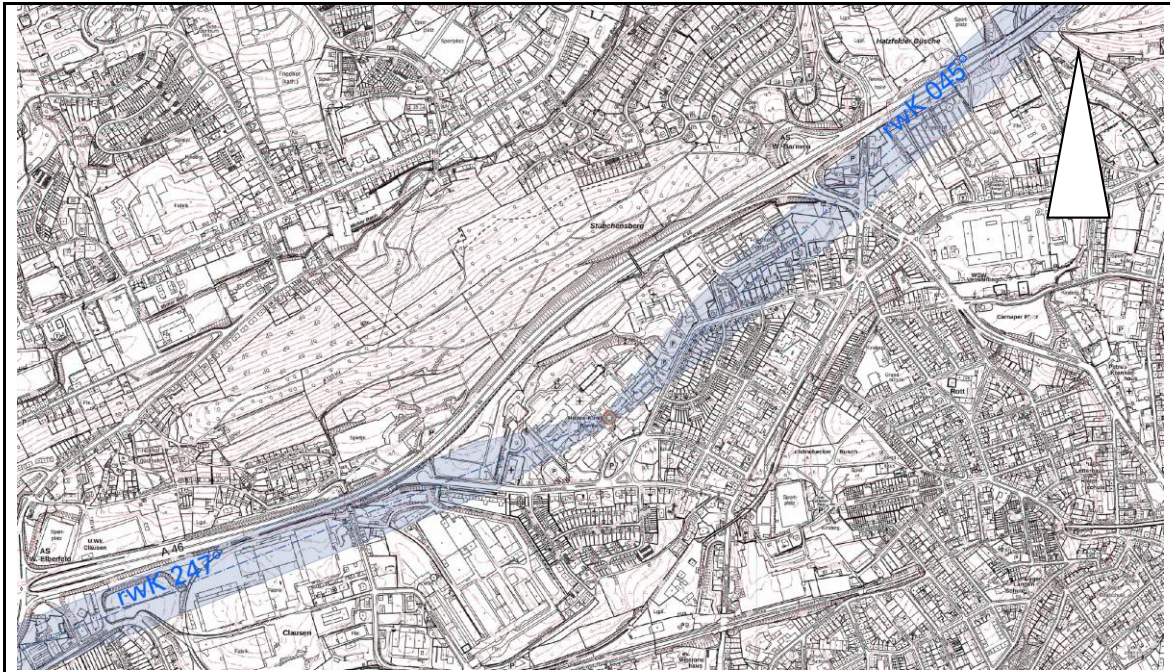


Abbildung 1: Lage des Plangebietes

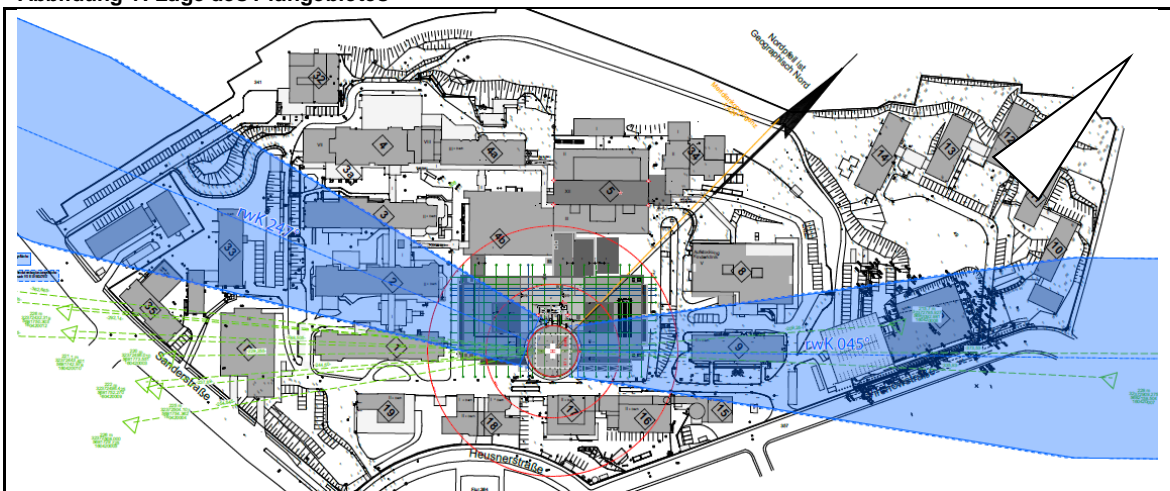


Abbildung 2: Lageplan Neubau

¹ Internationale Richtlinien und Empfehlungen - Flugplätze, Anhang 14 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt; Band II Hubschrauberflugplätze, umgesetzt in deutsches Recht durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Genehmigung der Anlage und des Betriebs von Hubschrauberflugplätzen vom 19.12.2005

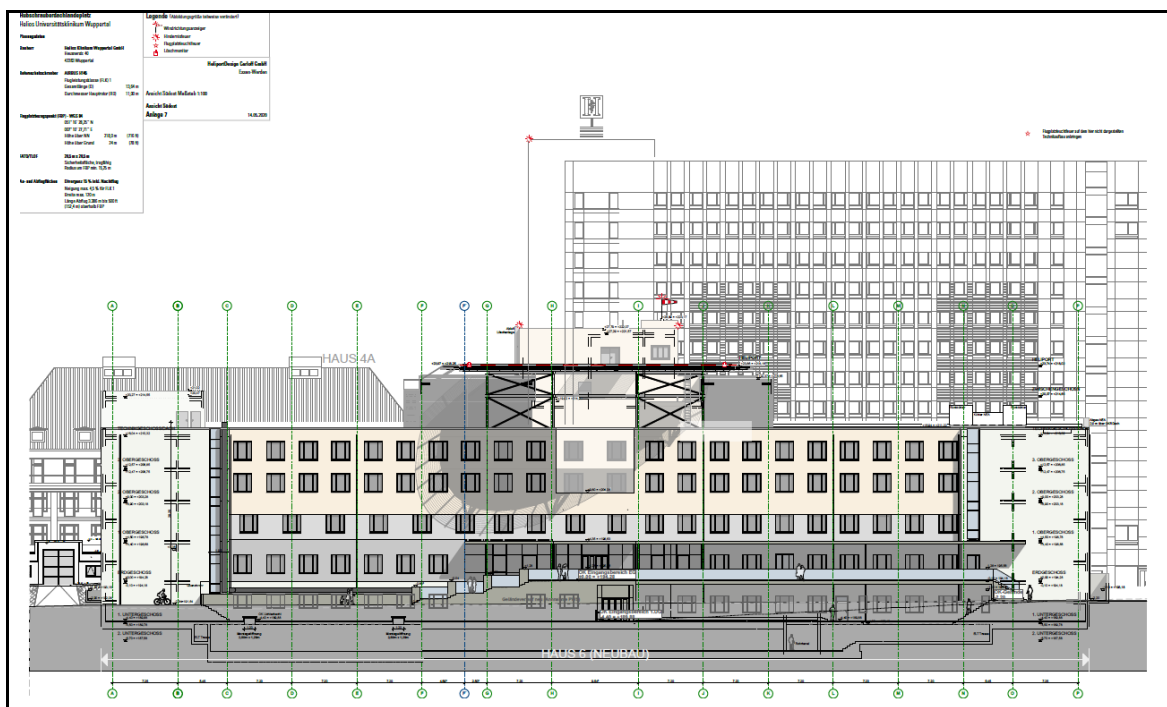


Abbildung 3: Ansicht Südost

Für das luftrechtliche Genehmigungsverfahren nach § 6 LuftVG [2] sind die durch den Betrieb des Landeplatzes zu erwartenden Fluglärmimmissionen² zu ermitteln und zu beurteilen.

Aufgrund der Lage des Landeplatzes und der Flugstrecken kann nicht ausgeschlossen werden, dass es zumindest in Teilbereichen in der umliegenden Nachbarschaft zu Geräuscheinwirkungen durch den Flugverkehr kommt. Stellvertretend für die unmittelbare Nachbarschaft wurden daher mehrere maßgebliche Immissionspunkte ausgewählt. Vor Erteilung der Genehmigung ist u. A. zu prüfen, ob bei der Auswahl des Landeplatzstandortes der Schutz vor Fluglärm an den maßgeblichen Immissionspunkten angemessen berücksichtigt worden ist. Das vorliegende schalltechnische Gutachten dient diesem Zweck; es soll insbesondere für die zuständige Genehmigungsbehörde eine Entscheidungshilfe zur Beurteilung darstellen, ob von dem beantragten Landeplatz

- Gefahren (für die Gesundheit),
- schädliche Umwelteinwirkungen,
- erhebliche Belästigungen oder
- erhebliche Nachteile für die Allgemeinheit und die Umgebung

durch Fluglärmimmissionen zu erwarten sind.

² Geräusche von Luftfahrzeugen beim Start, bei der Landung und während des Fluges wird als Fluglärm bezeichnet.

Gemäß § 8 Abs. 1 Satz 3 und Satz 4 **LuftVG**³ sind die Werte des § 2 Abs. 2 **FlugLärmG**⁴ auch auf Genehmigungen nach § 6 Abs. 1 und Abs. 4 Satz 2 anzuwenden. Hieraus folgt, dass auch bei Landeplätzen, die nicht unter die Regelungen des § 4 Abs. 1 FlugLärmG fallen (z. B. Hubschrauberlandeplätze), die Berechnungsmethode anzuwenden ist, die den Werten des § 2 Abs. 2 FlugLärmG zugrunde liegt. Bei Landeplätzen, die nicht unter die Regelungen des § 4 Abs. 1 FlugLärmG fallen, geht es bei der Ermittlung der Lärmbelastung nicht um die Einrichtung von Lärmschutzbereichen im Sinne des § 2 FlugLärmG, sondern "lediglich" um die Vorgabe, welche Berechnungsmethodik bei der Lärmermittlung anzuwenden ist. Die Ermittlung der Lärmbelastung hat gemäß vorangestellter Rechtsfolge grundsätzlich für alle Flugplätze im Sinne des § 6 Abs. 1 LuftVG, an denen Flugverkehr mit motorgetriebenen Luftfahrzeugen durchgeführt werden soll, gemäß der Vorgaben des § 3 Abs. 1 FlugLärmG zu erfolgen. Die in § 3 Abs. 2 FlugLärmG erwähnte Rechtsverordnung, mit welcher die Berechnungsmethode für die Ermittlung der Lärmbelastung geregelt werden soll, ist durch die 1. FlugLSV⁵ in Kraft getreten. Demnach hat die Datenerfassung zur Ermittlung der Lärmbelastung (sogenanntes Datenerfassungssystem - DES) gemäß § 3 der 1. FlugLSV nach der AzD 2008⁶ zu erfolgen. Die eigentliche Lärmberechnung wird dann im zweiten Schritt gemäß § 4 der 1. FlugLSV nach der sogenannten **AzB 2008**⁷ durchgeführt.

Die Berechnung erfolgt für ausgewählte Immissionspunkte im Umfeld des Landeplatzes (**Einzelpunktberechnungen**). Ferner erfolgt eine grafische Darstellung der energieäquivalenten Dauerschallpegel in Form von Flächen gleichen Schalldruckpegels (**Lärmkonturkarten**).

In dem vorliegenden schalltechnischen Lärmgutachten werden für den Flugbetrieb am Landeplatz die nachfolgenden schalltechnischen Bewertungsmaße berechnet:

- energieäquivalente Dauerschallpegel L_{pAeq}
- Maximalschalldruckpegel $L_{pAS,max}$ während eines einzelnen Vorbeiflugs

³ Luftverkehrsgesetz (LuftVG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 698), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 5. August 2010 (BGBl. I S. 1126)

⁴ Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FlugLärmG) vom 31. Okt. 2007 (BGBl. I, Nr. 56 vom 9.11.2007, S. 2551)

⁵ 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 27.12.2008 am 30.12.2008 in Kraft getreten)

⁶ Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) vom 19.11.2008 [BAnz. Nr. 195a vom 23.12.2008]

⁷ Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB) vom 19.11.2008 [BAnz. Nr. 195a vom 23.12.2008]

Die Durchführung der Untersuchung erfolgt durch qualifiziertes Personal der vom Auftraggeber unabhängigen Gruppe Immissionsschutz der TÜV NORD Systems GmbH & Co. KG, die als Prüflabor für Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Gerüchen nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiert und als Messstelle nach § 29b BImSchG für die Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen und Gerüchen durch das LANUV NRW bekannt gegeben ist.

2 Schalltechnische Richtwerte und Kriterien für die Beurteilung

2.1 Gesetzliche Regelungen und Rechtsprechung

Durch gesetzliche Regelungen und die Rechtsprechung des BVerwG ist beim Schutz gegen Fluglärm schon seit einiger Zeit eine Konsolidierung eingetreten.

Die angemessene Befriedigung der Wohnbedürfnisse verlangt für die Tageszeit (6:00 Uhr bis 22:00 Uhr) die Abwehr unzumutbarer Kommunikationsbeeinträchtigungen aufgrund mangelnder Sprachverständlichkeit. Ein erhöhtes Schutzniveau gilt für die Bewohner oder Nutzer besonders sensibler Einrichtungen wie Krankenhäusern oder Schulen. Der Schutz der Wohnnutzung umfasst die Wahrung der Erholungsfunktion des Außenbereichs. Schutzziel während der Nacht (22:00 bis 6:00 Uhr) ist die Vermeidung von Schlafstörungen, insbesondere von Aufwachreaktionen.

Das BVerwG unterscheidet zwischen einer (niedrigeren) **fachplanerischen Schwelle zum Schutz vor erheblichen Nachteilen und Belästigungen** und einer (höheren) **verfassungsrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle zum Schutz vor Gesundheitsgefahren**.

2.2 Vermeidung erheblicher Nachteile und Belästigungen - FlugLärmG

In der vorliegenden Untersuchung werden für die abschließende Beurteilung, ob in benachbarten Aufenthaltsräumen erhebliche Nachteile und Belästigungen zu erwarten sind, die Werte und Kriterien des § 2 Abs. 2 **FlugLärmG**⁸ diskutiert (**fachplanerische Schwelle**).

Gemäß §2 der 2. FlugLSV⁹ sind **Aufenthaltsräume**:

1. in Wohnungen: Wohnräume einschließlich Wohndielen, Wohnküchen und Arbeitsräume sowie Räume, die in nicht nur unwesentlichem Umfang zum Schlafen genutzt werden (Schlafräume), das heißt Schlafzimmer sowie Kinder- und Jugendzimmer;

2. in Erholungsheimen, Altenheimen, Krankenhäusern und ähnlichen in gleichem Maße schutzbedürftigen Einrichtungen: Wohn- und Schlafräume einschließlich Übernachtungs- und Bettenräume, Gemeinschaftsräume sowie Untersuchungs-, Behandlungs- und Operationsräume;

⁸ Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FlugLärmG) vom 31. Okt. 2007 (BGBl. I, Nr. 56 vom 9.11.2007, S. 2551)

⁹ Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 2. FlugLSV) V. v. 08.09.2009 BGBl. I S. 2992 (Nr. 58); Geltung ab 15.09.2009

3. in Kindergärten, Schulen und ähnlichen in gleichem Maße schutzbedürftigen Einrichtungen: Gemeinschaftsräume, Unterrichts- und Vortragsräume, Leseräume in Bibliotheken sowie wissenschaftliche Arbeitsräume.

Im FlugLärmG ist die getrennte Bestimmung von **äquivalenten Dauerschallpegeln** L_{Aeq} für den **Tag** und für die **Nacht** vorgesehen. Die Tag-Schutzzonen werden jeweils durch eine Kontur des äquivalenten Dauerschallpegels L_{Aeq} für die Tageszeit begrenzt. Die Nacht-Schutzzone beruht auf zwei Beurteilungskriterien und wird durch die Umhüllende einer Kontur des äquivalenten Dauerschallpegels L_{Aeq} und einer Häufigkeits-Maximalpegelkontur für die Nachtzeit beschrieben. Das **Häufigkeits-Maximalpegelkriterium** ist im §2 des FlugLärmG definiert. Dieses Kriterium basiert auf der Überschreitungshäufigkeit $NAT(L_{p,Schw})$ eines Schwellenwerts $L_{p,Schw}$ des AS-bewerteten Maximalschalldruckpegels $L_{pAS,max}$:

Kriterien und Werte zum Schutz vor Fluglärm gemäß FlugLärmG für neue oder wesentlich baulich erweiterte zivile Flugplätze im Sinne des §4 Abs. 1 Nr. 1 und 2:

Kriterium	Tag-Schutzzone 1	Tag-Schutzzone 2	Nacht-Schutzzone
L_{Aeq}	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
$NAT(Ns^* \times L_{p,Schw})$			6 x 53 dB(A) [Innenpegel] 6 x 68 dB(A) [Außenpegel]

Tabelle 1: Kriterien und Werte zum Schutz vor Fluglärm gemäß FlugLärmG

Nach dem FlugLärmG sind die Häufigkeits-Maximalpegelkriterien auf Innenpegel bezogen. Der Pegelschwellenwert $L_{p,Schw}$ für den Außenpegel ergibt sich aus diesen Innenpegeln unter Berücksichtigung eines Zuschlages von 15 dB („*Minderung durch gekipptes Fenster*“) nach der Anlage zu § 3 des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm.

Das Kriterium $NAT(Ns^* \times L_{p,Schw})$ ist verletzt, wenn $NAT(L_{p,Schw})$ den Wert Ns^* überschreitet. Gemäß § 2 Abs. 2 des FlugLärmG ist $Ns^* = 6$.

2.3 Präventive Richtwerte und Kritische Toleranzwerte für Maximalpegel

Beurteilungsgrößen, die auf dem energieäquivalenten Dauerschallpegel basieren, sind geeignet, langfristige Wirkungen zu beschreiben, während mit Spitzen- oder Maximalpegeln Akutwirkungen besser beschrieben werden können. Aus diesem Grund wird häufig gefordert, insbesondere für den Fluglärm zusätzlich maximalpegelorientierte Kriterien zu diskutieren. Die Beurteilung der kurzzeitigen Maximalpegel $L_{pAS,max}$ während eines Vorbeifluges erfolgt anhand der Lärmwirkungsforschung^{10 11} und Arbeiten zur Synopse¹². Ferner wird Bezug genommen auf den Beschluss des OVG Hamburg¹³. Die Autoren sind grundsätzlich von dem Minimierungsauftrag umweltbedingter Lärmeinflüsse ausgegangen und führen hierzu *Präventive Richtwerte* und *Kritische Toleranzwerte* für Maximalpegel als Schutzziele für Schallimmissionen um Flughäfen und Flugplätze auf, bei dessen Überschreitung Gesundheitsgefährdungen und/oder -beeinträchtigungen nicht mehr auszuschließen sind.

Schutzziel	kurzzeitige Maximalpegel
Vermeidung von Hörschäden	Kritischer Toleranzwert: $L_{pAS,max} = 115\text{dB(A)}$
	Präventiver Richtwert: $L_{pAS,max} = 95\text{ dB(A) }^*)$
Gesundheitsschäden / Krankheiten (außer Hörorgan) Tagwerte: 06.00 - 22.00 Uhr (außen)	Kritischer Toleranzwert: $L_{pAS,max} = 19 \times 99\text{ dB(A)}$
	Präventiver Richtwert: $L_{pAS,max} = 25 \times 90\text{ dB(A)}$
*) unter Berücksichtigung einer Anstiegssteilheit des Pegels von 60 dB(A) pro Sekunde ¹⁴	

Tabelle 2: Schutzziele für Maximalpegel

- 10 Prof. Dr. Barbara Griefahn, Prof Dr. Dr. Gerd Jansen, Prof. Dr. Klaus Scheuch, Prof Dr. Manfred Spreng, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49 (2002) Nr. 5 - September, Seite 171-175
 11 Fluglärmwirkungen, Jens Ortscheid, Heidemarie Wende, Umweltbundesamt, Berlin, 2000
 12 Fluglärmschutzkonzept der sogenannten Synopse auf dem Prüfstand neuerer Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung sowie gesetzlicher Rahmenbedingungen; Klaus Scheuch, Manfred Spreng, Gerd Jansen; veröffentlicht in der Zeitschrift Lärmbekämpfung, Band 2 (2007), Nr. 4 - Juli und Nr. 5 - September 2007
 13 Obergerverwaltungsgericht Hamburg, Az. 3 Bs 112/06, Beschluss vom 15.12.2006 zur Genehmigung eines Sonderlandeplatzes für Hubschrauber
 14 Fluglärmwirkungen, Jens Ortscheid, Heidemarie Wende, Umweltbundesamt, Berlin, 2000

2.4 Verfassungsrechtliche Schwelle der Gesundheitsbeeinträchtigung

Mit §1 FlugLärmG, §9 (2) LuftVG und §3 (1) BImSchV wird als absolute Obergrenze für Geräuscheinwirkungen festgelegt, dass zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor „Gefahren“ (Gesundheitsgefahren) Umwelteinwirkungen (hier durch Fluglärm) in jedem Fall zu vermeiden sind.

Pegelangaben, wie hoch diese **verfassungsrechtliche Schwelle der Gesundheitsbeeinträchtigung** liegt, fehlen sowohl im FlugLärmG als auch in anderen Regelwerken.

Eine Orientierungshilfe bietet die gängige Rechtsprechung¹⁵ von Bundesgerichtshof und Bundesverwaltungsgericht. In mehreren Fällen¹⁶ wurden die Schwellen für eine Gesundheitsgefährdung bei äquivalenten Dauerschallpegeln tags zwischen 70 dB(A) (Bundesverwaltungsgericht) bzw. 75 dB(A) (Bundesgerichtshof) und nachts zwischen 60 dB(A) (Bundesverwaltungsgericht) bzw. 65 dB(A) (Bundesgerichtshof) festgelegt. Das Bundesverwaltungsgericht¹⁷ hat zuletzt den Beginn des verfassungsrechtlich kritischen Bereiches bei einem Dauerschallpegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts in Wohngebieten gesehen.

Legt man diese Urteile auch hier zugrunde, werden Gesundheitsgefahren weitgehend vermieden, wenn die äquivalenten Dauerschallpegel L_{Aeq} außen vor dem schutzbedürftigen Gebäude folgende Schwelle nicht überschreiten:

Schwelle	äquivalente Dauerschallpegel L_{Aeq}
verfassungsrechtliche Schwelle der Gesundheitsbeeinträchtigung	tags 70 dB(A)
	nachts 60 dB(A)

Tabelle 3: Schutzziele verfassungsrechtliche Schwelle Gesundheitsbeeinträchtigung

¹⁵ BVerwG, Urt. v. 21. 5. 1976 – IV C 80.74 –, BVerwGE 51, 15 = NJW 1976, 1760 = DVBl 1976, 799

¹⁶ vgl. Halama/Stuer, Lärmschutz in der Planung 2003 (NVwZ 2003, 137 ff.); vgl. auch

BVerwG, Urteil vom 21.03.1996 (4 C 9.95);

BVerwG, Urteil vom 06.06.2002 (4 A. 44.00);

BVerwG, Beschluss vom 29.04.2002 (9 B 10.02)

OVG Münster, Urteil vom 13.03.2005- 7D34/07.NE-, BRS 73, Nr. 39

OVG Münster, Beschluss vom 26.04.2018- 7 B 14 59/17.NE-Juris

¹⁷ BVerwG, Urteil vom 09.11.2006 (4 A 2001.06)

3 Immissionspunkte

Stellvertretend für die **unmittelbare Wohnnachbarschaft** wurden „**maßgebliche Immissionspunkte**“ ausgewählt. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Lage.

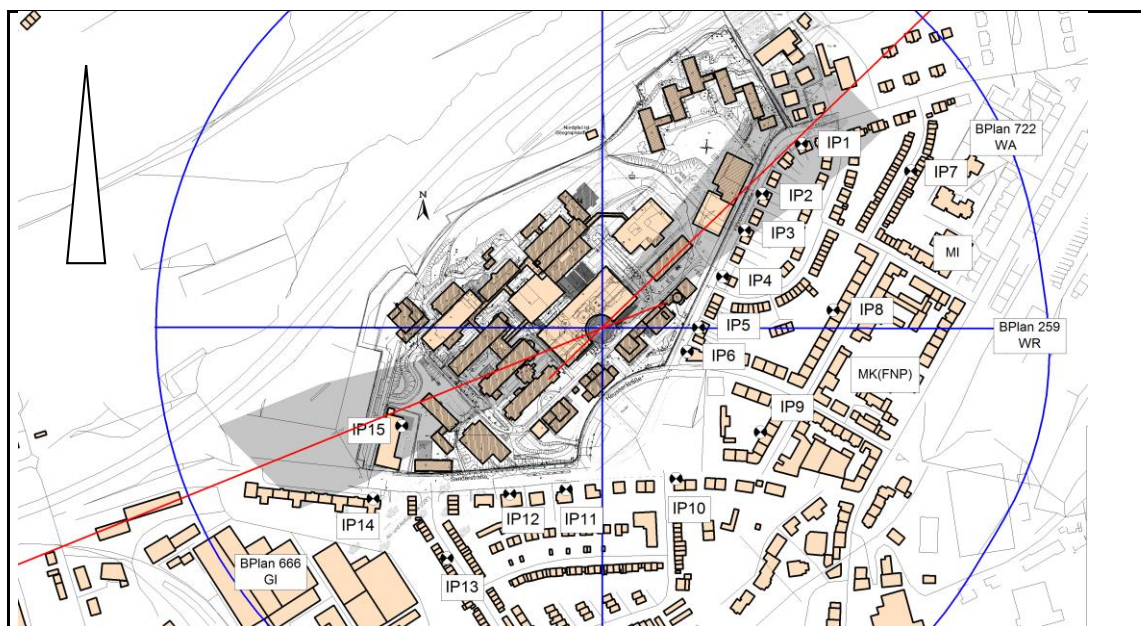


Abbildung 4: Lageplan Immissionspunkte

IP	Ort	Gebietseinstufung
IP1	Liebigstraße 2, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP2	Virchowstraße 36, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP3	Virchowstraße 28, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP4	Virchowstraße 20, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP5	Virchowstraße 8, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP6	Virchowstraße 2, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP7	Von-Behring-Straße 22, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP8	Humboldtstraße 23, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP9	Humboldtstraße 5, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP10	Sanderstraße 196, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP11	Sanderstraße 182, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP12	Sanderstraße 176, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP13	Paracelsusstraße 65, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP14	Sanderstraße 158, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP15	Sanderstraße 161, 42283 Wuppertal	55 / 50
IP16	Uellendahler Straße 438, 42109 Wuppertal	55 / 50

Tabelle 4: Immissionspunkte Wohnnachbarschaft

4 Fluglärmberechnung

4.1 Schallausbreitungsmodell - AzB 2008

Hubschraubergeräusche werden vor allem vom Triebwerk und von den Rotoren während des Start- und Landevorgangs erzeugt.

Zur Ermittlung der Fluglärmbelastung wird von uns die **AzB 2008**¹⁸ herangezogen. Bei der Berechnung der Kenngrößen der Lärmbelastung nach dem **Segmentierungsverfahren**, das auf einer geeigneten Zerlegung der dreidimensionalen Flugbahn des Luftfahrzeugs in lineare Segmente basiert, trägt jedes der Segmente für das Luftfahrzeug einen Beitrag E_i zur Schallexposition E an einem Immissionsort P bei. Das Segmentierungsverfahren ist in der nachfolgenden Abbildung schematisch für den zweidimensionalen Fall dargestellt.

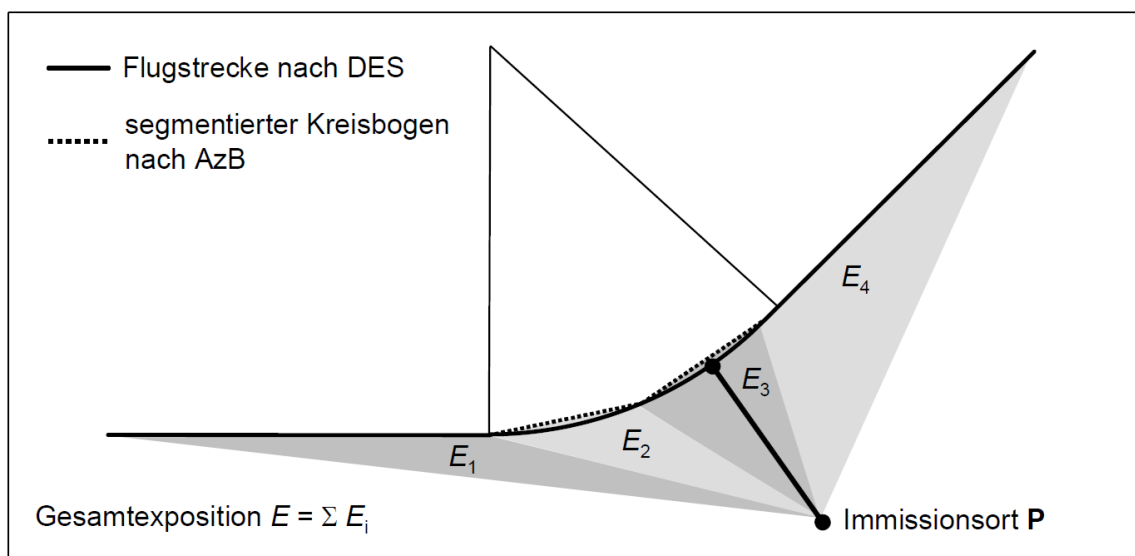


Abbildung 5: Prinzip der Segmentierung, kreisbogenförmigen Flugstreckensegment

Das zugrunde liegende Modell geht von der Annahme einer bewegten Punktschallquelle aus, für die an jedem Punkt der Flugbahn die Schallleistung, die Geschwindigkeit sowie die Abstrahlcharakteristik bekannt sind. Die bewegte Punktschallquelle wird hier durch eine Linienschallquelle nachgebildet, die für die Berechnung der benötigten Immissionskenngrößen verwendet wird. Die einzelnen sich bewegenden Schallquellen repräsentieren die Luftfahrzeugklassen der AzB 2008. Die Luftfahrzeuge (bewegte Punktschallquellen) werden in Abhängigkeit von der Start-Masse in **Luftfahrzeugklassen** eingeteilt. Diese Klassen werden weiter in Start- und Landeklassen untergliedert, die akustische und flugbetriebliche Daten enthalten.

¹⁸ Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB) vom 19.11.2008 [BAnz. Nr. 195a vom 23.12.2008]

Bei der Berechnung der Maximalpegel und des Dauerschallpegels der Luftfahrzeuge in der Luft werden für jede der betrachteten Flugzeuggruppen neben der jeweiligen Anzahl Bewegungen im Beurteilungszeitraum T_E folgende Größen berücksichtigt:

- Verlauf der An- und Abflugkorridore
- Breite der Korridore
- seitliche Verteilung der Flüge im Korridor
- Flughöhe H
- Fluggeschwindigkeit V
- Pegelzu- oder -abschläge Z , durch die Änderungen der Triebwerksleistung während des Fluges berücksichtigt werden
- Schallausbreitung in der Atmosphäre

Die Größen H , V und Z sowie die Schallleistung L_{WA} und die Richtwirkung charakterisierende Größen sind in der AzB in Tabellenform für jede Flugzeugklasse angegeben und gehen in der angegebenen Form in die Berechnung ein.

Die nachfolgende Schallimmissionsberechnung wird im Interesse der betroffenen Anwohner auf einen lärmschutztechnisch ungünstigen, unter den Bedingungen des zu begutachtenden Hubschrauber-Sonderlandeplatzes jedoch wiederholt auftretenden Fall abgestellt (Maximalwertabschätzung).

4.2 Oktavpegel

Das Schallspektrum der einzelnen Luftfahrzeugklassen wird durch die Oktavpegel O_n bei einer Bezugsentfernung beschrieben. Der Index n bezeichnet die Oktavmittenfrequenzen:

n	1	2	3	4	5	6	7	8
Oktavmittenfrequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

Tabelle 5: Oktavmittenfrequenzen

4.3 Verwendete Schallausbreitungssoftware - CadnaA

Die detaillierte, frequenzabhängige Ausbreitungsrechnung wurde auf einem PC mit Hilfe der zertifizierten und vom Umweltbundesamt zugelassenen Software CadnaA durchgeführt. Das Programmmodul ist qualitätsgesichert (Testaufgabe, Konformitätserklärung) im Sinne der DIN 45687¹⁹.

Die Lage von Quellen, Hindernissen und Immissionspunkten wurde digitalisiert und durch ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem beschrieben. Die Abstände zwischen Quellen und Immissionspunkten sowie zwischen Quellen und Hindernissen wurden anhand der eingegebenen Geometrie vom Programm selbsttätig ermittelt.

4.4 Abschirmung durch Hindernisse

Um die abschirmende Wirkung von Hindernissen zu berücksichtigen, wurde die Abschirmwirkung geeignet abgeschätzt.

Die Normen DIN ISO 9613-2 bzw. VDI 2720 enthalten grundsätzlich ein geeignetes Modell zur Berücksichtigung der Abschirmung von Hindernissen. Die Dämpfung aufgrund von Abschirmung wird in der DIN 45684 ebenfalls nach DIN ISO 9613-2 berechnet.

Die notwendigen Rechenalgorithmen sind in der verwendeten Schallausbreitungssoftware CadnaA implementiert.

4.5 Topografie - Digitales Geländemodell (DGM)

Zur Berücksichtigung der Topografie wird ein Digitales Geländemodell (DGM) verwendet, wobei zumindest das Digitale Geländemodell für Deutschland (DGM-D) mit einer Gitterweite von 50 m benutzt werden sollte. Im vorliegenden Fall wird das Digitale Geländemodell mit 10 m Gitterweite berücksichtigt.

Bei der Ausbreitungsrechnung geht die Höhenkoordinate des Immissionsortes sowohl in die Ermittlung der Ausbreitungsentfernung s als auch des Höhenwinkels α ein. Die Quellhöhe h_s wird dabei immer auf den Fußpunkt P' des Empfängers bezogen. Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die Geometrie im digitalen Geländemodell DGM zwischen der Schallquelle Q und dem Immissionsort P .

¹⁹ DIN 45687, Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen

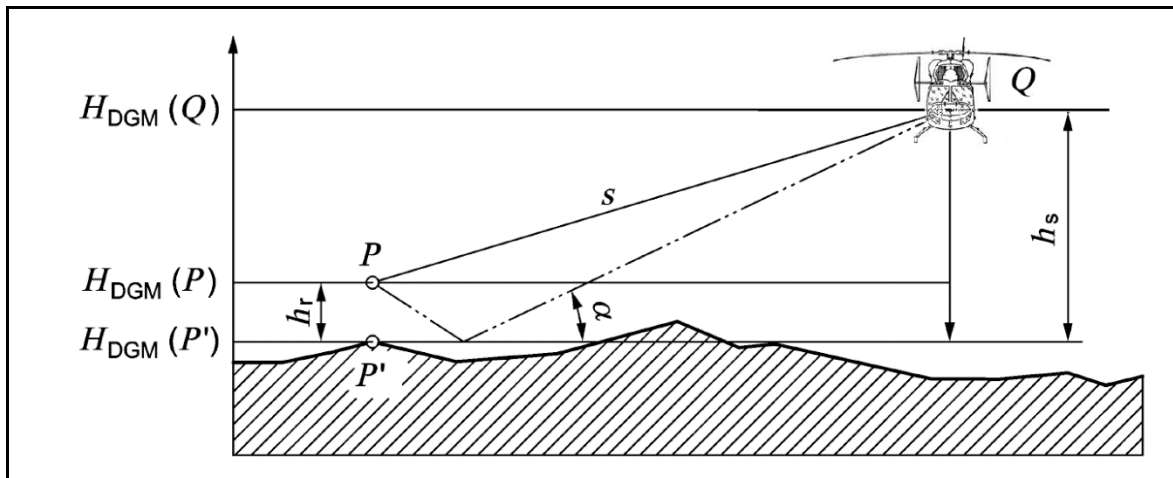


Abbildung 6: Darstellung der Geometrie Quelle – Immissionsort im DGM

4.6 Datenerfassungssystem (DES)

4.6.1 Allgemeine Struktur der Ausgangsdaten

Die AzD ist die verbindliche Erfassungsvorschrift für die Ausgangsdaten zur Berechnung von Lärmschutzbereichen. Sie regelt den Umfang der zu erfassenden Ausgangsangaben, die formelle Beschreibung des Inhaltes und der Struktur der Daten, die Pflichten der an der Erfassung Beteiligten und das zu verwendende Koordinatensystem für die Erstellung des für die Berechnungen verbindlichen Datenerfassungssystems (DES).

Für die Beschreibung der exakten geographischen Lage des Flugplatzes und seiner Start- und Landerichtungen im DES sind folgende Angaben zu erfassen:

- Koordinaten des Bezugspunktes der Start- und Landebahn(en)
- rechtweisende Richtung der Start- und Landebahn(en)

Für die Beschreibung der Geometrie der Flugbahnen sind folgende Angaben im DES zu erfassen:

- Abflugstrecken
- Anflugstrecken

Alle Flugbahnen werden im DES in einzelne Geradeausabschnitte und Kurvenabschnitte (Teilstrecken) unterteilt, die getrennt in ihrer tatsächlichen Reihenfolge zu beschreiben sind. Dabei werden für Geradeausabschnitte die zugehörige Länge, für Kurvenabschnitte die jeweilige Kursänderung in Grad und der Kurvenradius angegeben. Zur Berücksichtigung der im realen Flugbetrieb auftretenden Abweichungen von der beschriebenen Ideallinie der Flugbahn wird für jede Teilstrecke am Ende eine Korridorbreite angegeben, mit der alle Flugbewegungen einer Klasse auf dieser

Flugbahn erfasst werden. Dieser Korridor wird bei der Berechnung des äquivalenten Dauerschallpegels in Abhängigkeit von der Entfernung zum Immissionsort in eine vorgegebene Zahl von Teilkorridoren unterteilt. Die Verteilung der Flugbewegungen auf die Teilkorridore erfolgt nach der Gauß'schen Glockenkurve.

Weiterhin besteht die Möglichkeit, bei Abweichung der Flugverfahren von den vorgegebenen AzB-Standardwerten, der entsprechenden Flugzeugklasse im DES zur Beschreibung des Höhenprofils der Flugbahn am Ende jedes jeweiligen Teilstücks eine Höhe anzugeben und somit auch andere Flugverfahren zu berücksichtigen.

Die Beschreibung der Flugstrecken beginnt immer am Bezugspunkt der jeweiligen Start- und Landebahn. Als Besonderheit ist dabei zu beachten, dass Anflugstrecken immer beginnend vom Bahnbezugspunkt entgegen der realen Flugrichtung beschrieben werden müssen.

4.6.2 Sonderfall Hubschrauberlandeplatz

Das gewählte Schallausbreitungsmodell (s. Abs. 4.1) ist nicht speziell zur Ermittlung der Lärmbelastung an Hubschrauberlandeplätzen konzipiert worden, sondern allgemein für Landeplätze. Der Flugbetrieb an Landeplätzen unterscheidet sich i.d.R. in zwei wesentlichen Punkten vom Flugbetrieb an Hubschrauberlandeplätzen:

- Zum einen ist der Hubschrauberanteil an den gesamten Flugbewegungen eines Landeplatzes i.d.R. nur relativ gering, und zum anderen gibt es dort ausreichend große Start- und Landeflächen für Hubschrauber. Demgegenüber ist ein Hubschrauberlandeplatz i. d. R. beengt liegend.
- Weiterhin wird der Hubschrauberlandeplatz dadurch charakterisiert, dass dort nur wenige Hubschraubertypen bzw. Hubschraubermusterverkehren. Sie bestimmen somit die örtliche Lärmsituation.

Diese Aspekte werden im vorliegenden Fall bei der konkreten Ermittlung der Lärmbelastung berücksichtigt.

4.6.3 Sonderfall erhöht liegender oder eingeschränkter Landeplatz

Bei der Fluglärmberechnung verwendet man im Regelfall eine adäquate Hubschraubergruppe und das dort hinterlegte Standard-Flugverfahren. Einen Sonderfall bilden **erhöht liegende oder eingeschränkte Hubschrauberlandeplätze** (*elevated or restricted Heliports*). Hubschrauber, die überbewohntem Gebiet oder schwierigem Gelände operieren und dort landen oder starten, müssen nach **Kategorie A (CAT A)**²⁰ zugelassen sein. CAT A zugelassene Hubschrauber müssen grundsätzlich mehrmotorig und mit voneinander unabhängigen Triebwerken und Systemen ausgestattet sein. Bei Ausfall eines Triebwerkes ist somit eine Fortsetzung des Fluges bzw. jederzeit eine kontrollierte Landung möglich. Um Besatzungsmitglieder und Passagiere, aber vor allem auch unbeteiligte Dritte vor Gefahr oder Schäden durch Flugbetrieb zu schützen, fordert der Gesetzgeber für die Luftrettung den ausschließlichen Betrieb von Hubschraubern nach **Flugleistungs-klasse 1 (FLK 1)**, wenn keine Notlande-flächen vorhanden sind.

Im Flughandbuch des entsprechenden Hubschraubertyps ist detailliert vorgeschrieben, wie Start- und Landeverfahren nach CAT A / Flugleistungs-klasse 1 durchzuführen sind, um bei Ausfall eines Triebwerkes entweder eine sichere Fortsetzung des Fluges oder aber eine sichere Landung auf dem vorher festgelegten Landeplatz zu gewährleisten. Die genaue Durchführung ist abhängig vom angenommenen Referenzhubschrauber und möglichen Hindernissen in der Flugplatzumgebung. Man unterscheidet generell zwischen **FLK 1-Start- und FLK 1-Lande-Verfahren**, die unterschiedliche Vorgehensweisen erfordern.

4.6.4 Sonderfall Rückwärtsstartverfahren (VTOL-1: Vertical Take-Off)

Um zu gewährleisten, dass beim Abflug mit einem mehrmotorigen CAT A-Hubschrauber bei Triebwerksausfall wieder auf dem Landeplatz gelandet oder mit nur einem Triebwerk zu einer geeigneten Landestelle weitergefliegen werden kann, wird ein sogenanntes „Rückwärtsstartverfahren“ (VTOL-1: Vertical Take-Off) gemäß Flughandbuch des betreffenden Referenzhubschraubers absolviert.

Hierzu werden vorab sogenannte „Startentscheidungspunkte“ (**TDP, Takeoff Decision Point**) und „Landeentscheidungspunkte“ (**LDP, Landing Decision Point**) festgelegt. Der Entscheidungspunkt beschreibt die geforderte Mindestflughöhe über der Startfläche

²⁰ Mehrmotorige Hubschrauber, ausgestattet mit voneinander unabhängigen Triebwerken und Systemen, die bei Ausfall des kritischen Triebwerks sicheren Startabbruch oder sichere Fortsetzung des Fluges gewährleisten. Diese Hubschrauber werden als „CAT-A-Hubschrauber“ bezeichnet, weil sie nach der Kategorie A zugelassen sind und den Anforderungen der Flugleistungs-klasse 1 entsprechen.

bzw. Landefläche oder potentiellen Hindernissen innerhalb der erforderlichen Startstrecke bzw. Landestrecke und zugehörige Geschwindigkeiten.

Beim **Rückwärtsstart** wird der Hubschrauber zunächst im Vertikal-Schwebeflug rückwärts aufwärts bis zum TDP bewegt. Von hier aus wird der Start vorwärts aufwärts fortgesetzt (Normal Takeoff). Sollte nach dem Erreichen des TDP jedoch ein Triebwerksausfall (OEI: One Engine Inoperative) eintreten, wird unter Aufgabe von Höhe beschleunigt und die Fortsetzung des hindernisfreien Fluges zu einer geeigneten Landestelle ist bei Erreichen der sicheren Steiggeschwindigkeit somit gewährleistet. Ein Triebwerksausfall vor Erreichen des TDP führt zum Startabbruch und zur sicheren Landung auf dem ursprünglichen Startplatz (Startabbruch), zu dem bis zu diesem Zeitpunkt eine ständig Sichtverbindung des Piloten herrschte.

Die **Landeverfahren** unterscheiden sich hauptsächlich durch andere Eckwerte (Höhen und Geschwindigkeiten), der Ablauf verläuft aber sinngemäß in anderer Reihenfolge.

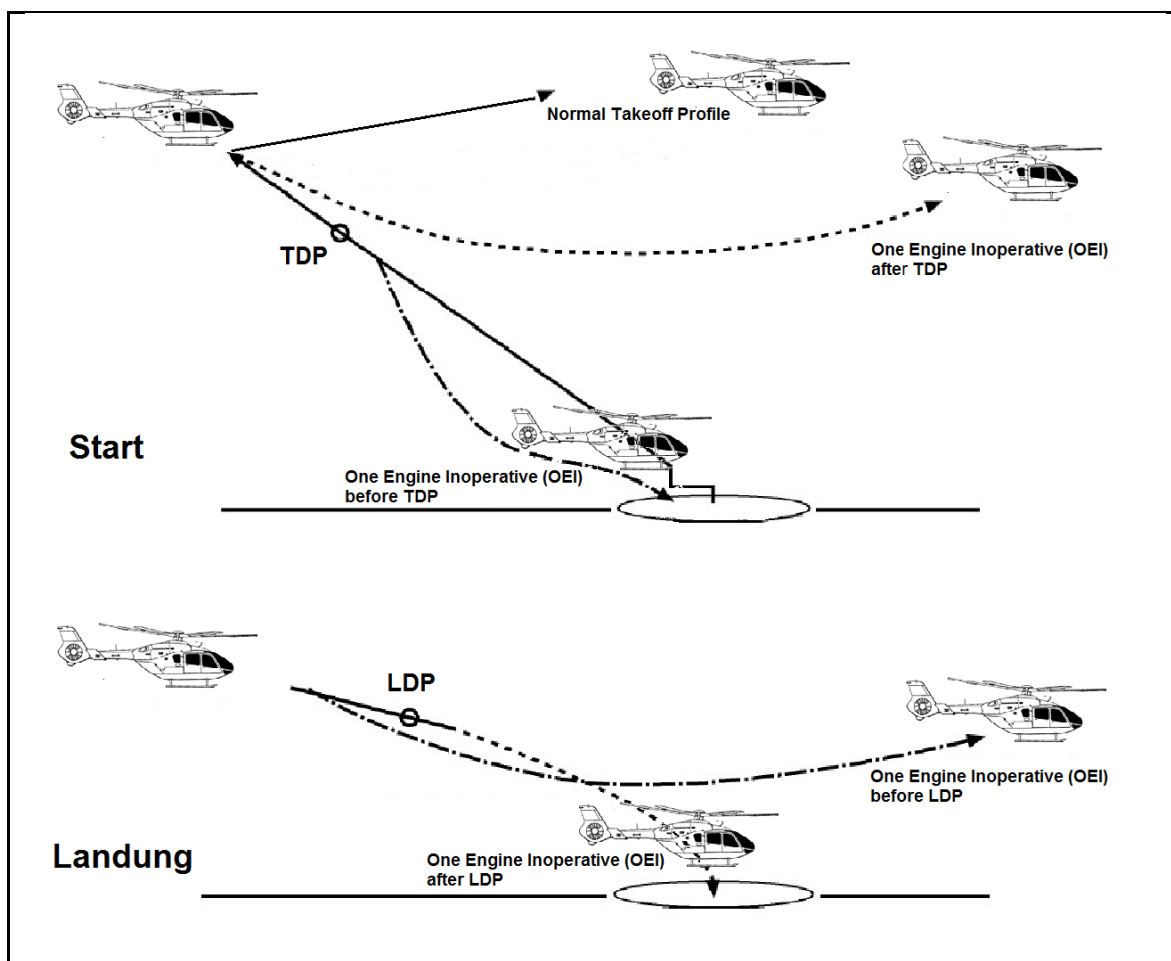


Abbildung 7: Prinzip FLK 1-Start- und FLK 1-Lande-Verfahren

4.6.5 Datengrundlagen für die Modellierung der Flugstrecken

Derzeit sind FLK 1-Start- und FLK 1-Lande-Verfahren für erhöht liegende oder eingeschränkte Hubschrauberlandeplätze in keinem der üblichen Fluglärmberechnungsverfahren standardmäßig implementiert.

Die (häufig zitierte) Veröffentlichung²¹ der 36. Deutschen Jahrestagung für Akustik - DAGA 2010 sowie der Anhang B der Norm DIN 45684-1 enthalten zwar zeichnerische und tabellarische Darstellungen zum Rückwärtsstartverfahren. Diese stellen jedoch das Flugverfahren nach einer Triebwerkstörung dar. Die dort dargestellte Flugbahn für das Rückwärtsstartverfahren entspricht einem Triebwerksausfall am TDP mit anschließendem Durchstarten. Dies ist äußerst selten und sollte auf keinen Fall als Grundlage für Lärmrechnungen genommen werden. Vielmehr sollten die relevanten Flugbahndaten für den „störungsfreien“, tatsächlich stattfindenden Rückwärtsstart aus dem Flughandbuch abgeleitet werden. Ferner beinhalten die o.g. Veröffentlichungen lediglich Angaben für die Hubschraubergruppe H1.2. Veröffentlichungen für die Gruppe H1.1 liegen nicht vor.

Das Modell der AzD ermöglicht jedoch die sachgerechte Anpassung der Flugbahnen an FLK 1-Start- und FLK 1-Lande-Verfahren für erhöht liegende oder eingeschränkte Hubschrauberlandeplätze und eine Simulation der tatsächlichen Flugbahnen im Raum. Hierzu werden die vorgegebenen Flugzeuggruppen-Daten der entsprechenden Hubschraubergruppe an das jeweilige Flugstreckenprofil angepasst, um - zum Beispiel - den richtigen Geschwindigkeitsverlauf sowie die richtigen Winkelangaben sicherzustellen.

In der vorliegenden Untersuchung werden zunächst für die gewählten adäquaten Luftfahrzeuggruppen die im Anhang der DIN 45684-1 aufgeführten Datenblätter mit den physikalisch-technischen Werten (Oktavpegeln, Richtungsfaktoren, Zuschlägen, Geschwindigkeiten) in Abhängigkeit von den Flugzuständen „Start“ und „Landung“ sowie der zurückgelegten Bogenlänge (Flugstrecke) zugrunde gelegt.

Die Winkelangaben in der DIN 45684-1 für Start und Landung sind pauschale Annahmen für eine Luftfahrzeuggruppe und berücksichtigen nicht das konkrete Start-/Landeverfahren für den Referenzhubschrauber. Ergänzend wird daher für FLK 1-Start-

²¹ Modellierung von Hubschrauber-Flugverfahren für Fluglärmberechnungen, T. Myck Umweltbundesamt, B. Vogelsang Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz und A. Krüger Der Senator für Wirtschaft und Häfen, Bremen, 36. Deutsche Jahrestagung für Akustik - DAGA 2010, 15.-18. März 2010 in Berlin

und FLK 1-Lande-Verfahren für erhöht liegende oder eingeschränkte Hubschrauberlandeplätze eine praxisgerechte Modellierung der Hubschraubergruppe (Start-/Landewinkel, Geschwindigkeit, Flughöhe, Umkehrpunkt) vorgenommen. Hierzu werden die physikalisch-technischen Daten zu Flughöhe und Fluggeschwindigkeit aktuellen Fachinformationen^{22 23} entnommen. Die An- und Abflugwinkel werden aus den Flughandbüchern (Flight Manual) und Betriebsvorschriften des Hubschrauberherstellers für den Referenzhubschrauber für Windstille entnommen. Ferner werden flugbetriebliche Ergebnisse²⁴ zum Höhenprofil beim Rückwärtsstart im Luftrettungsdienst nach Flugleistungsklasse 1 übernommen. Bei Wind sind in der Regel größere Steigwinkel möglich, so dass der Hubschrauber schneller an Höhe gewinnt. Der Startvorgang bei Windstille stellt den schalltechnisch ungünstigeren Fall dar.

4.6.6 Auswahl Referenzhubschrauber und Luftfahrzeuggruppe

Nach den gesetzlichen Bestimmungen dürfen im gewerblichen Luftverkehr nur mehrmotorige Hubschrauber mit bestimmten Mindestflugleistungen über dicht besiedelten Gebieten betrieben werden. Diese Hubschrauber werden als „CAT-A-Hubschrauber“ bezeichnet, weil sie nach der Kategorie A zugelassen sind und den Anforderungen der Flugleistungsklasse 1 entsprechen.

Nach Aussagen des Eignungsgutachters können im Regelbetrieb als **Referenzhubschrauber der AIRBUS Helicopter H135 (ehemalige Bezeichnung Eurocopter EC 135) sowie der AIRBUS Helicopter H145 (BK117 D-2)** angenommen werden. Diese Hubschraubertypen gelten als Standardrettungshubschrauber in Deutschland. Diese Muster werden der **Luftfahrzeugklasse H1.1, 1,0 t bis 3,0 t** bzw. **Luftfahrzeugklasse H1.2, 3,0 t bis 5,0 t** zugeordnet.

Ferner ist nach Angaben des Eignungsgutachters bei einem Massenanfall von Verletzten (MANV), im SAR-Dienst (Search and Rescue) oder im Katastrophen-Einsatz mit einer deutlich geringeren Anzahl von Hubschraubern der Luftwaffe und der Bundespolizei des Typs AS 365 N, Super Puma, Seaking sowie NH 90 Hubschrauber zu rechnen. Diese Muster werden zum Teil der **Luftfahrzeugklasse H1.2 sowie der Luftfahrzeugklasse H2.1, 5,0 t bis 10,0 t** bzw. **Luftfahrzeugklasse H2.2, über 10,0 t** zugeordnet.

²² Infrastruktur-Consult (ICL): Erläuterungen zum Rückwärtsstartverfahren und der erforderlichen Hindernisfreiheit am Beispiel des Hubschraubertyps EC 135, Dortmund 2008

²³ Technical Note, Modellierung von Hubschrauber-Rückwärtsstarts mit CadnaA-FLG, TN1101d HEMEV01, DataKustik GmbH, Stand 2011-05-25

²⁴ Flugbetrieb im Luftrettungsdienst; Nachweis Steigleistung bei Flugbetrieb nach Flugleistungsklasse 1; Schreiben AZ LFB-18 05 06 LRZ-, Bundespolizei-Fliegergruppe, Luftfahrtbetrieb, 53757 Sankt Augustin, 01.08.2015

Die nachfolgende Tabelle listet beispielhaft Luftfahrzeugmuster für die o.g. Luftfahrzeuggruppe auf, ferner die Schallleistungspegel während Start und Landung:

Luftfahrzeuggruppe	Definition	L _{WA} in [dB(A)] Start	L _{WA} in [dB(A)] Landung	Beispiele für Luftfahrzeugmuster (maximale Startmasse)
H 1.0	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) bis 1,0 t.	128,5	128,5	CH-7 Angel (400 kg) Hughes 269 C (900 kg) R 22 BETA (600 kg)
H 1.1	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 1,0 t bis 3,0 t.	133,7	133,7	Airbus EC130B4 (2 400 kg) AS 350 B2 (2 300 kg) AS 355 (2 638 kg) Bell 206B-6 (1 500 kg) Bell 206L-3 (1 900 kg) Bell 407 (2 722 kg) Airbus BO105 LS A-3 (2 600 kg) EC 120 B (1 700 kg) EC 135 P1 (2 800 kg) EC 135 T2+ (2 910 kg) Hughes 369 E 4 (1 360 kg) Robinson R 44 (1 100 kg) MD-900 902 (04) (2 835 kg) Augusta A109 C (2 720 kg)
H 1.2	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 3,0 t bis 5,0 t.	136,3	136,3	Bell 205A-I (4 300 kg) Bell 222B (3 700 kg) MBB-BK 117 C1 (3 350 kg) Airbus EC 145 (BK 117 C-2) (3 585 kg) Eurocopter H145 (BK 117 D-2) (3 650 kg) AS-365 SA-365 Dauphin, Dauphin2 (4 261 kg) EC 155 B, B1 (4 800 kg)
H2.1	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 5,0 t bis 10,0 t.	138,5	138,5	Bell 412 HP (5 400 kg) Sikorsky S-76B (5 300 kg) Eurocopter AS332L1 (8 600 kg) Eurocopter AS332L2 Super Puma (9 300 kg) AS-532 Cougar (now Airbus H215M) (9 000 kg) Bell 214 (6 805 kg) Sikorsky H-3 Sea King oder S-61 (9 525 kg) Westland AW139, Agusta Bell AB139 (6 400 kg) Westland Lynx (5 330 kg) Bell 212 (5 080 kg)
H2.2	zivile oder militärische Hubschrauber mit einer Höchststartmasse (MTOM) über 10,0 t.	k. A.	k. A.	Sikorsky SH-60 (10 400 kg) UH-60 Black Hawk (10 500 kg) NH Industries NH 90 (10 600 kg) Sikorsky CH-53 (19 050 kg)

Tabelle 6: Beispiele für Luftfahrzeugmuster

4.6.7 Modellierung der Flugstrecken in CadnaA

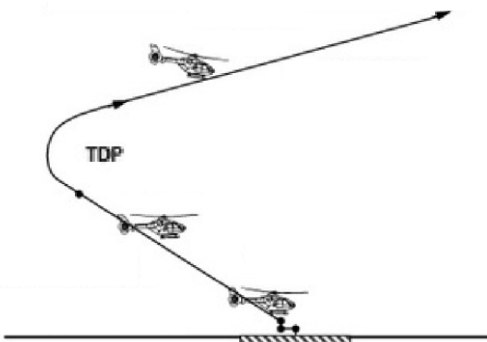
In CadnaA wird der Hubschrauberstartvorgang zunächst durch die geographischen Koordinaten des Startpunktes und die generelle Abflugrichtung definiert (Reiter Flugstrecke, Option Start/Landebahn).

Anschließend erfolgt die Festlegung der Flugstreckengeometrie im Raum (Flugbahn); wobei hierbei ein Störfall, z.B. Triebwerkausfall (OEI: One Engine Inoperative) unberücksichtigt bleibt (vgl. Ausführungen Abs. 4.6.4 und 4.6.5). Negative Flugstrecken-Koordinaten beim Rückwärtsstart vom Startpunkt bis zum TDP sowie der anschließende Richtungswechsel in den Vorwärtsflugteil am TDP auf Basis eines Vorzeichenwechsels in den Flugstrecken-Koordinaten können in der verwendeten Schallausbreitungssoftware CadnaA nicht abgebildet werden. Daher werden die in CadnaA einzugebenden Bogenlängen im DES ausgehend vom Startpunkt, über den Wendepunkt von Rückwärts- zum Vorwärtsflugteil hinweg durchweg mit positiven Flugstrecken-Koordinaten stets in Flugrichtung eingegeben, wobei die über den Startpunkt hinausgehenden Bogenlängen durch Addition der Differenzlängen zum vorherigen Punkt erhalten werden.

Bei der mathematischen Beschreibung der Flugstreckengeometrie im Raum wird der Rückwärtsstart am Startpunkt durch eine instantane 180°-Drehung mit dem Radius 0 m eingeleitet (Drehung um die Z-Achse an einem Punkt, Flughöhenänderung $\Delta h = 0$ m, Geschwindigkeit $v = 0$ m/s, Zeiteinwirkung $T = 0$ s). Es folgt der Rückwärtsstartteil mit positiver Bogenlänge bis zum TDP. Die Wendestelle am TDP vom Rückwärts- in den Vorwärtsflugteil wird durch die Eingabe einer zweiten 180°-Drehung mit dem Radius 0 m modelliert [17], so dass nun die Bewegungsrichtung wieder der eigentlichen Abflugrichtung entspricht. Die nachfolgende Flugstrecke wird mit positiver Bogenlänge fortgeführt.

Die nachfolgenden Grafiken und Tabellen verdeutlichen und kommentieren die Eintragungen im Daten-Erfassungs-System (DES) für das individuelle Flugprofil Rückwärtsstart und Landung. Modifizierte Änderungen und/oder Ergänzungen gegenüber dem veröffentlichten Datenblatt für die gewählte Luftfahrzeuggruppe sind grafisch gekennzeichnet (*kursive* Schrift, grauer Hintergrund).

Datenblatt H1.1S: mod. Luftfahrzeuggruppe H1.1 – Rückwärtsstart H 135 (EC 135) FLK 1-Start-Verfahren

<p>Nachdem der Anlassvorgang abgeschlossen ist, schwebt der Hubschrauber von der Abstellposition zur Startposition (Lande-H) und dreht dort die Längsachse in Flugrichtung gegen den Wind und von dort rückwärts aufwärts bis zum Entscheidungspunkt TDP, der über dem Niveau des Landeplatzes liegt, sodass der Pilot die Landefläche vor sich im Auge behalten kann. Aus dieser Position steigt der Hubschrauber weiter und geht dabei in den Vorwärtsflug gegen den Wind über. Der ursprüngliche Startpunkt (Lande-H) wird dabei passiert. Der Vorwärtsflug wird innerhalb des Flugsektors bis zum Erreichen der endgültigen Reiseflughöhe fortgesetzt.</p>																																								
				<p>Akustische Kennwerte (Oktavspektrum $L_{w,n}$, O_n / Richtwirkung R_n):</p> <table><tr><th>n</th><th>$L_{w,n}$ [dB]</th><th>O_n ($S_{On} = 150$ m) [dB]</th><th>R_n</th></tr><tr><td>1</td><td>133,8</td><td>82,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>2</td><td>129,8</td><td>78,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>3</td><td>132,9</td><td>81,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>4</td><td>133,1</td><td>81,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>5</td><td>128,4</td><td>76,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>6</td><td>123,2</td><td>70,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>7</td><td>117,6</td><td>62,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>8</td><td>118,2</td><td>60,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr></table>	n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{On} = 150$ m) [dB]	R_n	1	133,8	82,2	{1,-1,1}	2	129,8	78,2	{1,-1,1}	3	132,9	81,2	{1,-1,1}	4	133,1	81,2	{1,-1,1}	5	128,4	76,2	{1,-1,1}	6	123,2	70,2	{1,-1,1}	7	117,6	62,2	{1,-1,1}	8	118,2	60,2	{1,-1,1}
n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{On} = 150$ m) [dB]	R_n																																					
1	133,8	82,2	{1,-1,1}																																					
2	129,8	78,2	{1,-1,1}																																					
3	132,9	81,2	{1,-1,1}																																					
4	133,1	81,2	{1,-1,1}																																					
5	128,4	76,2	{1,-1,1}																																					
6	123,2	70,2	{1,-1,1}																																					
7	117,6	62,2	{1,-1,1}																																					
8	118,2	60,2	{1,-1,1}																																					
Bogenlänge	Zusatzpegel	Geschwindigkeit	Flughöhe	Kommentar																																				
s' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]																																					
0	0	2	0		Abstellposition Hubschrauber																																			
sh	0	3	2		Schwebeflug (sh: Hoverstrecke) von der Abstellposition zur Startposition (Lande-H)																																			
sh+60	0	4	37		Rückwärtsstartteil; rückwärts aufwärts von Startposition bis zum TDP																																			
sh+120	0	14	46		Vorwärtsflugteil, vorwärts aufwärts, Steigwinkel $\alpha=6^\circ$, Überflug Startposition (Lande-H)																																			
sh+800	0	21	152		fortgesetzter Steigflug vorwärts																																			
x	0	33	h0		bis Bogenlänge $s'=x$ fortgesetzter Steigflug mit Steigwinkel α und beschleunigter Geschwindigkeit bis auf Reiseflughöhe h0																																			
x+1000	0	36	h0		bis Bogenlänge $s'=x+1000$ Weiterflug mit Steigwinkel α und Reise-Geschwindigkeit bis auf Reiseflughöhe h0																																			
<p>sh : Gesamtlänge der Hoverstrecke "Sigma Hover" h0 : Reiseflughöhe, hier h0 = 600 m α : Steigwinkel, hier $\alpha = 9^\circ$ x : Bogenlänge $x = [(h0 - 152) / \tan \alpha] + 800 + sh$ modifizierte Änderung Ergänzung gegenüber dem veröffentlichten Datenblatt der Luftfahrzeuggruppe</p>																																								

[Stand: H1.1_TDP120ft_60m_E_DA, 30.08.2018]

Tabelle 7: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H1.1 – Rückwärtsstart

Tabelle H1.1S-DES: Flugstrecken-Geometrie H1.1 - Rückwärtsstart H135 (EC135) **FLK 1-Start-Verfahren**

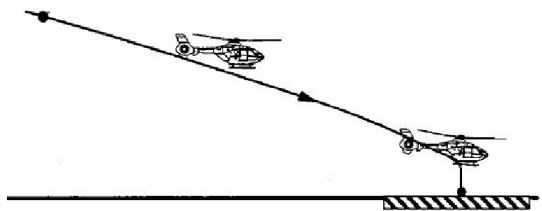
(Lesart der Tabelle von Nr. 1 nach Nr. 9)

Nr.	Gerade- aus	Kurve			Korridor- breite	Hover	Kommentar
-	-	L/R	Winkel	Radius	am Ende	-	-
-	(m)	-	(°)	(m)	(m)	-	-
1		R	delta	0		H	Der Hubschrauber steht in Start-Richtung auf der Abstellposition und dreht um den Winkel delta, um zur Startposition zu hovern.
2	sh					H	Die Hoverstrecke zur Startposition ist sh m lang.
3		L	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über dem Lande-H wieder um den Winkel delta zurück. Damit weist der Hubschrauber-Bug wieder in die endgültige Abflugrichtung.
4		L	180	0			Die 180°-Drehung stellt den Beginn des Rückwärtsteils dar. Infolge der Drehung auf der Stelle (über dem Lande-H) wird der Rückwärtsteil jedoch als Vorwärtsflug modelliert. Es handelt sich hierbei um ein „mathematisches“ Rechenmodell, der Hubschrauber fliegt in der Realität selbstverständlich rückwärts ohne 180° Drehung.
5	60						Rückwärtsteil; rückwärts aufwärts von Startposition bis zum TDP
6		R	180	0			Erneute Drehung um 180° am Ende der Rückwärtsflugstrecke am Entscheidungspunkt. Am Ende des Manövers weist der Hubschrauber-Bug wieder in die endgültige Abflugrichtung. Auch bei dieser Drehung handelt es sich um ein „mathematisches“ Rechenmodell.
7	60						Vorwärtsflugteil, vorwärts aufwärts, am Ende dieser Teilstrecke befindet sich der Hubschrauber wieder über dem Lande-H.
8	680						680 m Teilstrecke Steigflug,
9	1000						Der Hubschrauber steigt weiter, mit Steigwinkel α bis die Reiseflughöhe h_0 erreicht ist.

Tabelle 8: Flugstrecken-Geometrie H1.1 - Rückwärtsstart

Datenblatt H1.1L: Luftfahrzeuggruppe H1.1 – mod. Landung H135 (EC135)
FLK 1-Lande-Verfahren

Zur Landung erfolgt der Sinkflug aus der Reiseflughöhe gegen den Wind bis zum Entscheidungspunkt LDP. Von dort aus sinkt der Hubschrauber mit einer geringeren Sinkrate und reduzierter Vorwärtsgeschwindigkeit weiter bis zu einer Höhe von ca. 2 m über dem Lande-H und geht in den Schwebeflug über. Anschließend schwebt er von dort zur Abstellposition und setzt ab.

<div>LDP 30 KIAS 120 ft AHE R/D ≤ 300 ft/min</div> 				Akustische Kennwerte (Oktavspektrum $L_{w,n}$, O_n / Richtwirkung R_n): <table><tr><th>n</th><th>$L_{w,n}$ [dB]</th><th>O_n ($S_{O_n} = 150$ m) [dB]</th><th>R_n</th></tr><tr><td>1</td><td>133,8</td><td>82,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>2</td><td>129,8</td><td>78,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>3</td><td>132,9</td><td>81,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>4</td><td>133,1</td><td>81,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>5</td><td>128,4</td><td>76,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>6</td><td>123,2</td><td>70,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>7</td><td>117,6</td><td>62,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>8</td><td>118,2</td><td>60,2</td><td>{1,-1,1}</td></tr></table>	n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{O_n} = 150$ m) [dB]	R_n	1	133,8	82,2	{1,-1,1}	2	129,8	78,2	{1,-1,1}	3	132,9	81,2	{1,-1,1}	4	133,1	81,2	{1,-1,1}	5	128,4	76,2	{1,-1,1}	6	123,2	70,2	{1,-1,1}	7	117,6	62,2	{1,-1,1}	8	118,2	60,2	{1,-1,1}
n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{O_n} = 150$ m) [dB]	R_n																																					
1	133,8	82,2	{1,-1,1}																																					
2	129,8	78,2	{1,-1,1}																																					
3	132,9	81,2	{1,-1,1}																																					
4	133,1	81,2	{1,-1,1}																																					
5	128,4	76,2	{1,-1,1}																																					
6	123,2	70,2	{1,-1,1}																																					
7	117,6	62,2	{1,-1,1}																																					
8	118,2	60,2	{1,-1,1}																																					
Bogenlänge s' [m]	Zusatzpegel Z [dB]	Geschwindigkeit V [m/s]	Flughöhe H [m]	Kommentar																																				
0	0	2	0	Abstellposition (Endpunkt)																																				
sh	0	3	2	Hovering (sh: Hoverstrecke) vom Lande-H bis zum Abstellplatz																																				
sh+3	0	3	2	von Bogenlänge $s'=sh+3$ bis sh Landeanflug bis zum Lande-H																																				
sh+10	0	5	-	von Bogenlänge $s'=sh+10$ bis sh+3 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit																																				
sh+60	0	10	37	von Bogenlänge $s'=sh+60$ bis sh+10 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit																																				
sh+90	0	21	-	von Bogenlänge $s'=sh+90$ bis sh+60 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit																																				
sh+300	0	26	125	von Bogenlänge $s'=sh+300$ bis sh+90 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit																																				
x	0	33	h0	von Bogenlänge $s'=x$ bis sh+300 Sinkflug aus Reiseflughöhe h0 mit reduzierter Geschwindigkeit																																				
x+1000	0	36	h0	ab Bogenlänge $s'=x+1000$ Anflug in Reiseflughöhe h0 mit Reise-Geschwindigkeit																																				

sh : Gesamtlänge der Hoverstrecke "Sigma Hover"

h0 : Reiseflughöhe, hier h0 = 600 m

ω : Gleitwinkel, hier $\omega = 9^\circ$

x : Bogenlänge $x = [(h0-2) / \tan \omega] + 3 + sh$

[Stand: H1.1_TDP120ft_60m_E_DA, 30.08.2018]

modifizierte Änderung Ergänzung gegenüber dem veröffentlichten Datenblatt der Luftfahrzeuggruppe

Tabelle 9: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H1.1 – Landung

**Tabelle H1.1L-DES: Flugstrecken-Geometrie H1.1 – Landung H 135 (EC 135)
 FLK 1-Lande-Verfahren**

(Lesart der Tabelle von Nr. 7 nach Nr. 1)

Nr.	Gerade- aus	Kurve			Korridor- breite	Hover	Kommentar
-	-	L/R	Winkel	Radius	am Ende	-	-
-	(m)	-	(°)	(m)	(m)	-	-
1		R	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über der Abstellposition um den Winkel delta zurück, damit der Hubschrauber-Bug wieder in "Bahnrichtung" weist.
2	sh					H	Hoverstrecke sh vom Lande-H zur Abstellposition
3		L	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über dem Lande-H um den Winkel delta, damit der Hubschrauber-Bug in die Richtung der Abstellposition bzw. Hoverstrecke sh weist.
4	60						Sinkflug 60m vor dem Lande-H
5	90						Sinkflug 90m vor dem Lande-H
6	300						Sinkflug 300m vor dem Lande-H
7	1000						Sinkflug aus der Reiseflughöhe h0 auf den Landeplatz mit einem Gleitwinkel ω

Tabelle 10: Flugstrecken-Geometrie H1.1 - Landung

Datenblatt H1.2S: mod. Luftfahrzeuggr. H1.2 - Rückwärtsstart H145 (BK117 D-2)
FLK 1-Start-Verfahren


<p>Nachdem der Anlassvorgang abgeschlossen ist, schwebt der Hubschrauber von der Abstellposition zur Startposition (Lande-H) und dreht dort die Längsachse in Flugrichtung gegen den Wind und von dort rückwärts aufwärts bis zum Entscheidungspunkt TDP, der über dem Niveau des Landeplatzes liegt, sodass der Pilot die Landefläche vor sich im Auge behalten kann. Aus dieser Position steigt der Hubschrauber weiter und geht dabei in den Vorwärtsflug gegen den Wind über. Der ursprüngliche Startpunkt (Lande-H) wird dabei passiert. Der Vorwärtsflug wird innerhalb des Flugsektors bis zum Erreichen der endgültigen Reiseflughöhe fortgesetzt.</p>																																								
				<p>Akustische Kennwerte (Oktavspektrum $L_{w,n}$, O_n / Richtwirkung R_n):</p> <table><tr><th>n</th><th>$L_{w,n}$ [dB]</th><th>O_n ($S_{on} = 150$ m) [dB]</th><th>R_n</th></tr><tr><td>1</td><td>136,4</td><td>84,8</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>2</td><td>132,4</td><td>80,8</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>3</td><td>135,5</td><td>83,8</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>4</td><td>135,7</td><td>83,8</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>5</td><td>131,0</td><td>78,8</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>6</td><td>125,8</td><td>72,8</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>7</td><td>120,2</td><td>64,8</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>8</td><td>120,8</td><td>62,8</td><td>{1,-1,1}</td></tr></table>	n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{on} = 150$ m) [dB]	R_n	1	136,4	84,8	{1,-1,1}	2	132,4	80,8	{1,-1,1}	3	135,5	83,8	{1,-1,1}	4	135,7	83,8	{1,-1,1}	5	131,0	78,8	{1,-1,1}	6	125,8	72,8	{1,-1,1}	7	120,2	64,8	{1,-1,1}	8	120,8	62,8	{1,-1,1}
n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{on} = 150$ m) [dB]	R_n																																					
1	136,4	84,8	{1,-1,1}																																					
2	132,4	80,8	{1,-1,1}																																					
3	135,5	83,8	{1,-1,1}																																					
4	135,7	83,8	{1,-1,1}																																					
5	131,0	78,8	{1,-1,1}																																					
6	125,8	72,8	{1,-1,1}																																					
7	120,2	64,8	{1,-1,1}																																					
8	120,8	62,8	{1,-1,1}																																					
Bogenlänge	Zusatzpegel	Geschwindigkeit	Flughöhe	Kommentar																																				
s' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]																																					
0	0	2	0		Abstellposition Hubschrauber																																			
sh	0	3	2		Schwebeflug (sh: Hoverstrecke) von der Abstellposition zur Startposition (Lande-H)																																			
sh+60	0	4	49		Rückwärtsstartteil; rückwärts aufwärts von Startposition bis zum TDP																																			
sh+120	0	16	55		Vorwärtsflugteil, vorwärts aufwärts, Steigwinkel $\alpha=6^\circ$, Überflug Startposition (Lande-H)																																			
sh+880	0	26	152		fortgesetzter Steigflug vorwärts, Steigwinkel $\alpha=6^\circ$																																			
x	0	36	h0		bis Bogenlänge $s'=x$ fortgesetzter Steigflug mit Steigwinkel α und beschleunigter Geschwindigkeit bis auf Reiseflughöhe h0																																			
x+1000	0	39	h0		bis Bogenlänge $s'=x+1000$ Weiterflug mit Steigwinkel α und Reise-Geschwindigkeit bis auf Reiseflughöhe h0																																			
sh : Gesamtlänge der Hoverstrecke "Sigma Hover" [H1.2_TDP160ft_60m_SE_DA, 30.08.2018]																																								
h0 : Reiseflughöhe, hier h0 = 600 m																																								
α : Steigwinkel, hier $\alpha = 9^\circ$																																								
x : Bogenlänge $x = [(h0 - 152) / \tan \alpha] + 880 + sh$																																								
modifizierte Änderung Ergänzung gegenüber dem veröffentlichten Datenblatt der Luftfahrzeuggruppe																																								

Tabelle 11: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H1.2 – Rückwärtsstart

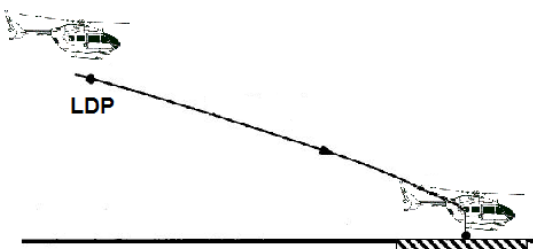
Tabelle H1.2S-DES:Flugstrecken-Geometrie H1.2 – Rückwärtsst. H145(BK117D-2) FLK 1-Start-Verfahren

(Lesart der Tabelle von Nr. 1 nach Nr. 9)

Nr.	Gerade- aus	Kurve			Korridor- breite	Hover	Kommentar
-	-	L/R	Winkel	Radius	am Ende	-	-
-	(m)	-	(°)	(m)	(m)	-	-
1		R	delta	0		H	Der Hubschrauber steht in Start-Richtung auf der Abstellposition und dreht um den Winkel delta, um zur Startposition zu hovern.
2	sh					H	Die Hoverstrecke zur Startposition ist sh m lang.
3		L	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über dem Lande-H wieder um den Winkel delta zurück. Damit weist der Hubschrauber-Bug wieder in die endgültige Abflugrichtung.
4		L	180	0			Die 180°-Drehung stellt den Beginn des Rückwärtsteils dar. Infolge der Drehung auf der Stelle (über dem Lande-H) wird der Rückwärtsteil jedoch als Vorwärtsflug modelliert. Es handelt sich hierbei um ein „mathematisches“ Rechenmodell, der Hubschrauber fliegt in der Realität selbstverständlich rückwärts ohne 180° Drehung.
5	60						Rückwärtsstartteil; rückwärts aufwärts von Startposition bis zum TDP
6		R	180	0			Erneute Drehung um 180° am Ende der Rückwärtsflugstrecke am Entscheidungspunkt. Am Ende des Manövers weist der Hubschrauber-Bug wieder in die endgültige Abflugrichtung. Auch bei dieser Drehung handelt es sich um ein „mathematisches“ Rechenmodell.
7	60						Vorwärtsflugteil, vorwärts aufwärts, am Ende dieser Teilstrecke befindet sich der Hubschrauber wieder über dem Lande-H.
8	760						760 m Teilstrecke Steigflug,
9	1000						Der Hubschrauber steigt weiter, mit Steigwinkel α bis die Reiseflughöhe h_0 erreicht ist.

Tabelle 12: Flugstrecken-Geometrie H1.2 - Rückwärtsstart

Datenblatt H1.2L: modifizierte Landung H1.2 (BK117 D-2)
FLK 1-Lande-Verfahren

				Akustische Kennwerte (Oktavspektrum $L_{w,n}$, O_n / Richtwirkung R_n):			
				n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{0n} = 150$ m) [dB]	R_n
				1	136,4	84,8	{1,-1,1}
				2	132,4	80,8	{1,-1,1}
				3	135,5	83,8	{1,-1,1}
				4	135,7	83,8	{1,-1,1}
				5	131,0	78,8	{1,-1,1}
				6	125,8	72,8	{1,-1,1}
				7	120,2	64,8	{1,-1,1}
				8	120,8	62,8	{1,-1,1}
Bogenlänge	Zusatzpegel	Geschwindigkeit	Flughöhe	Kommentar			
s' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]				
0	0	2	0	Abstellposition (Endpunkt)			
sh	0	3	2	Hovering (sh: Hoverstrecke) vom Lande-H bis zum Abstellplatz			
sh+3	0	3	2	von Bogenlänge s'=sh+3 bis sh Landeanflug bis zum Lande-H			
sh+10	0	5	-	von Bogenlänge s'=sh+10 bis sh+3 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit			
sh+60	0	10	37	von Bogenlänge s'=sh+60 bis sh+10 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit			
sh+90	0	21	-	von Bogenlänge s'=sh+90 bis sh+60 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit			
sh+300	0	26	125	von Bogenlänge s'=sh+300 bis sh+90 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit			
x	0	36	h0	von Bogenlänge s'=x bis sh+300 Sinkflug aus Reiseflughöhe h0 mit reduzierter Geschwindigkeit			
x+1000	0	39	h0	ab Bogenlänge s'=x+1000 Anflug in Reiseflughöhe h0 mit einer Reisegeschwindigkeit			
sh : Gesamtlänge der Hoverstrecke "Sigma Hover" h0 : Reiseflughöhe, hier h0 = 600 m ω : Gleitwinkel, hier $\omega = 9^\circ$ x : Bogenlänge $x = [(h0-2) / \tan \omega] + 3 + sh$ modifizierte Änderung Ergänzung gegenüber dem veröffentlichten Datenblatt der Luftfahrzeuggruppe							

[H1.2_TDP160ft_60m_SE_DA, 30.08.2018]

Tabelle 13: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H1.2 – Landung

Tabelle H1.2L-DES: Flugstrecken-Geometrie – Landung H1.2 (BK117 D-2)
FLK 1-Lande-Verfahren

(Lesart der Tabelle von Nr. 7 nach Nr. 1)

Nr.	Gerade- aus	Kurve			Korridor- breite	Hover	Kommentar
-	-	L/R	Winkel	Radius	am Ende	-	-
-	(m)	-	(°)	(m)	(m)	-	-
1		R	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über der Abstellposition um den Winkel delta zurück, damit der Hubschrauber-Bug wieder in "Bahnrichtung" weist.
2	sh					H	Hoverstrecke sh vom Lande-H zur Abstellposition
3		L	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über dem Lande-H um den Winkel delta, damit der Hubschrauber-Bug in die Richtung der Abstellposition bzw. Hoverstrecke sh weist.
4	60						Sinkflug 60m vor dem Lande-H
5	90						Sinkflug 90m vor dem Lande-H
6	300						Sinkflug 300m vor dem Lande-H
7	1000						Sinkflug aus der Reiseflughöhe h0 auf den Landeplatz mit einem Gleitwinkel ω

Tabelle 14: Flugstrecken-Geometrie H1.2 - Landung

Datenblatt H2.1S: mod. Luftfahrzeuggruppe – Rückwärtsstart H2.1 FLK 1-Start-Verfahren


<p>Nachdem der Anlassvorgang abgeschlossen ist, schwebt der Hubschrauber von der Abstellposition zur Startposition (Lande-H) und dreht dort die Längsachse in Flugrichtung gegen den Wind und von dort rückwärts aufwärts bis zum Entscheidungspunkt TDP, der über dem Niveau des Landeplatzes liegt, sodass der Pilot die Landefläche vor sich im Auge behalten kann. Aus dieser Position steigt der Hubschrauber weiter und geht dabei in den Vorwärtsflug gegen den Wind über. Der ursprüngliche Startpunkt (Lande-H) wird dabei passiert. Der Vorwärtsflug wird innerhalb des Flugsektors bis zum Erreichen der endgültigen Reiseflughöhe fortgesetzt.</p>																																								
				<p>Akustische Kennwerte (Oktavspektrum $L_{w,n}$, O_n / Richtwirkung R_n):</p> <table><tr><th>n</th><th>$L_{w,n}$ [dB]</th><th>O_n ($S_{on} = 150$ m) [dB]</th><th>R_n</th></tr><tr><td>1</td><td>138,6</td><td>87</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>2</td><td>134,6</td><td>83</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>3</td><td>137,7</td><td>86</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>4</td><td>137,9</td><td>86</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>5</td><td>133,2</td><td>81</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>6</td><td>128,0</td><td>75</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>7</td><td>122,4</td><td>67</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>8</td><td>123,0</td><td>65</td><td>{1,-1,1}</td></tr></table>	n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{on} = 150$ m) [dB]	R_n	1	138,6	87	{1,-1,1}	2	134,6	83	{1,-1,1}	3	137,7	86	{1,-1,1}	4	137,9	86	{1,-1,1}	5	133,2	81	{1,-1,1}	6	128,0	75	{1,-1,1}	7	122,4	67	{1,-1,1}	8	123,0	65	{1,-1,1}
n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{on} = 150$ m) [dB]	R_n																																					
1	138,6	87	{1,-1,1}																																					
2	134,6	83	{1,-1,1}																																					
3	137,7	86	{1,-1,1}																																					
4	137,9	86	{1,-1,1}																																					
5	133,2	81	{1,-1,1}																																					
6	128,0	75	{1,-1,1}																																					
7	122,4	67	{1,-1,1}																																					
8	123,0	65	{1,-1,1}																																					
Bogenlänge	Zusatzpegel	Geschwindigkeit	Flughöhe	Kommentar																																				
s' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]																																					
0	0	2	0																																					
sh	0	3	2																																					
sh+60	0	4	37																																					
sh+120	0	16	46																																					
sh+800	0	26	152																																					
x	0	36	h0																																					
x+1000	0	39	h0																																					
sh : Gesamtlänge der Hoverstrecke "Sigma Hover" [Stand: H2.1_TDP120ft_60m_E_DA, 08/2018]																																								
h0 : Reiseflughöhe, hier h0 = 600 m																																								
α : Steigwinkel, hier $\alpha = 9^\circ$																																								
x : Bogenlänge $x = [(h0 - 152) / \tan \alpha] + 800 + sh$																																								
modifizierte Änderung Ergänzung gegenüber dem veröffentlichten Datenblatt der Luftfahrzeuggruppe																																								

Tabelle 15: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H2.1 – Rückwärtsstart

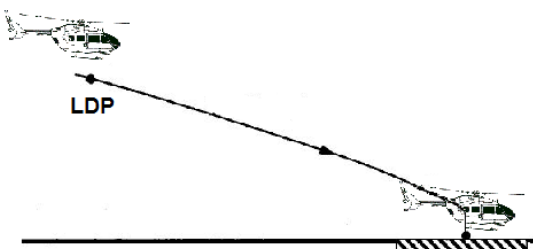
Tabelle H2.1 S-DES: Flugstrecken-Geometrie – Rückwärtsstart H2.1 FLK 1-Start-Verfahren

(Lesart der Tabelle von Nr. 1 nach Nr. 9)

Nr.	Gerade- aus	Kurve			Korridor- breite	Hover	Kommentar
-	-	L/R	Winkel	Radius	am Ende	-	-
-	(m)	-	(°)	(m)	(m)	-	-
1		R	delta	0		H	Der Hubschrauber steht in Start-Richtung auf der Abstellposition und dreht um den Winkel delta, um zur Startposition zu hovern.
2	sh					H	Die Hoverstrecke zur Startposition ist sh m lang.
3		L	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über dem Lande-H wieder um den Winkel delta zurück. Damit weist der Hubschrauber-Bug wieder in die endgültige Abflugrichtung.
4		L	180	0			Die 180°-Drehung stellt den Beginn des Rückwärtsteils dar. Infolge der Drehung auf der Stelle (über dem Lande-H) wird der Rückwärtsteil jedoch als Vorwärtsflug modelliert. Es handelt sich hierbei um ein „mathematisches“ Rechenmodell, der Hubschrauber fliegt in der Realität selbstverständlich rückwärts ohne 180° Drehung.
5	60						Rückwärtsteilteil; rückwärts aufwärts von Startposition bis zum TDP
6		R	180	0			Erneute Drehung um 180° am Ende der Rückwärtsflugstrecke am Entscheidungspunkt. Am Ende des Manövers weist der Hubschrauber-Bug wieder in die endgültige Abflugrichtung. Auch bei dieser Drehung handelt es sich um ein „mathematisches“ Rechenmodell.
7	60						Vorwärtsflugteil, vorwärts aufwärts, am Ende dieser Teilstrecke befindet sich der Hubschrauber wieder über dem Lande-H.
8	680						680 m Teilstrecke Steigflug,
9	1000						Der Hubschrauber steigt weiter, mit Steigwinkel α bis die Reiseflughöhe h_0 erreicht ist.

Tabelle 16: Flugstrecken-Geometrie H2.1 - Rückwärtsstart

Datenblatt H2.1L: modifizierte Landung H2.1 FLK 1-Lande-Verfahren

<p>Zur Landung erfolgt der Sinkflug aus der Reiseflughöhe gegen den Wind bis zum Entscheidungspunkt LDP. Von dort aus sinkt der Hubschrauber mit einer geringeren Sinkrate und reduzierter Vorwärtsgeschwindigkeit weiter bis zu einer Höhe von ca. 2 m über dem Lande-H und geht in den Schwebeflug über. Anschließend schwebt er von dort zur Abstellposition und setzt ab.</p> 				Akustische Kennwerte (Oktavspektrum $L_{w,n}$, O_n / Richtwirkung R_n):																																								
				<table><tr><th>n</th><th>$L_{w,n}$ [dB]</th><th>O_n ($S_{0n} = 150$ m) [dB]</th><th>R_n</th></tr><tr><td>1</td><td>138,6</td><td>87</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>2</td><td>134,6</td><td>83</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>3</td><td>137,7</td><td>86</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>4</td><td>137,9</td><td>86</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>5</td><td>133,2</td><td>81</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>6</td><td>128,0</td><td>75</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>7</td><td>122,4</td><td>67</td><td>{1,-1,1}</td></tr><tr><td>8</td><td>123,0</td><td>65</td><td>{1,-1,1}</td></tr></table>	n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{0n} = 150$ m) [dB]	R_n	1	138,6	87	{1,-1,1}	2	134,6	83	{1,-1,1}	3	137,7	86	{1,-1,1}	4	137,9	86	{1,-1,1}	5	133,2	81	{1,-1,1}	6	128,0	75	{1,-1,1}	7	122,4	67	{1,-1,1}	8	123,0	65	{1,-1,1}				
n	$L_{w,n}$ [dB]	O_n ($S_{0n} = 150$ m) [dB]	R_n																																									
1	138,6	87	{1,-1,1}																																									
2	134,6	83	{1,-1,1}																																									
3	137,7	86	{1,-1,1}																																									
4	137,9	86	{1,-1,1}																																									
5	133,2	81	{1,-1,1}																																									
6	128,0	75	{1,-1,1}																																									
7	122,4	67	{1,-1,1}																																									
8	123,0	65	{1,-1,1}																																									
Bogenlänge	Zusatzpegel	Geschwindigkeit	Flughöhe	Kommentar																																								
s' [m]	Z [dB]	V [m/s]	H [m]																																									
0	0	2	0	Abstellposition (Endpunkt)																																								
sh	0	3	2	Hovering (sh: Hoverstrecke) vom Lande-H bis zum Abstellplatz																																								
sh+3	0	3	2	von Bogenlänge s'=sh+3 bis sh Landeanflug bis zum Lande-H																																								
sh+10	0	5	-	von Bogenlänge s'=sh+10 bis sh+3 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit																																								
sh+60	0	10	37	von Bogenlänge s'=sh+60 bis sh+10 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit																																								
sh+90	0	21	-	von Bogenlänge s'=sh+90 bis sh+60 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit																																								
sh+300	0	26	125	von Bogenlänge s'=sh+300 bis sh+90 m Sinkflug mit reduzierter Geschwindigkeit																																								
x	0	36	h0	von Bogenlänge s'=x bis sh+300 Sinkflug aus Reiseflughöhe h0 mit reduzierter Geschwindigkeit																																								
x+1000	0	39	h0	ab Bogenlänge s'=x+1000 Anflug in Reiseflughöhe h0 mit einer Reisegeschwindigkeit																																								
sh : Gesamtlänge der Hoverstrecke "Sigma Hover" h0 : Reiseflughöhe, hier h0 = 600 m ω : Gleitwinkel, hier $\omega = 9^\circ$ x : Bogenlänge $x = [(h0-2) / \tan \omega] + 3 + sh$ modifizierte Änderung Ergänzung gegenüber dem veröffentlichten Datenblatt der Luftfahrzeuggruppe																																												

[Stand: H2.1_TDP120ft_60m_E_DA, 08/2018]

Tabelle 17: modifizierte Luftfahrzeuggruppe H2.1 – Landung

Tabelle 2.1L-DES: Flugstrecken-Geometrie – Landung H2.1 FLK 1-Lande-Verfahren

(Lesart der Tabelle von Nr. 7 nach Nr. 1)

Nr.	Gerade- aus	Kurve			Korridor- breite	Hover	Kommentar
-	-	L/R	Winkel	Radius	am Ende	-	-
-	(m)	-	(°)	(m)	(m)	-	-
1		R	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über der Abstellposition um den Winkel delta zurück, damit der Hubschrauber-Bug wieder in "Bahnrichtung" weist.
2	sh					H	Hoverstrecke sh vom Lande-H zur Abstellposition
3		L	delta	0		H	Der Hubschrauber dreht über dem Lande-H um den Winkel delta, damit der Hubschrauber-Bug in die Richtung der Abstellposition bzw. Hoverstrecke sh weist.
4	60						Sinkflug 60m vor dem Lande-H
5	90						Sinkflug 90m vor dem Lande-H
6	300						Sinkflug 300m vor dem Lande-H
7	1000						Sinkflug aus der Reiseflughöhe h ₀ auf den Landeplatz mit einem Gleitwinkel ω

Tabelle 18: Flugstrecken-Geometrie H2.1 - Landung

Das **Datenblatt 5** [52] zeigt die gemäß AzD vorgesehenen Tabellenblätter (die u. a. das DES enthalten), die als "verwendete Eingangsgrößen" der vorliegenden Schallausbreitungsrechnung zugrunde liegen.

Aus der nachstehenden **3D-Spezialansicht** sind beispielhaft für den Hubschrauberlandeplatz die **Flugstrecken LANDUNG und START**, inklusive dem Rückwärtsflugteil bis zum TDP und dem abschließenden Abflug in Vorwärtsrichtung ("Bahnrichtung") ersichtlich:

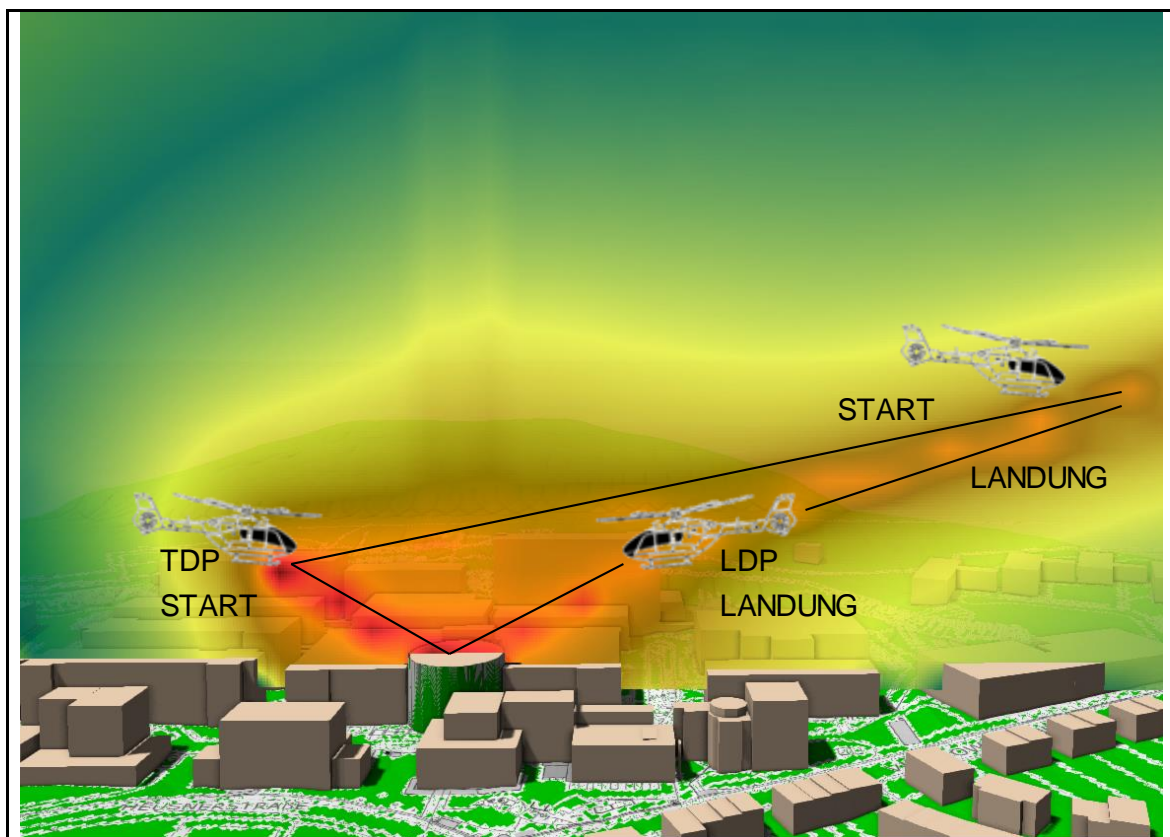


Abbildung 8: 3D-Spezialansicht aus Südost – Start und Landung

4.7 Flugbewegungszahlen

Start und Landung motorgetriebener Luftfahrzeuge werden als je eine Flugbewegung gezählt.

Die Anzahl der Flugbewegungen ist auf eine den Besonderheiten des Landeplatzes angemessene Kennzeichnungszeit zu beziehen. Die Kennzeichnungszeit ist der Zeitabschnitt, für den die Kenngrößen die Geräuschimmissionen beschreiben und für den demgemäß die Anzahl der Flugbewegungen zu ermitteln ist. Im vorliegenden Fall werden tagsüber als **Erhebungszeit die sechs verkehrsreichsten Monate des Prognosejahres (180 Tage)** zugrunde gelegt.

Als Bezugsjahr im DES wird das vorausgegangene Kalenderjahr festgelegt. Das **Prognosejahr** wird als das **Bezugsjahr plus (mindestens) zehn Jahre** gewählt. (Hinweis: Das OVG rechnet die 10 Jahre für den Prognosehorizont jedoch nicht ab Datum der Erstellung des Lärmgutachtens, sondern ab Datum der Genehmigung.)

Durch unseren Auftraggeber wurden uns die nachfolgenden Flugbewegungszahlen zur Verfügung gestellt [50]:

Jahr	Flugbewegungen im Jahr (Starts + Landungen)			Flugbewegungen in den 6 verkehrsreichsten Monaten [ca. 60% des Jahresmittelwertes] (Starts + Landungen)	
	am Tag (0-24 Uhr)	tagsüber (6-22 Uhr)	nachts (22-6 Uhr)	tagsüber (6-22 Uhr)	nachts (22-6 Uhr)
2032	208	202	6	122	4

Tabelle 19: Flugbewegungszahlen

In der vorliegenden Untersuchung werden **für die 6 verkehrsreichsten Monaten des Prognosejahres 2032 insgesamt 122 Bewegungen während der Tageszeit und 4 Bewegungen während der Nachtzeit²⁵** angenommen.

²⁵ Maximalwertabschätzung: Nicht planbare dringliche Einsätze können bei Gefahr für Leib und Leben eines Notfallpatienten nicht vollständig ausgeschlossen werden.

4.8 An- und Abflugflächen und Bahn-Nutzungsverteilung

Die Festlegung der An- und Abflugflächen sowie der Nutzungsverteilung erfolgte in dem zu Grunde liegenden luftrechtlichen Eignungsgutachten unter Auswertung der vorherrschenden Hauptwindrichtungen, der Windstatistik, den vorhandenen Hindernissen und unter Berücksichtigung der vorhandenen Wohnbebauung. Die Abflugflächen erfüllen die strengen Anforderungen der ICAO für Hubschrauber der Flugleistungsklasse 1.

Die Häufigkeit der Benutzung einer Betriebsrichtung richtet sich nach der Hauptwindrichtung und dem Flugziel (Start) bzw. dem Herkunftsbereich (Landung). Statistische Daten hinsichtlich der langjährigen Bahnnutzungsverteilung liegen nicht vor.

In diesem Fall wird die **Schallausbreitungsrechnung auf der Grundlage der örtlichen Windrichtungsverteilung** erfolgen. Für den Landeplatz können nach Angaben des Betreibers aufgrund der vornehmlich vorherrschenden Windhäufigkeitsverteilung die in den Tabellen auf den Folgeseiten aufgelisteten Bahnnutzungsverteilungen der An- und Abflugrichtungen im Flugbetrieb angenommen werden.

Die nachfolgenden Flugbewegungszahlen, die auf den Angaben im vorherigen Kapitel für die verkehrsreichsten sechs Monate des Prognosejahres basieren sowie der o.g. vornehmlich vorherrschenden Windhäufigkeitsverteilung, wurden der Fluglärm-berechnung zugrunde gelegt. Alle Kurse sind rechtsweisend Nord. An- und Abflüge werden nach Sichtflugregeln durchgeführt. Die Lage der Flugstrecken kann **Bild A6** im Anhang entnommen werden.

Ein Zuschlag für die Streuung der Nutzungsanteile der jeweiligen Betriebsrichtungen („Sigma-Regelung“) wird nicht berücksichtigt. In der vorliegenden Untersuchung werden demnach unkorrigierte (ungewichtete) äquivalente Dauerschallpegel und Überschreitungshäufigkeiten beurteilt.

Reale Nutzungsverteilung, Flugbewegungen sechs verkehrsreichsten Monate des Prognosejahres (180 Tage) - Tag:

Abflugfläche, Bezeichnung	Grad rwN (Geografisch Nord)	Verteilung [%] auf die Flächen	Bewegungen H1.1 [6 Monate]	Bewegungen H1.2 [6 Monate]	Bewegungen H2.1 [6 Monate]	Bewegungen H2.2 [6 Monate]
AB05	45	33%	14,09	5,64	0,20	0,20
AB25	247	67%	28,61	11,44	0,41	0,41
Anflugfläche, Bezeichnung	Grad rwN (Geografisch Nord)	Verteilung [%] auf die Flächen	Bewegungen H1.1 [6 Monate]	Bewegungen H1.2 [6 Monate]	Bewegungen H2.1 [6 Monate]	Bewegungen H2.2 [6 Monate]
AN23	225	67%	28,61	11,44	0,41	0,41
AN07	67	33%	14,09	5,64	0,20	0,20
Summe			85,40	34,16	1,22	1,22
Verteilung auf die Klassen			70%	28%	1%	1%
Summe (100 %)			122			

Tabelle 20: Nutzungsverteilung - Tag

Reale Nutzungsverteilung, Flugbewegungen sechs verkehrsreichsten Monate des Prognosejahres (180 Tage) - Nacht:

Abflugfläche, Bezeichnung	Grad rwN (Geografisch Nord)	Verteilung [%] auf die Flächen	Bewegungen H1.1 [6 Monate]	Bewegungen H1.2 [6 Monate]	Bewegungen H2.1 [6 Monate]	Bewegungen H2.2 [6 Monate]
AB05	45	33%	0,46	0,18	0,01	0,01
AB25	247	67%	0,94	0,38	0,01	0,01
Anflugfläche, Bezeichnung	Grad rwN (Geografisch Nord)	Verteilung [%] auf die Flächen	Bewegungen H1.1 [6 Monate]	Bewegungen H1.2 [6 Monate]	Bewegungen H2.1 [6 Monate]	Bewegungen H2.2 [6 Monate]
AN23	225	67%	0,94	0,38	0,01	0,01
AN07	67	33%	0,46	0,18	0,01	0,01
Summe			2,80	1,12	0,04	0,04
Verteilung auf die Klassen			70%	28%	1%	1%
Summe (100 %)			4			

Tabelle 21: Nutzungsverteilung - Nacht

Die Lage der Flugstrecken kann **Bild A7** im Anhang entnommen werden. Das **Datenblatt 5** [52] zeigt die gemäß AzD vorgesehenen Tabellenblätter (die u. a. das DES enthalten), die als "verwendete Eingangsgrößen" der vorliegenden Schallausbreitungsrechnung zugrunde liegen.

4.9 Flugkorridore

Zur Berücksichtigung der seitlichen Abweichung der Flüge von der festgesetzten Flugstrecke wird jeder Flugstrecke ein Flugkorridor mit einer Korridorbreite $b(\sigma)$ zugeordnet.

Die Verteilung der Flugbewegungen über den Flugkorridor wird durch eine Aufteilung des Korridors in eine ungerade Anzahl von gleich breiten Teilkorridoren realisiert. Der Anteil der Vorbeiflüge von Luftfahrzeugen auf einem Flugweg (also innerhalb eines Teilkorridors) an der Anzahl der auf der Flugstrecke verkehrenden Luftfahrzeuge ergibt sich durch Integration der Verteilungsfunktion $v(\eta)$ über den Teilkorridor. Insgesamt werden der Fluglärmrechnung bis zu 15 Teilkorridore zu Grunde gelegt.

Die Mittellinie eines Teilkorridors wird als Flugweg bezeichnet. Die Flugwege und die zugehörigen Teilkorridore werden ausgehend von der Flugstrecke nach außen fortlaufend nummeriert: Die Flugstrecke als Korridormittellinie bekommt die laufende Nummer 1, die links zur Richtung der Flugstrecke liegenden Flugwege erhalten geradzahlige, die rechts davon liegenden Flugwege ungeradzahlige Nummern.

Die nachfolgende Abbildung zeigt diese Zerlegung beispielhaft für 5 Teilkorridore.

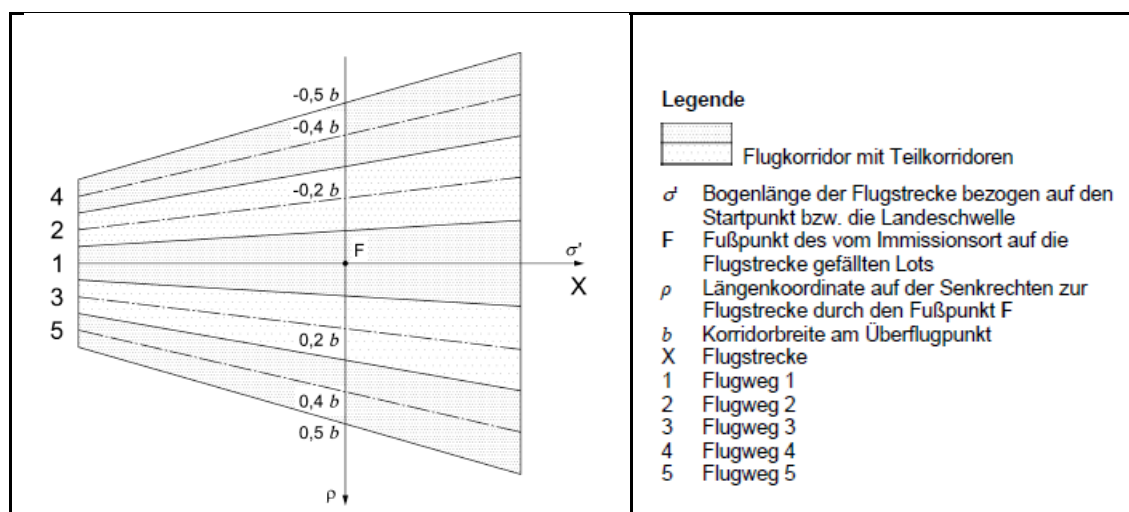


Abbildung 9: Aufteilung einer Flugstrecke mit Flugkorridor in fünf Flugwege

Die nachfolgende Tabelle zeigt diese Anteile für die Zerlegung in 15 Teilkorridore.

Flugweg Nr.	n-Koordinate des Flugwegs	Anteil an Flugbewegungen [%]
1	0.000	12,48
2/3	-/+ 0,067	12,02
4/5	-/+ 0,133	10,76
6/7	-/+ 0,200	8,80
8/9	-/+ 0,267	6,39
10/11	-/+ 0,333	3,87
12/13	-/+ 0,400	1,65
14/15	-/+ 0,467	0,27

Tabelle 22: Parameter für die Zerlegung eines Flugkorridors in 15 Teilkorridore

Die Lage der Flugkorridore kann **Bild A8** im Anhang entnommen werden.

4.10 Flugbetrieb und Flugverfahren

Das luftrechtliche Eignungsgutachten sowie das vorliegende Gutachten wurden erstellt auf der Grundlage der Richtlinien und Empfehlungen der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO²⁶. Für die Erstellung des Schallausbreitungsmodells sind des weiteren zu beachten die europäische Verordnung (EU) Nr. 965/2012 sowie die Flughandbücher (Flight Manual) und Betriebsvorschriften der Hubschrauberhersteller, insbesondere die darin festgelegten An- und Abflugverfahren.

Der Flugbetrieb ist nur unter Sichtflugwetterbedingungen (VMC – Visual Meteorological Conditions) nach Sichtflugregeln (VFR – Visual Flight Rules) zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr zulässig. Hiervon sind jedoch seltene Ausnahmen bei Gefahr für Leib und Leben eines Notfallpatienten nicht ausgeschlossen.

Grundsätzlich sind **Startverfahren unter Berücksichtigung eines möglichen Triebwerksausfalls** nichts ungewöhnliches, sondern sowohl bei Flugzeugen als auch bei Hubschraubern Bestandteil des Flugverfahrens. Dabei wird prinzipiell unterschieden, ob der Triebwerksausfall vor einem bestimmten Punkt - an dem eine bestimmte Fluggeschwindigkeit oder Höhe erreicht wird - erfolgt ist oder danach. Im ersten Fall wird der Start abgebrochen. Im anderen Fall wird der Flug fortgesetzt und ein sogenanntes Fehlanflugverfahren eingeleitet. In die Beurteilung von Fluglärmsituationen gehen diese „Stör-Fälle“ nicht ein, da ihr Eintreten nicht prognostizierbar ist.

²⁶ Internationale Richtlinien und Empfehlungen - Flugplätze, Anhang 14 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt; Band II Hubschrauberflugplätze, umgesetzt in deutsches Recht durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Genehmigung der Anlage und des Betriebs von Hubschrauberflugplätzen vom 19.12.2005

Die durch die Benutzung des Landeplatzes entstehenden **Geräusche am Boden** werden im Rahmen dieses Gutachtens nicht betrachtet, da diese Geräusche nicht dem Fluglärm sondern dem Bodenschall zugerechnet werden. Diese Geräuschquellen können in aller Regel vernachlässigt werden, da sie innerhalb des Untersuchungsgebietes einen Beitrag zum Beurteilungspegel liefern, der mehr als 10 dB unter dem niedrigsten darzustellenden Fluglärmpegel liegt. Außerdem werden diese Geräusche durch Gebäude weitgehend abgeschirmt.

Die Geräusche beim **Leerlaufbetrieb** des Hubschraubers vor dem Start oder nach der Landung sind gegenüber den Geräuschen während des Landeanfluges oder des Starts vernachlässigbar und tragen ebenfalls nicht zum Gesamtgeräusch bei.

Warmlaufphasen für Triebwerke entfallen, da die eingesetzten modernen Hubschraubertypen ein Warmlaufen der Turbinen nicht mehr vorsehen. Ferner ist der Betreiber bemüht, einen Leerlaufbetrieb und unnötige Aufwärmphasen aus Kostengründen zu vermeiden.

Triebwerksprobeläufe finden in der Regel nicht auf dem Landeplatz statt, sondern nach Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten in einer Werft.

Nach gängiger Rechtsauffassung werden Triebwerksprobeläufe, Bewegungen von Straßenfahrzeugen (Tankfahrzeuge, etc.) auf dem Flugplatzgelände dem *Bodenschall* und nicht dem *Fluglärm* zugeordnet. Auch der Lärm durch den Zubringer- und Lieferverkehr wird nicht zum Fluglärm gerechnet.

4.11 Ergebnisunsicherheiten der Prognose

Wie alle rechnerischen Untersuchungen von zu erwartenden Schallimmissionen sind auch die Ergebnisse der Fluglärmuntersuchungen mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Die Unsicherheit von Fluglärmrechnungen wird hauptsächlich durch mehrere Faktoren²⁷ beeinflusst:

- Unsicherheiten im akustischen Modell (Schallemissionen, Steigwinkel, Richtcharakteristik, Schallausbreitung) sowie Variationen in den Leistungssetzungen je nach Gewicht und Flugsegment,
- Unsicherheiten in der mengenmäßigen und typenspezifischen Belegung von Flugrouten,

²⁷ Thomann, Georg (2007): Mess- und Berechnungsunsicherheit von Fluglärmbelastungen und ihre Konsequenzen. ETH Zürich, Diss.-Nr. 17433, November 2007

- Unsicherheiten im prognostizierten Flottenmix,
- Unsicherheiten bei der Modellierung der Flugwege (Streuungen im Steigprofil und in den Flugspuren),
- Einfluss der meteorologischen Bedingungen (Windrichtung und -stärke, Temperatur) auf die Schallausbreitung.

Die zugrunde liegenden flugbetrieblichen Datensätze definieren für jede Flugzeuggruppe ein Flughöhenprofil sowie den Verlauf der Fluggeschwindigkeit und der Triebwerksleistung (in Form eines sog. „Zusatzpegels“) während des An- bzw. Abflugvorganges. Diese Daten wurden bei der Erarbeitung sowohl der AzB/84, AzB/99 als auch der AzB 2008 anhand der Messungen von automatischen Fluglärmüberwachungsanlagen an den deutschen Verkehrsflughäfen überprüft.

Maßgeblich wird die Unsicherheit der Fluglärmrechnung durch die Modellierung der Schallquelle und der Schallausbreitung bestimmt. Die verwendeten Richtcharakteristiken sind vereinfacht.

Bei einer relativ konstanten Typenzusammensetzung des Hubschraubermixes können sich durch die Abweichungen der Daten eines Hubschraubertyps von den für die entsprechende Flugzeugklasse veröffentlichten Daten Unterschiede zwischen berechneten und durch Messungen^{28 29} ermittelten Ergebnissen ergeben. Da sich die **Daten der Flugzeugklassen jedoch vorrangig an den Hubschraubermustern mit den höchsten Schallemissionen orientieren**, führt dies in der Regel zu einer Überschätzung der zu erwartenden Fluglärmbelastung. Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung liegen somit auf der „sicheren“ Seite.

Unsicherheiten in der Belegung von Flugrouten (Flugbewegungszahlen) in der Größenordnung von 20 Prozent können lokal zu Unsicherheiten in der Belastung bei gleich bleibendem Flottenmix von 1 dB führen, bei 10 Prozent sind es 0,5 dB.

Die Streuung der Mittelungspegel aufgrund von Abweichungen von der Flugstrecke im Nahbereich eines Landeplatzes und meteorologische Einflüsse wirken sich aufgrund der Mittelung über einen langen Zeitraum (6 Monate) nur geringfügig aus. Lokale Unsicherheiten von maximal 0,5 dB können auftreten.

²⁸ Luftfahrtbundesamt; Veröffentlichung der Lärmwerte für Luftfahrzeuge

²⁹ List 3: Helicopters Date: 15. 06. 2006 Noise Level Noise Limit Type/Model Engine, ICAO Annex 16

In der Untersuchung „Bewertung und Berechnung von Fluglärm“³⁰ vergleicht Isermann und Schmid gemessene und mit dem AzB-Verfahren berechnete Werte für die Messstellen des Flughafens Frankfurt. Sie kommen zu dem Schluss, dass die globale Unsicherheit 1 bis 2 dB betrage (etwa 1 dB im Mittel in ca. 10-15 km Entfernungsbereich um den Flughafen und etwa 2 dB im Entfernungsbereich von ca. 20 bis 25 km).

Insgesamt muss in der vorliegenden Prognoserechnung von einer Unsicherheit im Sinne einer Standardunsicherheit von ± 2 dB ausgegangen werden. Weiterhin kann festgestellt werden, dass konventionelle Fluglärmrechnungsverfahren mit der Annahme standardisierter Bedingungen tendenziell höhere Immissionspegel liefern; sie schätzen den Fluglärm eher konservativ ab³¹.

30 Isermann, U. & R. Schmid (1999). Bewertung und Berechnung von Fluglärm. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Strömungsmechanik, Abteilung Messverfahren und Strömungsanalysen. FE-Nr. L-2/96-50144/96. Juli 1999.

31 Binder, Uta (2010) Meteorologisch bedingte Unsicherheiten bei der Berechnung von Fluglärm. DAGA 2010: 36. Jahrestagung für Akustik, 15.-18. März 2010, Berlin, Deutschland. ISBN 978-3-9808659-8-2.

5 Schallausbreitungsrechnung - Ergebnisse

5.1 Lärmkonturkarten

Die **Berechnung** der **energieäquivalenten Dauerschallpegel** L_{pAeq} erfolgt an den Punkten eines rechtwinkligen Gitters. Die **Maschenweite** des Gitters beträgt **10 m**. Die Achsen des Rechengitters sind parallel zu den Rechts- und Hochachsen des verwendeten Koordinatensystems. Die Berechnung erfolgt in der **Höhe $h_r = 4$ m über Grund**.

Die **Darstellung der energieäquivalente Dauerschallpegel** erfolgt in Form von Flächen gleichen Schalldruckpegels mit einer Stufung von 5 dB(A). Die Farbgebung der Lärmkonturenkarte wurde dabei soweit wie möglich den Vorgaben der DIN 18005 Teil 2 ³² angepasst:

Beurteilungspegel	Farbe
35 .. 40 dB(A)	gelbgrün
40 .. 45 dB(A)	türkisgrün
45 .. 50 dB(A)	schwefelgelb
50 .. 55 dB(A)	braunbeige
55 .. 60 dB(A)	pastellorange
60 .. 65 dB(A)	verkehrsrot

Tabelle 23: Farbgebung der Lärmkonturenkarte – DIN 18005 Teil 2

Innerhalb der jeweiligen Farbstufen sind in 1 dB(A)-Schritten Linien gleichen Schalldruckpegels eingetragen.

Die Lärmkonturkarte, die Lage der Flugrouten und die Lage der Immissionspunkte können dem **Bild A9** im Anhang entnommen werden.

Die im Folgenden aufgeführten Rechenergebnisse bzw. Beurteilungspegel für Immissionspunkte werden punktgenau berechnet. Hierbei können Abweichungen zu den Pegeln in den Konturkarten auftreten. Maßgeblich für die abschließende Beurteilung sind daher die punktgenauen Ergebnisse.

Berechnet man **Pegelhäufigkeitskriterien** (also z.B. NAT-Konturen) auf der Basis der in der AzB 2008 festgeschriebenen Berechnungsvorschrift, so führt dies in der Regel zu Konturverläufen, die ausgeprägte Sprung- und Abbruchstellen zeigen³³. Dies rührt daher,

³² DIN 18005 Teil 2, Ausgabe September 1991, Schallschutz im Städtebau - Lärmkarten - Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen

³³ U. Isermann, R. Schmid: Bewertung und Berechnung von Fluglärm. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr,

dass sich für eine bestimmte Flugzeuggruppe nach dem AzB-Verfahren an einem vorgegebenen Immissionsort ein einziger, diskreter Maximalpegelwert ergibt. In der Realität wird jedoch für ein bestimmtes Flugzeugmuster eine Pegelverteilung – und kein diskreter Einzelwert – gemessen. Eine grafische Darstellung der Pegelhäufigkeitskriterien ist daher u.E. nicht sachgerecht und wird in der vorliegenden Untersuchung nicht durchgeführt.

5.2 Einzelpunktberechnungen

Stellvertretend für die unmittelbare Nachbarschaft wurden der Beurteilung mehrere **maßgebliche Immissionspunkte** zugrunde gelegt. Im Rahmen der schalltechnischen Untersuchung werden für den Flugbetrieb am Landeplatz die nachfolgenden schalltechnischen Bewertungsmaße berechnet:

- energieäquivalente Dauerschallpegel L_{pAeq}
- Maximalschalldruckpegel $L_{pAS,max}$ während eines einzelnen Vorbeiflugs

Hinweis: Im vorliegenden Fall werden der Beurteilung nur sehr wenige Nachtflüge innerhalb der verkehrsreichsten 6 Monate zugrunde gelegt. Eine Diskussion der Pegelhäufigkeiten NAT (z.B. 6 x 68 dB(A)) ist nicht aussagekräftig, da die NAT sich auf die einzelne Nacht beziehen. Im Mittel ergeben sich im vorliegenden Fall vernachlässigbar wenige Flugbewegungen pro Nacht. Eine weitere Beurteilung entfällt daher.

Die Lage der Flugrouten und die Lage der Immissionspunkte kann dem **Bild A9** im Anhang entnommen werden.

Die zugrunde gelegten Geometriedaten der Immissionspunkte zeigt die **Tabelle A1** im Anhang.

5.3 Ergebnisse der Fluglärmberechnung

Nach einem Urteil³⁴ des OVG Hamburg sind Zuschläge etwa für Tonhaltigkeit, Impulshaltigkeit und Zeiten erhöhter Empfindlichkeit (sogenannte „Ruhezeiten“) nicht anzusetzen. Somit kann der ermittelte äquivalente Dauerschallpegel dem **Beurteilungspegel** gleichgesetzt werden.

Beurteilungsgrößen, die auf dem energieäquivalenten Dauerschallpegel L_{pAeq} basieren, sind geeignet, langfristige Wirkungen zu beschreiben, während mit Spitzen- oder Maximalpegeln Akutwirkungen besser beschrieben werden können. Aus diesem Grund wird häufig gefordert, insbesondere für den Fluglärm zusätzlich **maximalpegelorientierte Kriterien** zu diskutieren.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die auf ganzzahlige Pegelwerte gerundeten **energieäquivalenten Dauerschallpegel** L_{pAeq} für die Tages- und Nachtzeit³⁵ und **Maximalschalldruckpegel** $L_{pAS,max}$ **während eines einzelnen Vorbeiflugs** im Vergleich mit den angenommenen **Werten und Kriterien des § 2 Abs. 2 FlugLärmG**³⁶ (vgl. Abs. 2.2)

³⁴ Urteil des OVG Hamburg Az. 3 E 32/98.P vom 03.09.2001

³⁵ Maximalwertabschätzung: Nicht planbare dringliche Einsätze können bei Gefahr für Leib und Leben eines Notfallpatienten nicht vollständig ausgeschlossen werden.

³⁶ Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (FlugLärmG) vom 31. Okt. 2007 (BGBl. I, Nr. 56 vom 9.11.2007, S. 2551)

Ort	Beurteilungspegel energieäquivalenter Dauerschallpegel	Beurteilungspegel energieäquivalenter Dauerschallpegel	kurzzeitige Maximalpegel während eines einzelnen Vorbeiflugs	Werten und Kriterien des § 2 Abs. 2 FlugLärmG
	reale Nutzungs- verteilung	reale Nutzungs- verteilung		
	L_{pAeq} (außen) dB(A)	L_{pAeq} (außen) dB(A)	$L_{pAS,max}$ (außen) dB(A)	L_{pAeq} (außen) dB(A)
	tags	nachts	tags u. nachts	tags / nachts
IP1	40	28	93	55 / 50
IP2	43	31	94	55 / 50
IP3	44	32	94	55 / 50
IP4	43	31	95	55 / 50
IP5	47	35	95	55 / 50
IP6	48	36	95	55 / 50
IP7	39	28	90	55 / 50
IP8	41	29	88	55 / 50
IP9	42	30	87	55 / 50
IP10	43	32	87	55 / 50
IP11	43	31	90	55 / 50
IP12	42	30	91	55 / 50
IP13	37	26	89	55 / 50
IP14	42	30	93	55 / 50
IP15	42	30	94	55 / 50
IP16	27	15	72	55 / 50

Tabelle 24: Beurteilungspegel und kurzzeitige Maximalpegel

5.4 Immissionsschutzrechtliche Beurteilung - Mittelungspegel

An allen **Immissionspunkten** liegen die **Beurteilungspegel außen vor dem Fenster**

- Tag $L_{pAeq}(\text{außen}) \leq 48 \text{ dB(A)}$
- Nacht $L_{pAeq}(\text{außen}) \leq 36 \text{ dB(A)}$

Unter den getroffenen Annahmen werden durch die ermittelten Beurteilungspegel für die 6 verkehrsreichsten Monate des Prognosejahres an den maßgeblichen Immissionspunkten die von uns zu Grunde gelegten **schalltechnischen Richtwerte sicher eingehalten**. Tagsüber werden folglich erhebliche Belästigungen und unzumutbare Kommunikationsstörungen vermieden und nachts erhebliche Belästigungen und Störungen des Schlafs.

5.5 Immissionsschutzrechtliche Beurteilung - Maximalschalldruckpegel

An allen **Immissionspunkten** liegen die **kurzzeitigen Maximalschalldruckpegel während eines einzelnen Vorbeiflugs außen vor dem Fenster**

- $L_{pAS,max}(\text{außen}) \leq 95 \text{ dB(A)}$.

Der **Präventive Richtwert** zur Vermeidung von **Hörschäden** von $L_{max} = 95 \text{ dB(A)}$ und der **Kritische Toleranzwert** von $L_{max} = 115 \text{ dB(A)}$ werden überall **unterschritten** (vgl. Abs. 2.3). Die mit dem Vorhaben verbundenen Lärmauswirkungen erreichen bei Weitem nicht die o.g. Grenze zur Gesundheitsgefährdung.

Die berechneten Pegel sind sogenannte Außenpegel. Der sogenannte Innenpegel $L_{p,innen}$ im Raum kann aus dem Außenpegel $L_{p,außen}$ vor dem Fenster unter Berücksichtigung des mittleren Schalldämm-Maßes $R'_{w,Fenster}$ für ein gekipptes bzw. geschlossenes Fenster abgeschätzt werden. Für ein gekipptes Fenster (Lüftungsstellung) kann gemäß §3 FlugLärmG sowie VDI 2719³⁷ ein mittleres Schalldämm-Maß von 15 dB³⁸ zugrundegelegt werden. Aktuelle Messungen im Rahmen einer DLR-Studie³⁹ führten sogar zu einer mittleren Pegeldifferenz von 18,4 dB(A) für ein gekipptes Fenster. Bei geschlossenen

³⁷ VDI Richtlinie 2719 "Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen"

³⁸ Die Verwendung einer grundsätzlichen Schallpegeldifferenz von 15 dB(A) zwischen innen und außen bei Spaltlüftung/gekipptem Fenster wurde sowohl durch Messungen, Berechnungen, Gerichtsurteilen bestätigt.

³⁹ Leiser Flugverkehr, Basner, M., Buess, H., Elmenhorst, D., Gerlich, A., Luks, N., Maaß, H., Mawet, L., Müller, E.-W., Müller, U., Plath, G., Quehl, J., Samel, A., Schulze, M., Vejvoda, M., Wenzel, J. (2004): DLR Forschungsbericht 2004-07/D, Nachtfluglärmwirkungen, Band 1, Zusammenfassung

Fenstern wurde eine Verminderung eines Einzelschallpegels um mindestens 28 dB berücksichtigt (gem. Beschluss des OVG Hamburg⁴⁰). Dieser Wert ist als sehr "konservativ" zu betrachten, da im Regelfall in den letzten Jahrzehnten aus Wärmeschutzgründen⁴¹ 2-Scheiben-Isolierverglasung verwendet wurden. Für ein geschlossenes Mehrscheiben-Isolierglas kann ein mittleres Schalldämm-Maß von 30 bis 40 dB angenommen werden.

Vereinfacht lassen sich die Innenpegel $L_{p,innen}$ im Raum wie folgt abschätzen:

$$L_{p,innen} = L_{p,außen} - R'_{w,Fenster}$$

$$L_{p,innen} = 95 \text{ dB(A)} - 28 \text{ dB} = 67 \text{ dB(A)} \text{ bei geschlossenen Fenstern und}$$

$$L_{p,innen} = 95 \text{ dB(A)} - 15 \text{ dB} = 80 \text{ dB(A)} \text{ bei gekippten Fenstern}$$

Folglich liegen während eines einzelnen Vorbeiflugs an allen Immissionspunkten die **kurzzeitigen Maximalschalldruckpegel im Innern der Gebäude**

$$\rightarrow L_{pAS,max}(innen) \leq 80 \text{ dB(A)}.$$

Die Berechnung zeigt, dass hier ein Erreichen der *Präventiven Richtwerte* und *Kritischen Toleranzwerte* für Maximalpegel (vgl. Kap. 2.3) der Höhe und der Häufigkeit nach schon außen sicher nicht zu erwarten ist und die Werte innerhalb von Gebäuden auch bei in Kippstellung geöffneten Fenstern jeweils deutlich unterschritten werden. Im Fazit kommt die Untersuchung zu dem Ergebnis, dass nach den vorliegenden Erkenntnissen von diesen Spitzenpegeln **keine Gefahren für die Gesundheit der Nachbarn** ausgehen.

⁴⁰ vgl. Beschluss Az. 3 Bs 112/06, Hamburgisches OVG, 15. Dezember 2006

⁴¹ siehe Wärmeschutzverordnung und Energieeinsparverordnung

6 Zusammenfassung

Der Vorhabenträger beabsichtigt, einen Hubschrauberlandeplatz zu errichten, der den Anforderungen der ICAO⁴² genügt.

Die Festlegung der An- und Abflugflächen sowie der Nutzungsverteilung erfolgte in dem zu Grunde liegenden luftrechtlichen Eignungsgutachten unter Auswertung der vorherrschenden Hauptwindrichtungen, der Windstatistik, den vorhandenen Hindernissen und unter Berücksichtigung der vorhandenen Wohnbebauung. Die angenommenen Flugbewegungszahlen entsprechen der Zielplanung für das Prognosejahr.

Für das luftrechtliche Genehmigungsverfahren nach § 6 LuftVG waren die durch den Betrieb des Landeplatzes zu erwartenden Lärmimmissionen zur Tages- und Nachtzeit⁴³ gesondert zu ermitteln und zu beurteilen.

Die konstanten äquivalenten Dauerschalldruckpegel (Fluglärmkonturen) wurden für ausgewählte Immissionspunkte, die von den prognostizierten Fluglärmimmissionen besonders betroffen sind, ergänzend auch flugbetriebsbedingte schalltechnische Bewertungsmaße am Hubschrauberlandeplatz ermittelt:

- energieäquivalente Dauerschallpegel L_{pAeq}
- Maximalschalldruckpegel $L_{pAS,max}$ während eines einzelnen Vorbeiflugs

Die Berechnung und Beurteilung erfolgte entsprechend AzB 2008 durch Vergleich mit den Werte und Kriterien des § 2 Abs. 2 FlugLärmG.

Eine Beurteilung der flugbetriebsbedingten Maximalpegel während eines einzelnen Vorbeiflugs erfolgte anhand neuerer Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung sowie gesetzlicher Rahmenbedingungen. Unter den genannten Voraussetzungen werden durch die Maximalpegel die *Präventiven Richtwerte* und *Kritischen Toleranzwerte zur Vermeidung von Hörschäden* unterschritten.

Im Fazit kommt die Untersuchung zu dem Ergebnis, dass nach den vorliegenden Erkenntnissen aufgrund der Höhe und der Häufigkeit von Lärmereignissen durch Start-

⁴² Internationale Richtlinien und Empfehlungen - Flugplätze, Anhang 14 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt; Band II Hubschrauberflugplätze, umgesetzt in deutsches Recht durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Genehmigung der Anlage und des Betriebs von Hubschrauberflugplätzen vom 19.12.2005

⁴³ Maximalwertabschätzung: Nicht planbare dringliche Einsätze können bei Gefahr für Leib und Leben eines Notfallpatienten nicht vollständig ausgeschlossen werden.

und Landevorgänge von Hubschraubern sowohl hinsichtlich der Dauerschalldruckpegel als auch der Maximalpegel keine Gefahren für die Gesundheit der Nachbarn ausgehen.

Bei der vorliegenden Untersuchung handelt es sich um eine Maximalwertabschätzung:

- Die prognostizierten Flugbewegungszahlen für das Bezugsjahr (plus zehn Jahre) wurden konservativ abgeschätzt und bilden den oberen Vertrauensbereich ab.
- Ferner wurden als Erhebungszeit die sechs verkehrsreichsten Monate des Prognosejahres (180 Tage) zugrunde gelegt.
- Hierbei wurde auch die Verteilung der Flugbewegungen über sogenannte Flugkorridore berücksichtigt.
- Bei der Berechnung wurden die Luftfahrzeugklasse H1.1 (1,0 t bis 3,0 t) und Luftfahrzeugklasse H1.2 (3,0 t bis 5,0 t) zu Grunde gelegt. Da sich die Daten der Flugzeugklassen jedoch vorrangig an den Hubschraubermustern mit den höchsten Schallemissionen der Klasse orientieren, führt dies zu einer Überschätzung der zu erwartenden Fluglärmbelastung. Die konkret zu beurteilenden Hubschrauber Christoph 3 vom Typ AIRBUS Helicopter EC 135 T2+ sowie Christoph Rheinland vom Typ AIRBUS Helicopter H 145 (BK 117 D-2) weisen deutlich geringere Schallemissionen aus. Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung liegen somit auf der „sicheren“ Seite.
- Bei der Schallausbreitungsrechnung wird das Rückwärtsstartverfahren (VTOL-1: Vertical Take-Off) von einem erhöht liegenden oder eingeschränkten Hubschrauberlandeplatz (elevated or restricted Heliports) berücksichtigt.

ENDE DES TEXTTEILS

Anlagen

A1 Literaturverzeichnis

Die Berechnung und Beurteilung der Geräuschimmissionen erfolgt nach

- [1] Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (**FlugLärmG**) vom 31. Okt. 2007 (BGBl. I, Nr. 56 vom 9.11.2007, S. 2551)
- [2] Luftverkehrsgesetz (LuftVG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 698), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 5. August 2010 (BGBl. I S. 1126) geändert worden ist
- [3] 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 Nr. 64 vom 29.12.2008 S. 2980)
- [4] Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 2. FlugLSV) V. v. 08.09.2009 BGBl. I S. 2992 (Nr. 58); Geltung ab 15.09.2009
- [5] Baunutzungsverordnung (BauNVo) vom 23.1.1990; BGBl. I, S. 132
- [6] Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB 2008) vom 19. November 2008 (BAnz. Nr. 195a vom 23. Dezember 2008)
- [7] Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb (AzD) vom 19. November 2008 (BAnz. Nr. 195a vom 23. Dezember 2008)
- [8] Landeplatz-Fluglärmleitlinie LAI - Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der Fluglärmimmissionen in der Umgebung von Landeplätzen (Hinweise zu Fluglärm an Landeplätzen), in der von der Länderarbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz - LAI (115. Sitzung) - beschlossenen Fassung vom 12.03.2008
- [9] DIN 45684 Teil 1, Akustik - Ermittlung von Fluggeräuschimmissionen an Landeplätzen – Teil 1: Berechnungsverfahren, 2013
- [10] DIN 18005 Teil 1, Ausgabe Juli 2002
Schallschutz im Städtebau - Grundlagen und Hinweise für die Planung
- [11] Beiblatt 1 zur DIN 18005 Teil 1, Mai 1987
Schallschutz im Städtebau
- Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung
- [12] DIN 18005 Teil 2, Ausgabe September 1991, Schallschutz im Städtebau - Lärmkonturkarten - Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen
- [13] VDI Richtlinie 2719, Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen
- [14] DIN 4109, Schallschutz im Hochbau; Anforderungen und Nachweise
- [15] DIN 45687, Akustik - Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen
- [16] Schallausbreitungs-Software CadnaA, Version 4.5 (32 Bit), DataKustik GmbH

- [17] Technical Note, Modellierung von Hubschrauber-Rückwärtsstarts mit CadnaA-FLG, TN1101d HEME V01, DataKustik GmbH, Stand 2011-05-25
- [18] Flugbetrieb im Luftrettungsdienst; Nachweis Steigleistung bei Flugbetrieb nach Flugleistungsklasse 1; Schreiben AZ LFB-18 05 06 LRZ-, Bundespolizei-Fliegergruppe, Luftfahrtbetrieb, 53757 Sankt Augustin, 01.08.2015
- [19] Internationale Richtlinien und Empfehlungen - Flugplätze, Anhang 14 zum Abkommen über die internationale Zivilluftfahrt; Band II Hubschrauberflugplätze, umgesetzt in deutsches Recht durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Genehmigung der Anlage und des Betriebs von Hubschrauberflugplätzen vom 19.12.2005
- [20] Verordnung (EU) Nr. 965/2012 der Kommission vom 05.10.2012 (Amtsblatt der Europäischen Union L 296/1 vom 25.10.2012, vierte Ausgabe vom Februar 2016; rechtskräftig in Deutschland ab 29.10.2014)
- [21] Modellierung von Hubschrauber-Flugverfahren für Fluglärmrechnungen, T. Myck Umweltbundesamt, B. Vogelsang Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz und A. Krüger Der Senator für Wirtschaft und Häfen, Bremen, 36. Deutsche Jahrestagung für Akustik - DAGA 2010, 15.-18. März 2010 in Berlin
- [22] Infrastruktur-Consult (ICL): Erläuterungen zum Rückwärtsstartverfahren und der erforderlichen Hindernisfreiheit am Beispiel des Hubschraubertyps EC 135, Dortmund 2008
- [23] Thomann, Georg (2007): Mess- und Berechnungsunsicherheit von Fluglärmbelastungen und ihre Konsequenzen. ETH Zürich, Diss. -Nr. 17433, November 2007
- [24] Luftfahrt-Bundesamt; Veröffentlichung der Lärmwerte für Luftfahrzeuge
- [25] List 3: Helicopters Date: 15. 06. 2006 Noise Level Noise Limit Type/Model Engine, ICAO Annex 16
- [26] Isermann, U. & R. Schmid (1999). Bewertung und Berechnung von Fluglärm. Deutsches Zentrum für Luft- und
- [27] Raumfahrt (DLR), Institut für Strömungsmechanik, Abteilung Messverfahren und Strömungsanalysen. FE-Nr. L-2/96-50144/96. Juli 1999.
- [28] Binder, Uta (2010) Meteorologisch bedingte Unsicherheiten bei der Berechnung von Fluglärm. DAGA 2010: 36. Jahrestagung für Akustik , 15.-18. März 2010 , Berlin, Deutschland. ISBN 978-3-9808659-8-2.
- [29] U. Isermann, R. Schmid: Bewertung und Berechnung von Fluglärm. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, FE-Bericht Nr. L-2/96-50144/96. Göttingen, 20.07.2000.
- [30] Griefahn, B, Jansen, G., Scheuch, K., Spreng, M.: Fluglärmkriterien für ein Schutzkonzept bei wesentlichen Änderungen oder Neuanlagen von Flughäfen / Flugplätzen, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49, Nr. 5, S.171 ff., September 2002.
- [31] Fluglärmschutzkonzept der sogenannten Synopse auf dem Prüfstand neuerer Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung sowie gesetzlicher Rahmenbedingungen - Teil 1, Lärmbekämpfung 4/2007, Seite 135-142

- [32] Fluglärmschutzkonzept der sogenannten Synopse auf dem Prüfstand neuerer Erkenntnisse der Lärmwirkungsforschung sowie gesetzlicher Rahmenbedingungen - Teil 2, Lärmbekämpfung 5/2007, Seite 187-193
- [33] Bewertung und Auswirkungen von unzumutbaren Belästigungen durch Fluglärm, Institut für Umwelthygiene, Zentrum für Public Health, Universität Wien, Im Auftrag von: BMVIT - II/L1 (Luftfahrtrecht und Flugsicherung), 15.06.2009

Von unserem Auftraggeber wurden uns folgende **Lagepläne** und **Untersuchungen** zur Verfügung gestellt.

- [34] Auszug aus dem Liegenschaftskataster
- [35] Deutsche Grundkarte M 1:5000, DGK5, Räumliches Bezugssystem: ETRS89/UTM, Dateiformat: TIFF, Selektionskoordinaten:
X: 371847.8 - Y: 5681496.0
X: 371847.8 - Y: 5682819.0
X: 373548.0 - Y: 5682819.0
X: 373548.0 - Y: 5681496.0
X: 371847.8 - Y: 5681496.0
Bezirksregierung Köln, Dezernat 74 - Geodatenzentrum, Geodateninfrastruktur
50606 Köln
- [36] Digitales Geländemodell, 10 m Raster, DGM10, Räumliches Bezugssystem: ETRS89/UTM, Selektionskoordinaten:
X: 371847.8 - Y: 5681496.0
X: 371847.8 - Y: 5682819.0
X: 373548.0 - Y: 5682819.0
X: 373548.0 - Y: 5681496.0
X: 371847.8 - Y: 5681496.0
Bezirksregierung Köln, Dezernat 74 - Geodatenzentrum, Geodateninfrastruktur
50606 Köln
- [37] Luftbild, DOP20 Farbe, Räumliches Bezugssystem: ETRS89/UTM, Selektionskoordinaten:
X: 371847.8 - Y: 5681496.0
X: 371847.8 - Y: 5682819.0
X: 373548.0 - Y: 5682819.0
X: 373548.0 - Y: 5681496.0
X: 371847.8 - Y: 5681496.0
Bezirksregierung Köln, Dezernat 74 - Geodatenzentrum, Geodateninfrastruktur
50606 Köln

- [38] Flächennutzungsplan, Stadt Wuppertal, Stand 2016
- [39] Bebauungsplan Nr. 146 der Stadt Wuppertal
- [40] Bebauungsplan Nr. 259 der Stadt Wuppertal
- [41] Bebauungsplan Nr. 525 der Stadt Wuppertal
- [42] Bebauungsplan Nr. 666 der Stadt Wuppertal
- [43] Bebauungsplan Nr. 722 der Stadt Wuppertal
- [44] Bebauungsplan Nr. 775 der Stadt Wuppertal
- [45] Bebauungsplan Nr. 810B der Stadt Wuppertal
- [46] Lageplan zur Bauvoranfrage, M 1:500, 2016-018-JI, 23.03.2016
- [47] Lageplan zur Bauvoranfrage, M 1:1000, 14-146-GP-20-LP.pdf, 29.04.2016
- [48] Lageplan gesamt, Nr. 14-146-GP-20-LP, M1:1000, Stand 13.05.16
- [49] Ansichten und Schnitte, 29.04.2016
- [50] Schreiben vom 18.10.2019, Helios Klinikum Wuppertal, Prognose Flugbewegungen
- [51] Gutachten über die Eignung eines geplanten erhöhten Hubschrauberflugplatzes (Dachlandeplatz) auf dem HELIOS Universitätsklinikum Wuppertal, Heusnerstraße 40, 42283 Wuppertal-Barmen vom 14.05.2020, mit den Anlagen 01 bis 10, HeliportDesign Carloff GmbH aus Essen, Gunter Carloff
- [52] Datenblatt 5 gemäß AzD, Tabellenblätter, die u. a. das DES enthalten, Datum 14.05.2020

A2 Abkürzungen

AzB	Bezeichnung des Fluglärmberechnungsverfahrens .Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen"
AzD	Anleitung zur Datenerfassung über den Flugbetrieb
BR	Betriebsrichtung / Flugbetriebsrichtung
dB(A)	Dezibel (A-bewerteter Schallpegel)
DES	Datenerfassungssystem als Datengrundlage für die Fluglärmberechnung
DIN	Verbandzeichen des Deutschen Instituts für Normung e.V.
FB	Flugbewegung / Flugbewegungen
ft NN	foot (1 ft ca. 0.305 m) bezogen auf Normal Null (NN)
Hz	Hertz (Einheit der Frequenz)
IP	Immissionspunkt
L _{Aeq}	energieäquivalenter Dauerschallpegel
L _{Amax}	A-bewerteter Maximalpegel
lg	Dekadischer Logarithmus (Basis 10)
MW	Arithmetischer Mittelwert
NAT	Number Above Threshold (Schwellenwertkriterium, das die Häufigkeit angibt, mit der ein bestimmter Maximalpegel L _{Amax} (Schwellenwert) erreicht oder überschritten wird)
NN	Normal Null
SLB	Start- und Landebahn
UTM	Geodätisches Koordinatensystem Universal Transverse Mercator (Ellipsoid und Datum WGS84 oder Ellipsoid GRS80. Datum ETRS89)
v	Geschwindigkeit
v _{max}	Maximale Geschwindigkeit
VFR	Visual flight rules (Sichtflugregeln)

A3 Begriffsdefinitionen

Landeplatz

Festgelegtes Gebiet (einschließlich der Gebäude, Anlagen und Ausrüstung), das ganz oder teilweise für Ankunft, Abflug und Bewegungen von Luftfahrzeugen bestimmt ist.

Flugplatzbezugspunkt

Punkt, der die geographische Lage eines Landeplatzes bestimmt.

Flugbewegung

Start oder Landung.

A-bewerteter Schalleistungspegel

L_{WA} , zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der A-bewerteten Schalleistung zur Bezugsschalleistung $P_0 = 1 \text{ pW}$.

Flugbahn

Angenommene Bewegungslinie eines Luftfahrzeuges im Raum, deren Projektion auf die Bezugsebene mit dem Flugweg übereinstimmt.

Flugstrecke

Festgelegte oder üblicherweise benutzte Streckenführung, die von Luftfahrzeugen eingehalten werden soll. Es werden Abflugstrecken und Anflugstrecken unterschieden.

Flugweg

Projektion der tatsächlichen Flugbahn des Luftfahrzeugs auf die Bezugsebene zur Berücksichtigung der seitlichen Abweichung der Flüge von der Flugstrecke.

Ausgangsquellenhöhe

h_0 , Höhe der Ersatzschallquelle des Luftfahrzeuges über der Piste bei Beginn oder Ende der Flugbewegung.

Flughöhe

h , Höhe der Flugstrecke über Grund.

Fluglärm

Lärm von Flugzeugen und Hubschraubern beim Start, bei der Landung oder während des Fluges wird als Fluglärm bezeichnet.

Äquivalenter Dauerschallpegel L_{pAeq}

Charakteristisch für die Lärmbelastung durch Flugverkehr ist der Wechsel zwischen intensiven, kurzzeitigen Lärmereignissen und von der Verkehrsdichte abhängigen 'Lärmpausen'. Als Maß für die durchschnittliche Lärmbelastung in einem gegebenen Zeitraum wurde daher der A-bewertete äquivalente Dauerschallpegel eingeführt. Er ist eine Rechengröße, die aus dem am Messort registrierten Schallpegelverlauf der einzelnen Lärmereignisse und dem Verhältnis aus der Summe der Ereignisdauern und der Gesamtmesszeit bestimmt wird.

Der äquivalente Dauerschallpegel L_{pAeq} ist das grundlegende Fluglärmbewertungsmaß des novellierten Fluglärmgesetzes FlugLärmG. Der L_{pAeq} wird über die 16 Tagesstunden von 6 bis 22 Uhr und über die Nachtstunden von 22 bis 6 Uhr ermittelt.

Die äquivalenten Dauerschallpegel für die Tages- und Nachtzeit ergeben sich aus unkorrigierten Werten:

$$L_{pAeq,Tag}^* = 10 \cdot \lg \left[\frac{15 \cdot T_0}{T_E} \sum_{i=1}^{N_{Tag}} 10^{0,1 \cdot L_{pAE,i}} \right] \text{ dB}$$

$$L_{pAeq,Nacht}^* = 10 \cdot \lg \left[\frac{3 \cdot T_0}{T_E} \sum_{i=1}^{N_{Nacht}} 10^{0,1 \cdot L_{pAE,i}} \right] \text{ dB}$$

mit:

$L_{pAeq,Tag}^*$	unkorrigierter Wert des äquivalenten Dauerschallpegels für den Tag (6.00 bis 22.00 Uhr)
$L_{pAeq,Nacht}^*$	unkorrigierter Wert des äquivalenten Dauerschallpegels für die Nacht (22.00 bis 6.00 Uhr)
T_E	Erhebungszeit in s ($T_E = 1,5552 \times 10^7$ s, d. h. 180 Tage)
T_0	Bezugszeit ($T_0 = 1$ s)
T_r	Beurteilungszeit. Beurteilungszeiten von 6.00 bis 22.00 Uhr (Tag) und 22.00 bis 6.00 Uhr (Nacht).
Σ	Summe über alle Flugbewegungen während der Erhebungszeit T_E
N_{Tag}	Flugbewegungen während der Beurteilungszeit T_r zwischen 6.00 und 22.00 Uhr
N_{Nacht}	Flugbewegungen während der Beurteilungszeit T_r zwischen 22.00 und 6.00 Uhr
i	laufender Index des einzelnen Fluglärmereignisses
$L_{pAE,i}$	A-bewerteter Schallleistungspegel, ermittelt aus der Geräuschemission des Luftfahrzeuges unter Berücksichtigung des Abstandes zur Flugbahn und der Schallausbreitungsverhältnisse

Maximalschalldruckpegel $L_{pAS,max}$

Maximalschalldruckpegel – höchster hervorgerufener AS-bewerteter Einzelschallpegel des Fluglärmereignisses. Der Parameter, der die Störwirkung eines Geräusches am meisten bestimmt, ist der Maximalschalldruckpegel. Von ihm wird bestimmt, wie stark sich das Geräusch aus den vorhandenen Hintergrundgeräuschen heraushebt. Der Maximalschalldruckpegel geht zum einen in die Berechnung eines weiteren Fluglärm-bewertungsmaßes (Dauerschallpegel) ein, ist aber zum anderen auch ein eigenständiges Kriterium zur Bewertung der Fluglärmsituation. So ist die Störwirkung abhängig von der Höhe und der Häufigkeit auftretender Maximalschalldruckpegel. Dieser Maximalschalldruckpegel kann z. B. zur Beurteilung der Aufweckwahrscheinlichkeit zur Nachtzeit herangezogen werden.

Häufigkeits-Maximalschallpegelkriterien $NAT(L_{p,Schw})$

Das Häufigkeits-Maximalpegelkriterium $NAT(L_{p,Schw})$ ist im § 2 des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm definiert. Dieses Kriterium gibt an, wie oft ein vorgegebener Schwellenwert $L_{p,Schw}$ durch die Maximalschalldruckpegel der Flugbewegungen in dieser Bezugszeit überschritten wird (NAT = „Number Above Threshold“, Überschreitungshäufigkeit):

$$NAT(L_{p,Schw}) = \sum_{i=1}^{N_{Nacht}} F(L_{pAS,max,i}) \quad \text{mit} \quad F(L_{pAS,max,i}) = \begin{cases} 1 & \text{für } L_{pAS,max,i} > L_{p,Schw} \\ 0 & \text{für } L_{pAS,max,i} \leq L_{p,Schw} \end{cases}$$

Dabei ist:

$L_{pAS,max,i}$ AS-bewerteter Maximalschalldruckpegel der i-ten Flugbewegung in der Beurteilungszeit T_{Nacht}

N_{Nacht} durchschnittliche Anzahl der innerhalb einer Nacht auftretenden Flugbewegungen

Vorbeiflüge einer Luftfahrzeuggruppe im Abstand s erzeugen nicht immer den gleichen Maximalschalldruckpegel am Immissionsort. Gruppiert man für einen Immissionsort die Maximalschalldruckpegel aller Flugbewegungen während der Bezugszeit, so ergibt sich eine Maximalschalldruckpegel-Verteilung. In der Praxis beobachtet man Pegelverteilungen, die – für eine feste Kombination von Flugzeugtyp und Flugweg – nahezu einer Normalverteilung entsprechen. Um dieser Tatsache Rechnung zu tragen, verwendet man eine Normalverteilung mit der Luftfahrzeuggruppenspezifischen Standardabweichung und integriert über den Teil der Verteilung, der oberhalb des im Häufigkeits-Maximalpegelkriterium spezifizierten Schwellenwerts liegt.

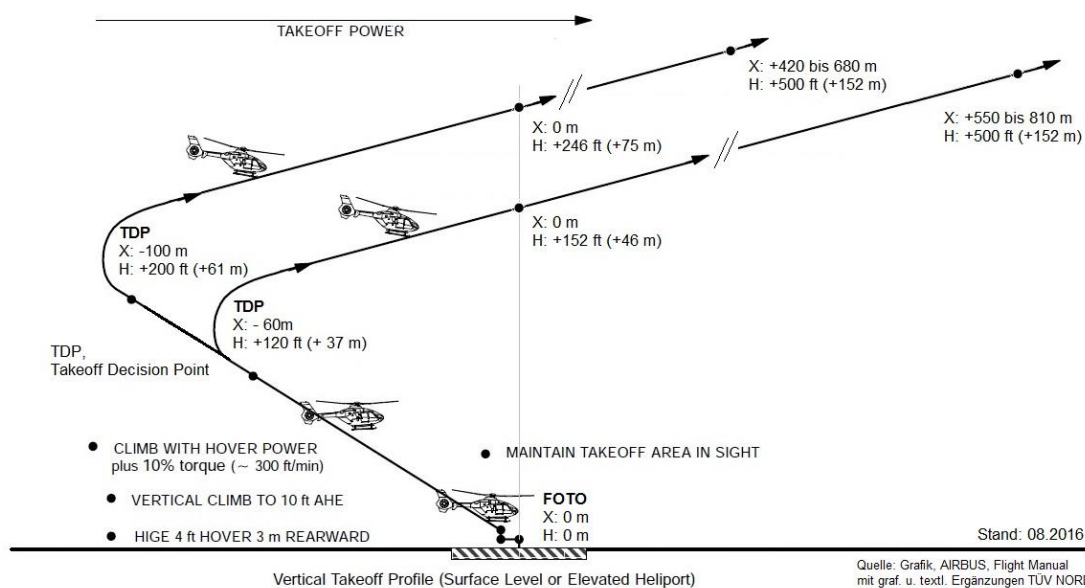
A4 Tabelle Immissionspunkte

Bezeichnung	Höhe		Koordinaten (UTM)		
			X	Y	Z
	(m)		(m)	(m)	(m)
IP1	4.00	r	32372880.24	5682143.51	206.39
IP2	4.00	r	32372836.18	5682087.50	204.39
IP3	4.00	r	32372816.39	5682046.62	201.48
IP4	4.00	r	32372792.08	5681994.73	197.91
IP5	4.00	r	32372765.08	5681937.86	193.86
IP6	4.00	r	32372752.20	5681910.59	192.32
IP7	4.00	r	32373002.65	5682112.68	196.06
IP8	4.00	r	32372915.74	5681957.18	191.11
IP9	4.00	r	32372834.25	5681820.70	182.34
IP10	4.00	r	32372739.87	5681768.41	190.37
IP11	4.00	r	32372616.57	5681756.45	201.53
IP12	4.00	r	32372553.63	5681751.39	204.43
IP13	4.00	r	32372483.20	5681679.46	211.64
IP14	4.00	r	32372400.38	5681745.94	213.19
IP15	4.00	r	32372432.60	5681827.40	207.53
IP16	4.00	r	32372151.67	5682501.86	204.46

A5 Grafik Take-off Profile AIRBUS EC 135

Rückwärtsstartverfahren (VTOL-1: Normal Vertical Take-Off)

erhöht liegender oder eingeschränkter Landeplatz (elevated or restricted helipads)



FLIGHT MANUAL EC 135 P2+
 VTOL (1) – SURFACE LEVEL OR ELEVATED HELIPORTS

TDP Height (ft)	Rearward Take-off Distance (m)	Minimum Height (ft)	Height achieved VTOS ¹⁾ (ft)	Continued Takeoff Distance (m)
120	60	35	50	170
140	70	55	70	160
160	80	75	90	150
180	90	95	110	140
200	100	115	130	130

¹⁾ Height at which VTOS and positive rate of climb are achieved.

Quelle: AIRBUS, Flight Manual
 Table C2 Distances and Heights with Variable TDP / Elevated Helipad



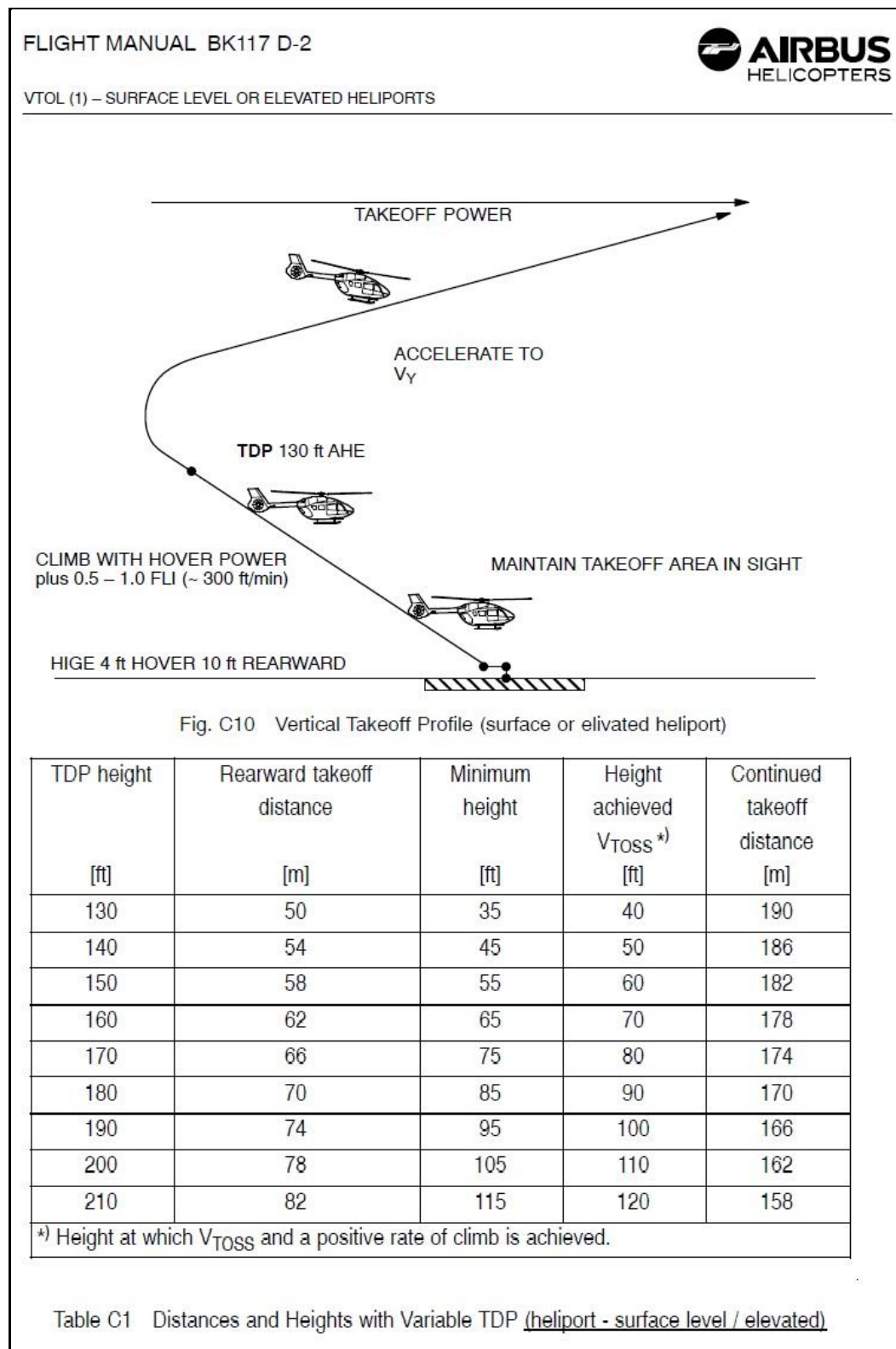
FLIGHT MANUAL EC 135 T3 (CPDS)
 VTOL (1) – SURFACE LEVEL OR ELEVATED HELIPORTS

TDP Height (ft)	Rearward Take-off Distance (m)	Minimum Height (ft)	Height achieved VTOS ¹⁾ (ft)	Continued Takeoff Distance (m)
120	60	35	50	120
130	65	45	60	115
140	70	55	70	110
150	75	65	80	105
160	80	75	90	100
170	85	85	100	95
180	90	95	110	90
190	95	105	120	85
200	100	115	130	80

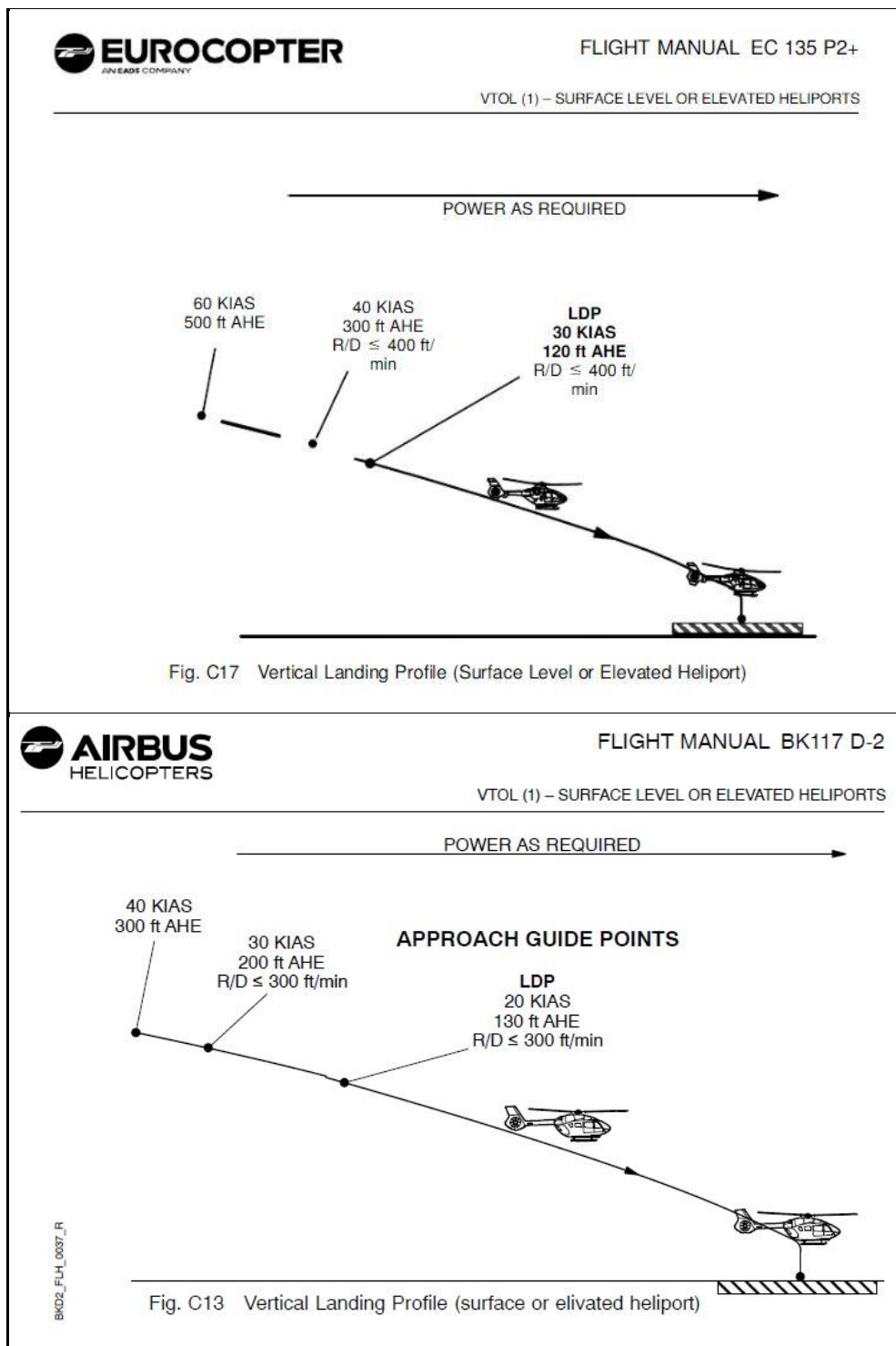
¹⁾ Height at which VTOS and positive rate of climb are achieved.

Quelle: AIRBUS, Flight Manual
 Table C1 Distances and Heights with Variable TDP / Surface Level or Elevated Helipad

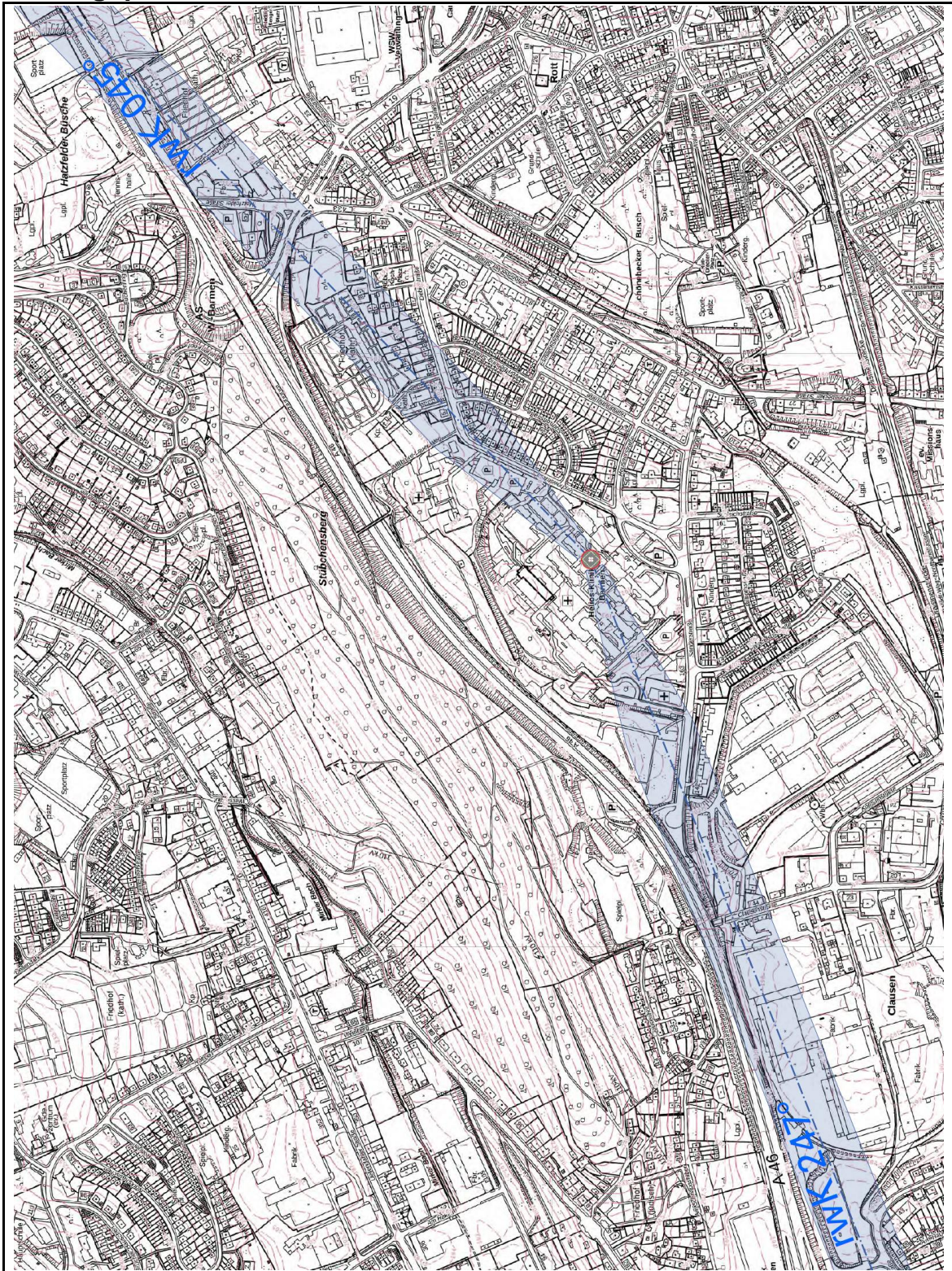
A6 Grafik Take-off Profile AIRBUS BK117



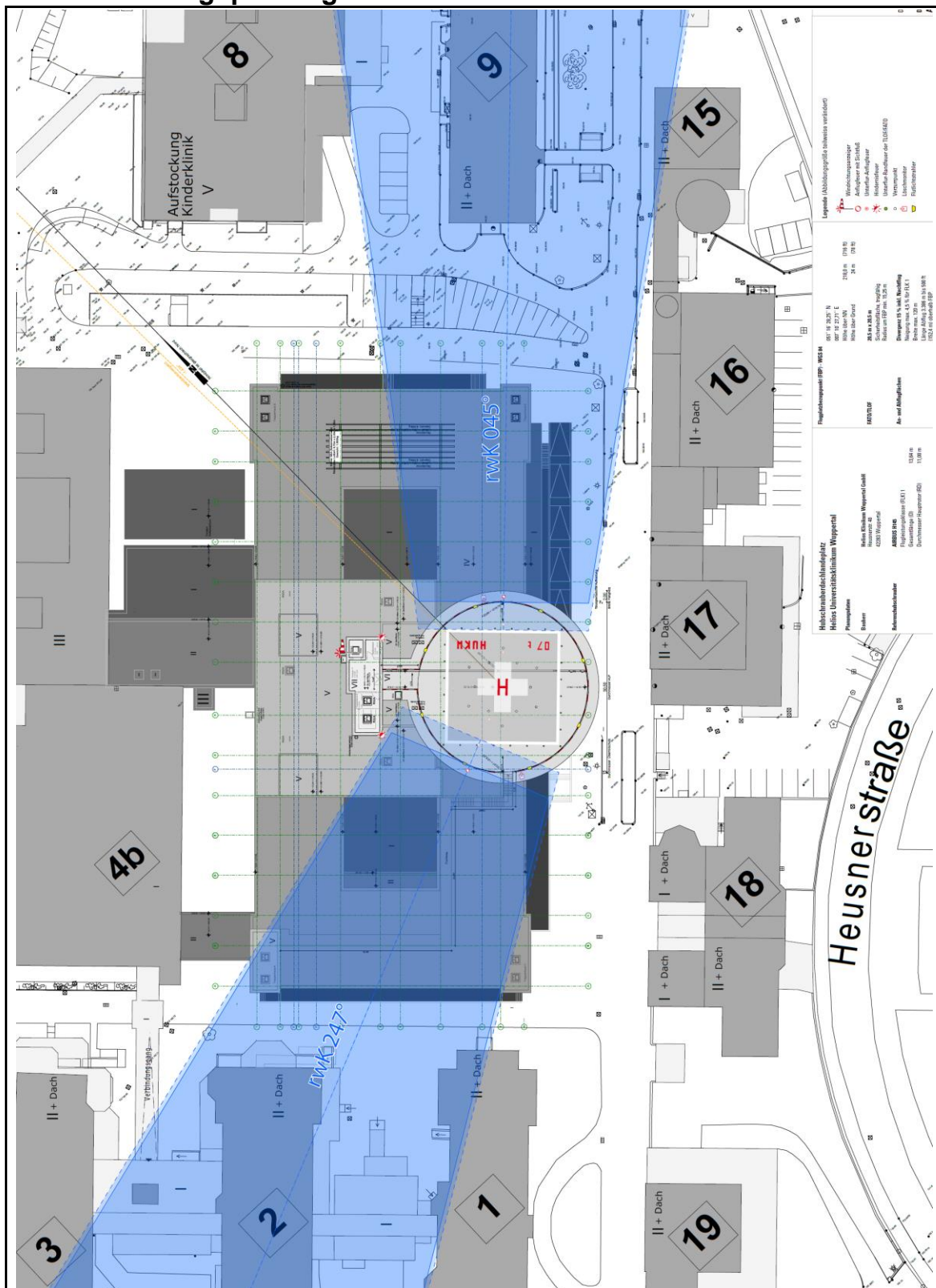
A7 Grafik Landing Profile EUROCOPTER EC 135/EC 145



A8 Lageplan



A9 Ausführungsplanung



A10 Geländemodell in 3D (Blick aus Richtung Süd)



Blick aus Richtung Südost



Blick aus Richtung Nordwest

Stand 2016

Autor Stadt Wuppertal

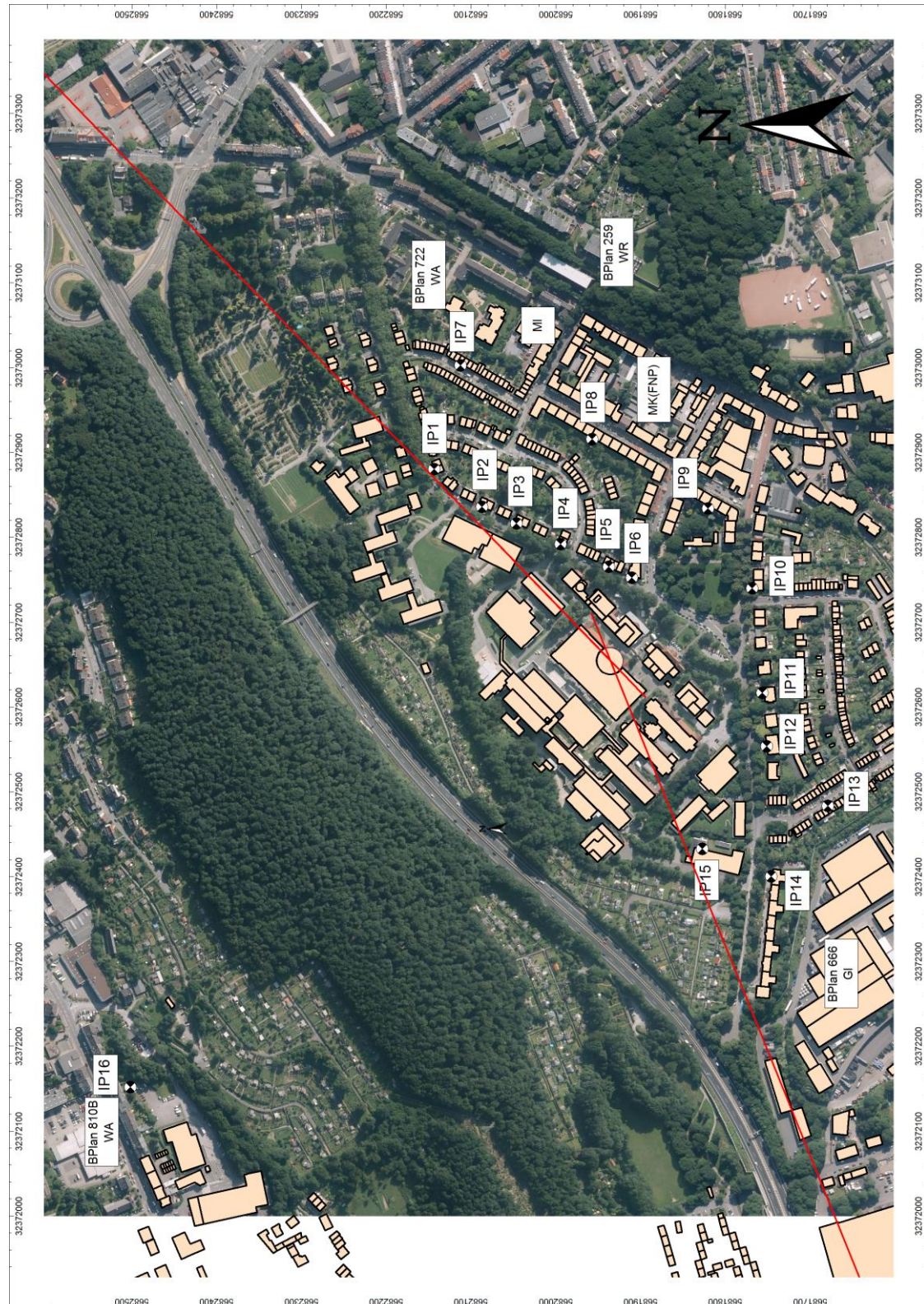
Datum 20.09.2016

Maßstab 1:4888

KEIN AMTLICHER AUSZUG

Dieser Ausdruck ist gesetzlich geschützt. Vervielfältigungen, Umarbeitungen, Veröffentlichungen oder die Weitergabe an Dritte nur mit Zustimmung des Herausgebers, ausgenommen Vervielfältigungen und Umarbeitungen zur innerbetrieblichen Verwendung bei Behörden oder zum eigenen Gebrauch.

A13 Luftbild



A14 Lage der Immissionspunkte und der Flugkorridore



[illegible]

**A16 Lärmkonturenkarte L_{pAeq} - Nacht, 4 m ü.B.
 (Mittelwert 6 Monate, reale Nutzungsverteilung)**

