



ADF c/o Fluglärmkommission • Postfach 600727 • 60337 Frankfurt

An die Vertreterinnen und Vertreter
der Presse

Vorsitzender

Stadtrat Paul-Gerhard Weiß, Offenbach
paul-gerhard.weiss@offenbach.de

Geschäftsführerin

Anja Wollert, LL. M.
E-Mail: info@flk-frankfurt.de
Fluglärmkommission Frankfurt
Postfach 60 07 27
60337 Frankfurt
Tel.: 069 / 97690-788

Offenbach, 16. November 2023

92. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Fluglärmkommissionen Fluglärmschutz: Lärmwirkungsforschung zeigt dringenden Handlungsbedarf des Bundesgesetzgebers auf

Für die wesentlichen gesetzlichen Regelungen zum Schutz der Bevölkerung vor Fluglärm ist der Bund zuständig. Das zuletzt im Jahr 2007 angepasste Fluglärmschutzgesetz regelt dabei vor allem baulichen Schallschutz und Bauverbote. Die dafür maßgeblichen Auslöseschwellen beinhalten gleichzeitig wichtige Vorwertungen, die für die Planung und Genehmigung von Flughafenausbauten maßgeblich sind und haben daher eine große rechtliche und lärmfachliche Bedeutung. Bereits im Jahr 2019 hatte die damalige Bundesregierung einen zwischen dem Bundesverkehrsministerium und dem Bundesumweltministerium abgestimmten Evaluationsbericht¹ vorgelegt, in dem konkreter Reformbedarf am Fluglärmschutzgesetz erkannt wurde. Auch die aktuelle Bundesregierung hat im Koalitionsvertrag einen entsprechenden Prüfauftrag vereinbart.

An dieser Stelle setzen die Ergebnisse eines auf der 92. Tagung der ADF vorgestellten Gutachtens zur „Aktualisierung der Evaluierung der Forschungsergebnisse zur Wirkung von Fluglärm auf den Menschen“ an, das von Prof. Dr. Andreas Seidler (TU Dresden), Prof. Dr. Rainer Guski (Ruhr Uni Bochum) und Dr. Dirk Schreckenber (Zeus GmbH) und ihren Teams erarbeitet wurde.

Auf der Grundlage der Erkenntnisse einer systematischen Literaturanalyse zum aktuellen Stand der Lärmwirkungsforschung haben die WissenschaftlerInnen ein zweistufiges Schutzkonzept abgeleitet, um die Bevölkerung vor den drohenden Gesundheitsrisiken hinreichend zu schützen.

Von besonderer Bedeutung ist dabei die Entwicklung einer kritischen Grenze akzeptierbarer Gesundheitsrisiken in Form einer zwingenden Auslöseschwelle. Ab Überschreiten dieser Werte muss aus Sicht der WissenschaftlerInnen Gesundheitsschutz organisiert werden, da die gesundheitlichen Risiken bei noch höheren Fluglärmpegeln ohne Schutzmaßnahmen nicht akzeptierbar sind.



		Bisher		Neu: Zwingende Auslöseschwellen		Neu: Präventive Auslöseschwellen	
		Bestands- flugplätze	Änderungs- -flugplätze	Bestands- flugplätze	Änderungs- -flugplätze	Bestands- flugplätze	Änderungs- -flugplätze
Tag-Schutzzone 1	$L_{Aeq,Tag}$	65 dB	60 dB	56 dB	56 dB	49 dB	49 dB
Tag-Schutzzone 2	$L_{Aeq,Tag}$	60 dB	55 dB	51 dB	51 dB	44dB	44 dB
Nacht-Schutz--zone	$L_{Aeq,Nacht}$	55 dB	50 dB	44 dB	44 dB	40 dB	40 dB
	L_{Amax}	6 * 57 dB (innen)	6 * 53 dB (innen)	vorläufig: 6 * 53 dB (innen)			

Quelle: Gutachten „Aktualisierung der Evaluierung der Forschungsergebnisse zur Wirkung von Fluglärm auf den Menschen“

Der Vorsitzende der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Fluglärmkommissionen (ADF), der Offenbacher Stadtrat Paul-Gerhard Weiß, fasste die Forderungen der Fluglärmkommissionen wie folgt zusammen: „Wir danken den im Bereich der Lärmwirkungsforschung langjährig erfahrenen WissenschaftlerInnen für diese umfangreiche Auswertung und nachvollziehbar begründete Ableitung von Grenzwerten für die Weiterentwicklung des Fluglärmschutzgesetzes. Das Gutachten zeigt: Es besteht dringender Handlungsbedarf! Der Bundesgesetzgeber ist jetzt gefordert, die bundesgesetzlichen Regelungen zu überarbeiten und für hinreichenden Schutz der Bevölkerung zu sorgen. Es geht darum, die Menschen durch aktiven und passiven Schallschutz vor dem Lärm zu schützen und nicht den Lärm vor den Menschen!

Auch die Schlechterstellung des Schutzniveaus von Bestandsflughäfen, Bestandsgebäuden und Gebäuden, die zu einem früheren Zeitpunkt mit passivem Schallschutz ausgestattet wurden, sind ein unhaltbarer Zustand zu Lasten der Bevölkerung, der beendet werden muss. Die Gesundheit der Betroffenen muss an allen Standorten gleichermaßen geschützt werden, und zwar auf dem von den WissenschaftlerInnen abgeleiteten Schutzniveau!“

Die VertreterInnen der Fluglärmkommissionen Deutschlands treffen sich zweimal jährlich, um auf der Tagung der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Fluglärmkommissionen (ADF) aktuelle Aufgabenstellungen rund um das Thema „Verbesserung des Fluglärmschutzes“ zu beraten. Die Herbsttagung am 16. und 17. November 2023 findet am Flughafenstandort Frankfurt in der besonders stark von Fluglärm betroffenen Großstadt Offenbach statt.

Anja Wollert, LL.M.
Geschäftsführerin

ⁱ Vgl. <https://www.bmuv.de/download/erster-bericht-der-bundesregierung-zur-evaluierung-des-gesetzes-zum-schutz-gegen-fluglaerm-fluglaermgesetz>

Gutachten - Zusammenfassung

Aktualisierung der Evaluierung der Forschungsergebnisse zur Wirkung von Fluglärm auf den Menschen

Im Auftrag von

Fluglärmenschutzverein Rhein-Main e. V.
Postfach 600727, 60337 Frankfurt am Main

Projektbearbeitung

Prof. Dr. phil. Rainer Guski
Dr. rer. nat. Dirk Schreckenber
Julia Kuhlmann, M.Sc. Psychologie

ZEUS GmbH,
Zentrum für angewandte Psychologie,
Umwelt- und Sozialforschung
Sennbrink 46, 58093 Hagen

Prof. Dr. med. Andreas Seidler, MPH
Dr. rer. nat. Melanie Schubert
Dr. rer. medic. Karla Romero Starke

Technische Universität Dresden
Medizinische Fakultät
Institut und Poliklinik
für Arbeits- und Sozialmedizin
Fetscherstr. 74, 01307 Dresden

Datum: 08.11.2023

Zusammenfassung

Das Fluglärmgesetz (FluLärmG) ist primär ein Gesetz, das die Bodennutzung rings um Flughäfen regelt. Anknüpfungspunkt für die Bodenordnung ist der in Schutzzonen gegliederte Lärmschutzbereich (§ 2 Abs. 1, § 4). In den Schutzzonen gegliederte Lärmschutzbereiche definiert (§ 2 Abs. 1, § 4), in denen Verbote, Pflichten und Ansprüche zu den erfassten Grundstücken (§ 9 Abs. 7) geregelt sind. Die im Gesetz geregelten Nutzungsbeschränkungen und der bauliche Schallschutz sollen dem Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen durch Fluglärm dienen (§ 1).

Der Lärmschutzbereich eines Flugplatzes wird durch die jeweils zuständige Landesregierung festgesetzt und entsprechend der Lärmbelastung in zwei Schutzzonen für den Tag und eine Schutzzone für die Nacht gegliedert. Die im FluLärmG genannten Werte unterscheiden sich nicht nur aufgrund der zutreffenden Schutzzone, sondern auch nach der Art des Flugplatzes: für neue oder wesentlich baulich erweiterte Flugplätze gelten strengere Werte als für bestehende Flugplätze, und für militärische Flugplätze gelten noch weniger strenge Werte.

Nach § 2, S. 3 sollen die „in Absatz 2 genannten Werte unter Berücksichtigung des Standes der Lärmwirkungsforschung und der Luftfahrttechnik“ alle 10 Jahre überprüft werden. Der erste Bericht erschien 2019 und stellte fest, dass „eine umfassende Bewertung der Auswirkungen der Werte [...] aufgrund des bisher noch unvollständigen und auf Teilbereiche beschränkten Umsetzungsstandes bei der Durchführung von Maßnahmen des baulichen Schallschutzes an Wohngebäuden und schutzbedürftigen Einrichtungen in den neu festgesetzten Lärmschutzbereichen noch nicht möglich“ ist (Bundesregierung, 2019, S. 54). Eine aktuelle Evaluation zum Vollzugsstand der 2. FlugLSV (Schütte, 2023) stellt fest, dass die Festsetzung von Lärmschutzbereichen nach § 4 FluLärmG Voraussetzung für die bauliche Beantragung von Schallschutzmaßnahmen ist und an 25 Flugplätzen, für die danach ein Lärmschutzbereich erstmalig bzw. neu festzusetzen war, dies auch erfolgt ist. Die Evaluation zeigt auch, dass die Zahl der Anträge bzw. Anfragen im Vorverfahren bei weitem unter der Zahl der vorhandenen Wohneinheiten im Lärmschutzbereich (Tag-Schutzzone 1 bzw. Nachtschutzzone) liegt.

Bei der Überprüfung des FluLärmG und den Überlegungen der Bundesregierung für eine mögliche Novellierung sollten in der Zwischenzeit neu hinzugewonnene Erkenntnisse aus der Lärmwirkungsforschung berücksichtigt werden. Dazu bedarf es einer Aktualisierung der Evaluierung der Forschungsergebnisse zur Wirkung von Fluglärm auf den Menschen.

Entsprechend war ein wesentliches Ziel dieses Gutachtens, den Forschungsstand seit der NORAH-Studie zur Wirkung von Fluglärm auf den Menschen auf Basis einer systematischen Literaturanalyse aufzuzeigen (Arbeitspaket [AP] 1) und auf dessen Grundlage Empfehlungen für eine mögliche Novellierung des FluLärmG herauszuarbeiten (AP2). Zudem wurde der dauerhafte Abschlag von 5 dB für die Abgrenzung der Lärmschutzbereiche für Bestandsflughäfen gegenüber wesentlich geänderten Flughäfen beurteilt. Im Weiteren wurden die Charité-Evaluierungen (Penzel 2017, Penzel et al., 2017, 2019) zur Wirkung von Fluglärm auf Menschen hinsichtlich der angewendeten Methodik und Empfehlungen beurteilt. Diese Bewertung ist in der Langfassung des Gutachtenberichts dargestellt.

Literaturanalyse zur Wirkung von Fluglärm auf den Menschen

In dieser Teilstudie wurde der Einfluss von Fluglärm auf die Gesundheit auf der Grundlage eines Rapid Reviews untersucht. Die Forschungsfrage lautete „Haben Personen, die gegenüber Fluglärm exponiert sind, ein erhöhtes Risiko für gesundheitliche Beschwerden und Erkrankungen?“ und wurde gemäß PECOS-Schema (Population-Exposition-Comparison-Outcome-Studiendesign) operationalisiert.

Die Literatursuche erfolgte für Literaturstellen publiziert im Zeitraum vom 01. Januar 2015 bis 03. Februar 2023 in den Datenbanken MEDLINE (via Pubmed) und Embase (via Ovid). Berücksichtigt wurden Studien, die sich auf die Allgemeinbevölkerung (P) bezogen. Als Exposition (E) wurde Fluglärm, gemessen oder modelliert, eingeschlossen. Die Vergleichsgruppe (C) bildeten Personen mit keinem (oder allenfalls sehr geringem) Fluglärm. Als Outcome (O) wurden alle gesundheitsrelevanten Parameter, insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen, psychische und neurologische Erkrankungen sowie hochgradige Belästigung und Schlafgestörtheit einbezogen. Als Studiendesign (S) fanden alle Arten von Beobachtungsstudien Berücksichtigung. Der Suchstring wurde auf der Grundlage eines publizierten systematischen Reviews zum gesundheitlichen Einfluss von Fluglärm entwickelt und mittels Schlüsselstudien validiert.

Insgesamt wurden 1435 Publikationen in die Titel-Abstract-Sichtung und 208 Publikationen in die Volltext-sichtung eingeschlossen. Davon entsprachen 61 Publikationen den Einschlusskriterien und wurden in die Studie einbezogen. Die Studien nutzten unterschiedliche Methoden zur Erfassung der Outcomes (Fragebögen, klinische Diagnosen und Verordnungsdaten, Angabe der Medikation).

Die Mehrzahl der Studien kam aus Europa (n=51) und untersuchte erwachsene Frauen und Männer (n=59). Es wurden insgesamt vier Publikationen an vulnerablen Populationen einbezogen: Kleinkinder, Grundschulkindern und Schwangere. Während sich für die Klein- und Grundschulkindern keine eindeutigen Hinweise für einen fluglärmbedingten Einfluss auf das Schlafverhalten fanden, zeigte sich in den beiden Studien an Schwangeren ein erhöhtes Risiko für Schwangerschaftsdiabetes und Frühgeburt durch Fluglärmexposition.

In der Allgemeinbevölkerung wurden insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen als Outcome untersucht. Weitere Outcomes waren Belästigung, Schlafgestörtheit/Schlafstörungen, Depression, andere psychische Beschwerden sowie Gewichtsveränderungen und Diabetes, Asthma, Krebserkrankungen, Kopfschmerzen/Migräne, Hörprobleme/Hörstörungen, Speichelcortisolwerte, DNA-Methylierung und adaptives Verhalten. Im Ergebnis der einzelnen Studien fand sich größtenteils ein gesundheitsschädigender Einfluss von Fluglärm, auch wenn dieser nicht immer statistisch signifikant ausfiel. Weiterhin deuten v.a. die Ergebnisse zu den Herz-Kreislauf-Erkrankungen darauf hin, dass Frauen ein höheres Gesundheitsrisiko durch Fluglärm haben könnten im Vergleich zu den Männern.

Im Rapid Review zu diesem Gutachten wurden publizierte aktuelle Forschungsergebnisse meta-analytisch zusammengefasst. Darüber hinaus wurden in die Meta-Analysen die themenspezifischen Reviews einbezogen, die als Basis für die WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region der Weltgesundheitsorganisation (*World Health Organization, WHO, 2018*) erstellt wurden ("WHO-Reviews")¹. Aus diesen zusammenfassenden Betrachtungen kann Folgendes geschlussfolgert werden: Die Exposition gegenüber Fluglärm erhöht das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, insbesondere das

¹ https://www.mdpi.com/journal/ijerph/special_issues/WHO_reviews

Risiko für tödlich verlaufende Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Außerdem erhöht Fluglärm das Risiko für fluglärmbedingte Belästigung, Schlafgestörtheit und Depression. Der Anteil an hochgradig Belästigten war auf der Grundlage des Rapid Reviews vergleichbar mit den Ergebnissen des WHO-Reviews. Auch der Anteil an hochgradig Schlafgestörten nahm auf der Grundlage unseres Rapid Reviews mit steigendem nächtlichem Fluglärm deutlich zu. Dieser Unterschied könnte allerdings darauf zurückzuführen sein, dass die WHO-Kurve auch Studien beinhaltet, die quellenunspezifisch nach Schlafstörungen gefragt haben. In einer stratifizierten Analyse zeigte sich, dass ein Zusammenhang zwischen hochgradiger Schlafgestörtheit bzw. Schlafstörung und Fluglärmbelastung nur ersichtlich ist, wenn quellenspezifisch erfragt wurde.

Zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Fluglärm bei vulnerablen Populationen wurden nur wenige neue Studien veröffentlicht. Auf Grundlage des Literatur-Updates können dementsprechend keine allgemeingültigen Aussagen getroffen werden.

Konzept für den Schutz vor nicht akzeptierbaren Gesundheitswirkungen von Fluglärm

Für die Empfehlungen zu Novellierungsbedarfen des Fluglärmgesetzes wurde ein Beurteilungssystem mit Schwellenwerten entwickelt, die unterschiedliche Grade des Risikos für schädliche Auswirkungen des Fluglärms auf Anwohnerinnen und Anwohner von Flughäfen bedeuten. Die empirische Grundlage des Schwellenwertsystems wurde durch das Rapid Review mit anschließenden Meta-Analysen gebildet, ergänzt durch die WHO-Reviews und Originaldaten aus aktuellen Untersuchungen. Die behandelten Fluglärm-Effekte umfassen einerseits sog. „Absolute Risiken“ in Form von Prozentsätzen hochgradig belästigter bzw. hochgradig schlafgestörter Personen bei unterschiedlichen Graden der Fluglärmbelastung, andererseits sog. „Relative Risiken“ in Form von Graden der Zunahme von Erkrankungsrisiken bei 10-dB-Pegelzunahme.

Die Stufen des hier vorgeschlagenen **zweistufigen Schutzkonzepts** unterscheiden sich v.a. hinsichtlich der akzeptierbaren Risiken: Für die höchste Schutzstufe (**präventive Grenze akzeptierbarer Gesundheitsrisiken R1**) orientiert es sich nach Möglichkeit an den in den WHO Environmental Noise Guidelines (2018) publizierten Akzeptanz-Werten für optimalen Gesundheitsschutz (z.B. maximal 10% hochgradig Belästigte). Für die **kritische Grenze akzeptierbarer Gesundheitsrisiken (R2)** werden weniger anspruchsvolle Akzeptanzwerte verwendet, die aus gesundheitlicher Sicht gerade noch akzeptierbar erscheinen, dafür aber leichter in Schallschutzmaßnahmen umsetzbar sind (z.B. maximal 25% hochgradig Belästigte). Die verwendeten Akzeptanzwerte richten sich weitgehend nach dem Schweregrad der Erkrankung/Beeinträchtigung (*disability weight, DW*), wie er u.a. im Rahmen von *Burden of Disease*-Studien der WHO quantifiziert wird (Porst et al., 2022; WHO, 2011, 2018). Mit der Orientierung am quantifizierten Schweregrad folgt das vorliegende Gutachten den Vorgehensweisen der WHO in den Environmental Noise Guidelines for the European Region (WHO, 2018) sowie der schweizerischen Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung (EKLb) in ihren Empfehlungen von Grenzwerten für Straßen-, Eisenbahnen- und Fluglärm (EKLb, 2021). Tabelle 0-1 listet die akzeptierbaren Grenzen der Gesundheitsrisiken R1 und R2 für alle untersuchten Wirkungen auf und enthält Hinweise zu deren Herleitung.

Das Schutzkonzept stützt sich auf empirische Ergebnisse zu folgenden Fluglärmeffekten: hochgradige Belästigung, hochgradige Schlafgestörtheit, diagnostizierte Erkrankungen (Depressionen und Bluthochdruck) sowie diagnostizierte Todesursachen (Herzinfarkt, ischämische Herzkrankheit und kardiovaskuläre Erkrankung).

Für das Schutzkonzept wurden zunächst pro Gesundheitswirkungsbereich die Grenzen akzeptierbarer Gesundheitsrisiken R1 und R2 festgelegt. Dies erfolgte für solche Wirkungen, die unabhängig von den Ergebnissen der Meta-Analysen für die Empfehlungen zu den Lärmschutzbereichen als maßgebliche Wirkungen des Umgebungslärms, orientiert an den WHO Environmental Noise Guidelines (WHO, 2018) und neueren Empfehlungen und Befunden (z.B. EKLB, 2021), festgelegt wurden. Dies sind als physische Erkrankungsrisiken Hypertonie, Herzkreislauf-bedingte Erkrankungen wie Herzinfarkt, ischämische Herzkrankheiten und kardiovaskuläre Erkrankungen bzw. die darauf bezogenen Mortalitäten und als psychische Erkrankung die Depression und schließlich hochgradige Lärmbelästigung und Schlafgestörtheit. Anhand der Expositions-Wirkungsbeziehungen, die in den Meta-Analysen im Rahmen des Rapid Reviews erarbeitet wurden, erfolgte eine Herleitung der Akzeptanzgrenzen R1 und R2 pro Wirkungsbereich die Dauerschallpegel-Schwellenwerte für den Tag und für die Nacht. Diese bereichsspezifischen Schwellenwerte wurden im nächsten Schritt zu empfohlenen **Zwingenden Auslöseschwellen** für Maßnahmen zum Schutz vor Fluglärm zusammengefasst. Ferner werden Empfehlungen zu langfristig anzustrebende **Präventive Auslöseschwellen**, oberhalb derer Gesundheitsrisiken durch Fluglärm aus präventiver Sicht möglichst ausgeschlossen werden sollten, gegeben. Hier folgt das Gutachten der Verfahrenslogik der WHO Environmental Noise Guidelines (2018) und empfiehlt als Präventive Auslöseschwellen die Schwellenwerte, mit denen für den Tag und für die Nacht ein Schutz vor Überschreitung aller R1-Risiken der statistisch signifikanten Leitwirkungen erreicht wird. Dabei wird – ebenfalls der WHO (2018) folgend – keine Empfehlung von Auslöseschwellen unter 40 dB ausgesprochen. Sollten sich rechnerisch Auslöseschwellen unter 40 dB ergeben, wird der empfohlene Auslösewert auf 40 dB festgesetzt.

Zur Ableitung der Zwingenden Auslöseschwellen wurde folgendermaßen vorgegangen:

1. Für alle o.g. maßgeblichen Wirkungen wurden die wirkungsspezifischen Schwellenwerte in dB für den Tag ($L_{Aeq,Tag}$) und für die Nacht ($L_{Aeq,Nacht}$) hergeleitet; bei den Erkrankungsrisiken sofern der relative Risikoanstieg pro 10-dB-Pegelanstieg (L_{den} bzw. L_{night}) mindestens 5% beträgt; ein Risikoanstieg, den die WHO in den Environmental Noise Guidelines für kardiovaskuläre Erkrankungen als relevante Gesundheitswirkungsschwelle von Umgebungslärm angibt.
2. Es war nun vorgesehen, jene maßgeblichen Wirkungen als Leitwirkungen für die Empfehlungen zu den Lärmschutzbereichen heranzuziehen, bei denen in den Meta-Analysen signifikante Fluglärmwirkungen (im relativen bzw. absoluten Risiko) identifiziert wurden.

Eine Schwierigkeit ergab sich dabei im Umgang mit den verschiedenen kardiovaskulären Wirkungen, zumal diese Erkrankungen enger als die übrigen Wirkungen miteinander verbunden sind, d.h. sich gegenseitig bedingen bzw. einschließen und die Risiken demzufolge höher miteinander korrelieren. Es wurde entschieden, aus den potenziellen kardiovaskulären Wirkungen die ischämische Herzerkrankung bzw. die dadurch bedingte Mortalität als Leitwirkung auszuwählen, sofern die meta-analytischen Ergebnisse hierzu statistisch signifikant sind. Dies, da die ischämische Herzerkrankungen in den WHO Environmental Noise Guidelines als entscheidende (*critical*) kardiovaskuläre Erkrankung betrachtet wird, zu der Leitlinienwerte genannt werden (WHO, 2018), sie im Anhang III der EU-Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG (Richtlinie (EU) 2020/367 der Kommission, 2020) neben anderen als zu bewertende kardiovaskuläre gesundheitsschädliche Auswirkung des Umgebungslärms aufgeführt ist und sie Erkrankungen wie den Herzinfarkt und die Angina Pectoris einschließt (WHO, 2018). Mortalität wurde dabei der Inzidenz (Neuerkrankung) als Leitwirkung vorgezogen. Sollten zur ischämischen Herzerkrankung oder dadurch bedingten Mortalität keine statistisch signifikanten Risiko-Anstiege aus den Meta-Analysen vorliegen, dann sollten die folgenden Erkrankungsrisiken in absteigender Priorität als kardiovaskuläre Leitwirkungen (mit Mortalität vor Inzidenz) herangezogen werden: kardiovaskuläre Erkrankungen, Herzinfarkt, Hypertonie.

Im Ergebnis sollten eine kardiovaskuläre Erkrankung (bzw. Mortalität), eine psychische Erkrankung sowie die hochgradige Lärmbelastigung und Schlafgestörtheit als Leitwirkungen für die Empfehlungen von Auslöseschwellen herangezogen werden, sofern sie in den Meta-Analysen von AP1 statistisch signifikant waren.

3. Aus den wirkungsspezifischen Schwellenwerten der statistisch signifikanten Leitwirkungen wurde schließlich das Minimum der R2-Schwellenwerte bestimmt und ganzzahlig gerundet als Zwingende Auslöseschwelle für Maßnahmen zum Schutz vor nicht mehr akzeptierbaren Gesundheitswirkungen des Fluglärms empfohlen. Entsprechend wurde das ganzzahlig gerundete Minimum der R1-Schwellenwerte der statistisch signifikanten Leitwirkungen als empfohlene langfristig anzustrebende präventive Auslöseschwelle festgelegt. Liegt diese Schwelle rechnerisch unter 40 dB, wird sie aufgrund der deutlich erhöhten Berechnungsunsicherheit von modellierten Luftverkehrsgeräuschpegeln unterhalb von 40 dB auf 40 dB festgesetzt (s. auch WHO, 2018).

Dem geschilderten Vorgehen folgend empfiehlt das Gutachtenteam die in Tabelle 0-1 dargestellten Grenzen akzeptierbarer Gesundheitsrisiken durch Fluglärm sowie die daraus abgeleiteten und in Tabelle 0-2 gezeigten Auslöseschwellen für Maßnahmen zum Schutz vor nicht mehr akzeptierbaren Gesundheitsrisiken durch Fluglärm.

Tabelle 0-1: Zusammenfassung der empfohlenen Grenzen akzeptierbarer Gesundheitsrisiken durch Fluglärm

Wirkung	Grenzen akzeptierbarer Gesundheitsrisiken		Bemerkung
	R1 präventive Grenze	R2 kritische Grenze	
<i>Relatives Risiko</i>			
Hypertonie	10%	--	<ul style="list-style-type: none"> R1 entspricht in den WHO ENG der Relevanzschwelle für Hypertonie für die Ableitung der Leitlinienwerte (in dB) für Umgebungslärm und wird hier als präventive Grenze verwendet Für R2 kann bei der Hypertonie kein von R1 abweichendes wissenschaftlich vertretbares Risiko benannt werden.
Tod durch Herzinfarkt	2%	5%	<ul style="list-style-type: none"> Angesichts eines Schweregradgewichts $DW = 1$ für Tod liegt der R1 hier unterhalb der in den WHO ENG definierten Relevanzschwellen für ischämische Herzerkrankungen (RR-Erhöhung $\leq 5\%$), da die WHO die Relevanz der Erkrankung (Inzidenz) mit einem $DW = 0,405$ und nicht die Relevanz der Todesfolge beurteilt hat. Setzt man die Schweregradgewichte für Tod und der Inzidenz von Herzerkrankungen ins Verhältnis ergibt sich, dass dem Tod durch eine Herzerkrankung ein 2,5-Mal so hoher Schweregrad wie dem Auftreten der Erkrankung zukommt. Entsprechend wird für R1 für das Herz-Kreislauf-bedingte Mortalitätsrisiko der Faktor 2,5 auf die in den WHO ENG angesetzten 5% relative Risikoerhöhung für die Inzidenz angesetzt. Das führt zu einem $R1 = 5\%/2,5 = 2\%$. Für die Festlegung von R2 wird den WHO ENG gefolgt, in denen zwischen Inzidenz und Mortalität nicht unterschieden wird und für Herzkrankheiten eine relative Risikoerhöhung von 5% angesetzt wird. Somit gilt $R2 = 5\%$.
Tod durch ischämische Herzkrankheit	2%	5%	
Tod durch kardiovaskuläre Erkrankung	2%	5%	

Wirkung	Grenzen akzeptierbarer Gesundheitsrisiken		Bemerkung
	R1 präventive Grenze	R2 kritische Grenze	
<i>Relatives Risiko</i>			
Depression	5%	10%	<ul style="list-style-type: none"> • Depressionserkrankungen weisen unterschiedlich schwere Verläufe auf, weswegen Schweregradgewichte in einer Spannweite von $DW = 0,145 - 0,658$ angegeben wird (Porst et al., 2022). Im Mittel entspricht das einem $DW = 0,4$ und ist damit mit dem Schweregrad einer ischämischen Herzkrankheit vergleichbar. R1 wird deshalb auf 5% festgesetzt; dies ist die Relevanzschwelle, welche in den WHO-ENG (WHO, 2018) für eine ischämische Herzerkrankung festgelegt wurde. • Einer milderen Form der Depression ist ein $DW = 0,145$ zugewiesen, das ist etwa ein Drittel des mittleren $DW = 0,4$. Entsprechend ließe sich für R2 das gegenüber R1 dreifache Risiko als Grenze akzeptierbarer Gesundheitsrisiken ansetzen, diese Grenze würde dann bei 15% liegen. Da aber der EKL (2021) folgend $R2 = 15\%$ für Schlafgestörtheit angesetzt wird und diese nur ein halb so hohes Schweregradgewicht ($DW = 0,07$) (s.u.) als die milde Depression ($DW = 0,145$) aufweist, wird eine strengere R2-Risikogrenze als bei der Schlafgestörtheit als adäquat erachtet und das R2-Risiko für Depression auf 10% festgelegt.
<i>Absolutes Risiko</i>	R1 präventive Grenze	R2 kritische Grenze	
Hochgradige Belästigung (%HA)	10%	25%	<ul style="list-style-type: none"> • R1 entspricht in den WHO ENG (WHO, 2018) der Relevanzschwelle für hohe Lärmbelästigung (HA). • R2 ist ein vor Veröffentlichung der WHO ENG im deutschsprachigen Raum in der Lärmwirkungsfor schung verwendeter, vom SRU (1999, 2004), dem BVG (2006) und der schweizerischen EKL (2021) aufgegriffener Standard zur Definition der „erheblichen Lärmbelästigung“ in der Bevölkerung.
Hochgradige Schlafgestörtheit (%HSD)	3%	15%	<ul style="list-style-type: none"> • R1 entspricht in den WHO ENG (WHO, 2018) der Relevanzschwelle für hohe Schlafgestörtheit (HSD). • R2 entspricht der von der schweizerischen EKL (2021) festgelegten Marge; das akzeptierte HSD-Risiko liegt damit unter dem akzeptierten HA-Risiko (25%), zumal der Schweregrad der Beeinträchtigung (DW) für HSD deutlich über dem für HA (0,01-0,02) liegt.
Absolutes Risiko	Risiko bei einem gegebenem Luftverkehrsgeräuschpegel (hochgradig) beeinträchtigt zu sein.		
Relatives Risiko	Fluglärmbedingte Risikoerhöhung gegenüber Risiko bei geringer Fluglärmbelastung $\leq 45 \text{ dB } L_{Aeq,Tag}$ bzw. $\leq 40 \text{ dB } L_{Aeq,Nacht}$.		
BVG	Bundesverwaltungsgericht		
DW	Schweregradgewicht von Gesundheitsbeeinträchtigungen (<i>disability weight</i>)		
EKL	Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung		
%HA	Prozentanteil hochgradig belästigter (<i>highly annoyed</i>) Personen		
%HSD	Prozentanteil hochgradig schlafgestörter (<i>highly sleep disturbed</i>) Personen		
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen		
WHO-ENG	WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region (WHO, 2018)		

Tabelle 0-2: Übersicht über Auslöseschwellen für den Tag und die Nacht bei unterschiedlichen Stufen akzeptierbarer Gesundheitsrisiken

Wirkung	Akzeptierbares Gesundheitsrisiko		$L_{Aeq,Tag}$ (6-22h)		$L_{Aeq,Nacht}$ (22-06h)	
	R1 präventive Grenze	R2 kritische Grenze	R1 präventive Grenze	R2 kritische Grenze	R1 präventive Grenze	R2 kritische Grenze
Relatives Risiko - Fluglärmbedingte Risikoerhöhung gegenüber Erkrankungsrisiko bei geringer Fluglärmbelastung ≤ 45 dB $L_{Aeq,Tag}$ bzw. ≤ 40 dB $L_{Aeq,Nacht}$.						
Hypertonie (Bluthochdruck)	10%	--	53,9		48,6	
Tod durch Herzinfarkt *	2%	5%	47,6	51,5		
Tod durch ischämische Herzkrankheit	2%	5%	48,0	52,3		
Tod durch Herz-Kreislauf-Erkrankung *	2%	5%	48,2	53,0		
Depression	5%	10%	48,8	52,4		
Absolutes Risiko - Risiko bei einem gegebenem Luftverkehrsgeräuschpegel (hochgradig) beeinträchtigt zu sein.						
Hochgradige Belästigung	10%	25%	43,8	50,8		
Hochgradige Schlafgestörtheit	3%	15%			< 40 dB	43,5
Empfehlungen						
Empfehlung für die Zwingende Auslöseschwelle Minimum von R2-Schwellenwerten statistisch signifikanter Leitwirkungen			51		44	
Empfehlung für die Präventive Auslöseschwelle Entspricht Vorgehen in den WHO Environmental Noise Guidelines (WHO, 2018), d.h. minimaler R1-Wert bzw. 40 dB als unterste Empfehlungsgrenze für Leitlinienwerte (hier: Schwellenwerte)			44		40	
Erläuterungen: Prozentzahlen geben Grade des akzeptierbaren Risikos an. * In Meta-Analyse statistisch nicht signifikante Fluglärmwirkung Fettdruck Schwellenwert statistisch signifikanter Leitwirkung Graudruck Schwellenwert statistisch nicht signifikanter Leitwirkung R1 = präventive Grenze akzeptierbarer Gesundheitsrisiken R2 = kritische Grenze akzeptierbarer Gesundheitsrisiken $L_{Aeq,Tag}$ = A-bewerteter Dauerschallpegel für die Tageszeit von 6 bis 22 Uhr $L_{Aeq,Nacht}$ = A-bewerteter Dauerschallpegel für die Nachtzeit von 22 bis 6 Uhr						

Somit werden empfohlen:

- als Zwingende Auslöseschwellen: $L_{Aeq,Tag}$ = 51 dB für den Tag und $L_{Aeq,Nacht}$ = 44 dB;
- als Präventive Auslöseschwellen: $L_{Aeq,Tag}$ = 44 dB für den Tag und $L_{Aeq,Nacht}$ = 40 dB.

Im FlulärmG sind Lärmschutzbereiche festgelegt – für den Tag (6-22 Uhr) die Tag-Schutzzone 1 und Tag-Schutzzone 2 sowie für die Nacht (22-6 Uhr) die Nachtschutzzone –, in denen bauliche Nutzungsbeschränkungen und baulicher Schallschutz zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen durch Fluglärm sicherzustellen ist (§ 1 FlulärmG). Im praktischen Vollzug betrifft die Unterscheidung der Tag-Schutzonen 1 und 2 im Wesentlichen die Organisation der Nutzungsbeschränkungen und des baulichen Schallschutzes. Die Unterscheidung bedeutet u.a., dass in der Schutzzone 1 Wohnungs- und Hauseigentümer:innen auf Antrag grundsätzlich Anspruch auf Entschädigung bzw. Erstattung von Aufwendungen für bauliche Schallschutzmaßnahmen haben, während in Tag-Schutzzone 2 Aufwendungen für bauliche Schallschutzmaßnahmen selbst zu tragen sind.

Aus Lärmwirkungssicht ist es unerheblich, wie die Organisation von Nutzungsbeschränkungen und des Schallschutzes und dessen Finanzierung innerhalb von Lärmschutzbereichen konkret geregelt ist, so dass sich die Empfehlungen zu den Auslöseschwellen für den Tag auf die Tag-Schutzzone 2 und für die Nacht auf die Nachtschutzzone beziehen. Ein Änderungsbedarf im FlulärmG wird also bei der Festlegung der Schwelle für die Einrichtung eines Lärmschutzbereiches gesehen, innerhalb dessen der Schutz der Allgemeinheit vor Gefahren, erheblichen Nachteilen und erheblichen Belästigungen durch Fluglärm durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen ist. Für die weitere Ausdifferenzierung des Lärmschutzbereichs – hier gegeben in der Aufteilung in Tag-Schutzzone 1 und 2 – gibt es aus Lärmwirkungssicht keine Änderungsempfehlung, so dass die im FlulärmG bestehende pauschale Differenz von 5 dB in den Schwellen für Tag-Schutzzone 1 und 2 beibehalten werden kann. Die o.g. empfohlenen Zwingenden Auslöseschwellen ergeben somit einen Schwellenwert für die Tag-Schutzzone 2 von 51 dB $L_{Aeq,Tag}$ und für die Tag-Schutzzone 1 von 56 dB $L_{Aeq,Tag}$ sowie für die Nachtschutzzone einen Schwellenwert von 44 dB $L_{Aeq,Nacht}$. Als präventive Schwellenwerte werden empfohlen für die Tag-Schutzzone 2 = 44 dB $L_{Aeq,Tag}$, Tag-Schutzzone 1 = 49 dB $L_{Aeq,Tag}$ und für die Nachtschutzzone 40 dB $L_{Aeq,Nacht}$. Empfohlen wird, die Schwellenwerte sowohl für neue oder wesentlich baulich erweiterte als auch bestehende zivile Flugplätze anzuwenden (dies wird nachfolgend noch begründet).

Aus den Ergebnissen des Rapid Reviews konnten keine Änderungsempfehlungen bezogen auf ein ereignisbezogenes Maximalpegelkriterium für die Definition der Nachtschutzzone abgeleitet werden, so dass bis auf Weiteres für das FlulärmG die Beibehaltung des Kriteriums $L_{Amax} = 6 \text{ mal } 53 \text{ dB(A)}$ innen für neue oder wesentlich baulich erweiterte Flugplätze als auch die Anwendung dieses Kriteriums für bestehende zivile Flugplätze vorgeschlagen wird. Vom Umweltbundesamt (UBA) beauftragt ist ein Forschungsvorhaben zum Vergleich vorhandener Verfahren zur Beurteilung von nächtlichem Fluglärm und für Entscheidungen über baulichen Schallschutz für Schlafräume in Bearbeitung (FKZ 3720 56 102 0). Aus den Ergebnissen können ggf. Empfehlungen zu ereignisbezogenen Maximalpegelkriterien als Beitrag zur Definition der Nachtschutzzone abgeleitet werden. Die Fertigstellung dieses UBA-Vorhabens und Veröffentlichung der Ergebnisse und Empfehlungen erfolgt erst nach Redaktionsschluss des vorliegenden Gutachtens.

Die hier empfohlenen Auslöseschwellen gelten außen am Immissionsort. Bezogen auf Innenpegel wird empfohlen, die Baudämm-Maße so zu wählen, dass ausgehend von den vorgeschlagenen Auslöseschwellen außen am Immissionsort die gewählten Bauschalldämm-Maße zu den stets gleichen korrespondierenden Innengeräuschpegel führen und hierbei nicht zwischen Gebäudearten (Bestands- vs. Neubau) oder Gebäuden mit oder ohne zu früheren Zeitpunkten erhaltenen Schallschutz unterschieden wird.

Beurteilung der Lärmschutzbereichsabgrenzung für Bestandsflughäfen gegenüber neuen und wesentlich geänderten Flughäfen

Für die Abgrenzung der Lärmschutzbereiche an bestehenden zivilen Flugplätzen (Bestandsflughäfen) gelten andere Werte als für neue und wesentlich baulich erweiterte bzw. geänderte zivile Flugplätze (Änderungsflughäfen); dies zeigt Tabelle 0-3.

Tabelle 0-3: Tages- und Nachtschutzzonen gem. § 2 FluLärmG für Bestands- und Änderungsflughäfen

Schutzzone	Bestandsflughäfen	Änderungsflughäfen
Tag-Schutzzone 1	$L_{Aeq} \text{ Tag} = 65 \text{ dB(A)}$	$L_{Aeq} \text{ Tag} = 60 \text{ dB(A)}$
Tag-Schutzzone 2	$L_{Aeq} \text{ Tag} = 60 \text{ dB(A)}$	$L_{Aeq} \text{ Tag} = 55 \text{ dB(A)}$
Nachtschutzzone ab 01.01.2011	$L_{Aeq} \text{ Nacht} = 55 \text{ dB(A)}$ $L_{Amax} = 6 * 57 \text{ dB(A)}$ (innen)	$L_{Aeq} \text{ Nacht} = 50 \text{ dB(A)}$ $L_{Amax} = 6 * 53 \text{ dB(A)}$ (innen)

Auch wenn andere Gründe als Beeinträchtigungswirkungen von Lärm maßgebend für die Unterscheidung der Schutzzonendefinitionen an Bestands- und Änderungsflughäfen sind, stellt sich die Frage, ob eine solche Unterscheidung durch Ergebnisse der Lärmwirkungsforschung gestützt wird.

Dafür spricht der sogenannte Change-Effekt in der Lärmbelastung, wonach in Änderungssituationen die Belästigungsreaktionen bei gegebenem Pegel in Richtung der Expositionsänderung stärker ausfallen als vor der Änderungssituationen bzw. anhand von generalisierten Expositions-Wirkungskurven prognostizierbar. Dies ist vor allem der Fall, wenn es um Neubelastungen geht. Auch in der 2011 bis 2013 durchgeführten NORAH-Studie zeigte sich der Change-Effekt am Frankfurter Flughafen im Zuge der Eröffnung der Landebahn Nord-West. Fasst man die in der Literatur gefundenen Unterschiede in der Fluglärmbelastung an Bestands- und Änderungsflughäfen zusammen, dann entspricht der Change-Effekt einem Expositionsunterschied von etwa 6 dB.

Die Beibehaltung der Unterscheidung von Schutzzonenwerten für Bestands- und Änderungsflughäfen aus dem Change-Effekt in Fluglärmwirkungen abzuleiten unterliegt allerdings folgenden Limitationen:

1. Der Change-Effekt im Sinne einer überschießenden Reaktion auf Änderungen der Geräuschbelastung ist lediglich bei der Lärmbelastung und in abgeschwächter Form bei selbstberichteten Aktivitätenstörungen relativ konsistent feststellbar. Für andere Fluglärmwirkungen, insbesondere Wirkungen auf Erkrankungsrisiken oder physiologisch gemessenen Aufwachreaktionen liegen zu wenig Studien mit zu heterogenen Ergebnissen vor, um hier auf das Vorliegen einen Change-Effekts schließen zu können. Das gilt auch für andere Quellenarten des Umgebungslärms.
2. Das Ausmaß und die Dauer des Change-Effekts über die Jahre nach einer infrastrukturell bedingten Änderung (z.B. durch Aus-/Neubau, wesentlichen Änderung in der Flugroutenkonfiguration) ist nach wie vor ungewiss. Beim Fluglärm liegen über einen Zeitraum von 3-4 Jahren nach der Änderung hinaus keine Forschungsergebnisse zum Change-Effekt vor.
3. Ein weiterer Punkt ist die Frage, was einen Änderungs- und was einen Bestandsflughafen definiert und wie lange es dauert bis ein Änderungsflughafen zu einem Bestandsflughafen wird.

Schließlich können über den Verlauf von Jahren auch an Bestandsflughäfen Änderungen in der Verkehrsmenge auftreten, die zu Änderungen im Fluglärm führen. Janssen und Guski (2013, s. auch Gjestland & Gelderblom, 2017) haben mit der Einführung der Unterscheidung von Flugverkehrsänderungen an Flughäfen in low-rate und high-rate change eine realitätsbezogene und gut quantifizierbare Definition von Bestands- vs. Änderungsflughäfen eingeführt, deren Eckpunkte allerdings offen für Diskussion sind. Es bleibt also weiterhin eine Herausforderung, Bestands- von Änderungsflughäfen voneinander abzugrenzen. Folgt man dennoch der Definition von Janssen und Guski (2013), dann müsste 5 Jahre nach Änderungseintritt ein Änderungsflughafen zu einem Bestandsflughafen erklärt werden.

In der Abwägung der Bedeutung des Change-Effekts in der Lärmbelästigung für eine Unterscheidung von Lärmschutzbereichen an Änderungs- gegenüber Bestandsflughäfen und der genannten Limitationen und mangelnden Übertragbarkeit des Change-Effekts auf andere Lärmwirkungen kommen die Autor:innen dieses Gutachtens zu dem Schluss, dass die unterschiedlichen Schwellenwerte für Lärmschutzbereiche an Änderungs- und Bestandsflughäfen im FluLärmG nach aktuellem Forschungsstand aus Sicht der Lärmwirkungsforschung nicht begründbar sind und die Unterscheidung daher aufgehoben werden sollte. Für diese Empfehlung spricht, dass die im Rahmen des vorliegenden Gutachtens definierten Auslöseschwellen für Lärmschutzbereiche auf der Stufe R2 als Schwellen zu verstehen sind, die für die Bevölkerung in einer Flughafenregion aus gesundheitsbezogener Sicht zwingend einen Eingriff erfordern. Die Schwellen ergeben sich aus mehreren Gesundheitswirkungen, von denen die Lärmbelästigung nur eine ist. Bei den im vorliegenden Rapid Review herausgearbeiteten Expositions-Wirkungsbeziehungen wird nicht zwischen Änderungs- und Bestandsflughäfen unterschieden, das gleiche gilt für die daraus abgeleiteten empfohlenen Auslöseschwellen. Entsprechend gelten sie für Lärmschutzbereiche sowohl an Änderungs- als auch Bestandsflughäfen, zumal eine solche Unterscheidung von Flughäfen im Gegensatz zu den gesundheitlichen Langzeitwirkungen des Fluglärms eine temporäre ist.

Empfehlungen zur Novellierung des FluLärmG in Bezug auf die Lärmschutzbereiche

Die empfohlenen Auslöseschwellen bezeichnen Dauerschallpegelwerte außen am Wohngebäude, oberhalb von denen Maßnahmen zum Schutz vor nicht mehr akzeptablen Gesundheitsrisiken durch Fluglärm zu ergreifen sind. Sie sind damit geeignet, die äußeren Konturen von Lärmschutzbereichen an Flugplätzen zu definieren. Das FluLärmG sieht als Lärmschutzbereiche zwei Tag-Schutzzonen und eine Nacht-Schutzzone vor. Die Auslöseschwellen für den Tag werden für die Definition der äußeren Kontur der Tag-Schutzzone 2 empfohlen. Die weitere Unterteilung und Festlegung der Tag-Schutzzone 1 betrifft im Wesentlichen organisatorische Regelungen. Deshalb wird keine aus Lärmwirkungssicht begründbare eigene Auslöseschwelle für die Tag-Schutzzone 1 empfohlen, sondern stattdessen vorgeschlagen, die bisherige im FluLärmG verankerte Differenz von 5 dB zwischen den Werten der Tag-Schutzzone 1 und 2 beizubehalten. Weiterhin wird empfohlen, die Unterscheidung von Lärmschutzbereichen an Änderungs- und Bestandsflughäfen aufzuheben, da bei Betrachtung aller Gesundheitswirkungen von Fluglärm die empfohlenen zwingenden Auslöseschwellen aus Sicht des Gutachterteams auch zwingend den Schutz der Bevölkerung an allen Flughäfen, egal ob es sich um Änderungs- oder Bestandsflughäfen handelt, sicherstellen sollen.

Es ergeben sich somit zusammenfassend die in Tabelle 0-4 enthaltenen Empfehlungen:

Tabelle 0-4: Zusammenfassung der Empfehlungen zu den im FlulärmG definierten Lärmschutzbereichen

		Bisher		Neu: Zwingende Auslöse- schwellen		Neu: Präventive Auslöse- schwellen	
		Bestands- flugplätze	Änderungs- flugplätze	Bestands- flugplätze	Änderungs- flugplätze	Bestands- flugplätze	Änderungs- flugplätze
Tag- Schutz- zone 1	$L_{Aeq,Tag}$	65 dB	60 dB	56 dB	56 dB	49 dB	49 dB
Tag- Schutz- zone 2	$L_{Aeq,Tag}$	60 dB	55 dB	51 dB	51 dB	44dB	44 dB
Nacht- Schutz- zone	$L_{Aeq,Nacht}$	55 dB	50 dB	44 dB	44 dB	40 dB	40 dB
	L_{Amax}	6 * 57 dB (innen)	6 * 53 dB (innen)	vorläufig: 6 * 53 dB (innen)			

Die hier empfohlenen Auslöseschwellen gelten außen am Immissionsort. Bezogen auf Innenpegel wird empfohlen, dass die Baudämm-Maße so gewählt werden, dass ausgehend von den vorgeschlagenen Auslöseschwellen außen am Immissionsort die gewählten Bauschalldämm-Maße zu den stets gleichen korrespondierenden Innengeräuschpegel führen und hierbei nicht zwischen Gebäudearten (Bestands- vs. Neubau) oder Gebäuden mit oder ohne zu früheren Zeitpunkten erhaltenen Schallschutz unterschieden wird.

Literatur der Zusammenfassung

2. FlugLSV - Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung – 2. FlugLSV, Bundesverordnung (2009, 8. September) (Deutschland). Bundesgesetzblatt, I(58), 2992-2994.
- Bundesregierung Deutschland. (2019). Erster Bericht der Bundesregierung zur Evaluierung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Fluglärmsgesetz). Berlin.
- Bundesverwaltungsgericht (BVG). (2006). BVerwG 4 A 1075.04, Urteil vom 16. März 2006. E-CLI:DE:BVerwG:2006:160306U4A1075.04.0
- Deutscher Bundestag (2007). Neufassung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm. Bonn: Bundesgesetzblatt 2007, Teil 1, Nr. 56.
- Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung, EKLb. (Hrsg.) 2021: Grenzwerte für Strassen-, Eisenbahn- und Fluglärm. Empfehlungen der Eidgenössischen Kommission für Lärmbekämpfung EKLb. Verfügbar unter <https://www.eklb.admin.ch/de/dokumentation/berichte>. Bern, Schweiz: Eidgenössische Kommission für Lärmbekämpfung.
- Gjestland, T. & Gelderblom, F.B. (2017). Prevalence of noise induced annoyance and its dependency on number of aircraft movements. *Acta Acustica united with Acustica*, 103, 28-33. DOI 10.3813/AAA.919030
- Janssen, S.A. & Guski, R. (2013). Aircraft noise and health: Review of evidence. Brussels: Directorate General Joint Research Center and Directorate General for Environment, European Union. Chap.7.
- Penzel, T. (2017). Evaluierung der Forschung zur Wirkung von Fluglärm auf den Menschen, Charité Berlin. Berlin: Interdisziplinäres Schlafmedizinisches Zentrum Charite - Universitätsmedizin Berlin. URL: https://schlafmedizin.charite.de/fileadmin/user_upload/microsites/kompetenzzentren/schlafmedizin/docs/Webversion_cover_240417.pdf
- Penzel, T., Glos, M., Renelt, M., & Zimmermann, S. (2017). Auswirkungen von Fluglärm auf Schlaf und andere Schutzgüter. Eine Übersicht unter Berücksichtigung der NORAH-Studie. *Somnologie*, 21(2), 128-133.
- Penzel, T., Krämer, U., Höger, R., Zimmermann, S., & Wichmann, H. (2019). Current state of knowledge on air traffic noise and health-including WHO reviews and new literature by the end of 2018. *Umweltmedizin Hygiene Arbeitsmedizin*, 24(4), 187-218.
- Porst, M., Leddin, J., Rommel, A., Schüssel, K., Plaß, D., Gruhl, H., . . . von der Lippe, E. (2022). Methodenbericht zur Quantifizierung der Krankheitslastindikatoren im Projekt BURDEN 2020 – Krankheitshäufigkeiten, Schweregrade, Dauern, Disability weights sowie Sensitivitätsanalysen. Berlin: RKI. doi: 10.25646/10022.2. URL: <https://www.daly.rki.de/publications>
- Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über die vom 25. Juni 2002 über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 189/12 vom 18.07.2002.
- Richtlinie (EU) 2020/367 der Kommission vom 4. März 2020 zur Änderung des Anhangs III der Richtlinie 2002/49/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Methoden zur Bewertung der gesundheitsschädlichen Auswirkungen von Umgebungslärm. Amtsblatt der Europäischen Union, L 67/132 vom 5.3.2020.
- Schütte, S. (2023). Analyse des Vollzugsstandes der 2. FlugLSV. Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes. Ergebnisse, Vorstellung auf der FLK-Sitzung Frankfurt, 24.05.2023. URL: https://www.flk-frankfurt.de/eigene_dateien/sitzungen/270._sitzung_am_24.5.2023/top_4_-_praes._oeko-institut__analyse_des_vollzugsstands_der_2._flugsv.pdf

SRU - Sachverständigenrat für Umweltfragen (1999). Sondergutachten Umwelt und Gesundheit. Risiken richtig einschätzen. Berlin: Deutscher Bundestag, Drucksache 14/2300

SRU - Sachverständigenrat-für-Umweltfragen (2004). Umweltgutachten. Umweltpolitische Handlungsfähigkeit sichern. Berlin: Deutscher Bundestag, Drucksache 15/3600

World Health Organization (WHO). (2011). Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe.

World Health Organization (WHO) (2018). Environmental noise guidelines for the European region. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe. URL: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>