

Leitfaden

Schallschutz

Vorbemerkung

Zur Erfüllung der Auflagen zum passiven Lärmschutz (Entschädigung Außenwohnbereiche, allgemeiner Lärmschutz, Nachtschutz, Schutz besonderer Einrichtungen) gemäß Planfeststellungsbeschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld (PFB) vom 13.08.2004 in der gültigen Fassung wurde das „Schallschutzprogramm BER (SSP)“ aufgelegt. Dabei erstattet die Flughafengesellschaft den Anspruchsberechtigten die Kosten für die bauliche Umsetzung von Schallschutzmaßnahmen bis zu einer Höhe von 30% des schallschutzbezogenen Verkehrswertes des Objektes. Liegen die Kosten darüber, erhält der Eigentümer eine Entschädigungszahlung in Höhe eben jener 30%.

Ziel der Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB) ist eine möglichst einheitliche Vorgehensweise bei der Ermittlung und Umsetzung der Vorgaben zum Schallschutz. Zu diesem Zweck werden in diesem Leitfaden die Grundlagen sowie die praktische Umsetzung des Schallschutzprogramms beschrieben.

Die Sicherstellung einer einheitlichen Vorgehensweise betrifft dabei vor allem die Vorgänge der schalltechnischen Objektbeurteilung (STOB)

- Die Bestandsaufnahme der Räume/Objekte
- Die Berechnung von Ist- und Zielwerten
- Die Bestimmung erforderlicher Schallschutzmaßnahmen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Aufgabenstellung	6
1.2	Gültigkeitsbereich des Leitfadens	6
2	Grundlagen des Schallschutzprogramms	7
2.1	Rechtliche Grundlagen	7
2.2	Auflagen zum passiven Schallschutz	7
	2.2.1 Allgemeiner Lärmschutz	7
	2.2.2 Nachtschutz	7
2.3	Entschädigungsgebiet Außenwohnbereich	11
2.4	Entschädigungsgebiet Übernahmeanspruch	11
3	Grundsätze der praktischen Umsetzung des Schallschutzprogramms	12
3.1	Die Umsetzung des Schallschutzprogramms BER	12
3.2	Organisation, Beteiligte, Verantwortlichkeiten	17
3.3	Rechte und Pflichten der Anspruchsberechtigten	17
3.4	Fristen zur Einreichung von Nachweisen der baulichen Umsetzung	18
4	Definitionen, Allgemeine (physikalische) Grundlagen	20
4.1	Definitionen	21
4.2	Anwendung der physikalisch-mathematischen Beziehungen im Schallschutzprogramm BER	24
	4.2.1 Ermittlung Außenpegel	24
	4.2.2 Anforderungen an den Schallschutz gem. 2. FlugLSV	29
	4.2.3 Ermittlung Schalldämm-Maß und Innenpegel	31
5	Ermittlung Maßnahmen zum baulichen Schallschutz	33
5.1	Kartographische Einordnung und Durchführung der Bestandsaufnahme	33
5.2	Ermittlung des maßgeblichen Kriteriums	36
5.3	Ermittlung der vorhandenen Bau-Schalldämm-Maße	40
	5.3.1 Ermittlung der Bau-Schalldämm-Maße der Umfassungsbauteile	40
	5.3.2 Berechnung vorhandener Innenpegel und Bau-Schalldämm-Maße vor und nach Einbau von Schallschutzvorrichtungen	41
5.4	Ermittlung erforderlicher Maßnahmen	46
	5.4.1 Ermittlung erforderlicher Schallschutzvorrichtungen	46
	5.4.2 Spezielle Vorgaben zur Ermittlung erforderlicher Schallschutzvorrichtungen	48
	5.4.3 Berücksichtigung der DIN 1946-6	49
6	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	51
6.1	Elektronische Prüfung (Qsstob, FBB)	51

6.2	Stichprobenprüfung (Projektsteuerung, FBB).....	51
7	Erstellen des Leistungsverzeichnisses.....	52
8	Dokumentation und Übergabe der Ergebnisse.....	53
9	Zitierte Unterlagen.....	54
A	ANHANG	55
9.1	A 1 Übersicht Schutz – und Entschädigungsgebiete	56
9.2	A1 Beispielrechnung Innenpegel	57
9.2	A 2 Beispielrechnung resultierendes Schalldämm-Maß.....	58

Teil A

Allgemeine Beschreibung des Schallschutzprogramms, Hintergrundinformationen und grundsätzliche Vorgaben

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Ziel des Schallschutzprogramms BER ist es, die Auflagen zum passiven Lärmschutz zur Vermeidung und Minderung des Fluglärms gemäß Planfeststellungsbeschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld vom 13. August 2004 in der gültigen Fassung zu vollziehen. Dies betrifft insbes. die Festsetzungen der Auflagen im Teil A – Verfügung, Punkt

- 5.1.2 Allgemeiner Lärmschutz
- 5.1.3 Nachtschutz
- 5.1.5 Entschädigung für Außenwohnbereiche.

Aufgabe des Leitfadens ist es, die Grundlagen der praktischen Umsetzung des „Schallschutzprogramm BER (SSP)“ am Verkehrsflughafen Berlin-Brandenburg darzulegen. Dabei werden die Organisation, die Prozesse/Abläufe, die Berechnungsgrundlagen und –methodik sowie die Maßnahmen zur Qualitätssicherung dargestellt.

Ziel des Leitfadens ist es, auf Grundlage der geltenden rechtlichen Bestimmungen und des technischen Regelwerkes nachvollziehbare, plausible, einheitliche und vergleichbare Unterlagen zu erstellen. Dazu ist der vorgelegte Leitfaden nicht als abschließend und feststehend zu betrachten, sondern als Widerspiegelung des Kenntnis- und Erfahrungsstandes. D.h., er wird entsprechend des Projektfortschritts fortgeschrieben und aktualisiert.

1.2 Gültigkeitsbereich des Leitfadens

Dieser Leitfaden gilt für die Umsetzung des (baulichen) Schallschutzes in:

- Wohnräumen
- Büroräumen
- Praxisräumen
- sonstigen, nicht nur vorübergehend betrieblich genutzten Räumen
- Schlafräumen
- Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten.

Darüber hinaus gilt er bezüglich der Entschädigung von Außenwohnbereichen.

Nicht beschrieben werden die Umsetzung der Auflagen zum Schutz Besonderer Einrichtungen sowie Entschädigungen im Falle eines Übernahmeanspruchs.

2 Grundlagen des Schallschutzprogramms

2.1 Rechtliche Grundlagen

Wesentliche rechtliche Grundlagen des Schallschutzprogramms sind:

- Planfeststellungsbeschluss (PFB) Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld vom 13.08.2004 (PFB) in der gültigen Fassung [1]
- OVG Berlin-Brandenburg, 11 A 19.13; Urteil vom 25.4.2013 [2]

2.2 Auflagen zum passiven Schallschutz

Nachfolgend sind die Festlegungen zu den Anspruchsgebieten und den Schutzziele für Räume (innen) gemäß dem Planfeststellungsbeschluss vom 13.08.2004 in der gültigen Fassung sowie die Anspruchsvoraussetzungen auszugsweise aufgeführt.

2.2.1 Allgemeiner Lärmschutz

1. Für Wohnräume, Büroräume, Praxisräume und sonstige nicht nur vorübergehend betrieblich genutzte Räume in der Umgebung des Flughafens sind geeignete Schallschutzvorrichtungen vorzusehen. Die Vorrichtungen haben zu gewährleisten, dass durch die An- und Abflüge am Flughafen im Rauminnen bei geschlossenen Fenstern keine höheren A-bewerteten Maximalpegel als 55 dB(A) auftreten. Innerhalb des Tagschutzgebiets haben die Träger des Vorhabens auf Antrag des Eigentümers eines Grundstücks, das am 15.05.2000 bebaut oder bebaubar war, für geeignete Schallschutzvorrichtungen an den Räumen Sorge zu tragen.

Anmerkung:

Entsprechend dem Urteil des OVG Berlin-Brandenburg vom 25.04.2013 [2] gilt die vorstehende Auflage als erfüllt, wenn rechnerisch nachgewiesen wird, dass ein A-bewerteter Maximalpegel von 55 dB(A) weniger als 0,005-mal am Durchschnittstag der sechs verkehrsreichsten Monate auftritt.

2. Das Tagschutzgebiet umfasst das Gebiet, das von der Grenzlinie eines für die Tagstunden (06.00 Uhr bis 22.00 Uhr) der sechs verkehrsreichsten Monate ermittelten energieäquivalenten Dauerschallpegels von 60 dB(A) außen umschlossen wird.

2.2.2 Nachtschutz

1. Für Schlafräume einschließlich der Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten in der Umgebung des Flughafens sind geeignete Schallschutzvorrichtungen vorzusehen. Die Vorrichtungen haben zu gewährleisten, dass durch An- und Abflüge am Flughafen im Rauminnen bei geschlossenen Fenstern und ausreichender Belüftung in der Durchschnittsnacht der sechs verkehrsreichsten Monate nicht mehr als sechs A-bewertete Maximalpegel über 55 dB(A) auftreten und ein für die Nachtstunden (22:00 bis 06:00 Uhr) der sechs verkehrsreichsten Monate ermittelter energieäquivalenter Dauerschallpegel von

35 dB(A) nicht überschritten wird. Ist der gebotene Schallschutz nur dadurch zu bewirken, dass die Fenster der Räume geschlossen gehalten werden, ist für geeignete Belüftungseinrichtungen an diesen Räumen Sorge zu tragen. Innerhalb des Nachtschutzgebietes haben die Träger des Vorhabens auf Antrag des Eigentümers eines Grundstückes, das am 15.05.2000 bebaut oder bebaubar war, für geeignete Schallschutzvorrichtungen einschließlich geeigneter Belüftung an den Räumen Sorge zu tragen.

2. Das Nachtschutzgebiet umfasst die Gebiete, die von der Grenzlinie eines für die Nachtstunden (22:00 bis 06:00 Uhr) der sechs verkehrsreichsten Monate ermittelten energieäquivalenten Dauerschallpegels von 50 dB(A) außen oder von der Grenzlinie, die sechs Lärmereignissen pro Nacht (22:00 bis 06:00 Uhr) mit einem A-bewerteten Maximalpegel von 70 dB(A) außen für jeweils eine Durchschnittsnacht der sechs verkehrsreichsten Monate entsprechen, umschlossen werden (Grenzlinie des Nachtschutzgebietes auf Grundlage des Planfeststellungsbeschlusses vom 13.08.2004 und des Planergänzungsbeschlusses vom 20.10.2009).
3. Grundstücke, die durch die Grenzlinie nach Nr. 2) angeschnitten werden, stehen den Grundstücken gleich, die vollständig innerhalb des Schutzgebietes liegen.
4. Die Anforderungen zum baulichen Schallschutz bestimmen sich nach dem Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm und der hierzu ergangenen Fluglärm- Schallschutzmaßnahmenverordnung - 2. FlugLSV, soweit diese im Zeitpunkt der Geltendmachung der Ansprüche gegenüber den Regelungen des Planfeststellungsbeschlusses vom 13.08.2004 weitergehende Ansprüche zu Gunsten der Lärmbetroffenen beinhalten, im Übrigen nach den Regelungen des Planfeststellungsbeschlusses vom 13.08.2004.
5. Die Träger des Vorhabens haben auf Antrag des Eigentümers eines Grundstückes, das am 15.05.2000 bebaut oder bebaubar war und das im Nachtschutzgebiet des Planfeststellungsbeschlusses in der Fassung vom 13.08.2004 gelegen ist oder durch die entsprechende Grenzlinie angeschnitten wird, für Schlafräume einschließlich der Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten für Vorrichtungen zu sorgen, die gewährleisten, dass durch An- und Abflüge am Flughafen im Rauminnern bei geschlossenen Fenstern und ausreichender Belüftung in der Durchschnittsnacht der sechs verkehrsreichsten Monate sowohl bei Flugbetrieb in Richtung Westen als auch in Richtung Osten (100 : 100-Betrachtung, berechnet nach AzB-DLR) nicht mehr als sechs A-bewertete Maximalpegel über 55 dB(A) auftreten und ein für die Nachtstunden (22:00 bis 6:00 Uhr) der sechs verkehrsreichsten Monate ermittelter energieäquivalenter Dauerschallpegel von 35 dB(A) (berechnet nach der 1. FLSV) nicht überschritten wird, und, soweit sich daraus weitergehende Ansprüche zugunsten der Lärmbetroffenen ergeben, den erforderlichen Schallschutz nach Nr. 4) vorzusehen (Anlage 2, Schutzgebiete, Nachtschutzgebiet – Planfeststellungsbeschluss vom 13.08.2004).
6. Außerhalb des Nachtschutzgebietes des Planfeststellungsbeschlusses in der Fassung vom 13.08.2004 ist durch eine Einzelfallprüfung das Erfordernis der genannten Schallschutzvorrichtungen einschließlich Belüftung durch den Eigentümer eines Grundstückes, das am 15.05.2000 bebaut oder bebaubar war, durch eine

Geräuschmessung außen nachzuweisen. Abschnitt A II 5.1.3 Nr. 1 Satz 6 gilt entsprechend. Etwaige Ansprüche aufgrund der unter Ziffer 6 beschriebenen Regelung werden im Rahmen dieses Leitfadens nicht behandelt. Diesbezügliche Ansprüche werden im Einzelfall in einem separaten Verfahren abgegolten.

Sonstige Regelungen:

Sowohl das Tagschutz- als auch das Nachtschutzgebiet sowie das Entschädigungsgebiet Außenwohnbereich werden rechnerisch ermittelt, wobei jeweils das sog. Prognose-Szenario 20XX zu Grunde gelegt wird. Dieses Szenario beschreibt einen Flugbetrieb mit ca. 360.000 Flugbewegungen pro Jahr. Hinsichtlich der Berücksichtigung der Flugrouten ist zwischen der Abgrenzung der Schutzgebiete und der Ermittlung des Außenpegels vor der Fassade eines anspruchsberechtigten Raumes zu unterscheiden. Für die Abgrenzung der Schutzgebiete wird sowohl das im Planfeststellungsverfahren beschriebene Flugroutensystem mit parallelem An- und Abflugrouten, als auch das durch das Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) für die Inbetriebnahme des Flughafens BER festgelegte Flugroutensystem (BAF, DES 2015) [3] berücksichtigt. Die Abgrenzung der Schutzgebiete ergibt sich als Umhüllende der Fluglärmkonturen aus beiden Routensystemen. Die dem Schallschutzprogramm zu Grunde liegenden Schutz- und Entschädigungsgebiete sind im Anhang dargestellt.

Für die Ermittlung der Schallschutzmaßnahmen an einem konkreten Objekt werden die durch das BAF festgelegten Flugrouten für die Inbetriebnahme zu Grunde gelegt (vergleiche Vollzugshinweise des MIL vom 13.12.2012 [4]) und der prognostizierte Flugbetrieb gemäß PFB berücksichtigt. Diesem Flugbetrieb liegt zwischenzeitlich ein aktualisierter Flugzeugmix zu Grunde.

Die Fluglärmrechnungen werden getrennt für den Zeitraum Tag und für den Zeitraum Nacht durchgeführt. Dabei wird für den Tag und für die Nacht die Berechnungsvorschrift Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen (AzB-DLR) angewendet. Darüber hinaus erfolgen für die Nacht weitere Berechnungen auf Grundlage der zwischenzeitlich in Kraft gesetzten 1. Fluglärm-schutzverordnung (1. FlugLSV). Diese erfolgen auf der Basis der Berechnungsvorschrift AzB-2008 (für Details zu den Berechnungsvorschriften AzB-DLR und AzB-2008 siehe Kap. 4.2.1).

Zusammenfassung:

Aus den vorstehenden Ausführungen ergibt sich, dass für die Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen zum Schallschutz sechs verschiedene Schutzziele zu berücksichtigen sind. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle zusammenfassend dargestellt. Sie beziehen sich jeweils auf den Durchschnittstag der sechs verkehrsreichsten Monate eines Jahres.

Lage	Raumart	Tag (6-22 Uhr)		Nacht (22-6 Uhr)			
		Kriterium Tag 1 $L_{A,eq3T}$ [dB(A)]	Kriterium Tag 2 $NAT_{,T}$ [dB(A)]	Kriterium Nacht 1 $L_{A,eq3N}$ [dB(A)]	Kriterium Nacht 2 $NAT_{,N}$ [dB(A)]	Kriterium Nacht 3 $NAT_{,N}$ [dB(A)]	Kriterium Nacht 4 2. FlugLSV**; korrespondierender $L_{A,eq3N}$ [dB(A)]
Tag- und Nacht- schutz- gebiet	Wohn-, Büro-, Praxisräume und sonstige, nicht nur vorübergehend zum Aufenthalt von Menschen am Tage genutzte Räume,	45	<0,005*55	-	-	-	-
	Kinderzimmer	45	<0,005*55	35	6*55	6*55	27-32
	Schlafräume sowie Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten	-	-	35	6*55	6*55	27-32
(reines) Nacht- schutz- gebiet	Wohn-, Büro-, Praxisräume und sonstige, nicht nur vorübergehend zum Aufenthalt von Menschen am Tage genutzte Räume,	-	-	-	-	-	-
	Kinderzimmer	-	-	35	6*55	6*55	27-32
	Schlafräume sowie Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten	-	-	35	6*55	6*55	27-32
Berechnungsgrundlage Außenpegel		AzB-DLR	AzB-DLR	AzB-DLR	AzB-DLR	AzB-2008	AzB-2008
Betriebsrichtungsverteilung		Langfrist Mittel	Langfrist Mittel	Langfrist Mittel	100/100	3-Sigma	3-Sigma
Flugrouten gem. BAF für die Inbetriebnahme		BAF	BAF	BAF	BAF	BAF	BAF
<p>** Anforderungen als bewertetes Schalldämm-Maß R'_w definiert, Hier Angabe des korrespondierenden Innenpegels für Bestandsgebäude mit:</p> <p>$L_{A,eq3T}$: energieäquivalenter Dauerschallpegel, gemittelt über die Tageszeit (06:00 – 22:00 Uhr)</p> <p>$L_{A,eq3N}$: energieäquivalenter Dauerschallpegel, gemittelt über die Nachtzeit (22:00 - 06:00 Uhr)</p> <p>$NAT_{,T}$: Maximalpegel-Häufigkeitskriterium; Anzahl der Ereignisse, die während der Tageszeit (6:00 – 22:00 Uhr) einen bestimmten Maximalpegel (hier 55 dB(A)) erreichen oder überschreiten</p> <p>$NAT_{,N}$: Maximalpegel-Häufigkeitskriterium; Anzahl der Ereignisse, die während der Nachtzeit (22:00 – 06:00 Uhr) einen bestimmten Maximalpegel (hier 55 dB(A)) erreichen oder überschreiten</p> <p>AzB-DLR Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen, Version mit Ergänzungen der DLR</p> <p>AzB-2008 Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen, derzeit aktuelle Version gem. Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm sowie 1. und 2. FlugLSV</p> <p>BAF Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung</p> <p>Langfrist Mittel, 100/100, 3-Sigma: Kurzbezeichnung für die Art und Weise der Berücksichtigung der Verteilung der Start- und Landerichtungen bei Fluglärmrechnungen (Genauerer siehe Kap. 4.2.1)</p>							

Tabelle 2-1 Schutzziele im Inneren von anspruchsberechtigten Räumen (jeweils bezogen auf den Durchschnittstag bzw. die Durchschnittsnacht der 6 verkehrsreichsten Monate)

2.3 Entschädigungsgebiet Außenwohnbereich

Die Grenzlinie für das Entschädigungsgebiet wird durch einen für die Tagstunden (6 bis 22 Uhr) der sechs verkehrsreichsten Monate ermittelten energieäquivalenten Dauerschallpegel von $L_{A_{eq}} = 62$ dB(A) außen beschrieben. Zum Außenwohnbereich gehören zum dauerhaften Aufenthalt geeignete und genutzte Terrassen, Balkone und Hausgärten. Die Eigentümer haben in diesem Gebiet Anspruch auf eine pauschale Entschädigung. Genaue Angaben über Entschädigungssummen sind dem Planfeststellungsbeschluss, Abschnitt A II, Kapitel 5.1.5, Abschnitt 4 zu entnehmen.

2.4 Entschädigungsgebiet Übernahmeanspruch

Das Entschädigungsgebiet Übernahmeanspruch umfasst das Gebiet, das von der Grenzlinie eines für die Tagstunden ermittelten, energieäquivalenten Dauerschallpegels von 70 dB(A) umschlossen wird. In diesem Gebiet haben die Eigentümer Anspruch auf Entschädigung in Höhe des Verkehrswertes gegen Übereignung des Grundstückes an die Flughafengesellschaft. Wird der Übernahmeanspruch von dem betroffenen Eigentümer nicht geltend gemacht, stehen ihm die sonstigen Schutzansprüche nach dem Planfeststellungsbeschluss zu. Die Ansprüche auf Übernahme entfallen, wenn (bei Einhaltung der Fristen) sonstige Schutzansprüche bei den Trägern des Vorhabens geltend gemacht werden.

3 Grundsätze der praktischen Umsetzung des Schallschutzprogramms

Die Flughafen Berlin Brandenburg GmbH (FBB) erstattet den Eigentümern auf Antrag die Aufwendungen zum baulichen Schallschutz für die anspruchsberechtigten Räume.

Für die Ermittlung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen hat die FBB verschiedene Ingenieurbüros beauftragt. Diese prüfen die notwendigen bautechnischen Leistungen für jeden anspruchsberechtigten Raum, getrennt nach Tag- und Nachtschutz.

Der detaillierte Ablauf der einzelnen Schritte des Schallschutzprogramms wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

3.1 Die Umsetzung des Schallschutzprogramms BER

Der prinzipielle Ablauf des Schallschutzprogramms ist in folgende Schritte gegliedert:

Antragstellung

Gemäß den Festsetzungen des PFB können Ansprüche auf Schallschutz bis fünf Jahre nach Inbetriebnahme der planfestgestellten, neuen Südbahn gegenüber der FBB geltend gemacht werden (vgl. Punkt 5.1.7 PFB). D.h., die Ansprüche auf Schallschutz sind bis zum 04.11.2025 geltend zu machen.

Die Antragstellung kann formlos durch den Eigentümer gegenüber der FBB erfolgen. Im Falle einer möglichen Anspruchsberechtigung aufgrund der Lage innerhalb der Schutzgebiete erhält der Antragsteller von der FBB eine Bestätigung des Eingangs des Antrages und das Antragsformular Schallschutz. Das Antragsformular wird vom Eigentümer ausgefüllt und inklusive der erforderlichen Unterlagen (vgl. Kapitel 3.3) wieder an die FBB zurückgesendet.

In Bezug auf die o.g. Antragsfrist nach PFB ist zu beachten, dass bis zu diesem Zeitpunkt ein Antrag vorliegen muss, um Ansprüche im Schallschutzprogramm BER geltend machen zu können.

Bestandsaufnahme und Ermittlung erforderlicher Schallschutzmaßnahmen

Nach der Antragstellung erfolgt durch ein von der FBB beauftragtes Ingenieurbüro eine bauliche Bestandsaufnahme. Auf Basis der vorhandenen tatsächlichen Raumnutzung werden zunächst diejenigen Räume ermittelt, für die ein Anspruch auf Schallschutz besteht. Danach werden in den anspruchsberechtigten, schutzwürdigen Räumen die relevanten Außenbauteile und deren schalltechnisch relevanten Eigenschaften sowie deren Maße aufgenommen. Insbesondere in Fällen, bei denen eine Bestandsaufnahme der relevanten Außenbauteile ohne Demontage bzw. Beschädigung nicht oder nur teilweise möglich ist, sind zur Vervollständigung der Bestandsaufnahme Angaben des Eigentümers notwendig. Der detaillierte Ablauf der Bestandsaufnahme wird in Kapitel 5.1 beschrieben.

Basierend auf der Bestandsaufnahme ermittelt das Ingenieurbüro die erforderlichen Schallschutzmaßnahmen, um die durch die Schutzziele definierten Vorgaben einhalten zu können.

Die Ergebnisse werden in der schalltechnischen Objektbeurteilung (STOB) zusammenfassend dargestellt. Nach Fertigstellung der schalltechnischen Objektbeurteilung (STOB) wird diese dem

Flughafen übergeben, wo sie zunächst einer Qualitätssicherung unterzogen wird (für eine detaillierte Beschreibung der Vorgänge der Qualitätssicherung siehe Kap. 6).

Aufbauend hierauf wird von dem Ingenieurbüro ein objektbezogenes Leistungsverzeichnis (LV) erstellt. In dem Leistungsverzeichnis sind alle Bauteile, Materialien und Arbeiten aufgelistet, die zur Ertüchtigung des betreffenden Raumes notwendig sind. Darüber hinaus werden die Kosten der erforderlichen Maßnahmen ermittelt.

Die Basis für die Ermittlung der Kosten ist das zum Zeitpunkt der Erstellung der Unterlagen gültige Rahmenleistungsverzeichnis. Dieses beschreibt in über 2000 Positionen übliche bauliche Maßnahmen und weist die hierfür erstattungsfähigen Aufwendungen (marktübliche Preise) aus. Diese Preise werden regelmäßig gutachterlich u.a. durch Marktanalysen und unter Berücksichtigung im Gültigkeitszeitraum erwarteter Preisentwicklungen ermittelt.

Berechnung der Erstattungssumme

Sofern nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden kann, dass die Kosten für die schalltechnische Ertüchtigung niedriger sind als die Höchstgrenze (30 % des Verkehrswertes von Grundstück und Gebäuden mit zu schützenden Räumen), erfolgt eine zusätzliche Begehung des Objekts/der Räume zum Zwecke der Erstellung eines Verkehrswertgutachtens. Sollte ein Verkehrswertgutachten notwendig werden, erhält der Antragsteller eine entsprechende Mitteilung von der FBB. Die Grundlagen für die Ermittlung des Verkehrswertes sowie das Prozedere sind im Leitfaden zur schallschutzbezogenen Verkehrswertermittlung der FBB [5] beschrieben.

Nach Vorliegen der Ergebnisse zu den baulichen Maßnahmen zum Schallschutz und des ggf. erstellten Verkehrswertgutachtens wird der Antragsteller über die Ergebnisse informiert.

Hierbei sind 2 Fälle zu unterscheiden:

- A) Aufwendungen für Schallschutz kleiner als die Höchstgrenze

In diesem Fall erhält der Antragsteller ein Schreiben (sog. Anspruchsermittlung-Baulicher Schallschutz, abgekürzt ASE-B), in welchem ausgeführt wird, dass er auf Basis des beigelegten Leistungsverzeichnisses eine Fachfirma mit der Umsetzung der Maßnahmen beauftragen kann (siehe Punkt 4).

- B) Aufwendungen für Schallschutz größer als die Höchstgrenze

Nach Teil A II 5.1.7 des Planfeststellungsbeschlusses wandelt sich der Anspruch auf Erstattung der Aufwendungen für Schallschutzmaßnahmen in einen Entschädigungsanspruch in Höhe von 30 % des Verkehrswertes von Grundstück und Gebäuden mit zu schützenden Räumen, wenn die Aufwendungen für Schallschutzmaßnahmen diesen Entschädigungsbetrag überschreiten. In diesem Fall erhält der Eigentümer den Entschädigungsbetrag ausgezahlt (vgl. [1]). Gleichzeitig bietet die FBB den Eigentümern eine kostenlose Beratung an. Diese Beratung soll jedem Eigentümer die Möglichkeit eröffnen, auf Grundlage der vorliegenden Berechnungsergebnisse mit den gezahlten Entschädigungsmitteln den optimalen baulichen Schallschutz entsprechend seinen individuellen Bedürfnissen umzusetzen.

Bauliche Umsetzung der Schutzmaßnahmen

Üblicherweise ist davon auszugehen, dass die Kosten für den baulichen Schallschutz die sog. Höchstkostengrenze unterschreiten. In diesen Fällen wird dem Eigentümer eine Anspruchsermittlung zum baulichen Schallschutz (kurz: ASE-B) zugesandt.

In einigen Fällen wird ergänzend zu den schalltechnischen Untersuchungen eine Verkehrswertermittlung notwendig. In den Fällen, bei denen die schallschutzbezogene Verkehrswertermittlung (SVWE) gezeigt hat, dass die Kosten für den baulichen Schallschutz die sog. Höchstkostengrenze unterschreiten, wird auch hier eine ASE-B, einschließlich der SVWE versendet.

Sobald dem Eigentümer eine Anspruchsermittlung vorliegt, aus der hervorgeht, dass die Schallschutzmaßnahmen die Höchstkostengrenze unterschreiten (ASE-B), kann der Eigentümer eine Fachfirma mit der Umsetzung der im beiliegenden Leistungsverzeichnis aufgelisteten Schallschutzmaßnahmen beauftragen.

Dazu wurde eine unabhängige Auftragsberatungsstelle eingerichtet, bei der sich alle Firmen listen lassen, die an der Umsetzung des Schallschutzprogramms mitwirken wollen. Diese Firmen haben in diesem Zusammenhang die Preise für die benannten Leistungen geprüft und anerkannt. Im Weiteren haben sie ihre fachliche Eignung nachgewiesen. Es ist auch weiterhin möglich, andere Firmen, z.B. die Hausbaufirma oder den Handwerksbetrieb des Vertrauens, mit der Ausführung der Arbeiten zu beauftragen.

Die ausgewählte Fachfirma muss sich dabei an das geltende Leistungsverzeichnis inkl. der entsprechenden Vorgaben, insbesondere hinsichtlich der Schalldämmmaße, halten. Dabei ist zu beachten, dass das beigefügte Leistungsverzeichnis nur einen Auszug aus dem vollständigen Leistungsverzeichnis darstellt, in dem zwar alle Maßnahmen aufgelistet, nicht aber alle Ausführungsdetails und Vorbemerkungen dargestellt sind. Das vollständige Leistungsverzeichnis ist im Internet auf den Seiten der FBB zugänglich:

<https://corporate.berlin-airport.de/de/nachbar-ber/schallschutz/schallschutzmassnahmen-einbauen/leistungsverzeichnis.html>

sowie unter:

www.abst-brandenburg.de

Unter dem oben genannten Link ist ebenfalls die Liste der bauausführenden Firmen zu finden.

Bei der Umsetzung der Schallschutzvorrichtungen ist eine Abweichung von den im Leistungsverzeichnis definierten Maßnahmen möglich, wenn die abweichenden baulichen Lösungen kostenneutral und geeignet sind, den erforderlichen Schallschutz zu gewährleisten. Der Nachweis der Eignung erfolgt durch Zertifikate, Prüfzeugnisse, Leistungserklärungen bauakustische Messungen o.ä. Für die Abnahme wird empfohlen, das zuständige Ingenieurbüro hinzuzuziehen, um eventuelle Abweichungen vom Leistungsverzeichnis zu erkennen und gegebenenfalls eine Klärung herbeizuführen.

Mittelverwendungsprüfung

Nachdem die Abnahme erfolgt ist, erhält der Eigentümer die Rechnung von der Fachfirma. Diese leitet der Antragsteller an das Ingenieurbüro weiter, welches die korrekte Umsetzung der Maßnahmen anhand der schalltechnischen Vorgaben prüft und bestätigt (sog. Mittelverwendungsprüfung). Diese Prüfung kann im Zuge der Abnahme erfolgen, wenn das Ingenieurbüro zur Abnahme der baulichen Maßnahmen hinzugezogen wird.

Auszahlung Erstattungs- bzw. Entschädigungsbetrag

Nachdem das Ingenieurbüro die Umsetzung der Maßnahmen bestätigt und die Rechnung geprüft hat, übergibt dieses die geprüfte(n) Rechnung(en) an die FBB. Die FBB überweist dem Antragsteller den in der Anspruchsermittlung festgelegten bzw. den geprüften Rechnungsbetrag. Der Eigentümer überweist dann den Erstattungsbetrag an die bauausführende Firma.

Alternativ akzeptiert die FBB, die Abtretung von Erstattungsansprüchen an bauausführende Firmen. Hierbei ist zu beachten, dass der Erstattungsbetrag auch in diesem Fall auf die erstattungsfähigen Aufwendungen beschränkt ist. Bei Vorlage einer entsprechenden Abtretungsvereinbarung erfolgt die Erfüllung durch Zahlung an die Baufirma. Der Vorteil besteht darin, dass Eigentümer ggf. nicht in Vorleistung gehen müssen. Der Nachteil besteht darin, dass Eigentümer nur eingeschränkt in der Lage sind, Zurückbehaltungsrechte auszuüben.

Die folgende Abbildung verdeutlicht schematisch den Ablauf des Schallschutzprogramms BER:

Von der Antragstellung bis zur Kostenerstattung

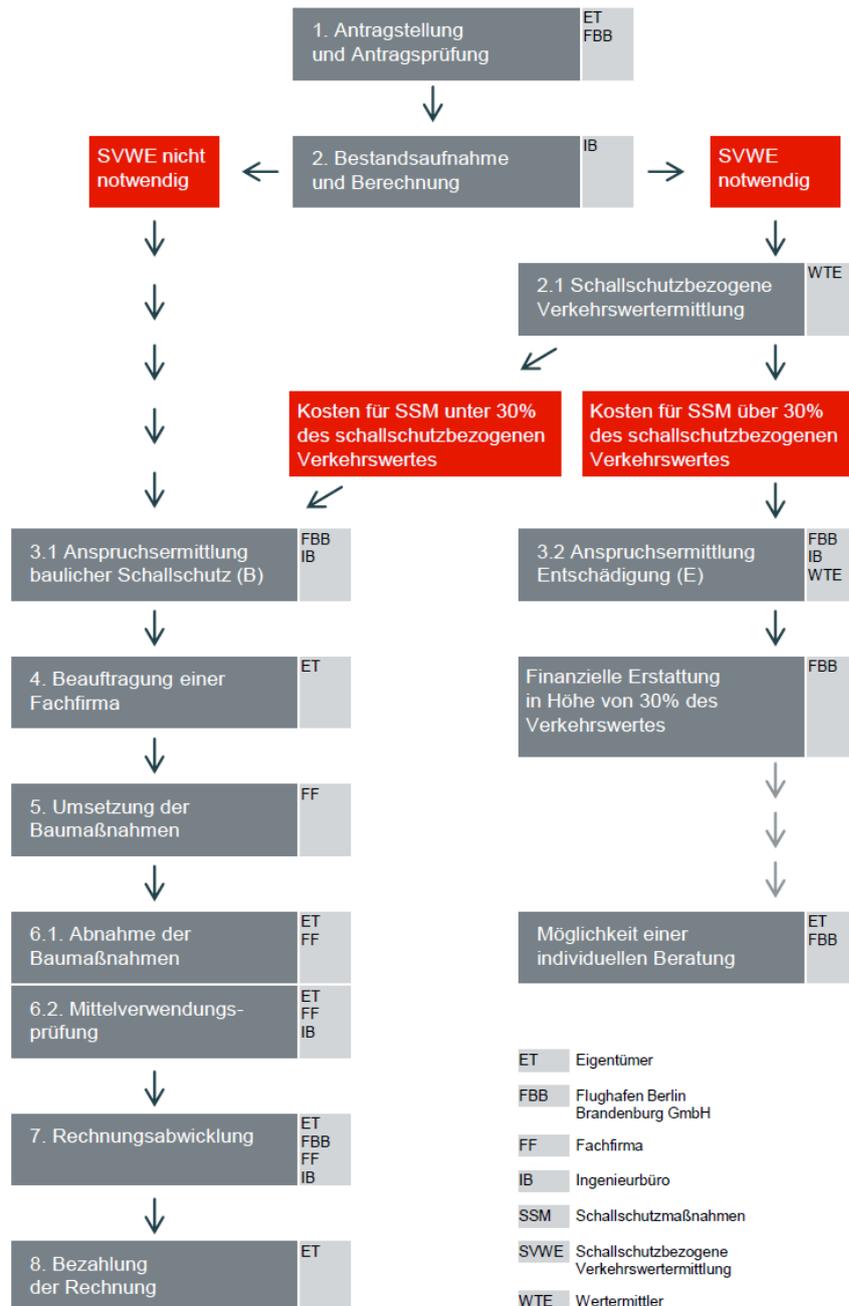


Abb. 3.1 prinzipieller Ablauf des Schallschutzprogramms

3.2 Organisation, Beteiligte, Verantwortlichkeiten

Die Aufgaben der FBB im Rahmen der Durchführung des Schallschutzprogramms bestehen hauptsächlich in der fachlichen Vorbereitung und der Koordination der Arbeiten. Zur Unterstützung der FBB wurde ein Projektsteuerer eingeschaltet. Ihm obliegt insbesondere die Koordination der im Auftrag der FBB arbeitenden Ingenieurbüros sowie des Verkehrswertgutachters.

Mit der Durchführung der Bestandsaufnahmen und der Ermittlung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen wurden von der FBB fachlich versierte und erfahrene Ingenieurbüros beauftragt. Diese führen die Untersuchungen in den Räumen des Antragstellers durch. Die fachliche Verantwortung für die Ergebnisse der schalltechnischen Objektbeurteilung liegt daher bei dem jeweiligen Ingenieurbüro. Dieses steht für Fragen, Hinweise und Anmerkungen der Eigentümer zur Verfügung.

Gleichzeitig steht es dem Eigentümer frei, ein Ingenieurbüro seiner Wahl mit der Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen zu beauftragen. Zu beachten ist hierbei, dass der Eigentümer bis zur Rechnungserstattung der baulichen Umsetzung finanziell in Vorleistung gehen muss, denn das Erfordernis und der Kostenbetrag der Maßnahmen zum Schallschutz werden seitens der FBB im Zusammenhang mit der Rechnung zur baulichen Umsetzung geprüft und erstattet.

Hinsichtlich der baulichen Umsetzung wird auf den Punkt 3.1, Abschnitt 4 verwiesen. Wir weisen in diesem Zusammenhang nochmals darauf hin, dass die Möglichkeit besteht, eine der bei der Auftragsberatungsstelle gelisteten Firma mit der baulichen Umsetzung der Maßnahmen zum Schallschutz zu beauftragen oder eine Fachfirma Ihrer Wahl. Wichtig dabei ist, dass die Beauftragung zeitnah zum Erhalt der ASE-B erfolgt, um konjunkturell bedingte Kostensteigerungen, die eine Zuzahlung durch den Eigentümer nach sich ziehen, zu vermeiden und um eine bauliche Umsetzung sowie die Erstattung der Kosten innerhalb der jeweils anzuwendenden Erstattungsfrist sicher zu stellen (siehe 3.4).

3.3 Rechte und Pflichten der Anspruchsberechtigten

Grundlage für die Umsetzung des Schallschutzprogramms am jeweiligen Objekt ist die Antragstellung durch den Eigentümer. Auf die formlose Antragstellung durch den Eigentümer erhält dieser im Falle der Anspruchsberechtigung dem Grunde nach (also Lage innerhalb der Schutzgebiete gemäß PFB) eine Bestätigung des Eingangs des Antrages durch die FBB sowie das auszufüllende Antragsformular. Der Eigentümer füllt das Antragsformular vollständig aus (Hilfe zum vollständigen Ausfüllen der Antragsunterlagen gibt das Dokument *Hinweise zum Ausfüllen des Antragsformulars „Antrag auf Schallschutz Wohngebäude / sonstige Gebäude“*, das die FBB den Eigentümern zusammen mit dem Antrag übersendet) und reicht es mitsamt allen notwendigen Unterlagen bei der FBB ein. Zu den notwendigen Unterlagen gehören u.a.

- Eigentumsnachweis (z.B. Kaufunterlagen)
- Grundbuchauszug (nicht älter als 12 Monate)
- Baugenehmigungen aller Art inklusive Änderungsmaßnahmen
- Genehmigte Baupläne mit gegenwärtiger Nutzung der einzelnen Räume, Schnitte, Ansichten, etc.
- Baubeschreibung.

Gegebenenfalls sind zur Ermittlung der Antragsberechtigung weitere Nachweise erforderlich, die vom Eigentümer vorzulegen sind:

- Bauliche Auflagen, z.B. Auflagen des Denkmalschutzes
- Schallschutznachweis
- Nachweis über bereits realisierte Schallschutzvorrichtungen nach dem 13.08.2004.

Die schalltechnische Objektbeurteilung (STOB) kann nur erstellt werden, wenn der Eigentümer dem Vertreter des von der FBB beauftragten Ingenieurbüros Zutritt zu den entsprechenden Grundstücken und dort befindlichen Gebäuden gewährt.

Während der Bestandsaufnahme muss der Eigentümer dem ausführenden Ingenieurbüro für Auskünfte zur Verfügung stehen. Insbesondere in Fällen, bei denen eine Bestandsaufnahme der relevanten Außenbauteile ohne Demontage bzw. Beschädigung nicht oder nur teilweise möglich ist, sind zur Vervollständigung der Bestandsaufnahme die Angaben des Eigentümers zwingend notwendig.

3.4 Fristen zur Einreichung von Nachweisen der baulichen Umsetzung

Die FBB hat allen Eigentümern, die bis zum Dezember 2022 eine Anspruchsermittlung Bau (ASE-B) erhalten und die darin ausgewiesenen, erforderlichen Schallschutzmaßnahmen haben noch nicht oder nicht vollständig umgesetzt haben, mit Schreiben vom 19.12.2022 mitgeteilt, dass entsprechende Nachweise der baulichen Umsetzung (Abnahme, Rechnungen, Prüfzeugnisse, Fachunternehmererklärungen etc.) bis zum 31.12.2025 bei der FBB bzw. dem zuständigen Ingenieurbüro einzureichen sind, um eine Kostenerstattung zu erhalten.

Für ASE-B, die ab Anfang 2023 versendet bzw. überarbeitet wurden bzw. werden, gilt analog eine Frist von drei Jahren, gerechnet ab dem Beginn des auf die Versendung folgenden Jahres. Diese Frist ist in den jeweiligen Anspruchsermittlungen explizit ausgewiesen.

Teil B

Detailbeschreibung des Schallschutzprogramms

4 Definitionen, Allgemeine (physikalische) Grundlagen

Ziel des Schallschutzprogramms ist es, sicherzustellen, dass im Inneren von anspruchsberechtigten Räumen ein bestimmtes Geräuschniveau nicht überschritten wird. Wie in Kap. 2.2 ausgeführt, ist das einzuhaltende Geräuschniveau entweder direkt als Innenpegel oder indirekt über eine Vorgabe des erforderlichen Schalldämm-Maßes der Außenfassade definiert. Der Nachweis der Einhaltung bzw. die Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen geschieht dabei auf rechnerischem Wege. Gegenstand dieses Kapitels ist die Erläuterung der Grundlagen der hierfür notwendigen Berechnungen sowie die Definition der hierbei verwendeten Begriffe.

Die rechnerische Betrachtung geschieht in 2 getrennten Schritten:

- 1. Ermittlung des Außenpegels L_0 (durch den Flugbetrieb außen vor der Fassade erzeugter Geräuschpegel)
Die Ermittlung erfolgt nach den in Deutschland üblichen Fluglärmrechnungsverfahren AzB-DLR und AzB-2008/1. FlugLSV. Hinsichtlich der Anzahl der Flugbewegungen wird dabei stets von der Prognose-Kapazität des Flughafens BER (PFA, Szenario 20XX) ausgegangen (Details siehe Kap. 4.2.1).
- 2. Ermittlung des Innenpegels L_i (im Inneren der zu schützenden Räume erzeugter Geräuschpegel infolge der außen vor der Fassade erzeugten Fluggeräusche) bzw. des erforderlichen resultierenden Bau-Schalldämm-Maßes $R'_{w,res}$.
Die Ermittlung erfolgt nach DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ sowie VDI 2719 „Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen“ (Details siehe Kap. 4.2.3)

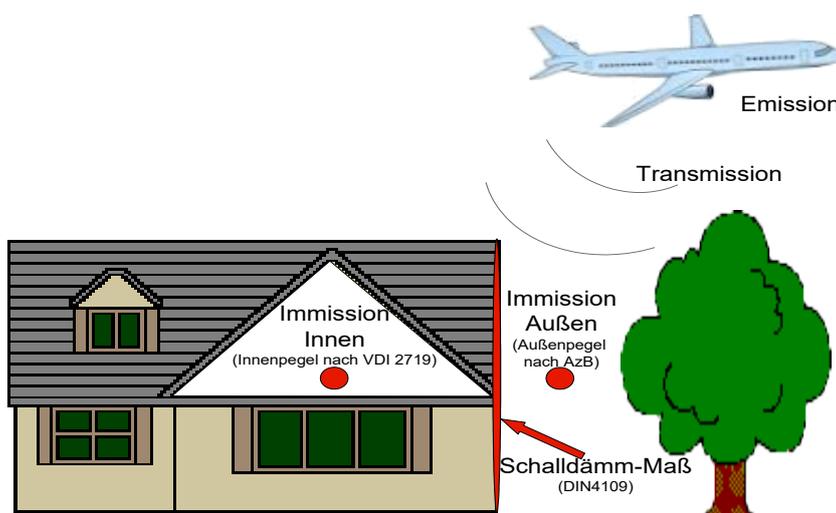


Abb. 4.1 Prinzipdarstellung der Geräuschübertragung in den Innenraum bei Fluggeräuschen

4.1 Definitionen

Im Rahmen des Schallschutzprogramms werden die nachfolgend genauer beschriebenen physikalischen Parameter verwendet:

A-Bewertung

Normative, technische Nachbildung des Frequenzgangs des menschlichen Ohrs. Zur Kennzeichnung wird die entsprechende physikalische Größe (z.B. Schalldruckpegel) durch den Zusatz "(A)" gekennzeichnet (z.B. dB(A))

Maximalpegel L_{\max}

Maximaler Wert eines Schallereignisses (hier: einzelnes Überflugereignis) in dB(A)

Energieäquivalenter Dauerschallpegel L_{eq3}

Energetischer Mittelwert aller A-bewerteten Schallereignisse während des jeweiligen Bezugszeitraums in dB(A)

Der energieäquivalente Dauerschallpegel L_{eq3} entspricht demjenigen Schalldruckpegel, den ein konstantes Dauergeräusch der Länge T haben müsste, um dieselbe Gesamtschallenergie am Immissionsort (der Ort, an dem ein Geräusch wahrgenommen oder gemessen wird) zu erzeugen, wie die tatsächliche, von unterschiedlichen Einzelgeräuschen hervorgerufene gesamte Schallimmission während der gleichen Zeitperiode T . Im vorliegenden Fall beziehen sich alle Anforderungen auf die Zeitperiode der sechs verkehrsreichsten Monate.

Gemäß DIN 45643-1 / ISO 3891 kann der energieäquivalente Dauerschallpegel im Falle von Fluglärm wie folgt berechnet werden:

$$L_{eq3} = 10 \cdot \lg \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N \frac{t_{10,i}}{2} \cdot 10^{(L_{\max,i} / 10)} \right)$$

Gleichung 4-1

Hierin bedeuten:

\lg	dekadischer Logarithmus
L_{\max}	Maximalpegel während des Überflugs (Zeitkonstante slow)
$t_{10,i}$	Zeitraum, während dessen der Maximalpegel $L_{AS\max}$ um bis zu 10 dB unterschritten wird (10-dB down time).
T	Bezugszeitraum (6 verkehrsreichste Monate)
N	Anzahl der Schallereignisse innerhalb des Bezugszeitraums

NAT (number of events above threshold)

Anzahl der Überschreitungen eines bestimmten Pegelwertes während des jeweiligen Bezugszeitraums (Maximalpegel-Häufigkeitskriterium)

Das Kriterium ist überschritten, wenn im Bezugszeitraum der im Kriterium genannte Maximalpegel gleich häufig oder öfter als in dem Kriterium genannt erreicht oder überschritten wird.

Die in Kap. 2.2 beschriebenen Schutzziele beziehen sich jeweils auf den Durchschnittstag der 6 verkehrsreichsten Monate. Sie werden nach den Bezugszeiten 06:00 – 22:00 Uhr (Tageszeit) und 22:00 – 06:00 Uhr (Nachtzeit) unterschieden. Der jeweilige Bezugszeitraum wird in den Ergebnisdarstellungen sowie in den formelmäßigen Darstellungen durch den Zusatz "N" für die Nachtzeit bzw. "T" für die Tageszeit gekennzeichnet.

So bedeutet bspw. die Angabe $NAT_N 6 \times 55 \text{ dB(A)}$, dass am Durchschnittstag der 6 verkehrsreichsten Monate im Zeitraum von 22-6 Uhr ein Maximalpegel von $L_{\text{Max}} = 55 \text{ dB(A)}$ höchstens 6 mal erreicht oder überschritten wird.

Außenpegel L_0

Auch "Freifeldpegel" genannt. Entspricht dem Schalldruckpegel in dB(A), der sich 0,5 m vor dem geöffneten Fenster eines Gebäudes ergibt. Der Außenpegel L_0 ist das Ergebnis der Berechnungen gem. AzB-DLR bzw. AzB-2008. Der Außenpegel L_0 kann sowohl den Maximalpegel als auch den energieäquivalenten Dauerschallpegel bezeichnen. Er ist daher immer durch einen entsprechenden Zusatz gekennzeichnet. In den formelmäßigen Darstellungen erfolgt dies durch einen entsprechenden Zusatz im Index (z.B. $L_{0,\text{max},N}$ für den Maximalpegel zur Nachtzeit)

Maßgeblicher Außenlärmpegel L_a

Der maßgebliche Außenpegel in dB(A) stellt die Eingangsgröße für die Ermittlung des Innenpegels dar. Er ergibt sich aus dem Außenpegel L_0 durch einen Zuschlag. Im Rahmen des Schallschutzprogramms BER wird bei der Bestimmung des maßgeblichen Kriteriums der maßgebliche Außenpegel L_a wie folgt definiert:

$$L_a = L_0 + 9 \text{ dB}$$

Gleichung 4-2

Anmerkung:

In VDI 2719 sowie DIN 4109 wird der maßgebliche Außenlärmpegel durch $L_a = L_0 + 3 \text{ dB}$ definiert. Zur Vereinfachung der mathematischen Beziehungen bzw. zur Herstellung der Vergleichbarkeit der verschiedenen Berechnungsverfahren werden bei der Bestimmung des maßgeblichen Kriteriums zusätzlich +6 dB Zuschlag gemäß VDI 2719 als Korrektursummand für Verkehrsflughäfen berücksichtigt. Dieses wird als Konstante zusammengefasst und zum Freifeldpegel L_0 hinzuaddiert, woraus sich $L_a = L_0 + 9 \text{ dB}$ ergibt (für genauere Ausführungen siehe Kap. 4.2.3). Die vorstehende Definition gilt somit nur im Rahmen des Schallschutzprogramms BER.

Innenpegel L_i

Schalldruckpegel in dB(A) im Inneren eines Raumes. Der Innenpegel L_i kann sowohl den Maximalpegel als auch den energieäquivalenten Dauerschallpegel bezeichnen. Der Innenpegel L_i ist daher immer durch einen entsprechenden Zusatz gekennzeichnet.

(Bau-)Schalldämm-Maß R' und bewertetes (Bau-)Schalldämm-Maß R'_w

Das Schalldämm-Maß R in dB kennzeichnet die Luftschalldämmung von Bauteilen. Es beschreibt das Verhältnis der auf ein Bauteil auftreffenden Schalleistung zu der in den Empfangsraum übertragenen Schalleistung. Das Schalldämm-Maß R beschreibt dabei die schalldämmende

Wirkung eines Bauteils ohne Schallübertragung über flankierende Bauteile (auch Labor-Schalldämm-Maß genannt), das Bau-Schalldämm-Maß R' beschreibt die schalldämmenden Eigenschaften eines Bauteils inklusive Schallübertragung über flankierende Bauteile. Das Schalldämm-Maß R und das Bau-Schalldämm-Maß R' eines Bauteils sind frequenzabhängige Größen.

Das bewertete (Bau-)Schalldämm-Maß R'_w ist eine Einzahlangabe zur Kennzeichnung der Luftschalldämmung von Bauteilen in dB. Es wird aus dem frequenzabhängig ermittelten Bau-Schalldämmmaß R' durch Vergleich mit einer Bezugskurve ermittelt (genauerer siehe DIN EN ISO 717-1 bzw. gleichlautend in Vorgänger-Norm DIN 52210-4).

Anmerkung:

Im Schallschutzprogramm wird immer das bewertete Bau-Schalldämm-Maß R'_w für Berechnungen herangezogen. Dabei werden die Bezeichnungen „(bewertetes) Bau-Schalldämm-Maß“ und „(bewertetes) Schalldämm-Maß“ synonym verwendet.

Äquivalente Schallabsorptionsfläche A

Maß zur Beschreibung der Schallabsorptionseigenschaften (Halligkeit) eines Raumes. Die äquivalente Absorptionsfläche ist die gedachte Fläche mit vollständiger Schallabsorption, die den gleichen Teil der Schallenergie absorbieren würde wie die gesamte Oberfläche des Raumes. Die äquivalente Schallabsorptionsfläche A wird bei der Bestimmung des Innenpegels benötigt.

Anmerkung:

Neben dem Außenpegel, den Geometrien des betreffenden Raumes sowie dem bewerteten Bau-Schalldämm-Maß R'_w der Umfassungsbauteile (Außenbauteile) ist der sich ergebende Innenpegel auch vom jeweiligen Möblierungs- und Ausstattungsgrad abhängig. Da dies wesentlich durch den jeweiligen Geschmack des Nutzers abhängig ist, wird im Schallschutzprogramm BER von einer Standardausstattung ausgegangen, wie sie in VDI 2719 beschrieben ist. Demzufolge entspricht die äquivalente Absorptionsfläche eines üblichen Raumes im Standardfall dem 0,8fachen der Grundfläche des Raumes (vgl. [3]).

Isolinie

Grafische Darstellung der Linie eines gleichen physikalischen oder geeignet mathematisch definierten Wertes (z.B. Schalldruckpegel oder Maximalpegelhäufigkeit).

4.2 Anwendung der physikalisch-mathematischen Beziehungen im Schallschutzprogramm BER

Das im Rahmen des Schallschutzprogramms am BER verwendete zweigeteilte Verfahren aus der Ermittlung des Außenpegels und der hierauf aufbauenden Ermittlung des Innenpegels bzw. des Nachweises der Einhaltung eines Mindestschalldämm-Maßes entspricht dem Grunde nach demjenigen, wie es auch bei der schalltechnischen Dimensionierung der Außenfassade eines Gebäudes z.B. an einer stark befahrenen Straße angewendet wird. Lediglich die Ursache der Geräusche ist eine andere. Insofern entspricht das im Rahmen des Schallschutzprogramms verwendete Verfahren der üblichen gängigen Praxis bei der Dimensionierung von baulichen Schallschutzmaßnahmen.

Nachfolgend werden die hierfür verwendeten Berechnungsvorschriften und Gleichungen beschrieben und erläutert.

4.2.1 Ermittlung Außenpegel

Die Ermittlung des Außenpegels erfolgt rechnerisch nach der Fluglärmrechnungsmethode AzB (Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen). Mit Hilfe der AzB wird dabei stets der Freifeldpegel bestimmt, der im Rahmen des Schallschutzprogramms als Außenpegel L_0 bezeichnet wird. Die Berechnungsvorschrift enthält dabei sowohl Angaben hinsichtlich der Geräuschemissionen, die von Flugzeugen während der verschiedenen Flugphasen erzeugt werden, als auch das Schallausbreitungsmodell zur Ermittlung der Geräuschimmissionen an einem Aufpunkt (Nachweisort/Immissionspunkt) in der Umgebung des Flughafens.

Um die Berechnungen praktisch handhabbar zu machen, werden die Flugzeuge in der AzB in unterschiedliche, nach akustischen Gesichtspunkten zusammengestellten Luftfahrzeuggruppen unterteilt.

Das in der AzB beschriebene Berechnungsverfahren ist extrem standardisiert, d.h. jedes Detail der Berechnung von der Eingabe der Daten bis zur Ausgabe der Ergebnisse ist mathematisch exakt definiert. Dies führt dazu, dass die Isolinien auch von einem Zweitgutachter mit großer Genauigkeit nachgerechnet werden können.

Das Berechnungsverfahren AzB ist seit seiner Einführung im Jahre 1975 entsprechend dem Stand der Technik verschiedentlich weiterentwickelt worden. Die wesentlichen Entwicklungsstufen sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

AzB-1975	Erstes Berechnungsverfahren zur Ermittlung von Fluglärm mit Berücksichtigung der damals wesentlichen Flugzeugmodelle; Berechnung der Geräuschimmissionen nach der Methode des kürzesten Abstandes (CPA)
AzB-1984	Ergänzung zusätzlicher Flugzeuggruppen aufgrund von neuen Flugzeugmodellen
AzB-DLR (1999)	Ergänzung zusätzlicher Flugzeuggruppen aufgrund der technischen Entwicklung; Einführung der statistischen Streuung zur Vermeidung von Pegelsprüngen bei der Ermittlung von Maximalpegelhäufigkeiten
AzB-2008 (1.FlugLSV)	Umstellung des Berechnungsverfahrens zur Ermittlung der Geräuschimmissionen auf das Segmentierungsverfahren nach dem Modell der bewegten Punktschallquelle. Darüber hinaus: <ul style="list-style-type: none"> – Einführung verfeinerter Richtcharakteristiken – Einführung eines speziellen Verfahrens zur Berücksichtigung der jährlich schwankenden Verteilung der Flugbetriebsrichtungen (sog. Sigma-Verfahren) – Feinere Unterteilung der Flugzeuggruppen bei Kleinflugzeugen und Hubschraubern

Tab. 4.1 Entwicklung des Berechnungsverfahrens AzB sowie wesentliche Änderungen

Im Rahmen des Schallschutzprogramms sind die AzB-Versionen AzB-2008 und AzB-DLR von Bedeutung.

Hintergrund ist, dass mit dem Planergänzungsbeschluss aus dem Jahre 2009 verfügt wurde, dass im Nachtschutzgebiet zusätzlich auch die Anforderungen der zum novellierten Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm (2007) erlassenen 2. FlugLSV [3] einzuhalten sind. Für die Ermittlung der Schallschutzmaßnahmen gemäß der 2. FlugLSV ist jedoch die AzB-Version AzB-2008 zwingend vorgeschrieben. Alle übrigen Kriterien, die auf den Planfeststellungsbeschluss des Jahres 2004 zurückgehen, beziehen sich hinsichtlich der Ermittlung der Außenpegel auf die AzB-DLR, welche auch bei der Erstellung der Planfeststellungsunterlagen (Gutachten M4.1) verwendet wurde.

Ein weiterer Parameter, der die Ergebnisse der Berechnung beeinflusst, ist die Art und Weise, wie die Verteilung der unterschiedlichen Betriebsrichtungen in den Berechnungen berücksichtigt wird. Im Falle einer Landung am Flughafen BER kann der Anflug sowohl von Osten als auch von Westen aus geschehen. Starts können in gleicher Weise sowohl in Richtung Osten, als auch in Richtung Westen erfolgen. Die Entscheidung darüber, aus welcher Richtung der Flughafen angefliegen wird, bzw. in welche Richtung gestartet wird, ist abhängig vom Wetter, da Flugzeuge grundsätzlich immer gegen den Wind starten und landen. Im Ergebnis führt dies dazu, dass beispielsweise ein Immissionsort in Waltersdorf im Falle der Betriebsrichtung 25 (Flugbewegung Richtung Westen) bei der Landung und im Falle der Betriebsrichtung 07 (Flugbewegung Richtung Osten) bei Starts von Fluglärm betroffen ist.

Da alle Schutzziele als Mittelwert der verkehrsreichsten sechs Monate definiert sind, muss die Häufigkeit des Auftretens der einen oder anderen Betriebsrichtung berücksichtigt werden.

Bis vor einiger Zeit, und so auch im in den Planfeststellungsunterlagen enthaltenen Gutachten M4.1 [3], wurde hinsichtlich der Verteilung der Betriebsrichtungen das langfristige, statistische Mittel angesetzt. Für die Berechnungen im Gutachten M4.1 wurde für die Betriebsrichtung 25 (Starts und Landungen Richtung Westen) ein Anteil von 65 % unterstellt. Der Anteil der Starts und Landungen Richtung Osten (Betriebsrichtung 07) wurde mit 35 % berücksichtigt.

Nicht berücksichtigt wird bei diesem Verfahren, dass sich aufgrund von Witterungsschwankungen von Jahr zu Jahr leicht unterschiedliche Verteilungen der Betriebsrichtung ergeben können. Ein worst-case Ansatz zur Berücksichtigung der unterschiedlichen Betriebsrichtungen besteht darin, für die Berechnungen stets die ungünstigste Betriebsrichtung zu unterstellen. Konkret erfolgt dies dadurch, dass für jeden Immissionsort zwei Berechnungen durchgeführt werden, wobei für die erste Berechnung unterstellt wird, dass während der verkehrsreichsten 6 Monate eines Jahres permanent ein und dieselbe Betriebsrichtung (z.B. Richtung Osten) anliegt. Für die zweite Berechnung wird der umgekehrte Fall unterstellt. Ergebnis für einen Immissionsort ist das ungünstigere, d.h. lauterere Ergebnis der beiden Berechnungen. Dieser Berechnungsansatz wird 100:100 Verteilung genannt.

Mit diesem Ansatz wird zwar sichergestellt, dass die rechnerische Berücksichtigung der Betriebsrichtung niemals zu einer Unterschätzung der tatsächlich, sich in einem Jahr ergebenden Situation führt, jedoch ergibt sich insbesondere bei Immissionsorten, die nur bei einer Betriebsrichtung betroffen sind, eine starke Überschätzung der Geräuschimmissionen. Im Umkreis des Flughafens BER tritt dieser Fall z.B. westlich des Flughafens in Verlängerung der Südbahn infolge der abknickenden Startrouten in Mahlow-Blankenfelde auf. Hier werden einige Bereiche entweder nur bei Betriebsrichtung 25 (Start) oder nur bei Betriebsrichtung 07 (Landung) überflogen.

Gemäß Prozessklärung vom 21.09.2011 ist für die Dimensionierung des nächtlichen Schallschutzes zur Einhaltung des Maximalpegelkriteriums zusätzlich zur Realverteilung auch die 100:100 Verteilung zu Grunde zu legen.

In dem im Jahre 2007 novellierten Gesetz zum Schutz gegen Fluglärm und somit auch in der hierzu erlassenen 1. FlugLSV (AzB-2008) wurde als Kompromiss zwischen den beiden vorstehend beschriebenen Varianten die Berücksichtigung der Betriebsrichtung nach dem sog. 3-Sigma Verfahren (3σ -Verfahren) festgelegt. Hierfür werden für jeden Immissionsort insgesamt 10 Berechnungen durchgeführt, wobei für jede Berechnung jeweils eine der in den letzten 10 Jahren tatsächlich aufgetretenen Betriebsrichtungsverteilungen unterstellt wird. Bei Prognosen werden hier plausible Annahmen getroffen. Aus den 10 Ergebnissen, die für jeden Immissionsort berechnet werden, wird anschließend mit Hilfe von statistischen Verfahren derjenige Pegel bestimmt, der mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,7 % (3-Sigma) nicht überschritten wird.

Dieses Berechnungsverfahren wurde im Rahmen des Planergänzungsverfahrens eingeführt und stellt ein weiteres Kriterium zur Dimensionierung des Schallschutzes für das Nachtschutzgebiet dar.

Im Ergebnis führen die vorstehend skizzierten Ansätze dazu, dass für die einzelnen Schutzziele z.T. unterschiedlich zu ermittelnde Außenpegel zu Grunde zu legen sind. In der nachfolgenden Tabelle ist den einzelnen Schutzziele die jeweilige Berechnungsgrundlage zur Ermittlung des Außenpegels zugeordnet. Darüber hinaus sind die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale angegeben.

Anmerkung:

Betrachtet man die nach den einzelnen Verfahren ermittelten Außenpegel, so sind die Unterschiede in der Regel eher klein. Von Ausnahmen abgesehen treten Unterschiede von deutlich mehr als 1 dB nur bei Immissionsorten auf, die nur bei einer Betriebsrichtung betroffen sind.

Bezeichnung Außenpegel	Zeit	Berechnungsgrundlage	Betriebsrichtungsverteilung	Zugeordnetes Schutzziel
L_{0_eq3T}	Tag	AzB-DLR	Langfristiges Mittel	$L_{i_eq3T} = 45 \text{ dB(A)}$
L_{0_MaxT}	Tag	AzB-DLR	Langfristiges Mittel	$L_{i_MaxT} = 55 \text{ dB(A)}$ entspricht NAT 0,005*55
L_{0_eq3N}	Nacht	AzB-DLR	Langfristiges Mittel	$L_{i_eq3N} = 35 \text{ dB(A)}$
L_{0_eq3N}	Nacht	AzB 2008	3-Sigma	Schalldämm-Maß R'_w gemäß 2. FlugLSV
L_{0_MaxN}	Nacht	AzB-2008	3-Sigma	$L_{i_MaxN} = 55 \text{ dB(A)}$ entspricht NAT 6*55
$L_{0_MaxN} 100:100$	Nacht	AzB-DLR	100:100	$L_{i_MaxN} = 55 \text{ dB(A)}$ entspricht NAT 6*55

Tab. 4.2 Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Außenpegel und zugehörige Schutzziele

Allen AzB-Versionen ist gemeinsam, dass die Berechnungen auf der Basis einer standardisierten Beschreibung des Flugbetriebs durchgeführt werden. Diese standardisierte Beschreibung wird DES (Datenerfassungssystem) genannt. Hierin wird die Geometrie des Flughafens sowie der Flugrouten und die Anzahl der Flugzeuge einer bestimmten Flugzeuggruppe auf den einzelnen Flugrouten angegeben.

Für das Schallschutzprogramm BER wird die prognostizierte Maximalkapazität des in den Planfeststellungsunterlagen (Gutachten M2 [3]) beschriebenen Szenarios 20XX verwendet. Auch hinsichtlich des Flugzeugmixes, d.h. die Verteilung des gesamten Flugverkehrs auf die einzelnen Flugzeuggruppen wurde zunächst von dem im Planfeststellungsantrag (Gutachten M2) enthaltenen Ansatz ausgegangen. Dieser Flugzeugmix gab an, welches Fluggerät wie oft am BER zu erwarten sei und wie laut dieses sein wird. Für Anträge auf Schallschutzmaßnahmen, die bis zum 30. September 2016 bei uns eingingen, wurde von dem bereits im Planfeststellungsantrag enthaltenen Flugmodellplan von 1998 ausgegangen. Der damals im Gutachten M2 zugrunde gelegte Flugzeugmix ist allerdings heute überholt. In den letzten eineinhalb Jahrzehnten haben sich die Technologien weiterentwickelt und Luftfahrzeuge sind wesentlich leiser geworden. Zudem werden einige Flugzeugtypen, die im Flugmodellplan von 1998 noch enthalten waren, gar nicht am BER fliegen.

Das bedeutet, dass wir vor Inbetriebnahme des BER für die Prognose der zu erwartenden Schallpegel einen (alten) Flugzeugmix zugrunde gelegt hatten, der einen deutlich höheren Anteil an lauterem Flugzeugen enthielt, als nun am BER tatsächlich fliegen. Für die Berechnung der Schallpegel ergibt sich somit ein deutlicher Sicherheitspuffer.

Für alle Anträge auf Schallschutzmaßnahmen, die ab dem 1. Oktober 2016 bei uns eingingen und eingehen, wird von einem Flugzeugmix ausgegangen, der sich an dem Flugverkehr orientiert, der bereits heute zu beobachten ist. Darin enthalten sind ein sehr hoher Anteil an Kurz- und Mittelstreckflugzeugen und ein mit 1.000 Flugbewegungen pro Jahr kleiner Anteil an vierstrahligen Langstreckenflugzeugen.

In den vergangenen Jahren gab es jedoch weit weniger als 400 Flugbewegungen von vierstrahligen Langstreckenflugzeugen pro Jahr. Das bedeutet, dass wir für die Prognose der zu erwartenden Schallpegel einen (aktuellen) Flugzeugmix zugrunde legen, der einen deutlich höheren Anteil an lauterer Flugzeugen enthält, als tatsächlich zu beobachten ist. So wird davon ausgegangen, dass auch hier in der ermittelten Fluglärmbelastung ein deutlicher Sicherheitspuffer enthalten ist.

Hinsichtlich der Flugrouten wurden für die Ermittlung des Außenpegels an einem bestimmten Immissionsort die von der Bundesaufsicht für Flugsicherheit (BAF) festgelegten Flugrouten [3] für die Ermittlung des Außenpegels berücksichtigt.

Anmerkung:

Für die äußere Abgrenzung der Schutzgebiete wurden, wie bereits beschrieben, die Berechnungen mit den in den Planfeststellungsunterlagen beschriebenen Flugrouten durchgeführt sowie den Flugrouten gemäß BAF (DES 2015). Darauf basierend wurde die Umhüllende der relevanten Fluglärmkonturen aus beiden Flugroutensystemen zur Ausweisung der Schutzgebiete gebildet.

Mit der AzB lassen sich der energieäquivalente Dauerschallpegel sowie NAT-Kriterien berechnen. Der höchste, an einem Immissionsort durch ein Flugereignis erzeugte Geräuschpegel lässt sich mit Hilfe der AzB nicht berechnen. Grund hierfür ist die Behandlung von Streuungen in der AzB.

Wird eine Flugroute mehrmals beflogen, so ergeben sich in der Realität auch bei gleichen Flugzeugtypen von Überflug zu Überflug leicht unterschiedliche Geräuschimmissionen (Streuung).

Rechentechisch werden diese Abweichungen durch die Einbeziehung einer Streuungsfunktion berücksichtigt. Im Falle der AzB-DLR und AzB-2008 wird hierfür eine Normalverteilung mit einer Standardabweichung von $Q_{\sigma} = 3$ dB berücksichtigt.

$$w(L_{pAS,max}, \bar{L}_{pAS,max}, Q_{\sigma}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot Q_{\sigma}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{L_{pAS,max} - \bar{L}_{pAS,max}}{Q_{\sigma}} \right)^2 \right]$$

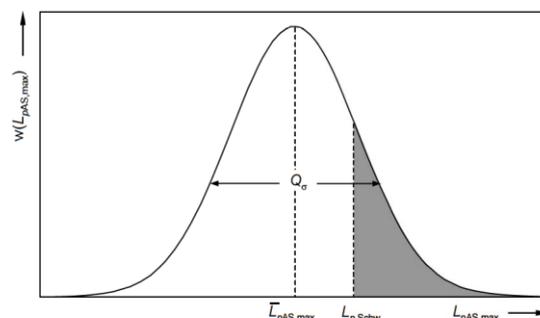


Abb. 4.2 Streuungsfunktion bei Fluglärmrechnungen

Für die Ermittlung des Höchstwertes der Fluggeräusche (größter Maximalpegel) ist dies insofern problematisch, als die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten eines Maximalpegels im Falle einer Normalverteilung immer größer als der Wert 0 ist. Bei einer Normalverteilung gibt es daher mathematisch zu jedem Maximalpegel immer auch einen noch höheren Maximalpegel. Es sinkt lediglich die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des noch höheren Maximalpegels. Bei Verwendung einer Normalverteilung ist es somit prinzipiell unmöglich, den absolut höchsten Maximalpegel zu berechnen.

Um im halbwegs realistischen Rahmen zu bleiben, bedarf es daher eines Abbruchkriteriums. Mit Urteil vom 25.04.2013 [2] hat das OVG Berlin-Brandenburg das Abbruchkriterium für den Tagschutz auf weniger als 0,005 Ereignisse am Durchschnittstag der verkehrsreichsten sechs Monate festgelegt. Dadurch wandelt sich das Kriterium zur Begrenzung der Geräuschimmissionen im Inneren von Gebäuden, demzufolge durch den Flugbetrieb ein Maximalpegel von $L_{max} = 55 \text{ dB(A)}$ nicht überschritten werden darf, in das Maximalpegel-Häufigkeitskriterium $NAT_T < 0,005 \times 55 \text{ dB(A)}$.

Wie nachfolgend genauer ausgeführt, führt dies zu deutlich erhöhten Anforderungen.

Anmerkung:

Eine Überschreitungshäufigkeit von weniger als 0,005 Ereignissen pro Tag entspricht rechnerisch weniger als einer Überschreitung in den verkehrsreichsten 6 Monaten. Da die Kurve der Streuungsfunktion für nur relativ selten auftretende Ereignisse (äußerster rechter Rand der Kurve in Abb. 4.2) sehr flach verläuft, bewegt sich rechnerisch eine alle sechs Monate stattfindende Überschreitung im Zehntel-dB Bereich.

Um die zu erwartende Fluglärmbelastung für die Umgebung des Flughafens BER darzustellen, wurden die Berechnungen flächenhaft in einem Raster von 50 x 50 m durchgeführt. Anschließend werden durch Interpolation Isolinien in das Rasterfeld gebildet und mit kartographischen Darstellungen hineingelegt.

Im Falle von Kriterien des energieäquivalenten Dauerschallpegels wird an jedem Rasterpunkt der energieäquivalente Dauerschallpegel ermittelt. Im Falle der Maximalpegelhäufigkeitskriterien wird an den einzelnen Rasterpunkten derjenige Pegel ermittelt, der mit der im NAT-Kriterium angegebenen Häufigkeit am Immissionsort auftritt. Auf der Basis der kartographischen Darstellung der Isolinien für ganzzahlige Werte wird anschließend der Außenpegel für jedes betroffene Gebäude ermittelt.

Für die Dimensionierung der Schallschutzmaßnahmen wird der so ermittelte Wert als maximaler Außenpegel interpretiert und in den Schallschutzberechnungen sowie in der schalltechnischen Objektbeurteilung (STOB) vereinfachend auch so bezeichnet, obwohl es sich streng genommen immer um einen Schwellenwert handelt, der mit einer gewissen rechnerischen Wahrscheinlichkeit nicht mehr überschritten wird.

4.2.2 Anforderungen an den Schallschutz gem. 2. FlugLSV

Die in der 2. FlugLSV beschriebene Vorgehensweise zur Ermittlung der Anforderungen entspricht derjenigen der DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“, (11/1989) [3]. Auch die Anforderungen gem. 2. FlugLSV zum Tagschutz bei Neubauten entsprechen denjenigen der DIN 4109. (Für die Nachtzeit

sind in der DIN 4109 keine speziellen Anforderungen definiert. Insofern ist ein Vergleich nicht möglich).

Wie in DIN 4109 (11/1989) wird auch in der 2. FlugLSV kein höchstzulässiger Innenpegel festgelegt. Vielmehr wird in Abhängigkeit vom Außenpegel eine Anforderung an das Schalldämm-Maß der Außenfassade des betreffenden Raumes definiert. Hierfür wird der Außenpegel in Klassen zu 5 dB unterteilt und für jede 5 dB-Klasse ein erforderliches Bau-Schalldämmmaß $R'_{w,res}$ festgelegt. Das erforderliche Schalldämm-Maß ergibt sich aus einem Basiswert, zu dem eine Raumkorrektur gemäß DIN 4109 zur Berücksichtigung der jeweiligen Raumgeometrie hinzuaddiert wird. Mathematisch lässt sich dies wie folgt beschreiben:

$$erf.R'_{w,res} = R'_{w,res_Basis} + 10 * \lg\left(\frac{S_G}{A}\right)$$

Gleichung 4-3

Hierin bedeuten:

- $erf. R'_{w,res}$ erforderliches bewertetes Bau-Schalldämmmaß der Außenbauteile des betrachteten Raumes in dB
- R'_{w,res_Basis} Basiswert des erforderlichen bewerteten Bau-Schalldämmmaßes gem. § 3 Abs. 1 der 2. FLugLSV in dB
- S_G gesamte Außenfläche des betrachteten Raumes in m²
- A äquivalente Absorptionsfläche des betrachteten Raumes in m² (lt. VDI 2719: $A = 0.8 * \text{Grundfläche des Raumes}$)

Die Basiswerte R'_{w,res_Basis} für Schlafräume (Nachtzeit) sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. Hierbei ist der Abschlag für Bestandsgebäude in Höhe von 3 dB (gemäß 2. FLugLSV) bereits berücksichtigt.

Pegelbereich nach 2.FlugLSV (energieäquivalenter Dauerschallpegel $L_{Aeq,Tag}$)	Anforderung Bau-Schalldämm-Maß R'_{w,res_Basis} für Schlafräume
< 50 dB(A)	27 dB
50 bis < 55 dB(A)	32 dB
55 bis < 60 dB(A)	37 dB
60 bis < 65 dB(A)	42 dB
65 und mehr dB(A)	47 dB

Tabelle 4-1 Basiswerte R'_{w,res_Basis} gem. §3 Abs. 1 der 2. FlugLSV für Schlafräume in Bestandsgebäuden

Aus der Festlegung, dass das erforderliche bewertete Bau-Schalldämmmaß $R'_{w,res}$ jeweils einen Außenpegelbereich von 5 dB umfasst, folgt, dass der sich im Inneren des betreffenden Raumes ergebende Innenpegel L_i ebenfalls in einem Bereich von 5 dB schwanken kann.

Der Bereich, innerhalb dessen der aus den Bestimmungen der 2. FlugLSV resultierende Innenpegel L_i schwanken kann, lässt sich unter Anwendung der Gleichung 4-6 bestimmen. Im Ergebnis führen die Festlegungen der 2. FlugLSV für Schlafräume zur Nachtzeit bei Bestandsgebäuden zu Innenpegeln im Bereich von $L_{i,eq3N} = 27$ bis $L_{i,eq3N} = 32$ dB(A). Damit sind die Anforderungen der 2. FlugLSV in der Regel das maßgebliche Kriterium für die Nachtzeit.

4.2.3 Ermittlung Schalldämm-Maß und Innenpegel

Da Fassaden, die den Raum nach außen hin begrenzen, in der Regel aus mehreren Bauteilen (Wand, Fenster, Rollladenkasten, Heizkörpernischen, etc.) bestehen, ist zunächst das **resultierende bewertete Bau-Schalldämm-Maß** $R'_{w,res}$ des zusammengesetzten Bauteils aus den einzelnen Bau-Schalldämm-Maßen R'_w und den Dimensionen der einzelnen Bauteile zu ermitteln. Das resultierende bewertete Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ ergibt sich (im vorhandenen Zustand bzw. nach Einbau von Schallschutzvorrichtungen) gemäß DIN 4109, Beiblatt 1 November 1989 (Abschnitt 11, Gleichung 15) [3] bzw. VDI 2719 Gl. 7 [3] wie folgt:

$$R'_{w,res} = -10 * \lg \left(\frac{1}{S_g} \left(\sum_i S_i * 10^{\frac{R'_{w,i}}{10}} \right) \right)$$

Gleichung 4-4

mit

$R'_{w,res}$ =	resultierendes bewertetes Bau-Schalldämm-Maß der Gesamtaußenfläche in dB
S_g =	vom Raum aus gesehene Gesamtaußenfläche in m ²
S_i =	Teilfläche des i-ten Bauteils in m ²
$R'_{w,i}$ =	bewertetes Bau-Schalldämm-Maß des i-ten Bauteils in dB

Dabei ist die Gesamtaußenfläche eines Raumes S_g diejenige Fläche, durch die Schall von außen in den Raum hinein tritt. In einzelnen Anwendungsfällen (z.B. bei Einbau von Schalldämm-Lüftern) ist es möglich, dass aufgrund angesetzter Rechengrößen (virtueller Flächen – vgl. Kapitel 5.3.2) die Summe der Flächen aller Einzelbauteile größer ist als die tatsächlich vorhandene Gesamtaußenfläche: ($S_g \neq \sum S_i$). In diesem Fall ist als maßgebliche Fläche stets die Fläche anzusetzen, die real vorhanden ist. Eine exemplarische Beispielrechnung zur Ermittlung vorhandener resultierender Bau-Schalldämm-Maße und Innenpegel ist in Kapitel 5.3.2 ausgeführt. Dort ist auch die Vorgehensweise zur Berücksichtigung virtueller Flächen, z.B. bei einzubauenden Schalldämm-Lüftern, dargestellt.

Anhand obiger Formel kann für die entsprechenden Räume das resultierende Bau-Schalldämm-Maß im Bestand sowie das resultierende Bau-Schalldämm-Maß nach Einbau von Schallschutzvorrichtungen berechnet werden.

Die **Berechnung des Innenpegels** L_i erfolgt auf Basis des gemäß Kapitel 4.2.1 ermittelten Außenpegels L_0 und Anwendung der Formel (5) der VDI 2719 [7]:

$$L_i = L_0 - R'_{w,res} + 10 * \lg \left(\frac{S_g}{A} \right) + K + W + 3dB$$

Gleichung 4-5

mit

L_i =	A-bewerteter Innenpegel in dB, der im beurteilten Raum nicht überschritten werden soll
L_0 =	A-bewerteter Außenpegel vor der Fassade (Freifeldpegel) in dB (Ermittlung gemäß Kapitel 4.2.1)

$R'_{w,res}$	=	resultierendes, bewertetes Bau-Schalldämm-Maß in dB
S_g	=	vom Raum aus gesehene Gesamtaußenfläche in m ²
A	=	äquivalente Absorptionsfläche des Raumes in m ² (lt. VDI 2719: $A = 0.8 \cdot$ Grundfläche des Raumes)
K	=	Korrektursummand in dB, der sich aus dem Spektrum des Außengeräusches und der Frequenzabhängigkeit der Schalldämm-Maße von Fenstern ergibt (gem. VDI 2719, Tabelle 7 für Verkehrsflughäfen $K = 6$ dB)
W	=	Winkelkorrektur (hier $W=0$)

Der in der STOB, Anlage 3 angegebene maßgebliche Außenpegel (z.B. L_{a_MaxT}) beinhaltet bereits die in der vorstehenden Gleichung enthaltenen Konstanten von 0, 3 und 6 dB, sodass gilt: $L_a = L_0 + 9$ dB (vergleiche auch Definition in Kap. 4.1).

Somit vereinfacht sich

Gleichung 4-5 wie folgt:

$$L_i = L_a - R'_{w,res} + 10 \cdot \lg\left(\frac{S_g}{A}\right)$$

Gleichung 4-6

Durch Einsetzen von Gleichung 4-4 in

Gleichung 4-5 lässt sich der Innenpegel auch darstellen als:

$$L_i = L_a + 10 \cdot \lg\left(\sum_i S_i \cdot 10^{-\frac{R'_{w,i}}{10}}\right) - 10 \cdot \lg(A)$$

Gleichung 4-7

mit

L_i	=	Innenpegel in dB(A)
L_a	=	maßgeblicher Außenpegel (wie in Anlage 2 der STOB als L_{a_MaxT} , L_{a_eq3T} , L_{a_MaxN} , L_{a_eq3N} angegeben)
S_i	=	Teilfläche des i-ten Bauteils in m ²
$R'_{w,i}$	=	bewertetes Schalldämm-Maß des i-ten Bauteils in dB
A	=	äquivalente Absorptionsfläche des Raumes in m ² (lt. VDI 2719: $A = 0.8 \cdot$ Grundfläche des Raumes)

Somit kann auf Basis der in der Bestandsaufnahme gewonnenen Daten (Grundfläche des Raumes, Größe der Teilflächen und deren Bau-Schalldämm-Maße) und des ermittelten Außenpegels die Berechnung der vorhandenen Innenpegel durchgeführt und die Einhaltung der Schutzziele geprüft werden. Diese Vorgehensweise wird im folgenden Kapitel beschrieben.

5 Ermittlung Maßnahmen zum baulichen Schallschutz

Die Ermittlung erforderlicher Maßnahmen zum baulichen Schallschutz basiert auf der von den Ingenieurbüros durchzuführenden schalltechnischen Objektbeurteilung (STOB) und der Anwendung der im vorigen Kapitel erläuterten Gleichungen. Dieses Kapitel des Leitfadens beschreibt das Vorgehen zur Ermittlung der Bestandssituation und gegebenenfalls erforderlicher Maßnahmen und dient als Interpretationshilfe der schalltechnischen Objektbeurteilung. Der Aufbau dieses Abschnittes ist dabei an die Gliederung der STOB angepasst, beginnend bei der Bestandsaufnahme bis zur Festlegung erforderlicher baulicher Maßnahmen.

Die schalltechnische Objektbeurteilung erfolgt in 4 Arbeitsschritten, die im folgenden Abschnitt beschrieben werden:

- | | |
|--|----------------------|
| 1. Bestandsaufnahme und kartographische Einordnung | STOB Anlage 0, 1, 1a |
| 2. Ermittlung des maßgeblichen Kriteriums | STOB Anlage 2, 2a |
| 3. Ermittlung der erforderlichen Schalldämm-Maße | STOB Anlage 3 |
| 4. Festlegung der erforderlichen baulichen Maßnahmen | STOB Anlage 4 |

5.1 Kartographische Einordnung und Durchführung der Bestandsaufnahme

Im ersten Schritt der schalltechnischen Objektbeurteilung erfolgt die Aufnahme der Bestandssituation, sowohl hinsichtlich der am Objekt anliegenden Außenpegel als auch hinsichtlich der baulichen Gegebenheiten sowie der Nutzung der verschiedenen Räume.

Kartographische Einordnung

Zunächst wird für das zu betrachtende Objekt der vorliegende Außenpegel ermittelt, indem das Objekt nach Planfeststellungsbeschluss (PFB) [1] dem entsprechenden Schutzgebiet zugeordnet wird. Dabei wird zwischen Tag- und Nachtschutz unterschieden, wobei entsprechend den rechtlichen Vorgaben für den Nachtschutz zwei verschiedene Rechenmodelle (AzB-DLR und AzB-2008/1. FlugLSV) zur Anwendung kommen. Entsprechend ergeben sich sechs verschiedene Schutzziele und dazugehörige Außenpegel (vgl. Tab. 4.2).

Für jeden Außenpegel wird eine Plandarstellung der Isolinien (Linien gleichen Schalldruckpegels, Linien gleicher Maximalpegel-Häufigkeit) in 1-dB-Schritten erstellt, in der das entsprechende Grundstück und Objekt ersichtlich ist. Wird ein Objekt/Gebäude von einer Isolinie angerissen, wird es dem nächsthöheren Außenpegel zugeordnet.

Beispiel:

Kartographische Darstellung des energieäquivalenten Dauerschallpegels $L_{0,eq3T}$

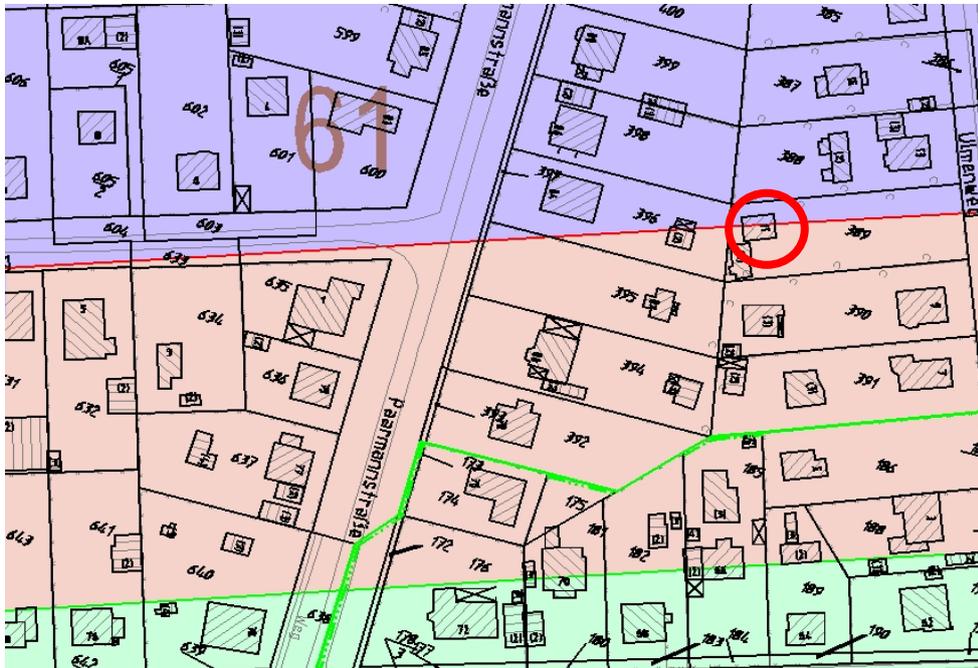


Abb. 5.1 Beispiel kartographische Darstellung

Das in diesem Beispiel betrachtete Gebäude ist in der vorstehenden Grafik rot umrahmt. Es befindet sich sowohl im Bereich $L_{0,eq3T} = 61$ dB(A) als auch im Bereich $L_{0,eq3T} = 60$ dB(A). In diesem Falle wird für die Berechnungen des Innenpegels bei allen anspruchsberechtigten Räumen ein Außenpegel von $L_{0,eq3T} = 61$ dB(A) angenommen.

In dem obigen Beispiel sind für die Dimensionierung der Schallschutzmaßnahmen insgesamt die folgenden Außenpegel L_0 zu berücksichtigen:

Tageschutz:

- Dauerschallpegel $L_{0,eq3T}$ außen 61 dB(A)
- Maximaler Außenpegel $L_{0,MaxT}$ 89 dB(A)

Nachtschutz:

- Dauerschallpegel $L_{0,eq3N}$ außen 55 dB(A)
- Maximaler Außenpegel $L_{0,MaxN}$ 78 dB(A)
- Maximaler Außenpegel $L_{0,MaxN} / 100:100$ 78 dB(A)
- Pegelbereich nach 2. FlugLSV 55 bis < 60 dB(A)

Durchführung der Bestandsaufnahme

Im Rahmen der Bestandsaufnahme werden in einem weiteren Schritt entsprechend der Lage des Gebäudes in den Schutz- und Entschädigungsgebieten die vorhandenen Außenwohnbereiche und/oder die baulichen Gegebenheiten der anspruchsberechtigten Räume ermittelt.

Hierzu wird zwischen dem Ingenieurbüro und dem Anspruchsberechtigten ein Ortstermin abgestimmt und eine Bestandsaufnahme durchgeführt.

Die Bestandsaufnahme beinhaltet die Erfassung von:

- Art der Nutzung des Raumes (z.B. Wohn-, Schlaf-, Kinder- oder Gästezimmer, Flur, Diele u.ä.)
- Abmessungen der Umfassungsbauteile des Raumes
- Material und Wandaufbau inkl. Wandstärken
- Material und Aufbau von Decken und Dächern, sofern diese den anspruchsberechtigten Raum nach außen hin begrenzen
- Abmessungen, Aufbau und Art der Fenster (und Türen, sofern diese den anspruchsberechtigten Raum nach außen hin begrenzen)
- Fenstermaterial
- Anzahl Fenster (und Dachflächenfenster) des gesamten Bauwerks und Dachflächen
- Feuerstätten
- Lüftungsanlagen
- Sonstiges (wie Fliegengitter an Fenstern, Lüftungsgitter/-schlitze an Türen).

Diese zu erhebenden Daten basieren auf der Baugenehmigung und den -plänen, der Baubeschreibung, den vorgefundenen baulichen Gegebenheiten sowie den Angaben der Eigentümer. Sie werden im Protokoll zur Bestandsaufnahme erfasst und mit einer **Objektskizze** sowie einer **Fotodokumentation** zur Erfassung der baulichen Besonderheiten (Fensteranschlüsse, Gauben etc.) sowie der Art der Nutzung der Räume ergänzt. Die Bestandsaufnahmen sind für alle anspruchsberechtigten Räume (vgl. Kapitel 2.2) durchzuführen. Bei Neubauten wird auf die entsprechenden Planungsunterlagen zurückgegriffen. Für weitere Informationen weisen wir auf den Leitfaden Neubauten hin, der unter folgendem Link veröffentlicht ist:

<https://corporate.berlin-airport.de/de/nachbar-ber/schallschutz/hausbau-flughafen.html>

Neben den für die weiteren Berechnungen erforderlichen Daten sind weitere Informationen aufzunehmen, die das betreffende Objekt beschreiben. Diese sind

- Anzahl der Etagen der Wohneinheit
- Art des Objekts (EFH, MFH)
- Baujahr
- Anzahl der Fenster
- Fläche des Daches.

5.2 Ermittlung des maßgeblichen Kriteriums

Das maßgebliche Kriterium bestimmt, welche (aus dem entsprechenden Schutzziel ermittelte) Anforderung für den jeweiligen Raum einzuhalten ist. Ausgangspunkt für die Ermittlung des maßgeblichen Kriteriums, welches Basis für die weiteren Berechnungen ist, sind die Festsetzungen im PFB [1].

Als das maßgebliche Kriterium für die weiteren Betrachtungen wird stets das Kriterium verwendet, welches die höchsten Anforderungen an den Schallschutz stellt. Um die unterschiedlichen Kriterien besser vergleichen zu können, wird auf das einheitliche Kriterium der benötigten Schallpegeldifferenz zwischen Außen und Innen umgerechnet, indem für jedes Kriterium die Differenz zwischen dem maßgeblichen Außenlärmpegel und dem einzuhaltenden Innenpegel L_i gebildet wird. Da die Raumkorrektur für alle Schutzziele gleich ist, wird sie bei der Ermittlung des maßgeblichen Kriteriums zunächst vernachlässigt. Für die Umrechnung der Anforderungen gem. 2. FlugLSV wird Gleichung 4.2 verwendet.

Beispiel:

Anlage 2
maßgebliches Kriterium

Bestimmung des maßgeblichen Kriteriums für die raumbezogene Berechnung

Allgemeiner Lärmschutz (06:00 - 22:00 Uhr):							
LeqT	Plan 2.1	Dauerschallpegel ⁵ L_{0_eq3T} außen: 64 dB(A)	maßgeblicher Außenpegel $L_{a_eq3T} = L_{0_eq3T} + 3 \text{ dB}^1 + 6 \text{ dB}^2$ 73 dB(A)	max. Dauerschallpegel L_{i_eq3T} innen: 45 dB(A)	Schallpegeldifferenz ⁴ $L_{a_eq3T} - L_{i_eq3T}$: 28 dB		
MaxT	Plan 2.3	Maximaler Außenpegel ⁵ L_{0_MaxT} : 92 dB(A)	maßgeblicher Außenpegel $L_{a_MaxT} = L_{0_MaxT} + 3 \text{ dB}^1 + 6 \text{ dB}^2$ 101 dB(A)	max. Innenpegel L_{i_MaxT} : 55 dB(A)	Schallpegeldifferenz ⁴ $L_{a_MaxT} - L_{i_MaxT}$: 46 dB	maßgebliches Kriterium	
Nachtschutz (22:00 Uhr - 06:00 Uhr):							
LeqN	Plan 4.1	Dauerschallpegel ⁶ L_{0_eq3N} außen: 58 dB(A)	maßgeblicher Außenpegel $L_{a_eq3N} = L_{0_eq3N} + 3 \text{ dB}^1 + 6 \text{ dB}^2$ 67 dB(A)	max. Dauerschallpegel L_{i_eq3N} innen: 35 dB(A)	Schallpegeldifferenz ⁴ : $L_{a_eq3N} - L_{i_eq3N}$: 32 dB		
MaxN	Plan 4.2	Maximaler Außenpegel ⁷ $L_{0_MaxN} / 100/100$: 79 dB(A)	maßgeblicher Außenpegel $L_{a_MaxN} = L_{0_MaxN} + 3 \text{ dB}^1 + 6 \text{ dB}^2$ 88 dB(A)	max. Innenpegel L_{i_MaxN} : 55 dB(A)	Schallpegeldifferenz ⁴ $L_{a_MaxN} - L_{i_MaxN}$: 33 dB		
MaxN	Plan 4.3	Maximaler Außenpegel ⁸ L_{0_MaxN} : 78 dB(A)	maßgeblicher Außenpegel $L_{a_MaxN} = L_{0_MaxN} + 3 \text{ dB}^1 + 6 \text{ dB}^2$ 87 dB(A)	max. Innenpegel L_{i_MaxN} : 55 dB(A)	Schallpegeldifferenz ⁴ $L_{a_MaxN} - L_{i_MaxN}$: 32 dB		
LeqN	Plan 4.4	Pegelbereich ⁹ nach 2. FlugLSV ³ : 55 bis < 60 dB(A)	Schallschutzanforderung: erforderliches resultierendes Bauschalldämmmaß erf. $R'_{w/res}$ ^{4, 10}		37 dB	maßgebliches Kriterium	

¹ Zuschlag von 3 dB zum Freifeldpegel L_0 , gemäß Pkt. 6.4 der VDI 2719

² Korrektursummand $K = 6 \text{ dB}$ für Verkehrsflughäfen, gemäß Tabelle 7 der VDI 2719

³ FlugLSV = 2. Fluglärmschutzverordnung

⁴ ohne Berücksichtigung der Raumkorrektur

⁵ ermittelter ganzzahliger Außenpegel nach Planfeststellungsbeschluss (PFB), gemäß AzB-DLR

⁶ ermittelter ganzzahliger Außenpegel nach Planergänzungsbeschluss (PFBErg), gemäß AzB-DLR

⁷ ermittelter ganzzahliger Außenpegel nach Planergänzungsbeschluss (PFBErg) gemäß AzB-DLR für 100/100 Verteilung (Prozessklärung vom 21.09.2011)

⁸ ermittelter ganzzahliger Außenpegel nach Planergänzungsbeschluss (PFBErg), gemäß 1. FlugLSV

⁹ Pegelbereich nach 2. FlugLSV nach Planergänzungsbeschluss (PFBErg), gemäß 1. FlugLSV

¹⁰ inkl. Verminderung von 3 dB bei Bestandsbauten auf Grundlage der 2. FlugLSV (§ 5, Abs. (2))

Abb. 5.2 Beispiel Ermittlung maßgebliches Kriterium

Für aktuelle Berechnungen werden zur Ermittlung des maßgeblichen Kriteriums folgende Plandarstellungen und Daten verwendet:

Tagschutz		
Plan Nr.	Plandarstellungen	Grundlagen der Plandarstellung Isolinie
8.2	Berechneter Dauerschallpegel Tag L_{0_eq3T}	PFB, AzB-DLR Isophonenkarte in 1-dB-Schritten, Realverteilung, neue Flugrouten
7.1	Berechneter Maximalpegel Tag L_{0_MaxT}	PFB, AzB-DLR Isophonenkarte in 1-dB-Schritten neue Flugrouten
Nachtschutz		
Plan Nr.	Plandarstellungen	Grundlagen der Plandarstellung Isolinie
12.1	Berechneter Dauerschallpegel Nacht L_{0_eq3N}	PFBerg, AzB-DLR, Isophonenkarte in 1-dB-Schritten neue Flugrouten
10.1	Berechneter Maximalpegel Nacht $L_{0_MaxN/100:100}$	PFBerg, AzB-DLR Isophonenkarte in 1-dB-Schritten 100:100 Verteilung neue Flugrouten
9.1	Berechneter Maximalpegel Nacht L_{0_MaxN}	PFBerg, 1. FlugLSV, Isophonenkarte in 1-dB-Schritten neue Flugrouten
11.1	Berechneter Dauerschallpegel Nacht L_{0_eq3N} (Darstellung gemäß 2. FlugLSV)	PFBerg, 1. FlugLSV, Isophonenkarte in 5-dB-Schritten neue Flugrouten

Abb. 5.3: Zusammenstellung der Plandarstellungen neuer Flugzeugmix

Im dargestellten Beispiel (Abb. 5.2) ergibt sich für die Tageszeit für das Maximalpegelkriterium ein maßgeblicher Außenpegel von L_{a_MaxT} von 101 dB(A) (inkl. Zuschlag von 3 dB zum Freifeldpegel L_0 , und Korrektursummanden $K = 6$ dB für Verkehrsflughäfen gem. VDI 2719). Ohne Berücksichtigung der konkreten Raumgeometrie ergibt sich hieraus für die Tageszeit eine Schallpegeldifferenz von 46 dB. Die korrespondierende Schallpegeldifferenz für das Kriterium des energieäquivalenten Dauerschallpegels ergibt sich zu 28 dB. Folglich führt das Maximalpegelkriterium während der Tageszeit zu den höchsten Anforderungen und der Schallschutz für die Tageszeit ist gem. des Maximalpegelkriteriums auszulegen. Eine entsprechende Betrachtung für die Nachtzeit führt im Beispiel zu dem Ergebnis, dass sich die höchsten Anforderungen in Bezug auf das Kriterium der 2. FlugLSV ergeben.

Anhand dieser Kriterien werden im folgenden Schritt die Beurteilung der Räume durchgeführt und erforderliche Maßnahmen definiert.

Im Rahmen der Bestandsaufnahme werden die anspruchsberechtigten Räume festgestellt, die dem Grunde nach auf Basis der vorhandenen tatsächlichen Raumnutzung einen Anspruch auf allgemeinen Lärmschutz bzw. Nachtschutz haben.

Die Lage und Bezeichnung der anspruchsberechtigten Räume und deren maßgeblicher Außenbauteile sind in Anlage 1 der STOB dargestellt.

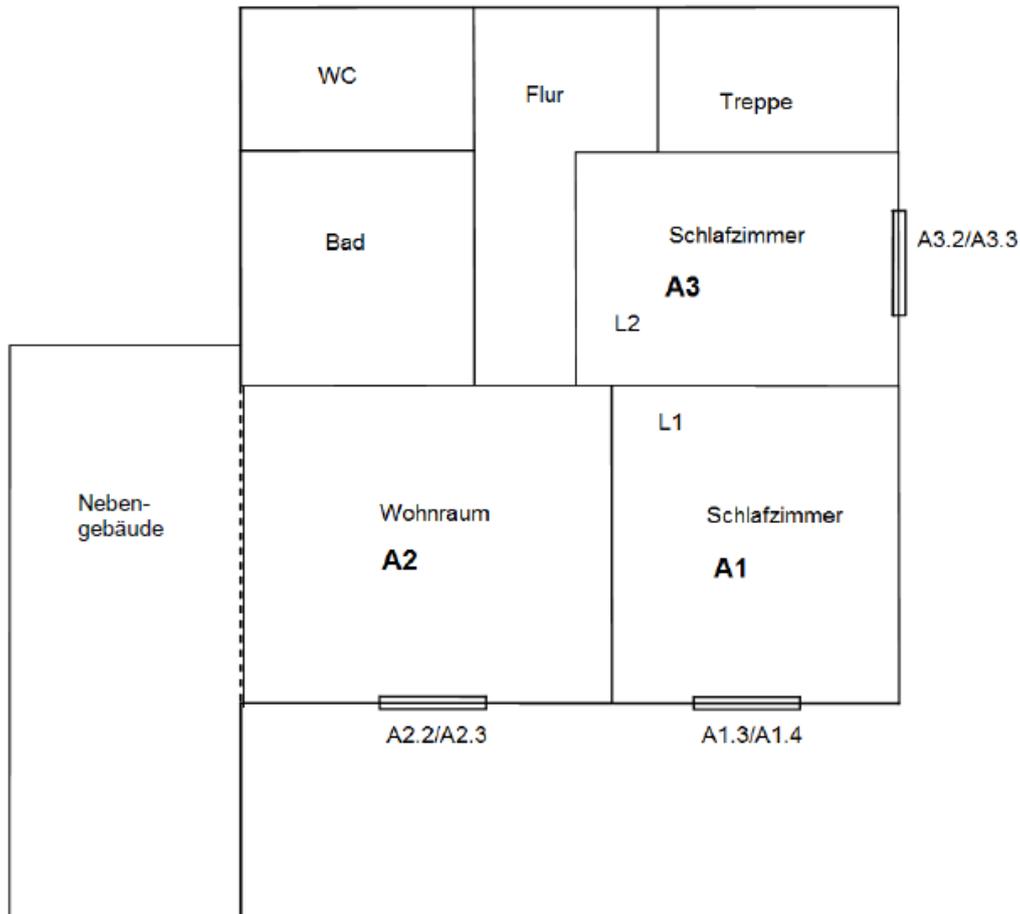


Abb. 5.4 Lage und Bezeichnung anspruchsberechtigter Räume in Anlage 1 der STOB

Auf Grund der Raumnutzung zum Zeitpunkt der Bestandsaufnahme sind in Anlage 2 der STOB – „Anspruchsberechtigte Räume“ - alle Räume tabellarisch mit der Angabe zur Anspruchsberechtigung dargestellt. Bei Räumen, denen sowohl Tag- als auch Nachtnutzung zuzuordnen ist, wird die Nutzung angesetzt, die den höheren Schallschutz erfordert.

Beispiel:

Anlage 2a
Raumübersicht

Objekt: Musterstraße 45, 12345 Berlin-Bohnsdorf

Übersicht der anspruchsberechtigten Räume inkl. Darstellung des maßgeblichen Kriteriums

Wohnungs-Nr.	Raum-Nr.	Raumnutzung	Anspruchsberechtigung	maßgebliches Lärmschutzgebiet	maßgebliches Kriterium	Bemerkung
A	A1	Schlafzimmer	ja	Nacht	<i>LeqN</i> (Plan 4.4)	-
A	A2	Wohnraum	ja	Tag	<i>MaxT</i> (Plan 2.3)	-
A	A3	Schlafzimmer	ja	Nacht	<i>LeqN</i> (Plan 4.4)	-
A	A4	Bad	nein	-	-	kein zum Wohnen und Schlafen geeigneter Raum
A	A5	WC	nein	-	-	kein zum Wohnen und Schlafen geeigneter Raum
A	A6	Flur	nein	-	-	kein zum Wohnen und Schlafen geeigneter Raum
B	B1	Wohnraum	ja	Tag	<i>MaxT</i> (Plan 2.3)	-
B	B2	Kinderzimmer	ja	Tag	<i>MaxT</i> (Plan 2.3)	Tag- und Nachtnutzung, bei Tag höheres Kriterium
B	B3	Schlafzimmer	ja	Nacht	<i>LeqN</i> (Plan 4.4)	-
B	B4	Küche	nein	-	-	kein zum Wohnen und Schlafen geeigneter Raum
B	B5	WC	nein	-	-	kein zum Wohnen und Schlafen geeigneter Raum
B	B6	Flur	nein	-	-	kein zum Wohnen und Schlafen geeigneter Raum
B	B7	Bad	nein	-	-	kein zum Wohnen und Schlafen geeigneter Raum

Abb. 5.5 Beispiel Raumübersicht

5.3 Ermittlung der vorhandenen Bau-Schalldämm-Maße

5.3.1 Ermittlung der Bau-Schalldämm-Maße der Umfassungsbauteile

Aus den in der Bestandsaufnahme gewonnenen Daten lassen sich die bewerteten Bau-Schalldämm-Maße R'_w aller relevanten Bauteile ermitteln, die Grundlage für die weiteren Berechnungen sind.

Die ermittelten Schalldämm-Maße der in der Bestandsaufnahme erfassten Bauteile werden mit einer nachvollziehbaren detaillierten Quellenangabe in die schalltechnische Objektbeurteilung in der Spalte „Bemerkung“ versehen.

Da es sich um ein genormtes Verfahren handelt, existieren mittlerweile für eine Vielzahl von üblichen Baustoffen und Bauelementen Standardwerte. So finden sich für viele der am Bau üblichen Konstruktionen Angaben zum bewerteten (Bau-)Schalldämm-Maß im Beiblatt 1 der DIN 4109 [9] bzw. in den Bauteilkatalogen der DIN 4109:2018 [13]. Die dort enthaltenen Angaben werden außerhalb des Schallschutzprogramms vor allem für die Durchführung von Nachweisen zur Einhaltung der Mindestschallschutzanforderungen gem. DIN 4109 verwendet. Derartige Nachweise sind den Antragsunterlagen eines jeden Neubaus beizulegen, sofern er schalltechnisch schützenswerte Räume aufweist. Auch für das Schallschutzprogramm am BER werden vorrangig die in der DIN 4109 enthaltenen Angaben verwendet. Bei Baukonstruktionen, für die in der DIN 4109 keine Angaben enthalten sind, wird von den Ingenieurbüros auf andere Quellen (Fachliteratur, Herstellerangaben, Angaben in den Baugenehmigungen, Zertifikate oder vergleichbare Nachweise u.ä.) zurückgegriffen.

Werden andere Quellen zur Bestimmung des Bau-Schalldämm-Maßes herangezogen, so wird dies in der Spalte „Bemerkung“ festgehalten. So können für alle Bauteile der jeweilige Aufbau und die daraus resultierende Ermittlung des Bau-Schalldämm-Maßes des Bauteils plausibel nachvollzogen werden.

Das Bau-Schalldämm-Maß ist für alle Bauteile eines Raumes zu bestimmen, über die Schall von außen in relevantem Umfang in den Raum eindringen kann. Hierzu gehören die Außenwände und Fenster eines Raumes sowie ggf. das Dach und die Decke sowie Wandeinbauten (z.B. Gauben oder Schalldämmlüfter).

Beispiel:

Wohnungs-Nr.	Raum-Nr.	Etage	b [m]	t [m]	A [m ²]	Raum-nutzung	Raumluft abhängige Geräte	Lüftungseinrichtung vorhanden	Fläche für neue Lüftung	Art des Lüfters		
A	A2	EG	4,26	3,7	15,2	Wohnzimmer	ja	nein	ja	Wand		
Allgemein											Bemerkung	
Außenbauteil	Bauteil-Nr.	Breite [m]	Höhe [m]	Fläche [m ²]	Aufbau Außenbauteil	Grundlage Aufbau Außenbauteil	Schalldämm-Maß [dB]	Fenstertyp	Rahmenmaterial	Hersteller Rahmen		
Fenster	A2.1	1,41	1,39	1,96	E//I2 ; 4-16-4 Verglasung ; 1993	Aufnahme vor Ort	32	1-lfg. (DK(I))	Kunststoff	-		
Rollladenkasten	A2.2	1,41	0,18	0,254	Aufsatzrolladenkasten ; ungedämmt	Aufnahme vor Ort	25	-	-	-		
Lüfter	A2.3	1,9	1	1,9	-	-	40	-	-	-		
Wand	A2.4	4,26	2,79	9,672	Putz (0,015) ; Hohlziegel (0,25) ; Putz (0,035) ; Wärmedämmverbundsystem (0,1) ; Putz (0,02) ; 1-sch P (0,40)	Aufnahme vor Ort	49	-	-	-		
Wand	A2.5	3,7	2,79	10,32	Putz (0,015) ; Hohlziegel (0,25) ; Putz (0,035) ; Wärmedämmverbundsystem (0,1) ; Putz (0,02) ; 1-sch P (0,40)	Aufnahme vor Ort	49	-	-	-		

Abb. 5.6 Beispiel Bestandsaufnahme

Befindet sich über einem anspruchsberechtigten Raum ein Kriechboden oder nicht ausgebauter Dachraum, so ist die Decke des anspruchsberechtigten Raumes ebenfalls mit in die Bestandsaufnahme und die auf ihr basierenden Berechnungen aufzunehmen. Gemäß DIN 4109 Abschnitt 5.3 erhöht sich das Bau-Schalldämm-Maß der Decke durch den Kriechboden oder den nicht ausgebauten Dachraum in der Regel um 10 dB. Dieser Wert ist auf das ermittelte Bau-Schalldämm-Maß der Decke zu addieren und in Übersicht zur Bestandsaufnahme (Anlage 1 a der STOB) zu Dokumentieren. Bei den weiteren Berechnungen ist stets mit dem erhöhten Wert für das Bau-Schalldämm-Maß der Decke bzw. des Daches zu rechnen.

Beispiel:

relevantes Außenbauteil	Bauteil-Nr.	Breite [m]	Höhe [m]	Brutto-Fläche [m ²]	relevante Fläche [m ²]	Schalldämmmaß R' _w		Schallschutzvorrichtungen erforderlich
						vorhanden [dB]	erforderlich [dB]	
Decke	B3.8	1,80	5,66	10,19	10,19	56 (6) ⁵	56 (6) ⁵	nein

Abb. 5.7 Angabe Bau-Schalldämm-Maß einer Decke

⁵ Der in Klammern gesetzte Wert weist die **enthaltene** Erhöhung für das Dach aus – DIN 4109, Pkt. 5.3 (bleibt bei schalltechnischer Ertüchtigung des Außenbauteils bestehen).

5.3.2 Berechnung vorhandener Innenpegel und Bau-Schalldämm-Maße vor und nach Einbau von Schallschutzvorrichtungen

Die Berechnungen der vorhandenen Innenpegel und Bau-Schalldämm-Maße erfolgen nach den in den vorigen Kapitel dargestellten Formeln. Reicht das vorhandene resultierende Bau-Schalldämm-Maß der Umfassungsbauteile (den Raum nach außen hin begrenzende Bauteile) eines Raumes nicht aus, um die Einhaltung der Schutzziele im Innenraum (Innenpegel L_i oder resultierendes Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$) zu gewährleisten, so sind Schallschutzvorrichtungen vorzusehen. Sind Schallschutzvorrichtungen in Schlafräumen erforderlich, ist der Schlafräum zwingend mit Schalldämmlüftern auszustatten, um eine ausreichende Frischluftzufuhr sicherzustellen. Die erforderlichen Schalldämmlüfter werden ebenso in die schalltechnischen Berechnungen einbezogen.

Sind Schallschutzmaßnahmen zur Einhaltung der Schutzziele notwendig, so werden die entsprechenden Umfassungsbauteile durch Bauteile mit höheren Bau-Schalldämm-Maßen ersetzt und das resultierende Bau-Schalldämm-Maß nach Einbau der Schallschutzvorrichtungen berechnet. Anhand zweier Beispiel-Räume soll die Berechnung exemplarisch verdeutlicht werden.

Beispielrechnung Innenpegel:

Wohnungs-Nr.	Raum-Nr.	Etage	Breite [m]	Tiefe [m]	Fläche [m ²]	Raumnutzung	Außenpegel ¹ [dB(A)]	Innenpegel nach PFB ² [dB(A)]	Innenpegel vorhanden [dB(A)]	Innenpegel nach Einbau Schallschutzvorrichtungen [dB(A)]
A	A2	EG	4,60	4,00	18,40	Wohnraum	$L_{a,MaxT} = 101$	$L_{i,MaxT} = 55$	$L_{i,vorh,MaxT} = 65,8$	$L_{i,MaxT} = 54,6$
relevantes Außenbauteil		Bauteil-Nr.	Breite [m]	Höhe [m]	Brutto-Fläche [m ²]	relevante Fläche [m ²]	Schalldämmmaß R'_w		Schallschutzvorrichtungen erforderlich	
							vorhanden [dB]	erforderlich [dB]		
Außenwand		A2.1	4,60	2,45	11,27	7,94	52	52	nein	
Fenster		A2.2	1,80	1,35	2,43	2,43	32	41	ja	
Rollladenkasten		A2.3	1,80	0,50	0,90	0,90	25	40	ja	

Abb. 5.8 Beispiel-Raum zur Berechnung von Innenpegeln

Wie in Kapitel 4.2.3 erläutert, ergibt sich der Innenpegel nach

Gleichung 4-7:

$$L_i = L_a + 10 * \lg \left(\sum_i S_i * 10^{-\frac{R_i}{10}} \right) - 10 * \lg(A)$$

auf obiges Beispiel angewandt erhält man:

Vorhandener Innenpegel:

$$L_{i,vorh_MaxT} = 101 + 10 * \lg \left(7,94 * 10^{-\frac{52}{10}} + 2,43 * 10^{-\frac{32}{10}} + 0,9 * 10^{-\frac{25}{10}} \right) - 10 * \lg(0,8 * 18,4) = 65,8 \text{ dB}$$

Vorhandener Innenpegel nach Einbau Schallschutzvorrichtungen:

$$L_{i,MaxT} = 101 + 10 * \lg \left(7,94 * 10^{-\frac{52}{10}} + 2,43 * 10^{-\frac{41}{10}} + 0,9 * 10^{-\frac{40}{10}} \right) - 10 * \lg(0,8 * 18,4) = 54,6 \text{ dB}$$

Beispielrechnung erforderliches und vorhandenes resultierendes Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$

Wohnungs-Nr.	Raum-Nr.	Etage	Breite [m]	Tiefe [m]	Fläche [m ²]	Raumnutzung	Pegelbereich nach 2. FlugLSV ³ [dB(A)]	erf. $R'_{w,res}$ nach 2. FlugLSV ^{3,4} [dB]	$R'_{w,res}$ vorhanden [dB]	$R'_{w,res}$ vorhanden nach Einbau Schallschutzvorrichtungen [dB]
A	A1	EG	3,55	4,00	14,20	Schlafzimmer	55 bis < 60	38,6	36,5	39,3
relevantes Außenbauteil		Bauteil-Nr.	Breite [m]	Höhe [m]	Brutto-Fläche [m ²]	relevante Fläche [m ²]	Schalldämmmaß R'_w		Schallschutzvorrichtungen erforderlich	
							vorhanden [dB]	erforderlich [dB]		
Außenwand		A1.1	4,00	2,45	9,80	7,90	52	52	nein	
Außenwand		A1.2	3,55	2,45	8,70	5,37	52	52	nein	
Fenster		A1.3	1,80	1,35	2,43	2,43	35	35	nein	
Rollladenkasten		A1.4	1,80	0,50	0,90	0,90	25	30	ja	
Schalldämmlüfter ⁶		L1	-	-	1,90	1,90	-	40	-	

Abb. 5.9 Beispiel-Raum zur Berechnung von resultierenden Bau-Schalldämm-Maßen $R'_{w,res}$

Das erforderliche resultierende Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ ergibt sich aus der Zuordnung des baulichen Objekts zum entsprechenden Isophonen-Band und den hieraus folgenden Anforderungen. Das Objekt im Beispiel liegt für die Nacht-Schutzzone im Isophonen-Band $L_{Aeq\text{ Nacht}} = 55 \text{ bis } < 60 \text{ dB(A)}$. Somit ist gemäß Kapitel 4.2.2 ein resultierendes Bau-Schalldämm-Maß von 37 dB erforderlich. Die Raumkorrektur gemäß DIN 4109, November 1989 ergibt einen Wert von $K = 10 * \log(16,6\text{m}^2 / 0,8 * 14,20\text{m}^2) \text{ dB} = 1,6 \text{ dB}$ (zur Ermittlung der Raumkorrektur s. Kapitel 4.2.2).

Das erforderliche resultierende Bau-Schalldämm-Maß für das obige Beispiel ergibt sich demnach nach $R'_{w,res} = 37 \text{ dB} + 1,6 \text{ dB} = 38,6 \text{ dB}$

Das resultierende Bau-Schalldämm-Maß $R'_{w,res}$ im vorhandenen Zustand bzw. nach dem Einbau von Schallschutzvorrichtungen ergibt sich wie in Kapitel 4.2.3 beschrieben nach Gleichung 4-4:

$$R'_{w,res} = -10 * \lg \left(\frac{1}{S_g} \left(\sum_i S_i * 10^{\frac{R_i}{10}} \right) \right) \text{ dB}$$

auf obiges Beispiel angewandt ergibt sich für $R'_{w,res}$ vorhanden:

$$R'_{w,res} = -10 * \lg \left(\frac{1}{16,6} \left(7,9 * 10^{\frac{52}{10}} + 5,37 * 10^{\frac{52}{10}} + 2,43 * 10^{\frac{35}{10}} + 0,9 * 10^{\frac{25}{10}} \right) \right) = 36,5 \text{ dB}$$

und für $R'_{w,res}$ vorhanden nach Einbau Schallschutzvorrichtungen:

$$R'_{w,res} = -10 * \lg \left(\frac{1}{16,6} \left(7,9 * 10^{\frac{52}{10}} + 5,37 * 10^{\frac{52}{10}} + 2,43 * 10^{\frac{35}{10}} + 0,9 * 10^{\frac{30}{10}} + 1,9 * 10^{\frac{40}{10}} \right) \right) = 39,3 \text{ dB}$$

Anmerkung:

Bei Schalldämmlüftern ergibt sich die Besonderheit, dass die Angaben bezüglich des Bau-Schalldämm-Maßes unabhängig von der konkreten Baugröße immer auf eine Fläche von 1,9 m² bezogen werden.

Die Beispielrechnung von „ $R'_{w, res}$ vorhanden nach Einbau Schallschutzvorrichtungen“ verdeutlicht, dass zur Berechnung der durch das Bauteil "Schalldämmlüfter" tretenden Energie zwar die Fläche des Lüfters (als Rechengröße mit 1,9 m²) und dessen Bau-Schalldämm-Maß berücksichtigt wird, diese Fläche jedoch nicht auf die Gesamtfläche des Raumes angerechnet wird (die Gesamtaußenfläche beträgt vor und nach Einbau von Schallschutzmaßnahmen 16,60 m²).

Eine detaillierte Beispielrechnung für Innenpegel und resultierende Bau-Schalldämm-Maße anhand von Beispierräumen findet sich im Anhang (vgl. A 9.1. A.1, 9.2.A 2).

Hinweis:

Mit Erscheinen der neuen DIN 4109 *Schallschutz im Hochbau* (2016) ist eine wesentliche Norm, die für die Bestandsaufnahme von Objekten sowie für die Ermittlung der erforderlichen Maßnahmen zum Schallschutz als Quelle herangezogen werden kann, novelliert worden. Die Unterschiede, die sich durch die Verwendung der DIN 4109: 2016 mit den darin enthaltenen Bauteilkatalogen DIN 4109: 2018 gegenüber Beiblatt 1 zu DIN 4109 (1989) wurden durch Fachexperten ausgewertet und sind nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Die aktualisierte DIN 4109 Schallschutz im Hochbau /Juli 2016/ untergliedert sich in vier größere Blöcke und beinhaltet im:

- Teil 1 - Mindestanforderungen (an den baulichen Schallschutz)
- Teil 2 - Rechenverfahren (zur Ermittlung bauakustischer Kenngrößen)
- Teil 3 - Bauteilkatalog(e), insbes. die Teile 31 bis 36 ("Daten für den rechnerischen Nachweis")
enthalten Bauteilkataloge für unterschiedliche Bauteilarten (Massivbau, Leichtbau, Fenster, etc.)
- Teil 4 - bauakustische Prüfungen (Anforderungen an bauakustische Messungen).

Grundlage für die Dimensionierung von Schallschutzmaßnahmen ist die durch die Ingenieurbüros durchgeführte Bestandsaufnahme, in der unter anderem Abmessungen und Schalldämmung der relevanten Außenbauteile aufgenommen werden.

Bisher wurde, neben weiteren anerkannten Quellen, das Beiblatt 1 der DIN 4109 (1989) als Quelle zur Beurteilung der Bestandssituation herangezogen.

Zur Ermittlung der weiteren Vorgehensweise im Rahmen des Schallschutzprogramms wurden nun exemplarisch für repräsentative Bauteile die Bauteilkataloge, Teile 31 und 36 der DIN 4109 (2016) für die Bestandsaufnahme angewendet. Dabei wurde berücksichtigt, dass diese nur unter bestimmten Voraussetzungen anwendbar sind und dass die in den Bauteilkatalogen aufgeführten Werte die Schalldämm-Maße ohne Flankenübertragung darstellen. Die Flankenübertragung ist demnach durch entsprechende geeignete Vorhaltemaße bzw. Abzüge zu berücksichtigen.

Um den Einfluss verschiedener flankierender Bauteile auf unterschiedliche Massivwände abzuschätzen, wurden entsprechende exemplarische Berechnungen durchgeführt Untersuchung

BeSB 08/2017). Dabei zeigte sich, dass die nach Tabelle 1, Beiblatt 1 der DIN 4109 (1989) ermittelten Bau-Schalldämm-Maße R'_w grundsätzlich geringer ausfallen, als die nach dem Verfahren den neuen DIN 4109 (2016) berechneten Bau-Schalldämm-Maße. Das hängt unter anderem damit zusammen, dass in Beiblatt 1 der DIN 4109(1989) von einer bestimmten mittleren flächenbezogenen Masse flankierender Bauteile auf beiden Seiten der Massivwand ausgegangen wird. Für Außenbauteile existieren tatsächlich jedoch nur auf einer Seite – der Innenseite – flankierende Bauteile, sodass sich in der Realität geringere Einflüsse der Flanken ergeben.

Die Differenz zwischen den nach Beiblatt 1 der DIN 4109 (1989) ermittelten und den nach DIN 4109-2(2016) berechneten Werten beträgt zwischen 1 und 5 dB. Die Abweichung ist bei Außenbauteilen mit relativ niedriger Schalldämmung geringer als bei Bauteilen mit hoher Schalldämmung.

Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die bisher angenommene Schalldämmung der Bestandsbauteile auf Basis des Beiblatt 1 der DIN 4109 (1989) zutreffend bis unterschätzend ist, sodass die Annahmen auf der sicheren Seite liegen und die Berechnung des bewerteten Bau-Schalldämm-Maßes nach Beiblatt 1 prinzipiell auch weiter angewandt werden kann.

Zusammenfassend wurde folgendes festgestellt:

- Die bisherige Vorgehensweise, die Bestandsbauteile auf Basis von **Beiblatt 1 der DIN 4109 (1989/2003)** zu ermitteln, führt zu **gleichen oder niedrigeren Schalldämm-Maßen** als eine Berechnung nach Teil 2 der DIN 4109 (2016) und **liegt damit auf der sicheren Seite**.

D.h., eine Überarbeitung der gemäß DIN 4109, Beiblatt 1 ermittelten Schalldämm-Maße bzw. der so erstellten Unterlagen (STOB, LV, ASE) ist nicht erforderlich.

- Ergänzend dazu kann, z.B. bei bisher nicht im technischen Regelwerk aufgeführten Bauteilen oder -aufbauten, die Ermittlung der Schalldämmung von Massivbauteilen im Bestand auf Basis der Bauteilkataloge der DIN 4109 (2016) unter Berücksichtigung der entsprechenden Berechnungsverfahren erfolgen.
Gleiches gilt für die Ermittlung der Schalldämmung von Bauteilen in Leichtbauweise im Bestand. Dies kann nunmehr auf Basis der Bauteilkataloge der DIN 4109 (2016) unter Berücksichtigung eines Vorhaltemaßes von 2 dB erfolgen.

5.4 Ermittlung erforderlicher Maßnahmen

5.4.1 Ermittlung erforderlicher Schallschutzvorrichtungen

Nach einer baulichen Bestandsaufnahme und den in den vorigen Kapiteln erläuterten Berechnungen zur Einhaltung der Schutzziele werden für die anspruchsberechtigten Aufenthaltsräume die erforderlichen Schallschutzmaßnahmen ermittelt. Das Ergebnis wird zunächst in die Zusammenfassung in Anlage 4 der STOB und anschließend in das Leistungsverzeichnis (vgl. Kapitel 7) und die Anspruchsermittlung übertragen.

Nachfolgend sollen die gängigsten Schallschutzmaßnahmen beschrieben werden.

Schallschutzfenster

Wenn Fenster in den anspruchsberechtigten Räumen keinen ausreichenden Schallschutz bieten, werden diese soweit es technisch möglich ist gegen hinsichtlich Größe und Rahmenmaterial gleichartige Fenster mit dem erforderlichen Schallschutz ausgetauscht. Dachflächenfenster werden bei Erfordernis ebenfalls ersetzt.

Rollladenkastendämmung

Rollladenkästen können Bestandteil des Fensters oder ein separates Bauteil sein. Sie stellen Außenbauteile dar und werden entsprechend in die Schallschutzmaßnahmen einbezogen. Sind die Rollladenkästen Bestandteil des Fensters, so werden diese grundsätzlich gemeinsam mit dem Fenster betrachtet und ausgetauscht. Stellen die Rollladenkästen ein separates Bauteil dar und reicht der Schallschutz der vorhandenen Rollladenkästen nicht aus, so werden diese ertüchtigt. Zu den Maßnahmen an Rollladenkästen gehören schallgedämmte Gurtführungen, Schalldämmfolien, Rollladendichtungslippen, etc. Bei sehr hohen Anforderungen an die Schalldämmung können bestehende Aufsatzrollladenkästen durch Vorsatzrollladen ersetzt werden, die sich vor der Außenwand befinden.

Dach und Decke

Bei Dach- und Deckendämmung erfolgt die Ertüchtigung von der Rauminnenseite aus. Sind nur geringe Verbesserungen notwendig, so erfolgt sie als Innendämmung von Dach oder Decke als Unterbaukonstruktion. Bei höheren Anforderungen ist der Rückbau der vorhandenen Dach- bzw. Deckeninnenverkleidung und –dämmung und der Einbau einer neuen Dämmung mit Unterkonstruktion vorzusehen.

Außenwand

Die Ertüchtigung von Außenwänden kann entweder als Zwischenwanddämmung oder in Form einer Vorsatzschale ausgeführt werden. Bei der Zwischenwanddämmung wird die vorhandene Wandinnenverkleidung rückgebaut und durch eine neue Innendämmung ersetzt. Vorsatzschalen werden entweder als direkte Befestigung auf der Bestandswand oder freistehend vor der

Bestandswand realisiert. Der Rückbau der vorhandenen Wandinnenverkleidung kann dabei im Einzelfall erforderlich sein.

Lüftungseinrichtungen

Sofern Lüftungseinrichtungen zur Erfüllung der Anforderungen notwendig sind, werden diese bei der schalltechnischen Berechnung berücksichtigt. Im Nachtschutz sind dies vor allem Schalldämmlüfter. Sind Schalldämmlüfter erforderlich, werden diese im Wandbereich (Außenwand) angebracht.

Anmerkung:

Der erforderliche Schallschutz im Nachtschutzbereich kann regelmäßig nur bei geschlossenem Fenster erreicht werden. Die Lüfter übernehmen die Funktion eines gekippten Fensters, um einen ungestörten Schlaf und die Zufuhr frischer Luft bei geschlossenen Fenstern zu gewährleisten. Eingebaut werden Wandlüfter, die einen geringen Stromverbrauch und ein möglichst geringes Eigengeräusch erzeugen. Seit 2017 kommen hier vorwiegend Lüfter mit Zu- und Abluft (und Wärmerückgewinnung) zum Einsatz.

Ein Beispiel für die Ermittlung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen befindet sich im Anhang.

Maßnahmenkatalog und Berücksichtigung des Rahmenleistungsverzeichnisses

Sobald eine Fachfirma mit der Umsetzung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen beauftragt wird, sind für diese Fachfirma der Inhalt die Anspruchsermittlung und das beiliegende Leistungsverzeichnis bindend. Die Leistungsverzeichnisse beinhalten die Auflistung der grundsätzlich umzusetzenden Maßnahmen zur Verbesserung des Schallschutzes sowie die Höhe der erstattungsfähigen Kosten.

Eine Übersicht der maximal zu erreichenden Schalldämm-Maße der Bauteile im eingebauten Zustand eines jeweiligen Loses aus dem zum Stand dieser Veröffentlichung gültigen Rahmenleistungsverzeichnis zeigt beispielhaft die folgende Tabelle:

Los	Bezeichnung	Maximales R'_w
Los 1	Raumluft-Technik / Schalldämmlüfter	56 dB 49 dB
Los 2	Fenster (Holz / Kunststoff / Aluminium)	50 dB
Los 3	Bauleistungen zur Schalldämmung von - Decken - Dächern - Wänden	63 dB 60 – 65 dB (je nach Dachtyp) 59 dB
Los 4	Dachflächenfenster	42 dB

Tabelle 5-1 Übersicht der Lose und maximale Schalldämm-Maße

Bei der Ermittlung der Kosten von Schallschutzmaßnahmen sind grundsätzlich Bauteile vorzusehen, die in den entsprechenden Losen (1 bis 4) des Rahmenleistungsverzeichnisses enthalten sind.

5.4.2 Spezielle Vorgaben zur Ermittlung erforderlicher Schallschutzvorrichtungen

Ergänzende Bauteile (über technisches Regelwerk hinaus) und Sonderlösungen

Sollte es notwendig sein, Bauteile vorzusehen, die nicht im Rahmenleistungsverzeichnis vorgesehen sind, so werden dafür gesonderte Angebote von bauausführenden Firmen eingeholt. Dadurch wird schon im Vorfeld sichergestellt, dass diese Maßnahmen auch tatsächlich umsetzbar sind.

Bei der Dimensionierung der erforderlichen Maßnahmen wird darauf geachtet, dass eine sinnvolle Reihenfolge eingehalten wird. So werden zuerst Fenster und Rollladenkästen ertüchtigt. Reichen diese Maßnahmen nicht aus, um das vorgegebene Schutzziel zu erreichen, werden Dachschrägen und ggf. Dächer und zuletzt die Wände schalltechnisch ertüchtigt.

5.4.3 Berücksichtigung der DIN 1946-6

Bei der Umsetzung der baulichen Maßnahmen zum Schallschutz wird DIN 1946-6 Lüftung von Wohngebäuden berücksichtigt. Hierbei wird von zwei Anwendungsfällen (A und B) ausgegangen:

Anwendungsfall A

Der Anwendungsfall A liegt vor, wenn die Maßnahmen zum baulichen Schallschutz den Einbau von Schalldämmlüftern für Schlafräume ohne gleichzeitiges Ersetzen von mehr als 1/3 der Fenster oder Abdichten von mehr als 1/3 der Dachfläche vorsehen. In diesem Fall ist kein Lüftungskonzept gemäß DIN 1946-6 erforderlich.

Anwendungsfall B

Der Anwendungsfall B liegt vor, wenn die Maßnahmen zum baulichen Schallschutz das Ersetzen von mehr als 1/3 der Fenster und/oder Abdichten von mehr als 1/3 der Dachfläche vorsehen.

In diesem Fall muss ein Lüftungskonzept und falls erforderlich eine Lüftungsplanung der baulichen Lüftungstechnischen Maßnahmen entsprechend den Vorgaben der DIN 1946-6 erstellt werden. Hierbei wird die zum Zeitpunkt der Versendung der ASE gültige Fassung der Norm berücksichtigt.

Umsetzung im Schallschutzprogramm

Dazu wird im Zuge der Bestandsaufnahme durch die Ingenieurbüros die Anzahl der zur Nutzungseinheit gehörenden Fenster sowie die Dachfläche aufgenommen.

Nach Erstellen der Schalltechnischen Objektbeurteilung (STOB) erfolgt ein Abgleich der ermittelten schalltechnischen Maßnahmen mit dem Bestand (Austausch 1/3 Fenster bzw. Abdichten von 1/3 der Dachfläche). Hieraus ergibt sich, ob ein Lüftungskonzept erforderlich ist. Ist dies der Fall, wird die DIN 1946-6 als Grundlage der weiteren Lüftungsplanung und Umsetzung baulicher Lüftungstechnischer Maßnahmen angewendet.

Die für den ersten Schritt der Prüfung relevanten Kriterien sind die Anzahl der Geschosse, die Fläche der Nutzungseinheit, das Baujahr bzw. das Wärmeschutzniveau und die Belegung.

Lüftungstechnische Maßnahmen sind gem. DIN 1946-6 dann erforderlich, wenn der notwendige Luftvolumenstrom zum Feuchteschutz den Luftvolumenstrom durch Infiltration über die geschlossene Außenfassade überschreitet.

Ist dies nicht der Fall, werden die STOB, das LV und die Anspruchsermittlung (ASE) erstellt, ohne Lüftungstechnische Maßnahmen vorzusehen.

Ergibt die Prüfung hingegen, dass der notwendige Luftvolumenstrom nicht durch Infiltration gegeben ist, ist von der Notwendigkeit Lüftungstechnischer Maßnahmen auszugehen. In diesem Falle werden für die betroffenen Nutzungseinheiten in den Berechnungen zur Ermittlung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen vorsorglich Lüftungstechnische Maßnahmen berücksichtigt.

Der zusätzlich benötigte Luftvolumenstrom muss sowohl in das Gebäude hinein- als auch wieder aus ihm heraus gelangen, d.h. es müssen sowohl entsprechend dimensionierte Zuluft- als auch Abluftmöglichkeiten berücksichtigt werden. Gemäß DIN 1946-6 sind die zusätzlichen Zuluft- und Abluftmöglichkeiten so auszuführen, dass sie den benötigten zusätzlichen Luftvolumenstrom nutzerunabhängig sicherstellen.

Zulufträume sind Wohn-, Schlaf und Kinderzimmer. Ablufträume sind Küchen, Bäder und andere Nichtzulufträume (z.B. Abstellräume).

Für die Umsetzung sieht das Leistungsverzeichnis entsprechende Positionen für Lüftungskonzept, Lüftungsplanung und bauliche Lüftungstechnische Maßnahmen (z.B. schallgedämmte Außenwanddurchlässe, Überströmöffnungen, etc.) vor.

Sind zusätzliche Lüftungstechnische Maßnahmen notwendig, so ist grundsätzlich davon auszugehen, dass jeder Zuluftraum einer Nutzungseinheit auch mindestens eine zusätzliche Zulufmöglichkeit erhalten muss. Das bedeutet, dass in jedem Zuluftraum zumindest Fensterfalzlüfter (FFL) oder Außenwanddurchlass (ALD) vorgesehen werden müssen, auch wenn die insgesamt zum Feuchteschutz erforderliche Luftmenge bereits durch die sonstigen Maßnahmen in anderen Räumen sichergestellt ist.

Der schalltechnische Einfluss der zusätzlichen Lüftungselemente wird wie folgt berücksichtigt:

zusätzliche Fassadendurchbrüche

Die Berücksichtigung erfolgt analog zum Vorgehen bei der Berücksichtigung von Schalldämmlüftern durch Annahme eines zusätzlichen Bauteils mit Bau-Schalldämm-Maß und hierauf bezogener Fläche (in der Regel 1,9 m²).

Fensterfalzlüfter

Fensterfalzlüfter werden nur in Ausnahmefällen vorgesehen, da sie insbes. bei hochdämmenden Fenstern das Schalldämmmaß des Fensters verschlechtern

Im Falle des Einsatzes eines Fensterfalzlüfters ist in den schalltechnischen Berechnungen für die betreffenden Fenster das Bau-Schalldämm-Maß inkl. Fensterfalzlüfter zu berücksichtigen. Bis zu einem bewerteten Bau-Schalldämm-Maß des Fensters ohne Fensterfalzlüfter von $R_{w,P} = 44$ dB ergibt sich durch den Einbau von Fensterfalzlüftern eine Reduktion des Bau-Schalldämm-Maßes um 2 dB.

Die im Leistungsverzeichnis zusammengestellten Positionen stellen eine Entwurfsplanung dar und bilden den Rahmen für eine spezifizierte Planung durch die bauausführenden Firmen bzw. die beauftragen Lüftungsplaner. Die bauausführenden Firmen nehmen im Rahmen ihrer Aufmaße die baulichen Gegebenheiten detailliert auf, bilden die durch den Eigentümer beauftragen baulichen Leistungen zum Schallschutz ab und passen dementsprechend die Maßnahmen an.

6 Maßnahmen zur Qualitätssicherung

6.1 Elektronische Prüfung (Qsstob, FBB)

Zur Sicherstellung des Qualitätsniveaus erfolgt die rechnergestützte Plausibilisierung der Arbeitsergebnisse der Ingenieurbüros per IT-Tool.

Zu jeder STOB gehört die von den Ingenieurbüros ausgefüllte Excel-Datei "`**32_stob3_*.xls`". Diese Datei enthält sämtliche schalltechnisch relevanten Angaben einer Wohneinheit (WE). Im Rahmen der elektronischen Qualitätssicherung wird diese Datei vom IT-Tool anhand vorher definierter Kriterien ausgewertet.

Die Prüfung bezieht sich auf:

- Korrekte Ermittlung der Anforderungen bezüglich des erforderlichen resultierenden Bau-Schalldämm-Maßes erf. $R'_{w,res}$.
- Korrekte Ermittlung der Anforderung an das resultierende Bau-Schalldämm-Maß der Außenfassade ($R'_{w,res}$, vorhanden) nach Durchführung der Schallschutzmaßnahmen (größer als das erforderliche Schalldämm-Maß)
- Korrekte Ermittlung der Anforderung an den vorhandenen Innenpegel (L_i vorhanden) nach Durchführung von Schallschutzmaßnahmen (Innenpegel vorhanden kleiner als 55 dB(A))
- Existenz der Bauteile mit vorgesehenen Schalldämm-Maßen im Bauteilekatalog

Für die Prüfung werden die Angaben in der Excel-Datei extrahiert und entsprechende Berechnungen zur Verifikation durchgeführt.

Das Prüfergebnis wird dokumentiert und plausibilisiert.

D.h., über die Prüfung per IT-Tool hinaus erfolgt eine manuelle Überprüfung aller eingestellten Aktenzeichen durch Ingenieure. Dabei werden Plausibilitätsprüfungen unter anderem hinsichtlich der aufgenommenen Bauteile, deren Schalldämm-Maße und der notwendigen Maßnahmen durchgeführt. Die im Zuge der elektronischen Prüfung festgestellten Auffälligkeiten werden in diesem Zusammenhang untersucht und fachlich bewertet.

Es erfolgt eine regelmäßige Auswertung in den Projektbesprechungen mit den Ingenieurbüros.

6.2 Stichprobenprüfung (Projektsteuerung, FBB)

Zusätzlich zur elektronischen Qualitätsprüfung und der manuellen Prüfung der Unterlagen durch Ingenieure der FBB erfolgt stichprobenartig eine „händische“ Gesamtprüfung der STOB durch einen beauftragten Projektsteuerer. Diese beinhaltet vorwiegend Prüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität der Unterlagen (z.B. Abgleich Bestandsaufnahme, STOB, LV und ASE-B, Prüfung Außenwohnbereichsentschädigung) sowie die Einhaltung der formellen Anforderungen an die Unterlagen.

7 Erstellen des Leistungsverzeichnisses

Das Leistungsverzeichnis baut auf vier Losen für unterschiedliche Gewerke auf:

Tabelle 7-1 Übersicht der Lose des Leistungsverzeichnisses

Los 1	Raumlufttechnik / Schalldämmlüfter
Los 2	Fenster / Haustüren
Los 3	Wand-, Dach- und Deckendämmung
Los 4	Dachflächenfenster / Dachausstiegsfenster

Die in der STOB ermittelten Maßnahmen zum Erreichen des erforderlichen Schalldämm-Maßes sind in der Übersicht in Anlage 4 der STOB gesammelt. Anhand dieser Anlage können die erforderlichen Maßnahmen in das Leistungsverzeichnis übernommen werden.

Im Leistungsverzeichnis sind dabei sowohl die notwendigen Bauteile bzw. Konstruktionen beschrieben als auch die zugehörigen Dienstleistungen und Zusatzeinrichtungen als weitere Position dargestellt.

8 Dokumentation und Übergabe der Ergebnisse

Die im Rahmen des Schallschutzprogramms aufgenommenen Daten sowie die daraus resultierenden Ergebnisse und Maßnahmen werden von den Ingenieurbüros an die FBB übergeben.

Die Übergabe der Daten erfolgt nach Abschluss der Bearbeitung des Antrages in Papierform als Objektakte sowie digital entsprechend der Vorgaben der FBB.

Mit allen Ingenieurbüros wurden Verträge zur Einhaltung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen geschlossen.

Anmerkung

Der formelle Antrag enthält den Hinweis auf die Verwendung der Daten.

Mit der Unterzeichnung des formellen Antrages haben die Eigentümer der Aufnahme von Daten sowie der elektronischen Weiterverarbeitung im Rahmen des Schallschutzprogramms zugestimmt.

9 Zitierte Unterlagen

- [1] Planfeststellungsbeschluss (PFB) Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld vom 13.08.2004 (PFB) in der gültigen Fassung
- [2] OVG Berlin-Brandenburg, 11 A 19.13; Urteil vom 25.4.2013
- [3] 247. Durchführungsverordnung zur LuftVO des Bundesaufsichtsamtes für Flugsicherung (BAF) vom 10.2.2012 zur Festlegung von Flugverfahren für An- und Abflüge nach Instrumentenregeln zum und vom Flughafen Berlin Brandenburg
- [4] Vollzugshinweis des Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL) des Landes Brandenburg zur Umsetzung der angeordneten Schallschutzmaßnahmen vom 13.12.2012
- [5] OVG Berlin-Brandenburg, 6 A 13.14; Urteil vom 08.12.2014
- [6] Leitfaden zur schallschutzbezogenen Verkehrswertermittlung; FBB; März 2014
- [7] VDI 2719 „Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen“; August 1987
- [8] DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise"; 11-1989
- [9] DIN 4109, Beiblatt 1 "Schallschutz im Hochbau – Ausführungsbeispiele und Rechenverfahren"; 11-1989 sowie Berichtigungen 8-1992 und Änderungen 9-2003 und 2-2010
- [10] Zweite Verordnung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz gegen Fluglärm (Flugplatz-Schallschutzmaßnahmenverordnung - 2. FlugLSV)
- [11] Ausbau Flughafen Schönefeld, Antrag auf Planfeststellung, Gutachten M4.1 Isolinien äquivalenter Dauerschallpegel und Immissionsanalyse an den ausgewählten Punkten, 15.02.2000
- [12] Ausbau Flughafen Schönefeld, Antrag auf Planfeststellung, Gutachten M2 Datengrundlagen für die Fluglärmgutachten, 17.02.2000
- [13] DIN 4109:2018 Schallschutz im Hochbau
 - DIN 4109-31:2016 (Bauteilkatalog) Rahmendokument
 - DIN 4109-32:2016 (Bauteilkatalog) Massivbau
 - DIN 4109-33:2016 (Bauteilkatalog) Holz-, Leicht- und Trockenbau
 - DIN 4109-34:2016 (Bauteilkatalog) Vorsatzkonstruktionen vor massiven Bauteilen
 - DIN 4109-35:2016 (Bauteilkatalog) Elemente, Fenster, Türen, Vorhangfassaden
- [14] DIN 45643 „Messung und Beurteilung von Fluggeräuschen“, Februar 2011
- [15] ISO 3891 „Verfahren zur Beschreibung von Fluglärm“, Januar 1978

A ANHANG

9.1 A 1 Übersicht Schutz – und Entschädigungsgebiete

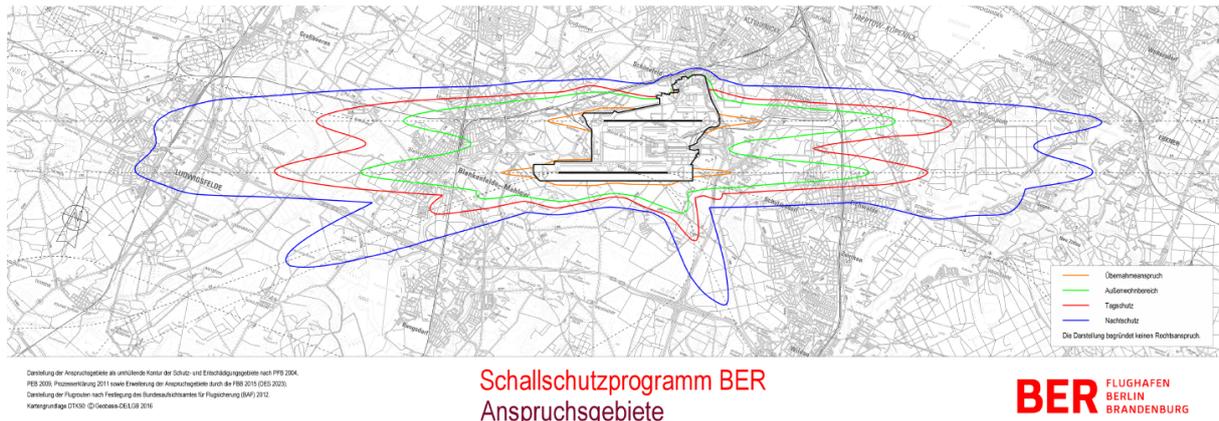


Abb. A.1 Übersichtsdarstellung Schutz- und Entschädigungsgebiete

9.2 A1 Beispielrechnung Innenpegel

Wohnungs-Nr.	Raum-Nr.	Etage	Breite [m]	Tiefe [m]	Fläche [m ²]	Raumnutzung	Außenpegel ¹ [dB(A)]	Innenpegel nach PFB ² [dB(A)]	Innenpegel vorhanden [dB(A)]	Innenpegel nach Einbau Schallschutzvorrichtungen [dB(A)]
B	B1	DG	4,00	8,10	32,40	Wohnraum	$L_{a, \text{MaxT}} = 101$	$L_{i, \text{MaxT}} = 55$	$L_{i, \text{vorh. MaxT}} = 69,9$	$L_{i, \text{MaxT}} = 54,4$
relevantes Außenbauteil		Bauteil-Nr.	Breite [m]	Höhe [m]	Brutto-Fläche [m ²]	relevante Fläche [m ²]	Schalldämmmaß R' _w		Schallschutzvorrichtungen erforderlich	
							vorhanden [dB]	erforderlich [dB]		
Außenwand	B1.1	3,95	0,90	3,56	3,56	52	52	nein		
Dachschräge	B1.2	3,95	2,50	9,88	8,58	30	50	ja		
Dachflächenfenster	B1.3	0,65	1,00	0,65	0,65	32	40	ja		
Dachflächenfenster	B1.4	0,65	1,00	0,65	0,65	32	40	ja		
Außenwand	B1.5	2,30	0,90	2,07	2,07	52	52	nein		
Dachschräge	B1.6	2,30	2,50	5,75	5,75	30	50	ja		
Außenwand	B1.7	8,10	2,04	16,53	12,37	52	52	nein		
Fenster	B1.8	1,60	2,10	3,36	3,36	32	45	ja		
Rollladenkasten	B1.9	1,60	0,50	0,80	0,80	25	40	ja		

¹ inkl. Zuschläge: K = 6 dB, Freifeldpegel = 3 dB

² PFB: Planfeststellungsbeschluss

³ 2. FlugLSV: 2. Fluglärmverordnung

⁴ erf. R'_{w, res} inkl. Raumkorrektur

⁵ Der in Klammern gesetzte Wert weist den enthaltenen Zuschlag für das Dach aus - DIN 4109, Pkt. 5.3 (bleibt bei schalltechnischer Ertüchtigung des Außenbauteils bestehen)

⁶ Hier wurde das Schalldämmmaß R'_w des Schalldämmlüfters eingesetzt, der gemäß den Berechnungen zur Einhaltung des Schutzziels erforderlich ist.

Vorhanden					Nach Einbau				
Bauteil	Teilfläche S _i / [m ²]	R' _w / dB	Zwischenrechnung = S _i · 10 ^{-R_w/10}	Nettofläche	Bauteil	Teilfläche S _i / [m ²]	R' _w / dB	Zwischenrechnung = S _i · 10 ^{-R_w/10}	Nettofläche
Außenwand	3,56	52	2,24305E-05	3,555	Außenwand	3,56	52	2,24305E-05	3,555
Dachschräge	8,58	30	0,008575	8,575	Dachschräge	8,58	50	0,00008575	8,575
Dachflächenfenster	0,65	32	0,000410122	0,65	Dachflächenfenster	0,65	40	0,000065	0,65
Dachflächenfenster	0,65	32	0,000410122	0,65	Dachflächenfenster	0,65	40	0,000065	0,65
Außenwand	2,07	52	1,30608E-05	2,07	Außenwand	2,07	52	1,30608E-05	2,07
Dachschräge	5,75	30	0,00575	5,75	Dachschräge	5,75	50	0,0000575	5,75
Außenwand	12,37	52	7,80494E-05	12,37	Außenwand	12,37	52	7,80494E-05	12,37
Fenster	3,36	32	0,002120017	3,36	Fenster	3,36	45	0,000106253	3,36
Rollladenkasten	0,80	25	0,002529822	0,8	Rollladenkasten	0,80	40	0,00008	0,8
Summe	37,78		0,019908624	37,78	Summe	37,78		0,000573043	37,78
Innenpegel L _i / dB(A)				69,9	Innenpegel L _i / dB(A)				54,4

Abb. A.1 Beispielrechnung Innenpegel L_i

9.2 A 2 Beispielrechnung resultierendes Schalldämm-Maß

Wohnungs-Nr.	Raum-Nr.	Etage	Breite [m]	Tiefe [m]	Fläche [m ²]	Raumnutzung	Pegelbereich nach 2. FlugLSV ³ [dB(A)]	erf. R' _{w,res} nach 2. FlugLSV ^{3,4} [dB]	R' _{w,res} vorhanden [dB]	R' _{w,res} vorhanden nach Einbau Schallschutzvorrichtungen [dB]
B	B3	DG	3,80	5,66	21,50	Schlafzimmer	55 bis < 60	40,5	36,3	41,5
relevantes Außenbauteil		Bauteil-Nr.	Breite [m]	Höhe [m]	Brutto-Fläche [m ²]	relevante Fläche [m ²]	Schalldämmmaß R' _w		Schallschutzvorrichtungen erforderlich	
							vorhanden [dB]	erforderlich [dB]		
Abseitenwand		B3.1	3,80	0,90	3,46	3,46	47	47	nein	
Dachschräge		B3.2	3,80	2,00	7,60	7,60	35	40	ja	
Abseitenwand		B3.3	3,80	0,91	3,46	3,46	47	47	nein	
Dachschräge		B3.4	3,80	2,00	7,60	7,60	35	40	ja	
Außenwand		B3.5	3,90	2,00	7,80	2,86	52	52	nein	
Fenster		B3.6	1,45	2,10	3,05	3,05	32	37	ja	
Rollladenkasten		B3.7	1,45	0,50	0,73	0,73	25	35	ja	
Decke		B3.8	1,80	5,66	10,19	10,19	56 (6) ⁵	56 (6) ⁵	nein	
Schalldämmlüfter ⁶		L4	-	-	1,90	1,90	-	40	-	

¹ inkl. Zuschläge: K = 6 dB, Freifeldpegel = 3 dB

² PFB: Planfeststellungsbeschluss

³ 2. FlugLSV: 2. Fluglärmverordnung

⁴ erf. R'_{w,res} inkl. Raumkorrektur

⁵ Der in Klammern gesetzte Wert weist den enthaltenen Zuschlag für das Dach aus - DIN 4109, Pkt. 5.3

(bleibt bei schalltechnischer Ertüchtigung des Außenbauteils bestehen)

⁶ Hier wurde das Schalldämmmaß R'_w des Schalldämmlüfters eingesetzt, der gemäß den Berechnungen zur Einhaltung des Schutzziels erforderlich ist.

Vorhanden					Nach Einbau				
Bauteil	Teilfläche S _i / [m ²]	R' _w / dB	Zwischenrechnung = S _i · 10 ^{-R_w/10}	Nettofläche	Bauteil	Teilfläche S _i / [m ²]	R' _w / dB	Zwischenrechnung = S _i · 10 ^{-R_w/10}	Nettofläche
Abseitenwand	3,46	47	6,90361E-05	3,46	Abseitenwand	3,46	47	6,90361E-05	3,46
Dachschräge	7,60	35	0,002403331	7,6	Dachschräge	7,60	40	0,00076	7,6
Abseitenwand	3,46	47	6,89962E-05	3,458	Abseitenwand	3,46	47	6,89962E-05	3,458
Dachschräge	7,60	35	0,002403331	7,6	Dachschräge	7,60	40	0,00076	7,6
Außenwand	2,86	52	1,80138E-05	2,855	Außenwand	2,86	52	1,80138E-05	2,855
Fenster	3,05	32	0,001921265	3,045	Fenster	3,05	37	0,000607557	3,045
Rollladenkasten	0,73	25	0,002308463	0,73	Rollladenkasten	0,73	35	0,000230846	0,73
Decke	10,19	56	2,55911E-05	10,188	Decke	10,19	56	2,55911E-05	10,188
					Schalldämmlüfter	1,90	40	0,00019	0
	0	0,00	0	0		0	0,00	0	0
	0	0,00	0	0		0	0,00	0	0
	0	0,00	0	0		0	0,00	0	0
Summe	38,94		0,009218027	38,936	Summe	40,84		0,002730041	38,936
erf. R' _w		40,5			erf. R' _w		40,5		
R' _{w,res} / dB		36,3			R' _{w,res} / dB		41,5		

Abb. A.2 Beispielrechnung resultierendes Schalldämm-Maß R'_w

Die Rechnung zeigt, dass die „virtuelle Fläche“ des Schalldämmlüfters nicht zu der gesamten Außenfläche addiert wird. Die Gesamtfläche der Außenbauteile beträgt vor und nach Einbau des Schalldämmlüfters 38,94 m² auch wenn die Summe der Einzelbauteile durch die „virtuelle Fläche“ des Schalldämmlüfters (von 1,9 m²) nach Einbau der Schallschutzvorrichtungen 40,84 m² beträgt.