



AKUSTIKBÜRO DAHMS GmbH
Beratende Ingenieure

Großbeerenstraße 231
14480 Potsdam

Tel 0331 · 983940-00
Fax 0331 · 983940-20

info@akustikbuero.de
www.akustikbuero.de

Amtsgericht Potsdam
HRB 28020 P
UStID: DE 300 599 293

Geschäftsführung:
Lars Kopischke
Jörg Kepper
Andreas Elwing

Schalltechnisches Gutachten

Verkehrslärmprognose für das Bebauungsplangebiet „Nürnbergstraße – Im Sichenholz“ der Stadt Beelitz

Auftraggeber: Stadtverwaltung Beelitz Bauamt
Berliner Straße 202
14547 Beelitz

Grundlage: Angebot vom 04.04.2024,
Auftrag mit Nr. BA 24–127 hi vom 08.04.2024
(Haushaltsstelle 51.1.02.543170)

Berichtsnummer: 24-075-01-IP

Datum: 26.06.2024



Messstelle nach § 29b Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) für Emissionen und Immissionen von Schall, Schwingungen und Erschütterungen, VMPA Schallschutzprüfstelle nach DIN 4109, Bau- und Raumakustik, Elektroakustik, Umwelt- und Arbeitsschutz, Industrie- Maschinenschall- und Schwingungsmessungen, Prognosen, Gutachten, Mess- und Prüfberichte

Dipl. Ing. Jörg Kepper

Dipl.-Ing. Korneliusz Kraus

Stellvertretender fachlich
Verantwortlicher der Messstelle
nach § 29b BImSchG für
Geräusche und Erschütterungen

Projektingenieur

Dieses Dokument ist nur rechtsverbindlich gültig, wenn es digital signiert wurde.
Der Bericht darf nur in seiner Gesamtheit weitergegeben werden.



Inhaltsverzeichnis

Schalltechnisches Gutachten	1
1 Situationsbeschreibung und Aufgabenstellung	3
2 Immissionssituation – Lage des Plangebietes und geräuschintensive Objekte	3
3 Schallquellen auf dem Plangebiet.....	5
4 Technische Regelwerke, Orientierungswerte.....	5
5 Ausgangsdaten für die Berechnung	7
5.1 Straßenverkehrswege.....	7
5.2 Schienenverkehrswege.....	9
6 Untersuchungsgebiet, Rechenmodell und Immissionsorte	10
7 Immissionsberechnungen und Ergebnisse.....	10
8 Schallschutzmaßnahmen	11
8.1 Systematik von möglichen Schallschutzmaßnahmen.....	11
8.2 Aktive Schallschutzmaßnahmen	12
8.3 Passive Schallschutzmaßnahmen – Schallgedämmte Lüftungseinrichtungen..	12
8.3.1 Bestimmung der erforderlichen Schalldämmung und Vorschläge für textliche Festsetzungen.....	13
9 Zusammenfassung.....	15
10 Literaturverzeichnis	16

1 Situationsbeschreibung und Aufgabenstellung

Die Stadt Beelitz plant die Aufstellung des Bebauungsplans „Nürnbergstraße – Im Sichenholz“. Beabsichtigt ist die Errichtung von Wohnbebauungen. Der Geltungsbereich des Bebauungsplans umfasst die Flurstücke 31 (tlw.), 42, 46, 47/1 (tlw.), 50, 51, 142, 220 (tlw.), 221, 261 der Flur 9 und das Flurstück 105 der Flur 10 in der Gemarkung Beelitz mit einer Flächengröße von ca. 8.553 m².

Hierzu wurde vom Bauamt der Stadt Beelitz folgendes mitgeteilt:

„Planumfeld“

Das Plangebiet liegt im zentralen südlichen Bereich der Stadt Beelitz und wird derzeit überwiegend gärtnerisch genutzt. Das Planumfeld kann wie folgt beschrieben werden: im Norden gewachsene Bebauung, daran anschließend der Verlauf der B246 (Clara-Zetkin-Straße), daran anschließend weitere Bebauung, im Osten Grün- und Gartenflächen, im Süden der Verlauf der Nürnbergstraße, daran anschließend Flächen für die Landwirtschaft, Grünflächen und kleingärtnerisch genutzte Bereiche, im Westen der Verlauf der Straße „Im Sichenholz“, daran anschließend gewachsene Bebauung, der Verlauf der Bahnstrecke 6115, daran anschließend wiederum die Bebauung der Stadt Beelitz. [...]

Schutzanspruch

Das allgemeine Wohngebiet besitzt einen Schutzanspruch gemäß Beiblatt 1 zur DIN 18005, Teil 1 von 55 dB(A) am Tag und 40 dB(A) nachts bzw. 45 dB(A) für Verkehrslärm in der Nacht.

Immissionssituation

Vom Plangebiet gehen bei üblicher Nutzung keine Emissionen aus, die geeignet wären, in angrenzenden schutzwürdigen Gebieten zu Überschreitungen von Grenz-, Richt- oder Orientierungswerten zu führen.

Auf das Plangebiet wirken im Wesentlichen Geräuschemissionen durch den Fahrverkehr auf den angrenzenden Straßen, hier insbesondere der B246 sowie durch den Bahnverkehr auf der westlich des Plangebiets gelegenen Eisenbahnstrecke. Durch die im Bereich der B246 befindlichen gewerblichen Nutzungen werden keine unzulässigen Immissionen im Plangebiet verursacht.

Eine orientierende Berechnung der durch die B246 verursachten Lärmimmissionen auf der Grundlage der Verkehrsprognose 2030 9 am nördlichen Rand des Plangebiets ergab eine deutliche Überschreitung der unter „Schutzanspruch“ benannten Orientierungswerte sowohl im Tag- als auch Nachtzeitraum. Hier sind zwingend vertiefende Angaben erforderlich. Weiterhin sind auch Aussagen zum Bahnverkehr erforderlich.“

Das obige Zitat gab Anlass das hier vorliegende Gutachten zu erstellen, in dem die Geräusche der **Verkehrswege** (Bahnstrecke und Straßen) untersucht werden, wie auch gegebenenfalls notwendige Schallschutzmaßnahmen.

2 Immissionssituation – Lage des Plangebietes und geräuschintensive Objekte

Die folgenden Abbildungen zeigen das Plangebiet und die umliegenden, bereits oben genannten Verkehrswege.

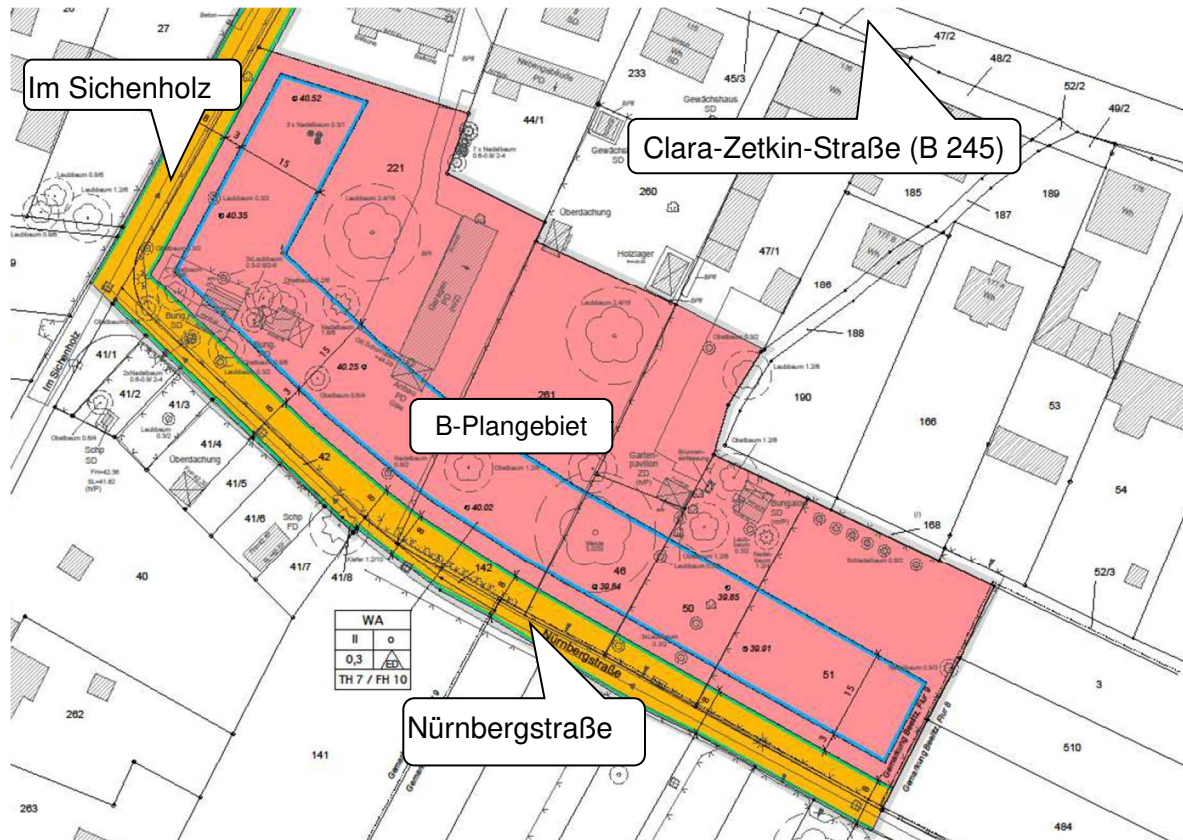


Abbildung 1: Bebauungsplangebiet „Nürnbergstraße – Im Sichenholz“ – Entwurf



Abbildung 2: Luftbild des Bebauungsplangebietes „Nürnbergstraße – Im Sichenholz“ mit B 246 u. Bahnstrecke

Die obige Abbildung lässt erste Schlüsse auf die **Verkehrslärmbelastung** bzw. der Schallausbreitung erahnen, welche von der Bahnlinie und den Straßen ausgeht bzw. auf das Plangebiet einwirken. Diese ist – wie später noch genauer beschrieben wird –, nach der DIN 18 005 Teil 1 „Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren“ [1] bzw. deren Beiblatt [2] zu beurteilen.

3 Schallquellen auf dem Plangebiet

Wie in dem obigen Zitat entnommen werden kann, soll das Plangebiet als Allgemeines Wohngebiet (WA) ausgewiesen werden. Zudem wird explizit folgendes ausgeführt:

„Vom Plangebiet gehen bei üblicher Nutzung keine Emissionen aus, die geeignet wären, in angrenzenden schutzwürdigen Gebieten zu Überschreitungen von Grenz-, Richt- oder Orientierungswerten zu führen.“

Demzufolge sind keine diesbezüglichen Betrachtungen notwendig, bei denen gegebenenfalls das B-Plangebiet als Schallquelle in die Berechnungen einzubeziehen wären.

4 Technische Regelwerke, Orientierungswerte

Bei den durchgeführten Untersuchungen handelt es sich zum Teil um städtebauliche Planungen. Deshalb ist die DIN 18005-1 „Schallschutz im Städtebau - Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung“ vom Juli 2002 [1] eines der wesentlichsten Regelwerke, die den schalltechnischen Untersuchungsrahmen für die B-Plangebiete festlegen.

Beiblatt 1 der DIN 18 005, vom Mai 1987, enthält „Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung“ [2], die mit den Richtwerten der „Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz“ (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) [3] bezüglich der Beurteilung von Geräuschen ausgehend von Gewerbebetrieben übereinstimmen. Daraus können folgende Forderungen abgeleitet werden, damit die mit der Eigenart des betreffenden Gebietes verbundene Erwartung auf angemessenen Schallschutz erfüllt wird:

Tabelle 1: Schalltechnische Orientierungswerte nach Beiblatt 1 der DIN 18 005 (Auszug)

Gebiete	Orientierungswerte	
Reines Wohngebiet (WR)	Tag	50 dB(A)
	Nacht	40 bzw. 35 dB(A)
Allgemeines Wohngebiet (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS) und Campingplatzgebiete	Tag	55 dB(A)
	Nacht	45 bzw. 40 dB(A)
Dorf- und Mischgebiet (MI)	Tag	60 dB(A)
Außenbereich	Nacht	50 bzw. 45 dB(A)
Kern (MK)- und Gewerbegebiet (GE)	Tag	65 dB(A)
	Nacht	55 bzw. 50 dB(A)
Sonstige Sondergebiete (SO), soweit sie schutzbedürftig sind	Tag	45 bis 65 dB(A)
	Nacht	35 bis 65 dB(A)

Die höheren Werte im Beurteilungszeitraum Nacht gelten für **Verkehrslärm**, der im Allgemeinen eine geringere Belästigung bewirkt. Die niedrigeren Werte nachts gelten für **Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm**.

Für das Bebauungsplangebiet „Nürnbergstraße – Im Sichenholz“ ist gemäß des Planentwurfs von den Orientierungswerten (ORW) für Allgemeine Wohngebiete (WA) gemäß Tabelle 1 auszugehen.

Die schalltechnischen **Orientierungswerte** des Beiblatts 1 der DIN 18 005 **unterliegen dem Abwägungsgebot!** Sie besitzen z.B. im Vergleich zu den Immissionsgrenzwerten der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) [4], die bei der Beurteilung von Neubauten

oder Änderungen von Verkehrswegen eine Bemessungsgrundlage darstellen, lediglich eine geringere Verbindlichkeit.

Im Beiblatt 1 der DIN 18 005 wird dies wie folgt erläutert:

„Die ... Orientierungswerte sind als sachverständige Konkretisierung der Anforderungen an den Schallschutz im Städtebau aufzufassen.

Der Belang des Schallschutzes ist in der städtebaulichen Planung erforderlichen Abwägung der Belange als ein wichtiger Planungsgrundsatz neben anderen Belangen – z. B. dem Gesichtspunkt der Erhaltung überkommener Stadtstrukturen – zu verstehen. Die Abwägung kann in bestimmten Fällen – insbesondere in bebauten Gebieten – zu einer entsprechenden Zurückstellung des Schallschutzes führen.“

In vorbelasteten Bereichen, insbesondere bei vorhandener Bebauung, **schon bestehenden Verkehrswegen** und in Gemengelage lassen sich die Orientierungswerte oft nicht einhalten. Wo im Rahmen der Abwägung mit plausibler Begründung von den Orientierungswerten abgewichen werden soll, weil andere Belange überwiegen, sollte möglichst ein Ausgleich durch andere geeignete Maßnahmen (z.B. geeignete Gebäudeanordnung und Grundrissgestaltung, bauliche Schallschutzmaßnahmen – insbesondere für Schlafräume) vorgesehen werden.

Soweit die Ausführungen, wie sie sich **direkt aus der DIN 18005** ableiten lassen. Ergänzend sind jedoch Ausführungen notwendig, welche sich nicht direkt aus der DIN 18005 ergeben, sondern mittelbar bzw. aus der **aktuellen Rechtsprechung im Zusammenhang mit der DIN 18005** bzw. den im Beiblatt aufgelisteten Orientierungswerten. Die aktuelle Rechtsprechung im hier vorliegenden Gutachten auch nur annähernd umfassend beschreiben oder kommentieren zu wollen, würde den Rahmen sprengen. So sollen lediglich 3 Fallunterscheidungen angeführt werden, welchen in der Rechtsprechung besondere Bedeutungen zukommen. Die folgende Auflistung beschränkt sich hier auf **Allgemeine Wohngebiete** und den hierauf einwirkenden Verkehrslärm:

- 1. Fall: Überschreitung der Orientierungswerte um mehr als 5 dB**
Tag-Beurteilungspegel $L_{r,Tag} > 60 \text{ dB(A)}$ und
Nacht- Beurteilungspegel $L_{r,N} > 50 \text{ dB(A)}$ nachts
Bei Überschreitung dieser Werte müssen Schallschutzmaßnahmen untersucht und festgesetzt werden. Aktive Schallschutzmaßnahmen sind hierbei zu bevorzugen.
- 2. Fall: Überschreitung der Orientierungswerte um mehr als 10 dB**
Tag-Beurteilungspegel $L_{r,Tag} > 65 \text{ dB(A)}$ und
Nacht- Beurteilungspegel $L_{r,N} > 55 \text{ dB(A)}$ nachts
Evident, dass auch bei Überschreitung dieser Werte Schallschutzmaßnahmen untersucht und festgesetzt werden müssen und auch aktive Schallschutzmaßnahmen zu bevorzugen sind. Beim 2. Fall ist jedoch zudem ein erhöhter Aufwand hinzunehmen, wie auch besondere Maßnahmen – z. B. eine Schallschutzbebauung, geeignete Grundrissanordnung, ... – mit dem Ziel zumindest auf der Rückseite der Gebäude die Orientierungswerte einzuhalten.
- 3. Fall: Überschreitung der Orientierungswerte um mehr als 15 dB**
Tag-Beurteilungspegel $L_{r,Tag} > 70 \text{ dB(A)}$ und
Nacht- Beurteilungspegel $L_{r,N} > 60 \text{ dB(A)}$ nachts
Die Rechtsprechung sieht diese Werte als **gesundheitsrelevante Schwellenwerte** an, so dass in diesen Bereiche keine schützenswerten Räume, welche zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen geeignet sind, gebaut werden dürfen.

5 Ausgangsdaten für die Berechnung

Die Ausgangsdaten für die Berechnungen wurden aktuell (April und Mai 2024) mit der Stadtverwaltung Beelitz (Bauamt / Bauleitplanung) abgestimmt, welche sich wiederum mit dem Landesbetrieb Straßenwesen (Region Süd, Dienststätte Wünsdorf) in Verbindung setzte, um möglichst aktuellste Verkehrsstärke zu erhalten.

Bezüglich der Bahnstrecke erfolgte eine Nachfrage bei dem Lärmschutz-Verkehrsdatenmanagement der Deutsche Bahn AG.

5.1 Straßenverkehrswege

Ergebnis der Recherchen und Abstimmungen der Stadtverwaltung Beelitz (Bauamt / Bauleitplanung), dem Landesbetrieb Straßenwesen und der Akustikbüro Dahms GmbH war, dass es aus mehreren Gründen ratsam ist die gleichen Verkehrsstärken zu verwenden, die dem Lärmaktionsplan (Runde 4) der Stadt Beelitz zugrunde liegen. Diese sind hinreichend aktuell bezüglich der Beurteilung der Geräuschimmissionen des B-Plangebietes „Bebauungsplangebiet „Nürnbergstraße – Im Sichenholz“.¹ Aus Anlage 3.1 des Lärmaktionsplans (Runde 4) wurde folgende Darstellung entnommen.

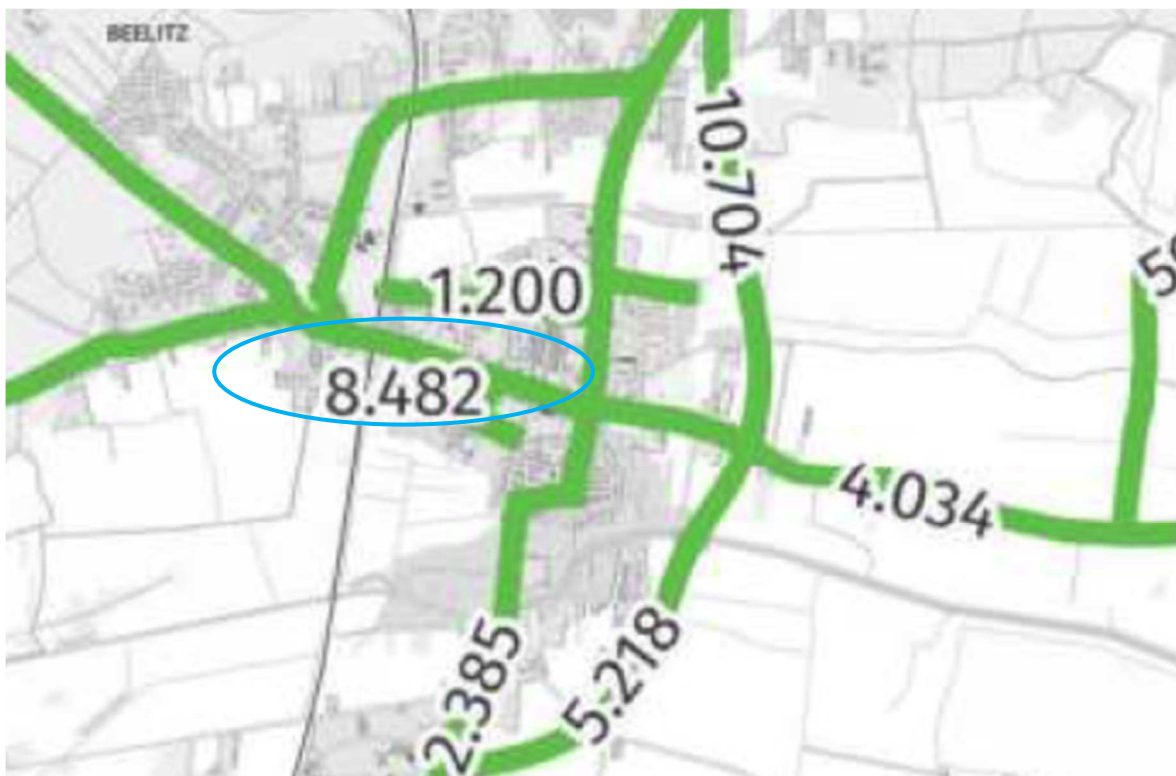


Abbildung 3: Eingangsdaten der Straßenlärmkartierung 2022: Verkehrsstärken (DTV)
[Quelle: Ausschnitt aus Anlage 3.1 des Lärmaktionsplan (Runde 4), erstellt 21.01.2024]

Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, ergibt sich für den relevanten Straßenabschnitt eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke von DTV = 8482 Kfz/24 h. Ergänzend ist dem hinzuzufügen, dass der Anteil an Lkw ca. 5 % im Mittel über alle 24 Stunden eines Tages beträgt. Bei der Berechnung der Schallemissionen der Straßen sind die „*Richtlinien für den*

¹ Ehemals wurde mit einer jährlichen Steigerung der Verkehrsbewegungen gerechnet. In den letzten Jahren ergibt sich jedoch für eine Vielzahl von Straßen keine wesentlichen Verkehrszunahmen, weshalb auch hier von der Berechnung einer möglichen Steigerung abgesehen wird. Sollte jedoch z. Bsp. eine Zunahme von 10 % stattfinden, so würde sich ein um lediglich 0,41 dB erhöhter Schallpegel ergeben. In der Regel sind jedoch erst 1 dB höhere Werte überhaupt vom Ursprungspegel (unter Laborbedingungen) zu unterscheiden. Demzufolge sind geringere Pegelunterschiede für diesen Sachverhalt irrelevant.

Lärmschutz an Straßen“ (RLS-19) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 052 – Ausgabe 2019 [5] anzuwenden. Wesentlich bei der Berechnung ist der längenbezogene Schallleistungspegel gemäß der folgenden Gleichung:

Formel 1: Längenbezogener Schallleistungspegel L'_w nach RLS-19 Gleichung (4)

$$L'_w = 10 \cdot \lg[M] + \lg \left[\frac{100 - p_1 - p_2}{100} \cdot \frac{10^{0,1 \cdot L_{W,Pkw}(v_{Pkw})}}{v_{Pkw}} + \frac{p_1}{100} \cdot \frac{10^{0,1 \cdot L_{W,Lkw1}(v_{Lkw1})}}{v_{Lkw1}} + \frac{p_2}{100} \cdot \frac{10^{0,1 \cdot L_{W,Lkw2}(v_{Lkw2})}}{v_{Lkw2}} \right] - 30$$

M	Maßgebende stündliche Verkehrsstärke
p_1	Anteil an Fahrzeugen der Fahrzeuggruppe Lkw ₁ ² in %
p_2	Anteil an Fahrzeugen der Fahrzeuggruppe Lkw ₂ ³ in %
v_{FzG}	Geschwindigkeit für die Fahrzeuge der Fahrzeuggruppe FzG (Pkw, Lkw1 und Lkw2) in km/h
$L_{W,FzG}(v_{FzG})$	Schallleistungspegel für die Fahrzeuge der Fahrzeuggruppe FzG (Pkw, Lkw1 und Lkw2) bei der Geschwindigkeit v_{FzG} in dB

Der Schallleistungspegel der einzelnen Fahrzeuggruppen wird wie folgt berechnet.

Formel 2: Schallleistungspegel der Fahrzeuge der Fahrzeuggruppen Pkw, Lkw1 und Lkw2 nach RLS19 Gleichung (5)

$$L_{W,FzG}(v_{FzG}) = L_{W0,FzG}(v_{FzG}) + D_{SD,SDT,FzG}(v_{FzG}) + D_{LN,FzG}(g, v_{FzG}) + D_{K,KT}(x) + D_{refl}(h_{Beb}, w)$$

$L_{W0,FzG}(v_{FzG})$	Grundwert für den Schallleistungspegel eines Fahrzeuges der Fahrzeuggruppe FzG bei der Geschwindigkeit v_{FzG} in dB
$D_{SD,SDT,FzG}(v_{FzG})$	Korrektur für den Straßendeckschichttyp SDT, die Fahrzeuggruppe FzG und die Geschwindigkeit v_{FzG} in dB
$D_{LN,FzG}(g, v_{FzG})$	Korrektur für die Längsneigung g der Fahrzeuggruppe FzG bei der Geschwindigkeit v_{FzG} in dB
$D_{K,KT}(x)$	Korrektur für den Knotenpunkttyp KT in Abhängigkeit von der Entfernung zum Knotenpunkt x in dB
$D_{refl}(w, h_{Beb})$	Zuschlag für die Mehrfachreflexion bei einer Bebauungshöhe h_{Beb} und den Abstand der reflektierenden Flächen w in dB

Die Ermittlung der einzelnen Korrekturwerte und Zuschläge sind der *RLS-19* [6] zu entnehmen. Die Korrektur für Knotenpunkttypen, den Zuschlag für die Mehrfachreflexion und den Korrekturwert für die Längsneigung vergibt das genutzte Schallausbreitungsprognoseprogramm *SoundPLAN* der *SoundPLAN GmbH* situationsbedingt nach entsprechender Digitalisierung. Der Grundwert des Schallleistungspegels eines Fahrzeuges einer bestimmten Fahrzeuggruppe wird geschwindigkeitsabhängig wie folgt berechnet.

Formel 3: Schallemissions einzelner Fahrzeuge der Fahrzeuggruppen Pkw, Lkw1 und Lkw2 nach RLS19 Gleichung (6)

$$L_{W0,FzG}(v_{FzG}) = A_{W,FzG} + 10 \cdot \lg \left[1 + \left[\frac{v_{FzG}}{B_{W,FzG}} \right]^{C_{W,FzG}} \right] \quad A_{W,FzG} \quad \text{Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG in dB}$$

$B_{W,FzG}$	Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG in km/h
$C_{W,FzG}$	Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG
v_{FzG}	Geschwindigkeit der Fahrzeuggruppe FzG in km/h

² Lastkraftwagen ohne Anhänger mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3,5 t und Busse

³ Lastkraftwagen mit Anhänger bzw. Sattelkraftfahrzeuge (Zugmaschinen mit Auflieger) mit einer zulässigen Gesamtmasse über 3,5 t

Die einzelnen Emissionsparameter können der Tabelle 3 der *RLS-19* [5] entnommen werden.

Nach den in Tabelle 2 der „*Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen*“ (*RLS-19* angegebenen Werten werden – von der durchschnittlichen täglichen Verkehrsdichte ausgehend – die maßgebenden stündlichen Verkehrsstärken M für den Beurteilungszeitraum Tag (6-22:00 Uhr) und den Beurteilungszeitraum Nacht (22-6:00 Uhr) berechnet. Bezüglich des Lkw-Anteils p_1 und p_2 wird ein eigens entwickelter Algorithmus angewendet, der es ermöglicht auf der Basis des oben genannten über 24 h gemittelten und im Gesamten angegebenen Lkw-Anteil mithilfe der Standardverteilungen nach *RLS-19* auf die Lkw-Anteile $p_{1,Tag}$, $p_{2,Tag}$ (für den Beurteilungszeitraum Tag), $p_{1,Nacht}$ und $p_{2,Nacht}$ (für den Beurteilungszeitraum Nacht) zu schließen. Hierbei wird einerseits der individuelle Zähl- bzw. Prognosewert berücksichtigt – andererseits aber auch die in Tabelle 2 von [6] aufgeführten Zahlen bzw. Verhältnisse von $p_{1,Tag}$, $p_{2,Tag}$, $p_{1,Nacht}$ und $p_{2,Nacht}$. Hieraus resultiert die folgende Tabelle mit den maßgebenden stündlichen Verkehrsstärke M und den prozentualen Schwerlastverkehrsanteilen p_1 und p_2 .

Tabelle 2: Maßgebende stündliche Verkehrsstärken M und prozentuale Schwerlastverkehrsanteile p_1 und p_2

Straßenname	Tag				Nacht		
	DTV	M	p1	p2	M	p1	p2
	[Kfz/24h]	[Kfz/h]	[%]	[%]	[Kfz/h]	[%]	[%]
Clara-Zetkin-Str. (B246)	8482	487,7	1,1	2,6	84,8	2,6	4,9
Im Sichenholz	100	5,8	3,3	4,4	1	3,3	4,4
Nürnbergstr.	100	5,8	3,3	4,4	1	3,3	4,4

Ergänzend ist den Angaben in der Tabelle hinzuzufügen, dass die Geschwindigkeit innerorts 50 km/h beträgt, weder Gefälle noch Steigung besteht und kein außerordentlicher Fahrbahnbelag vorhanden ist.

Bei den Anwohnerstraßen Nürnbergstraße und Im Sichenholz wurde jeweils eine durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke von DTV = 100 Kfz/24 h angenommen und eine zulässige Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h. Hierbei wurde abgeschätzt wie viele Häuser im Einzugsbereich liegen und im B-Plan ungefähr hinzukommen. Für jedes Haus wurden 6 Fahrten angenommen (2 Fahrten mit zwei Autos zur Arbeit + 2 Fahrten ein Auto (Sonstiges) + 1 Fahrt Müll-LKW + 1 Fahrt Post-LKW). Es wurde nach oben hin aufgerundet auf 100 Kfz/24 h.

Die vorgenannte Straße, welche die maßgebliche Geräuschquelle darstellt und die beiden Anwohnerstraßen Nürnbergstraße und Im Sichenholz wurden mit den zugehörigen Werten in das 3-dimensionale Rechenmodell bzw. Schallausbreitungsprognoseprogramm *SoundPLAN* der *SoundPLAN GmbH* in der derzeit aktuellsten Version implementiert. Dieses berechnet die zu erwartende Geräuschbelastung auf dem Plangebiet nach den Kriterien der *RLS-19* [5]. Die wesentlichen Kriterien sind hierbei Dämpfungen durch die geometrische Divergenz, durch die Luftdämpfung, durch die Bodendämpfung, die Abschirmung von Gebäuden und Wänden sowie die hieran auftretenden Reflexionen.

5.2 Schienenverkehrswege

Die Berechnung der **Emissionen** der Schienenverkehrswege erfolgt auf Basis der „*Schall 03 (neu) – Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege*“ [7]. Grundlage hierfür sind die Anzahl der prognostizierten Züge der jeweiligen Zugart sowie die den betrieblichen Planungen zugrundeliegenden Geschwindigkeiten auf den zu betrachtenden Abschnitten der Bahnstrecken. Hierzu wurde eine entsprechende Anfrage formuliert und vom Lärmschutz-Verkehrsdatenmanagement der Deutsche Bahn AG folgende Daten übermittelt.

Tabelle 7: Verkehrsprognosedaten 2030 für die Strecke 6115
– Beelitz Stadt bis Beelitz Bea (Streckenwechsel 6115_6119, km 39,8- km 43,9)

Zugart	Anzahl		v_max_Zug km/h	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband				
	Tag	Nacht		Fz_Kat	Anzahl	Fz_Kat	Anzahl	Fz_Kat
Grundlast	2	2	100	8-A4	1	10-Z5	10	
RB/RE-V	63	9	140	6-A8	1			
Summe	65	11						

Die in der Tabelle aufgelisteten Streckenbelegungen bilden die Basis der Schallausbreitungsberechnungen mit denen die Immissionen im Einwirkungsbereich der Bahnlinie(n) ermittelt werden. Wie in Kapitel „6. Schallausbreitung“ der „Schall 03 (neu)“ [7] ausführlich erläutert wird, ist dies von der Entfernung (geometrische Ausbreitungsdämpfung, Luftabsorption und Bodeneinfluss), sowie von der Abschirmung durch Hindernisse abhängig.

6 Untersuchungsgebiet, Rechenmodell und Immissionsorte

Das Untersuchungs- und das Plangebiet, sowie die vorgenannten Schallquellen wurden in das Rechenprogramm der *SoundPLAN* der *SoundPLAN GmbH* (in der derzeit aktuellsten Version) eingeben. Ausgehend von den Emissionen der Verkehrswege werden die Immissionen auf dem Plangebiet berechnet.

7 Immissionsberechnungen und Ergebnisse

Die folgende Abbildung zeigt die Tag-Beurteilungspegel L_r des Verkehrslärms, die in diesem Fall mit den diesbezüglichen Orientierungswerten von 55 dB(A) für Allgemeine Wohngebiete (WA) zu vergleichen sind.

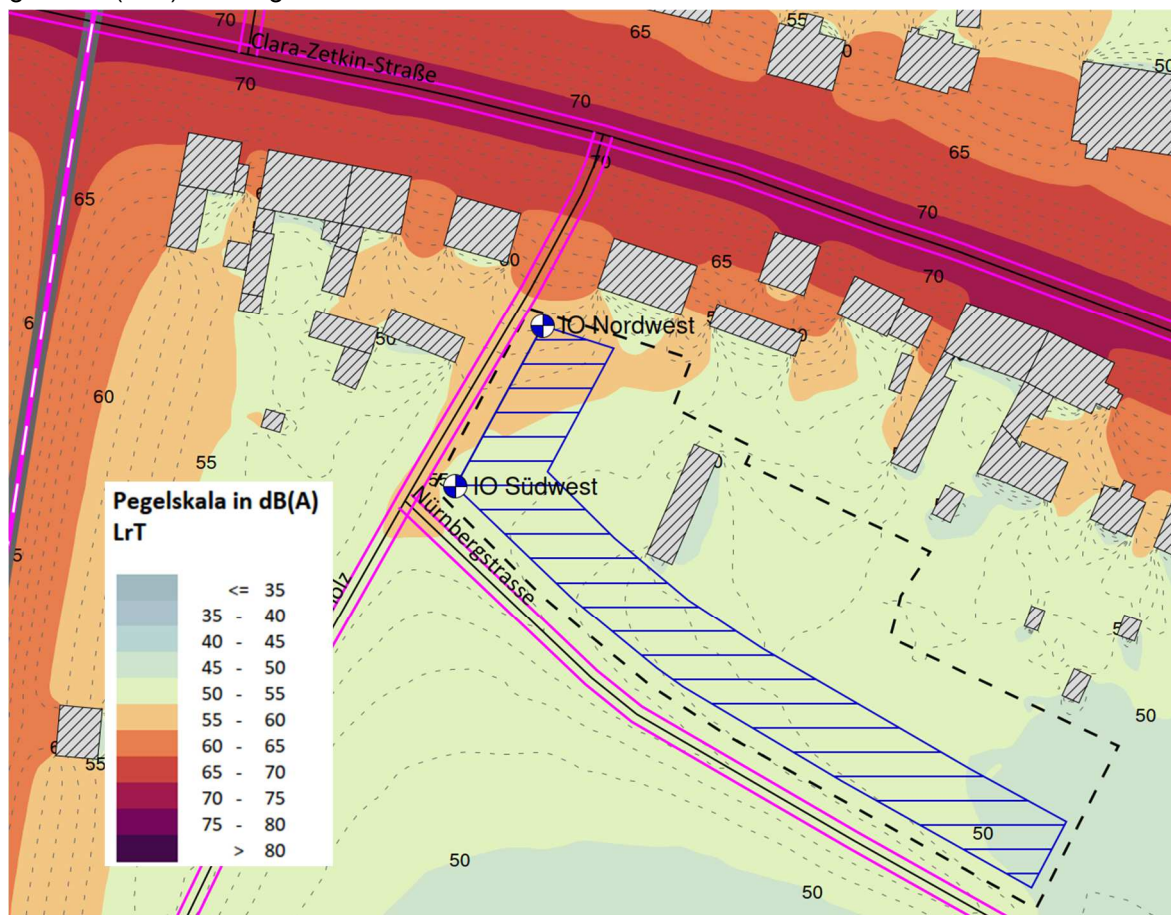


Abbildung 4: Verkehrslärm-Tag-Beurteilungspegel L_r auf dem Untersuchungsgebiet

Wie der Vergleich des für Allgemeine Wohngebiete zulässigen Tag-Orientierungswertes von 55 dB(A) und den Beurteilungspegeln L_r deutlich zu ersehen ist, werden diese lediglich auf dem nordwestlichen Bereich des Plangebietes überschritten. Die Iso-dB-Linie zwischen dem hellbraunen und dem grünen Bereich, welche einen Wert von 55 dB(A) ausweist, umrahmt – zusammen mit der B-Plangrenze – lediglich einen kleinen Bereich. Aus der Untersuchung der Geräuschbelastung im Beurteilungszeitraumes Tag ergibt sich demzufolge sich die Notwendigkeit Schallschutzmaßnahmen zu realisieren.

Ergänzend ist jedoch der Beurteilungszeitraum Nacht zu betrachten, was anhand der folgenden Abbildung möglich ist.

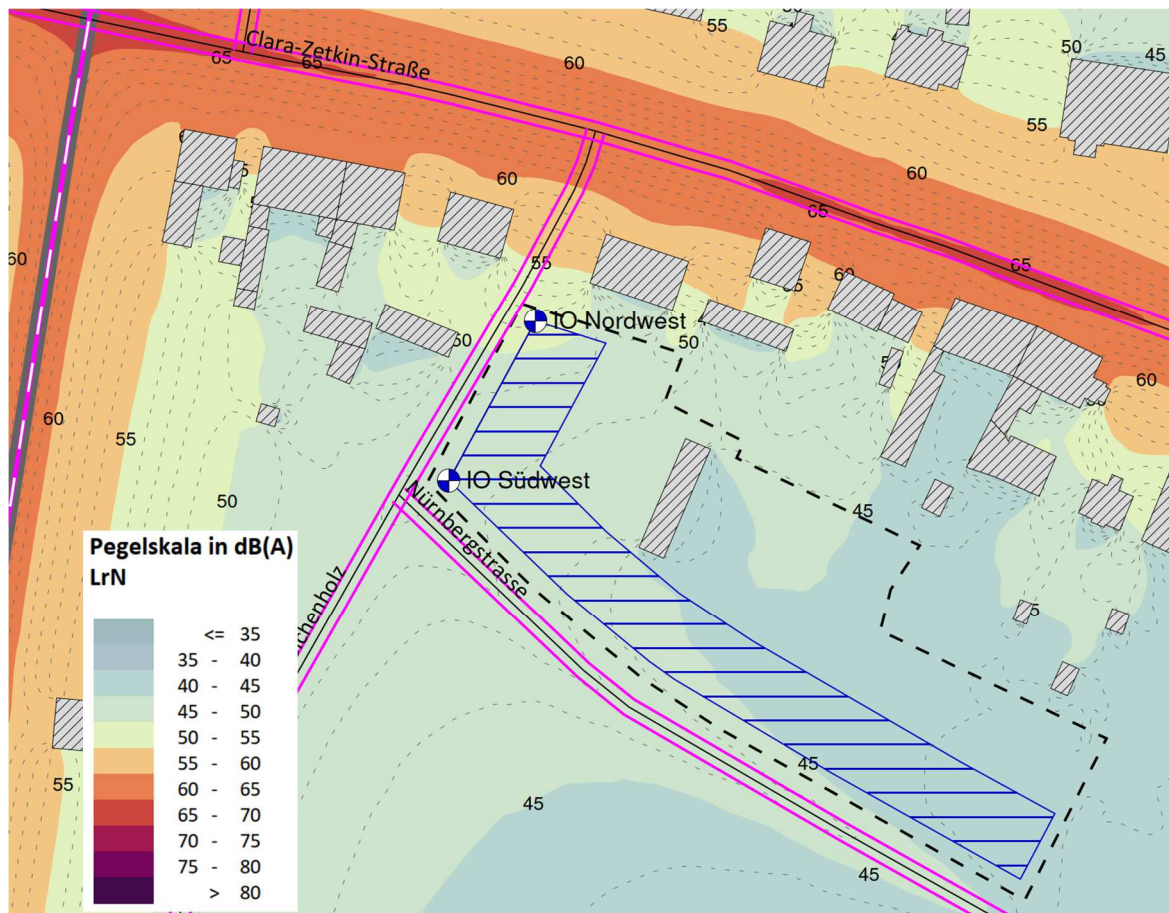


Abbildung 5: Verkehrslärm-Nacht-Beurteilungspegel L_r auf dem Untersuchungsgebiet

Wie der Vergleich des für Allgemeine Wohngebiete zulässigen Nacht-Orientierungswertes für Verkehrslärm von 45 dB(A) und den Beurteilungspegeln L_r zu ersehen ist, werden diese auf der gesamten Fläche des Plangebietes überschritten. Auch in der Nacht treten die höchsten Pegel an der nordwestlichen Spitze auf. Aus der Untersuchung der Geräuschbelastung im Beurteilungszeitraumes Nacht ergibt sich somit auch, dass im Folgenden Schallschutzmaßnahmen zu betrachten sind.

8 Schallschutzmaßnahmen

8.1 Systematik von möglichen Schallschutzmaßnahmen

Grundsätzlich ist es sinnvoll **drei Arten von Schallschutzmaßnahmen** zu unterscheiden:

- Aktive Schallschutzmaßnahmen an den **Quellen**
 - hier also an den Schienenwegen oder den Zügen

- Aktive Schallschutzmaßnahmen auf dem **Schallausbreitungsweg**
- Passive Schallschutzmaßnahmen am **schützenswerten Objekt**
 - hier also an den Gebäuden

Schallschutzmaßnahmen an der **Quelle** sind immer zuerst zu betrachten, da diese immense Vorzüge bieten. Emittieren die Züge und die Schienenfahrzeuge bzw. die Straßen weniger Schall, nützt dies egal wo sie fahren oder die Strecken verlaufen – also nicht nur innerhalb des Plangebietes. Bestimmungen wie die Begrenzung der Schallemissionen vom Kfz-Verkehr und dem Schienenverkehr sind jedoch Sache des Gesetzgebers und wünschenswert – können aber im Rahmen von B-Planverfahren nicht gefordert bzw. umgesetzt werden.

8.2 Aktive Schallschutzmaßnahmen

Wie aus der obigen, einführenden Auflistung ersichtlich ist, umfasst der aktive Schallschutz Maßnahmen an der Quelle, bzw. auf dem Ausbreitungsweg des Schalls. **Schallschutzwände** entlang der Bundesstraße und der Bahnstrecke ist aufgrund der notwendigen Höhen, welche gegeben sein müssen, um auch die oberen Geschosse zu schützen, nur schwer umsetzbar und aus städtebaulichen Gründen nicht immer ratsam. Um Überschreitungen auch auf den nordwestlich und südwestlich gelegenen Teilen der Baufelder zu vermeiden, müsste die Schallschutzwand (oder/und der Walle bzw. Kombinationen hiervon) Längen von mehr als 100 m aufweisen. Falls die Abwägung ergibt, dass statt der Maßnahmen „**abrückende Baufelder**“ oder eine der im Folgenden vorgeschlagenen Maßnahmen vorzuziehen ist, könnten mit entsprechenden schalltechnischen Berechnungen die Längen und die Höhen von **Schallschutzwänden** berechnet werden.

8.3 Passive Schallschutzmaßnahmen – Schallgedämmte Lüftungseinrichtungen

Bevor nun passive Schallschutzmaßnahmen untersucht werden, soll noch einmal der Hinweis erfolgen, dass diese die **zentrale Forderung für den immissionsschutzrechtlichen Schallschutz darstellen und diese im Folgenden so bemessen werden, dass diese alleine ausreichen.** Alle anderen möglichen Maßnahmen bzw. Empfehlungen – wie eine abrückende Bebauung und eine Schallschutzwand – können eine zusätzlichen Verbesserung bewirken, werden im Folgenden nicht aber als Grundlage bzw. Sicherstellung eines ausreichenden Schallschutzes vorausgesetzt. **Beim Vergleich der Tagwerte in Abbildung 4 mit den Nachtwerten in Abbildung 5 ist entscheidend, dass die Beurteilungspegel im Beurteilungszeitraum Nacht nicht um 10 dB geringer sind als am Tage und deshalb auf Basis der Beurteilungspegel $L_{r,Nacht}$ die Schalldämm-Maße R'_w bzw. Lärmpegelbereiche (LPB) zu ermitteln sind**, welche die Basis für die passiven Schallschutzmaßnahmen, d.h. für die Berechnung des erforderlichen, bewerteten Gesamtschalldämmmaßes $R'_{w,res}$ darstellen. **Zudem ergibt sich aus Abbildung 5, dass im Plangebiet die Fenster mit schallgedämmten Lüftungseinrichtungen zu versehen sind, wenn ...**

- ein Beurteilungspegel von 50 dB(A) in der Nacht überschritten wird und
- wenn keine Möglichkeit besteht durch entsprechende Grundrissanordnung Schlafräume zu der dem Lärm abgewandten Seiten hin zu orientieren.

Schallgedämmte Lüftungseinrichtungen sind notwendig, wenn beide vorgenannten Bedingungen erfüllt werden, damit auch bei geschlossenem Fenster für ausreichende Belüftung gesorgt wird.

Bevor die rechnerische Bestimmung der erforderlichen Schalldämmung erfolgt, sollen – hier lediglich in Stichworten –, noch andere passive Schallschutzmaßnahmen aufgelistet werden, die evtl. möglich sind und deren Umsetzung geprüft werden könnte oder/und gegebenenfalls erst im Rahmen der Bauplanung bzw. im Baugenehmigungsverfahren Beachtung finden können:

- Festsetzung von lärmrobusten Bauweisen

- Festsetzung von größeren, abschirmenden Gebäuderiegeln
- Festsetzung von zusammenhängenden Bauweisen
- verbindliche Ausrichtung der Wohnräume zu der schallabgewandten Seite,
- Schutz der Wohnräume auf der dem Schall zugewandten Seite durch schalldämmte Lüfter oder Maßnahmen gleicher Wirkung (z. Bsp. Hamburger Fenster),⁴
- Vorhangfassaden zu Laubengängen und Balkonen,
- Lückenschließung durch Schallschutzwände, ggf. transparent

8.3.1 Bestimmung der erforderlichen Schalldämmung und Vorschläge für textliche Festsetzungen

Wenn aktive Schallschutzmaßnahmen – wie in diesem Fall – nicht uneingeschränkt empfehlenswert sind – weil die Realisierung zu kostenintensiv ist oder weil sie keine ausreichende Wirkung für alle Baufelder besitzen oder aus anderen Gründen nicht zeitnah realisiert werden können, so müssen – die Zustimmung durch die genehmigende Behörde vorausgesetzt – die Außenwandbauteile so dimensioniert werden, dass wenigstens für das Innere des Gebäudes ein ausreichender Schallschutz gewährleistet ist. Die den Schall abschirmende Wirkung der Wände, Türen oder Fenster wird mit dem bewerteten **Schalldämm-Maß R'_w** (Einheit: Dezibel bzw. dB) beschrieben. Fenster können zusätzlich in verschiedene Schallschutzklassen (in 5-er Schritten der Schalldämm-Maße R'_w) zusammengefasst werden.

Mit der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB Bln.) [8] inkl. der zugehörigen Anlage (Anl. VV TB Bln.) [9] ist seit 19.4.2018 die **DIN 4109-1** [10] aus dem Jahr **2018** als baurechtliches Regelwerk verbindlich eingeführt. Im Land Brandenburg erfolgte dies durch die Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB Brbg.) [11]. Die Anforderungen sowie das rechnerische Nachweisverfahren haben sich im Vergleich zur Vorgängerversion der DIN 4109 aus 1989 teils deutlich geändert.

In der der neuen **DIN 4109-1** [10] aus dem Jahr **2018** wird kein konkreter Grenzwert für außen vor dem Gebäude herrschenden Lärm definiert, sondern über die Bildung des „maßgeblichen Außenlärmpegels“ und die Art der Raumnutzung die notwendige Schalldämmung des Außenbauteils ermittelt. Die älteren Versionen der DIN 4109 formulierten die daraus resultierenden Anforderungen im Rahmen von 5 dB „breiten“ Lärmpegelbereichen. Dies führte dazu, dass kleine Änderungen am maßgeblichen Außenlärmpegel zu großen Sprüngen in der Anforderung an die Schalldämmung der Umfassungsbauteile bewirken. Des Weiteren bezog die bislang als baurechtlich verbindlich anerkannte Normfassung aus 1989 auf den Tag-Beurteilungspegel zur Berechnung des maßgeblichen Außenlärmpegels, wobei z. Bsp. für Berlin durch entsprechende Verwaltungsanordnungen schon vor 2018 die zusätzliche Berücksichtigung des Nachtzeitraumes verlangt wurde.

In **DIN 4109-01:2018-01** [10] werden, im Gegensatz zu den älteren Fassungen die Anforderungen an die Schalldämmung der Außenbauteile zum Schutz gegen Außenlärm in Schritten von ganzen dB und nicht in 5 dB „breiten“ Lärmpegelbereichen definiert. Dies entspricht dem Stand der Technik und erlaubt eine präzise Bemessung der erforderlichen Schalldämm-Maße der Fassadenbestandteile. Basis der Berechnungen kann hier auch der Nacht-Beurteilungspegel $L_{r,Nacht}$ sein, wenn $L_{r,Tag} - L_{r,Nacht} < 10$ dB ist.

Die Anforderungen definieren sich wie folgt:

Formel 4: Anforderung an Außenbauteile unter Berücksichtigung unterschiedlicher Raumarten und Nutzungen nach DIN 4109-1:2018-01

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart}$$

Dabei ist:

⁴ Wie oben bereits erwähnt, **muss** dies ab einer Geräuschbelastung in der Nacht von 50 dB(A) erfolgen.

$R'_{w,ges}$:	Gesamtes, bewertetes Bau-Schalldämm-Maß der Außenbauteile
L_a :	Maßgeblicher Außenlärmpegel nach DIN 4109-2:2018-01
$K_{Raumart} = 25 \text{ dB}$	für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien
$K_{Raumart} = 30 \text{ dB}$	für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräumen und Ähnliches
$K_{Raumart} = 35 \text{ dB}$	für Büroräume und Ähnliches

Mindestens einzuhalten sind:

$R'_{w,ges} \geq$	35 dB für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien;
$R'_{w,ges} \geq$	30 dB für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräumen, Büroräumen und Ähnliches

Aus dieser Gestaltung der Anforderung und der Berechnungen wird deutlich, dass die DIN 4109-1 (inkl. Berechnungsverfahren nach DIN 4109-2 [12], im Gegensatz zu vorgenannten Beurteilungsvorschriften) auf die Einhaltung eines Innenpegels abhebt, der jedoch nicht konkret genannt wird.

Die Berechnungen der Akustikbüro Dahms GmbH erfolgen gemäß der mit der Stadtverwaltung Beelitz vereinbarten Aufgabenstellung bis zur Festlegung der gesamten, bewerteten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile. Die konkreten Festlegungen für einzelne Bauteile erfolgen nicht im Rahmen des hier vorliegenden Gutachtens. Dies kann erst erfolgen, wenn alle wesentlichen Kenngrößen, wie Nutzungen, Grundrisse, Geschosshöhen, prozentuale Wand- und Fensteranteile, usw. bekannt und verbindlich sind und dies beauftragt wird. Üblicherweise erfolgt dies im Rahmen des Baugenehmigungsverfahrens und nicht im Zusammenhang mit dem B-Planverfahren, wofür das hier vorliegende Gutachten benötigt wird.

Die Beurteilungspegel der Lärmimmissionen, welche aus dem Schienen- und Straßenverkehr resultieren, sind bereits in den vorangegangenen Kapiteln bestimmt worden. Hierbei wurde erkannt, dass die **Nacht-Beurteilungspegel L_r wesentlich sind**, weil diese an den höher belasteten Fassaden nicht weniger als 10 dB unter den Tagwerten liegen. Demzufolge können sich die weiteren Betrachtungen auf den Beurteilungszeitraum Nacht beschränken, in dem auch kein weiterer Beitrag zur Geräuschbelastung durch den Freizeitlärm gegeben ist, da das Aktivband hier nicht genutzt wird.

Ausgehend von dem Beurteilungspegel L_r im Beurteilungszeitraum Nacht (siehe Abbildung 5) ist der Maßgebliche Außenlärmpegel L_a durch eine Addition von 10 + 3 dB zu berechnen. Aus dem so errechneten maßgeblichen Außenlärmpegel L_a (hier nicht grafisch dargestellt) wird nun mit Hilfe von Formel 4 das erforderliche bewertete Bau-Schalldämm-Maß der Außenbauteile des schützenswerten Raumes berechnet. Für die **Nutzungsart „Wohnen“** gilt hierbei ein Wert von $K_{Raumart} = 30 \text{ dB}$ (siehe Legende zur Gleichung 4). Wird an dieser Stelle vereinfachend angenommen, dass alle Räume zum Wohnen genutzt werden, so ergibt sich folgende Tabelle.

Tabelle 7: Beurteilungspegel L_r , maßgeblicher Außenlärmpegel L_a (hier: Nachtwert) und erforderliche bewertete Bau-Schalldämm-Maß der Außenbauteile $R'_{w,ges}$

Nr.	SW	HR	Verkehrslärm		Gewerbelärm		Maßgeblicher Außenlärmpegel L_a		Wohnung	
			LrT	LrN	LrT	LrN	Tag	Nacht	K Raumart	R'w, ges
			Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	Tag dB(A)	Nacht dB(A)	dB	Nacht dB
IO1	1.OG	W	58,8	51,9	55	40	63,3	65,2	30	35,2
IO2	1.OG	W	54,9	48,7	55	40	61,0	62,2	30	32,2

Die Positionen der Immissionsorte IO1 und IO2 sind in Abbildung 4 und Abbildung 5 gekennzeichnet. Wie dort ersichtlich und bereits auch im Text vermerkt, sind die höchsten Pegel an der nordwestlichen Spitze des Baufeldes an IO1 auszuweisen. Gemäß der in der Tabelle vorgenommen Berechnung ergibt sich für den exponiertesten Punkt ein erforderliches bewertetes Bau-Schalldämm-Maß der Außenbauteile von $R'_{w,ges} = 35,2 \text{ dB}$. ###

Aus der obigen Tabelle leiten sich folgende Vorschläge zu den textlichen Festsetzungen ab:

- Innerhalb des Plangebietes ist für Außenbauteile
 - von schutzbedürftigen Räumen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen vorgesehen sind, ein erforderliches Schalldämm-Maß $R'_{w,ges}$ (nach DIN 4109-2, Ausgabe 2018) von ≥ 35 dB einzuhalten.
- Für Fassaden von Schlafzimmern, die gemäß Abbildung 5 in Arealen mit Beurteilungspegeln von $L_r \geq 50$ dB(A) liegen und nicht eindeutig von der Bundesstraße und der Bahnlinie abgewandt sind, müssen **Schallgedämmte Lüftungseinrichtungen** vorgesehen werden.

Alternative Maßnahmen mit gleicher Wirkung sind zulässig.

Ausnahmsweise kann eine Minderung der festgesetzten Bau-Schalldämm-Maße zugelassen werden, wenn in nachrangigen Genehmigungsverfahren ein geringerer Außenlärmpegel nachgewiesen wird als hier dokumentiert wurde.

Bei Einhaltung des Gebäudeenergiegesetzes (GEG⁵) ergeben sich fast „automatisch“ Bau-Schalldämm-Maße der Außenbauteile von $R'_{w,ges} \geq 35$ dB, so dass der Mindestwert für diesen Fall von 35 dB sichergestellt sein dürfte.⁶ **Somit ist festzustellen, dass keine besonderen Maßnahmen notwendig sind, um einen ausreichenden Schallschutz sicherzustellen.**

Weiterführende Berechnungen, wie zur geometrischen Korrektur für den einzelnen Raum K_{AL} oder auch zur Festlegung der Schalldämm-Maße einzelner Komponenten wie Wand, Dach, Fenster, ggf. Lüftungsöffnungen etc., können erst nach verbindlicher Festlegung der Grundrisse vorgenommen werden. Diese Planung wurde noch nicht vorgenommen bzw. die entsprechenden schalltechnischen Berechnungen noch nicht beauftragt. In der Regel erfolgt dies im Rahmen der Erstellung des Bauantrages.

9 Zusammenfassung

Die Stadt Beelitz plant die Aufstellung des Bebauungsplans „Nürnbergstraße – Im Sichenholz“. Beabsichtigt ist die Errichtung von Wohnbebauung. Aufgrund der Nähe zur Bundesstraße 246 (nördlich) und der Bahnlinie (westlich) war nicht auszuschließen, dass die Orientierungswerte des Beiblatt 1 zur DIN 18005 überschritten werden. Aus diesem Grund wurde der Verkehrslärm in dem hier vorliegenden Gutachten für die geplante Wohnbebauung berechnet, was zu folgenden Ergebnissen führt.

Die Berechnungen bezüglich des Verkehrslärms ergeben, dass die Orientierungswerte des Beiblatt 1 zur DIN 18005 im Beurteilungszeitraum Tag auf einem kleinen Teil des Baufeldes nicht eingehalten werden. Für den Beurteilungszeitraum Nacht sind ebenso Überschreitungen auszuweisen, was Anlass gibt Schallschutzmaßnahmen vorzuschlagen bzw. zu realisieren.

Wenn aktive Schallschutzmaßnahmen (wie abgerückte oder verkleinerte Baufelder oder eine Schallschutzwand) – wie in diesem Fall nicht uneingeschränkt empfehlenswert sind, weil die Realisierung zu kostenintensiv ist oder weil sie keine ausreichende Wirkung für alle Baufelder besitzen oder aus anderen Gründen nicht zeitnah realisiert werden können, so müssen – die Zustimmung durch die genehmigende Behörde vorausgesetzt – die Außenwandbauteile so dimensioniert werden, dass wenigstens für das Innere des Gebäudes ein ausreichender Schallschutz gewährleistet ist. Entsprechende Vorschläge zu textlichen Festsetzungen (**erforderliche Schalldämm-Maße $R'_{w,ges} \geq 35$ dB** als vereinfachte Forderung und **schallgedämmte Lüftungseinrichtungen**) sind am Ende des Gliederungspunktes 8.3.1 zu finden.

⁵ Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden* (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 8. August 2020 (BGBl. I S. 1728)

⁶ Ähnliches wird auch in der Stellungnahme des LfU ausgeführt.

10 Literaturverzeichnis

- [1] „DIN 18005-1 „Schallschutz im Städtebau – Teil 1: Grundlagen und Hinweise für die Planung“ / Juli 2002“.
- [2] „DIN 18 005 Teil 1 Beiblatt 1 „Schallschutz im Städtebau, Berechnungsverfahren, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung“ / Mai 1987“.
- [3] *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26.08.1998 (GMBI. 1998 S. 503); Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5).*
- [4] *Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990 (BGBl. I S. 1036). Zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020.*
- [5] *Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19), Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 052, Ausgabe 2019.*
- [6] *RLS-19 „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 052 – Ausgabe 2019.*
- [7] „Schall 03 (neu) – Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege“ – Anlage 2 zu § 4 der Verordnung zur Änderung der 16. Verordnung zur Durchführung des BImSchG (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV) vom 18.12.2014“.
- [8] „Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB Bln) vom 19.4.2018“.
- [9] „Anlage der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB Bln) vom 19.4.2018“.
- [10] „DIN 4109-1: „Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen“, Januar 2018“.
- [11] „Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (VV TB Brbg.), Bekanntmachung des Ministeriums für Infrastruktur und Landesplanung vom 21. April 2020“.
- [12] „DIN 4109-2: „Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen“, Januar 2018“.
- [13] *Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03); Überarbeitung von Juni 2014, gültig ab 1.1.2015.*
- [14] *ISO 9613-2:1996-12.: "Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren", 1996-12..*
- [15] *ISO 9613-1:1993-06: "Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 1: Berechnung der Schallabsorption durch die Luft", 1993-06.*
- [16] *DIN ISO 9613-2:1999-10: "Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996)", 1999-10.*

- [17] *DIN 45691:2006-12: "Geräuschkontingentierung", 2006-12.*
- [18] *DIN 45681:2005-03: "Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschemissionen", 2005-03.*
- [19] „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS-90) des Bundesministers für Verkehr, Abteilung Straßenbau, bekannt gemacht im Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministeriums für Verkehr der Bundesrepublik Deutschland (VkBl.) Nr. 7 vom 14. April 1990“.
- [20] „Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen“ (RLS-19) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV 052 – Ausgabe 2019“.
- [21] „Anlage 5 zur Straßenverkehrsprognose 2025 des Landes Brandenburg und des Landesbetriebs Straßenwesen – Stand 08.04.2011“.
- [22] „Parkplatzlärmstudie „Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen“ des Bayerischen Landesamtes für Umwelt Augsburg, 6. Auflage 2007“.