

G.-Nr. 822SST090
A.-Nr. 8000680696
Datum 28.03.2022
Zeichen OV

**TÜV NORD Umweltschutz
GmbH & Co. KG**
Geschäftsstelle Essen
Am TÜV 1
45307 Essen
Tel.: 0201/825-33 68
www.tuev-nord.de

Gutachten

TÜV®

Geräuschemissionen und –immissionen durch Schienenverkehr im Bebauungsplangebiet 07 Ka-SK „Buschweg“ in Kamen

Auftraggeber S-Projekt UnnaKamen GmbH
Bahnhofstr. 37
59423 Unna



Durch die DAkkS nach
DIN EN ISO/IEC 17025 akkre-
ditiertes Prüflaboratorium.

Die Akkreditierung gilt für die
in der Urkunde aufgeführten
Prüfverfahren.

Betreff Bauleitplanung

Das Labor ist darüber hinaus
bekanntgegebene Messstelle
nach § 29b BImSchG.

Umfang 25 Seiten, davon 8 Anlagen

Für den Inhalt:

Geprüft:

Dipl.-Phys.Ing. Frank Overdick
Projektleiter

Dipl.-Phys.Ing. Georg Spellerberg
Sachverständiger

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

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Aufgabenstellung 3
2	Beurteilungsgrundlagen 3
2.1	Verwaltungsvorschriften, Normen und Richtlinien 3
2.2	Schallschutz in der städtebaulichen Planung 4
2.3	Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen 5
2.4	Schallgedämmte Lüftungseinrichtungen 6
2.5	Hinweise zu Außenwohnbereichen 7
2.6	Hinweise zur verfassungsrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle 8
3	Geräuschemissionen 9
3.1	Emissionsansatz 9
3.2	Schienenverkehr 11
4	Geräuschemissionen 13
5	Beurteilung 15
Anlage 1	Übersichtsplan 17
Anlage 2	Untersuchungsgebiet 18
Anlage 3	Schienenverkehrszahlen - Prognose 2030, Strecke 2650 19
Anlage 4	Beurteilungspegel Schienenverkehr Tageszeit 2 m über Boden 20
Anlage 5	Beurteilungspegel Schienenverkehr Nachtzeit 2 m über Boden 21
Anlage 6	Beurteilungspegel Schienenverkehr Tageszeit, 9 m über Boden 22
Anlage 7	Beurteilungspegel Schienenverkehr Nachtzeit, 9 m über Boden 23
Anlage 8	Maßgeblicher Außenlärmpegel L _a , Tageszeit 24
Anlage 9	Maßgeblicher Außenlärmpegel L _a , Nachtzeit 25

1 Aufgabenstellung

Die S-Projekt Unna-Kamen entwickelt ein Wohngebiet am Buschweg in Südkamen. Im Bebauungsplanverfahren sind die Auswirkungen des Schienenverkehrs auf das Gebiet zu untersuchen. Die Lage des Gebietes können den Darstellungen in den **Anlagen 1 und 2** entnommen werden. Das Plangebiet soll als allgemeines Wohngebiet (WA) festgesetzt werden.

Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist es, die Geräuschimmissionen durch Schienenverkehr für das Plangebiet zu berechnen und zu beurteilen.

2 Beurteilungsgrundlagen

2.1 Verwaltungsvorschriften, Normen und Richtlinien

- [01] **DIN 18005-1**, Ausgabe Juli 2002 Schallschutz im Städtebau - Grundlagen und Hinweise für die Planung
- [02] Beiblatt 1 zur DIN 18005 Teil 1, Ausgabe Mai 1987, Schallschutz im Städtebau, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung
- [03] **DIN 18005, Teil 2**, Ausgabe September 1991, Schallschutz im Städtebau, Lärmkarten - Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen
- [04] 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - **16. BImSchV**) vom 12. Juni 1990, BGBl., Jahrgang 1990, S. 1036 – 1052, , die durch Artikel 1 der Verordnung vom 18. Dezember 2014 (BGBl. I S. 2269) geändert worden ist
- [05] **Anlage 2 (zu § 4, 16. BImSchV)** Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege (Schall 03), Fundstelle des Originaltextes: BGBl. I 2014, 2271 - 2313
- [06] **DIN ISO 9613-2**, Ausgabe Oktober 1999
Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- [07] **DIN 4109-1**, Ausgabe Juli 2018
Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen
- [08] **DIN 4109-2**, Ausgabe Juli 2018
Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen
- [09] **VDI 2719**, Ausgabe August 1987
Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen

2.2 Schallschutz in der städtebaulichen Planung

In Bebauungsplanverfahren erfolgt in der Regel die Beurteilung der schalltechnischen Situation anhand der DIN 18005. Im Beiblatt 1 zur DIN 18005-1 werden in Abhängigkeit von der geplanten Nutzungsausweisung die folgenden Orientierungswerte für eine angemessene Berücksichtigung des Schallschutzes in der städtebaulichen Planung genannt:

Gebietsausweisung	Orientierungswerte Beiblatt 1 zur DIN 18005-1 für Werktage und Sonn- / Feiertage		
	Tageszeit dB(A)	Nachtzeit Verkehr ¹⁾ dB(A)	Nachtzeit Anlagen ²⁾ dB(A)
Reines Wohngebiet (WR)	50	40	35
Allgemeines Wohngebiet (WA), Campingplatzgebiet	55	45	40
Besonderes Wohngebiet (WB)	60	45	40
Dorf- u. Mischgebiet (MD/MI)	60	50	45
Kern- u. Gewerbegebiet (MK/GE)	65	55	50
sonst. Sondergebiete (SO), soweit sie schutzbedürftig sind, je nach Nutzungsart	45 - 65	35 - 65	35 - 65

1) Verkehrslärm; 2) Industrie-, Gewerbe- und Freizeitlärm sowie für Geräusche von vergleichbaren öffentlichen Anlagen

Der Belang des Schallschutzes ist bei der erforderlichen Abwägung als ein wichtiger Gesichtspunkt neben anderen Belangen zu verstehen. Die Abwägung kann bei Überwiegen anderer Belange zu einer entsprechenden Zurückstufung des Schallschutzes führen. Wenn im Rahmen der Abwägung von den Orientierungswerten abgewichen wird, sollte ein Ausgleich durch andere geeignete Maßnahmen vorgesehen und planungsrechtlich abgesichert werden.

Beispielsweise hat das OVG Münster mit seinem Urteil vom 23.10.2009 (Az. 7 D 106/08.NE) die Wirksamkeit eines Bebauungsplans für ein Neubaugebiet (allgemeines Wohngebiet) trotz bestehender Lärmvorbelastung bestätigt. Danach ist die Einhaltung bzw. Unterschreitung der Orientierungswerte gemäß DIN 18005 lediglich „wünschenswert“. Im Rahmen der Abwägung können die Orientierungswerte zur Bestimmung der zumutbaren Lärmbelastung lediglich als Orientierungshilfe herangezogen werden. Eine Überschreitung der Orientierungswerte um bis zu 5 dB(A) kann deshalb durchaus das Ergebnis einer gerechten Abwägung sein.

2.3 Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

Die Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen (Wände, Dächer und Fenster) für neue Gebäude sind im Abs. 7.1 der Norm DIN 4109-1:2018 unter Berücksichtigung unterschiedlicher Raumarten oder Nutzungen festgelegt. In Abhängigkeit der *Maßgeblichen Außenlärmpegel* ergeben sich nach der darin genannten Gleichung (6) Anforderungen an das *gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß* $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile.

$$R'_{w,ges} = L_a - K_{Raumart} \quad (6)$$

Dabei ist

- $K_{Raumart} = 25 \text{ dB}$ für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien;
- $K_{Raumart} = 30 \text{ dB}$ für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume und Ähnliches;
- $K_{Raumart} = 35 \text{ dB}$ für Büroräume und Ähnliches;
- L_a der Maßgebliche Außenlärmpegel nach DIN 4109-2:2018-01, 4.5.5.

Mindestens einzuhalten sind:

- $R'_{w,ges} = 35 \text{ dB}$ für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien;
- $R'_{w,ges} = 30 \text{ dB}$ für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräume, Büroräume und Ähnliches.

In DIN 4109:2018-02 erfolgt die Zuordnung auf der Grundlage des maßgeblichen Außenlärmpegels, der 3 dB(A) höher ist als der Beurteilungspegel. Beträgt die Differenz der Beurteilungspegel zwischen Tag minus Nacht weniger als 10 dB(A), so ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel zum Schutz des Nachtschlafes aus einem 3 dB(A) erhöhten Beurteilungspegel für die Nacht und einem Zuschlag von 10 dB(A). Im Rahmen eines baulichen Schallschutznachweises sind in Abhängigkeit vom Verhältnis der vom Raum aus gesehenen gesamten Außenfläche eines Raumes S_s zur Grundfläche des Raumes S_G nach DIN 4109-2:2018-01, Gleichung (32) mit dem Korrekturwert K_{AL} nach Gleichung (33) zu korrigieren. Für Außenbauteile, die unterschiedlich zur maßgeblichen Lärmquelle orientiert sind, siehe DIN 4109-2:2018-01, 4.4.1.

2.4 Schallgedämmte Lüftungseinrichtungen

Das für Schallschutzfenster angegebene bewertete Bauschalldämm-Maß wird nur im vollständig geschlossenen Zustand erreicht; im ganz oder teilweise geöffneten Zustand ist das Dämm-Maß wesentlich geringer. Im Allgemeinen wird zur Tageszeit eine Stoßlüftung durch kurzzeitiges Öffnen als zumutbar angesehen (siehe VDI 2719, VLärm-SchR 97). Nachts ist eine Stoßlüftung aus naheliegenden Gründen nicht möglich.

In Grundsatzurteilen geht das Bundesverwaltungsgericht davon aus, *dass zur angemessenen Befriedigung der Wohnbedürfnisse heute grundsätzlich die Möglichkeit des Schlafens bei gekipptem Fenster gehört. Ist dies wegen der Lärmbelastung nicht möglich, sind angemessene Wohnverhältnisse nur bei Einbau technischer Belüftungseinrichtungen gewahrt.*¹

Die einschlägigen Normen und Richtlinien für die Beurteilung von Verkehrsgeräuschen machen keine einheitliche Aussage dazu, bei welcher Nutzungsart und bei welchen Außenpegeln mechanische Lüftungseinrichtungen erforderlich sind:

- In DIN 18005-1 wird ein Beurteilungspegel von 45 dB(A) zur Nachtzeit genannt, bis zu dem ein ungestörter Schlaf bei gekipptem Fenster möglich ist.
- In der Richtlinie VDI 2719 wird eine zusätzliche schallgedämpfte Lüftungseinrichtung bei einem Beurteilungspegel $L_r > 50$ dB(A) für erforderlich gehalten.
- In der 16. BImSchV werden zusätzliche Lärminderungsmaßnahmen erst ab einem Beurteilungspegel zur Nachtzeit von 50 dB(A) für erforderlich gehalten.
- DIN 4109 enthält keinerlei Aussagen zur Erfordernis einer zusätzlichen mechanischen Lüftungseinrichtung.

Im vorliegenden Fall halten wir eine zusätzliche schallgedämmte Lüftungseinrichtung bei einem Beurteilungspegel von mehr als 50 dB(A) zur Nachtzeit für empfehlenswert.

Wird dieser Wert überschritten, sollte daher unseres Erachtens der Einbau von schallgedämmten Lüftungseinrichtungen für Schlafräume vorgesehen werden. Schalldämmlüfter sind bei der Lärmvorsorge oder Sanierung von unterschiedlichen Verkehrswegen üblich. Sie führen zu keiner relevanten Verringerung des resultierenden Bauschalldämmmaßes des Außenbauteils.

¹ BVerwG – 4 C 80.74 vom 21.05.1976; BVerwG 4C 51.89 vom 29.01.1991

2.5 Hinweise zu Außenwohnbereichen

Grundsätzlich dienen Außenwohnbereiche nicht dem „dauerhaften Aufenthalt“ von Personen, wie es üblicherweise in Wohnhäusern der Fall ist. Die Personen verweilen nur temporär und über kürzere Zeiträume am gleichen Ort, so dass sie nicht dauerhaft Pegeln ausgesetzt werden, die in Wohnräumen zulässig wären. Eine Nutzung zur Nachtzeit ist in der Regel zu vernachlässigen.

Außenwohnbereiche AWB werden unterschieden in bebaute und unbebaute AWB.

Zum *bebauten Außenwohnbereich* zählen alle mit dem Wohngebäude verbundene Anlagen wie z. B. Balkone, Loggien, Terrassen.

Unter *unbebautem Außenwohnbereich* werden alle sonstigen zum Wohnen im Freien geeigneten und bestimmten Flächen des Grundstücks verstanden. Dies sind z. B. Grillplätze, Freisitze, Kinderspielplätze, Swimmingpools, Liegewiesen.

Nicht zu den AWB zählen:

- Vorgärten und Nutzgärten, die nicht dem regelmäßigen Aufenthalt dienen,
- Flächen, die nicht zum Wohnen im Freien benutzt werden dürfen.

Wintergärten oder vollverglaste Balkone sind als Wohnräume und nicht als AWB einzustufen, da hier der ungehinderte Kontakt nach außen nicht gegeben oder eingeschränkt ist.

Das Oberverwaltungsgericht NRW hat in einem Urteil 7 D 34/07.NE entschieden:

[...] Während der Tagzeit ist ihre angemessene Nutzung (Außenwohnbereiche) nur gewährleistet, wenn sie keinem Dauerschallpegel ausgesetzt sind, der 62,0 dB(A) nicht überschreitet, denn dieser Wert markiert die Schwelle, bis zu der unzumutbare Störungen der Kommunikation und der Erholung nicht zu erwarten sind. [...].“

Der maßgebliche *Immissionsort* befindet sich in Anlehnung an VLärmSchR97² Abs. C VI Ziff. 10.7 (2) bei Terrassen und unbebauten Außenwohnbereichen jeweils bei deren Mittelpunkt in 2 m Höhe.

² Richtlinien für den Verkehrslärmschutz an Bundesfernstraßen in der Baulast des Bundes (VLärmSchR 97) vom 27.05.1997

2.6 Hinweise zur verfassungsrechtlichen Zumutbarkeitsschwelle

Pegelangaben, wie hoch die verfassungsrechtliche Schwelle der Gesundheitsbeeinträchtigung liegt, fehlen sowohl in der 16. BImSchV wie auch in der DIN 18005 als auch in anderen Regelwerken.

Eine Orientierungshilfe bietet die gängige Rechtsprechung³ von Bundesgerichtshof und Bundesverwaltungsgericht. In mehreren Fällen⁴ wurden die Schwellen für eine Gesundheitsgefährdung bei äquivalenten Dauerschallpegeln tags zwischen 70 dB(A) (Bundesverwaltungsgericht) bzw. 75 dB(A) (Bundesgerichtshof) und nachts zwischen 60 dB(A) (Bundesverwaltungsgericht) bzw. 65 dB(A) (Bundesgerichtshof) festgelegt.

Das Bundesverwaltungsgericht⁵ hat zuletzt den Beginn des verfassungsrechtlich kritischen Bereiches bei einem Dauerschallpegel von 70 dB(A) tags und 60 dB(A) nachts in Wohngebieten gesehen.

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

tags	70 dB(A) und
nachts	60 dB(A)

nicht überschreiten.

³ BVerwG, Urt. v. 21. 5. 1976 – IV C 80.74 –, BVerwGE 51, 15 = NJW 1976, 1760 = DVBl 1976, 799

⁴ vgl. Halama/Stuer, Lärmschutz in der Planung 2003 (NVwZ 2003, 137 ff.); vgl. auch BVerwG, Urteil vom 21.03.1996 (4 C 9.95); BVerwG, Urteil vom 06.06.2002 (4 A. 44.00); BVerwG, Beschluss vom 29.04.2002 (9 B 10.02)

⁵ BVerwG, Urteil vom 09.11.2006 (4 A 2001.06)

3 Geräuschemissionen

3.1 Emissionsansatz

Die Emissionen von Quellen im Freien werden im Allgemeinen durch **Schalleistungspegel** L_{WA} [dB(A)] nach DIN 45635 beschrieben, die nach folgenden Beziehungen berechnet werden:

$$L_{WA} = L_{AFm} + 10 \cdot \lg (S / 1 \text{ m}^2) \quad [\text{dB(A)}]$$

bzw. bei halbkugelförmiger Ausbreitung

$$L_{WA} = L_{AFm} + 20 \cdot \lg (d / 1 \text{ m}) + 8 \quad [\text{dB(A)}]$$

mit	L_{WA}	[dB(A)]:	Schalleistungspegel
	L_{AFm}	[dB(A)]:	mittl. Schalldruckpegel auf Hüllfläche oder in definiertem Abstand
	S	[m ²):	Größe der Hüllfläche
	d	[m]:	mittlerer Abstand des Messpunktes zur Quelle

Bei **Linienquellen** kann zur Beschreibung der längenbezogene Schalleistungspegel

$$L_{WA}^* = L_{WA} - 10 \cdot \lg (l / l_0) \quad [\text{dB(A)/m}]$$

mit	L_{WA}^*	[dB(A)/m]	längenbezogene Schalleistungspegel
	L_{WA}	[dB(A)]:	Schalleistungspegel
	l	[m]	Länge der Linienquelle ($l_0 = 1 \text{ m}$)

herangezogen werden.

Bei **Flächenquellen** kann zur Beschreibung der flächenbezogene Schalleistungspegel

$$L_{WA}^* = L_{WA} - 10 \cdot \lg (S / S_0) \quad [\text{dB(A)/m}^2]$$

mit	L_{WA}^*	[dB(A)/m ²):	flächenbezogener Schalleistungspegel
	L_{WA}	[dB(A)]:	Schalleistungspegel
	S	[m ²):	Größe der schallabstrahlenden Fläche ($S_0 = 1 \text{ m}^2$)

herangezogen werden.

Die Geräuschemissionen von **Quellen im Innern von Gebäuden** werden zusammengefasst und durch einen räumlich und zeitlich gemittelten Innenpegel $L_{AFm,innen}$ beschrieben. Die von einzelnen Gebäudebauteilen abgestrahlten Schalleistungspegel L_{WA} werden

gemäß DIN EN 12354-4 berechnet nach der Beziehung:

$$L_{WA} = L_{p,in} + C_d - R' + 10 \cdot \lg (S / 1 \text{ m}^2) \quad [\text{dB(A)}]$$

mit	L_{WA}	[dB(A)]:	Schalleistungspegel
	$L_{p,in}$	[dB(A)]:	räumlich und zeitlich gemittelter Pegel im Raum
	R'	[dB]:	Bauschalldämm-Maß des Außenbauteils
	S	[m ²):	Fläche des schallabstrahlenden Außenbauteils
	C_d	[dB]:	Diffusitätsterm für das Innenschallfeld

ANMERKUNG: Für ein ideales diffuses Schallfeld und nichtabsorbierende Bauteile ist im Allgemeinen $C_d = -6$ dB; für Räume, wie sie im industriellen Umfeld üblich sind, mit nicht absorbierenden Segmenten an der Innenseite ist ein Wert von $C_d = -5$ dB geeigneter.

Ferner wird die **Einwirkdauer** der jeweiligen Geräuschquellen berücksichtigt. Die Geräuschemissionen von Quellen, die nicht während des gesamten Beurteilungszeitraumes einwirken, werden über den gesamten Beurteilungszeitraum nach folgender Beziehung gemittelt:

$$L_{WAm} = L_{WA} + 10 \cdot \lg (T / T_B) \quad [\text{dB(A)}]$$

mit	L_{WAm}	[dB(A)]:	Schalleistungspegel im Mittel über den Beurteilungszeitraum
	L_{WA}	[dB(A)]:	Schalleistungspegel während der Einwirkdauer
	T	[h]:	Einwirkdauer
	T_B	[h]:	Beurteilungszeitraum

Bei Quellen mit impulshaltigen Geräuschanteilen wird die **Impulshaltigkeit**, gemäß TA Lärm und DIN 45641 ausgedrückt als Differenz

$$K_i = L_{AFT5eq} - L_{AFeq} \quad [\text{dB}]$$

mit	K_i	[dB]:	Zuschlag für Impulshaltigkeit
	L_{AFT5eq}	[dB(A)]:	mittlerer Taktmaximalpegel
	L_{AFeq}	[dB(A)]:	energieäquivalenter Mittelungspegel

zusätzlich berücksichtigt.

In den folgenden Abschnitten werden zur Beschreibung der Geräuschemissionen die Schalleistungspegel der wesentlichen Quellen hergeleitet. In einem ausführlichen Ansatz werden die Quellen als Punkt-, Linien- oder Flächenquellen abgebildet.

3.2 Schienenverkehr

Die Berechnung des Schienenverkehrslärms erfolgt anhand der Anlage 2 der „Sechzehnten Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung – 16. BImSchV)“ vom 12. Juni 1990, zuletzt geändert am 18. Dezember 2014.

Die Berechnung des Schienenverkehrslärms erfolgt getrennt für die die Zeiträume Tag (06.00 Uhr bis 22:00 Uhr) und Nacht (22:00 Uhr bis 6:00 Uhr).

Für die Berechnung wird ein längenbezogener Schalleistungspegel ermittelt, der durch verschiedene Eingangsparameter definiert wird. Der Immissionspegel an dem betroffenen Gebäude ergibt sich daraus unter Berücksichtigung der Einflüsse auf dem Ausbreitungsweg (z.B. Bodendämpfung, Hindernisse usw.).

Der Ausgangspegel $L_{WA,f,h,m,Fz}$ [dB] ergibt sich wie folgt für die einzelnen Oktavbänder f , im Höhenbereich h aufgrund der Teilquelle m (z.B. Rollgeräusch, Antriebsgeräusch usw.) für eine Fahrzeugeinheit der Fahrzeugkategorie Fz (z.B. ICE, S-Bahn, Straßenbahn usw.) je Stunde:

$$L_{WA,f,h,m,Fz} = a_{A,h,m,Fz} + \Delta a_{f,h,m,Fz} + 10 \lg \frac{n_Q}{n_{Q,0}} \text{ dB} + b_{f,h,m} \lg \left(\frac{v_{Fz}}{v_0} \right) \text{ dB} + \sum_c (c1_{f,h,m,c} + c2_{f,h,m,c}) + \sum_k K_k \text{ dB}$$

$a_{A,h,m,Fz}$	A-bewerteter Gesamtpegel der längenbezogenen Schalleistung bei der Bezugsgeschwindigkeit $v_0 = 100$ km/h auf Schwellengleis mit durchschnittlichem Fahrflächenzustand [dB],
$\Delta a_{f,h,m,Fz}$	Pegeldifferenz im Oktavband f [dB],
n_Q	Anzahl der Schallquellen der Fahrzeugeinheit (Achsenanzahl)
$n_{Q,0}$	Bezugsanzahl der Schallquellen der Fahrzeugeinheit
$b_{f,h,m}$	Geschwindigkeitsfaktor für die einzelnen Schallquellenarten (z.B. Aggregatgeräusche)
v_{Fz}	Fahrzeuggeschwindigkeit [km/h]
v_0	Bezugsgeschwindigkeit $v = 100$ km/h
$\sum_c (c1_{f,h,m,c} + c2_{f,h,m,c})$	Summe der c Pegelkorrekturen für Fahrbahnart ($c1$) (z.B. Feste Fahrbahn) und Fahrfläche ($c2$) (z.B. besonders überwachtes Gleis) [dB]
$\sum_k K_k$	Summe der k Pegelkorrekturen für Brücken (z.B. Stahlbrücken mit direkt aufgelagertem Gleis) und die Auffälligkeit von Geräuschen (z.B. Kurvengeräusche) [dB]

Für die Fahrzeuganzahl n_{Fz} pro Stunde der Fahrzeugart Fz wird der längenbezogene Schalleistungspegel $L_{W'A,f,h}$ [dB] im Oktavband f und Höhenbereich h nach folgender Gleichung berechnet:

$$L_{W'A,f,h} = 10 \log \left(\sum_{m,Fz} n_{Fz} 10^{0,1 L_{W'A,f,h,m,Fz}} \right) \text{ dB}$$

Schienenverkehrsgeräusche gehen im Wesentlichen von der südlich des Plangebiets verlaufenden Strecke 2650 „Kamen bis Nordböge“ aus.

Für die DB-Strecken wurden uns Prognosezahlen 2030 zur Verfügung gestellt. Die detaillierten Angaben können **Anlage 3** im Anhang entnommen werden. Danach kann für die betrachtete Strecke von folgendem Emissionspegel ausgegangen werden:

Strecke 2650	Tageszeit	Emissionspegel $L_{W'A,fn} = 90,0 \text{ dB(A)}$
	Nachtzeit	Emissionspegel $L_{W'A,fn} = 87,7 \text{ dB(A)}$.

4 Geräuschimmissionen

Die Berechnungen der Schallausbreitung erfolgen nach der 16. BImSchV. Danach ist auf den Ausbreitungswegen des Schalls von einer Punktschallquelle zu einem Immissionsort das Ausbreitungsdämpfungsmaß A nach folgender Gleichung zu berücksichtigen:

$$A = A_{\text{div}} + A_{\text{atm}} + A_{\text{gr}} + A_{\text{bar}}$$

mit A Ausbreitungsdämpfungsmaß
 A_{div} A durch geometrische Ausbreitung
 A_{atm} A durch Luftabsorption
 A_{gr} A durch Bodeneinfluss
 A_{bar} A durch Abschirmung durch Hindernisse

Schalldruckpegelerhöhungen durch Reflexionen sind nach Nummer 6.6 zu ermitteln, das Raumwinkelmaß D_{Ω} infolge von Reflexionen, die am Boden nahe der Quelle entstehen, nach Nummer 3.5. Das digitale Geländemodell sowie die vorhandene ca. 2 m über Schienenoberkante hohe Lärmschutzwand werden in der Schallausbreitungsrechnung berücksichtigt.

Unberücksichtigt bleiben nach dieser Anlage Pegelminderung durch Bewuchs und Schallausbreitung mit Reflexionen höher als der 3. Ordnung. Die Berechnungsverfahren beschreiben die ausbreitungsgünstigen Witterungsbedingungen, wie sie bei leichtem Mitwind oder/und leichter Bodeninversion auftreten, beispielsweise in klaren, windstillen Nächten. Die Modellierung der Schallquellen erfolgt über den Pegel der längenbezogenen bzw. flächenbezogenen Schalleistung.

Grundlage für die Berechnung des Beurteilungspegels nach 16. BImSchV sind die Anzahl der prognostizierten Züge der jeweiligen Zugart sowie die Geschwindigkeiten auf dem zu betrachtenden Abschnitt einer Bahnstrecke. Auf der Grundlage dieser Prognosedaten erfolgt die Berechnung des Beurteilungspegels in folgenden Schritten:

- Aufteilung der zu betrachtenden Bahnstrecke in einzelne Gleise und Abschnitte u. a. mit gleicher Verkehrszusammensetzung, gleicher Geschwindigkeit, gleicher Fahrbahnart und gleichem Fahrflächenzustand nach Nummer 3.1 sowie Identifizierung und Festlegung der Schallquellen von Rangier- und Umschlagbahnhöfen nach Nummer 4.8;
- ausgehend von den Mengen je Stunde n_{F_z} aller Arten F_z von Fahrzeugeinheiten, Berechnung der längenbezogenen bzw. flächenbezogenen Pegel der Schalleistung in Oktavbändern, getrennt für jeden Abschnitt einer Strecke nach Nummer 3.2 bzw. für jede Schallquelle eines Rangier- und Umschlagbahnhofs in allen Höhenbereichen h nach Nummer 3.3;

- Zerlegung der Abschnitte in Teilstücke k_s bzw. Zerlegung der Flächen in Teilflächen k_f zur Bildung von Punktschallquellen mit zugeordnetem Pegel der Schallleistung unter Berücksichtigung der Richtwirkung und der Abstrahlcharakteristik nach den Nummern 3.4 und 3.5;
- Berechnung der Schallemissionen von Eisenbahnen nach Nummer 4 und Beiblatt 1 bzw. Beiblatt 3 und von Straßenbahnen nach Nummer 5 und Beiblatt 2;
- Berechnung der Schallimmission durch Ausbreitungsrechnung nach Nummer 6;
- Zusammenfassung der Schallimmissionsanteile am Immissionsort nach Nummer 7;
- Bildung des Beurteilungspegels für die maßgeblichen Beurteilungszeiträume nach Nummer 8.

Die Schallausbreitungsrechnungen wurden für ein 1-m-Raster für die Fläche des unbebauten Plangebietes durchgeführt.

Die Berechnung erfolgt in den Höhen von 2 m über Grund (Freiflächen) und 9 m über Grund (oberes Geschoss). Die berechneten Mittelungspegel entsprechen den Beurteilungspegeln.

Die Darstellung der energieäquivalente Dauerschallpegel erfolgt in Form von Flächen gleichen Schalldruckpegels mit einer Stufung von 5 dB(A). Die Farbgebung der Lärmkonturenkarte wurde dabei soweit wie möglich den Vorgaben der DIN 18005 Teil 2⁶ angepasst:

Farbgebung der Lärmkarten – DIN 18005 Teil 2

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

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

⁶ DIN 18005 Teil 2, Ausgabe September 1991, Schallschutz im Städtebau - Lärmkarten - Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen

Die Anlagen 4 bis 7 im Anhang zeigen die berechneten farbigen Lärmkarten:

- Anlage 4 Beurteilungspegel Schienenverkehr Tageszeit 2m über Boden
- Anlage 5 Beurteilungspegel Schienenverkehr Nachtzeit 2m über Boden
- Anlage 6 Beurteilungspegel Schienenverkehr Tageszeit 9m über Boden, 2.OG
- Anlage 7 Beurteilungspegel Schienenverkehr Nachtzeit 9m über Boden, 2.OG

5 Beurteilung

Im vorliegenden Fall wird im Plangebiet die Nutzung entsprechend eines allgemeinen Wohngebietes angestrebt. Die Orientierungswerte des Beiblattes zur DIN 18005 für allgemeine Wohngebiete betragen

Gebietsausweisung	Orientierungswerte Beiblatt 1 zur DIN 18005-1 für Werktage und Sonn- / Feiertage		
	Tageszeit dB(A)	Nachtzeit Verkehr dB(A)	Nachtzeit Anlagen dB(A)
Allgemeines Wohngebiet (WA)	55	45	40

Wie der farbigen Darstellung in den Anlage 4 und 6 im Anhang entnommen werden kann, wird der Orientierungswert tags von 55 dB(A) auf den Freiflächen im nordwestlichen Bereich des Plangebietes überschritten. Die Überschreitungen betragen weniger 5 dB(A).

Der Orientierungswert für die Nachtzeit von 45 dB(A) wird im gesamten Plangebiet überschritten, wie die Darstellungen in den Anlagen 5 und 7 zeigen. Die Überschreitungen betragen bis zu 11 dB(A).

Die in Abschnitt 2.6 beschriebene Zumutbarkeitsschwelle (70 dB(A) tags / 60 dB(A) nachts) wird nicht überschritten, wie den Darstellungen in den Anlage 4 bis 7 entnommen werden kann.

Aufgrund der Überschreitungen der Orientierungswerte zur Nachtzeit sollten Lärmschutzmaßnahmen vorgesehen werden. Aktive Lärmschutzmaßnahmen in Form einer Lärmschutzwand entlang der Bahntrasse sind im vorliegenden Fall nicht vorhanden. Im Folgenden werden passive Lärmschutzmaßnahmen dimensioniert.

Der für die Dimensionierung der Außenbauteile erforderliche maßgebliche Außenlärmpegel ergibt sich nach Abschnitt 2.3 im vorliegenden Fall aus dem um 3 dB(A) erhöhten Beurteilungspegel für die Tageszeit und um 13 dB(A) erhöhten Beurteilungspegel für die Nachtzeit. Die Darstellung in **Anlage 8** zeigt die entsprechenden maßgeblichen Außenlärmpegel L_a auf Basis der Beurteilungspegel für die Tageszeit. Die **Anlage 9** zeigt die entsprechende Darstellung für die Nachtzeit (Übernachtungsräume).

Für die textlichen Festsetzungen im Bebauungsplan gemäß § 9 BauGB empfehlen wir folgenden Text:

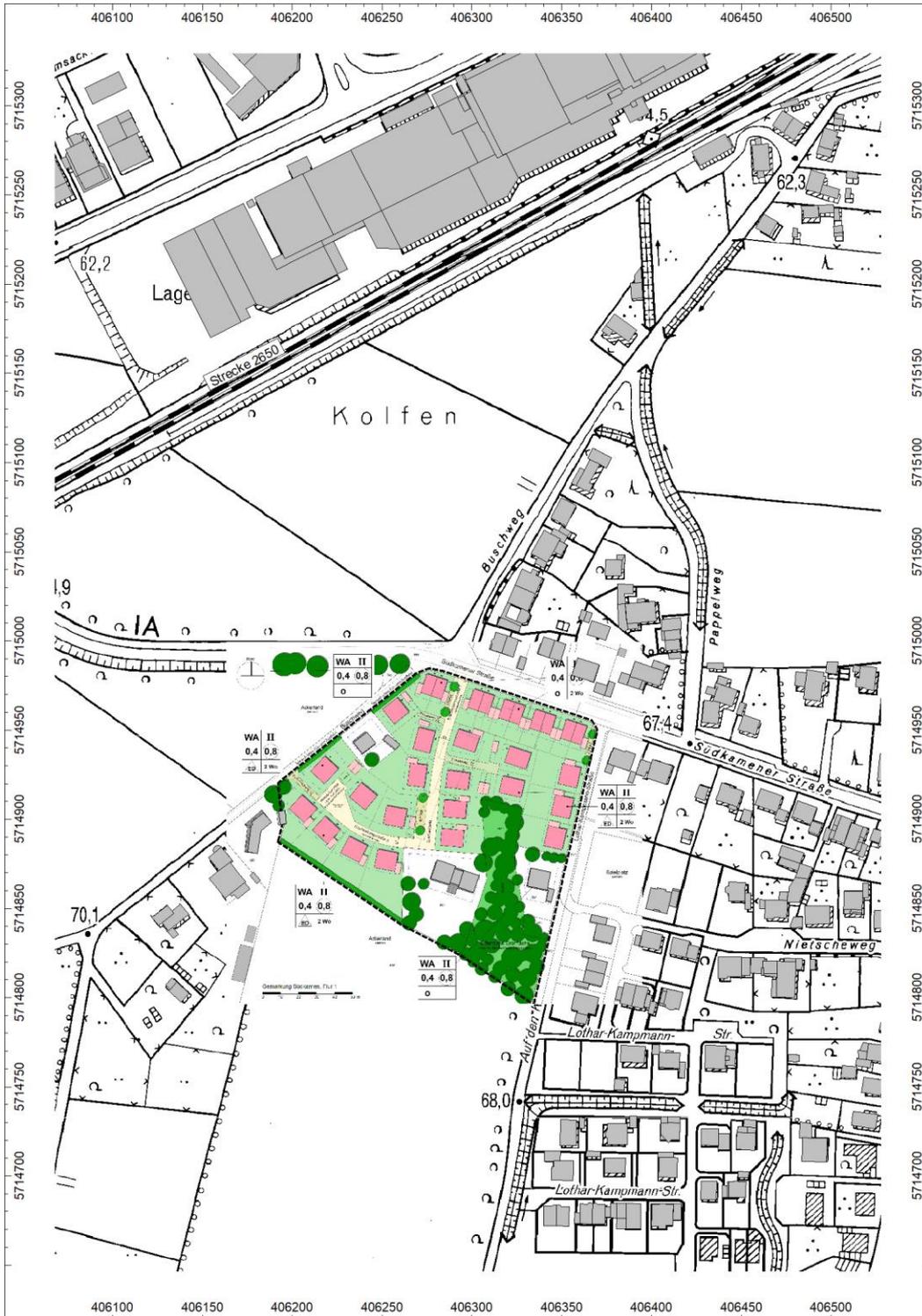
Zum Schutz vor Lärmeinwirkungen durch Schienenverkehr werden bei einer baulichen Errichtung oder baulichen Änderung von Räumen, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, passive Schallschutzmaßnahmen erforderlich.

Zum Schutz vor Außenlärm für Außenbauteile von Aufenthaltsräumen sind die Anforderungen der Luftschalldämmung nach DIN 4109-1 „Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen“, Ausgabe Januar 2018 einzuhalten. Die erforderlichen gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile von schutzbedürftigen Räumen ergeben sich unter Berücksichtigung des in der Planzeichnung entlang der Gebäudefassade dargestellten maßgeblichen Außenlärmpegels L_a unter Berücksichtigung eines Korrekturwertes für die Raumart nach Maßgabe des Kapitel 7.1 der DIN 4109-1 (Januar 2018).

Für den Inhalt

Dipl.-Phys.Ing. Frank Overdick

Anlage 1 Übersichtsplan



Anlage 2 Untersuchungsgebiet



Anlage 3 Schienenverkehrszahlen - Prognose 2030, Strecke 2650

Gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030 (KW 35/2021) des Bundes ergeben sich folgende Werte

Strecke	2650													
Abschnitt	Kamen bis Nordböge													
Bereich	Kamen, Berliner Straße													
von_km	135,8	bis_km	137,8											

Prognose 2030			Daten nach Schall03 gültig ab 01/2015										
Zugart	Anzahl	Anzahl	v. max. Zug	Fahrzeugkategorien gem Schall03 im Zugverband									
Traktion	Tag	Nacht	km/h	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl	Fahrzeugkategorie	Anzahl
ICE	11	2	280	1-V1	2	2-V1	9						
ICE	25	3	280	1-V1	1	2-V1	7						
IC-E	22	3	200	7-Z5-A4	1	9-Z5	12						
RV-E	32	16	160	7-Z5-A4	1	9-Z5	6						
RV-ET	63	5	160	5-Z5-A10	2								
RV-ET	32	16	160	5-Z5-A12	2								
GZ-E	10	6	100	7-Z5-A4	1	10-Z5	10						
GZ-E	7	4	100	7-Z5-A4	1	10-Z5	30	10-Z18	8				
GZ-E	2	1	120	7-Z5-A4	1	10-Z5	30	10-Z18	8				
	204	56	Summe beider Richtungen										

Grundlast

VzG
 (Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten)

von km	bis km	km/h
134,1	141,9	200

Erläuterungen und Legende

- Geschwindigkeiten**
 v_max_Zug: bauartbedingte Zughöchstgeschwindigkeit
 VzG: Streckenhöchstgeschwindigkeit aus dem Verzeichnis der örtlich zulässigen Geschwindigkeiten
 Bei der schalltechnischen Berechnung ist das Minimum aus v_max_Zug und VzG zu verwenden.
 Bei Streckenneu- und Ausbauprojekten sind die Vorgaben des Projektes in Abstimmung mit der Projektleitung zu beachten.
 Im Bereich von Personenbahnhöfen (innerhalb der Einfahrsignale) und von Haltepunkten bzw. Haltestellen (Bahnsteiglänge zuzüglich auf jeder Seite 100 m) ist die zulässige Geschwindigkeit der freien Strecke, mindestens aber 70 km/h anzusetzen. Mit vFz = 70 km/h werden die in Bahnhöfen und an Haltepunkten bzw. in Haltestellenbereichen anfallenden Geräusche, die z. B. durch das Türschließen oder beim Überfahren von Weichen und/oder beim Bremsen und Anfahren entstehen, berücksichtigt.
- Zusammensetzung der Fahrzeugkategoriebezeichnung**
 Nummer der Fz-Kategorie + Variante bzw. Ziellnummer in Beiblatt 1 + Achszahl (bei Tfz, E- und V-Triebzügen-außer bei HGV)
 Bsp. 5-Z5-A10
- Brücken**
 Für Brücken, schienenegleiche BÜ und enge Gleisradien sind ggf. die entsprechenden Zuschläge zu berücksichtigen.
- Zugarten:**
 GZ = Güterzug
 RV = Regionalzug
 S = Elektrotriebzug der S-Bahn ...
 IC = Intercityzug (auch Railjet)
 ICE, TGV = Elektrotriebzug des HGV
 NZ = Nachtreisezug
 AZ = Saison- oder Ausflugszug
 D = sonstiger Fernreisezug, auch Dritte
 LR, LICE = Leerreisezug
- Traktionsarten:**
 - E = Bespannung mit E-Lok
 - V = Bespannung mit Diesellok
 - ET = Elektrotriebzug
 - VT = Dieselloktriebzug

Anlage 4 Beurteilungspegel Schienenverkehr Tageszeit 2 m über Boden



Anlage 5 Beurteilungspegel Schienenverkehr Nachtzeit 2 m über Boden



Anlage 6 Beurteilungspegel Schienenverkehr Tageszeit, 9 m über Boden (2.OG)



Anlage 7 Beurteilungspegel Schienenverkehr Nachtzeit, 9 m über Boden (2. OG)



Anlage 8 Maßgeblicher Außenlärmpegel $L_{a,T}$, Tageszeit



Anlage 9 Maßgeblicher Außenlärmpegel $L_{a,N}$, Nachtzeit

