

Schalltechnisches Büro A. Pfeifer, Dipl.-Ing.

Birkenweg 6, 35630 Ehringshausen
Tel.: 06449/9231-0 Fax: 06449/9231-23
E-Mail: info@ibpfeifer.de
Internet: www.ibpfeifer.de

Beratung Gutachten Messung
Forschung Entwicklung Planung

Eingetragen in die Liste der Nachweis-
berechtigten für Schallschutz gem. § 4 Abs. 1
NBVO bei der Ingenieurkammer Hessen

Maschinenakustik
Raum- und Bauakustik
Immissionsschutz
Schwingungstechnik

Ehringshausen, den 01.07.2021

Immissionsberechnung Nr. 4632b

Inhalt : **Neubau einer Wohnanlage an der
Sudetenstraße in 35440 Linden
Berechnung der Schallimmission**

Auftraggeber: **Feldmann Architekten GmbH
Kerkrader Straße 3-5
35394 Gießen**

Anmerkung : Diese Berechnung besteht aus 21 Seiten und ersetzt die
Berechnung Nr. 4632a vom 16.11.2020.
Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen.

Schalltechnisches Büro Pfeifer
A. Pfeifer


A. Pfeifer, Dipl.-Ing.
Schalltechnisches Büro
Birkenweg 6 · 35630 Ehringshausen
Tel. 06449/9231-0 · Fax 06449/6662

Inhaltsverzeichnis		Seite
1.	Aufgabenstellung	3
2.	Grundlagen	3
2.1	Rechts- und Beurteilungsgrundlagen	3
2.2	Verwendete Unterlagen	4
3.	Verkehrslärberechnung	4
3.1	Berechnungsverfahren	4
3.2	Ermittlung der Beurteilungspegel	6
3.3	Emissionsdaten	7
3.4	Lärmkarten	8
4.	Anforderungen an die Außenbauteile	17
4.1	Allgemeines	17
4.2	DIN 4109, Schalldämm-Maße der Fassade	17
5.	Weitere passive Maßnahmen	20
5.1	Lüftungseinrichtungen	20
5.2	Außenwohnbereiche	20
6.	Reflexionen	21
7.	Zusammenfassung	21
8.	Pläne	22

1. Aufgabenstellung

Im Auftrag der Feldmann Architekten GmbH sollen die erforderlichen Schallschutzmaßnahmen für eine Wohnnutzung zwischen der Sudetenstraße und der Bahnstrecke in 35440 Linden untersucht werden.

Die Untersuchung erfolgt auf der Basis der von der Deutschen Bahn AG angegebenen Streckenbelegungszahlen.

Das gesamte Gebiet soll als allgemeines Wohngebiet ausgewiesen werden.

Die Planung sieht vor, die unmittelbar zur Bahnstrecke gerichteten Gebäudeteile mit einem geschlossenen Laubengang als Zugang für die auf der Westseite vorgesehenen Apartments zu versehen.

Die Entfernung vom Gebäude zum nächstgelegenen Gleis beträgt 12,5 m.

2. Grundlagen

2.1 Rechts- und Beurteilungsgrundlagen

- | | | |
|-----|------------|---|
| [1] | BImSchG | Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge vom 15.3.1974 in der aktuellen Fassung (Bundesimmissionsschutzgesetz) |
| [2] | DIN 4109 | Schallschutz im Hochbau, Anforderungen und Nachweise vom November 1989 |
| [3] | DIN 4109-1 | DIN 4109-1:2018-01, Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen |
| [4] | DIN 4109-2 | DIN 4109-2:2018-01
Schallschutz im Hochbau - Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen |
| [5] | DIN 4109-4 | DIN 4109-4:2016-07
Schallschutz im Hochbau - Teil 4: Bauakustische Prüfungen |

- [6] Schall 03 (2014) Anlage 2 zu § 4 der 16. BImSchV (2014).
Berechnung des Beurteilungspegels für Schienenwege
(Schall 03)
- [7] Einführungs- Hessische Verwaltungsvorschrift Technische
erlass DIN 4109- Baubestimmungen (H-VV TB) (Umsetzung der Muster-
1:2016-07 in Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen,
Hessen Ausgabe 2017/1), Erlass vom 13.6.2018.

2.2 Verwendete Unterlagen

- Katasterplanauszug im Maßstab 1:1.000
- Freiflächenplan, PDF-Datei „19006_E5_Freiflächenplan_M500_O.PDF“
- Zugzahlen, Excel-Datei „3900_30 Linden.xlsx“

3. Verkehrslärberechnung

Sämtliche schalltechnisch relevanten Gegebenheiten der Topographie wie Höhenkonturen, Häuser, Trassenführungen usw. werden für den Untersuchungsbereich aus dem Lageplan bzw. dem Katasterplan digitalisiert. Auf Basis des digitalisierten Geländemodells wird die Lärmsituation mit dem Rechenprogramm ermittelt. Die Berechnung der Beurteilungspegel erfolgt gemäß Schall 03.

3.1 Berechnungsverfahren

Die Schallemission eines Schienenverkehrsweges nach Schall 03 wird in Abhängigkeit folgender Parameter berechnet:

- Verkehrszusammensetzung
- Geschwindigkeitsklassen
- Fahrbahnart
- Fahrflächenzustand
- Bahnhofsbereiche und Haltestellen
- Brücken und Viadukte
- Bahnübergänge

- Kurvenradien

Davon ausgehend wird der vom Schienenverkehr erzeugte Mittelungspegel unter Berücksichtigung folgender Bedingungen berechnet:

- topographische Verhältnisse
- Abschirmungen
- Reflexionen
- Bodeneffekte

Der längenbezogene Schalleistungspegel einer Teilquelle wird nach folgender Gleichung berechnet:

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

Hierin bedeuten:

$a_{A,h,m,Fz}$	A-bewerteter Gesamtpegel der längenbezogenen Schalleistung bei der Bezugsgeschwindigkeit $v_0 = 100$ km/h auf Schwellengleis mit durchschnittlichem Fahrflächenzustand, nach Beiblatt 1 und 2 [dB(A)]
$\Delta a_{f,h,m,Fz}$	Pegeldifferenz im Oktavband f , nach Beiblatt 1 und 2 [dB]
n_Q	Anzahl der Schallquellen der Fahrzeugeinheit nach Nummer 4.1 bzw. 5.1
$n_{Q,0}$	Bezugsanzahl der Schallquellen der Fahrzeugeinheit nach Nummer 4.1 bzw. 5.1
$b_{f,h,m}$	Geschwindigkeitsfaktor nach Tabelle 6 bzw. 14
v_{Fz}	Geschwindigkeit nach Nummer 4.3 bzw. 5.3.2 [km/h]
v_0	Bezugsgeschwindigkeit, $v_0 = 100$ km/h
$\sum_c (c1_{f,h,m,c} + c2_{f,h,m,c})$	Summe der c Pegelkorrekturen für Fahrbahnart ($c1$) nach Tabelle 7 bzw. 15 und Fahrfläche ($c2$) nach Tabelle 8 [dB]
$\sum_k K_k$	Summe der k Pegelkorrekturen für Brücken nach Tabelle 9 bzw. 16 und die Auffälligkeit von Geräuschen nach Tabelle 11 [dB]

Der längenbezogene Gesamtschalleistungspegel wird nach folgender Gleichung berechnet:

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

Der äquivalente Dauerschalldruckpegel wird für den Zeitraum einer vollen Stunde nach folgender Gleichung berechnet:

$$L_{p,Aeq} = 10 \lg \left(\sum_{f,h,k_S,w} 10^{0,1(L_{WA,f,h,k_S} + D_{I,k_S,w} + D_{\Omega,k_S} - A_{f,h,k_S,w})} \right) dB$$

Hierin bedeuten:

- f Zähler für Oktavband
- h Zähler für Höhenbereich
- k_S Zähler für Teilstück oder einen Abschnitt davon
- w Zähler für unterschiedliche Ausbreitungswege
- L_{WA,f,h,k_S} A-bewerteter Schalleistungspegel der Punktschallquelle in der Mitte des Teilstücks k_S , der die Emission aus dem Höhenbereich h angibt nach der Gleichung 6 [dB]
- $D_{I,k_S,w}$ Richtwirkungsmaß für den Ausbreitungsweg w nach der Gleichung 8 [dB]
- D_{Ω,k_S} Raumwinkelmaß [dB]
- $A_{f,h,k_S,w}$ Ausbreitungsdämpfungsmaß im Oktavband f im Höhenbereich h vom Teilstück k_S längs des Weges w nach der Gleichung 10 [dB]

3.2 Ermittlung der Beurteilungspegel

Die Beurteilungspegel in den Beurteilungszeiträumen werden nach folgenden Gleichungen berechnet:

$$L_{r,Tag} = 10 \lg \left(\frac{1}{16} \sum_{T=1}^{16} 10^{0,1 L_{p,Aeq,T}} \right) dB(A)$$

$$L_{r,Nacht} = 10 \lg \left(\frac{1}{8} \sum_{T=1}^8 10^{0,1 L_{p,Aeq,N}} \right) dB(A)$$

Hierin bedeuten:

- T Zähler für volle Stunden des Beurteilungszeitraums Tag (6 bis 22 Uhr)

N Zähler für volle Stunden des Beurteilungszeitraums Nacht (22 bis 6 Uhr)

Die Beurteilungspegel sind auf ganze dB aufzurunden.

3.3 Emissionsdaten

Folgende Angaben zu den Zugzahlen liegen vor:

Gemäß aktueller Bekanntgabe der Zugzahlenprognose 2030 (KW 03/2021) des Bundes ergeben sich folgende Werte											
Strecke 3900											
Abschnitt	Gießen-Bergwald bis Lang Göns										
Bereich	Linden										
von_km	136,5	bis_km	143,4								
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	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl	Fahrzeug kategorie	Anzahl		
IC-E	15	3	160	7-Z5-A4	1	9-Z5	12				
RV-E	31	3	160	7-Z5-A4	1	9-Z5	6				
RV-ET	54	12	160	5-Z5-A10	2						
RV-ET	32	6	160	5-Z5-A12	3						
GZ-E	4	4	120	7-Z5-A4	1	10-Z5	30	10-Z18	8		
GZ-E	39	38	100	7-Z5-A4	1	10-Z5	30	10-Z18	8		
GZ-E	6	2	100	7-Z5-A4	1	10-Z5	10				
	181	68	Summe beider Richtungen								

Abb. 1 : Verkehrsdaten der Bahnstrecke.

Die Bahnstrecke ist im Einwirkungsbereich des Bauvorhabens zweigleisig. Die Gleise sind mit Schwellen im Schotterbett versehen.

Bahnübergänge sowie relevante Brücken sind im Einwirkungsbereich des Plangebietes nicht vorhanden.

Die Strecke verläuft weitgehend gerade, der Kurvenradius beträgt ≥ 500 m.

Es ergeben sich die in der folgenden Tabelle angegebenen längenbezogenen Schalleistungspegel.

Tab. 1 : Längenbezogene Schalleistungspegel der Schienenstrecke im Bereich des Plangebietes.

Quelle	Längenbezogener Schalleistungspegel	
	L _w [dB(A)]	
	tags	nachts
Schienenstrecke Richtung Süd	88,2	88,6
Schienenstrecke Richtung Nord	88,1	88,6

3.4 Lärmkarten

Ausgehend von den ermittelten Emissionspegeln der Schienenstrecke wurde die Berechnung der zu erwartenden Geräuschimmissionen durchgeführt.

Für einzelne Punkte wurden die Beurteilungspegel berechnet. In der Tabelle 2 im Kapitel 4.2 sind die Beurteilungspegel angegeben.

Für die Darstellung der Pegelverteilung in den Lärmkarten sollen 4 Berechnungsvarianten durchgeführt werden:

1. Auswirkung auf die Bestandsbebauung im Westen, ohne geplante Bebauung
2. Auswirkung auf die Bestandsbebauung im Westen, mit geplanter Bebauung
3. Auswirkung auf die Bestandsbebauung im Südosten, bei hohem Reflexionsgrad der geplanten Bebauung
4. Auswirkung auf die Bestandsbebauung im Südosten, bei hohem Absorptionsgrad der geplanten Bebauung

Die folgenden Abbildungen zeigen die Lärmkarten der 4 Berechnungsvarianten für die Tag- und Nachtzeit. Die Berechnungshöhe ist jeweils 5 m. (Hinweis: die Karten stellen den auf dem Schalldruckpegel basierenden Beurteilungspegel, nicht den o.g. Schalleistungspegel dar. Die Einheit des Schalldrucks ist Pascal, die Einheit der Schalleistung ist Watt).

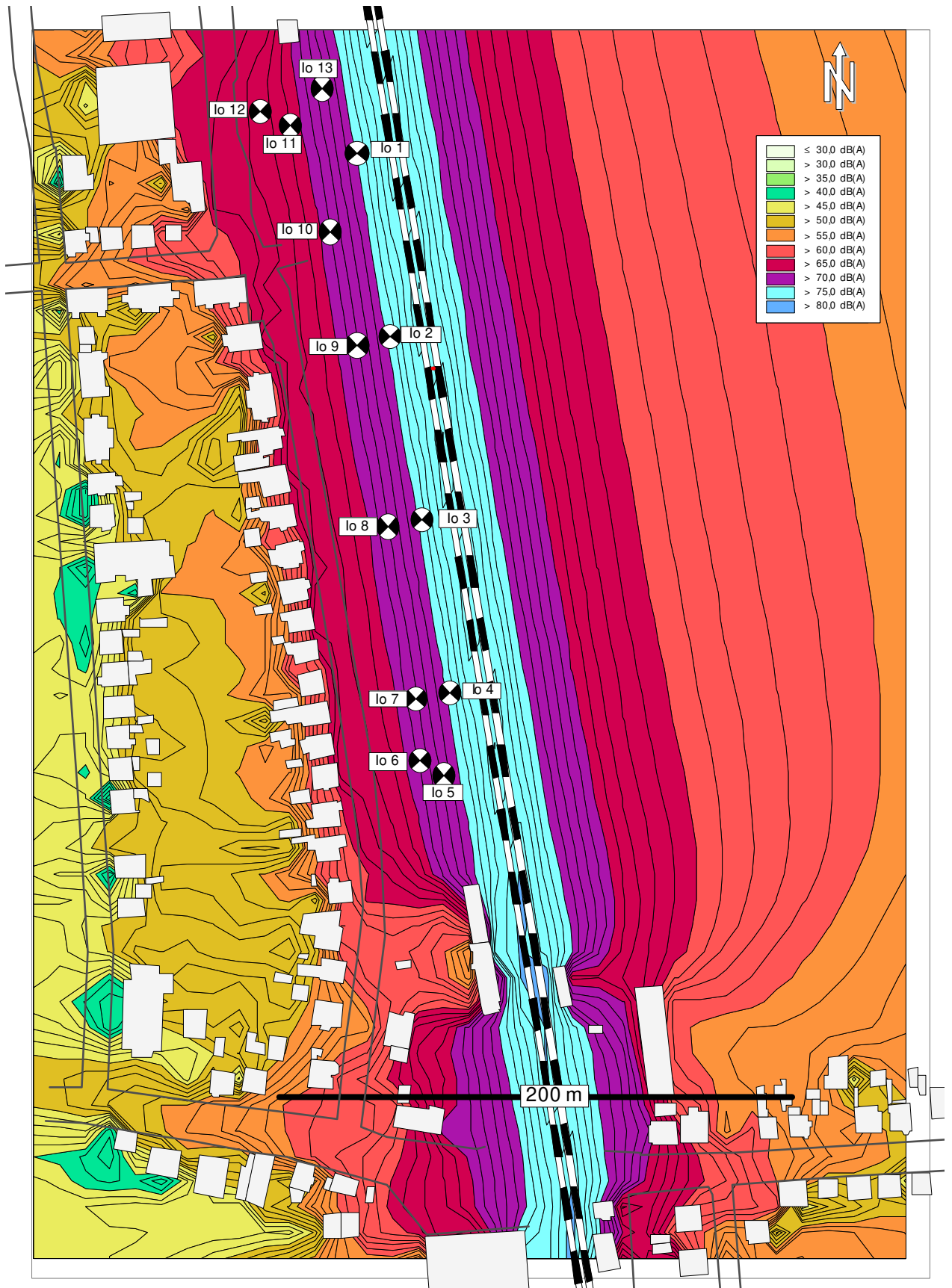


Abb. 2 : Lärmkarte Beurteilungspegel tags, Variante 1.

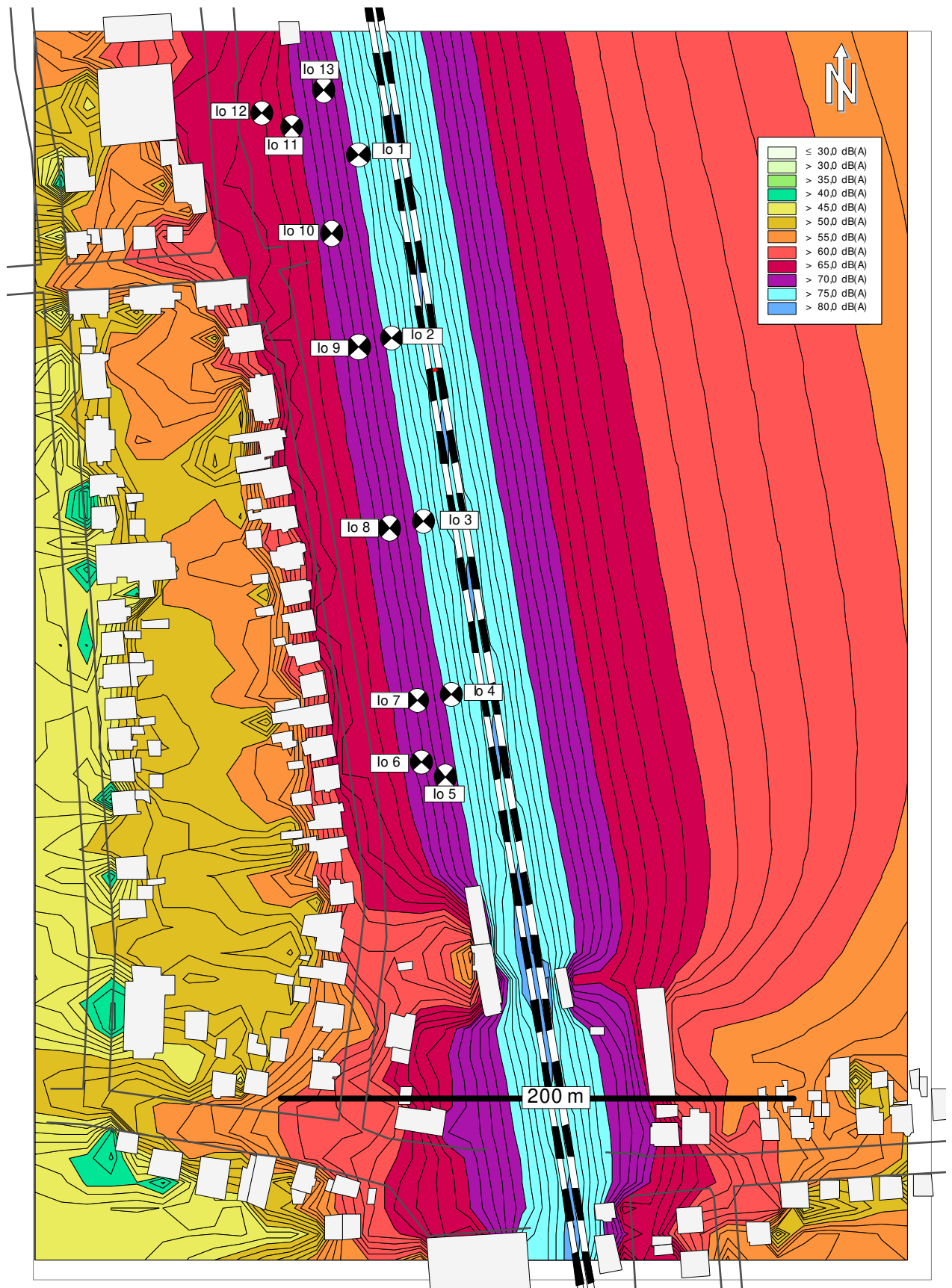


Abb. 3 : Lärmkarte Beurteilungspegel nachts, Variante 1.

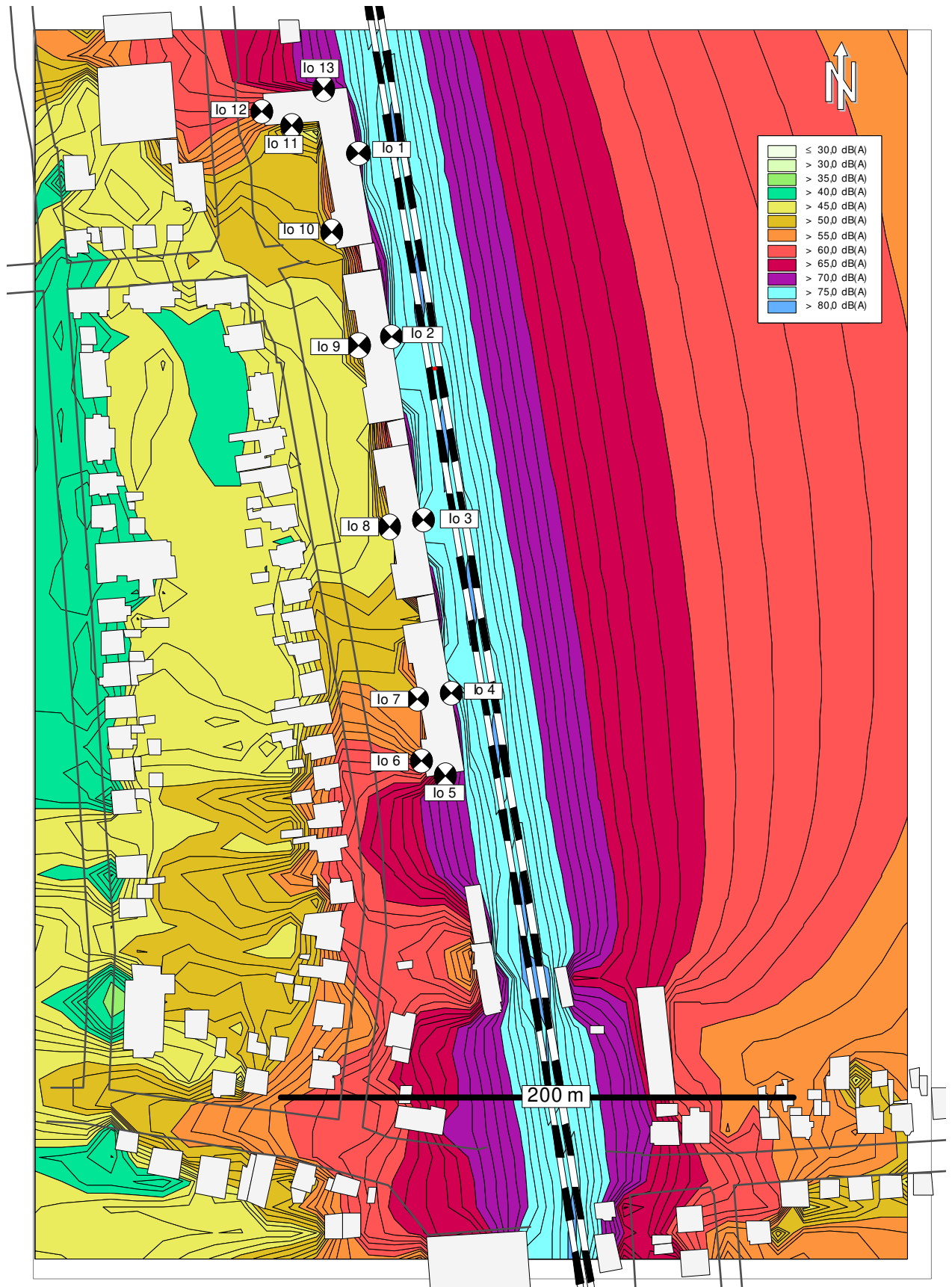


Abb. 4 : Lärmkarte Beurteilungspegel tags, Variante 2.

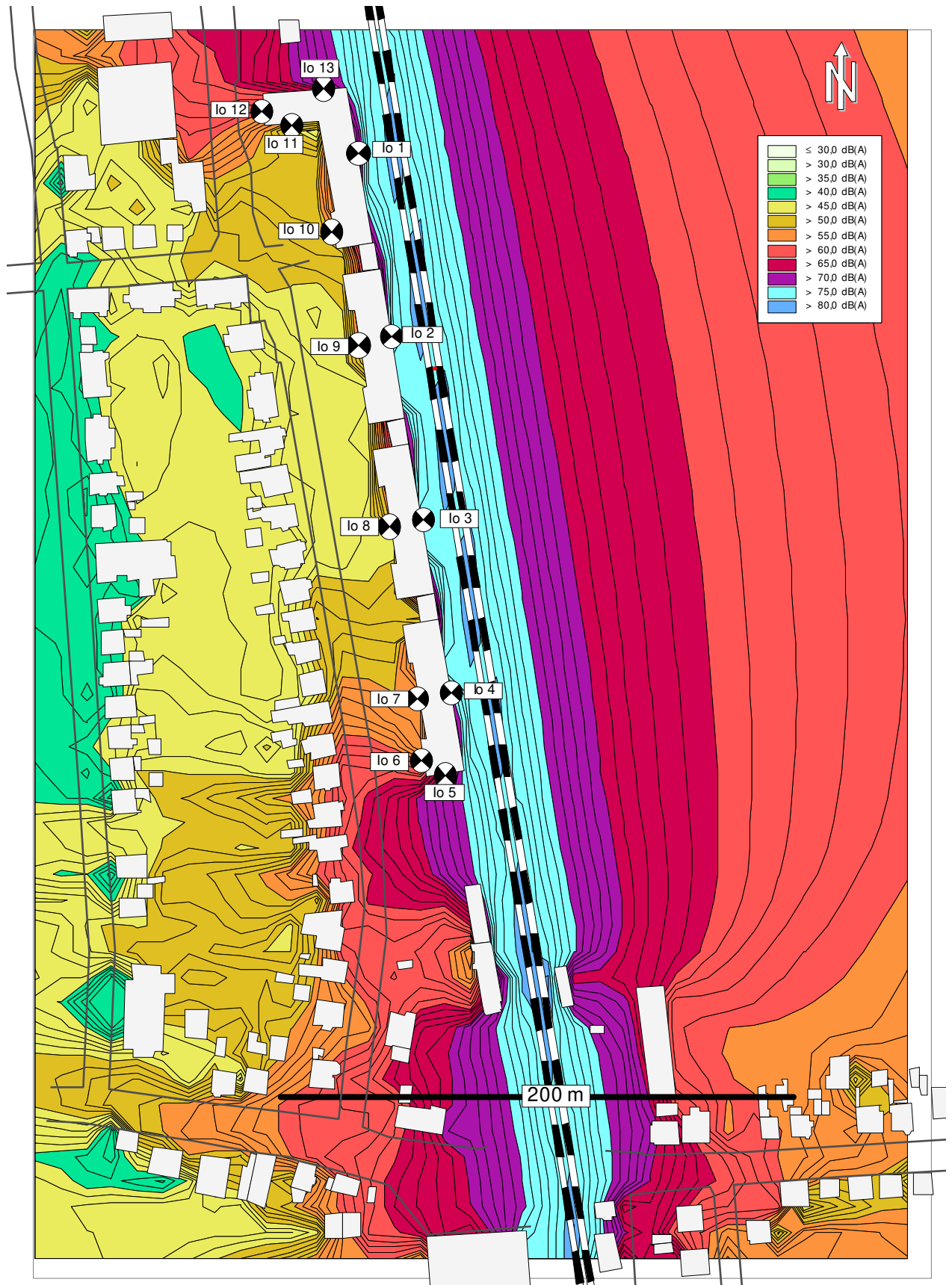


Abb. 5 : Lärmkarte Beurteilungspegel nachts, Variante 2.

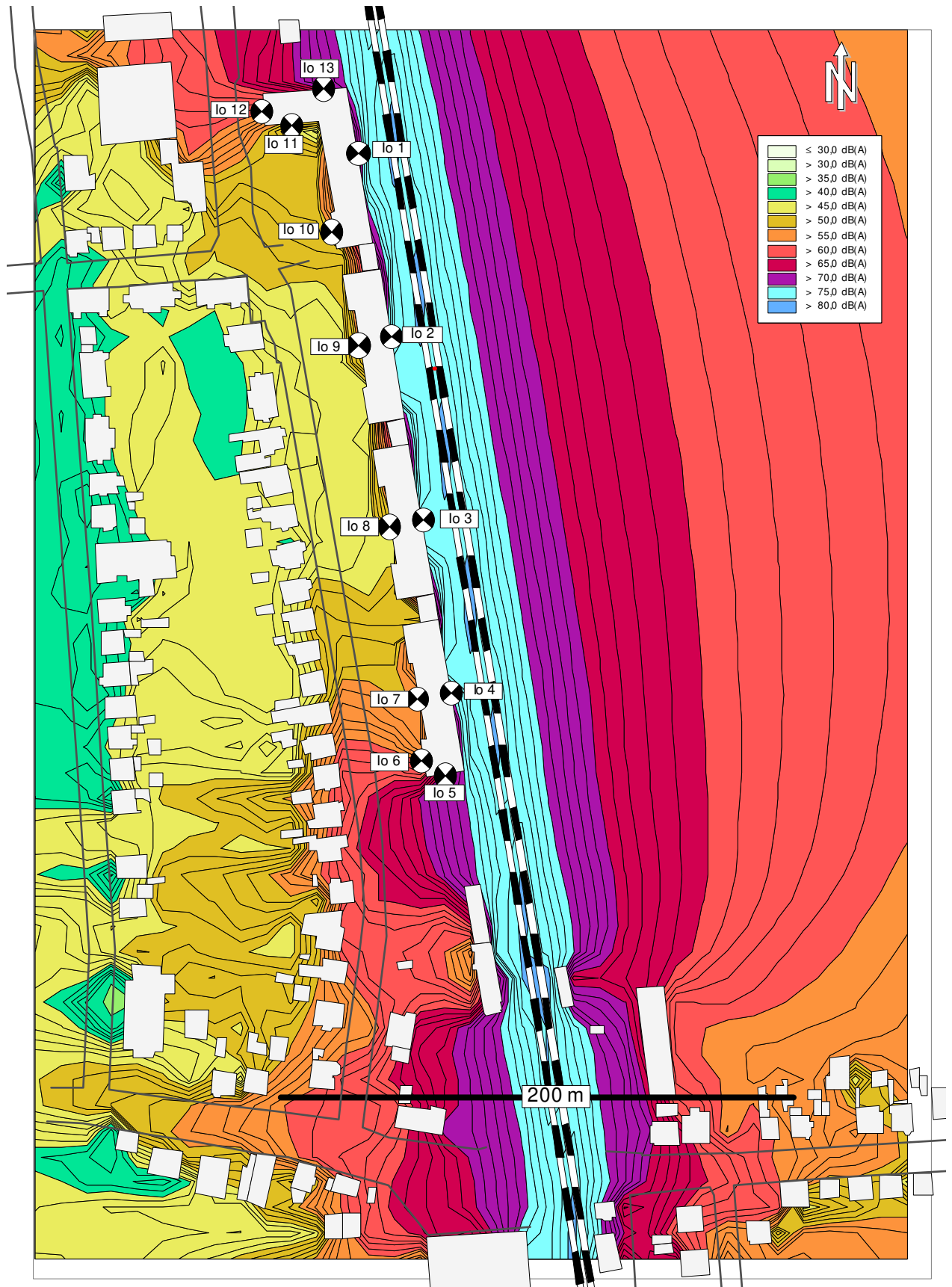


Abb. 6 : Lärmkarte Beurteilungspegel tags, Variante 3.

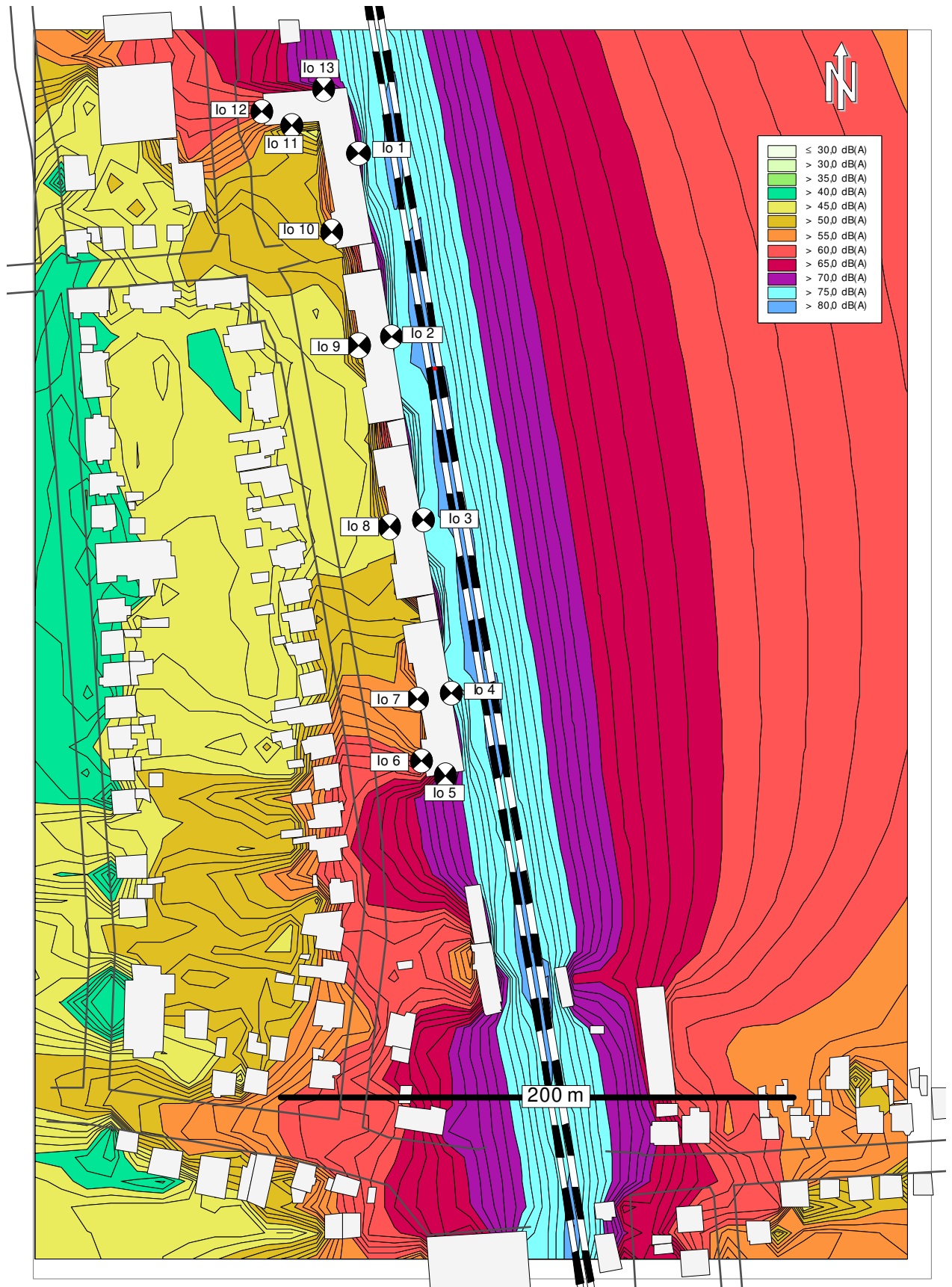


Abb. 7 : Lärmkarte Beurteilungspegel nachts, Variante 3.

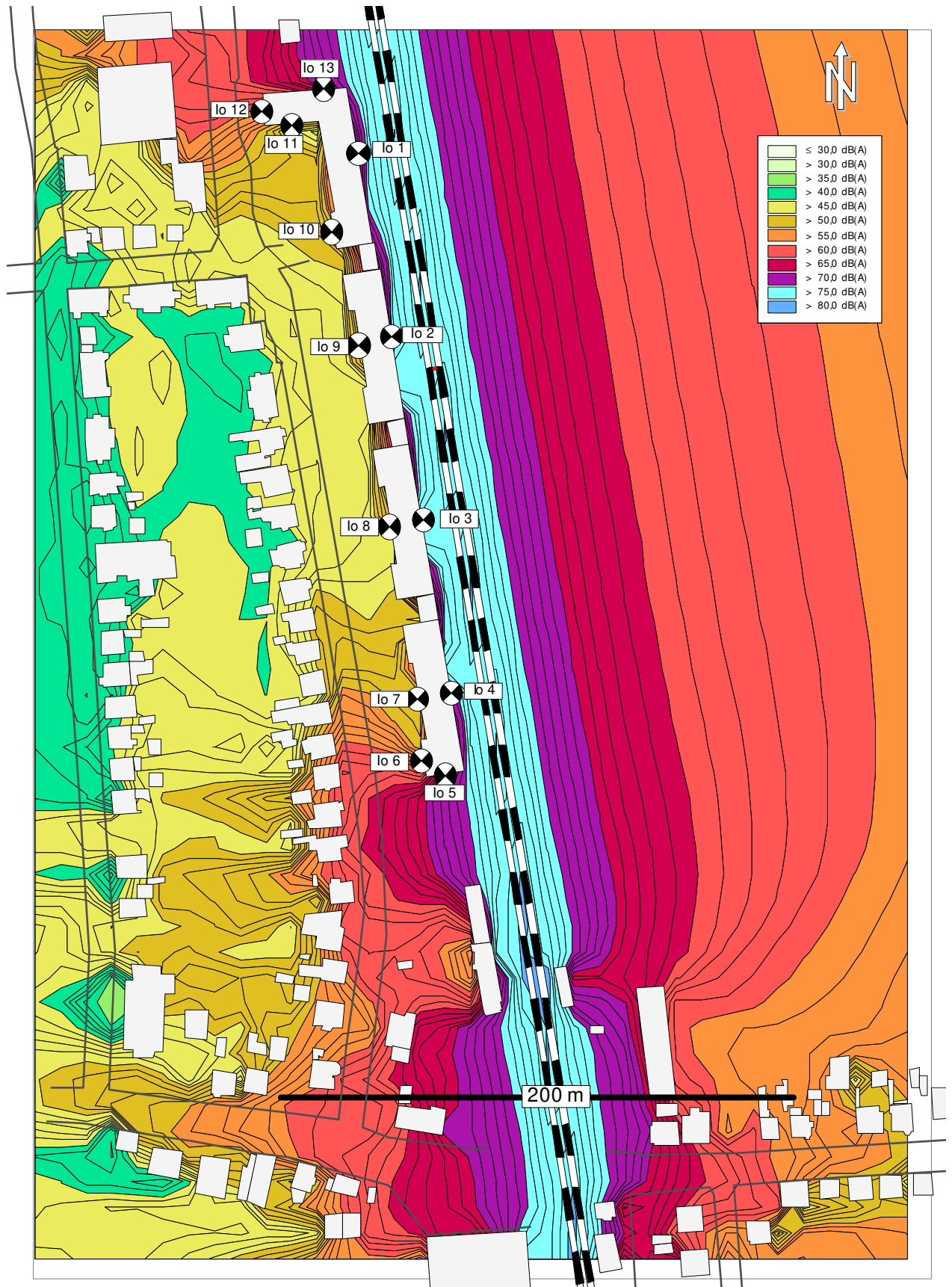


Abb. 8 : Lärmkarte Beurteilungspegel tags, Variante 4.

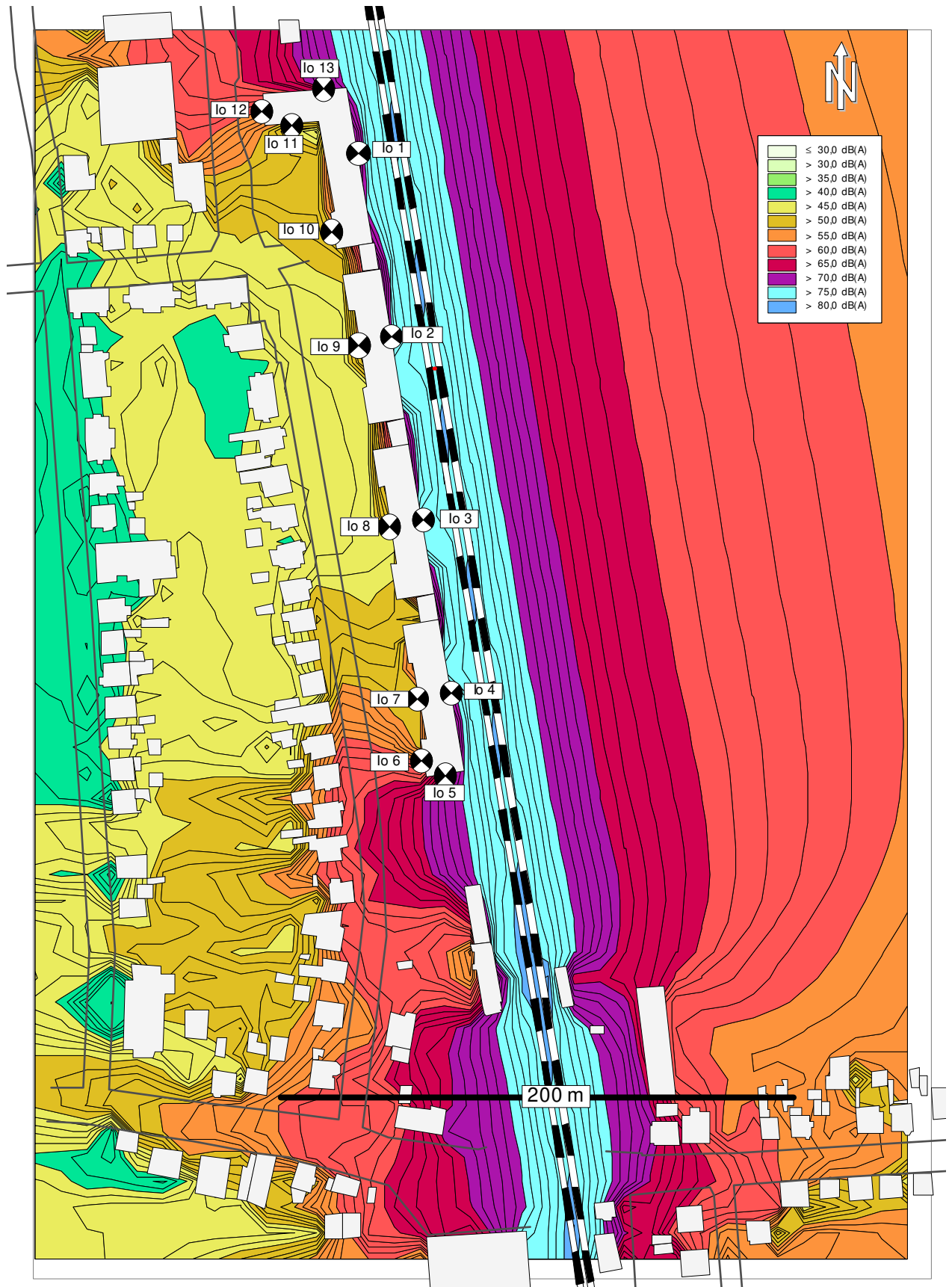


Abb. 9 : Lärmkarte Beurteilungspegel nachts, Variante 4.

4. Anforderungen an die Außenbauteile

4.1 Allgemeines

Die baurechtlichen Anforderungen an den Schallschutz innerhalb von Gebäuden sind in der technischen Baubestimmung DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau, Ausgabe 2018 festgelegt.

4.2 DIN 4109, Schalldämm-Maße der Fassade

Die Dimensionierung von passiven Schallschutzmaßnahmen an Gebäuden regelt die bauaufsichtlich bindend eingeführte Norm DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau". Zum Schutz gegen Außenlärm werden dort Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen von Aufenthaltsräumen gestellt.

Die bewerteten resultierenden Schalldämm-Maße sind durch alle Außenbauteile eines Raumes zusammen zu erfüllen.

Für die von der Lärmquelle abgewandten Gebäudeseiten darf der maßgebliche Außenlärmpegel ohne besonderen Nachweis bei offener Bebauung um $\Delta L = 5$ dB und bei geschlossener Bebauung bzw. Innenhöfen um $\Delta L = 10$ dB gemindert werden.

Die in diesem Kapitel dargestellten passiven Maßnahmen nach DIN 4109 "Schallschutz im Hochbau" gelten grundsätzlich. Bei Einhaltung der Orientierungswerte sind diese jedoch durch übliche Bauweisen mit Sicherheit erfüllt.

Der maßgebliche Außenlärmpegel ist gemäß DIN 4109-1:2018-01 wie folgt zu ermitteln:

- Für die Tagzeit 6 bis 22 Uhr ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel aus dem Beurteilungspegel durch Addition von 3 dB.
- Für die Nachtzeit 22 bis 6 Uhr ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel aus dem Beurteilungspegel plus Zuschlag zur Berücksichtigung der erhöhten nächtlichen Störwirkung für Räume, die überwiegend zum Schlafen genutzt werden können.

Dieser Zuschlag wird berücksichtigt, sofern die Differenz der Beurteilungspegel zwischen Tag und Nacht weniger als 10 dB(A) beträgt. In diesem Fall ergibt sich der maßgebliche Außenlärmpegel zum Schutz des Nachtschlafes

aus einem um 3 dB erhöhten Beurteilungspegel für die Nacht und einem Zuschlag von 10 dB.

Maßgeblich ist die Lärmbelastung derjenigen Tageszeit, die die höhere Anforderung ergibt.

Die gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ sind in Abhängigkeit vom Verhältnis der vom Raum aus gesehenen gesamten Außenfläche eines Raumes S_s zur Grundfläche des Raumes S_G nach DIN 4109-1:2018-01 in Verbindung unter Berücksichtigung eines Sicherheitsbeiwertes von 2 dB wie folgt zu ermitteln:

$$R'_{w,ges} - 2 \text{ dB} \geq erf \cdot R'_{w,ges} + K_{AL}$$

$$K_{AL} = -10 \lg \left(\frac{S_s}{0,8 S_G} \right)$$

Dabei ist

$R'_{w,ges}$ das gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß des Außenbauteils [dB]

$erf \cdot R'_{w,ges}$ das geforderte gesamte bewertete Bau-Schalldämm-Maß [dB]

K_{AL} der Korrekturwert für das erforderliche Schalldämm-Maß für den Außenlärm [dB]

Aufgrund der Frequenzzusammensetzung von Schienenverkehrsgeräuschen in Verbindung mit dem Frequenzspektrum der Schalldämm-Maße von Außenbauteilen ist der Beurteilungspegel für Schienenverkehr pauschal um 5 dB zu mindern.

Die Anforderungen an die gesamten bewerteten Bau-Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$ der Außenbauteile schutzbedürftiger Aufenthaltsräume in Wohnungen ergeben sich gemäß DIN 4109-1:2018-01 wie folgt:

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

Dabei ist

$K_{Raumart} = 25 \text{ dB}$ für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien

$K_{Raumart} = 30 \text{ dB}$ für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräumen 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 [dB]

Mindestens einzuhalten sind:

$R'_{w,ges} = 35$ dB für Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien

$R'_{w,ges} = 30$ dB für Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten, Unterrichtsräumen, Büroräumen und ähnliches

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse angegeben. Die Immissionsorte 1-4 befinden sich an der Ostfassade an dem Laubengang. Hier liegen keine zu schützenden Räume.

Tab. 2 : Beurteilungspegel, maßgebliche Außenlärmpegel und erforderliche Schalldämm-Maße der Fassaden.

Bezeichnung	Beurteilungspegel		Maßgeblicher Außenlärmpegel		Erforderliche Schalldämm-Maße $R'_{w,ges}$	
	tags	nachts	tags	nachts*	tags	nachts*
Io 1 1.OG	75	76				
Io 2 1.OG	76	76				
Io 3 1.OG	76	76				
Io 4 1.OG	76	76				
Io 5 1.OG	71	71	74	84	44	54
Io 6 1.OG	56	57	59	70	29	40
Io 7 1.OG	53	53	56	66	26	36
Io 8 1.OG	49	50	52	63	22	33
Io 9 1.OG	49	50	52	63	22	33
Io 10 1.OG	52	52	55	65	25	35
Io 11 1.OG	47	47	50	60	20	30
Io 12 1.OG	55	56	58	69	28	39
Io 13 1.OG	71	71	74	84	44	54

* für Schlafräume

Die Immissionsorte 4 und 13 liegen an der Nord- bzw. Südfassade mit Sichtverbindung zur Bahnstrecke. An den Immissionsorten 6-12 sind die Orientierungswerte tags näherungsweise eingehalten. Nachts werden die Orientierungswerte überschritten.

5. Weitere passive Maßnahmen

5.1 Lüftungseinrichtungen

Bei einem Mittelungspegel nachts über 50 dB(A) sind nach der VDI 27191 in jeder Wohnung die Schlafräume, bzw. die zum Schlafen geeigneten Räume, mit mechanischen Lüftungseinrichtungen (oder Fenster, die auch im gekippten Zustand eine hinreichende Schalldämmung aufweisen, wie z. B. „Hafencity-fenster“) auszuführen. Zur Lüftung von Räumen, die nicht zum Schlafen genutzt werden, kann ansonsten ein kurzzeitiges Öffnen der Fenster zugemutet werden (Stoßlüftung).

Im vorliegenden Fall übersteigen die Beurteilungspegel nachts diesen Wert an einigen Punkten. Hier sind Lüftungseinrichtungen in den Schlafräumen erforderlich.

An der Nordseite des Hauses 1 und der Südseite des Hauses 4 sollen keine Schlafräume angeordnet werden.

5.2 Außenwohnbereiche

Außenwohnbereiche wie Balkone oder Terrassen sind ebenfalls schutzbedürftig. Gemäß einschlägiger Literatur ist eine sinnvolle Nutzung ab einem Dauerschallpegel von $L = 62$ dB(A) tags nicht mehr gegeben. An den geplanten Balkonen bzw. Terrassen an der Westseite ist dieser Wert unterschritten.

6. Reflexionen

Es wurde die Erhöhung des Schalldruckpegels exemplarisch an einem Punkt in 50 m Abstand von der Bahnstrecke in Ostrichtung auf Höhe des Hauses 2 berechnet. Der Schalldruckpegel erhöht sich auf der Ostseite um $\Delta L = 1,4$ dB.

Hierzu zitieren wir von

http://www.laermorama.ch/m1_akustik/schallpegel_w.html:

Unser Gehör passt sich schnell an vorhandene Schallpegel an. Die Differenzen von Pegeln treten am stärksten in Erscheinung, wenn wir zwei Pegel unmittelbar nacheinander hören. Der kleinste hörbare Unterschied ist vom Pegel und von der Frequenz abhängig. 1 dB sollte etwa hörbar sein.

Es ist geplant die Bahnseite der geplanten Bebauung "Am Bahnhof" absorbierend auszuführen so dass nur sehr geringe Reflektionen entstehen.

7. Zusammenfassung

Die ermittelten Beurteilungspegel für den Schienenverkehr überschreiten die Orientierungswerte der DIN 18005 für allgemeine Wohngebiete tags an der zur Bahn orientierten Fassade. Nachts sind bei Beurteilungspegel über 50 dB(A) für Schlafräume mit Lüftungseinrichtungen vorzusehen.

8. Pläne



Abb. 10 : Geplante Gebäude, Freiflächen, EG, TG.