

Schalltechnische Untersuchung zur
Errichtung des Seniorenwohnheimes
Beethovenstift im Rahmen des
Bebauungsplans Bo 18 der
Stadt Bornheim
- öffentliche Verkehrsgeräusche -

Projekt-Nr.: 16 02 003/03 vom 08. Juli 2016

Kramer Schalltechnik GmbH
Otto-von-Guericke-Straße 8
D-53757 Sankt Augustin
Telefon 02241 25773-0
Fax 02241 25773-29
info@kramer-schalltechnik.de
www.kramer-schalltechnik.de

Geschäftsführer:
Jörn Latz, Darius Styra, Ralf Tölke
Amtsgericht Siegburg HRB 3289
Ust.Id. Nr. DE 123374665
Steuernummer 222/5710/0913

- ▀ Messstelle für Geräusche nach § 29b BImSchG
- ▀ Schallschutzprüfstelle nach DIN 4109
- ▀ Software-Entwicklung
- ▀ Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die Ermittlung von Geräuschen (Gruppe V)



**Schalltechnische Untersuchung zur Errichtung des
Seniorenwohnheimes Beethovenstift im Rahmen des
Bebauungsplans Bo 18 der Stadt Bornheim
- öffentliche Verkehrsgeräusche -**

Auftraggeber	Senioren - Wohnstift Beethoven Betriebs GmbH Siefenfeldchen 39 53332 Bornheim
Auftrag vom	06.02.2016 und 23.05.2016
Bestell-Nr.	
Projektleiter	Jens-Uwe Schlüter 02241 25773-14 ju.schlueter@kramer-schalltechnik.de
Anschrift	Kramer Schalltechnik GmbH Otto-von-Guericke-Straße 8 D-53757 Sankt Augustin
Projekt-Nr.	16 02 003/03
Bericht vom	08. Juli 2016
Seitenanzahl	27 2 davon Anhang



Inhalt

1	Sachstand und Aufgabenstellung	4
2	Beschreibung des Untersuchungsbereiches	4
3	Verkehrsgerauschsituation	7
3.1	Berechnungsgrundlage	7
3.2	Verkehrsdaten und Schallemissionswerte.....	8
3.3	Berechnungsergebnisse	9
3.4	Beurteilung der Verkehrsgerausche nach DIN 18005	18
3.5	Schallminderungsmaßnahmen	19
3.6	Verkehrsgerausche durch den Quell- und Zielverkehr des Plangebiets auf bestehenden öffentlichen Verkehrswegen.....	23
4	Zusammenfassung	24
Anhang A:	Verwendete Vorschriften, Richtlinien und Unterlagen.....	26



1 Sachstand und Aufgabenstellung

In Bornheim soll im Rahmen des Bebauungsplans Bo 18 der Stadt Bornheim das Seniorenwohnheim Beethovenstift errichtet werden. Das Bauvorhaben liegt im Einwirkungsbereich von Straßengeräuschquellen.

Nachfolgend soll die zu erwartende Geräuschsituation im Hinblick auf mögliche Lärmkonflikte beurteilt werden. Falls erforderlich, sind entsprechende Lösungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

2 Beschreibung des Untersuchungsbereiches

In Bornheim an der Königstraße ist der Bau des Seniorenwohnstifts Beethoven geplant. Für das Plangebiet existiert derzeit kein rechtskräftiger Bebauungsplan. Zurzeit steht hier noch das Gebäude eines evangelischen Gemeindezentrums. Im Osten, Westen und Norden befinden sich um das Plangebiet Wohnnutzungen. Der Flächennutzungsplan weist in der 4. Änderung für das Plangebiet eine gemischte Baufläche aus. Für die Bereiche östlich und westlich wird ebenfalls durch den Flächennutzungsplan eine Mischfläche ausgewiesen. Der nördliche Bereich wird hingegen als Wohnbaufläche dargestellt. Die südlich verlaufende zweispurige Königstraße ist in diesem Abschnitt in beiden Fahrtrichtungen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h ausgewiesen.

Nähere Einzelheiten können den folgenden Bildern 2.1 und 2.2 entnommen werden.



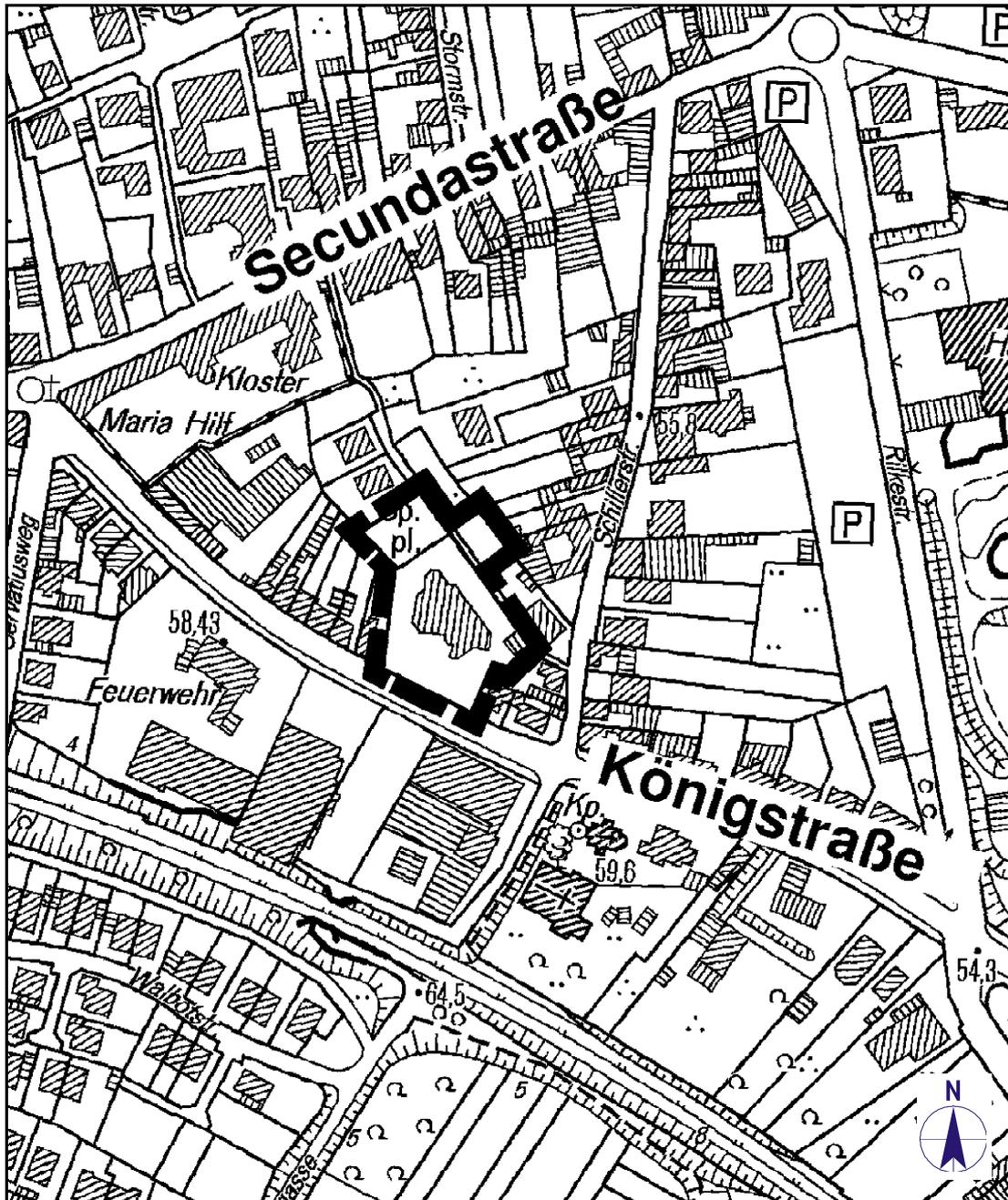


Bild 2.1 **Übersichtsplan des Plangebietes (gestrichelte schwarze Linie),
Maßstab 1:2.500**



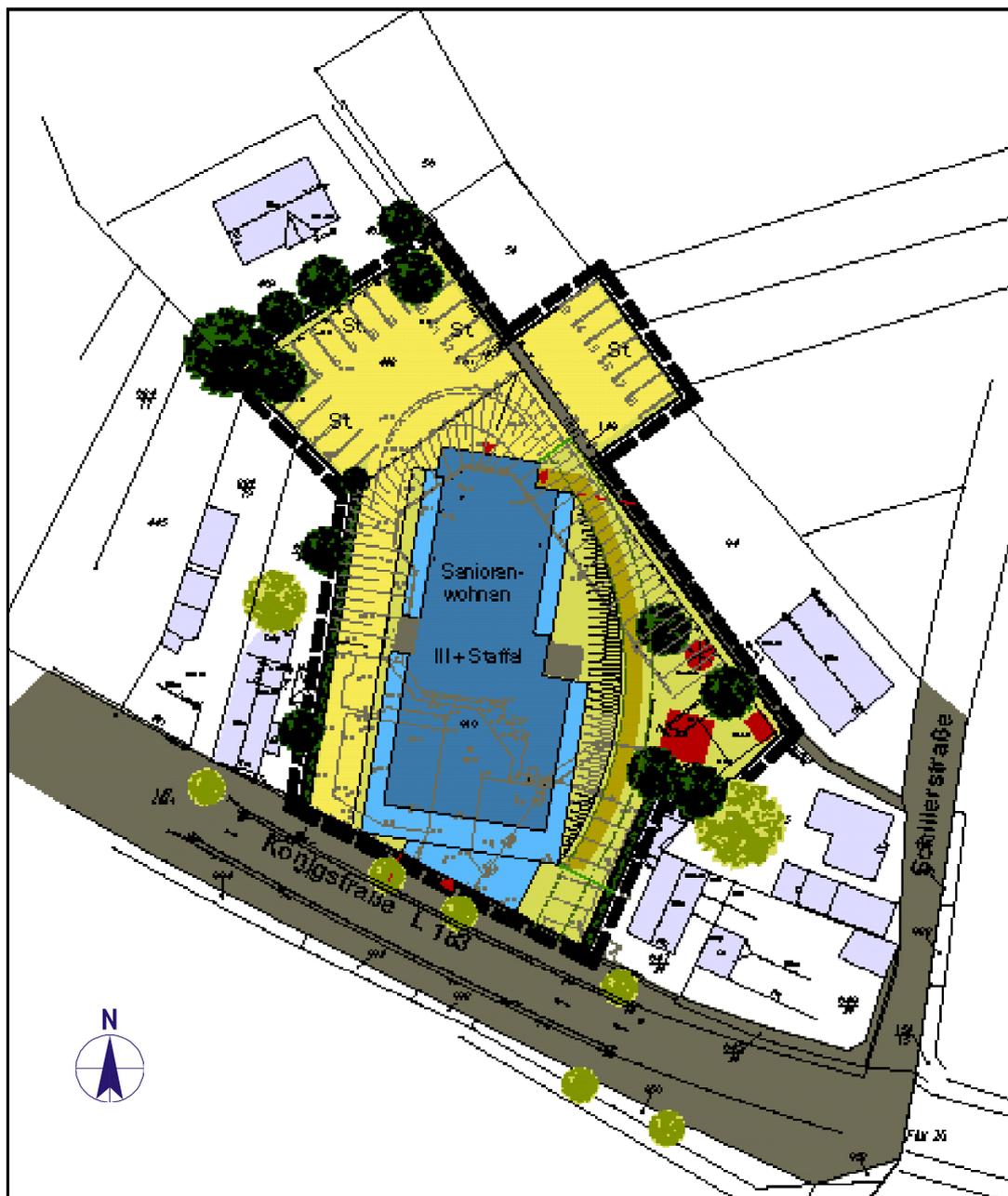


Bild 2.2 **Lageplan des geplanten Seniorenstifts an der Königstraße 24 in Bornheim, Maßstab 1:800**



3 Verkehrsgeräuschsituation

3.1 Berechnungsgrundlage

Die Berechnung der Verkehrsgeräuschsituation erfolgt mit dem Programmsystem SAOS-NP, Version 2015.02. Dieses Programm ist speziell für derartige Berechnungen entwickelt worden. Es basiert auf den Regelwerken DIN 18005 [3], DIN ISO 9613-2 [6], der RLS-90 [5]. Das dem Programm zugrunde liegende Schallausbreitungsmodell geht von Emissionspegeln der Geräuschquellen aus und berücksichtigt bei der Berechnung der Schallausbreitung folgende Effekte:

- Divergenz des Schallfeldes
- Bodenabsorption
- Luftabsorption
- Reflexion an Hindernissen
- Beugung über Hindernisse

Berechnet wird der an einem Punkt im Gelände (Aufpunkt) zu erwartende energieäquivalente Dauerschallpegel für jede einzelne Geräuschquelle und als energetische Summe der Gesamtpegel aller Geräuschquellen. Als Eingangsdaten für das Rechnerprogramm dienen:

- ein Grundriss des Geländes mit allen Geräuschquellen und Hindernissen.
- die Höhen der Geräuschquellen, Hindernisse und Aufpunkte bezogen auf das Geländeniveau bzw. über einem konstanten Bezugsniveau (z. B. NN).
- die Emissionspegel der Geräuschquellen.
- die Absorptionseigenschaften von Hindernissen.

Die geometrischen Daten werden gewonnen durch Digitalisierung, wobei die Koordinaten im Allgemeinen auf das Gauß-Krüger-System bezogen werden.

Bei der Berechnung von flächenhaften Schallpegelverteilungen wird ein äquidistantes Aufpunktraster mit 0,5 m Rasterweite über das gesamte Untersuchungsgebiet gelegt. Einfach- und Mehrfachreflexionen werden regelwerkskonform unter Einschluss der Reflexionen an allen Fassaden berücksichtigt (in den Lärmkarten auch am eigenen Gebäude).

Die Berechnungsergebnisse werden in Lärmkarten dargestellt. Darin sind die Gebäude und sonstige für die Darstellung gewünschte Objekte auf der Basis eines unterlegten Planes farbig markiert. Die Schallpegel werden flächenmäßig entsprechend DIN 18005, Teil 2 [3] farbig kodiert mit einer Abstufung von 5 dB dem Plan überlagert.



3.2 Verkehrsdaten und Schallemissionswerte

Ausgangsbasis der Berechnung sind die anhand der Verkehrsdaten berechneten Schallemissionspegel $L_{m,E}$, die auf einem Abstand von 25 m zur Mittelachse des Verkehrsweges bezogen sind. Die Berechnung der Schallemissionspegel erfolgt für den Straßenverkehr nach RLS-90 [5]. Die Angaben zum Verkehrsaufkommen stammen aus folgenden Quellen:

- Straßenverkehr:
Für die Königstraße liegt gemäß der Untersuchung der IVV (Prognose-Null-Fall 2025) westlich von der Kreuzung Siefenfeldchen ein Wert von $DTV = 17.200 \text{ Kfz}/24\text{h}$ vor [13].

Dabei sind die Lkw-Anteile zur Tages- und Nachtzeit gemäß RLS-90 [5] angesetzt worden. Weiterhin werden die ausgewiesenen Höchstgeschwindigkeiten für jede Fahrspur der Königstraße beachtet.

Tabelle 3.1: Schallemissionswerte - Straßenverkehr nach RLS-90

Straße	DTV	Mittlere stündliche Verkehrsstärke Tag / Nacht	Lkw-Anteil Tag / Nacht	Zul. Höchstgeschwindigkeit	$L_{m,E}$ Tag / Nacht
	in Kfz/24 h	in Kfz/h	in %	in km/h	in dB(A)
Königstraße nördliche Fahrspur (30 km/h)	8.600	516 / 95	10* / 3*	30	60,3 / 50,3
Königstraße südliche Fahrspur (30 km/h)	8.600	516 / 95	10* / 3*	30	60,3 / 50,3

* gemäß RLS 90



3.3 Berechnungsergebnisse

Die Berechnung der Verkehrslärm-Situation erfolgt für die charakteristischen Berechnungshöhen 2,0 m, 5,6 m, 8,4 m und 11,2 m – was etwa dem Erdgeschoss (Außenwohnbereich), 1. und 2. Obergeschoss sowie dem 3. Obergeschoss (Staffelgeschoss) entspricht:

In den folgenden Lärmkarten werden die Beurteilungspegel L_r durch die Straßenverkehrsgeräusche dargestellt:

Bild 3.1:	Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im EG (Außenwohnbereich)
Bild 3.2:	Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im EG
Bild 3.3:	Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 1. OG
Bild 3.4:	Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 1. OG
Bild 3.5:	Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 2. OG
Bild 3.6:	Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 2. OG
Bild 3.7:	Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 3. OG / Staffelgeschoss
Bild 3.8:	Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 3. OG / Staffelgeschoss



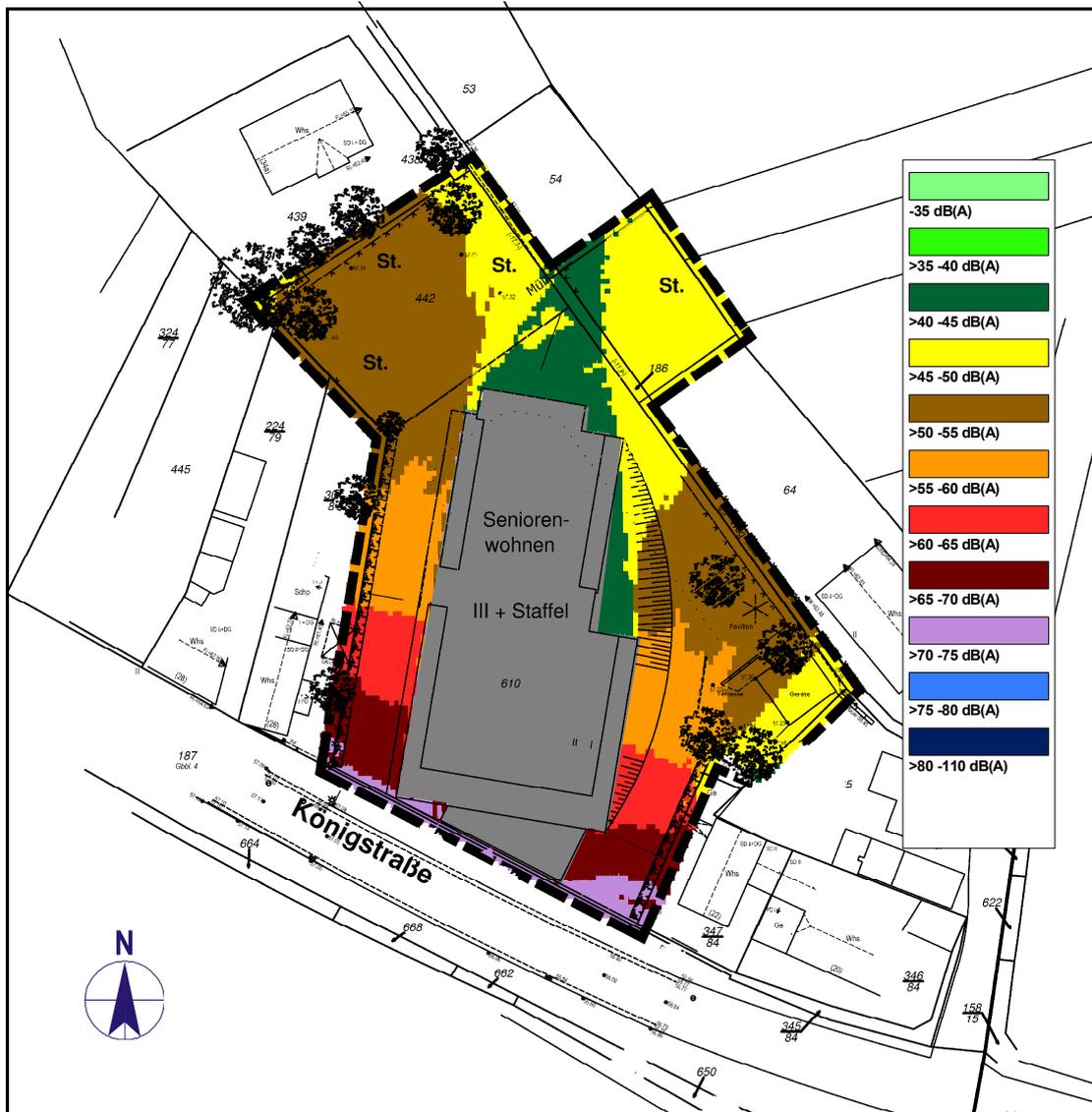


Bild 3.1: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im EG (Außenwohnbereich), Maßstab 1:800



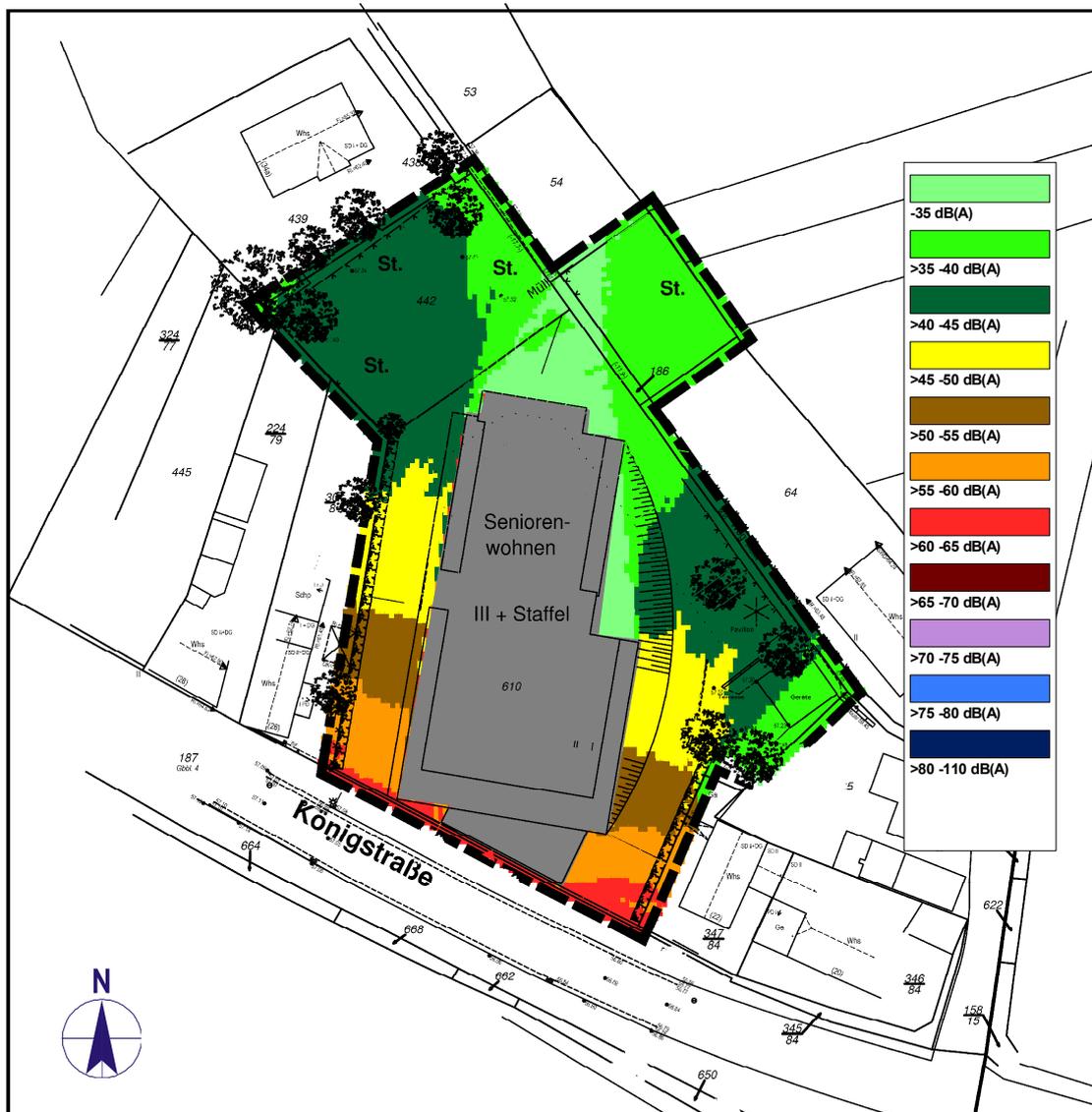


Bild 3.2: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im EG, Maßstab 1:800



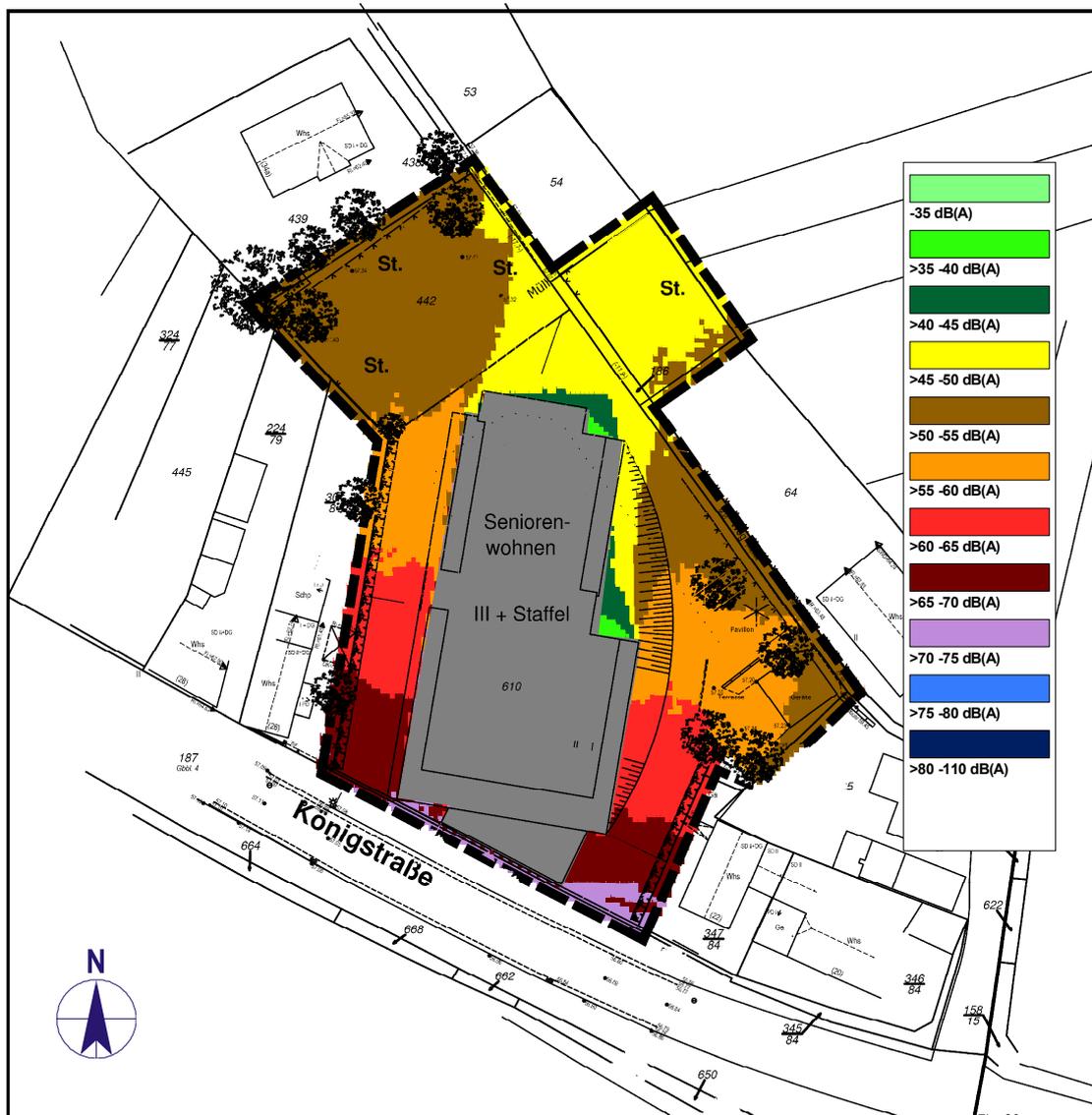


Bild 3.3: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 1. OG, Maßstab 1:800



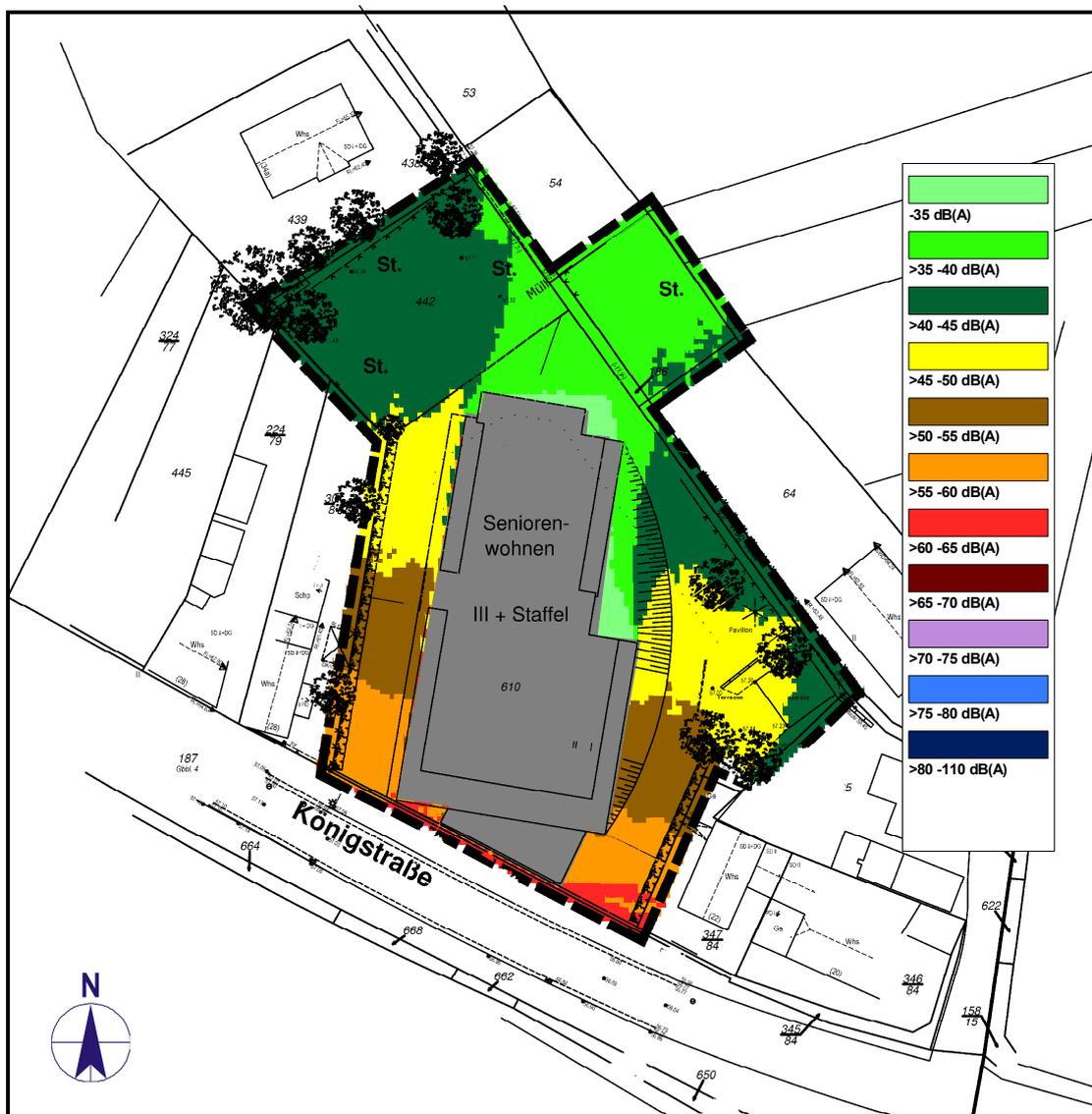


Bild 3.4: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 1. OG, Maßstab 1:800



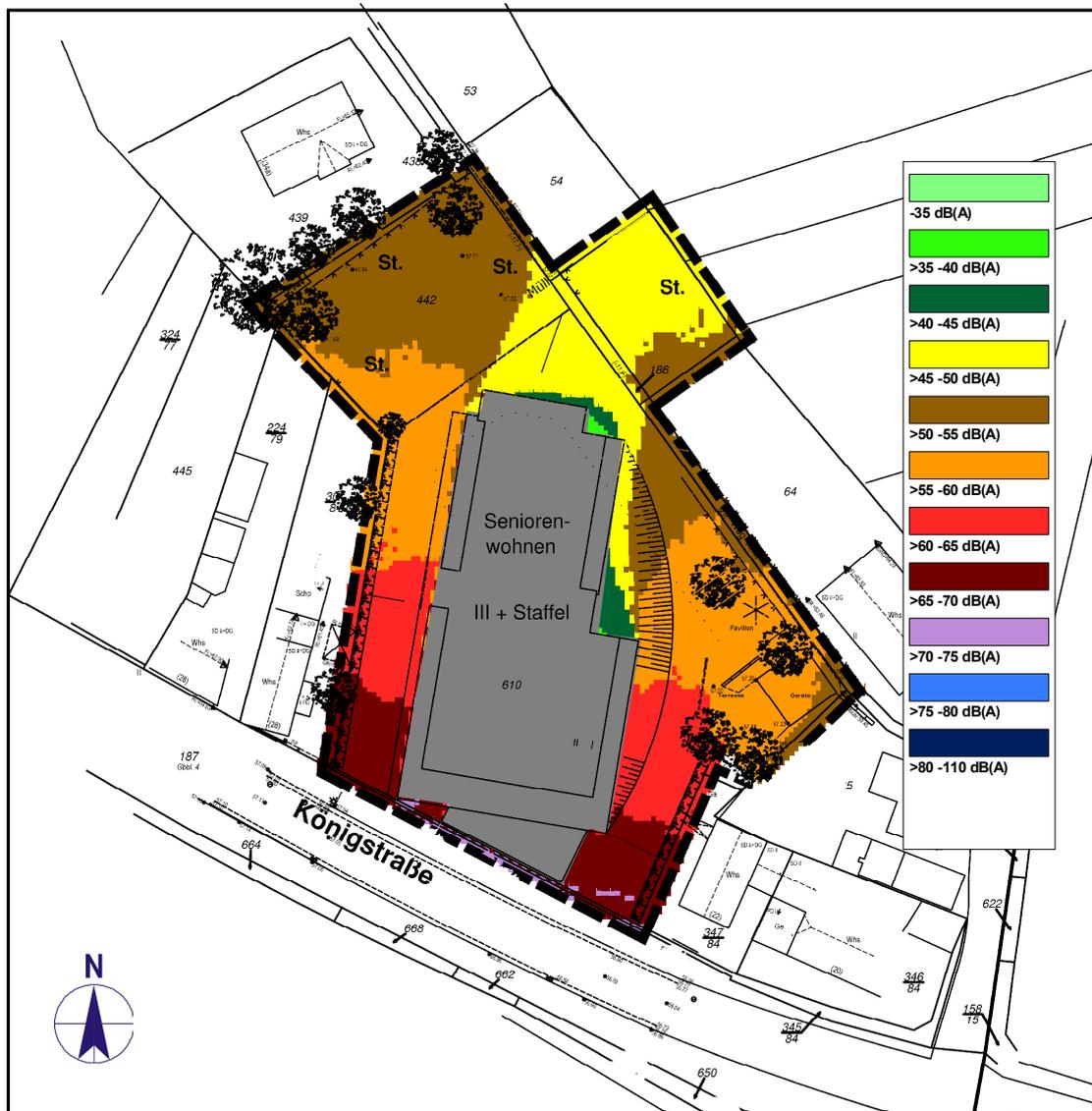


Bild 3.5: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 2. OG, Maßstab 1:800



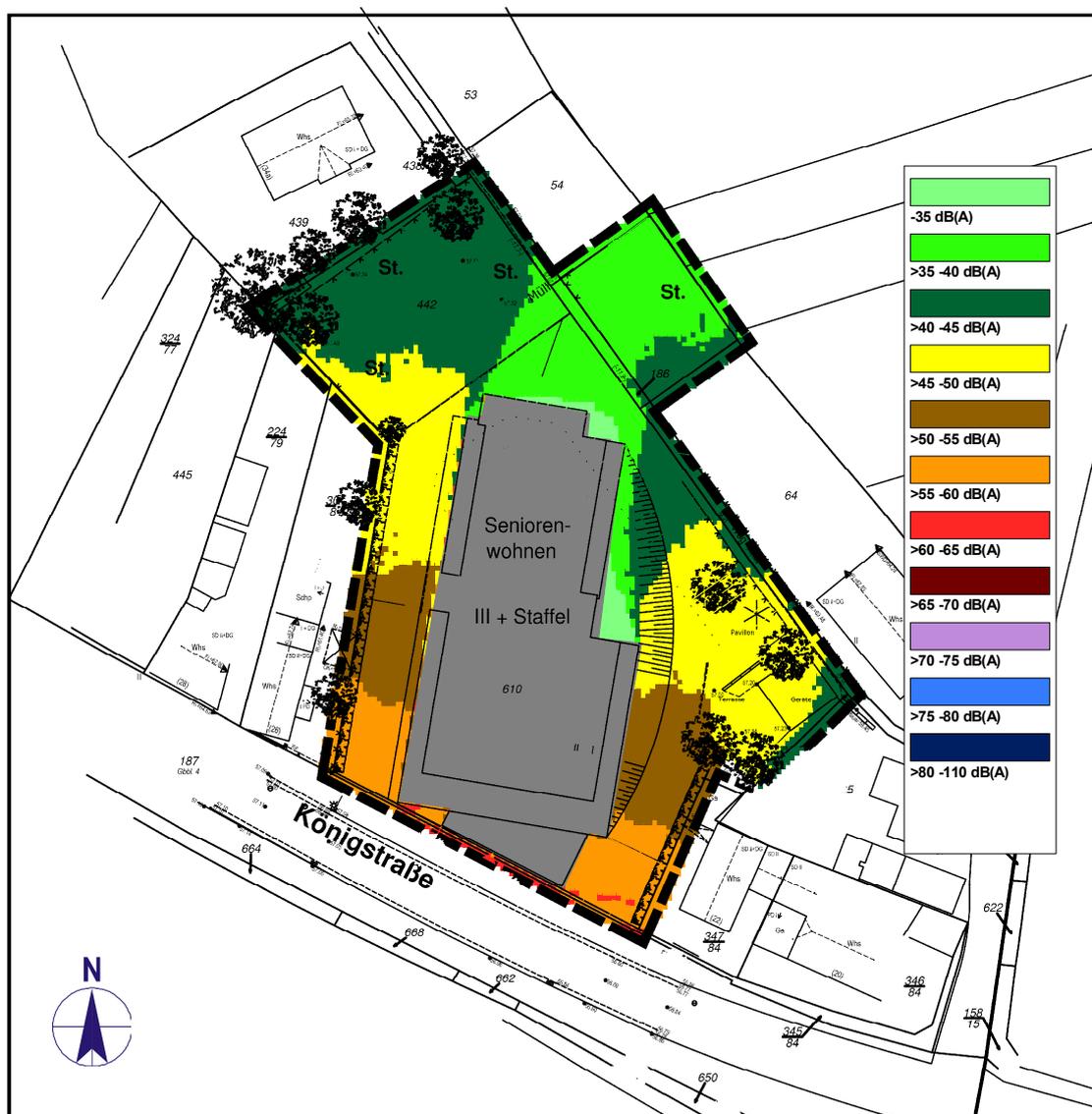


Bild 3.6: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 2. OG, Maßstab 1:800



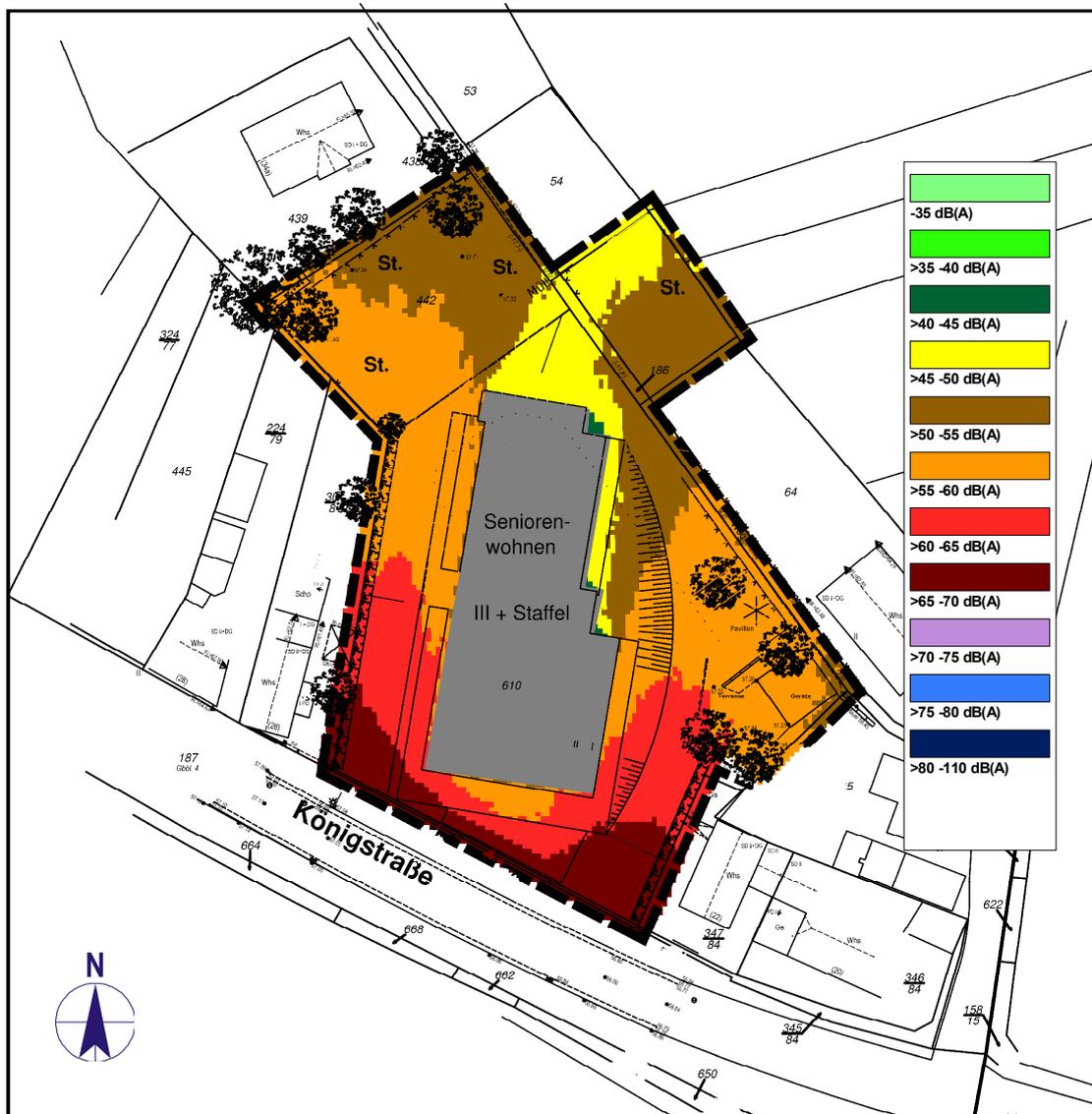


Bild 3.7: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 3. OG (Staffelgeschoss), Maßstab 1:800



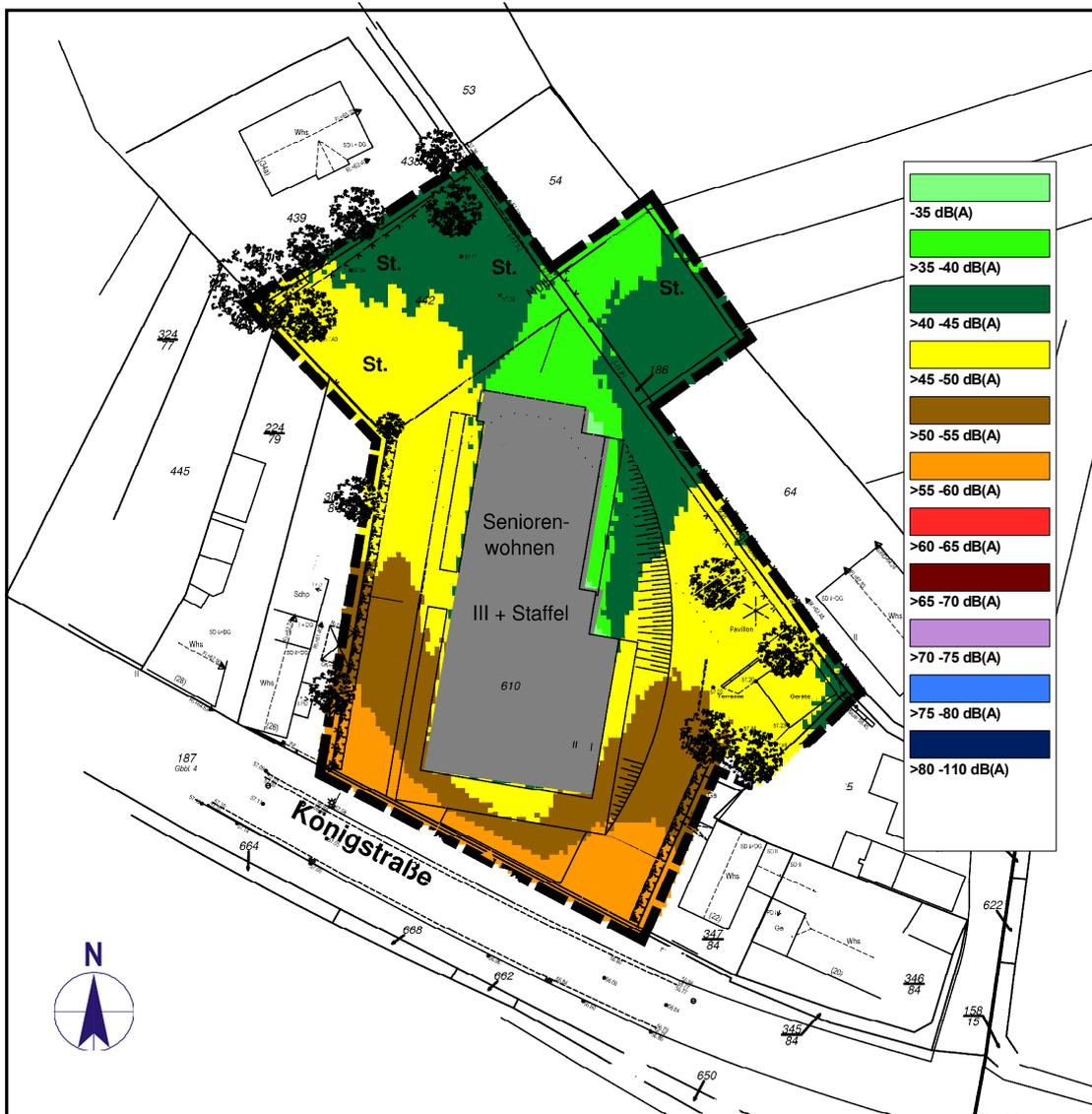


Bild 3.8: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 3. OG (Staffelgeschoss), Maßstab 1:800



3.4 Beurteilung der Verkehrsgeräusche nach DIN 18005

Im Beiblatt 1 zur DIN 18005 "Schallschutz im Städtebau" [3] sind Orientierungswerte für die städtebauliche Planung genannt. Sie sind keine Grenzwerte, d. h. sie unterliegen im Einzelfall der Abwägung und haben vorrangig Bedeutung für die Planung von Neubaugebieten mit schutzbedürftigen Nutzungen. In vorbelasteten Bereichen, insbesondere bei vorhandener Bebauung, bestehenden Verkehrswegen und Gemengelagen lassen sich nach DIN 18005 [3] die Orientierungswerte oft nicht einhalten. Sie betragen (auszugsweise) für Verkehrsgeräusche:

Tabelle 3.2: Orientierungswerte für Verkehrsgeräusche nach Beiblatt 1 zu DIN 18005, Teil 1 (Auszug)

Gebietsausweisung bzw. Nutzung	Orientierungswerte für Verkehrsgeräusche in dB(A)	
	tags	nachts
MI-Gebiete	60	50

Beim Vergleich der Orientierungswerte eines Mischgebietes (MI) mit den Berechnungsergebnissen in den Lärmkarten (vgl. Bild 3.1 bis Bild 3.8) wird ersichtlich:

Straßenverkehrsgeräuschsituation:

In den möglichen Außenwohnbereichen nördlich, östlich und westlich des Bauvorhabens wird der Orientierungswert am Tage ab etwa der Gebäudemitte in Richtung Norden des Plangebietes eingehalten. Aus planungsrechtlicher Sicht werden Pegel unter 60 dB(A) [12] im Einwirkungsbereich von Verkehrswegen noch für zumutbar gehalten (vgl. Lärmkarte 3.1., orange Farbmarkierung, Pegel > 55 dB(A)). Auf Erdgeschosshöhe beginnt der orange Farbbereich, der die Einhaltung des Orientierungswertes zur Tageszeit für ein Mischgebiet (MI) markiert, ab der Gebäudemitte. Die West-, Ost- und Südfassade des geplanten Gebäudes weisen hier die Farbbereiche rot bis lila auf, was einer Überschreitung des Orientierungswertes zur Tageszeit entspricht. Diese Farbbereiche dehnen sich dann mit zunehmender Geschosshöhe in Richtung des nördlichen Plangebietes aus. Zur Nachtzeit zeigt der braune Farbbereich die Überschreitung des Orientierungswertes für ein Mischgebiet (MI). Dieser Farbbereich beginnt ungefähr im 1. Drittel des südlichen Gebäudeteils und zieht sich ebenso mit zunehmender Höhe nach Norden.



Die Bereiche mit einer Überschreitung der Orientierungswerte haben in den Lärmkarten folgende Kennfarben:

MI-Gebiete	tags:	rot und dunkelrot
	nachts:	braun, orange, rot und dunkelrot

3.4.1 Schallminderungsmaßnahmen

Wegen den festgestellten Überschreitungen der Orientierungswerte sind entsprechende Schallminderungsmaßnahmen erforderlich.

3.4.2 Aktive Schallschutzmaßnahmen

Aktive Schallschutzmaßnahmen, mit dem Ziel die Verkehrsgeräusche innerhalb des Plangebietes wirkungsvoll abzuschirmen, sind aus städtebaulicher Sicht unter Berücksichtigung der hier gegebenen Örtlichkeiten bzw. Abständen sowie der räumlichen Größe der jeweiligen Emittenten kaum zu realisieren.

Im folgenden Abschnitt werden für das Plangebiet passive Schallschutzmaßnahmen nach DIN 4109 [7] ausgelegt, die den erforderlichen Schallschutz in den Gebäuden sicherstellen.

3.4.3 Passive Schallschutzmaßnahmen

Zur Sicherstellung eines ausreichenden Schallschutzes in den Gebäuden können passive Schallschutzmaßnahmen in Form von Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen (Fenster, Wände und Dächer ausgebauter Dachgeschosse) schutzbedürftiger Nutzungen vorgesehen werden.

Zur exakten Auslegung der Mindestanforderungen z.B. nach VDI 2719 [8] oder DIN 4109 [7] ist die genaue Kenntnis von Außengeräuschpegeln, Nutzungsart, Raumgröße, Fensterflächenanteil, Bauausführung usw. erforderlich.



3.4.3.1 Lärmpegelbereiche nach DIN 4109

Es wird die Festsetzung so genannter „Lärmpegelbereiche“ (z.B. nach § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB) empfohlen.

Dazu sind gemäß DIN 4109 [7] zur Festlegung der erforderlichen Luftschalldämmung von Außenbauteilen gegenüber Außenlärm "Lärmpegelbereiche" (I - VII) festzulegen, die einem "maßgeblichen Außenlärmpegel" zuzuordnen sind. Die "maßgeblichen Außenlärmpegel" sind die errechneten Beurteilungspegel zur Tageszeit zu denen gemäß DIN 4109 [7] ein Zuschlag von 3 dB hinzuzufügen ist (Ermittlung des "maßgeblichen Außenlärmpegels"). Tabelle 3.3 zeigt die Einstufung in Lärmpegelbereiche nach DIN 4109 [7].

Tabelle 3.3: Lärmpegelbereiche gemäß DIN 4109 und Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

Lärm- pegel- bereich	Raumarten			
	Maßgeblicher Außenlärm- pegel zur Tageszeit in dB(A)	Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernach- tungsräume in Beherber- gungsbetrieben, Unter- richtsräume und ähnli- ches	Büroräume und ähnliches*
		erf. $R'_{w, res}$ des Außenbauteils in dB		
I	≤ 55	35	30	-
II	56 – 60	35	30	30
III	61 – 65	40	35	30
IV	66 – 70	45	40	35
V	71 – 75	50	45	40
VI	76 – 80	**	50	45
VII	> 80	**	**	50

* Soweit der eindringende Außenlärm aufgrund der ausgeübten Tätigkeit relevant ist

** Einzelauslegung der Anforderungen entsprechend der Örtlichkeit



Nachfolgend werden die Lärmpegelbereiche für das Plangebiet ermittelt und die hier vorkommenden Lärmpegelbereiche II bis V in der Lärmkarte Bild 3.9 grafisch abgegrenzt dargestellt.

Dabei basieren die Lärmpegelbereiche auf der Geräuschsituation der Straßenfrequentierung.



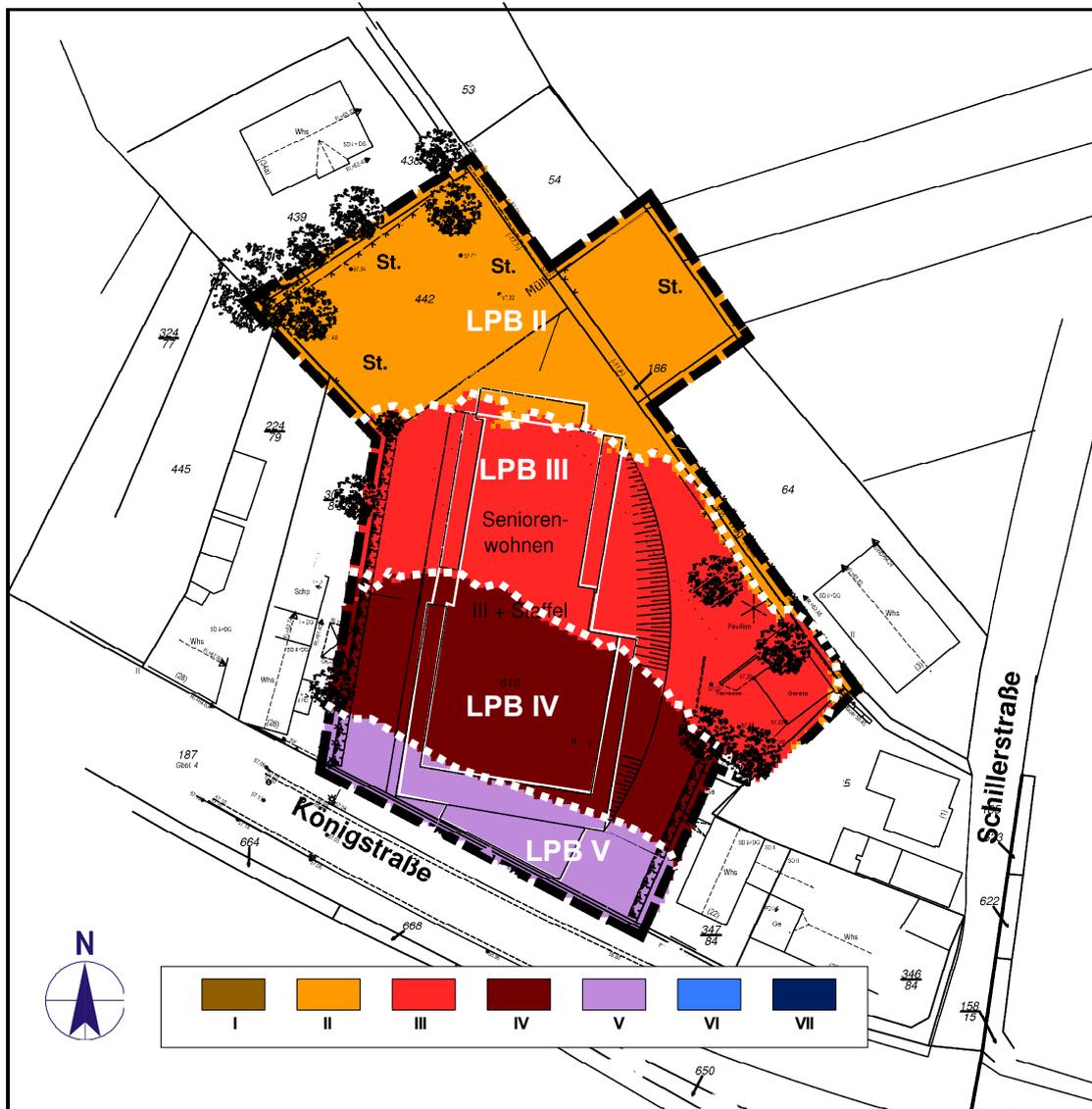


Bild 3.9: Lärmpegelbereiche (LPB) nach DIN 4109, für das ungünstigste 1. Obergeschoss, Straßenverkehrsgläusche, Maßstab 1:800



Anhand des Lärmpegelbereiches können im konkreten Einzelfall (z.B. Baugenehmigungsverfahren) aus DIN 4109 [7] Tabelle 8 - 10, relativ einfach die Anforderungen an die Luftschalldämmung und das erforderliche resultierende Schalldämm-Maß von verschiedenen Wand/Dach und Fensterkombinationen ermittelt werden.

3.4.3.2 Hinweise zur Bauausführung

Zur Sicherstellung des erforderlichen passiven Schallschutzes ist die konkrete Bauausführung durch einen entsprechenden Schallschutz-Nachweis zu überprüfen.

Die volle Wirksamkeit der Schalldämmung einer Außenfassade bzw. im Einzelnen von Fenstern ist nur dann gegeben, wenn die Fenster geschlossen sind. Hierdurch können Lüftungsprobleme entstehen, die durch eine „Stoßbelüftung“ oder eine „indirekte Lüftung über Flure oder Nachbarräume oft nur unzureichend lösbar sind. Allgemein wird deshalb empfohlen, zumindest an Schlafräumen, vor denen nachts Beurteilungspegel von 45 dB(A) überschritten werden, den Einbau entsprechend ausgelegter fensterunabhängiger Lüftungsanlagen vorzusehen (ab gelber Farbkennung, dies betrifft alle Geschosshöhen, vgl. Lärmkarten Bild 3.2, Bild 3.4, Bild 3.6 und Bild 3.8).

Grundsätzlich wird empfohlen, die Schlafräume in dem Gebäude von den Verkehrsgeschäusquellen (hier Straße) abgewandt anzuordnen.

Hinsichtlich von Rollladenkästen ist darauf zu achten, dass die Schalldämmung des Fensters nicht verschlechtert wird. Entsprechende konstruktive Hinweise können VDI 2719 [8] und DIN 4109 [7] entnommen werden.

3.5 Verkehrsgeräusche durch den Quell- und Zielverkehr des Plangebiets auf bestehenden öffentlichen Verkehrswegen

Im Zusammenhang mit den Bauvorhaben im Rahmen des Bebauungsplanes Bo 18 der Stadt Bornheim ist die Veränderung der Verkehrsgeräuschsituation auf bestehenden öffentlichen Straßen durch den Quell- und Zielverkehr des Plangebiets zu bewerten.

Die Veränderung der allgemeinen Straßenverkehrsgeräuschsituation auf bestehenden öffentlichen Straßen (Königstraße) kann in Anlehnung an die 16. BImSchV [4] beurteilt werden.



Beurteilung

Danach sind bei dem hier zu erwartenden Verkehrsaufkommen durch den Quell- und Zielverkehr des Plangebiets auf bestehenden öffentlichen Straßen wegen bereits vorhandener Verkehrsbelastungen (Königstraße) nur Veränderungen der Verkehrsgäräuschsituation deutlich unterhalb des Relevanzkriteriums von 3 dB zu erwarten (keine Verdoppelung des Verkehrsaufkommens). Somit sind die Verkehrsgeräusche durch den Quell- und Zielverkehr des Plangebiets auf bestehenden öffentlichen Verkehrswegen hier nicht beurteilungsrelevant.

4 Zusammenfassung

Im vorliegenden Gutachten wurde die Verkehrsgeräuschsituation für die geplante Errichtung des Seniorenwohnheimes Beethovenstift im Rahmen des Bebauungsplanes Bo 18 der Stadt Bornheim untersucht.

Die Verkehrsgeräuschsituation durch den Straßenverkehr ist berechnet und in Form von farbigen Lärmkarten für die Geschosshöhen Erdgeschoss, 1. und 2. Obergeschoss sowie für das 3. Obergeschoss (Staffelgeschoss) zur Tages- und Nachtzeit dargestellt worden.

Bei einer Beurteilung nach DIN 18005, Teil 1 "Schallschutz im Städtebau" für den Straßenverkehr nachstehendes:

Aktive Schallschutzmaßnahmen, mit dem Ziel die Verkehrsgeräusche innerhalb des Plangebietes wirkungsvoll abzuschirmen, sind aus städtebaulicher Sicht unter Berücksichtigung der hier gegebenen Örtlichkeiten bzw. Abständen sowie der räumlichen Größe der jeweiligen Emittenten kaum zu realisieren.

Zur Sicherstellung eines ausreichenden Schallschutzes in dem Gebäude wurden passive Schallschutzmaßnahmen in Form von Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen (Fenster, Wände und Dächer ausgebauter Dachgeschosse) schutzbedürftiger Nutzungen nach DIN 4109 ausgelegt. Die daraus folgenden Lärmpegelbereiche II bis V, über das sich das Baufenster erstreckt, werden für das ungünstigste 1. Obergeschoss graphisch dargestellt. Bezüglich der notwendigen Innenraumbelüftung bei schalltechnisch wirksamen Fenstern wird empfohlen, zumindest an Schlafräumen mit nächtlichen Beurteilungspegeln über 45 dB(A) den Einbau entsprechend ausgelegter fensterunabhängiger Lüftungseinrichtungen vorzusehen, allerdings ab dem Lärmpegelbereich IV sollte dies zwingend vorgeschrieben werden.



Im Zusammenhang mit den Bauvorhaben im Rahmen des Bebauungsplanes Bo 18 der Stadt Bornheim ist eine relevante Veränderung der Verkehrsgeräuschsituation auf vorhandenen öffentlichen Straßen durch den Quell- und Zielverkehr des Plangebietes im Sinne der 16. BImSchV - Verkehrslärmschutzverordnung angesichts der zu erwartenden Verkehrsmengen auszuschließen.

KRAMER Schalltechnik GmbH


Jens-Uwe Schlüter
(Projektleiter)





Dipl.-Ing. Jörn Latz
(Messtellenleiter)



Anhang A: Verwendete Vorschriften, Richtlinien und Unterlagen

- [1] "Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge" (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) vom 15. März 1974 (BGBl. I S. 721) in der derzeit gültigen Fassung
- [2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutz-gesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998, GMBI 1998, Nr. 26, S. 503 515
- [3] DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 1: „Grundlagen und Hinweise für die Planung“, Juli 2002 DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 1: Beiblatt 1: „Berechnungsverfahren, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung“, Mai 1987

DIN 18005 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 2: Beiblatt 1: „Lärmkarten - Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen“, September 1991
- [4] Sechzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990
- [5] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90 Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau
- [6] DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“, Teil 2: „Allgemeine Berechnungsverfahren“, Oktober 1999
- [7] DIN 4109-1, Entwurf, „Schallschutz im Hochbau.- Teil 1: Anforderungen“, Ausgabe Oktober 2006
- [8] VDI 2719 "Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen", Ausgabe August 1987
- [9] Deutsche Grundkarte (Auszug), Maßstab 1:5.000
- [10] Stadt Bornheim Bebauungsplan BO 18, Darlegung der allgemeinen Ziele und Zwecke, Bornheim September 2015

- [11] Präsentationunterlagen der Einwohnerversammlung vom 09.12.2015
- [12] Der sachgerechte Bebauungsplan, Handreichungen für die kommunale Planung, 4. Auflage, Ulrich Kuschnerus, Dezember 2010
- [13] Gutachterliche Stellungnahme zur Geräuschsituation im Geltungsbereich des Bebauungsplanes Bo 23 „Freibadwiese“ der Stadt Bornheim, Bericht - Nr.: ACB 0114-407007-482 vom 19.12.2013, accon Environmental Consultants