



*Schalltechnische Untersuchungen zu
Gewerbe-, Verkehrs- und Freizeitlärm*

*Benannte Messstelle nach
§§ 26, 28 BImSchG*

Software-Entwicklung

**Schalltechnische Untersuchung
zum Bebauungsplan HE05
„Gartenstraße“ der Stadt Bornheim**

**Bericht Nr. 09 02 020/01
vom 20. Juli 2009**



**Schalltechnische Untersuchung
zum Bebauungsplan HE05 „Gartenstraße“
der Stadt Bornheim**

Auftraggeber: Reuter Immobilien GbR
Auf der Minnen 32
53332 Bornheim

Auftrag vom: 29.06.2009

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jörn Latz
Telefon: 02241 933809-5
Telefax: 02241 933809-1
E-Mail: info@kramer-schalltechnik.de

Anschrift: KRAMER Schalltechnik GmbH
Siegburger Straße 39
Eingang D
D-53757 Sankt Augustin

Bericht Nr.: 09 02 020/01
Bericht vom: 20. Juli 2009

Seitenzahl: 20 insgesamt
1 davon Anhang

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Aufgabenstellung	4
2	Beschreibung des Untersuchungsbereichs	4
3	Verkehrsgeräuschsituation	7
3.1	Berechnungsgrundlagen	7
3.2	Verkehrsdaten und Schallemissionswerte	8
3.3	Berechnungsergebnisse	8
4	Beurteilung der Verkehrsgeräuschsituation nach DIN 18005	13
5	Schallminderungsmaßnahmen	13
5.1	Aktive Schallschutzmaßnahmen	14
5.2	Passive Schallschutzmaßnahmen	14
6	Planungsrechtliche Umsetzung	18
7	Zusammenfassung	18
	Anhang	20

1 Aufgabenstellung

Die Stadt Bornheim beabsichtigt die Aufstellung des Bebauungsplanes HE05 „Gerdenstraße“ im Ortsteil Hersel, der im Einwirkungsbereich von Verkehrsgeräuschquellen Allgemeines Wohngebiet festsetzen soll.

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

2 Beschreibung des Untersuchungsbereichs

Das Plangebiet befindet sich im südlich zentralen Bereich von Bornheim-Hersel. Dabei sollen auf einer Gesamtfläche von ca. 2.300 m² etwa 5 Wohneinheiten in Einzel- und Doppelhausbebauung errichtet werden. Die Bebauung ist in zweigeschossiger Bauweise (2 Vollgeschosse mit ausgebautem Dachgeschoss) innerhalb eines Allgemeinen Wohngebietes vorgesehen.

Weiterhin ist am südwestlichen Rand des Bauvorhabens, im Bereich der beabsichtigten Garagen eine Wand mit mindestens 2,2 m Höhe über dem aktuellen Bodenniveau geplant.

Südwestlich des Plangebietes verläuft die L 300/Elbestraße.

Weitere Einzelheiten können den Bildern 2.1 bis 2.2 entnommen werden.

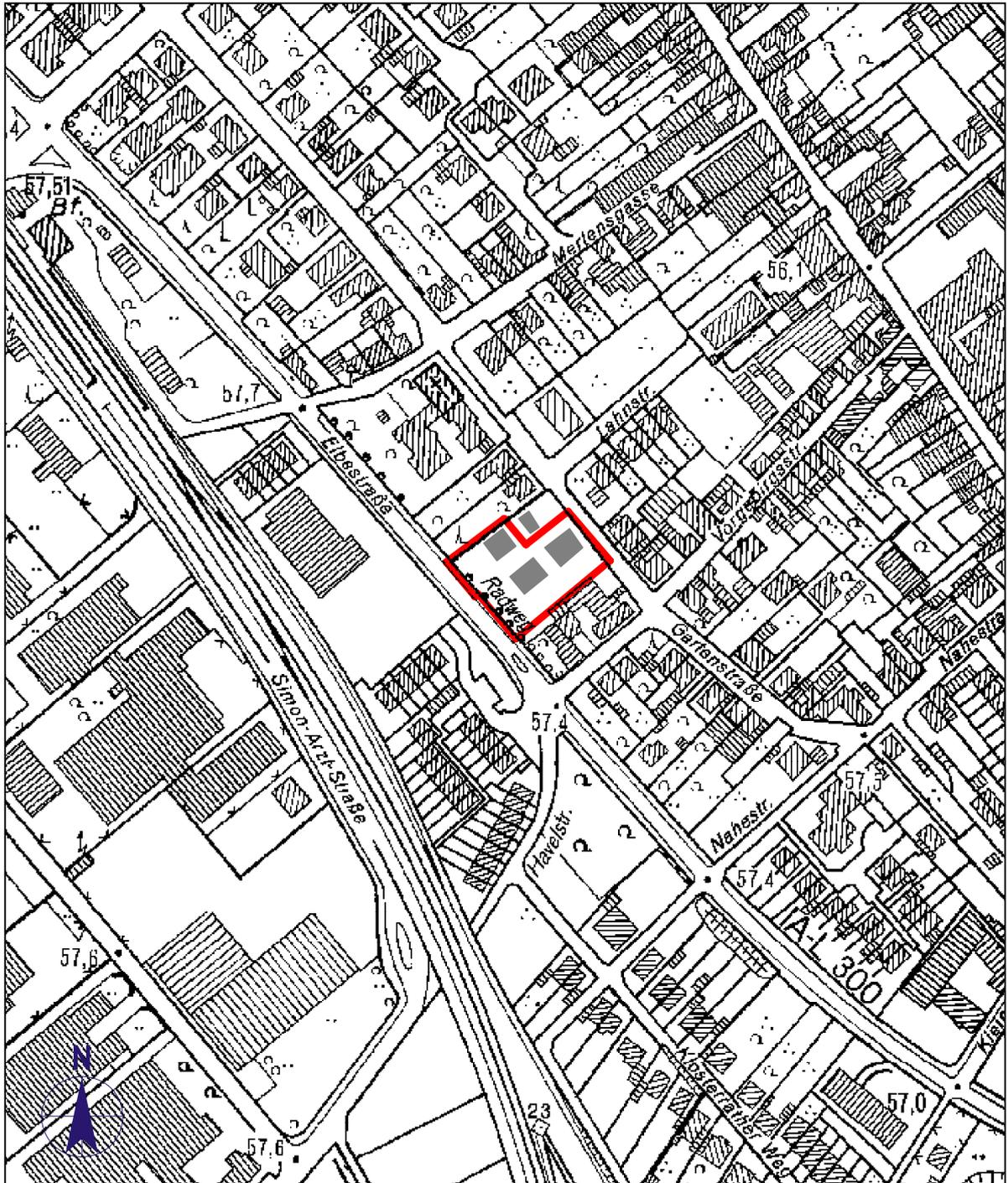


Bild 2.1: *Übersichtsplan mit markiertem Bereich des Bebauungsplanes
HE05 „Gartenstraße“ der Stadt Bornheim, Ortsteil Hersel,
Maßstab 1:3.000*



Bild 2.2: Bebauungsplan HE05 „Gertenstraße“ der Stadt Bornheim, Ortsteil Hersel, Maßstab 1:600

3 Verkehrsgeräuschsituation

3.1 Berechnungsgrundlagen

Die Berechnung der Verkehrsgeräuschsituation erfolgt mit dem Programmsystem SAOS-NP, Version 2008.85c. Dieses Programm ist speziell für derartige Berechnungen entwickelt worden. Es basiert auf den Regelwerken DIN 18005 [2], DIN ISO 9613-2 [6] und der RLS-90 [3]. 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 Rechner-Programm 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 gemäß RLS-90 [3] 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 [2] 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 [3]. Die Angaben zum Verkehrsaufkommen stammen vom Landesbetrieb Straßenbau NRW, Niederlassung Vile-Eifel:

- **Straßenverkehr:**
L 300/Elbestraße, Straßenverkehrszählung 2005, aus Sicherheitsgründen wird hier ein Zuschlag von 5% berücksichtigt.

Tabelle 3.1: Schallemissionswerte - Straßenverkehr nach RLS-90 (2005)

Straße	DTV	stündliche Verkehrsstärke	Lkw-Anteil	Zul. Höchstgeschwindigkeit	$L_{m,E}$
	in Kfz/24 h	Tag / Nacht in Kfz/h	Tag / Nacht in %	in km/h	Tag / Nacht in dB(A)
L 300/Elbestraße zwischen Kleinstraße und Moselstraße	12.173	705 / 112	4,3 / 6,0	50	62,1 / 54,9
L 300/Elbestraße südlich Kleinstraße und nördlich Moselstraße	12.173	705 / 112	4,3 / 6,0	70	64,4 / 57,1

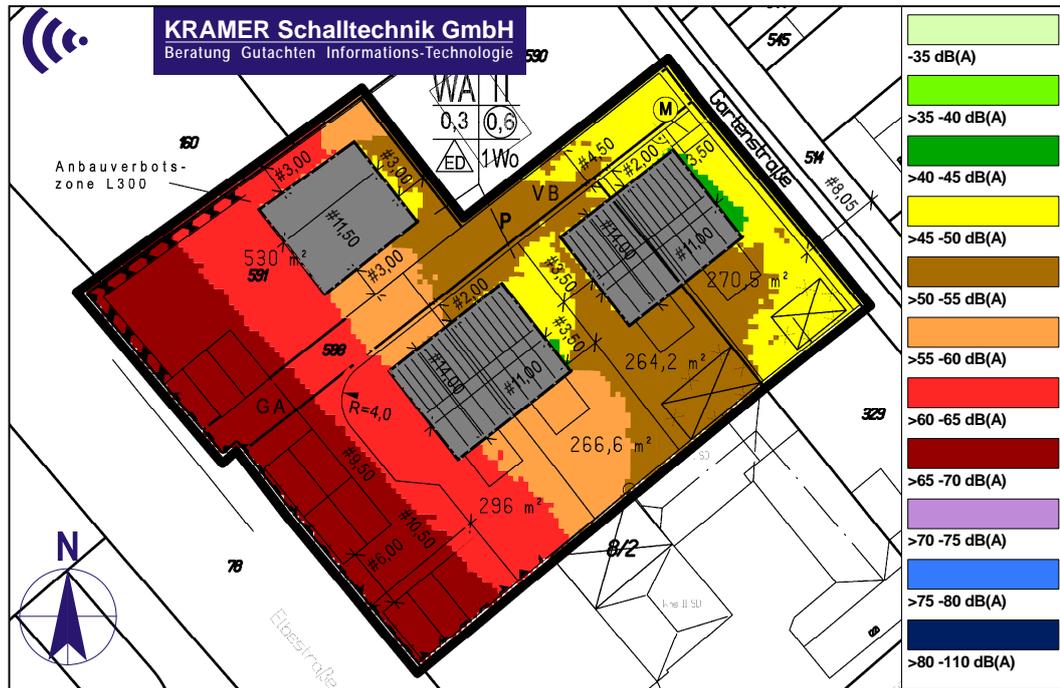
Es wird bei den berücksichtigten Straßenoberflächen von nicht geriffeltem Gussasphalt, Asphaltbeton oder Splittermastixasphalt ausgegangen. Die Pegelerhöhung von 0,2 dB aufgrund der aus Sicherheitsgründen berücksichtigten angesetzten Verkehrszunahme von 5 % ist in der Tabelle 3.1 nicht enthalten.

3.3 Berechnungsergebnisse

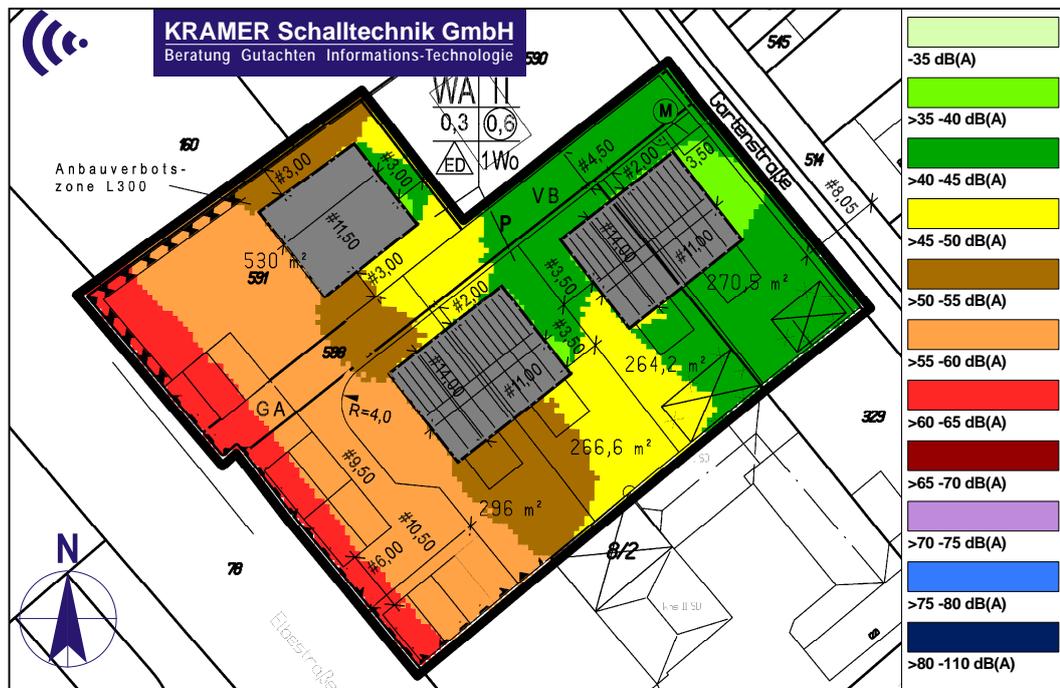
Die Berechnung der Geräuschsituation durch die Verkehrsgeräusche erfolgt für die charakteristischen Berechnungshöhen 2,0 m, 5,6 m und 8,4 m was etwa dem EG (Außenwohnbereich), dem 1. OG und dem 2. OG/DG entspricht.

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

- Lärmkarte 3.1: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im EG (Außenwohnbereich)*
- Lärmkarte 3.2: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im EG (Außenwohnbereich)*
- Lärmkarte 3.3: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 1. OG*
- Lärmkarte 3.4: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 1. OG*
- Lärmkarte 3.5: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 2. OG/DG*
- Lärmkarte 3.6: Beurteilungspegel der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 2. OG/DG*



Lärmkarte 3.3: L_r der Straßenverkehrsgeräusche zur Tageszeit im 1. OG, Maßstab 1:750



Lärmkarte 3.4: L_r der Straßenverkehrsgeräusche zur Nachtzeit im 1. OG, Maßstab 1:750

4 Beurteilung der Verkehrsgeräuschsituation nach DIN 18005

Im Beiblatt 1 zur DIN 18005 "Schallschutz im Städtebau" [2] 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 die Orientierungswerte oft nicht einhalten. Sie betragen (auszugsweise) für Verkehrsgeräusche:

Tabelle 4.1: Orientierungswerte für Verkehrsgeräusche nach Beiblatt 1 zu DIN 18005, Teil 1 (Auszug)

Gebietsausweisung bzw. Nutzung	Orientierungswerte für Verkehrsgeräusche in dB(A)	
	tags	nachts
WA-Gebiete	55	45

Beim Vergleich der Orientierungswerte eines Allgemeinen Wohngebietes (WA) mit den Berechnungsergebnissen in den Lärmkarten (3.1 bis 3.6) wird ersichtlich, dass die Orientierungswerte zur Tages- und Nachtzeit fast nur im Areal der südwestlichen Randbebauung entlang der L 300/Elbestraße überwiegend im Obergeschoss überschritten werden.

In den Außenwohnbereichen der Gebäude (z.B. abgewandte Fassadenseiten der jeweiligen Erschließungsstraßen) werden die Orientierungswerte am Tage überwiegend eingehalten. Leichte Überschreitungen mit Beurteilungspegeln von bis zu 58 dB(A) treten insbesondere im Bereich der nordwestlichen Gebäude auf (vgl. Bild 3.1, orange Farbmarkierung, Pegel > 55 dB(A)). Diese Überschreitungshöhe ist für die Außenwohnbereiche im Nahbereich von Verkehrswegen noch akzeptabel.

Die Bereiche mit einer Überschreitung der Orientierungswerte haben folgende Kennfarben:

WA-Gebiete tags: orange, rot und dunkelrot
 nachts: gelb, braun, orange und rot

5 Schallminderungsmaßnahmen

Wegen den festgestellten Überschreitungen der Orientierungswerte sind entsprechende Schallminderungsmaßnahmen erforderlich.

5.1 Aktive Schallschutzmaßnahmen

Aktive Schallschutzmaßnahmen, mit dem Ziel die Verkehrsgerausche im Außenwohnbereich wirkungsvoll abzuschirmen, sind durch die Errichtung der Schallschutzwand mit mindestens 2,2 m Höhe sowie den abschirmenden Garagenbaukörpern entlang der L 300/Elbestraße bereits realisiert.

Im folgenden Abschnitt werden für das Plangebiet ergänzende passive Schallschutzmaßnahmen nach DIN 4109 [5] ausgelegt, die den erforderlichen Schallschutz in den Gebäuden sicherstellen.

5.2 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 [4] oder DIN 4109 [5] ist die genaue Kenntnis von Außengeräuschpegeln, Nutzungsart, Raumgröße, Fensterflächenanteil, Bauausführung usw. erforderlich. Da im derzeitigen Planungsstand nur die berechneten Außengeräuschpegel und teilweise die Nutzungen konkret vorliegen, können die Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen noch nicht exakt festgelegt werden.

5.2.1 Lärmpegelbereiche nach DIN 4109

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

Dazu sind gemäß DIN 4109 [5] 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 [5] ein Zuschlag von 3 dB hinzuzufügen ist (Ermittlung des "maßgeblichen Außenlärmpegels"). Tabelle 5.1 zeigt die Einstufung in Lärmpegelbereiche nach DIN 4109 [5].

Tabelle 5.1: Lärmpegelbereiche gemäß DIN 4109 und Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen

Lärmpegelbereich	Maßgeblicher Außenlärmpegel zur Tageszeit in dB(A)	Raumarten		
		Bettenräume in Krankenanstalten und Sanatorien	Aufenthaltsräume in Wohnungen, Übernachtungsräume in Beherbergungsbetrieben, Unterrichtsräume und ähnliches	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

Anhand der Lärmpegelbereiche können im konkreten Einzelfall (z.B. Baugenehmigungsverfahren) aus DIN 4109 [5], Tabelle 8 - 10, relativ einfach die Anforderungen an die Luftschalldämmung und das erforderliche resultierende Schalldämm-Maß von verschiedenen Wand/Dach und Fensterkombinationen ermittelt werden.

Nachfolgend werden die Lärmpegelbereiche für das Plangebiet ermittelt und mit farbigen Balken an den betroffenen Fassaden/Baugrenzen vereinfacht dargestellt. Lärmkarte 5.LPB zeigt für das Plangebiet den erforderlichen Lärmpegelbereich III.

Die Lärmpegelbereiche I und II (braune und orange Farbkennung) sind bei Neubauten allgemein nur von untergeordneter Bedeutung. Auch der Lärmpegelbereich III (rote Farbkennung) bedingt bei Neubauten nur leicht erhöhte Anforderungen (vgl. Tabelle 5.2).



Lärmkarte 5.LPB: Lärmpegelbereiche (LPB) nach DIN 4109
Maßstab 1:600

5.2.2 Konkrete Ausführungsbeispiele für bestimmte Raumarten

Bei passivem Schallschutz für übliche Bauausführungen von **Aufenthaltsräumen in Wohnungen, Unterrichtsräume usw.** (Raumhöhe etwa 2,5 m, Raumtiefe etwa 4,5 m oder mehr, Fensterflächenanteil bis 50 %) sind die in Tabelle 5.2 beispielhaft aufgezeigten Anforderungen zu stellen, soweit sie über die bei Neubauten vorgeschriebenen Bauausführungen (Außenwand/Fenster) hinausgehen. Die Angaben sind im Allgemeinen nicht für Festsetzung im Bebauungsplan geeignet, sie sollen nur den abstrakten Begriff „Lärmpegelbereich“ konkretisieren.

Tabelle 5.2: Konkrete Ausführungsbeispiele für übliche Bauausführungen von Aufenthaltsräumen

Lärmpegelbereich	Farbkennung	Betrifft folgende Bereiche der Bauflächen	Anforderungen für übliche Bauausführungen von Aufenthaltsräumen in Wohnungen, Unterrichtsräume usw. (Raumhöhe etwa 2,5 m, Raumtiefe etwa 4,5 m oder mehr, Fensterflächenanteil bis 50 %), die über die bei <u>Neubauten</u> vorgeschriebenen Bauausführungen (Außenwand/Fenster) hinausgehen:		
			Außenwände	Fenster, Fenstertüren	Dächer ausgebauter Dachgeschosse
I	braun	Dies betrifft zurückliegende Bereiche	Keine weitergehenden Anforderungen		
II	orange	Dies betrifft zurückliegende Bereiche	Keine weitergehenden Anforderungen		
III	rot	Betrifft die der L 300/Elbestraße angrenzenden bzw. quergestellten Fassadenseiten	Keine weitergehenden Anforderungen	Keine weitergehenden Anforderungen, die über die bei Neubauten vorgeschriebenen Bauausführungen hinaus gehen (Schallschutzklasse 2 nach [4])	Falls nicht massiv ausgeführt, ist ein bewertetes Schalldämm-Maß $R'_w \geq 40$ dB erforderlich Ausführungsbeispiel: Dacheindeckung auf Querlattung, Unterspannbahn, ≥ 60 mm Faserdämmstoffe, unterseitige Spanplatten oder Gipskarton mit ≥ 12 mm und ≥ 10 kg/m ² auf Zwischenlattung
IV	dunkelrot	kommt hier nicht vor			
V	purpur	kommt hier nicht vor			
VI	blau	kommt hier nicht vor			
VII	dunkelblau	kommt hier nicht vor			

Für Büronutzungen mit üblichen Bauausführungen (Raumhöhe etwa 2,5 m, Raumtiefe etwa 4,5 m oder mehr, Fensterflächenanteil bis 50 %) gelten jeweils die Anforderungen des nächst niedrigeren Bereichs (z.B. gelten für Büronutzungen im Lärmpegelbereich IV die für den Lärmpegelbereich III vorstehend aufgeführten Anforderungen)

5.2.3 Hinweise zur Lüftung bei schalltechnisch wirksamen Fenstern

Die Schalldämmung von Fenstern ist nur dann voll wirksam, 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 in den Lärmkarten zur Nachtzeit).

Hinsichtlich von Rollladenkästen ist darauf zu achten, dass die Schalldämmung des Fensters nicht verschlechtert wird. Entsprechende konstruktive Hinweise können VDI 2719 [4] und DIN 4109 [5] entnommen werden.

6 Planungsrechtliche Umsetzung

Hinsichtlich der passiven Schallschutzmaßnahmen sollte der hier vorkommende Lärmpegelbereich III nach § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB (vgl. Kapitel 5.2.) für das Plangebiet festgesetzt werden. Wegen der geringen Anforderungen sind die Lärmpegelbereiche I und II entbehrlich bzw. bereits Standard beim Neubau. Dabei muss der Lärmpegelbereich und das je nach Raumart erforderliche Schalldämmmaß (erf. $R'_{w, res}$ in dB) der Außenbauteile entsprechend Tabelle 5.1 im Bebauungsplan angegeben werden.

7 Zusammenfassung

Im vorliegenden Gutachten wurde die Verkehrsräuschsituation im Rahmen des Bebauungsplanes HE05 „Gertenstraße“ der Stadt Bornheim im Ortsteil Hersel untersucht. Dabei sind im Lärmeinwirkungsbereich Wohnnutzungen innerhalb eines Allgemeinen Wohngebietes vorgesehen.

Die Verkehrsräuschsituation durch den Straßenverkehr ist berechnet und in Form von farbigen Lärmkarten für die Geschosshöhen EG (Außenwohnbereich), 1.OG und 2.OG/DG zur Tages- und Nachtzeit dargestellt worden.

Bei einer Beurteilung nach DIN 18005, Teil 1 "Schallschutz im Städtebau" werden die Orientierungswerte zur Tages- und Nachtzeit fast nur im Areal der südwestlichen Randbebauung entlang der L 300/Elbestraße überwiegend im Obergeschoss überschritten.

In den Außenwohnbereichen der Gebäude (z.B. abgewandte Fassadenseiten der jeweiligen Erschließungsstraßen) werden die Orientierungswerte am Tage überwiegend eingehalten. Leichte Überschreitungen mit Beurteilungspegeln von bis zu 58 dB(A) treten insbesondere im Bereich der nordwestlichen Gebäude auf. Diese Überschreitungshöhe ist für die Außenwohnbereiche im Nahbereich von Verkehrswegen noch akzeptabel.

Aktive Schallschutzmaßnahmen, mit dem Ziel die Verkehrsräusche wirkungsvoll abzuschirmen, sind durch die Errichtung der Schallschutzwand mit mindestens 2,2 m Höhe sowie den abschirmenden Garagenbaukörpern entlang der L 300/Elbestraße bereits realisiert.

Zur Sicherstellung eines ausreichenden Schallschutzes in den Gebäuden wurden zusätzlich passive Schallschutzmaßnahmen in Form von Mindestanforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen (Fenster, Wände und Dächer ausgebaut)

ter Dachgeschosse) schutzbedürftiger Nutzungen nach DIN 4109 ausgelegt. Da im derzeitigen Planungsstand die konkreten Ausführungen und Größen der Außenbauteile noch nicht exakt festliegen, empfiehlt sich die Kennzeichnung so genannter „Lärmpegelbereiche“ nach DIN 4109 im Bebauungsplan. Diese sind in der Lärmkarte 5.LPB dargestellt.

Zur planungsrechtlichen Umsetzung der passiven Schallschutzmaßnahmen im Bebauungsplan sollte der hier vorkommende Lärmpegelbereiche III nach § 9 Abs. 1 Nr. 24 BauGB entsprechend festgesetzt werden.

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.

KRAMER Schalltechnik GmbH

Dipl.-Ing. Jörn Latz

Dipl.-Ing. Manfred Heppekausen

Anhang: Gesetze, Normen, Regelwerke und verwendete Unterlagen

- [1] "Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge" (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchV) vom 15. März 1974 (BGBl. I S. 721) in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470)

- [2] DIN 18005-1 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 1: „Grundlagen und Hinweise für die Planung“, Juli 2002

DIN 18005-1 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 1: Beiblatt 1: „Berechnungsverfahren, Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung“, Mai 1987

DIN 18005-2 „Schallschutz im Städtebau“, Teil 2: „Lärmkarten - Kartenmäßige Darstellung von Schallimmissionen“, September 1991

- [3] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, RLS-90 Ausgabe 1990. Der Bundesminister für Verkehr, Abt. Straßenbau

- [4] VDI 2719 "Schalldämmung von Fenstern und deren Zusatzeinrichtungen", Ausgabe August 1987

- [5] DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau. Anforderungen und Nachweise“, Ausgabe November 1989, Berichtigung 1 vom August 1992, Änderung A1 vom Januar 2001

- [6] DIN ISO 9613-2 „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“, Teil 2: „Allgemeine Berechnungsverfahren“, Oktober 1999

- [7] Deutsche Grundkarte (Auszug), Maßstab 1:5.000

- [8] Bebauungsplan HE05 „Gertenstraße“ der Stadt Bornheim, Ortsteil Hersel, Stand 29.06.2009, Maßstab 1:500

- [9] Straßenverkehrsdaten (2005) vom Landesbetrieb Straßenbau NRW, Niederlassung Vile-Eifel