GRANER+PARTNER
INGENIEURE

Raumakustik · Tontechnik
Bauphysik · Schallschutz
VMPA Messstelle nach DIN 4109
Immissionsschutz nach §§ 26, 28
Bundes-Immissionsschutzgesetz

D-51465 Bergisch Gladbach
Lichtenweg 15-17
Tel. +49 (0) 2202 936 30-0
Fax +49 (0) 2202 936 30-30
info@graner-ingenieure.de
www.graner-ingenieure.de

Unternehmensform: GmbH
Geschäftsführung:
Brigitte Graner
Bernd Graner-Sommer
Amtsgericht Köln · HRB 45768

sc A5479
151026 sgut-1
Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Ganz, Durchwahl: -15

26.10.2015

SCHALLTECHNISCHES PROGNOSEGUTACHTEN

Bebauungsplan Nr. 44/5 "Mühlengraben Quartier", 1. Änderung in Siegburg

Projekt:	Untersuchung der zu erwartenden Geräuschimmissionen im Zusammenhang mit der im Rahmen der 1. Änderung geplanten Nutzung auf dem Areal am Mühlengrabenweg in Siegburg und Berechnung der auf das Plangebiet einwirkenden Verkehrslärm-immissionen
Auftraggeber:	LIDL Dienstleistung GmbH & Co. KG Rötelstr. 30 74166 Neckarsulm
Planung:	ISR – Innovative Stadt- und Raumplanung GmbH Zur Pumpstation 1 42781 Haan
Projekt-Nr.:	A5479

AIV

Inhaltsverzeichnis

1. Situation und Aufgabenstellung ... 3
2. Grundlagen ... 3
3. Anforderungen an den Schallschutz im Rahmen der Bauleitplanung ... 5
3.1. Allgemeines ... 5
3.2. Orientierungswerte der DIN 18005 ... 5
3.3. Immissionsrichtwerte der TA Lärm ... 6
3.4. Maximalpegel ... 7
3.5. Vor-Zusatz-Gesamtbelastung ... 7
3.6. Verkehr auf öffentlichen Straßen ... 8
4. Situationsbeschreibung ... 9
4.1. Planung ... 9
4.2. Immissionspunkte ... 9
5. Ansatz der Schallemissionen ... 10
5.1. Bewegungshäufigkeiten ... 10
5.2. Ebenerdige Parkplätze ... 10
5.3. Pkw-Fahrstrecken ... 12
5.4. Lkw-Fahrstrecken ... 13
5.5. Verkehr auf öffentlichen Straßen ... 14
6. Berechnung der Schallimmissionen ... 15
7. Prognoseverfahren ... 17
8. Berechnungsergebnisse ... 18
8.1. Beurteilungspegel nach TA Lärm ... 18
8.2. Maximalpegel nach TA-Lärm ... 19
9. Schallschutzmaßnahmen ... 19
9.1. Technische Anlagen ... 19
9.2. Anordnung der Pkw-Parkplätze ... 20
10. Verkehrslärmeinwirkungen auf das Plangebiet ... 20
10.1. Berechnungsergebnisse Straßenverkehr ... 20
10.2. Lärmpegelbereiche nach DIN 4109 ... 21
10.3. Passive Schallschutzmaßnahmen ... 21
10.4. Textliche Festsetzungen zum Bebauungsplan ... 22
11. Qualität der Prognose ... 24
12. Zusammenfassung ... 24
Anlagen

1. Situation und Aufgabenstellung

Für das Areal nördlich der Wilhelmstraße und westlich der Straße "Zum Hohen Ufer" in zentraler Lage der Stadt Siegburg wird derzeit die 1. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 44/5 geplant. Im Vergleich zum ursprünglichen Bebauungsplan soll nunmehr das geplante Fachmarktzentrum zugunsten einer weiteren Wohnbebauung flächenmäßig reduziert werden. Die verkehrliche Anbindung erfolgt wie gehabt über das öffentliche Straßennetz im südöstlichen Plangebietsbereich im Anschluss an einen neu zu erstellenden Kreisverkehr an der Straße "Zum Hohen Ufer".

Aufgrund der geänderten Positionierung des Fachmarktzentrums sowie der neu geplanten Wohnnutzungen sind die schalltechnischen Untersuchungen für den ursprünglichen Bebauungsplan fortzuschreiben. Hier wurde mit Datum vom 19.05.2011 ein schalltechnisches Prognosegutachten erstellt. Hinsichtlich der verkehrlichen Auswirkungen durch das Plangebiet im Bereich der öffentlichen Straßen sind die darin erarbeiteten Aussagen nach wie vor gültig. Die Berechnungen sind in Bezug auf den Gewerbelärm hinsichtlich des nunmehr verkleinerten Fachmarktzentrums zu aktualisieren, darüber hinaus sind die Geräuscheinwirkungen durch den öffentlichen Verkehr auf die neu geplanten Wohnbereiche zu prognostizieren. Hier sind geeignete Vorgaben zur Sicherstellung von gesunden Wohn- und Arbeitsplatzverhältnissen zu erarbeiten.

Auf Grundlage der aktuellen Planunterlagen wurde das schalltechnische Berechnungsmodell aktualisiert und auf Grundlage der einschlägigen DIN-Normen und Verwaltungsvorschriften schalltechnische Prognoseberechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse im vorliegenden schalltechnischen Gutachten dokumentiert werden.

2. Grundlagen

Diese Bearbeitung basiert auf folgenden technischen Grundlagen, Richtlinien und Regelwerken:

Technische Grundlagen:

- Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. 44/5, 1. Änderung, Büro ISR, Stand 22.10.2015
- Stellungnahme zur Nutzungsänderung und den Auswirkungen auf die Verkehrsbelastung zum Vorhaben "Lüghausen-Gelände" in Siegburg, IGS vom 24.09.2015

- Telefonat mit dem Verkehrsgutachter der IGS vom 02.10.2015
- Schalltechnisches Prognosegutachten Graner + Partner Ingenieure GmbH vom 19.05.2011 (Projekt-Nr. A1021)

Vorschriften und Richtlinien:

BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 15.03.1974, in der derzeit gültigen Fassung
TA Lärm (1998)	6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm -
DIN 18005 Teil 1	Schallschutz im Städtebau, Juli 2002
Beiblatt 1 zu DIN 18005 Teil 1	Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung, Mai 1987
DIN ISO 9613-2	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Oktober 1999
Parkplatzlärmstudie	Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen - 6. Auflage August 2007, Bayerisches Landesamt für Umwelt
RLS 90	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Ausgabe 1990
DIN 45641	Mittelung von Schallpegeln, Juni 1990
VDI 3726	Schallschutz bei Gaststätten und Kegelbahnen, Januar 1991
DIN 4109	Schallschutz im Hochbau, November 1989
Heft 192	Technischer Bericht zur Untersuchung der Lkw- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen, herausgegeben von der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, 1995

Heft 3	Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie

3. Anforderungen an den Schallschutz im Rahmen der Bauleitplanung

3.1. Allgemeines

In § 50 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes wird gefordert, die für eine bestimmte Nutzung vorgesehenen Flächen einander so zuzuordnen, dass schädliche Umwelteinwirkungen auf schutzwürdige Gebiete soweit wie möglich vermieden werden, d. h. dass die Belange des Umweltschutzes zu beachten sind. Nach diesen gesetzlichen Anforderungen ist es geboten, den Schallschutz soweit wie möglich, zu berücksichtigen. Sie räumen ihm gegenüber anderen Belangen einen hohen Rang, jedoch keinen Vorrang ein.

3.2. Orientierungswerte der DIN 18005

Die bei der Planung von Baugebieten zugrunde zu legenden Richtwerte sind unter Berücksichtigung der Schutzbedürftigkeit der in den benachbarten Gebieten zulässigen Nutzungen unterschiedlich hoch und hängen von der Baugebietsart, der Lage des Gebietes und der Immissions-Vorbelastung ab.

Die Orientierungswerte entsprechen dem äquivalenten Dauerschallpegel L_{eq} (= Mittelungspegel L_{Am}) nach DIN 45641 und sind aus Sicht des Schallschutzes im Städtebau erwünschte Zielwerte jedoch keine Grenzwerte. Sie sind in ein Bei-blatt (Beiblatt 1 zu DIN 18005 -Teil 1- = Schalltechnische Orientierungswerte für die städtebauliche Planung) aufgenommen worden und deshalb nicht Bestandteil der Norm.

Die gebietsabhängigen Orientierungswerte sind wie folgt gestaffelt:

Tabelle 1:

Gebietsart	*Orientierungswert*	
	tags	*nachts*
in allgemeinen Wohngebieten (WA)	55 dB(A)	45/40 dB(A)
Mischgebiet (MI)	60 dB(A)	50/45 dB(A)

Bei zwei angegebenen Nachtwerten soll der niedrigere für Gewerbelärm (analog zur TA Lärm) gelten, der höhere, wenn öffentlicher Verkehrslärm Schiene / Straße zu berücksichtigen ist.

3.3. Immissionsrichtwerte der TA Lärm

Die 6. AVwV vom 26. August 1998 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (TA Lärm) ist als maßgebliche Vorschrift für die Bewertung von Geräuschemissionen verursachenden Anlagen genannt, wozu auch der im Zusammenhang mit der Nutzung verbundene Freiflächenverkehr auf dem Betriebsgelände zu berücksichtigen ist. Dort sind die Immissionsrichtwerte vorgegeben, die im gesamten Einwirkungsbereich einer Anlage außerhalb der Grundstücksgrenze, ohne Berücksichtigung einwirkender Fremdgeräusche, nicht überschritten werden dürfen.

Für die maßgeblichen Immissionsaufpunkte (s. Anlage 1) ist die Gebietseinstufung Mischgebiet zu berücksichtigen und somit gemäß Ziffer 6.1 der TA Lärm die folgenden Immissionsrichtwerte einzuhalten:

Gebietseinstufung	Immissionsrichtwert in dB(A)	
	Tag (06.00 – 22.00 Uhr)	Nacht (22.00 – 06.00 Uhr)
In Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten (MI)	60	45

Diese Immissionsrichtwerte sind im Abstand von 0,5 m vor dem geöffneten Fenster eines schutzbedürftigen Aufenthaltsraumes (gemäß DIN 4109) gemessen, einzuhalten.

Maßgebend für den Tageszeitraum ist der Zeitraum von 16 Stunden. Bei der Nachtzeit ist die volle Stunde anzusetzen, mit dem höchsten Beurteilungspegel, zu dem die Anlage maßgebend beiträgt.

3.4. Maximalpegel

Einzelne kurze Geräuschspitzen dürfen diese Immissionsrichtwerte um nicht mehr als

tags	30 dB(A)
nachts	20 dB(A)

überschreiten.

3.5. Vor-Zusatz-Gesamtbelastung

Gemäß Ziffer 3.2.1 der TA Lärm ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche vorbehaltlich der Regelungen in den Absätzen 2 - 5 sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung am maßgeblichen Immissionsort die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 nicht überschreitet.

Dabei bleiben Fremdgeräuscheinwirkungen wie Straßenverkehrslärm oder Schienenverkehrslärm zunächst unberücksichtigt. Maßgebend ist die Gesamtbelastung, die sich aus möglicherweise mehreren gewerblichen Nutzungen ergibt. Dementsprechend bestimmt Ziffer 3.2.1 im 6. Absatz, dass die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen in der Regel eine Prognose der Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage und - sofern im Einwirkungsbereich der Anlage andere Anlagengeräusche auftreten- die Bestimmung der Vorbelastung sowie der Gesamtbelastung voraussetzt.

Die Bestimmung der Vorbelastung kann entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage die Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 um mindestens 6 dB(A) unterschreiten.

Im vorliegenden Fall besteht nach der Realisierung des Objektes für die maßgeblichen Immissionspunkte (siehe Anlage 1) keine relevante Vorbelastung im Sinne der TA Lärm, so dass die Immissionsrichtwerte durch das Fachmarktzentrum ausgeschöpft werden können.

3.6. Verkehr auf öffentlichen Straßen

Entsprechend Punkt 7.4 der TA Lärm 1998 sind Fahrzeuggeräusche, welche durch den Betrieb der Anlage auf öffentlichen Verkehrsflächen auftreten, nach der Verkehrslärmschutz-Verordnung (16. BImSchV) zu berücksichtigen.

Danach sind Maßnahmen organisatorischer Art erforderlich, wenn durch den Betrieb der Anlage folgende Kriterien zutreffen:

- der Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche wird um mindestens 3 dB(A) erhöht
- es erfolgt keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr
- die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) werden erstmals oder weitergehend überschritten.

Oben angegebene Bedingungen gelten kumulativ, d. h. nur wenn alle drei Bedingungen erfüllt sind, sollen Geräusche des An- und Abfahrverkehrs durch Maßnahmen organisatorischer Art vermindert werden.

Der Beurteilungspegel für den Straßenverkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen ist zu berechnen nach den Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen - RLS 90, Ausgabe 1990.

Einzuhalten sind die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV), die für Mischgebiete mit

Lr = 64 dB(A) tags (06.00 - 22.00 Uhr)
und
Lr = 54 dB(A) nachts (22.00 -06.00 Uhr)

sowie für reine/allgemeine Wohngebiete mit

Lr = 59 dB(A) tags (06.00 – 22.00 Uhr)
und
Lr = 49 dB(A) nachts (22.00 – 06.00 Uhr)

festgesetzt sind.

4. Situationsbeschreibung

4.1. Planung

Die im Rahmen der 1. Änderung des Bebauungsplanes Nr. 44/5 vorgesehenen Nutzungsbereiche sind in Anlage 1 dargestellt. Das im südwestlichen Plangebietsbereich vorgesehene Fachmarktzentrum wurde nunmehr im Vergleich zu den Planungen aus dem Jahre 2011 auf eine Verkaufsfläche von 4.999 m^2 (ehemals 7.500 m^2) reduziert. Hierzu wurde die bauliche Anordnung des Fachmarktzentrums in südwestliche Richtung verkleinert. Der hierdurch neu gewonnene Raum soll mit 4 neuen Wohngebäuden bebaut werden. Die verkehrliche Erschließung erfolgt nach wie vor über den Anschluss an einen neuen Kreisverkehr im südöstlichen Plangebietsbereich. Für das Fachmarktzentrum stehen insgesamt ca. 202 Pkw-Stellplätze zur Verfügung. Die Anlieferungsbereiche für das Fachmarktzentrum werden allesamt über diesen Parkplatzbereich angefahren und verlassen. Die eigentliche Entladung der Waren erfolgt innerhalb des geschlossenen Gebäudekörpers, so dass relevante Schallimmissionen in diesem Zusammenhang ausgeschlossen werden können. Für die Bewohner der neu geplanten Wohnhäuser werden 2 Tiefgaragen geplant, die ebenfalls über den Verkehrsanschluss zum neu geplanten Kreisverkehr "Zum Hohen Ufer" erschlossen werden. Insgesamt ist von ca. 60 Pkw-Stellplätzen innerhalb der Tiefgaragen auszugehen. Im ebenerdigen Bereich werden darüber hinaus 11 weitere Stellplätze für Bewohner/Besucher der Wohngebäude geplant.

4.2. Immissionspunkte

Bei den weiteren Berechnungen werden die folgenden nächstliegenden Immissionspunkte durch Einzelpunktberechnungen berücksichtigt (siehe Anlage 1):

IP 1: Wilhelmstr. 155 - 157

IP 2: Wilhelmstr. 149

IP 3: Zum Hohen Ufer 39

IP 4: Zum Hohen Ufer 37

IP 5: Zum Hohen Ufer 33

IP 6: Friedrich-Ebert-Str. 16

IP 7: Zum Hohen Ufer 31

5. Ansatz der Schallemissionen

5.1. Bewegungshäufigkeiten

Die zu erwartende Verkehrsentwicklung durch die geplanten Nutzungen innerhalb des Plangebietes wurden in einer Stellungnahme der Verkehrsgutachter IGS vom 24.09.2015 untersucht. Die mit der vorliegenden 1. Änderung einhergehende Reduzierung der Verkaufsflächen des Fachmarktzentrums führt in der Folge zu einer Reduzierung der Ziel- und Quellverkehre innerhalb des Plangebietes. Nach einem geführten Telefonat mit dem Verkehrsgutachter kann dabei als konservative Abschätzung von einer 12 %igen Reduzierung der Ziel- und Quellverkehre im Vergleich zu den ursprünglichen Planungen aus dem Jahre 2011 ausgegangen werden. Im Rahmen der nachfolgenden schalltechnischen Untersuchungen wird insofern als Maximalabschätzung von folgenden Bewegungshäufigkeiten ausgegangen:

Kfz-Bewegungen tags (06.00 – 22.00 Uhr)	1.938 Kfz/d
Kfz-Bewegungen während der ungünstigsten Nachtstunde zwischen 22.00 und 06.00 Uhr	20 Kfz/h
Lkw-Anlieferverkehr tags (06.00 – 22.00 Uhr)	35 Lkw/d

5.2. Ebenerdige Parkplätze

Zur Berechnung der Geräuschemissionen des Parkplatzes wird die 6. Auflage (August 2007) der Parkplatzlärmstudie herangezogen, die vom Bayerischen Landesamt für Umweltschutz auf Basis einer Weiterentwicklung der DIN 18005 herausgegeben wurde.

Dort wurde ein Berechnungsverfahren entwickelt, mit dem in Abhängigkeit von der Parkplatzart, der Parkplatzgröße, der Stellplatzanzahl, der Bewegungshäufigkeit und den geometrischen Verhältnissen prognostiziert werden kann, welche Mittelungspegel in der Umgebung eines geplanten Parkplatzes durch seine Nutzung entstehen.

Anhand von umfangreichen Messreihen und theoretischen Rechenansätzen wurde die Berechnungsmethode für Schallimmissionen von Parkplätzen weiter entwickelt und für das sogenannte "zusammengefasste Verfahren" folgende Formel ermittelt (gemäß Ziffer 8.2.1 der Parkplatzlärmstudie):

L_w“ = $L_{wo} + K_{PA} + K_I + K_D + K_{StrO} + 10 \cdot \lg (B \cdot N) - 10 \cdot \lg (S / 1\ m^2)$

L_w“ = Flächenbezogener Schallleistungspegel aller Vorgänge auf dem Parkplatz (einschließlich Durchfahranteil)

L_{wo} = 63 dB(A) = Ausgangsschallleistungspegel für eine Bewegung / h auf einem P+R-Parkplatz

K_{PA} = Zuschlag für die Parkplatzart nach Tabelle 34; hier K_{PA} = 5 dB(A)

K_I = Zuschlag für die Impulshaltigkeit nach Tabelle 34; hier K_I = 4 dB(A)

K_D = Pegelerhöhung in Folge des Durchfahr- und Parksuchverkehrs

K_D += $2{,}5 \cdot \lg (f \cdot B - 9)$ [dB(A)]

$f \cdot B \geq 10$ Stellplätze; $K_D = 0$ für $f \cdot B \leq 10$

f = Stellplätze je Einheit und Bezugsgröße

K_{StrO} = Zuschlag für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen; hier K_{StrO} = 0,5 dB(A)

B = Bezugsgröße (hier: Anzahl der Stellplätze = 202)

N = Bewegungshäufigkeit
(Bewegungen je Einheit der Bezugsgröße und Stunde)

Auf Basis der in der Verkehrsuntersuchung ermittelten Bewegungshäufigkeiten sind folgende Frequentierungen angesetzt worden:

$N = \frac{1938 \cdot 2}{202 \cdot 16} = 1{,}2\ \frac{\text{Bewegungen}}{\text{STPL} \cdot \text{h}}$ (tagsüber 06.00 – 22.00 Uhr)

$N = 0{,}1\ \frac{\text{Bewegungen}}{\text{STPL} \cdot \text{h}}$ (nachts, entsprechend der Annahme, dass 10 % der Stellplätze geräumt werden.)

$B \cdot N$ = alle Fahrzeugbewegungen je Stunde auf der Parkplatzfläche (hier $202 \cdot 1{,}2 = 242$ Bewegungen/h)

S = Gesamtfläche bzw. Teilfläche des Parkplatzes

Der mit oben genannter Formel berechnete flächenbezogene Schallleistungspegel führt auch bei schalltechnisch ungünstigen Parkplatzformen zu Prognoseergebnissen, die auf der "sicheren Seite" liegen.

5.3. Pkw-Fahrstrecken

Für die Berechnung der Schallemissionen des Pkw-Fahrverkehrs für die Zu-/ Abfahrten der Parkplätze sowie für die Tiefgaragenzu-/Ausfahrt der neugeplanten Wohnhäuser wird das Berechnungsverfahren der RLS 90 herangezogen. Hier wird ein auf der sicheren Seite liegendes Berechnungsverfahren verwendet, mit dessen Hilfe längenbezogene Schallleistungspegel unter Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit, der maßgebenden Verkehrsstärke, der Gradiente der Fahrstrecke sowie unterschiedlicher Straßenoberflächen berechnet werden können. Der Emissionspegel wird nach den RLS 90 wie folgt berechnet:

$$L_{m,E} = L_{m(25)} + D_V + D_{StrO} + D_{Stg} + D_E$$

wobei

$L_{m(25)}$ = Mittelungspegel in 25 m horizontalem Abstand berechnet nach Abschnitt 4.4.1.1 der RLS 90, hier:
M = maßgebende Verkehrsstärke in Kfz/h,

Zu-/Ausfahrt + Fahrspur Parkplatz = $\frac{3875}{16}$ = 242 Kfz/h tags
= 20 Kfz/h nachts

+ Fahrspur Tiefgarage = 11,8 Kfz/h tags
= 1,6 Kfz/h nachts

p = Lkw-Anteil in %, hier p = 0 %

D_V = Korrektur für unterschiedliche Geschwindigkeiten
(hier: V = 30 km/h)

D_{StrO} = Korrektur für unterschiedliche Straßenoberflächen
[hier = 0 dB(A) für ebenen Fahrbahnbelag]

D_{Stg} = Zuschläge für Steigungen oder Gefälle
[hier: Parkplätze EKZ mit0 dB(A), Tiefgaragenrampe mit 3 dB(A) für 10 % Steigung/Gefälle)]

D_E = Korrektur für Reflexionen
(wird mit Hilfe des EDV-Programms anhand der vorhandenen reflektierenden Flächen berücksichtigt)

Die Fahrstrecken werden als Linienschallquellen gemäß DIN ISO 9613-2 lagerichtig im Bereich der Ein- und Ausfahrt bei den Berechnungen angesetzt (siehe Anlage 1).

5.4. Lkw-Fahrstrecken

Auf dem Betriebsgelände wurde zur Berücksichtigung der Geräusche durch den Lkw-Fahrverkehr eine Linienschallquelle gemäß DIN ISO 9613-2 ab der Einfahrt auf das Betriebsgelände inklusive Umfahrt des kompletten Parkplatzes bis wieder zur Ausfahrt angesetzt.

Der Emissionsansatz der schalltechnischen Berechnung basiert auf den Untersuchungen der Hessischen Landesanstalt für Umwelt / Heft 192 / Heft 3 (Technischer Bericht zur Untersuchung der Lkw- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen) und geht von folgenden Emissionswerten aus:

Fahrstrecke Lkw (nach T.B.z.U. der Lkw- und Ladegeräusche nach Ziffer 5.1 Seite 24) als Linienschallquelle gemäß DIN ISO 9613-2:

L_{WAr} = $L_{WA',1h}$ + 10 lgn + 10 lg l / 1 m - 10 lg (Tr / 1 h)

L_{WAr} = Schallleistungspegel der Fahrstrecke bezogen auf die Beurteilungszeit

$L_{WA`,1h}$ = zeitlich gemittelter Schallleistungspegel für 1 Lkw pro Stunde und 1 m Wegstrecke, $L_{WA',1h}$ = 63 dB(A)

n = Anzahl der Lkw einer Leistungsklasse in der Beurteilungszeit T_r (hier: 35 Lkws tagsüber)

T_r = Beurteilungszeit in h (tagsüber = 16 h)

l = Länge der Fahrstrecke in m (die Aufteilung der Fahrstrecken in Streckenabschnitte zur exakten Berechnung der Immissionspegel erfolgt programmintern)

Zur Überprüfung des Spitzenpegelkriteriums gemäß TA-Lärm wurde auf der Fahrstrecke ein Maximalpegel von L_{wAmax} = 108 dB(A) für "Entlüftungsgeräusche der Betriebsbremse" angesetzt.

Aufgrund der geplanten Entladebereiche innerhalb des geschlossenen Gebäudekörpers findet keine relevante Schallemission in Richtung der nächstliegenden schutzbedürftigen Bereiche statt, so dass die Geräusche durch die Anliefervorgänge im vorliegenden Fall unrelevant sind.

5.5. Verkehr auf öffentlichen Straßen

Die Berechnung von Straßenverkehrslärm-Immissionen wird nach den Richtlinien für Lärmschutz an Straßen (RLS 90) durchgeführt, herausgegeben und eingeführt am 10.04.1990 durch den Bundesminister für Verkehr. Die Stärke der Schallemission von einer Straße oder einem Fahrstreifen wird nach den Richtlinien der RLS 90 aus der Verkehrsstärke, dem Lkw-Anteil, der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, der Art der Straßenoberfläche und der Gradiente berechnet.

Die Höhe des Schallpegels an einem Immissionsort hängt außerdem noch vom Abstand zwischen Immissions- und Emissionsort (Schallquelle) und von der mittleren Höhe des Strahls von der Quelle zum Immissionsort über dem Boden ab. Sie kann außerdem durch Reflexionen (z. B. an Hausfronten oder Stützmauern) verstärkt oder durch Abschirmung (z. B. durch Lärmschutzwände, Wälle, Gebäude, Geländeerhebungen oder durch Tieflage der Straße) verringert werden.

Der Beurteilungspegel von Verkehrsgeräuschen wird getrennt für den Tag und die Nacht berechnet:

$L_{r,T}$ für die Zeit von 06.00 - 22.00 Uhr

und

$L_{r,N}$ für die Zeit von 22.00 - 06.00 Uhr.

Die nach den Richtlinien RLS 90 berechneten Beurteilungspegel gelten für leichten Mitwind, wodurch die Schallausbreitung begünstigt wird.

Die an den Immissionsaufpunkten zu erwartenden Mittelungspegel L_m werden nach dem vorbeschriebenen Verfahren schrittweise berechnet:

$$L_m = L_{m,E} + D_S + D_{BM} + D_B$$

mit

$L_{m,E}$ = Emissionspegel

D_S = Pegeländerung zur Berücksichtigung des Abstandes und der Luftabsorption

D_{BM} = Pegeländerung nach Berücksichtigung der Boden- und Meteorologiedämpfung

D_B = Pegeländerung durch topographische Gegebenheiten und bauliche Maßnahmen

Der Emissionspegel wird wie folgt berechnet:

$L_{m,E} = L_{m(25)} + D_V + D_{STr.O} + D_{StG} + D_E$

D_V = Korrektur für unterschiedliche Geschwindigkeiten

$D_{Str.O}$ = Korrektur für unterschiedliche Straßenoberflächen

D_{StG} = Zuschläge für Steigungen oder Gefälle

D_E = Korrektur für Reflexionen / Abschirmungen durch Gebäude. Wird bei der Schallausbreitung berücksichtigt, wobei die Approximation auf 1 m Rasterweite ausgelegt wird.

Die Berücksichtigung o. a. Korrekturen geschieht entsprechend der RLS 90.

Verkehrsaufkommen der Straßen

Die bei den Schallausbreitungsberechnungen angesetzte Verkehrsbelastung auf den öffentlichen Straßen zur Ermittlung der einwirkenden Verkehrslärmimmissionen wurde aus dem schalltechnischen Prognosegutachten im Jahre 2011 übernommen. Tatsächlich ist dies eine "worst case Betrachtung", da hierin noch nicht die nunmehr reduzierten Bewegungshäufigkeiten aufgrund der reduzierten Verkaufsfläche berücksichtigt ist.

6. Berechnung der Schallimmissionen

Zur Berechnung der Schallimmissionen (Beurteilungspegel L_r) am Immissionsort müssen die Schallausbreitungsbedingungen und die gegebenenfalls zu berücksichtigenden Abschirmwirkungen durch Gebäude, Schallschutzwände, o. ä. einfließen.

Dies wird nach dem Verfahren der

DIN ISO 9613-2 - Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien -

ermittelt.

Dabei wird der Schalldruckpegel am Immissionsort im Abstand S_m vom Mittelpunkt der Schallquelle nach folgender Gleichung ermittelt:

$$L_{fT}(DW) = L_w + D_c - A_{div} - A_{gr} - A_{atm} - A_{bar} - A_{misc}$$

Hierin bedeuten:

L_{fT} (DW):	äquivalenter A-bewerteter Dauerschalldruckpegel eines Teilstückes am Immissionsort bei Mitwind in dB(A)
L_w:	Schallleistungspegel in dB(A)
$D_c = D_o + D_i + D_{omega}$:	Richtwirkungskorrektur in dB = Raumwinkelmaß + Richtwirkungsmaß + Bodenreflexion (frq.-unabh. Berechnung)
A_{div}:	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung in dB
A_{atm}:	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption in dB (bei 70 % Luftfeuchtigkeit und + 10℃ Temperatur)
A_{gr}:	Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes in dB
A_{bar}:	Dämpfung aufgrund von Abschirmung in dB (die vorhandenen Gebäude wurden als abschirmende Elemente im Computerprogramm lagerichtig berücksichtigt)
A_{misc}:	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte in dB (z. B. Dämpfung durch Bewuchs, Bebauung etc. im vorliegenden Fall nicht relevant)
L_{AT} (DW):	äquivalenter A-bewerteter Dauerschalldruckpegel am Immissionsort bei Mitwind summiert über alle Schall-quellen in dB(A)

Zur Beurteilung der Geräuschimmissionen der Zusatzbelastung wird gemäß TA-Lärm A.1.2b) der Langzeitmittelungspegel L_{AT} (LT) herangezogen.

Der A-bewertete Langzeitmittelungspegel L_{AT} (LT) unter Berücksichtigung der meteorologischen Korrektur C_{met} wird folgendermaßen ermittelt:

$$L_{AT}\,(LT) = L_{AT}\,(DW) - C_{met}$$

$$C_{met} = C_0 \cdot (1 - 10 \cdot \frac{hs + hr}{dp})$$

mit

C_0: Faktor in Dezibel, der von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und -richtung sowie Temperaturgradienten abhängt

hs: Höhe der Schallquelle in Metern

hr: Höhe des Immissionspunktes in Metern

dp: Abstand zwischen Schallquelle und Immissionspunkt, projiziert auf die horizontale Bodenebene in Metern

Im vorliegenden Fall wurde im Sinne einer pessimalen Berechnung die meteorologische Korrektur $C_{met} = 0$ gesetzt.

7. Prognoseverfahren

Die Ermittlung der Schallausbreitung erfolgt rechnergestützt durch das Immissionsprognoseprogramm "IMMI 2015" der Fa. Wölfel.

Der Beurteilungspegel an den Immissionspunkten wird unter Berücksichtigung aller genannten Schallquellen als Summenpegel berechnet. Die Position der Emittenten entsprechen den Vorgaben der Richtlinien, bzw. den durch die Gebäudeabmessungen. Danach liegt die Emissionshöhe für Fahrzeugbewegungen nach RLS 90 sowie der bayerischen Parkplatzlärmstudie bei 0,5 m über OK Boden.

Die Immissionsaufpunkte liegen auf Mitte Fenster des jeweiligen Stockwerks. Eine Etage entspricht ≈ h = 2,80 m.

8. Berechnungsergebnisse

8.1. Beurteilungspegel nach TA Lärm

Die durch den Betrieb des Fachmarktzentrums in der Nachbarschaft zu erwartenden Beurteilungspegel sind als farbige Schallausbreitungsmodelle in der Anlage 2 (Tageszeitraum 06.00 – 22.00 Uhr) sowie in Anlage 3 (ungünstigste Nachtstunde im Zeitraum 22.00 – 06.00 Uhr) dargestellt. Zusätzlich sind für die Immissionspunkte IP1 – IP7 (siehe Anlage 1) Einzelpunktberechnungen durchgeführt worden, wonach folgende Ergebnisse ermittelt wurden.

Beurteilungspegel gemäß TA Lärm:

Immissions-punkt	Beurteilungspegel L_r in dB(A)		zul. Immissionsrichtwert gemäß TA Lärm in dB(A)		Differenz L_r - IRW in dB	
	tags (6.00-22.00 Uhr)	nachts (22.00-6.00 Uhr)	tags (6.00-22.00 Uhr)	nachts (22.00-6.00 Uhr)	tags (6.00-22.00 Uhr)	nachts (22.00-6.00 Uhr)
IP1	44,3	29,6	60	45	-15,7	-15,4
IP2	57,9	44,3	60	45	-2,1	-1,7
IP3	57,0	44,2	60	45	-3,0	-0,8
IP4	55,7	42,9	60	45	-4,3	-2,1
IP5	52,8	39,9	60	45	-7,2	-5,1
IP6	51,1	37,9	60	45	-8,9	-7,1
IP7	46,1	32,7	60	45	-13,9	-12,3

Die prognostizierten Beurteilungspegel zeigen, dass die zulässigen Immissionsrichtwerte gemäß TA Lärm an den nächstliegenden schutzbedürftigen Nutzungen sowohl während des Tages- als auch während des Nachtzeitraumes unterschritten, also eingehalten werden. Die farbigen Schallausbreitungsmodelle zeigen, dass die vorhandene Wohnnutzung entlang der Brückbergstraße sowie die neu geplanten Wohnhäuser innerhalb des Plangebietes durch den geplanten Gebäudekörper des Fachmarktzentrums sehr gut abgeschirmt werden, so dass in diesen Bereichen die Immissionsrichtwerte für allgemeine Wohngebiete tags und nachts deutlich unterschritten, also eingehalten werden. Die detaillierten Berechnungsergebnisse der Schallausbreitung sind in den Anlagen 7 ff. aufgeführt.

8.2. Maximalpegel nach TA-Lärm

In der Bayerischen Parkplatzlärmstudie werden unter Tabelle 37 Mindestabstände zwischen dem kritischen Immissionsort und dem nächstgelegenen Stellplatz bei einer Nutzung während des Nachtzeitraumes angegeben. Für die Gebietseinstufung Kern-, Dorf- und Mischgebiet ist dabei ein Mindestabstand von 19 m zwischen dem Rand des Parkplatzes und dem nächstgelegenen Immissionsort einzuhalten. Diese Abstände liegen im vorliegenden Fall überwiegend vor. Lediglich im südlichen Grundstücksbereich an der Wilhelmstraße kann je nach Planung zur Anordnung der Stellplätze der Abstand theoretisch unterschritten werden. In diesem Bereich sind die Stellplätze somit so anzuordnen, dass ein Mindestabstand von 19 m eingehalten wird.

Während des Tageszeitraumes ist aufgrund der gegebenen Abstände keine Überschreitung des Maximalpegelkriteriums gemäß TA Lärm zu befürchten. Da die Lkw-Warenanlieferungen ebenfalls ausschließlich während des Tageszeitraumes erfolgen, sind diesbezüglich auch keine Überschreitungen der zulässigen Maximalpegel zu erwarten.

Insofern ergibt sich zusammenfassend die Feststellung, dass die Erfüllung des Maximalpegelkriteriums grundsätzlich gewährleistet ist.

9. Schallschutzmaßnahmen

9.1. Technische Anlagen

Die Standorte für die technischen Geräte sollten so gewählt werden, dass größtmögliche Abstände zu den nächstliegenden schutzbedürftigen Wohnraumfenstern entstehen. Darüber hinaus können günstige Abschirmwirkungen durch vorhandene / geplante Gebäudeteile genutzt werden.

Im Rahmen der weiteren Planungen sind die nach außen schallemittierenden technischen Anlagen so zu planen und zu dimensionieren, dass im Zusammenhang mit dem Betrieb der technischen Anlagen die Immissionsrichtwerte tags und nachts in summarischer Betrachtung nicht überschritten werden.

Die Geräuschemissionen der technischen Geräte muss einzeltonfrei im Sinne der DIN 45681 sein und darf zu keinen belästigenden tieffrequenten Geräuschimmissionen im Sinne der DIN 45680 führen. Nach Erfordernis kann zu gegebener Zeit auf Grundlage der konkreten haustechnischen Planung ein schalltechnischer Nachweis geführt werden.

9.2. Anordnung der Pkw-Parkplätze

Alle Pkw-Parkplätze des Einkaufszentrums, die auch nach 22.00 Uhr genutzt werden können (Entleerung der Parkplätze nach Ladenschluss) sind so anzuordnen, dass ein Mindestabstand von 19 m ab dem Rand der Parkplätze zu den nächstgelegenen Wohnhäusern eingehalten wird.

10. Verkehrslärmeinwirkungen auf das Plangebiet

10.1. Berechnungsergebnisse Straßenverkehr

Die Ergebnisse der auf das Plangebiet einwirkenden Straßenverkehrsgeräusche sind in den Anlagen 4 - 6 als farbige Schallausbreitungsmodelle bezogen auf das 1. OG dokumentiert:

Anlage 4: Farbiges Schallausbreitungsmodell Schallimmissionspegel Straßenverkehr Prognose tagsüber bezogen auf das 1. OG

Anlage 5: Farbiges Schallausbreitungsmodell Schallimmissionspegel Straßenverkehr Prognose nachts bezogen auf das 1. OG

Anlage 6: Farbiges Schallausbreitungsmodell Lärmpegelbereiche nach DIN 4109 Prognose bezogen auf das 1. OG

Bei den durchgeführten Schallausbreitungsberechnungen wurde der ungünstigste Zustand, d. h. freie Schallausbreitung, ohne die Abschirmwirkung der geplanten Wohnhäuser innerhalb des Plangebietes betrachtet.

Bewertung der Berechnungsergebnisse:

Wie die Berechnungsergebnisse zeigen, werden die geplanten Wohnhäuser innerhalb des Plangebietes mit Schalldruckpegeln von tagsüber ≈ 53 - 70 dB(A) und nachts ≈ 48 - 60 dB(A) beaufschlagt.

Die Orientierungswerte der DIN 18005 für Mischgebiete werden somit teilweise/ zeitweise überschritten, so dass von einem geräuschmäßig vorbelasteten Plangebiet gesprochen werden muss. Unter Berücksichtigung einer zukünftigen Bebauung entstehen geringere Geräuscheinwirkungen innerhalb des Plangebietes, so dass dann an den abgewandten Fassadenbereichen sowie an den rückwärtig geplanten Wohnhäusern im Wesentlichen von einer Einhaltung der Orientierungswerte auszugehen ist.

10.2. Lärmpegelbereiche nach DIN 4109

Aus den Prognoseergebnissen ergibt sich unter Berücksichtigung der Regelungen gemäß DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau – je nach Lage im Plangebiet unter Berücksichtigung der freien Schallausbreitung die Einstufung in die Lärmpegelbereiche III bis V (siehe Anlage 6).

Im Hinblick auf die Schallschutzmaßnahmen gemäß

DIN 4109 – Schallschutz im Hochbau -

und der

DIN 18005 – Schallschutz im Städtebau -

muss von einem teilweise geräuschmäßig vorbelasteten Plangebiet ausgegangen werden, da die Orientierungswerte für Mischgebiete teilweise überschritten werden.

10.3. Passive Schallschutzmaßnahmen

Unter passiven Schallschutzmaßnahmen versteht man bauliche Maßnahmen am Gebäude, mit denen die anzustrebenden Innenpegel zur Sicherung von gesunden akustischen Verhältnissen in schutzbedürftigen Räumen eingehalten werden.

In Abhängigkeit vom Außenlärm werden für die Festlegungen von Mindestwerten der Schalldämmung von Außenbauteilen Pegelbereiche festgelegt.

Im vorliegenden Fall ergeben sich durch die Verkehrslärmeinwirkungen die Lärmpegelbereiche III - V (gemäß DIN 4109, je nach Lage im Plangebiet siehe Anlage 6).

Tabelle 8: Anforderungen an die Luftschalldämmung von Außenbauteilen (erf. $R'_{w,res.}$ = resultierende Schalldämmung vorliegender Bezugsflächen)

Spalte	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*
Zeile	*Lärmpegel-bereich*	*Maßgeblicher Außenlärmpegel*	*Raumarten*		
			Bettenräume in Kranken-anstalten und Sanatorien	*Aufenthalts-räume in Wohnungen, Übernachtungs-räume in Beher-bergungsstätten, Unterrichts-räume und ähnliches*	*Büroräume [1] und ähnliches*
		dB(A)	*erf. $R'_{w,res.}$ des Außenbauteils in dB*		
1	I	bis 55	35	30	-
2	II	56 bis 60	35	30	30
3	III	61 bis 65	40	35	30
4	IV	66 bis 70	45	40	35
5	V	71 bis 75	50	45	40
6	VI	76 bis 80	[2]	50	45
7	VII	> 80	[2]	[2]	50

[1] An Außenbauteile von Räumen, bei denen der eindringende Außenlärm aufgrund der in den Räumen ausgeübten Tätigkeiten nur einen untergeordneten Beitrag zum Innenpegel leistet, werden keine Anforderungen gestellt.

[2] Die Anforderungen sind hier aufgrund der örtlichen Gegebenheiten festzulegen.

10.4. Textliche Festsetzungen zum Bebauungsplan

Gemäß § 9, Abs. 1, Nr. 24 BauGB können Maßnahmen zum Schallschutz im Bebauungsplan festgesetzt werden. Im vorliegenden Falle muss davon ausgegangen werden, dass die Plangrundstücke den

Lärmpegelbereichen III - V

zugeordnet werden müssen (siehe Anlage 6).

Diese Lärmpegelbereiche resultieren aus den durchgeführten Schallausbreitungsberechnungen ohne Berücksichtigung der Abschirmwirkungen durch die Gebäude innerhalb des Plangebietes. Eine Berechnung mit Berücksichtigung der Gebäude innerhalb des Plangebietes führt im Vergleich hierzu in Teilbereichen zu geringeren Lärmpegelbereichen. Insofern wird empfohlen, im Rahmen der textlichen Festsetzungen zum Bebauungsplan eine Ausnahmemöglichkeit zu formulieren, dass bei einem konkreten schalltechnischen Nachweis auch geringere Lärmpegelbereiche berücksichtigt werden können.

Anhand dieser Lärmpegelbereiche (LPB) können dann im konkreten Einzelfall bei dem Neubau eines Gebäudes oder bei einer geplanten baulichen Veränderung eines bestehenden Gebäudes (im nachgeschalteten Baugenehmigungsverfahren) aus den Tabellen 8-10 der DIN 4109 die Anforderungen an die Luftschalldämmung der Außenbauteile abgeleitet werden. In Abhängigkeit von der jeweiligen Raumnutzung ergeben sich für die Lärmpegelbereiche folgende resultierende Schalldämmmaße:

Im LPB III Für Aufenthaltsräume von Wohnungen muss das erforderliche resultierende Schalldämmmaß $R'_{w,res}$ für die Außenbauteile von baulichen Anlagen mindestens 35 dB und für Büroräume mindestens 30 dB betragen.

Im LPB IV Für Aufenthaltsräume von Wohnungen muss das erforderliche resultierende Schalldämmmaß $R'_{w,res}$ für die Außenbauteile von baulichen Anlagen mindestens 40 dB und für Büroräume mindestens 35 dB betragen.

Im LPB V Für Aufenthaltsräume von Wohnungen muss das erforderliche resultierende Schalldämmmaß $R'_{w,res}$ für die Außenbauteile von baulichen Anlagen mindestens 45 dB und für Büroräume mindestens 40 dB betragen.

Unter Kenntnis der genauen Raumkonfiguration (Raumart, Raumgröße, Fensterflächenanteil, verwendete Baukonstruktion) des jeweiligen Bauvorhabens ergibt sich weitergehend das erforderliche resultierende Schalldämmmaß für die einzelnen Teilflächen der Außenbauteile (Wand, Fenster, Dach usw.).

Hinweise zur Lüftung:
Die baulichen Maßnahmen an Außenbauteilen zum Schutz gegen Außenlärm sind nur dann voll wirksam, wenn die Fenster und Türen bei der Lärmeinwirkung geschlossen bleiben. Ein ausreichender Luftwechsel kann während der Tageszeit über die sogenannte "Stoßbelüftung" oder "indirekte Belüftung" über Nachbarräume sichergestellt werden. Während der Nachtzeit sind diese Lüftungsarten nicht praktikabel, so dass bei Beurteilungspegeln über 45 dB(A) während der Nachtzeit für Schlafräume die Anordnung von schallgedämmten fensterunabhängigen Lüftungselementen empfohlen wird.

Da im vorliegenden Fall auch nächtliche Fluglärmimmissionen von über 45 dB(A) nicht ausgeschlossen werden können, wird die Anordnung von schallgedämmten fensterunabhängigen Lüftungselementen für Schlafräume empfohlen.

11. Qualität der Prognose

Die verwendeten Berechnungsansätze basieren auf Grundlagenuntersuchungen, die seit Jahren erfolgreich bei der Prognose von Schallimmissionen angewandt werden, unter anderem sei hier die Parkplatzlärmstudie genannt, die in der Regel Ergebnisse liefert, die auf der sicheren Seite liegen.

Die Berechnung der Schallausbreitung wurde im vorliegenden Fall ohne Berücksichtigung der meteorologischen Korrektur C_{met} durchgeführt, so dass der ungünstigste Fall dargestellt wurde.

Insgesamt lassen die verwendeten Berechnungsverfahren und Ansätze der Schallemissionen/Frequentierungen auf eine Prognosesicherheit von ≥ 2 dB(A) schließen.

12. Zusammenfassung

Im vorliegenden Schalltechnischen Prognosegutachten wurden die zu erwartenden Geräuscheinwirkungen untersucht, die im Zusammenhang mit der Entwicklung des Bebauungsplanes Nr. 44/5, 1. Änderung in Siegburg entstehen.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass die zulässigen Immissionsrichtwerte und Maximalpegel gemäß TA Lärm in der Nachbarschaft sowohl während des Tages- als auch während Nachtzeitraumes unterschritten, also eingehalten werden.

Die durchgeführten Prognoseberechnungen über die zu erwartenden Verkehrslärmeinwirkungen an den geplanten schutzbedürftigen Nutzungen innerhalb des Plangebietes zeigen, dass es sich um ein geräuschmäßig vorbelastetes Plangebiet handelt. Zur Sicherstellung von gesunden Wohn- und Arbeitsverhältnissen wurden Lärmpegelbereiche gemäß DIN 4109 für die Außenbauteile vorgegeben. Dabei wurde von der ungünstigsten Situation, d. h. freier Schallausbreitung, ausgegangen.

Bereits im Rahmen des ursprünglichen Schallgutachtens zum Bebauungsplan Nr. 44/5 aus dem Jahre 2011 wurde die Verträglichkeit des planinduzierten Verkehrs auf den öffentlichen Straßen nachgewiesen. Diese Ergebnisse haben auch mit den nunmehr geänderten Randbedingungen Bestand.

Unter Berücksichtigung der angesetzten Randbedingungen kann somit die weitere Planung im Einklang mit den Anforderungen an den Schallimmissionsschutz erfolgen.

VMPA SCHALLSCHUTZPRÜFSTELLE NACH DIN 4109

GRANER + PARTNER
INGENIEURE
Akustik | Schallschutz | Bauphysik

B. Graner i. A. Ganz