



Schallimmissionsprognose

ABD 43396-01/21

für das

Neubauvorhaben

SCONTO Markt

Bebauungsplan Nr. 116

„Krebsförden – Gewerbe- und Sondergebiet Grabenstraße“

in Schwerin

Zusammenfassung

Die Firma KRIEGER PROJEKTENTWICKLUNG GMBH, SCHÖNEFELD plant, auf den bisher unbebauten Flurstücken 15/34, 15/36 und 15/17 (Gemarkung Krebsförden, Flur 2) einen SCONTO-Markt zu errichten. Für dieses Vorhaben wurde eine standortbezogene Schallimmissionsprognose erarbeitet und, ausgehend vom geplanten Nutzungsregime und unter Berücksichtigung der geometrischen und meteorologischen Bedingungen, die Geräuschimmissionen an der nächstgelegenen schutzwürdigen Bebauung berechnet.

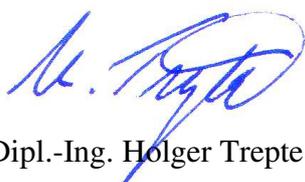
Die Berechnungen lassen folgende Aussage zu:

- 1 Die Ergebnisse zeigen, dass im Öffnungszeitraum des SCONTO-Marktes von 10 Uhr bis 20 Uhr unter Berücksichtigung der Vorbelastung im Tag- und Nachtzeitraum die um 6 dB reduzierten Immissionsrichtwerte IRW durch den Beurteilungspegel L_r an allen Immissionsorten IO 1 bis IO 4 eingehalten werden.
- 2 Das Spitzenpegelkriterium wird an allen Immissionsorten im Tagzeitraum nicht verletzt. Im Nachtzeitraum ist die raumluftechnische Anlage auf dem Dach des Marktgebäudes in Betrieb. Ein Spitzenpegel ist im Nachtzeitraum nicht zu verzeichnen.
- 3 Für die raumluftechnische Anlage basiert die Prognose auf Maximalwerten der Schallleistungspegel für die Gehäuseabstrahlung, den Außenlufteintrag sowie den Fortluftausstrag, die nicht überschritten werden sollen.
- 4 Am Immissionsort IO 1 (Freisitzfläche McDonald's) unterschreitet der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung den Immissionsrichtwert GE um 12 dB. Damit ist das angestrebte Planungsziel der Bestandssicherung für den Gewerbestandort Bebauungsplan Nr. 116 gewährleistet.
- 5 Die zu erwartenden Geräusche des Zu- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen gemäß *TA Lärm* [1] Pkt. 7.4 erfordern keine Maßnahmen organisatorischer Art zur Lärmpegelminderung.

Das betrachtete Vorhaben „Neubau eines SCONTO-Möbelmarktes“ ist aus schalltechnischer Sicht genehmigungsfähig.

Die nachstehende Schallimmissionsprognose wurde anhand der gültigen Normen und Vorschriften mit größter Sorgfalt angefertigt und umfasst 27 Seiten.

Dresden, 14. April 2021



Dipl.-Ing. Holger Trepte
fachlich Verantwortlicher

AKUSTIK BUREAU DRESDEN



Dr.-Ing. Andreas Kilian
Bearbeiter

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1 Aufgabenstellung.....	4
2 Anforderungen und betriebliche Angaben	10
2.1 Grundlagen.....	10
2.2 Immissionsrichtwerte (<i>IRW</i>)	10
2.3 Immissionsorte (<i>IO</i>).....	11
3 Ausgangsdaten für die Prognoserechnung	12
3.1 Grundlagen.....	12
3.2 Vorbelastung.....	12
3.3 Zusatzbelastung	13
3.3.1 Schallquellen (Zusatzbelastung)	13
3.3.2 Parkfläche	14
3.3.3 Lieferverkehr (Zu- und Abfahrt).....	16
3.3.4 Entladevorgänge / Auslieferung.....	17
3.3.5 Lufttechnische Anlage	17
3.3.6 Müllpresse.....	18
3.3.7 Containertransport	18
3.3.8 Zuschläge	19
3.4 Fremdgeräuschbelastung.....	19
4 Prognoserechnung	20
4.1 Berechnung der Schallimmissionspegel	20
4.2 Berechnungsergebnisse.....	22
5 Beurteilung	24
6 Qualität der Prognose	25
7 Literaturverzeichnis.....	26

1 Aufgabenstellung

Die Firma KRIEGER PROJEKTENTWICKLUNG GMBH, SCHÖNEFELD plant, auf den bisher unbebauten Flurstücken 15/34, 15/36 und 15/17 (Gemarkung Krebsförden, Flur 2) einen SCONTO-Markt zu errichten. Der SCONTO-Markt wird eine Gesamtverkaufsfläche von ca. 8505 m² aufweisen, die sich über drei Geschossebenen erstreckt.

Mit der Beschlussvorlage 00275/2020 [2] hat die Stadtvertretung der Landeshauptstadt Schwerin beschlossen, das Verfahren zur Aufstellung des Bebauungsplanes Nr. 116 „Krebsförden – Gewerbe- und Sondergebiet Grabenstraße“ einzuleiten. Die Ansiedlung des SCONTO-Möbelmarktes soll nunmehr auf einer unbebauten Fläche zwischen der Tankstelle *Grabenstraße* und der Umgehungsstraße *B 106* erfolgen. Das Plangebiet umfasst neben der unbebauten Fläche (zurzeit Festsetzung als Grünfläche im Außenbereich) auch den vorhandenen Gewerbebestandort *Grabenstraße* mit Tankstelle, Schnellrestaurant und einem Dienstleistungsbetrieb (PC, Reifenservice). Für den Gewerbebestandort umfasst das Planungsziel die Bestandssicherung. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Bereich (gelb) des Bebauungsplanes Nr. 116 „Krebsförden – Gewerbe- und Sondergebiet Grabenstraße“ mit dem gekennzeichneten Plangebiet für den SCONTO-Möbelmarkt [3].



Abbildung 1: Bebauungsplan Nr. 116 mit Bestandsgewerbe und Plangebiet SCONTO-Markt [3]

Der Lageplan mit der geplanten Anordnung des SCONTO-Marktes, der Stellplätze für Pkw sowie des Lieferbereiches ist der Abbildung 2 zu entnehmen [4].

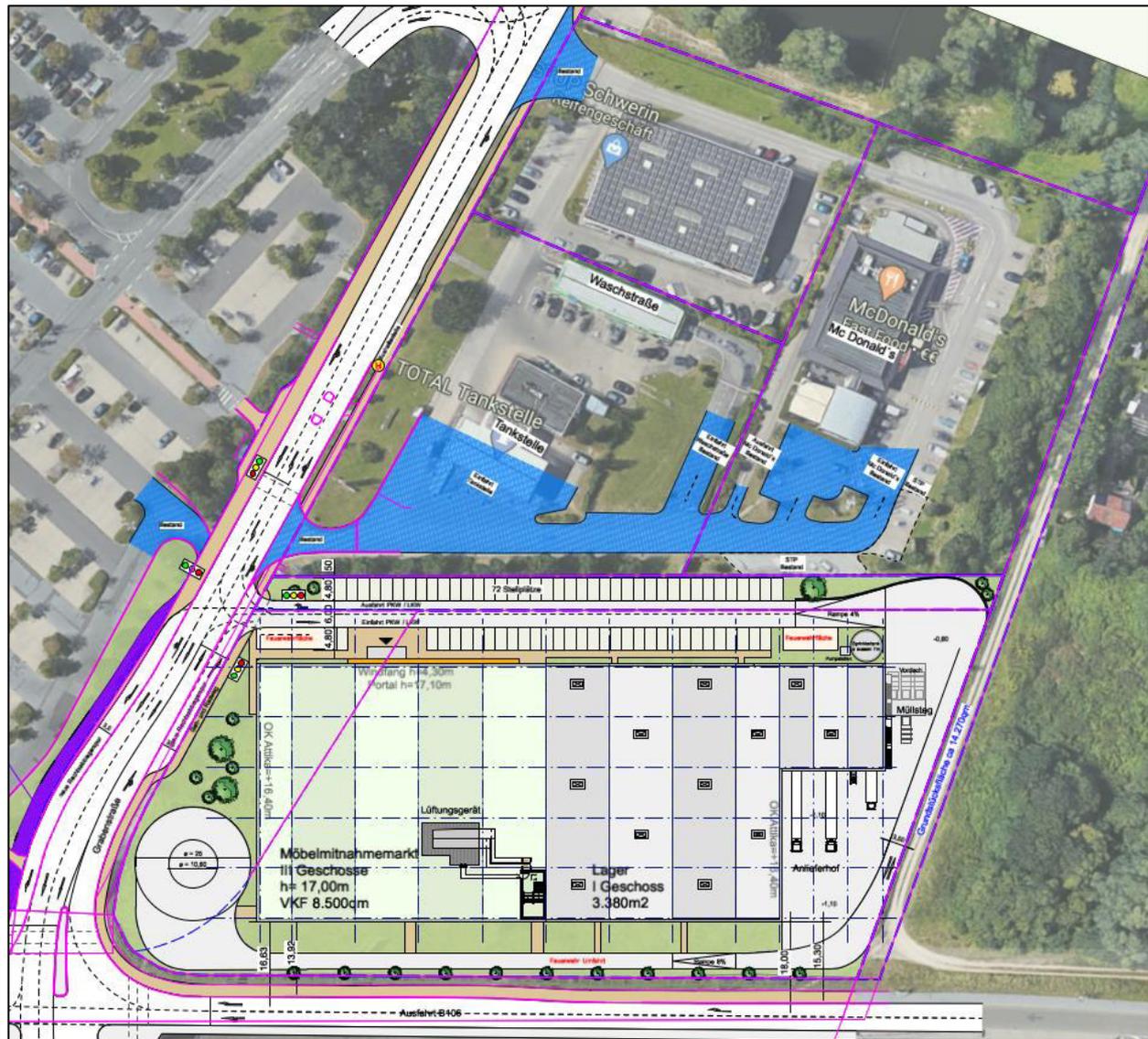


Abbildung 2: Lageplan BP Nr. 116 mit der Anordnung des SCONTO-Marktes, der Pkw-Stellplätze sowie des Lieferbereiches; Lage der westlichen Gewerbeeinheiten (Lageplan Variante B8 vom 05.03.2021; Quelle: beier baudesign GmbH [4]) (Der Lageplan ist nicht eingenordet)

Auf dem Marktareal werden sich gemäß Planangaben [5] 72 Pkw-Stellplätze befinden, die auf insgesamt drei Parkflächen westlich des Marktgebäudes aufgeteilt sind. Die Marktzufahrt erfolgt von der *Grabenstraße* aus. Es wird einen Lieferbereich im nördlichen Bereich des Marktgebäudes geben, der ebenfalls von der *Grabenstraße* aus entlang der Westfassade des Gebäudes erreicht wird. Hier erfolgen die Anlieferung der Ware an den Rampenbereich der Anlieferung sowie der kleinteilige Warenabtransport (Kundenware) mittels Möbeltaxen. Unter einem Vordach an der Nordfassade befinden sich Container für zu entsorgendes Verpackungsmaterial. Nutzungsbedingt werden lufttechnische Anlagen betrieben. Die Öffnungszeit des SCONTO-Marktes wird [6] im

Tagzeitraum werktags von 10 Uhr bis 20 Uhr angegeben. Es wird davon ausgegangen, dass die Warenanlieferung ausschließlich im Tagzeitraum von 6 Uhr bis 22 Uhr stattfinden wird. Aufgrund der Öffnungszeit bis 20 Uhr beschränkt sich der Kunden-Pkw-Verkehr auf den Tagzeitraum.

In einer standortbezogenen Lärmimmissionsprognose sind die Beurteilungspegel tags und nachts an den umliegenden Immissionsorten mit einem Schutzanspruch zu berechnen und nach der *TA Lärm* [1] zu bewerten.

Bearbeitungsgrundlage sind die vom Planverfasser BEIER BAUDESIGN GMBH, Braunschweig [5] zur Verfügung gestellten Planungsunterlagen: Lageplan, Ansicht, Schnitt und Grundrisse; Planungsstand Februar/März 2021.

Mit der Erarbeitung der Immissionsprognose wurde das AKUSTIK BUREAU DRESDEN beauftragt.

Die standortbezogene Immissionsprognose soll belegen, dass alle zum geplanten Vorhaben gehörenden Emittenten des SCONTO-Marktes in der Summe und unter Berücksichtigung ihrer Einwirkzeiten, inklusive des dazugehörigen Liefer- und Parkverkehrs, keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche hervorrufen werden. Diese Berechnung ist unter Berücksichtigung der Vorbelastung vorzunehmen. Bei Notwendigkeit sind Schallschutzmaßnahmen zu erarbeiten und darzustellen.

Die an den Immissionsorten anstehenden Fremdgeräusche durch den Verkehrslärm, vornehmlich auf der *B 106* stellen keine Vorbelastung im Sinne der *TA Lärm* [1] dar und sind deshalb in die Schallimmissionsprognose nicht einzubeziehen.

Da sich der Pkw- und Lieferverkehr des SCONTO-Marktes unmittelbar mit dem Verkehrsaufkommen der *Grabenstraße* vermischen, erübrigt sich eine detaillierte Untersuchung zur Berücksichtigung von Verkehrsgeräuschen nach *TA Lärm* [1] Pkt. 7.4 für Geräusche des An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen (*Grabenstraße*).

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den genordeten Lageplan des geplanten SCONTO-Marktes nebst Parkflächen sowie die Ansicht des Eingangsbereiches aus Richtung Südwest.



Abbildung 3: Lageplan SKONTO-Markt (eingenordet)
 (Quelle: beier baudeSIGN GmbH [4])

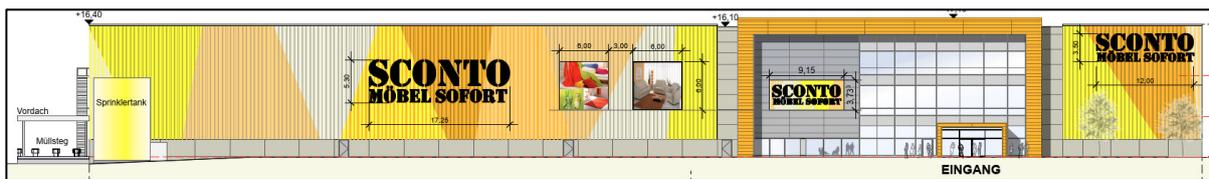


Abbildung 4: Eingangsbereich des SCONTO-Marktes (Ansicht von Südwest)
 (Quelle: beier baudeSIGN GmbH [5])

Die nachfolgende Abbildung 5 visualisiert den Lageplan (digitales Rechenmodell) des Planungsareals einschließlich der Umgebungsbebauung sowie die gewählten relevanten Immissionsorte IO 1 bis IO 4.

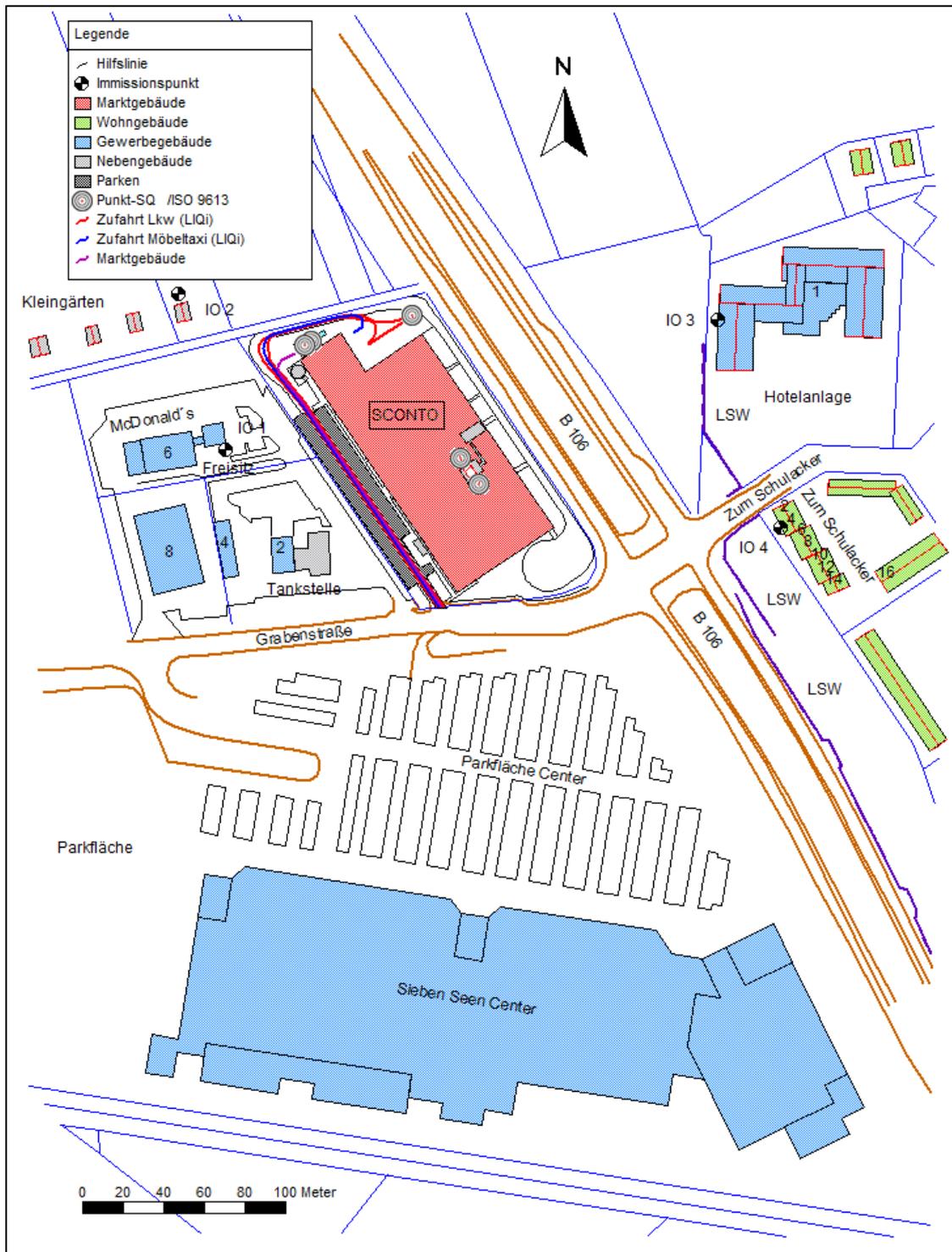


Abbildung 5: Lageplan (Rechenmodell) des SCONTO-Marktes mit der Umgebungsbebauung und Lage der Immissionsorte

Die Abbildung 6 ist der Ausschnitt aus dem Lageplan (Abbildung 5) mit den Punkt-, Linien- und Flächenschallquellen des SCONTO-Marktes, die in der Prognose zu berücksichtigen sind.

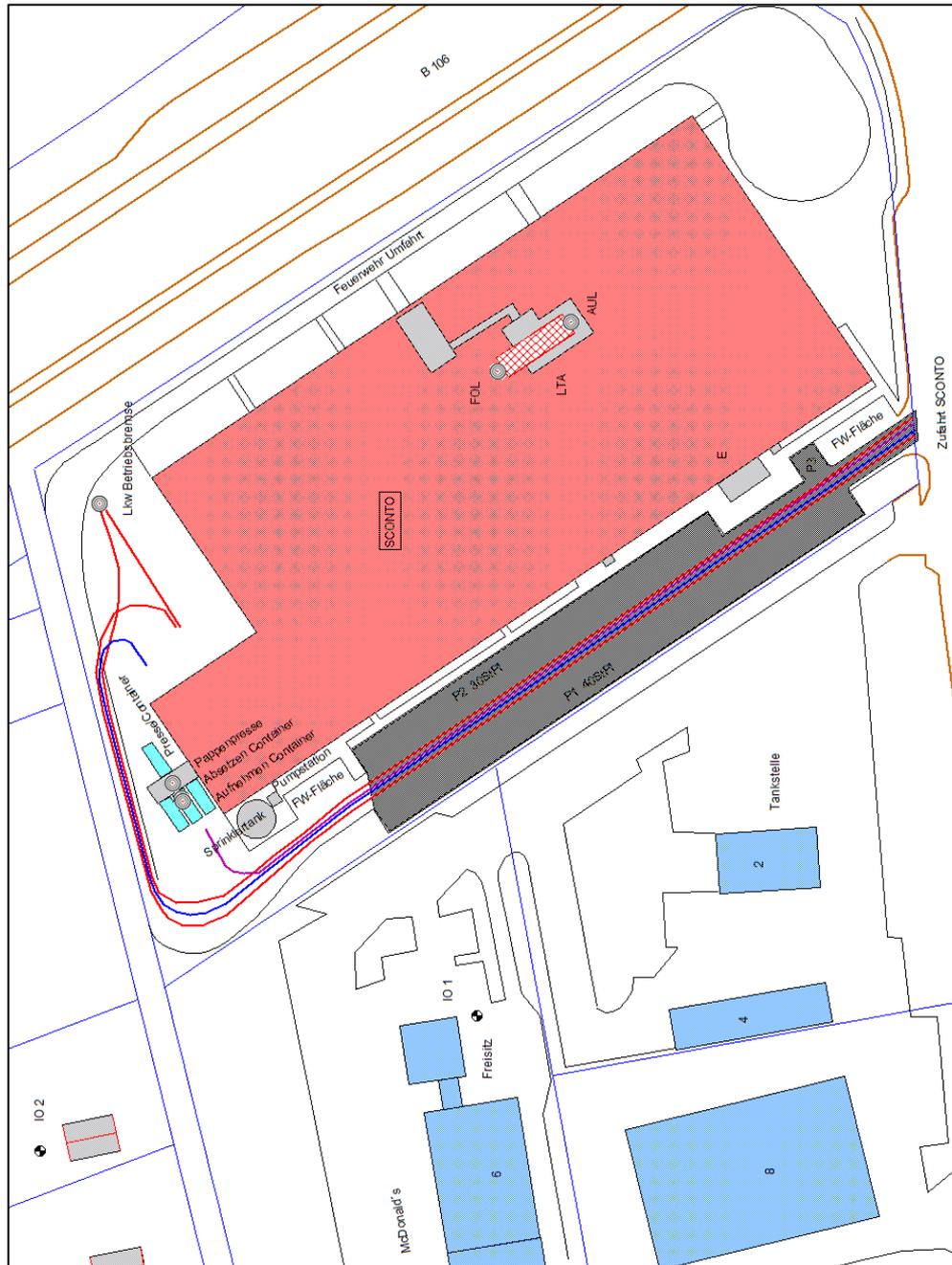


Abbildung 6: Ausschnitt des Lageplanes (Ausschnitt Abbildung 5) mit Flächenschallquelle FSQ Parkplatz, Lieferzufahrten und lufttechnischer Anlage auf dem Dach des Marktes

2 Anforderungen und betriebliche Angaben

2.1 Grundlagen

Maßgeblich für die Einschätzung der immissionsrechtlichen Situation ist nach *TA Lärm* [1] der Beurteilungspegel L_T , der in Anlehnung an die *DIN 45645-1* [7] zu bilden ist. Dieser ist abhängig von der konkreten Schallemission der „Anlage“, den Ausbreitungsbedingungen, der Einwirkungs-dauer, der Tageszeit des Auftretens sowie vom Vorhandensein besonderer Geräuschmerkmale¹. Die an schutzbedürftigen Bepflanzungen maximal zulässigen Werte sind in der *TA Lärm* [1] festgeschrieben und richten sich nach der Gebietseinstufung sowie dem Tageszeitraum².

2.2 Immissionsrichtwerte (IRW)

Für die Landeshauptstadt Schwerin existiert ein rechtskräftiger Flächennutzungsplan [8]. Danach ist das Gebiet nördlich des Marktareals als Fläche für die Landwirtschaft (genutzt als Kleingartenanlage KGV Moorgrund e.V.), das Gebiet östlich der *B 106* als Wohnbaufläche und das Gebiet südlich des Marktareals als Sonderbaufläche EZH (Einkaufszentrum) sowie westlich als gewerbliche Baufläche ausgewiesen. Bei diesen Zuordnungen und der damit verbundenen Nutzung kann gemäß *TA Lärm* [1] von den Schutzansprüchen einer Einstufung als „Allgemeines Wohn- und Kleinsiedlungsgebiet (WA)“ und als „Gewerbegebiet (GE)“ ausgegangen werden. Kleingärten, die unter das Bundeskleingartengesetz fallen, haben den Schutzanspruch von 60 dB(A) tags, in der Nacht keinen Schutzanspruch. Bei Gärten, welche nicht dem BKleingG unterliegen, ist im Einzelfall zu entscheiden. Die einzuhaltenden Immissionsrichtwerte (IRW) betragen:

Beurteilungszeitraum	Mittelungszeit	IRW in dB(A)		
		WA	Kleingarten	GE
Tag: 6 Uhr bis 22 Uhr	16 Stunden	55	60	65
Nacht: 22 Uhr bis 6 Uhr	1 Stunde (ungünstigste Stunde)	40	–	50

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel für den Tag- und Nachtzeitraum nach *TA Lärm* [1]

Zusätzlich ist das Spitzenpegel-Kriterium (einmalige, kurzzeitige Ereignisse) einzuhalten. Danach dürfen Pegelspitzen den Immissionsrichtwert am Tag um nicht mehr als $\Delta L = 30$ dB und in der Nacht um nicht mehr als $\Delta L = 20$ dB überschreiten.

¹ Für Geräusche, die aufgrund ausgeprägter Einzeltöne oder Informationshaltigkeit bzw. deutlich hervortretender Impulsgeräusche oder kurzfristiger Pegeländerungen zu erhöhten Störwirkungen führen, sind Zuschläge zum Mittelungspegel des Teilzeitraumes von jeweils 3 dB oder 6 dB zu erheben.

² Für den Tagzeitraum (6 bis 22 Uhr) und den Nachtzeitraum (22 bis 6 Uhr, ungünstigste Stunde) gelten getrennte Werte.

Im „Allgemeinen Wohngebiet WA“ ist nach *TA Lärm* [1] ein Zuschlag für Tagzeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in Höhe von 6 dB zu berücksichtigen. Der Zuschlag ist anzusetzen an Werktagen von 6 Uhr bis 7 Uhr und 20 Uhr bis 22 Uhr sowie an Sonn- und Feiertagen von 6 Uhr bis 9 Uhr, 13 Uhr bis 15 Uhr und von 20 Uhr bis 22 Uhr.

Ein Zuschlag für Tagzeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Ruhezeit) ist für Mischgebiete und Gewerbegebiete nicht zu berücksichtigen (siehe Pkt. 6.5 der *TA Lärm* [1]).

2.3 Immissionsorte (IO)

Die nächstgelegene schutzwürdige Bebauung befindet sich östlich der *B 106* mit dem Schutzanspruch allgemeines Wohngebiet (WA), östlich des SCONTO-Areals mit dem Schutzanspruch Gewerbegebiet (GE) sowie nordwestlich des SCONTO-Areals mit dem Schutzanspruch „Kleingärten“. Für das südlich des Planareals befindliche Sieben-Seen-Center wurde kein Immissionsort vergeben, da das Center maßgeblich durch den „eigen“ erzeugten Lärm (Parkareal) beaufschlagt wird. Die maßgeblichen Immissionsorte liegen nach der *TA Lärm*, Anhang A.1.3 [1] bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen, zum dauernden Aufenthalt von Menschen bestimmten Raumes. In Kleingärten liegt der maßgebliche Immissionsort zwei Meter über dem Mittelpunkt des am stärksten betroffenen Gartens. Es wurden vier Immissionsorte an den nächstgelegenen schutzwürdigen Bebauung untersucht:

IO	Bezeichnung	Schutzanspruch	IRW in dB(A)		Höhe ü.Gr. in m
IO 1	McDonald's, <i>Grabenstraße</i> 6, Freisitzbereich	GE	65	55	1,6
IO 2	Kleingärten, nordwestlich des SCONTO-Areals	(MI)	60	–	2,0
IO 3	Hotel, <i>Zum Schulacker</i> 1; Westfassade	WA	55	40	5,0
IO 4	WH, <i>Zum Schulacker</i> 4; Westfassade	WA	55	40	4,0

Tabelle 2: Immissionsorte, Schutzanspruch und Immissionsrichtwerte nach *TA Lärm* [1]

Die Lage der Immissionsorte ist anhand der Abbildung 5 ersichtlich.

3 Ausgangsdaten für die Prognoserechnung

3.1 Grundlagen

Nach *TA Lärm* [1] werden hinsichtlich der Geräuschbelastung eines Immissionsortes unterschieden:

- Vorbelastung, Belastung eines Ortes mit Geräuschimmissionen von allen Anlagen ohne den Immissionsbeitrag der zu beurteilenden Anlage;
- Zusatzbelastung, Immissionsbeitrag, der an einem Immissionsort durch die zu beurteilende Anlage hervorgerufen wird;
- Gesamtbelastung, Belastung eines Immissionsortes, die von allen Anlagen hervorgerufen wird, für die die *TA Lärm* gilt;
- Fremdgeräuschbelastung, alle Geräusche, die nicht von Anlagen gemäß *TA Lärm* ausgehen (im vorliegenden Fall Verkehrsgeräusche).

Der geplante Neubau des SCONTO-Marktes (Zusatzbelastung) wird auf den Flurstücken 15/34, 15/36 und 15/17 errichtet. Da betriebsbedingt Lärmemitteln immisionswirksam sein werden, ist der geplante Markt im Sinne der *TA Lärm* [1] als „Anlage“ zu betrachten, geräuschmäßig als Zusatzbelastung aufzufassen, und die Geräuschimmissionen der „Anlage“ Markt, d.h. die Beurteilungspegel L_r an den jeweils nächstgelegenen Immissionsorten der vorhandenen schutzwürdigen Bebauung zu bewerten.

Als Betriebszeit (Einwirkzeit) der „Anlage“ wird werktags der Zeitraum von 10 Uhr bis 20 Uhr berücksichtigt [6]. Im Nachtzeitraum sind lufttechnische Anlagen in Betrieb. Die Belieferung des Marktes sowie der sog. „Taxibetrieb“ (Kundenauslieferungen) erfolgen werktags im Tagzeitraum.

3.2 Vorbelastung

Durch das südlich der *Grabenstraße* gelegene Sieben-Seen-Center mit dessen großflächigem Parkplatz sowie die westlich des SCONTO-Planareals angesiedelten Gewerbebetriebe ist eine Vorbelastung vorhanden, deren Geräuschemissionen nicht bekannt sind. Ist die Vorbelastung nicht ermittelbar, kann gemäß Pkt. 3.2.1, Absatz 6 der *TA Lärm* [1] eine Bestimmung der Vorbelastung im Hinblick auf Absatz 2 entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der Anlage „SCONTO-Markt“ (Zusatzbelastung) die Immissionsrichtwerte an den gewählten Immissionsorten um mindestens 6 dB unterschreiten. In der vorliegenden Schallimmissionsprognose wird diesem Ansatz gefolgt.

3.3 Zusatzbelastung

Nachfolgend werden die Schallquellen beschrieben und die emissionsrelevanten Daten aufgeführt.

3.3.1 Schallquellen (Zusatzbelastung)

Folgende Geräuschemittenten (Teilschallquellen) werden im zu untersuchenden Nachbarschaftsbereich immissionswirksam:

Schallquellenart	Benennung
Einzelschallquelle (Punktschallquelle)	Lufttechnische Anlage auf dem Dach des Marktgebäudes (AUL, FOL)
	Lkw-Betriebsbremse
	Pappenpresse
	Absetzvorgang des Containers
	Aufnahme des Containers
Linien-schallquellen	Lieferverkehr (Lkw und Möbeltaxi); Containertransport
Flächenschallquelle	Parkflächen P1 bis P3 (Pkw), einschließlich Park-Suchverkehr
	Gehäuseabstrahlung der lufttechnischen Anlage auf dem Dach

Tabelle 3: Zu berücksichtigende Teilschallquellen

Der SCONTO-Markt weist eine Gesamtverkaufsfläche von ca. 8505 m² auf, aufgeteilt auf drei Geschossebenen. Die Verkaufsfläche bildet die Berechnungsgrundlage für die Geräuschemission der westlich des Gebäudes vorgesehenen Parkfläche. Für den Parkplatz sind insgesamt 72 Stellplätze ausgewiesen, die den Kunden des Möbelmarktes zur Verfügung stehen werden. Die Pkw-Stellplätze sind über die Zufahrt von der *Grabenstraße* aus erreichbar. Dem Lieferverkehr sind die in Abbildung 6 kenntlich gemachten Routen zugewiesen. Die geometrischen Angaben der Gebäude sowie die Lage der Stellplätze wurden den zur Verfügung gestellten Unterlagen des Planungsbüros [5] entnommen. Bei einer Öffnungszeit des Marktes an Werktagen von 10 Uhr bis 20 Uhr ist gewährleistet, dass vor Beginn des Nachtzeitraumes alle Kunden die Parkfläche verlassen haben.

Bei den Berechnungen wird davon ausgegangen, dass täglich acht Lkw-Warenanlieferungen erfolgen und mehrmals täglich sog. „Möbeltaxis“ Kundenware ausliefern. Die Lieferfahrzeuge docken an den Rampentischen im Nordbereich (Anlieferhof) des Marktes an. Über eine Ladebrücke werden die Waren mittels Paletten-Hubwagen/Rollcontainer vom Lkw in den überdachten, mit Sektionaltoren verschließbaren Anlieferungsbereich entladen bzw. die Möbeltaxis beladen.

Die nutzungsbedingt erforderliche lufttechnische Anlage ist in Abbildung 6 gekennzeichnet.

3.3.2 Parkfläche

Den Kunden des Möbelmarktes stehen die Parkflächen P1 bis P3 zur Verfügung (Abbildung 6), die von der *Grabenstraße* aus erreicht werden. Das Parkverhalten der Kunden wird sich zunächst an freien Stellflächen in Nähe des Eingangs orientieren, bevor weiter entfernte Stellplätze angefahren werden.

Für den Parkverkehr bildet die Parkplatzlärmstudie *PLS* [9] die Berechnungsgrundlage. Für die Fahrgasse wird eine asphaltierte Oberfläche angenommen. Die Pegelerhöhung durch „klappernde“ Einkaufswagen auf der Fahrgasse wird vorsorglich mit dem Zuschlag $K_{PA} = 3$ dB berücksichtigt.

Der Schallleistungspegel der Vorgänge auf dem Parkplatz berechnet sich gemäß *PLS* [9] für ebenerdige Parkplätze nach folgender Gleichung (hier: zusammengefasstes Verfahren):

$$L_{WA} = L_{W0} + K_{PA} + K_I + K_D + K_{StrO} + 10 \cdot \log(B_{NVFl} \cdot N) \quad (1)$$

Es bedeuten:

L_{WA}	Schallleistungspegel der Vorgänge auf der Parkfläche in dB(A);
L_{W0}	= 63 dB(A) Ausgangsschallleistungspegel für eine Bewegung pro Stunde auf einem P+R-Parkplatz;
K_{PA}	Zuschlag für die Parkplatzart in dB, hier: = 3 dB für Parkplätze an Einkaufszentren; Einkaufswagen auf Asphalt;
K_I	Zuschlag für die Impulshaltigkeit in dB, hier: = 4 dB für Parkplätze an Einkaufszentren, Einkaufswagen auf Asphalt;
K_D	Pegelerhöhung infolge des Durchfahr- und Parksuchverkehrs in dB $K_D = 2,5 \cdot \log(f \cdot B_{NVFl} - 9)$; $f \cdot B > 10$ Stellplätze); $K_D = 0$ dB für $f \cdot B \leq 10$; hier: $K_D =$ 6 dB ;
f	= 0,03 Stellplätze /m ² Netto-Verkaufsfläche bei Bau- und Möbelfachmärkten;
K_{StrO}	Zuschlag für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen in dB; hier: = 0 dB bei Asphaltbelag;
B_0	Einheit der Bezugsgröße B, hier: 1 m ² Nettoverkaufsfläche;
B_{NVFl}	Nettoverkaufsfläche (basierend auf der Gesamt-Verkaufsfläche von 8505 m²);
N	Bewegungshäufigkeit (Bewegungen je Einheit der Bezugsgröße B_0 und Stunde).

Für das gegenüber dem Türeenschließen lautere Heck- und Kofferraumklappenschließen wird in Tabelle 35 der *PLS* [9] ein mittlerer Maximalpegel von 74 dB(A) in 7,5 m Entfernung angegeben. Das Messflächenmaß (kugelförmige Schallabstrahlung in den Halbraum) beträgt bei 7,5 m $L_s = 25,5$ dB und damit der Schallleistungspegel (Spitzenpegel) $L_{WAmax} = 99,5$ dB(A). Mit diesem Spitzenpegel wird die Parkfläche (Abbildung 6) beaufschlagt. Zuzüglich zu den vorgenannten emissionsrelevanten Zuschlägen in Gleichung (1) weist die nachfolgende Tabelle 4 die für die Parkfläche spezifisch ermittelten Daten sowie den berechneten Schallleistungspegel aus. Die Bewegungshäufigkeit N_{Tag} wird mit 0,04 Bewegungen/ $B_0 \cdot h$ für einen „Möbelmarkt“ gemäß [9] angesetzt. Eine Betrachtung des Nachtzeitraumes ist entbehrlich, da aufgrund der Öffnungszeit bis 20 Uhr die Kunden den Parkraum noch vor 22 Uhr verlassen. Nachfolgend wird der Schallleistungspegel der Parkfläche aufgeführt:

Parkflächen	Anzahl	B_{NVFI}	N_{Tag}	$M = B_{\text{NVFI}} * N$	L_{WA}
	Stellplätze			Kfz / h	dB(A)
		m ²		Tag	Tag
P 1 bis P 3	72	8505	0,04	340,2	101,3

Tabelle 4: Ermittlung des Schallleistungspegels der Parkfläche, einschließlich Durchfahr- und Parksuchverkehr
 M – stündliche Verkehrsstärke in Kfz/h

Im Tagzeitraum während der Öffnungszeit des Marktes wird rechnerisch unterstellt, dass alle Parkflächen P1 bis P3 zu jeder Stunde permanent belegt sind, was in praxi nicht der Fall sein wird.

Anhand der gemäß PLS [9] anzusetzenden Bewegungshäufigkeit N für Möbelmärkte ergibt sich aufgrund der Verkaufsfläche eine stündliche Verkehrsstärke von M ca. 340 Kfz/h während der Öffnungszeit des Möbelmarktes, woraus sich ein ca. 2,5-facher Stellplatzwechsel pro Stunde für jeden der 72 Stellplätze ableitet. Dieser Emissionsansatz ist sehr sicherheitsbetont, wird jedoch bei der Prognoserechnung beibehalten.



Abbildung 7: Parkfläche SCONTO gemäß PLS [9] zusammengesetztes Verfahren

3.3.3 Lieferverkehr (Zu- und Abfahrt)

Die Warenanlieferungen erfolgen ebenfalls von der *Grabenstraße* aus. Die Lieferfahrzeuge einschließlich der Möbeltaxen erreichen den Anlieferhof vorwärts fahrend, stoßen rückwärtsfahrend in den Lieferbereich zum Liefertor/Innenrampe vor und verlassen den Anlieferhof vorwärtsfahrend zur *Grabenstraße*.

Es wird prognoseseitig unterstellt, dass die Marktbelieferung mittels Lkw achtmal täglich erfolgt. Der Lieferweg ist jeweils als Linienschallquelle (siehe Abbildung 6) modelliert worden. Die Emissionswert bestimmenden Größen für den Lkw-Lieferweg sowie den Taxiweg und den Containertransport sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst dargestellt.

Zu- / Abfahrt	Emissionswert bestimmende Größen - Lieferverkehr						
	s	v	t	Anzahl	L'_{WA} ³⁾	L_{WA} ¹⁾	$L_{WA,max}$
	m	km/h	h		dB(A) re m	dB(A)	dB(A)
Lkw Zufahrt, vorwärts	230	10	0,092	8	80,9	104,5	108 ²⁾
Lkw Zufahrt, rückwärts	26	5	0,021	8	90,4		
Lkw Abfahrt, vorwärts	228	15	0,061	8	80,9		100 ²⁾
Zu-/Abfahrt Möbeltaxi	216	20	0,518	48	69,2	92,5	99,5
Lkw-Containertransport	153	15	0,041	4	82,7	104,5	108 ²⁾

Tabelle 5: Emissionswert bestimmende Größen des Zulieferverkehrs/Containertransport für den SCONTO-Markt

s Länge der Fahrstrecke in m

v Fahrgeschwindigkeit in km/h

t sich ergebende Gesamteinwirkzeit während der Befahrung in h

¹⁾ Der mittlere Maximalpegel nach Tab. 35 in [9] für die beschleunigte Lkw-Vorbeifahrt bzw. Transporterfahrt als Ausgangswert für den längenbezogenen Schallleistungspegel L'_{WA} wurde bei 75 % der Maximaldrehzahl ermittelt. Eine derartige Fahrweise ist zwar bei innerbetrieblichem Verkehr nicht gegeben, wird aber, um auf der sicheren Seite zu liegen, beibehalten. Es ist in praxi davon auszugehen, dass innerbetrieblich generell nur Schrittgeschwindigkeit gefahren wird.

²⁾ Anlassen ($L_{WA} = 100$ dB(A)), **Druckluftbremse ($L_{WA} = 108$ dB(A))**

Türenschnellen Lkw ($L_{WA} = 100$ dB(A)); Türenschnellen Transporter ($L_{WA} = 99,5$ dB(A));

³⁾ Längenbezogener Schallleistungspegel für einen Fahrvorgang

Während der Entladung wird der Motor generell abgestellt, d.h. ein Leerlaufgeräusch ist nicht zu berücksichtigen. Für das Stoppen wird das Druckluftbremsgeräusch als Spitzenpegel in Form einer Punktschallquelle mit $L_{WA,max} = 108$ dB(A) emissionswirksam.

Die Belieferung erfolgt ausschließlich im Tagzeitraum.

3.3.4 Entladevorgänge / Auslieferung

Die Entladevorgänge der Liefer-Lkw sowie die Bestückung der Möbeltaxen finden an den Innenrampen im Anlieferhof nördlich des Marktgebäudes statt. Die folgende Abbildung 8 verdeutlicht die Situation:

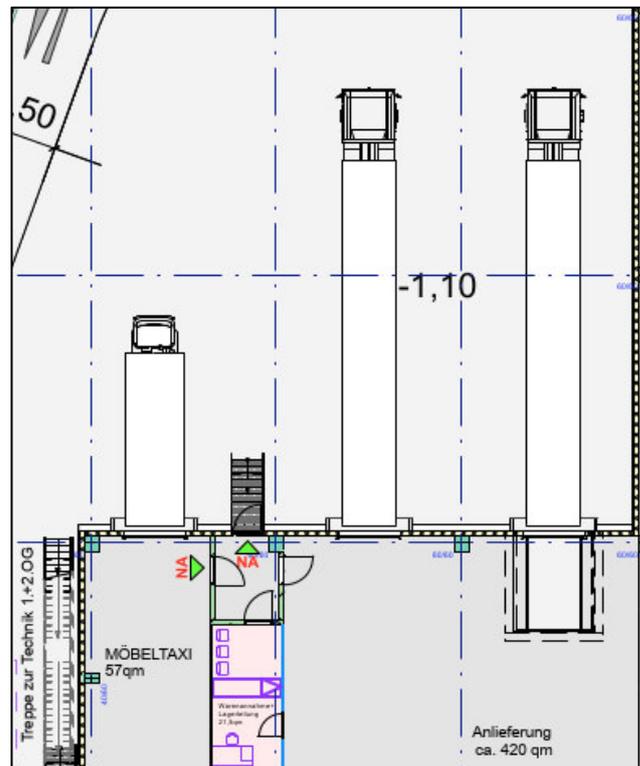


Abbildung 8: Lieferbereich für Lkw und Möbeltaxi

Nach dem Halt am Liefertor erfolgen an der Innenrampe die Entladung der Liefer-Lkw bzw. die Beladung der Möbeltaxen, die Kaufartikel zu den Kunden transportieren. Es wird angenommen, dass die Ent- bzw. Beladung mit integrierter Überladebrücke bzw. mit einem Palettenfördersystem erfolgt. Da die Ladevorgänge im Inneren des Gebäudeanlieferungsgebietes stattfinden und die Toröffnungen weitestgehend durch die Lieferfahrzeuge abgeschirmt werden, sind aus schalltechnischer Sicht die Immissionen der Ent-/Beladungen vornehmlich in Richtung der östlichen Wohnbebauung (Immissionsorte IO 3 und IO 4) als vernachlässigbar anzusehen.

3.3.5 Lufttechnische Anlage

Wie anhand der Planungsunterlagen ersichtlich ist, wird sich auf dem Dach des Marktgebäudes eine lufttechnische Anlage befinden (siehe Abbildung 6). Da die Haustechnikplanung noch nicht vorliegt, werden für die raumluftechnische Anlage maximale Emissionswerte berücksichtigt, die zu keiner Überschreitung des Immissionsrichtwertes durch den Beurteilungspegel führen werden.

Die der Prognose zugrunde liegenden Schallleistungspegel sind der folgenden Tabelle zu entnehmen:

Art	Hersteller	Typ	L_{WA}
RLT Außenluftansaugung AUL	k. A.	k.A.	80
RLT Fortluftaustrag FOL			80
Gehäuseabstrahlung der RLT			60

*Tabelle 6: Schalltechnische Angaben für die lufttechnischen Anlage (RLT)
kA Angaben liegen noch nicht vor;
Die angegebenen Schallleistungspegel sind als Maximalwerte anzusehen, die nicht überschritten werden sollen.*

Die Anlage wird ein gleichförmiges mittelfrequentes Geräusch ohne herausragende tonale Komponenten emittieren, ein Spitzenpegel ist nicht zu berücksichtigen. Es wird von einer Einwirkungszeit von 24 Stunden ausgegangen. Die Außenluftansaugung (AUL) wie auch der Fortluftaustrag (FOL) sind als Punktschallquellen, die Gehäuseabstrahlung (Oberfläche) als Flächenschallquellen modelliert worden.

3.3.6 Müllpresse

An der Nordfassade des Marktgebäudes befindet sich unter einem Vordach ein „Müllsteg“, von dem aus insgesamt vier Container mit jeweils einer Müllpresse beschickt werden. An vergleichbaren Müllpressen wurde ein Schallleistungspegel von $L_{WA, mess} = 81$ dB(A) mit einem Impulszuschlag $K_I = 4$ dB ermittelt. In der Prognose wird für den Betriebszeitraum einer Presse konservativ einschließlich des Impulszuschlages ein Schallleistungspegel von $L_{WA} = 90$ dB(A) angesetzt. Es ist davon auszugehen, dass jeweils nur eine Presse für einen Pressvorgang in Betrieb sein wird. Dafür wird schalltechnisch eine Gesamtbetriebszeit von zwei Stunden, über den Tagzeitraum verteilt, angesetzt. Der Pressvorgang ist als Punktschallquelle in einer Höhe von ca. 1 m mittig des Müllsteges modelliert worden.

3.3.7 Containertransport

Der anfallende Verpackungsmüll wird in die vier bereitstehenden Container entsorgt, die durch ein Containerfahrzeug abgeholt werden. Die Zufahrt zum Containerstandplatz erfolgt entlang der Westfassade des Marktgebäudes (siehe Abbildung 6). Die emissionsrelevanten Daten für die Zuwegung (Linien-schallquelle) sind der Tabelle 5 zu entnehmen. Geräuschintensiv sind der Absetzvorgang bzw. das Aufnehmen des Containers. In der nachfolgenden Tabelle sind die emissionswert bestimmenden Größen aufgeführt:

Vorgang	L_{WA}	L_{WAmax}	t_i
	dB(A)	dB(A)	min
Container absetzen	109	123	5
Container aufnehmen	107	114	5

Tabelle 7: Emissionsrelevante Größen für das Absetzen bzw. Aufnehmen des Containers (nach [10])
 t_i Einwirkzeit

Beide Vorgänge sind am „Müllsteg“ als Punktschallquellen modelliert und mit den in Tabelle 7 aufgeführten Werten belegt worden.

3.3.8 Zuschläge

Im Falle der Berechnung der Parkverkehrs nach der *PLS* [9] sind Zuschläge für Impulshaltigkeit bereits im Emissionswert berücksichtigt. Zuschläge für Ton- oder Informationshaltigkeit sind nicht begründet.

Für Lüftungs- und Kühltechnik sind bei der Ausführung nach dem Stand der Technik keine ton-, informations- oder impulshaltigen Geräuschanteile zu erwarten.

Die Zuschläge für Zeiträume mit erhöhter Empfindlichkeit (Ruhezeitzuschläge) sind gemäß *TA Lärm* [1] für die Immissionsorte mit dem Schutzanspruch „Mischgebiet MI“ bzw. „Gewerbegebiet GE“ nicht zu vergeben. Für die Immissionsorte an den Wohngebäuden/Hotel an der Straße *Zum Schulacker* mit dem Schutzanspruch „Allgemeines Wohngebiet WA“ werden die Ruhezeitzuschläge vom Rechenprogramm automatisch für die entsprechenden Teilzeiträume berücksichtigt. Auf eine detaillierte Darstellung wird verzichtet.

3.4 Fremdgeräuschbelastung

Die Fremdgeräusche betreffen im vorliegenden Betrachtungsfall die an den vorhandenen Wohngebäuden vom Straßenverkehr auf der B 106, der *Grabenstraße* und der Straße *Zum Schulacker* verursachten Geräusche. Diese werden gemäß *TA Lärm* [1] bei der Ermittlung der Beurteilungspegel an den Immissionsorten nicht berücksichtigt.

4 Prognoserechnung

4.1 Berechnung der Schallimmissionspegel

Die Berechnungen wurden frequenzunabhängig mit A-bewerteten Gesamtpegeln durchgeführt. Diese Vorgehensweise ist gemäß Pkt. A.2.3.1 (detaillierte Prognose) der *TA Lärm* [1] zulässig, wenn, wie im vorliegenden Fall, als Emissionsdaten überwiegend nur A-bewertete Schallpegel vorliegen. Meteorologische Bedingungen (Windeinflüsse im Jahresmittel) wurden durch die Verwendung des standortbezogenen Meteorologie-Faktors $C_0 = 0$ dB (tags) und $C_0 = 0$ dB (nachts) pauschal berücksichtigt. Die geometrischen Ausbreitungsbedingungen, die Luftabsorption, der Bodeneffekt sowie Abschirmungen und Reflexionen (Schallabsorptionsgrad $\alpha = 0,21$) wurden entsprechend der Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613-2 [11] berücksichtigt. Die Berechnungen wurden mit dem Programm *IMMI* [12] an den beschriebenen Nachweisorten (IO) durchgeführt. Auf der Grundlage der DIN ISO 9613-2 [11] wurden alle Schallanteile der im Gliederungspunkt 3.3 beschriebenen Punkt-, Linien- und Flächenschallquellen berechnet. Den Schallausbreitungsrechnungen liegen ebenfalls die Vorschriften der DIN ISO 9613-2 [11] zugrunde. Alle existierenden Gebäude bzw. Hindernisse (Lärmschutzwände an der *B 106*), die in der Schallausbreitungsrichtung liegen, gehen mit deren Beugung und Reflexion in die Berechnung ein. Die Fassaden, vor denen Nachweispunkte (IO) liegen, besitzen für diese keine reflektierende Wirkung.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Standort als 3D-Visualisierung aus Richtung Süd und Nord.

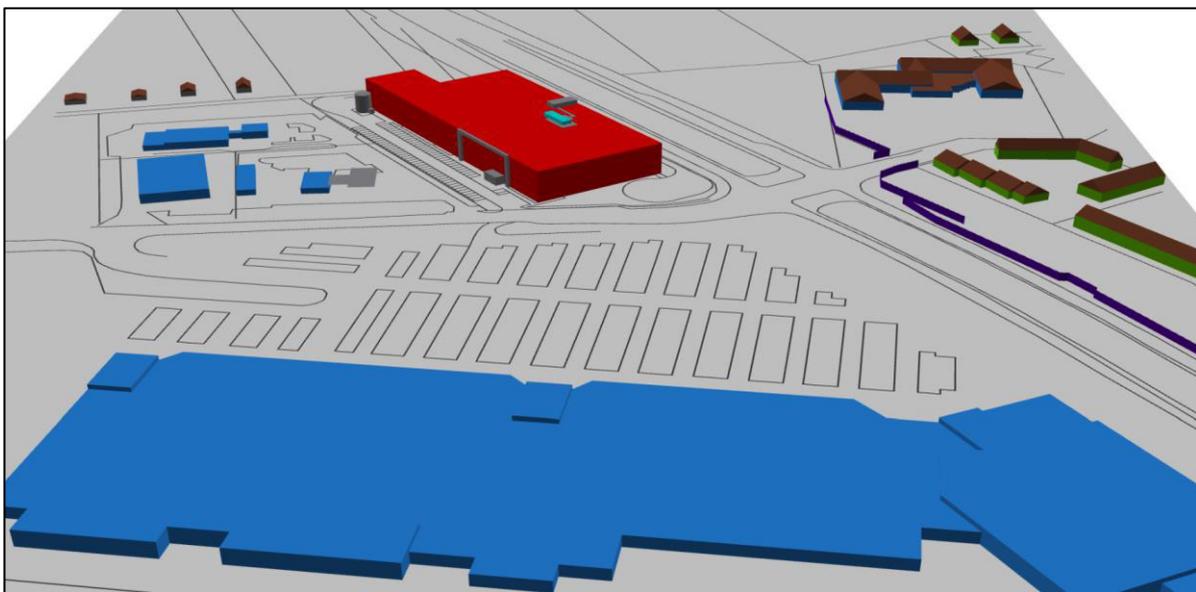


Abbildung 9: 3D-Visualisierung aus Richtung Süd (B 106 mit Lärmschutzwand)

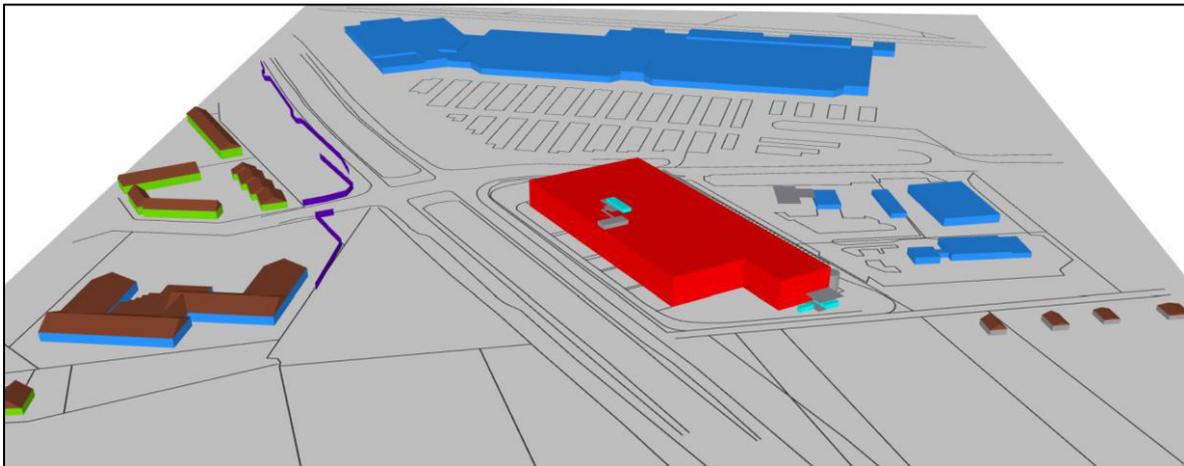


Abbildung 10: 3D-Visualisierung aus Richtung Nord

4.2 Berechnungsergebnisse

Beurteilungspegel der Zusatzbelastung an den Immissionsorten IO 1 bis IO 4

IO mit Schutzanspruch	IRW in dB(A)		Beurteilungspegel $L_{r,A}$ in dB(A)		
	Tag	Nacht	werktags Tag	sonn- und feiertags Tag	Nacht (ungünst. Std.)
IO 1 (GE)	59 (65)	44 (50)	53	20	[20]
IO 2 (Kleingärten)	54 (60)	–	47	17	[17]
IO 3 (WA)	49 (55)	34 (40)	32	31	27
IO 4 (WA)			30	28	25

Tabelle 8: Berechnete Beurteilungspegel SCONTO-Markt (Zusatzbelastung) an den ausgewiesenen Immissionsorten IO 1 bis IO 4 bei einer Öffnungszeit von 10 Uhr bis 20 Uhr

Die Beurteilungspegel wurden auf ganzzahlige Werte gerundet.

Aufgrund der nicht bekannten Vorbelastung sind die Immissionsrichtwerte um 6 dB reduziert worden (Klammerwert – voller Immissionsrichtwert).

[Klammerwerte L_r] sind irrelevant, da die Gewerbeeinheit (IO 1) im Nachtzeitraum nicht belegt ist; Die Kleingartenanlage hat im Nachtzeitraum keinen Schutzanspruch.

Spitzenpegel der Zusatzbelastung an den Immissionsorten IO 1 bis IO 4

IO	IRW in dB(A)		Spitzenpegel L_{Amax} in dB(A)		
	Tag	Nacht	werktags Tag	sonn- und feiertags Tag	Nacht (ungünst. Std.)
IO 1 (GE)	95	70	74	–	–
IO 2 (Kleingärten)	90	–	76		
IO 3 (WA)	85	60	52		
IO 4 (WA)			49		

Tabelle 9: Berechnete Spitzenpegel SCONTO-Markt (Zusatzbelastung) an den ausgewiesenen Immissionsorten IO 1 bis IO 4 bei einer Öffnungszeit von 10 Uhr bis 20 Uhr

Die Spitzenpegel wurden auf ganzzahlige Werte gerundet.

Maßgeblicher Immissionsort (Ort mit dem höchsten Beurteilungspegel) ist der IO 1 (Freisitzfläche McDonald's). Die den Gesamtbeurteilungspegel wesentlich bestimmenden Teilbeurteilungspegel resultieren von den Einzelvorgängen

- Kundenparkplatz (72 Stellplätze) mit $L_{r,i,A} = 52,6$ dB(A),
- Absetzen des Containers mit $L_{r,i,A} = 40,2$ dB(A),
- Aufnahmen des Containers mit $L_{r,i,A} = 38,4$ dB(A),
- Zufahrt Liefer-Lkw mit $L_{r,i,A} = 37,4$ dB(A) und
- Abfahrt Liefer-Lkw mit $L_{r,i,A} = 36,0$ dB(A).

Die übrigen Teilbeurteilungspegel, die mehr als 10 dB unter dem Gesamtbeurteilungspegel liegen, erhöhen diesen nur unwesentlich, so das auf eine weitere Angabe hier verzichtet wird.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Rasterdarstellung des Beurteilungspegels (Isophonen) im Tagzeitraum für die Anlage SCONTO-Möbelmarkt (Zusatzbelastung). Die Darstellung trägt informativen Charakter, maßgebend sind die an den Immissionsorten berechneten Beurteilungspegel gemäß Tabelle 8.

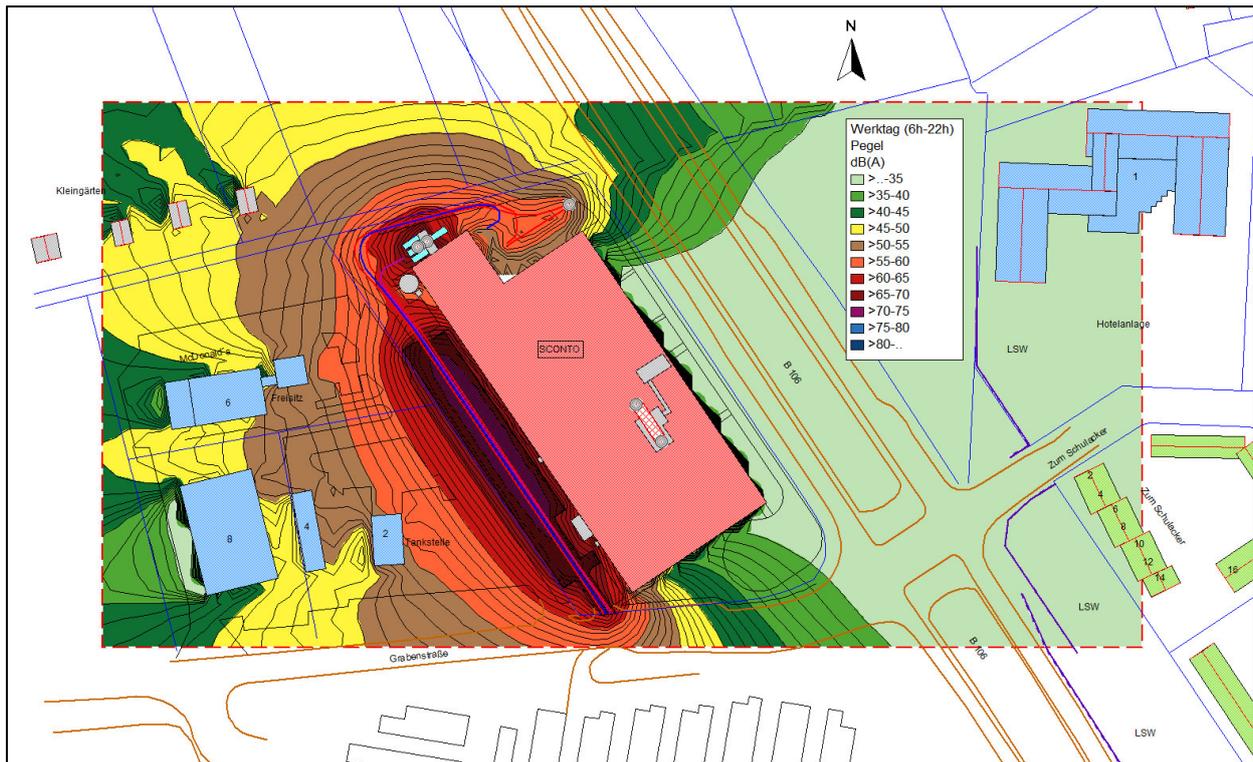


Abbildung 11: Rasterdarstellung des Beurteilungspegels des SCONTO-Möbelmarktes (Zusatzbelastung)
(Rasterschrittweite 5 m, Rasterhöhe 2 m über Grund)

5 Beurteilung

Die Berechnungen lassen folgende Aussage zu:

- 1 Die Ergebnisse zeigen, dass im Öffnungszeitraum des SCONTO-Marktes von 10 Uhr bis 20 Uhr unter Berücksichtigung der Vorbelastung im Tag- und Nachtzeitraum die um 6 dB reduzierten Immissionsrichtwerte *IRW* durch den Beurteilungspegel L_r an allen Immissionsorten IO 1 bis IO 4 eingehalten werden.
- 2 Das Spitzenpegelkriterium wird an allen Immissionsorten im Tagzeitraum nicht verletzt. Im Nachtzeitraum ist die raumluftechnische Anlage auf dem Dach des Marktgebäudes in Betrieb. Ein Spitzenpegel ist im Nachtzeitraum nicht zu verzeichnen.
- 3 Für die raumluftechnische Anlage basiert die Prognose auf Maximalwerten der Schallleistungspegel für die Gehäuseabstrahlung, den Außenlufteintrag sowie den Fortluftausstrag, die nicht überschritten werden sollen.
- 4 Am Immissionsort IO 1 (Freisitzfläche McDonald´s) unterschreitet der Beurteilungspegel der Zusatzbelastung den Immissionsrichtwert GE um 12 dB. Damit ist das angestrebte Planungsziel der Bestandssicherung für den Gewerbestandort Bebauungsplan Nr. 116 gewährleistet.
- 5 Die zu erwartenden Geräusche des Zu- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen gemäß *TA Lärm* [1] Pkt. 7.4 erfordern keine Maßnahmen organisatorischer Art zur Lärmpegelminderung.

Das betrachtete Vorhaben „Neubau eines SCONTO-Möbelmarktes“ ist aus schalltechnischer Sicht genehmigungsfähig.

6 Qualität der Prognose

Die Qualität der aufgezeigten Ergebnisse ist abhängig von der Genauigkeit der Emissionsdaten der einzelnen Schallquellen, wie Schalleistungspegel und Einwirkdauer sowie gegebenenfalls einer Richtwirkung der Quelle. Die Emissionsdaten werden im Regelfall vom Auftraggeber und / oder von ihm beauftragten Ausrüstern übergeben. Für „allgemeingültige“ Lärmquellen wie Parkplätze und Kfz-Bewegungen sind die aktuellen Veröffentlichungen, die dem Stand der Lärmbekämpfung entsprechen, Grundlage einer Prognoseberechnung. Die Emissionsansätze in den herangezogenen Studien basieren auf Maximalabschätzungen mit den bereits dort enthaltenen Sicherheiten, so dass die tatsächlichen Geräuschemissionen im Normalfall niedriger liegen.

Um eine hohe Genauigkeit der Prognose zu gewährleisten, werden, aufbauend auf eigene Erfahrungen und auch eigene Messungen, Quelldaten einer Plausibilitätsprüfung unterzogen und erforderlichenfalls den konkreten Bedingungen angepasst. Eine hohe Genauigkeit wird bei der Erstellung des zur Durchführung der Schallausbreitungsrechnung erforderlichen dreidimensionalen Rechenmodells (siehe Abbildung 9) unter Verwendung des Berechnungsprogrammes IMMI [12] nach dem Stand der Technik (DIN ISO 9613-2 [11]) gewährleistet.

Bei der Modellierung wurden

- die vom Planverfasser zur Verfügung gestellten Pläne berücksichtigt,
- alle relevanten Hindernisse (z.B. Gebäude, Straßentrasse mit LSW) mit Zuweisung der entsprechenden Reflexionseigenschaften eingearbeitet und
- die Schallquellen gemäß deren Charakteristik als Punkt-, Linien- bzw. Flächenschallquellen abgebildet.

Durch eine permanente Modellkontrolle ist gewährleistet, dass Fehler bei der Modellierung weitestgehend auszuschließen sind.

Insgesamt ist zu konstatieren, dass die ermittelten Beurteilungspegel eher einer Obergrenze der tatsächlich zu erwartenden Geräuschimmission an den Nachweisorten entsprechen, da überwiegend mit Maximalansätzen bei den Geräuschemittenten gerechnet worden ist.

Die DIN ISO 9613-2 [11] nennt für Abstände von 100 m bis 1 km zwischen Quelle und Immissionsort für breitbandige Quellen bei freier Schallausbreitung eine geschätzte Genauigkeit des Berechnungsverfahrens von ± 3 dB, für Abstände unter 100 m zwischen Quelle und Immissionsort bei mittleren Höhen über 5 m für breitbandige Quellen eine geschätzte Genauigkeit des Berechnungsverfahrens von ± 1 dB.

7 Literaturverzeichnis

- [1] *TA Lärm (Juni 2017): Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm*, Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (GMBI Nr. 26/1998), zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5),, 9. Juni 2017 in Kraft getreten.
- [2] *Beschlussvorlage Drucksache Nr. 00275/2020: Bebauungsplan Nr. 116 "Krebsförden - Gewerbe- und Sondergebiet Grabenstraße"*, Aufstellungsbeschluss, Stadtvertretung der Landeshauptstadt Schwerin, Dezernat III / Fachdienst Stadtentwicklung und Wirtschaft, 10.03.2020.
- [3] *Bebauungsplan Nr. 116 "Krebsförden - Gewerbe- und Sondergebiet Grabenstraße"*, Landeshauptstadt Schwerin, Dezernat III Wirtschaft, Bauen und Ordnung, 2020.
- [4] *Lageplan Variante B8 Schwerin Plannummer 593-7_LP-18_M1000*, beier baudesign GmbH, Braunschweig, 05.03.2021.
- [5] *Planangaben SCONTO: Ansicht Eingang, Längsschnitt, Grundrisse EG/OG1/OG2*, beier baudesign GmbH, Braunschweig, Februar/März 2021.
- [6] *Betriebstechnische Angaben SCONTO-Möbelmarkt*, KGG GmbH & Co. KG, Schönefeld, E-Mail vom 09.03.2021.
- [7] *DIN 45645-1 (Juli 1996): Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen*, Berlin, 1996.
- [8] *Flächennutzungsplan der Landeshauptstadt Schwerin*, Landeshauptstadt Schwerin, Dezernat Wirtschaft, Bauen und Ordnung, Fachdienst Stadtentwicklung, Wirtschaft, Stand Juni 2018.
- [9] *PLS (2007) Parkplatzlärmstudie: Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen; 6. überarbeitete Auflage*, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg, August 2007.

- [10] *Knothe/Busche (2000): Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von Lkw (Merkblätter Nr. 25)*, Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (LUA NRW), Essen, 2000.
- [11] *DIN ISO 9613-2 (Oktober 1999): Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren*, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, 1999.
- [12] *Wölfel 2020: Rechenprogramm IMMI - Version 2020*, Wölfel Engineering GmbH & Co. KG, Höchberg bei Würzburg.