



INGENIEURBÜRO FÜR SCHALLSCHUTZ
DIPL.-PHYS. HAGEN SCHMIDL

Messungen von Geräuschemissionen
und -immissionen

Berechnung von Geräuschemissionen
und -immissionen

Gutachten in Genehmigungsverfahren

§ 47c BImSchG Lärmkarten

§ 47d BImSchG Lärmaktionspläne

Arbeitsplatzbeurteilung

Bau- und Raumakustik

Bauleitplanung

Verkehrslärm

Sport- und Freizeitlärm

ECO AKUSTIK
Ingenieurbüro für Schallschutz
Dipl.-Phys. Hagen Schmidl

Freie Straße 30a
39112 Magdeburg

Tel.: +49 (0)39203 6 02 29
mail@eco-akustik.de
www.eco-akustik.de

SCHALLTECHNISCHES GUTACHTEN

**Schall-Immissionsprognose
für die Erweiterung
eines Netto-Einkaufsmarktes
in der Kirschallee in 39590 Tangermünde**

**Stand: 25.05.2023
Gutachten Nr.: ECO 23023**

SCHALLTECHNISCHES GUTACHTEN

Schall-Immissionsprognose für die Erweiterung eines Netto-Einkaufsmarktes in der Kirschallee in 39590 Tangermünde

Stand: 25.05.2023

Auftraggeber:	Netto Marken-Discount Stiftung & Co. KG Arkenberger Damm 1 13127 Berlin
Unsere Auftrags-Nr.:	ECO 23023
Ihre Bestellung vom:	14.03.2023
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. H. Schmidl
Seitenzahl:	26 inkl. Anlagen
Datum:	25.05.2023

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	2
TABELLENVERZEICHNIS	3
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
1. AUFGABENSTELLUNG UND VORGEHENSWEISE	4
2. UNTERLAGEN	5
2.1 NORMEN UND RICHTLINIEN	5
2.2 SONSTIGE UNTERLAGEN	5
3. ÖRTLICHKEIT UND IMMISSIONSRICHTWERTE	6
4. ERMITTLUNG DER EMISSIONEN	8
4.1 VORHABENSBESCHREIBUNG	8
4.2 BERECHNUNGSVORSCHRIFTEN.....	8
4.3 EMISSIONEN DURCH ANLIEFERUNGEN	10
4.4 EMISSIONEN DURCH UMSCHLAGVORGÄNGE.....	10
4.5 EMISSIONEN DURCH PARKPLÄTZE	11
4.6 EMISSIONEN DURCH EINKAUFSWAGENSAMMELBOX.....	11
4.7 EMISSIONEN DURCH LÜFTUNGS- UND KÜHLAGGREGATE	12
5. SCHALLAUSBREITUNGSRECHNUNG	13
6. BILDUNG DES BEURTEILUNGSPEGELS	14
7. ERGEBNIS DER BEURTEILUNG	15
8. TIEFFREQUENTE GERÄUSCHANTEILE AM IMMISSIONSORT	16
9. VERKEHRSGERÄUSCHE GEMÄß PKT. 7.4 DER TA LÄRM	17
10. ANGABEN ZUR QUALITÄT DER ERGEBNISSE	18
11. ZUSAMMENFASSUNG	20
ANLAGEN	21
ANLAGE 1 – TABELLEN ZUR SCHALLAUSBREITUNGSRECHNUNG	22
ANLAGE 2 – LÄRMKARTE FÜR DEN BEURTEILUNGSZEITRAUM TAG	24
ANLAGE 3 – LÄRMKARTE FÜR DEN BEURTEILUNGSZEITRAUM NACHT	25
ANLAGE 4 – QUELLENLAGEPLAN.....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: maßgebliche Immissionsorte und Immissionskontingente	6
Tabelle 2: längen- und stundenbezogene Schallleistungspegel Kfz-Fahrverkehr	8
Tabelle 3: linienbezogener Schallleistungspegel für den Anliefer-Verkehr im Tageszeitraum	10
Tabelle 4: Emissionen der Umschlagvorgänge durch Paletten-Hubwagen im Tageszeitraum	10
Tabelle 5: Übersicht über die gekühlten Lkw	12
Tabelle 6: Zusammenfassung der zur Berechnung des Beurteilungspegels verwendeten Zuschläge	14
Tabelle 7: Beurteilungspegel und Immissionskontingente	15
Tabelle 8: Unsicherheiten durch Mess- und Prognoseunsicherheit	19
Tabelle 9: Beurteilungspegel und Immissionskontingente	20
Tabelle 10: Emissionsgrößen der Linien-, Flächenquellen im akustischen Modell	22
Tabelle 11: Emissionsgrößen des Parkplatzes im akustischen Modell	22
Tabelle 12: Berechnete Teilimmissionen	23

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Übersichtslageplan des Untersuchungsgebiets	7
Bild 2: Lärmkarte für den Tageszeitraum in einer Höhe von 6 m	24
Bild 3: Lärmkarte für den Nachtzeitraum in einer Höhe von 6 m	25
Bild 4: Quellenlageplan (Zuordnung über die Spalte ID in Anlage 1)	26

1. Aufgabenstellung und Vorgehensweise

In Tangermünde soll der bestehende Netto-Markt erweitert werden. Für das Vorhaben soll ein Bebauungsplan aufgestellt werden.

Zweck des Gutachtens ist es nachzuweisen, dass die an den maßgeblichen Immissionsorten zu erwartenden Beurteilungspegel die Immissionsrichtwerte nicht überschreiten.

ECO Akustik, Ingenieurbüro für Schallschutz, wurde beauftragt diesen Nachweis zu erbringen. Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

- (1) Erstellung eines digitalen akustischen Modells des Untersuchungsbereiches auf der Grundlage des vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Kartenmaterials.
- (2) Ermittlung aller dem Vorhaben zuzuordnenden beurteilungsrelevanten Schallquellen (z.B. Warenumschlag, Einkaufswagen) bzw. deren Emissionsgrößen auf Grundlage der vom Auftraggeber übermittelten Betriebsbeschreibung.
- (3) Implementierung aller beurteilungsrelevanten Schallquellen in das akustische Modell.
- (4) punktuelle und flächendeckende Schallausbreitungsrechnung gemäß DIN ISO 9613-2.
- (5) Vergleich der ermittelten Beurteilungspegel mit den Immissionsrichtwerten nach TA Lärm.

2. Unterlagen

2.1 Normen und Richtlinien

- /1/ Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 1 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist
- /2/ TA Lärm - Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen - Lärm vom 26. Aug. 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 01.06.2017 (BAz AT 08.06.2017 B5)
- /3/ TA Lärm-Kommentar von Beckert, Fabricius, Erich Schmidt Verlag, Berlin 2009
- /4/ DIN ISO 9613-2:1999-10 Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2; Allgemeines Berechnungsverfahren (Okt. 1999)
- /5/ DIN 45680:2013-09 – Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschemissionen in der Nachbarschaft

2.2 Sonstige Unterlagen

- /6/ Technischer Bericht zur Untersuchung der Lkw- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen, Hessische Landesanstalt für Umwelt 2005
- /7/ Parkplatzlärmstudie des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. Auflage, August 2007
- /8/ Hessische Landesanstalt für Umwelt, Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lkw auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen, 2005
- /9/ Lkw- und Verladegeräusche bei Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen, Busche, Knothe, Zeitschrift für Lärmbekämpfung, 1998
- /10/ Emissionsdatenkatalog Forum Schall ÖAL (2016)
- /11/ Zeitschrift Immissionsschutz, Schallpegelanalyse von Be- und Entladevorgängen mit Palettenhubwagen und beladener Paletten bei Lkw in Logistikzentren, Februar 2017
- /12/ „Die Unsicherheit des Beurteilungspegels bei der Immissionsprognose“, W. Probst, U. Donner, Zeitschrift für Lärmbekämpfung 49, S. 86-90, 2002 Nr. 3
- /13/ Flächennutzungsplan Stadt Tangermünde, 23.05.2012
- /14/ Lageplan für den erweiterten Netto-Markt, per E-Mail 06.02.2023
- /15/ Betriebsbeschreibung für den erweiterten Netto-Markt per E-Mail 17.04.2023
- /16/ Datenblatt für den Netto Standard Verflüssiger 2021 von Compact Kältetechnik GmbH, per E-Mail 17.04.2023

3. Örtlichkeit und Immissionsrichtwerte

Das geplante Bauvorhaben befindet sich im Zentrum der Stadt Tangermünde. Die Umgebung des vorhandenen Einkaufsmarktes stellt sich wie folgt dar:

- Im Norden: Kirschallee, dahinter Wohnbebauung (laut Flächennutzungsplan /13/ gemischte Wohnfläche)
- Im Osten: Bahnhofstraße, dahinter Wohnbebauung (laut Flächennutzungsplan /13/ Wohnen)
- Im Süden: Brachfläche, nachfolgend gemischte Nutzung (MI)
- Im Westen: südlich der Kirschallee gemischte Nutzung (MI), dahinter Grünflächen sowie ein Einkaufszentrum

Als maßgebliche Immissionsorte werden die schutzbedürftigen Bebauungen im Umfeld des geplanten Bauvorhabens untersucht. Der jeweilige Schutzanspruch wurde aufgrund der Ausweisung im Flächennutzungsplan in Verbindung mit der tatsächlichen Nutzung gewählt.

Tabelle 1: maßgebliche Immissionsorte und Immissionskontingente

Bezeichnung	ID	Richtwert		Nutzungsart		Höhe		Koordinaten (EPSG 25832)	
		Tag	Nacht	Gebiet	Lärmart			X	Y
		(dBA)	(dBA)			(m)		(m)	(m)
Kirschallee 1 A	IO1	60,0	45,0	MI	Industrie	6,00	r	701510	5826125
Ulrichsstraße 1 C	IO2	55,0	40,0	WA	Industrie	6,00	r	701564	5826162
Bahnhofstr. 92	IO3	55,0	40,0	WA	Industrie	6,00	r	701608	5826057

Es ist davon auszugehen, dass keine relevante gewerbliche Vorbelastung vorhanden ist. Die o.g. Immissionsrichtwerte können somit beim Betrieb des o.g. Vorhabens ausgeschöpft werden.

Nach Punkt 2.8 der TA Lärm dürfen einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen die Immissionsrichtwerte um nicht mehr als tags 30 dB und nachts 20 dB überschreiten.

Ein Lageplan des Betriebsgeländes sowie der maßgeblichen Immissionsorte ist der folgenden Seite zu entnehmen.

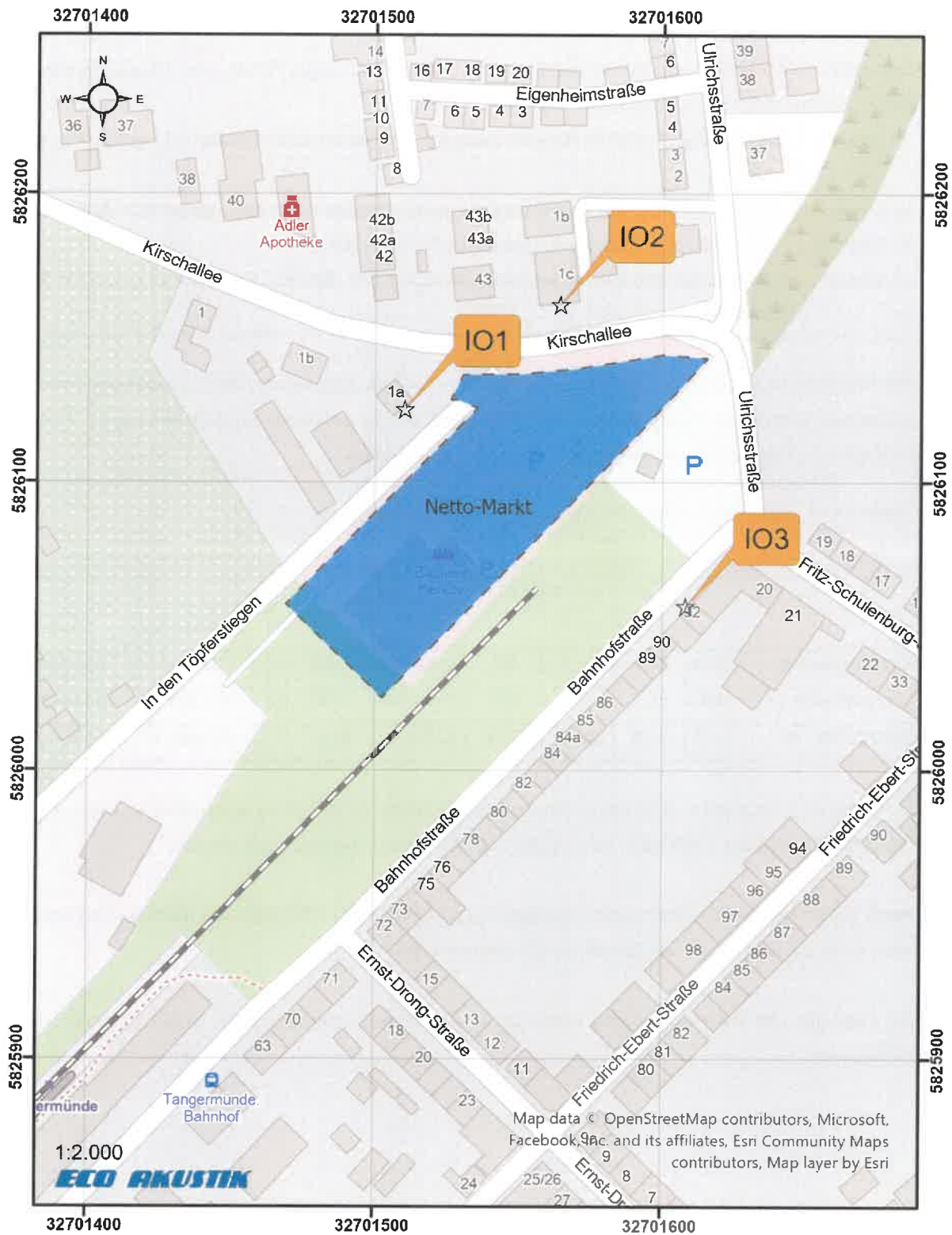


Bild 1: Übersichtslageplan des Untersuchungsgebiets

4. Ermittlung der Emissionen

4.1 Vorhabensbeschreibung

Der erweiterte Netto-Markt soll werktags von 6⁰⁰ bis 22⁰⁰ Uhr geöffnet haben. Insgesamt soll der Markt inkl. Backshop/Café über 5 Mitarbeiter verfügen. Der Parkplatz soll zukünftig 79 Stellplätzen haben und befindet sich im Nordosten mit Zufahrt zur Kirschallee. Im Nordwesten des Gebäudes soll sich die Anlieferung befinden. Die Einkaufswagensammelbox soll sich auf dem Parkplatz in der Nähe des Eingangsbereiches befinden.

4.2 Berechnungsvorschriften

Die Ermittlung der Schall-Emissionen erfolgte in Anlehnung an die jeweils gültigen Normen und Richtlinien.

Kfz-Fahrverkehr

Der gesamt auftretende Kfz-An- und Ablieferverkehr wird im akustischen Modell durch Linienquellen repräsentiert. Beim Durchfahren der Strecke kann der Schallleistungspegel im zeitlichen Mittel als gleichmäßig von der Strecke abgestrahlt angesehen werden. Nach /8/ beträgt der linienbezogene Schallleistungspegel L_w' (Schallabstrahlung eines 1 m-Elementes):

$$L_w' = L_{w'1h} + 10 \cdot \lg(n) - 10 \cdot \lg\left(\frac{EWZ}{1h}\right)$$

mit n - Anzahl der Streckendurchfahrten in der Einwirkzeit
 EWZ - Einwirkzeit in Stunden
 $L_{w'1h}$ - zeitlich gemittelter Schallleistungspegel eine Streckendurchfahrt pro Stunde

Folgende längen- und stundenbezogene Schallleistungspegel wurden nach /10/ und /8/ zum Ansatz gebracht:

Tabelle 2: längen- und stundenbezogene Schallleistungspegel Kfz-Fahrverkehr

Kfz-Art	Beschreibung	Schallleistungspegel	
		Parameter	Wert
Lkw groß	> 7,5 t; Fahrt auf Asphalt < 30 km/h	$L_{w'1h}$ [dB(A)/m]	61
Lkw klein	< 7,5 t; Fahrt auf Asphalt < 30 km/h (eigene Messung)	$L_{w'1h}$ [dB(A)/m]	54
Transporter	beschleunigte Vorbeifahrt auf Asphalt (eigene Messung)	$L_{w'1h}$ [dB(A)/m]	50
Pkw	Fahrt auf Asphalt < 30 km/h	$L_{w'1h}$ [dB(A)/m]	47

Einzelereignisse wie Türeenschlagen, Bremsen oder Anlassen verursachen aufgrund der geringen Anzahl der Vorgänge keine beurteilungsrelevanten Immissionen.

Umschlagvorgänge

Für die Entladegeräusche wird ähnlich wie bei den Fahrgeräuschen von einem einheitlichen Emissionsansatz ausgegangen /6/. Danach errechnet sich der auf die Beurteilungszeit bezogene Schallleistungspegel $L_{WA,r}$ der Entladegeräusche wie folgt:

$$L_{WA,r} = L_{WA,1h} + 10 \cdot \lg(n) - 10 \cdot \lg\left(\frac{T_r}{1h}\right)$$

mit $L_{WA,1h}$ zeitlich gemittelter Schallleistungspegel für ein Ereignis pro Stunde
 n Anzahl der Ereignisse in der Beurteilungszeit T_r
 T_r Beurteilungszeit in h

Parkplatz-Wechselverkehr

Die Ermittlung der Emissionsgrößen erfolgt nach der aktuellen Auflage der Bayerischen Parkplatzlärmstudie (getrenntes Verfahren) /7/. Diese enthält nach allgemeiner fachlicher Meinung anerkannte Vorgabewerte und Berechnungsverfahren zur Prognose der Geräuschimmissionen bei Parkplätzen. Von dem geplanten Parkplatz gehen Schallemissionen aus, die hauptsächlich durch Fahr- und Startvorgänge sowie Türen- bzw. Kofferraumschließen verursacht werden.

$$L_{WA} = L_{W0} + K_{PA} + K_i + K_D + K_{Stro} + 10 \cdot \lg(B \cdot N)$$

mit L_{W0} - 63 dB(A) Ausgangsschallleistungspegel für eine Bewegung je Stunde auf einem P+R-Parkplatz (leiseste Parkplatzart)
 K_{PA} - Zuschlag für die Parkplatzart nach Tabelle 34 der Parkplatzlärmstudie
 K_i - Zuschlag für Impulshaltigkeit nach Tabelle 34 der Parkplatzlärmstudie
 K_D - $2,5 \lg(f \cdot B - 9)$ dB(A); $f \cdot B > 10$ Stellplätze; $K_D = 0$ für $f \cdot B \leq 10$; Pegelerhöhung infolge des Durchfahr- und Parksuchverkehrs in dB(A)
 f - Stellplätze je Einheit der Bezugsgröße
 K_{Stro} - Zuschlag für unterschiedliche Fahrbahnoberflächen
 N - Bewegungshäufigkeit (Bewegungen je Bezugsgröße pro Stunde, wobei Ein- und Ausparken als jeweils eine Bewegung gerechnet werden) nach Tabelle 33 der Parkplatzlärmstudie
 B - Bezugsgröße, die den Parkplatz charakterisiert

Einkaufswagensammelbox

Der auf die Beurteilungszeit bezogene Schallleistungspegel berechnet sich wie folgt:

$$L_{WA,r} = L_{WA,1h} + 10 \cdot \lg(n) - 10 \cdot \lg\left(\frac{T_r}{1h}\right)$$

mit $L_{WA,1h}$ zeitlich gemittelter Schallleistungspegel für ein Ereignis pro Stunde
 n Anzahl der Ereignisse in der Beurteilungszeit T_r
 T_r Beurteilungszeit in h (hier 1 h)

Im Rahmen dieser Prognose gehen wir dabei nach /6/ von einem mittleren Schallleistungspegel für die Einkaufswagensammelbox von $L_{WA,1h} = 72$ dB(A) für ein Ereignis pro Stunde aus.

4.3 Emissionen durch Anlieferungen

Nach Angaben des Auftraggebers ist durch die Anlieferung von Waren für den Markt mit den folgenden Fahrbewegungen zu rechnen:

Tabelle 3: linienbezogener Schallleistungspegel für den Anliefer-Verkehr im Tageszeitraum

Bezeichnung	$L_{WA,1h}$	Lkw/d	Einwirkzeit	L'_w
	[dB(A)]/m		[h]	[dB(A)]/m
Lkw groß	61,0	4	16	55,0
Lkw klein	54,0	3	16	46,7
Transporter	50,0	2	16	41,0

Die Anlieferungen finden im Tageszeitraum statt, eine Anlieferung im Nachtzeitraum wird ausgeschlossen. Für Lkw-Rangiertätigkeiten wird ein Zuschlag von 5 dB(A) vergeben.

4.4 Emissionen durch Umschlagvorgänge

Zur Lkw-Entladung werden Hubwagen genutzt. Es wird im Mittel von bis zu 10 Paletten pro Lkw ausgegangen, sodass pro Tag mit bis zu 70 Hubwagen zur Entladung gerechnet wird. Die Entladung der Lkw findet im Tageszeitraum an der Verladerampe an der Nordwestfassade statt.

Die Verladung der Ware erfolgt über eine Außenrampe. Nach neuesten Untersuchungen /11/ wird für einen kompletten Entladevorgang mittels Hubwagen ein mittlerer Schallleistungspegel von $L_{WA,1h} = 82,2$ dB(A) für ein Ereignis pro Stunde angegeben.

Tabelle 4: Emissionen der Umschlagvorgänge durch Paletten-Hubwagen im Tageszeitraum

Bezeichnung	$L_{WA,1h}$	Hubwagen/d	Einwirkzeit	L_w
	[dB(A)]		[h]	[dB(A)]
Anlieferung Hubwagen	82,2	70	16	88,6

Der Warenumschlag der Transporter erfolgt in der Regel per Hand, so dass hier nicht von beurteilungsrelevanten Schall-Emissionen auszugehen ist.

4.5 Emissionen durch Parkplätze

Es ist ein Parkplatz mit 79 Stellplätzen geplant, der sowohl durch die Mitarbeiter als auch durch die Kunden genutzt wird. Der Emissionsansatz ergibt sich nach Parkplatzlärmstudie aus der geplanten Verkaufsfläche von ca. 1.000 m².

Für den Parkplatz werden die folgenden Zuschläge vergeben:

- $K_{PA} = 3 \text{ dB}$ (Parkplatz an Einkaufszentrum)
- $K_i = 4 \text{ dB}$

Die Fahrbewegungen der Kunden, die beim getrennten Verfahren nach Parkplatzlärmstudie bisher nicht berücksichtigt wurden, werden durch Linienschallquellen im akustischen Modell repräsentiert. Aus den Angaben zu vergleichbaren Verkaufseinrichtungen lässt sich die Anzahl der zu erwartenden Kunden mit maximal 600 Kunden pro Tag abschätzen. Mit einem linienbezogenen Schallleistungspegel von $L_{W,1h} = 47 \text{ dB(A)/m}$ für eine Durchfahrt pro Stunde (siehe Tabelle 2) ergibt sich ein Emissionsansatz von $L_W = 62,7 \text{ dB(A)/m}$ für die Fahrbewegungen der Kunden-Pkw.

Durch die Parkwechselbewegungen der max. 5 Mitarbeiter sind keine beurteilungsrelevanten Schall-Emissionen zu erwarten.

4.6 Emissionen durch Einkaufswagensammelbox

Weitere beurteilungsrelevante Geräusche treten beim Ein- und Ausstapeln der Einkaufswagen in der Einkaufswagensammelbox auf. Diese Sammelbox befindet sich im Freien in der Nähe des Ein- und Ausganges des Marktes.

Im Sinne eines Worst-Case-Ansatzes wird angenommen, dass jeder der maximal 600 Kunden pro Tag einen Einkaufswagen nimmt. Pro Kunde kommt es zu 2 Ereignissen (Ein- und Ausstapeln). Somit ist mit 75 Ereignissen pro Stunde während der Öffnungszeiten (von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr, 16 Stunden) zu rechnen.

Es resultiert ein Schallleistungspegel von $L_{WA,Sammelbox} = 90,8 \text{ dB(A)}$ für die Einkaufswagensammelbox.

4.7 Emissionen durch Lüftungs- und Kühlaggregate

Zum einen verfügen Lkw, die gekühlte Ware anliefern, über ein eigenes Kühlaggregat, zum anderen befinden sich einige Aggregate zur Lüftung und Kühlung auf der Südwestseite des Marktes.

Nach /7/ beträgt der mittlere Schallleistungspegel für derartige Lkw-Kühlaggregate $L_{WA} = 97 \text{ dB(A)}$ und die übliche Laufzeit dieser Kühlungen beträgt 15 min pro Stunde. Es wird davon ausgegangen, dass 2 von den zur Anlieferung kommenden Lkws gekühlt werden und dass eine Entladung pro Lkw weniger als 1 Stunde Zeit in Anspruch nimmt. Im Sinne eines Worst-Case-Ansatzes wird angenommen, dass pro Lkw die Kühlung 15 Minuten läuft und die Belieferung während der Ruhezeiten stattfindet.

Tabelle 5: Übersicht über die gekühlten Lkw

L_{WA}	gekühlte Lkw/Tag	Einwirkzeit der 2 Lkw
97	2	30 Minuten

Für den Markt ist ein Verflüssiger an der Süd-West-Ecke des Gebäudes geplant. Dieser soll laut Hersteller /16/ einen Schallleistungspegel von 70dB(A) haben. Im Sinne eines Worst-Case-Ansatzes wird von einem kontinuierlichen Betrieb der Aggregate ausgegangen.

5. Schallausbreitungsrechnung

Die Berechnung der Immissionen erfolgt entsprechend TA Lärm analog der DIN ISO 9613-2:1999-10 /4/ flächendeckend (quadratisches Raster 1 m x 1 m) in 6 m Höhe sowie punktuell mit einer für diese Anwendungszwecke entwickelten Software (CADNA A 2023 MR1).

Im Einzelnen werden aus den abgestrahlten Schallleistungspegeln der relevanten Einzelschallquellen über eine Ausbreitungsrechnung unter Berücksichtigung der Geometrie, der Luftabsorption, der Bodendämpfung (alternatives Verfahren Gl. (10) der DIN ISO 9613-2), der Höhe der Quellen und der Messpunkte über dem Gelände, der Richtwirkung sowie etwaiger Abschirmung und Reflexionen (zwei) die jeweiligen verursachten anteiligen Schalldruckpegel $L_{AT}(DW)$ der Einzelschallquellen an den Immissionsorten berechnet:

$$L_{AT}(DW) = L_W + D_C - (A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc})$$

mit	$L_{AT}(DW)$	-	anteiliger Schalldruckpegel einer Einzelschallquelle am Immissionsort bei Mitwind
	L_W	-	abgestrahlte Schallleistung
	D_C	-	Richtwirkungskorrektur
	A_{div}	-	Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
	A_{atm}	-	Dämpfung aufgrund von Luftabsorption
	A_{gr}	-	Dämpfung aufgrund des Bodeneffekts
	A_{bar}	-	Dämpfung aufgrund von Abschirmung
	A_{misc}	-	Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte

Dieser anteilige Schalldruckpegel der Einzelschallquellen entsteht am jeweiligen Immissionsort bei Witterungsbedingungen, die für die Schallausbreitung von der Quelle zu diesem Immissionsort günstig sind. Häufig wird jedoch ein Langzeitmittlungspegel $L_{AT}(LT)$ am Immissionsort benötigt, wobei das Zeitintervall der Mittelung mehrere Monate oder ein Jahr beträgt. Ein solcher Zeitraum beinhaltet normalerweise eine Vielzahl von Witterungsbedingungen, die günstig oder auch ungünstig für die Schallausbreitung sein können. Der Langzeitmittlungspegel $L_{AT}(LT)$ am Immissionsort berechnet sich dann nach folgender Gleichung:

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

mit	$L_{AT}(LT)$	-	anteiliger Langzeitmittlungspegel einer Einzelschallquelle am Immissionsort
	$L_{AT}(DW)$	-	anteiliger Schalldruckpegel einer Einzelschallquelle am Immissionsort bei Mitwind
	C_{met}	-	meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2, Kap. 8

Aufgrund der vorliegenden Abstandsverhältnisse zwischen Immissionsorten und Schallquellen (< 200 m) wird im vorliegenden Fall auf die Vergabe einer meteorologischen Korrektur C_{met} verzichtet.

6. Bildung des Beurteilungspegels

Bei der in Kapitel 5 dargestellten Berechnung der am Immissionsort verursachten Langzeitmittlungspegel $L_{AT}(LT)$ der Einzelschallquellen wird von einer kontinuierlichen Einwirkung der Geräusche ausgegangen. Treten verkürzte Einwirkzeiten in den Beurteilungszeiträumen (tags: 6 Uhr – 22 Uhr/nachts: ungünstigste volle Nachtstunde zwischen 22 Uhr und 6 Uhr) auf, so sind diese durch Zeitabschläge DT beim Langzeitmittlungspegel der Einzelschallquellen $L_{AT}(LT)$ zu berücksichtigen.

$$DT = 10 \lg \left(\frac{T_{EWZ}}{T_{BZ}} \right)$$

mit DT - Zeitabschlag in dB
 T_{EWZ} - Einwirkzeit in h
 T_{BZ} - Beurteilungszeitraum, z.B. tags: 16h/nachts 1h

Die im vorliegenden Fall berücksichtigten Einwirkzeiten können den Beschreibungen der Schallquellen in Kapitel 4 entnommen werden.

Die gemäß Kapitel 4 ermittelten Langzeitmittlungspegel der Einzelschallquellen k werden dann für jeden Immissionsort durch energetische Addition und gegebenenfalls Berücksichtigung weiterer Zuschläge für Ton-/Informationshaltigkeit, für Impulshaltigkeit und für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (Ruhezeitenzuschlag) zu einem Beurteilungspegel L_r zusammengefasst.

$$L_r = 10 \lg \left[\frac{1}{T_{BZ}} \sum_k T_{EWZ,k} 10^{0,1(L_{AT,k}(LT) + K_{R,k})} \right] + K_T + K_I$$

mit L_r - A-bewerteter Beurteilungspegel am Immissionsort in dB(A)
 $L_{AT,k}(LT)$ - A-bewerteter Langzeitmittlungspegel der Quelle k am Immissionsort in dB(A)
 $T_{EWZ,k}$ - Einwirkzeit in h der Einzelquelle k in h
 $T_{BZ,k}$ - Beurteilungszeitraum, z.B. tags: 16h/nachts 1h
 K_T - Zuschlag für Ton-/Informationshaltigkeit nach A.2.5.2 der TA Lärm in dB(A)
 K_I - Zuschlag für Impulshaltigkeit nach A.2.5.3 der TA Lärm in dB(A)
 $K_{R,k}$ - Ruhezeitenzuschlag der Einzelquelle nach Pkt. 6.5 der TA Lärm in dB(A)

Tabelle 6: Zusammenfassung der zur Berechnung des Beurteilungspegels verwendeten Zuschläge

Größe	Wert [dB]	Beschreibung
C_{met}	Programmin- tern	Berechnung ohne meteorologische Korrektur (Abstände < 200 m)
K_T	0	Es ist nicht zu erwarten, dass die entstehenden Geräusche ton- und/oder informationshaltig sind. Somit werden keine derartigen Zuschläge vergeben.
K_I	0	Eventuelle Impulzzuschläge sind in den Emissionsansätzen bereits enthalten. Somit wird kein derartiger Zuschlag vergeben.
K_R	6	Die Ruhezeitenzuschläge für allgemeine Wohngebiete wurden berücksichtigt.

7. Ergebnis der Beurteilung

Auf Grundlage der in Kapitel 4 zusammengefassten Emissionsansätze wurden über das akustische Modell die zu erwartenden Beurteilungspegel des geplanten Einkaufsmarktes punktuell an den maßgeblichen Immissionsorten berechnet. In der folgenden Tabelle sind die zu erwartenden Beurteilungspegel im Vergleich mit den Immissionsrichtwerten dargestellt.

Tabelle 7: Beurteilungspegel und Immissionskontingente

Immissionsort		Höhe	Richtwerte		Beurteilungspegel		Überschreitung		
Name	ID		Tag	Nacht	Tag	Nacht		Tag	Nacht
		m	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)
Kirschallee 1 A	IO1	6	60,0	45,0	54,0	7,5	nein	-6,0	-37,5
Ulrichsstraße 1 C	IO2	6	55,0	40,0	54,0	0,7	nein	-1,0	-39,3
Bahnhofstr. 92	IO3	6	55,0	40,0	48,6	-0,2	nein	-6,4	-40,2

Die an den maßgeblichen Immissionsorten zu erwartenden Beurteilungspegel unterschreiten die Immissionsrichtwerte tags um mindestens 1 dB(A). Im Nachtzeitraum werden keine beurteilungsrelevanten Schall-Immissionen verursacht.

Eine genaue Auflistung der Teilimmissionen kann Anlage 1 entnommen werden.

- **Prüfung hinsichtlich des Spitzenpegelkriteriums**

Die höchsten einzelnen kurzzeitigen Geräuschspitzen entstehen durch Quietschgeräusche der Lkw-Auflieger und erreichen nach /8/ Maximal-Schallleistungspegel von $L_{WA,Fmax} = 118 \text{ dB(A)}$. Testrechnungen haben gezeigt, dass hierdurch nicht mit Überschreitungen der Immissionsrichtwerte um mehr als 30 dB tags zu rechnen ist.

Im Nachtzeitraum ist der Betrieb des Marktes sowie auch Anlieferungen ausgeschlossen.

8. Tieffrequente Geräuschanteile am Immissionsort

Für Geräusche, die vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 100 Hz besitzen (tieffrequente Geräusche), ist die Frage, ob von Ihnen schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen, nach Pkt. 7.3 TA Lärm zu beurteilen. Schädliche Umwelteinwirkungen können insbesondere dann auftreten, wenn bei deutlich wahrnehmbaren tieffrequenten Geräuschen in schutzbedürftigen Räumen bei geschlossenen Fenstern die Differenz $L_{Ceq} - L_{Aeq}$ und/oder $L_{CFmax} - L_{AFmax}$ den Wert 20 dB überschreitet. Im vorliegenden Gutachten kann nur eine Abschätzung hinsichtlich des Vorhandenseins tieffrequenter Geräuschimmissionen im Sinne des Pkt. 7.3 der TA Lärm bzw. DIN 45680 /5/ sowie des Beiblattes 1 dieser DIN durchgeführt werden.

Pkt. A.1.5 der TA Lärm gibt Beispiele von Anlagen an, bei denen mit tieffrequenten Geräuschen zu rechnen ist. Keine der Schallquellen des geplanten Einkaufsmarktes kann solchen Anlagen zugeordnet werden. Dementsprechend ist nicht mit tieffrequenten Geräuschen mit einer schädlichen Umwelteinwirkung zu rechnen.

9. Verkehrsgeräusche gemäß Pkt. 7.4 der TA Lärm

Zum Nachweis der Genehmigungsfähigkeit gehört die Betrachtung der Verkehrsgeräusche auf öffentlichen Straßen nach Punkt 7.4 der TA Lärm. In Absatz 3 und 4 des Punktes heißt es: „Geräusche des An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand bis zu 500 Metern von dem Betriebsgrundstück sollen durch Maßnahmen organisatorischer Art so weit wie möglich vermindert werden, soweit:

- sie den Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche für den Tag oder die Nacht rechnerisch um mindestens 3 dB(A) erhöhen,
- keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist und
- die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) erstmals oder weitergehend überschritten werden.

Diese Kriterien gelten in Summe, d.h. nur wenn alle drei Bedingungen erfüllt sind, sind organisatorische Maßnahmen durchzuführen, um den anlagenbezogenen Verkehr so weit wie möglich zu mindern.

Im vorliegenden Fall erfolgt die Zufahrt direkt von der Kirschallee. Hier erfolgt sofort eine Vermischung mit dem übrigen Verkehr. Maßnahmen organisatorischer Art sind nach Pkt. 7.4 der TA Lärm nicht erforderlich.

10. Angaben zur Qualität der Ergebnisse

Die TA Lärm sieht nach Punkt A.2.6. „Darstellung der Ergebnisse“ vor, dass schalltechnische Gutachten Aussagen zur Qualität der in ihnen dargestellten Ergebnisse enthalten. Das Ziel solcher Darstellungen ist, über die rein formale Untersuchung des Sachgegenstandes hinaus (Bspw. der Prüfung auf Genehmigskonformität oder der Einhaltung behördlicher Vorgaben), eine bessere Einschätzung und/oder Nachvollziehbarkeit der Qualität der durchgeführten Prognoseverfahren und der Ergebnisse zu ermöglichen.

Eine solche Einschätzung kann im vorliegenden Gutachten durch die Angabe bzw. Abschätzung der Fehler bzw. Standardabweichungen der Beurteilungspegel $L_{r,i}$ an den jeweiligen Immissionsorten erfolgen. Dazu werden die bei der Messung und/oder Schallausbreitungsrechnung nicht vermeidbaren Teilfehler aufsummiert. Nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz ergibt sich die Standardabweichung σ_i des Beurteilungspegels am Immissionsort i aus den Standardabweichungen $\sigma_{i,j}$ der Teilbeurteilungspegel $L_{r,i,j}$ nach folgender Formel (n : Anzahl der berücksichtigten Schallquellen):

$$\sigma_i = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^n (\sigma_{i,j} \cdot 10^{0,1 \cdot L_{r,i,j}})}}{\sum_{j=1}^n 10^{0,1 \cdot L_{r,i,j}}}$$

mit $\sigma_{i,j}$ - Standardabweichung des Teilbeurteilungspegels $L_{r,i,j}$ von Quelle j am Immissionsort i
 n - Anzahl der berücksichtigten Schallquellen

Die Teilfehler der einzelnen Teilbeurteilungspegel, ergeben sich aus einem Mess- und Streufehler $\sigma_{s,j}$ und dem Fehler bei der Ausbreitungsrechnung bzw. Prognose $\sigma_{a,i,j}$ nach folgender Formel:

$$\sigma_{i,j} = \sqrt{\sigma_{s,j}^2 + \sigma_{a,i,j}^2}$$

mit $\sigma_{s,j}$ - Standardabweichung bei der Emissionsmessung
 $\sigma_{a,i,j}$ - Standardabweichung bei der Schallausbreitungsrechnung

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde im Sinne eines Worst-Case-Ansatzes für alle Schallquellen bzw. Emissionsgrößen ein pauschaler Fehler von $\sigma_{s,j} = 3\text{dB}$ angesetzt. Dies entspricht typischerweise dem Fehler bei Messungen der Klasse 2 (siehe DIN ISO 3744) inklusive eines Sicherheitszuschlages. Der Fehler bei der Schallausbreitungsrechnung wird nach /12/ wie folgt berechnet:

$$\sigma_{a,i,j} = 2 \cdot \log_{10}(\max(d[i,j], 100)) - 3$$

mit $d[i,j]$ - mittlerer Abstand der j -ten Schallquelle zum Immissionsort i

Im vorliegenden Fall ergeben sich die folgenden Unsicherheiten an den maßgeblichen Immissionsorten:

Tabelle 8: Unsicherheiten durch Mess- und Prognoseunsicherheit

Immissionsort		SIGMA	
Name	ID	Tag	Nacht
		dB	dB
Kirschallee 1 A	IO1	1,6	3,2
Ulrichsstraße 1 C	IO2	2,0	3,2
Bahnhofstr. 92	IO3	2,0	3,2

11. Zusammenfassung

Im vorliegenden Gutachten wurde die geplante Erweiterung eines Netto-Markts in Tangermünde aus schalltechnischer Sicht untersucht. Zur Beurteilung des Betriebs wurde ein Worst-Case-Ansatz gewählt.

Die Ermittlung der an den maßgeblichen Immissionsorten zu erwartenden Beurteilungspegel erfolgte dabei durch ein digital akustisches Modell. Die Emissionen wurden auf der Basis einer übermittelten Betriebsbeschreibung und auf der Basis von anerkannten Berechnungsverfahren bestimmt. Über eine Schallausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 /4/ wurden dann die an den maßgeblichen Immissionsorten zu erwartenden Beurteilungspegel berechnet. Im Ergebnis der Schallausbreitungsrechnung ergaben sich die folgenden zu erwartenden Beurteilungspegel an den maßgeblichen Immissionsorten:

Tabelle 9: Beurteilungspegel und Immissionskontingente

Immissionsort		Höhe	Richtwerte		Beurteilungspegel		Überschreitung		
Name	ID		Tag	Nacht	Tag	Nacht		Tag	Nacht
		m	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)		dB(A)	dB(A)
Kirschallee 1 A	IO1	6	60,0	45,0	54,0	7,5	nein	-6,0	-37,5
Ulrichsstraße 1 C	IO2	6	55,0	40,0	54,0	0,7	nein	-1,0	-39,3
Bahnhofstr. 92	IO3	6	55,0	40,0	48,6	-0,2	nein	-6,4	-40,2

Die an den maßgeblichen Immissionsorten zu erwartenden Beurteilungspegel unterschreiten die Immissionsrichtwerte tags um mindestens 1 dB(A). Im Nachtzeitraum werden keine beurteilungsrelevanten Schall-Immissionen verursacht.

Ein Betrieb des Marktes sowie Anlieferungen im Nachtzeitraum sind nicht möglich.

Es ist nicht mit einzelnen kurzzeitigen Geräuschspitzen zu rechnen, die die Immissionsrichtwerte tags um mehr als 30 dB(A) und nachts um mehr als 20 dB(A) überschreiten. Schädliche Umwelteinwirkungen durch tieffrequente Geräusche sind nicht zu erwarten. Maßnahmen organisatorischer Art nach Pkt. 7.4 der TA Lärm sind nicht erforderlich.

Dieses Gutachten umfasst 26 Seiten inklusive Anlagen und darf nicht ohne die Zustimmung von ECO Akustik auszugsweise veröffentlicht werden.

fachlich Verantwortlicher:



Dipl. Phys. H. Schmidl

ECO AKUSTIK

Ingenieurbüro für Schallschutz
Dipl.-Phys. H. Schmidl

Freie Straße 30a, 39112 Magdeburg

Tel.: +49 (0)39203 60-229
mail@eco-akustik.de

ECO AKUSTIK Ingenieurbüro für Schallschutz, Freie Straße 30a, 39112 Magdeburg
Tel. (039203) 60 229
www.eco-akustik.de

Anlagen

Anlage 1 – Tabellen zur Schallausbreitungsrechnung	22
Anlage 2 – Lärmkarte für den Beurteilungszeitraum Tag.....	24
Anlage 3 – Lärmkarte für den Beurteilungszeitraum Nacht	25
Anlage 4 – Quellenlageplan	26

Anlage 1 – Tabellen zur Schallausbreitungsrechnung

Tabelle 10: Emissionsgrößen der Linien-, Flächenquellen im akustischen Modell

Bezeichnung	ID	Schalleistung Lw			Lw'/Lw''			Lw / Li		Korrektur			Einwirkzeit			K0
		Tag	Tag RZ	Nacht	Tag	Tag RZ	Nacht	Typ	Wert	Tag	Tag RZ	Nacht	Tag	Tag RZ	Nacht	
		[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]	[min]	[min]	[min]	[dB]
Einkaufswagen-Sammelbox	Qu_01	90,8	90,8	90,8	80,7	80,7	80,7	Lw	90,8	0,0	0,0	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Lkw groß	Qu_02	76,2	76,2	82,2	55,0	55,0	61,0	Lw'	61	-6,0	-6,0	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Lkw groß	Qu_03	75,3	75,3	81,3	55,0	55,0	61,0	Lw'	61	-6,0	-6,0	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Lkw groß (Rangieren)	Qu_04	78,1	78,1	84,1	60,0	60,0	66,0	Lw'	61+5	-6,0	-6,0	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Lkw klein	Qu_05	67,9	67,9	75,2	46,7	46,7	54,0	Lw'	54	-7,3	-7,3	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Lkw klein	Qu_06	67,0	67,0	74,3	46,7	46,7	54,0	Lw'	54	-7,3	-7,3	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Lkw klein (Rangieren)	Qu_07	69,8	69,8	77,1	51,7	51,7	59,0	Lw'	54+5	-7,3	-7,3	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Lkw-Kühlung	Qu_08	97,0	97,0	97,0	82,2	82,2	82,2	Lw	97	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0
Lkw-Umschlag	Qu_09	88,6	88,6	88,6	73,8	73,8	73,8	Lw	88,6	0,0	0,0	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Pkw Kunden	Qu_11	85,9	85,9	70,2	62,7	62,7	47,0	Lw'	47	15,7	15,7	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0
Standardverflüssiger (79,0 kW)	Qu_12	70,0	70,0	70,0	62,4	62,4	62,4	Lw	70	0,0	0,0	0,0	780,0	180,0	60,0	3,0
Transporter	Qu_13	65,4	65,4	74,4	41,0	41,0	50,0	Lw'	50	-9,0	-9,0	0,0	780,0	180,0	0,0	0,0

Tabelle 11: Emissionsgrößen des Parkplatzes im akustischen Modell

Bezeichnung	ID	Typ	Lwa			Zähldaten					Zuschlag Art				Einwirkzeit		
			Tag	Tag RZ	Nacht	Bezugsgr. B0	Anzahl B	Stellpl/BezGr f	Beweg/h/BezGr. N		Kpa	Parkplatzart			Tag	Tag RZ	Nacht
			[dB(A)]	[dB(A)]	[dB(A)]				Tag	Tag RZ	Nacht	[dB]	[min]				
Parken (79 Stpl.)	Qu_10	ind	92,3	92,3	0,0	1m² Netto-Verkaufsfläche	1000	0,11	0,170	0,170	0,000	7	Parkplatz an Einkaufszentrum	780,0	180,0	0,0	0,0

Tabelle 12: Berechnete Teilimmissionen

Quellen		Tag			Nacht		
Bezeichnung	ID	Kirschallee 1 A	Ulrichsstraße 1 C	Bahnhofstr. 92	Kirschallee 1 A	Ulrichsstraße 1 C	Bahnhofstr. 92
gesamt		IO1	IO2	IO3	IO1	IO2	IO3
Einkaufswagen-Sammelbox	Qu_01	54	54	48,6	7,5	0,7	-0,2
Lkw groß	Qu_02	47,5	45,1	43,9			
Lkw groß	Qu_03	35,2	34,8	29,6			
Lkw groß (Rangieren)	Qu_04	35,6	33,9	25,3			
Lkw klein	Qu_05	38,0	31,5	27,5			
Lkw klein	Qu_06	26,9	26,5	21,3			
Lkw klein (Rangieren)	Qu_07	27,3	25,6	17,0			
Lkw-Kühlung	Qu_08	29,7	23,2	19,2			
Lkw-Umschlag	Qu_09	40,0	39,6	17,3			
Parken (79 Stpl.)	Qu_10	45,9	42,0	19,3			
Pkw Kunden	Qu_11	50,0	51,6	45,8			
Standardverflüssiger (79,0 kW)	Qu_12	44,6	45,9	38,7			
Transporter	Qu_13	7,5	2,6	1,7	7,5	0,7	-0,2
		24,9	23,4	17,1			

Anlage 2 – Lärmkarte für den Beurteilungszeitraum Tag

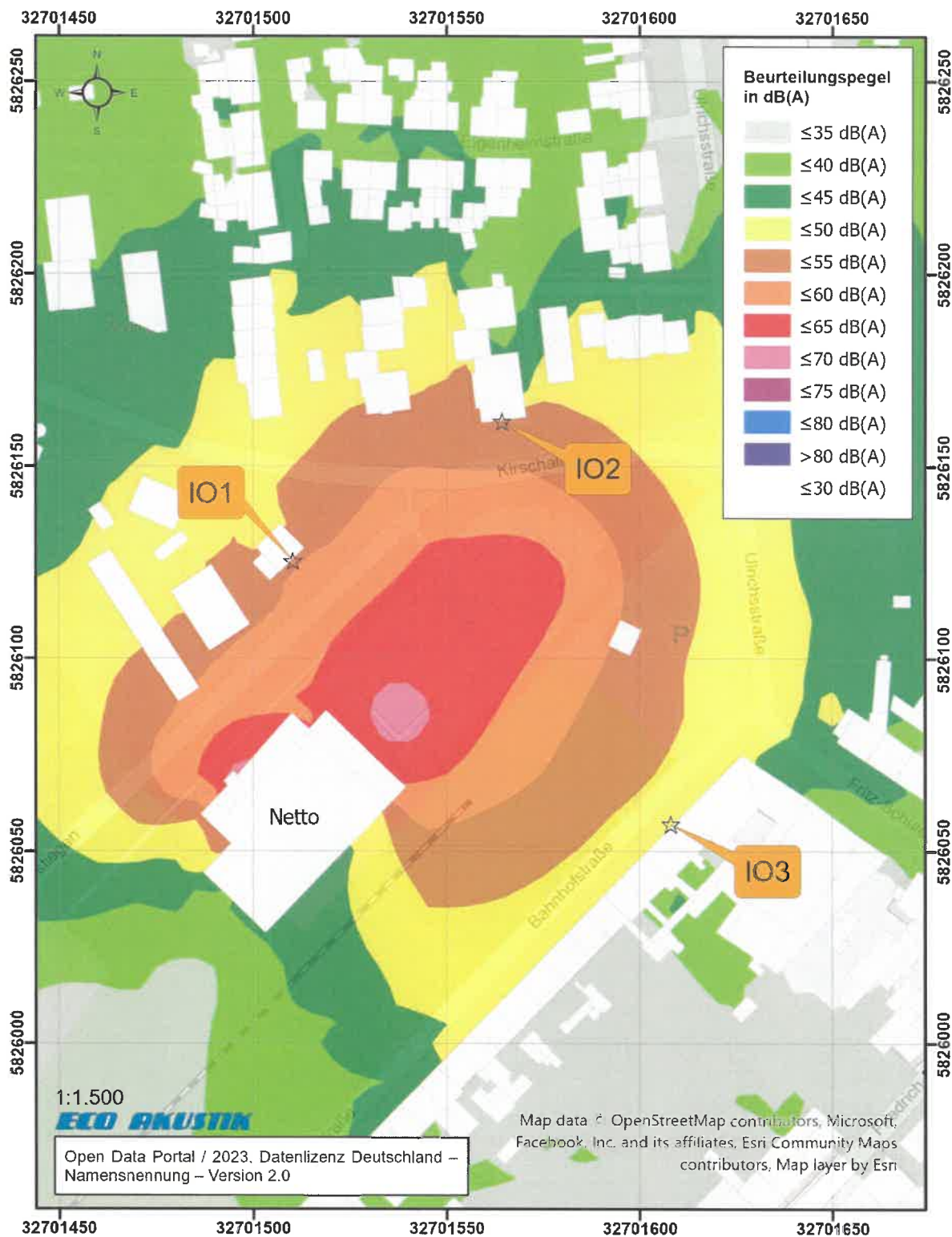


Bild 2: Lärmkarte für den Tageszeitraum in einer Höhe von 6 m

Anlage 3 – Lärmkarte für den Beurteilungszeitraum Nacht

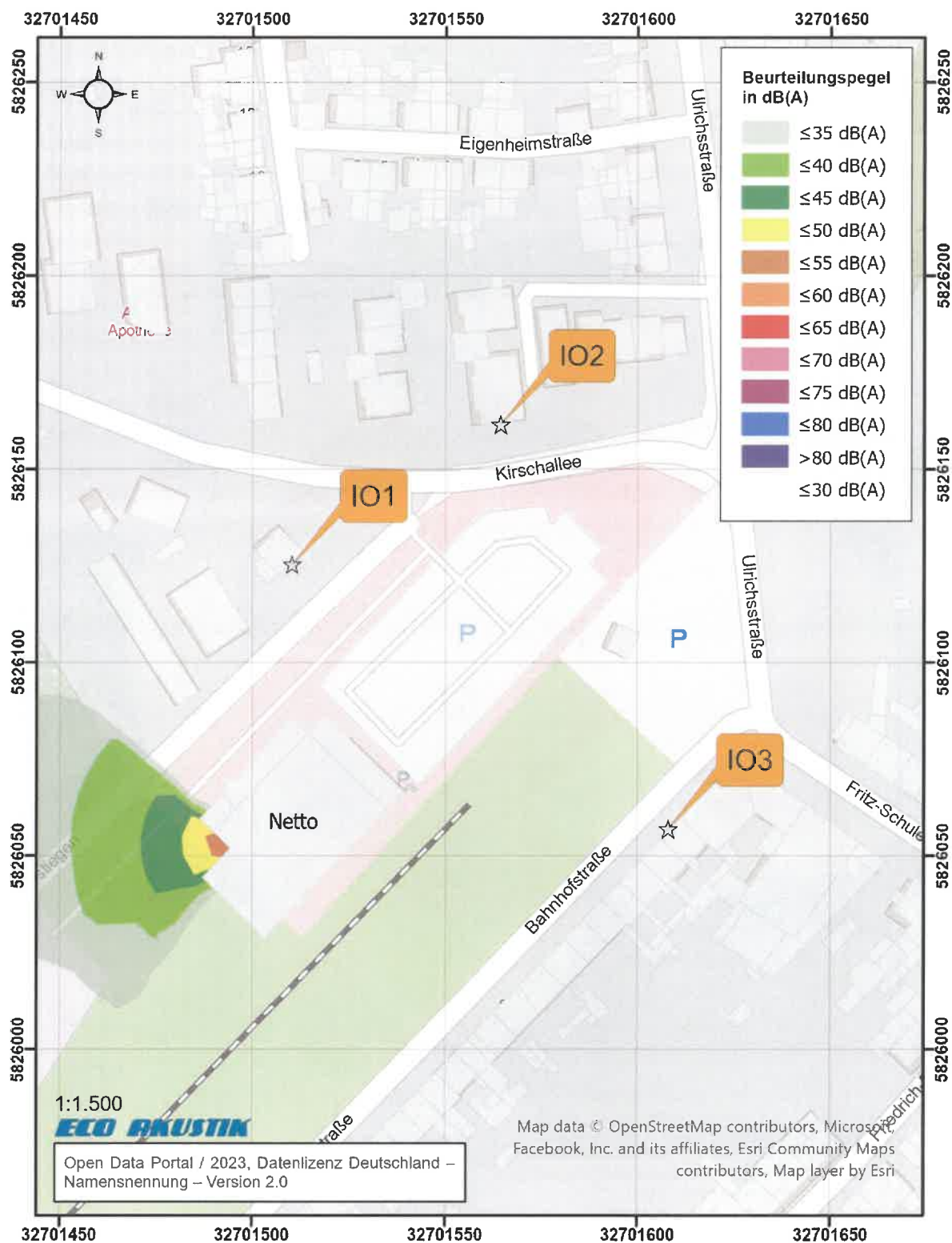


Bild 3: Lärmkarte für den Nachtzeitraum in einer Höhe von 6 m

Anlage 4 – Quellenlageplan

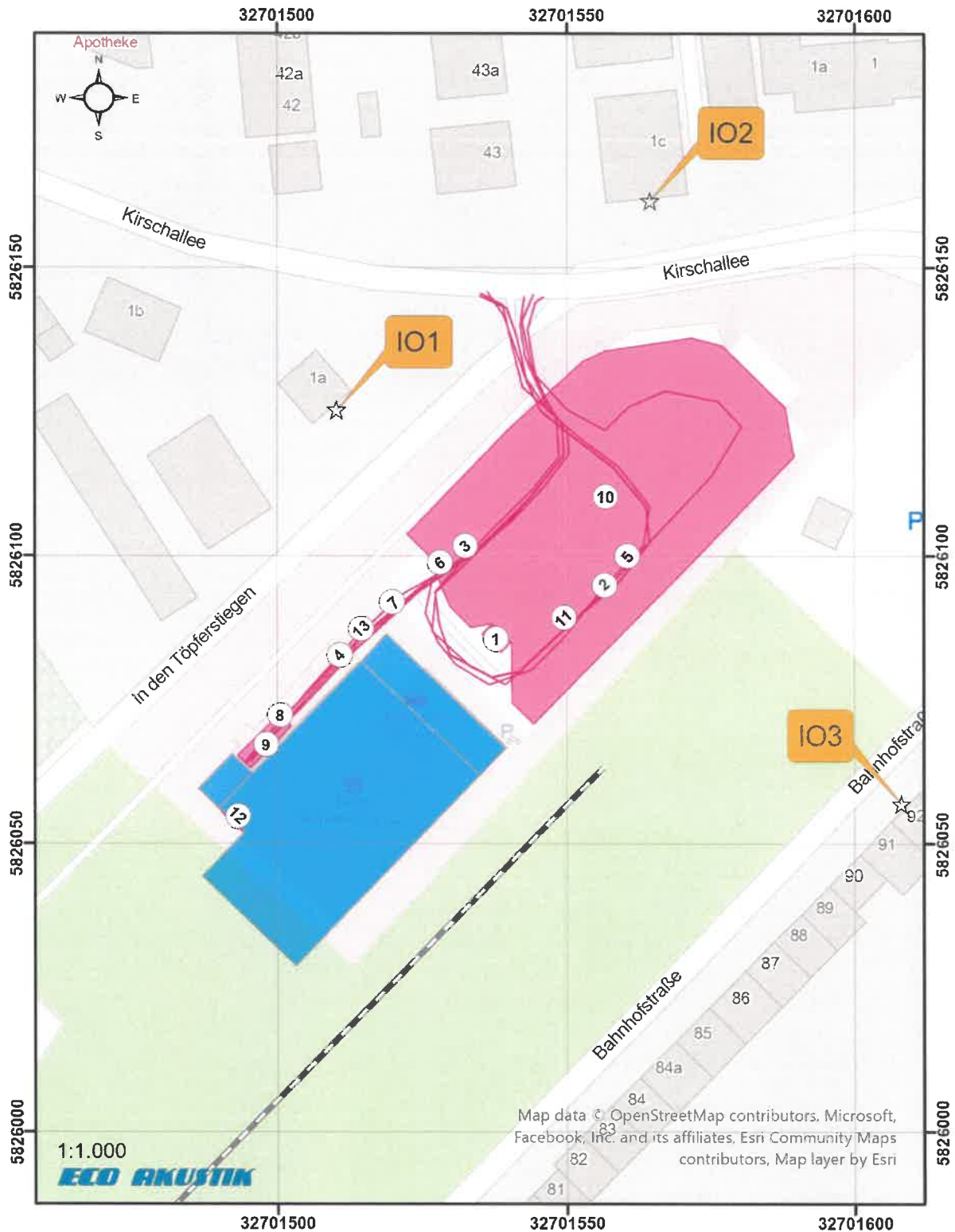


Bild 4: Quellenlageplan (Zuordnung über die Spalte ID in Anlage 1)