

Essen, 15.06.2023
TNU-SST-E-Hrd

Schalltechnische Untersuchung **Geräuschemissionen und -immissionen** **durch den Lidl-Lebensmittelmarkt** **an der „Hatzfelder Straße 73“** **in 33104 Paderborn**



Durch die DAkkS nach
DIN EN ISO/IEC 17025 akkreditiertes Prüflaboratorium.

Die Akkreditierung gilt für die
in der Urkunde aufgeführten
Prüfverfahren.

Das Labor ist darüber hinaus
bekanntgegebene Messstelle
nach § 29b BImSchG.

Auftraggeber: Lidl Dienstleistung GmbH & Co. KG
Bonfelder Straße 2
74206 Bad Wimpfen
vertreten durch
Lidl Vertriebs GmbH & Co. KG
Navarrastraße 37
33106 Paderborn

TÜV-Auftrags-Nr.: 823SST050 / 8000684326

Umfang des Berichtes: 60 Seiten

Für den Inhalt: Dipl.-Ing. Dirk Hausrad
Tel.: 0201/ 825 - 3362
E-Mail: dhausrad@tuev-nord.de

Qualitätssicherung: Dipl.-Phys.Ing. Frank Overdick
Tel.: 0201 / 825 - 3462
E-Mail: foverdick@tuev-nord.de

Dieses Dokument wurde im Rahmen des erteilten Auftrages für das oben genannte Projekt erstellt und unterliegt dem Urheberrecht. Jede anderweitige Verwendung, Mitteilung oder Weitergabe an Dritte sowie die Bereitstellung im Internet – sei es vollständig oder auszugsweise – bedarf der vorherigen schriftlichen Zustimmung des Urhebers.

TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG

Geschäftsstelle Essen
Am TÜV 1 • 45307 Essen
Telefon +49 (0)201 825-3368
E-Mail: umwelt@tuev-nord.de

Datei: 823SST050_g001.docx

Schall- und Schwingungstechnik

Messstelle nach § 29b BImSchG
VMPA-Güteprüfstelle für Bauakustik

Revisionsverzeichnis

Rev.	Index	Datum	Änderungen	Ersteller	Prüfung, Freigabe
00	AA	15.06.2023	Erstausgabe	Hausrad	Overdick

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung.....	6
1 Vorhaben, örtliche Verhältnisse und Aufgabenstellung.....	7
2 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen.....	10
2.1 Beurteilungsgrundlagen TA Lärm - Geräusche von Anlagen	10
2.1.1 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte.....	10
2.1.2 Beurteilungszeiten und Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit.....	11
2.1.3 Kurzzeitige Geräuschspitzen	11
2.2 Schallausbreitungsmodell DIN ISO 9613-2.....	12
2.3 Randbedingungen der Ausbreitungsrechnung.....	13
2.4 Qualität der Prognose.....	13
3 Untersuchungsgebiet	15
3.1 Immissionsorte	15
3.2 Zuordnung des Immissionsortes.....	15
3.3 Maßgebliche Immissionspunkte.....	17
4 Betriebsbeschreibung und Geräuschemissionen.....	18
4.1 Emissionsansatz.....	18
4.2 Betriebs-, Öffnungs- und Lieferzeiten	19
4.3 Warenanlieferung - Be-/Entladung Lkw-Aufliegern mittels Hubwagen und Rollwagen.....	20
4.4 Transportkühlmaschinen (Dieselbetrieb).....	25
4.5 Wirtschaftsverkehr	27
4.6 Rückfahrwarneinrichtungen	28
4.7 Parkplatz	30
4.8 Ein- und Ausstapeln der Einkaufswagen.....	37
4.9 Technische Einrichtungen	39
5 Beurteilung der Geräuschimmissionen.....	40
5.1 Anlagenbezogener Verkehr auf öffentlichen Straßen.....	40
5.2 Tieffrequente Geräusche	40
5.3 Kurzzeitige Spitzenpegel	41
5.4 Beurteilungspegel.....	43
6 Nebenbestimmungen zum Immissionsschutz - Schallschutz.....	46

Anhang – Anlagen.....	47
A1 Quellenverzeichnis und verwendete Unterlagen.....	48
A2 Akustische Messgrößen und Begriffe	52
A3 Emissionsangaben.....	54
Punktquellen	54
Linienquellen.....	54
Spektren.....	55
A4 Immissionspunkte und Immissionen.....	56
Mittelungspegel.....	56
Mittelungspegel Teilpegel Tag.....	57
Mittelungspegel Teilpegel Nacht.....	57
A5 Anlagenplan.....	58
A6 Lage der Quellen und Immissionspunkte.....	59
A7 Lage der Quellen.....	60

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte nach Ziff. 6.1 u. 6.3 TA Lärm außerhalb von Gebäuden.....	11
Tabelle 2: Immissionspunkte	17
Tabelle 3: Betriebs-, Öffnungs- und Lieferzeiten.....	19
Tabelle 4: Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Ergebnisse; Be- und Entladung von Paletten mittels Elektro-Flurförder-Fahrzeug bzw. handgeführten Palettenhubwagen über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw	21
Tabelle 5: Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Ergebnisse; Be- und Entladung von Paletten an Außenrampe mit Elektro-Flurförder-Fahrzeug bzw. handgeführtem Palettenhubwagen über stationäre, schwenkbare Mini-Überladebrücke (Mini-Dock, mechanisch)	22
Tabelle 6: Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Ergebnisse; Be- und Entladung von Rollcontainern über stationäre, schwenkbare Mini-Überladebrücke (Mini-Dock, mechanisch) sowie über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw	23
Tabelle 7: Emissionen Warenanlieferung, E-Flurförder-Fz. an Rampe	24
Tabelle 8: Schalleistungspegel verschiedener Transportkühlmaschinen	25
Tabelle 9: Emissionen Transportkühlmaschine	26
Tabelle 10: Emissionen Wirtschaftsverkehr	28
Tabelle 11: Emissionen Rückfahrwarneinrichtungen	29
Tabelle 12: Abschätzung der Wegehäufigkeit.....	33
Tabelle 13: Abschätzung MIV-Anteil und Pkw-Besetzungsgrad	33
Tabelle 14: Emissionen Kundenparkplatz.....	35
Tabelle 15: Emissionen Mitarbeiterparkplatz	36
Tabelle 16: Emissionen Ein- und Ausstapeln der Einkaufswagen.....	38
Tabelle 17: Technischen Einrichtungen Lidl	39
Tabelle 18: Maximalpegel.....	42
Tabelle 19: Beurteilungspegel	45

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Lage des Plangebietes	7
Abbildung 2: Ausführungsplanung.....	8
Abbildung 3: Lage der Immissionspunkte	17

Zusammenfassung

Der Vorhabenträger beabsichtigt den Neubau des Lidl-Lebensmittelmarktes an der „Hatzfelder Straße 73“ in 33104 Paderborn.

Die TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG wurde mit der Erstellung einer schalltechnischen Untersuchung für das Planvorhaben beauftragt. Ziel ist es, die Zusatzbelastung durch die Anlage zu ermitteln. Es soll der Nachweis erbracht werden, dass durch die Geräuschemissionen vom Standort der Anlage die zulässigen Immissionsrichtwerte gemäß der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI S. 503) [01] an den umliegenden schutzbedürftigen Nutzungen eingehalten werden. Die Geräuschemissionen wurden auf der Grundlage des in der DIN ISO 9613-2 beschriebenen Rechenverfahrens ermittelt.

Die Untersuchung zeigt, dass tagsüber und nachts durch die ermittelten Beurteilungspegel keine Überschreitungen der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm zu erwarten sind.

Spitzenpegel¹, die die Richtwerte nach TA Lärm um mehr als 30 dB(A) am Tage bzw. 20 dB(A) in der Nacht überschreiten, treten nicht auf.

Eine Bewertung der Geräusche des An- und Abfahrverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen bis zu einem Abstand von 500 m vom Betriebsgrundstück nach Punkt 7.4 der TA Lärm zeigt, dass zusätzliche organisatorische Maßnahmen nicht erforderlich sind.

Aufgrund der am Standort betriebenen Aggregate sind bei sachgerechter Errichtung immissionsrelevante tieffrequente Geräusche nicht zu erwarten.

Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne der TA Lärm durch Geräuschemissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen, werden durch die Anlage nicht verursacht. Die Anforderungen der TA Lärm werden erfüllt.

Um mit dem geplanten Vorhaben die Immissionsrichtwerte einhalten zu können, sind Schallschutzmaßnahmen erforderlich (vgl. Kapitel 6).

Für den Inhalt:
Dipl.-Ing. Dirk Hausrad
Projektleiter

Qualitätssicherung:
Dipl.-Phys. Ing. Frank Overdick
Sachverständiger

Sachverständige der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG

Kunden und Behörden können mit Hilfe der TÜV NORD Webseite
<https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/kunden-login/digitale-signatur/>
die Gültigkeit des Zertifikats überprüfen.

¹ Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen nach Punkt 6.1 TA Lärm die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

1 Vorhaben, örtliche Verhältnisse und Aufgabenstellung

Der Vorhabenträger betreibt auf dem Grundstück „Hatzfelder Straße 73“ in 33104 Paderborn seit geraumer Zeit einen Lebensmittelmarkt. Im Zuge einer Erneuerung und Erweiterung der Geschäftsräume soll das Marktgebäude und die östlich angrenzenden Wohngebäude am „Sporckweg“ rückgebaut und an der gleichen Stelle ein neuer Markt mit insgesamt ca. 1.420 m² Netto-Verkaufsfläche errichtet werden. Ferner ist der Umbau des Kundenparkplatzes geplant. Die Erschließung des Parkplatzes soll zukünftig wie bisher an der südlichen Grundstücksgrenze von der „Hatzfelder Straße“ erfolgen.

Die TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG wurde mit der Erstellung einer schalltechnischen Untersuchung für das Planvorhaben beauftragt. Es soll der Nachweis erbracht werden, dass durch die Geräuschemissionen vom Standort der Anlage die zulässigen Immissionsrichtwerte gemäß der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI S. 503) [01] an den umliegenden schutzbedürftigen Nutzungen eingehalten werden.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Lage des geplanten Marktes, die Umgebung sowie die Planung.

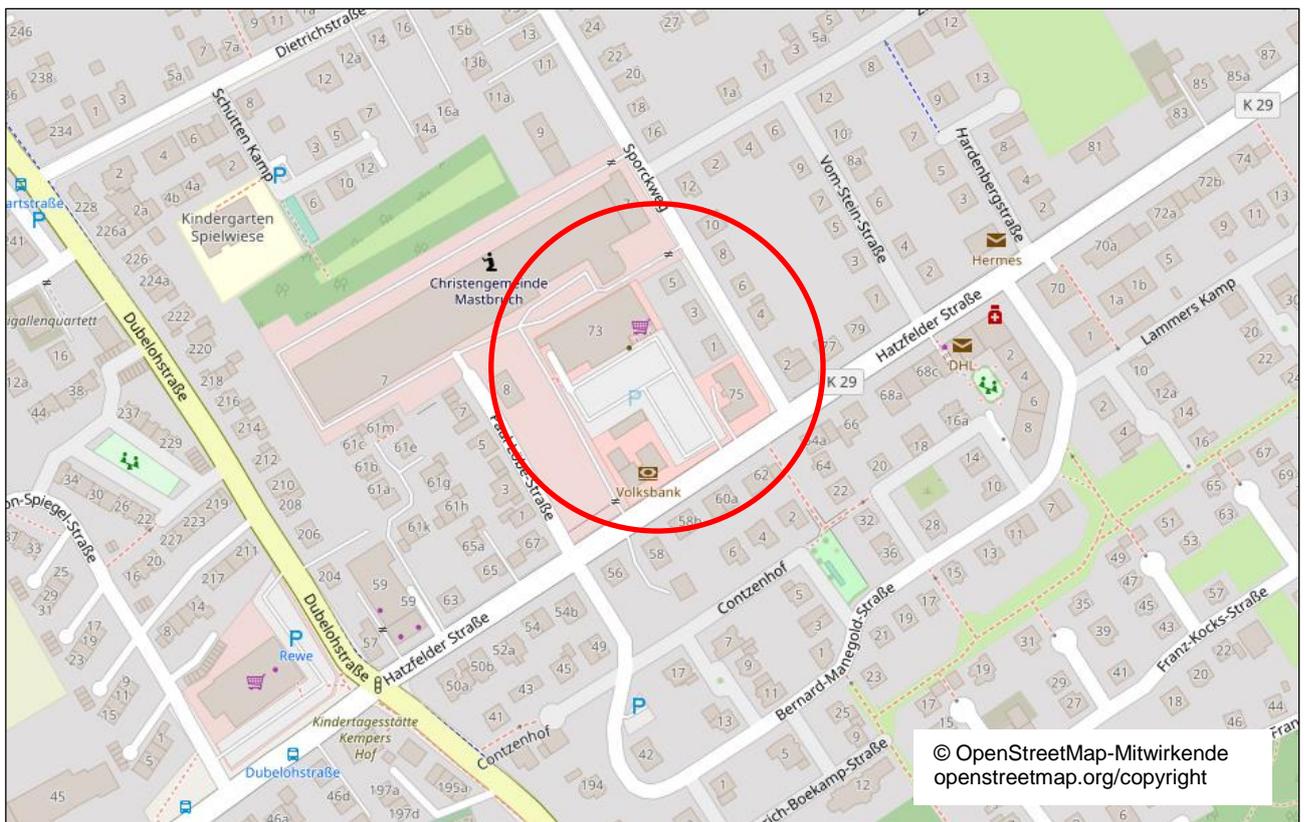


Abbildung 1: Lage des Plangebietes



Abbildung 2: Ausführungsplanung

Aufgrund der Lage der geplanten Anlage kann nicht ausgeschlossen werden, dass es zumindest in Teilbereichen in der umliegenden Nachbarschaft zu Geräuscheinwirkungen durch den Betrieb kommt. Stellvertretend für die unmittelbare Nachbarschaft werden daher mehrere maßgebliche Immissionspunkte betrachtet.

Nach TA Lärm ist vor Erteilung der Genehmigung u. A. zu prüfen, ob der Schutz vor Anlagengeräuschen an den maßgeblichen Immissionspunkten angemessen berücksichtigt worden ist. Die vorliegende schalltechnische Untersuchung dient diesem Zweck; es soll insbesondere für die zuständige Genehmigungsbehörde eine Entscheidungshilfe zur Beurteilung darstellen, ob durch die beantragte Anlage schädliche Umwelteinwirkungen, d.h.

- Gefahren (für die Gesundheit),
- erhebliche Belästigungen oder
- erhebliche Nachteile für die Allgemeinheit und die Umgebung

durch Anlagengeräusche verursacht werden können.

In der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung werden daher für den Betrieb der geplanten Anlage die nachfolgenden schalltechnischen Bewertungsmaße berechnet bzw. ermittelt:

- energieäquivalente Dauerschallpegel L_{Aeq} [dB(A)]
- Beurteilungspegel L_r [dB(A)]
- Maximalschalldruckpegel $L_{AF,max}$ [dB(A)]

Für die Beurteilung der Wirkungen der ermittelten Schallimmissionen werden die Werte und Kriterien der TA Lärm angewendet. Es ist dabei entsprechend der in der BauNVO² zum Ausdruck kommenden Wertung bei Errichtung und Betrieb einer Anlage von einer abgestuften Schutzwürdigkeit der verschiedenen Baugebiete auszugehen.

Die Durchführung der Untersuchung erfolgt durch qualifiziertes Personal der vom Auftraggeber unabhängigen Gruppe Immissionsschutz der TÜV NORD Umweltschutz GmbH & Co. KG, die als Prüflabor für Emissionen und Immissionen von Geräuschen nach DIN EN ISO/IEC 17025 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) akkreditiert und als Messstelle nach § 29b BImSchG für die Ermittlung der Emissionen und Immissionen von Geräuschen durch das IHU Hamburg bekannt gegeben ist.

² Baunutzungsverordnung – BauNVO, in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.1990 (BGBl. I S. 132), zuletzt geändert durch Gesetz vom 14.06.2021 (BGBl. I S. 1802) m.W.v. 23.06.2021

2 Berechnungs- und Beurteilungsgrundlagen

2.1 Beurteilungsgrundlagen TA Lärm - Geräusche von Anlagen

2.1.1 Immissionsorte und Immissionsrichtwerte

Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne § 3 Abs. 1 BImSchG sind Immissionen, die nach Art, Ausmaß oder Dauer geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit oder die Nachbarschaft herbeizuführen.

Das BImSchG regelt jedoch nicht, wo die Schädlichkeitsschwelle für die verschiedenen Immissionen liegt.

Die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) [01] konkretisiert im Rahmen ihres Anwendungsbereichs den unbestimmten Rechtsbegriff der schädlichen Umwelteinwirkungen im Hinblick auf Geräusche. Für Schallimmissionen, die infolge von Geräuschen von (Gewerbe-)Anlagen entstehen können, ergibt sich die Zumutbarkeitsgrenze sowohl für genehmigungsbedürftige als auch für nicht genehmigungsbedürftige Anlagen aus der auf § 48 BImSchG beruhenden TA Lärm. Die TA Lärm ist eine normkonkretisierende Verwaltungsvorschrift mit Bindungswirkung im gerichtlichen Verfahren.

Gem. Nr. 6.1 der TA Lärm ist sicherzustellen, dass folgende **Immissionsrichtwerte für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden** durch den Beurteilungspegel nicht überschritten werden.

Die Zuordnung der jeweiligen Immissionsorte zu einem der bezeichneten Gebiete und Einrichtungen und damit zu einem Schutzniveau erfolgt nach den Festlegungen des Bebauungsplans bzw., wenn ein solcher nicht besteht, nach der tatsächlichen sich an der vorhandenen Bebauung orientierenden Schutzbedürftigkeit des Immissionsortes (Nr. 6.6 der TA Lärm). Wenn die Gesamtbelastung aller Anlagen, die in den Geltungsbereich der TA Lärm fallen, diese Richtwerte an einem Immissionsort nicht überschreitet, ist im Regelfall der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche sichergestellt.

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte nach Ziff. 6.1 u. 6.3 TA Lärm außerhalb von Gebäuden

Bauliche Nutzung	bestimmungsgemäßer Betrieb				seltene Ereignisse (*)			
	IRW für den Beurteilungspegel		kurzzeitige Geräuschspitzen		IRW für den Beurteilungspegel		kurzzeitige Geräuschspitzen	
	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht	Tag	Nacht
	dB(A)							
Industriegebiete	70	70	100	90	Einzelfallprüfung			
Gewerbegebiete	65	50	95	70	70	55	95	70
Urbane Gebiete	63	45	93	65	70	55	90	65
Kern-, Dorf-, und Mischgebiete	60	45	90	65				
Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete	55	40	85	60				
Reine Wohngebiete	50	35	80	55				
Kurgebiete, bei Krankenhäusern und Pflegeanstalten	45	35	75	55				

*) gemäß Ziffer 7.2 TA Lärm „...Bei seltenen Ereignissen, die an bis zu 10 Tagen oder Nächten im Jahr und nicht an mehr als an jeweils zwei aufeinander folgenden Wochenenden stattfinden, betragen die Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel für Immissionsorte außerhalb von Industriegebieten außen tags 70 dB(A), nachts 55 dB(A).

2.1.2 Beurteilungszeiten und Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit

Die **Tageszeit** beginnt nach Punkt 6.4 TA Lärm um 6 Uhr und endet um 22 Uhr, die **Nachtzeit** beginnt um 22 Uhr und endet um 6 Uhr. Die Geräuscheinwirkungen sind zur Tageszeit über die o.g. 16-stündige Zeitspanne und zur Nachtzeit über diejenige volle Stunde zu mitteln, in der die höchsten Beurteilungspegel auftreten.

In Wohngebieten (WR, WA) sowie Kurgebieten, Krankenhäusern und Pflegeanstalten sind Geräuscheinwirkungen nach Punkt 6.5 TA Lärm in den sog. **Zeiten mit einer erhöhten Empfindlichkeit** durch einen Zuschlag von 6 dB(A) zu berücksichtigen (in den übrigen Gebieten entfällt dieser Zuschlag):

Werktage	06.00 - 07.00 Uhr 20.00 - 22.00 Uhr
Sonn- und Feiertage	06.00 - 09.00 Uhr 13.00 - 15.00 Uhr 20.00 - 22.00 Uhr

2.1.3 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Einzelne **kurzzeitige Geräuschspitzen** dürfen nach Punkt 6.1 TA Lärm die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

2.2 Schallausbreitungsmodell DIN ISO 9613-2

Die Ausbreitungsrechnung wurde auf einem PC mit der Software CADNA/A. durchgeführt. Die Lage von Quellen, Hindernissen und Aufpunkten wurde digitalisiert und durch ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem beschrieben. Die Abstände zwischen Quellen und Aufpunkten sowie zwischen Quellen und Hindernissen wurden anhand der eingegebenen Geometrie vom Programm selbsttätig ermittelt. Die Berechnung des Immissionsanteils einer Quelle erfolgt damit gemäß DIN ISO 9613-2 nach der folgenden Beziehung. Die Erläuterung der Formelgrößen zeigt folgende Aufstellung:

	$L_{AT,i}(DW) = L_{W,i} + D_c - A_{div} - A_{gr} - A_{atm} - A_{bar}$ [dB(A)]	Index
mit	$L_{AT,i}(DW)$ [dB(A)]: Immissionsanteil Quelle (bei Mitwind)	<i>downwind</i>
	L_w [dB(A)]: Schalleistungspegel einer Quelle	
	D_c [dB]: Richtwirkungskorrektur	
	A [dB]: Dämpfung aufgrund	<i>attenuation</i>
	A_{div} [dB]: ... geometrischer Ausbreitung	<i>diversion</i>
	A_{gr} [dB]: ... des Bodeneffektes	<i>ground</i>
	A_{atm} [dB]: ... von Luftabsorption	<i>atmosphere</i>
	A_{bar} [dB]: ... von Abschirmung	<i>barrier</i>

Die Immissionsanteile der einzelnen Quellen werden getrennt für jeden Bezugspunkt berechnet und anschließend nach folgender Beziehung energetisch addiert:

	$L_{AT}(DW) = 10 \cdot \lg \left\{ \sum_{i=1}^m 10^{0,1L_{AT,i}(DW)} \right\}$
mit	$L_{AT}(DW)$ [dB(A)]: Gesamtschalldruckpegel der Anlage
	$L_{AT,i}(DW)$ [dB(A)]: Immissionsanteil einer Quelle i
	i, m Index bzw. Anzahl der berücksichtigten Quellen

Das Rechenmodell der DIN ISO 9613-2 führt zu einem Immissionspegel, der mittelfristig dem energetischen Mittelwert bei leichtem Mitwind und leichter Temperaturinversion entspricht (*Mitwind-Mittelungspegel* $L_{AT}(DW)$).

2.3 Randbedingungen der Ausbreitungsrechnung

Bei der Ausbreitungsrechnung werden folgende Ansätze berücksichtigt:

- Luftabsorption wird nach DIN ISO 9613-2 berechnet.
- Die Luftabsorption wird aus den Eingangsgrößen Lufttemperatur $T = 10 \text{ °C}$ und relative Luftfeuchte $F_r = 70 \text{ %}$ bestimmt.
- Die Bodendämpfung wird nach dem alternativen Verfahren entsprechend Ziffer 7.3.2 der DIN ISO 9613-2 nicht spektral ermittelt.
- Es wird das digitale Geländemodell DGM1 berücksichtigt.
- Die meteorologische Korrektur wird mit $c_0 = 2,0$ berücksichtigt.
- Wenn keine detaillierten Angaben vorliegen, wird eine Hauptfrequenz der Geräuschquellen bei $f = 500 \text{ Hz}$ angenommen (DIN ISO 9613-2, Abs. 2, Anmerkung 1).
- Abschirmungen, z.B. durch Gebäude, werden berücksichtigt.

2.4 Qualität der Prognose

Die Genauigkeit der Prognose ist abhängig von der Genauigkeit beim Emissionsansatz und der Genauigkeit des Ausbreitungsmodelles. DIN ISO 9613-2 enthält eine Abschätzung zur Genauigkeit des Ausbreitungsmodells. Für die Immissionsanteile einzelner Quellen ist danach im vorliegenden Fall von einer geschätzten Genauigkeit von $\pm 3 \text{ dB}$ auszugehen. Bei n gleichen Quellenanteilen mit jeweils gleicher Unsicherheit reduziert sich die Unsicherheit nach dem Gauß'schen Fehlerfortpflanzungsgesetz um den Faktor $1/\sqrt{n}$. Damit nimmt die Genauigkeit des Ausbreitungsmodelles mit wachsender Zahl der Quellen zu. Voraussetzung ist allerdings, dass die Quellen nicht kohärent sind. Diese Voraussetzung ist hier erfüllt. Erfahrungsgemäß verbleibt eine "Restgenauigkeit" des Ausbreitungsmodelles von $\pm 1 \text{ dB}$.

Die erhöhte Störwirkung impulshaltiger Geräusche im Sinne der TA Lärm ist kein Kriterium der Geräuschemission, sie ist vielmehr am jeweiligen Immissionsort zu bestimmen. In der vorliegenden Untersuchung wird die Impulshaltigkeit von Geräuschen emissionsseitig berücksichtigt. Im vorliegenden Fall wird die Beurteilung im Nahbereich der Quellen durch die Anwendung des Takt-Maximalpegelverfahren vorgenommen. Durch die Vergabe von gleich hohen Impulzzuschlägen - wie quellennah ermittelt – bei der Bildung des Beurteilungspegels am Immissionsort wird die Impulshaltigkeit und somit der Beurteilungspegel im Rahmen einer Maximalwertabschätzung überschätzt. Denn die Vernachlässigung der besonderen Ausbreitungsbedingungen der Impulse auf dem Ausbreitungsweg (zunehmende Diffusität durch Reflektionsanteile, Lage der anregenden Schallquelle, Schallquellencharakteristik, Frequenzzusammensetzung etc.) bleibt unberücksichtigt, diese Bedingungen führen im Regelfall dazu, dass sich die Impulshaltigkeit der Quelle auf dem Ausbreitungsweg mindert. Ferner bleibt die Überlagerung und letztlich die Verdeckung der Impulse durch die Kulisse der allgemeinen Hintergrundgeräusche unberücksichtigt. Außerdem trägt dieses Vorgehen zu einer Überschätzung der Impulshaltigkeit aufgrund der Tatsache bei, dass jede Quelle zur Impulshaltigkeit beiträgt und jeweils für sich einen 5 sec.-Takt belegt.

Eine in der Praxis üblicherweise auftretende Mehrfachbelegung von 5 sec.-Takten beim zeitgleichen Einwirken mehrerer Quellen wird nicht berücksichtigt.

Im vorliegenden Fall überschätzt der gewählte Emissionsansatz mit seinen Maximalwertannahmen [Pegelhöhen, Betriebsdauern, Häufigkeiten, emissionsseitige Impulshaltigkeit (Takt-Maximal-Mittelungspegels) usw.] in der Regel die Geräuschsituation. Die prognostizierten Beurteilungspegel bilden den oberen Vertrauensbereich der zu beurteilenden Geräuschsituation ab. Damit liegt unsere konservative Prognose in der Gesamtheit auf der sicheren Seite, so dass bei den Immissionsberechnungen und der Beurteilung nach TA Lärm Unsicherheits- bzw. Sicherheitszuschläge für die Qualität der Prognose bzw. Prognoseunsicherheiten nicht erforderlich sind³.

³ vgl. Urteil des Hamburgischen OVG vom 02.02.2011 (MBf 90-07, Juris 102) und Urteil des OVG NRW vom 06.09.2011 (2A 2249-09, Juris 119ff)

3 Untersuchungsgebiet

3.1 Immissionsorte

Die maßgeblichen Immissionspunkte liegen nach Ziff. 2.3 der TA Lärm, bei bebauten Flächen 0,5 m vor der Mitte des geöffneten Fensters des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes nach DIN 4109-1.

Schutzbedürftige Räume sind z. B. (Auszug DIN 4109-1:2018, Kap. 3.16):

- *Wohnräume, einschließlich Wohndielen, Wohnküchen;*
- *Schlafräume, einschließlich Übernachtungsräumen in Beherbergungsstätten;*
- *Bettenräume in Krankenhäusern und Sanatorien;*
- *Unterrichtsräume in Schulen, Hochschulen und ähnlichen Einrichtungen;*
- *Büroräume;*
- *Praxisräume, Sitzungsräume und ähnliche Arbeitsräume.*

Zu schutzbedürftigen Räumen gehören danach auch **Büroräume**. Deren Schutzanspruch richtet sich nach Nr. 6.1 der TA Lärm 98. Allerdings kann eine Sonderfallprüfung nach Nr. 3.2.2 angezeigt sein und dabei festgestellt werden, dass benutzte Büroräume auch nachts nur den Schutzanspruch der Tageszeit haben⁴.

3.2 Zuordnung des Immissionsortes

Die Zuordnung der Immissionsorte zur Art der in Nr. 6.1 TA Lärm aufgeführten Gebiete und Einrichtungen bestimmt sich nach Nr. 6.6 Satz 1 TA Lärm aus den Festlegungen in den Bebauungsplänen. Damit wird die Schutzwürdigkeit der Nachbarschaft im Einwirkungsbereich der emittierenden Anlage normativ durch den Bebauungsplan i. V. m. mit den Gebietskategorien der BauNVO bestimmt. Ein Abweichen von dieser festen Verknüpfung der Immissionsrichtwerte mit den im Bebauungsplan festgesetzten Gebieten ist nicht zulässig. Nur beim Vorliegen einer Gemengelage kann bei der Zuordnung der Immissionsorte von den Festsetzungen des Bebauungsplans abgewichen werden.

In Bebauungsplänen festgesetzte Flächen für Gebiete und Einrichtungen, die in Nr. 6.1 nicht aufgeführt sind, müssen gemäß Nr. 6.1 TA Lärm entsprechend ihrer Schutzbedürftigkeit eingestuft werden; Nr. 6.6 Satz 2 TA Lärm. Dies gilt auch für Gebiete und Einrichtungen, für die keine Festsetzungen bestehen, d. h. für die ein Bebauungsplan nicht aufgestellt ist und die damit planungsrechtlich nach § 34 (unbeplanter Innenbereich) oder § 35 (Außenbereich) BauGB zu beurteilen sind.

Bei der Einstufung der Gebiete und Einrichtungen gemäß Nr. 6.6 Satz 2 TA Lärm ist von der Umschreibung des jeweiligen Baugebietscharakters in der BauNVO auszugehen. Es sind diejenigen Baugebietstypen heranzuziehen, die den zu beurteilenden Gebieten und Einrichtungen am ehesten entsprechen. Soweit andere gesetzliche Regelungen Bestimmungen über einen Nutzungszweck

⁴ LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm (Fragen und Antworten zur TA Lärm) in der Fassung des Beschlusses zu TOP 9.4 der 133. LAI-Sitzung am 22. und 23. März 2017, Ziff. 2.3, S. 4

treffen - z.B. Darstellungen in einem Flächennutzungsplan - kann für die Frage der Schutzbedürftigkeit hierauf zurückgegriffen werden⁵. Auch wenn ein **Flächennutzungsplan** den Gebietscharakter nicht endgültig festlegt, können die planerischen Überlegungen der Gemeinde, wie sie sich aus ihrem Flächennutzungsplan ergeben, für die Frage der Schutzbedürftigkeit bedeutsam sein⁶. Damit werden den Gebieten und Einrichtungen Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 TA Lärm zugeordnet, welche die konkrete Schutzbedürftigkeit der Gebiete und Einrichtungen angemessen berücksichtigen^{7 8}.

Die nächstgelegene Wohnbebauung zum Markt befindet sich umliegend am „Sporckweg“, der „Hatzfelder Straße“ und an der „Paul-Löbe-Straße“. Für die Grundstücke am „Sporckweg“ und südlich der „Hatzfelder Straße“ gehen wir gemäß den Bebauungsplänen Nr. 139 „Am Krebsbach“ bzw. Nr. SN 25 II. Änderung „Hatzfelder Straße – Süd“ von einem Allgemeinen Wohngebiet (WA) aus. Die Grundstücke an der „Paul-Löbe-Straße“ liegen nicht in einem Bebauungsplangebiet; für diese Grundstücke legen wir die Schutzbedürftigkeit eines Allgemeinen Wohngebietes (WA) bzw. eines Mischgebietes (MI) zugrunde.

⁵ BVerwG, Beschluss vom 17.3.1992, 4 B 230.91 ES 16.BImSchV §2-1

⁶ BVerwG, Beschluss vom 18.12.1990, 4 N 6.88, ES BauGB §9-1; VGH Baden-Württemberg, Urteil vom 23.4.2002, 10 S 1502/01, ES TA Lärm 1998 Nr. 6.1-2.

⁷ LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm (Fragen und Antworten zur TA Lärm) in der Fassung des Beschlusses zu TOP 9.4 der 133. LAI-Sitzung am 22. und 23. März 2017, Ziff. 6.1, S. 2

⁸ Dr. jur. Feldhaus, Dr. rer. nat. Tegeder, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) - Kommentar -, ISBN 978-3-8114-4723-3, Verlag c.f.müller, Stand 2014, Kommentar B6 Rn47

3.3 Maßgebliche Immissionspunkte

Die folgende Abbildung zeigt die Lage der maßgeblichen Immissionspunkte. Durch die Wahl der Immissionsorte ist sichergestellt, dass für alle anderen schützenswerten Nutzungen in der Umgebung der Anlage die jeweiligen Immissionsrichtwerte eingehalten werden.

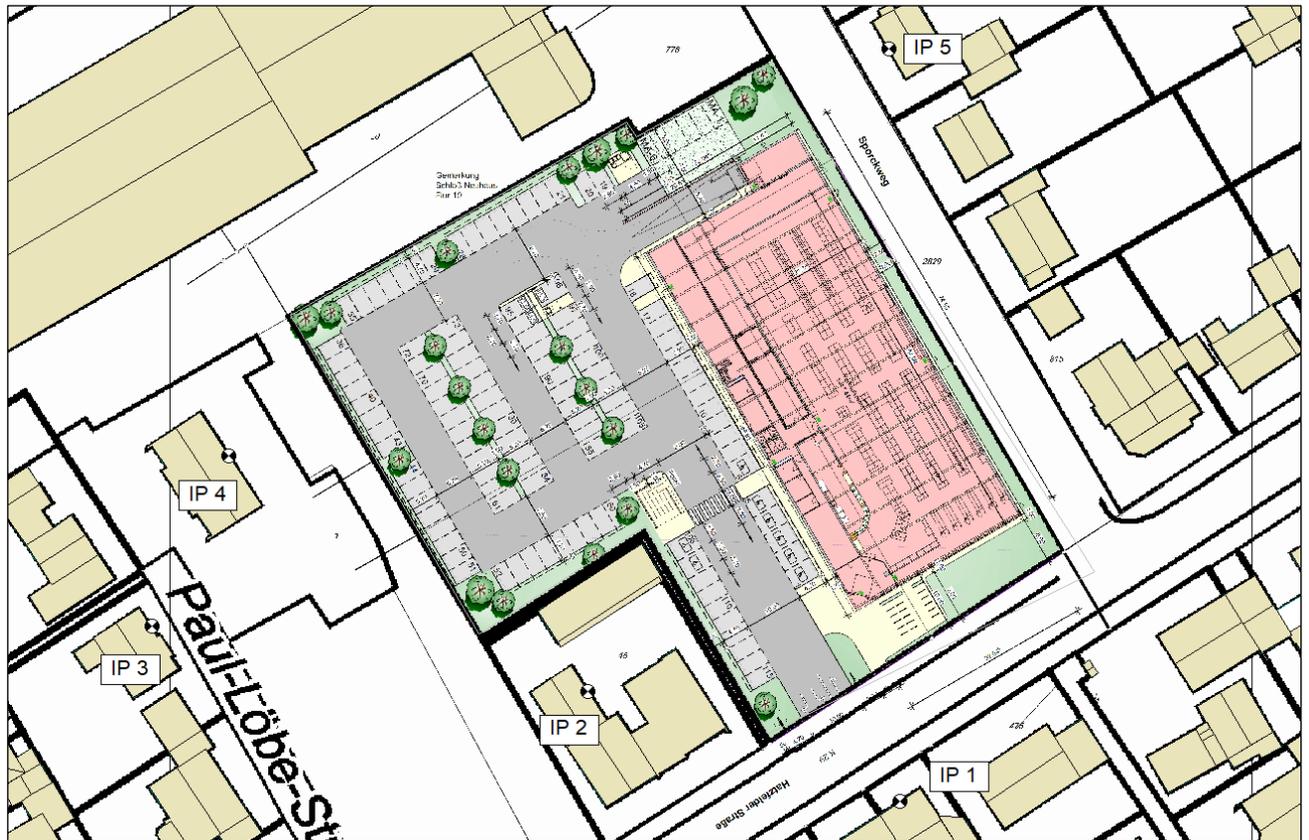


Abbildung 3: Lage der Immissionspunkte

Tabelle 2: Immissionspunkte

IP	Ort	Gebiets-einstufung	Immissionsrichtwerte dB(A) Tag/Nacht
IP1	Hatzfelder Straße 60a	WA	55 / 40
IP2	Hatzfelder Straße 71	MI	60 / 45
IP3	Paul-Löbe-Straße 5	WA	55 / 40
IP4	Paul-Löbe-Straße 8	MI	60 / 45
IP5	Sporckweg 8	WA	55 / 40

4 Betriebsbeschreibung und Geräuschemissionen

4.1 Emissionsansatz

Die Emissionen von **Punktquellen** im Freien werden im Allgemeinen durch **Schallleistungspegel** L_{WA} [dB(A)] nach DIN 45635 beschrieben, die nach folgenden Beziehungen berechnet werden:

$$L_{WA} = L_{AFm} + 10 \cdot \lg (S / 1 \text{ m}^2) \quad [\text{dB(A)}]$$

bzw. bei halbkugelförmiger Ausbreitung

$$L_{WA} = L_{AFm} + 20 \cdot \lg (d / 1 \text{ m}) + 8 \quad [\text{dB(A)}]$$

mit	L_{WA}	[dB(A)]:	Schallleistungspegel
	L_{AFm}	[dB(A)]:	mittl. Schalldruckpegel auf Hüllfläche oder in definiertem Abstand
	S	[m ²):	Größe der Hüllfläche
	d	[m]:	mittlerer Abstand des Messpunktes zur Quelle

Bei **Linienquellen** kann zur Beschreibung der längenbezogene Schallleistungspegel

$$L_{WA'} = L_{WA} - 10 \cdot \lg (l / l_0) \quad [\text{dB(A)/m}]$$

mit	$L_{WA'}$	[dB(A)/m]	längenbezogene Schallleistungspegel
	L_{WA}	[dB(A)]:	Schallleistungspegel
	l	[m]	Länge der Linienquelle ($l_0 = 1 \text{ m}$)

herangezogen werden.

Bei **Flächenquellen** kann zur Beschreibung der flächenbezogene Schallleistungspegel

$$L_{WA''} = L_{WA} - 10 \cdot \lg (S / S_0) \quad [\text{dB(A)/m}^2]$$

mit	$L_{WA''}$	[dB(A)/m ²):	flächenbezogener Schallleistungspegel
	L_{WA}	[dB(A)]:	Schallleistungspegel
	S	[m ²):	Größe der schallabstrahlenden Fläche ($S_0 = 1 \text{ m}^2$)

herangezogen werden.

Ferner wird die **Einwirkdauer** der jeweiligen Geräuschquellen berücksichtigt. Die Geräuschemissionen von Quellen, die nicht während des gesamten Beurteilungszeitraumes einwirken, werden über den gesamten Beurteilungszeitraum nach folgender Beziehung gemittelt:

$$L_{WAm} = L_{WA} + 10 \cdot \lg (T / T_B) \quad [dB(A)]$$

- mit L_{WAm} [dB(A)]: Schalleistungspegel im Mittel über den Beurteilungszeitraum
- L_{WA} [dB(A)]: Schalleistungspegel während der Einwirkdauer
- T [h]: Einwirkdauer
- T_B [h]: Beurteilungszeitraum

Bei Quellen mit impulshaltigen Geräuschanteilen wird die **Impulshaltigkeit**, gemäß TA Lärm und DIN 45641 ausgedrückt als Differenz

$$K_I = L_{AFT5eq} - L_{Aeq} \quad [dB]$$

- mit K_I [dB]: Zuschlag für Impulshaltigkeit
- L_{AFT5eq} [dB(A)]: mittlerer Taktmaximalpegel
- L_{Aeq} [dB(A)]: energieäquivalenter Mittelungspegel

zusätzlich berücksichtigt.

4.2 Betriebs-, Öffnungs- und Lieferzeiten

Die nachfolgende Tabelle fasst die Betriebs-, Öffnungs- und Lieferzeiten zusammen (Maximalannahme, ggf. erweiterte Betriebszeiten gegenüber Bauantrag):

Tabelle 3: Betriebs-, Öffnungs- und Lieferzeiten

Einheit	Zeit	Werktage (MO-SA)	Sonn- und Feiertage
Markt	Betriebszeit	06.00 bis 22.00 Uhr	---
	Anlieferung	06.00 bis 22.00 Uhr	---
	Öffnungszeit für Kunden	06.30 bis 21.30 Uhr	---

4.3 Warenanlieferung - Be-/Entladung Lkw-Aufliegern mittels Hubwagen und Rollwagen

Bei den Ent- und Beladevorgängen von Lkw-Aufliegern mit Hubwagen und Rollwagen im Einzelhandel treten die wesentlichen Geräusche beim Überfahren der stationären Überladebrücke und der fahrzeugeigenen Ladebordwand sowie durch Rollgeräusche am Wagenboden der Auflieger auf.

Im Jahr 1991 und 1995 hat TÜV NORD (damals RWTÜV) im Auftrag des HLUG (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie) schalltechnische Kennwerte und Emissionsdatenkataloge zur Prognose und Beurteilung dieser Schallimmissionen erarbeitet. Die 1995 veröffentlichte Lkw-Lärmstudie [19] beschreibt im Abs. 5.3 typische Be- und Entladevorgänge von Paletten mittels handgeführter Hubwagen und Rollwagen an Außen- und Innenrampen über Überladebrücken und fahrzeugeigene Ladebordwände und liefert anhand der Untersuchungsergebnisse differenzierte Emissionsansätze (zeitlich gemittelte Schalleistungspegel für 1 Ereignis pro Stunde, $L_{WAT,1,1h}$) für die auftretenden Verladegeräusche.

Im Jahr **2017 wurden aktuelle akustische Emissionskennwerte für Be- und Entladevorgänge mit handgeführten Palettenhubwagen** veröffentlicht [22].

Um technischen Neuerungen zur Geräuschkürzung gerecht zu werden und eine realistische Prognose der Geräuschkürzung der **heutigen Verladegeräusche** zu ermöglichen, wurden durch TÜV NORD in den Jahren 2019 bis 2022 unterschiedliche Lkw-Auflieger mit vergleichbarem Lade-raumvolumen, Ladeinhalt und Bodenbelag sowie verschiedene **Elektro-Flurförderfahrzeuge** (Palettenhubwagen) vergleichbarer Größe und Leistung sowie **Transport-Rollwagen** untersucht [24][25][26][27][28][29][30]. Zur Erzielung repräsentativer und aussagekräftiger Messwerte, wurden an mehreren Standorten (Feldmessungen an bereits errichteten Geschäftshäusern) insgesamt ca. 130 Paletten-Bewegungen und ca. 200 Rollwagen-Bewegungen an Außenrampen erfasst. Untersucht wurden mehrere Verladevorgänge mit dem aktuellen Warensortiment aus der täglichen Anlieferung, sodass der Verladevorgang sowie die Disposition und das Gewicht der einzelnen Paletten bzw. Rollwagen einen repräsentativen Betriebsablauf bzw. Querschnitt einer typischen Anlieferung widerspiegelt.

Die Synopse zeigt, dass die in den Jahren 2019 bis 2022 ermittelten Kennwerte unter den veralteten Kennwerten aus den Jahren 1991 bzw. 1995 liegen. Die neuen Emissionsdaten des TÜV NORD aus den Jahren 2019 bis 2022 dienen in Prognose- und Genehmigungsverfahren als aktuelle Datenbasis in Bezug zur 1995 veröffentlichten HLUG-Studie (Lkw-Lärmstudie, Heft 192) für die Erstellung von Schallimmissionsprognosen nach TA Lärm von Ent- und Beladungen von Lkw an bestehenden und geplanten Märkten.

Die nachfolgenden Tabellen fassen die durch TÜV NORD in den Jahren 2019 bis 2022 zeitlich gemittelte Schalleistungspegel für 1 Ereignis pro Stunde $L_{WA,1,1h}$ bei der Verladung von **Rollcontainern** bzw. **Paletten** mit Hilfe von **Elektro-Flurförder-Fahrzeugen** und **handgeführten Palettenhubwagen** an **Außenrampen** zusammen:

Tabelle 4: Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Ergebnisse; Be- und Entladung von Paletten mittels Elektro-Flurförder-Fahrzeug bzw. handgeführtem Palettenhubwagen über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw

Verladung von Paletten an Außenrampe	Quelle: HLUG, Heft 192 Jahr 1995		Quelle: TÜV NORD Jahr 2019-2021
	Beladung	Entladen	Be- und Entladung
	Verladen von Paletten über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw mit handgeführtem Palettenhubwagen mit Hartkunststoffrollen (Standardrollen , Polypropylen PP)		Verladen von Paletten über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw mit Elektro-Flurförder-Fahrzeug bzw. handgeführte Palettenhubwagen mit Polyurethan-Elastomer-Laufbelag (PU), sog. „ Leiselaufrollen “ oder „ Softrollen “
	$L_{WAT,1,1h}$ in [dB(A)] [arithmetischer Mittelwert]		$L_{WAT,1,1h}$ in [dB(A)] [Median]
leer über Ladebordwand	89,1	85,2	79,6
voll über Ladebordwand	88,0	84,0	75,5
Rollgeräusch Wagenboden (2x)	75,0	75,0	71,8
Summenpegel bez. auf 1 Stunde und 1 Ladeeinheit (Ein- u. Ausfahrt)	91,8	88,1	82,0
	$L_{WAm\max}$ in [dB(A)] [höchster gemessener Wert]		$L_{WAm\max}$ in [dB(A)] [oberer Whisker]
kurzzeitige Pegelspitzen während der Verladung	114,0	114,0	113,3

Tabelle 5: Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Ergebnisse; Be- und Entladung von Paletten an Außenrampe mit Elektro-Flurförder-Fahrzeug bzw. handgeführtem Palettenhubwagen über stationäre, schwenkbare Mini-Überladebrücke (Mini-Dock, mechanisch)

Verladung von Paletten an Außenrampe	Quelle: HLOG, Heft 192 Jahr 1995	Quelle: TÜV NORD Jahr 2019-2021
	Be- und Entladung	Be- und Entladung
	Verladen von Paletten über stationäre, schwenkbare Überladebrücke mit handgeführtem Palettenhubwagen mit Hartkunststoffrollen (Standardrollen , Polypropylen PP)	Verladen von Paletten über stationäre, schwenkbare Mini-Überladebrücke (Mini-Dock, mechanisch) mit Elektro-Flurförder-Fahrzeug bzw. handgeführte Palettenhubwagen mit Polyurethan-Elastomer-Laufbelag (PE), sogenannte „ Leiselaufrollen “ oder „ Softrollen “
	L_{WAT,1,1h} in [dB(A)] [arithmetischer Mittelwert]	L_{WAT,1,1h} in [dB(A)] [Median]
leer über Überladebrücke	86,0	77,0
voll über Überladebrücke	81,1	72,7
Rollgeräusch Wagenboden (2x)	75,0	71,7
Summenpegel bez. auf 1 Stunde und 1 Ladeeinheit (Ein- u. Ausfahrt)	87,7	79,9
	L_{WAm}ax in [dB(A)] [höchster gemessener Wert]	L_{WAm}ax in [dB(A)] [oberer Whisker]
kurzzeitige Pegelspitzen während der Verladung	120,0	112,3

Tabelle 6: Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Ergebnisse; Be- und Entladung von Rollcontainern über stationäre, schwenkbare Mini-Überladebrücke (Mini-Dock, mechanisch) sowie über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw

Verladung von Rollcontainer an Außenrampe	Quelle: HLOG, Heft 192 Jahr 1995	Quelle: TÜV NORD Jahr 2019-2022		
	Be- / Entladung	Be- und Entladung		
	Rollcontainer über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw	Rollcontainer über stationäre, schwenkbare Mini-Überladebrücke (Mini-Dock, mechanisch)	Rollcontainer über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw	Rollcontainer über fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw
	mit Hartkunststoffrollen (Standardrollen)	mit Hartkunststoffrollen (Standardrollen , Polypropylen PP)	mit Hartkunststoffrollen (Standardrollen , Polypropylen PP)	mit Polyurethan-Elastomer-Laufbelag (PU/PE), sog. „ Leiselaufrollen “ oder „ Softrollen “
	L_{WAT,1,1h} in [dB(A)] [arithmetischer Mittelwert]	L_{WAT,1,1h} in [dB(A)] [Median]	L_{WAT,1,1h} in [dB(A)] [Median]	L_{WAT,1,1h} in [dB(A)] [Median]
voll, Überfahrt Ladebordwand bzw. Überladebrücke	77,4	73,1	73,9	72,0
voll, Rollgeräusche Wagenboden Auflieger	75,0	64,9	65,3	64,0
Summenpegel bez. auf 1 Stunde und 1 Ladeeinheit	79,4	73,7	74,5	73,0
	L_{WAm}ax in [dB(A)] [höchster gemessener Wert]	L_{WAm}ax in [dB(A)] [oberer Whisker]	L_{WAm}ax in [dB(A)] [oberer Whisker]	L_{WAm}ax in [dB(A)] [oberer Whisker]
kurzzeitige Pegelspitzen während der Verladung	111,0	110,7	112,1	110,0

Untersucht wurden Verladevorgänge über fahrzeugeigene Ladebordwände und schwenkbare Überladebrücken, wobei das Überfahren von Ladebordwänden die höheren Emissionen verursacht. Im Rahmen einer Maximalwertabschätzung wird angenommen, dass alle Waren über fahrzeugeigene Ladebordwände verladen werden.

Rollwagen werden im täglichen Betrieb nicht leer verladen, da sie generell mit Leergut (gepresste PET-Flaschen), Warenrückläufen oder Reststoffen (Verpackungsmaterial, Folie, Papier) aus der Filiale beladen werden, so dass Leerfahrten grundsätzlich entfallen.

Für das **Geschäftshaus** werden für die **Anlieferung des allgemeinen Warensortiments** folgende Fahrzeuge täglich eingesetzt.

Die schalltechnische Untersuchung differenziert hierbei nach der Einwirkzeit „außerhalb“ und „innerhalb“ der Ruhezeit (Ziff. 6.5 TA Lärm):

Tabelle 7: Emissionen Warenanlieferung, E-Flurförder-Fz. an Rampe

Geschäft	Warenanlieferung/Entladung an der (Außen-)Laderampe	Anzahl Fz	Anzahl Fz	Anzahl Paletten je Fz	Anzahl Rollcontainer je Fz
		tags außerh. d. RZ 7-20 Uhr	tags innerh. d. RZ 6-7 u. 20-22 Uhr		
	Lkw: Frischesortiment	1	0	15	0
	Lkw: Obst & Gemüse	1	0	15	0
	Lkw: Trockensortiment, Getränke	0	1	14	0
	Lkw: Backwaren, TK	0	1	0	10
	Summe Fz	2	2		
außerhalb der Ruhezeit (RZ), 7-20 Uhr			L_{WAT,1h} dB(A)	Anzahl Ereignisse	L_{WATr,1h} dB(A)
Hubwagen (PE/PU-Rollen) leer über fahrzeugeigene Ladebordwand			79,6	30	94,4
voll über fahrzeugeigene Ladebordwand			75,5	30	90,3
leer, Rollgeräusche Wagenboden			71,8	30	86,6
voll, Rollgeräusche Wagenboden			71,8	30	86,6
Rollcontainer (PP-Rollen) voll über fahrzeugeigene Ladebordwand			73,9	0	0
leer über fahrzeugeigene Ladebordwand			73,9	0	0
voll, Rollgeräusche Wagenboden			65,3	0	0
leer, Rollgeräusche Wagenboden			65,3	0	0
Summe für alle Ladevorgänge auf 1h bezogen					96,7
innerhalb der Ruhezeit (RZ), 6-7 und 20-22 Uhr			L_{WAT,1h} dB(A)	Anzahl Ereignisse	L_{WATr,1h} dB(A)
Hubwagen (PE/PU-Rollen) leer über fahrzeugeigene Ladebordwand			79,6	14	91,1
voll über fahrzeugeigene Ladebordwand			75,5	14	87,0
leer, Rollgeräusche Wagenboden			71,8	14	83,3
voll, Rollgeräusche Wagenboden			71,8	14	83,3
Rollcontainer (PP-Rollen) voll über fahrzeugeigene Ladebordwand			73,9	10	83,9
leer über fahrzeugeigene Ladebordwand			73,9	10	83,9
voll, Rollgeräusche Wagenboden			65,3	10	75,3
leer, Rollgeräusche Wagenboden			65,3	10	75,3
Summe für alle Ladevorgänge auf 1h bezogen					94,4

In der Schallausbreitungsrechnung werden die Lkw-Entladungen als Punktquellen mit einer Höhe von 1,5 m über Boden angesetzt.

Einzelne **kurzzeitige Pegelhöchstwerte** können beim **Ent- und Beladevorgang** der LKW im Bereich der **Außenrampe** mit Palettenhubwagen einen maximalen Schalleistungspegel von $L_{WAm\max} = 114 \text{ dB(A)}$ erreichen.

Eine mögliche Impulshaltigkeit der Geräusche wurde bereits beim Emissionsansatz durch die Wahl des Taktmaximal-Schalleistungspegels (Gleichung: $L_{WAT} = L_{WA} + K_i$) berücksichtigt.

4.4 Transportkühlmaschinen (Dieselbetrieb)

Die Lieferung von Tiefkühl-/Frisch-/Molkereiwaren erfolgt durch Kühl-Fahrzeuge mit Transportkühlmaschinen. Die Kühlaggerathersteller (z.B. Carrier, Thermoking) empfehlen, dass die Kühlmaschinen aus Gründen der Hygiene und des Tauwasseranfalls bei geöffneten Ladetüren abgeschaltet werden, da ansonsten die wärmere und feuchte Außenluft in den Lkw angesogen wird und eine Vereisung des Verdampfers resultiert. Ungeachtet dessen, wird im Rahmen einer Maximalwertabschätzung als Ausnahmefall vorsorglich eine Anlieferung mit Transportkühlmaschine betrachtet.

In der vorliegenden Untersuchung wird eine **Transportkühlmaschine auf dem Kabinendach oder Trailer** bei freier Schallausbreitung (keine Abschirmung durch das Fahrzeug oder Fahrzeugaufbauten) berücksichtigt. Bei einer denkbaren Unterflurmontage der Kältemaschine ist gegenüber einer Kältemaschine auf dem Lkw-Dach oder Trailer mit einer größeren Eigenabschirmung A_{bar} durch das Fahrzeug und den Fahrzeugaufbau zu rechnen, außerdem ist zusätzlich eine Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes A_{gr} zu berücksichtigen. Die Kältemaschine auf dem Kabinendach oder Trailer stellt somit einen konservativen Emissionsansatz dar, bei dem die höheren Beurteilungspegel auftreten.

Die nachfolgende Tabelle fasst die veröffentlichten Schalleistungspegel L_{WA} [dB(A)] von typischen Transportkühlmaschinen unterschiedlicher Ausführung für verschiedene Anwendungen zusammen.

Tabelle 8: Schalleistungspegel verschiedener Transportkühlmaschinen

Anwendung	Ausführung	Veröffentlichung, Datenquelle	L_{WA} / [dB(A)]
Lkw-Trailer mit Stirnwandkältemaschine (Sattelzugmaschine mit Kühlaufleger, z. B. 40 t Tiefkühlsattelzug für 33 Paletten)	Standard	Untersuchung ⁹ der Jahre 2003 bis 2016, Herstellerangaben CARRIER Mod. VECTOR 1350, 1505, 1950, 1950 MT	bis 102
	„lärmarme“ Ausführung	Parkplatzlärmstudie ¹⁰ (Kap 6.1.2, Muster-Typ „Thermo-King SMX II), Herstellerangaben Thermo King Mod. A-360, A-400 und A-500, CARRIER Mod. VECTOR 1550 CITY (PIEK Cert)	94 bis 98
Kältemaschine auf dem Lkw-Kabinendach (z. B. 18 t Frischdienst-Kühl-LKW, Einzelhandel, LM-Vollsortimenter, LM-Discounter)	Standard	Fachinformation Umweltdaten LUA NRW ¹¹ , Emissionsdatenkatalog UA Österreich ¹² , Herstellerangaben CARRIER Mod. SUPRA 450, 550, 750 und 850	95 bis 98
	„lärmarme“ Ausführung	Herstellerangaben CARRIER Mod. SUPRA 750Mt, 850MT oder 950MT, jeweils Model X Silent, Supra 1000Mt, 1050 Silent u. 1250Mt City	88 bis 94
kleine bis mittelgr. Liefer-Fz. und Kleintransporter mit Kühlaufbau/Kühlkoffer	Standard	Herstellerangaben CARRIER Mod. NEOS 100S, VIENTO 200, XARIOS 350/600 MT, PULSOR 400/600 MT, Thermo King Mod. V-100, V-200, V-300	80 bis 85

9 SOUND POWER LEVELS AND DIRECTIVITY PATTERNS OF REFRIGERATED TRANSPORT TRAILERS, Jessie Roy and Peter VanDelden – Canadian Acoustics 126-Vol.45 No.3 (2017)

10 Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen auf Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen - Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage, 2007

11 Merkblätter Nr. 25, Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von Lkw, Landesumweltamt NRW, Stand 2000, Kap. 3.1, Tab. S 11, in Verbindung mit Bericht des Umweltbundesamtes, Geräuschemissionen von Verteilerfahrzeugen, Abschlußbericht zu dem Forschungsvorhaben "Stand der Lärminderungsstechnik bei Fahrzeugen mit lärmrelevanten Zusatzaggregaten - Ladehilfen, Kühl- und Klimaanlage", Forschungsbericht 105 05 120/05 sowie Presse-Information Nr. 9/90, Forschungsprojekt "Lärmarmes Kühlfahrzeug" mit der Vorstellung vier weiterer flüsternder Kühl-Brummis, Frigoblock

12 Emissionsdatenkatalog, Forum Schall, Umweltbundesamt Wien, Stand Januar/2022

Die mittlere Laufzeit von Kühlaggregaten beträgt gemäß Parkplatzlärmstudie in der Regel ca. $T_E = 15$ Minuten pro Stunde. Für ein Ereignis pro Stunde (Anlieferung) ergibt sich eine Zeitkorrektur $K = 10 \cdot \lg(T_E / 60 \text{ min})$.

Für die angenommenen Fahrzeugzahlen ergeben sich folgende Wirk-Schalleistungspegel $L_{WA,r,1h}$ [dB(A)]. Die schalltechnische Untersuchung differenziert hierbei nach der Einwirkzeit „außerhalb“ und „innerhalb der Ruhezeit“ (Ziff. 6.5 TA Lärm):

Tabelle 9: Emissionen Transportkühlmaschine

Beurteilungszeitraum	Fahrzeug	Anzahl Kühl-Fz.	L_{WA} dB(A)	T_E je Vorgang min	$L_{WA,r,1h}$ Gesamt dB(A)
Lager, 6-7 Uhr / 20-22 Uhr	Lkw-Trailer (Auflieger) "lärmarm"	1	98	15	92,0
Lager, 7-20 Uhr	Lkw-Trailer (Auflieger) "lärmarm"	1	98	15	92,0
Summe					95,0

In der Schallausbreitungsrechnung wird die jeweilige Transportkühlmaschine als Punktquelle mit einer Höhe von 3 m über Boden angesetzt.

4.5 Wirtschaftsverkehr

Bei den **Fahrverkehrsgeräuschen** beziehen wir uns auf die **Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS-19 (Ausgabe 2019)**. In den Richtlinien wurden aktuelle Geräuschemissionen von Pkw und Lkw messtechnisch untersucht und Emissionsansätze für Prognosen fortgeschrieben. Die vom Lkw ausgehende Geräuschemission hat aufgrund neuer, leiserer Motortechnik abgenommen. Besondere Auswirkungen haben diese Entwicklungen im niedrigen Geschwindigkeitsbereich, da bei niedrigen Geschwindigkeiten¹³ die Antriebsgeräusche einen maßgeblichen Einfluss auf das Fahrzeuggesamtgeräusch haben. Die Emissionsansätze bilden die heutige auf den Straßen vorhandene Fahrzeugflotte ab. In den Richtlinien erfolgt eine Aufteilung der Lkw in leichte Lkw (Lkw1) und schwere Lkw (Lkw2). Für die Fahrwege ist im vorliegenden Fall ($v = 30 \text{ km/h}$) der **längenbezogene Schalleistungspegel** im Mittel über den Beurteilungszeitraum wie folgt zu berechnen:

$$L_{WA',r,1h} = L_{WA'} + 10 \lg(n) + D_{SD,SDT}(v) \text{ [in dB(A)/m]}$$

mit	$L_{WA',r,1h}$	[dB(A)/m]:	längenbezogener Beurteilungs-Schalleistungspegel der Fahrstrecke auf eine Stunde bezogen und 1 m Streckenabschnitt
	$L_{WA'}$	[dB(A)]:	längenbezogener Beurteilungs-Schalleistungspegel der Fz.-Grundklasse gem. Diagramm I im Anhang der RLS-19 $L_{WA'} = 61,0 \text{ dB(A)/m}$ für Lkw 2: Sattel-Lkw (Zugmaschine mit Auflieger) $L_{WA'} = 56,6 \text{ dB(A)/m}$ für Lkw 1 > 3,5 t ohne Anhänger $L_{WA'} = 51,0 \text{ dB(A)/m}$ für Kleintransporter (KT) und leichte Nutzfahrzeuge (LNfz) < 3,5 t ¹⁴ $L_{WA'} = 49,7 \text{ dB(A)/m}$ für Pkw für ein Fz. pro Stunde und 1 m Streckenabschnitt
	n		Anzahl der Fz. Im Beurteilungszeitraum
	$D_{SD,SDT}(v)$		Korrektur für den Straßendeckschichttyp SDT, die Fahrzeuggruppe FzG und die Geschwindigkeit vFzG nach dem Abschnitt 3.3.5 der RLS-19 in dB (hier für $v \leq 30 \text{ km/h}$): nicht geriffelter Gussasphalt : 0 dB Pflasterdecke mit ebener Oberfläche ¹⁵ : 1 dB sonstiges Pflaster, Kopfsteinpflaster : 5 dB

Die Berechnung der Schallausbreitung folgt im Wesentlichen der DIN ISO 9613-2. Diese Norm bildet derzeit auch die Grundlage für die Schallausbreitung von Gewerbe- und Industrielärm und erlaubt im vorliegenden Fall eine unmittelbare Anwendbarkeit.

¹³ Für Geschwindigkeiten unter 30 km/h ist gem. Abs. 1 der RLS-19 (S. 6) eine Geschwindigkeit von 30 km/h anzusetzen. Bei geringeren Geschwindigkeiten ergibt sich nach RLS-19 keine weiteren Abnahmen des Emissionspegels.

¹⁴ Ermittlung der Geräuschemission von Kfz im Straßenverkehr, Forschungsauftrag, 20054135; Februar 2005; TÜV Nord Mobilität – RWTÜV Fahrzeug GmbH, Institut für Fahrzeugtechnik; im Auftrag des Umweltbundesamtes

¹⁵ Gemäß RLS-19 (Abs. 3.3.5) gelten Pflasterdecken dann als eben, wenn sie aus Bauteilen mit gering oder mittel strukturierten oder fein bearbeiteten Oberflächen profilgerecht hergestellt sind und die Fugenfüllung (Fugenbreite $b \leq 5 \text{ mm}$) bündig mit den Steinkanten (ohne Fase) abschließt, oder wenn bei gefasteten Steinen die Summe aus Fugenbreite b und der beiden Fasen f kleiner als 9 mm ist ($b+2f \leq 9 \text{ mm}$).

Für die Fahrstrecken auf dem Betriebsgrundstück ergeben sich für die angenommenen Fahrzeugzahlen und Zeiten insgesamt die folgenden längenbezogene Schalleistungspegel $L_{WA'r,1h}$. Die schalltechnische Untersuchung differenziert hierbei nach der Einwirkzeit „außerhalb“ und „innerhalb der Ruhezeit“ (Ziff. 6.5 TA Lärm):

Tabelle 10: Emissionen Wirtschaftsverkehr

Bereich, Zeit	Fz-Typ	$L_{WAB,1h}$ dB(A)/m	Anzahl Fz	$D_{SD,SDT(v)}$ dB	$L_{WA'r,1h}$ dB(A)/m
tags außerhalb Ruhezeit (7-20 Uhr)	Lkw 2: Sattel-Lkw (Zugmasch.m.Auflieger)	61,0	2	0	64,0
tags innerhalb Ruhezeit (6-7 u. 20-22 Uhr)	Lkw 2: Sattel-Lkw (Zugmasch.m.Auflieger)	61,0	2	0	64,0
tags außerhalb Ruhezeit (7-20 Uhr)	Summe				64,0
tags innerhalb Ruhezeit (6-7 u. 20-22 Uhr)	Summe				64,0

In der Schallausbreitungsrechnung wird der Fahrweg auf dem Gelände als Linienquelle mit einer Höhe von 1 m über Boden angesetzt.

Einzelne **kurzzeitige Pegelhöchstwerte** können bei der **beschleunigten Abfahrt** im Bereich der Grundstücksausfahrt auftreten. Hierbei treten gemäß Tabelle 35 der Parkplatzlärmstudie¹⁶ im Abstand von 7,5 m Spitzenpegel von $L_{pAFmax,7,5m} = 79$ dB(A) für Lkw auf. Diese entsprechen einem maximalen Schalleistungspegel von kurzzeitig $L_{WAmax} = 79$ dB(A) + $20 \cdot \log(7,5m) + 8 = 105$ dB(A).

Ferner können kurzzeitige **Entspannungsgeräusche des Druckluftbremssystems, Geräusche beim Zuschlag der Lkw-Tür, Geräusche beim Anlassen des Lkw oder Geräusche beim Überfahren einer Bodenwelle** gemäß Tabelle 4 der LKW-Lärmstudie¹⁷ mit einem maximalen Schalleistungspegel von $L_{WAmax} = 100$ dB(A) bis zu $L_{WAmax} = 108$ dB(A) auftreten.

4.6 Rückfahrwarneinrichtungen

Zur Warnung von Personen vor rückwärtsfahrenden Fahrzeugen werden vielfach akustische Rückfahrwarneinrichtungen eingesetzt. Hierzu ertönt periodisch ein Signalton, der sich deutlich wahrnehmbar vom Arbeitsgeräusch abhebt. Für den Rückfahrwarner von Lkw wird nach der Emissionsdatenbank des Umweltbundesamts Österreich¹⁸ folgender längenbezogener Schalleistungspegel L_{WA}' [dB(A)/m] je Meter und Lkw, bezogen auf ein Ereignis pro Stunde zzgl. einem Zuschlag für Tonhaltigkeit berücksichtigt:

$$L_{WA',1h} = 61 \text{ dB(A)/m}; K_T = 6 \text{ dB}$$

$$L_{WAT',1h} = 67 \text{ dB(A)/m}$$

16 Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen auf Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen - Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage, 2007

17 Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Schriftenreihe des Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 3, Wiesbaden

18 Emissionsdatenkatalog der vom Umweltbundesamt Österreich unterstützten Expertengruppe Forum Schall Januar 2022

Für die Rückfahrstrecken auf dem Betriebsgrundstück ergeben sich für die angenommenen Fahrzeugzahlen und Zeiten insgesamt die folgenden längenbezogene Schalleistungspegel $L_{WA'r,1h}$ [dB(A)/m]. Die schalltechnische Untersuchung differenziert hierbei nach der Einwirkzeit „außerhalb“ und „innerhalb der Ruhezeit“ (Ziff. 6.5 TA Lärm).

Tabelle 11: Emissionen Rückfahrwarneinrichtungen

Bereich, Zeit	Fz-Typ	$L_{WAT,1h}$ dB(A)/m	Anzahl Fz	$L_{WA'r,1h}$ dB(A)/m
tags außerhalb Ruhezeit (7-20 Uhr)	Lkw	67	2	70,0
tags innerhalb Ruhezeit (6-7 u. 20-22 Uhr)	Lkw	67	2	70,0

In der Schallausbreitungsrechnung wird die Stelle auf dem Gelände als Linienquelle mit einer Höhe von 1 m über Boden angesetzt.

Der A-bewertete Schalldruckpegel bei akustischen **Rückfahrwarneinrichtungen** beträgt im Abstand von 7,5 m vom Fahrzeug mindestens 68 dB(A) und einzelne **kurzzeitige Pegelhöchstwerte** dürfen maximal 78 dB(A)¹⁹ betragen. Diese entsprechen einem maximalen Schalleistungspegel von $L_{WAmax} = 78 \text{ dB(A)} + 20 \cdot \log(7,5\text{m}) + 8 = 104 \text{ dB(A)}$.

Eine mögliche Impulshaltigkeit der Geräusche wurde bereits beim Emissionsansatz durch die Wahl des Taktmaximal-Schalleistungspegels (Gleichung: $L_{WAT} = L_{WA} + K_i$) berücksichtigt.

19 Verwendung von akustischen Rückfahrwarneinrichtungen; Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, LfU-2/1MG, Dezember 2001

4.7 Parkplatz

Für den jeweiligen Immissionsort werden Teil-Beurteilungspegel aus dem Ein- und Ausparkverkehr einerseits und aus dem Parkplatzsuch- und Durchfahrverkehr andererseits getrennt ermittelt und zum Gesamt-Beurteilungspegel zusammengefasst. Im vorliegenden Fall wird mit diesem Berechnungsverfahren die tatsächliche Geräuschsituation des Parkplatzes detailliert und wirklichkeitsnah nachgebildet.

Gemäß Abs. 8.2.2, Gleichung (11b) und Tabelle (34) der **Parkplatzlärmstudie**²⁰ berechnet sich der Schalleistungspegel von Parkplätzen nach dem sogenannten „**getrennten Verfahren**“ für das **Ein- und Ausparken** nach folgenden Beziehung:

$$L_{WAT} = 63 + K_{PA} + K_I + 10 \cdot \lg (B \cdot N) \text{ [dB(A)]}$$

mit K_{PA} [dB]: Zuschlag in Abhängigkeit von der Parkplatzart

K_I [dB]: Zuschlag für die Impulshaltigkeit

K_{PA}	K_I	Parkplatzart
3 dB(A)	4 dB(A)	Verbrauchermarkt, Vollsortimenter

$B \cdot N$ Fahrzeugbewegungen je Stunde auf der Parkfläche

In dem Emissionsansatz enthalten sind die Geräusche beim Ein- und Ausparken inkl. Türeenschlagen sowie das Klappergeräusch der Einkaufswagenfahrten auf dem Parkplatz.

Bei den Einkaufswagen ist eine Ausführung mit Gummibereifung vorgesehen.

Die Schallemission aus dem **Parkplatzsuch- bzw. Durchfahrverkehr** wird nach RLS-19 ermittelt. Bei der Berechnung wird eine Geschwindigkeit von 30 km/h angesetzt²¹, eine Korrektur für die Straßenoberflächen gemäß Abs. 3.3.5 der RLS-19 sowie die Anzahl an Fahrzeugbewegungen je Stunde. Die Schallausbreitung wird gemäß TA Lärm nach der Norm DIN ISO 9613-2 berechnet.

20 Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen auf Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen - Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage, 2007

21 Für Geschwindigkeiten unter 30 km/h ist gem. Abs. 1 der RLS-19 (S. 6) eine Geschwindigkeit von 30 km/h anzusetzen. Bei geringeren Geschwindigkeiten ergibt sich nach RLS-19 keine weiteren Abnahmen des Emissionspegels.

Für die Fahrwege ist im vorliegenden Fall der **längenbezogene Schalleistungspegel** im Mittel über den Beurteilungszeitraum wie folgt zu berechnen:

$$L_{WA',r,1h} = L_{WA'} + 10 \lg (n) + D_{SD,SDT}(v) \text{ [in dB(A)/m]}$$

mit	$L_{WA',r,1h}$	[dB(A)/m]:	längenbezogener Beurteilungs-Schalleistungspegel der Fahrstrecke auf eine Stunde bezogen und 1 m Streckenabschnitt
	$L_{WA'}$	[dB(A)]:	längenbezogener Beurteilungs-Schalleistungspegel der Fz.-Grundklasse gem. Diagramm I im Anhang der RLS-19 $L_{WA'} = 49,7 \text{ dB(A)/m}$ für Pkw für ein Fz. pro Stunde und 1 m Streckenabschnitt
	n		Anzahl der Fz. Im Beurteilungszeitraum
	$D_{SD,SDT}(v)$		Korrektur für den Straßendeckschichttyp SDT, die Fahrzeuggruppe FzG und die Geschwindigkeit v_{FzG} nach dem Abschnitt 3.3.5 der RLS-19 in dB (hier für $v \leq 30 \text{ km/h}$): nicht geriffelter Gussasphalt : 0 dB Pflasterdecke mit ebener Oberfläche ²² : 1 dB sonstiges Pflaster, Kopfsteinpflaster : 5 dB

Die Ausbildung der Fahrgassen soll aus Gussasphalt hergestellt werden; daher **$K_{Stro} = 0 \text{ dB}$** .

22 Gemäß RLS-19 (Abs. 3.3.5) gelten Pflasterdecken dann als eben, wenn sie aus Bauteilen mit gering oder mittel strukturierten oder fein bearbeiteten Oberflächen profilgerecht hergestellt sind und die Fugenfüllung (Fugenbreite $b \leq 5 \text{ mm}$) bündig mit den Steinkanten (ohne Fase) abschließt, oder wenn bei gefasteten Steinen die Summe aus Fugenbreite b und der beiden Fasen f kleiner als 9 mm ist ($b+2f \leq 9 \text{ mm}$).

Die wesentliche Einzugsgröße für die Berechnung des Schalleistungspegels eines Parkplatzes ist die **Bewegungshäufigkeit**. Hierfür sind die Parkbewegungen pro Zeiteinheit schlüssig zu ermitteln und diese der Schallprognose resp. einer Geräuschbegutachtung zugrunde zu legen²³. Eine gesetzliche Vorgabe, nach welchen Methoden eine Verkehrsprognose im Einzelnen zu erstellen ist, gibt es nicht²⁴. Denkbar und von der Rechtsprechung grundsätzlich akzeptiert ist etwa der Rückgriff auf generelle allgemeine Erfahrungswerte, wie sie z. B. der Parkplatzlärmstudie zugrunde liegen²⁵. Möglich ist es aber ebenfalls, eine spezifisch auf den Einzelfall abgestimmte Berechnung zugrunde zu legen. Ein solcher projektbezogener Ansatz ist in Bezug auf die Genauigkeit zu prognostizierender Geräuschmissionen ggf. dann geboten, wenn konkrete Erkenntnisse über das tatsächliche Betriebsgeschehen vergleichbarer Vorhaben vorliegen²⁶, wenn die Besonderheiten des konkreten Standortes ein Abweichen von ggf. vorhandenen allgemeinen Erfahrungswerten gebieten oder wenn in generalisierter Form vorhandene allgemeine Erfahrungswerte keine auf die konkret vorgesehene Nutzung des betroffenen Einzelfalls zugeschnittene Aussage erlauben.

Das zusätzliche Verkehrsaufkommen, das nach Realisierung der geplanten Einzelhandelseinrichtungen zu erwarten ist, wird auf der Grundlage der Veröffentlichungen^{27 28 29} des Hessischen Landesamtes für Straßen- und Verkehrswesen über die Größe der Verkaufsfläche abgeschätzt. Die Kunden- und Beschäftigtenzahlen des motorisierten Individualverkehrs MIV und der Pkw-Besetzungsgrad können aus den Verkaufsflächen VKF und den spezifischen Eigenarten der verschiedenen Einzelhandelseinrichtungen abgeschätzt werden.

Das in diesen Veröffentlichungen vorgestellte Berechnungsverfahren gibt die tatsächliche Situation für den Kundenparkplatz detaillierter und wirklichkeitsnaher wieder als z. B. die Abschätzung der Verkehrserzeugung mit Hilfe der Parkplatzlärmstudie, zu einer Zeit durchgeführt wurde, in der die Netto-Verkaufsfläche von Lebensmittel-Discountern üblicherweise eine Größe von ca. 800 m² aufwies. In der Zwischenzeit wurden die Verkaufsflächen in vielen Fällen auf 1000 m² bis 1400 m² vergrößert.

23 vgl. OVG Schleswig-Holstein, B. v. 23.5.2011 - 1 MB 6/11 - juris Rn. 10 ff.; OVG NW, B. v. 26.8.2005 - 7 B 217/05 – juris Rn. 28 ff.; 39, 43 ff.; Parkplatzlärmstudie S. 21 ff., 83 ff.

24 BVerwG, B. v. 15.3.2013 - 9 B 30.12 - juris Rn. 10

25 vgl. z. B. BayVG, B. v. 23.2.2009 - 2 CS 09.37 - juris Rn. 22; B. v. 18.8.2016 - 15 B 14.1624 - juris Rn. 10; OVG NW, B. v. 26.8.2005 - 7 B 217/05 - juris Rn. 44; Feldhaus/Tegeeder, TA Lärm, Sonderdruck aus Feldhaus, BImSchR-Kommentar, 2014, Nr. 7.4 Rn. 41)

26 OVG Schleswig-Holstein, B. v. 23.5.2011 - 1 MB 6/11 - juris Rn. 11; OVG NW, B. v. 26.8.2005 - 7 B 217/05 - juris Rn. 46; VG Gelsenkirchen, B. v. 15.9.2014 - 9 L 1232/14 - juris Rn. 54

27 Integration von Verkehrsplanung und räumlicher Planung, Teil 2: Abschätzung der Verkehrserzeugung, Schriftenreihe der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung, Heft 42, Ausgabe 2005

28 Hinweise zur Abschätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung, FGSV 147 - Ausgabe 2006

29 Verkehrsaufkommen durch Vorhaben der Bauplanung und Auswirkungen auf die Anbindung an das Straßennetz, Kap. 1.3 aus: Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung, Heft 53/1, Ausgabe 2006

Im Zuge der Erweiterungen der Ladenflächen und der gleichzeitigen Anpassung an eine zeitgemäße Angebotsstruktur und Verkaufsraumgestaltung ist in diesem Zusammenhang jedoch erfahrungsgemäß nicht mit einem proportionalen Anstieg der Kundenzahlen zur Verkaufsfläche zu rechnen, wie in der Parkplatzlärmstudie angenommen (doppelte Verkaufsfläche = doppelte Kundenanzahl). Vielmehr werden mit diesen Maßnahmen bspw. Ziele der Kundenbindung und die Steigerung des Umsatzes je Kunde oder die Verlagerung der „Lagerflächen“ in den Verkaufsraum verfolgt („just in time“). Darüber hinaus ist in den letzten Jahren eine deutlich größere Versorgungsdichte durch Mitbewerber in unmittelbarer Nähe entstanden, sodass - wenn überhaupt - nur von einer geringfügig größeren Kundenzahl nach Durchführung der Neubaumaßnahme auszugehen ist.

In der Tabelle 3.3-7 der Studie „Abschätzung der Verkehrserzeugung“ sind Werte für die **Wegehäufigkeit** im Beschäftigten- und Kundenverkehr genannt. Die Anzahl der Wege der Beschäftigten umfasst die Wege von und zur Arbeit sowie in Pausenzeiten (z.B. Mittagstisch). Im Kundenaufkommen sind 2,0 Wege pro Kunde zu berücksichtigen:

Tabelle 12: Abschätzung der Wegehäufigkeit

Verkehrsart	Wegehäufigkeit
Beschäftigtenverkehr	2,5 bis 3,0 Wege / Beschäftigten
Kundenverkehr	2,0 Wege / Kunde

In der Tabelle 3.3-8 der Studie „Abschätzung der Verkehrserzeugung“ sind Werte für den **MIV-Anteil** und den **Pkw-Besetzungsgrad** in Abhängigkeit von der Branche genannt:

Tabelle 13: Abschätzung MIV-Anteil und Pkw-Besetzungsgrad

Einzelhandelseinrichtung	Abschätzung des MIV-Anteils und des Pkw-Besetzungsgrades MIV-Anteil / Pers./Pkw
Discounter	40% bis 60% 1,2 bis 1,4

Dabei wurde berücksichtigt, dass die Pkw Zu- bzw. Abfahrten über die Zufahrt des Lebensmittelmarktes an der „Hatzfelder Straße“ erfolgt, die Hälfte aller Pkw die innere bzw. äußere Parkzone einmal befährt und das Grundstück wieder verlässt. Realistischerweise ist mit kürzeren Fahrwegen von Kunden-Pkw zu rechnen und daher an den meisten betrachteten Immissionspunkten von geringeren Geräuschimmissionen auszugehen.

Zur Verifizierung unserer Annahme wurden die Kundenzahlen (Kassenbons) beim Betreiber erfragt. Demnach kann aktuell an Spitzentagen von bis zu 1.300 Kunden/ Tag ausgegangen werden.

Unter der Annahme einer Kundenzunahme von maximal 10 % kann demnach zukünftig von ca. 1.430 Kunden pro Tag ausgegangen werden, die nach Umsetzung der Neubaumaßnahme den Lebensmittelmarkt besuchen.

In räumlicher Nähe zum Lidl-Markt befinden sich weitere Märkte (REWE), so dass davon ausgegangen werden kann, dass das Kundenpotential z. T. bereits ausgeschöpft ist (Konkurrenzeffekt). Da ein Teil der Kunden bei einem Besuch des Gebietes mehrere Märkte aufsucht, ist das Kundenaufkommen des Gebietes geringer als die Summe der Kundenaufkommen der einzelnen Märkte (Verbundeffekt), wenn Sie nicht räumlich zusammen angeordnet wären.

Bei der Abschätzung des motorisierten Individualverkehrs ist zu berücksichtigen, dass der Standort an einer Hauptverkehrsstraße liegt und die nächstgelegenen Wohngebiete wenige Gehweiten entfernt sind. Das ÖPNV-Angebot ist gut; in nur wenigen Gehweiten sind Haltestellen des städtischen Nahverkehrsunternehmens zu erreichen.

Wir gehen im Sinne einer Maximalwertabschätzung von einem MIV-Anteil von 70 % und einem Pkw-Besetzungsgrad von 1,0 aus.

Insgesamt wird in der vorliegenden Untersuchung prognostischer **Ziel- und Quellverkehr** durch Kunden von insgesamt $1.430 \times 2 \times 0,7 / 1,0 = 2.002$ **Pkw-Bewegungen/Tag** für die geplante Filiale zu Grunde gelegt.

Außerdem gehen wir davon aus, dass die sechs Mitarbeiterstellplätze an der nördlichen Grundstücksgrenze über die gesamte Betriebszeit jeweils viermal befahren und wieder verlassen werden. Daraus ergeben sich insgesamt 48 Bewegungen. Dabei legen wir zugrunde, dass davon 24 Bewegungen innerhalb der Ruhezeit erfolgen. Aufgrund der geringen Stellplatzanzahl kann nach [26] in diesem Fall auf den Emissionsanteil für den Parkplatzsuch- und Durchfahrverkehr verzichtet werden. Für Mitarbeiterparkplätze beträgt der Zuschlag für die Parkplatzart $K_{PA} = 0$.

Die nachfolgende Tabelle fasst die getroffenen Annahmen und Kennwerte zusammen und berechnet das zu erwartende Gesamtverkehrsaufkommen (Ziel- und Quellverkehr) durch den geplanten Lebensmitteldiscounter sowie die Schalleistungspegel nach o. g. Gleichung.

Die schalltechnische Untersuchung differenziert hierbei nach der Einwirkzeit „außerhalb“ und „innerhalb der Ruhezeit“ (Ziff. 6.5 TA Lärm)

Die nachfolgende Tabelle fasst die getroffenen Annahmen und Kennwerte zusammen und berechnet die Schallleistungspegel nach o.g. Gleichung.

Tabelle 14: Emissionen Kundenparkplatz

Gesamtverkehrsaufkommen (Ziel- u. Quellverkehr)			2002					
Tagesganglinie des Quell- und Zielverkehrsaufkommens								
Uhrzeit	Anteil in %	Anzahl Bew.						
6 bis 7	1,85	37						
7 bis 8	2,72	54						
8 bis 9	4,67	93						
9 bis 10	5,89	118						
10 bis 11	6,76	135						
11 bis 12	7,67	154						
12 bis 13	8,53	171						
13 bis 14	8,74	175						
14 bis 15	8,29	166						
15 bis 16	8,38	168						
16 bis 17	7,57	152						
17 bis 18	9,41	188						
18 bis 19	8,21	164						
19 bis 20	5,93	119						
20 bis 21	3,41	68						
21 bis 22	1,95	39						
	100	2002						
Schallleistungspegel Parkplatz, Ein- und Ausparken (Parkplatzfläche)								
Parkplatz	K _{PA} dB	K _I dB				T _B h	Anz. Bew. insg.	L _{WA} dB(A)
tags, außerhalb Ruhezeit	3	4				13	1857	91,5
tags, innerhalb Ruhezeit	3	4				3	144	86,8
Emissionspegel Parkplatz, Parkplatzsuch- und Durchfahrverkehr (Fahrweg, Hin/Rück))								
Parkplatz	D _{SD;SDT(v)} dB	T _B h	Anz. Fz. insg.	Anz. Fz. M _{Pkw} / h	L _{WA} ¹ dB(A)/m			
tags, außerhalb Ruhezeit	0,0	13	929	71	68,2			
tags, innerhalb Ruhezeit	0,0	3	72	24	63,5			

In der Schallausbreitungsrechnung wird die Parkplatzfläche auf dem Gelände als Flächenquelle und der Fahrweg als Linienquelle mit einer Höhe von 0,5 m über Boden angesetzt. Dabei gehen wir davon aus, dass die Parkzonen zu gleichen Teilen befahren werden (Pkw-Fahrweg außen und innen). Die Pkw-Fahrwege werden entsprechend zu gleichen Teilen aufgeteilt.

Einzelne **kurzzeitige Pegelhöchstwerte** können bei der **beschleunigten Abfahrt** im Bereich der Grundstücksausfahrt auftreten. Hierbei treten gemäß Tabelle 35 der Parkplatzlärmstudie³⁰ im Abstand von 7,5 m Spitzenpegel von $L_{pAFmax,7,5m} = 67 \text{ dB(A)}$ für Pkw auf. Diese entsprechen einem maximalen Schallleistungspegel von kurzzeitig $L_{WAmax} = 67 \text{ dB(A)} + 20 \cdot \log(7,5\text{m}) + 8 = 93 \text{ dB(A)}$.

30 Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen auf Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen - Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage, 2007

Tabelle 15: Emissionen Mitarbeiterparkplatz

Gesamtverkehrsaufkommen (Ziel- u. Quellverkehr)					48
Schalleistungspegel Parkplatz, Ein- und Ausparken (Parkplatzfläche)					
Parkplatz	K _{PA} dB	K _i dB	T _B h	Anz. Bew. insg.	L _{WA} dB(A)
tags, außerhalb Ruhezeit	3	4	13	24	72,7
tags, innerhalb Ruhezeit	3	4	3	24	79,0
Emissionspegel Parkplatz, Parkplatzsuch- und Durchfahrverkehr (Fahrweg, Hin/Rück))					
Parkplatz	D _{SD;SDT(v)} dB	T _B h	Anz. Fz. insg.	Anz. Fz. M _{PKW} / h	L _{WA} dB(A)/m
tags, außerhalb Ruhezeit	0,0	13	24	2	52,4
tags, innerhalb Ruhezeit	0,0	3	24	8	58,7

Beim Türenschiagen von PKW sowie Schlagen der Kofferraumklappe treten auf dem **Kundenparkplatz** gemäß Tabelle 35 der Parkplatzlärmstudie im Abstand von 7,5 m **kurzzeitige Spitzenpegel** von $L_{pAFmax, 7,5m} = 74 \text{ dB(A)}$ auf. Dies entspricht einem maximalen Schalleistungspegel von $L_{WAmax} = 74 \text{ dB(A)} + 20 \cdot \log(7,5m) + 8 = 100 \text{ dB(A)}$.

Eine mögliche Impulshaltigkeit der Geräusche wurde bereits beim Emissionsansatz durch die Wahl des Taktmaximal-Schalleistungspegels (Gleichung: $L_{WAT} = L_{WA} + K_i$) berücksichtigt.

4.8 Ein- und Ausstapeln der Einkaufswagen

Beim Ein- und Ausstapeln der Einkaufswagen ist im Wesentlichen mit Schlag- und Scheppergeräuschen der Körbe zu rechnen. Im vorliegenden Fall wird der Schalleistungspegel im Mittel über den Beurteilungszeitraum gemäß der Lkw-Lärmstudie³¹ wie folgt berechnet:

$$L_{WA,r} = L_{WA,eq,1h} + 10 \lg n - 10 \lg T_B / 1 \text{ h}$$

mit	$L_{WA,r}$	[dB(A)]:	auf die Beurteilungszeit bezogener Schalleistungspegel
	$L_{WA,eq,1h}$	[dB(A)]:	zeitlich gemittelter Schalleistungspegel für ein Ereignis pro Stunde
		EKW Metallkorb	$L_{WA,eq,1h} = 68 \text{ dB(A)}, K_i = 4 \text{ dB}$
		EKW Kunststoffkorb	$L_{WA,eq,1h} = 62 \text{ dB(A)}, K_i = 4 \text{ dB}$
		EKW „geräuscharme“ Ausführung	$L_{WA,eq,1h} = 61 \text{ dB(A)}, K_i = 4 \text{ dB}$
	n		Anzahl der Ereignisse im Beurteilungszeitraum T_B
	T_B	[h]:	Beurteilungszeitraum (tags 16 h, nachts 1 h)

Im Sinne der Aussagesicherheit legen wir in diesem Fall den Einsatz eines Einkaufswagens mit Metallkorb zugrunde.

Bei der Berechnung der Geräuschimmissionen wird berücksichtigt, dass die Einkaufswagen in einer 3-seitig geschlossenen Parkbox mit Dach untergebracht sind. Diese Box ist an den Seitenwänden sowie im rückwärtigen Bereich und Dachbereich weitestgehend geschlossen. Für die Umfassungsbauteile (Scheiben) der Parkbox kann ohne weiteren Nachweis ein Schalldämm-Maß von ca. $R_w = 10 \text{ dB}$ angesetzt werden.

Geht man davon aus, dass ca. 70 % aller Kunden einen Einkaufswagen nutzen, kann für die angenommenen Kundenzahlen bzw. Bewegungen nach o.g. Beziehung folgender Schalleistungspegel L_{WA} angenommen werden.

31 Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Schriftenreihe des Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 3, Wiesbaden

Die schalltechnische Untersuchung differenziert hierbei nach der Einwirkzeit „außerhalb“ und „innerhalb der Ruhezeit“ (Ziff. 6.5 TA Lärm):

Tabelle 16: Emissionen Ein- und Ausstapeln der Einkaufswagen

Sammelbox	TB h	Anzahl Kunden- Bew.	Nutzung %	Anzahl Ereig- n	Mind. Box R / dB	L _{WAeq,1h} dB(A)	K _I dB	L _{WATr} dB(A)
tags, außerhalb Ruhezeit	13	1857	70	1.300	10	68	4	82,0
tags, innerhalb Ruhezeit	3	144	70	101	10	68	4	77,3

In der Schallausbreitungsrechnung wird das Ein- und Ausstapeln der Einkaufswagen als Punktquelle mit einer Höhe von 0,5 m über Boden angesetzt.

Einkaufswagenfahrten auf dem Parkplatz, vom Markt zu den Kunden-Pkw und zurück, werden in dem Emissionsansatz für den Kundenparkplatz mitberücksichtigt.

Einzelne **kurzzeitige Pegelhöchstwerte** können beim **Ein- und Ausstapeln der Einkaufswagen** auftreten. Hierbei ist gemäß Tabelle 9 der Lkw-Lärmstudie³² mit Schallleistungspegeln von $L_{WAmax} \leq 106$ dB(A) zu rechnen.

Eine mögliche Impulshaltigkeit der Geräusche wurde bereits beim Emissionsansatz durch die Wahl des Taktmaximal-Schallleistungspegels (Gleichung: $L_{WAT} = L_{WA} + K_I$) berücksichtigt.

32 Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Schriftenreihe des Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 3, Wiesbaden

4.9 Technische Einrichtungen

Die technischen Einrichtungen, wie z.B. Heiz-, Lüftungs- und Kühlanlagen, sind die einzigen Anlagenteile, die eventuell auch nachts betrieben werden. Die maßgebenden Geräusche dieser Anlagen werden erfahrungsgemäß von im Freien angebrachten Komponenten oder über Ansaug- und Ausblasöffnungen bzw. -leitungen abgestrahlt. Von den in Gebäuden aufgestellten Aggregaten selbst gehen meist aufgrund des baulichen Schallschutzes keine immissionswirksamen Geräusche aus.

Für die technischen Einrichtungen, die im Freien aufgestellt werden, liegen **akustische Emissionsdaten der Fa. Lidl** vor:

Tabelle 17: Technischen Einrichtungen Lidl

Bezeichnung	L _{WA} je Gerät Tag/Nacht	Einwirkzeit Tag 6-22 Uhr	Einwirkzeit ungünstigste volle Nachtstd. zw. 22-6 Uhr
	dB(A)	(min)	(min)
2 x Rückkühler Nr. 1 und Nr. 2 Fabr. Basetec, Typ 394336 (BSSA), Super-Low-Noise-Variante, Dachaufstellung Rampe	61 / 61	960	60
2 x Wärmepumpen Nr. 1 und Nr. 2, „Swegon Titan Sky Hi HP RO 5.1 LDL“ Schalleistungspegel mit Schalldämmhaube SDH Titan light (Pegelminderung 15 dB bis 20 dB) Dachaufstellung Rampe	65 / 65	960	60

Die genannten Schalleistungspegel gelten unter der Voraussetzung, dass die Emissionen der Geräte einzelntonfrei nach Definition der TA Lärm sind und keine Impulshaltigkeit aufweisen.

Hierdurch ist sichergestellt, dass an der nächstgelegenen Wohnbebauung die Nacht-Immissionsrichtwerte durch die Immissionen der technischen Anlagen eingehalten werden.

5 Beurteilung der Geräuschimmissionen

5.1 Anlagenbezogener Verkehr auf öffentlichen Straßen

Nach Punkt 7.4 TA Lärm sind Geräusche des An- und Abfahrtverkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen bis zu einem Abstand von 500 m vom Betriebsgrundstück in Gebieten nach Nr. 6.1 (Mischgebiete, allgemeine und reine Wohngebiete sowie Kurgebiete) mit zu berücksichtigen, wenn

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

Werden diese Kriterien **alle** erfüllt, sind durch **organisatorische Maßnahmen** die Geräuschimmissionen des anlagenbezogenen Verkehrs soweit wie möglich zu mindern.

Auf dem Grundstück befindet sich bereits jetzt eine vergleichbare Ladenfiliale mit Kundenparkplatz. Durch die Erweiterung des vorhandenen Marktes ist eine Erhöhung der Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche um mehr als 3 dB(A) bei dem angenommenen Verkehrsaufkommen nicht zu erwarten. Zusätzliche organisatorische Maßnahmen sind demnach nicht erforderlich.

5.2 Tieffrequente Geräusche

Gemäß Nr. 7.3 der TA Lärm wird Schall als tieffrequent bezeichnet, wenn seine vorherrschenden Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz liegen. Weitere Hinweise zur Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche enthält Nr. A 1.5 des Anhangs der TA Lärm, wo u. A. auf die einschlägige DIN 45680 „Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft“ und das zugehörige Beiblatt 1 verwiesen wird. In der gültigen DIN 45680 werden in Nr. 3.1 die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen von 10 Hz bis 80 Hz als Bereich tiefer Frequenzen im Sinne der Norm definiert.

Die Emissionsspektren der untersuchten Quellen weisen unterhalb von 90 Hz üblicherweise keine nennenswerten Anteile auf. Eine weitergehende Betrachtung von tieffrequenten Geräuschimmissionen ist im vorliegenden Fall daher nicht erforderlich.

5.3 Kurzzeitige Spitzenpegel

Kurzzeitige Geräuschspitzen im Sinne der TA Lärm sind durch Einzelereignisse hervorgerufene Maximalwerte des Schalldruckpegels, die im bestimmungsgemäßen Betriebsablauf auftreten. Die kurzzeitigen Geräuschspitzen werden durch den Maximalpegel L_{AFmax} beschrieben. Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen nach Punkt 6.1 TA Lärm die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Der Spitzenpegel L_{AFmax} lässt sich nach folgender Gleichung berechnen:

$$L_{AFmax} = L_{WAmax} - [20 \cdot \lg(d/d_0) + 11] + K_0$$

mit L_{AFmax} Maximalpegel

L_{WAmax} maximaler Schalleistungspegel

d Abstand zur Quelle ($d_0 = 1\text{m}$)

K_0 3 dB für eine Ausbreitung im Halbkugelfeld

Für die Umrechnung des Pegels L_{I1} im Abstand d_1 auf den Abstand d_2 gilt:

$$L_{I2} = L_{I1} + 20 \cdot \lg(d_1/d_2).$$

Einzelne kurzzeitige Pegelhöchstwerte können beim **Be-/Entladevorgang** der LKW mit Hubwagen und Rollcontainern sowie der Handverladung gemäß einer Studie zu Verladetätigkeiten einen maximalen Schalleistungspegel von $L_{WAmax} = 114\text{ dB(A)}$ erreichen.

Ferner können kurzzeitige **Entspannungsgeräusche des Druckluftbremssystems** gemäß Tabelle 4 der LKW-Lärmstudie³³ mit einem maximalen Schalleistungspegel von $L_{WAmax} = 108\text{ dB(A)}$ auftreten.

Der A-bewertete Schalldruckpegel bei **akustische Rückfahrwarneinrichtungen** beträgt im Abstand von 7,5 m vom Fahrzeug mindestens 68 dB(A) und darf maximal 78 dB(A)³⁴ betragen.

Bei der **Einkaufswagensammelbox** können Geräuschspitzen mit Schalleistungspegeln gemäß Tabelle 9 der Lkw-Lärmstudie³⁵ von $L_{WAmax} \leq 106\text{ dB(A)}$ auftreten.

33 Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Schriftenreihe des Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 3, Wiesbaden

34 Verwendung von akustischen Rückfahrwarneinrichtungen; Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, LfU-2/1MG, Dezember 2001

35 Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Schriftenreihe des Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie, Heft 3, Wiesbaden

Bei der **beschleunigten Abfahrt im Bereich der Ausfahrt** treten gemäß Tabelle 35 der Parkplatzlärmstudie³⁶ im Abstand von 7,5 m Spitzenpegel von $L_{pAFmax,7,5m} = 67$ dB(A) für Pkw und $L_{pAFmax,7,5m} = 79$ dB(A) für Lkw auf.

Beim Türeenschlagen von PKW treten auf dem **Kundenparkplatz** gemäß Tabelle 35 der Parkplatzlärmstudie im Abstand von 7,5 m Spitzenpegel von $L_{pAFmax,7,5m} = 74$ dB(A) auf.

Die nachfolgende Tabelle berechnet für die maßgeblichen Immissionspunkte (IP) die Spitzenpegel L_{AFmax} nach den o. g. Gleichungen bei freier Schallausbreitung:

Tabelle 18: Maximalpegel

Einzelereignis	IP	L_{WAmax} dB(A)	L_{AFmax} in 7,5m dB(A)	Abstand zur Quelle m	L_{AFmax} dB(A)
Anlieferung	IP 5	114		35	75
Entspannung Druckluftbremse	IP 5	108		35	69
Einkaufswagen sammeln	IP 2	106		30	68
Rückfahrwarnanlage	IP 5		78	35	65
beschleunigte Abfahrt Lkw	IP 1		79	20	70
beschleunigte Abfahrt Pkw	IP 1		67	20	58
Türeenschlagen PKW Parkplatz	IP 5		74	30	62

Mit Spitzenpegeln, die die Richtwerte nach TA Lärm um mehr als 30 dB(A) am Tage überschreiten, ist nicht zu rechnen.

36 Parkplatzlärmstudie – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen - Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage, 2007

5.4 Beurteilungspegel

Die Bestimmung des Beurteilungspegels erfolgt gemäß TA Lärm nach der folgenden Beziehung. Die einzelnen Formelgrößen werden in der folgenden Aufstellung erklärt. Die Aufstellung zeigt auch die Bestimmung dieser Größen im vorliegenden Fall:

	$L_r = L_{Aeq} - C_{met} + K_T + K_I + K_R$		[dB(A)]
mit	C_{met}	[dB]:	meteorologische Korrektur zur Bestimmung des Langzeit-Mittelungspegels nach DIN ISO 9613-2
	K_T	[dB]:	Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit nach Nr. A.2.5.2 TA Lärm
	K_I	[dB]:	Zuschlag für Impulshaltigkeit nach Nr. A.2.5.3 TA Lärm
	K_R	[dB]:	Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit nach Nr. 6.5 TA Lärm, nur in Gebieten nach Nr. 6.1 d) bis f) TA Lärm

Die **meteorologische Korrektur** dient der Berücksichtigung der Häufigkeit ausbreitungsgünstiger Wetterlagen bei der Bildung des Langzeit-Beurteilungspegels. Sie ist gemäß TA Lärm von den bei einer schallausbreitungsgünstigen Wetterlage gemessenen Immissionspegeln abzuziehen. Im vorliegenden Fall wurde für die hier betrachteten relevanten Immissionspunkte der Faktor mit $C_0 = 2$ dB - im Einklang mit der Anmerkung 22 der DIN ISO 9613-2 - abgeschätzt. Die Berechnung der meteorologischen Korrektur C_{met} [dB] erfolgt im Rahmen der Schallausbreitungsrechnung.

Enthält das zu beurteilende Geräusch während eines Beurteilungszeitraumes Impulse und/oder auffällige Pegeländerungen, wie z.B. Schläge, ist für diese Zeit ein **Zuschlag für Impulshaltigkeit K_I** zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Eine mögliche Impulshaltigkeit der Geräusche wurde bereits beim Emissionsansatz durch die Wahl des Taktmaximal-Schalleistungspegels ($L_{WAT} = L_{WA} + K_I$) berücksichtigt. Auf die Anwendung eines weiteren Zuschlages kann bei der Ermittlung der Beurteilungspegel verzichtet werden, d.h. **$K_I = 0$ dB**.

Tritt am Immissionspunkt eine erhöhte Belästigung durch das Mithören ungewünschter Informationen auf, ist nach TA Lärm je nach Auffälligkeit in den entsprechenden Beurteilungszeiträumen ein **Zuschlag für Informationshaltigkeit K_T** von 3 dB(A) oder 6 dB(A) zum Mittelungspegel zu addieren. Der Zuschlag wird in der Regel nur bei gut verständlichen Lautsprecherdurchsagen oder deutlich hörbaren Musikwiedergaben gegeben, d.h. **$K_T = 0$ dB**.

Ist ein Geräusch zeitweise am Immissionspunkt tonhaltig, so ist gemäß TA Lärm für diese Zeit wegen der erhöhten Störwirkung ein **Zuschlag für Tonhaltigkeit K_T** von 3 dB(A) oder 6 dB(A) zum Mittelungspegel zu berücksichtigen. Aus dem Anhang A.3.3.5. TA-Lärm lässt sich kein Vorrang einer messtechnischen Bestimmung gegenüber dem subjektiven Höreindruck ableiten³⁷. Die geplante Anlage wird nach dem Stand der Geräuschminderungstechnik errichtet, es wird daher davon ausgegangen, dass die Geräusche nicht tonhaltig sind. Auf die Anwendung eines Tonzuschlages wurde bei der Ermittlung der Beurteilungspegel verzichtet, d.h. **$K_T = 0$ dB**.

Während den **Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit**

- an Werktagen 06.00 bis 07.00 Uhr, 20.00 bis 22.00 Uhr.
- an Sonn- und Feiertagen 06.00 bis 09.00 Uhr, 13.00 bis 15.00 Uhr und 20.00 bis 22.00 Uhr

wird in Wohngebieten (WAWR) bei der Mittelwertbildung über die Einwirkdauer für Geräusche innerhalb der o.g. „Ruhezeiten“ ein Zuschlag von 6 dB(A) für die erhöhte Störwirkung berücksichtigt. Ein möglicher Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit wurde bereits in der Schallausbreitungsrechnung berücksichtigt. Die **Tabelle A3** im Anhang listet die Einwirkzeiten auf.

Der gewählte Emissionsansatz entspricht bzgl. Pegelhöhen, Betriebsdauern, Fahrzeuganzahl, Anzahl der Ladevorgänge, emissionsseitige Impulshaltigkeit usw. einer Maximalabschätzung. Im Rahmen dieser Maximalwertabschätzung wurden die **Kundenzahlen für Spitzentage** (Werktage an **Wochenenden** und vor **Feiertagen**) abgeschätzt. Die Beurteilungspegel entsprechen dem oberen Vertrauensbereich.

³⁷,VGH München, Beschluss v. 19.07.2019 – 9 CS 19.794, redaktioneller Leitsatz, Rn. 16

Nach Rundung³⁸ auf ganzzahlige Pegelwerte, ergeben sich die folgenden Beurteilungspegel L_r im Vergleich mit den Immissionsrichtwerten (IRW) der TA Lärm:

Tabelle 19: Beurteilungspegel

IP	Bezeichnung	L_r tags dB(A)	L_r nachts dB(A)	IRW tags dB(A)	IRW nachts dB(A)
IP1	Hatzfelder Straße 60a	50	11	55	40
IP2	Hatzfelder Straße 71	52	11	60	45
IP3	Paul-Löbe-Straße 5	47	15	55	40
IP4	Paul-Löbe-Straße 8	50	18	60	45
IP5	Sporckweg 8	49	34	55	40

Wie der Vergleich zeigt, werden für die getroffenen Annahmen die zulässigen Immissionsrichtwerte nach TA Lärm an fast allen Immissionspunkten beim Betrieb des geplanten Lebensmitteldiscounters sicher eingehalten und zur Tages- und Nachtzeit um mindestens 6 dB(A) unterschritten.

Die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen setzt 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 nach Ziffer A.1.2 des Anhangs der TA Lärm voraus. Die Bestimmung der Vorbelastung kann im Hinblick auf Ziffer 3.2.1, Absatz 4 der TA Lärm entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der Anlage die Immissionsrichtwerte ... um mindestens 6 dB(A) unterschreiten.

Da der Immissionsrichtwert an fast allen Immissionspunkten zur Tageszeit um mindestens 6 dB unterschritten wird, wurde auf eine detaillierte Vorbelastungsuntersuchung verzichtet. Am IP 1 werden die zulässigen Immissionsrichtwerte um 5 dB(A) unterschritten. An diesen Stellen ist mit keinen relevanten Geräuschimmissionen durch andere Betriebe zu rechnen, die aufgrund der Entfernung oder Charakteristik zu einer Überschreitung des Immissionsrichtwertes führen. Zur Nachtzeit werden an den betrachteten Immissionspunkten die zulässigen Immissionsrichtwerte an allen Immissionspunkten um mindestens 6 dB(A) unterschritten. Die Anforderungen der TA Lärm werden eingehalten.

³⁸ Die ermittelten Beurteilungspegel sind mit einer Nachkommastelle anzugeben und vor dem Vergleich mit den Immissionsrichtwerten auf ganze dB(A) zu runden; dabei gilt die Rundungsregel der DIN 1333 (mathematische Rundung, d.h. Abrundung bei $\leq 0,4$, Aufrundung bei $\geq 0,5$) [Ergebnisniederschrift TA Lärm des MURL NRW zur Dienstbesprechung zur TA Lärm am 9.2.99 - Erlass VB2-8850.2-Ht v. 17.3.99; Aktualisierte LAI_Hinweise TA Lärm März 2017]

6 Nebenbestimmungen zum Immissionsschutz - Schallschutz

Um mit dem geplanten Vorhaben die Immissionsrichtwerte einhalten zu können, sind folgende Schallschutzmaßnahmen erforderlich:

1. Die Betriebszeiten, Öffnungszeiten und Zeiten für die Warenanlieferung und Entsorgung müssen den Zeiträumen in Tabelle 3 entsprechen.
2. Die Anlieferung von Waren für das Geschäftshaus und die Entsorgung haben am Rampen-tisch (Rampenniederfahrt) zu erfolgen.
3. Die Fahrwege auf dem Parkplatz haben aus einer Asphaltdecke, einer „ebenen Pflasterde-cke“ im Sinne der RLS 19 mit Betonsteinen oder aus akustischer Sicht einer gleichwertigen Fahrbahnoberfläche zu bestehen.

Hinweis: Gemäß RLS 19 (Abs. 3.3.5) gelten Pflasterdecken dann als eben, wenn sie aus Bauteilen mit gering oder mittel strukturierten oder fein bearbeiteten Oberflächen profilgerecht hergestellt sind und die Fugenfüllung (Fugenbreite $b \leq 5 \text{ mm}$) bündig mit den Steinkanten (ohne Fase) abschließt, oder wenn bei gefasten Steinen die Summe aus Fugenbreite b und der beiden Fasen f kleiner als 9 mm ist ($b+2f \leq 9 \text{ mm}$).

4. Die Schalleistungspegel der technischen Anlagen sind auf die in der Tabelle in Abschnitt 4.9 genannten Werte begrenzt. Die Emissionen der Geräte müssen einzeltonfrei nach Definition der TA Lärm sein und dürfen keine Impulshaltigkeit aufweisen.
5. Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen den Immissionsrichtwert am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nachtzeit um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten. Die Immissionsrichtwerte dürfen auch durch den Kraftfahrzeugverkehr auf dem Betriebsgelände nicht überschritten werden.
6. Die von der Anlage, sowie von dessen Nebenanlagen und allen weiteren zum Betrieb zugehörigen Bereiche verursachten Geräuschimmissionen dürfen im gesamten Einwirkungsbe-reich außerhalb des Betriebes nicht zu einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte (IRW) nach Nr. 6 der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) in der aktuell gül-tigen Fassung beitragen. Vor allem an der in Tabelle 2 genannten schutzbedürftigen Bebauung darf der Betrieb nicht zu einer Überschreitung der angegebenen Immissionsrichtwerte (IRW) beitragen.

ENDE DES TEXTTEILS

Anhang – Anlagen

A1 Quellenverzeichnis und verwendete Unterlagen

Die Beurteilung der Geräuschimmissionen erfolgt nach

- [01] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (**TA Lärm**) vom 26.08.98 (Gemeinsames Ministerialblatt 1998, Nr. 26, Seite 503 ff)
- [02] Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Sechsten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm), Stand 01.06.2017 (Bekanntmachung BAnz. AT 08.06.2017 B5)
- [03] Korrektur redaktioneller Fehler beim Vollzug der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Aktenzeichen: IG I 7 - 501-1/2, Bonn, 07.07.2017
- [04] Ergebnisniederschrift TA Lärm des MURL NRW zur Dienstbesprechung zur TA Lärm am 9.2.99 - Erlass VB2-8850.2-Ht v. 17.3.99
- [05] Dr. jur. Feldhaus, Dr. rer. nat. Tegeder, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) - Kommentar -, ISBN 978-3-8114-4723-3, Verlag c.f.müller, Stand 2014
- [06] LAI-Hinweise zur Auslegung der TA Lärm (Fragen und Antworten zur TA Lärm) in der Fassung des Beschlusses zu TOP 9.4 der 133. LAI-Sitzung am 22. und 23. März 2017
- [07] Baunutzungsverordnung – BauNVO, in der Fassung der Bekanntmachung vom 23.01.1990 (BGBl. I S. 132), zuletzt geändert durch Gesetz vom 14.06.2021 (BGBl. I S. 1802) m.W.v. 23.06.2021
- [08] **DIN ISO 9613-2**, Ausgabe Oktober 1999
Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien,
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
- [09] Empfehlungen des LANUV NRW zu c_{met} -Stand: 26.09.2012
- [10] Schallausbreitungs-Software **CadnaA**, Version 2021, DataKustik GmbH
- [11] Software **Ver_Bau**, Abschätzung des Verkehrsaufkommens durch Vorhaben der Bauleitplanung mit Excel-Tabellen am PC, Stand Juni 2022, Büro Dr. Bosserhoff
- [12] **DIN 4109-1**, Ausgabe Januar 2018
Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
- [13] **DIN 4109-2**, Ausgabe Januar 2018
Schallschutz im Hochbau – Teil 2: Rechnerische Nachweise der Erfüllung der Anforderungen

Bei der Beschreibung der Emissionen werden berücksichtigt:

- [14] **DIN 45635-1:1984-04**, Geräuschmessung an Maschinen; Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren; Rahmenverfahren für 3 Genauigkeitsklassen
- [15] **DIN EN ISO 123454-4:2017-11**, Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften - Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie; Deutsche Fassung EN 12354-4:2017
- [16] **DIN 45641:1990-06**, Mittelung von Schallpegeln
- [17] **DIN 45645-1:1996-07**, Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen - Teil 1: Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

- [18] Walter Freudenstein, Geräuschemissionen bei Verladetätigkeiten, Zeitschrift Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, **Heft Nr. 129**, Jahr 1991
- [19] Technischer Bericht zur Untersuchung der Lkw- und Ladergeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen, Schriftenreihe der Hessisches Landesamt für Umwelt, **Heft 192 (Lkw-Lärmstudie 1995)**, Wiesbaden 1995
- [20] Leitfaden zur Prognose von Geräuschen bei der Be- und Entladung von Lkw, Merkblatt Nr. 25, Landesumweltamt, NRW, 2000
- [21] Lenkewitz, K., & Müller, J. Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Schriftenreihe der Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, **Heft 3 (Lkw-Lärmstudie 2005)**, Wiesbaden, Jahr 2005
- [22] Schallpegelanalyse von Be- und Entladevorgängen mit Palettenhubwagen und beladener Palette bei Lkw in Logistikzentren, B.Sc. Martin Heroldt / Uppenkamp und Partner GmbH (TU Berlin), Prof. Dr.-Ing. F. Kunz (TH Bingen), mit aktuellen Emissionsdaten in Bezug zur 1995 veröffentlichten Lkw-Lärmstudie des Hessischen Landesamtes für Umwelt (Heft 192), 43. Deutsche Jahrestagung für Akustik DAGA in Kiel, März 2017
- [23] **Technisches Datenblatt, lfd. Nr. 5, Ein- und Ausstapeln von „geräuscharmen“ Metall-Einkaufswagen in eine Sammelbox**, Ergänzung zu: Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten (Lkw-Lärmstudie 2005), Untersuchung des TÜV NORD, Bearbeiter und Projektleiter Knut Lenkewitz, August 2012
- [24] **Technisches Datenblatt, lfd. Nr. 7A, Ent- und Beladung von Paletten an Vorsatzrampen mit Planen-Torrandabdichtung und integrierter Vorschubüberladebrücke mit Elektro-Flurförderfahrzeug, Typ A: Brückenplateau und Klappkeil: rutschfeste und profilierte Metalloberfläche**, Ergänzung zu: Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Untersuchung des TÜV NORD, Bearbeiter und Projektleiter Knut Lenkewitz, Mai 2019
- [25] **Technisches Datenblatt, lfd. Nr. 7B, Ent- und Beladung von Paletten an Vorsatzrampen mit Planen-Torrandabdichtung und integrierter Vorschubüberladebrücke mit Elektro-Flurförderfahrzeug, Typ B: Brückenplateau: rutschfeste u. geräuschgedämmte u. entdröhnte Korund-Beschichtung auf PU-Basis**, Ergänzung zu: Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Untersuchung des TÜV NORD, Bearbeiter und Projektleiter Knut Lenkewitz, Mai 2019
- [26] **Technisches Datenblatt, lfd. Nr. 8, Ent- und Beladung von Paletten an einer Außenrampe über eine Mini-Überladebrücke (Mini-Dock); Klappkeil-Überladebrücke oder schwenkbare Überladebrücke; mit Elektro-Flurförderfahrzeug**, Ergänzung zu: Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten (Lkw-Lärmstudie 2005), Untersuchung des TÜV NORD, Bearbeiter und Projektleiter Knut Lenkewitz, Mai 2019

- [27] **Technisches Datenblatt, lfd. Nr. 9, Ent- und Beladung von Paletten an einer Außenrampe über die fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw mit Elektro-Flurförderfahrzeug**, Ergänzung zu: Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Untersuchung des TÜV NORD, Bearbeiter und Projektleiter Knut Lenkewitz, Mai 2019
- [28] **Technisches Datenblatt, lfd. Nr. 10, Ent- und Beladung von Rollwagen an einer Außenrampe über eine Mini-Überladebrücke (Mini-Dock); Klappkeil-Überladebrücke oder schwenkbare Überladebrücke; mit Elektro-Flurförderfahrzeug**, Ergänzung zu: Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten (Lkw-Lärmstudie 2005), Untersuchung des TÜV NORD, Bearbeiter und Projektleiter Knut Lenkewitz, Mai 2019
- [29] **Technisches Datenblatt, lfd. Nr. 11, Ent- und Beladung von Rollwagen an einer Außenrampe über die fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw mit Elektro-Flurförderfahrzeug**, Ergänzung zu: Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Untersuchung des TÜV NORD, Bearbeiter und Projektleiter Knut Lenkewitz, Mai 2019
- [30] **Technisches Datenblatt, lfd. Nr. 12, Ent- und Beladung von Rollwagen mit Polyurethan-Elastomer-Laufbelag (PU/PE) an einer Außenrampe über die fahrzeugeigene Ladebordwand des Lkw mit Elektro-Flurförderfahrzeug**, Ergänzung zu: Technischer Bericht zur Untersuchung Geräuschemissionen und -immissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weitere typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten, Untersuchung des TÜV NORD, Bearbeiter und Projektleiter Knut Lenkewitz, April 2022
- [31] Geräuschprognose von langsam fahrenden Pkw, Zeitschrift für Lärmbekämpfung Bd. 2 (2007) Nr.2 - März, M. Schlich
- [32] **Parkplatzlärmstudie** – Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen auf Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen - Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage, 2007
- [33] Integration von Verkehrsplanung und räumlicher Planung, Teil 2: Abschätzung der Verkehrserzeugung, Schriftenreihe der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung, Heft 42, Ausgabe 2005
- [34] Verkehrsaufkommen durch Vorhaben der Bauplanung und Auswirkungen auf die Anbindung an das Straßennetz, Kap. 1.3 aus: Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung, Heft 53/1, Ausgabe 2006
- [35] Hinweise zur Abschätzung des Verkehrsaufkommens von Gebietstypen, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Verkehrsplanung, FGSV 147 - Ausgabe 2006
- [36] Schalltechnische Hinweise für die Aufstellung von Wertstoffcontainern, Januar 1993, Schriftenreihe des Bayerischen Landesumweltamtes für Umweltschutz BayLfU, München (LfU – 2/5)

- [37] Untersuchung der Geräuschemissionen von dieselgetriebenen Staplern im praktischen Betrieb, Mark Ströhle / Hochschule Stuttgart, K. Ebert / TÜV Süddeutschland, 2000
- [38] Dokument des „Forum Schall“, Emissionsdaten katalog, Umweltbundesamt Österreich, Januar 2022
- [39] Verwendung von akustischen Rückfahrwarneinrichtungen; Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Dezember 2001

Bei der Untersuchung des anlagenbezogenen Fahrzeugverkehrs auf öffentlichen Straßen werden zugrundegelegt:

- [40] 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verkehrslärmschutzverordnung - 16. BImSchV) vom 12. Juni 1990, BGBl., Jahrgang 1990, S. 1036 – 1052, die durch Artikel 1 der Verordnung vom 4. November 2020 (BGBl. I S. 2334) geändert worden ist
- [41] Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – Ausgabe 2019 (RLS-19), Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, bekanntgemacht im Verkehrsblatt, Amtsblatt des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur der Bundesrepublik Deutschland (VkBl.), Heft 20, lfd. Nr. 139, S. 698, 31.10.2019

Von unserem Auftraggeber wurden uns Untersuchungen, Lagepläne und Bauzeichnungen zur Verfügung gestellt.

- [42] OpenStreetMap-Mitwirkende, openstreetmap.org
- [43] Auszug aus dem Liegenschaftskataster, opengeodata.nrw
- [44] Digitaler Lageplan, ETRS89 -Koordinaten im UTM -System (Universal Transversal Mercator), openstreetmap.org
- [45] DGM1 mit 1 m Gitter, Räumliches Bezugssystem: ETRS89/UTM
Dateiformat: TIFF, Bezirksregierung Köln, Dezernat 74 - Geodatenzentrum, Geodateninfrastruktur, 50606 Köln
- [46] Luftbilder DOP20, Räumliches Bezugssystem: ETRS89/UTM
Dateiformat: TIFF, Bezirksregierung Köln, Dezernat 74 - Geodatenzentrum, Geodateninfrastruktur, 50606 Köln
- [47] 3D-Gebäudemodell im LoD2 CityGML, Räumliches Bezugssystem: ETRS89/UTM
Dateiformat: TIFF, Bezirksregierung Köln, Dezernat 74 - Geodatenzentrum, Geodateninfrastruktur, 50606 Köln
- [48] Bebauungspläne

A2 Akustische Messgrößen und Begriffe

- A-Bewertung** Das Gehör ist nicht für alle Frequenzen gleich empfindlich. Eine bessere Annäherung an die menschliche Wahrnehmung wird durch den Einsatz des sogenannten A-Filters gewonnen. Das A-Filter vermindert oder verstärkt das Schallsignal in den verschiedenen Frequenzbereichen gemäß der Empfindlichkeit des Gehörs. Die auf diese Weise gemessenen Pegel werden mit dB(A) gekennzeichnet.
- FAST** **Zeitkonstante FAST.** Man versucht auch, den Zusammenhang zwischen zeitlicher Struktur des Schallsignals und der dynamischen Eigenschaft des Gehörs zu berücksichtigen: Die "Trägheit" des Ohres wird bei der Messung durch den Einsatz einer Zeitbewertung simuliert (Zeitkonstante FAST).
- L_{eq}** **Äquivalenter Dauerschallpegel,** Mittelungspegel L_m , der aufgrund der notwendigerweise vorzunehmenden energetischen Mittelung auch als "Energieäquivalenter Mittelungspegel" oder "Äquivalenter Dauerschallpegel" bezeichnet. Die gebräuchlichen Formelzeichen sind L_m oder L_{eq} . Dabei handelt es sich um einen A-bewerteten Schallpegel eines Geräusches konstanter Amplitude, das im Beurteilungszeitraum die gleiche Schallenergie hat wie das tatsächliche Geräusch mit schwankender Amplitude. Das Mittelungsverfahren wird als Auswertungsgrundlage der Lärmmessungen angewandt. Wenn der Schwankungsbereich der Messwerte unter 10 dB bleibt, so liegt der Mittelungspegel um etwa 1/3 des Schwankungsbereiches unterhalb dessen oberer Grenze. Das exakte Verfahren zur Mittelung zeitlich schwankender Pegel ist Gegenstand der DIN 45 641.
- L_{AFTm}** Mittelungspegel nach dem Taktmaximalverfahren. Der mit diesem Verfahren gewonnene Mittelungspegel L_{AFTm} bewertet die Impulshaltigkeit von Geräuschen stärker, als es bei der energieäquivalenten Mittelung der Fall ist. Bei diesem Verfahren wird kurzzeitig auftretenden Pegelspitzen eine längere fiktive Dauer zugeordnet. Dies erfolgt dadurch, dass die Pegelspitzen in einem gleichförmigen Zeittakt von 3 oder 5 Sekunden abgefragt werden und somit den tatsächlichen Pegelverlauf als treppenförmiges Signal ersetzen. Der Taktmaximalpegel fällt i.d.R. höher aus als der Mittelungspegel L_{Am} und nimmt mit der Impulshaltigkeit des Geräusches weiter zu. Ein zusätzlicher Impulzzuschlag ist deshalb nicht mehr zu berücksichtigen.
- L_{AFmax}** **Kurzzeitige Geräuschspitzen** sind durch Einzelereignisse hervorgerufene Maximalwerte des Schalldruckpegels, die im bestimmungsgemäßen Betriebsablauf auftreten.
- L_{pAF95}** Der **Perzentilpegel L_{pAF95}** ist der Wert des in 95 % der Messzeit überschrittenen und mit der Frequenzbewertung A und der Zeitbewertung F (Fast) ermittelten Schalldruckpegels in dB.

- L_{WA}** Der **Schalleistungspegel L_{WA}** kennzeichnet die Geräuschentwicklung, die z.B. durch eine Geräuschquelle unter spezifischen Betriebsbedingungen hervorgerufen wird. Die abgestrahlte Schalleistung einer Geräuschquelle kann durch die Messung des Schalldrucks an mehreren Stellen einer geschlossenen Hüllfläche bestimmt werden. Während der Schalldruckpegel die Größe des Schalldruckes eines Schallfeldes für einen bestimmten Ort beschreibt, gibt der Schalleistungspegel die Geräuschemission einer Quelle an. Sind die Schalldruckpegel in einem bestimmten Abstand von der Quelle bekannt, kann hieraus die Schalleistung einer Quelle berechnet werden.
- L_{WAT}** Zeitlich gemittelter **Schalleistungspegel L_{WAT}** auf Grundlage des Mittelungspegels nach dem Taktmaximalverfahren L_{AFTeq}.
- L_{WAT,1h}** Zeitlich gemittelter **Schalleistungspegel L_{WAT,1h}** für 1 Ereignis pro Stunde auf Basis des Taktmaximalpegels L_{AFTeq}.
- L_r** Der **Beurteilungspegel L_r** einer gemessenen oder berechneten Geräuschsituation dient dem Vergleich mit den Immissionswerten (Grenz-, Richt- und Orientierungswerte). Wie auch der Mittelungspegel bezieht er sich auf abgegrenzte Zeiträume, z. B. eine achtstündige Arbeitsschicht, die Tageszeit von 06 Uhr bis 22 Uhr (16 Stunden) oder die Nachtzeit von 22 Uhr bis 06 Uhr (8 Stunden bzw. lauteste Stunde). Im Gegensatz zum Mittelungspegel kann man den Beurteilungspegel nicht direkt durch Messungen ermitteln. Er kommt nämlich durch bewertende Pegelzuschläge (auch Abschläge) zustande, welche messtechnisch nicht abzuleiten sind, sondern gemäß den in den verschiedenen Regelwerken getroffenen Vereinbarungen angebracht werden. Pegelzuschläge ergeben sich so beispielsweise für die größere Lärmlästigkeit während festgelegter Ruhezeiten oder für die Ton- und Impulshaltigkeit von Geräuschen und durch die meteorologische Korrektur. Beim Straßenverkehrslärm kennt man einen die erhöhte Störwirkung nahe gelegener ampelgeregelter Kreuzungen berücksichtigenden Pegelzuschlag, welcher sich auf der Grundlage vergleichender Messungen allerdings nicht zwingend ergeben würde.

A3 Emissionsangaben

Punktquellen

Bezeichnung	ID	Schalleistung Lw			Lw / Li			Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Höhe		Koordinaten			
		Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Ruhe	Nacht				Tag	Ruhe	Nacht	X	Y	Z
		(dBA)	(dBA)	(dBA)			dB(A)	(min)	(min)	(min)				(dB)	(Hz)		(m)		(m)
Warenanlieferung	pq1	96.7	94.4	96.7	Lw	SP_Paletten	96.7	60.00	60.00	0.00	0.0		(keine)	1.50	r	481223.50	5733673.15	107.71	
Rückkühler 1	pq2	61.0	61.0	61.0	Lw	61		780.00	180.00	60.00	0.0	500	(keine)	1.80	g	481226.56	5733676.03	112.50	
Rückkühler 2	pq3	61.0	61.0	61.0	Lw	61		780.00	180.00	60.00	0.0	500	(keine)	1.80	g	481227.87	5733673.76	112.50	
Wärmepumpe 1	pq4	65.0	65.0	65.0	Lw	65		780.00	180.00	60.00	0.0	500	(keine)	2.00	g	481230.04	5733676.50	112.70	
Wärmepumpe 2	pq5	65.0	65.0	65.0	Lw	65		780.00	180.00	60.00	0.0	500	(keine)	2.00	g	481232.96	5733678.18	112.70	
Transportkühlmaschine	pq6	92.0	92.0	92.0	Lw	SP_KuehlaggDK	92.0	60.00	60.00	0.00	0.0		(keine)	3.00	r	481209.34	5733665.59	110.45	
EKW-Box	pq7	82.0	77.3	82.0	Lw	SP_EKWMetall	82.0	780.00	180.00	0.00	0.0		(keine)	1.00	r	481211.39	5733619.27	108.70	

Linienquellen

Bezeichnung	ID	Schalleistung Lw			Schalleistung Lw'			Lw / Li			Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.			
		Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Ruhe	Nacht				Tag	Ruhe	Nacht
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)			dB(A)	(min)	(min)	(min)				(dB)	(Hz)	
Lkw-Wirtschaftsverkehr	lq1	88.1	88.1	88.1	64.0	64.0	64.0	Lw'	SP_LkwFahrt	64.0	60.00	60.00	0.00	0.0		(keine)			
Rückfahrwarneinrichtung	lq2	85.8	85.8	85.8	70.0	70.0	70.0	Lw'	70		60.00	60.00	0.00	0.0	500	(keine)			
Pkw-Fahrtweg, Parkplatz innen	lq3	88.5	83.8	88.5	65.2	60.5	65.2	Lw'	SP_PkwFahrt	65.2	780.00	180.00	0.00	0.0		(keine)			
Pkw-Fahrtweg, Parkplatz außen	lq4	89.1	84.4	89.1	65.2	60.5	65.2	Lw'	SP_PkwFahrt	65.2	780.00	180.00	0.00	0.0		(keine)			
Fahrtweg Mitarbeiter Pkw	lq5	73.1	79.4	73.1	52.4	58.7	52.4	Lw'	SP_PkwFahrt	52.4	780.00	180.00	0.00	0.0		(keine)			

Flächenquellen Bezeichnung	ID	Schalleistung Lw			Schalleistung Lw''			Lw / Li			Korrektur			Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.
		Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	Tag	Ruhe	Nacht			
		(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)	(dBA)			dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	(min)	(min)	(min)			
Parkplatz	hfq1	91.5	86.8	74.3	56.3	51.6	39.1	Lw	SP_Parkpl	91.5	0.0	-4.7	-17.2	780.00	180.00	0.00	0.0		(keine)
Mitarbeiterparkplatz	hfq2	72.7	79.0	72.7	54.1	60.4	54.1	Lw	SP_Parkpl	72.7	0.0	6.3	0.0	780.00	180.00	0.00	0.0		(keine)

Spektr

Bezeichnung	ID	Typ	Oktavspektrum (dB)													Quelle
			Bew.	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	A	lin		
Lkw-Verladung Paletten (Null-Summenspektrum)	SP_Paletten	Lw	A	-33.0	-24.0	-10.0	-3.0	-7.0	-8.8	-13.0	-19.0	-25.0	0.0	11.6		
Schieben und ziehen von Lasten mit Hilfe eines Handhubwagens (Null-Summenspektrum)	SP_Hubwagen	Lw	A	-22.9	-17.9	-11.9	-8.9	-5.8	-4.8	-7.9	-15.9	-20.9	0.0	17.5	LKW-Lärmstudie, Stand 2005, lfd. Nr. 2	
Lkw-Verladung Rollwagen/Gitterwagen (Null-Summenspektrum)	SP_HESRollwagen95	Lw	A		-19.8	-10.3	-5.8	-4.8	-7.8	-9.8	-14.8	-22.8	0.0	10.4	HLUG, Heft 192, 16.05.1995	
Lkw-Verladung Rollwagen/Gitterwagen, Mittelwert leer/voll (Null-Summenspektrum)	SP_Rollwagen	Lw	A	-32.1	-25.1	-17.1	-12.1	-10.1	-3.1	-6.1	-11.1	-19.1	0.0	9.5	TÜV NORD, Ergänzung Lkw-Lärmstudie 2017, lfd.Nr.6	
LKW-Fahrt, mittlere Drehzahl 1500 min-1 (Null-Summenspektrum)	SP_LkwFahrt	Lw	A		-24.0	-14.0	-12.0	-7.0	-5.2	-5.0	-12.0	-17.0	0.0	6.8		
LKW Rangieren 1Fz je h dB/m	SP_LKW_Rangieren	Lw	A	-26.9	-13.9	-14.9	-9.9	-6.9	-4.8	-6.9	-10.9	-21.9	0.0	15.8	Hessen Heft 192, S15	
LKW beschleunigte Abfahrt/ Vorbeifahrt L _{wa}	SP_LkwAnfahren	Lw	A	-26.9	-13.9	-14.9	-9.9	-6.9	-4.8	-6.9	-10.9	-21.9	0.0	15.8	Praxisleitfaden Gastgewerbe_Forum Schall_S79	
		Li		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	9.5		
Kühlaggregat Elektro Kühl-Lkw	SP_KuehlaggE	Lw	A	-15.8	-13.8	-11.8	-6.8	-6.8	-7.8	-6.8	-12.8	-16.8	0.0	24.0	TÜV NORD	
Kühlaggregat Diesel Kühl-Lkw	SP_KuehlaggDK	Lw	A	-16.5	-1.5	-6.5	-17.3	-17.3	-23.3	-25.3	-29.5	-45.5	0.0	27.0	TÜV NORD	
		Li		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	9.5		
Pkw-Fahrtweg (Null-Summenspektrum)	SP_PkwFahrt	Lw	A	-33.5	-24.3	-12.2	-11.7	-8.3	-4.1	-5.9	-12.1	-18.2	0.0	9.7		
Pkw-Anfahrten (Null-Summenspektrum)	SP_PkwAnfahren	Lw	A		-40.8	-18.7	-19.2	-8.8	-5.5	-4.4	-7.6	-15.7	0.0	2.2	HES Tankstellenlärmstudie, Anlage 12.6	
Parkplatz für Pkw	SP_Parkpl	Lw	A		-39.8	-27.7	-23.2	-11.8	-5.0	-4.4	-6.6	-14.7	0.0	0.4		
Ein- und Ausstapeln von Metall-Einkaufswagen in Sammelbox	SP_EKWMetall	Lw	A	-31.8	-23.8	-16.8	-11.8	-4.7	-4.7	-7.8	-12.8	-17.8	0.0	10.0	LKW-Lärmstudie, Stand 2005, lfd. Nr. 3	
Ein- und Ausstapeln von Kunststoff-Einkaufswagen in Sammelbox	SP_EKWKunststoff	Lw	A	-28.5	-21.5	-14.5	-11.5	-5.4	-4.4	-8.5	-10.5	-21.5	0.0	12.6	LKW-Lärmstudie, Stand 2005, lfd. Nr. 4	
Ein- und Ausstapeln von lärmarmen Einkaufswagen in Sammelbox	SP_EKWlaermarm	Lw	A	-22.3	-16.3	-10.3	-8.3	-6.3	-7.3	-7.3	-10.3	-14.3	0.0	18.3	LKW-Lärmstudie, Stand 2012, lfd. Nr. 5	
Quellen allgemein, eher höhenlastig (Null-Summenspektrum)	SP_Hoch	Lw	A		-32.0	-22.0	-15.0	-9.0	-6.0	-5.0	-5.7		0.0	2.3	DIN EN 717-1, Spektrum Nr. 1	
Quellen allgemein, eher tiefenlastig (Null-Summenspektrum)	SP_Tief	Lw	A		-18.0	-14.0	-10.0	-7.0	-5.0	-6.0	-11.0		0.0	10.0	DIN EN 717-1, Spektrum Nr. 2	
		Li		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	9.5		
Pkw-Anfahrten	Originalspektrum	Lw	A		78.0	90.0	82.0	87.0	87.0	87.0	84.0	78.0	94.8	108.5	HES Tankstellenlärmstudie, Anlage 12.6	
Schieben und ziehen von Lasten mit Hilfe eines Handhubwagens	Originalspektrum	Lw	A	64.0	69.0	75.0	78.0	81.0	82.0	79.0	71.0	66.0	86.9	104.4	LKW-Lärmstudie, Stand 2005, lfd. Nr. 2	
Lkw-Verladung Rollwagen/Gitterwagen	Originalspektrum	Lw	A		59.0	68.5	73.0	74.0	71.0	69.0	64.0	56.0	78.8	89.2	HLUG, Heft 192, 16.05.1995	
Lkw-Verladung Rollwagen/Gitterwagen, Mittelwert leer/voll	Originalspektrum	Lw	A	54.0	61.0	69.0	74.0	76.0	83.0	80.0	75.0	67.0	86.1	95.6	TÜV NORD, Ergänzung Lkw-Lärmstudie 2017, lfd.Nr.6	

A4 Immissionspunkte und Immissionen

Mittelungspegel

Bezeichnung	M.	ID	Pegel Lr		Richtwert		Nutzungsart			Höhe	Koordinaten			
			Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Gebiet	Auto	Lärmart		X (m)	Y (m)	Z (m)	
IP 1			50.0	11.4	55.0	40.0	WA		Industrie	5.60	r	481251.49	5733568.99	113.80
IP 2			51.6	10.6	60.0	45.0	MI		Industrie	5.60	r	481199.34	5733587.57	113.34
IP 3			46.5	14.7	55.0	40.0	WA		Industrie	5.60	r	481126.41	5733598.52	112.76
IP 4			50.2	18.4	60.0	45.0	MI		Industrie	5.60	r	481139.38	5733627.09	113.00
IP 5			48.8	34.0	55.0	40.0	WA		Industrie	5.60	r	481249.60	5733695.60	113.33

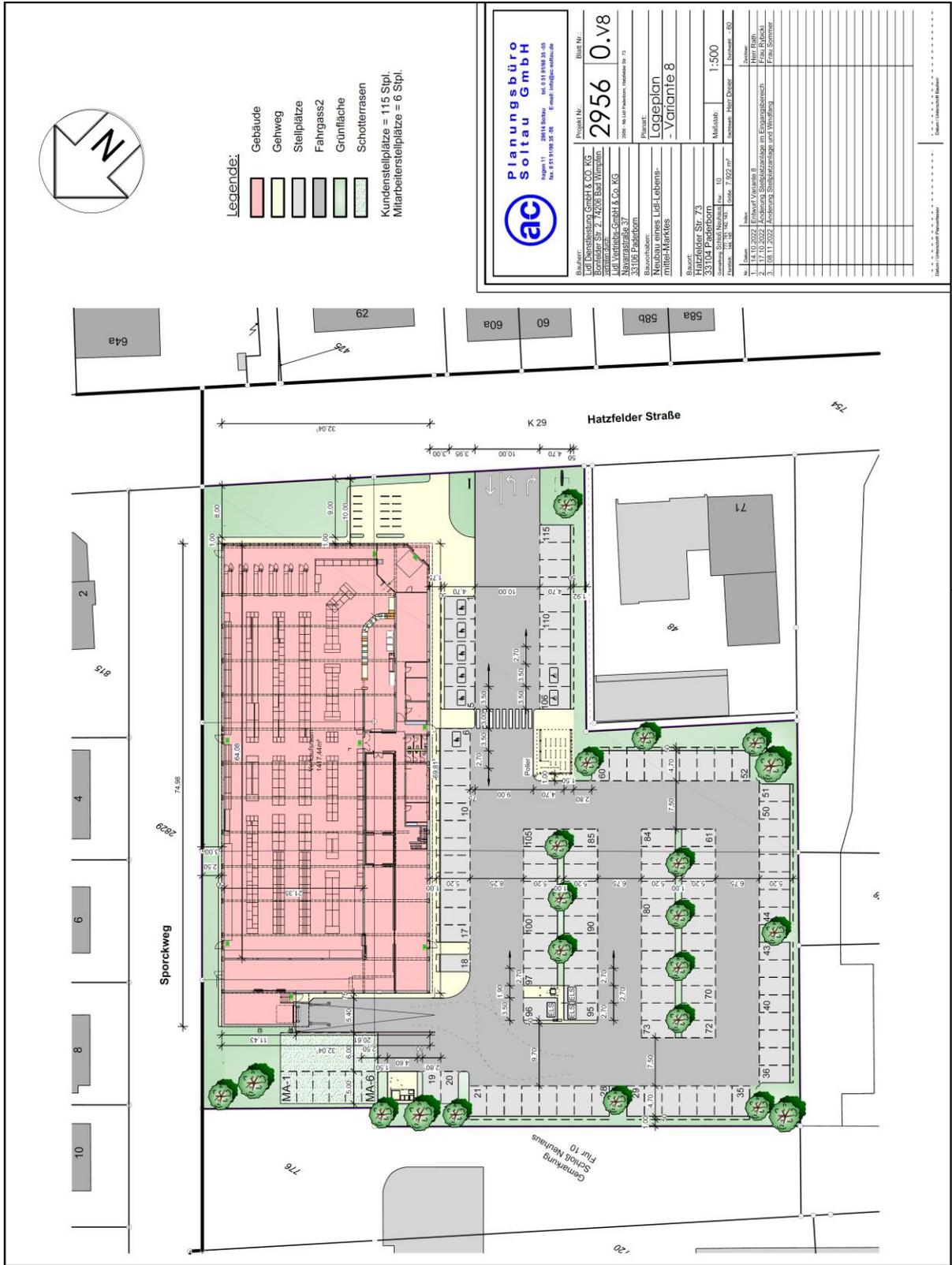
Mittelungspegel Teilpegel Tag

Quelle			Teilpegel Tag				
Bezeichnung	M.	ID	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	IP 5
Warenanlieferung		pq1	23.4	20.8	36.8	36.3	42.2
Rückkühler 1		pq2	5.3	2.9	9.1	11.0	27.3
Rückkühler 2		pq3	2.2	-1.1	6.8	10.1	27.3
Wärmepumpe 1		pq4	9.2	6.5	12.5	13.8	32.2
Wärmepumpe 2		pq5	9.1	6.3	12.0	13.4	30.9
Transportkühlmaschine		pq6	31.5	33.4	34.7	34.3	44.2
EKW-Box		pq7	35.7	37.9	33.5	33.7	18.7
Lkw-Wirtschaftsverkehr		lq1	38.8	35.7	31.5	31.2	33.6
Rückfahrwarneinrichtung		lq2	28.5	28.7	29.0	29.3	36.2
Pkw-Fahrweg, Parkplatz innen		lq3	45.1	45.1	37.8	40.5	35.1
Pkw-Fahrweg, Parkplatz außen		lq4	45.1	46.2	39.6	44.2	35.3
Fahrweg Mitarbeiter Pkw		lq5	35.0	31.5	27.0	26.0	31.8
Parkplatz		hfq1	42.8	47.6	42.2	47.4	38.6
Mitarbeiterparkplatz		hfq2	10.0	16.2	23.6	22.6	38.2

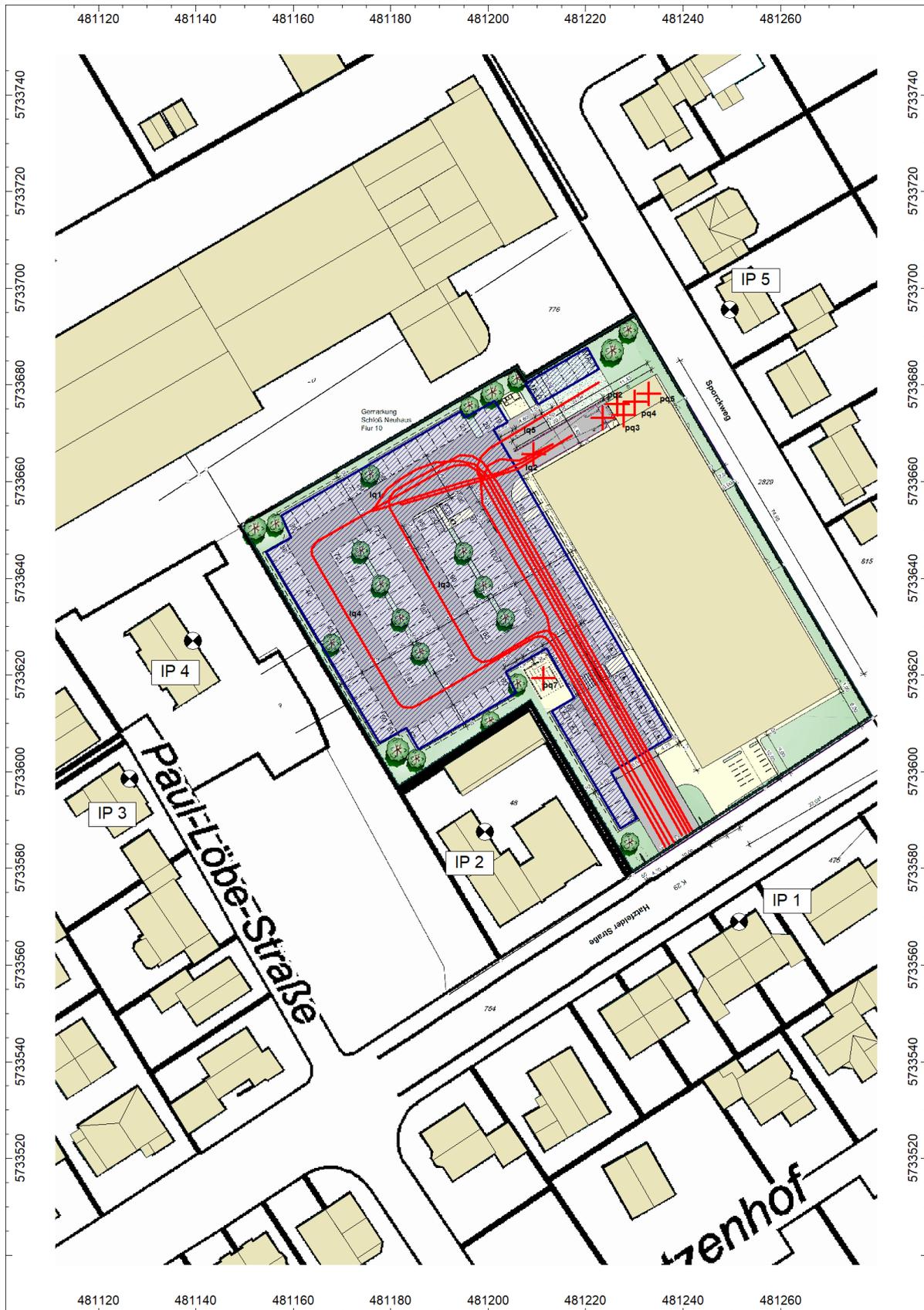
Mittelungspegel Teilpegel Nacht

Quelle			Teilpegel Nacht				
Bezeichnung	M.	ID	IP 1	IP 2	IP 3	IP 4	IP 5
Warenanlieferung		pq1					
Rückkühler 1		pq2	3.4	2.9	7.2	11.0	25.4
Rückkühler 2		pq3	0.3	-1.1	4.8	10.1	25.4
Wärmepumpe 1		pq4	7.3	6.5	10.6	13.8	30.3
Wärmepumpe 2		pq5	7.2	6.3	10.1	13.4	29.0
Transportkühlmaschine		pq6					
EKW-Box		pq7					
Lkw-Wirtschaftsverkehr		lq1					
Rückfahrwarneinrichtung		lq2					
Pkw-Fahrweg, Parkplatz innen		lq3					
Pkw-Fahrweg, Parkplatz außen		lq4					
Fahrweg Mitarbeiter Pkw		lq5					
Parkplatz		hfq1					
Mitarbeiterparkplatz		hfq2					

A5 Anlagenplan



A6 Lage der Quellen und Immissionspunkte



A7 Lage der Quellen

