goritzka akustik

Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik

Inhaber:
M. Eng. Matthias Barth

Handelsplatz 1
04319 Leipzig

Telefon: +49 341 65 100 92
E-Mail: info@goritzka-akustik.de
Web: www.goritzka-akustik.de

nach **§ 29b BImSchG** bekannt-gegebene Messstelle für Geräusche

SCHALLTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

Projekt-Nr.: **6213**

Immissionsschutz | Gewerbelärm

Schallimmissionsprognose

Neubau Busbetriebshof, Leipziger Straße 9
in 04509 Krostitz / OT Krensitz

Version
1.0 | 09.02.2022

DAkkS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-PL-20832-01-00

Die Akkreditierung gilt nur für den in der Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

Auftrag	Für den geplanten Neubau des Busbetriebshofes in der Leipziger Straße in Krostitz / OT Krensitz ist eine Schallimmissionsprognose nach den Vorgaben der TA Lärm zu erstellen und die dem Vorhaben zuzuordnenden Beurteilungspegel auszuweisen.
Auftraggeber	Ingenieurbüro Schlender und Heiser Wettiner Ring 1 04680 Colditz
Auftragnehmer	goritzka **akustik** – Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik Inhaber: M. Eng. Matthias Barth Handelsplatz 1 04319 Leipzig
Umfang	30 Seiten Textteil, zzgl. 3 Bilder
Versionsverlauf[1]	1.0 | 09.02.2022 | Ursprungsversion

Bearbeiter	i.V. B. Eng. D. Hennig geprüft	i.V. Dipl.-Ing. (FH) R. Julius erstellt

[1] Zur eindeutigen Zuordnung einer schalltechnischen Untersuchung wird diese versioniert. Die erste Zahl repräsentiert die Versionsnummer, die zweite Zahl evtl. vorhandene Ergänzungen bzw. Stellungnahmen zur betreffenden Version. Durch die Änderung der Versionsnummer verliert die vorangegangene Version ihre Gültigkeit.

INHALTSVERZEICHNIS

1	**AUFGABENSTELLUNG**	**4**
2	**BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN**	**4**
2.1	BORSCHRIFTEN, NORMEN, RICHTLINIEN UND LITERATUR	4
2.2	ÜBERGEBENE / VERWENDETE UNTERLAGEN	5
2.3	EINHEITEN, FORMELZEICHEN, BERECHNUNGSALGORITHMEN	5
3	**SITUATIONSBESCHREIBUNG / LÖSUNGSANSATZ**	**6**
3.1	SITUATIONSBESCHREIBUNG	6
3.2	LÖSUNGSANSATZ	7
4	**IMMISSIONSORTE / BEURTEILUNGSKRITERIEN**	**9**
5	**ERMITTLUNG DER EMISSION**	**11**
5.1	ALLGEMEIN	11
5.2	BAUTEILSCHALLQUELLEN	11
5.2.1	WERKSTATT / WASCHHALLE	11
5.3	FAHR- UND BETRIEBSGERÄUSCHE FREIFLÄCHENVERKEHR	13
5.3.1	FAHRGERÄUSCHE	13
5.3.2	BETRIEBSGERÄUSCHE	14
5.4	BETRIEBSTANKSTELLE	15
5.5	PARKPLATZ (P)	16
5.6	LUFT- UND KLIMATECHNIK	18
6	**ERMITTLUNG DER BEURTEILUNGSPEGEL**	**19**
6.1	BERECHNUNGSPRÄMISSEN	19
6.2	BEURTEILUNGSPEGEL	19
7	**EINZELEREIGNISBETRACHTUNG**	**21**
8	**ZUSAMMENFASSUNG**	**22**

ANLAGEN

ANLAGE 1	BEGRIFFSERKLÄRUNG	23
ANLAGE 2	ANTEILIGE SCHALLDRUCKPEGEL	28
ANLAGE 3	QUALITÄT DER UNTERSUCHUNG	30

BILDER

BILD 01	LAGEPLAN
BILD 02	LAGE DER EMITTENTEN FREIFLÄCHENVERKEHR
BILD 03	LAGE DER EMITTENTEN BAUTEILSCHALLQUELLEN

1 AUFGABENSTELLUNG

In 04509 Krostitz / OT Krensitz ist der Neubau eines Busbetriebshofes geplant (folgend als Anlage bezeichnet). Im Rahmen dieser schalltechnischen Untersuchung ist die der Anlage zuzuordnende Schallimmissionsbelastung (Beurteilungspegel L_r) an den relevanten Immissionsorten (**BILD 1**) rechnerisch zu ermitteln. Die berechneten Beurteilungspegel sind mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm zu vergleichen.

2 BEARBEITUNGSGRUNDLAGEN

2.1 BORSCHRIFTEN, NORMEN, RICHTLINIEN UND LITERATUR

/1/	BImSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG); Ausfertigungsdatum: 15.03.1974; in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I S. 4458) geändert worden ist
/2/	BauNVO	Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung - BauNVO); Ausfertigungsdatum: 26.06.1962; in der Fassung der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die durch Artikel 2 des Gesetzes vom 14. Juni 2021 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist
/3/	BauGB	Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist
/4/	DIN ISO 9613-2	Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien - Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren; Ausgabedatum: 1999-10
/5/	TA Lärm	Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm; 26. August 1998; Geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5)
/6/	LfU-PPLS	Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU) - Parkplatzlärmstudie (PPLS); 6. überarbeitete Auflage; Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohöfen und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen; August 2007

/7/	HLfU, Heft 192	Technischer Bericht zur Untersuchung der Lkw- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen; Hessische Landesanstalt für Umwelt (HLfU), Heft 192, Wiesbaden 1995
/8/	HLUG, Heft 1	Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Anlagen zur Abfallbehandlung und -verwertung sowie Kläranlagen; Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), Heft 1, Wiesbaden 2002
/9/	HLUG, Heft L4054	Technischer Bericht Nr. L4054 zur Untersuchung der Anstalt für Umwelt Geräuschemissionen und -immissionen von Tankstellen, Heft Nr. 275, vom 31.08.1999
/10/	RLS-19	Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen, Ausgabe 2019, Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen

2.2 ÜBERGEBENE / VERWENDETE UNTERLAGEN

/11/ Zeichnungen Stand 11.2021, als dwg/pdf vom Büro Schlender und Heiser per E-Mail übergeben
- Lageplan

/12/ Geodaten, eingeholt vom Staatsbetrieb für Geobasisinformation und Vermessung Sachsen (GeoSN_2021)
- digitales Geländemodell (DGM1), Aktualität: 01.03.2018
- digitales Gebäudemodell (LoD1), Aktualität: 2020

/13/ Betriebsbeschreibung durch den Nutzer Omnibus-Verkehrsgesellschaft mbH, Heideland (OVH) per Mail am 21.12.2021 vom Büro Schlender und Heiser übergeben

/14/ Angaben zu den Immissionsorten und deren Gebietseinstufungen Landratsamt Nordsachsen, Dezernat Bau und Umwelt, Umweltamt, SG Untere Immissionsschutzbehörde, E-Mail vom 14.01.2021

/15/ Flächennutzungsplan 2. Änderung -Südblatt- der Verwaltungsgemeinschaft Krostitz-Schönwölkau vom 07.11.2018, übergeben durch das Büro Schlender und Heiser

2.3 EINHEITEN, FORMELZEICHEN, BERECHNUNGSALGORITHMEN

In der **ANLAGE 1** sind die in der schalltechnischen Untersuchung aufgeführten Begriffe, Formelzeichen und die für die Ermittlung der Emission verwendeten Berechnungsalgorithmen erläutert.

3 SITUATIONSBESCHREIBUNG / LÖSUNGSANSATZ

3.1 SITUATIONSBESCHREIBUNG

Die Omnibus-Verkehrsgesellschaft mbH, Heideland (OVH) plant am Standort Krostitz / OT Krensitz den Bau eines Busbetriebshofes. Hierzu zählen

- ein Büro- und Sozialgebäude,
- eine Buswerkstatt,
- eine Fahrzeughalle,
- eine Waschhalle,
- eine Tankstelle/-Zapfstelle und
- Pkw-Stellplätze für die Mitarbeiter.

Auf dem Busbetriebshof ist die Unterbringung von ca. 24 Linienbussen des Unternehmens geplant. Die Fahrzeuge werden am Standort versorgt und gewartet. Reparaturen können in der Werkstatt zwischen 06:00 und 18:00 Uhr durchgeführt werden. Das Fahrpersonal übernimmt die Busse am Standort und übergibt sie dort bei Schichtende wieder.

Zu den Arbeitsvorgängen einer Schicht zählen:

- Ausfahrt aus der Garage zum Linienverkehr,
- nach dem Linienverkehr Eintreffen des Busses im Betriebshof,
- Betanken des Busses,
- Einstellen in die Garagen und Anschließen an die benötigten Versorgungsmedien,
- je nach Jahreszeit und Witterung Waschen des Busses,
- je nach Notwendigkeit Durchführung einer Wartung am Bus (Werkstattbetrieb).

Die Arbeitszeiten des Busbetriebshof wurden wie folgt übergeben (/13/):

- Verwaltung und Werkstatt: → Montag bis Freitag von 06:00 Uhr bis 18:00 Uhr
- Fahrpersonal und Leitstelle: → Montag bis Freitag von 04:00 Uhr bis 22:00 Uhr
  → Samstag von 05:00 Uhr bis 20:00 Uhr
  → Sonn- und Feiertag von 05:00 Uhr bis 20:00 Uhr

Im Rahmen der Untersuchung ist daher mit einer Betriebszeit der Anlage von 00:00 bis 24:00 Uhr zu rechnen. Die mit dem Betrieb der Anlage im Zusammenhang stehenden Emissionen sind zu benennen und die Immissionen mit den Anforderungen der TA Lärm zu vergleichen (Anforderungen s. Abschnitt 4).

3.2 LÖSUNGSANSATZ

Allgemeines
Als Grundlage zur schalltechnischen Beurteilung der Anlage wird ein dreidimensionales schalltechnisches Berechnungsmodell erstellt. Das dreidimensionale schalltechnische Berechnungsmodell besteht aus einem

- Ausbreitungsmodell (Gelände, Bebauung /11/ und /12/) und einem
- Emissionsmodell (Emittenten im Zusammenhang mit der Anlage)

Mit diesem Berechnungsmodell wird der Beurteilungspegel L_r an den Immissionsorten ermittelt. Sollten sich im Ergebnis der Berechnungen Überschreitungen der Beurteilungskriterien, an den Immissionsorten ergeben, so werden die Schallquellen aufgezeigt die zu dieser Überschreitung führen und Anforderungen an die Minderung der Emissionspegel dieser Quellen formuliert.

Modellierung
Die im Zusammenhang mit der Anlage stehenden, schalltechnisch relevanten, Emissionsquellen sind:

- Parkplatzgeräusche (Mitarbeiter),
- Bus-, Transporter- (Paketdienste etc.) und Pkw-Fahrbewegungen
- Bus- und Transporter Betriebsgeräusche,
- Bauteilschallquellen der Werkstatt und der Waschhalle und
- Heizungsanlage (z.B. Wärmepumpe)

Diese werden in der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung aus folgenden „Modellschallquellen“ nachgebildet:

- Außenschallquellen: z.B. im Freien stehende Lufttechnik (Schall wird von im Freien befindlichen Quellen abgestrahlt)
  - Punktschallquellen, z.B. Wärmepumpe
- Freiflächenverkehr: Fahrzeugbewegungen auf dem Betriebsgelände.
  - Flächenschallquellen, z.B. Parkplatzgeräusche
  - Linienschallquellen, z.B. Fahrten der Busse
- Bauteilschallquellen: Werkstatt, Waschhalle
  - Flächenschallquellen, z.B. Dach, Fassaden
  - Linienschallquellen, z.B. Lichtband

Anmerkung 1: Die Fahrzeughalle selbst wird nicht als Emissionsquelle betrachtet, da hier die Tore ständig geschlossen sind. Die Tore werden automatisch für die Ein- bzw. Ausfahrt geöffnet bzw. geschlossen. In der Halle erfolgen keine weiteren lärmrelevanten Vorgänge.

Mit diesem schalltechnischen Berechnungsmodell erfolgen Schallausbreitungsrechnungen zur Bestimmung des Nachbarschaftslärmes. Im Ergebnis dieser Berechnungen ergeben sich neben den Gesamtbeurteilungspegeln auch detaillierte Informationen zu den Pegelanteilen der einzelnen Quellen (anteilige Beurteilungspegel $L_{r,an}$). Auf der Basis dieser anteiligen Beurteilungspegel ist es möglich - bei Erfordernis - gezielte Lärmminderungsmaßnahmen (günstiges Verhältnis von Lärmminderung und Aufwand) zu konzipieren.

Anmerkung 2: Die Schallausbreitungsberechnungen werden mit der Mittenfrequenz von 500 Hz durchgeführt (alternatives Verfahren nach der DIN ISO 9613-2).

kurzzeitige Geräuschspitzen (Einzelereignis)

Die Wirkung kurzzeitig auftretender Emissionen werden für Anlagenspezifische Geräusche unter Beachtung der sich auf Grund der Berechnung ergebenden Zeitfenster, rechnerisch ermittelt und mit den zulässigen Einzelereigniskriterien der TA Lärm verglichen.

Verkehrsgeräusche

Die Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen werden entsprechend der TA Lärm, Punkt 7.4, in die Beurteilung der Geräuschsituation einbezogen.

Vorbelastung

Im Süden der Anlagen sind - gemäß dem Flächennutzungsplan (/15/) - gewerblich nutzbare Flächen vorhanden. Konkrete Angaben zur Nutzung oder schalltechnischen Auflagen für diese Nutzungen sind nicht bekannt. Eine Überlagerung aus Vor- und Zusatzbelastung ist im Bereich der Immissionsorte IO03 und IO04 (IO s. Abschnitt 4) möglich. Aus diesem Grund wird im gemeinsamen Einwirkbereich der Überlagerung aus Vor- und Zusatzbelastung der um 6 dB reduzierte Immissionsrichtwert angestrebt (IRW s. Abschnitt 4).

Zitat: TA Lärm Abschnitt 3.2.1, Absatz 2

„Die Genehmigung für die zu beurteilende Anlage darf auch bei einer Überschreitung der Immissionsrichtwerte aufgrund der Vorbelastung aus Gründen des Lärmschutzes nicht versagt werden, wenn der von der Anlage verursachte Immissionsbeitrag im Hinblick auf den Gesetzeszweck als nicht relevant anzusehen ist.

Das ist in der Regel der Fall, wenn die von der zu beurteilenden Anlage ausgehende Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte nach Nummer 6 am maßgeblichen Immissionsort um mindestens 6 dB(A) unterschreitet.“

Im Bereich der IO01 und IO02 ist eine immissionsrelevante Überlagerung auszuschließen, da durch das Vorhaben ausschließlich die straßenzugewandte Gebäudeseite (Westfassade) und durch die Gewerbeflächen im Süden die straßenabgewandte Gebäudeseite tangiert wird (s.a. skizzenhaft **ABBILDUNG 1)**. Somit kann hier der Immissionsrichtwert ausgeschöpft werden.

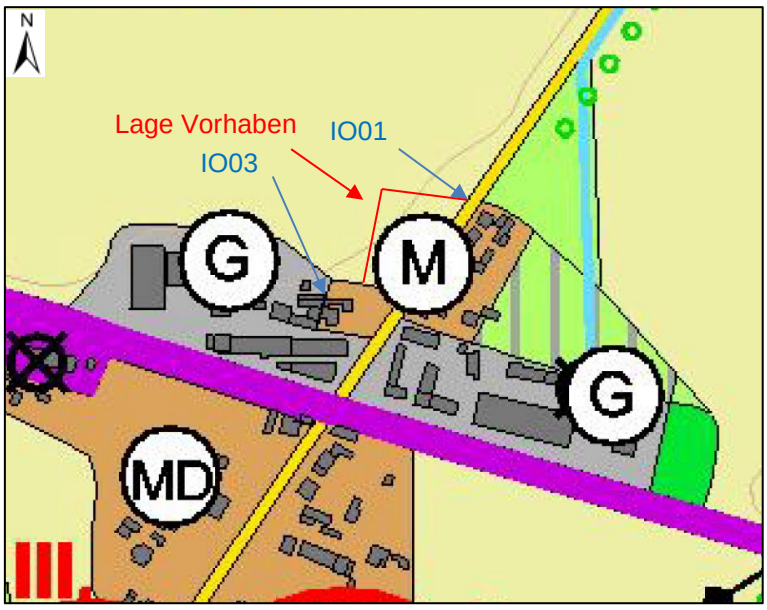


ABBILDUNG 1: unmaßstäblicher Ausschnitt aus /15/ inkl. exemplarischer Eintragung der Immissionsorte und Lage des Vorhabens (Skizze)

4 IMMISSIONSORTE / BEURTEILUNGSKRITERIEN

Die in der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung betrachteten Immissionsorte (IO) werden so gewählt, dass

- das Untersuchungsgebiet schalltechnisch beschrieben wird,
- an Hand der auszuweisenden anteiligen Beurteilungspegel $L_{r,an}$ Rückschlüsse auf die bestimmende(n) Emissionsquelle(n) gezogen werden und
- evtl. notwendig werdende aktive oder passive Schallschutzmaßnahmen bestimmt werden können.

Die Immissionsorte und deren Einstufung (Schutzwürdigkeit) im Sinne der TA Lärm wurden mit der Immissionsschutzbehörde des Landkreises Nordsachsen abgestimmt (/14/). Die konkrete Lage der nachfolgend aufgeführten Immissionsorte (IO) ist dem **BILD 1** zu entnehmen.

- IO01: Leipziger Straße 14 Mischgebiet (MI)
- IO02: Leipziger Straße 15 Mischgebiet (MI)
- IO03: Leipziger Straße 13 Mischgebiet (MI)
- IO03: Leipziger Straße 12 Mischgebiet (MI)

Die Beurteilung der Geräuschsituation erfolgt nach der TA Lärm (/5/). Als Beurteilungswerte "Außen" (0,5 m vor der Mitte eines geöffneten Fensters) für die Beurteilungszeiträume „Tag“ (06:00 bis 22:00 Uhr) und „Nacht“ (lauteste Nachtstunde in der Zeit von 22:00 bis 06:00 Uhr) gelten somit:

Immissionsrichtwerte nach der TA Lärm

	Tag	**Nacht**
Dorf- / Mischgebiet (MI)	60 dB(A)	45 dB(A)

Um störende ***kurzzeitige Geräuscheinwirkungen*** für angrenzende Wohnbereiche zu vermeiden, ist nach TA Lärm abzusichern, dass kurzzeitige Überschreitungen des Immissionsrichtwertes tags um mehr als 30 dB(A) und nachts um mehr als 20 dB(A) nicht auftreten.

5 ERMITTLUNG DER EMISSION

5.1 ALLGEMEIN

Bei der Ermittlung der Emissionen wird bei allen Anlagenteilen davon ausgegangen, dass diese entsprechend des Standes der Technik ausgeführt werden (z.B. feste Regenrinne, abgestrahlte einzeltonfreie Schallspektren).

Die Modellierung der Zufahrten auf der öffentlichen Straße erfolgt im schalltechnischen Modell entsprechend der TA Lärm, d.h. die Fahrstrecken werden so gestaltet, dass eine Vermischung mit dem öffentlichen Verkehr gegeben ist (TA Lärm, Abschnitt 7.4).

Alle Folgend aufgeführten Emissionsquellen sind, entsprechend ihrer im Berechnungsmodell berücksichtigten Lage, in den **BILDERN 2** und **3** dargestellt.

5.2 BAUTEILSCHALLQUELLEN

5.2.1 WERKSTATT / WASCHHALLE

Die konkrete Ausführung der Gebäude ist zum aktuellen Planungsstand nicht abschließend geklärt. Aus diesem Grund wird für die Umfassungsbauteile eine resultierende Schalldämmung ermittelt, mit der ein konfliktfreier Betrieb möglich ist. Diese sind gleichzeitig als Zielstellung für die Ausführung anzusehen und zwingend umzusetzen. Die Abmessungen des Gebäudes werden den übergebenen Unterlagen (/11/) entnommen. Die Abstrahlung der Bauteilschallquellen bestimmt sich durch den mittleren Innenpegel L_I und der Schalldämmung der jeweiligen Bauteile. Der folgende mittlere Innenpegel (L_I) basiert auf eigenen Messungen einer Buswerkstatt eines Busbetriebshofes. Für die Waschstraße wird der gleiche Innenpegel zum Ansatz gebracht, wodurch in der Regel eine Überbewertung stattfindet (Maximalansatz).

- Werkstatt / Waschhalle L_I = 83 dB(A)

Dieser Innenpegel wird mit Ausnahme der Sozialbereich, Lager und Abstellräume im gesamten Bereich der Hallen zum Ansatz gebracht. Die Außenbauteile selbst werden im Berechnungsmodell durch Bauteilschallquellen in Form von horizontalen (Dach) und vertikalen (Fassade und Rolltor) Flächenschallquellen nachgebildet. Die Schalldämmung ($R'_{w,}$) der Bauteilschallquellen wird iterativ so ermittelt, dass die anteiligen Immissionspegel nicht zu schalltechnischen Konflikten führen und die Schalldämmung der Bauteile dem Stande der Technik nach umsetzbar ist. Für die Außenbauteile (Dach und Fassade) wird folgend mit einem Fenster- / Lichtband- / Oberlichtanteil von 5 % (Fassade) bzw. 2 % (Dach) gerechnet, wobei die Oberlichter auf dem Dach als ständig angekippt betrachtet werden.

Folgende Bauteile und Bauteilschalldämmungen (R'_w) werden zum Ansatz gebracht:

- Fassaden mit $R'_w = 30$ dB
  - inklusive 5% Fensteranteil $R'_w = 24$ dB → $R`_{w,res} = 29$ dB
- Dach mit $R'_w = 30$ dB
  - inklusive 2% Dachfenster (angekippt) $\Delta L = 15$ dB → $R`_{w,res} = 28$ dB
- Rolltor / Sektionaltort (geschlossen / offen) $R'_w = 16 / 0$ dB

Anmerkung 3: Die Oberlichter auf dem Dach werden als ständig angekippt betrachtet. Hierfür wird eine Pegeldifferenz von 15 dB zum Ansatz gebracht. Eine Richtwirkung auf Grund der Kippstellung wird nicht berücksichtigt.

Die resultierenden Schalldämmwerte ($R`_{w,res}$) sowie die daraus resultierenden Modellflächenschallleistungspegel ($L''_{WA,mod}$) der Bauteilschallquellen sind in der **TABELLE 1** bzw. **TABELLE 2** ausgewiesen.

TABELLE 1: Emissionsdaten Bauteilschallquellen Werkstatt (WS-), **tags / nachts**

Emittent	Bezeichnung	Fläche	L_I	$R`_{w,res}$	C_{d+C}[2]	$L''_{WA,mod,tags}$	$L''_{WA,mod,nachts}$
		[m²]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB(A)/m²]	[dB(A)/m²]
1	2	3	4	5	6	7	8
WS-D	Dach	435	83,0	28	-4	**51,0**	**--**
WS-F	Fassade	37	83,0	29	-4	**50,0**	**--**
WS-RT	Rolltor (offen) 4 Stk. mit je	16	83,0	--	-4	**79,0**	**--**

TABELLE 2: Emissionsdaten Bauteilschallquellen Waschhalle (WH), **tags / nachts**

Emittent	Bezeichnung	Fläche	L_I	$R`_{w,res}$	C_{d+C}[2]	$L''_{WA,mod,tags}$	$L''_{WA,mod,nachts}$
		[m²]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB(A)/m²]	[dB(A)/m²]
1	2	3	4	5	6	7	8
WH-D	Dach	184	83,0	28	-4	**51,0**	**51,0**
WH-F	Fassade	210	83,0	29	-4	**50,0**	**50,0**
WH-RT	Rolltor (geschlossen) 2 Stk. mit je	16	83,0	16	-4	**62,0**	**62,0**

[2] Gemäß DIN EN 12354-4 berechnet sich der flächenbezogene Schallleistungspegel $L''_{WA,mod}$ unter Berücksichtigung eines Diffusitätsterms C_d (Raumabhängig) und des Spektrum-Anpassungswertes C. Im Konkreten wird $C_d = -5$ dB und $C = 1$ dB angesetzt.

5.3 FAHR- UND BETRIEBSGERÄUSCHE FREIFLÄCHENVERKEHR

5.3.1 FAHRGERÄUSCHE

Für die zu erwartenden Busbewegungen wurden die in der **TABELLE 3** ausgewiesen Vorgänge übergeben (/3/).

TABELLE 3: Einrückende (n_E) und Ausrückende (n_A) Busbewegungen, **tags/nachts**

Zeitfenster	n_A werktags	n_E werktags	n_A sonn- und feiertags	n_E sonn- und feiertags
1	2	3	4	5
04:00 bis 05:00	1	--	--	--
05:00 bis 06:00	3	--	--	--
06:00 bis 07:00	10	--	--	--
07:00 bis 08:00	--	6	--	--
08:00 bis 09:00	--	3	--	--
09:00 bis 10:00	--	2	--	--
10:00 bis 11:00	2	1	--	--
11:00 bis 12:00	5	1	1	--
12:00 bis 13:00	1	--	--	--
13:00 bis 14:00	2	--	--	--
14:00 bis 15:00	--	--	--	--
15:00 bis 16:00	--	1	--	--
16:00 bis 17:00	--	2	--	--
17:00 bis 18:00	--	3	--	--
18:00 bis 19:00	--	2	--	1
19:00 bis 20:00	--	1	--	--
20:00 bis 21:00	--	1	--	--
21:00 bis 22:00	--	1	--	--
Gesamtfahrzeuge	**24**	**24**	**1**	**1**
tags	**20**	**24**	**1**	**1**
nachts*	**3**	**--**	**--**	**--**

* lauteste Nachtstunde

Wie der **TABELLE 3** zu entnehmen ist, kann der Sonntagsbetrieb aus schalltechnischer Sicht vernachlässigt werden, so dass folgend ausschließlich die Beurteilung an Werktagen erfolgt.
Zusätzlich zu den Fahrbewegungen der Busse erfolgt noch die Anlieferung des Teildienst mit einem Transporter tags und einem Transporter nachts. Die Abholung der Post erfolgt im Bereich des Büros und wird über die Pkw-Bewegungen „Mitarbeiterparkplatz“ miterfasst. Die Emissionen der Fahrbewegungen werden nach RLS-19 (/10/) berechnet (**ANLAGE 1**).

In der **TABELLE 4** sind die Emissionsdaten für die Zufahrt und Abfahrten ausgewiesen. Als Belag wird „Pflaster mit ebener Oberfläche mit b ≤ 5,0 mm und b+2f ≤ 9,0 mm“ der Berechnung zu Grunde gelegt ($D_{SD,SDT,FzG}$ = 1,0 dB).

TABELLE 4: Emissionsdaten Bus- und Transporter-Fahrstrecken (T), **tags**

Emittent	Beschreibung	M	p_1	v_{FzG}	$D_{SD,SDT,FzG}$	$L'_{WA,mod}$
		[Kfz/h]		[km/h]	[dB]	[dB/m]
1	2	3	4	5	6	7
T01	ausrückende Busse	1,25	100	30	1,0	**58,6**
T02	einrückende Busse	1,50	100	30	1,0	**60,7**
T03	Transporter	0,06	0	30	1,0	**38,6**

TABELLE 5: Emissionsdaten Bus- und Transporter-Fahrstrecken (T), **nachts**

Emittent	Beschreibung	M	p_1	v_{FzG}	$D_{SD,SDT,FzG}$	$L'_{WA,mod}$
		[Kfz/h]		[km/h]	[dB]	[dB/m]
1	2	3	4	5	6	7
T01	ausrückende Busse	3,0	100	30	1,0	**62,4**
T02	einrückende Busse	--	100	30	1,0	**--**
T03	Transporter	1,0	0	30	1,0	**50,7**

Die Schallquellen der Fahrstrecken (T) werden als Linienschallquellen für die Fahrtrouten angesetzt.

5.3.2 BETRIEBSGERÄUSCHE

Entsprechend der geplanten Betriebsanordnung sind Betriebsgeräusch nur im Bereich der Tankstelle zu erwarten. Die Tankstellengeräusche selbst werden im Abschnitt 5.4 betrachtet, so dass die Betriebsgeräusch nicht nochmals einzeln ausgewiesen werden.

5.4 BETRIEBSTANKSTELLE

In der Regel werden die Busse nach Eintreffen im Betriebshof unabhängig von den gefahrenen Kilometern aufgetankt. Die schalltechnisch relevanten Einzelgeräusche an einer Tankstelle werden nach der Tankstellenstudie zu Gruppen zusammengefasst, um sie den einzelnen Tankstellenbereichen zuordnen zu können (entsprechend Hessischer Tankstellenstudie /9/). Für die Tankstelle ergeben sich die in **TABELLE 6** genannten schalltechnisch relevanten Betriebsbereiche (Gruppen).

TABELLE 6: Schalltechnisch relevante Bereiche

Betriebsbereich (Gruppe)	Betriebszeit
1	2
Zapfsäule	tags, nachts
Luftstation (ohne Waschanlage)	tags, nachts
Benzinanlieferung durch Tankwagen	tags

Die Zapfsäule befindet ich im Eingangsbereich / Zufahrt des Betriebsgeländes. Auf der Basis der Häufigkeit pro Betriebsvorgang werden in den in **TABELLE 7** und **TABELLE 8** die berechneten Modellschallleistungspegel der Betriebstankstelle für die Beurteilungszeiträume tags und nachts ausgewiesen. Im Einzelfall zu berücksichtigende Impuls- bzw. Ton- und Informationshaltigkeiten sowie Reflexionen sind in den Schallleistungspegeln nach /9/ bereits enthalten.

TABELLE 7: Emissionsdaten Tankstell (TS), **tags**

Emittent	Bezeichnung der Emittenten	$L_{WA,1h}$ [dB(A)]	Einwirkzeit [h]	Frequentierung [Fahrzeuge/h]	$L_{WA,mod}$ [dB(A)]
1	2	3	4	5	6
TS-ZS	Zapfsäule	74,7	16	1,5	**76,5**
TS-LS	Luftstation	66,3	16	1,5	**68,1**
TS-DA	Dieselanlieferung	94,6	1	--	**82,6**

TABELLE 8: Emissionsdaten Tankstell (TS), **nachts**

Emittent	Bezeichnung der Emittenten	$L_{WA,1h}$ [dB(A)]	Einwirkzeit [h]	Frequentierung [Fahrzeuge/h]	$L_{WA,mod}$ [dB(A)]
1	2	3	4	5	6
TS-ZS	Zapfsäule	74,7	1	3	**79,5**
TS-LS	Luftstation	66,3	1	3	**71,1**
TS-DA	Dieselanlieferung	94,6	1	--	**--**

5.5 PARKPLATZ (P)

Auf dem Betriebsgrundstück sind zwei Bereiche für Pkw-Stellplätze ausgewiesen. Im Bereich nördlich des Bürogebäudes sind 30 Mitarbeiter-Stellplätze (P1) und im Bereich östlich nochmals fünf Besucher-Stellplätze (P2) geplant. Entsprechend den Angaben des Auftraggebers ist in der Normalschicht mit 18 Mitarbeitern zu rechnen. Hinzukommen im Schichtsystem die Fahrer (24 Busse = 24 Fahrer) und drei Mitarbeiter in der Leitstelle (je Schicht ein Mitarbeiter). Folglich ist eine parallele Nutzung (30 Stellplätze) aller Mitarbeiter (rund 42 Mitarbeiter) nicht möglich. Im Sinne der Maximalbetrachtung wird davon ausgegangen, dass vier Bewegungen je Stellplatz erfolgen und somit alle möglichen Fahrbewegungen abgedeckt werden. Im Nachtzeitraum werden vier (3 x Fahrer + 1 x Leitstelle) Pkw-Bewegungen zum Ansatz gebracht. Im Bereich des Besucherparkplatzes sind keine konkreten Angaben vorhanden, es jedoch davon auszugehen, dass nicht mehr als 10 Besucher am Tag die Anlage anfahren. Dies führt zu folgenden Bewegungshäufigkeit pro Stellplatz und Beurteilungszeit (N = Bewegungen / Stellplätze * Beurteilungszeit).

•	Mitarbeiter:	P1: 120 Pkw-Bewegungen/d bzw. 7,5 Pkw-Bewegungen/h	N = 0,25
		P1: 4 Pkw-Bewegungen/lautester Nachtstunde	N = 0,13
•	Besucher:	P2: 20 Pkw-Bewegungen/d bzw. 1,3 Pkw-Bewegungen/h	N = 0,25

Der nachfolgend zu berechnende Emissionspegel enthält nach den in der Bayerischen Parkplatzlärmstudie /6/ durchgeführten Untersuchungen die Pegelanteile für:

- die An- und Abfahrt (Befahren der Stellflächen);
- das Motorstarten;
- das Türen- sowie Kofferraumzuschlagen

Nach der Parkplatzlärmstudie werden folgende Zuschläge für die Mitarbeiterparkplätze vergeben:

- Parkplatzart (Mitarbeiterparkplatz) ein K_{PA} = 0,0 dB,
- Fahrbahnoberfläche (Betonsteinpflaster Fugenabstand > 3 mm) ein K_{StrO} = 1,0 dB
- ein Zuschlag für das Taktmaximalpegelverfahren K_I = 4,0 dB (wird immissionsseitig vergeben)
- ein Zuschlag K_D für den Parksuchverkehr

In der **TABELLE 9** sind die, entsprechend der Betriebszeiten und den aufgeführten Zuschlägen, korrigierten Emissionsdaten für die Stellplätze tags ausgewiesen. Analog hierzu sind in der **TABELLE 10** die Emissionsdaten für den Nachtzeitraum ausgewiesen.

TABELLE 9: Emissionsdaten Stellplätze (P), **tags**

	L_{W0} [dB(A)]	N	B	f	S [m²]	K_{Stro} [dB]	K_{PA} [dB]	K_D [dB]	$L''_{WA,mod}$ [dB(A)/m²]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P1	63	0,25	30	1	733	1,0	0,0	3,3	**47,4**
P2	63	0,25	5	1	69	1,0	0,0	0,0	**46,6**

TABELLE 10: Emissionsdaten Stellplätze (P), **nachts**

	L_{W0} [dB(A)]	N	B	f	S [m²]	K_{Stro} [dB]	K_{PA} [dB]	K_D^* [dB]	$L''_{WA,mod}$ [dB(A)/m²]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P1	63	0,133	30	1	733	1,0	0,0	0,0	**41,4**
P2	63	--	5	1	69	1,0	0,0	0,0	**--**

* nur vier abfahrende oder ankommende Pkw, ein Zuschlag für Parksuchverkehr wird daher nicht vergeben

Die Emission der Zufahrt wird nach RLS-19 (/10/) berechnet. In der **TABELLE 11** (tags) und **TABELLE 12** (nachts) sind die Emissionsdaten für die Zufahrt zu den Stellplätzen ausgewiesen. Als Belag wird „Pflaster mit ebener Oberfläche mit b ≤ 5,0 mm und b+2f ≤ 9,0 mm“ der Berechnung zu Grunde gelegt.

TABELLE 11: Emissionsdaten Pkw-Fahrstrecken (P-Zu/Ab), **tags**

Emittent	Beschreibung	M	v_{FzG}	$D_{SD,SDT,FzG}$	$L_W`$
		[Kfz/h]	[km/h]	[dB]	[dB/m]
1	2	3	4	5	6
P1-Zu	Pkw Zufahrt	3,8	30	1,0	**56,5**
P1-Ab	Pkw Abfahrt	3,8	30	1,0	**56,5**
P2-Zu	Pkw Zufahrt	0,7	30	1,0	**48,9**
P2-Ab	Pkw Abfahrt	0,7	30	1,0	**48,9**

TABELLE 12: Emissionsdaten Pkw-Fahrstrecken (P-Zu/Ab), **nachts**

Emittent	Beschreibung	M	v_{FzG}	$D_{SD,SDT,FzG}$	$L_W`$
		[Kfz/h]	[km/h]	[dB]	[dB/m]
1	2	3	4	5	6
P1-Zu	Pkw Zufahrt	4	30	1,0	**56,7**
P2-Ab	Pkw Abfahrt	--	30	1,0	**--**
P2-Zu	Pkw Zufahrt	--	30	1,0	**--**
P2-Ab	Pkw Abfahrt	--	30	1,0	**--**

Die Schallquellen P-Zu/Ab werden als Linienquellen für die Fahrtrouten angesetzt.

5.6 LUFT- UND KLIMATECHNIK

Im Bereich der Sozialgebäude kommt ausschließlich einer Wärmepumpe zur Klimatisierung zum Einsatz. Im Bereich der Werkstatt werde zusätzlich zwei Abluftöffnungen über Dach (Entrauchung Busse) berücksichtigt. Die Lage und Ausführung der klima- und lufttechnischen Aggregate (LA) ist nicht abschließend geklärt, so dass die Aggregate einer vergleichbaren Anlage entnommen werden. Damit gelten die folgend ausgewiesen Schallleistungspegel gleichzeitig als Zielstellung. Die Emissionen werden tags und nachts -sofern erforderlich- ohne Zeitbewertung (entspricht einem durchgehenden Betrieb) im schalltechnischen Modell angesetzt.

In der **TABELLE 13** sind die Schallleistungspegel für diese Quelle ausgewiesen. Sollte sich die Lage, Anzahl und / oder Schallleistung dieser lufttechnischen Aggregate auf Grund des Planungsfortschrittes ändern, so ist mit dem Sachverständigen Rücksprache zu nehmen.

TABELLE 13: Emissionsdaten luft- und klimatechnische Aggregate (LA), **tags/nachts**

Emittent	Benennung	$L_{WA,mod,tags}$ [dB(A)]	$L_{WA,mod,nachts}$ [dB(A)]
1	2	3	4
LA01	Wärmepumpe (z.B. Typ 302.B60 Fa. Viessmann)	**74,0**	**74,0**
LA02	Abluft Werkstatt	**70,0**	**--**
LA03	Abluft Werkstatt	**70,0**	**--**

Anmerkung 4: Unter Berücksichtigung, dass die anteiligen Immissionspegel der Wärmepumpe im Bereich der schutzbedürftigen Bebauung (IO01 bis IO04) < 20,0 dB(A) betragen, werden bei allgemein anerkannten Pegeldifferenzen Innen / Außen für angekippte Fenster von 15 dB, die nach DIN 45680 ausgewiesenen Anhaltswerte von 25 dB Innen unterschritten. Gemäß der DIN 45680 BBL-1 ist bei Schalldruckpegeln Innen von $L_{p,I}$ < 25 dB davon auszugehen, dass keine erheblichen Belästigungen durch tieffrequente Geräuschimmissionen vorliegen.

6 ERMITTLUNG DER BEURTEILUNGSPEGEL

6.1 BERECHNUNGSPRÄMISSEN

Die Schallausbreitungsberechnungen werden mit dem Programmsystem LIMA (Version 2021) durchgeführt. Es wird entsprechend der gültigen Berechnungsvorschrift DIN ISO 9613, Teil 2, gerechnet. Folgende Prämissen liegen den Einzelpunktberechnungen zugrunde:

Einzelpunktberechnungen:

- Lage der Immissionsorte: 0,5 m vor geöffnetem Fenster der betreffenden Fassade
- Aufpunkthöhen: EG = 2,8 m über Gelände; jedes weitere Geschoss + 3 m (z.B. 1.OG = 5,8 m über Gelände)
- meteorologische Korrektur: C_{met} = 0 dB(A)

Nach TA Lärm sind folgende Korrekturen/Zuschläge bei der Ermittlung des Beurteilungspegels L_r zu berücksichtigen:

- für impulshaltige Emissionen ein Impulszuschlag K_I
- für Ton- oder Informationshaltigkeit ein Zuschlag K_T
- für „Stunden mit erhöhter Empfindlichkeit“ (Ruhezeitenzuschlag) ein Zuschlag K_R (nur bei WA und WR)

6.2 BEURTEILUNGSPEGEL

Folgende Korrekturen werden berücksichtigt:

- K_I = 4,0 dB Parkplatzgeräusche (P1/P2)

Die anteiligen Mittelungs- bzw. Beurteilungspegel ($L_{m,an}$ und $L_{r,an}$) der Schallquellen sind in der **ANLAGE 2** für die Immissionsorte ausgewiesen. Die energetische Summe der anteiligen Beurteilungspegel ergibt den der Anlage zuzuordnenden Beurteilungspegel (L_r).

In der **TABELLE 14** sind die Beurteilungspegel $L_{r,tags/nachts}$, an Immissionsorten ausgewiesen und den Immissionsrichtwerten (IRW) gegenübergestellt.

TABELLE 14: Immissionsrichtwerten (IRW) / Beurteilungspegel (L_r) an den Immissionsorten (IO)

Immissionsort		IRW [dB(A)]		L_r [dB(A)]	
		tags	nachts	tags	nachts
1	2	3	4	5	6
IO01	1.OG	60	45	**44,9**	**42,2**
IO02	1.OG	60	45	**44,6**	**37,9**
IO03	1.OG	60	45	**49,3**	**32,6**
IO04	1.OG	60	45	**47,3**	**32,1**

IRW eingehalten | IRW überschritten

Die Ergebnisse in **TABELLE 14** weisen aus, dass an den Immissionsorten die Immissionsrichtwerte im Beurteilungszeitraum **tags und nachts unterschritten** werden.
In den Bereichen einer möglichen Überlagerung aus Vor- und Zusatzbelastung (hier IO03 und IO04) werden die IRW > 6 dB unterschritten, so dass auf die konkrete Betrachtung der gewerblichen Vorbelastung verzichtet werden kann.

7 EINZELEREIGNISBETRACHTUNG

Um störende kurzzeitige Geräuscheinwirkungen für die Wohnbereiche zu vermeiden, ist nach TA Lärm, abzusichern, dass kurzzeitige Überschreitungen des Immissionsrichtwertes tags um mehr als 30 dB(A) und nachts um mehr als 20 dB(A) nicht auftreten. Für den Beurteilungszeitraum tags wird der Maximalpegel für das Zuschlagen einer Pkw-Kofferraumtür berechnet.

- **E1** Vorgang Pkw-Kofferraumtür **$L_{WA,Fmax}$ = 99,5 dB(A)** nach /6/

Die Lage der Quellen und der Immissionsorte sind dem **BILD 1** bzw. **2** zu entnehmen. In der nachfolgenden **TABELLE 15** ist der Maximalpegel (L_{AFmax}) für die am stärksten belasteten Geschosse ausgewiesen. In Spalte 6 ist die Überschreitung des Immissionsrichtwertes als Differenzbetrag angegeben. Dieser Differenzbetrag muss entsprechend TA Lärm tags ≤ 30 dB(A) und nachts ≤ 20 dB(A) sein.

TABELLE 15: Einzelereignisbetrachtung (E), **tags/nachts**

Immissionsort	Ereignis	L_{WAFmax} [dB(A)]	IRW [dB(A)]	L_{AFmax} [dB(A)]	Spalte 5 minus Spalte 4 [dB]
1	2	3	4	5	6
IO01, 1.OG, tags	E1	99,5	60	53,5	**--**
IO01, 1.OG, nachts	E1	99,5	45	53,5	**8,5**

Einzelereigniskriterium eingehalten | Einzelereigniskriterium überschritten

Die Ergebnisse der **TABELLE 15** zeigen, dass kurzfristige Geräuschspitzen, welche den Immissionsrichtwert tags um mehr als 30 dB(A) und nachts um mehr als 20 dB(A) überschreiten, rechnerisch **nicht zu erwarten**.

8 ZUSAMMENFASSUNG

In 04509 Krostitz / OT Krensitz ist der Neubau eines Busbetriebshofes geplant (folgend als Anlage bezeichnet). Im Rahmen dieser schalltechnischen Untersuchung wurde die der Anlage zuzuordnende Schallimmissionsbelastung (Beurteilungspegel L_r) an den relevanten Immissionsorten (**BILD 1**) rechnerisch ermittelt. Die berechneten Beurteilungspegel waren mit den Immissionsrichtwerten der TA Lärm zu vergleichen.
Folgenden Rahmenbedingungen wurden in der Berechnung berücksichtigt:

- Betriebszeiten 00:00 bis 24:00 Uhr (Montag bis Samstag);
- Fahrzeuge:
  - 24 Busse (Bewegungshäufigkeiten gemäß **TABELLE 3**)
  - 1 Transporter tags / 1 Transporter nachts
  - 140 Pkw-Bewegungen tags / 4 Pkw-Bewegungen nachts
- Werkstatt und Waschhallengeräusche mit einem Innenpegel von 83 dB(A)
- Erforderliche und einzuhaltende resultierende Schalldämmung ($R`_{w,res}$) der Bauteile:
  Fassaden mit R'_w = 30 dB
  - inklusive 5% Fensteranteil R'_w = 24 dB → $R`_{w,res}$ = 29 dB

  Dach mit R'_w = 30 dB
  - inklusive 2% Dachfenster (angekippt) ΔL = 15 dB → $R`_{w,res}$ = 28 dB

  Rolltor / Sektionaltort (geschlossen / offen) R'_w = 16 / 0 dB
- Luft- und Klimatechnik gemäß **TABELLE 13** sowie
- Tankstellengeräusche für 24 (Bus)-Vorgänge tags / 4 (Bus)-Vorgänge nachts

Die Berechnungen weisen aus, dass unter Berücksichtigung des im Abschnitt 5 ausgewiesenen Emissionsansatzes, die Immissionsrichtwerte an den Immissionsorten in den Beurteilungszeiträumen **tags und nachts unterschritten** werden (s. **TABELLE 14**). In den Bereichen einer möglichen Überlagerung aus Vor- und Zusatzbelastung (hier IO03 und IO04) werden die IRW > 6 dB unterschritten, so dass auf die konkrete Betrachtung der gewerblichen Vorbelastung verzichte werden kann.

Bei normalem Betrieb sind kurzfristige Geräuschspitzen, welche den Immissionsrichtwert tags um mehr als 30 dB(A) und nachts um mehr als 20 dB(A) überschreiten, **nicht** zu erwarten.

Maßnahmen organisatorischer Art, um die Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs zu vermindern, sind nicht angezeigt.

Unter Berücksichtigung der übergeben technischen Betriebsbeschreibung, sind aus schalltechnischer Sicht keine weiterführenden Lärmminderungsmaßnahmen erforderlich. Prämisse hierfür ist, dass die in /13/ benannten Ausführungen umgesetzt werden (z.B. Anzahl, Lage und Emissionsdaten der aufgeführten Emittenten). Sollten sich hier Abweichungen zum Planungsstand ergeben, so ist mit dem Sachverständigen Rücksprache zu nehmen.

ANLAGE 1 BEGRIFFSERKLÄRUNG

SCHALLEMISSION - ALLGEMEINE BEGRIFFE (NACH DIN 18005-1:2002-07)

(Punkt-) Schallleistungspegel L_W

- zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der Schallleistung P zur Bezugsschallleistung P_0
- $L_W = 10 \cdot \lg (P/P_0)$ [dB(A)]

  P: Die von einem Schallstrahler abgegebene akustische Leistung (Schallleistung)

  P_0: Bezugsschallleistung (P_0 = 1 pW = 10^{-12} Watt)

Pegel der längenbezogenen Schallleistung L'_W (auch „längenbezogener Schallleistungspegel“)

- logarithmisches Maß für die von einer Linienschallquelle, oder Teilen davon, je Längeneinheit abgestrahlte Schallleistung P'
- $L'_W = 10 \cdot \lg (P'/10^{-12}\ Wm^{-1})$ [dB(A)/m]
- Errechnung aus dem (Punkt-) Schallleistungspegel: $L'_W = L_W - 10 \lg (L/1m)$
  Schallleistung die von einer Linie mit der Länge L pro m abgestrahlt wird. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Schallabstrahlung gleichmäßig über die gesamte Länge verteilt ist.

Pegel der flächenbezogenen Schallleistung L''_W (auch „flächenbezogener Schallleistungspegel“)

- logarithmisches Maß für die von einer flächenhaften Schallquelle, oder Teilen davon, je Flächeneinheit abgestrahlte Schallleistung P''
- $L''_W = 10 \cdot \lg (P''/10^{-12}\ Wm^{-2})$ [dB(A)/m²]
- Errechnung aus dem (Punkt-) Schallleistungspegel: $L''_W = L_W - 10 \cdot \lg (S/1m)$
  Schallleistung, die von einer Fläche der Größe S pro m² abgestrahlt wird. Dabei ist vorausgesetzt, dass die Schallabstrahlung gleichmäßig über die gesamte Fläche verteilt ist.

Modellschallleistungspegel $L_{W,mod}$ / $L'_{W,mod}$ / $L''_{W,mod}$

- Im Berechnungsmodell zum Ansatz gebrachte Schallleistungspegel für Ersatzschallquellen komplexer zusammenhängender / zusammengefasster Anlagen und / oder technologischer Vorgänge.
- Basis der Modellschallleistungspegel sind Werte aus der Literatur und / oder Ergebnisse die aus orientierenden Messungen.

SCHALLIMMISSION

Mittelungspegel L_{Aeq}

- A-bewerteter, zeitlicher Mittelwert des Schallpegels an einem Punkt (z.B. am Immissionsort).

anteiliger Beurteilungspegel $L_{r,an}$

- Der Beurteilungspegel *einer* Geräuschquelle (z.B. *eines* Anlagenteiles) ist nach TA Lärm wie folgt definiert: Der anteilige Beurteilungspegel $L_{r,an}$ ist gleich dem Mittelungspegel L_{Aeq} eines Anlagengeräusches plus (gegebenenfalls) Zu- und Abschlägen für Ruhezeiten und Einzeltöne sowie (gegebenenfalls) einer Pegelkorrektur für die Zeitbewertung entsprechend der Beurteilungszeit.

Beurteilungspegel L_r

- Summenpegel, ermittelt durch energetische Addition der anteiligen Beurteilungspegel $L_{r,an}$ aller zu beurteilenden Geräuschquellen.

$$L_r = 10 \cdot \lg\left[\frac{1}{T_r} \cdot \sum_{j=1}^{N} T_j \cdot 10^{0{,}1 \cdot (L_{Aeq,j} - C_{met} + K_{T,j} + K_{I,J} + K_{R,j})}\right]$$

mit $$T_r = \sum_{j=1}^{N} T_j = 16\ h\ tags\ /\ 1\ h\ nachts$$

- T_j Teilzeit j
- N Zahl der gewählten Teilzeiten
- $L_{Aeq,j}$ Mittelungspegel während der Teilzeit T_j
- C_{met} meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2:1999-10 (Gleichung 22)
- $K_{T,j}$ Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit nach der TA-Lärm (1998) in der Teilzeit j (Treten in einem Geräusch während bestimmter Teilzeiten T_j ein oder mehrere Töne hörbar hervor oder ist das Geräusch informationshaltig, so beträgt der Zuschlag $K_{T,j}$ für diese Teilzeiten je nach Auffälligkeit 3 oder 6 dB.)
- $K_{I,j}$ Zuschlag für Impulshaltigkeit nach der TA-Lärm (1998) in der Teilzeit T_j (Enthält das zu beurteilende Geräusch während bestimmter Teilzeiten T_j Impulse, so beträgt $K_{I,j}$ für diese Teilzeiten: $K_{I,j} = L_{AFTeq,j} - L_{Aeq,j}$ [L_{AFTeq} = Taktmaximal-Mittelungspegel mit der Taktzeit T = 5 Sekunden])
- $K_{R,j}$ Zuschlag von 6 dB für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit (nur allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete [WA], reine Wohngebiete [WR], Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten)
  - an Werktagen: 06.00 - 07.00 Uhr / 20.00 - 22.00 Uhr
  - an Sonn- und Feiertagen: 06.00 - 09.00 Uhr / 13.00 - 15.00 Uhr / 20.00 - 22.00 Uhr
  - Von der Berücksichtigung des Zuschlages kann abgesehen werden, soweit dies wegen der besonderen örtlichen Verhältnisse unter Berücksichtigung des Schutzes vor schädlichen Umwelteinflüssen erforderlich ist.

ERMITTLUNG DER EMISSION

Die Emission der **Bauteilschallquellen** wird rechnerisch nach folgender Beziehung ermittelt.

A - bewertet

$L''_{WA,mod} = L_{i,A\text{-}bew} - (R'_w + 4) - L_T$	dB(A)/m²

dabei bedeuten:
- $L_{i,A\text{-}bew}$ Innenpegel in dB
- R'_w bewertete Schalldämm-Maß der Bauteile im eingebautem Zustand
- 4 Korrekturwert für den Übergang eines diffusen Schallfeldes ins Freie
- L_T Zeitkorrektiv, $L_T = 10 \log (t_{ges} / T_r)$, in dB

FAHRGERÄUSCHE

Die Berechnung des Emissionspegels erfolgt nach den in der Richtlinie für Lärmschutz an Straßen, (RLS-19) vorgegeben Algorithmen.
Der Schallleistungspegel für Fahrzeuge der Fahrzeuggruppe FzG (Pkw, Lkw1 oder Lkw2) ist:

$$L_{W,FzG(v_{FzG})} = L_{W0,FzG}(v_{FzG}) + D_{SD,SDT,FzG}(v_{FzG}) + D_{LNFzG}(g, v_{FzG}) + D_{K,KT}(x) + D_{refl}(h_{Beb}, w)$$

mit

- $L_{W0,FzG}(v_{FzG})$ Grundwert für den Schallleistungspegel eines Fahrzeuges der Fahrzeuggruppe FzG bei der Geschwindigkeit v_{FzG} in dB
- $D_{SD,SDT,FzG}(v_{FzG})$ Korrektur für den Straßendeckschichttyp SDT, die Fahrzeuggruppe FzG und die Geschwindigkeit v_{FzG} in dB
- $D_{LNFzG}(g, v_{FzG})$ Korrektur für die Längsneigung g der Fahrzeuggruppe FzG bei der Geschwindigkeit v_{FzG} in dB
- $D_{K,KT}(x)$ Korrektur für den Knotenpunkttyp KT in Abhängigkeit von der Entfernung zum Knotenpunkt x in dB
- $D_{refl}(h_{Beb}, W)$ Zuschlag für die Mehrfachreflexion bei einer Bebauungshöhe h_{Beb} und den Abstand der reflektierenden Flächen w in dB

Grundwert des Schallleistungspegels eines Fahrzeuges

Der Grundwert des Schallleistungspegels eines Fahrzeuges beschreibt die Schallemission des Fahrzeuges bei konstanter Geschwindigkeit v_{FzG} auf ebener, trockener Fahrbahn. Für die drei Fahrzeuggruppen FzG (Pkw, Lkw1 oder Lkw2) ist er definiert als:

$$L_{W0,FzG(v_{FzG})} = A_{W,FzG} + 10 \cdot lg \left[1 + \left(\frac{v_{FzG)}}{B_{W,FzG}}\right) C^{W,Fzg}\right]$$

mit

- $A_{W,FzG}$ Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG nach der Tabelle A1 in dB
- $B_{W,FzG}$ Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG nach der Tabelle A1 in km/h
- $C_{W,FzG}$ Emissionsparameter der Fahrzeuggruppe FzG nach der Tabelle A1
- v_{FzG} Geschwindigkeit der Fahrzeuggruppe FzG in km/h

Tabelle A1: Emissionsparameter $A_{w,Fzg}$, $B_{w,Fzg}$ und $C_{w,Fzg}$ *je Fahrzeuggruppe FzG*

FzG	$A_{w,Fzg}$ [dB]	$B_{w,Fzg}$ [km/h]	$C_{w,Fzg}$
Pkw	88,0	20	3,06
Lkw1	100,3	40	4,33
Lkw2	105,4	50	4,88

Straßendeckschichtkorrektur

Die Korrekturwerte $D_{SD,SDT,FzG}(v)$ für unterschiedliche Straßendeckschichttypen SDT werden getrennt für Pkw und Lkw und Geschwindigkeit v_{FzG} festgelegt. Die Werte für den Lkw gelten für die Fahrzeuggruppen Lkw1 und Lkw2. Die Tabelle 4a enthält die Korrekturwerte für alle Straßenbeläge außer Pflasterbelägen.

Die Tabelle A2 enthält die Korrekturwerte $D_{SD,SDT(v)}$ für unterschiedliche Pflasterbeläge. Hier wird nicht zwischen verschiedenen Fahrzeuggruppen unterschieden.

Tabelle A2: Korrekturwerte $D_{SD,SDT,FzG}(v)$ für unterschiedliche Straßendeckschichttypen SDT getrennt nach Pkw und Lkw und Geschwindigkeit v_{FzG} in dB; außer Pflasterbelägen

Straßendeckschichttyp SDT	Straßendeckschichtkorrektur $D_{SD,SDT,FzG}(v)$ [dB] bei einer Geschwindigkeit v_{FzG} [km/h] für			
	Pkw		Lkw	
	≤ 60	> 60	≤ 60	> 60
Nicht geriffelter Gussasphalt	0,0	0,0	0,0	0,0
Splittmastixasphalte SMA 5 und SMA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	-2,6	/	-1,8	/
Splittmastixasphalte SMA 8 und SMA 11 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	/	-1,8	/	-2,0
Asphaltbetone ≤ AC 11 nach ZTV Asphalt-StB 07/13 und Abstumpfung mit Abstreumaterial der Lieferkörnung 1/3	-2,7	-1,9	-1,9	-2,1
Offenporiger Asphalt aus PA 11 nach ZTV Asphalt-StB 07/13	/	-4,5	/	-4,4

Straßendeckschichttyp SDT	Straßendeckschichtkorrektur $D_{SD,SDT,FzG}(v)$ [dB] bei einer Geschwindigkeit v_{FzG} [km/h] für			
	Pkw		Lkw	
	≤ 60	> 60	≤ 60	> 60
Offenporiger Asphalt aus PA 8 nach ZTV Asphalt-StB 07/13	/	-5,5	/	-5,4
Betone nach ZTV Beton-StB 07 mit Waschbetonoberfläche	/	-1,4	/	-2,3
Lärmarmer Gussasphalt nach ZTV Asphalt-StB 07/13, Verfahren B	/	-2,0	/	-1,5
Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus AC D LOA nach E LA D	-3,2	/	-1,0	/
Lärmtechnisch optimierter Asphalt aus SMA LA 8 nach E LA D	/	-2,8	/	-4,6
Dünne Asphaltdeckschichten in Heißbauweise auf Versiegelung aus DSH-V 5 nach ZTV BEA-StB 07/13	-3,9	-2,8	-0,9	-2,3

Tabelle A3: Straßendeckschichtkorrektur $D_{SD,SDT,FzG}(v)$ für unterschiedliche Straßendeckschichttypen SDT für Geschwindigkeiten *v* in dB; für Pflasterbeläge

Straßendeckschichttyp SDT	Straßendeckschichtkorrektur $D_{SD,SDT,FzG}(v)$ [dB] bei einer Geschwindigkeit *v* [km/h]		
	30	40	ab 50
Pflaster mit ebener Oberfläche mit b ≤ 5,0 mm und b+2f ≤ 9,0 mm	1,0	2,0	3,0
sonstiges Pflaster mit b > 5,0 mm oder f > 2,0 mm oder Kopfsteinpflaster	5,0	6,0	7,0

ANLAGE 2 ANTEILIGE SCHALLDRUCKPEGEL

TABELLE 16: anteilige Mittelungs- $L_{m,an}$ und Beurteilungspegel $L_{r,an}$ / Korrekturwerte für Tonhaltigkeit K_T, Impulshaltigkeit K_I bzw. ruhebedürftige Stunden K_R am IO01 bis IO04; **tags**

Emittent	Quelle	$L_{w.mod}$	$L_{m,an,IO01}$	$L_{m,an,IO02}$	$L_{m,an,IO03}$	$L_{m,an,IO04}$	K_I	K_T	K_R	$L_{r,an,IO01}$	$L_{r,an,IO02}$	$L_{r,an,IO03}$	$L_{r,an,IO04}$
			1.OG	1.OG	1.OG	1.OG				1.OG	1.OG	1.OG	1.OG
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	dB	dB	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
LA01	Lw	74,0	16,4	17,2	14,4	18,8	0,0	0,0	0,0	16,4	17,2	14,4	18,8
LA02	Lw	70,0	17,2	17,4	17,4	16,6	0,0	0,0	0,0	17,2	17,4	17,4	16,6
LA03	Lw	70,0	17,7	18,2	20,8	19,0	0,0	0,0	0,0	17,7	18,2	20,8	19,0
P1	Lw''	47,4	28,7	25,9	9,5	7,6	4,0	0,0	0,0	32,7	29,9	13,5	11,6
P1-Ab	Lw`	56,5	33,6	28,5	14,1	6,9	0,0	0,0	0,0	33,6	28,5	14,1	6,9
P1-Zu	Lw`	56,5	33,3	27,8	14,1	6,4	0,0	0,0	0,0	33,3	27,8	14,1	6,4
P2	Lw''	46,6	23,3	25,9	2,7	-3,6	4,0	0,0	0,0	27,3	29,9	6,7	0,4
P2-Ab	Lw`	56,7	35,5	33,5	16,3	8,8	0,0	0,0	0,0	35,5	33,5	16,3	8,8
P2-Zu	Lw`	56,7	34,7	32,8	14,8	6,7	0,0	0,0	0,0	34,7	32,8	14,8	6,7
T01	Lw`	58,6	36,4	32,1	20,8	17,5	0,0	0,0	0,0	36,4	32,1	20,8	17,5
T02	Lw`	60,7	37,4	33,5	33,4	33,0	0,0	0,0	0,0	37,4	33,5	33,4	33,0
T03	Lw`	38,6	20,3	18,0	1,6	-6,7	0,0	0,0	0,0	20,3	18,0	1,6	-6,7
TS-DA	Lw	82,6	35,6	33,8	8,8	7,7	0,0	0,0	0,0	35,6	33,8	8,8	7,7
TS-LS	Lw	68,1	21,3	13,1	-6,3	-7,4	0,0	0,0	0,0	21,3	13,1	-6,3	-7,4
TS-ZS	Lw	76,5	27,4	19,3	2,1	1,0	0,0	0,0	0,0	27,4	19,3	2,1	1,0
WH-D	Lw''	51,0	18,9	19,2	21,5	20,7	0,0	0,0	0,0	18,9	19,2	21,5	20,7
WH-F	Lw''	50,0	12,9	13,0	26,0	25,1	0,0	0,0	0,0	12,9	13,0	26,0	25,1
WH-RT	Lw''	62,0	8,1	10,1	28,6	29,1	0,0	0,0	0,0	8,1	10,1	28,6	29,1
WS-D	Lw''	51,0	23,1	23,5	25,4	25,6	0,0	0,0	0,0	23,1	23,5	25,4	25,6
WS-F	Lw''	50,0	-3,6	-0,1	23,0	21,3	0,0	0,0	0,0	-3,6	-0,1	23,0	21,3
WS-RT	Lw''	79,0	34,3	41,6	49,1	47,0	0,0	0,0	0,0	34,3	41,6	49,1	47,0

Lw Punktquelle [dB(A)] Lw` Linienquelle [dB(A)/m] Lw`` Flächenquelle [dB(A)/m²]
$L_{w.mod}$ Modell-Schallleistungspegel

TABELLE 17: anteilige Mittelungs- $L_{m,an}$ und Beurteilungspegel $L_{r,an}$ / Korrekturwerte für Tonhaltigkeit K_T und Impulshaltigkeit K_I am IO01 bis IO04; **nachts**

Emittent	Quelle	$L_{w.mod}$	$L_{m,an,IO01}$	$L_{m,an,IO02}$	$L_{m,an,IO03}$	$L_{m,an,IO04}$	K_I	K_T	$L_{r,an,IO01}$	$L_{r,an,IO02}$	$L_{r,an,IO03}$	$L_{r,an,IO04}$
			1.OG	1.OG	1.OG	1.OG			1.OG	1.OG	1.OG	1.OG
		dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
LA01	Lw	74,0	16,4	17,2	14,4	18,8	0,0	0,0	16,4	17,2	14,4	18,8
LA02	Lw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
LA03	Lw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P1	Lw"	41,4	22,7	19,9	3,5	1,6	4,0	0,0	26,7	23,9	7,5	5,6
P1-Ab	Lw`	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P1-Zu	Lw`	56,7	33,5	28,0	14,3	6,6	0,0	0,0	33,5	28,0	14,3	6,6
P2	Lw"	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P2-Ab	Lw`	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
P2-Zu	Lw`	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T01	Lw`	62,4	40,2	35,9	24,6	21,3	0,0	0,0	40,2	35,9	24,6	21,3
T02	Lw`	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
T03	Lw`	50,7	32,4	30,1	13,7	5,4	0,0	0,0	32,4	30,1	13,7	5,4
TS-DA	Lw	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TS-LS	Lw	71,1	24,3	16,1	-3,3	-4,4	0,0	0,0	24,3	16,1	-3,3	-4,4
TS-ZS	Lw	79,5	30,4	22,3	5,1	4,0	0,0	0,0	30,4	22,3	5,1	4,0
WH-D	Lw"	51,0	18,9	19,2	21,5	20,7	0,0	0,0	18,9	19,2	21,5	20,7
WH-F	Lw"	50,0	12,9	13,0	26,0	25,1	0,0	0,0	12,9	13,0	26,0	25,1
WH-RT	Lw"	62,0	8,1	10,1	28,6	29,1	0,0	0,0	8,1	10,1	28,6	29,1
WS-D	Lw"	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
WS-F	Lw"	50,0	-3,6	-0,1	23,0	21,3	0,0	0,0	-3,6	-0,1	23,0	21,3
WS-RT	Lw"	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Lw Punktquelle [dB(A)] Lw` Linienquelle [dB(A)/m] Lw`` Flächenquelle [dB(A)/m²]
$L_{w.mod}$ Modell-Schallleistungspegel

ANLAGE 3 QUALITÄT DER UNTERSUCHUNG

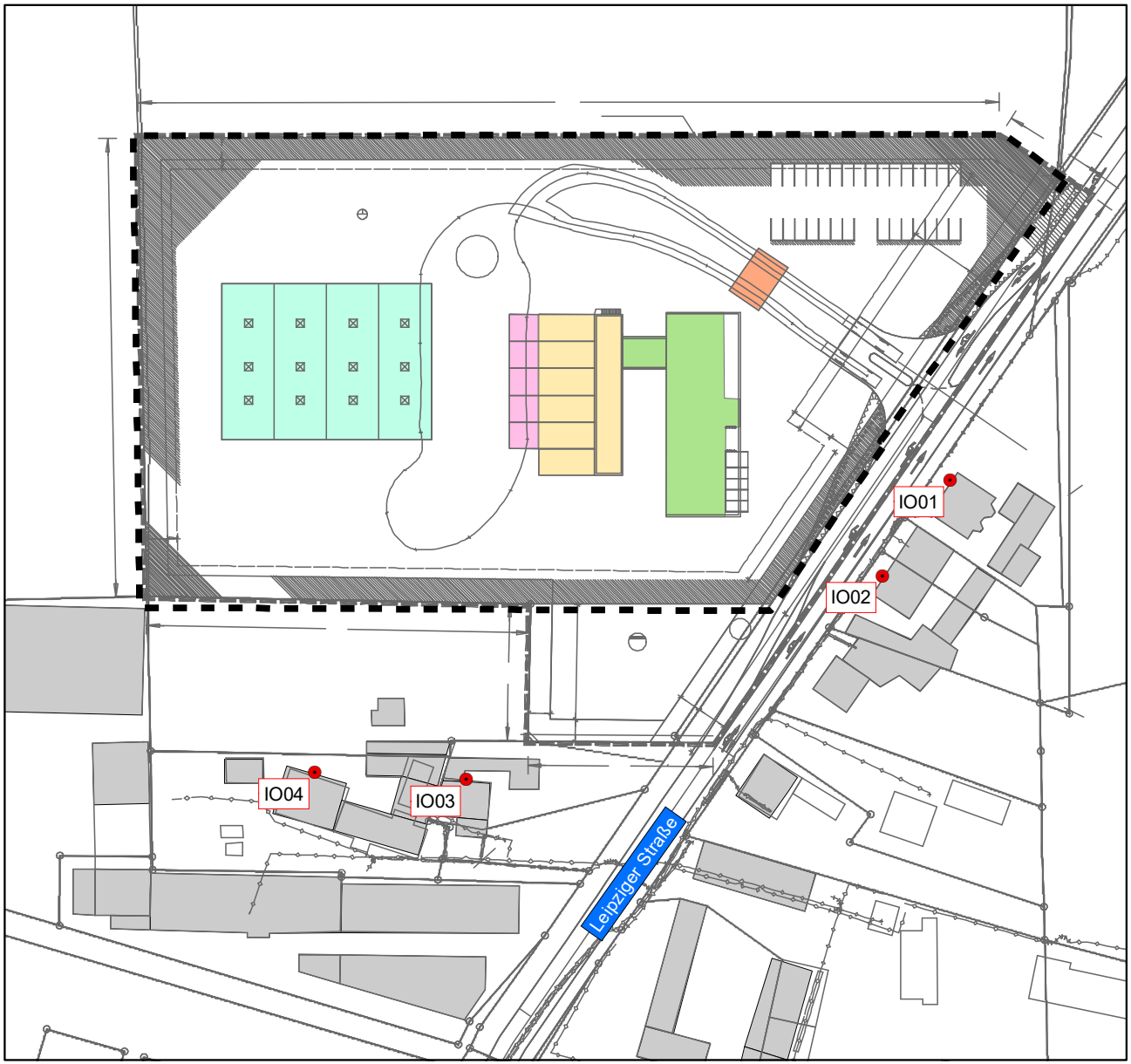
Prognose

Die Qualität der ausgewiesenen Ergebnisse (z.B. Beurteilungspegel) ist vorrangig abhängig von der Genauigkeit der Eingangsdaten (z.B. Lagepläne sowie Schallleistungspegel, Einwirkungsdauer und Richtwirkung der Emittenten). Zur Minimierung von Fehlerquellen werden:

- ein digitales Geländemodell (DGM) und ein digitales Gebäudemodell vom zuständigen „Geofachamt“ bezogen und vom Auftraggeber ein digitaler Lageplan angefordert.
- softwarebasierte Prognosemodelle erstellt. Hierzu wird auf das Programm LimA von der „Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH“ zurückgegriffen. Eine Konformitätserklärung des Softwareentwicklers nach DIN 45687:2006-05 „Software-Erzeugnisse zur Berechnung der Geräuschimmissionen im Freien - Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen - liegt vor.
- für die schalltechnischen Eingangsdaten Schallleistungspegel aus anerkannter Literatur und Fachstudien und/oder Herstellerangaben und/oder eigene Messungen herangezogen.

Die DIN ISO 9613-2, die für die Schallausbreitungsrechnung nach TA Lärm herangezogen wird, gibt ein Berechnungsverfahren der Genauigkeitsklasse 2 wieder (s. Abschn. 1 der Norm). In der Tabelle 5 gibt die DIN ISO eine geschätzte Genauigkeit von höchstens ± 3 dB an, was bei einem Vertrauensintervall von 95% einer Standardabweichung von 1,5 dB entspricht. Die Beurteilungspegel werden für den jeweils ungünstigsten Betriebszustand - Maximalauslastung, Voll- und Parallelbetrieb, maximale Einwirkzeit usw. ermittelt.

Eine Prognoseunsicherheit nach oben hin ist dadurch hinreichend kompensiert, so dass die Ergebnisse auf der sicheren Seite liegen.



Legende

- Immissionsorte (IO)
- Vorhabenbereich
- umgebende Gebäude

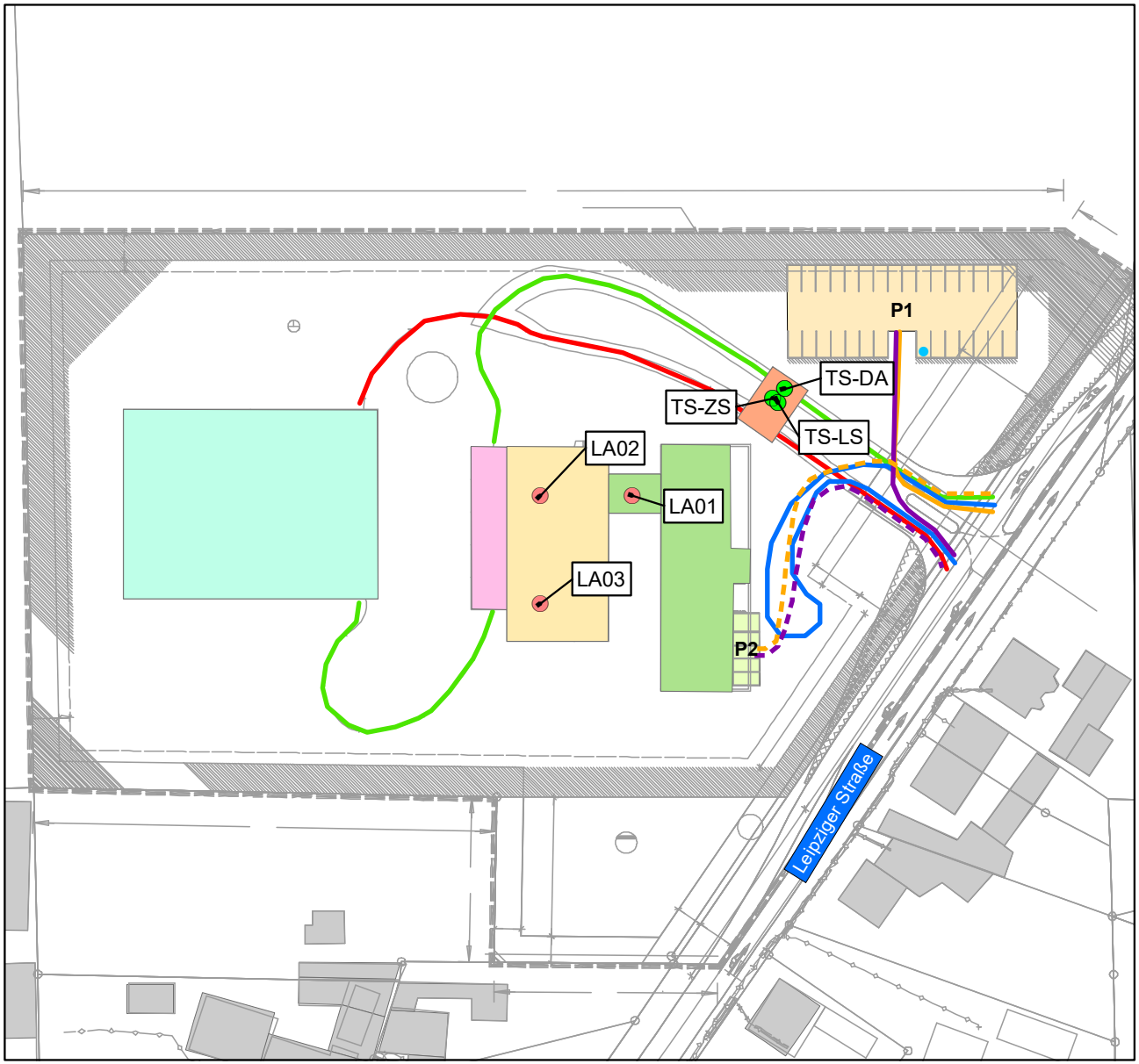
geplante Gebäude

- Bushalle
- Büro-Sozialgebäude
- Werkstatt
- Tankstelle
- Waschhalle

Lageplan	**Bild** 1 Format: A4
04509 Krostitz / OT Krensitz	Projekt-Nr.: 6213 | Version 1.0
0 12,5 25 50 Meter, N	Maßstab: 1:1.500 Lagestatus: UTM33 Höhensystem: DHHN2016

Auftraggeber:	Ersteller:
Ingenieurbüro Schlender und Heiser Wettiner Ring 1 04680 Colditz	goritzka **akustik** Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik Handelsplatz 1 04319 Leipzig

goritzka **akustik**



Legende

umgebende Gebäude
Bushalle
Büro-Sozialgebäude
Werkstatt
Tankstelle
Waschhalle

Emittenten:

Mitarbeiter Parkplatz (P1)
Besucher Parkplatz (P2)
Ausrückende Busse (T01)
Einrückende Busse (T02)
Transporter-Fahrstrecke (T03)
Mitarbeiter-Pkw-Fahrstrecke (P1-Ab)
Mitarbeiter-Pkw-Fahrstrecke (P1-Zu)
Besucher-Pkw-Fahrstrecke (P2-Ab)
Besucher-Pkw-Fahrstrecke (P2-Zu)
lufttechnische Aggregate (LA)
Tankstelle (TS-ZS; TS-LS; TS-DA
TS-DA - Dieselanlieferung
TS-LS - Luftstation
TS-ZS - Zapfsäule

Einzelereignis (E):

Pkw-Kofferraum-Tür (E1)

Emittenten
Freiflächenverkehr / Außenschallquellen

Bild 2
Format: A4

04509 Krostitz / OT Krensitz

Projekt-Nr.: 6213 | Version 1.0

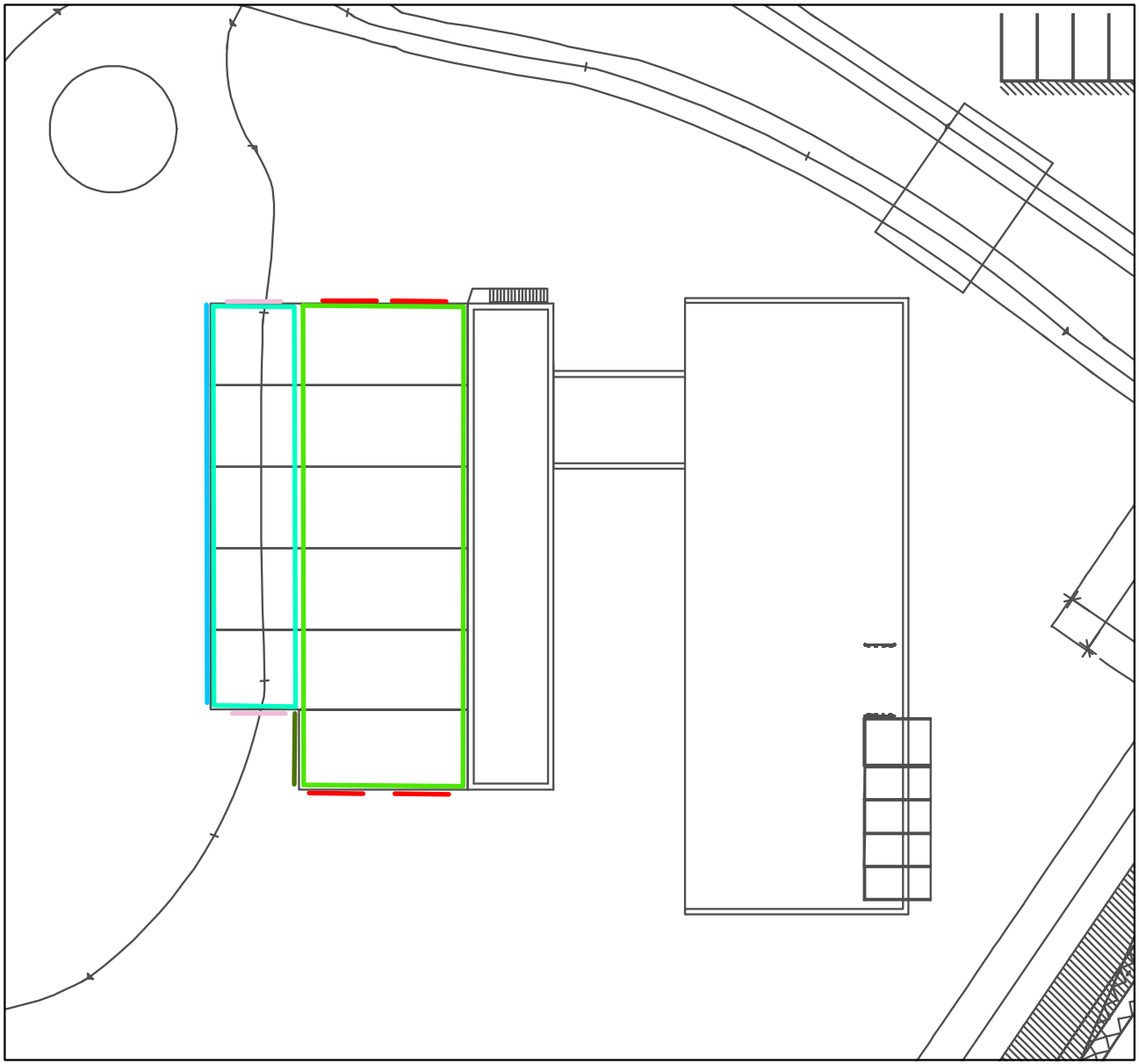
0 25 50 Meter N

Maßstab: 1:1.250
Lagestatus: UTM33
Höhensystem: DHHN2016

Auftraggeber:
Ingenieurbüro Schlender und Heiser
Wettiner Ring 1
04680 Colditz

Ersteller:
goritzka **akustik**
Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik
Handelsplatz 1
04319 Leipzig

goritzka **akustik**



Legende

Bauteilschallquellen:

- Waschhalle Dach (WH-D)
- Waschahalle Fassade (WH-F)
- Waschhalle Rolltor (WH-RT)
- Werkstatt Dach (WS-D)
- Werkstatt Fassade (WS-F)
- Werktstatt Rolltor (WS-RT)

Emittenten
Bauteilschallquellen

Bild 3
Format: A4

04509 Krostitz / OT Krensitz

Projekt-Nr.:
6213 | Version 1.0

0 10 20 Meter N

Maßstab: 1:500
Lagestatus: UTM33
Höhensystem: DHHN2016

Auftraggeber:
Ingenieurbüro Schlender und Heiser
Wettiner Ring 1
04680 Colditz

Ersteller:
goritzka **akustik**
Ingenieurbüro für Schall- und Schwingungstechnik
Handelsplatz 1
04319 Leipzig

goritzka **akustik**