

Bauphysikalische Beratung
Wärme-, Feuchteschutz
Bau-, Raumakustik
Thermische Simulation, Bauklimatik
Energiekonzepte, Tageslichtsimulation
Bauphysikalische Messungen
Lärm-, Schallimmissionschutz
Nachhaltiges Bauen

PROJEKT SANIERUNG UND ERWEITERUNG „EBELU“

Eberhard-Ludwig-Gymnasium | Herdweg 72 | 70174 Stuttgart

SCHALL-IMMISIONSPROGNOSE

Mensa

NR. 622614 / 124466-5

AUFTRAGGEBER/ BAUHERR

Landeshauptstadt Stuttgart
Schulverwaltungsamt, vertreten durch Hochbauamt 65-4
Abteilung Schul- und Sportbauten
Hauptstätter Straße 36
70178 Stuttgart

ARCHITEKT

LRO Lederer Ragnarsdóttir Oei GmbH & Co. KG
Kornbergstraße 36
70176 Stuttgart

BEARBEITER

Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bader
Dipl.-Ing. (FH) Thomas Cejnek
Christian Rittig B. Eng.

Stuttgart / München, 04.08.2017

Inhaltsverzeichnis

1.	Aufgabenstellung.....	3
2.	Grundlagen	4
2.1.	Normen, Richtlinien, Unterlagen.....	4
2.2.	Berechnungsgrundlagen.....	5
2.3.	Beurteilungsgrundlagen.....	6
3.	Örtliche Gegebenheiten und Immissionsorte.....	8
4.	Ausgangsdaten.....	10
4.1.	Schallquellen Mensa	10
4.1.1.	Be- und Entladung des Lkw	10
4.1.2.	Fahrbewegungen und Lkw-Geräusche	11
4.1.3.	Anlagentechnik Mensa	12
4.1.4.	Außenbereich Mensa	13
4.2.	Vorbelastung.....	13
4.2.1.	Anlagentechnik	13
4.2.2.	Schulveranstaltungen im Außenbereich	15
4.2.3.	Artikulationsgeräusche Außenbereiche.....	15
4.2.4.	PKW-Stellplätze	17
4.2.5.	Anlieferungen und Entsorgungen.....	18
5.	Berechnungsergebnisse und Beurteilung.....	19
5.1.	Zusatzbelastung Mensa	19
5.2.	Vorbelastung.....	19
5.3.	Gesamtbelastung	20
5.4.	Maximalpegelkriterium	21
5.5.	Qualität der Prognose.....	22
6.	Beurteilung Gesamtlärmsituation	23
7.	Schlussbemerkung	25

1. Aufgabenstellung

Das Eberhard-Ludwig-Gymnasium in Stuttgart soll saniert und erweitert werden. Im Zuge der Erstellung des B-Planes soll untersucht werden inwiefern sich die geplante Anlieferung der Mensa auf die vorhandene Wohnbebauung auswirkt. Die geplante Anlieferung ist nachfolgend mit roten Pfeilen markiert, die geplanten Neubauten sind blau hinterlegt angedeutet.



Abbildung 1: Vogelperspektive Bestand

(Quelle GoogleMaps)

In der vorliegenden Schall-Immissionsprognose werden die relevanten Schallquellen der Anlieferung beschrieben. Auf dieser Grundlage erfolgen die rechnerische Prognose der zu erwartenden Beurteilungspegel an den relevanten Immissionsorten sowie eine Beurteilung der Berechnungsergebnisse durch Vergleich mit den geltenden Immissionsrichtwerten.

Die Berechnung und Beurteilung der Schallimmissionen erfolgt auf Grundlage der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm - August 1998).

2. Grundlagen

2.1. Normen, Richtlinien, Unterlagen

- [1] Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz; Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA-Lärm), August 1998, sowie alle danach anzuwendenden Normen und technischen Regeln, insbesondere:
- [2] DIN 45645-1 - "Ermittlung von Beurteilungspegeln aus Messungen"; Teil 1: Geräuschemissionen in der Nachbarschaft, Juli 1996
- [3] ISO 9613-2 - "Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien"; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren, Entwurf September 1997
- [4] VDI 2720 - "Schallschutz durch Abschirmung im Freien", Blatt 1, März 1997
- [5] Technischer Bericht zur Untersuchung der Lkw- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen, Umweltplanung Arbeits- und Umweltschutz Hessen, Heft 192 - Mai 1994
- [6] Lageplan Bestand als pdf Datei, Lageplan Vorentwurf, Maßstab 1:200, Stand 09.07.2015
- [7] CADNA/A – Computerprogramm zur Berechnung und Beurteilung von Lärmimmissionen; DataKustik, Version 4.6.155, Stand 10/2016
- [8] Ortstermin am 05.08.2016 zur Erfassung der örtlichen Begebenheiten
- [9] Berechnung der Unsicherheit bei Immissionsprognosen nach TA-Lärm, Wolfgang Probst – DataKustik GmbH, April 2009
- [10] Zeitschrift für Lärmbekämpfung, Heft 3/2002, 49. Jahrgang; Springer VDI-Verlag
- [11] Angaben zur Schallabstrahlung (Gewerk Lüftung) bereitgestellt durch Herp Ingenieure GmbH & Co. KG am 22.09.2016

- [12] Angaben zu den zu erwartenden lärmrelevanten Tätigkeiten auf dem Schulgelände; bereitgestellt durch das Schulverwaltungsamt Eberhardt-Ludwig-Gymnasium
E-Mail vom 23.09.2016, Telefonat vom 26.09.2016
- [13] VDI 3770 – Emissionskennwerte von Schallquellen, Sport und Freizeitanlagen,
September 2012

2.2. Berechnungsgrundlagen

Die Berechnung der Schallimmissionen erfolgte mit dem Computerprogramm CADNA/A (Datakustik, Version 4.6.155 [7]) nach den Vorgaben der einschlägigen Richtlinien und Verordnungen unter Berücksichtigung der baulichen und topografischen Gegebenheiten. Im gegebenen Fall wurden für die Berechnungen die Verfahren nach ISO 9613-2 [3] und VDI 2720 [4] mit Einzahlangaben für die Oktav-Mittenfrequenz 500 Hz angewendet. Für die Berechnung der Bodenabsorption wurde ein schallharter Boden ($G = 0$) angenommen. Reflexionen wurden bis zur 2. Ordnung berücksichtigt.

Die Beurteilungspegel berechnen sich nach TA-Lärm [1], Gleichung G2 in Anlehnung an DIN 45645-1 [2] - siehe Abschnitt 2.3.

2.3. Beurteilungsgrundlagen

Die Beurteilung der Schallimmissionen erfolgt nach der TA-Lärm - Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - von August 1998 [1]. Hiernach gelten die nachfolgend aufgeführten Immissionsrichtwerte:

a)	in Industriegebieten		70 dB(A)
b)	in Gewerbegebieten	tags	65 dB(A)
		nachts	50 dB(A)
c)	in Kern-, Dorf- oder Mischgebieten	tags	60 dB(A)
		nachts	45 dB(A)
d)	in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten	tags	55 dB(A)
		nachts	40 dB(A)
e)	in reinen Wohngebieten	tags	50 dB(A)
		nachts	35 dB(A)
f)	in Kurgebieten, für Krankenhäuser und Pflegeanstalten	tags	45 dB(A)
		nachts	35 dB(A)

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

Nach den Auslegungshinweisen zur TA-Lärm des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg [6] gelten die o.g. Richtwerte nur vor Gebäuden mit schutzbedürftigen Räumen nach DIN 4109, November 1989 (Wohn-, Schlaf-, Büroräume, etc.). Im Falle von Bürogebäuden besteht nachts kein erhöhter Schutzanspruch; d.h. bei ausschließlicher Büronutzung sind sowohl tags, als auch nachts die Immissionsrichtwerte für die Tageszeit heranzuziehen.

Die Tageszeit gilt von 6 Uhr bis 22 Uhr und die Nachtzeit von 22 Uhr bis 6 Uhr. In der Zeit von 6 Uhr bis 7 Uhr und 20 Uhr bis 22 Uhr, d.h. in den Ruhezeiten, ist in Gebieten nach d) bis f) ein Pegelzuschlag von 6 dB(A) zu berücksichtigen.

Die Beurteilung der Schallimmissionen erfolgt durch Vergleich der berechneten Beurteilungspegel mit den Immissionsrichtwerten nach TA-Lärm getrennt nach Tages- und Nachtzeit.

Der Beurteilungspegel ist ein energieäquivalenter Dauerschallpegel. Er berechnet sich nach TA-Lärm - in Anlehnung an DIN 45645-1 [2] - nach folgender Gleichung:

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

- mit:
- L_r Beurteilungspegel in dB(A)
 - T_r Beurteilungszeitraum
 - T_j Einwirkdauer (Teilzeit) einer Schallquelle j
 - $L_{Aeq,j}$ Mittelungspegel während der Teilzeit T_j in dB(A)
 - c_{met} meteorologische Korrektur nach DIN ISO 9613-2, Entwurf Sept. '97
 - $K_{T,j}$ Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit während der Teilzeit T_j in dB(A)
 - $K_{I,j}$ Zuschlag für Impulshaltigkeit während der Teilzeit T_j in dB(A)
 - $K_{R,j}$ Zuschlag für Ruhezeiten während der Teilzeit T_j in dB(A)

Die Beurteilungszeiträume betragen:

- $T_r = 16$ h für die Tageszeit und
- $T_r = 1$ h für die Nachtzeit (ungünstigste Stunde)

Es ist zu beachten, dass nach der TA-Lärm [1] die Gesamtbelastung durch alle auf einen Immissionsort einwirkenden Anlagen zu keiner Richtwertüberschreitung führen sollte. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus der Vorbelastung (Schallimmissionen von bestehenden Anlagen) und der Zusatzbelastung (Schallimmissionen der zu beurteilenden Anlage).

Liegen keine Angaben zur Vorbelastung durch bestehende Anlagen vor, erfüllt der Betreiber der zu beurteilenden Anlage seine Schutzpflicht, wenn die Schallimmissionen der zu beurteilenden Anlage nicht relevant zur Gesamtbelastung beitragen. Dies ist der Fall, wenn die Schallimmissionen der zu beurteilenden Anlage den Immissionsrichtwert um mindestens 6 dB(A) unterschreiten.

3. Örtliche Gegebenheiten und Immissionsorte

Für den Schulkomplex sowie die angrenzenden Wohngebäude liegt kein rechtsgültiger Bebauungsplan vor. Gemäß den vorliegenden Unterlagen ist das Areal der Baustaffel 8 zugeordnet. Gemäß der textlichen Beschreibung ist nach u. E. eine Einteilung der Nachbargebiete entsprechend einem allgemeinen Wohngebiet (WA) realistisch.

§ 7	
Landhausgebiet (Staffel 8 bis 9)	
(1)	Im Landhausgebiet dürfen, abgesehen von Nebenanlagen (Stallgebäuden, Kraftwagenräumen, Waschhäusern und dgl.), nur Gebäude errichtet werden, die ausschließlich oder zum überwiegenden Teil zum Wohnen dienen. In den einzelnen Gebäuden ist auf jedem Stockwerk nur eine Wohnung zulässig. Mehr als zwei selbständige Wohnungen dürfen in einem Gebäude nicht eingerichtet werden.
(2)	Außerdem können Gebäude zugelassen werden, die der Bildung, der Erholung, der Krankenpflege oder öffentlichen Versorgungsbetrieben dienen.
(3)	Die Errichtung von Betrieben der in §§ 4 bis 6 genannten Art, ebenso von Handels- und Gewerbebetrieben ist ausgeschlossen. Kleinere Bäckereien und kleinere Läden können jedoch an geeigneten Stellen von der <i>Baupolizeibehörde</i> ¹⁾ zugelassen werden.
- -	

Abbildung 2: Ausschnitt Textteil Baustaffeln

Die Prognose der Schallimmissionen erfolgt für zwei repräsentative Immissionsorte (IO 1 und IO 2) in den vorhandenen Etagen. In Tabelle 1 sind die Bezeichnung der Immissionsorte, die jeweils geltenden Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm sowie die Koordinaten zusammengestellt. Das für die Berechnungen erstellte Computermodell mit Position der Immissionsorte und der Schallquellen ist in Bild 2 dargestellt.

Bezeichnung	ID	Richtwert		Nutzungsart		Höhe		Koordinaten		
		Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Gebiet	Lärmart	(m)	r	X (m)	Y (m)	Z (m)
Herdweg 74 - EG	IO 1	55.0	40.0	WA	Industrie	1.50	r	58.20	23.72	304.46
Herdweg 74 - 1.OG	IO 1	55.0	40.0	WA	Industrie	4.50	r	58.20	23.72	307.46
Herdweg 74 - 2.OG	IO 1	55.0	40.0	WA	Industrie	7.50	r	58.20	23.72	310.46
Herdweg 74/1 - EG	IO 2	55.0	40.0	WA	Industrie	1.50	r	56.00	42.30	306.73
Herdweg 74/1 - 1.OG	IO 2	55.0	40.0	WA	Industrie	4.50	r	56.00	42.30	309.73
Herdweg 74/1 - 2.OG	IO 2	55.0	40.0	WA	Industrie	7.50	r	56.00	42.30	312.73

Tabelle 1: Bezeichnung der Immissionsorte und Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm [1]

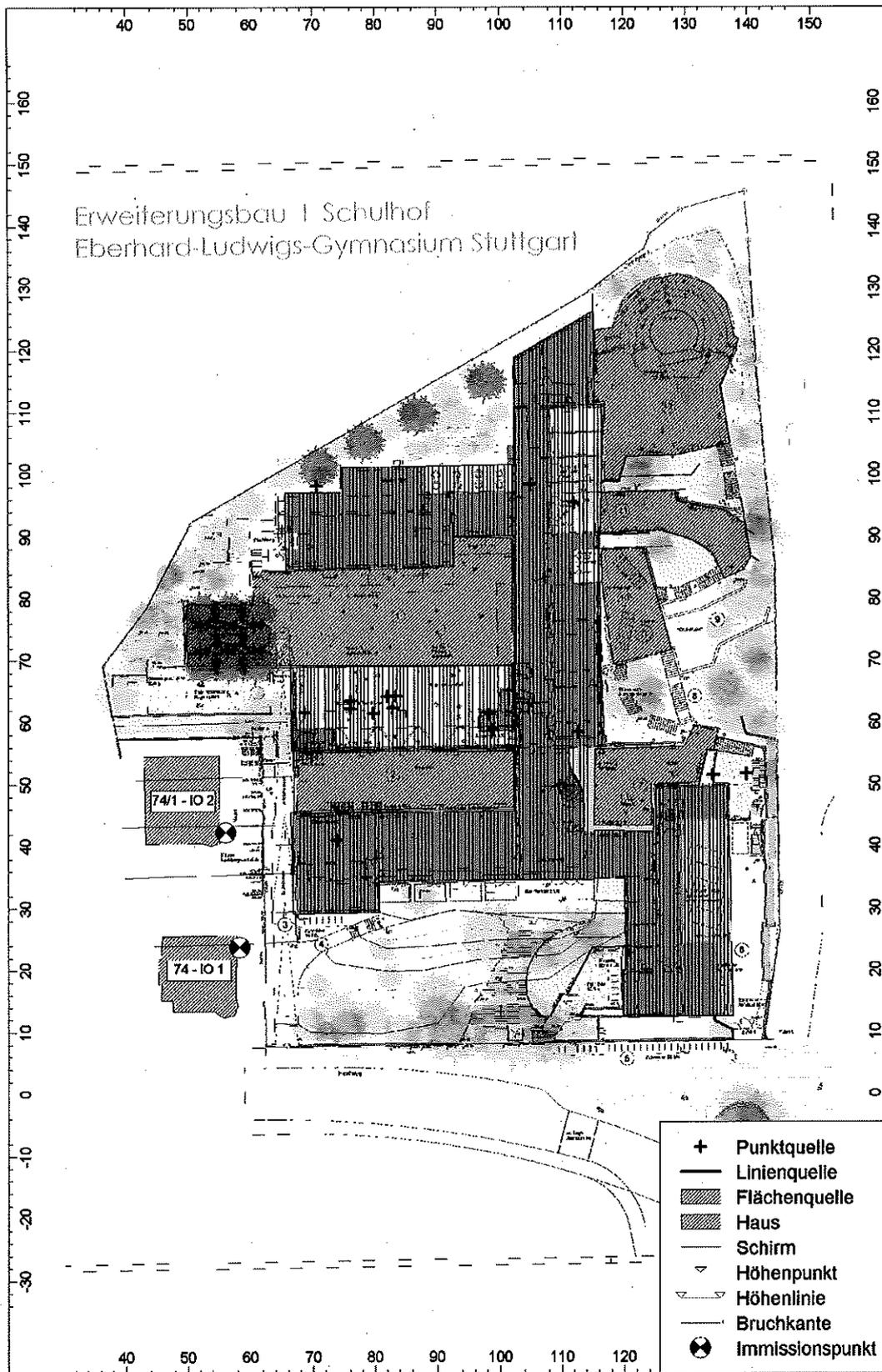


Abbildung 3: Computermodell CADNA/A [7] mit Lage der Immissionsorte

4. Ausgangsdaten

Nachfolgend sind die relevanten Ausgangsdaten zur Berechnung der Schallabstrahlung und der Beurteilungspegel zusammen gestellt.

4.1. Schallquellen Mensa

Die Anlieferung erfolgt auf der Westseite des Mensagebäudes. Die Zufahrt erfolgt über den südlich gelegenen Herdweg. Auf Grund der beengten Platzverhältnisse wird der Lkw vermutlich rückwärts bis zur Entladezone einfahren (oder alternativ vorwärts einfahren und Rückwärts ausfahren) und nach der Verladung wieder vorwärts das Gelände über den Herdweg verlassen.

Nach aktueller Planung findet pro Tag maximal eine Belieferung mit einem Lkw oder einem Transporter statt. In der Berechnung wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen (Anlieferung mit 7,5 t Lkw).

Die Entladung des Lkw wird mit einer Flächenquelle im Bereich des Anlieferung-Eingangs zur Mensa beschrieben. Auf Grund der beengten Platzverhältnisse und auf Grund der geringen zu erwartenden Anlieferungen ist keine Rampe zur Entladung des Lkw vorhanden. Die Be- und Entladung erfolgt somit über absenken der Lkw-Ladebordwand. Folgende Varianten werden untersucht:

4.1.1. Be- und Entladung des Lkw

Für die Be- und Entladung über die eigene Bordwand wurde folgender ungünstigster Ansatz gewählt:

- Be- und Entladung über eine Außenrampe mit Rollcontainern, $L_{WA,1h} = 78 \text{ dB(A)}$
(Hinweis: dies entspricht am ehesten der vorhandenen Situation. Der Schallleistungspegel für eine Be- und Entladung mittels Rollcontainern wird maßgeblich durch das Überfahren der Schwelle zwischen Lkw und Rampe / bzw. LKW Bordwand und Boden geprägt. In wie fern geringere oder höhere Pegel durch den Wegfall einer Rampe vorhanden sind ist nicht bekannt.)

Hinweis: Eine Beladung von Hand (z.B. mit Sackkarren) ist gegenüber den angesetzten Kennwerten deutlich lärmärmer.

Der Schallleistungspegel berechnet sich nach folgender Formel:

$$L_{WA} = L_{WA,1h} + 10 * \log (n) - 10 * \log (T_r / 1h)$$

mit: $L_{WA,1h}$ = zeitlich gemittelter Schallleistungspegel für 1 Ereignis pro Stunde
 n = Anzahl der Ereignisse (hier 10)
 T_r = Beurteilungszeit in h (hier 1 h)

Hieraus resultiert eine Schallleistung von $L_{WA} = 88 \text{ dB(A)}$ bei einer Einwirkzeit von 60 Minuten.

Hinweis:

Das Verladen von Paletten mittels eines Palettenhubwagens ist auf Grund einer sonst zu erwartenden Richtwertüberschreitung nicht möglich.

4.1.2. Fahrbewegungen und Lkw-Geräusche

Die folgende Tabelle 2 zeigt die berücksichtigten Einzelereignisse des Lkw und deren Einwirkzeit.

Quelle	Einwirkdauer [s]	Schallleistung [dB(A)]
Türenschiagen (2 x)	je 5	100
Lkw Leerlauf	30	94
Lkw Anlassen	5	100
Entspannung Bremsluft	5	108

Tabelle 2: Schallleistungspegel Einzelschallquellen Anlieferung

Die Lkw Fahrbewegungen werden als linienbezogene Schallleistungspegel mit $L_{WA} = 63 \text{ dB(A)}$, einer Einwirkzeit von jeweils 60 Minuten und einer Höhe von 1,0 m berücksichtigt.

Der Rückfahrwarner wird als linienbezogener Schalleistungspegel mit $L_{WA}' = 61 \text{ dB(A)}$, einer Einwirkzeit von 60 Minuten und einer Höhe von 0,5 m berücksichtigt.

Die Lkw Rangierfahrt wird mit einer Schalleistung von $L_{WA} = 99 \text{ dB(A)}$ und einer Einwirkzeit von 2 Minuten berücksichtigt.

4.1.3. Anlagentechnik Mensa

Die gesamte Anlagentechnik wird im ungünstigsten Betriebszustand (Dauerbetrieb tags und nachts) beurteilt. Die berücksichtigten Schalleistungspegel und die definierten Höhen wurden [11] entnommen.

Außenluftöffnung Mensa

Die Außenluftansaugung der Mensa findet über das Dach der Verwaltung in einer Höhe von ca. 1,2 m über Gebäudedach statt. Gemäß [11] ist ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 39 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

Fortluftöffnung Mensa

Die Fortluft der Mensa wird über das Dach der Verwaltung in einer Höhe von ca. 1,2 m über Gebäudedach ausgeblasen. Gemäß [11] ist ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 39 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

Fortluftöffnung Küche

Die Fortluft der Küche wird über das Dach der Verwaltung in einer Höhe von ca. 1,2 m über Gebäudedach ausgeblasen. Gemäß [11] ist ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 38 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

Ansaugöffnung RLT-Anlage Küche

Die drei Ansaugöffnungen der RLT-Anlage Küche werden über das Dach der Verwaltung in einer Höhe von ca. 1,2 m hergestellt. Gemäß [11] ist ein Schalleistungspegel von jeweils $L_{WA} = 42 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

4.1.4. Außenbereich Mensa

Es ist nicht bekannt ob in den Sommermonaten eine Außenbestuhlung der Mensa vorgesehen ist. Da sich in den Pausen und in den Hohlstunden Schüler generell im Freien aufhalten können werden die hier anfallenden Artikulationsgeräusche im Zuge der Vorbelastung (siehe Abschnitt 4.2) beurteilt.

4.2. Vorbelastung

4.2.1. Anlagentechnik

Die gesamte Anlagentechnik wird im ungünstigsten Betriebszustand (Dauerbetrieb tags und nachts) beurteilt. Die berücksichtigten Schalleistungspegel und die definierten Höhen wurden [11] entnommen.

Fortluftöffnung WC's Verwaltung

Die Fortluft der WC's Verwaltung ist über das Dach der Küche in einer Höhe von ca. 1,2 m über Gebäudedach ausgeblasen. Gemäß [11] ist ein Schalleistungspegel von $L_{WA} = 62$ dB(A) vorhanden.

Fortluftöffnung Digestorien mit Dachventilator

Die Fortluft der Digestorien (6 Stück) sind über das Dach des NWT Gebäudes in einer Höhe von ca. 0,5 m über Gebäudedach ausgeblasen. Gemäß [11] ist ein Schalleistungspegel von jeweils $L_{WA} = 53$ dB(A) vorhanden.

RLT-Anlage Sporthalle

Die RLT Anlage ist in Ebene 1 des NWT Gebäudes aufgestellt. Es ist eine Einhausung mit unbekannter Abschirmung vorhanden, welche nicht berücksichtigt wurde. Gemäß [11] ist ein Schalleistungspegel (ohne Einhausung) von $L_{WA} = 62$ dB(A) vorhanden.

RLT-Anlage NWT-Räume

Die RLT Anlage ist in Ebene 1 des NWT Gebäudes aufgestellt. Es ist eine Einhausung mit unbekannter Abschirmung vorhanden, welche nicht berücksichtigt wurde. Gemäß [11] ist ein Schalleistungspegel (ohne Einhausung) von $L_{WA} = 62$ dB(A) vorhanden.

Klimasplit-Außeneinheiten

Die Klimasplit-Außeneinheit 1 ist vor der Aufzugsüberfahrt des NWT Gebäudes in einer Höhe von ca. 0,5 m über Gebäudedach aufgestellt. Die Klimasplit-Außeneinheit 2 ist über dem Technikbereich Ebene 5 in einer Höhe von ca. 0,5 m über Gebäudedach aufgestellt. Gemäß [11] ist ein Schallleistungspegel von $L_{WA} = 47 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

Fortluftöffnung RLT-Geräte Oberstufenbau

Die Fortluft des Oberstufenbaus wird an der nördlichen Gebäudegrenze einer Höhe von ca. 0,5 m über Gelände ausgeblasen. Gemäß [11] ist ein Schallleistungspegel von $L_{WA} = 58 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

Aussenluftöffnung RLT-Geräte Oberstufenbau

Die Außenluft des Oberstufenbaus wird an der nördlichen Gebäudegrenze einer Höhe von ca. 0,5 m über Gelände angesaugt. Gemäß [11] ist ein Schallleistungspegel von $L_{WA} = 58 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

RLT-Anlage Orchester / Bibliothek

Die RLT-Anlage für das Orchester und die Bibliothek ist nördlich des Gebäudekomplexes aufgestellt. Gemäß [11] ist ein Schallleistungspegel von $L_{WA} = 77 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

Außen- und Fortluftöffnung WC's Hauptbau

Die Außen- und Fortluft der WC's des Hauptbaus sind über das Dach in einer Höhe von ca. 1,2 m über Gebäudedach hergestellt. Gemäß [11] ist ein Schallleistungspegel von jeweils $L_{WA} = 39 \text{ dB(A)}$ vorhanden.

4.2.2. Schulveranstaltungen im Außenbereich

Neben dem täglichen Schulbetrieb finden im Schulhof und im Amphitheater unregelmäßig diverse Veranstaltungen statt (z.B. Schulfest, Jazz-Konzert, Abifeier, Theater etc.). Diese sonstigen Veranstaltungen stellen nicht den Regelbetrieb dar und werden in der Prognose nicht berücksichtigt.

Hinweis: Die TA-Lärm schließt in ihrem Anwendungsbereich Anlagen für soziale Zwecke aus. Dies bedeutet, dass z.B. Artikulationsgeräusche durch die Schule nicht nach TA-Lärm beurteilt werden müssen und die dadurch entstehenden Geräusche hinzunehmen sind. Im gegebenen Fall werden die Artikulationsgeräusche in Abschnitt 4.2.3 aufgezeigt und ebenfalls in der Prognose berücksichtigt.

4.2.3. Artikulationsgeräusche Außenbereiche

Für die Schüler des Eberhard-Ludwig-Gymnasiums rund um den Gebäudekomplex Außenbereiche zum Aufenthalt zur Verfügung. Nach [12] gliedert sich der Schulbetrieb wie folgt:

Zeitraum	Dauer [min]	Nutzung
08.00 Uhr bis 09.30 Uhr	90	Unterricht
09.30 Uhr bis 09.50 Uhr	20	Pause
09.50 Uhr bis 11.20 Uhr	90	Unterricht
11.20 Uhr bis 11.40 Uhr	20	Pause
11.40 Uhr bis 13.10 Uhr	90	Unterricht
13.10 Uhr bis 14.00 Uhr	50	Pause
14.00 Uhr bis 15.30 Uhr	90	Unterricht
15.30 Uhr bis 15.40 Uhr	10	Pause
15.40 Uhr bis 17.10 Uhr	90	Unterricht

Tabelle 3: Schulbetrieb

Insgesamt summieren sich somit die vorhandenen Pausen auf ca. 100 Minuten.

Nach [12] sind am Eberhard-Ludwig-Gymnasium zukünftig maximal 640 Schüler zu erwarten.

Da sich die Schüler auch vor Schulbeginn und nach Schulende, sowie in ggf. vorhandenen Hohlstunden auf dem Gelände aufhalten können wird folgender Ansatz gewählt.

- Schüler im Freien 550
- Einwirkzeit tags 180 Minuten
- 30 % der Personen im Freien sprechen dauerhaft und gleichzeitig
- gehobene Sprache
- Höhe 1,5 m (entspricht stehenden Personen)

Nach der VDI-Richtlinie 3770 [13] kann die Schallleistung mit folgender Formel berechnet werden:

$$\text{Schallleistung} \quad L_{WA} = L_{WAeq} + 10 * \log (n)$$

$$\text{Impulszuschlag:} \quad K_1 = 9,5 - 4,5 * \log (n)$$

mit: L_{WAeq} = Schallleistungspegel je Person (hier: 70 dB(A))

n = Anzahl sprechender Personen

Nach [12] hält sich ein Großteil der Schüler im Bereich des Spielfeldes auf. Folgender Ansatz wird gewählt:

- 60 % aller Schüler halten sich auf dem Spielfeld auf.
- weitere 40% der Schüler verteilen sich prozentual (entsprechend der vorhandenen Fläche) auf die sonst zu Verfügung stehenden Außenbereiche.

Aus den genannten Kenngrößen errechnen sich die nachfolgenden Schalleistungspegel der Außenbereiche:

Ort	Fläche	Personen	Schalleistung	Impulszuschlag	Gesamt
Spielfeld	800 m ²	330	90,0 dB(A)	0,5 dB(A)	90,5 dB(A)
Mensahof	320 m ²	52	81,9 dB(A)	4,1 dB(A)	86,0 dB(A)
Künstlerhof	175 m ²	29	79,4 dB(A)	5,3 dB(A)	84,7 dB(A)
Chilling-Hof	150 m ²	24	78,6 dB(A)	5,6 dB(A)	84,2 dB(A)
Ausgang Ebene O2	160 m ²	26	78,9 dB(A)	5,5 dB(A)	84,4 dB(A)
Kulturhof	550 m ²	89	84,3 dB(A)	3,1 dB(A)	87,4 dB(A)

Tabelle 4: Schalleistungspegel Außenbereiche

4.2.4. PKW-Stellplätze

Auf der Ostseite des Oberstufengebäudes sind insgesamt 5 Stellplätze (davon ein behindertengerechter Stellplatz) dem Gebäudekomplex zugewiesen. Weitere Stellplätze sind durch die öffentlichen Stellplätze entlang der Relenbergstraße und dem Herdweg vorhanden.

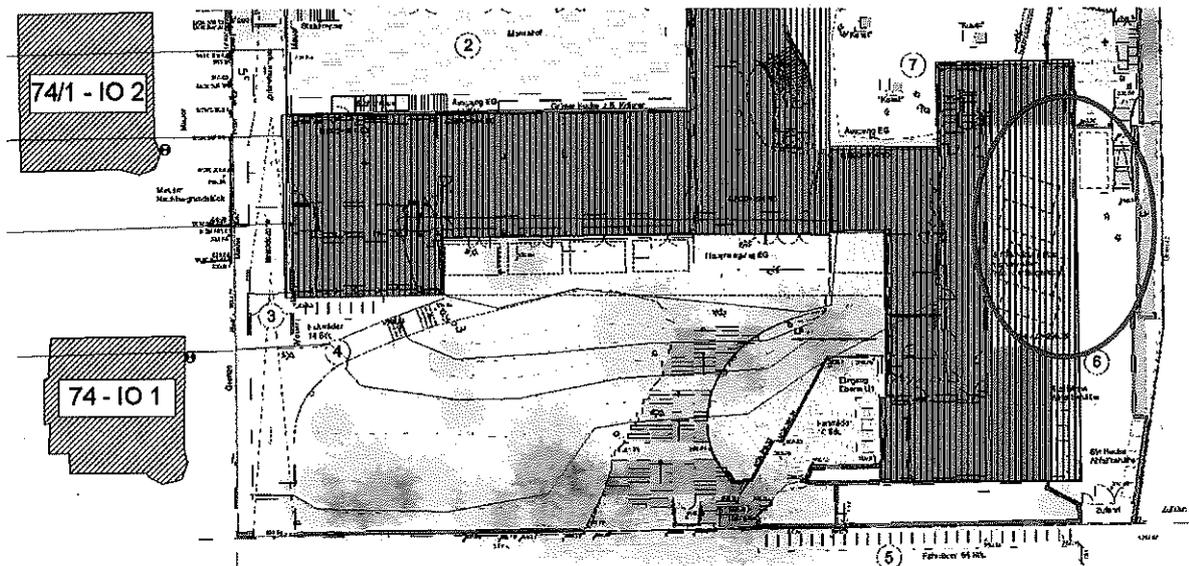


Abbildung 4: Zugewiesene PKW-Stellplätze

Die vorhandenen Stellplätze sind den relevanten Immissionsorten (Wohngebäude Herdweg 47 und Herdweg 74/1) abgewandt und werden durch den Schulkomplex wirksam abgeschirmt. Die Stellplätze stellen somit keine relevante Schallquelle dar und werden daher nicht in der Prognose berücksichtigt. Alle Stellplätze auf öffentlicher Verkehrsfläche werden ebenfalls in der Prognose nicht berücksichtigt.

4.2.5. Anlieferungen und Entsorgungen

Auf der Süd- Ostseite des Oberstufengebäudes befinden sich die Stellplätze für Mülltonnen und sonstige Behälter.

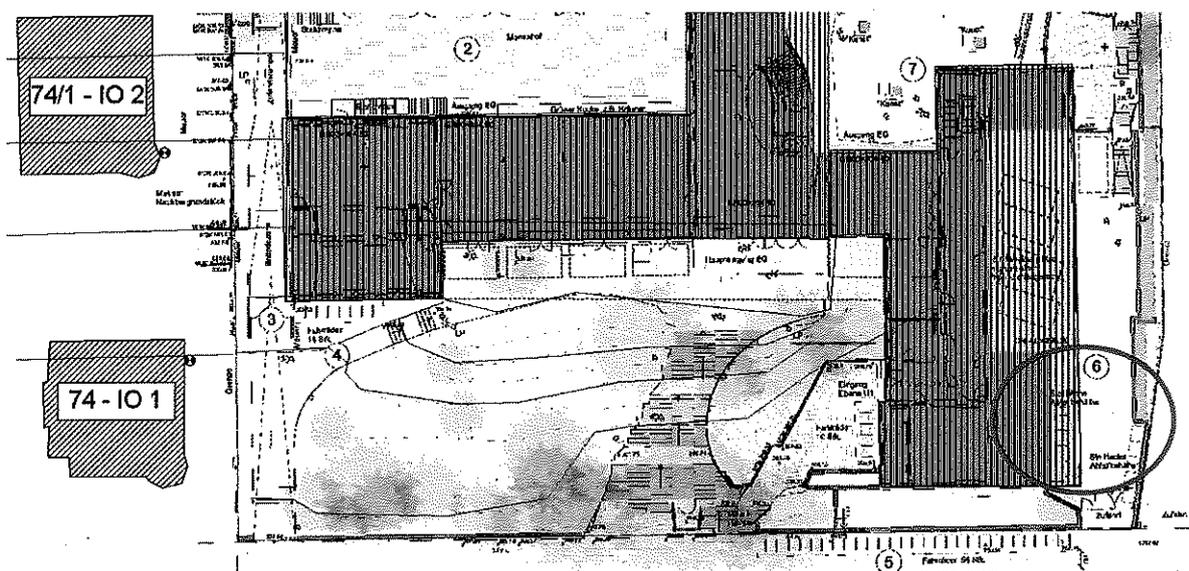


Abbildung 5: Stellplatz Mülltonnen

Die Abholung der Mülltonnen erfolgt je 1 x pro Woche. Die Anlieferung von Papier, Getränke, Bücher etc. erfolgt bei Bedarf täglich. Der Bereich der Anlieferungen und Entsorgungen ist den relevanten Immissionsorten (Wohngebäude Herdweg 47 und Herdweg 74/1) abgewandt und wird durch den Schulkomplex wirksam abgeschirmt. Die Geräusche durch die Anlieferung und Entsorgung stellen somit keine relevante Schallquelle dar und werden daher nicht in der Prognose berücksichtigt.

5. Berechnungsergebnisse und Beurteilung

Die Berechnung der Beurteilungspegel erfolgte mit den vor genannten Annahmen für die berücksichtigten Immissionsorte IO1 und IO 2. Meteorologische Einflüsse wurden nicht berücksichtigt. Gemäß [3] werden somit Witterungsbedingungen abgebildet, welche für die Schallausbreitung zwischen Sender und Empfänger günstig sind (Abschätzung auf der sicheren Seite).

5.1. Zusatzbelastung Mensa

Bezeichnung	ID	Pegel Lr	Richtwert	Nutzungsart		Höhe		Koordinaten		
		Tag	Tag	Gebiet	Lärmart	(m)	r	X	Y	Z
		(dBA)	(dBA)					(m)	(m)	(m)
Herdweg 74 - EG	IO 1	50.1	55.0	WA	Industrie	1.50	r	58.20	23.72	304.46
Herdweg 74 - 1.OG	IO 1	49.8	55.0	WA	Industrie	4.50	r	58.20	23.72	307.46
Herdweg 74 - 2.OG	IO 1	49.1	55.0	WA	Industrie	7.50	r	58.20	23.72	310.46
Herdweg 74/1 - EG	IO 2	42.6	55.0	WA	Industrie	1.50	r	56.00	42.30	306.73
Herdweg 74/1 - 1.OG	IO 2	46.4	55.0	WA	Industrie	4.50	r	56.00	42.30	309.73
Herdweg 74/1 - 2.OG	IO 2	46.4	55.0	WA	Industrie	7.50	r	56.00	42.30	312.73

Tabelle 5: Berechnete Beurteilungspegel und Immissionsrichtwerte Zusatzbelastung

Beurteilung

Die nach TA-Lärm festgelegten Immissionsrichtwerte werden an allen Immissionsorten eingehalten. Die Unterschreitung beträgt am ungünstigsten Immissionsort IO 1 – EG 4,9 dB(A). Die relevante Schallquelle stellt die Be- und Entladung des Lkw dar.

In diesem Fall muss die Vorbelastung untersucht werden.

5.2. Vorbelastung

Bezeichnung	ID	Pegel Lr	Richtwert	Nutzungsart		Höhe		Koordinaten		
		Tag	Tag	Gebiet	Lärmart	(m)	r	X	Y	Z
		(dBA)	(dBA)					(m)	(m)	(m)
Herdweg 74 - EG	IO 1	31.2	55.0	WA	Industrie	1.50	r	58.20	23.72	304.46
Herdweg 74 - 1.OG	IO 1	32.3	55.0	WA	Industrie	4.50	r	58.20	23.72	307.46
Herdweg 74 - 2.OG	IO 1	34.1	55.0	WA	Industrie	7.50	r	58.20	23.72	310.46
Herdweg 74/1 - EG	IO 2	39.5	55.0	WA	Industrie	1.50	r	56.00	42.30	306.73
Herdweg 74/1 - 1.OG	IO 2	41.9	55.0	WA	Industrie	4.50	r	56.00	42.30	309.73
Herdweg 74/1 - 2.OG	IO 2	42.8	55.0	WA	Industrie	7.50	r	56.00	42.30	312.73

Tabelle 6: Berechnete Beurteilungspegel und Immissionsrichtwerte Vorbelastung

5.3. Gesamtbelastung

Bezeichnung	ID	Pegel Lr	Richtwert	Nutzungsart		Höhe		Koordinaten		
		Tag (dBA)	Tag (dBA)	Gebiet	Lärmart	(m)		X (m)	Y (m)	Z (m)
Herdweg 74 - EG	IO 1	50.1	55.0	WA	Industrie	1.50	r	58.20	23.72	304.46
Herdweg 74 - 1.OG	IO 1	49.9	55.0	WA	Industrie	4.50	r	58.20	23.72	307.46
Herdweg 74 - 2.OG	IO 1	49.2	55.0	WA	Industrie	7.50	r	58.20	23.72	310.46
Herdweg 74/1 - EG	IO 2	44.3	55.0	WA	Industrie	1.50	r	56.00	42.30	306.73
Herdweg 74/1 - 1.OG	IO 2	47.7	55.0	WA	Industrie	4.50	r	56.00	42.30	309.73
Herdweg 74/1 - 2.OG	IO 2	48.0	55.0	WA	Industrie	7.50	r	56.00	42.30	312.73

Tabelle 7: Berechnete Beurteilungspegel und Immissionsrichtwerte Gesamtbelastung

Beurteilung

Die nach TA-Lärm festgelegten Immissionsrichtwerte werden an allen Immissionsorten eingehalten. Die Unterschreitung der Gesamtbelastung beträgt am ungünstigsten Immissionsort IO 1 – EG 4,9 dB(A).

Hinweis:

Das Verladen von Paletten mittels eines Palettenhubwagens ist auf Grund einer sonst zu erwartenden Richtwertüberschreitung nicht möglich.

5.4. Maximalpegelkriterium

Maximalpegel treten durch Entlüften der Lkw Bremsen auf. Hierbei werden Schalleistungspegel von 108 dB(A) erzeugt. In der nachfolgenden Tabelle 8 sind die berechneten Beurteilungspegel für das Maximalpegelkriterium aufgeführt:

Bezeichnung	M.	ID	Pegel Lr	Richtwert	Nutzungsart		Höhe		Koordinaten		
			Tag (dBA)	Tag (dBA)	Gebiet	Lärmart	(m)		X (m)	Y (m)	Z (m)
Herdweg 74 - EG		IO 1	78.1	55.0	WA	Industrie	1.50	r	58.20	23.72	304.46
Herdweg 74 - 1.OG		IO 1	78.1	55.0	WA	Industrie	4.50	r	58.20	23.72	307.46
Herdweg 74 - 2.OG		IO 1	77.0	55.0	WA	Industrie	7.50	r	58.20	23.72	310.46
Herdweg 74/1 - EG		IO 2	73.7	55.0	WA	Industrie	1.50	r	56.00	42.30	306.73
Herdweg 74/1 - 1.OG		IO 2	77.3	55.0	WA	Industrie	4.50	r	56.00	42.30	309.73
Herdweg 74/1 - 2.OG		IO 2	77.7	55.0	WA	Industrie	7.50	r	56.00	42.30	312.73

Tabelle 8: Berechnete Maximalpegel und Immissionsrichtwerte nach TA-Lärm [1]

Beurteilung

Nach der TA-Lärm [1] dürfen die geltenden Immissionsrichtwerte von den Maximalpegeln tags höchstens um 30 dB(A) überschritten werden. Die zu erwartenden Maximalpegel überschreiten im ungünstigsten Fall (IO 1 - EG) den Immissionsrichtwert tags um 23,1 dB(A). Das Maximalpegelkriterium ist **erfüllt**.

5.5. Qualität der Prognose

Nach der TA-Lärm [1] ist eine Aussage über die Genauigkeit der Prognose zu treffen. Zur Ermittlung der Genauigkeit wird das Verfahren nach Probst angewendet ([11] sowie [12]). Die wesentlichen Eingangsgrößen sind nachfolgend zusammen gestellt:

Unsicherheit für die Emission $\sigma_{LWA} = 2 \text{ dB}$
 abstandabhängige Unsicherheit $\sigma_D = 3 * \text{LOG} (d / d_0)$

Mit den daraus berechneten Unsicherheiten der einzelnen Teilimmissionen $\sigma_{Lr,i}$ ergeben sich für die einzelnen Immissionsorte die in Tabelle 9 genannten kennzeichnenden Unsicherheiten σ_D .

Bezeichnung	ID	Pegel Lr		Richtwert	Nutzungsart		Höhe		Koordinaten		
		Tag (dBA)	SigmaD (dBA)	Tag (dBA)	Gebiet	Lärmart	(m)	(m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
Herdweg 74 - EG	IO 1	50.1	1.2	55.0	WA	Industrie	1.50	r	58.20	23.72	304.46
Herdweg 74 - 1.OG	IO 1	49.9	1.2	55.0	WA	Industrie	4.50	r	58.20	23.72	307.46
Herdweg 74 - 2.OG	IO 1	49.2	1.3	55.0	WA	Industrie	7.50	r	58.20	23.72	310.46
Herdweg 74/1 - EG	IO 2	44.3	0.9	55.0	WA	Industrie	1.50	r	56.00	42.30	306.73
Herdweg 74/1 - 1.OG	IO 2	47.7	1.0	55.0	WA	Industrie	4.50	r	56.00	42.30	309.73
Herdweg 74/1 - 2.OG	IO 2	48.0	1.0	55.0	WA	Industrie	7.50	r	56.00	42.30	312.73

Tabelle 9: Berechnete Beurteilungspegel Gesamtbelastung und Unsicherheiten

6. Beurteilung Gesamtlärmsituation

Auf Wunsch der Gewerbeaufsicht der Stadt Stuttgart wird im Folgenden nachgewiesen, dass es an den beurteilten Immissionsorten zu keiner Gesundheitsgefährdung durch Lärm kommt. Eine Gesundheitsgefährdung liegt nach der gängigen Rechtsprechung vor wenn tags ein Beurteilungspegel von 70 dB(A) und nachts 60 dB(A) überschritten wird. Hierbei werden alle auf den Immissionsort eintreffenden Schallquellen berücksichtigt. Es wird im Folgenden ausschließlich der Tagzeitraum beurteilt, da die relevante Schallquelle Mensa Eberhard-Ludwig-Gymnasium ausschließlich im Tagzeitraum aktiv ist. Im gegebenen Fall wirken folgende Schallquellen auf die Immissionsorte ein:

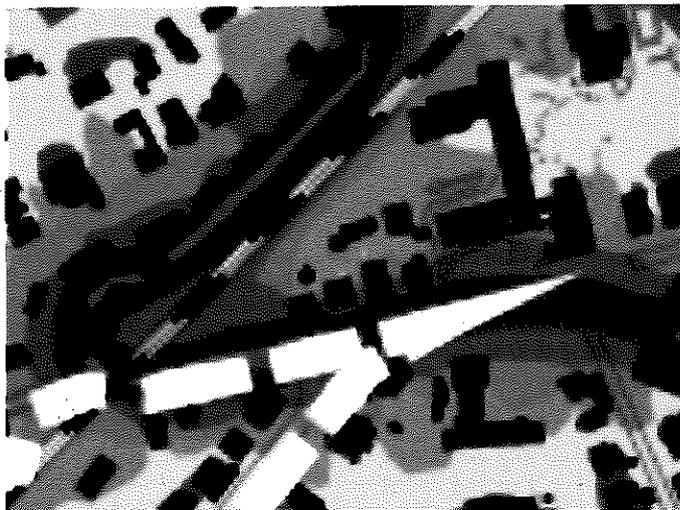
Schallimmissionen durch das Eberhard-Ludwig-Gymnasium

- Herdweg 74 $L_r \leq 50,1$ dB(A)
- Herdweg 74/1 $L_r \leq 48,0$ dB(A)

Straßenverkehr

aus der aktuellen Lärmkartierung (2012) gehen an den beurteilten Fassaden folgende maximale Beurteilungspegel hervor:

- Herdweg 74 $L_r \leq 65$ dB(A)
- Herdweg 74/1 $L_r \leq 55$ dB(A)



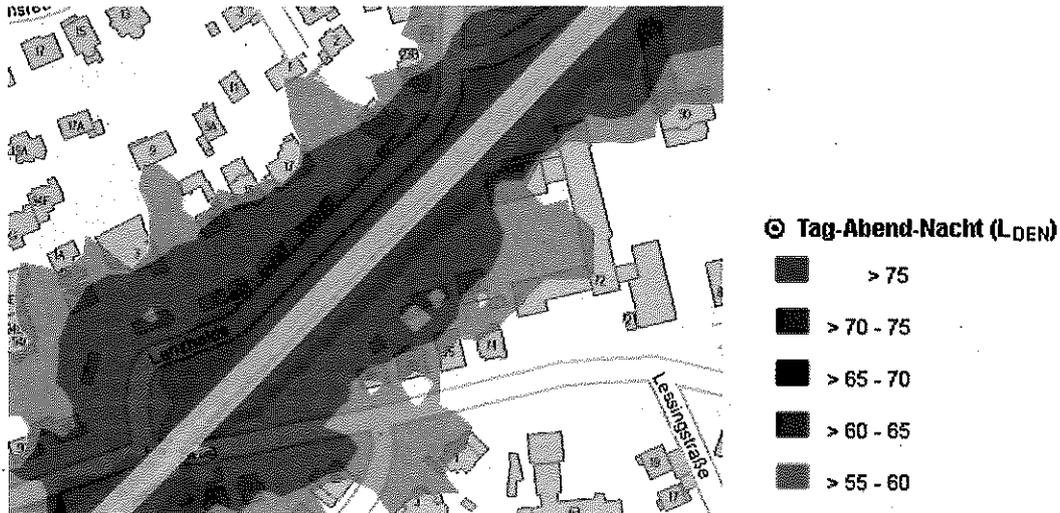
Gewichteter
Tag-Abend-Nacht-Pegel
in dB(A)

	≤ 35
	$35 < \leq 40$
	$40 < \leq 45$
	$45 < \leq 50$
	$50 < \leq 55$
	$55 < \leq 60$
	$60 < \leq 65$
	$65 < \leq 70$
	$70 < \leq 75$
	$75 < \leq 80$
	$80 <$

Schienerverkehr

aus der aktuellen Lärmkartierung (2017) gehen an den beurteilten Fassaden folgende maximale Beurteilungspegel hervor:

- Herdweg 74 $L_r \leq 60 \text{ dB(A)}$
- Herdweg 74/1 $L_r \leq 65 \text{ dB(A)}$



Addition der Pegel

Gebäude	E.-L.-Gymnasium	Straße	Schiene	Gesamtpegel
Herdweg 74	50,1 dB(A)	$\leq 65 \text{ dB(A)}$	$\leq 60 \text{ dB(A)}$	$\leq 66,3 \text{ dB(A)}$
Herdweg 74/1	48,0 dB(A)	$\leq 55 \text{ dB(A)}$	$\leq 65 \text{ dB(A)}$	$\leq 65,5 \text{ dB(A)}$

Beurteilung

Ein Beurteilungspegel von 70 dB(A) ist an den untersuchten Immissionsorten nicht vorhanden. Somit ist keine Gesundheitsgefährdung gegeben.

Es gilt:

Die durch die TA-Lärm [1] verbindlich vorgegebenen und durch das Eberhard-Ludwig-Gymnasium eingehaltenen Richtwerte von tags maximal 55 dB(A) an den untersuchten Immissionsorten schließen einen relevanten Einfluss im Zuge einer Gesundheitsgefährdung aus, da der Richtwert 15 dB(A) unterhalb der Schwelle zur Gesundheitsgefährdung liegt und damit nicht relevant zum Gesamtpegel beiträgt.

7. Schlussbemerkung

Im Nachtzeitraum von 22 Uhr bis 6 Uhr ist eine Anlieferung mit LKW ausgeschlossen. Grund hierfür ist die Überschreitung des Maximalpegelkriterium und der zulässigen Beurteilungspegel.

Bei einer Verladung mit Hilfe von Rollcontainern ist eine Unterschreitung der zulässigen Richtwerte um < 6 dB(A) zu erwarten. Unter Berücksichtigung der Vorbelastung konnte die Einhaltung der Richtwerte für die Gesamtbelastung rechnerisch nachgewiesen werden.

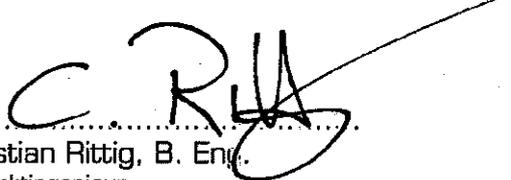
Eine Anlieferung mit Palettenhubwagen ist unter den aktuellen Voraussetzungen nicht möglich.

Allgemeiner Hinweis: Die in Abschnitt 6 beurteilte Schwelle zur Gesundheitsgefährdung ist im Baugenehmigungsverfahren nicht zu bewerten.

Die vorliegende Ausarbeitung umfasst 25 Seiten Text. Eine auszugsweise Vervielfältigung oder Weitergabe ist nicht gestattet.

GN Bauphysik
Ingenieurgesellschaft mbH

i.A. 
Dipl.-Ing. (FH) Daniel Bader
- Projektleiter -

i.A. 
Christian Rittig, B. Eng.
- Projektingenieur -