

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
Niederlassung Gelsenkirchen  
Fritz-Schupp-Straße 4  
45899 Gelsenkirchen

Telefon +49(209)98308 0  
Telefax +49(209)98308 11

[www.mbbm-ind.com](http://www.mbbm-ind.com)  
Dr.-Ing. Andreas Bauer  
Telefon +49(6051)6183 15  
andreas.bauer@mbbm-ind.com

29. August 2024  
M178878/01 Version 1 BAUE2/BLEC

## Nahwärme Aitrang GmbH

### Errichtung und Betrieb einer Nahwärmezentrale in der Friesenrieder Straße in 87648 Aitrang

### Detaillierte Geräuschimmissionsprognose nach TA Lärm für die Antragsunterlagen

**Bericht Nr. M178878/01**

Auftraggeber:

Nahwärme Aitrang GmbH  
Römerstraße 20  
87648 Aitrang

Bearbeitet von:

Dr.-Ing. Andreas Bauer

Berichtsumfang:

Insgesamt 34 Seiten, davon  
27 Seiten Textteil,  
3 Seiten Anhang A und  
4 Seiten Anhang B

Müller-BBM Industry Solutions GmbH  
Niederlassung Gelsenkirchen  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner,  
Manuel Männel,  
Dr. Alexander Ropertz

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Situation und Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Ermittlung und Beurteilung der Schallimmission nach TA Lärm</b>	<b>6</b>
3.1	Allgemeine Vorbemerkungen	6
3.2	Berechnung der Schallimmission nach DIN ISO 9613-2	6
3.3	Bildung der Beurteilungspegel	8
3.4	Immissionsrichtwerte	9
3.5	Beurteilungszeiten	9
<b>4</b>	<b>Anforderungen an den Schallschutz</b>	<b>10</b>
4.1	Immissionsorte	10
4.2	Schalltechnische Anforderungen	11
<b>5</b>	<b>Lage- und Betriebsbeschreibung</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Geräuschemissionen der geplanten Anlage</b>	<b>13</b>
6.1	Vorbemerkungen	13
6.2	Geräuschabstrahlung der Gebäude	14
6.3	Geräuschquellen im Freien	15
6.4	Betrieb des Notstromaggregats	15
6.5	Schallschutzmaßnahmen	16
<b>7</b>	<b>Geräuschemissionen des anlagenbezogenen Fahrverkehrs</b>	<b>17</b>
7.1	Allgemeines	17
7.2	Emissionsansätze	17
7.3	Maximalpegel für kurzzeitige Ereignisse	18
<b>8</b>	<b>Berechnung und Beurteilung der Geräuschemissionen</b>	<b>19</b>
8.1	Grundlagen der Schallausbreitungsberechnung	19
8.2	Bildung der Beurteilungspegel	19
8.3	Vergleich der Berechnungsergebnisse mit den Immissionsrichtwerten	20
8.4	Maximalpegel für kurzzeitige Ereignisse	20
8.5	Tieffrequente Geräuscheinwirkungen	21
8.6	Zuzurechnender Verkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen	25
<b>9</b>	<b>Qualität der Prognose</b>	<b>26</b>

**Anhang A:** Abbildungen

**Anhang B:** Ausgewählte Eingabedaten und Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung

## 1 Situation und Aufgabenstellung

Die Nahwärme Altrang GmbH plant am Standort östlich der Friesenrieder Straße in 87648 Altrang die Errichtung und den Betrieb einer Nahwärmezentrale, bestehend aus zwei holzbefeuerten Hackschnitzelkesseln (Nennwärmeverluste ca. 500 kW und ca. 900 kW) sowie zwei Spaltenlastkesseln, ausgeführt als Ölheizkessel (Nennwärmeverluste jeweils ca. 900 kW). Die Anlieferung der Holzhackschnitzel (HHS) soll mittels Lkw erfolgen.

Die geplante Nahwärmezentrale befindet sich auf einem derzeit unbebauten Grundstück, welches westlich unmittelbar an ein bestehendes Wohngebiet angrenzt.

Für die Errichtung und den Betrieb der Nahwärmezentrale ist im Rahmen des Bauantrags u. a. die Erstellung einer detaillierten Geräuschimmissionsprognose nach TA Lärm [2] erforderlich.

Hierzu werden zunächst die Schallemissionen für die neu geplanten Anlagenteile prognostiziert. Anschließend sollen für den geplanten Endausbau Schallausbreitungsberechnungen zu den zuvor festgelegten maßgeblichen Immissionsorten und die Beurteilung gemäß TA Lärm [2] durchgeführt werden.

Da es sich um eine neue Anlage handelt, sollen im Rahmen des vorliegenden Gutachtens die schutzbedürftigen Räumlichkeiten und somit die maßgeblichen Immissionsorte im Umfeld der Nahwärmezentrale ermittelt werden.

Die Grundlagen der durchgeführten Geräuschimmissionsprognose und die hierbei ermittelten Ergebnisse sind Inhalt des vorliegenden Berichts.

## 2 Grundlagen

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der aktuellen Fassung.
- [2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI Nr. 26/1998 S. 503), geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 01.06.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5).
- [3] DIN ISO 9613-2: Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien. Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren. 1999 10.
- [4] DIN 45680: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft. 1997-03.
- [5] DIN 45680: Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft. Beiblatt 1: Hinweise zur Beurteilung gewerblicher Anlagen. 1997-03.
- [6] DIN 45687: Akustik – Software-Ergebnisse zur Berechnung der Geräuschimmission im Freien – Qualitätsanforderungen und Prüfbestimmungen. 2006-05.
- [7] VDI-Richtlinie 2571: Schallabstrahlung von Industriebauten, August 1976.
- [8] DIN EN ISO 12354-4: Bauakustik. Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften. Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie. 2017-11.
- [9] DIN 1333: Zahlenangaben. 1992-02.
- [10] DIN EN ISO 10140-2: Akustik – Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand – Teil 2: Messung der Luftschalldämmung (ISO 10140-2:2010); Deutsche Fassung EN ISO 10140-2:2010.
- [11] J. Gilg: „Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche gemäß TA Lärm in Genehmigungs-, Planfeststellungs- und Baugenehmigungsverfahren, Mustergutachten und Handlungsanleitung“, erstellt im Auftrag des UBA Kiel. Müller-BBM-Bericht Nr. 44 932 / 7 vom 13.02.2001
- [12] M. Schmidt et. al.: „Forschungsvorhaben zur Messung und Prognose der Einwirkung tieffrequenter Schalle an Immissionsorten für DIN 45680“. Müller-BBM-Abschlussbericht Nr. M111460/05 vom 31.03.2016.
- [13] Technischer Bericht zur Untersuchung der Lkw- und Ladegeräusche auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern und Speditionen. Umweltplanung Arbeits- und Umweltschutz Heft 192, Hessische Landesanstalt für Umwelt, G.-Nr.: 3.5.3/325 vom 16.05.1995.
- [14] Parkplatzlärmbstudie, Empfehlungen zur Berechnung von Schallemissionen aus Parkplätzen, Autohäusern und Omnibusbahnhöfen sowie von Parkhäusern und Tiefgaragen; Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, 6. überarbeitete Auflage, Augsburg, 2007-08.

- [15] Rechtskräftige Bebauungspläne der Gemeinde Aitrang:
- Bebauungsplan Nr. 2 vom 29.05.1974, zuletzt geändert mit 5. Satzung vom 09.08.2007
  - Bebauungsplan Nr. 4 vom 20.08.1980, zuletzt geändert mit 3. Satzung vom 09.08.2007
  - Bebauungsplan Nr. 5 vom 27.04.1983, zuletzt geändert mit 1. Satzung vom 09.08.2007
  - Bebauungsplan „Am Heuberg Süd“ vom 01.12.2005
  - Bebauungsplan „Kellerberg Süd“ vom 30.07.1999, zuletzt geändert mit 1. Satzung am 17.02.2000
  - Bebauungsplan „Hofmanns Feld“ vom 07.07.2014
- [16] E-Mail „Abstimmung Immissionsorte Nahwärme Aitrang“ von Hr. Noll, Landratsamt Ostallgäu Abteilung Umweltschutz an Hr. Bauer, Müller-BBM Industry Solutions GmbH am 20.03.2024.
- [17] Unterlagen zur geplanten Heizzentrale, Schnitt- und Lagepläne, sowie Angaben zum Betriebsablauf übersandt per E-Mail von Zinßer-Ingenieure GmbH unter anderem am 23.06.2022, 27.09.2022, 24.11.2022, sowie 28.11.2022.
- [18] „Abstimmung Immissionsorte Nahwärme Aitrang“ – E-Mail von Hr. Florian Noll, Landratsamt Ostallgäu an Hr. Andreas Bauer, Müller-BBM Industry Solutions GmbH vom 07.08.2024.

### 3 Ermittlung und Beurteilung der Schallimmission nach TA Lärm

#### 3.1 Allgemeine Vorbemerkungen

##### 3.1.1 Kennzeichnung der Schallemission

Das wesentliche Kennzeichen einer Schallquelle ist das Spektrum ihres Schallleistungspegels  $L_W$ . Der Schallleistungspegel in dB gibt im logarithmischen Maß die von einer Schallquelle abgestrahlte Schallleistung  $W$  an, bezogen auf  $W_0 = 10^{-12}$  Watt:

$$L_W = 10 \lg (W/W_0) \text{ dB.}$$

In der Praxis werden die Pegel meist mit einer Frequenzbewertung nach der genormten A-Bewertungskurve versehen, um die spektrale Empfindlichkeit des menschlichen Ohres angenähert zu berücksichtigen. Dies wird durch Hinzufügen des Buchstabens A gekennzeichnet:

$$L_{WA} \text{ in dB(A).}$$

$L_{WA}$  wird A-bewerteter Schallleistungspegel genannt, sein Spektrum wird üblicherweise in Oktavbandbreite oder in Terzbandbreite angegeben.

##### 3.1.2 Kennzeichnung der Schallimmission

Die Schallimmission wird durch den am Immissionsort einwirkenden Schalldruckpegel beschrieben. Der Schalldruckpegel  $L$  in dB gibt im logarithmischen Maß den von einer Schallquelle hervorgerufenen Schalldruck  $p$  an, bezogen auf  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>:

$$L = 20 \lg (p/p_0) \text{ dB.}$$

Bei Verwendung der A-Bewertungskurve gilt wiederum

$$L_A \text{ in dB(A).}$$

$L_A$  wird A-bewerteter Schalldruckpegel genannt.

#### 3.2 Berechnung der Schallimmission nach DIN ISO 9613-2

Ist die Schallemission einer Schallquelle oder Teilanlage bekannt, so kann hieraus die in der Entfernung  $d$  hervorgerufene Schallimmission berechnet werden. Der Rechengang ist in DIN ISO 9613-2 [3] beschrieben. Die Rechnung wird i. A. frequenzabhängig, und zwar in Oktavbandbreite durchgeführt. Aus dem Oktavspektrum  $L_W$  des Schallleistungspegels einer Schallquelle wird das in der Entfernung  $d$  von der Quelle zu erwartende Oktavspektrum  $L_{fT}(DW)$  des Mitwind-Mittelungspegels nach folgender Beziehung ermittelt:

$$L_{fT}(DW) = L_W + D_c - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{misc.}$$

Dabei ist

$D_c$	die Richtwirkungskorrektur
$A_{\text{div}}$	die Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung
$A_{\text{atm}}$	die Dämpfung aufgrund von Luftabsorption bei 10 °C und 70 % relativer Feuchte
$A_{\text{gr}}$	die Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes
$A_{\text{bar}}$	die Dämpfung aufgrund von Abschirmung
$A_{\text{misc}}$	die Dämpfung aufgrund verschiedener anderer Effekte

Für die Dämpfung  $A_{\text{gr}}$  aufgrund des Bodeneffektes bietet [3] zwei Verfahren an:

- Allgemeines Verfahren: frequenzabhängige Berechnung unter Berücksichtigung der akustischen Eigenschaften der Bodenbereiche in Quellennähe, in Empfängernähe und in dem Mittelbereich. Dieses Verfahren ist für alle Geräuscharten und für annähernd flachen Boden anwendbar.
- Alternatives Verfahren: frequenzunabhängige Berechnung. Dieses Verfahren ist anwendbar für beliebig geformte Bodenoberflächen, wenn nur der A-bewertete Schalldruckpegel am Immissionsort von Interesse ist, wenn die Schallausbreitung überwiegend über porösem Boden erfolgt und wenn der Schall kein reiner Ton ist.

Die letztgenannten Voraussetzungen treffen hier zu, daher wird zur Berechnung von  $A_{\text{gr}}$  das alternative Verfahren gewählt.

Entsprechend den Vorgaben der TA Lärm [2] ist der Langzeit-Mittelungspegel  $L_{\text{AT}}(\text{LT})$  zu berechnen. Diesen erhält man aus dem berechneten Mitwind-Mittelungspegel  $L_{\text{AT}}(\text{DW})$  durch Subtraktion der meteorologischen Korrektur  $C_{\text{met}}$ :

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

$C_{\text{met}}$  setzt sich aus einem geometrischen Faktor und aus einem Faktor  $C_o$  zusammen. Letzterer hängt von den örtlichen Witterungsverhältnissen ab.

Im vorliegenden Fall wird  $C_o$  bei den Berechnungen mit 2 dB angesetzt, da keine örtliche Windstatistik vorlag.

### 3.3 Bildung der Beurteilungspegel

### 3.3.1 Grundlagen

Zur Beurteilung von gewerblichen und industriellen Anlagen nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz [1] ist die TA Lärm [2] heranzuziehen.

Hiernach sind für die Beurteilung der Schallimmission Beurteilungspegel  $L_r$  zu bilden, und zwar basierend auf dem Langzeit-Mittelungspegel und ggf. unter Berücksichtigung von Zuschlägen für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit sowie für Ton- und Informationshaltigkeit und für Impulshaltigkeit des Geräusches am Immissionsort.

### 3.3.2 Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit

Der Zuschlag  $K_E$  für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit beträgt 6 dB. Er ist zu berücksichtigen für Immissionsorte in

- Allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten,
  - in Reinen Wohngebieten,
  - in Kurgebieten und für Krankenhäuser/Pflegeanstalten

für die folgenden Zeiten:

- 1. an Werktagen 06:00 Uhr – 07:00 Uhr,  
20:00 Uhr – 22:00 Uhr,
  - 2. an Sonn- und Feiertagen 06:00 Uhr – 09:00 Uhr,  
13:00 Uhr – 15:00 Uhr,  
20:00 Uhr – 22:00 Uhr.

### 3.3.3 Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit

Für die Teilzeiten, in denen die zu beurteilende Geräuschimmision ton- oder informationshaltig ist, ist für den Zuschlag  $K_T$  je nach Auffälligkeit der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen.

### 3.3.4 Zuschlag für Impulshaltigkeit

Für die Teilzeiten, in denen die zu beurteilende Geräuschimmission Impulse enthält, ist für den Zuschlag  $K_I$  je nach Störwirkung der Wert 3 oder 6 dB anzusetzen.

Bei Messungen ergibt sich für impulsartige Geräusche der Zuschlag  $K_t$  aus der Differenz des Taktmaximal-Mittelungspegels  $L_{AFT_{eq}}$  und des Mittelungspegels  $L_{A_{eq}}$ .

### 3.4 Immissionsrichtwerte

Die TA Lärm [2] enthält folgende Immissionsrichtwerte (IRW) in Abhängigkeit von der Gebietseinstufung:

Tabelle 1. Immissionsrichtwerte in dB(A) nach TA Lärm [2] in Abhängigkeit von der Gebietseinstufung.

Gebietseinstufung	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	Tags (06:00 Uhr – 22:00 Uhr)	Nachts (22:00 Uhr – 06:00 Uhr)
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45	35
Reine Wohngebiete (WR)	50	35
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	40
Misch-, Kern- und Dorfgebiete (MI/MK/MD)	60	45
Urbane Gebiet (MU)	63	45
Gewerbegebiete (GE)	65	50
Industriegebiete (GI)	70	70

Einzelne kurzzeitige Pegelspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte tags um nicht mehr als 30 dB, nachts um nicht mehr als 20 dB überschreiten (Spitzenpegel-Kriterium).

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf die Summe aller auf einen Immissionsort einwirkenden Geräuschimmissionen gewerblicher Schallquellen. Geräuschimmissionen anderer Arten von Schallquellen (z. B. Verkehrsgeräusche, Sport- und Freizeitgeräusche) sind getrennt zu beurteilen.

### 3.5 Beurteilungszeiten

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf Beurteilungszeiten von 06:00 Uhr bis 22:00 Uhr tags und von 22:00 Uhr bis 06:00 Uhr nachts.

Für die Tagzeit ist eine Beurteilungszeit von 16 Stunden maßgeblich, für die Nachtzeit die volle Stunde mit dem höchsten Beurteilungspegel – die sogenannte „lauteste Nachtstunde“.

## 4 Anforderungen an den Schallschutz

### 4.1 Immissionsorte

Da es sich um eine neue Anlage handelt, liegen bisher noch keine maßgeblichen Immissionsorte aus vorherigen Gutachten oder Genehmigungen vor.

Im Rahmen eines Ortstermins erfolgte am 09.03.2024 eine Besichtigung der umliegenden Gebäude und deren Nutzungen durch Herrn Mirco Ebersold (Müller-BBM Industry Solutions GmbH). Dabei wurden sowohl die maßgeblichen Immissionsorte für das Vorhaben ausgewählt als auch eine Einschätzung u. a. im Hinblick auf die faktische Nutzung sowie die Lage der schutzwürdigen Räumlichkeiten getroffen. Die Auswahl der Immissionsorte und deren Schutzwürdigkeit erfolgte des Weiteren auf Grundlage von rechtskräftigen Bebauungsplänen der Gemeinde Aitrang [15] sowie in Abstimmung mit der zuständigen Genehmigungsbehörde, dem Landratsamt Ostallgäu [16].

Die für die weiteren Betrachtungen berücksichtigten Immissionsorte und zugehörigen Immissionsrichtwerte sind der nachfolgenden Tabelle 2 aufgeführt. Die Lage der Immissionsorte ist Abbildung 1 in Anhang A zu entnehmen.

Tabelle 2. Immissionsorte, Gebietseinstufung und zulässige Immissionsrichtwerte (IRW) gemäß TA Lärm [2] zur Tagzeit (06:00 Uhr bis 22:00 Uhr) und zur Nachtzeit (22:00 Uhr bis 06:00 Uhr).

Nr.	Bezeichnung/Lage	Gebietseinstufung	IRW in dB(A)	
			Tags	Nachts
IO 1	Am Bergblick 7	Allg. Wohngebiet (WA)	55	40
IO 2	Friesenrieder Str. 18	Allg. Wohngebiet (WA)	55	40
IO 3	Friesenrieder Str. 29	Mischgebiet (MI)	60	45
IO 4	Friesenrieder Str. 31	Mischgebiet (MI)	60	45
IO 5	Tegelbergstraße 21	Allg. Wohngebiet (WA)	55	40
IO 6	Tegelbergstraße 14	Reines Wohngebiet (WR)	50	35

## 4.2 Schalltechnische Anforderungen

Die stationären Anlagenteile der Nahwärmezentrale sind kontinuierlich in Betrieb. Die Anlieferung von Holzhackschnitzeln per Lkw findet ausschließlich an Werktagen zur Tagzeit außerhalb der Ruhezeiten (07:00 – 20:00 Uhr) statt. Daher wird in der vorliegenden Untersuchung die Geräuschs situation an den schalltechnisch kritischeren Werktagen untersucht.

Im Rahmen der vorliegenden schalltechnischen Untersuchung wird angestrebt, dass die von der zu beurteilenden Anlage verursachten Geräuschimmissionen die Immissionsrichtwerte der TA Lärm [2] an allen Immissionsorten um mindestens 6 dB unterschreiten, um eine gewerbliche Vorbelastung nicht detailliert ermitteln zu müssen (vgl. Nr. 3.2.1 Absatz 2 TA Lärm).

Nach Rücksprache mit der zuständigen Genehmigungsbehörde [18] ist nicht mit einer relevanten Vorbelastung im Umfeld der Anlage zu rechnen. Daher genügt zur Tagzeit am Immissionsort IO 2 eine Unterschreitung der IRW um lediglich 3 dB.

## 5 Lage- und Betriebsbeschreibung

Die Nahwärmezentrale soll östlich der Friesenrieder Straße auf Flurstück Nr. 178 errichtet werden.

Im Untergeschoss des Gebäudes sind zwei mit Holzhackschnitzeln befeuerte Kessel vom Typ ETA (Nennwärmleistung etwa 500 kW) und vom Typ RHK-AK 1000 „Heizomat“ (Nennwärmleistung etwa 900 kW) geplant. Weiterhin ist im Untergeschoss die Aufstellung eines Notstromaggregats, der Pumpen sowie ein Aschelager geplant. Vom Untergeschoss gehen aufgrund der unterirdischen Lage sowie der massiven Bauweise des Gebäudes (Stahlbeton) keine immissionswirksamen Geräuschemissionen aus.

Die Abgase der vier Kessel und des Notstromaggregats werden über separate Kaminzüge über das Dach des Gebäudes abgeführt. Die Kaminmündungen besitzen eine Höhe von etwa 15 m über Grund.

Im Erdgeschoss der Nahwärmezentrale ist der Lagerraum der Holzhackschnitzel geplant. Die Anlieferungen erfolgen per Lkw, welche rückwärts in die Halle rangieren und das Hackgut in die Bunker abkippen. Ein Deckenkran lädt das Hackgut anschließend in den Aufgabetrichter der Kessel. Weiterhin ist im Erdgeschoss/Untergeschoss die Aufstellung von zwei Pufferspeichern (Wassertanks) geplant. Die Hauptgeräuschequellen im Erdgeschoss sind die Förderanlagen zur Dosierung des Hackguts und der Deckenkran.

Im Außenbereich der Anlage werden als Hauptgeräuschequellen die Anlieferung von Hackgut mittels Lkw sowie Pkw Fahrten angesetzt (vgl. Kapitel 7).

Alle Kessel der Nahwärmezentrale sollen gleichzeitig und kontinuierlich zur Tag- und zur Nachtzeit unter Vollastbedingungen betrieben werden können. Fahrverkehrsbewegungen, Anlieferungen und der Betrieb des Deckenkrans sind nur zur Tagzeit vorgesehen.

## 6 Geräuschemissionen der geplanten Anlage

### 6.1 Vorbemerkungen

Im Folgenden sind die zu erwartenden Geräuschemissionen sowie deren Berücksichtigung bei der Berechnung der Schallimmissionen zusammengestellt.

Die durch die neuen Anlagenteile zu erwartenden Geräuschemissionen werden auf Basis der zum jetzigen Zeitpunkt der Planung vorliegenden Angaben [17] unter Berücksichtigung eigener Mess- und Erfahrungswerte an vergleichbaren Anlagen sowie des aktuellen Standes der Technik zur Lärminderung in Ansatz gebracht.

Zur Einhaltung der ermittelten Geräuschimmissionen ist die Einhaltung der in den folgenden Abschnitten aufgeführten Schalldruck- bzw. Schallleistungspegel erforderlich.

Grundsätzlich ist auch eine andere Gewichtung der Schallleistungspegel der einzelnen Anlagenteile möglich, wenn insgesamt die Anforderungen im Hinblick auf den Schallimmissionsschutz der Nachbarschaft eingehalten werden können.

Die Höhe des Schallleistungspegels der von den Gebäudefassaden abgestrahlten Geräusche ist abhängig vom mittleren Schalldruckpegel im Inneren in der Nähe der Außenbauteile (Innenschalldruckpegel) sowie von dem Schalldämm-Maß  $R$  der Gebäudeaußenhaut in Verbindung mit der Größe der abstrahlenden Flächen.

Auf den Innenschalldruckpegel  $L_{pA}$  haben die akustischen Raumeigenschaften und die emittierten Schallleistungspegel  $L_{WA}$  der aufgestellten Maschinen Einfluss.

Die Schallleistungspegel  $L_{WA}$  der von den Außenbauteilen ins Freie (in den Halbraum) abgestrahlten Geräusche werden nach VDI 2571 [7] bzw. DIN EN 12354-4 [8] berechnet. In der letzten Spalte der Tabelle 3 sind die Schallleistungspegel  $L_{WA}$  für ins Freie abgestrahlte Geräusche angegeben.

Die im Bericht genannten Schalldämm-Maße für die Außenhautelemente (Fassaden, Dach, Türen etc.) der Gebäude verstehen sich als am Bau einzuuhaltende Werte.

Der Nachweis über die Einhaltung der bewerteten Schalldämm-Maße der Fassaden- und Dachkonstruktionen sowie für Türen wird durch Prüfzeugnisse erbracht.

Das bei der Eignungsprüfung im Laborprüfstand gemäß der DIN EN ISO 10140-2 [10] ermittelte Schalldämm-Maß wird am Bau meist nicht erreicht.

Für die Schallausbreitungsberechnung sind daher folgende Vorhaltemaße (Sicherheitsbeiwerte) berücksichtigt:

- Wand- und Dachaufbauten sowie Fensterflächen:  
Aufgeführtes bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w - 2$  dB
- Türe, Tore etc.:  
Aufgeführtes bewertetes Schalldämm-Maß  $R_w - 5$  dB

## 6.2 Geräuschabstrahlung der Gebäude

In Tabelle 3 sind die prognostizierten A-bewerteten Innenschalldruckpegel innerhalb der Nahwärmezentrale die daraus resultierenden Geräuschemissionen aufgeführt und beschrieben.

Zur Tagzeit wird von einem kontinuierlichen Betrieb des Deckenkran aus gegangen. Zur Nachtzeit in der Deckenkran nicht in Betrieb. Der Innenschalldruckpegel zur Tagzeit und damit die Geräuschabstrahlungen sind daher zur Tagzeit höher.

Das Tor in der südlichen Fassade der Nahwärmezentrale ist sowohl zur Tag- als auch zur Nachtzeit geschlossen, mit Ausnahme der Zeiten während Anlieferungen. Für eine aus schalltechnischer Sicht konservative Betrachtung wird davon ausgegangen, dass das Tor zur Tagzeit außerhalb der Ruhezeiten für insgesamt 3 Stunden für Anlieferungen komplett geöffnet ist.

Tabelle 3. Geräuschquellen, Geräuschrücksichtnahmen und Geräuschemissionen der geplanten Gebäude.

Mittlerer Innenschalldruckpegel $L_{AFm}$ im jeweiligen Gebäude/Raum	Schallübertragungsweg, bewertetes Bau-Schalldämm- Maß $R'_w$ sowie Ausführung/ Material	$L_{WA}$ im Freien zur Tagzeit in dB(A)	$L_{WA}$ im Freien zur Nachtzeit in dB(A)
Erdgeschoss Nahwärmezentrale Tag: $L_{AFm} \leq 77$ dB(A) Nacht: $L_{AFm} \leq 72$ dB(A)	Dach: $R'_w \geq 44$ dB 15mm OSB, 10/16 Sparren, 24mm Schalung, Untersparrenbahn, 4/6 Konterlattung, 3/5 Lattung, Dachplatten	67	62
	Fassade: $R'_w \geq 42$ dB 22mm OSB, 6 x 22 cm Holzrahmenständer, Diagonalschalung 24 mm, 4 cm Lattung, 3 cm Querlattung, 24 mm Holzverkleidung	63	58
	Tor (geschlossen): $R'_w \geq 25$ dB Schnelllauftor 2 x 6mm Plexiglas, Abst.:12 mm, unten Blech, umlaufend dicht	62	57
	Tor (3 h offen zur Tagzeit): $R'_w = 0$ dB	85	-

### 6.3 Geräuschquellen im Freien

In Tabelle 4 sind die relevanten Geräuschquellen, derzeit geplante Geräuschmindeungsmaßnahmen sowie die daraus resultierenden Geräuschemissionen der derzeit geplanten Aggregate/Anlagen im Freien aufgeführt und beschrieben.

Tabelle 4. Geräuschquellen, Geräuschminderungsmaßnahmen und Geräuschemissionen der Nahwärmezentrale im Freien.

Geräuschquelle/ Aggregat/ Bezeichnung	Geräuschminderungsmaßnahmen; schalltechnische Anforderung (derzeitige Ausführungsplanung)	$L_{WA}$ im Freien zur Tagzeit in dB(A)	$L_{WA}$ im Freien zur Nachtzeit in dB(A)
Kaminmündung ETA Kessel	--	68	68
Kaminmündung RHK-AT 1000 Kessel	--	68	68
Kaminmündung Ölkessel 1	Einbau eines Schalldämpfers in die Abgasleitung	73	73
Kaminmündung Ölkessel 2	Einbau eines Schalldämpfers in die Abgasleitung	69	69

### 6.4 Betrieb des Notstromaggregats

Im Untergeschoss der Nahwärmezentrale soll neben den Heizkesseln ein Notstromaggregat untergebracht werden, um die Anlage im Falle eines Stromausfalls betreiben zu können. Der Betrieb des Notstromaggregats ist als eine Notsituation im Sinne der Nr. 7.1 TA Lärm [2] anzusehen, weshalb hier keine definierten Richtwerte eingehalten und hierfür weitergehende schalltechnische Maßnahmen ergriffen werden müssen, als nach dem Stand der Lärmminderungstechnik ohnehin bereits erfolgt.

Der Testbetrieb zur Überprüfung des bestimmungsgemäßen Betriebs des Notstromaggregats muss allerdings dem regulären Betrieb zugerechnet werden. Daher wird ein Testbetrieb einmal im Monat für eine Stunde zur Tagzeit an Werktagen außerhalb der Ruhezeiten durchgeführt.

Da das Notstromaggregat im Untergeschoss betrieben wird, sind keine immissionswirksamen Geräuschabstrahlungen über Gebäudefassaden, Türen, etc. zu erwarten. Für die Abgaskaminmündung des Notstromaggregats wird ein Schallleistungspegel von

$$L_{WA} = 85 \text{ dB(A)}$$

für eine Stunde zur Tagzeit außerhalb der Ruhezeiten angesetzt.

## 6.5 Schallschutzmaßnahmen

### 6.5.1 Vorbemerkungen

Zum Erreichen des Immissionsziels sind Schallschutzmaßnahmen erforderlich, um die Schallemissionen auf die im vorhergehenden Abschnitt genannten immissionswirksamen Schallleistungspegel zu begrenzen.

In diesem Kapitel werden Maßnahmen in allgemeiner Form vorgestellt, mit denen die schalltechnischen Anforderungen erfüllt werden können. Im Rahmen einer schalltechnischen Detailplanung können die erforderlichen Schallschutzmaßnahmen der neuen Anlagenteile näher spezifiziert werden.

### 6.5.2 Schallschutzmaßnahmen innerhalb der Gebäude

Für die Schallemissionen über die Gebäudeumschließungsflächen ins Freie sind zum einen die in Tabelle 3 genannten, bewerteten Bau-Schalldämm-Maße  $R_w$  einzuhalten. Zum anderen sind die in Tabelle 3 angegebenen, zeitlich gemittelten Schalldruckpegel im Raum nicht zu überschreiten.

Abweichungen hiervon sind jedoch prinzipiell möglich, wenn die zeitlich gemittelten Schalldruckpegel im Raum niedriger sind als angegeben, und/oder

- höhere zeitlich gemittelte Schalldruckpegel im Raum aufgrund ihres Frequenzganges nicht zu höheren Schallemissionen ins Freie führen, und/oder
- der Beitrag der Schallemissionen über die Gebäudeumschließungsflächen ins Freie insgesamt nicht zu einer schalltechnischen Unverträglichkeit in der Nachbarschaft führt.

### 6.5.3 Schallschutzmaßnahmen für die Kaminmündungen

Zur Einhaltung der schalltechnischen Anforderungen ist ggf. der Einbau von geeigneten Schalldämpfern in die Abgasleitungen der Kessel vorzusehen. Die Abgaskanäle aller vier Kessel werden so ausgelegt, dass jeweils ein Schalldämpfer nachgerüstet werden kann.

Bei der Auslegung der Schalldämpferanlage ist auf eine ausreichende Bedämpfung im tieffrequenten Bereich zu achten, tonale Geräuschanteile sind zu vermeiden.

Für diese Prognose angesetzt wurden Schallleistungspegel von  $L_{WA} = 68 – 73$  dB(A). Im Berechnungsmodell wurden Rohrschalldämpfer mit einer Einfügungsdämpfung von  $D_e = 9$  dB für die Ölkelles angesetzt. Die Eingabedaten können Anhang B entnommen werden.

Aufgrund unserer Erfahrung empfehlen wir, bei den Herstellern/ Lieferanten die maximal zulässige Schallemission je Kaminzug auf Schallleistungspegel von jeweils 2 dB niedriger zu begrenzen.

## 7 Geräuschemissionen des anlagenbezogenen Fahrverkehrs

### 7.1 Allgemeines

Die Holzhackschnitzel werden mittels Lkw angeliefert. Der Lkw fährt dazu zur südlichen Zufahrt der Heizzentrale, rangiert rückwärts an das geöffnete Tor und entlädt die Holzhackschnitzel in den Holzhackschnitzel-Bunker im Gebäudeinneren. Die Entladung kann entweder mittels Abkippen oder mittels Lkw mit Schubböden erfolgen.

Im Regelbetrieb der Anlage erfolgt durchschnittlich eine einzelne Anlieferung von Holzhackschnitzeln pro Tag. In Spitzenzeiten (Winter) oder je nach Betriebserfordernis können jedoch auch mehr Anlieferungen an einem Tag auftreten. Für eine aus schalltechnischer Sicht konservative Betrachtung wird im Folgenden ein Tag mit zwei Lkw mit Schubböden und fünf Lkw mittels Abkippmulde berücksichtigt. Alle Fahrten finden ausschließlich zur Tagzeit außerhalb der Ruhezeiten statt.

Südlich des geplanten Gebäudes sind außerdem zwei Pkw Parkplätze für Betriebspersonal geplant.

### 7.2 Emissionsansätze

#### Lkw-Rangieren

Für das Rangieren eines Lkw wird nach [13] mit einem Schallleistungspegel von  $L_{WAT_{eq}} = 99$  dB(A) und einer Einwirkzeit von zwei Minuten je Vorgang gerechnet. Das entspricht einem Schallleistungspegel von

$$L_{WAT_{eq,1\ h}} = 84 \text{ dB(A) pro Lkw/Stunde.}$$

Im Rechenmodell wird das Rangieren in Form einer Flächenschallquellen in 1 m Höhe über Geländeniveau in Ansatz gebracht. Aufgrund des geringen Platzes vor dem Tor beginnt der Rangievorgang des Lkw unmittelbar an der Werksgrenze. Die Schallemissionen der Fahrwege zwischen Werksgrenze und Gebäude sind somit bereits berücksichtigt.

#### Entladung der Holzhackschnitzel

Für das Abkippen der Holzhackschnitzel inkl. dem dazu notwendigen Betrieb des Lkw-Motors und der Hydraulik wird mit einem Schallleistungspegel von

$$L_{WA} = 94 \text{ dB(A)}$$

und einer gesamten Einwirkzeit von 5 min je Abkippvorgang gerechnet. Im Rechenmodell wird dies in Form einer Punktschallquelle in 1 m Höhe über Geländeniveau berücksichtigt.

Für das Entladung der Holzhackschnitzel mittels Schubböden inkl. dem dazu notwendigen Betrieb des Lkw-Motors und der Hydraulik wird mit einem Schallleistungspegel von

$$L_{WA} = 102 \text{ dB(A)}$$

und einer gesamten Einwirkzeit von 10 min je Abkippvorgang gerechnet. Im Rechenmodell wird dies in Form einer Punktschallquelle in 1 m Höhe über Geländeniveau berücksichtigt.

Für eine aus schalltechnischer Sicht konservative Betrachtung werden die Punkt-schallquellen im Außenbereich südlich des Gebäudes platziert.

### Pkw Parkplätze

Der Parkplatz bietet Platz für bis zu 2 Fahrzeuge.

Für eine aus schalltechnischer Sicht konservative Betrachtung wird für die Tagzeit davon ausgegangen, dass insgesamt 12 Parkvorgänge innerhalb der Ruhezeiten stattfinden. Im regulären Betrieb wird diese Anzahl deutlich unterschritten bzw. die Parkvorgänge treten auch außerhalb der Ruhezeiten auf.

Tabelle 5. Zeiten und Anzahlen der Pkw Bewegungen.

Bezeichnung	Tagzeit außerhalb Ruhezeiten (07:00 – 20:00 Uhr)	Tagzeit innerhalb Ruhezeiten (06:00 – 07:00 Uhr und 20:00 – 22:00 Uhr)	Lauteste Nachtstunde (22:00 – 06:00 Uhr)
Anzahl Pkw Fahrten	0	12	0

Die Geräuschemissionen der Parkplätze wurden gemäß der Parkplatzlärmstudie von 2007 [14] ermittelt. Die Berechnungen der Parkplätze erfolgen inkl. eines Taktmaximalzuschlages. Für die Stellflächen sowie die Fahrwege wird eine Fahrbahndecke aus Betonsteinpflaster mit Fugen > 3 mm angesetzt.

### 7.3 Maximalpegel für kurzzeitige Ereignisse

In der Nahwärmezentrale werden voraussichtlich keine Anlagenteile betrieben, die an den Immissionsorten zu kurzzeitigen Geräuschspitzen führen können.

Zur Bestimmung der Maximalpegel der Lkw-Geräusche wird auf die Untersuchungen in [13] Bezug genommen. Daraus lässt sich für die Entlüftung der Betriebsbremse eines Lkw ein maximaler Schallleistungspegel von

$$L_{WAFmax} = 108 \text{ dB(A)}$$

ansetzen.

Ein solcher Maximalpegel kann u. a. im Bereich Holzhackschnitzelanlieferung auftreten. Im Rechenmodell wird dies in Form einer Punktschallquelle in 1 m Höhe über Geländeniveau auf der Hoffläche südlich des Gebäudes berücksichtigt. Ein Auftreten dieser kurzzeitigen Geräuschspitzen ist nur tagsüber zu erwarten (Lkw-Verkehr nur zur Tagzeit).

## 8 Berechnung und Beurteilung der Geräuschimmissionen

### 8.1 Grundlagen der Schallausbreitungsberechnung

Mit den in Kapitel 6 und 7 beschriebenen Geräuschquellen und deren Geräuschemissionen werden nach den Vorgaben der TA Lärm [2] durch eine Schallausbreitungsberechnung gemäß DIN ISO 9613-2 [3] die an den Immissionsorten zu erwartenden Geräuschimmissionen berechnet.

Die Ausbreitungsberechnung erfolgt unter folgenden Randbedingungen:

- Der Bodeneffekt wird nach Kapitel 7.3.2 („Alternatives Berechnungsverfahren“) der DIN ISO 9613-2 [3] ermittelt.
- Die Topografie des Standortes sowie der umliegenden Gebiete wird durch ein digitales Geländemodell berücksichtigt.
- Die Modellierung der Baukörper sowie der umliegenden Wohnbebauung erfolgt mithilfe eines digitalen Gebäudemodells. Die an den Baukörpern auftretenden Reflexionen werden bis zur 3. Ordnung berechnet. Die Fassaden der Gebäude werden dabei als schallharte Flächen (Reflexionsverlust 1 dB) modelliert.
- Im vorliegenden Fall wurde mit einer gleichmäßigen Windverteilung mit einem Faktor  $C_0 = 2$  dB gerechnet.
- Die Berechnung wird in Oktaven mit den Mittenfrequenzen von 31,5 Hz bis 8000 Hz durchgeführt.

Bei der Ausbreitungsrechnung werden die Pegelminderungen durch

- Abstand und Luftabsorption,
  - Boden- und Meteorologiedämpfung und
  - Abschirmung (Berücksichtigung auch der Beugung um seitliche Hindernisse)
- erfasst.

Die erforderlichen Berechnungen werden mit dem Schallausbreitungsberechnungsprogramm CadnaA 2024 (64-bit) durchgeführt. Vom Hersteller dieser Software liegt eine Konformitätserklärung nach [6] vor.

### 8.2 Bildung der Beurteilungspegel

Bei sach- und fachgerechter Planung der Anlage ist nicht davon auszugehen, dass von den zu beurteilenden Anlagenkomponenten wahrnehmbare tonhaltige, impulshaltige oder informationshaltige Geräusche an den umliegenden Immissionsorten hervorgerufen werden. Es werden daher keine entsprechenden Zuschläge vergeben.

### 8.3 Vergleich der Berechnungsergebnisse mit den Immissionsrichtwerten

In Tabelle 6 sind die ermittelten Beurteilungspegel  $L_r$  an den Immissionsorten den Immissionsrichtwerten nach TA Lärm [2] gegenübergestellt. Die Angaben beziehen sich auf den Betriebszustand mit den maximal zu erwartenden Geräuschemissionen (Volllastbetrieb).

Tabelle 6. Gegenüberstellung der ermittelten Beurteilungspegel  $L_r$  für die Geräuschimmissionen der Nahwärmezentrale im Volllastbetrieb und der Immissionsrichtwerte nach TA Lärm [2].

Immissionsort (IO)	Immissionsrichtwert in dB(A)		Beurteilungspegel $L_r$ in dB(A)		Differenz in dB(A)	
	Tags	Nachts	Tags	Nachts	Tags	Nachts
IO 1	55	40	20	15	-35	-25
IO 2	55	40	52	34	-3	-6
IO 3	60	45	41	35	-19	-10
IO 4	60	45	39	36	-21	-9
IO 5	55	40	36	32	-19	-8
IO 6	50	35	28	24	-22	-11

Am Immissionsort IO 2 werden die Immissionsrichtwerte am Tag um 3 dB und zur Nachtzeit um 6 dB unterschritten. An den übrigen Immissionsorten werden die Immissionsrichtwerte sowohl zur Tag- als auch zur Nachtzeit um mehr als 6 dB unterschritten.

Die schalltechnischen Anforderungen an das Vorhaben gemäß Kapitel 4.2 werden somit eingehalten.

### 8.4 Maximalpegel für kurzzeitige Ereignisse

In Tabelle 7 sind die ermittelten Maximalpegel für kurzzeitige Geräuschspitzen an den Immissionsorten aufgeführt und den zulässigen Maximalpegeln nach TA Lärm [2] gegenübergestellt.

Tabelle 7. Gegenüberstellung der ermittelten Maximalpegel für kurzzeitige Geräuschspitzen und der zulässigen Maximalpegel nach TA Lärm [2].

Immissionsort (IO)	Zulässige Maximalpegel nach TA Lärm [2] in dB(A)		A-bewertete Maximalpegel $L_{AFMax}$ in dB(A)	
	Bezeichnung	Tags	Nachts	Tags
IO 1 - Am Bergblick 7	55 + 30	40 + 20	38	-
IO 2 - Friesenrieder Str. 18	55 + 30	40 + 20	75	-
IO 3 - Friesenrieder Str. 29	60 + 30	45 + 20	64	-
IO 4 - Friesenrieder Str. 31	60 + 30	45 + 20	56	-
IO 5 - Tegelbergstraße 21	55 + 30	40 + 20	59	-
IO 6 - Tegelbergstraße 14	50 + 30	35 + 20	50	-

In der Nachtzeit treten aufgrund des nicht stattfindenden Lkw Verkehrs keine kurzzeitigen Geräuschspitzen auf.

Aus den Ergebnissen aus Tabelle 7 wird deutlich, dass die durch die Nahwärmezentrale einschließlich des anlagenbezogenen Fahrverkehrs verursachten kurzzeitigen Geräuschspitzen zu keiner Überschreitung der schalltechnischen Anforderungen der TA Lärm [2] führen.

## 8.5 Tieffrequente Geräuscheinwirkungen

### 8.5.1 Anforderungen an tieffrequente Geräusche

Für Geräusche, die vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz (tieffrequente Geräusche) aufweisen, ist nach Nummer 7.3 der TA Lärm [2] im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen, ob von ihnen schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen.

Schädliche Umwelteinwirkungen können dabei nach TA Lärm [2] insbesondere dann auftreten, wenn bei deutlich wahrnehmbaren tieffrequenten Geräuschen innerhalb schutzbedürftiger Räume bei geschlossenen Fenstern die nach Nummer A.1.5 des Anhangs der TA Lärm ermittelte Differenz  $L_{Ceq} - L_{Aeq}$  den Wert von 20 dB überschreitet. Hinweise zur Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche enthält Nummer A.1.5 des Anhangs zur TA Lärm, der hinsichtlich der messtechnischen Ermittlung und Bewertung wiederum auf die DIN 45680 (Ausgabe März 1997 [4]) und das dazugehörige Beiblatt 1 zur DIN 45680 (Ausgabe März 1997 [5]) verweist. Danach sind im Allgemeinen keine erheblichen Belästigungen durch tieffrequente Geräuscheinwirkungen zu erwarten, wenn die im Beiblatt 1 zu DIN 45680 genannten Anhaltswerte nicht überschritten werden.

Sind schädliche Umwelteinwirkungen durch tieffrequente Geräusche zu erwarten, so sind nach Nummer 7.3 TA Lärm [2] geeignete Minderungsmaßnahmen zu prüfen. Die Durchführung der Maßnahmen soll ausgesetzt werden, wenn nach Inbetriebnahme der Anlage auch ohne Realisierung der Minderungsmaßnahmen keine tieffrequenten Geräusche auftreten.

Bei der Beurteilung tieffrequenter Geräusche werden in DIN 45680 Geräusche mit und ohne deutlich hervortretende Einzeltöne unterschieden. Ein deutlich hervortretender Einzelton liegt nach Kap. 5.2.2 der DIN 45680 vor, wenn die Differenz eines linearen Terzbandpegels zu den Nachbarterzen größer als 5 dB ist.

- Bei Geräuschen **mit deutlich hervortretenden Einzeltönen** dürfen die Terzbandpegel des Geräusches die Hörschwellenpegel (Tabelle 1 in DIN 45680) höchstens um die in Tabelle 8 genannten Anhaltswerte überschreiten.

Tabelle 8. Anhaltswerte nach DIN 45680 bei Geräuschen mit deutlich hervortretenden Einzeltönen.

Beurteilungszeit	Anhaltswerte $\Delta L_1$ bei Terzmittenfrequenz in dB			
	8 Hz*	10 Hz – 63 Hz	80 Hz	100 Hz*
Tags, 6 bis 22 Uhr	5	5	10	15
Lauteste Nachtstunde zwischen 22 und 6 Uhr	0	0	5	10

\* Die Pegel in den Terzen 8 Hz bzw. 100 Hz sollen nur in Sonderfällen berücksichtigt werden.

- Für Geräusche **ohne deutlich hervortretende Einzeltöne** werden die A-bewerteten Terzbandpegel, welche die Hörschwellenpegel überschreiten, energetisch summiert. Der so ermittelte Beurteilungspegel darf die in Tabelle 9 wiedergegebenen Anhaltswerte nicht überschreiten.

Tabelle 9. Anhaltswerte nach DIN 45680 bei Geräuschen ohne deutlich hervortretende Einzeltöne.

Beurteilungszeit	Anhaltswerte $L_r$ in dB
Tag 6 bis 22 Uhr	35
Lauteste Nachtstunde zwischen 22 und 6 Uhr	25

Für die Maximalpegel  $L_{TerzFmax}$  gelten jeweils 10 dB höhere Anhaltswerte.

Das in DIN 45680 beschriebene Mess- und Bewertungsverfahren wird in der vorliegenden Untersuchung sinngemäß angewendet, wobei die in den Aufenthaltsräumen zu erwartenden Schalldruckpegel nicht aus Messungen, sondern aus den prognostizierten (berechneten) (Freifeld-)Schalldruckpegeln abgeleitet werden. Der Einfluss der Gebäudehülle (Pegelminderung aufgrund der schalldämmenden Wirkung von Fenstern, Wänden, Dach usw.) sowie des Raumes (u. U. Pegelerhöhung aufgrund von Resonanzen im Raum) auf den Schalldruckpegel ist dabei in geeigneter Weise zu berücksichtigen.

### 8.5.2 Ermittlung der Schallimmissionen durch tieffrequente Geräusche

Sowohl die TA Lärm [2] als auch die anzuwendende DIN 45680 [4] bieten kein Verfahren zur Prognose tieffrequenter Geräusche innerhalb von Räumen an. Die Beurteilung tieffrequenter Geräusche nach DIN 45680 [4] basiert auf Messungen innerhalb der betroffenen Räume. Hierzu muss die zu beurteilende Anlage bereits existieren und eine Messung innerhalb der betroffenen Räume muss möglich sein.

Im Rahmen von schalltechnischen Untersuchungen für geplante Anlagen erfolgt daher im Hinblick auf tieffrequente Geräuschimmissionen häufig eine Prognose eines Rauminnenpegels nach verschiedenen hilfsweisen Berechnungsmethoden [12] und einer anschließenden Bewertung orientierend an den Vorgaben der DIN 45680 [4].

Die jeweiligen Berechnungsmethoden basieren auf einer Erweiterung der Verfahren zur Schallausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 [3] auf den in der DIN 45680 [4] angegebenen Frequenzbereich. Dabei sind die Geräusche in den Terzbändern mit den Mittenfrequenzen von 10 Hz bis 80 Hz in die Beurteilung einzubeziehen, wobei in Sonderfällen, wenn geräuschbestimmende Anteile in diesem Frequenzbereich dicht benachbart sind, dieser Bereich um eine Terz nach oben oder unten erweitert werden kann.

Der hilfsweise berechnete Geräuschimmissionspegel für tiefe Frequenzen (< 90 Hz) bezieht sich zunächst auf einen Außenpegel (Freifeldpegel) am maßgeblichen Immissionsort nach TA Lärm (in einem Abstand von 0,5 m vor dem geöffneten Fenster) [2]. Zur hilfsweisen Berechnung eines Rauminnenpegels innerhalb geschlossener Räume wird in der Regel eine (terzbandbezogene) Pegeldifferenz  $\Delta L$  abgezogen, welche die Pegelabnahme beim „Schalldurchtritt“ durch die Außenbauteile des betrachteten Gebäudes repräsentiert:

$$L_{\text{Terz,innen}} = L_{\text{Terz,außen}} - \Delta L \quad (1)$$

mit

- $L_{\text{Terz,innen}}$  (unbewerteter) Terz-Schalldruckpegel im Raum (in dB),
- $L_{\text{Terz,außen}}$  (unbewerteter) Terz-Schalldruckpegel am maßgeblichen Immissionsort nach TA Lärm [2] (in dB) und
- $\Delta L$  terzbandbezogene Schalldruckpegeldifferenz zwischen außerhalb und innerhalb des Gebäudes (in dB).

Nach der Systematik der DIN 45680 [4] und des Beiblatts 1 zur DIN 45680 [5] erfolgt die Beurteilung je nachdem, ob die Geräusche keine oder deutlich hervortretende Einzeltöne aufweisen, nach unterschiedlichen Verfahren. Die Terzpegel  $L_{\text{Terz,innen}}$  werden dabei mit den Hörschwellenpegeln  $L_{\text{HS}}$  verglichen und die Beurteilungspegel werden mit den Anhaltswerten  $\Delta L_1$  bzw.  $\Delta L_2$  in Tabelle 1 oder  $L_r$  in Tabelle 2 des Beiblatts 1 zur DIN 45680 verglichen.

Im vorliegenden Fall erfolgt eine Ermittlung tieffrequenter Geräuschimmissionen innerhalb schutzbedürftiger Räume auf Grundlage der in der im Auftrag des Staatlichen Umweltamtes Kiel erarbeiteten Handlungsanleitung zur Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche in Genehmigungsverfahren [11] dargelegter Herangehensweise.

Diese Untersuchungen sind prinzipiell terzbandbezogen durchzuführen, jedoch liegen die der Prognose zugrunde gelegten Schallleistungspegel der Geräuschemittenten i. d. R. nicht oder nur für einen Teil der betriebenen Anlagenkomponenten in Terzbandbreite vor. Auch wird die zur Ermittlung der Schallimmissionspegel vorzunehmende Schallausbreitungsberechnung nach DIN ISO 9613-2 oktavbandbezogen durchgeführt.

Für den vorliegenden Fall werden daher aus dem ermittelten Beurteilungspegel für den am höchsten belasteten Immissionsort IO 4 hilfsweise die in Oktavbandbreite ermittelten Beurteilungspegel herangezogen. Da es sich bei einem Oktavbandpegel um die energetische Summe aus drei Terzpegeln handelt, wird für die weitere Betrachtung eine energetische Unterteilung des Oktavbandpegels auf die dazugehörigen Terzbänder vorgenommen. Dazu wird im Sinne eines Geräusches *ohne* deutlich hervortretende Einzeltöne eine breitbandige Energieverteilung der unbewerteten Oktavbandpegel angenommen und dementsprechend der Oktavbandpegel jeweils energetisch gleich auf die drei dazugehörigen Tezen aufgeteilt (Terzbandpegel = Oktavbandpegel –  $10 \times \log_{10}(3)$ ). Für die terzbandbezogene Pegeldifferenz  $\Delta L$  („außen“ minus „innen“) wird im Falle von Geräuschen ohne deutlich hervortretende Einzeltöne nach [11] regelmäßig der Ansatz für „mittlere Schalldämmung der Außenbauteile“ herangezogen.

Die Berechnung ist in nachstehender Tabelle für den am stärksten betroffenen Immissionsort IO 4 dokumentiert.

Tabelle 10. Berechnung und Beurteilung tieffrequenter Immissionen im Nachtzeitraum im Wohnhaus Immissionsort IO 4 und Vergleich mit den Anhaltswerten der DIN 45680 für den Nachtzeitraum (nach [4] und [11]).

Frequenz in Hz	25	31	40	50	63	80	Summe
$L_{r,N}$ außen	46,4	46,4	46,4	42,7	42,7	42,7	
$\Delta L$ (außen – innen) [11]	12,5	13,5	14,6	15,7	16,8	17,9	
$L_{r,N}$ innen	33,9	32,9	31,8	27,0	25,9	24,8	
$L_{HS}$ n. DIN 45680 [4]	63,0	55,5	48,0	40,5	33,5	28,0	
$L_{r,N}$ innen mit Überschreitung $L_{HS}$	--	--	--	--	--	--	
$L_{r,N}$ innen mit Überschreitung $L_{HS}$ , A-bewertet	--	--	--	--	--	--	
$L_r$ Nacht n. DIN 45680 [5]							25

Nach Vergleich mit der Hörschwellenkurve ergibt sich eine deutliche Unterschreitung in allen Terzbändern. Schädliche Umwelteinwirkungen durch tieffrequente Immissionen beim Betrieb der Anlage sind somit nicht zu erwarten.

## 8.6 Zuzurechnender Verkehr auf öffentlichen Verkehrsflächen

Gemäß Nr. 7.4 TA Lärm [2] müssen Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen in einem Abstand von bis zu 500 m von dem Betriebsgrundstück berücksichtigt werden. Danach sollen in Wohn- und Mischgebieten organisatorische Maßnahmen ergriffen werden, wenn

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

Die o. g. Kriterien gelten kumulativ.

Aufgrund der sehr geringen Anzahl der Fahrverkehrsbewegungen tritt eine direkte Vermischung mit dem übrigen Verkehr direkt an der Werksgrenze (Friesenrieder Straße) auf. Es liegt somit keine kumulative Erfüllung aller drei o. g. Kriterien vor. Maßnahmen organisatorischer Art sind demnach nicht erforderlich.

## 9 Qualität der Prognose

Die Qualität der Ergebnisse hängt sowohl von den Eingangsdaten, d. h. den Geräuschemissionswerten, den Betriebszeiten usw. als auch von den Parametern der Immissionsberechnung ab. Für die Berechnung gilt:

Die Emissionswerte (Schallleistungspegel) der geplanten Anlagenteile wurden von uns aus den derzeit bekannten technischen Daten der Schallquellen unter Berücksichtigung der beispielhaft beschriebenen Lärminderungsmaßnahmen sowie aus gesicherten Erfahrungswerten ermittelt.

Bei der Berechnung der Geräuschimmissionen wurden stets konservative Ansätze berücksichtigt, z. B.

- Kontinuierlicher Vollastbetrieb aller Kessel über die gesamte Betriebszeit
- bewertete Schalldämm-Maße mit in Abzug gebrachten Vorhaltemaßen
- Schallleistungspegel, die nach dem Stand der Lärminderungstechnik und den beispielhaft beschriebenen Schallschutzmaßnahmen erreichbar sind
- Maximal zu erwartende Verkehrszahlen

Die Berechnung der Geräuschimmissionen nach DIN ISO 9613-2 [3] wurde mit einer Software durchgeführt, für die eine aktuelle Konformitätserklärung nach DIN 45687 [6] vorliegt. Die geschätzte Genauigkeit für die Geräuschimmissionsberechnung wird in Abschnitt 9 der DIN ISO 9613-2 [3] angegeben.

Damit ist festzustellen, dass unter Berücksichtigung der o. g. schalltechnisch konservativen Ansätze die hier prognostizierten Beurteilungspegel an der oberen Grenze der zu erwartenden Immissionsbeiträge der zu beurteilenden Anlage liegen werden.

In diesem Gutachten werden alle Endergebnisse für Pegelgrößen unter Berücksichtigung der Rundungsvorschriften in DIN 1333 [9] auf ganze dB gerundet angegeben. Alle EDV-Berechnungen werden mit der vollen Rechengenauigkeit des verwendeten Rechenprogramms durchgeführt.

Auf ganze dB gerundet wird erst für die Angabe der Endergebnisse im Bericht. Hierdurch ist sichergestellt, dass im Rahmen von Berechnungen keine zusätzlichen Rundungsfehler entstehen.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:



Dr.-Ing. Andreas Bauer

Dieser Bericht darf nur in seiner Gesamtheit, einschließlich aller Anlagen, vervielfältigt, gezeigt oder veröffentlicht werden. Die Veröffentlichung von Auszügen bedarf der schriftlichen Genehmigung durch Müller-BBM. Die Ergebnisse beziehen sich nur auf die untersuchten Gegenstände.

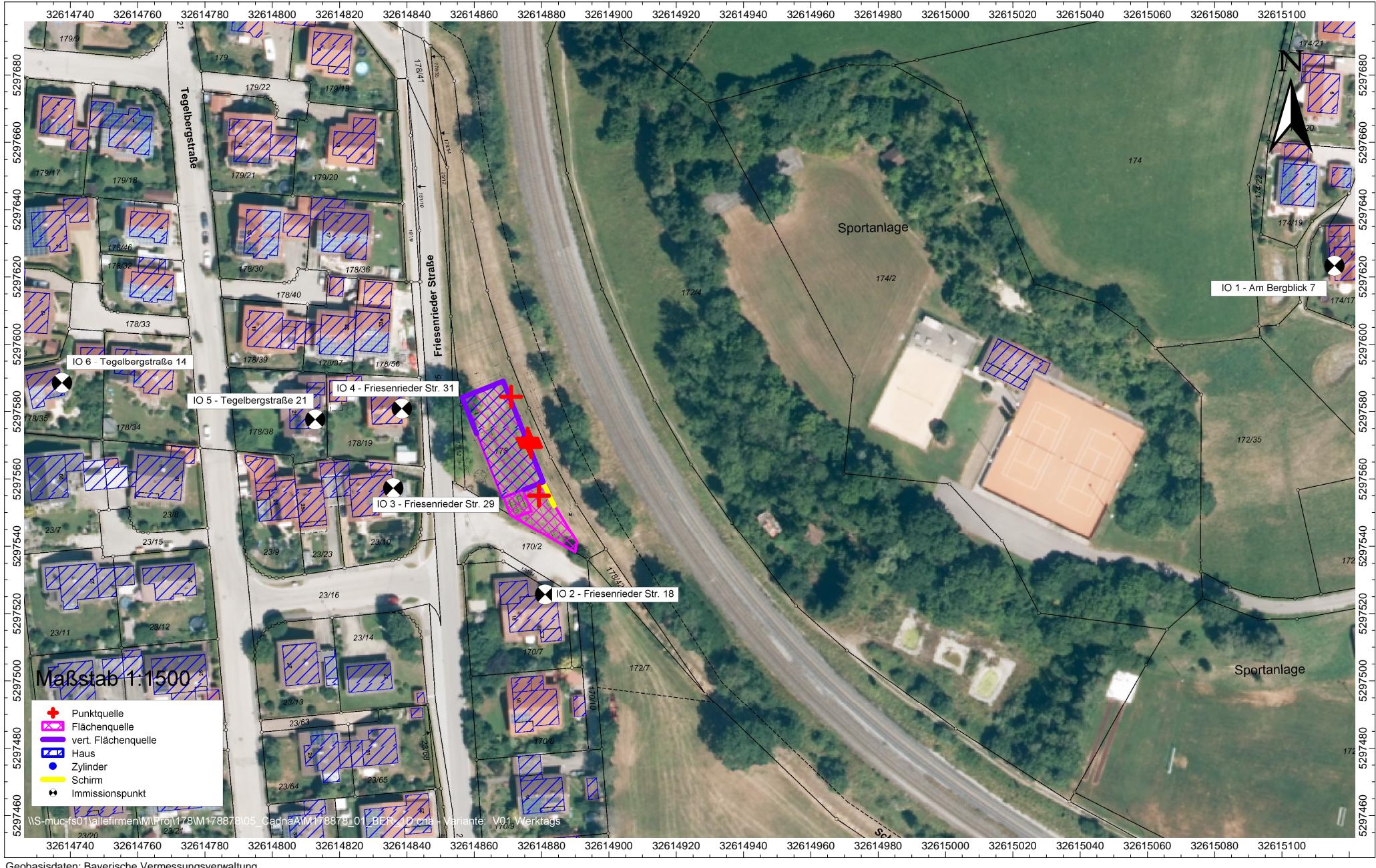


Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-PL-14119-01-00

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018  
akkreditiertes Prüflaboratorium.  
Die Akkreditierung gilt nur für den in der  
Urkundenanlage aufgeführten Akkreditierungsumfang.

**Anhang A**

**Abbildungen**





## Anhang B

### **Ausgewählte Eingabedaten und Ergebnisse der Schallausbreitungsberechnung**

**Projekt M178878\_01\_BER\_1D.cna****Variante: V01 Werktags**

Projektname: M178878  
 Auftraggeber: Nahwärme Aitrang GmbH  
 Sachbearbeiter: Dr.-Ing. Andreas Bauer  
 Zeitpunkt der Berechnung: 08-2024  
 Cadna/A: Version 2024 MR 1 (64 Bit)

**Berechnungsprotokoll**

Berechnungskonfiguration	
Parameter	Wert
Allgemein	
Max. Fehler (dB)	0.00
Max. Suchradius (m)	3000.00
Mindestabst. Qu-Imm	0.00
Aufteilung	
Rasterfaktor	0.50
Max. Abschnittslänge (m)	1000.00
Min. Abschnittslänge (m)	1.00
Min. Abschnittslänge (%)	0.00
Proj. Linienquellen	An
Proj. Flächenquellen	An
Bezugszeit	
Bezugszeit Tag (min)	960.00
Bezugszeit Nacht (min)	60.00
Zuschlag Tag (dB)	0.00
Zuschlag Ruhezeit (dB)	6.00
Zuschlag Nacht (dB)	0.00
Zuschlag Ruhezeit nur für	Kurgebiet
	reines Wohngebiet
	allg. Wohngebiet
DGM	
Standardhöhe (m)	738.00
Geländemodell	Triangulation
Reflexion	
max. Reflexionsordnung	3
Reflektor-Suchradius um Qu	100.00
Reflektor-Suchradius um Imm	100.00
Max. Abstand Quelle - Immptk	3000.00 3000.00
Min. Abstand Immptk - Reflektor	0.55 0.55
Min. Abstand Quelle - Reflektor	0.50
Industrie (ISO 9613 (1996))	
Seitenbeugung	mehrere Obj
Hin. in FQ schirmen diese nicht ab	Aus
Abschirmung	ohne Bodendämpf. über Schirm
	Dz mit Begrenzung (20/25)
Schirmberechnungskoeffizienten C1,2,3	3.0 20.0 0.0
Temperatur (°C)	10
rel. Feuchte (%)	70
Windgeschw. für Kaminrw. (m/s)	3.0
SCC_C0	2.0 2.0
Straße (RLS-90)	
Streng nach RLS-90	
Schiene (Schall 03 (2014))	
Fluglärm (???)	
Streng nach AzB	

## Emissionen Industrie

### Punktquellen

Bezeichnung	ID	Schallleistung Lw			Lw / Li			Korrektur		Schalldämmung		Dämpfung		Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	Höhe	Koordinaten						
		Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche	Tag	Ruhe	Nacht	(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)	(m)	(m)	(m)	X	Y	Z	
Kamin ETA Kessel	!0000!	68,1	68,1	68,1	Lw	Kamin_Hackschnitzelkessel		0,0	0,0	0,0									0,0		(keine)	19,80	r	32614870,97	5297584,47	767,80	
Kamin RHK-AK 1000 Kessel	!0000!	68,1	68,1	68,1	Lw	Kamin_Hackschnitzelkessel		0,0	0,0	0,0									0,0		(keine)	19,80	r	32614876,21	5297571,28	767,80	
Kamin Ölkessel 1	!0000!	72,8	72,8	72,8	Lw	Kamin_Oelkessel		0,0	0,0	0,0			SD_0p6_I1p0						0,0		(keine)	19,80	r	32614876,56	5297570,42	767,80	
Kamin Ölkessel 2	!0000!	69,4	69,4	69,4	Lw	Kamin_Oelkessel		0,0	0,0	0,0			SD_0p4						0,0		(keine)	19,80	r	32614876,88	5297569,62	767,80	
Abkippen von HHS (5x pro Tag, gesamter Vorgang je 5 min)	!0001!	93,8	93,8	93,8	Lw	Anlieferung_HHS_Abkippen		0,0	0,0	0,0							25,00	0,00	0,00	0,0		(keine)	2,00	r	32614879,24	5297555,16	748,88
Kamin Notstromaggregat	!0000!	85,0	85,0	85,0	Lw	Kamin_Oelkessel	85,0	0,0	0,0	0,0							60,00	0,00	0,00	0,0		(keine)	19,80	r	32614875,87	5297572,03	767,80
Schieben von HHS (2x pro Tag, gesamter Vorgang je 10 min)	!0001!	102,1	102,1	102,1	Lw	Anlieferung_HHS_Schubboden		0,0	0,0	0,0							20,00	0,00	0,00	0,0		(keine)	2,00	r	32614879,24	5297555,12	748,88

### Flächenquellen

Bezeichnung	ID	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw"			Lw / Li			Korrektur		Schalldämmung		Dämpfung		Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	
		Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche	Tag	Ruhe	Nacht	(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)
Kesselhaus Dach	!0000!	66,8	66,8	61,8	40,7	40,7	35,7	Li	RP_Heizzentrale		5,0	5,0	0,0	Dach	411,49						0,0		(keine)
Lkw Rangieren (0/7/0)	!0001!	92,7	84,2	84,2	70,8	62,3	62,3	Lw	Lkw_Verkehr	84,2	8,5	0,0	0,0					60,00	0,00	0,00	0,0		(keine)
Mitarbeiter Parkplatz (0/12/0)	!0001!	74,0	74,0	74,0	57,9	57,9	57,9	Lw	Verkehr_Pkw	74,0	0,0	0,0	0,0					0,00	180,00	0,00	0,0		(keine)

### Vertikale Flächenquellen

Bezeichnung	ID	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw"			Lw / Li			Korrektur		Schalldämmung		Dämpfung		Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	
		Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche	Tag	Ruhe	Nacht	(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)
Kesselhaus Fassade	!0000!	63,0	63,0	58,0	36,0	36,0	31,0	Li	RP_Heizzentrale		5,0	5,0	0,0	Fassade	503,31						3,0		(keine)
Kesselhaus Tor (tags 3h geöffnet)	!0000!	85,2	85,2	80,2	71,1	71,1	66,1	Li	RP_Heizzentrale		5,0	5,0	0,0	offen	25,64			180,00	0,00	0,00	3,0		(keine)
Kesselhaus Tor (geschlossen)	!0000!	61,8	61,8	56,8	47,7	47,7	42,7	Li	RP_Heizzentrale		5,0	5,0	0,0	Tor	25,64			600,00	180,00	60,00	3,0		(keine)

## Emissionsspektrum

### Schallleistung

Bezeichnung	ID	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw"			Lw / Li			Korrektur		Schalldämmung		Dämpfung		Einwirkzeit			K0	Freq.	Richtw.	
		Tag	Abend	Nacht	Tag	Abend	Nacht	Typ	Wert	norm.	Tag	Abend	Nacht	R	Fläche	Tag	Ruhe	Nacht	(min)	(min)	(min)	(dB)	(Hz)
Kamin Hackschnitzelkessel		Kamin_Hackschnitzelkessel	Lw	A	41,7	56,5	63,3	64,3	60,4	48,1	43,8	40,5	26,6	68,1	86,3								
Kamin Ölkessel		Kamin_Oelkessel	Lw	A	47,1	55,7	76,8	78,1	74,1	65,3	58,8	50,8	39,6	81,5	94,9								
Anlieferung HHS Abkippen (gesamter Vorgang, Dauer 5 min)		Anlieferung_HHS_Abkippen	Lw	A	66,3	70,6	70,8	79,7	85,8	88,2	88,9	85,7	79,1	93,8	106,6								
Anlieferung HHS Schubboden (gesamter Vorgang, Dauer 5 min)		Anlieferung_HHS_Schubboden	Lw	A	60,0	74,9	82,3	90,7	95,2	97,7	96,5	90,4	83,1	102,1	107,4								
Lkw_Verkehr		Lkw_Verkehr	Lw	A	-35,0	-20,0	-15,0	-11,0	-8,0	-4,5	-5,5	-11,0	-26,0	-0,0	9,9								
Verkehrsspektrum - Pkw		Verkehr_Pkw	Lw	A	-45,0	-30,0	-14,0	-12,0	-9,0	-6,0	-5,0	-7,0	-22,0	0,0	5,7								
Heizzentrale Innenpegel		RP_Heizzentrale	Li	A	36,3	47,9	59,6	58,1	63,8	67,6	65,4	64,1	55,8	72,1	80,8								

**Schalldämm-Maß**

Bezeichnung	ID	Oktavspektrum (dB)										Quelle
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Rw	
Bitumen+Holzschal. +500Luft+40Mineralfaser(25kg/m³)+12,5Gipskarton abzgl. 2 dB VHM	Fassade	15,0	21,0	26,0	26,0	41,0	46,0	48,0	53,0	39,0	42	Prima Z. 159
12,5GKP, Folie+60Mineral.+Sparren(H=160)+Betondachsteine abzgl. 2 dB VHM	Dach	10,0	14,0	19,0	36,0	44,0	54,0	59,0	57,0	55,0	44	Prima Z. 162
Schnelllauftor,2x6Plexigl. Abst.:12,unten Blech 1xumlaufend dicht abzgl. 5 dB VHM	Tor	10,0	15,0	20,0	19,0	23,0	26,0	25,0	27,0	15,0	25	Prima Z. 222
Tor geöffnet	offen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1	
Schalldämpfer d=0,4m	SD_0p4	2,9	5,7	9,6	13,8	18,1	19,1	6,8	1,7	0,4	12	MBBM SD Tool, Rohr-SD, d=200mm, h=200mm, l=1000mm
Schalldämpfer d=0,6m	SD_0p6_I1p0	1,9	3,9	7,0	9,8	12,8	8,3	2,1	0,5	0,1	6	MBBM SD Tool, Rohr-SD, d=200mm, h=300mm, l=1000mm

**Immissionen****Immissionspunkte – Beurteilungspegel**

Bezeichnung	ID	PegeL Lr		Richtwert		Nutzungsart		Höhe	Koordinaten				
		Tag+Rz	Nacht	Tag+Rz	Nacht	Gebiet	Auto		X	Y	Z		
		(dBa)	(dBa)	(dBa)	(dBa)	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)		
IO 1 - Am Bergblick 7	!01!	20,0	15,2	55,0	40,0	WA		Industrie	4,00	r	32615115,46	5297623,46	773,25
IO 2 - Friesenrieder Str. 18	!01!	51,7	34,2	55,0	40,0	WA		Industrie	2,50	r	32614881,11	5297525,68	749,70
IO 3 - Friesenrieder Str. 29	!01!	40,6	34,7	60,0	45,0	MI		Industrie	4,00	r	32614835,99	5297557,38	751,57
IO 4 - Friesenrieder Str. 31	!01!	39,4	35,6	60,0	45,0	MI		Industrie	4,00	r	32614838,54	5297580,92	751,58
IO 5 - Tegelbergstraße 21	!01!	36,4	31,5	55,0	40,0	WA		Industrie	4,00	r	32614812,83	5297577,73	751,00
IO 6 - Tegelbergstraße 14	!01!	28,1	23,5	50,0	35,0	WR		Industrie	4,00	r	32614737,62	5297588,58	753,00

**Teilpegel Tag und Nacht**

Quelle	Bezeichnung	M.	ID	Teilpegel											
				IO 1 - Am Bergblick 7	IO 2 - Friesenrieder Str. 18	IO 3 - Friesenrieder Str. 29	IO 4 - Friesenrieder Str. 31	IO 5 - Tegelbergstraße 21	IO 6 - Tegelbergstraße 14	Tag+Rz	Nacht	Tag+Rz	Nacht	Tag+Rz	Nacht
Kamin ETA Kessel			!0000!	8,8	6,9	25,8	23,9	26,3	26,3	28,4	28,4	25,5	23,5	16,0	14,1
Kamin RHK-AK 1000 Kessel			!0000!	9,1	7,1	28,0	26,0	26,6	26,6	27,2	27,2	25,4	23,5	17,5	15,6
Kamin Ölkessel 1			!0000!	13,7	11,8	32,8	30,8	31,2	31,2	31,8	31,8	30,0	28,1	22,2	20,2
Kamin Ölkessel 2			!0000!	10,5	8,5	29,6	27,6	27,9	27,9	28,4	28,4	26,7	24,7	18,8	16,9
Abkippen von HHS (5x pro Tag, gesamter Vorgang je 5 min)			!0001!	3,2		41,1		25,5		24,4		19,0		12,1	
Kamin Notstromaggregat			!0000!	12,0		30,8		31,5		32,2		28,4		18,9	
Schieben von HHS (2x pro Tag, gesamter Vorgang je 10 min)			!0001!	11,6		48,7		33,7		31,7		26,6		19,3	
Kesselhaus Dach			!0000!	5,8	-1,2	22,2	15,3	22,3	17,3	23,7	18,7	20,4	13,5	13,3	6,4
Lkw Rangieren (0/7/0)			!0001!	7,0		46,0		36,0		29,5		28,4		19,2	
Mitarbeiter Parkplatz (0/12/0)			!0001!	-1,5		35,2		21,6		15,4		19,6		10,3	
Kesselhaus Fassade			!0000!	1,3	-5,7	21,0	14,1	21,0	16,0	26,9	21,9	17,3	10,4	8,3	1,4
Kesselhaus Tor (tags 3h geöffnet)			!0000!	8,3		41,6		23,9		25,0		16,1		11,9	
Kesselhaus Tor (geschlossen)			!0000!	-4,3	-10,7	26,5	20,2	8,8	4,7	7,1	3,0	2,9	-3,4	-3,0	-9,4