

# Schalltechnisches Büro A. Pfeifer, Dipl.-Ing.

Birkenweg 6, 35630 Ehringshausen  
Tel.: 06449/9231-0 Fax: 06449/9231-23  
E-Mail: info@ibpfeifer.de  
Internet: www.ibpfeifer.de

Beratung Gutachten Messung  
Forschung Entwicklung Planung

Eingetragen in die Liste der Nachweis-  
berechtigten für Schallschutz gem. § 4 Abs. 1  
NBVO bei der Ingenieurkammer Hessen

Maschinenakustik  
Raum- und Bauakustik  
Immissionsschutz  
Schwingungstechnik

Ehringshausen, den 10.07.2024

## Immissionsprognose Nr. 2435/II

Inhalt : **Schallimmissionsprognose für die Erweiterung  
einer Energiezentrale zur Nahwärmeversorgung  
in 78554 Aldingen**

Auftraggeber : **Bürgermeisteramt Aldingen - Bauamt  
Marktplatz 5  
78554 Aldingen**

Anmerkung : Diese Prognose besteht aus 29 Seiten.  
Eine auszugsweise Zitierung ist mit uns abzustimmen.

Schalltechnisches Büro A. Pfeifer  
A. Pfeifer

**A. Pfeifer, Dipl.-Ing.**  
Schalltechnisches Büro  
Birkenweg 6 · 35630 Ehringshausen  
Tel. 06449/9231-0 · Fax 06449/6662



<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1.</b>	<b>Aufgabenstellung</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>3</b>
2.1	Rechts- und Beurteilungsgrundlagen	3
2.2	Verwendete Unterlagen	4
2.3	Lagebeschreibung	5
<b>3.</b>	<b>Immissionsorte und –richtwerte</b>	<b>5</b>
3.1	Immissionsorte	5
3.2	Immissionsrichtwerte TA Lärm	6
<b>4.</b>	<b>Schallausbreitungsrechnung</b>	<b>8</b>
4.1	Auszug aus TA Lärm, DIN ISO 9613-2	8
4.2	Meteorologische Korrektur	9
4.3	Beurteilungspegel	10
4.4	Emissionsansätze	10
4.4.1	Betriebsbeschreibung Bestand	10
4.4.2	Neue Anlagen	11
4.4.3	Allgemeines	12
4.4.4	Anlieferung Holzhackschnitzel und Abtransport der Asche	12
4.4.5	Gabelstapler	13
4.4.6	Containerwechsel	13
4.4.7	Gebäudeabstrahlung und Innenpegel	13
4.5	Beurteilungspegel	15
4.6	Kurzzeitige Geräuschspitzen	17
4.7	Vorbelastung	18
4.8	Verkehr auf öffentlichen Straßen	18
<b>5.</b>	<b>Bewertung</b>	<b>19</b>
<b>6.</b>	<b>Aussagesicherheit</b>	<b>19</b>
<b>7.</b>	<b>Hinweise</b>	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b>Anhang</b>	<b>21</b>
8.1	Übersichtsplan	21
8.2	Grundrisse	22
8.3	Berechnungsdaten	27

## 1. Aufgabenstellung

Es ist die Erweiterung der Energiezentrale in Aldingen geplant. Für die Energiezentrale wurde durch unser Büro die Immissionsprognose Nr. 2435 vom 22.05.2012 erstellt, welche auf Grundlage der aktuellen Planung fortgeschrieben wird.

Aufgrund von Beschwerden wurden Schallmessungen durchgeführt. Im Messbericht Nr. 2435 vom 17.04.2024 wurden Lärminderungsmaßnahmen abgeleitet. Die Ergebnisse dieser Messungen bzw. die dort angegebenen Lärminderungsmaßnahmen werden hier schon als umgesetzt betrachtet. Das sind i. W. der Einbau von Schalldämpfern in die Abgasleitungen der beiden Hackschnitzelkessel und Körperschallentkoppelungsmaßnahmen an den BHKW-Leitungen.

Die Berechnung muss der 6. Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm –TA Lärm) und den dort benannten Berechnungs- und Bewertungsverfahren genügen.

Es ist zu prüfen, ob der Betrieb die jeweils geltenden Immissionsrichtwerte an der nächstgelegenen Immissionsorten einhält. Dabei sollen die vom gesamten Betrieb der Energiezentrale verursachten Geräusche im Bereich der nächstgelegenen Wohnhäuser ermittelt werden. Berücksichtigt wird dabei auch der Anlieferungsverkehr und der Abtransport der Asche.

## 2. Grundlagen

### 2.1 Rechts- und Beurteilungsgrundlagen

- |     |         |   |
|-----|---------|---|
| [1] | BImSchG | Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge vom 15.3.1974 in der aktuellen Fassung (Bundesimmissionsschutzgesetz) |
| [2] | TA Lärm | Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundesimmissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm) vom 26.8.1998, geändert am 01.06.2017  |

- |     |  |   |
|-----|--|---|
| [3] | DIN ISO 9613-2                                     | Dämpfung des Schalls bei Ausbreitung im Freien, Ausgabe Oktober 1999  |
| [4] | VDI 2571   | Schallabstrahlung von Industriebauten vom August 1976   |
| [5] | VDI 2714   | Schallausbreitung im Freien vom Januar 1988   |
| [6] | Lastkraftwagen (Fahrt, Einzelereignisse)           | Studie des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Lärmschutz in Hessen, Heft 3. Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten von 2005 |
| [7] | Containerbewegungen, Brecheranlage, Radlader, usw. | Studie des hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie, Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Anlagen zur Abfallbehandlung und -verwertung sowie Kläranlagen von 2002  |

## 2.2 Verwendete Unterlagen

- Übersichtsplan, Lageplan, Grundrisse, Schnitte und Ansichten des Gebäudes, als PDF-Datei:  
20231206\_G02 Grundriss Untergeschoss.pdf (siehe Anhang)  
20231206\_G03 Grundriss Erdgeschoss.pdf (siehe Anhang)  
20231206\_G04 Schnitt.pdf  
20231206\_G05 Ansicht Nord.pdf  
20231206\_G06 Ansicht Ost.pdf  
20231206\_G07 Ansicht Süd.pdf  
20231206\_G08 Ansicht West.pdf  
20231206\_G09 Schnitt, Ansichten Fertigteilgarage.pdf
- Angaben des Auftraggebers zum erwarteten Fahrzeugaufkommen und zu sonstigen Außenaktivitäten
- Datenblatt Wärmepumpe, PDF-Datei „CXAF 130 HEat XLN Technische Daten.pdf“ (siehe Anhang)
- Übersichtsplan, PDF-Datei „G01 Übersichtsplan (002) Pos Trafostation 23 11 30.pdf“

- Schalltechnisches Büro A. Pfeifer, Messbericht Nr. 2435 vom 17.04.2024
- Skizze Übersichtsplan mit Kennzeichnung der Erweiterung des Gebäudes, Bild-Datei „lageplan.png“
- Datenblatt BHKW, PDF-Datei „TB Aldingen JMS 412 GS C511 AWT parallel 02.05.23.pdf“ (siehe Anhang)
- Datenblatt BHKW, PDF-Datei „Jenbacher ALT\_TS JMS 312 GS D205 inkl. GMK II 19.04.12.pdf“ (siehe Anhang)

### **2.3 Lagebeschreibung**

Die Energiezentrale steht auf den Grundstücken 2375, 2376, 2507/1 östlich der Straße Lindenäcker in 78554 Aldingen.

In nördlicher und östlicher Richtung liegen Gebäude für Sportnutzung, in südlicher und südöstlicher Richtung befindet sich Wohnbebauung (siehe Übersichtsplan im Anhang).

## **3. Immissionsorte und –richtwerte**

### **3.1 Immissionsorte**

Als maßgebliche Immissionsorte wurden folgende Orte in je 5,3 m Höhe ausgewählt:

Immissionsort 1	Wohnhaus Lupfenstraße 7, Höhe 5 m
Immissionsort 2	Wohnhaus Lupfenstraße 5, Höhe 5 m
Immissionsort 3	Wohnhaus Lupfenstraße 3, Höhe 5 m

Die Energiezentrale liegt im Geltungsbereich des Bebauungsplans „Böllen“ der Gemeinde Aldingen. Die Immissionsorte liegen im Geltungsbereich des südlich angrenzenden Bebauungsplans „Hinterm Dorf“. Das Gebiet der Immissionsorte ist hierin als allgemeines Wohngebiet ausgewiesen.

### 3.2 Immissionsrichtwerte TA Lärm

Für Immissionsorte außerhalb von Gebäuden gelten gemäß TA Lärm (Pkt. 6.1) für den Beurteilungspegel je nach Gebietseinstufung folgende Immissionsrichtwerte:

a) Industriegebiete (vgl. § 9 BauNVO):

$$L = 70 \text{ dB(A)}$$

b) Gewerbegebiete (vgl. § 8 BauNVO):

tags  $L = 65 \text{ dB(A)}$

nachts  $L = 50 \text{ dB(A)}$

c) Urbane Gebiete (vgl. §§ 6a BauNVO):

tags  $L = 63 \text{ dB(A)}$

nachts  $L = 45 \text{ dB(A)}$

d) Kerngebiete, Dorfgebiete und Mischgebiete (vgl. §§ 5,6 und 7 BauNVO):

tags  $L = 60 \text{ dB(A)}$

nachts  $L = 45 \text{ dB(A)}$

e) Allgemeine Wohngebiete und Kleinsiedlungsgebiete (vgl. § 4 und § 2 BauNVO):

tags  $L = 55 \text{ dB(A)}$

nachts  $L = 40 \text{ dB(A)}$

f) Reine Wohngebiete (vgl. § 3 BauNVO):

tags  $L = 50 \text{ dB(A)}$

nachts  $L = 35 \text{ dB(A)}$

g) Kurgebiete, Krankenhäuser und Pflegeanstalten:

tags  $L = 45 \text{ dB(A)}$

nachts  $L = 35 \text{ dB(A)}$

Nach TA Lärm ist der Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Geräusche (§ 5 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG) sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung am maßgeblichen Immissionsort die o. g. Immissionsrichtwerte nach Pkt. 6.1 der TA Lärm nicht überschreitet.

Die Einwirkung der zu beurteilenden Geräusche wird anhand eines Beurteilungspegels  $L_r$  (Rating Level) bewertet. Dieser Beurteilungspegel wird unter Berücksichtigung der Einwirkungsdauer, der Tageszeit des Auftretens und besonderer Geräuschmerkmale (Töne, Impulse) gebildet. Das Einwirken von in der Pegelhöhe schwankenden Geräuschen auf den Menschen wird dem Einwirken

eines konstanten Geräusches dieses Pegels  $L_r$  während des gesamten Bezugszeitraumes gleichgesetzt.

Gemäß der TA Lärm sind die Richtwerte für den Beurteilungspegel auf einen Zeitraum von 16 Stunden während des Tages und auf die ungünstigste Stunde der Nacht zu beziehen. Die Nachtzeit beträgt 8 Stunden, von 22 Uhr bis 6 Uhr.

Kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen den Richtwert am Tage um nicht mehr als  $\Delta L = 30$  dB und zur Nachtzeit um nicht mehr als  $\Delta L = 20$  dB überschreiten.

Während der Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit an Werktagen (6 Uhr bis 7 Uhr und 20 Uhr bis 22 Uhr) sowie an Sonn- und Feiertagen (6 Uhr bis 9 Uhr, 13 Uhr bis 15 Uhr und 20 Uhr bis 22 Uhr) ist die erhöhte Störwirkung (für Gebiete nach Buchstaben e) bis g) durch einen Zuschlag von  $K_R = 6$  dB zum Immissionspegel zu berücksichtigen.

Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrsflächen außerhalb des Betriebsgeländes durch das dem Betrieb zuzuordnende Verkehrsaufkommen sind bei der Beurteilung gesondert von den anderen Anlagengeräuschen zu betrachten. Hierbei ist das Berechnungsverfahren der Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (RLS-19) anzuwenden.

Es ist gemäß TA Lärm zu prüfen, ob in einem Abstand vom Betriebsgrundstück von bis zu 500 m in Gebieten nach Buchstaben c) bis g) (s. o.):

- die der Anlage hinzuzurechnenden Geräuschanteile den Beurteilungspegel der Verkehrsgeräusche rechnerisch um mindestens  $\Delta L = 3$  dB erhöhen,
- keine Vermischung mit dem übrigen Verkehr erfolgt ist und
- die Immissionsgrenzwerte der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) erstmals oder weitergehend überschritten werden.

Werden diese Kriterien erfüllt, sind nach TA Lärm die Geräusche durch Maßnahmen organisatorischer Art soweit wie möglich zu mindern.

Gemäß 16. BImSchV gelten außerhalb von Gebäuden für den Beurteilungspegel je nach Gebietseinstufung folgende Immissionsgrenzwerte:

- in Kerngebieten, Dorfgebieten und Mischgebieten:

tags	$L = 64$ dB(A)
nachts	$L = 54$ dB(A)
- in reinen und allgemeinen Wohngebieten sowie Kleinsiedlungsgebieten:

tags L = 59 dB(A)

nachts L = 49 dB(A)

- an Krankenhäusern, Schulen, Kurheimen und Altenheimen:

tags L = 57 dB(A)

nachts L = 47 dB(A)

## 4. Schallausbreitungsrechnung

### 4.1 Auszug aus TA Lärm, DIN ISO 9613-2

Die Durchführung der Schallausbreitungsrechnung erfolgt auf der Grundlage der in der TA Lärm angegebenen Normen und Richtlinien.

Die Schallausbreitungsrechnung ermittelt den Immissionspegel in Abhängigkeit von der Frequenz in Oktavbandbreite. Dabei wird vom Schallleistungspegel eines Aggregates bzw. dem Schalldruckpegel und den Schalldämm-Maßen der Außenbauteile eines Raumes ausgegangen. Berücksichtigt werden alle die Schallausbreitung beeinflussenden Parameter, wie unter anderem Luftabsorption, Bodeneffekte, Abschirmung durch Hindernisse, Reflexionen und verschiedene weitere Effekte. Es wird dabei grundsätzlich eine leichte Mitwindsituation angenommen.

Die Beziehung stellt sich wie folgt dar:

$$L_T = L_W + D_C - A_{div} - A_{atm} - A_{gr} - A_{bar} - A_{fol} - A_{site} - A_{hous} - C_{met}$$

Hierin bedeuten:

$L_T$  Immissionspegel in dB(A)

$L_W$  Schallleistungspegel in dB(A)

$D_C$  Richtwirkungskorrektur in dB

$A_{div}$  Dämpfung aufgrund geometrischer Ausbreitung in dB

$A_{atm}$  Dämpfung aufgrund von Luftabsorption in dB

$A_{gr}$  Dämpfung aufgrund des Bodeneffektes in dB

$A_{bar}$  Dämpfung aufgrund von Abschirmung in dB

$A_{fol}$  Dämpfung durch Bewuchsflächen in dB

$A_{site}$  Dämpfung durch Industrieflächen in dB

$A_{hous}$  Dämpfung durch Bebauungsflächen in dB

$C_{met}$  Meteorologische Korrektur in dB

Für jede Teilgeräuschquelle wird der Immissionspegelanteil separat berechnet. Die Berechnung des Gesamtschalldruckpegels der unterschiedlichen Emittenten an den Immissionsorten erfolgt durch energetische Addition deren Immissionspegelanteile.

## 4.2 Meteorologische Korrektur

Die Immissionspegel werden grundsätzlich für Mitwindverhältnisse, d. h. Wind von den Geräuschquellen zu den Immissionsorten, berechnet.

Zur Berücksichtigung der langfristig einwirkenden Geräusche ist gemäß TA Lärm in Verbindung mit DIN ISO 9613-2 ein Langzeitmittelungspegel  $L_{AT}$  zu bestimmen. Es wird vom gemessenen Mittelungspegel die meteorologische Korrektur ( $C_{met}$ ) subtrahiert.

Diese Korrektur berücksichtigt eine Vielzahl von Witterungsbedingungen, die sowohl günstig wie auch ungünstig für die Schallausbreitung sein können.

Die Beziehung stellt sich wie folgt dar:

$$C_{met} = C_0 \left(1 - 10(h_s + h_r) / d_p\right) \quad \text{wenn } d_p > 10(h_s + h_r)$$

$$C_{met} = 0 \quad \text{wenn } d_p \leq 10(h_s + h_r)$$

Hierin bedeuten:

$C_{met}$  Meteorologische Korrektur in dB

$h_s$  Höhe der Geräuschquelle in Metern

$h_r$  Höhe des Immissionsortes in Metern

$d_p$  Abstand zwischen Quelle und Immissionsort projiziert auf die horizontale Bodenebene in Metern

$C_0$  Faktor in dB, der von den örtlichen Wetterstatistiken für Windgeschwindigkeit und -richtung sowie Temperaturgradienten abhängt

Die Auswirkungen der Witterungsbedingungen auf die Schallausbreitung sind klein für kurze Abstände  $d_p$  sowie für längere Abstände bei großen Höhen von Quelle und Immissionsort.

Zur Berechnung der meteorologischen Korrektur ( $C_{met}$ ) wird hier aus Vereinfachungsgründen der Faktor  $C_0 = 2$  dB verwendet. Die so errechnete Korrektur geht von einer etwa gleichen Häufigkeit aller Windrichtungen aus; auch bei anderen Windverteilungen liegt der Fehler in der Regel innerhalb von  $\Delta L = \pm 1$  dB.

### 4.3 Beurteilungspegel

Die Ermittlung der Beurteilungspegel wird nach folgenden Gleichungen durchgeführt:

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

$$\text{tags: } T_r = \sum_{j=1}^N T_j \quad \text{hier: 16 h}$$

$$\text{nachts: } T_r = \sum_{j=1}^N T_j \quad \text{hier: 1 h (lauteste Nachtstunde)}$$

Hierin bedeuten:

$T_j$  Teilzeit  $j$

$T_r$  Beurteilungszeiträume tags bzw. nachts

$N$  Anzahl der Teilzeiten

$L_{Aeq,j}$  Mittelungspegel während der Teilzeit  $j$  in dB(A)

$K_{T,j}$  Zuschlag für Ton- und Informationshaltigkeit in dB

$K_{I,j}$  Zuschlag für Impulshaltigkeit in dB

$K_{R,j}$  Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit in dB

### 4.4 Emissionsansätze

#### 4.4.1 Betriebsbeschreibung Bestand

In der Energiezentrale wird ein Ölkessel, zwei Holzhackschnitzelkessel und ein BHKW mit einer elektrischen Leistung von 527 kW<sub>el</sub> bzw. 658 kW<sub>therm</sub> betrieben.

Das Gebäude besteht aus Stahlbeton. Das Bestands-BHKW-Aggregat Jenbacher JMS 312 befindet sich im Untergeschoss des Gebäudes in einem eigenen Raum mit Zwischendecke zur Installationsebene; die Deckenstärke beträgt ca. 28 cm. Die beiden Außenwände des BHKW-Raums besteht aus 30 cm dickem Stahlbeton.

An der Westseite befindet sich die Zugangstür zum BHKW-Raum. Die BHKW-Zuluftöffnung befindet sich an der Nordseite des Gebäudes. Die BHKW-Abluft wird zur Trocknung der Hackschnitzel in das Hackschnitzellager geleitet und strömt von dort an der Nordseite ins Freie.

Die Stahlbeton-Außenwände des Kesselraums sind 25 cm dick. Die Zugangstür zum Kesselraum befindet sich an der Südseite. Die Zuluftöffnung des Kesselraums liegt auf der Südseite über der Zugangstür.

Die Abgaskamine weisen eine Höhe von jeweils 17 m auf.

Die Hackschnitzel werden in einem nördlich gelegenen Raum gelagert. Die Öffnung zu diesem Raum liegt in Norden. Die Hackschnitzel gelangen über eine Schnecke aus dem Lagerraum in den Kesselraum. Im Lagerraum befindet sich eine Bodenförderanlage, die die Späne der Schnecke zuführt.

Die Anlieferung der Hackschnitzel erfolgt mittels Lkw. Die Hackschnitzel werden vom Lkw in die im Norden liegende Öffnung des Lagerraums abgekippt.

Der Abtransport der Asche erfolgt ca. 2-3 mal im Jahr. Ein Gabelstapler holt die Aschebehälter vom Kesselraum durch die Tür auf der Südseite und verfährt sie bis zum Hof westlich des Gebäudes. Hier wird die Asche in einen bereit stehenden, per Lkw angelieferten leeren Abrollcontainer verfüllt. Der Lkw nimmt dann den vollen Container mit.

#### **4.4.2 Neue Anlagen**

An der Ostseite, nördlich der Pufferspeicher ist die Aufstellung einer Wärmepumpe mit Scrollverdichter geplant. Die Wärmepumpe weist einen Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 90$  dB(A) auf. Im Nachtbetrieb beträgt der Schalleistungspegel  $L_{WA} = 88$  dB(A).

Vorsorglich wird darauf hingewiesen, dass die Aufstellung einer Wärmepumpe mit Schraubenverdichter hier nicht ohne weiteres möglich ist.

Die Berechnung zeigt, dass die Immissionsrichtwerte nachts überschritten werden und eine Lärmschutzwand in 5 m Höhe in 2 m Abstand südlich vor den Pufferspeichern erforderlich ist. Absorbierende Eigenschaften an der Nordseite der Lärmschutzwand sind nicht erforderlich.

In dem BHKW- Raum wird ein zweites BHKW aufgestellt. Geplant ist das BHKW JMS 412.

### 4.4.3 Allgemeines

Zur Anlieferung der Holzhackschnitzel wird während der Heizperiode mit maximal 20 Lkw pro Jahr gerechnet. In der Prognose wird ein Tag mit einer Anlieferung (1 Lkw) betrachtet.

Da der Abtransport der Asche nur 2-3 mal pro Jahr stattfindet, wird zusätzlich eine Variante für einen Tag mit Anlieferung und Ascheabtransport berechnet.

Alle Anlieferungen und Abtransporte finden außerhalb der Ruhezeit, also innerhalb des Zeitraums 07:00-20:00 Uhr statt.

### 4.4.4 Anlieferung Holzhackschnitzel und Abtransport der Asche

Der Bericht [6] gibt u. a. Beurteilungsschallleistungspegel für Lkw-Bewegungen pro 1 m Wegstrecke und 1 Stunde Einwirkzeit sowie für Ladetätigkeiten pro Vorgang und Stunde an.

Die Ermittlung des Beurteilungsschallleistungspegels der Fahrstrecken wird nach folgenden Gleichungen durchgeführt:

$$L_{wr} = L_{w,1h} + 10 \lg(n) + 10 \lg\left(\frac{l}{1m}\right) - 10 \lg\left(\frac{T_r}{1h}\right)$$

Hierin bedeuten:

$L_{wr}$  Beurteilungsschallleistungspegel der Fahrstrecke, Einwirkzeit 1 Stunde [dB(A)]

$L_{w,1h}$  Schallleistungspegel für eine Fahrt pro Stunde (= 63 dB(A))

$n$  Anzahl der Fahrten

$l$  Länge des Streckenabschnittes (hier: = 1 m)

$T_r$  Beurteilungszeit (hier: = 1 h)

Für die Lkw, welche die Hackschnitzel anliefern und die Asche abtransportieren, wird jeweils ein Zuschlag für Rangiertätigkeiten in Höhe von  $K_I = 5$  dB vergeben.

Zusätzlich werden für Lkw weitere Einzelereignisse (Motorstart, Entlüftung der Betriebsbremse, Zuschlagen der Türen) zum Ansatz gebracht. Die Einwirkzeit wurde für jedes Einzelereignis mit 5 s entsprechend dem Takt-Maximal-Pegel-Verfahren den Berechnungen zugrunde gelegt.

Tab. 1 : Einzelereignisse Lkw.

	Motorstart	Bremsen-entlüften <sup>*)</sup>	Türen-schlagen
Einwirkzeit pro Vorgang (Sekunden)	5	5	5
Schalleistungspegel $L_{WA}$ dB(A)	100	108	100
Anzahl Vorgänge pro Fahrzeug	1	1	2

Ein Leerlaufbetrieb der Fahrzeugmotoren ist nicht erforderlich, entspricht nicht dem bestimmungsgemäßen Betrieb gemäß TA Lärm und ist darüber hinaus gemäß § 30 StVO untersagt. Daher wird Laufenlassen des Motors in der Berechnung nicht berücksichtigt.

#### 4.4.5 Gabelstapler

Für den Transport der Aschebehälter vom Kesselhaus bis zum Abrollcontainer mittels Gabelstapler wird von einem Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 95$  dB(A) zzgl. eines Zuschlages von  $K_1 = 3$  dB bei einer Einwirkzeit von insgesamt 10 Minuten ausgegangen.

#### 4.4.6 Containerwechsel

Für den Wechsel eines Aschecontainers wird gemäß [7] von einem Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 108$  dB(A) zzgl.  $K_1 = 6$  dB ausgegangen. Die Dauer wird mit 2 Minuten angesetzt.

Es wird davon ausgegangen, dass das Tor für 10 Minuten offen steht, wenn die Aschecontainer mittels Stapler durch das Tor gefahren werden.

#### 4.4.7 Gebäudeabstrahlung und Innenpegel

Das Bestands-BHKW JMS 312 weist einen Schalleistungspegel von  $L_{WA} = 115$  dB(A) auf. Der Schalleistungspegel des neuen BHKW JMS 412 beträgt  $L_{WA} = 116$  dB(A).

Beim Betrieb beider BHKW beträgt der in den Raum einwirkende Schalleistungspegel  $L_{WA} = 118,5$  dB(A). Unter der Annahme einer Nachhallzeit von einer Sekunde in dem BHKW-Raum ist bei einem Volumen von ca. 288 m<sup>3</sup> ein Innen-Schalldruckpegel von  $L_{Aeq} = 108$  dB(A) zu erwarten. Zur Sicherstellung einer ausreichenden Prognosesicherheit wird von einem Innen-Schalldruckpegel im BHKW-Raum von  $L_{Aeq} = 110$  dB(A) ausgegangen.

Für den Kesselraum wird von einem Innen-Schalldruckpegel von  $L_{AFTeq} = 80 \text{ dB(A)}$  ausgegangen.

Die Abstrahlung der Wände des Kesselraums kann aufgrund der hohen Schalldämmung vernachlässigt werden.

Für das Dach ist das Fabrikat „rib-roof“ mit einer Konstruktion aus 22 mm Holzbretter, einer Blechabdeckung sowie einer Wärmedämmschicht aus mindestens 10 cm Mineralfaser (Zwischensparrendämmung) und einer biegeweichen Unterdecke (Gipskarton, Spanplatten o.ä.) oder vorgesehen. Von dieser Konstruktion ist ein Schalldämm-Maß von  $R'_w = 40 \text{ dB}$  zu erwarten.

Für die Zugangstür zum BHKW-Raum auf der Westseite wird ein Schalldämm-Maß von  $R_w = 34 \text{ dB}$  berücksichtigt (messtechnisch ermittelt).

Die Zugangstür zum Heizraum auf der Südseite wird mit einem Schalldämm-Maß von  $R_w = 31 \text{ dB}$  berücksichtigt.

Der Schalleistungspegel der BHKW-Zuluftöffnung wurde mit  $L_{WA} = 84 \text{ dB(A)}$  ermittelt. Relevante tonale Anteile wurde nicht festgestellt.

Der Schubboden im Bunker verursacht eine zyklische Geräusentwicklung, da der Schubboden und die Schnecke nur in Betrieb genommen werden, wenn eine Brennstoff-Anforderung vorliegt, wobei ein höherer Pegelwert zu erwarten ist, wenn sich nur geringe Hackschnitzelmengen im Bunker befinden. Angenommen wird Dauerbetrieb des Schubbodens und ein Innen-Schalldruckpegel von  $L_{AFTeq} = 70 \text{ dB(A)}$ . Das Bunkergebäude wird mit einem Schiebetor aus Stahlblech verschlossen. Für dieses Schiebetor wird ein Schalldämm-Maß von  $R'_w = 20 \text{ dB}$  berücksichtigt.

Für alle Abgaskamine wird ein Schalleistungspegel von je  $L_{WA} = 60 \text{ dB(A)}$  angesetzt. Die Kaminhöhe beträgt 17 m.

Tieffrequente Einzeltöne dürfen nicht hörbar bzw. pegelbestimmend im Spektrum enthalten sein, da diese als „Brummtöne“ wahrgenommen werden und auch bei niedrigen Pegeln störend wirken können. Daher gelten für die Schalleistungspegel der Kaminmündungen der BHKW für die 50-80 Hz-Oktaven als Obergrenze je  $L_{WATerz} = 36 \text{ dB(A)}$  und für die 100 Hz-Oktave  $L_{WATerz} = 43 \text{ dB(A)}$ .

Zusätzlich werden für Lkw weitere Einzelereignisse (Motorstart, Entlüftung der Betriebsbremse, Zuschlagen der Türen) zum Ansatz gebracht. Die Einwirkzeit

wurde für jedes Einzelereignis mit 5 s entsprechend dem Takt-Maximal-Pegel-Verfahren den Berechnungen zugrunde gelegt.

Tab. 2 : Einzelereignisse Lkw.

	Motorstart	Bremsen-entlüften	Türen-schlagen
Einwirkzeit pro Vorgang (Sekunden)	5	5	5
Schalleistungspegel $L_{WA}$ dB(A)	100	108	100
Anzahl Vorgänge pro Fahrzeug	1	1	2

Ein Leerlaufbetrieb der Fahrzeugmotoren ist nicht erforderlich, entspricht nicht dem bestimmungsgemäßen Betrieb gemäß TA Lärm und ist darüber hinaus gemäß § 30 StVO untersagt. Daher wird Laufenlassen des Motors in der Berechnung nicht berücksichtigt.

#### 4.5 Beurteilungspegel

In den folgenden Tabellen sind die auf der Grundlage der o. g. Emissionsansätze berechneten Beurteilungspegel angegeben.

Tab. 3 : Beurteilungspegel tags.

Quelle / Bezeichnung	Teilbeurteilungspegel tags $L_{rT}$ dB(A)		
	Io 1	Io 2	Io 3
Motorstart Lkw Hackschnitzel	-10,7	-5,5	-8,2
Türschlag Lkw Hackschnitzel	-5,9	-1,3	-3,6
Bremsenentlüften Lkw Hackschnitzel	-3,4	2,1	-0,7
Motorstart Lkw Asche	12,5	14,0	13,3
Türschlag Lkw Asche	16,0	17,3	16,7
Bremsenentlüften Lkw Asche	20,4	21,9	21,2
Abkippen Hackschnitzel	4,1	9,3	6,9
Kaminmündung Ölkessel	21,2	22,0	19,7
Kaminmündung Holzkessel 2 (neu)	21,3	22,1	19,5

Quelle / Bezeichnung	Teilbeurteilungspegel tags $L_{rT}$ dB(A)		
	Io 1	Io 2	Io 3
Kaminmündung Holzkessel 1 (alt)	21,4	22,1	19,5
Kaminmündung BHKW 1	20,0	21,0	19,3
Kaminmündung BHKW 2	20,1	21,1	19,3
Lkw Anlieferung Hackschnitzel	10,8	16,7	21,8
Lkw Abtransport Asche	25,2	26,7	26,1
Stapler Aschetransport	29,9	33,2	33,0
Aschecontainer-Wechsel	39,4	42,8	41,6
Dach Kesselraum	20,7	22,3	19,6
Dach Hackschnitzzellageraum	-7,0	-5,7	-8,1
Wärmepumpe	36,8	35,9	34,6
Zuluftöffnung BHKW	23,3	24,5	23,0
Tor Hackschnitzzellageraum	-3,6	-1,0	-3,5
Einbringöffnung BHKW	20,5	23,1	26,9
Tür Kesselraum	17,3	18,0	14,5
Tür Kesselraum offen	20,8	21,2	17,7
BHKW-Raum, Wand Süd	29,4	33,8	33,2
BHKW-Raum, Wand West	6,3	8,9	11,4
Zuluftöffnung Kesselraum	23,3	11,6	2,6
<b>Beurteilungspegel</b>	<b>42</b>	<b>45</b>	<b>44</b>
<b>Immissionsrichtwert tags</b>	<b>55</b>	<b>55</b>	<b>55</b>

Tab. 4 : Beurteilungspegel nachts.

Quelle / Bezeichnung	Teilbeurteilungspegel nachts $L_{rN}$ dB(A)		
	Io 1	Io 2	Io 3
Kaminmündung Ölkessel	19,3	20,1	17,8
Kaminmündung Holzkessel 2 (neu)	19,4	20,2	17,6
Kaminmündung Holzkessel 1 (alt)	19,5	20,2	17,6
Kaminmündung BHKW 1	18,1	19,1	17,3
Kaminmündung BHKW 2	18,1	19,1	17,4
Dach Kesselraum	18,8	20,4	17,7
Dach Hackschnitzzellageraum	-8,9	-7,6	-10
Wärmepumpe	32,9	32	30,7
Zuluftöffnung BHKW	21,3	22,6	21,1
Tor Hackschnitzzellageraum	-5,6	-2,9	-5,5
Einbringöffnung BHKW	18,6	21,2	25
Tür Kesselraum	15,4	16,1	12,6
BHKW-Raum, Wand Süd	27,5	31,9	31,3
BHKW-Raum, Wand West	4,4	7	9,5
Zuluftöffnung Kesselraum	21,3	9,7	0,7
<b>Beurteilungspegel</b>	<b>35</b>	<b>36</b>	<b>35</b>
<b>Immissionsrichtwert nachts</b>	<b>40</b>	<b>40</b>	<b>40</b>

#### 4.6 Kurzzeitige Geräuschspitzen

Kurzzeitige Geräuschspitzen im Sinne der TA Lärm sind durch Einzelereignisse hervorgerufene Maximalwerte des Schalldruckpegels, die im bestimmungsgemäßen Betriebsablauf auftreten. Zur Nachtzeit sind die Geräusche der Anlage zeitlich konstant.

Der höchste Einzelpegel ist beim Wechsel des Abrollcontainers zu erwarten. Es ergeben sich hierbei die in der folgenden Tabelle angegebenen Maximalpegel. Dabei wird gemäß [7] ein Wert von  $L_{Wmax} = 123$  dB(A) zugrundegelegt.

Tab. 5 : Maximalpegel.

Quelle / Bezeichnung	Maximalpegel $L_{AFmax}$ dB(A)		
	Io 1	Io 2	Io 3
Maximalpegel Abrollcontainer	74,6	78,4	77,0
<b>Immissionsrichtwert für Maximalpegel tags</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>85</b>

#### 4.7 Vorbelastung

Die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen setzt in der Regel eine Prognose der Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage und – sofern im Einwirkungsbereich der Anlage andere Anlagengeräusche auftreten – die Bestimmung der Vorbelastung sowie der Gesamtbelastung nach Pkt. A.1.2 des Anhangs der TA Lärm voraus. Die Bestimmung der Vorbelastung kann entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der Anlage die o. g. Immissionsrichtwerte nach Pkt. 6.1 der TA Lärm um mindestens  $\Delta L = 6$  dB unterschreiten.

Dies ist im vorliegenden Fall tags gegeben. Eine gewerbliche Vorbelastung zur Nachtzeit ist nicht erkennbar.

#### 4.8 Verkehr auf öffentlichen Straßen

Das Kriterium gemäß TA Lärm für eine weitere Betrachtung der Verkehrsgeräusche außerhalb des Betriebsgeländes, wonach die Geräusche des der Anlage hinzuzurechnenden Verkehrs auf öffentlichen Straßen den von den Geräuschen des übrigen Verkehrs verursachten Beurteilungspegel rechnerisch um mindestens  $\Delta L = 3$  dB erhöhen müssen, ist im vorliegenden Fall aufgrund des geringen Fahrzeugaufkommens der Heizzentrale nicht erfüllt. Daher ist eine weitere Betrachtung der Verkehrsgeräusche der öffentlichen Straßen gemäß TA Lärm nicht erforderlich.

## 5. Bewertung

Die ermittelten Beurteilungspegel unterschreiten die jeweils geltenden Immissionsrichtwerte zur Tages- und zur Nachtzeit an allen Immissionsorten.

Die Bedingung der TA Lärm, wonach die Immissionsrichtwerte durch einzelne kurze Geräuschspitzen zur Tagzeit um maximal  $\Delta L = 30$  dB und zur Nachtzeit um  $\Delta L = 20$  dB überschritten werden dürfen, wird an allen Immissionsorten eingehalten.

## 6. Aussagesicherheit

Die Dämpfung des Schalls, der sich im Freien zwischen einer Schallquelle und einem Immissionsort ausbreitet, fluktuiert aufgrund der Schwankungen in den Witterungsbedingungen auf dem Ausbreitungsweg sowie durch Dämpfung oder Abschirmung des Schalls am Boden, an Bewuchs und an Hindernissen.

Die geschätzten Genauigkeitswerte beschränken sich auf den Bereich der Bedingungen, die für die Gültigkeit der Gleichungen der DIN ISO 9613-2 festgelegt sind. Sie sind unabhängig von den Unsicherheiten in der Bestimmung der Schallemissionswerte.

Für das Prognoseverfahren der DIN ISO 9613-2 wird eine geschätzte Unsicherheit für die Berechnung der Immissionspegel  $L_{AT}$  unter Anwendung der Gleichungen 1 bis 10 mit breitbandig emittierenden Geräuschquellen angegeben. Die Unsicherheit wird in Abhängigkeit der mittleren Höhe von Schallquelle und Immissionsort in Tabelle 5 der Norm wie folgt beziffert:

Höhe, $h$	Abstand, $d^*$ )	
	$0 < d < 100$ m	$100 \text{ m} < d < 1000$ m
$0 < h < 5$ m	$\pm 3$ dB	$\pm 3$ dB
$5 \text{ m} < h < 30$ m	$\pm 1$ dB	$\pm 3$ dB
* $h$ ist die mittlere Höhe von Quelle und Empfänger. $d$ ist der Abstand zwischen Quelle und Empfänger.		
ANMERKUNG: Diese Schätzungen basieren auf Situationen, wo weder Reflexionen noch Abschirmung auftreten.		

Bei einer Prognose der Genauigkeitsklasse 2 kann davon ausgegangen werden, dass sich die Schätzung der Unsicherheit auf einen Bereich von  $\pm 2$  Standardabweichungen bezieht. Somit entspricht die Genauigkeit der DIN ISO 9613-2 einer Standardabweichung  $\sigma_{\text{Prog}}$  von 0,5 dB bzw. 1,5 dB.

Die im Rahmen dieser Prognose eingesetzten Schallpegel und bewerteten Bauschalldämm-Maße basieren auf Angaben der einschlägigen Fachliteratur bzw. eigenen Messungen bzw. sind Vorgaben für die Planung.

Die Prognosesicherheit wird im Hinblick auf die o. g. Randbedingungen summarisch mit  $+1/-3$  dB abgeschätzt.

Die vorliegende Immissionsprognose verwendet Maximalansätze. Die Emissionsansätze wurden Richtlinien entnommen, die als hinreichend validiert gelten.

Die Genauigkeit der Berechnungsergebnisse wird weiter bestimmt durch die verwendeten Ausbreitungsalgorithmen.

Bei der Ausbreitungsrechnung wird nach DIN ISO 9613-2 für Abstände von  $100 \text{ m} < d < 1000 \text{ m}$  und mittleren Höhen von  $5 \text{ m} < h < 30 \text{ m}$  eine Genauigkeit von  $\pm 3$  dB erreicht und für Abstände bis  $100 \text{ m} \pm 1$  dB ( $d$ : Abstand Quelle – Immissionsort;  $h$ : mittlere Höhe von Quelle und Immissionsort). Die Angaben basieren auf Situationen ohne Reflexionen und Abschirmung.

Die Prognosesicherheit der Abweichungen beträgt hier geschätzt aufgrund der Sicherheiten bei den Emissionsansätzen  $\Delta L \leq -3$  dB.

## 7. Hinweise

Eine Körperschallanregung des Baukörpers kann zur erhöhten Schallabstrahlung gegenüber den hier berechneten Beurteilungspegeln führen. Die konsequente Abkopplung Körperschall emittierender Aggregate (insbesondere der Hydraulikaggregate) und der BHKW einschließlich aller Anschlussleitungen vom Baukörper ist erforderlich.

## 8. Anhang

### 8.1 Übersichtsplan

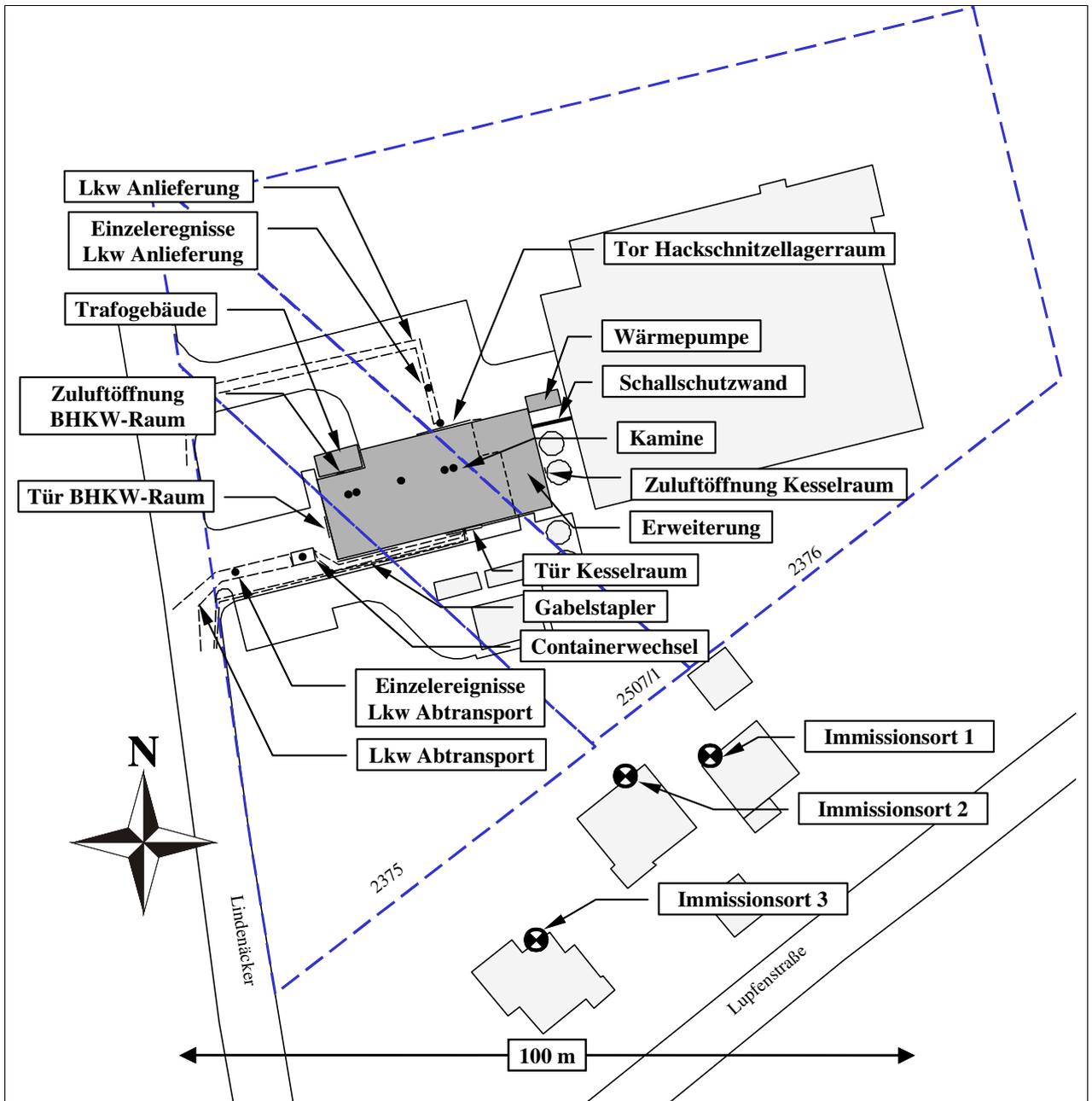


Abb. 1 : Lageplan der Heizzentrale und der Umgebung mit Kennzeichnung der Immissionsorte und der Geräuschquellen.







Job Name: Nahwärme Aldingen  
Prepared For: Zelsius, Donaueschingen

Unit Tag: CXAF 130\_HEa  
Quantity: 1

### Maschinenübersicht

Bereich	Sintesis Advantage	
Modell	CXAF umschaltbarer luftgekühlter Scrollverdichter	
Modell	CXAF 130 HEat XLN EC R454B	
Betriebsgrenzen Luftseitig	Prozess (Kühlen=-20 °C/50 °C \ Heizen=-18 °C/35 °C)	
Verdichterbauart	Scroll	
Kältemittel	Vollladung R454B	
Eta s,c / SEER	/	
Eta s,h / SCOP	148,30 % / 3,78	Konform
SEPR HT	5,76	Konform
SEPR MT	3,98	Konform
Art der Rückgewinnung	Keine	
Art der freien Kühlung	Keine Freikühlung	
Typ der Pumpe	Standard Doppelpumpe	
Pump configuration	HDM VAR	
Versorgungsspannung	400V/50Hz/3Ph	



Note: Pictures are not binding, unit may be depicted with accessories upon request.

### Projektbedingungen

	Kühlbetrieb	Heizbetrieb
Außenluft-Trockenkugeltemperatur	35,0 C	-8,0 C
Relative Feuchte		90 %
Flüssigkeitseintrittstemperatur	12,0 C	28,0 C
Flüssigkeitsaustrittstemperatur	7,0 C	35,0 C
Flüssigkeit	Wasser	Wasser
Verschmutzungsgrad	0,017615 m2-deg C/kW	0,017615 m2-deg C/kW
Höhe über NN	0,0 m	0,0 m

### Leistungsdaten der Maschine

	Kühlbetrieb	(1)	Heizbetrieb	(1)
Kälteleistung	407,16 kW		290,64 kW	
Nettoleistung	407,86 kW		289,91 kW	
Bruttoleistung der Maschine	144,44 kW		102,81 kW	
Brutto-EER/COP	2,82 EER (kW/kW)		2,83	
Netto-EER/COP	2,90 EER (kW/kW)		2,91	
Auslegungsdurchflussrate	19,45 L/s		9,94 L/s	
Verdampfer-Druckabfall (Design)	26,7 kPa		8,1 kPa	
Verdampferwasserdurchfluss (Min.)	9,90 L/s		9,90 L/s	
Verdampferwasserdurchfluss (Max.)	44,60 L/s		44,60 L/s	

### Akustikdaten

Schalleistung im Freien		90 dBA						(4)
Schalldruckpegel im Freien		58 dBA						(3)
Outdoor sound power level at night		88 dBA						(4)
Outdoor sound pressure level at night		56 dBA						(3)
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	
Sound power spectrum (Lwa)	90 dB	87 dB	89 dB	85 dB	78 dB	77 dB	70 dB	

Abb. 5 : Datenblatt Wärmepumpe.

# JENBACHER

## Schalldruckpegel

Aggregat a)		dB(A) re 20µPa	96
31,5	Hz	dB	87
63	Hz	dB	88
125	Hz	dB	95
250	Hz	dB	95
500	Hz	dB	94
1000	Hz	dB	90
2000	Hz	dB	86
4000	Hz	dB	84
8000	Hz	dB	86
Abgas b)		dB(A) re 20µPa	117
31,5	Hz	dB	105
63	Hz	dB	120
125	Hz	dB	115
250	Hz	dB	113
500	Hz	dB	113
1000	Hz	dB	111
2000	Hz	dB	108
4000	Hz	dB	109
8000	Hz	dB	107

## Schalleistung

Aggregat	dB(A) re 1pW	116
Messfläche	m <sup>2</sup>	101
Abgas	dB(A) re 1pW	125
Messfläche	m <sup>2</sup>	6,28

- a) die genannten Werte sind Messflächen-Schalldruckpegel (auf Freifeldbedingungen umgerechnet) nach DIN 45635 und ISO 3744 Genauigkeitsklasse 3, Messabstand 1m.  
 b) die genannten Werte sind Messflächen-Schalldruckpegel nach DIN 45635 und ISO 3744 Genauigkeitsklasse 2, Messabstand 1m.  
 Die Spektren sind gültig für Aggregate bis p<sub>me</sub>=19 bar. (für höhere Drücke ist je 1 bar ein Sicherheitszuschlag von 1dB auf alle Werte anzuwenden).  
 Maschinentoleranz ± 3 dB

Abb. 6 : Datenblatt BHKW JMS 412 neu geplant (Auszug).

<b>Schalldruckpegel</b>		
Aggregat b)	dB(A) re 20µPa	95
31,5 Hz	dB	80
63 Hz	dB	87
125 Hz	dB	91
250 Hz	dB	91
500 Hz	dB	90
1000 Hz	dB	89
2000 Hz	dB	86
4000 Hz	dB	86
8000 Hz	dB	89
Abgas a)	dB(A) re 20µPa	115
31,5 Hz	dB	108
63 Hz	dB	119
125 Hz	dB	113
250 Hz	dB	117
500 Hz	dB	112
1000 Hz	dB	111
2000 Hz	dB	103
4000 Hz	dB	101
8000 Hz	dB	98
<b>Schalleistung</b>		
Aggregat	dB(A) re 1pW	115
Messfläche	m <sup>2</sup>	98
Abgas	dB(A) re 1pW	123
Messfläche	m <sup>2</sup>	6,28
<p>a) die genannten Werte sind Messflächen-Schalldruckpegel nach DIN 40635 Genauigkeitsklasse 2, Messabstand 1m.  b) die genannten Werte sind Messflächen-Schalldruckpegel (auf Freifeldbedingungen umgerechnet) nach DIN 40635 Genauigkeitsklasse 3, Messabstand 1m.  Die Spektren sind gültig für Aggregate bis p<sub>me</sub>=17,7 bar. (für höhere Drücke ist je 1 bar ein Sicherheitszuschlag von 1dB auf alle Werte anzuwenden).  Bei Betrieb mit 1200 1/min sind die selben, bei 1800 1/min die um 3dB erhöhten Pegel zu verwenden.  Maschinentoleranz ± 3 dB</p>		

Abb. 7 : Datenblatt BHKW JMS 312 Bestand (Auszug).

### 8.3 Berechnungsdaten

Im folgenden werden die Eingangsdaten der Schallausbreitungsrechnung dargestellt.

#### Immissionsorte

Bezeichnung	Pegel Lr		Richtwert		Nutzungsart		Höhe
	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Nacht (dBA)	Gebiet	Auto Lärmart	
Io 1	38,5	35,2	55,0	40,0	WA		5,30 r
Io 2	39,0	36,1	55,0	40,0	WA		5,30 r
Io 3	38,1	35,2	55,0	40,0	WA		5,30 r

#### Punktquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw		Typ	Lw / Li		Korrektur		Dämpfung	Einwirkzeit		K0	Richtw.	Höhe	
	Tag (dBA)	Abend (dBA)		norm. dB(A)	Wert	Tag dB(A)	Abend dB(A)		Tag (min)	Nacht (min)				(dB)
Motorstart Lkw Hackschmitzel	60,3	60,3	Lw	Lwr8a	100,0	0,0	0,0	0,0	-10%log10(0,083/780)	780,00	0,00	0,00	(keine)	1,00 r
Türschlag Lkw Hackschmitzel	63,3	63,3	Lw	Lw64a	100,0	0,0	0,0	0,0	-10%log10(2*0,083/780)	780,00	0,00	0,00	(keine)	2,00 r
Bremsenentlüften Lkw Hackschmitzel	68,3	68,3	Lw	Lw54a	108,0	0,0	0,0	0,0	-10%log10(0,083/780)	780,00	0,00	0,00	(keine)	1,00 r
Motorstart Lkw Asche	60,3	60,3	Lw	Lwr8a	100,0	0,0	0,0	0,0	-10%log10(0,083/780)	780,00	0,00	0,00	(keine)	1,00 r
Türschlag Lkw Asche	63,3	63,3	Lw	Lw64a	100,0	0,0	0,0	0,0	-10%log10(2*0,083/780)	780,00	0,00	0,00	(keine)	2,00 r
Bremsenentlüften Lkw Asche	68,3	68,3	Lw	Lw54a	108,0	0,0	0,0	0,0	-10%log10(0,083/780)	780,00	0,00	0,00	(keine)	1,00 r
Abkippen Hackschmitzel	100,0	100,0	Lw	Lwr8a	100,0	0,0	0,0	0,0		2,00	0,00	0,00	(keine)	2,00 r
Kaminmündung Ölkessel	63,0	63,0	Lw	Kam_gas	60,0	0,0	0,0	0,0	-3	780,00	180,00	60,00	Kamin (VDI 3733)	17,00 r
Kaminmündung Holzkessel 2 (neu)	63,0	63,0	Lw	Kam_hkl	60,0	0,0	0,0	0,0	-3	780,00	180,00	60,00	Kamin (VDI 3733)	8,00 g
Kaminmündung Holzkessel 1 (alt)	63,0	63,0	Lw	Kam_hkl	60,0	0,0	0,0	0,0	-3	780,00	180,00	60,00	Kamin (VDI 3733)	8,00 g
Kaminmündung BHKW 1	63,0	63,0	Lw	Kam_bhkw	60,0	0,0	0,0	0,0	-3	780,00	180,00	60,00	Kamin (VDI 3733)	17,00 r
Kaminmündung BHKW 2	63,0	63,0	Lw	Kam_bhkw	60,0	0,0	0,0	0,0	-3	780,00	180,00	60,00	Kamin (VDI 3733)	17,00 r
Maximalpegel Abrollcontainer	123,0	123,0	Lw	Lw28a	123,0	0,0	0,0	0,0				0,0	(keine)	0,50 r

## Linienquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw'			Lw / Li			Korrektur			Einwirkzeit			K0	
	Tag (dBA)	Abend (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Abend (dBA)	Nacht (dBA)	Typ	Wert	norm. dB(A)	Tag dB(A)	Abend dB(A)	Nacht dB(A)	Tag (min)	Ruhe (min)	Nacht (min)	Tag (dB)	Nacht (dB)
Lkw Anlieferung Hackschmitzel	88,1	88,1	88,1	68,0	68,0	68,0	Lw'8a	Lwr8a	68,0	0,0	0,0	0,0	60,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Lkw Abtransport Asche	84,1	84,1	84,1	68,0	68,0	68,0	Lw'	Lwr8a	68,0	0,0	0,0	0,0	60,00	0,00	0,00	0,00	0,0
Stapler Aschetransport	98,0	98,0	98,0	76,9	76,9	76,9	Lw	ES17	98,0	0,0	0,0	0,0	10,00	0,00	0,00	0,00	0,0

## Horizontale Flächenquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw''			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung			Einwirkzeit			K0
	Tag (dBA)	Abend (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Abend (dBA)	Nacht (dBA)	Typ	Wert	norm. dB(A)	Tag dB(A)	Abend dB(A)	Nacht dB(A)	R	Fläche (m²)	Dämpfung	Tag (min)	Ruhe (min)	Nacht (min)	
Aschecontainer-Wechsel	114,0	114,0	114,0	107,0	107,0	107,0	Lw	Lw28a	114,0	0,0	0,0	0,0				2,00	0,00	0,00	0,0
Dach Kesselraum	63,4	63,4	63,4	41,6	41,6	41,6	Li	ES43	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ED1	148,24	780,00	180,00	60,00	0,0
Dach Hackschmitzellageraum	35,9	35,9	35,9	17,4	17,4	17,4	Li	ES6a	70,0	0,0	0,0	0,0	0,0	ED1	71,14	780,00	180,00	60,00	0,0
Wärmepumpe	93,0	93,0	91,0	83,5	83,5	81,5	Lw	wp	90,0	0,0	0,0	-2,0			-3	780,00	180,00	60,00	0,0

## Vertikale Flächenquellen

Bezeichnung	Schallleistung Lw			Schallleistung Lw''			Lw / Li			Korrektur			Schalldämmung			Einwirkzeit			K0
	Tag (dBA)	Abend (dBA)	Nacht (dBA)	Tag (dBA)	Abend (dBA)	Nacht (dBA)	Typ	Wert	norm. dB(A)	Tag dB(A)	Abend dB(A)	Nacht dB(A)	R	Fläche (m²)	Dämpfung	Tag (min)	Ruhe (min)	Nacht (min)	
Zuluftöffnung BHKW	84,0	84,0	84,0	83,2	83,2	83,2	Lw	ES1	84,0	0,0	0,0	0,0				780,00	180,00	60,00	0,0
Tor Hackschmitzellageraum	60,6	60,6	60,6	44,0	44,0	44,0	Li	ES6a	70,0	0,0	0,0	0,0	ED3	46,50		780,00	180,00	60,00	0,0
Einbringöffnung BHKW	79,8	79,8	79,8	70,3	70,3	70,3	Li	BHKW	110,0	0,0	0,0	0,0	ED5a	9,00		780,00	180,00	60,00	0,0
Tür Kesselraum	61,0	61,0	61,0	49,1	49,1	49,1	Li	ES43	80,0	0,0	0,0	0,0	FE	15,50		770,00	180,00	60,00	0,0
Tür Kesselraum offen	85,9	85,9	85,9	74,0	74,0	74,0	Li	ES43	80,0	0,0	0,0	0,0		15,50		10,00	0,00	0,00	0,0
BHKW-Raum, Wand Süd	72,0	72,0	72,0	57,8	57,8	57,8	Lw	ws2	79,0	0,0	0,0	0,0		7		780,00	180,00	60,00	0,0
BHKW-Raum, Wand West	62,3	62,3	62,3	46,8	46,8	46,8	Li	BHKW	110,0	0,0	0,0	0,0	R44	35,18		780,00	180,00	60,00	0,0
Zuluftöffnung Kesselraum	62,7	62,7	62,7	64,0	64,0	64,0	Li	ES43	80,0	0,0	0,0	0,0	10	0,75		780,00	180,00	60,00	0,0

## Schallpegel

Bezeichnung	ID	Typ	Bew.	Oktavspektrum (dB)											A	lin
				31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000				
Wärmepumpe	wp	Lw	A			90,0	87,0	89,0	85,0	70,0	77,0	70,0	94,4	106,7		
Wand Stld 2	ws2	Lw	A	100,0									100,0	126,2		
Türenschiag Lkw	Lw64a	Lw	A	-20,0	-13,0	-8,6	-5,5	-4,5	-8,8	-17,0			-0,1	9,2		
Entlüftung Betriebsbremse	Lw54a	Lw	A	-59,2	-43,1	-29,6	-16,2	-8,0	-2,8	-6,0			-0,2	-0,9		
Lkw-Bewegung	Lwr8a	Lw	A	-28,5	-18,5	-13,2	-8,2	-2,8	-6,6	-13,2			0,0	4,1		
Kamin Holzkessel	Kamin_hkl	Lw	A	31,8	49,2	59,7	70,0	74,4	65,5	58,5	52,1	44,2	76,3	83,4		
Kamin Gaskessel	Kamin_gas	Lw	A	-3,7	-3,7	-9,7	-16,7	-21,7	-26,7	-31,7			-0,0	22,9		
Kamin BHKW	Kamin_bhkw	Lw	A	-19,1	-11,8	-1,5	-8,5	-13,5	-18,5	-23,5			-0,0	11,2		
Innenpegel BHKW-Raum	BHKW	Li	A	-29,0	-19,0	-12,0	-7,0	-5,0	-7,0				-0,0	4,0		
Innenpegel Kesselraum	ES43	Li	A	-27,5	-14,6	-8,9	-3,4	-6,9	-9,1	-12,7			0,0	6,4		
Schubboden	ES6a	Lw	A	-48,8	-32,7	-22,2	-12,2	-4,3	-4,5	-6,8			0,0	0,0		
Lüftungsanlage	ESI	Lw	A	-26,0	-11,0	-6,0	-3,0	-8,0	-14,0	-22,0			0,2	8,7		
Gabelstaplerfahrten	ESI7	Lw	A	-18,0	-16,0	-11,0	-5,0	-5,0	-8,0	-13,0			-0,2	9,7		
Containerwechsel Abrollcontainer	Lw28a	Lw	A	-17,2	-17,7	-13,0	-7,0	-4,3	-6,4	-9,4			0,0	10,0		

## Schalldämmungen

Bezeichnung	ID	Oktavspektrum (dB)											Rw
		31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
Stahlblechtür-Kesselhaus	FE		15,0	20,0	19,0	26,0	36,0	42,0	38,0				31
Stahlbeton 300 mm	R44		42,0	46,0	50,0	55,0	62,0	69,0	72,0				60
Schalldschutztür	ED5a		28,0	40,0	40,0	40,0	40,0	39,0	40,0				40
Rib-Roof-Dach	EDI		18,0	22,0	26,0	46,0	56,0	58,0	61,0				40
Schiebetor	ED3		3,0	8,5	13,0	15,0	18,0	24,0	28,0				20