proTerra
Umweltschutz- und
Managementberatung GmbH
Umweltgutachter

Gutachtliche Stellungnahme

zu den Geräuschemissionen und -immissionen durch das geplante Heizwerk Völklingen der STEAG New Energies GmbH am Standort Völklingen-Fenne

Auftragsnummer: 19-AB-0889

Dieses Gutachten darf ohne schriftliche Genehmigung der proTerra Umweltschutz- und Managementberatung GmbH Umweltgutachter auch auszugsweise nicht vervielfältigt oder veröffentlicht werden. Kopien für behörden- und/oder betriebsinterne Zwecke sowie Kopien, die zur Durchführung des Genehmigungsverfahrens erforderlich sind, bedürfen keiner Genehmigung.

Die in diesem Gutachten enthaltenen gutachtlichen Aussagen sind grundsätzlich nicht auf andere Anlagen bzw. Anlagenstandorte übertragbar.

Dieses Gutachten wurde nach den allgemein geltenden Kriterien für Sachverständigengutachten nach bestem Wissen und Gewissen erstellt. Der Sachverständige haftet jedoch ausschließlich gegenüber dem Auftraggeber und im Rahmen des vom Auftraggeber genannten Zwecks.

proterra
Umweltschutz- und
Managementberatung GmbH
Umweltgutachter

Auftraggeber:

STEAG New Energies GmbH
St. Johanner Straße 101-105
66115 Saarbrücken

Anlagenstandort:

Betriebsgelände
Saarwiesenstraße
66333 Völklingen

Bearbeiter:

Dipl.-Ing. (FH) Manfred Mateiko
Von der Industrie- und Handelskammer öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Genehmigungsverfahren im Umweltbereich ohne Chemieanlagen

Sulzbach, den 25. Februar 2020

Inhaltsverzeichnis

1. AUFTRAG UND ALLGEMEINES 4

2. GRUNDLAGEN DER UNTERSUCHUNG 4

3. BESCHREIBUNG DER ANLAGE 4

3.1 STANDORT 4
3.2 GEPLANTE ANLAGE 5

4. IMMISSIONSORTE UND ZULÄSSIGE GERÄUSCHIMMISSIONEN 6

5. DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNG 8

6. GERÄUSCHEMISSIONEN 9

6.1 AUßEN AUFGESTELLTE GERÄUSCHQUELLEN 9
6.2 GERÄUSCHABSTRAHLUNG ÜBER DIE AUßENBAUTEILE 9

7. BERECHNUNG DER GERÄUSCHIMMISSIONEN 12

7.1 SCHALLAUSBREITUNGSRECHNUNG 12
7.2 IMMISSIONSPEGEL 12
7.3 BEURTEILUNGSPEGEL 13
7.4 SPITZENPEGEL 13

8. VERGLEICH MIT DEN ZULÄSSIGEN GERÄUSCHIMMISSIONEN 14

9. BEURTEILUNG TIEFFREQUENTER GERÄUSCHE 15

10. QUALITÄT DER PROGNOSE 17

11. ZUSAMMENFASSUNG UND ERGEBNIS DER UNTERSUCHUNG 18

ANHANG

1 BILDER
2 TABELLEN
3 ERLÄUTERUNGEN ZU DEN TABELLEN

1. Auftrag und Allgemeines

Die STEAG New Energies GmbH plant in unmittelbarer Nachbarschaft zum Kraftwerksstandort Fenne bzw. zur bestehenden Zentralstation Völklingen die Errichtung und den Betrieb eines Heizwerks bestehend aus zwei Erdgas-Heißwasserkesseln mit einer Feuerungswärmeleistung von je 23 MW.

Als Regelbrennstoff wird Erdgas aus der öffentlichen Gasversorgung eingesetzt. Die Anlagen sollen Wärme in die Fernwärmeschiene Saar einspeisen. Die Abgase der beiden Heißwasserkessel werden über jeweils einen eigenen Kamin in die Umgebung abgeleitet.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens ist die Vorlage eines schalltechnischen Gutachtens zu den von dem geplanten Heizwerk ausgehenden Geräuschemissionen und -immissionen erforderlich.

Die proTerra Umweltschutz- und Managementberatung GmbH Umweltgutachter wurde von der STEAG New Energies GmbH mit der Durchführung der entsprechenden Untersuchungen und der Erstellung des vorliegenden Gutachtens beauftragt.

2. Grundlagen der Untersuchung

Sämtliche für die vorliegende Untersuchung herangezogenen Grundlagen sind in Tabelle 1 im Anhang aufgeführt.

3. Beschreibung der Anlage

3.1 Standort

Der geplante Anlagenstandort befindet sich ca. 280 m südwestlich des Kühlturms des Kraftwerkes Fenne in Völklingen-Fürstenhausen. Nördlich in einer Entfernung von ca. 380 m verläuft die Saar. Das Gelände, auf dem das geplante Heizwerk errichtet werden soll, ist derzeit unbebaut. Westlich des geplanten Anlagenstandortes befinden sich weitere Gewerbe- und Industriebetriebe, östlich erstreckt sich das Betriebsgelände des Kraftwerks Fenne. Südlich des Anlagenstandortes in ca. 140 m Entfernung verläuft eine Bahnstrecke in Ost-West-Richtung.

Der Anlagenstandort befindet sich auf einer Geländehöhe von ca. 188 m ü.NN. Das umgebende Gelände kann mit Höhen zwischen 185 m über NN und 190 m über NN als relativ eben beschrieben werden. Die südliche Bahnstrecke verläuft auf einem Damm mit einer Höhe von ca. 195 m über NN.

Die nächstgelegenen Wohngebäude befinden sich südwestlich in der Saarbrücker Straße sowie südöstlich in der Straße Am Kraftwerk. Zudem befindet sich Wohnbebauung nördlich der Saar in der Gerhardstraße.

Die örtliche Situation ist dem Bild 1 im Anhang zu entnehmen.

3.2 Geplante Anlage

Das Gebäude, in dem die beiden Heißwasserkessel aufgestellt werden sollen, ist in Ost-West-Richtung ausgerichtet und hat die folgenden Abmessungen:

Hoher Gebäudeteil (Kesselhaus):

- Länge 25 m
- Breite 16 m
- Höhe First 11,4 m, Höhe Traufe 10,0 m

Niedriger Gebäudeteil:

- Länge ca. 10 m
- Breite ca. 16 m
- Höhe Flachdach 5,4 m

In dem Kesselhaus sollen die beiden Heißwasserkessel (Einflammrohrkessel) sowie zwei Gebläse-Frequenzumrichter und drei Umwälzpumpen mit Antriebsmotor und Frequenzumrichter aufgestellt werden. In dem niedrigen Gebäudeteil werden ein Gasraum, ein Traforaum, ein Mittelspannungsraum, ein Niederspannungsraum sowie Büro- und Sozialräume eingerichtet.

Nach Angaben der STEAG New Energies GmbH wird das Kesselhaus in Stahlskelettbauweise errichtet, der niedrige Gebäudeteil in Massivbauweise aus Stahlbeton.

An der Nordfassade des Kesselhauses werden die beiden Kamine der geplanten Anlage aufgestellt. Nach der gutachtlichen Stellungnahme zu der erforderlichen Schornsteinhöhe des geplanten Heizwerkes am Standort Fenne der proTerra Umweltschutz- und Managementberatung GmbH Umweltgutachter beträgt die erforderliche Kaminhöhe 19,2 m über Grund.

In der Südfassade des Kesselhauses werden drei Tore eingebaut. Die Lüftungsöffnungen für den Aufstellungsraum der beiden Heißwasserkessel befinden sich in der Nordfassade des Kesselhauses, die Zu- und Abluftöffnungen des Gasraumes in der Nordfassade des niedrigen Gebäudeteils. Die Zu- und Abluftöffnungen des Traforaumes befinden sich auf dem Dach des Traforaumes.

In der Westfassade des Kesselhauses wird eine 42 m² große Druckentlastungsfläche installiert. Die Druckentlastungsfläche für den Mittelspannungsraum wird in der Nordfassade mit einer Fläche von 1 m² eingebaut.

Auf dem Dach des Niederspannungsraumes sollen zudem zwei Splitgeräte einer Klimaanlage aufgestellt werden.

Detaillierte Angaben zu Hersteller und Typ der geplanten Anlage bzw. der einzelnen Anlagenteile haben zum Zeitpunkt der Erstellung des vorliegenden Gutachtens nicht vorgelegen.

Folgende Geräuschquellen sind maßgeblich für die Geräuschemissionen des geplanten Heizwerkes:

- Geräuschabstrahlung über die Wände, die Tore und das Dach des Kesselhauses (Aufstellungsraumes der beiden Heißwasserkessel, Ausführung in Stahlbauweise)
- Lüftungsöffnungen, Zu- und Abluftöffnungen
- zwei Abgaskamine der beiden Heißwasserkessel
- zwei Splitgeräte der Klimaanlage auf dem Dach des Niederspannungsraumes

Die Geräuschabstrahlung über die Stahlbetonwände des niedrigen Gebäudeteils kann demgegenüber vernachlässigt werden.

Das geplante Heizwerk soll durchgehend tagsüber und nachts betrieben werden.

Ein Grundriss des geplanten Heizwerkes sowie Ansichten sind den Bildern 2 bis 6 im Anhang zu entnehmen.

4. Immissionsorte und zulässige Geräuschimmissionen

Die dem Standort des geplanten Heizwerkes nächstgelegenen Wohngebäude befinden sich südlich in der Saarbrücker Straße sowie südöstlich des geplanten Anlagenstandortes in der Straße Am Kraftwerk. Weitere Wohngebäude befinden sich nördlich der Saar in der Gerhardstraße.

Nach Auskunft der Stadt Völklingen liegt weder für den betrachteten Bereich der Saarbrücker Straße noch für den Bereich der Straße Am Kraftwerk ein Bebauungsplan vor. Im Flächennutzungsplan wird der in der vorliegenden Untersuchung betrachtete Bereich der Saarbrücker Straße als Wohnbaufläche dargestellt, der Bereich der Straße Am Kraftwerk als gewerbliche Baufläche. Der in der vorliegenden Untersuchung betrachtete Bereich der Gerhardstraße befindet sich innerhalb des räumlichen Geltungsbereiches des Bebauungsplanes Nr. III / 12-1 "Schwarzer Weg" der Stadt Völklingen, der in diesem Bereich ein Allgemeines Wohngebiet festsetzt.

Dementsprechend wurden für die in der Saarbrücker Straße und in der Gerhardstraße betrachteten Immissionsorte die Immissionsrichtwerte der TA Lärm [1] für Allgemeine Wohngebiete und für den in der Straße Am Kraftwerk betrachteten Immissionsort die Immissionsrichtwerte der TA Lärm [1] für Gewerbegebiete bei der Beurteilung der durch das geplante Heizwerk hervorgerufenen Geräuschimmissionen herangezogen.

In den genannten Gebieten gelten gemäß TA Lärm [1] die folgenden Immissionsrichtwerte:

b) in Gewerbegebieten
tags 65 dB(A)
nachts 50 dB(A)

e) in allgemeinen Wohngebieten und Kleinsiedlungsgebieten
tags 55 dB(A)
nachts 40 dB(A)

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

In der nachfolgenden Tabelle sind die in der vorliegenden Untersuchung betrachteten Immissionsorte, die Höhe über Boden des obersten Geschosses, der Abstand von dem westlichen Kamin des geplanten Heizwerkes sowie die an den Immissionsorten gemäß TA Lärm [1] geltenden Immissionsrichtwerte zusammengestellt.

Immissionsort		**Höhe über Boden**	**Entfernung**	**Immissionsrichtwert nach TA Lärm in dB(A)**	
Nr.	**Bezeichnung**	**m**	**m**	**tags**	**nachts**
1	Am Kraftwerk 1 / 3	8,0	ca. 190	65	50
2	Saarbrücker Straße 111	8,4	ca. 210	55	40
3	Gerhardstraße 113	7,4	ca. 540	55	40

Die Lage der Immissionsorte ist in Bild 1 im Anhang eingezeichnet.

Die Beurteilungszeit tags gemäß TA Lärm [1] ist der Zeitraum von 16 Stunden zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr, nachts die lauteste Stunde zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr.

Die Immissionsrichtwerte gelten gemäß TA Lärm [1] für die Summe der Geräuschimmissionen von Anlagen, die nach der TA Lärm zu beurteilen sind. Eine an den Immissionsorten vorhandene Vorbelastung ist bei der Beurteilung der hinzukommenden Geräuschimmissionen daher mit zu berücksichtigen.

Nach Nr. 3.2.1, Absatz 2 der TA Lärm [1] kann der von der zu beurteilenden Anlage verursachte Immissionsbeitrag als nicht relevant angesehen werden, wenn diese Zusatzbelastung die Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB unterschreitet. Des Weiteren kann nach Nr. 3.2.1, Absatz 6 der TA Lärm [1] auf eine Bestimmung der Vorbelastung verzichtet werden, wenn die Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage die Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB unterschreiten.

Immissionsorte, an denen durch die zu betrachtende Anlage Beurteilungspegel der Geräuschimmissionen hervorgerufen werden, die die dort maßgebenden Immissionsrichtwerte der TA Lärm [1] um mindestens 10 dB unterschreiten, befinden sich entsprechend Nr. 2.2 der TA Lärm [1] nicht mehr im Einwirkungsbereich dieser Anlage. Eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte durch die Gesamtbelastung, verursacht durch die Geräusche der zu beurteilenden Anlage, kann in diesem Fall ausgeschlossen werden.

Da das geplante Heizwerk tagsüber und nachts betrieben werden soll, ist zur Beurteilung der davon ausgehenden Geräuschimmissionen der Beurteilungszeitraum Nacht der TA Lärm maßgeblich. Die vorliegende Untersuchung wurde daher auf diesen Zeitraum begrenzt.

5. Durchführung der Untersuchung

Die zulässigen Geräuschemissionen der relevanten Geräuschquellen des geplanten Heizwerkes wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelt und festgelegt. Die ermittelten Werte können den möglichen Lieferanten als Garantiewerte vorgegeben werden.

Die Berechnung der mit den Geräuschemissionen des Heizwerkes verbundenen Geräuschimmissionen an den betrachteten Immissionsorten erfolgte mit Hilfe einer Schallausbreitungsberechnung nach DIN ISO 9613-2 [2]. Die Beurteilungspegel der Geräuschimmissionen wurden gemäß TA Lärm [1] gebildet und mit den Immissionsrichtwerten verglichen.

Ergänzend wurde eine Betrachtung der durch die tieffrequenten Geräuschemissionen der beiden Kamine zu erwartenden Geräuschimmissionen innerhalb von Wohnräumen an den betrachteten Immissionsorten durchgeführt. Als Grundlage hierfür diente die Veröffentlichung "Blockheizkraftwerke: Stand der Lärmminderungstechnik und Probleme durch tieffrequente Geräusche" [8], vorgetragen von der Müller BBM GmbH (Wolfgang Böhm, Josef Danner) im Rahmen der DAGA 2010 in Berlin. Die Terz-Schalldruckpegel innerhalb der Wohnräume wurden nach den Vorgaben der DIN 45680 [6] sowie des zugehörigen Beiblattes 1 [7] bewertet.

6. Geräuschemissionen

6.1 Außen aufgestellte Geräuschquellen

Von folgenden Geräuschquellen im Außenbereich können relevante Geräuschemissionen hervorgerufen werden:

- Abgaskamine der Heißwasserkessel
- Zu- und Abluftöffnungen des Traforaumes und des Gasraumes
- Splitgeräte der Klimaanlage auf dem Dach des Niederspannungsraumes

Zu den Geräuschemissionen der oben genannten Geräuschquellen haben keine Hersteller- oder Lieferantenangaben vorgelegen. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurden für diese Geräuschquellen auf Grund von Erfahrungswerten zu vergleichbaren Anlagen und unter Beachtung des Standes der Technik folgende Schallleistungspegel in der Schallausbreitungsberechnung angesetzt:

Geräuschquelle	**Schallleistungspegel L_{WA} in dB(A)**
Kamine Heißwasserkessel	2 x 85 dB(A)
Zu- und Abluftöffnung (aktiv) Traforaum	2 x 80 dB(A)
Zu- und Abluftöffnung (passiv) Gasraum	2 x 80 dB(A)
Splitgeräte Klimaanlage Niederspannungsraum	2 x 75 dB(A)

Zur Einhaltung der in Kapitel 7.2 berechneten Geräuschimmissionen sind die o.g. Schallleistungspegel von den Lieferanten in den Lieferverträgen ohne Toleranz zu garantieren.

6.2 Geräuschabstrahlung über die Außenbauteile

Nach den von der STEAG New Energies GmbH vorgelegten Unterlagen werden in dem Kesselhaus (hoher Gebäudeteil) die folgenden Anlagen aufgestellt:

- zwei Heißwasserkessel (Einflammrohrkessel)
- zwei Gebläse-Frequenzumrichter
- drei Umwälzpumpen mit Antriebsmotor und Frequenzumrichter

Für die beiden Gebläse-Frequenzumrichter wurde von der STEAG New Energies GmbH ein Schallleistungspegel von jeweils L_{WA} = 80 dB(A) und für die Frequenzumrichter der Umwälzpumpen ein Schallleistungspegel von jeweils 76 dB(A) angegeben. Für die beiden Heißwasserkessel sollte unter Berücksichtigung der geplanten Gebäudeausführung der zulässige Schallleistungspegel ermittelt werden. Um im Aufstellungsraum der beiden Heißwasserkessel (Kesselhaus) einen Innenpegel in Höhe von L_I = 85 dB(A) nicht zu überschreiten, ergibt sich ein zulässiger Gesamtschallleistungspegel in Höhe von $L_{WA,gesamt}$ = 100,5 dB(A).

Die zulässigen Schallleistungspegel der einzelnen Geräuschquellen im Kesselhaus sind in der folgenden Tabelle zusammenfassend aufgeführt:

Geräuschquelle	**zul. Schallleistungspegel L_{WA} in dB(A)**
Gebläse-Frequenzumrichter	2 x 80
Frequenzumrichter Umwälzpumpe	3 x 76
Heißwasserkessel (Einflammrohrkessel)	2 x 97

In der vorliegenden Untersuchung wurde, wie oben beschrieben, im Kesselhaus ein durchgängiger Innenpegel in Höhe von

$$L_{I,Kesselhaus} = 85 \text{ dB(A)}$$

Schallausbreitungsberechnung angesetzt. Die Berechnung des Innenpegels kann der Tabelle 5 des Anhangs entnommen werden.

Bezüglich der Bauausführung und Schalldämmung des geplanten Gebäudes haben folgende Angaben der STEAG New Energies GmbH vorgelegen:

Bauteil	**Ausführung**	**Schalldämm-Maß R'_w in dB**
Wände Kesselhaus	Akustikstahlkassette	48
Wände Elektro- / Gasräume	30 cm Stahlbeton	-
Druckentlastungsfläche Kesselhaus	Akustikstahlkassette	48
Druckentlastungsfläche MS-Raum Außenwand	Steinwolleplatte, verputzt	50
Belüftung Kesselhaus	Öffnung oder Kulissen	notwendige Einfügungsdämpfung soll ermittelt werden
Türen und Tore	-	37

Auf Grund der geplanten massiven Ausführung der Wände der Elektro- und Gasräume mit 30 cm Stahlbeton, ist keine relevante Geräuschabstrahlung über die Außenbauteile des niedrigen Gebäudeteils (Gas-Raum, NS-Raum, MS-Raum, Trafo-Raum, Büro- und Sozialräume) zu erwarten. Eine Geräuschabstrahlung über die Außenbauteile des niedrigen Gebäudeteils wurde in der vorliegenden Untersuchung daher nicht betrachtet.

In der vorliegenden Untersuchung wurden für die Außenbauteile des geplanten Kesselhauses (hoher Gebäudeteil) die in der folgenden Tabelle aufgeführten Schalldämm-Maße in der Schallausbreitungsberechnung berücksichtigt.

Bauteil	Ausführung Vergleichsbauteil	Schalldämm-Maß R'_w in dB	Quelle
Wände Kesselhaus inkl. Druckentlastungsfläche	Stahlkassette mit Mineralwolle (Dicke 160 mm, Dichte 55 kg/m³) Stahltrapezblech (Dicke 0,75 mm)	44	Nr. 3a aus [4]
Dach Kesselhaus	Stahltrapez 160/0,75 mit Mineralwolle (Dicke 120 mm, Dichte 140 kg/m³) Außenschale aus PVC-Folie (Dicke 1,5 mm)	39	Nr. 3M aus [4]
Türen und Tore Südfassade	Rolltorpanzer aus Stahl-Hohlprofilen mit Mineralfaser-Einlage, Effertz-Tore	31	Herstellerangabe

Gegenüber den von der STEAG New Energies GmbH angegebenen Schalldämm-Maßen der geplanten Außenbauteile wurden in der vorliegenden Untersuchung niedrigere Schalldämm-Maße in der Schallausbreitungsberechnung angesetzt, was als Maximalbetrachtung bei der Berechnung der Geräuschimmissionen angesehen werden kann.

Für die Lüftungsöffnungen in der Nordfassade des Kesselhauses (2 x 6 m²) wurden Schalldämm-Jalousien mit dem in der folgenden Tabelle aufgeführten Einfügungsdämpfungsmaß in der Schallausbreitungsberechnung berücksichtigt.

Hersteller / Ausführung	Einfügungsdämpfung D_e in dB							
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Jalousie Trox NL (einfach)	3,0	4,0	7,0	8,0	13,0	15,0	13,0	15,0

Die Flächen der einzelnen Bauteile sowie die Berechnung der Geräuschabstrahlung nach DIN 12354-4 [3] sind Tabelle 3 im Anhang zu entnehmen.

Die spektrale Verteilung der Geräuschemissionen in Oktavbandbreite sowie der spektrale Verlauf der Schalldämmung in Oktavbandbreite jeweils für die Oktaven in den Mittenfrequenzen von 63 Hz bis 8 kHz kann der Tabelle 2 des Anhangs zu diesem Gutachten entnommen werden.

7. Berechnung der Geräuschimmissionen

7.1 Schallausbreitungsrechnung

Entsprechend den Vorgaben der TA Lärm [1], Anhang A, Abschnitt A.2.3.4, wurde die Schallausbreitungsberechnung gemäß DIN ISO 9613-2, Entwurf September 1997 [2], durchgeführt.

Der Schallausbreitungsberechnung wurden folgende Parameter vorgegeben:

Rel. Feuchte:	70 %
Temperatur:	10 °C

Für die Berechnung der meteorologischen Korrektur C_{met} gemäß DIN ISO 9613-2 wurde ein pauschaler Wert von C_0 = 1 dB für den Beurteilungszeitraum Nacht angesetzt.

Dem Schallausbreitungsprogramm wurde ein digitales, dreidimensionales Modell der geplanten Anlage, der benachbarten Gebäude, des umliegenden Geländes und der Immissionsorte vorgegeben.

Für bewachsene Bereiche zwischen dem Betriebsgelände des geplanten Heizwerkes und den Immissionsorten wurde ein Bodenfaktor von G=1 angesetzt. Die Festlegung der entsprechenden Bereiche erfolgte mit Hilfe von topographischen Karten und einer Luftbildaufnahme.

7.2 Immissionspegel

Die Schallausbreitungsberechnung auf der Basis der Geräuschemissionen entsprechend Kapitel 6 ergab die nachfolgend aufgeführten Immissionspegel nachts an den betrachteten Immissionsorten durch das von der STEAG New Energies GmbH geplante Heizwerk in Völklingen-Fenne.

Immissionsort		**Immissionspegel nachts**
Nr.	**Bezeichnung**	**in dB(A)**
1	Am Kraftwerk 1 / 3	36,0
2	Saarbrücker Straße 111	30,6
3	Gerhardstraße 113	24,8

Die Daten der Schallausbreitungsrechnung sind wie folgt im Anhang enthalten:

Tabelle 2:	Spektren
Tabelle 3:	Emissionen
Tabelle 4a-4c:	Immissionen nachts

7.3 Beurteilungspegel

Der Beurteilungspegel nachts ergibt sich gemäß TA Lärm [1] aus dem Mittelungspegel der Geräuschimmission über die Beurteilungszeit und Zuschlägen für

- Impulshaltigkeit
- Ton- oder Informationshaltigkeit

sowie der

- meteorologischen Korrektur C_{met}.

Zuschlag für Impulshaltigkeit

Die Geräuschemissionen der betrachteten Anlage sind zeitlich weitgehend konstant und nicht impulshaltig. Ein Zuschlag für Impulshaltigkeit ist daher nicht anzuwenden.

Zuschlag für Ton- oder Informationshaltigkeit

Bei einer Ausführung nach dem Stand der Technik ist nicht davon auszugehen, dass über die Kaminmündungen der beiden gasbefeuerten Kessel oder die sonstigen stationären Geräuschquellen tonhaltige Geräusche abgestrahlt werden.

Hiervon wurde im vorliegenden Fall ausgegangen und kein Tonzuschlag vergeben.

Meteorologische Korrektur C_{met}

Die Korrektur C_{met} gemäß DIN ISO 9613-2 [2] ist in den berechneten Immissionspegeln bereits enthalten.

Die nachfolgende Tabelle enthält zusammenfassend die auf ganze dB(A) gerundeten Beurteilungspegel der Geräuschimmissionen durch das von der STEAG New Energies GmbH in Völklingen-Fenne geplante Heizwerk.

Immissionsort		Beurteilungspegel nachts
Nr.	Bezeichnung	in dB(A)
1	Am Kraftwerk 1 / 3	36
2	Saarbrücker Straße 111	31
3	Gerhardstraße 113	25

7.4 Spitzenpegel

Unzulässig hohe Spitzenpegel der Geräuschimmission sind durch den Betrieb der betrachteten Anlage nicht zu erwarten. Eine Untersuchung der Spitzenpegel wurde daher nicht durchgeführt.

8. Vergleich mit den zulässigen Geräuschimmissionen

In der folgenden Tabelle sind die in der vorliegenden Untersuchung ermittelten Beurteilungspegel der Geräuschimmission nachts durch das von der STEAG New Energies GmbH am Standort Betriebsgelände Zentralstation FVS Fenne in Völklingen geplante Heizwerk den an den betrachteten Immissionsorten gemäß TA Lärm [1] nachts geltenden Immissionsrichtwerten gegenübergestellt.

Immissionsort		**Beurteilungspegel**	**Immissionsrichtwert**
Nr.	**Bezeichnung**	**nachts in dB(A)**	**nachts in dB(A)**
1	Am Kraftwerk 1 / 3	36	50
2	Saarbrücker Straße 111	31	40
3	Gerhardstraße 113	25	40

Der Vergleich zeigt, dass die Immissionsrichtwerte von den ermittelten Beurteilungspegeln an den betrachteten Immissionsorten um 9 dB(A) bis 15 dB(A) unterschritten werden.

Gemäß Nr. 3.2.1 Abs. 2 der TA Lärm [1] ist die Zusatzbelastung durch die geplante Anlage an allen Immissionsorten als nicht relevant anzusehen. Eine Betrachtung der Vorbelastung ist gemäß Nr. 3.2.1 Abs. 6 der TA Lärm nicht erforderlich.

Gemäß Nr. 2.2 der TA Lärm [1] befinden sich die Immissionsorte Nr. 1 und Nr. 3 zudem nicht mehr im Einwirkungsbereich des geplanten Heizwerkes. Eine Überschreitung der Immissionsrichtwerte durch die Gesamtbelastung, verursacht durch die Zusatzbelastung der zu beurteilenden Anlage, kann ausgeschlossen werden.

9. Beurteilung tieffrequenter Geräusche

Die TA Lärm [1] enthält in Nr. 7.3 folgende Festlegung:

"Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche

Für Geräusche, die vorherrschende Energieanteile im Frequenzbereich unter 90 Hz besitzen (tieffrequente Geräusche), ist die Frage, ob von ihnen schädliche Umwelteinwirkungen ausgehen, im Einzelfall nach den örtlichen Verhältnissen zu beurteilen. Schädliche Umwelteinwirkungen können insbesondere auftreten, wenn bei deutlich wahrnehmbaren tieffrequenten Geräuschen in schutzbedürftigen Räumen bei geschlossenen Fenstern die nach Nummer A.1.5 des Anhangs ermittelte Differenz L_{Ceq} - L_{Aeq} den Wert 20 dB überschreitet. Hinweise zur Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche enthält Nummer A.1.5 des Anhangs."

In Nr. A.1.5 des Anhangs der TA Lärm steht u.a.:

"Hinweise zur Ermittlung und Bewertung tieffrequenter Geräusche enthält DIN 45680, Ausgabe März 1991, und das zugehörige Beiblatt 1. Danach sind schädliche Umwelteinwirkungen nicht zu erwarten, wenn die in Beiblatt 1 genannten Anhaltswerte nicht überschritten werden."

Der maßgebliche Immissionsort liegt bei tieffrequenten Geräuschen innerhalb des schutzbedürftigen Raumes. Für die Bewertung tieffrequenter Geräusche sind in DIN 45680 [6] und dem zugehörigen Beiblatt 1 [7] die Hörschwellenpegel für Terzen mit den Mittenfrequenzen von 10 Hz bis 80 Hz, ergänzend auch noch für die Terzen bei 8 Hz und bei 100 Hz, angegeben. Durch einen Vergleich der entsprechenden Werte des zu untersuchenden Geräusches mit den Hörschwellenpegeln kann ermittelt werden, inwieweit die Hörschwellenpegel überschritten werden und das Geräusch somit lästige tieffrequente Geräuschanteile enthält.

Zur Klärung der Frage, ob störende tieffrequente Geräuschimmissionen innerhalb der Wohnräume an den Immissionsorten durch die geplante Anlage zu erwarten sind, wurde eine überschlägige Prognose der durch die tieffrequenten Geräuschemissionen der Kamine zu erwartenden Geräuschimmissionen durchgeführt. Als Grundlage für die Immissionsprognose diente die Veröffentlichung "Blockheizkraftwerke: Stand der Lärmminderungstechnik und Probleme durch tieffrequente Geräusche" [8], vorgetragen von der Müller BBM GmbH (Wolfgang Böhm, Josef Danner) im Rahmen der DAGA 2010 in Berlin.

Dabei wurde wie folgt vorgegangen:

- Aus der Schallausbreitungsrechnung gemäß Kapitel 7.1 des vorliegenden Gutachtens wurde die Ausbreitungsdämpfung (A_{div}+A_{gr} gemäß DIN ISO 9613-2 [2], siehe Tabelle 4 im Anhang) zwischen Kaminmündung und dem nächstgelegenen Immissionsort ermittelt (IP1, Am Kraftwerk 1/3); für A_{gr} wird dabei ein Wert von -3 dB angesetzt (entsprechend einer vollständigen Reflexion am Boden).
- Angaben zu den Terz-Schallleistungspegeln an der Kaminmündung lagen nicht vor. In einem ersten Schritt wurde der unverminderte Gesamtschallleistungspegel der über die beide Kaminmündungen abgestrahlten Geräusche von L_{WA} = 88 dB(A) für jede der betrachteten Terzen angesetzt (je Kamin L_{WA} = 85 dB(A)). Dies ist jeweils als Maximalabschätzung zu verstehen, da sich der Gesamtschallleistungspegel auf die einzelnen Terzen energetisch aufteilt.

- Die Ausbreitungsdämpfung wurde von den Terz-Schallleistungspegeln der Kamingeräusche abgezogen, um die Freifeld-Schalldruckpegel vor den Fenstern von Wohnräumen an dem betrachteten Immissionsort zu erhalten. Dabei wurde weiterhin die A-Bewertung herausgerechnet, da die Hörschwellenpegel der DIN 45680 [6] für unbewertete Pegel gelten.
- Die innerhalb der Wohnräume zu erwartenden Schallpegel wurden aus den so berechneten Freifeldpegeln unter Berücksichtigung der in der o.g. Veröffentlichung angegebenen Schallpegel-Differenzen für den Übergang von außen nach innen berechnet, die von der Müller BBM GmbH im Rahmen einer anderen Untersuchung [8] empirisch ermittelt worden waren.
- Die auf diese Weise berechneten Terz-Schalldruckpegel $L_{Terz,eq}$ entsprechen bei Dauergeräuschen wie im vorliegenden Fall unmittelbar den Terz-Beurteilungspegeln $L_{Terz,r}$ gemäß DIN 45680 [6].

  Zur Beurteilung gemäß DIN 45680 Beiblatt 1 [7], Abschnitt 2.2, wurde in den betrachteten Terzen die Differenz $\Delta L_1 = L_{Terz,r} - L_{HS}$ gebildet, wobei L_{HS} der jeweilige Hörschwellenpegel nach DIN 45680 [6] ist. D.h. es wurde geprüft, ob die Terz-Schalldruckpegel im Wohnraum über der jeweiligen Hörschwelle liegen.
- Gemäß [7], Tabelle 1, dürfen die Terz-Schalldruckpegel bei Frequenzen unter 80 Hz nicht über der Hörschwelle liegen, bei 80 Hz beträgt die zulässige Überschreitung des Hörschwellenpegels 5 dB, bei 100 Hz 10 dB.

Die entsprechende Berechnung für die Terzen von 20 Hz bis 100 Hz ist Tabelle 6 im Anhang zu entnehmen. Auf der Grundlage der wie beschrieben angesetzten Terzschallleistungspegel ergeben sich deutliche Überschreitungen der Hörschwellenpegel. Als Ergebnis der Untersuchung müssen die Terz-Schallleistungspegel der über die Kaminmündungen abgestrahlten Geräusche auf folgende Werte begrenzt werden:

Terzmittenfrequenz in Hz	**Zulässige Terz-Schallleistungspegel $L_{WA,Terz}$ in dB(A) je Kaminmündung**
20	80
25	79
31,5	77
40	75
50	73
63	71
80	75
100	80

Auch diese Werte sollten als Garantiewerte mit in die Verträge mit den Lieferanten aufgenommen werden. Die Abgasschalldämpfer sind so auf die Abgasgeräusche der beiden Heizkessel abzustimmen, dass sowohl der Gesamtschallleistungspegel entsprechend Kapitel 6 als auch die hier genannten Terz-Schallleistungspegel sicher eingehalten werden.

10. Qualität der Prognose

Bei der Ermittlung der Geräuschemissionen wurden soweit möglich Maximalbetrachtungen durchgeführt.

Die zulässigen Geräuschemissionen der relevanten Geräuschquellen des geplanten Heizwerkes wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelt und festgelegt.

Bei der Berechnung der über die Außenbauteile des Kesselhauses abgestrahlten Geräuschemissionen wurden in einer Maximalabschätzung, gegenüber der nach den Angaben der STEAG New Energies geplanten Bauausführung, konservative Schalldämm-Maße bzw. schwächere Vergleichsbauteile angesetzt.

Die Eingangsgrößen der Schallausbreitungs- und Abschirmberechnung (Bodendämpfung, Geländekanten etc.) wurden so gewählt, dass sich eine Maximalabschätzung der tatsächlich zu erwartenden Geräuschimmissionen ergibt.

In der Praxis ist daher mit tendenziell geringeren Geräuschimmissionen zu rechnen als in der vorliegenden Untersuchung ermittelt, sofern die angesetzten Geräuschemissionen eingehalten werden.

Zur Klärung der Frage, ob durch das geplante Heizwerk tieffrequente Geräusche innerhalb der Wohnräume an den Immissionsorten zu erwarten sind, wurde eine überschlägige Prognose der durch die tieffrequenten Geräuschemissionen der beiden Kamine zu erwartenden Geräuschimmissionen auf der Grundlage der Veröffentlichung "Blockheizkraftwerke: Stand der Lärmminderungstechnik und Probleme durch tieffrequente Geräusche" [8] durchgeführt.

11. Zusammenfassung und Ergebnis der Untersuchung

Die STEAG New Energies GmbH plant in der Nachbarschaft des Kraftwerkes Fenne die Errichtung und den Betrieb eines Heizwerks bestehend aus zwei Erdgas-Heißwasserkesseln mit einer Feuerungswärmeleistung von je 23 MW. Als Regelbrennstoff wird Erdgas aus der öffentlichen Gasversorgung eingesetzt. Die Anlagen sollen Wärme in die Fernwärmeschiene Saar einspeisen. Die Abgase der beiden Heißwasserkessel werden über jeweils einen eigenen Kamin in die Umgebung abgeleitet.

Im Rahmen des immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens ist die Vorlage eines schalltechnischen Gutachtens zu den von dem geplanten Heizwerk ausgehenden Geräuschemissionen und -immissionen erforderlich.

Die proTerra Umweltschutz- und Managementberatung GmbH Umweltgutachter wurde von der STEAG New Energies GmbH mit der Durchführung der entsprechenden Untersuchungen und der Erstellung des vorliegenden Gutachtens beauftragt.

Die zulässigen Geräuschemissionen der relevanten Geräuschquellen des geplanten Heizwerkes wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ermittelt und festgelegt. Die ermittelten Werte können den möglichen Lieferanten als Garantiewerte vorgegeben werden.

Die Berechnung der mit den Geräuschemissionen des Heizwerkes verbundenen Geräuschimmissionen an den betrachteten Immissionsorten erfolgte mit Hilfe einer Schallausbreitungsrechnung nach DIN ISO 9613-2 [2]. Die Beurteilungspegel der Geräuschimmission wurden gemäß TA Lärm [1] gebildet und mit den Immissionsrichtwerten verglichen.

In der folgenden Tabelle sind, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung für das geplante Heizwerk ermittelten maximal zulässigen Schallleistungspegel bzw. die von der STEAG New Energies GmbH für einzelne Geräuschquellen angegebenen Schallleistungspegel aufgeführt.

Geräuschquelle	**Schallleistungspegel in dB(A)**
Kamine Heißwasserkessel	L_{WA} = 2 x 85 dB(A)
Zu- und Abluftöffnung (aktiv) Traforaum	L_{WA} = 2 x 80 dB(A)
Zu- und Abluftöffnung (passiv) Gasraum	L_{WA} = 2 x 80 dB(A)
Splitgeräte Klimaanlage NS-Rraum	L_{WA} = 2 x 75 dB(A)
Einflammrohrkessel [1)]	L_{WA} = 2 x 97 dB(A)
Gebläse-Frequenzumrichter [1)]	L_{WA} = 2 x 80 dB(A)
Frequenzumrichter Umwälzpumpe [1)]	L_{WA} = 3 x 76 dB(A)

[1)] Schallleistungspegel der im Kesselhaus aufgestellten Anlagen und Aggregate. Es ergibt sich ein erwarteter Innenpegel in Höhe von L_I = 85 dB(A), der bei der Berechnung der über die Außenbauteile des Kesselhauses abgestrahlten Geräuschemissionen zu Grunde gelegt wurde.

Die in der Schallausbreitungsberechnung im Fall der Geräuschübertragung über die Außenbauteile des Kesselhauses angesetzten Schalldämm-Maße der Außenbauteile können der Tabelle in Kapitel 6.2 der vorliegenden Untersuchung entnommen werden.

Unter Berücksichtigung der in der vorliegenden Untersuchung betrachteten Geräuschquellen und der Schalldämm-Maße der Außenbauteile des Kesselhauses ergeben sich durch den Betrieb des geplanten Heizwerkes Beurteilungspegel der Geräuschimmission nachts, die die an den betrachteten Immissionsorten nach TA Lärm [1] geltenden Immissionsrichtwerte um 9 dB bis 15 dB unterschreiten.

Gemäß Nr. 3.2.1 Abs. 2 der TA Lärm [1] ist die Zusatzbelastung durch die geplante Anlage an allen Immissionsorten als nicht relevant anzusehen. Eine Betrachtung der Vorbelastung ist gemäß Nr. 3.2.1 Abs. 6 der TA Lärm nicht erforderlich.

Ergänzend wurde eine Betrachtung der durch die tieffrequenten Geräuschemissionen der beiden Kamine zu erwartenden Geräuschimmissionen innerhalb von Wohnräumen an den betrachteten Immissionsorten durchgeführt. Als Grundlage hierfür diente die Veröffentlichung "Blockheizkraftwerke: Stand der Lärmminderungstechnik und Probleme durch tieffrequente Geräusche" [8]. Die für die Terzen mit den Mittenfrequenzen von 20 Hz bis 100 Hz zulässigen Schallleistungspegel können der Tabelle 9 des vorliegenden Gutachtens entnommen werden.

Sulzbach, den 25. Februar 2020
Bc/TT/Vk

Manfred Mateiko
Dipl.-Ing. (FH)

Karsten Igel
Dipl.-Wirt.Jur. (FH)

Bild 1
Lageplan mit Betriebsgelände und Immissionsorten
Maßstab 1: 4.500

Immissionsort

Betriebsgelände geplantes Heizwerk

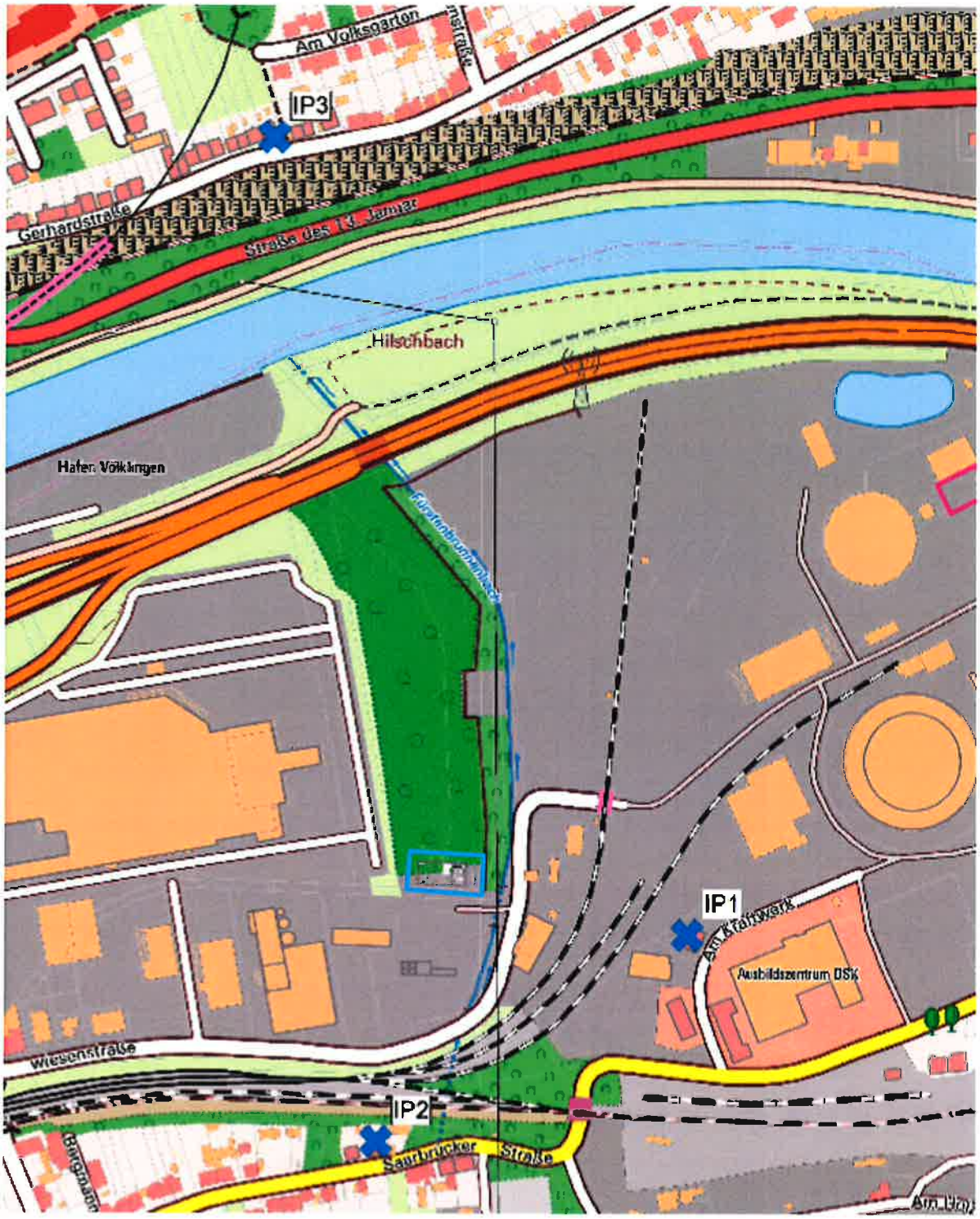

Bild 2
Grundriss mit Gebäudeteilen und Lage Kamine
ohne Maßstab

Kesselhaus (hoher Gebäudeteil)

niedriger Gebäudeteil

Kamine

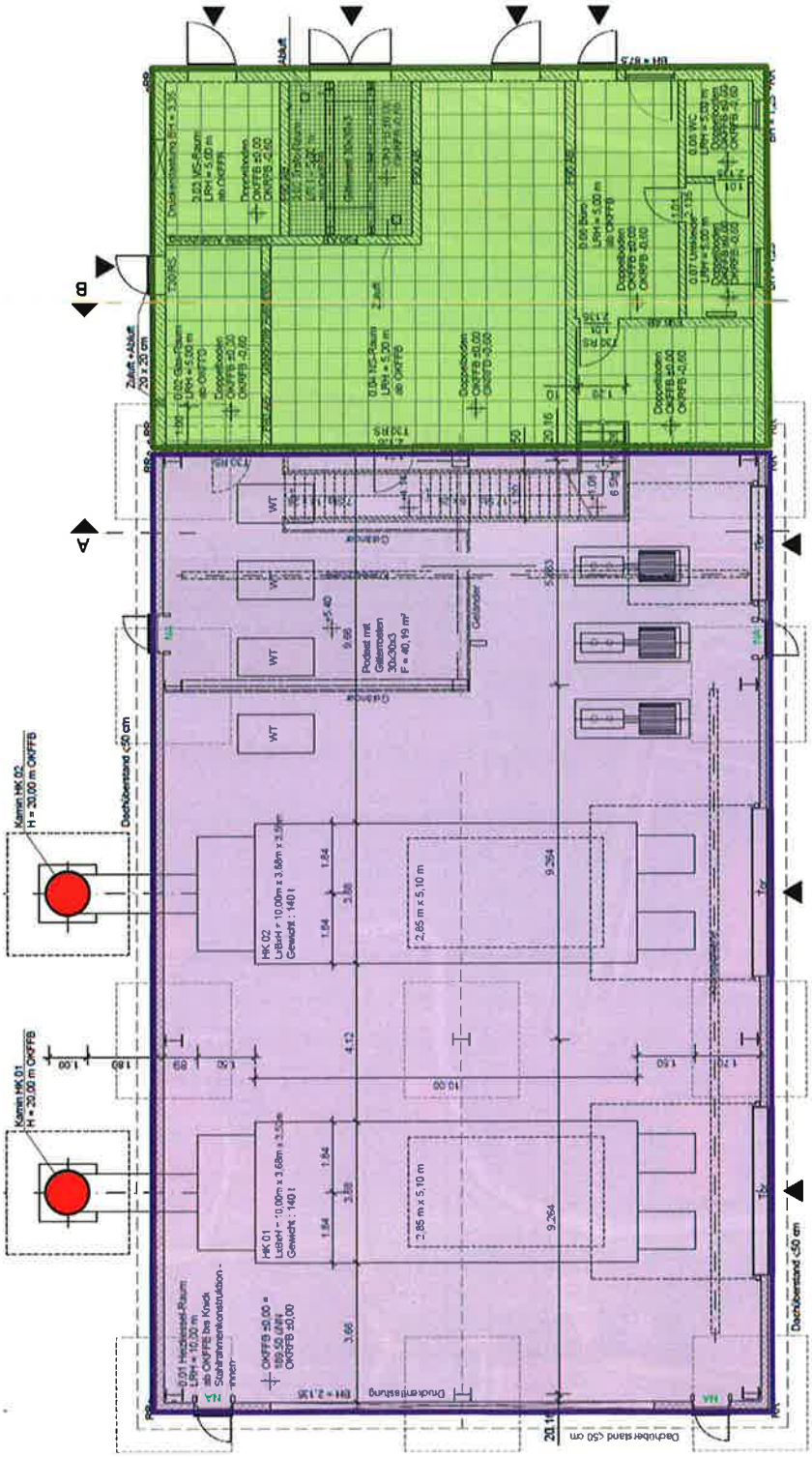

Bild 3
Ansicht Nord
ohne Maßstab

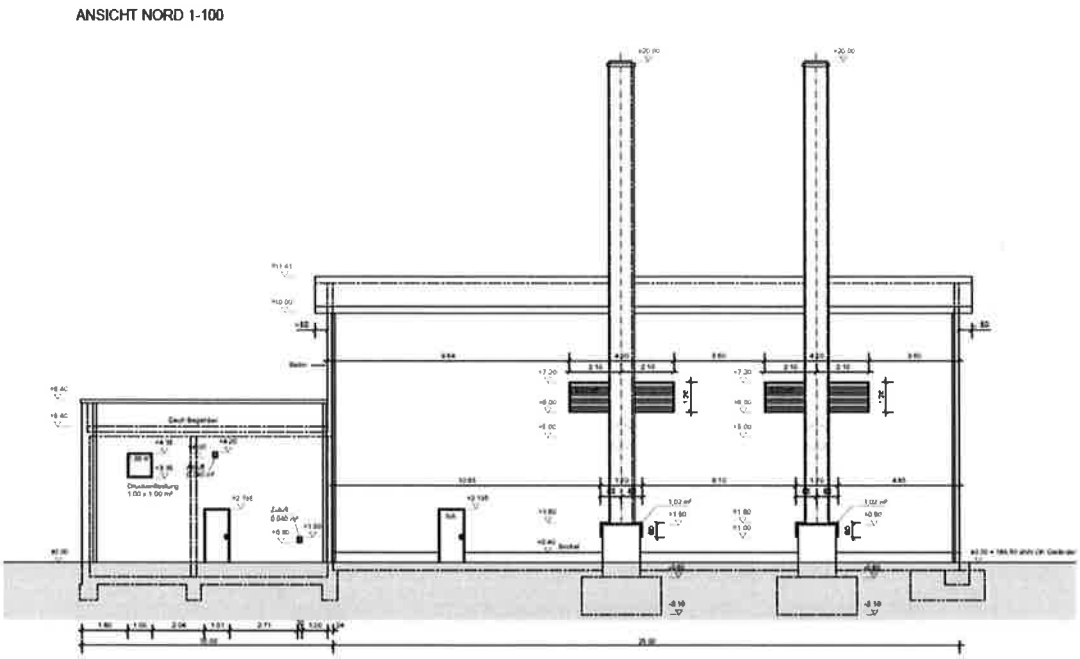

Bild 4
Ansicht Süd
ohne Maßstab

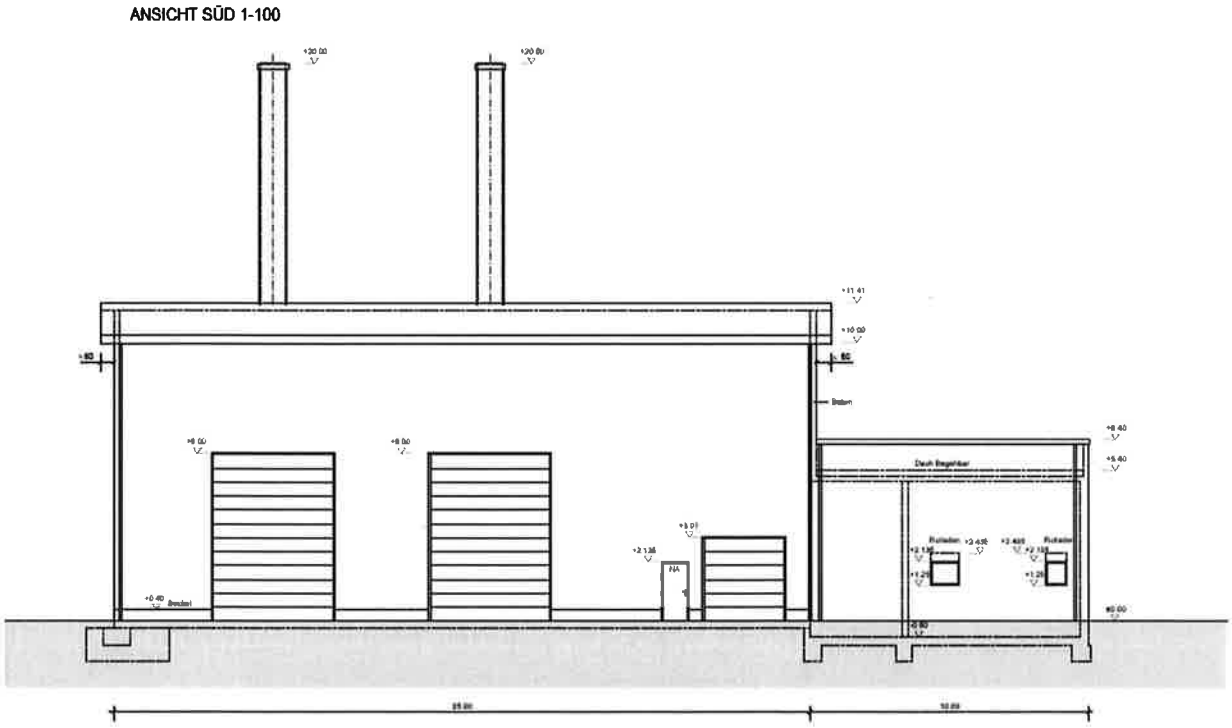

Bild 5
Ansicht West
ohne Maßstab

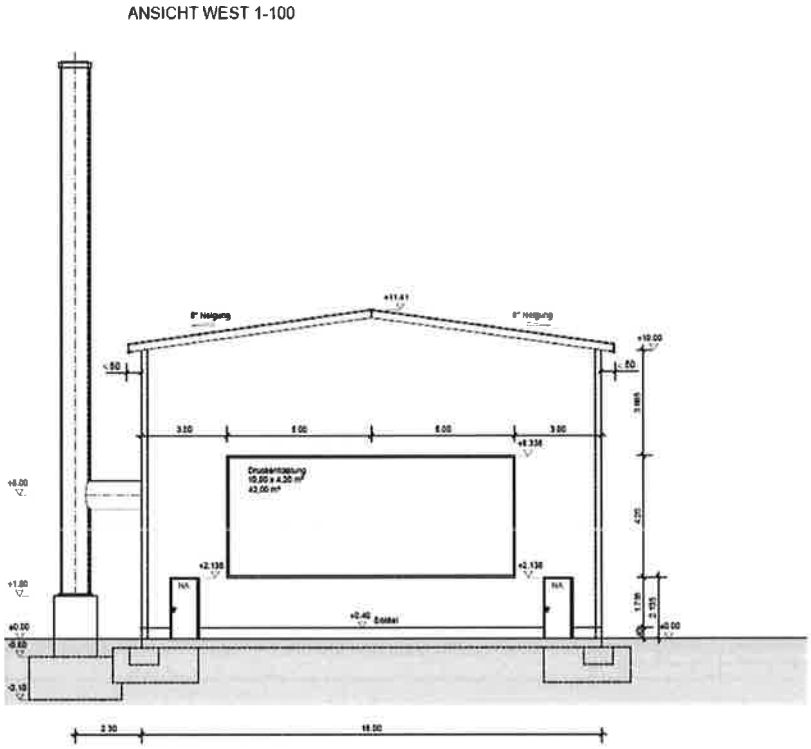

Bild 6
Ansicht Ost
ohne Maßstab

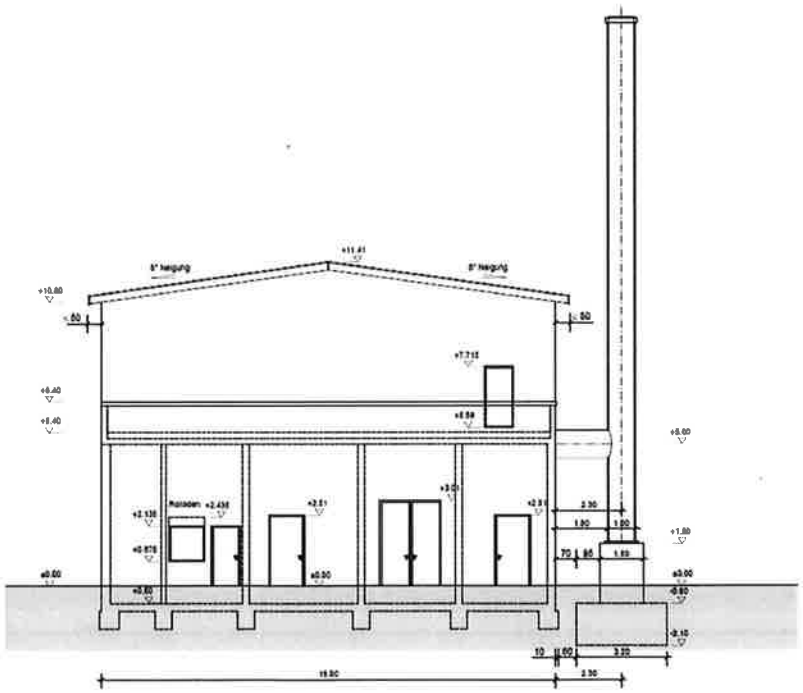

Tabelle 1
Grundlagen

[1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBl Nr. 26/1998 S. 503), zuletzt geändert durch Bekanntmachung des BMUB vom 1. Juni 2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5), in Kraft getreten am 9. Juni 2017

[2] DIN ISO 9613-2, Entwurf September 1997
Akustik, Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien
Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren

[3] EN ISO 12354-1, Ausgabe August 2017
Bauakustik; Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften; Teil 1: Luftschalldämmung zwischen Räumen
(ISO 12354-1:2017)

[4] Bauphysik - Schallschutz im Metallleichtbau
Veröffentlichung Nr. 4.06 von Dezember 2016
Industrieverband für Bausysteme im Stahlleichtbau (IFBS)

[5] Schallausbreitungs-Software
MAPANDGIS, Version 1.2.0.0, Kramer Schalltechnik GmbH

[6] DIN 45680, März 1997
Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft

[7] DIN 45680, Beiblatt 1, März 1997
Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft, Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen

[8] Blockheizkraftwerke: Stand der Lärmminderungstechnik und Probleme durch tieffrequente Geräusche; Wolfgang Böhm, Josef Danner, Müller BBM GmbH
DAGA 2010, Berlin

[9] Berücksichtigung tieffrequenter Geräusche gemäß TA Lärm in Genehmigungs-, Planfeststellungs- und Baugenehmigungsverfahren
Mustergutachten und Handlungsanleitung
Angefertigt für das Staatliche Umweltamt Kiel, Bericht 44932/7 vom 13.02.2001

Tabelle 2

Spektren

Nr.	Kommentar	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz	Summe
1	= Emissionen =									
2	LWA Kamin	75,2	72,2	80,0	80,8	74,4	72,6	62,7	47,3	85,0
3	Innenpegel 85 dB(A)	60,1	73,3	71,9	75,3	81,5	78,9	73,0	68,2	85,0
4	Zu- / Abluft Traforaum	0,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0
5	Zu- / Abluft Gasraum	0,0	0,0	0,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,0
6	Splitgerät NS-Raum	0,0	0,0	0,0	75,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0
7										
8	= Schalldämmung =									
9	Wandkonstruktion 44dB	11,0	16,5	34,2	48,1	51,3	54,2	59,0	59,0	
10	Dach 39dB	12,0	16,9	27,9	38,4	55,8	68,6	75,3	75,3	
11	Rolltor Effertz 31 dB	15,0	19,0	25,0	30,0	32,0	29,0	30,0	30,0	
12	Jalousie Trox NL (einfach)	3,0	4,0	7,0	8,0	13,0	15,0	13,0	15,0	

Tabelle 3

Emissionen

Nr.	Kommentar	Emission (Nr.)	Emission dB(A)	num. Add. dB(A)	Messfl. (m2) Anzahl	R' Nr.	Einw.T min	hQ m	Lw (LmE) dB(A)
1	Kamin West	2	85,0	0	0,0		60	19,2	85,0
2	Kamin Ost	2	85,0	0	0,0		60	19,2	85,0
3	Abluft Trafo-Raum	4	80,0	0	0,0		60	0.5 D	80,0
4	Zuluft Trafo-Raum	4	80,0	0	0,0		60	0.5 D	80,0
5	Zuluft Gasraum	5	80,0	0	0,0		60	0,9	80,0
6	Abluft Gasraum	5	80,0	0	0,0		60	4,1	80,0
7	Splitgerät 1 - NS-Raum	6	75,0	0	0,0		60	0.5 D	75,0
8	Splitgerät 2 - NS-Raum	6	75,0	0	0,0		60	0.5 D	75,0
9	Dach	3	85,0	0	402,8	10	60	10,1	77,3
10	Tor breit Ost	3	85,0	0	26,4	11	60	6	66,0
11	Tor Ost	3	85,0	0	9,1	11	60	3	61,3
12	Tor breit West	3	85,0	0	26,4	11	60	6	66,0
13	Wand Nord	3	85,0	0	250,3	9	60	10,4	75,5
14	Wand Süd	3	85,0	0	198,5	9	60	10,4	74,5
15	Wand Ost	3	85,0	0	79,6	9	60	10,4	70,5
16	Wand West	3	85,0	0	163,8	9	60	10,4	73,7
17	Lüftung West	3	85,0	0	6,0	12	60	7,2	76,3
18	Lüftung Ost	3	85,0	0	6,0	12	60	7,2	76,3

Tabelle 4a

Immissionen nachts – IP1 Am Kraftwerk 1 / 3

Nr.	Kommentar	Lw (LmE) dB(A)	Do dB	DT dB	C_{met} dB	dp m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Refl. Ant. dB	LAT dB(A)
1	Kamin West	85,0	0,0	0,0	0,0	198,2	0,0	0,0	56,9	0,4	-2,2	-	29,8
2	Kamin Ost	85,0	0,0	0,0	0,0	190,5	0,0	0,0	56,6	0,4	-2,2	-	30,3
3	Abluft Trafo-Raum	80,0	0,0	0,0	0,2	168,5	0,0	0,0	55,5	0,2	-1,8	20,3	27,0
4	Zuluft Trafo-Raum	80,0	0,0	0,0	0,2	171,1	0,0	3,7	55,7	0,2	-1,8	20,5	24,4
5	Zuluft Gasraum	80,0	3,0	0,0	0,5	177,5	0,0	9,9	56,0	0,3	-0,4	5,5	17,0
6	Abluft Gasraum	80,0	3,0	0,0	0,3	174,2	0,0	7,9	55,8	0,3	-2,3	13,0	21,7
7	Splitgerät 1 - NS-Raum	75,0	0,0	0,0	0,2	174,7	0,0	3,1	55,8	0,3	-1,9	15,9	19,8
8	Splitgerät 2 - NS-Raum	75,0	0,0	0,0	0,2	170,9	0,0	2,3	55,6	0,3	-2,1	16,0	20,5
9	Dach	77,3	0,0	0,0	0,0	188,6	0,0	4,8	56,5	0,1	-1,9	-	17,8
10	Tor breit Ost	66,0	3,0	0,0	0,4	186,6	0,0	0,0	56,4	0,6	-2,7	-1,2	14,3
11	Tor Ost	61,3	3,0	0,0	0,5	177,6	0,0	0,0	56,0	0,6	-2,7	-6,8	10,1
12	Tor breit West	66,0	3,0	0,0	0,4	194,3	0,0	0,0	56,8	0,6	-2,7	-1,2	13,9
13	Wand Nord	75,5	3,0	0,0	0,3	190,4	0,0	6,4	56,6	0,1	-1,8	-	16,7
14	Wand Süd	74,5	3,0	0,0	0,3	187,4	0,0	0,0	56,5	0,1	-2,5	22,6	25,9
15	Wand Ost	70,5	3,0	0,0	0,1	176,3	0,0	1,0	55,9	0,1	-1,7	17,5	20,8
16	Wand West	73,7	3,0	0,0	0,3	201,2	0,0	10,2	57,1	0,1	-2,2	-6,7	10,8
17	Lüftung West	76,3	3,0	0,0	0,3	197,4	0,0	10,0	56,9	0,3	-1,5	-	13,2
18	Lüftung Ost	76,3	3,0	0,0	0,2	189,7	0,0	9,0	56,6	0,3	-1,5	-	14,7
	Summe												36,0

Tabelle 4b

Immissionen nachts – IP2 Saarbrücker Straße 111

Nr.	Kommentar	Lw (LmE) dB(A)	Do dB	DT dB	C_{met} dB	dp m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Refl. Ant. dB	LAT dB(A)
1	Kamin West	85,0	0,0	0,0	0,0	210,2	0,0	6,3	57,4	0,2	-2,7	-	23,7
2	Kamin Ost	85,0	0,0	0,0	0,0	211,4	0,0	5,4	57,5	0,3	-2,8	-	24,6
3	Abluft Trafo-Raum	80,0	0,0	0,0	0,3	209,7	0,0	2,9	57,4	0,2	-2,8	-	22,0
4	Zuluft Trafo-Raum	80,0	0,0	0,0	0,3	206,5	0,0	3,7	57,3	0,2	-2,8	-	21,2
5	Zuluft Gasraum	80,0	3,0	0,0	0,6	211,9	0,0	23,3	57,5	0,4	-0,7	-6,8	2,5
6	Abluft Gasraum	80,0	3,0	0,0	0,4	212,6	0,0	20,4	57,5	0,4	-2,8	-4,5	7,4
7	Splitgerät 1 - NS-Raum	75,0	0,0	0,0	0,3	206,4	0,0	7,4	57,3	0,4	-2,8	-	12,4
8	Splitgerät 2 - NS-Raum	75,0	0,0	0,0	0,3	203,9	0,0	4,8	57,2	0,4	-2,9	-	15,1
9	Dach	77,3	0,0	0,0	0,1	200,9	0,0	4,5	57,1	0,1	-2,7	3,3	18,5
10	Tor breit Ost	66,0	3,0	0,0	0,4	193,0	0,0	8,1	56,7	0,1	-2,9	-7,6	6,2
11	Tor Ost	61,3	3,0	0,0	0,5	194,9	0,0	6,6	56,8	0,2	-2,9	-22,2	2,7
12	Tor breit West	66,0	3,0	0,0	0,4	191,6	0,0	6,1	56,6	0,2	-2,9	-3,2	8,4
13	Wand Nord	75,5	3,0	0,0	0,3	208,9	0,0	15,6	57,4	0,1	-2,7	-6,9	7,8
14	Wand Süd	74,5	3,0	0,0	0,3	192,8	0,0	4,8	56,7	0,1	-2,8	12,5	19,4
15	Wand Ost	70,5	3,0	0,0	0,2	202,9	0,0	7,8	57,1	0,1	-2,7	-	11,0
16	Wand West	73,7	3,0	0,0	0,3	198,6	0,0	3,7	57,0	0,1	-2,6	-5,2	18,2
17	Lüftung West	76,3	3,0	0,0	0,3	207,7	0,0	19,1	57,3	0,3	-2,6	-7,8	4,8
18	Lüftung Ost	76,3	3,0	0,0	0,3	208,9	0,0	20,9	57,4	0,4	-2,6	-6,4	3,2
	Summe												30,6

Tabelle 4c

Immissionen nachts – IP3 Gerhardstraße 113

Nr.	Kommentar	Lw (LmE) dB(A)	Do dB	DT dB	C_{met} dB	dp m	DI dB	Abar dB	Adiv dB	Aatm dB	Agr dB	Refl. Ant. dB	LAT dB(A)
1	Kamin West	85,0	0,0	0,0	0,5	537,2	0,0	0,0	65,6	0,9	-1,0	-	19,0
2	Kamin Ost	85,0	0,0	0,0	0,5	539,2	0,0	0,0	65,6	0,9	-1,0	-	18,9
3	Abluft Trafo-Raum	80,0	0,0	0,0	0,8	551,8	0,0	3,0	65,8	0,6	-0,2	-	10,1
4	Zuluft Trafo-Raum	80,0	0,0	0,0	0,8	553,1	0,0	3,2	65,8	0,6	-0,3	-	9,9
5	Zuluft Gasraum	80,0	3,0	0,0	0,8	545,8	0,0	0,0	65,7	1,0	6,8	-	8,5
6	Abluft Gasraum	80,0	3,0	0,0	0,8	546,5	0,0	0,0	65,7	1,0	-0,6	-	16,0
7	Splitgerät 1 - NS-Raum	75,0	0,0	0,0	0,8	551,4	0,0	0,5	65,8	1,0	-0,7	-	7,5
8	Splitgerät 2 - NS-Raum	75,0	0,0	0,0	0,8	555,5	0,0	0,7	65,9	1,1	-0,6	-	7,3
9	Dach	77,3	0,0	0,0	0,7	549,0	0,0	4,4	65,8	0,2	-0,1	-8,9	6,5
10	Tor breit Ost	66,0	3,0	0,0	0,8	557,5	0,0	13,0	65,9	0,6	0,6	-0,9	-0,6
11	Tor Ost	61,3	3,0	0,0	0,8	560,0	0,0	11,7	66,0	0,5	0,0	-	-15,7
12	Tor breit West	66,0	3,0	0,0	0,8	555,6	0,0	12,0	65,9	0,5	0,9	0,7	0,9
13	Wand Nord	75,5	3,0	0,0	0,8	541,3	0,0	0,0	65,7	0,2	0,7	-25,4	11,2
14	Wand Süd	74,5	3,0	0,0	0,8	556,8	0,0	9,1	65,9	0,2	0,1	6,7	7,7
15	Wand Ost	70,5	3,0	0,0	0,7	562,4	0,0	7,8	65,8	0,2	0,0	-	-1,3
16	Wand West	73,7	3,0	0,0	0,8	546,2	0,0	0,0	65,7	0,2	0,8	5,3	10,7
17	Lüftung West	76,3	3,0	0,0	0,7	539,5	0,0	0,0	65,6	1,6	0,3	-11,0	11,3
18	Lüftung Ost	76,3	3,0	0,0	0,7	541,5	0,0	0,0	65,7	1,6	0,3	-11,5	11,3
	Summe												24,8

Tabelle 5

Innenpegelberechnung nach VDI 2571
Tag

Bauteil Nr.	Bezeichnung	Fläche m²	Schallabsorptionsgrad α								
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	
1	Wände	848.4	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	Schallhart
2	Decke	386.88	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	Schallhart
3	Boden	386.88	0.04	0.06	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.10	Schallhart
4	Öffnungen	0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	

		Äquivalente Absorptionsfläche A in m²							
1	Wände	33.9	50.9	59.4	67.9	76.4	76.4	84.8	84.8
2	Decke	15.5	23.2	27.1	31.0	34.8	34.8	38.7	38.7
3	Boden	15.5	23.2	27.1	31.0	34.8	34.8	38.7	38.7
4	Öffnungen	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Summe	64.9	97.3	113.6	129.8	146.0	146.0	162.2	162.2

Schallleistungspegel L_{WA} in dB(A)								
63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1kHz	2kHz	4kHz	8kHz	
71.5	86.5	85.7	89.8	96.8	94.9	90.8	86.7	100.5

Innenpegel L_I in dB(A)								
63 Hz	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1kHz**	**2kHz**	**4kHz**	**8kHz**	**Summe**
59.4	72.6	71.2	74.7	81.2	79.3	74.8	70.6	85.0

Tabelle 6

Berechung und Bewertung tieffrequenter Geräusche nach DIN 45680

f_{Terz} Hz	$L_{WA,Terz,Ref}$ dB(A)	A-Bewertung dB	$L_{W,Terz}$ dB	Hörschwelle L_{HS} in dB	Schallpegel-Differenz außen-innen $\Delta L_{innen/außen}$ (aus Böhm, DAGA 2010)
20	88.0	-50.5	138.5	71.0	5.8
25	88.0	-44.7	132.7	63.0	6.5
31.5	88.0	-39.4	127.4	55.5	7.2
40	88.0	-34.6	122.6	48.0	8.0
50	88.0	-30.2	118.2	40.5	9.0
63	88.0	-26.2	114.2	33.5	9.8
80	88.0	-22.5	110.5	28.0	10.5
100	88.0	-19.1	107.1	23.5	11.5

Immissionsort:		Abstand m	$A_{div}+A_{gr}$ dB	(A_{gr}=-3dB)
IP1	Am Kraftwerk 1/3	195	53.8	

f_{Terz} Hz	$L_{W,Terz}$	$L_{eq,Terz,außen}$ (L_{WA}-(A_{div}+A_{gr}))	$L_{eq,Terz,Innen}$ ($L_{eq,Terz,außen}$ - $\Delta L_{innen/außen}$) (Zahl rot: größer als L_{HS})
20	138.5	84.7	**78.9**
25	132.7	78.9	**72.4**
31.5	127.4	73.6	**66.4**
40	122.6	68.8	**60.8**
50	118.2	64.4	**55.4**
63	114.2	60.4	**50.6**
80	110.5	56.7	**46.2**
100	107.1	53.3	**41.8**

f_{Terz} Hz	ΔL_1 in dB ($L_{eq,Terz,Innen}$ - L_{HS}) ermittelt	zulässig
20	8	0
25	9	0
31.5	11	0
40	13	0
50	15	0
63	17	0
80	18	5
100	18	10

Zulässiger Schallleistungspegel an der Kaminmündung

f_{Terz} Hz	$L_{WA,Terz,zul.}$ dB(A)
20	80
25	79
31.5	77
40	75
50	73
63	71
80	75
100	80

Erläuterungen zur Tabelle **Emission**

Anmerkung: Hat eine der Spalten für ein konkretes Projekt keine Bedeutung, ist diese Spalte im Ausdruck der Tabelle EMISSION möglicherweise nicht enthalten.

Spaltenbezeichnung	**Bedeutung**
Nr.	Neben der Nummerierung der Emissionsquellen kann in dieser Spalte auch "ZS" oder "GS" eingetragen sein. In einer Zeile mit "ZS" wird eine *Zwischensumme*, bei "GS" die *Gesamtsumme* berechnet. Die Summation der Zwischensumme beginnt bei der vorherigen ZS.
Kommentar	Bezeichnung der Geräuschquelle
Emission (Nr.)	Die hier eingetragene Zahl verweist auf die entsprechende Zeile der Tabelle **SPEKTREN**. Auf diese Weise erfolgt die Zuordnung des Emissions-Spektrums zu der Geräuschquelle.
Emission	Das Programm trägt in diese Spalte den aus dem verwendeten Emissions-Spektrum berechneten Gesamtpegel ein.
Bezugs-Abstand (Bez. Abst.)	Wurde zur Schallleistungsbestimmung einer Geräuschquelle der Schalldruckpegel auf einer halbkugelförmigen Messfläche gemessen, wird hier der Radius dieser Halbkugel eingetragen. Das Programm verwendet diese Angabe dann zur Berechnung des Schallleistungspegels.
Numerische Addition (num. Add.)	Werte (pos. oder neg.) in dieser Spalte werden zum Messwert addiert. Mögliche Anwendungen: • Differenz zwischen Pegelsumme des Emissions-Spektrums und dem gemessenen Gesamtpegel; Schallleistungspegel bei Relativspektren • Diffus-Freifeld-Korrektur von 3 dB bei Messungen in Wandöffnungen, Kanalmündungen etc. • Ruhezeitenzuschlag • Logarithmisches Maß für die Anzahl von Quellen, z.B. 20 Lkw-Fahrten -> 10*log(20) = 13 dB
Messfläche	Eingetragener Wert wird logarithmiert addiert. Mögliche Anwendungen: • Größe der Messfläche (z.B. Quadermessfläche bei Schallleistungsbestimmung) bzw. der Fläche des schallabstrahlenden Bauteils • Bei Linienquellen Länge der Quelle • Anzahl von Quellen (z.B. Lkw-Fahrten)
R' Nr.	Analog zur Spalte "Emission" wird der Geräuschquelle hier durch Verweis auf eine Zeile der Tabelle **SPEKTREN** das Schalldämm-Spektrum des verwendeten Bauteils zugewiesen. Das Schalldämm-Maß wird subtrahiert.
R+6 Mw	In diese Spalte trägt das Programm die tatsächlich errechnete Schalldämmung als Einzahlwert ein. Sie ist die tatsächlich für das Emissions-Spektrum der betreffenden Quelle wirksame Schalldämmung (nicht das bewertete Schalldämm-Maß R'_w). Der Wert enthält die Diffus-Freifeld-Korrektur von 6 dB. Bei Öffnungen (z.B. offene Fenster oder Türen) kann der Abzug von 6 dB dadurch erreicht werden, dass in der Spalte "R' Nr." auf eine Zeile in der Tabelle **SPEKTREN** verwiesen wird, welche ein "Null-Spektrum" enthält. Alternativ kann dieser Abzug auch durch einen entsprechenden Eintrag in der Spalte "Numerische Addition" erfolgen.

Spaltenbezeichnung	**Bedeutung**
Minderungsmaßnahme (MM)	In diese Spalte wird ggf. ein Pegelabzug eingetragen, welcher durch Minderungsmaßnahmen an der entsprechenden Geräuschquelle erreicht werden kann.
Einwirk-Zeit (Einw. T)	Für jede Geräuschquelle wird hier die Einwirkzeit angegeben, sofern sie von der Beurteilungszeit abweicht. Erfolgt kein Eintrag wird angenommen, dass die Geräuschquelle über den gesamten Beurteilungs-Zeitraum einwirkt und kein Abzug vorgenommen (siehe Spalte "DT" in der Tabelle **IMMISSION**). Die Einheit ist Stunden (h). Für kurze Ereignisse können auch Sekunden (s) als Einheit verwendet werden. Hinsichtlich der Unterscheidung von h und s gilt folgende Vereinbarung: Pos. Zahlen: Einheit h Neg. Zahlen: Einheit s, wobei das Dezimalzeichen ignoriert wird (-1.23 entspricht 123 s)
Geschwindigkeit (v km/h)	Bei der Behandlung von Fahrstrecken kann hier die Geschwindigkeit der sich auf der Strecke bewegenden Fahrzeuge eingegeben werden. Zusammen mit der Länge der als Linienquelle digitalisierten Strecke berechnet das Programm hieraus die Einwirkzeit. Die Zahl der Fahrzeuge wird z.B. durch einen entsprechenden Eintrag in der Spalte "Numerische Addition" oder in der Spalte "Messfläche" berücksichtigt. In die Spalte "Emission" wird in diesem Fall der tatsächliche Schallleistungspegel der Fahrgeräusche eingetragen.
hQ	Höhe der Geräuschquelle über Boden
Schallleistungspegel (Lw)	Das Programm trägt hier den sich ergebenden Schallleistungspegel der Geräuschquelle ein. Es werden alle Eintragungen in den Spalten mit Ausnahme der Minderungsmaßnahme sowie der Einwirkzeit berücksichtigt.
Einwirk-Zeit in speziellen Zeiträumen (Einw. T Nacht)	(Ggf. nicht vorhanden) Einwirkzeit in der lautesten vollen Stunde nachts, 0 = Quelle in diesem Zeitraum nicht in Betrieb.
(Einw. T Tag)	(Ggf. nicht vorhanden) Einwirkzeit an Werktagen außerhalb von Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit, 0 = Quelle in diesem Zeitraum nicht in Betrieb.
(Einw. T Ruhezeit)	(Ggf. nicht vorhanden) Einwirkzeit innerhalb von Zeiten mit erhöhter Empfindlichkeit an Werktagen, 0 = Quelle in diesem Zeitraum nicht in Betrieb. Der berechnete resultierende Zuschlag ist der Spalte "+RT" der Tabelle **IMMISSION** zu entnehmen).

Erläuterungen zur Tabelle **IMMISSION**

Spaltenbezeichnung	Bedeutung
Nr.	Wird aus der Tabelle **EMISSION** übernommen.
Kommentar	Wird aus der Tabelle **EMISSION** übernommen.
Lw	Wird aus der Tabelle **EMISSION** übernommen.
DT	Aus der Einwirkzeit der Geräuschquellen und dem Beurteilungszeitraum wird die Zeitkorrektur *DT* berechnet.
MM	(Ggf. nicht vorhanden) Wird aus der Tabelle **EMISSION** übernommen.
C_{met}	Korrektur für von der Mitwindsituation abweichende Windrichtungen nach ISO 9613-2
Do	Das Raumwinkel-Maß *Do* gemäß der ISO 9613 wird für jede Quellen-Immissionsort-Kombination genau berechnet und kann daher von den pauschalen Werten 0 dB (Abstrahlung in den Halbraum) bzw. 3 dB (Viertelraum) abweichen.
hm	Mittlere Höhe des Schallstrahls über Boden zwischen Quelle und Immissionsort. Das Programm berücksichtigt bei der Berechnung den Geländeverlauf zwischen Quelle und Immissionsort.
+RT	(Ggf. nicht vorhanden) Resultierender Zuschlag für Einwirkung in Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit bei Gebieten nach Nr. 6.1 d bis f der TA Lärm.
dp	Abstand Quelle - Immissionsort
Abar	Einfügungsdämpfungs-Maß gemäß ISO 9613-2 Die Abschirmungsberechnung wird frequenzabhängig in Oktavbandbreite durchgeführt. Der angegebene Einzahlwert ergibt sich aus der Differenz der mit und ohne Einfügungsdämpfung berechneten Immissionspegel.
Adiv	Abstandsmaß gemäß ISO 9613-2 *Adiv* ist das aus dem Wert für dp errechnete Abstandsmaß für Vollkugelabstrahlung.
Aatm	Luftabsorptions-Maß nach ISO 9613-2, 10°C, 70 % Luftfeuchte Die Berechnung der Luftabsorption erfolgt analog der Einfügungsdämpfung frequenzabhängig in Oktavbandbreite. Der angegebene Einzahlwert ergibt sich wiederum aus der Differenz der mit und ohne Luftabsorption berechneten Immissionspegel.
Agr	Boden- und Meteorologiedämpfungs-Maß entsprechend Abschn. 7.3 der ISO 9613
Reflexions-Anteil (Refl.-Ant.)	Dieser Wert beinhaltet die Summe der Immissionsanteile, welche durch Reflexionen an Gebäuden etc. in der Umgebung der Geräuschquelle und/oder des Immissionsortes verursacht werden.
LAT	Von der Geräuschquelle am betrachteten Immissionsort insgesamt verursachter Immissionspegel. Der berechnete Wert stellt die Summe aus dem Direkt- und dem Reflexionsanteil der Geräuschimmission dar. Der nicht separat ausgewiesene Direktanteil ergibt sich ausgehend von dem Schallleistungspegel Lw in der ersten Spalte unter Berücksichtigung der in den übrigen Spalten enthaltenen Ausbreitungsgrößen.