

**Anlage 4**

zu den Nummern 3.6 und 4.2.2

**Überschlägige Prognose und Beurteilung der tieffrequenten Schallimmissionen des BHKW-Abgaskamins im Freien -  
Hinweise für die Genehmigung und Überwachung**

Problem:

Die Abgasmündungen von Blockheizkraftwerken, wie sie bei Biogasanlagen zum Einsatz kommen, sind u. a. geeignet, Geräusche mit überwiegenden Anteilen im Frequenzbereich zwischen 10 Hertz und 90 Hertz (tieffrequente Geräusche) zu emittieren. Es kann davon ausgegangen werden, dass jeweils ein tieffrequenter Einzelton bei der Terz mit der Mittenfrequenz  $f = 50$  Hertz von einem 4-Zylinder-Reihenmotor,  $f = 63$  Hertz von einem 5-Zylinder-Reihenmotor,  $f = 80$  Hertz von einem 6-Zylinder-Reihenmotor bzw. von einem 12-Zylinder-V-Motor sowie  $f = 100$  Hertz von einem 8-Zylinder-Reihenmotor bzw. von einem 16-Zylinder-V-Motor bevorzugt abgestrahlt wird.

Bei tieffrequenten Geräuschimmissionen und insbesondere deren Tonhaltigkeit können je nach Einwirkungsort und -zeit erhebliche Belästigungen bereits dann auftreten, wenn die Hörschwelle in Innenräumen nur geringfügig überschritten ist. Nachträgliche schallmindernde Maßnahmen am Abgassystem sind aufwändig und schwer durchsetzbar. Der nachträgliche Einbau von geeigneten zusätzlichen Schalldämpfern in BHKW-Abgasstrecken ist innerhalb der BHKW-Einhausung (Gebäude oder Container) aus Platzgründen zumeist im Nachgang nicht mehr möglich.

Mittels nachfolgender Abschätzung kann durch eine überschlägige Prognose geprüft werden, ob entsprechende Vorkehrungen am BHKW zur Vermeidung tieffrequenter Geräusche ausreichend sind. Bei der Beurteilung ist zu berücksichtigen, dass durch Resonanzphänomene (Raumresonanzen stimmen mit den anregenden Frequenzen überein, Bauteile haben eigene Resonanzen bei den anregenden Frequenzen) nicht vorhersehbare Pegelerhöhungen in den Räumen auftreten können. Im Übrigen ist zu beachten, dass bauakustische Anforderungen an Schalldämmwerte von Außenbauteilen für Frequenzen unter 100 Hertz nicht gestellt werden.

Es gibt verschiedene Messergebnisse, bei denen der innerhalb der Räume gemessene örtliche maximale Schalldruckpegel erhebliche Überhöhungen gegenüber dem außerhalb des Gebäudes gemessenen zeigt.

Lösung:

Das Verfahren für die Schallausbreitungsrechnung unter Nr. A.2 der TA Lärm im Rahmen der "Ermittlung der Geräuschimmissionen durch Prognose" beruht auf dem Entwurf der DIN ISO 9613-2-09/97. Diese beschreibt lediglich die Berechnung der Schallausbreitung im Freien in den Oktavbändern mit den Mittenfrequenzen von 63 Hertz bis 8 Kilohertz.

Zur Bestimmung der Schallimmission des BHKW-Abgaskamins in Terzen im tieffrequenten Bereich (vornehmlich für die Frequenzen 50 Hertz, 63 Hertz, 80 Hertz, 100 Hertz) werden die Vorgaben der DIN ISO 9613-2-09/97 auf die relevanten tieffrequenten Frequenzbänder übertragen. Der Äquivalente Dauerschallpegel je Terz in einer bestimmten Entfernung  $d$  außerhalb vor den schutzbedürftigen Räumen nach DIN 4109, Ausgabe November 1989, ergibt sich dann aus der Schallleistung je Terz nach folgender Beziehung:

$$L_{\text{Terz,eq,au\ss en}} = L_{\text{WTerz,eq}} - A_{\text{div}} - A_{\text{gr}} - A_{\text{bar}}$$

$L_{\text{Terz,eq,au\ss en}}$  : Mittelungspegel je Terz, au\ss erhalb des Geb\u00e4udes in Entfernung  $d$

$L_{\text{WTerz,eq}}$  : Schalleistungs-Pegel je Terz des BHKW-Abgasger\u00e4uschs im bestimmungsgem\u00e4\ss en Betrieb (Volllast), \u00fcber die Einwirkzeit gemittelt (Herstellerangabe oder Messung an vergleichbarer Anlage)

$A_{\text{div}}$  : geometrische Ausbreitung (Abstandsma\ss ),  
 $A_{\text{div}} = [ 20 \lg (d/d_0) + 11 ] \text{ dB}$  mit  $d_0 = 1 \text{ m}$

$d$  : seitlicher Abstand von der Mitte der BHKW-Abgaskaminm\u00fcndung zum Immissionsort nach TA L\u00e4rm in Metern

$A_{\text{gr}}$  : Im Bodeneffekt  $A_{\text{gr}} = 3 \text{ dB}$  ist das geometrische Richtwirkungsma\ss  $D_{\Omega}$  f\u00fcr die Schallausbreitung in den Halbraum bereits enthalten.

$A_{\text{bar}}$  : Die schallmindernde Abschirmung durch gro\ss e Hindernisse/Geb\u00e4ude, die sich auf dem Ausbreitungsweg befinden, kann in der Berechnung erfasst werden.

Überschlägige Prognose tieffrequenter Ger\u00e4usche vor der sch\u00fctzenswerten Bebauung durch BHKW-Abgaskamin:

Tabelle 1

1	Frequenz	Hz	50	63	80	100*
2	Schalleistungs-Pegel $L_{\text{WTerz,eq}}$	dB				
3	Abstandsma\ss $A_{\text{div}} = 20\lg(d/d_0)+11$	dB				
4	Bodeneffekt $A_{\text{gr}}$	dB	-3	-3	-3	-3
5	Abschirmung $A_{\text{bar}}^{**}$	dB				
6	Mittelungspegel au\ss en $L_{\text{Terz,eq,au\ss en}}$	dB				
7	H\u00f6rschwelle, Pegel $L_{\text{HS}}$	dB	40,5	33,5	28	23,5
8	\u00dcber- bzw. Unterschreitung der H\u00f6rschwelle $L_{\text{Terz,eq,au\ss en}} - L_{\text{HS}}$	dB				

\* In Nr. 7.3 Abs. 2 TA L\u00e4rm i.V. mit Nr. A.1.5 TA L\u00e4rm wird auf die Anwendung der DIN 45 680/03.97 "Messung und Bewertung tieffrequenter Ger\u00e4uschimmissionen in der Nachbarschaft" und deren dazugeh\u00f6riges Beiblatt 1

verwiesen. Nach Nr. 3.1 dieser Vorschrift kann der Messbereich auf die Terzmittenfrequenz von 100 Hertz erweitert werden, wenn dieser Bereich geräuschbestimmende Anteile enthält. Insbesondere der 8-Zylinder-Reihenmotor und der 16-Zylinder-V-Motor können einen Einzelton von 100 Hertz emittieren.

\*\* Wegen der BHKW-Kaminhöhe von zumeist  $h \geq 10$  m kann dieser Term in vielen Fällen = 0 gesetzt werden.

**Beurteilung:**

Die Über- bzw. Unterschreitung der Hörschwelle  $L_{\text{Terz,eq}} - L_{\text{HS}}$  ist gemäß nachfolgender Tabelle zu beurteilen und entsprechende Maßnahmen sind gegebenenfalls in Erwägung zu ziehen.

Tabelle 2

Nr.	Prüfkriterium [dB]	Beurteilung	Aktion
1	$L_{\text{Terz,eq,außen}} - L_{\text{HS}} \leq -10$	Die Anhaltswerte der DIN 45680 werden mit großer Sicherheit unterschritten.	Anlage ist ohne weitere Auflagen genehmigungsfähig. Eine Herstellerbescheinigung ist vorzulegen.
2	$-10 < L_{\text{Terz,eq,außen}} - L_{\text{HS}} \leq -3$	Die Anhaltswerte der DIN 45680 werden unterschritten.	Die prognostizierten Schalleistungspegel je Terz ( $L_{\text{wTerz,eq}}$ ) sind durch Messung nach Inbetriebnahme zu überprüfen.
3	$L_{\text{Terz,eq,außen}} - L_{\text{HS}} > -3$	Die Anhaltswerte der DIN 45680 werden möglicherweise überschritten.	Weitere schallmindernde Maßnahmen zur Absenkung der Schalleistungspegel je Terz ( $L_{\text{wTerz,eq}}$ ) sind zwingend erforderlich und im Genehmigungsverfahren nachzuweisen.

Hinweis: An besonders sensiblen Standorten (zum Beispiel: unmittelbare Nähe Wohnbebauung – Anlage) kann im Einzelfall die Einhaltung des Prüfkriteriums von Nr. 1 der Tabelle 2 verlangt werden.

**Auflagen und Nebenbestimmungen im Genehmigungsbescheid:**

Grundsätzlich sind die prognostizierten Schalleistungspegel je Terz ( $L_{\text{wTerz,eq}}$ ) des Abgaskamins in den Terzbändern in den Bescheid aufzunehmen, deren Einhaltung technisch realisierbar sein muss und vom Anlagenlieferanten bei allen Betriebszuständen zu garantieren ist.

Tabelle 3

Frequenz	Hz	50	63	80	100
Schalleistungspegel $L_{\text{wTerz,eq}}$	dB				

Überprüfung gemäß § 28 des BImSchG:

Eine Überprüfung nach Inbetriebnahme gem. § 28 BImSchG kann durch Messung des Schalldruckspektrums an entsprechender Position für die entsprechenden Terzbänder im Nahbereich der Abgaskaminmündung und die Ermittlung des Schalleistungspegel je Terz ( $L_{wTerz,eq}$ ) in Anlehnung an Nr. 6.2 der DIN 45635, Teil 47 vom Juni 1985 „Geräuschmessung an Maschinen - Luftschallemission, Hüllflächen-Verfahren, Schornsteine“ (s. Abbildung 1) erfolgen. Durch Messungen an mehreren Messpunkten im Nahbereich sind die Auswirkungen der tiefrequenten Interferenzen von direkten und reflektierten Schallwellen (gleiche Frequenz aber unterschiedlicher Phase) insbesondere tonaler Geräusche bei den Ermittlungen zu eliminieren.

Ergibt der Vergleich die Einhaltung der Vorgaben aus dem Bescheid/Gutachten, kann davon ausgegangen werden, dass keine Verletzung der Anforderungskriterien der DIN 45680 in der Nachbarschaft vorliegt.

Bei Nichteinhaltung der vorgenannten Anforderungen sind Verbesserungen der Schalldämmung am Abgassystem zur Einhaltung der Schalleistungspegel je Terz erforderlich.

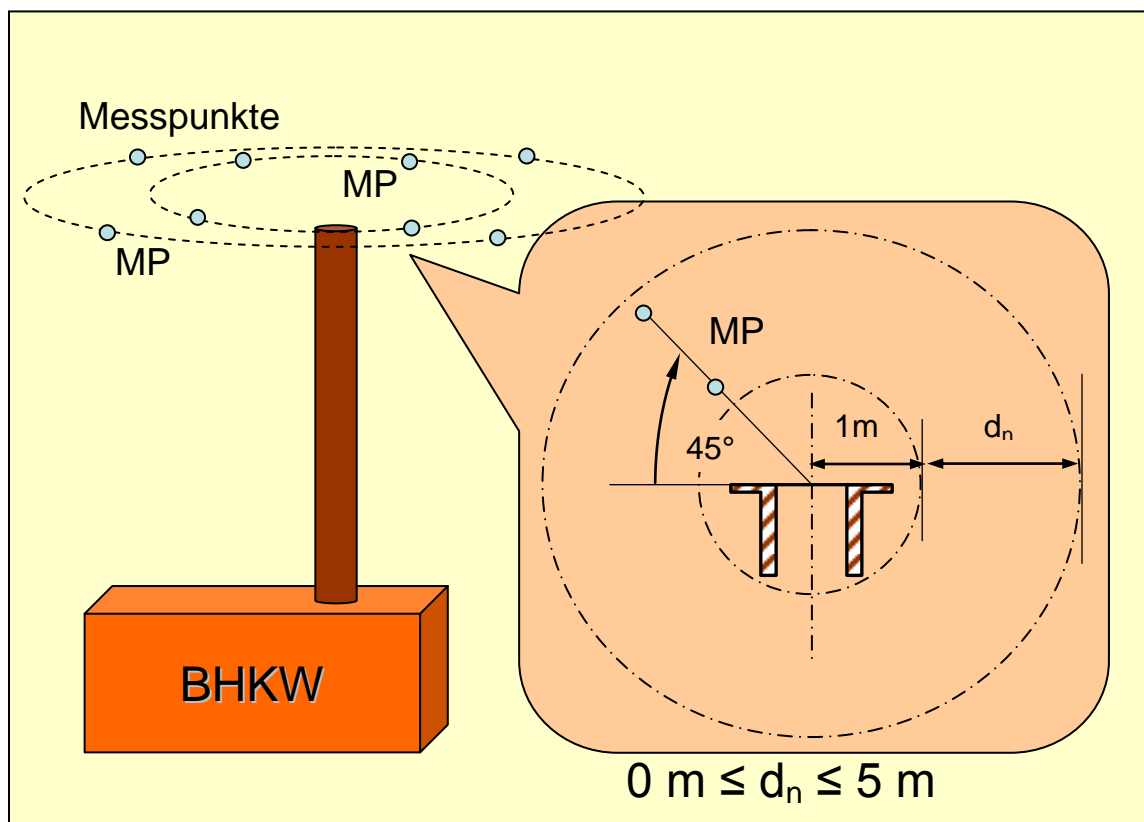


Abbildung 1