

# Messung und Beurteilung von tieffrequenten Geräuschen durch technische Anlagen in der bauakustischen Praxis

Kim Marcus Weidlich<sup>1</sup>, Roland Kurz<sup>1</sup>, Dieter Groß<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Kurz und Fischer GmbH, 71364 Winnenden, E-Mail: winnenden@kurz-fischer.de

## Einleitung

In Zeiten steigender Energiepreise und knapper werdender Ressourcen sind erneuerbare Energiequellen und deren Erzeuger auf dem Vormarsch. Dadurch nimmt der Einsatz von Wärmepumpen, Mini-BHKWs und RLT-Anlagen in Wohngebäuden und innerhalb von Wohngebieten stetig zu.

Während derartige Anlagen früher vorwiegend bei Bürogebäuden und Fabrikhallen eingesetzt wurden, werden sie heute z. T. in sehr geringem Abstand zu Wohngebäuden aufgestellt. Das birgt ein erhebliches Konfliktpotenzial in der Nachbarschaft, zumal gerade Verdichter von Wärmepumpen mit niedrigen Drehzahlen arbeiten, bei welchen tieffrequente Geräuschemissionen, meist mit deutlich markanter Spitze in einem Terzband, entstehen. Mögliche Störungen und Beschwerden über Geräusche von derartigen Anlagen werden in der Praxis verstärkt, da in diesem tiefen Frequenzbereich die Schalldämmung von Fenstern, aber auch vieler Bauteile gering ist.

## Bisherige Beurteilungsgrundlagen

Die maßgebliche bauakustische Norm, die DIN 4109 [1] in der Ausgabe von 1989, definiert tieffrequente Geräusche nicht näher. Eine Angabe findet sich erst in der TA Lärm [2] sowie der DIN 45680: 1997-03 [3]. Demnach handelt es sich um tieffrequente Geräusche, wenn sich der vorherrschende Energieanteil im Frequenzbereich unter 90 Hz befindet bzw. die Differenz  $L_C - L_A > 20$  dB ist.

Der Entwurf der DIN 45680 [4] von 2011 definiert tieffrequente Geräusche als Geräusche mit einem vorherrschenden Energieanteil unter 140 Hz.

Für Luftwärmepumpen, die dem Beheizen von Wohngebäuden dienen, handelt es sich um nichtgewerbliche Anlagen. Da Luftwärmepumpen meist im Freien aufgestellt werden, fallen sie unter den Geltungsbereich der TA Lärm. Diese sieht innerhalb von allgemeinen Wohngebieten Immissionsrichtwerte außen vor dem Fenster von tags  $L_{rT} = 55$  dB(A) und nachts  $L_{rN} = 40$  dB(A) vor. Die TA Lärm gibt weiter an, dass zu beurteilen ist, ob schädliche tieffrequente Geräuscheinwirkungen vorliegen. Hierzu verweist sie auf die DIN 45680 sowie ihr Beiblatt 1. Das Beiblatt 1 ist jedoch lt. Anwendungsbereich auf die Beurteilung gewerblicher Anlagen beschränkt. Hierzu macht die TA Lärm keine Angaben.

## Problemstellung

Der A-bewertete Beurteilungspegel der TA Lärm eignet sich nicht zur Beurteilung tieffrequenter Geräuschemissionen. Die Anwendung der Bewertungsverfahren im Beiblatt 1 zu

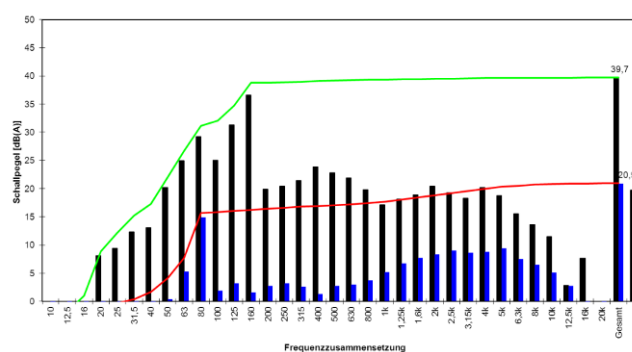
DIN 45680 ist für nichtgewerbliche Anlagen nicht vorgesehen.

Hinzu kommt ein erhöhtes Störpotenzial durch tieffrequente Geräusche, da zum einen die Schalldämmung der meisten Außenbauteile – insbesondere Fenster – zu tiefen Frequenzen hin nicht ausreichend ist, zum anderen tieffrequente Geräusche durch Raummoden verstärkt werden können.

## DIN 45680 und Entwurf 2011

Details zu den Unterschieden zwischen aktueller Fassung der DIN 45680 sowie dem neuen nachfolgend kurz zusammengefasst (siehe auch [5] und [6]):

- Der Anwendungsbereich immissionsortseitig wurde auf Wohngebäude eingeschränkt.
- Der Frequenzbereich wurde auf die Terzbänder 8 Hz bis 125 Hz erweitert.
- Das Beiblatt 1 mit Beurteilungsverfahren für gewerbliche Anlagen entfällt.
- Es wurde ein vollständig neues Beurteilungsverfahren mit z. T. neuen Mess- und Beurteilungsgrößen auf Basis neuerer wissenschaftlicher Erkenntnisse eingeführt.
- Beurteilungszeitraum neu: lauteste Tagstunde (von 24 h)
- Auslösekriterium neu:  $L_C - L_A > 15$  dB



**Abbildung 1:** Messung einer Luftwärmepumpe, Spektrum A-bewertet: schwarz: außen vor dem Fenster, blau: Innen, grün: Summation außen, rot: Summation innen – rechts: Summenpegel und C-A-Pegel-Differenz

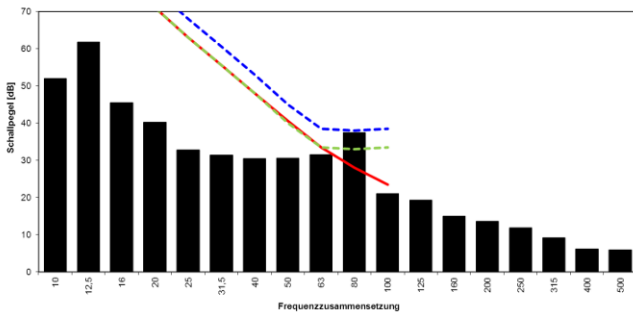
## Beispiel

Im vorliegenden Beispiel handelt es sich um das Splitgerät einer Luftwärmepumpe, mit welcher ein Einfamilienhaus beheizt wurde. Das Splitgerät stand in der Einfahrt direkt zum Nachbargebäude. Die Nachbarn beschwerten sich über die Geräusche der Luftwärmepumpe.

Die Messung nach TA Lärm ergab einen Beurteilungspegel nachts von  $L_{TN} = 39,7$  dB(A) für die lauteste Stunde unter Annahme Dauerbetrieb. Da keine Vorbelastungen vorhanden waren, wurden die Anforderungen der TA Lärm eingehalten.

Die Differenz zwischen C- und A-bewertetem äquivalenten Schalldruckpegel war (sowohl außen, als auch innen) etwas geringer als 20 dB, sodass nach TA Lärm bzw. DIN 45680: 1997-03 nicht mit schädlichen tieffrequenten Geräuschimmissionen zu rechnen ist (Abb. 1). Damit wäre eine weitere Auswertung nach DIN 45680 nicht erforderlich, da keine schädlichen tieffrequenten Geräuschimmissionen zu erwarten wären.

Dennoch ist festzustellen, dass diese störend sein können. Daher wurde die Auswertung nach DIN 45680 fortgesetzt und dabei festgestellt, dass tieffrequente Einzeltöne bei 12,5 Hz und 80 Hz vorhanden sind. Des Weiteren wird die Hörschwelle  $L_{HS}$  nachts deutlich vom 80-Hz-Ton überschritten (Abb. 2).



**Abbildung 2:** Auswertung der Messung innen aus Abbildung 1 nach DIN 45680. rot: Hörschwelle  $L_{HS}$ , grün: Anhaltswerte Nacht nach Beiblatt 1, blau: Anhaltswerte Tag nach Beiblatt 1 – Überschreitung des Nachtwertes bei 80 Hz.

Wendet man informativ das Beiblatt 1 der DIN 45680 an, so stellt man weiter fest, dass die Werte weit unter den Anhaltswerten für breitbandige tieffrequente Geräusche liegen. Das Bewertungsverfahren für Einzeltöne zeigt dagegen eine deutliche Überschreitung der Anhaltswerte nachts bei 80 Hz an (Abb. 2). Damit wären Maßnahmen im Nachtzeitraum erforderlich.

Der Entwurf der DIN 45680 von 2011 enthält ein schärferes Auslösekriterium  $L_C - L_A > 15$  dB, dass im vorliegenden Fall eine weitere Auswertung im Hinblick auf schädliche tieffrequente Geräuschimmissionen notwendig macht.

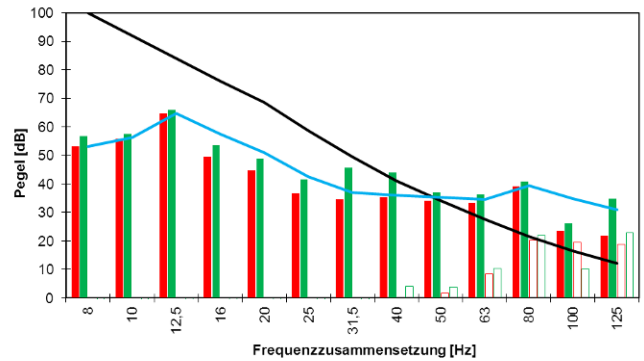
Das Beurteilungsverfahren des Entwurfs von 2011 ergibt für die maximalen Schwellenüberschreitung  $\ddot{U}_{Dmax}$  einen Wert von 23. Dieser liegt damit unter den Anhaltswerten von tags 35, Ruhezeit 30 und nachts 25.

Für die Kenngröße für tiefe Frequenzen H ergibt sich ein Wert von 25. Dieser überschreitet den Anhaltswert nachts von 20 deutlich und entspricht dem Anhaltswert für Ruhezeiten von 25. Der Anhaltswert tags von 30 wird unterschritten.

Die Geräusche sind demnach nach dem Entwurf der DIN 45680 als schädliche tieffrequente

Geräuschimmissionen einzustufen. Im Nachtzeitraum müssten daher Maßnahmen ergriffen werden.

Ein Vergleich der Messwerte sowie des daraus berechneten Lautheitsspektrums mit der neuen Wahrnehmungsschwelle  $W_{Terz}$  zeigt eine Überschreitung dieser Schwelle ab 63 Hz (Abb. 3). Es ist daher von als deutlich störend wahrnehmbaren tieffrequenten Geräuschimmissionen auszugehen.



**Abbildung 3:** Auswertung der Messung innen aus Abbildung 1 nach DIN E 45680: 2011-08. rot: Messwerte  $L_{Terz5}$ , grün: Messwerte  $L_{TerzFmax}$ , türkis: Lautheitsspektrum G, schwarz: Wahrnehmungsschwelle  $W_{Terz}$

### Fazit

Die DIN 4109 enthält derzeit keine Hinweise, wie mit tieffrequenten Geräuschen umzugehen ist.

Die DIN 45680: 1997-03, auf die die TA Lärm verweist, berücksichtigt durch die Hörschwelle  $L_{HS}$  aktuell nur 50 % der Hörenden, d. h. sie schützt nur 50 % der Bevölkerung. Des Weiteren ist das Kriterium für Voruntersuchungen  $L_C - L_A > 20$  dB nicht hinreichend. Ein Beurteilungsverfahren existiert darüber hinaus nur für gewerbliche Anlagen im Beiblatt 1.

Der Entwurf der DIN 45680 von 2011 steuert diesen Unzulänglichkeiten entgegen. Daher ist es sinnvoll dieses Verfahren künftig anzuwenden, damit es sich in der Praxis bewähren kann und möglichst bald Erfahrungen bezüglich der Übereinstimmung von Anhaltswerten und Beschwerdesituationen vorliegen.

### Literatur

- [1] DIN 4109: 1989-11 "Schallschutz im Hochbau"
- [2] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz – TA Lärm – Technische Anleitung z. Schutz gg. Lärm vom 26.08.98
- [3] DIN 4580: 1997-03 "Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft"
- [4] DIN E 45680: 2011-08 "Messung und Beurteilung tieffrequenter Geräuschimmissionen"
- [5] D. Krahe, R. Borgmann "Entwurf zur Überarbeitung der DIN 45680"; DAGA 2012
- [6] D. Krahe "DIN 45680 Fassung 1997 vs. 2011: Fallstudien"; DAGA 2012.