

# Beurteilung tieffrequenter Geräusche am Beispiel von Gasturbinen

Hartmut Schröder, Manfred Schneider  
Genest und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Ludwigshafen

## Einleitung

Durch die Novellierung der TA Lärm sind tieffrequente Schallimmissionen verstärkt in den Blickpunkt des Interesses gerückt worden. Dabei liegt mit der DIN 45680 seit drei Jahren eine Norm vor, welche ein formelles Verfahren zur Messung und Bewertung tieffrequenter Geräusche beinhaltet. Die Bewertungskriterien werden in der Norm sehr vorsichtig als „Anhaltswerte“ bezeichnet. Durch den expliziten Verweis der TA Lärm auf die Norm - und mangels Alternativen - wird deren Bedeutung jedoch stark aufgewertet.

Der vorliegende Beitrag stellt einige Beispiele der Messung und Bewertung tieffrequenter Geräusche in der Praxis vor, und möchte zu einer Diskussion über die Präzisierung des Begriffes „Anhaltswert“ beitragen.

## Wirkungen tieffrequenter Geräusche

Tieffrequente Geräusche führen vielfach zu Klagen in der Nachbarschaft. Die Wahrnehmung dieser Geräusche unterscheidet sich deutlich von mittel- und höherfrequenten Geräuschen. Sie äußert sich bei sehr tiefen Frequenzen z.B. in Form von Pulsationen und Vibrationen. Eine Ortung der Schallquelle ist in der Regel nicht möglich. Bei tonhaltigen Geräuschen werden häufig auch Schwebungen wahrgenommen. Die genannten Phänomene führen dazu, dass der Belästigungsfaktor tieffrequenter Geräusche als sehr hoch anzusehen ist. Die genannten „Anhaltswerte“ tragen diesem Umstand Rechnung, indem sie z.B. nachts bereits bei geringen Überschreitungen der Hörschwelle eine erhebliche Belästigung ausweisen.

## Messung und Bewertung tieffrequenter Geräusche

Die Messung und Bewertung tieffrequenter Geräusche erfolgt nach DIN 45 680 ausschließlich innerhalb der betroffenen Wohnräume.

Durch eine Voruntersuchung werden der C-bewertete und der A-bewertete Schalldruckpegel ermittelt. Ist die Differenz dieser Werte größer als 20 dB, so geht die Norm davon aus, dass tieffrequente Geräusche vorliegen. In diesem Fall ist eine Terzanalyse im Frequenzbereich von 10 Hz bis 80 Hz durchzuführen.

Anhand der Terzanalyse ist zunächst festzustellen, ob das zu untersuchende Geräusch einzelntonhaltig ist. Bei einzelntonhaltigen Geräuschen werden die Terzpegel direkt mit den entsprechenden Werten der genormten Hörschwelle verglichen. Im Extremfall, d.h. bei Dauergeräuschen in der Nacht unterhalb von 80 Hz, ist bereits eine Überschreitung der Hörschwelle in einem einzelnen Terz schädlich. Ist das Geräusch breitbandig, so wird aus den die Hörschwelle überschreitenden

Terzpegeln ein Summenwert  $L_r$  unter Berücksichtigung der A-Bewertung gebildet. Der Summenwert wird dann mit den Anhaltswerten verglichen.

## Messergebnisse aus verschiedenen Bereichen

Die folgenden Beispiele behandeln die tieffrequenten Immissionen in der Nähe einer Diskothek, eines Heizkessels, eines Kraftwerks und eines Supermarktes.

Das gemessene Geräusch eines Kraftwerks enthielt einen deutlichen Einzelton bei 50 Hz, hervorgerufen durch eine Unwucht des Generators. Auch der zulässige Innenpegel nach TA Lärm von nachts 25 dB(A) war deutlich überschritten. Die Belästigung war erheblich.

In der Nachbarschaft einer Diskothek trat ein breitbandiges Geräusch auf, dessen Frequenzbereich zwischen 40 Hz und 63 Hz lag. Der Summenpegel  $L_r$  betrug genau 25 dB. Aufgrund der schwankenden Lautstärke waren zusätzlich die Maximalpegel zu untersuchen. Doch auch diese führten nicht zu einer Überschreitung des Kriteriums  $L_{AFMax} = 35$  dB. Trotz eines deutlich wahrnehmbaren Geräusches mit Informationsgehalt, wies das Bewertungsverfahren keine erhebliche Belästigung aus.

Als drittes Beispiel ist die Schallimmission eines Heizkessels dargestellt. Hier ist die Hörschwelle im Frequenzbereich oberhalb von 40 Hz überschritten. Das zu beurteilende Geräusch ist breitbandig und als Wummern zu hören. Der Summenpegel  $L_r$  beträgt 31 dB, so dass die Geräuschbelästigung für den Nachtzeitraum als erheblich einzustufen ist. Da der Messort auch stark mit Verkehrslärm beaufschlagt war, konnte nur zu Zeiten relativer Verkehrsruhe gemessen werden, was jedoch nach DIN 45680 zulässig ist. Restanteile aus Verkehrsgeräuschen im Messergebnis sind aber nicht auszuschließen. Hier stellt sich ein Problem für den Gutachter, da unterschiedliche Geräuschquellen sehr schwierig zuzuordnen sind.

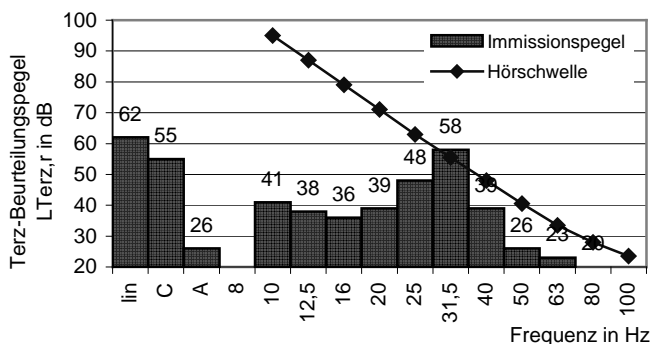
In einem weiteren Beispiel wurden vom Anwohner eines Supermarktes Klagen über tieffrequente Geräusche geäußert. Die Messung ergab tatsächlich erstaunlich hohe Schallpegel bei tiefen Frequenzen, jedoch mit Ausnahme der Frequenz von 63 Hz sämtlich unterhalb der Hörschwelle. Da aufgrund der Terzanalyse ein Einzelton nicht auszuschließen war, wäre das Kriterium Überschreitung der Hörschwelle durch einen Einzelton in der Nachtzeit erfüllt, womit laut Norm eine erhebliche Belästigung vorliegt.

Die Frage, ob tatsächlich ein Einzelton vorlag, konnte vom Gutachter nicht abschließend geklärt werden, da

er selbst das Geräusch subjektiv nicht wahrnahm. Auch Messungen im Freien und nahe der vermeintlichen Quelle führten zu keinen weiteren Erkenntnissen.

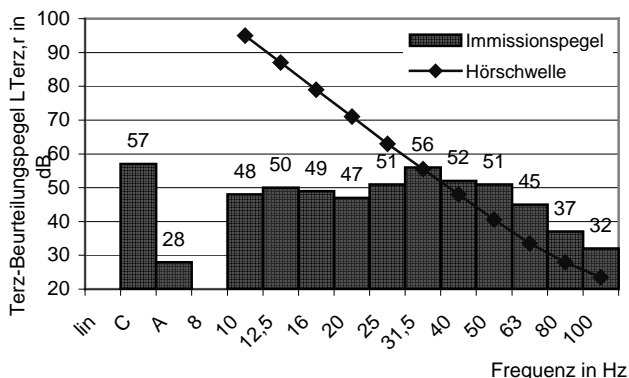
### Messungen an Gasturbinen

In der Nachbarschaft einer Gasturbinenanlage klagte ein Anwohner in mehr als 600 m Entfernung über tieffrequente Geräusche. Messungen in einem Wohnraum im 1. OG zeigten eine Überschreitung der Hörschwelle bei 32 Hz. Da das Geräusch zeitlich stark schwankte (Wummern), war es trotz der im Mittel nur geringfügigen Überschreitung der Hörschwelle deutlich wahrnehmbar. Aufgrund der Terzanalyse liegt eine Einzeltonsituation vor; damit ist die Überschreitung der Hörschwelle bei der genannten Frequenz nach Tabelle 2 des Beiblattes 1 der Norm ein Anzeichen für eine erhebliche Belästigung.



Untersuchungen an einer baugleichen Gasturbine ergaben, dass die Umstellung der Turbine auf ein schadstoffarmes Brennverfahren (DryLowNOX-Verbrennung) zu einem signifikanten Anstieg der Schallemissionen bei tiefen Frequenzen geführt hatte.

Eine Prognose der Schallimmission am Immissionsort anhand des tatsächlichen Schall-Leistungspegels der Kaminmündung ergab eine Überschreitung der Hörschwellenkurve im gesamten Frequenzbereich oberhalb von 32 Hz. Messungen im Freien, auf dem Balkon und in einem Abstand von 120 m zur Anlage, zeigten ebenfalls einen Einzelton bei 32 Hz, jedoch nicht so ausgeprägt wie innerhalb der Wohnung.



### Diskussion

Die vorgestellten Messergebnisse an der Gasturbine zeigen, dass durch den Einsatz neuer Brennverfahren

auch bei diesen Anlagen mit hohen Schallanteilen bei tiefen Frequenzen gerechnet werden muss, welche zu erheblichen Belästigungen führen können.

Diese Belästigung ist in der Planungsphase sehr schwierig vorherzusehen. Hierfür gibt es folgende Gründe:

- Schallimmissionsprognosen erfolgen in der Regel in Oktaven, nicht in Terzen
- bei tiefen Frequenzen sind die Emissionsdaten mit größeren Unsicherheiten behaftet, Einzeltöne sind nicht exakt vorhersehbar
- Immissionsprognosen beziehen sich in der Regel auf Außenlärmpegel. Einflüsse wie die Schalldämmung des Wohnhauses und die raumakustischen Verhältnisse im Innern können nicht in die Planung einbezogen werden, da hierüber in der Regel keine Informationen vorliegen bzw. da eine Erhebung der Daten den Planungsaufwand unverhältnismäßig ansteigen lässt.

Vor diesem Hintergrund ist es problematisch den Betreiber bzw. Errichter einer solchen Anlage zur Durchführung von Schallschutzmaßnahmen heranzuziehen, die auf der Anlage mit immensen Kosten verbunden sein können und in keinem angemessenen Verhältnis zur angerichteten Belästigung stehen. Als Mindeststandard ist eine globale Begrenzung tieffrequenter Schallanteile sinnvoll.

### Zusammenfassung

Tieffrequente Schallimmissionen können eine starke Belästigung darstellen. Mit der DIN 45680 liegt ein Bewertungsverfahren vor, welches aus quantifizierbaren Messwerten eine Aussage über die Erheblichkeit der Belästigung ableitet.

Der in die Bewertung eingehende Algorithmus ist jedoch so kompliziert, dass die Auswirkungen bei der Planung kaum zu berücksichtigen.

### Literatur

TA Lärm, „Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm“, Ausgabe 1998

DIN 45680, „Messung und Bewertung tieffrequenter Schallimmissionen in der Nachbarschaft“, Ausgabe März 1997