

Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen (Teil 1)

T. Hils¹, H. Alpei², K. Köhler²

¹ hils consult gmbh, ing.-büro f. bauphysik, Kolpingstr. 15, 86916 Kaufering, Email: info@hils-consult.de

² Akustikbüro Göttingen, Bunsenstr. 9c, 37073 Göttingen: alpei@abtg.de

Bei der Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen wird bislang beurteilungssystematisch davon ausgegangen, dass wenn die lauteste Geräuschspitze einer (Installations-)Anlage einen Grenzwert nicht überschreitet, diese als unauffällig im Sinne der Norm einzustufen ist. Mit dem Ziel einer verbesserten Korrelation zwischen subjektive Empfinden und Geräuschbeurteilung werden zur Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen nachfolgend zwei Vorschläge erarbeitet, die in Anlehnung an das der TA Lärm zugrunde liegende System des Beurteilungspegels, auf einen *Beurteilungspegel gebäudetechnischer Anlagen* $L_{r,GA}$ abstellen. Teil 1 beschreibt die grundsätzliche Vorgehensweise, Teil 2 erste praktische Beispiele und Ausblick.

Einleitung - Motivation

Zur bauakustischen Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen wird unabhängig von der spezifischen Geräuschcharakteristik der Anlage in Deutschland seit Jahrzehnten ein normiertes Maximalpegelkriterium herangezogen. Auch in der Neufassung der DIN 4109-1:2016-07 wird dieses Prinzip beibehalten und zur Beurteilung auf den $L_{AFmax,n}$ abgestellt. Dabei wird bislang beurteilungssystematisch davon ausgegangen, dass wenn die lauteste Geräuschspitze einer (Installations-)Anlage einen Grenzwert nicht überschreitet, diese als unauffällig im Sinne der Norm einzustufen ist. Jene vom Grundsatz einer „worst-case“-Betrachtung ausgehende Beurteilungsmethodik hat sich zwar in der Praxis grundsätzlich bewährt, ist jedoch vor dem Hintergrund der zunehmenden „Technisierung“ von Gebäuden als vielfach zu undifferenziert und durch die hohe Fremdgeräuschanfälligkeit eines kennzeichnenden Maximalpegels (Stichwort: „Knacksen, Türschlagen, Rumpeln“ im Gebäude etc.) auch messtechnisch obendrein bisweilen als anspruchsvoll einzustufen. Insbesondere ist es derzeit nicht möglich der größeren Störwirkung besonders lästiger ton- oder informationshaltiger Geräusche in irgendeiner Form Rechnung zu tragen.

Dabei sind in der Praxis gerade diejenigen Beurteilungssituationen interessant, bei denen die subjektive Geräuschempfindung deutlich von der „objektiv“ gemessenen „Norm-Beurteilung“ abweicht und die Anlage nach subjektivem Befinden als störend oder mangelbehaftet einzustufen wäre, das Messergebnis jedoch „unauffällig“ bzw. „im Normbereich“ liegt, mithin ein $L_{AFmax} \leq 30$ dB(A) auftritt.

Aus diesem Grund werden zur Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen nachfolgend zwei Vorschläge erarbeitet, die in Anlehnung an das der TA Lärm zugrunde liegende System des Beurteilungspegels auf einen *Beurteilungspegel gebäudetechnischer Anlagen* $L_{r,GA}$ abstellen.

Vorgehensweise:

Nachfolgend werden zwei denkbare Ansätze zur Bildung eines entsprechenden Beurteilungspegels erörtert und mit der bis bisherigen Methodik nach DIN 4109-1 verglichen. Dabei wird zunächst als Arbeitshypothese davon ausgegangen, dass der bisherige höchstzulässige kennzeichnende

Schalldruckpegel im Zahlenwert unverändert bei 30 dB(A) verbleiben soll.

Ansatz 1:

Bildung einer energetischen Summe aus dem nachhallzeitnormierten Maximalpegel $L_{AFmax,nT}$ und dem ggf. mit Lästigkeits-Zuschlägen versehenen nachhallzeitnormierten energieäquivalenten Schalldruckpegel $L_{AFeq,nT}$

$$L_{rGTA1} = L_{AFmax,nT} \oplus L_{AFeq,nT} + K_T + K_{lf} = 10 \lg \left[10^{(L_{AFmax,nT})/10} + 10^{(L_{AFeq,nT} + K_T + K_{lf})/10} \right] dB(A)$$

wobei

L_{rGTA2}	Beurteilungspegel gebäudetechnischer Anl. nach Ansatz 1
\oplus	energetische Pegeladdition
$L_{AFmax,nT}$	maximaler AF-bewerteter Schalldruckpegel des Geräusches bezogen auf eine Nachhallzeit auf $T = 0,5$ s
$L_{AFeq,nT}$	AF-bewerteter Mittelungspegel des Geräusches über die Einwirkdauer bezogen auf eine Nachhallzeit auf $T = 0,5$ s
K_T	Zuschlag für Tonhaltigkeit
K_{lf}	ggf., Zuschlag für tieffrequente Immissionen

Für die Meßzeit wird im Regelfall ein vollständiger Betriebszyklus (typisch etwa 30 sec), oder sofern dies technisch nicht möglich oder sinnvoll ist, ein das Geräusch kennzeichnender Zeitabschnitt herangezogen.

Ansatz 2:

Bildung eines Beurteilungspegels $L_{r,30s}$ in enger Anlehnung an TA Lärm unter Berücksichtigung einer Bezugszeit von 30 sec.

In Anlehnung an TA Lärm wird der Beurteilungspegel wie folgt ermittelt:

$$L_{rGTA2} = 10 \lg \left[\frac{1}{T_r} \sum_i^m T_i 10^{0.1(L_{Aeq} + K_T + K_I)} \right] dB(A) \text{ wobei:}$$

L_{rGTA2}	Beurteilungspegel gebäudetechnischer Anl. nach Ansatz 2
L_{Aeq}	Mittelungspegel in dB(A)
T_r	Beurteilungszeitraum 30 sec
T_i	Mess- bzw. Teilzeitraum
K_T	$K_{inf} + K_{Ton} < 6$ dB Zuschlag für Informations- bzw. Tonhaltigkeit
K_I	Zuschlag für Impulshaltigkeit, (für $K_{Ii} > 2$ dB, sonst 0)

Die Beurteilungszeit beträgt 30 sec.

Ein Zuschlag zur Berücksichtigung ton- oder informationshaltiger Geräusche wird entsprechend subjektiver Einstufung mit $K_T = 3 \text{ dB(A)}$ bzw. 6 dB(A) oder durch konkrete Ermittlung von K_T gemäß DIN 45681 berücksichtigt.

In Analogie zum Impulszuschlages K_I gemäß TA Lärm, wird zur Ermittlung der besonderen Störwirkung stark pegelveränderlicher Geräusche (z.B. durch Modulation) die Differenz von $L_{AFTeq} - L_{Aeq}$ gebildet. Wenn diese Differenz nicht größer als 2 dB ist, ist in Anlehnung an DIN 45645-1 im Regelfall auf eine gesonderte Berücksichtigung des Zuschlag K_I zu verzichten¹.

Erzeugung exemplarischer Datensätze:

Zur besseren Darstellung der Beurteilungssystematik werden zunächst generische Datensätze herangezogen, die im Bereich der 30 dB(A) -Beurteilungsschwelle liegen, so dass die Wirkungsweise der jeweiligen Auswertemethodik deutlicher zum Ausdruck kommt. In einem zweiten Schritt werden dann „reale“ Messwerte zur Auswertung herangezogen und anhand der unterschiedlichen Auswertemethoden beurteilt.

1. Erzeugung der künstlichen Anregungssignale im Zeitbereich erfolgt mittels Faltung entsprechender Zeitverläufe und anschließender Filterung im Frequenzbereich
2. Filterung und Normierung im Frequenzbereich (nach Faltung mit einer entsprechenden Raumimpulsantwort des Empfangsraums)
3. Bildung der üblichen pegelbeschreibenden Kennwerte sowie der Lautheit (5% Perzentil) zur verbesserten Geräuschcharakterisierung
4. Beurteilung der Ergebnisse nach Ansatz 1 und 2 sowie Vergleich mit herkömmlicher Beurteilung anhand Mindestanforderung gem. DIN 4109-1

Folgende generische Datensätze werden herangezogen:

- 1) gleichförmiges stochastisches Geräusch mit hoher tonaler Komponente (Wasserstrahl Dusche)

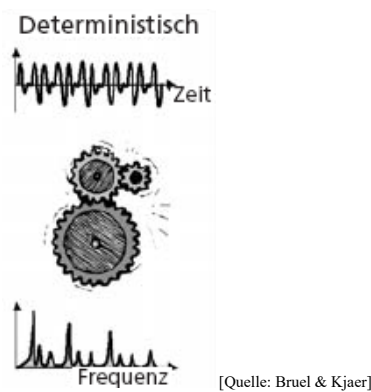


- 2) transientes Geräusch mit charakteristischer Geräuschspitze sowie nennenswerten

„sekundären“ Geräuschanteilen (WC-Spülvorgang mit deutlichen Anteilen aus dem Abwasserstrang) sowie (niedriges) Hintergrund-/Fremdgeräusch



- 3) stationäres, deterministisches Geräusch mit ausgeprägter Modulation (Lüfter mit regelungsbedingter Modulation)



Geräuschbewertung:

Die erzeugten Datensätze werden nun anhand der beiden Ansätze ausgewertet und beurteilt und die Ergebnisse mit dem bisherigen Maximalpegelverfahren gemäß DIN 4109-1 verglichen. Folgende Beurteilungsverfahren werden für die beiden Ansätze herangezogen:

- 1) Beurteilung der Messergebnisse nach Ansatz 1:

Hierbei erfolgt die Bewertung wie bislang anhand des höchstzulässigen Norm-Schalldruckpegel $L_{AFmax,n} = 30 \text{ dB(A)}$ gemäß DIN 4109-1.

- 2) Beurteilung der Messergebnisse nach Ansatz 2:

Hierbei erfolgt die Bewertung anhand des höchstzulässigen Beurteilungspegels $L_r = 25 \text{ dB(A)}$ in Anlehnung an Nr. 6.2 TA Lärm

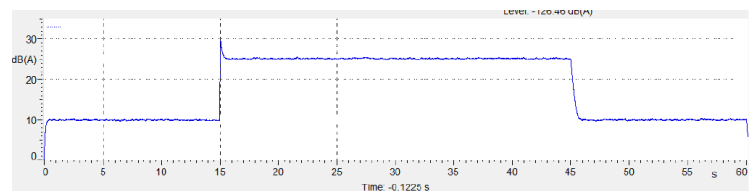


Abb. 1: Beispiele generisches Testsignal (Fremdgeräusch rosa Rauschen 10 dB(A) , Impuls 30 dB(A) , rosa Rauschen 25 dB(A))

Ausblick:

- Ergebnisse noch als vorläufig und nur als erster Statusbericht anzusehen

¹ Die Differenz zwischen L_{AFTeq} und L_{Aeq} resultiert in diesem Fall dann im Wesentlichen aus Fremd- und Störgeräuschen und charakterisiert meist nicht das zu beurteilende konstante Geräusch.

- Ausdehnung der Untersuchung auf reale Anlagen- und Installationsgeräusche, insbesondere im Hinblick auf „problematische“ Bauteile

Literatur

- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA-Lärm) vom 26.08.1998
- [2] DIN 4109-1:2016-07 "*Schallschutz im Hochbau*", Hrsg.: Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- [3] H. Alpei, T. Hils, K. Köhler: Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen (Teil 2), DAGA 2017