



Memorandum

Beurteilung der Geräusche gebäudetechnischer Anlagen

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Randbedingungen zur Beurteilung	2
3	Vorschlag für die Beurteilung	3
4	Messtechnische Festlegungen	4
5	Richtwerte	6
5.1	Mindestschallschutz	6
5.2	Erhöhter Schallschutz	6
6	Schlussbemerkung	7
7	Literatur	7



1 Einleitung

Zur bauakustischen Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen (Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung – TGA-Anlagen) wird unabhängig von der spezifischen Geräuschcharakteristik der Anlage in Deutschland seit Jahrzehnten ein normiertes Maximalpegelkriterium herangezogen. Auch in der Neufassung der DIN 4109-1:2018-01^[1] wird dieses Prinzip beibehalten und zur Beurteilung auf den maximalen A- und F-bewerteten Norm-Schalldruckpegel $L_{AFmax,n}$ 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 gelegentlich als anspruchsvoll einzustufen. Vor allem aber ist es derzeit nicht möglich, der besonderen 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 $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB auftritt.

Aus diesem Grund wird zur Beurteilung der Geräusche gebäudetechnischer Anlagen nachfolgend ein Vorschlag erarbeitet, der in Anlehnung an das der TA Lärm^[2] zugrunde liegende System des Beurteilungspegels auf einen Beurteilungspegel gebäudetechnischer Anlagen $L_{r,TGA}$ abstellt.

Nachfolgend werden die Randbedingungen dargestellt, die zur Herleitung des oben genannten Beurteilungspegels $L_{r,TGA}$ erforderlich sind.

2 Randbedingungen zur Beurteilung

Es sollte mit dem Beurteilungsverfahren einerseits die zur Zeit vorgenommene Beurteilung konsistent mit berücksichtigt werden. Dabei führt erfahrungsgemäß das Kriterium der DIN 4109-1:2018-01, Tabelle 9, nach dem nur der höchste Pegelwert mit einem Richtwert von $L_{AFmax,n} \leq 30$ dB oder $L_{AFmax,n} \leq 35$ dB zu vergleichen ist, zu einer relativ scharfen Bewertung von kurzen Impulsen, die selten auftreten, obwohl sie häufig gar nicht so stark stören, wie eine Reihe von Impulsen, die über längere Zeit häufig auftreten. Zum Vergleich: Die TA Lärm z. B. nennt für nachts einwirkende kurzzeitige Geräuschspitzen mit $L_{AFmax} \leq 35$ dB (also ohne Nachhallkorrektur) einen in etwa um 5 dB höheren Richtwert für die Maximalpegel als nach DIN 4109-1:2018-01 für Wohn- und Schlafräume zulässig.



Andererseits sollten Geräusche, für die nach TA Lärm keine Zuschläge anzubringen sind und so den Richtwert von $L_{Aeq} = 25$ dB unterschreiten auch bei der Beurteilung als gebäudetechnische Anlage gerade nicht zur Überschreitung führen, darüber aber schon. Für diese Geräusche sind heute jedoch nach DIN 4109-1:2018-01 etwa $L_{Aeq} = 30$ dB zulässig.

Nach umfangreichen Voruntersuchungen^[3] hat sich gezeigt, dass die Definition zweier unterschiedlicher Richtwerte für Impulse und gleichmäßige Geräusche zweckmäßig ist. Folgende Definition wird vorgeschlagen.

3 Vorschlag für die Beurteilung

Die Beurteilung soll künftig in Anlehnung an die TA Lärm ergänzend zur augenblicklichen Maximalwertbetrachtung (nach DIN 4109-1:2018-01) über ein mittelwertbezogenes Kriterium erfolgen.

Maximalpegelkriterium: Es wird vorgeschlagen, auf eine nachhallzeitbezogene Korrektur (Standard-Schalldruckpegel) abzustellen. Im Hinblick auf die diesbezüglich erforderliche Raumkorrektur wird berücksichtigt, dass nachhallzeitbezogene Größen

1. mit der tatsächlichen Lautstärkeempfindung der Geräusche besser korreliert sind,
2. eine erhöhte Praktikabilität erreicht (keine Volumenermittlung erforderlich),
3. eine Analogie zur Außenlärmbeurteilung aufweisen.

Zunächst ist daher der maximale Standard-Schalldruckpegel $L_{AFmax,nT}$ zu bestimmen. Dieser kann mit dem entsprechenden Zielwert nach Abschnitt 5 verglichen werden. Bei Überschreitung des Zielwertes kann auf die im Folgenden beschriebene ergänzende mittelwertbezogene Beurteilung verzichtet werden.

Mittelwertbezogener Beurteilungspegel: Es ist der A- und F-bewertete gemessene energieäquivalente Standard-Schalldruckpegel $L_{Aeq,nT}$ – ggf. mit Zuschlägen versehen – auf $T_r = 30$ s Beurteilungszeit bezogen heranzuziehen.

$$L_{r,TGA} = 10 \cdot \lg \left(\frac{T_e}{T_r} \cdot 10^{(L_{Aeq,nT} + K_T)/10} \right)$$

mit:

$L_{r,TGA}$	=	Beurteilungspegel für gebäudetechnische Anlagen nach der hiermit vorliegenden Richtlinie
$L_{Aeq,nT}$	=	A-bewerteter Mittelungspegel über die Einwirkdauer des Geräusches gemessen, ggf. korrigiert um den Störgeräuscheinfluss und die Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0.5$ s,
T_r	=	Beurteilungszeit 30 s
T_e	=	Messzeitraum bzw. Einwirkzeitraum innerhalb Beurteilungszeit 30 s
K_T	=	Zuschlag für Tonhaltigkeit



Tieffrequente Immissionen: Auch bei gebäudetechnischen Anlagen können tieffrequente Immissionen auftreten. Deren Störwirkung ist als besonders hoch einzustufen. In diesem Fall ist nach der Beurteilungssystematik der DIN 45680:1997-03^[4] und DIN 45680 Bb1:1997-03^[5] vorzugehen. Sofern die Anhaltswerte des Beurteilungszeitraums „Nachtstunden“ überschritten werden, ist auch von einer Überschreitung der Anforderungskriterien der hiermit vorliegenden Richtlinie auszugehen.

4 Messtechnische Festlegungen

1. **Messdauer:** Gemessen wird ein vollständiger Betriebszyklus oder bei Dauergeräuschen ein kennzeichnender Zeitraum. Wenn der Betriebszyklus länger als 30 s dauert, erfolgt die Auswertung des 30 s-Abschnitts mit dem höchsten $L_{r,TGA}$ (feste Abschnitte).
2. **Messorte:** Die Messungen sind an drei unterschiedlichen Orten im Diffusfeld des Raumes aufzunehmen.
3. **Anzahl der Vorgänge:** Es sind drei vollständige Vorgänge des Geräusches zu messen, also an jedem Messort ein Vorgang.
4. **Anzahl der Kombinationen Vorgänge/Messpositionen:** Es können auch gleichzeitig drei Messungen (dreikanalig) der drei Vorgänge des Geräusches vorgenommen und ausgewertet werden.
5. **Art der Mikrofone:** Zulässig sind die üblichen bauartzugelassenen und kalibrierten bzw. geeichten Klasse 1 Mikrofone bzw. Pegelmesser. Viele Geräusche können deutlich besser ausgewertet werden, wenn zusätzlich ein sogenanntes „low-noise“-Mikrofon verwendet wird, das ein späteres Anhören und Auswerten aufgrund des etwa 10 dB geringeren Eigenrauschens erleichtert. Da diese Mikrofone typischerweise nicht bauartzugelassen sind, ist gleichzeitig mit einem bauartzugelassenen und geeichten Mikrofon zu messen. Weiterhin ist die deutlich längere Einschwingzeit des „low-noise“-Mikrofons vor allem bei der Kalibrierung vor Ort zu beachten.
6. **Art der Mittelung:** Es sind die einzelnen Beurteilungspegel aller Messungen energetisch zu mitteln (siehe Gleichung 14 in DIN EN ISO 10052:2010-10^[6]). Das Ergebnis ist als Einzahlwert auf eine Nachkommastelle gerundet anzugeben und zum Vergleich mit den Anforderungen mathematisch zu runden.
7. **Besondere Hinweise zur Prüfung von manuell betätigten gebäudetechnischen Anlagen:** Bei Messungen von durch den Nutzer manuell zu bedienenden Anlagen (z. B. WC-Spülungen), ist die Bedienung (z. B. Auslösung des Spülvorgangs) „normal“, d. h. in der Art des üblichen Gebrauches vorzunehmen. Das Aufschlagen der Hand auf das Bedienelement (z. B. die Spültaste) ist zu vermeiden. Der Messzyklus ist vor Betätigung der Anlage (z. B. WC-Spülung) zu starten. Die Auslösung ist also mit zu messen.



8. **Messung:** Ausgangspunkt der Berechnung ist der A- und F-bewertete maximale Schalldruckpegel L_{AFmax} und der A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel L_{Aeq} . Diese sind durch Messungen in Anlehnung an DIN 4109-4:2016-07^[7] zu bestimmen, wobei (abweichend von DIN EN ISO 10052:2010-10) keine Eckposition gewählt werden soll.
9. **Fremdgeräuschkorrektur:** Für die gemessenen Werte L_{AFmax} und L_{Aeq} ist – wenn nötig – eine Fremdgeräuschkorrektur vorzunehmen. Diese kann anhand des Einzahlwertes $L_{Aeq,Fremd}$ oder von Oktav- oder Terzpegeln $L_{eq,Fremd}$ vorgenommen werden (Verfahren s. z. B. DIN 4109-4:2016-07). Dabei ist darauf zu achten, dass bei der Messung des äquivalenten Dauerschallpegels des Fremdgeräusches andere Störgeräusche, die während der Messung des Geräusches der Anlage nicht vorlagen, ausgeschlossen werden. Idealerweise sind die Fremdgeräusche an den Mikrofonpositionen, die für das Nutzsignal verwendet werden bzw. wurden, zu messen.
10. **Nachhallzeitkorrektur:** Die ggf. um Fremdgeräusche korrigierten Werte L_{AFmax} und L_{Aeq} sind auf eine Bezugsnachhallzeit $T_0 = 0,5$ s zu beziehen:

$$L_{AFmax,nT} = L_{AFmax} - 10 \cdot \lg(T/T_0), \quad L_{Aeq,nT} = L_{Aeq} - 10 \cdot \lg(T/T_0)$$

Dabei kann die Nachhallzeitkorrektur für die A-bewerteten Pegel anhand eines Mittelwertes der Nachhallzeiten (vgl. DIN EN ISO 10052:2010-10) vorgenommen werden. Zur Korrektur können auch die arithmetisch gemittelten Werte in den Terzbändern von 400 Hz bis 2500 Hz herangezogen werden. Alternativ kann die Nachhallzeitkorrektur auch frequenzabhängig in Oktav- oder Terzbändern durchgeführt werden (wie in der Bauakustik üblich).

11. **Tonhaltigkeit:** Für tonhaltige Geräusche ist für den $L_{Aeq,nT}$ eine Berechnung nach DIN 45681:2005-03^[8] (mit Berichtigungen) vorzunehmen. Zuschläge sind analog zum Vorgehen der TA Lärm zu addieren. Alternativ können aufgrund des subjektiven Höreindrucks Zuschläge von $K_T = 3$ dB oder $K_T = 6$ dB vergeben werden.
12. **Impulshaltigkeit:** Die Impulshaltigkeit wird bei der Bildung des Beurteilungspegels nach der hiermit vorliegenden Richtlinie nicht gesondert als Zuschlag bewertet, da sie bereits im Maximalpegelkriterium abgebildet wird.



5 Richtwerte

5.1 Mindestschallschutz

Es werden als Richtwerte festgelegt:

	$L_{AFmax,nT}$	$L_{r,TGA}$
Mindestschallschutz Wohn- und Schlafräume	≤ 35 dB	≤ 25 dB
Mindestschallschutz Unterrichts- und Arbeitsräume	≤ 40 dB	≤ 30 dB

Zu beachten ist, dass die augenblickliche Bewertung nach DIN 4109-1:2018-01 keine unterschiedlichen Richtwerte für Impulsgeräusche und Dauergeräusche kennt. Beide werden mit einem „Kompromisswert“ von ≤ 30 dB verglichen, der erfahrungsgemäß die Dauergeräusche geringer (unter) bewertet und die Impulsgeräusche stärker (eher über) bewertet. Mit der Formulierung von zwei Richtwerten wird aber eine deutlich differenziertere Bewertung ermöglicht, die auch für Dauergeräusche sachgerecht ist und zu sinnvollen Ergebnissen führt. Mit einem Pegelunterschied der Richtwerte von 10 dB(A) wird der Bewertung für gewerbliche Geräuschquellen gefolgt. Dabei wird vorausgesetzt, dass die störenden Geräusche im Wesentlichen nachts auftreten und in erster Linie die Schlafruhe gefährdet ist. Die Beurteilungszeit von 30 s gewichtet einzelne, noch relativ kurze Ereignisse ähnlich wie ein Dauergeräusch.

5.2 Erhöhter Schallschutz

Die Anforderungen an einen „erhöhten Schallschutz“ sind noch detaillierter zu untersuchen. Hier sind auch Abweichungen zu den in der DEGA-Empfehlung 103^[9] genannten Werten sinnvoll, da diese im Wesentlichen aus Konformitätsgründen zu den bestehenden Regelwerken formuliert wurden. Um die hier dargestellte Beurteilungssystematik auf eine Stufung für verschiedene Schallschutzklassen zu erweitern, werden folgende Werte vorgeschlagen:

	$L_{AFmax,nT}$	$L_{r,TGA}$
Mindestschallschutz Wohn- und Schlafräume; Klasse D; EW1	≤ 35 dB	≤ 25 dB
Schallschutz Wohn- und Schlafräume Klasse C, EW2	≤ 30 dB	≤ 20 dB
Schallschutz Wohn- und Schlafräume Klasse B, EW3 und besser	≤ 25 dB	≤ 15 dB



6 Schlussbemerkung

Dieses Memorandum wurde vom Fachausschuss Bau- und Raumakustik der Deutschen Gesellschaft für Akustik e. V. erarbeitet. Der Fachausschuss umfasst gegenwärtig ca. 220 aktive Mitglieder, u. a. bestehend aus beratenden Ingenieuren, Sachverständigen, Gutachtern, Angehörigen von Hochschulen und Behörden sowie Industrievertretern.

Berlin, Dezember 2020

gez. Dr. rer. nat. Christian Nocke
Vorsitzender des Fachausschusses Bau- und Raumakustik
Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V.
Alte Jakobstraße 88
10179 Berlin

7 Literatur

- [1] DIN 4109-1:2018-01. *Schallschutz im Hochbau. Teil 1: Mindestanforderungen.* Beuth Verlag GmbH, Berlin. Norm. Jan. 2018.
- [2] *Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm.* Bundesgesetzblatt, GMBL. 1998 Nr. 26/1998, Seite 503 bis 515, zuletzt geändert durch Verwaltungsvorschrift vom 1.6.2017 (BAnz AT 08.06.2017 B5). Aug. 1998.
- [3] K. Köhler T. Hils H. Apehi. „Beurteilung gebäudetechnischer Anlagen (Teil 1)“. In: *Fortschritte der Akustik - Tagungsband DAGA 2017* 1108 (März 2017).
- [4] DIN 45680:1997-03. *Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft.* Beuth Verlag GmbH, Berlin. Norm. März 1997.
- [5] DIN 45680 Beiblatt 1:1997-03. *Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschmissionen in der Nachbarschaft. Hinweise zur Beurteilung bei gewerblichen Anlagen.* Beuth Verlag GmbH, Berlin. Norm. März 1997.
- [6] DIN EN ISO 10052:2010-10. *Akustik – Messung der Luftschalldämmung und Trittschalldämmung und des Schalls von haustechnischen Anlagen in Gebäuden. Kurzverfahren.* Beuth Verlag GmbH, Berlin. Norm. Okt. 2010.
- [7] DIN 4109-4:2016-07. *Schallschutz im Hochbau. Teil 4: Bauakustische Prüfungen.* Beuth Verlag GmbH, Berlin. Norm. Juli 2016.
- [8] DIN 45681:2005-03. *Akustik – Bestimmung der Tonhaltigkeit von Geräuschen und Ermittlung eines Tonzuschlages für die Beurteilung von Geräuschmissionen.* Beuth Verlag GmbH, Berlin. Norm, berichtigt. März 2005.
- [9] *Schallschutz im Wohnungsbau – Schallschutzausweis.* DEGA-Empfehlung 103. Deutsche Gesellschaft für Akustik, Jan. 2018. URL: https://www.dega-akustik.de/fileadmin/dega-akustik.de/publikationen/DEGA_Empfehlung_103.pdf (besucht am 30. 09. 2020).