

Beurteilung impulshaltiger und zeitvarianter Betriebsgeräusche im Studiobereich

Sebastian Goossens, Roman Stumpner

Institut für Rundfunktechnik, 80939 München, E-Mail: goossens@irt.de

Einführung

Sowohl zeitinvariante Dauergeräusche (wie z.B. das Grundrauschen einer Klimaanlage) als auch impulshaltige und zeitvariante Betriebsgeräusche (wie z.B. Fahrgeräusche von Aufzügen oder das Ticken einer Uhr) können die Nutzbarkeit von Aufnahme- und Bearbeitungsräumen einschränken. Zur Messung und Bewertung von Dauergeräuschen gibt es ein bewährtes Verfahren, bei dem die terzbreit gemessenen äquivalenten Schalldruckpegel (L_{eq}) mit Grenzkurven verglichen und somit bewertet werden. Die NR-Kurven (noise rating curves) und die davon abgeleiteten Grenzkurven (GK0 bis GK25) definieren in der Planung und Realisierung von Produktionsräumen die angestrebte akustische Qualitätsstufe. Die Empfehlung für eine GK orientiert sich an der jeweiligen Raumnutzung (vgl. DIN 15996 [1]) und wird in der Regel zu Beginn eines Projektes in Abstimmung mit den späteren Nutzern festgelegt.

Die Grenzkurve gibt die zulässige Obergrenze der gemessenen Terzpegel von Dauergeräuschen an. Typische Dauergeräusche sind das durch die Klimaanlage verursachte Grundrauschen sowie Geräusche aus der Gerätetechnik. Bei diesen Geräuschen wird davon ausgegangen, dass sie frei von zeitlichen Schwankungen und Impulsen sind. Außerdem dürfen sie keine wahrnehmbaren tonalen oder periodischen Komponenten enthalten.

Messtechnische Beurteilung

Dauergeräusche

Die Dauergeräusche werden mit Hilfe des äquivalenten Dauerschalldruckpegels L_{eq} gemessen. Dabei wird in Terzbandbreite für die Terzmittenfrequenzen 50 Hz – 10 kHz mit der Zeitkonstante Fast über eine Zeit integriert, die bei der niedrigsten Frequenz von 50 Hz noch zu reproduzierbaren Ergebnissen führt.

Die terzbreit gemessenen äquivalenten Schalldruckpegel werden mit den Grenzkurven bzw. NR-Kurven verglichen und somit bewertet (vgl. Akustische Information 1.11-1/1995 [2] oder DIN 15996 [1]).

Zeitvariante Betriebsgeräusche

Die Nutzbarkeit von Aufnahme- und Bearbeitungsräumen wird aber nicht nur durch zeitinvariante Dauergeräusche der Klimaanlage oder Gerätelüfter eingeschränkt, sondern auch von impulshaltigen und zeitvarianten Betriebsgeräuschen. Diese können z.B. von Straßen- und Schienenverkehr herrühren oder durch den Betrieb von Kamerarobotern und Aufzügen entstehen. Aber auch Gehgeräusche von benachbarten Fluren oder das Ticken einer Studiouhr erzeugen impulshaltige Geräusche.

Diese Geräusche werden mit dem oben beschriebenen Messverfahren für Dauergeräusche im Vergleich zur Wahrnehmung durch das Gehör eindeutig unterbewertet. Zudem bestimmt die Wahl des Mittelungszeitraums die L_{eq} -Terzwerte und führt unter Umständen zu nicht reproduzierbaren Ergebnissen.

Zur besseren Messung zeitvarianter Geräusche bietet die Messtechnik mehrere Möglichkeiten: Bei der Angabe des Maximalpegels (L_{max}) dominieren einmalige sehr kurze Spitzenpegel während der Messzeit das Ergebnis, was nicht der Wahrnehmung entspricht. Die Messung mit einer speziellen Zeitbewertung für Impulse führt zu dem Wert L_{eq} . Eine weitere Möglichkeit ist die Angabe von Perzentilwerten. So ist in der DIN 15996 der Perzentilwert L1 zur Ermittlung der Betriebsschallpegel im Nachbarraum eingeführt, der in Kombination mit der vereinbarten Grenzkurve zur Dimensionierung der nötigen Schalldämmung der Trennwand unabdingbar ist.

Perzentilpegel

Der Perzentilpegel L1 besagt, dass er in 1% der Messzeit erreicht oder überschritten wird. Der L1-Pegel berücksichtigt also kurzzeitig auftretende Impulse, stellt aber nur einen angenäherten Spitzenpegel dar, da die statistische Messung über einen längeren Zeitraum die häufigere Wiederholung dieser Impulse erfordert. Damit werden einmalige Schallereignisse ausgeblendet, die bei Spitzenwertmessungen (L_{max}) sonst zu stark ins Gewicht fallen würden. (Die Messung des Perzentilpegels wird mittlerweile von mehreren Messgeräten unterstützt.)

Am Beispiel eines Gehgeräusches (Schritte) zeigt Abb. 1 die Messwerte für L_{eq} , L_{1eq} und L1 im Vergleich. L1 und L_{1eq} liegen sehr nahe beieinander.

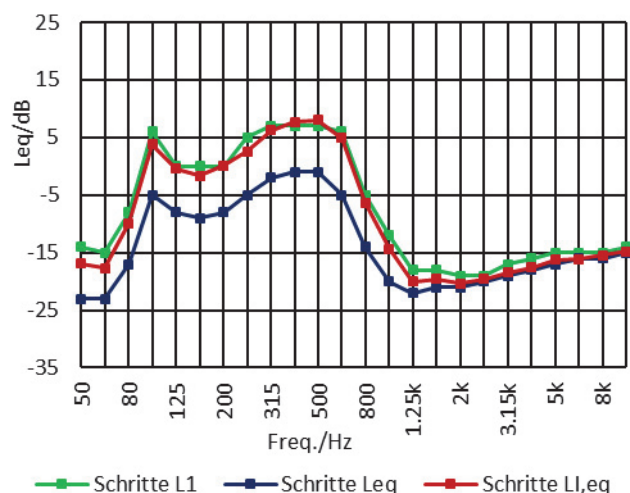


Abb. 1: Schallpegel von impulshaltigen Gehgeräuschen.

Abb. 2 zeigt den Vergleich für ein zeitlich schwankendes Verkehrsgeräusch. Auch hier liegt der L1 deutlich über dem Leq, während der L1eq in diesem Bereich sich nicht vom Leq unterscheidet.

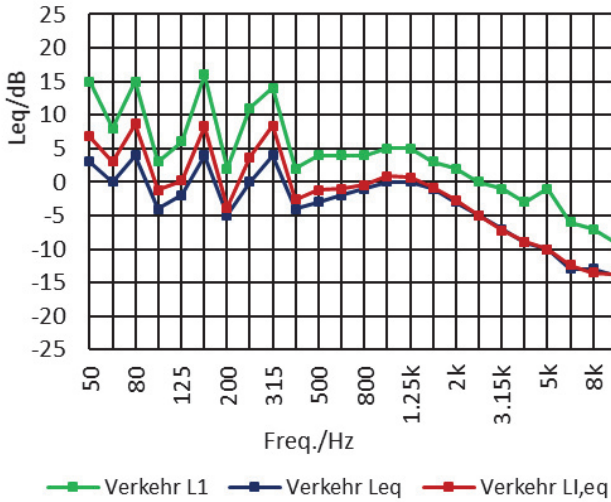


Abb. 2: Schallpegel von zeitvarianten Verkehrsgeräuschen

Subjektive Beurteilung

Impulshaltige und zeitvariante Geräusche werden durch den Leq im Vergleich zur Wahrnehmung durch das Gehör eindeutig unterbewertet. In einem Experiment wurde dies quantitativ untersucht. Dazu wurde Versuchspersonen ein Rauschen, dessen Terzpegelverlauf der GK10 nachgebildet worden war, gleichzeitig mit zeitvarianten Geräuschen dargeboten. Der Pegel des zeitvarianten Geräusches war dabei einstellbar.

In der Ausgangssituation entsprach der Leq des zeitvarianten Geräusches maximal dem Pegel des Rauschens und war daher eindeutig hörbar (Abb. 3).

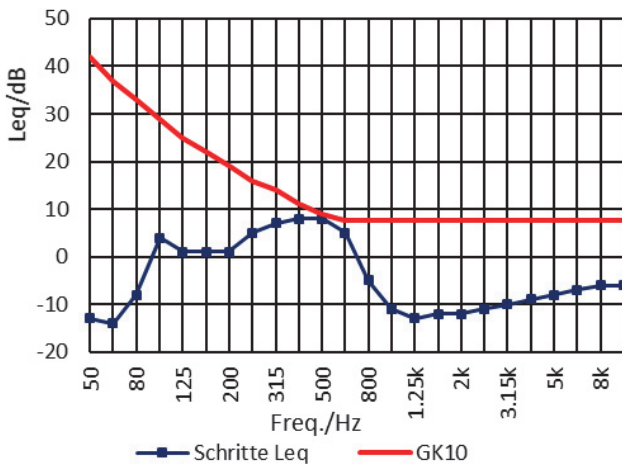


Abb. 3: Gehgeräusche, deren Leq-Pegel die Grenzkurve GK10 einhalten sind bei Anwesenheit eines GK10-Rauschens subjektiv hörbar.

In einer subjektiven Beurteilung sollte eine Versuchsperson den Pegel des zeitvarianten Geräusches so einstellen, dass es im Vergleich zum GK10-Rauschen nicht mehr hörbar war bzw. keine Störung hervorrief. Der Pegel wurde bei dem Gehgeräusch um etwa 10 dB abgesenkt. Abb. 4 zeigt die

eingestellten Leq und die zugehörigen Perzentilwerte L1 des Gehgeräusches im Vergleich zur GK10. Der Pegel des Gehgeräusches wurde subjektiv so weit abgesenkt, dass die Perzentilwerte L1 die Grenzkurve einhalten.

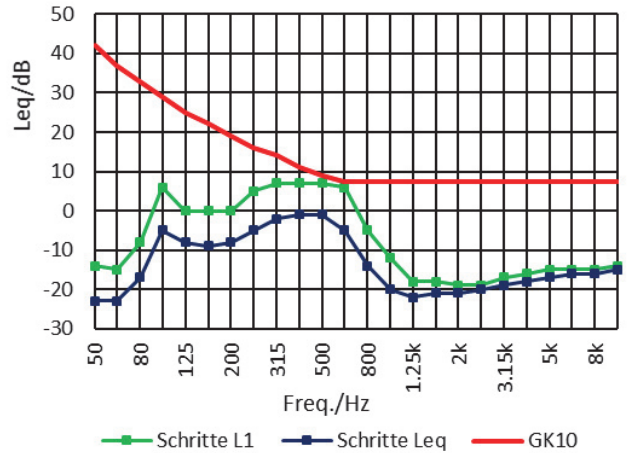


Abb. 4: Schallpegel von Gehgeräuschen, die bei Anwesenheit eines GK10-Rauschens subjektiv nicht mehr hörbar waren.

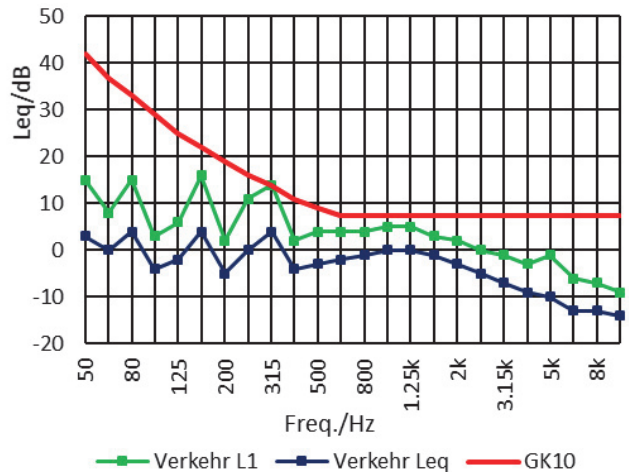


Abb. 5: Schallpegel von Verkehrsgeräuschen, die bei Anwesenheit eines GK10-Rauschens subjektiv nicht mehr hörbar waren.

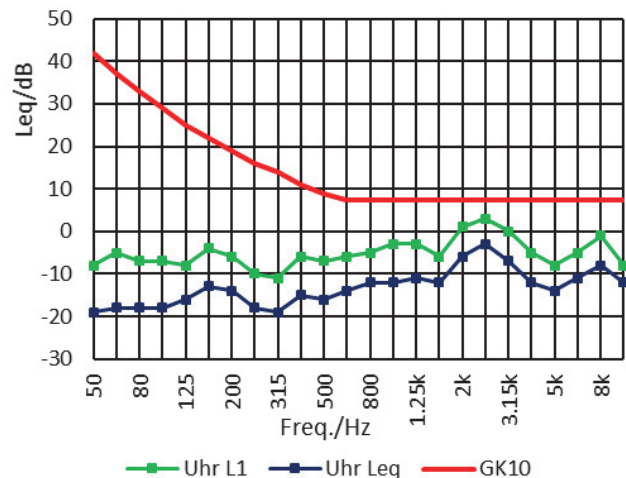


Abb. 6: Schallpegel von Uhrengeräuschen, die bei Anwesenheit eines GK10-Rauschens subjektiv nicht mehr hörbar waren.

In gleicher Weise wurden die zeitvarianten Geräusche „Verkehr“, das Ticken einer Uhr, und das Geräusch einer unter dem Gebäude vorbeifahrenden U-Bahn subjektiv beurteilt und in ihrem Pegel eingestellt. Abb. 5, Abb. 6 und Abb. 7 zeigen das Ergebnis. In allen Fällen liegen die Perzentilpegel L1 näher an der Grenzkurve als der Leq.

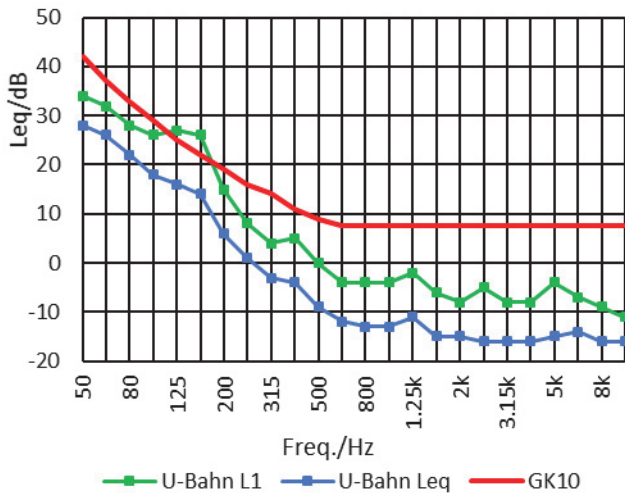


Abb. 7: Schallpegel von U-Bahngeräuschen, die bei Anwesenheit eines GK10-Rauschens subjektiv nicht mehr hörbar waren.

Vorschlag zur messtechnischen Beurteilung

Zur messtechnischen Beurteilung kritischer impulshaltiger und zeitvarianter Störgeräusche im Studio sollte der Perzentilpegel L1 verwendet werden. Die Messung erfolgt analog der Messung des äquivalenten Dauerschalldruckpegels Leq. Dabei ist auf eine der zeitlichen Geräuschstruktur entsprechende Messzeit zu achten, um ausreichend viele als störend wahrgenommene Ereignisse zu erfassen und reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen. Die Beurteilung erfolgt mit Hilfe der jeweils geforderten Grenzkurve (DIN 15996).

Zur Beurteilung impulshaltiger und zeitvarianter Betriebsgeräusche sollte ein praktikables und übersichtliches Verfahren erarbeitet werden. Dabei wurden auch Kompromisse eingegangen. So sollten die für Dauergeräusche bereits eingeführten Grenzkurven auch für die L1-Werte der zeitvarianten Geräusche gelten. Damit nimmt man eine gewisse Unschärfe bei tiefen Frequenzen in Kauf, da ein Dauergeräusch wie rosa Rauschen gemessen mit L1-Pegel zu tiefen Frequenzen hin deutlich über den Leq-Werten liegt (vgl. Abb. 8). Um diesem Effekt vollständig Rechnung zu tragen, hätten L1-Grenzkurven definiert werden müssen. Das hätte aber zu Verwirrung und Fehleranfälligkeit in der praktischen Anwendung geführt.

Insofern bleibt das bewährte Verfahren für Dauergeräusche [1] in Kraft und wird lediglich um ein Verfahren zur „Messung impulshaltiger und zeitvarianter Geräusche“ ergänzt.

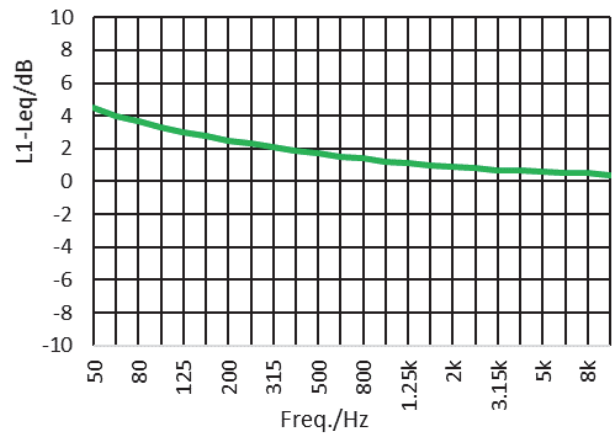


Abb. 8: Differenz zwischen L1-Pegel und Leq-Pegel von rosa Rauschen.

Grundsätzlich wird mit dem Perzentilwert L1 ein möglichst einfaches Mess- und Bewertungsverfahren vorgestellt und kein psychoakustisches Verfahren (wie z.B. zeitvariante Lautheit), das in der Handhabung deutlich aufwendiger aber vermutlich auch exakter wäre.

Das vorgestellte Verfahren zur Messung impulshaltiger und zeitvarianter Geräusche wurde in einer ARD/ZDF-Arbeitsgruppe als Entwurf erarbeitet und soll bald als Ergänzung zur Akustischen Information 1.11-1/1995 verfügbar sein.

Fazit

Zur Beurteilung impulshaltiger und zeitvarianter Geräusche hat sich der äquivalenten Dauergeräuschpegels Leq als ungeeignet erwiesen. Die Messung mit Impuls-Zeitkonstante ist nur für impulsförmige Signale geeignet. Der Perzentilpegel L1 ist sowohl für langsam als auch für impulsförmig über der Zeit variierende Geräusche eine geeignete Messgröße. Er spiegelt die subjektive Bewertung von zeitvarianten Geräuschen gut wieder.

Hält der L1 von zeitvarianten und impulshaltigen Geräuschen die Grenzkurve ein, so werden diese in gleicher Weise als subjektiv störend bewertet wie ein Dauergeräusch dessen Leq die Grenzkurve einhält.

Somit kann sowohl für die zeitinvarianten Dauergeräusche als auch für die zeitvarianten Geräusche eine einheitliche akustische Qualitätsstufe (in Form einer Grenzkurve) angegeben werden.

Literatur

- [1] DIN15996, „Bild- und Tonbearbeitung in Film-, Video- und Rundfunkbetrieben, Grundsätze und Festlegungen für den Arbeitsplatz“; Mai 2008, Beuth-Verlag
- [2] Akustische Information 1.11-1/1995: „Höchstzulässige Schalldruckpegel von Dauergeräuschen in Studios und Bearbeitungsräumen bei Hörfunk und Fernsehen“
<https://www.irt.de/de/themengebiete/akustik.html>