

Impulsquellen zur Nachhallzeitmessung

Sebastian Goossens

Institut für Rundfunktechnik, 80939 München, Deutschland

Einleitung

Zur Messung der Nachhallzeit wird bei Anregung des Raumes mit einer Impulsquelle (z.B. Pistole) gegenüber der Anregung mittels Lautsprecher der Aufwand erheblich reduziert. Der Akustiker kann mit „leichtem Gepäck“ reisen. Allerdings ist immer zu klären, ob der Impuls den jeweiligen Raum auch bei tiefen Frequenzen ausreichend anregt, um die Nachhallzeit zuverlässig zu ermitteln.

Die untersuchten Impulsquellen

Bei Verwendung der 9mm-Pistole mit der Munition 9mmRK/.380 (Dynamit Nobel) kann in der Regel auch in großen Räumen die Nachhallzeit bei tiefen Frequenzen ermittelt werden. Allerdings werden bei jedem Schuss Russpartikel ausgestoßen, was leicht zu Verschmutzungen an frisch gestrichenen Wänden führen kann. Die Verwendung einer russarmen Munition (NC-Platzpatronen Kal.9mm der Marke Umarex) wurde daher auch untersucht.

Mit einer Pistole im Gepäck wird das Reisen immer schwieriger. Die Verschärfung des Waffengesetzes erschwert den Transport und den Einsatz von Signalpistolen auch für Messzwecke. Auf der Suche nach anderen tauglichen und gleichzeitig für Ordnungskräfte unverdächtigen Impulsschallquellen wurden daher eine Holzklappe (Fläche: 20cmx20cm), zerplatzende Qualitäts-Luftballons („Berliner-Bären-Luftballons“) aufgeblasen auf den Durchmesser 30cm bzw. 40cm sowie ein zerplatzendes Folienkissen (LDPE-Folie, 30µm, 18cmx16cm) untersucht.

Maximale Terzpegel im freien Schallfeld

Abb. 1 und 2 zeigen die maximalen Terzpegelspektren der untersuchten Quellen in einem Abstand von 1m gemessen im freien Schallfeld. Das Spektrum der 9mm Pistole mit normaler Munition ist zum Vergleich in beiden Diagrammen abgebildet. Dargestellt sind Mittelwerte über mindestens drei gemessene Impulse. Die Streuung war mit +/-2dB gering.

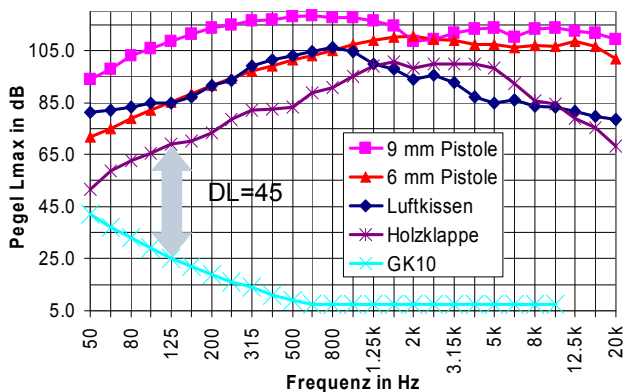


Abbildung 1: Maximale Terzpegelspektren im freien Schallfeld in einem Abstand von 1m und Grenzkurve GK10

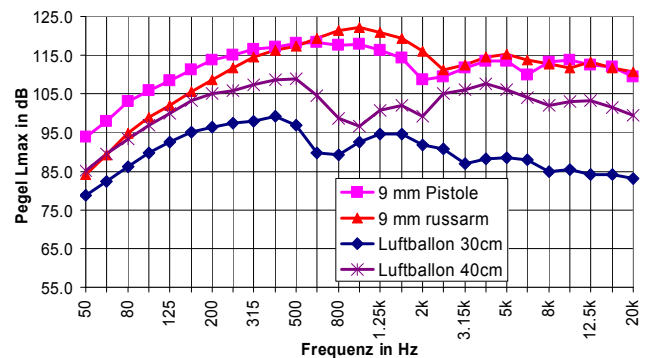


Abbildung 2: Maximale Terzpegelspektren weiterer Impulsquellen im freien Schallfeld in einem Abstand von 1m

Auswertung der Nachhallzeit

Für die Messung der T30-Nachhallzeit ist mit dem oberen und unteren Sicherheitsabstand ein Pegelabstand von ca. 45dB zum Grundgeräusch erforderlich. Zusätzlich zum nutzbaren Pegelbereich von 30dB sind vor Anlegen der Auswertegerade ein oberer Sicherheitsabstand von 5dB und ein unterer Sicherheitsabstand zum Grundgeräusch von 10dB nötig. Zur Auswertung einer T20-Nachhallzeit reicht ein Pegelabstand von ca. 35dB. Allerdings sind erfahrungsgemäß T20-Nachhallzeiten mit größeren Unsicherheiten behaftet.

Grenzkurven

Dauergeräusche in einem Raum werden nach DIN15996 mit Grenzkurven beschrieben. Eine Grenzkurve legt in jeder Terz den maximal zulässigen Pegel fest. In ihrem spektralen Verlauf berücksichtigen Grenzkurven, dass Betriebsgeräusche in Räumen bei tiefen Frequenzen höhere Terzpegel aufweisen als bei mittleren und hohen Frequenzen. In Abb. 1 wurde die GK10 eingezeichnet, die z.B. für Tonregie- und Sprecherräume gültig ist. Diese kleinen Räume haben ein Volumen von etwa 80 m³ und eine typische Nachhallzeit von 0,25 s. Der Hallradius liegt damit bei 1m. Bei dieser Entfernung von der Schallquelle (z.B. Pistole) haben Direktschall und Diffusschall den gleichen Pegel. Wie die eingezeichnete Differenz von 45 dB verdeutlicht, ist bei Anregung mit der Holzklappe die Messung der T30-Nachhallzeit nur für Frequenzen über 100 Hz möglich.

Eignung der Impulsquellen für verschiedene Raumgruppen

Abhängig vom Hallradius (Raumgröße und Nachhallzeit) und von der vorhandenen Grenzkurve sind die verschiedenen Quellen unterschiedlich gut geeignet. Entscheidend ist eine ausreichende Anregung der tiefen Frequenzen. Die Darstellung der Pegeldifferenz von

Quellen-Schallpegel in der Entfernung des Hallradius und Grenzkurve (Lmax-GK) erleichtert den Vergleich der Schallquellen miteinander. Abb. 3 bietet diese Übersicht für den in Abb. 1 dargestellten Fall (kleine Räume).

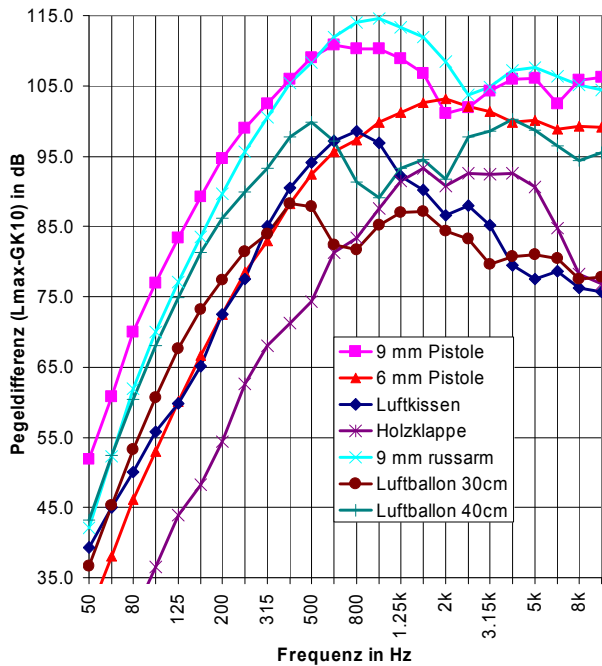


Abbildung 3: Pegeldifferenzen Lmax-GK10 für kleine Räume (Tonregie oder Sprecherstudio) mit einem Hallradius von 1 m (7 verschiedene Impulsschallquellen)

Wie Abb. 3 zeigt, ist in diesen kleinen Räumen mit der schwächsten Impulsquelle (Holzklappe) eine Messung der T30-Nachhallzeit ab 125 Hz möglich (Pegeldifferenz 45 dB).

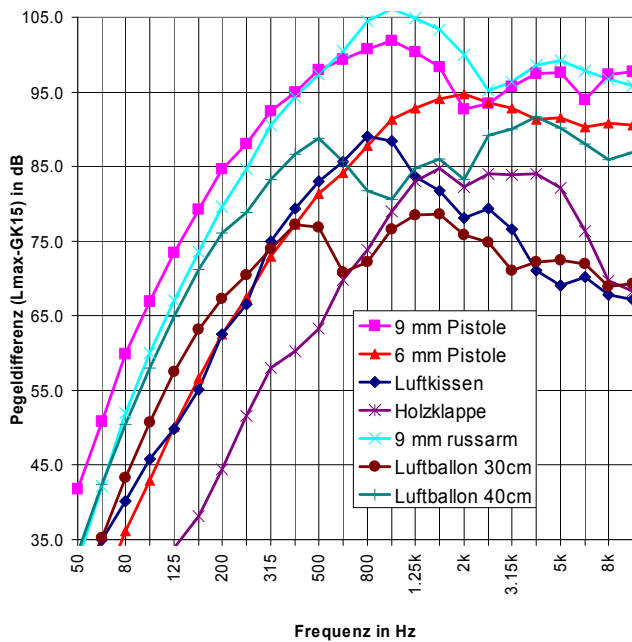


Abbildung 4: Pegeldifferenzen Lmax-GK15 für mittlere Räume (Multimediastudio oder Ton- Bildregie) mit einem Hallradius von 2 m (7 verschiedene Impulsschallquellen)

Mittlere Räume mit einem Hallradius von ca. 2m und einer Grenzkurve GK15 (z.B. Multimediastudio) haben ein

Volumen von etwa 450m³ und eine typische Nachhallzeit von 0,35s. Der Pegel der Quelle liegt am Hallradius um 6dB niedriger als bei einem Abstand von 1m. Zugleich liegt die Grenzkurve GK15 bei tiefen Frequenzen 4dB über der GK10. Beides führt bezüglich der Auswertung der Nachhallzeit T30 dazu, dass die notwendige Pegeldifferenz (Lmax-GK) von 45dB für T30 erst bei höheren Frequenzen erreicht wird (Abb. 4). Bei mittleren Räumen sind alle untersuchten Quellen außer der Holzklappe dafür geeignet, im eingeschränkten Bauakustik-Frequenzbereich von 100Hz bis 3,2kHz T30-Nachhallzeiten zu messen.

Räume mit einem Hallradius von ca. 5m u. GK15 (z.B. Fernsehstudios und Konzertsäle) haben ein Volumen von etwa 6000 m³ und eine typische Nachhallzeit von 0,75s (Fernsehstudios) oder auch ein Volumen von etwa 17.000 m³ und eine typische Nachhallzeit von 2,2s (Konzertsäle). Die Ergebnisse zeigt Abb. 5. Um in großen Räumen bei 100Hz T30-Werte zu messen, reicht nur die 9mm Signalpistole mit normaler bzw. russarmer Munition oder der auf 40cm Durchmesser aufgeblasene Luftballon aus.

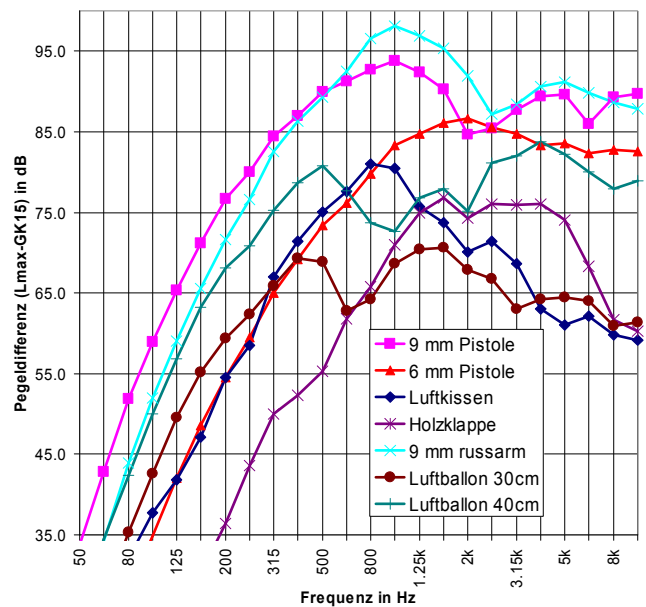


Abbildung 5: Pegeldifferenzen Lmax-GK15 für große Räume (Fernsehstudios oder Konzertsäle) mit einem Hallradius von 5 m (7 verschiedene Impulsschallquellen)

Zusammenfassung

Es wurden die Anregungsspektren zweier Signalpistolen (Kaliber 9mm und 6mm), einer Holzklappe, eines zerplatzenden Folienkissens und zerplatzender Luftballons im Freifeld ermittelt. Mit dem vorgestellten Verfahren kann unter Berücksichtigung des Grundgeräuschspektrums (Grenzkurve), des Raumvolumens sowie der erwarteten Nachhallzeit für jede Quelle das unterste Terzband bestimmt werden, für das eine zuverlässige Messung der Nachhallzeit bei Impulsanregung möglich ist. Auch in großen Räumen stellte sich ein auf 40cm Durchmesser aufgeblasener und dann zerplatzender Luftballon der untersuchten Qualität als brauchbare Alternative zur 9mm-Signalpistole heraus. Mit anderen Luftballon-Marken konnten in früheren IRT-Untersuchungen allerdings keine brauchbaren Ergebnisse erzielt werden.