

Genauigkeitsklassen

Hans-Joachim Milz

G+H Schallschutz GmbH, 68526 Ladenburg, Deutschland, Email: Hans-Joachim.Milz@guh-gruppe.de

Einleitung

Der Anwender von Messdaten verbindet mit dem Begriff „Genauigkeitsklasse“ deren Vertrauenswürdigkeit. Für ihn steht die Genauigkeitsklasse (GK) 1 für hochgenaue Messergebnisse, die GK 2 für vertrauenerweckende Daten und die GK 3 für orientierende Werte.

Im Gegensatz zum allgemeinen Verständnis klassifizieren die GKs die Messverfahren (von Präzisions- über technische bis Übersichtsverfahren) und orientieren sich dabei an den Möglichkeiten der Messmethodik. Dies führt abhängig von der Messmethodik zu unterschiedlichen Fehlertoleranzbändern innerhalb einer Genauigkeitsklasse.

Für den Anwender ist es teilweise schwer die Genauigkeit von Messdaten unterschiedlicher Messmethoden zu vergleichen, da normalerweise in den Protokollen die Genauigkeitsklasse aber nicht das spektrale Fehlertoleranzband (Messungengenauigkeit) angegeben wird.

Hintergrund

Seit mehreren Dekaden werden GKs in vielen Normen zur Beschreibung der Mess(un)genauigkeit verwendet. Daher sind deren Anwendung und Interpretation bedingt durch die Weiterentwicklung sowohl von Messtechnik als auch vom Verständnis historisch gewachsen.

Mit den GKs können die Messunsicherheiten der Messverfahren und der Messumgebungen klassifiziert werden. Die Messunsicherheit der Messtechnik kann durch Vorgabe ihrer Genauigkeit mit aufgenommen werden. GKs können nicht die Betriebsgenauigkeit der Quellen (Reproduzierbarkeit, Konstanz, Repräsentativität, ...) klassifizieren, da sie unabhängig vom Messverfahren ist.

Allgemeines Verständnis

Der Anwender verbindet mit dem Begriff GK die Vertrauenswürdigkeit von Messdaten. Intuitiv und so auch im allgemeinen Verständnis verbindet der Anwender mit der

Genauigkeitsklasse 3 orientierende Messergebnisse.

Genauigkeitsklasse 2 vertrauenerweckende Messergebnisse

Genauigkeitsklasse 1 hochgenaue Messergebnisse

Dies wird so auch entsprechend in der DIN EN ISO 12001 durch Angabe absoluter Kriterien beschrieben:

„Ein Verfahren der Genauigkeitsklasse 3 ist für die Entwicklung von Lärminderungsmaßnahmen an Schallquellen im Allgemeinen nur von eingeschränktem Wert.“

„Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 sind für den Zweck der Geräuschangabe zu bevorzugen. Diese Verfahren liefern üblicherweise Informationen, die in vielen Situationen für technische Maßnahmen, z. B. im Zusammenhang mit Lärminderungsprogrammen, ausreichen.“

„Diese Verfahren (Genauigkeitsklasse 1) geben eine so exakt wie mögliche Beschreibung des von einer Quelle abgestrahlten Geräusches.“

Genauigkeitsklassen in den Normen

In den aktuellen Normen klassifizieren die GKs Messverfahren innerhalb einer Messmethode und orientieren sich nicht an der (absolut) erreichten Genauigkeit. Innerhalb einer Messmethode wird das aufwendigste - und damit genaueste - Verfahren mit der Genauigkeitsklasse 1 bezeichnet. Dabei bleibt die Genauigkeit der Verfahren anderer Methoden unberücksichtigt. Die GKs werden innerhalb einer Methode den Verfahren relativ zugeordnet.

Historisch betrachtet können sich auch innerhalb eines Messverfahrens - bei gleichbleibender GK - die Angaben zu den Messfehlern geändert haben. Dies sei beispielhaft an der DIN EN ISO 3741, Schallleistungsbestimmung im Hallraum, dargestellt:

DIN EN ISO 3741:1991:

Unsicherheit bei der Ermittlung der Schallleistungspegel von Breitbandgeräuschquellen im Hallraum

| Oktavband-Mitten-Frequenzen Hz | Terzband-Mitten-Frequenzen Hz | Standard-abweichung dB |
|-----------------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 125 | 100 bis 160 | 3 |
| 250 | 200 bis 315 | 2 |
| 500 bis 4 000 | 400 bis 5 000 | 1,5 |
| 8 000 | 6 300 bis 10 000 | 3 |

DIN EN ISO 3741:1999:

Geschätzte Höchstwerte der Vergleichstandardabweichungen von Schallleistungspegeln, die nach dieser internationalen Norm bestimmt wurden

| Frequenzbandbreite | Mittenfrequenzen Hz | Höchstwerte der Vergleich- standardabweichung dB |
|--------------------|--------------------------|---|
| Terz | 100 ^a bis 160 | 3,0 |
| | 200 bis 315 | 2,0 |
| | 400 bis 5 000 | 1,5 |
| | 6 300 bis 10 000 | 3,0 |

| | | |
|--------------------------|---------------|------------------|
| Oktav | 125 a | 2,5 |
| | 250 | 1,5 |
| | 500 bis 4 000 | 1 |
| | 8 000 | 2,0 |
| A-bewertet nach Anhang F | | 0,5 ^b |

^a Empfehlungen für Frequenzen unter 100 Hz werden im Anhang C gegeben.
^b Anwendbar auf eine Quelle, die ein Geräusch mit einem relativ "flachen" Spektrum im Frequenzbereich von 100 Hz bis 10 000 Hz abstrahlt.

DIN EN ISO 3741:2011:

Typische obere Grenzwerte der Vergleichsstandardabweichung des Verfahrens σ_{R0} für A-bewertete Schalleistungspegel und Schallenergiepegel, die nach dieser Internationalen Norm ermittelt wurden

| Frequenzbandbreite | Terzband-Mittenfrequenz Hz | Vergleichsstandardabweichung, σ_{R0} dB |
|--------------------------|----------------------------|--|
| Terz | 100 ^a bis 160 | 3,0 |
| | 200 bis 315 | 2,0 |
| | 400 bis 5 000 | 1,5 |
| | 6 300 bis 10 000 | 3,0 |
| A-bewertet nach Anhang F | | 0,5 ^b |

^a Hinweise zum Umgang mit Frequenzen unter 100 Hz sind im Anhang E zu finden
^b Gültig für Geräuschquellen, die im Frequenzbereich von 100 Hz bis 10 000 Hz Schall in einem relativ "flachen" Spektrum abstrahlen

Bem.: diese Tabelle ist korrigiert, da in der Norm fehlerhaft angegeben

Bedingt durch die historische Entwicklung ergeben sich bei den aktuellen Normen Unstimmigkeiten, die beispielhaft an den Normen DIN EN ISO 3745, 3744 (Schalleistungsbestimmung mit dem Hüllflächenverfahren im Freifeld) und 3741 (Schalleistungsbestimmung im Hallraum) dargestellt werden.

Im direkten Vergleich innerhalb einer Messmethode ist die Zuordnung zu den Genauigkeitsklassen systematisch korrekt, wie ein Vergleich der Vergleichsstandardabweichungen zeigt:

DIN EN ISO 3745, Genauigkeitsklasse 1:

Geschätzte Höchstwerte der Vergleichsstandardabweichungen von Schalleistungspegeln und Schallenergiepegeln, die nach dieser internationalen Norm bestimmt wurden

| Terzband-Mittenfrequenz Hz | Höchstwert der Vergleichsstandardabweichung σ_R dB | |
|--------------------------------|---|--------------------------|
| | Reflexionsarmer Raum | Reflexionsarmer Halbraum |
| 50 bis 80 ^a | 2,0 | 2,0 |
| 100 bis 630 | 1,0 | 1,5 |
| 800 bis 5 000 | 0,5 | 1,0 |
| 6 300 bis 10 000 | 1,0 | 1,5 |
| 12 500 bis 20 000 ^b | 2,0 | 2,0 |
| A-bewertet | 0,5 | 0,5 |

^a Sofern das Schallfeld nach Abschnitt 5 qualifiziert ist.
^b Sofern die Messgeräte dies zulassen und eine Korrektur für die Schallabsorption durch die Luft vorgenommen wurde.

DIN EN ISO 3744, Genauigkeitsklasse 2:

Typische obere Grenzwerte der Vergleichsstandardabweichung des Verfahrens σ_{R0} für Schalleistungspegel und Schallenergiepegel, die nach dieser Internationalen Norm ermittelt wurden

| Frequenzbandbreite | Terzband-Mittenfrequenz Hz | Vergleichsstandardabweichung, σ_{R0} dB |
|--------------------------|----------------------------|--|
| Terz | 100 bis 160 | 3,0 |
| | 200 bis 315 | 2,0 |
| | 400 bis 5 000 | 1,5 |
| | 6 300 bis 10 000 | 2,5 |
| A-bewertet nach Anhang E | | 1,5 ^a |

^a Gültig für Geräuschquellen, die im Frequenzbereich von 100 Hz bis 10 000 Hz Schall in einem relativ "flachen" Spektrum abstrahlen

In beiden Normen orientiert sich die Vergleichsstandardabweichung für den A-Pegel an dem im Normalfall maßgebenden mittleren Frequenzbereich. Sie ist mit 0,5 dB in der Genauigkeitsklasse 1 und mit 1,5 dB in der Genauigkeitsklasse 2 nachvollziehbar.

Im Widerspruch zum allgemeinen Verständnis und zur übergeordneten DIN EN ISO 12001 kann die Zuordnung der Genauigkeitsklassen bei verschiedenen Messmethoden systematisch bedenklich sein. Obwohl die (spektralen) Vergleichsstandardabweichungen der Norm DIN EN ISO 3741 (Hallraumverfahren Genauigkeitsklasse 1, siehe oben) teilweise größer sind als die der DIN EN ISO 3744 (Hüllflächenverfahren Genauigkeitsklasse 2, siehe oben) wird sie besser klassifiziert. Die deutlich unterschiedlichen Vergleichsstandardabweichungen für den A-Pegel sind nicht nachvollziehbar.

Ausblick

Sinnvoll erscheint ein Festschreiben der Vergleichsstandardabweichungen für die einzelnen Genauigkeitsklassen in einer übergeordneten Norm (DIN EN ISO 12001) oder der gänzliche Verzicht auf die Genauigkeitsklassen und die direkte Angabe des Messfehlers in Sinne vom GUM.