

# Ringversuch Messung der Schallimmission 2003

Christoph Lechner

Forum Schall im Umweltbundesamt Wien, Österreich, Email: [forum.schall@aon.at](mailto:forum.schall@aon.at)

## Einleitung

Seit dem Bestehen des Forum Schall, welches im Jahr 1994 als „Arbeitsgruppe Qualitätssicherung von Umweltmessdaten – schalltechnische Messungen und Berechnungen“ durch die Landesumweltreferentenkonferenz eingerichtet wurde, sind eine Reihe von Ringversuchen und Vergleichsmessungen durchgeführt worden. So wurden bauakustische Messungen, Vergleichsmessungen der Schallimmissionen durch Straßenverkehr und eine Betriebsanlage, der Schallemission einer Quelle sowie zwei Vergleichsrechnungsserien mittels Rechenprogrammen durchgeführt und ausgewertet. Der nun durchgeführte Ringversuch „Messung der Schallimmission 2003“ [1] stellt eine kontinuierliche Weiterführung dieser Tätigkeiten dar. Mit diesem Ringversuch wurde gezeigt, von welchen Vertrauensgrenzen bei der Bestimmung des Beurteilungspegels durch Messung ausgegangen werden kann.

## Teilnehmer

Bereits am Ringversuch für bauakustische Messungen [2] haben nicht nur Mitglieder des Forum Schall teilgenommen. Die Einbindung anderer Prüfstellen hat sich in diesem Zusammenhang sehr bewährt. Auch diesmal wurde der Kreis der Ringversuchsteilnehmer auf Versuchsanstalten und Ingenieurbüros erweitert. Insgesamt nahmen am Ringversuch 28 Messteams aus 17 Prüfstellen teil.

## Aufgabenstellung

### Ringversuchsplanung

Das primäre Ziel des Ringversuches ist die Bestimmung der Vertrauensbereiche der Messung und Beurteilung der Schallimmission. In der Planung des Ringversuches wurde daher besonders darauf geachtet, Einflüsse auf die Reproduzierbarkeit der Messungen so weit wie möglich zu minimieren. Eine reale Betriebsanlage, die dem Ringversuch als Emissionsquelle dienen sollte, hätte eine Vielfalt verschiedener Geräusche abstrahlen müssen, um für die unterschiedlichen Charakteristika auch die Vertrauensbereiche der Beurteilungspegel bilden zu können. Dass die Geräusche auch noch für alle Teilnehmer in konstanter Emission vorhanden hätten sein müssen, schloss reale Betriebsanlagen letztendlich aus. Es fiel daher die Entscheidung auf eine fiktive Betriebsanlage, welche in Form eines Bauakustiklautsprechers Norsonic Dodekaeder Lautsprecher NOR-270 mit Linearverstärker und Signalwiedergabe aus einem CD Player realisiert wurde.

Durch eine elektrische Kalibrierung mittels eines eingebauten Voltmeters im Verstärker wurde die Konstanz der Schallquelle für alle Ringversuchsteilnehmer mit hoher Präzision gewährleistet. Da der Signalpegel mit einer relativen Genauigkeit im Bereich von 1/10 Volt eingestellt werden konnte, war der durch die Signalwiedergabe

gegebene Schwankungsbereich der Emission im Vergleich zu den Messabweichungen vernachlässigbar niedrig.

Um den Einfluss von Meteorologie und wechselnden Bodeneffekten so gering wie möglich zu halten, wurde auf einer reflektierenden Fläche in kurzem, nur 5 m von der Quelle entfernten Messradius gemessen. Der Asphaltboden war eben und glatt. Der Einfluss des Windes war für die bei den Messungen vorgefundenen Bedingungen vernachlässigbar.

Für den Messort stellten sich noch weitere Bedingungen. Das vorhandene Hintergrundgeräusch musste ausreichend niedrig sein, um keinen Beitrag zu den zu messenden Geräuschen zu liefern. Eine entsprechende Entfernung von anderen Schallquellen, insbesondere von Hauptverkehrsträgern war hier notwendig. Weiters sollte der Messort auch einen entsprechenden Abstand zu Wohngebäuden aufweisen, um bei den Messungen keine unzumutbaren Belästigungen hervorzurufen. Auf einem Rübenlagerplatz in Niederösterreich konnten nahezu optimale Bedingungen vorgefunden werden.

### Messaufgaben

Am Messplatz waren der Aufstellungspunkt des Lautsprechers sowie ein Viertelkreis in 5 m Abstand aufgezeichnet. Die Messungen konnten ab Juli bis spätestens 15. August 2003 durchgeführt werden.

Als Prüfsignale wurden folgende Geräusche ausgewählt (Kurzbeschreibung): Kalibriersignal, Straßenverkehr, Kantenfräse, Stanze, Kettensäge, Alarmsirene, Lüfter

Die Messungen und Auswertungen hatten nach ÖNORM S 5004 [3] zu erfolgen. Der Beurteilungspegel  $L_r$  war dabei immer über die Signaldauer zu ermitteln. Eine Umrechnung auf die Bezugszeiten der ÖNORM S 5004 (8 h, 1 h, ½ h) war nicht vorzunehmen, ein Anpassungswert  $L_z$  war allerdings zu vergeben. Der Beurteilungspegel ergibt sich daher vereinfacht aus dem Messwert für den  $L_{A,eq}$  und dem Anpassungswert  $L_z$  zu:

$$L_r = L_{A,eq} + L_z \quad (1)$$

Von allen Prüfsignalen sollten fünf Messungen durchgeführt werden. Dabei sollte die Art der Durchführung immer dieselbe sein. Zwischen diesen fünf Messdurchgängen sollten die Messausrüstungen abgebaut werden. Kalibrierungen waren für jeden Messdurchgang neu durchzuführen. Vor und nach jeder Messung war die Anzeige des Voltmeters zu notieren und in dem Auswertblatt (unter  $U_{eff}$  vorher und nachher) einzutragen.

### Bildung des Beurteilungspegels

Für die zu bewertenden Signale kamen im Wesentlichen Tonhaltigkeit und Impulshaltigkeit in Frage. Bei dem Geräusch „Alarmsirene“ wurden aber auch Bewertungen für Informationshaltigkeit abgegeben. Die ÖNORM S 5004

sieht im ersten Schritt der Geräuschbewertung die subjektive Zuordnung durch den Messtechniker vor, erst das Ausmaß der Zuschläge wird durch messtechnische Analysen bestimmt.

Wenn Tonkomponenten deutlich hörbar sind und ihr Vorhandensein durch eine unbewertet ermittelte Terzbandanalyse nachgewiesen werden kann, d.h. wenn der Pegel eines Terzbandes die Pegel der benachbarten Bänder um 5 dB oder mehr übersteigt, beträgt der Anpassungswert +6 dB. Wenn die Tonkomponenten zwar hörbar sind, aber das Terzbandkriterium nicht erfüllt ist, beträgt der Anpassungswert +3 dB. Der Anpassungswert für impuls-haltige Geräusche beträgt +5 dB, wenn die A-bewerteten Maximalpegel bei Anzeigedynamik „Impuls“ sich um mindestens 2 dB von den Maximalpegeln der Anzeigedynamik „schnell“ unterscheiden. Andernfalls beträgt der Anpassungswert +3 dB.

### Statistische Berechnungen

Die Vorbereitung und Auswertung des Ringversuches erfolgte sinngemäß nach ÖNORM EN 20140 2 „Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen - Angaben von Genauigkeitsanforderungen“ [4]. Die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichspräzision erfolgte gemäß der ISO 5725 1 „Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen“ [5].

### Vertrauensbereiche für die Einzulangaben

$\pm R/\sqrt{2}$	$L_{A,eq}$	$L_Z$	$L_T$
Straße	1,1	-	1,1
Kompressor	2,0	4,9	5,3
Kantenfräse	2,2	3,4	3,1
Stanze	1,9	2,0	2,6
Kettensäge	1,3	5,2	5,7
Alarmsirene	2,1	3,1	3,4
Lüfter	2,2	4,3	3,6

Tabelle 1: Zusammenfassung der Vertrauensbereiche für die Einzulangaben in dB

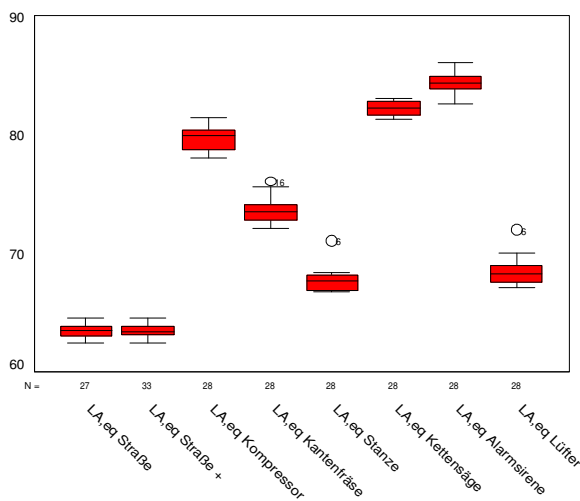


Abbildung 1: Boxplots Mittelwerte aller  $L_{A,eq}$  in dB mit Angabe der Streubereiche und der Anzahl der ausgewerteten Prüfstellen

### Ergebnisse

Als Mittelwert für die Vertrauensbereiche ergibt sich für alle Geräusche mit Ausnahme des Straßenverkehrs und der Kettensäge ein Wert von 2 dB. Dieser Vertrauensbereich ist auch, innerhalb der Rundung auf ganze dB, bekannt für die Vertrauensbereiche der Einzulangaben bauakustischer Messungen sowie für die A bewerteten Schallleistungspegel  $L_{W,A}$  bei Emissionsmessungen. Auch für die statistischen Pegel des Straßenverkehrsgeräusches  $L_{A,1}$  und  $L_{A,95}$  wurde der Vertrauensbereich mit 2 dB ermittelt.

Die Ergebnisse passen auch sehr gut zu den bisher durchgeführten „Vergleichsmessungen zur Ermittlung der Vertrauensbereiche bei der Messung der Immission durch Straßenverkehr und durch einen Betrieb“, publiziert im Umweltbundesamt Bericht BE-069 [6].

Erfreulich sind die guten Vertrauensbereiche bei den Messwerten selbst. Nach Vergabe der Anpassungswerte im Sinne der Norm wird der Vertrauensbereich der so ermittelten Beurteilungspegel wesentlich schlechter, konkret von 3 bis 6 dB. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass die Vertrauensbereiche größer sind als der Wertebereich der Anpassung, welcher zwischen 0 und 6 dB liegt. Eine tatsächlich verlässliche Wiederholbarkeit der Anpassungswerte scheint nicht gegeben. Maßgebend dafür ist der Umstand, dass für die Einstufung eines Geräusches vorerst der subjektive Eindruck des Messtechnikers verantwortlich ist. Der zweite Umstand für die großen Abweichungen ist die Unstetigkeit in den Anpassungswerten, die bei der Tonhaltigkeit sogar in 3 dB-Schritten erfolgt. Eine Abweichung im 1/10 dB Bereich des reinen Messergebnisses bedeutet unter Umständen eine Abweichung von 3 dB beim Beurteilungswert.

### Literatur

- [1] demnächst abrufbar unter URL: [http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationsliste/?pub\\_category\\_id=17](http://www.umweltbundesamt.at/publikationen/publikationsliste/?pub_category_id=17)
- [2] Umweltbundesamt, 2002: BE-207 „Ringversuch für bauakustische Messungen“, Mai 2002
- [3] ÖNORM S 5004: Messung der Schallimmission, Ausgabe März 1998.
- [4] ÖNORM EN 20140-2: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen; Teil 2: Angabe von Genauigkeitsanforderungen, Ausgabe 1. August 1993
- [5] ISO 5725-1: 1994-12-15 „Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 1: General principles and definitions“ inklusive COR 1998
- [6] Umweltbundesamt, 1996: UBA-BE-069 „Ergebnisse von Vergleichsmessungen der Schallimmissionen durch den Straßenverkehr und durch einen Betrieb“, Juli 1996