



umweltbundesamt^U

RINGVERSUCH MESSUNG DER SCHALLIMMISSION 2003

Christoph Lechner



lebensministerium.at

forum 
SCHALL

BERICHTE
BE-276

Wien, 2005



Autor

Christoph Lechner
forum.schall@aon.at



lebensministerium.at

Die vorliegende Publikation wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BMLFUW) erstellt.

Projektbetreuung BMLFUW: DI Helfried Gartner

Projektbetreuung Umweltbundesamt: Mag. Roman Ortner

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und das Umweltbundesamt danken allen, die durch ihre aktive Mitarbeit am Ringversuch zu den nunmehr vorliegenden Ergebnissen beigetragen haben.

Weitere Informationen zu Publikationen des Umweltbundesamtes finden Sie unter: www.umweltbundesamt.at

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Vienna
Österreich/Austria

Eigenvervielfältigung

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2005
Alle Rechte vorbehalten (all rights reserved)
ISBN 3-85457-786-9



VORWORT

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. Mit dem vorliegenden Ringversuch Messung der Schallimmission wurde ein weiterer Beitrag zur Grundlagenforschung geliefert.

Es sind viele Faktoren, die bestimmen, ob ein Geräusch als Lärm empfunden wird – allen voran der Mensch selbst. Die objektive Beurteilung einer Geräuschsituation wird dadurch nicht einfacher. Um den messtechnischen Aufwand in einem angemessenen Rahmen zu halten, eine möglichst konsistente Beurteilung zu gewährleisten und auch aus Mangel an Wissen über die Auswirkung unterschiedlicher Geräuschcharakteristika werden die erfassbaren physikalischen bzw. daraus ableitbaren Größen auf einige wenige Parameter zur Beschreibung der Situation reduziert. Für manche Geräuscheigenschaften können – mitunter auch nur aufgrund der subjektiven Empfindung des Messtechnikers – Anpassungen vorgenommen werden.

Die Messung der Schallimmission ist ein wesentlicher Bestandteil der Lärmbekämpfung. Mit diesem Ringversuch wurde gezeigt, von welchen Vertrauensgrenzen bei der Bestimmung des Beurteilungspegels durch Messung ausgegangen werden kann.

Das Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und das Umweltbundesamt danken allen, die durch ihre aktive Mitarbeit am Ringversuch zu den nunmehr vorliegenden Ergebnissen beigetragen haben.



INHALT

INHALT	3
1 EINLEITUNG	7
2 MOTIVATION	8
3 TEILNEHMER	9
4 AUFGABENSTELLUNG	10
4.1 Ringversuchsplanung	10
4.2 Messort	10
4.3 Messaufgaben.....	11
4.4 Datensammlung.....	12
4.5 Messdurchführungen durch die Prüfstellen	14
5 STATISTISCHE BERECHNUNGEN	15
5.1 Kennwerte	15
5.2 Begriffserläuterungen	15
5.2.1 Standardabweichung	16
5.2.2 Varianz.....	16
5.2.3 Median (auch: Zentralwert).....	17
5.2.4 Quartil	17
5.2.5 Interquartilabstand	17
5.2.6 Konfidenzintervall und Irrtumswahrscheinlichkeit	18
5.3 Darstellung	18
5.4 Berechnungen zu den einzelnen Aufgaben	18
5.4.1 Allgemein	18
5.4.2 Immissionsmessung Straßenverkehr	19
5.5 Behandlung von Ausreißern.....	19
6 ERGEBNISSE DER EINZELNEN AUFGABEN	20
6.1 Straße.....	20
6.2 Kompressor.....	24
6.3 Kantenfräse	26
6.4 Stanze	28
6.5 Kettensäge	30
6.6 Alarmsirene	32
6.7 Lüfter.....	34
7 BOXPLOTS	36
7.1 energieäquivalente Dauerschallpegel $L_{A,eq}$	37

7.2	Anpassungswerte L_z	38
7.3	Beurteilungspegel L_r	39
7.4	Vergleich beim Geräusch Straße	40
8	VERTRAUENSBEREICHE FÜR DIE EINZAHLANGABEN	41
9	VERGLEICH MIT FRÜHEREN RINGVERSUCHEN	42
10	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	43
11	BEWERTUNG DER ERGEBNISSE	44
12	FOLGERUNGEN	45
13	SCHALLTECHNISCHE GRUNDLAGEN	46
13.1	Literaturhinweise	46
13.2	Begriffsbestimmungen	46



1 EINLEITUNG

Das Forum Schall wurde ursprünglich als „Arbeitsgruppe Qualitätssicherung von Umweltmessdaten - Schalltechnische Messungen“ auf Beschluss der Landesumweltreferentenkonferenz im September 1994 gegründet und im Umweltbundesamt angesiedelt. Unter Leitung von Fr. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Judith Lang wurde ein Musterqualitätsmanagementhandbuch erstellt. Zur Bestimmung der Messunsicherheiten wurden in diesem Zusammenhang mehrere Ringversuche und Vergleichsmessungen durchgeführt. 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“ stellt eine kontinuierliche Weiterführung dieser Tätigkeiten dar. Den teilnehmenden Prüfstellen, insbesondere jenen, die akkreditiert oder zertifiziert sind, soll damit auch die Möglichkeit gegeben werden, ihre Qualität nachzuweisen.

2 MOTIVATION

Im Bericht BE-069 [Umweltbundesamt, 1996] wurden Ergebnisse zu Vergleichsmessungen der Schallimmission durch Straßenverkehr und einen Betrieb publiziert. Bei der Messung des Betriebes fanden aber keine Wiederholungsmessungen durch die Teilnehmer statt und das Ergebnis der Messung war weiters durch die Meteorologie im Schallausbreitungsweg stark beeinflusst. Zusätzlich trat das Problem auf, dass die gemessene Quelle, eine Asphaltmischanlage, kein konstantes Schallemissionsverhalten aufwies, weshalb eine auf Emissionsmessungen gestützte Korrektur erfolgen musste.

Sämtliche bisher durchgeführten Ringversuche und Vergleichsmessungen bezogen sich ausschließlich auf die Messung, nicht aber auf die Bewertung im Sinne der Bildung eines Beurteilungspegels. Für den 2003 durchgeführten Ringversuch sollten daher neben der Erfassung von Wiederhol- und Vergleichsgrenzen sowie Vertrauensbereichen der Messergebnisse auch diese Größen für die Bewertung nach der ÖNORM S 5004 ermittelt werden.

Die Durchführung des Ringversuches und seine Auswertung sind auch im Zusammenhang mit der Überarbeitung der ÖAL Richtlinie Nr. 3 zu sehen. Durch Kenntnis der Vertrauensbereiche für die Beurteilungspegel können Anleitungen in einer Richtlinie zur Beurteilung der Schallimmission in einem umfassenderen Zusammenhang gesehen werden.



3 TEILNEHMER

Bereits am Ringversuch für bauakustische Messungen [Umweltbundesamt, 2002] 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. In alphabetischer Reihenfolge sind die Teilnehmer an diesem Ringversuch aufgelistet:

- | Akkreditierte Prüfstelle für Immissionsmessungen und Bauakustik Dr. Ulf Krückl
- | Amt der Burgenländischen Landesregierung
- | Amt der Kärntner Landesregierung - Abteilung 15 SE (Schall- und Elektrotechnik)
- | Amt der Salzburger Landesregierung, Abt. 16, Ref. Immissionsschutz
- | Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 17 C, Referat Schall-, Erschütterung- und Lärmschutztechnik
- | Amt der Tiroler Landesregierung Abt. Emissionen Sicherheitstechnik Anlagen
- | Grazer Umweltamt
- | iC consulenten ZT GesmbH
- | Land Oberösterreich - Abt.Umwelt- und Anlagentechnik - Lärmtechnik
- | Magistrat der LH St.Pölten MA XIII - Umweltschutz und Marktangelegenheiten
- | Magistrat der Stadt Linz, Amt für Natur und Umweltschutz
- | Magistrat der Stadt Wien MA 22
- | Magistrat Klagenfurt Abt. Umweltschutz
- | NUA-Umweltanalytik GmbH
- | Staatliche Versuchsanstalt TGM, Fachbereich Akustik und Bauphysik
- | TAS Schreiner GmbH
- | TÜV Wels

Die organisatorische Betreuung an Ort und Stelle übernahm dankenswerter Weise das Amt der Wiener Landesregierung, MA 22, namentlich Herr Ing. Werner Talasch.

4 AUFGABENSTELLUNG

4.1 Ringversuchplanung

Das primäre Ziel des Ringversuches ist die Bestimmung der Vertrauensbereiche der Messung 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.

Durch die angeführten Planungsvorgaben, der künstlichen Signalwiedergabe über einen gängigen Bauakustiklautsprecher und Messung über reflektierendem Boden kann der Ringversuch jederzeit wiederholt werden. Dies ist auch außerhalb Österreichs und für andere Messverfahren anwendbar, die Ergebnisse sind in einem solchen Fall vergleichbar.

4.2 Messort

Die oben zitierten Planungskriterien konnten mit der Durchführung der Messungen auf einem Rübenlagerplatz in Schönkirchen, Niederösterreich, eingehalten werden. Die Anmietung dieses Platzes übernahm dankenswerterweise die Magistratsabtei-

lung 22, Umweltschutz, der Stadt Wien (MA 22). Den Nachbarn sei für ihre Geduld während der unzähligen Signalwiedergaben und den damit unvermeidlichen Immissionen gedankt.



Abbildung 1: Ansicht Messplatz mit Messaufbau von zwei Prüfstellen

4.3 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. Die Messeinrichtung war in der Außenstelle der MA 22 abzuholen.

Als Prüfsignale wurden folgende Geräusche ausgewählt (Kurzbeschreibung):

- | Kalibriersignal
- | Straßenverkehr
- | Kantenfräse
- | Stanze
- | Kettensäge
- | Alarmsirene
- | Lüfter

Die detaillierte Signalbeschreibung erfolgt in der Auswertung der einzelnen Aufgaben.

Die Signale stammen im Wesentlichen von gängig verbreiteten Hörbeispiel-CD's. Die Auswahl der Signale und die Anpassung für den Ringversuch erfolgte gemeinsam mit Herrn Ing. Werner Talasch.

Das erste Signal diente ausschließlich der elektrischen Kalibrierung der an dem Bauakustiklautsprecher anliegenden Spannung ($U_{\text{eff}} = 6 \text{ V}$), wobei gleichzeitig auch der Schalldruckpegel $L_{p,A}$ am Messpunkt erfasst werden sollte. Die schalltechnischen Messungen wurden an den übrigen sieben Geräuschen durchgeführt. Die Messungen und Auswertungen hatten nach ÖNORM S 5004 zu erfolgen. Die Bildung des Beurteilungspegels L_r hatte dabei immer über die Signaldauer zu erfolgen. Eine Umrechnung auf die Bezugszeiten der ÖNORM S 5004 (8 h, 1 h, $\frac{1}{2}$ 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 zu:

$$L_r = L_{A,eq} + L_z$$

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.

4.4 Datensammlung

Die Messdaten wurden von den Teilnehmern in eigens dafür entworfenen Vorlageblättern (siehe Abbildung 2) eingetragen und per E-Mail an den Ringversuchsleiter retourniert. Weiters wurden die Teilnehmer gebeten, einen schriftlichen Prüfbericht zu erstatten. Dieser Bitte kamen elf der 17 Prüfanstalten nach. Für die Bestimmung der Wiederhol- und Vergleichsgrenze hat dies keinen Einfluss. Interessant ist bereits die Dicke der Prüfberichte, so hatte der kürzeste Bericht 4 Seiten, der längste weit über 60 Seiten. Im Sinne der ÖNORM S 5004 waren alle Prüfberichte vollständig. Vor allem in der grafischen Aufbereitung, beginnend mit einer Bilddokumentation der Messung bis hin zu Pegel-Zeit-Verläufen und Frequenzspektren gibt es große Unterschiede. Auch in der verbalen Beschreibung der Geräusche war ein breites Spektrum von sachlich kurz bis bildhaft.



Bezeichnung der Prüfstelle:		Nr.											
Track	Bezeichnung	Messung 1		Messung 2		Messung 3		Messung 4		Messung 5			
		vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher	vorher	nachher		
1	Kalibriersignal	U _{eff}	L _{A,P}	U _{eff}	L _{A,P}	U _{eff}	L _{A,P}	U _{eff}	L _{A,P}	U _{eff}	L _{A,P}	U _{eff}	L _{A,P}
2	Straßenverkehr	L _{A,eq}	L _{A,95}	L _{A,eq}	L _{A,95}	L _{A,eq}	L _{A,95}	L _{A,eq}	L _{A,95}	L _{A,eq}	L _{A,95}	L _{A,eq}	L _{A,95}
3	Kompressor	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r
4	Kantenfräse	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r
5	Stanze	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r
6	Kettensäge	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r
7	Alarmsirene	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r
9	Lüfter	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r	L _{A,eq}	L _r

Messdatum:	
Kalibrator:	
Messgerät:	
Zubehör:	
Messtechniker:	
Meteorologie	

Legende Anpassungswerte: (ins Feld "weil" einzutragen)
0 kein Anpassungswert erforderlich
1 Tonkomponente vorhanden, Terzbandkriterium aber nicht erfüllt
2 Tonkomponente vorhanden, Terzbandkriterium erfüllt
3 Impulshaltigkeit vorhanden, Impulskriterium aber nicht erfüllt
4 Impulshaltigkeit vorhanden, Impulskriterium erfüllt
5 Informationshaltigkeit vorhanden

Auskünfte bei Christoph Lechner Tel.: 0699 100 19677

Als **Bezugszeit zur Ermittlung von L_r** ist die jeweilige Signaldauer einzusetzen!

Abbildung 2: ausgesendetes Formblatt für die statistischen Erhebungen

4.5 Messdurchführungen durch die Prüfstellen

Tabelle 1: Angaben zur Messdurchführung

Nr.	Datum	Kalibrator	Messgerät	Meteorologie
1	08.07.2003	Norsonic 1253	Symphonie	Wind NNW 3-5 m/s; 22°C, 42% r.F.; 997hPa, wolkig
2	07.07.2003	B&K 4230	B&K 2230	leicht bewölkt, schwacher Wind, 24°C, 42% r.F.
3	12.08.2003	B&K 4230	B&K 2260	heiß (40°C), windstill
4	29.07.2003	B&K 4231	B&K 2260	windig, Wind aus nordwestlicher Richtung
5	05.08.2003	B&K 4231	Norsonic 110	Schönwetter, 36°C
6	28.07.2003	B&K 4231 LD CAL 200	B&K 2236 LD 824	35°C, leicht windig
7	04.08.2003	B&K 4231	Norsonic 116	heiter, windstill, Temp ca. 30°C
8	15.07.2003	Norsonic 1251	Norsonic 118	Temp: 32° C, 62% rel.F., Luftdruck: 758 mb
9	17.07.2003	Norsonic 1251	Norsonic 118	sonnig, trocken, windstill, (30°C bei 38% relative Luftfeuchte)
10	23.07.2003	LD Cal200	LD 824	8/8, leicht windig aus NW, Abbruch wegen Regens Serie 5
11	05.08.2003	B&K 4231	B&K 2238, LD 2900 B	heiter, windstill, Temp. 36 Grad
12	13.08.2003	Norsonic 1443	Norsonic 118	wolkenlos, 31 - 36°C; Wind 0 - 5 m/s
13	04.08.2003	B&K 4230	B&K 2230	Heiter, windstill, Temp ca. 30°C
14	01.07.2003	B&K 4231	B&K 2260	sonnig, warm
15	21.07.2003	Norsonic 1251	Norsonic 121	trocken, sonnig, ca. 33° C, Wind 2 aus SO
16	29.07.2003	B&K 4231	B&K 2238	windig, Wind aus nordwestlicher Richtung
17	16.07.2003	B&K 4231	Norsonic 840	sonnig, niederschlagsfrei, windstill (28°C)
18	04.08.2003	B&K 4231	CEL 593.C1	heiter, windstill, Temp ca. 30°C
19	31.07.2003	Norsonic 1253	Norsonic 121	Wind N 1,5 bis 3,2 m/s; 21°C, 80 % r.F. 991 hPa; bedeckt; Nieseln
20	04.08.2003	B&K 4230	LD 824	heiter, windstill, Temp ca. 30°C
21	07.07.2003	Norsonic 1253	LD 824	böiger Wind aus NW, 24°C, 42% r.F.
22	01.07.2003	B&K 4231	B&K 2236	k. A.
23	13.08.2003	B&K 4230	B&K 2231	wolkenlos, heißester Tag des Jahres >35 °C, leichter Wind
24	08.07.2003	Norsonic 1253	Norsonic 121	Wind NNW 3 bis 7 m/s; 25°C, ca. 30 % r.F. 997 hPa; wolkig
25	12.08.2003	B&K 4230	RION NA27	windstill, auch sehr heiß ca. 40 °C
26	17.07.2003	Norsonic 1251	Norsonic 118	sonnig, trocken, windstill, (30°C bei 38% relative Luftfeuchte)
27	21.03.2003	Norsonic 1251	Norsonic 121	trocken, sonnig, heiß, leicht windig
28	12.08.2003	B&K 4230	Sony TCD-D10 PROII mit Norsonic 112, 110 und 830	24-33 °C, windstill bis schwach aus SO



5 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“. Die Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichspräzision erfolgte gemäß der ISO 5725-1 „Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen“. Die Behandlung statistischer Ausreißer erfolgte nach DIN ISO 5725, Ausgabe 1988.

5.1 Kennwerte

Aus den einzelnen Messergebnissen jeder Prüfstelle wurden Mittelwert und Standardabweichung für alle Merkmalsniveaus berechnet. Aus den Standardabweichungen wurde die laborinterne Varianz berechnet und daraus die Wiederholgrenze r festgelegt.

Definition der „**Wiederholgrenze r** “: Betrag, unter dem der Absolutwert der Differenz zwischen zwei einzelnen unter Wiederholbedingungen gewonnenen Ermittlungsergebnissen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% erwartet werden kann.

Aus den erhobenen Mittelwerten und den Mittelwerten der laborinternen Varianzen konnte die Varianz zwischen den teilnehmenden Prüfstellen erhoben und daraus die Vergleichsgrenze R abgeleitet werden.

Definition der „**Vergleichsgrenze R** “: Betrag, unter dem der Absolutwert der Differenz zwischen zwei einzelnen unter Vergleichsbedingungen gewonnenen Ermittlungsergebnissen mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% erwartet werden kann.

Werden r und R von einer Prüfstelle nicht überschritten, können aus der Vergleichsgrenze und der Wiederholgrenze Vertrauensbereiche für bestimmte Situationen berechnet werden.

Das bedeutet unter anderem: Wird von einem einzelnen Laboratorium nur eine einzige Ermittlung g der zu messenden Größe durchgeführt, ist der **Vertrauensbereich** für den wahren Wert μ (z. B. eine Anforderung oder ein in einem Vertrag festgelegter Wert):

$$\left(g - \frac{R}{\sqrt{2}} \right) < m < \left(g + \frac{R}{\sqrt{2}} \right)$$

5.2 Begriffserläuterungen

Vor allem in der folgenden Darstellung werden statistische Begriffe verwendet, die nicht allgemein geläufig sind. Es werden daher die verwendeten Begriffe in allgemein verständlicher Form erläutert¹.

¹ Die Bezugsquelle ist das ILMES – Internet-Lexikon der Methoden der empirischen Sozialforschung.
<http://www.lrz-muenchen.de/~wlm/ilmes.htm>

5.2.1 Standardabweichung

Die Standardabweichung ist die Wurzel aus der Varianz eines Datenbündels. Durch das Wurzelziehen wird die Quadrierung der Abweichungen "rückgängig gemacht", so dass die Standardabweichung die gleiche Maßeinheit hat wie die Datenwerte selbst.

Wie bei der Varianz ist zu unterscheiden zwischen der Standardabweichung, die die gegebenen Daten charakterisiert ("empirische Standardabweichung") und der Standardabweichung, die aus Stichprobendaten als Schätzwert für die Grundgesamtheit berechnet wird. Es gilt also:

Empirische Standardabweichung:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Standardabweichung als Schätzer für die Grundgesamtheit:

$$S(\text{oder } \hat{S}) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

5.2.2 Varianz

Die Varianz

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

ist die Summe der quadrierten Abweichungen der einzelnen Werte eines Datenbündels vom Mittelwert, dividiert durch die Anzahl der Beobachtungen n . Die Varianz ist also ein Maß dafür, wie weit die einzelnen Werte im Durchschnitt vom Mittelwert entfernt liegen; es handelt sich mithin um ein Streuungsmaß.

Die oben angegebene Formel charakterisiert ein gegebenes Datenbündel. Handelt es sich bei den Daten um eine Stichprobe und soll ein Schätzwert für die Varianz in der Grundgesamtheit berechnet werden, so wird die Größe

$$S^2(\text{oder } \hat{S}^2) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

herangezogen.

Ein Konfidenzintervall für die Varianz in einer Grundgesamtheit lässt sich mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von α folgendermaßen bestimmen:



Untere Grenze:

$$\frac{(n-1)S^2}{x_{1-\alpha/2}^2(n-1)}$$

Obere Grenze:

$$\frac{(n-1)S^2}{x_{\alpha/2}^2(n-1)}$$

Die Varianz kann sinnvoller Weise nur bei metrischen Daten berechnet werden. Jedoch lassen sich Abwandlungen davon als allgemeine Ausdrücke der "Variabilität" von Daten auch auf andere Daten anwenden.

5.2.3 Median (auch: Zentralwert)

Der Median ist der "mittlere" Wert eines (der Größe nach geordneten) Datenbündels, anders gesagt, derjenige Wert, unter- und oberhalb dessen jeweils die Hälfte der Datenwerte liegt. Liegt eine ungerade Anzahl von Datenwerten vor, ist der Median im Wortsinn der mittlere Wert; bei einer geraden Anzahl wird er in geeigneter Weise "interpoliert" (siehe die einschlägigen Lehrbücher). Der Median ist identisch mit dem 50 %-Quantil.

Es handelt sich beim Median um ein Lagemaß. Er ist weniger gegen einzelne stark abweichende Werte anfällig als das arithmetische Mittel und daher oft besser als dieses geeignet, die zentrale Tendenz eines Datenbündels zu charakterisieren.

5.2.4 Quartil

Quartile teilen ein der Größe nach geordnetes Datenbündel in vier Teile. Das 25 %-Quartil (oft auch als 1. Quartil bezeichnet) gibt denjenigen Wert an, der das untere Viertel der Datenwerte von den oberen drei Vierteln trennt, usw. Das 50 %-Quartil (oder 2. Quartil) ist der Median. Der Abstand zwischen dem 25 %-Quartil und dem 75 %-Quartil (3. Quartil) wird als Interquartilsabstand bezeichnet. Es handelt sich bei Quartilen (mit Ausnahme des Medians) mithin um Streuungsmaße.

5.2.5 Interquartilabstand

Der Interquartilsabstand, manchmal auch Interquartilbereich oder auch nur Quartilabstand genannt, ist der Abstand zwischen dem 25 %-Quartil (oder 1. Quartil) und dem 75 %-Quartil (oder 3. Quartil) eines Datenbündels. Es handelt sich mithin um ein Streuungsmaß. Da nur die "inneren" 50 Prozent der Daten berücksichtigt werden, ist das Maß gegen einzelne stark abweichende Datenwerte resistent.

5.2.6 Konfidenzintervall und Irrtumswahrscheinlichkeit

Die aus Stichproben geschätzten Parameter für eine Grundgesamtheit weichen notwendigerweise fast immer von den wahren Parametern ab. Exakt den "richtigen" Wert zu erhalten, ist ein recht unwahrscheinliches Ereignis. Man kann jedoch zeigen, dass die meisten Stichprobenwerte nicht sehr weit vom wahren Wert abweichen. Im Rahmen der Statistik wird gezeigt, dass man aus der Stichprobe Intervalle schätzen kann, die den wahren Parameter mit einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeit (der Überdeckungswahrscheinlichkeit) enthalten. Diese Intervalle werden als Konfidenzintervalle bezeichnet. Andersherum wird häufig nach der Irrtumswahrscheinlichkeit gefragt, mit der das Intervall den wahren Parameter *nicht* enthält. Man erhält damit Aussagen folgender Art: Mit einer (Irrtums-)Wahrscheinlichkeit von p –enthält das Konfidenzintervall mit der Untergrenze GU und der Obergrenze GO nicht den wahren Wert. Häufig wählt man für p einen Wert von 0,05.

Der wahre Wert liegt entweder in dem gegebenen Intervall oder nicht. Eine Aussage über ein Konfidenzintervall ist mit einer (beispielsweise) 95-prozentigen Überdeckungswahrscheinlichkeit so zu verstehen, dass in 95 Prozent aller Stichproben das Konfidenzintervall den wahren Wert enthält.

5.3 Darstellung

Mittelwerte und Standardabweichungen sind für alle Messwerte und Teilnehmer in Tabellen angegeben und graphisch in Form von Boxplots dargestellt. Die Darstellung in Tabellenform erfolgt bei den einzelnen Geräuscharten, die Boxplots werden als Zusammenfassung in einem eigenen Punkt 7 behandelt.

5.4 Berechnungen zu den einzelnen Aufgaben

Nach ÖNORM EN 20140-2 soll die Anzahl der teilnehmenden Laboratorien mindestens $p = 8$ betragen. Es wird jedoch empfohlen, diese Anzahl zu erhöhen um die Anzahl der erforderlichen Mehrfachmessungen zu verringern. Die Anzahl n der Prüfergebnisse in jedem Laboratorium sollte so gewählt werden, dass $p(n - 1) \geq 35$ ist.

5.4.1 Allgemein

Mit Ausnahme der Messaufgabe „Straßenverkehr“ wurden von 28 Teilnehmern ($p = 28$) jeweils 5 Mehrfachmessungen ($n = 5$) durchgeführt. Damit ergibt sich:

$$p(n - 1) = 28(5-1) = 112 \geq 35 \quad \text{Bedingung nach ÖNORM EN 20140-2 erfüllt.}$$

Aus den Mittelwerten der Standardabweichungen wurden für jede Prüfstelle die laborinterne Varianz und daraus die Wiederholgrenze r berechnet.



Die Varianz zwischen den teilnehmenden Prüfstellen wurde aus den Mittelwerten der einzelnen Messergebnisse und dem Mittelwert der laborinternen Varianz berechnet. Aus der Varianz zwischen den Labors leitet sich die Vergleichsgrenze R ab.

5.4.2 Immissionsmessung Straßenverkehr

Eine Prüfstelle hat bei der Immissionsmessung Straßenverkehr 6 zusätzliche Messteams eingesetzt, diese haben jeweils drei Wiederholmessungen durchgeführt. Um nun für alle Geräusche eine vergleichbare statistische Auswertung zu erreichen, wurde das Geräusch Straße gesondert behandelt.

Die Anzahl der Teilnehmer ergibt sich somit zu 33 ($p = 33$), wobei Teilnehmer Nr. 13 bei dieser Aufgabe keine Wiederholungsmessungen durchgeführt hat.

Damit kommen noch mehr Messergebnisse als bei allen anderen Geräuscharten hinzu, die Bedingung nach ÖNORM EN 20140-2 ist somit ebenfalls erfüllt.

Mit den Messwerten wurde wie oben verfahren. Die zusätzlichen Messwerte für den Straßenverkehr sind gesondert dargestellt.

5.5 Behandlung von Ausreißern

Potentielle Ausreißer wurden einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Es zeigte sich, dass derartige statistische Ausreißer zumeist gar keine wirklichen Ausreißer waren und weiter verwendet werden konnten. Die Ausreißer konnten auf einen handschriftlichen Übertragungsfehler zurückgeführt werden. Diese wurden nach Rücksprache mit dem jeweiligen Teilnehmer korrigiert und die richtigen Messwerte dafür eingesetzt.

Außer der oben angeführten Ausnahme wurden keine späteren Korrekturen durchgeführt. Die Ergebnisse dieses Ringversuchs geben damit die Vertrauensbereiche unkorrigierter Feldmessungen wieder.

6 ERGEBNISSE DER EINZELNEN AUFGABEN

Bei der Messung des Geräusches „Straße“ haben im Vergleich zu den anderen Signalen sechs weitere Messteams Ergebnisse geliefert. Dieser Umstand wurde genutzt, einen Vergleich der statistischen Auswertung mit den übrigen Teilnehmern vorzunehmen. Nach den Anforderungen der ÖNORM EN 20140-2 sollten mit hoher Wahrscheinlichkeit dieselben Werte für Wiederholgrenzen, Vergleichsgrenzen und Vertrauensbereiche erhalten werden wie bei der Auswertung mit den 27 Teilnehmern.

6.1 Straße

Beim Geräusch „Straße“ handelt es sich um eine sich periodisch wiederholende Aufnahme eines Straßenverkehrsgeräusches einer mittelstark befahrenen Straße. Der Anpassungswert im Sinne der ÖNORM S 5004 wurde nicht ausgewertet. Alle Teilnehmer waren, wie zu erwarten war, der Ansicht, dass hier kein Anpassungswert zu geben ist. Eine Begründung wurde nach dieser Erwartung auch gar nicht mehr abgefragt. Dieses Geräusch wurde auch zu dem Zweck gewählt, dass eine Gegenüberstellung mit den Vergleichsmessungen „Messung der Schallemission durch den Straßenverkehr“ aus dem Jahr 1995 möglich ist.

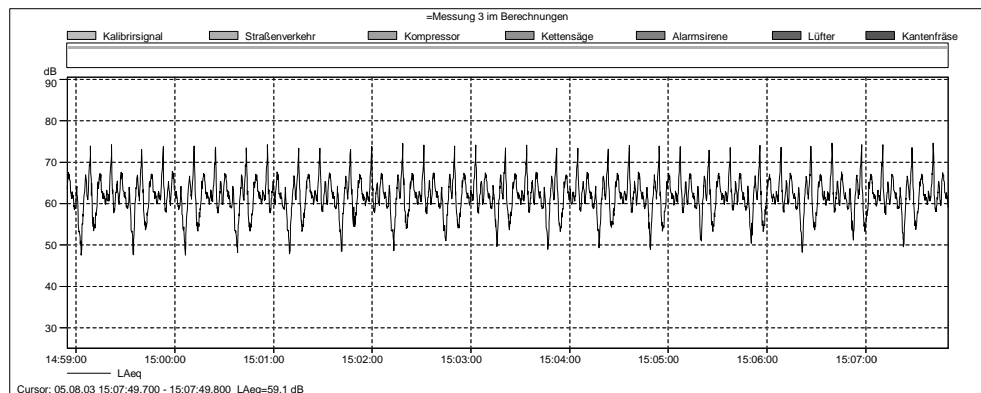


Abbildung 3: Pegel-Zeit-Verlauf des Straßenverkehrsgeräusch (beispielhafte Abbildung einer Prüfstelle)

Tabelle 2: Messaufgabe „Straßenverkehr“ - Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB - 27 Teilnehmer, welche alle anderen Signale auch gemessen haben

Einzelangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
$L_{A,eq}$	0,9	1,7	1,2
$L_{A,95}$	1,8	3,0	2,1
$L_{A,1}$	1,1	2,9	2,0

Tabelle 3: Messaufgabe „Straßenverkehr“ – Messwerte und Mittelwerte in dB

Nr.	L _{A,eq}					L _{A,95}					L _{A,1}				
1	63,9	63,9	63,9	63,8	63,7	53,9	53,8	53,9	54,2	54,0	71,8	71,7	71,8	71,8	71,6
	63,8					54,0					71,7				
2	64,1	63,5	63,4	63,6	64,3	54,5	53,8	53,9	54,4	54,8	70,3	70,1	69,8	70,2	70,3
	63,8					54,3					70,1				
3	63,0	62,9	62,6	62,7	62,7	52,3	52,2	51,8	52,0	52,2	71,3	71,1	70,8	71,0	70,9
	62,8					52,1					71,0				
4	63,8	63,8	64,0	64,5	63,9	53,5	53,5	53,8	54,5	53,9	72,0	72,2	72,3	72,4	72,2
	64,0					53,8					72,2				
5	63,8	63,9	64,1	63,9	64,0	53,8	54,0	54,4	54,1	54,2	72,0	72,2	72,4	72,1	72,2
	63,9					54,1					72,2				
6	63,4	63,6	63,5	63,8	63,6	54,0	54,5	54,5	54,5	54,5	68,0	67,5	67,5	68,0	68,0
	63,6					54,4					67,8				
7	63,5	63,6	63,0	x	x	53,6	53,7	52,8	x	x	71,0	71,1	71,2	x	x
	63,4					53,4					71,1				
8	63,2	63,5	62,9	62,5	63,2	53,0	53,5	52,2	52,1	53,3	71,3	71,3	71,2	71,0	71,2
	63,1					52,8					71,2				
9	63,2	63,1	63,0	62,9	62,7	53,1	53,1	53,0	52,7	52,9	71,4	71,3	71,3	71,0	70,4
	63,0					53,0					71,1				
10	63,4	63,5	63,6	63,6	63,4	52,9	53,1	53,0	53,3	52,7	71,7	71,4	71,6	71,7	71,6
	63,5					53,0					71,6				
11	63,8	63,5	63,7	63,7	63,2	53,5	53,3	54,2	53,5	53,8	72,3	70,5	70,7	71,2	71,8
	63,6					53,7					71,3				
12	63,2	62,3	62,3	62,3	62,6	53,1	51,8	51,8	51,9	52,6	71,1	70,7	70,4	70,4	70,4
	62,5					52,2					70,6				
13	63,8	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	63,8					x					x				
14	63,0	63,0	64,0	63,0	63,0	53,0	53,0	53,0	53,0	53,0	71,0	71,0	71,0	71,0	71,0
	63,2					53,0					71,0				
15	63,0	62,0	62,0	63,0	62,0	53,0	52,0	52,0	51,0	51,0	71,0	70,0	70,0	71,0	70,0
	62,4					51,8					70,4				
16	64,5	64,3	63,9	63,9	64,3	54,8	54,3	53,6	53,5	54,7	72,6	72,8	72,7	72,8	73,0
	64,2					54,2					72,8				
17	63,0	63,0	63,0	63,0	64,0	52,0	53,0	53,0	52,0	53,0	72,0	69,0	71,0	69,0	71,0
	63,2					52,6					70,4				
18	63,9	64,0	63,5	x	x	54,0	54,0	53,5	x	x	72,0	72,0	72,0	x	x
	63,8					53,8					72,0				
19	64,3	64,6	64,6	64,6	64,5	54,5	55,0	54,7	54,8	54,4	72,1	71,7	71,8	71,8	71,7
	64,5					54,7					71,8				
20	63,4	63,6	63,3	x	x	52,8	53,5	53,3	x	x	71,3	71,7	71,3	x	x
	63,4					53,2					71,4				
21	63,2	64,0	64,0	64,1	63,2	53,1	54,2	54,4	54,8	53,3	69,8	70,6	70,3	70,2	69,7
	63,7					54,0					70,1				
22	64,4	64,5	63,3	64,2	63,2	57,5	57,0	53,0	58,0	53,0	71,5	72,0	71,0	72,0	71,0
	63,9					55,7					71,5				
23	63,2	62,7	62,3	63,0	62,1	53,0	52,5	52,0	53,0	52,0	71,0	71,0	70,5	70,0	69,5
	62,7					52,5					70,4				
24	63,8	63,8	63,8	63,8	63,8	53,9	54,0	54,0	54,3	54,2	71,7	71,8	71,7	71,7	71,7
	63,8					54,1					71,7				
25	63,3	62,8	62,9	63,0	62,7	53,2	52,6	52,7	52,8	52,9	71,4	71,0	71,0	71,1	70,7
	62,9					52,8					71,0				
26	63,0	62,9	62,9	63,4	63,4	52,9	53,0	52,9	53,2	53,5	71,1	71,0	71,2	71,0	71,1
	63,1					53,1					71,1				
27	62,7	62,6	62,6	62,7	x	52,9	52,3	52,5	52,2	x	71,0	70,4	70,3	70,4	x
	62,7					52,5					70,5				
28	63,1	63,2	63,7	63,4	63,1	53,2	53,4	53,8	53,6	53,0	70,2	70,4	70,8	70,4	70,4
	63,3					53,4					70,4				

Im Vergleich dazu wurde auch für alle Teilnehmer eine statistische Auswertung durchgeführt:

Tabelle 4: Messaufgabe „Straßenverkehr“ - Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB - alle Teilnehmer

Einzehlangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
L _{A,eq}	0,9	1,6	1,1
L _{A,95}	1,7	2,8	2,0
L _{A,1}	1,1	2,7	1,9

Tabelle 5: Messaufgabe „Straßenverkehr“ – Messwerte und Mittelwerte in dB
Ergebnisse der sechs zusätzlichen Messteams.

Nr.	L _{A,eq}						L _{A,95}						L _{A,1}					
1+	63,2	63,3	63,0	x	x		52,9	53,0	52,9	x	x		71,6	71,6	71,4	x	x	
	63,2						52,9						71,5					
2+	63,3	63,3	63,0	x	x		53,3	53,1	53,0	x	x		71,0	71,1	70,7	x	x	
	63,2						53,1						70,9					
3+	63,0	63,1	63,3	x	x		52,9	53,1	53,2	x	x		70,6	70,7	71,1	x	x	
	63,1						53,1						70,8					
4+	63,3	63,5	63,2	x	x		52,9	53,2	52,7	x	x		71,1	71,4	71,4	x	x	
	63,3						52,9						71,3					
5+	63,4	63,4	63,2	x	x		53,1	53,2	53,0	x	x		71,5	71,4	71,3	x	x	
	63,3						53,1						71,4					
6+	63,2	63,5	63,0	x	x		53,2	53,4	52,9	x	x		70,9	71,0	70,8	x	x	
	63,2						53,2						70,9					

Vergleich der statistischen Ergebnisse:

*Tabelle 6: Messaufgabe „Straßenverkehr“ - Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB
Ergebnisse der Auswertung der 27 Teilnehmer und aller Teilnehmer
Darstellung der Absolutwerte der Abweichungen*

Einzahlangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
L _{A,eq} 27 Teilnehmer	0,9	1,7	1,2
L _{A,eq} alle	0,9	1,6	1,1
Differenz	0,0	0,1	0,1
L _{A,95} 27 Teilnehmer	1,8	3,0	2,1
L _{A,95} alle	1,7	2,8	2,0
Differenz	0,1	0,2	0,1
L _{A,1} 27 Teilnehmer	1,1	2,9	2,0
L _{A,1} alle	1,1	2,7	1,9
Differenz	0,0	0,2	0,1

Bereits bei der Überprüfung der Bedingungen für die Mehrfachmessung und Anzahl der Teilnehmer ist ersichtlich, dass der vorliegende Ringversuch eine sehr hohe statistische Qualität erwarten lässt. Bei den 28 Teilnehmern waren mehr als ausreichend viele Mehrfachmessungen vorhanden. Bei der großen Anzahl von Prüfergebnissen kann erwartet werden, dass sich bei Auswertung einer weiteren Anzahl von Prüfstellen bzw. Messungen die Werte für die Wiederholgrenzen r, die Vergleichsgrenzen R und damit die Vertrauensbereiche nicht mehr entscheidend verändern werden.

Die Analyse zeigt in der Tabelle 6, dass die Abweichungen bei erhöhter Teilnehmerzahl und zusätzlichen Mehrfachmessungen marginal sind.

Die gemeinsame Darstellung der verschiedenen Auswertefälle erfolgt ebenfalls in eigenen Boxplots.

6.2 Kompressor

Das Geräusch wurde von etlichen Teilnehmern als tonhaltig qualifiziert, von einigen wurde der subjektive Eindruck dieser Geräuschcharakteristik verneint. Der messtechnische Nachweis des Terzbandkriteriums ist hier nicht in allen Fällen gelungen. Interessant ist hier, dass auch die Ansicht vertreten wurde, dass es sich zwar um ein schmalbandiges, aber deshalb noch nicht tonhaltiges Geräusch handelt.

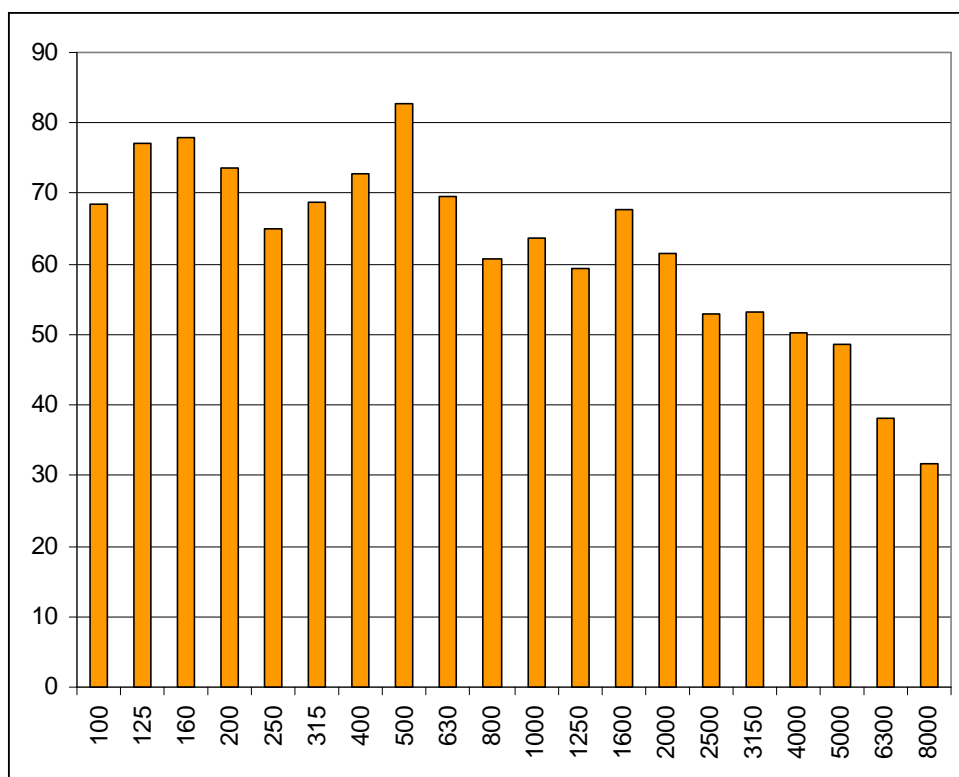


Abbildung 4: Spektrum des Geräusches „Kompressor“ (beispielhafte Darstellung aus eigener Messung)

Tabelle 7: Messaufgabe „Kompressor“- Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB

Einzelangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
$L_{A,eq}$	1,0	2,8	2,0
L_z	0,0	7,0	4,9
L_r	1,0	7,5	5,3

Tabelle 8: Messaufgabe „Kompressor“ – Messwerte und Mittelwerte in dB

Nr.	$L_{A,eq}$					L_z					L_r				
1	80,4	80,5	80,5	80,7	80,4	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	86,4	86,5	86,5	86,7	86,4
	80,5					6,0					86,5				
2	80,7	80,4	80,3	80,4	80,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	83,7	83,4	83,3	83,4	83,7
	80,5					3,0					83,5				
3	80,1	79,9	79,9	79,8	80,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	86,1	85,9	85,9	85,8	86,0
	79,9					6,0					85,9				
4	81,5	81,0	81,2	81,4	81,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,5	81,0	81,2	81,4	81,0
	81,2					0,0					81,2				
5	78,5	78,6	78,6	78,4	78,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	84,5	84,6	84,6	84,4	84,5
	78,5					6,0					84,5				
6	80,2	79,8	80,2	80,3	80,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	83,2	82,8	83,2	83,3	83,1
	80,1					3,0					83,1				
7	78,7	78,3	78,2	78,7	78,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	81,7	81,3	81,2	81,7	81,9
	78,6					3,0					81,6				
8	80,0	80,5	79,5	79,6	79,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	86,0	86,5	85,5	85,6	85,9
	79,9					6,0					85,9				
9	80,0	79,7	79,8	80,1	79,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	86,0	85,7	85,8	86,1	85,8
	79,9					6,0					85,9				
10	80,4	80,8	80,7	80,7	80,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	86,4	86,8	86,7	86,7	86,8
	80,7					6,0					86,7				
11	79,3	79,1	78,9	79,0	79,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	85,3	85,1	84,9	85,0	85,1
	79,1					6,0					85,1				
12	80,2	80,0	80,5	80,5	80,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	80,2	80,0	80,5	80,5	80,4
	80,3					0,0					80,3				
13	78,6	78,1	77,9	78,4	78,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	81,6	81,1	80,9	81,4	81,5
	78,3					3,0					81,3				
14	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	78,0	78,0	78,0	78,0	78,0
	78,0					0,0					78,0				
15	80,0	79,0	79,0	78,0	78,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	86,0	85,0	85,0	84,0	84,0
	78,8					6,0					84,8				
16	82,2	81,3	81,0	81,1	81,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,2	81,3	81,0	81,1	81,3
	81,4					0,0					81,4				
17	79,4	80,2	78,9	79,4	78,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	85,0	86,0	85,0	85,0	85,0
	79,4					6,0					85,2				
18	x	78,7	78,2	79,0	79,3	x	3,0	3,0	3,0	3,0	x	81,7	81,2	82,0	82,3
	78,8					3,0					81,8				
19	78,5	78,4	78,2	78,2	78,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	84,5	84,4	84,2	84,2	84,1
	78,3					6,0					84,3				
20	78,2	78,6	78,2	78,6	78,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	81,2	81,6	81,2	81,6	81,7
	78,5					3,0					81,5				
21	80,2	80,7	80,6	80,6	80,2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	86,2	86,7	86,6	86,6	86,2
	80,5					6,0					86,5				
22	78,8	78,6	78,4	78,2	78,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	79,0	79,0	78,0	78,0	78,0
	78,5					0,0					78,4				
23	80,6	80,0	80,1	80,4	79,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,0	80,0	80,0	80,0	80,0
	80,1					0,0					80,2				
24	80,4	80,4	80,5	80,5	80,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	86,4	86,4	86,5	86,5	86,5
	80,5					6,0					86,5				
25	81,4	79,0	79,7	79,6	79,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	87,0	85,0	86,0	86,0	86,0
	79,8					6,0					86,0				
26	79,6	79,8	79,8	80,1	80,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	85,6	85,8	85,8	86,1	86,5
	80,0					6,0					86,0				
27	80,1	79,5	79,5	79,4	x	6,0	6,0	6,0	6,0	x	86,1	85,5	85,5	85,4	x
	79,6					6,0					85,6				
28	79,9	80,1	80,2	80,2	80,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	85,9	86,1	86,2	86,2	86,3
	80,1					6,0					86,1				

6.3 Kantenfräse

Subjektiv wurde die Tonkomponente im 500 Hz-Band von der Mehrheit der Teilnehmer festgestellt, von manchen wurde die Tonalität aber auch verneint. Der messtechnische Nachweis des Terzbandkriteriums war nicht immer möglich.

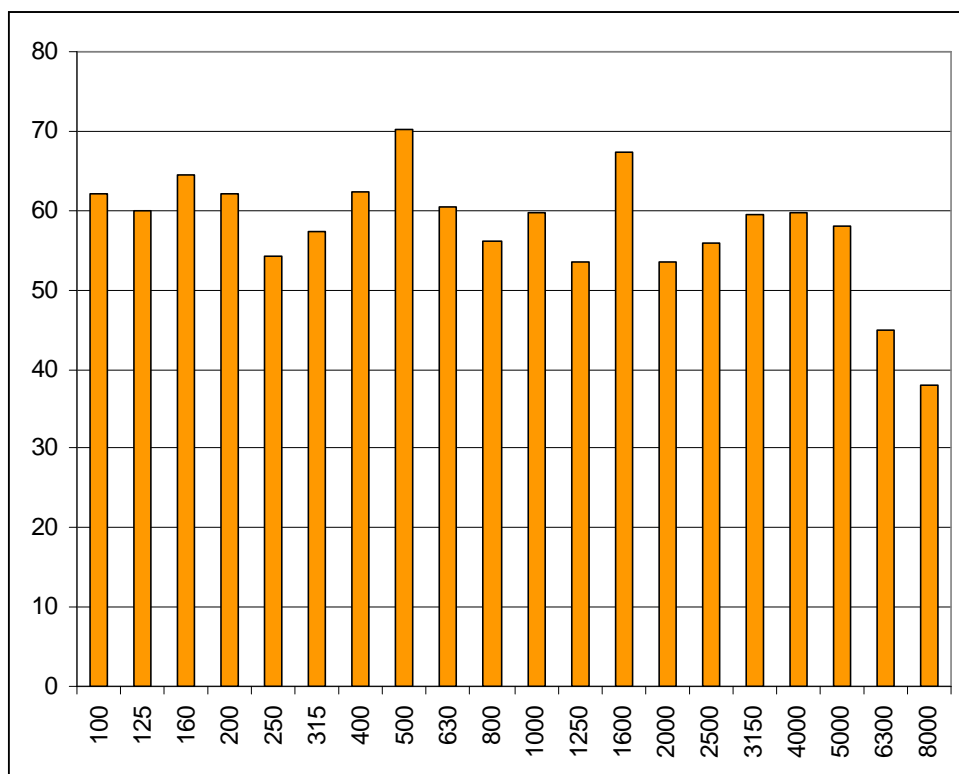


Abbildung 5: Spektrum des Geräusches „Kantenfräse“ über die Messdauer (beispielhafte Darstellung aus eigener Messung)

Tabelle 9: Messaufgabe „Kantenfräse“ - Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB

Einzahlangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
L _{A,eq}	1,6	3,1	2,2
L _Z	0,9	4,9	3,4
L _r	1,9	4,4	3,1

Tabelle 10: Messaufgabe „Kompressor“ – Messwerte und Mittelwerte in dB

Nr.	L _{A,eq}					L _Z					L _r				
1	74,6	74,6	74,5	74,6	74,4	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	80,6	80,6	80,5	80,6	80,4
	74,5					6,0					80,5				
2	74,4	73,6	73,5	73,7	74,4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	77,4	76,6	76,5	76,7	77,4
	73,9					3,0					76,9				
3	73,7	73,6	73,5	73,6	73,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,7	79,6	79,5	79,6	79,6
	73,6					6,0					79,6				
4	75,9	74,7	75,3	76,4	74,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,9	74,7	75,3	76,4	74,9
	75,4					0,0					75,4				
5	74,1	73,5	73,7	73,5	73,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	80,1	79,5	79,7	79,5	79,6
	73,7					6,0					79,7				
6	73,8	73,8	74,0	74,3	74,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	76,8	76,8	77,0	77,3	77,1
	74,0					3,0					77,0				
7	73,4	72,5	72,4	71,9	71,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,4	78,5	78,4	77,9	77,9
	72,4					6,0					78,4				
8	73,8	74,7	73,3	73,0	74,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	76,8	77,7	76,3	76,0	77,5
	73,9					6,0					76,9				
9	74,3	74,1	74,0	73,3	74,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	80,3	80,1	80,0	79,3	80,5
	74,0					6,0					80,0				
10	73,7	73,7	73,3	73,6	73,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,7	79,7	79,3	79,6	79,3
	73,5					6,0					79,5				
11	72,6	72,9	72,7	72,8	72,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	77,6	77,9	77,7	77,8	77,9
	72,8					5,0					77,8				
12	72,8	72,7	72,5	72,5	72,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	78,8	78,7	78,5	78,5	78,5
	72,6					6,0					78,6				
13	73,8	72,6	72,6	72,3	72,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,8	78,6	78,6	78,3	78,3
	72,7					6,0					78,7				
14	72,0	72,0	74,0	72,0	72,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	78,0	78,0	80,0	78,0	78,0
	72,4					6,0					78,4				
15	73,0	72,0	72,0	72,0	72,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,0	78,0	78,0	78,0	78,0
	72,2					6,0					78,2				
16	77,8	76,1	74,9	75,3	75,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	77,8	76,1	74,9	75,3	75,6
	75,9					0,0					75,9				
17	73,8	72,7	72,8	74,0	73,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	80,0	79,0	79,0	80,0	79,0
	73,3					6,0					79,4				
18	74,1	73,1	72,8	73,4	73,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	80,1	79,1	78,8	79,4	79,7
	73,4					6,0					79,4				
19	75,7	75,7	75,7	75,7	75,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	81,7	81,7	81,7	81,7	81,6
	75,7					6,0					81,7				
20	73,8	72,7	72,4	72,4	72,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,8	78,7	78,4	78,4	78,5
	72,8					6,0					78,8				
21	73,0	74,1	74,0	74,3	73,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,0	80,1	80,0	80,3	79,1
	73,7					6,0					79,7				
22	73,5	73,1	72,7	72,1	72,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	80,0	79,0	79,0	78,0	79,0
	72,8					6,0					79,0				
23	74,4	73,5	73,2	73,8	71,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	80,0	80,0	79,0	80,0	77,0
	73,2					6,0					79,2				
24	74,0	74,7	74,4	74,4	74,4	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	80,0	80,7	80,4	80,4	80,4
	74,4					6,0					80,4				
25	73,0	72,6	72,4	72,8	73,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0
	72,8					6,0					79,0				
26	73,7	73,7	73,6	74,9	74,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	79,7	79,7	79,6	80,9	80,8
	74,1					6,0					80,1				
27	72,3	72,1	72,1	72,0	x	6,0	6,0	6,0	6,0	x	78,3	78,1	78,1	78,0	x
	72,1					6,0					78,1				
28	72,8	73,1	73,7	73,3	72,5	3,0	6,0	6,0	3,0	3,0	75,8	79,1	79,7	76,3	75,5
	73,1					4,2					77,3				

6.4 Stanze

In diesem periodisch schwankenden Geräusch wurde von vielen Teilnehmern eine Impulshaltigkeit festgestellt. Der Nachweis des Impulskriteriums, wonach der volle Zuschlag von 5 dB nur dann zu geben ist, wenn sich die A-bewerteten Maximalpegel bei der Anzeigedynamik „Impuls“ um mindestens 2 dB von den Maximalpegeln bei der Anzeigedynamik „schnell“ unterscheiden, ist aber nicht immer messtechnisch möglich gewesen. Ein Teilnehmer hat auch eine Tonhaltigkeit erkannt und nach messtechnischem Nachweis des Terzbandkriteriums 6 dB als Anpassungswert vergeben.

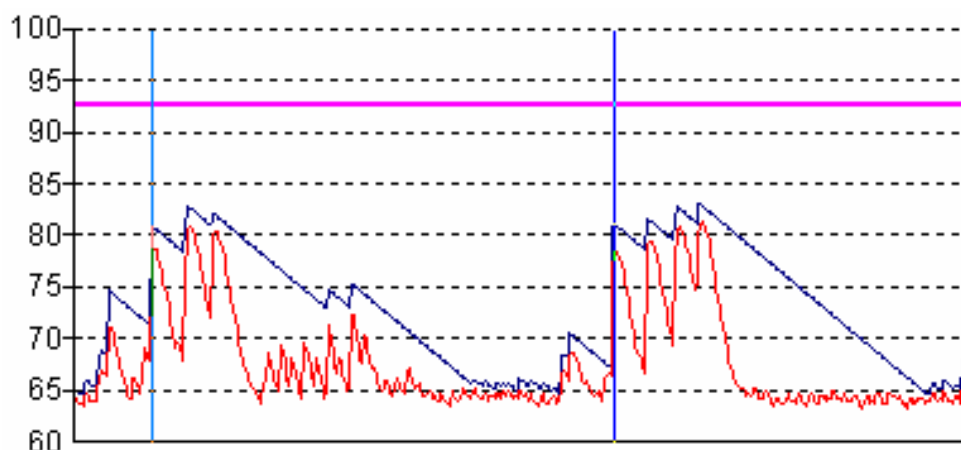


Abbildung 6: Pegel-Zeit-Verlauf des Geräusches „Stanze“ mit Zeitbewertung „fast“ und „impuls“; (beispielhafter Messausschnitt eines Teilnehmers)

Tabelle 11: Messaufgabe „Stanze“ - Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB

Einzehlangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
$L_{A,eq}$	1,5	2,7	1,9
L_z	1,4	2,8	2,0
L_r	1,9	3,6	2,6

Tabelle 12: Messaufgabe „Stanze“ – Messwerte und Mittelwerte in dB

Nr.	L _{A,eq}					L _Z					L _r				
1	67,9	67,7	67,7	67,6	67,5	5,0	5,0	6,0	5,0	5,0	72,9	72,7	73,7	72,6	72,5
	67,7					5,2					72,9				
2	68,4	68,1	68,0	68,1	68,3	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	73,4	73,1	73,0	73,1	73,1
	68,2					5,0					73,1				
3	67,1	67,3	66,5	66,6	66,7	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	72,1	72,3	71,5	71,6	71,7
	66,8					5,0					71,8				
4	69,2	67,6	68,0	68,4	67,9	3,0	5,0	3,0	3,0	5,0	72,2	72,6	71,0	71,4	72,9
	68,2					3,8					72,0				
5	68,3	68,3	68,0	68,1	68,2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	73,3	73,3	73,0	73,1	73,2
	68,2					5,0					73,2				
6	70,6	70,8	70,9	71,7	70,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	75,6	75,8	75,9	76,7	75,9
	71,0					5,0					76,0				
7	68,6	67,5	67,8	67,5	67,4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	71,6	70,5	70,8	70,5	70,4
	67,8					3,0					70,8				
8	67,1	67,4	66,6	66,4	67,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	70,1	70,4	69,6	69,4	70,0
	66,9					3,0					69,9				
9	66,7	66,9	66,8	67,1	66,8	5,0	5,0	5,0	3,0	3,0	71,7	71,9	71,8	70,1	69,8
	66,9					4,2					71,1				
10	67,5	67,9	67,7	67,8	x	5,0	5,0	5,0	5,0	x	72,5	72,9	72,7	72,8	x
	67,7					5,0					72,7				
11	68,1	68,4	68,5	68,4	68,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	71,1	71,4	71,5	71,4	71,3
	68,3					3,0					71,3				
12	68,1	66,8	66,4	66,8	67,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	73,1	71,8	71,4	71,8	72,1
	67,0					5,0					72,0				
13	68,6	67,5	67,7	67,6	67,4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	71,6	70,5	70,7	70,6	70,4
	67,8					3,0					70,8				
14	68,0	68,0	68,0	67,0	67,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	73,0	73,0	73,0	72,0	72,0
	67,6					5,0					72,6				
15	67,0	66,0	66,0	69,0	66,0	5,0	5,0	5,0	6,0	5,0	72,0	71,0	71,0	75,0	71,0
	66,8					5,2					72,0				
16	69,2	67,9	67,7	67,8	67,9	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	72,2	70,9	70,7	70,8	70,9
	68,1					3,0					71,1				
17	67,7	67,9	66,8	68,2	67,2	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	73,0	73,0	72,0	73,0	72,0
	67,6					5,0					72,6				
18	69,0	67,9	67,8	68,2	68,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	72,0	70,9	70,8	71,2	71,1
	68,2					3,0					71,2				
19	68,3	68,3	68,2	68,2	68,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	73,3	73,3	73,2	73,2	73,1
	68,2					5,0					73,2				
20	69,0	66,0	69,1	68,1	69,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	72,0	69,0	72,1	71,1	72,2
	68,3					3,0					71,3				
21	67,7	68,2	68,7	68,3	67,8	5,0	3,0	5,0	5,0	5,0	72,7	71,2	73,7	73,3	72,8
	68,1					4,6					72,7				
22	68,8	68,5	68,0	68,3	67,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	72,0	72,0	71,0	71,0	71,0
	68,2					3,0					71,4				
23	67,1	67,6	66,2	67,0	66,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	72,0	73,0	71,0	72,0	72,0
	66,9					5,0					72,0				
24	67,7	67,7	67,7	67,6	67,7	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	72,2	72,2	72,7	72,6	72,7
	67,7					5,0					72,5				
25	67,5	66,6	66,6	66,7	66,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	73,0	72,0	72,0	72,0	72,0
	66,8					5,0					72,2				
26	66,7	66,7	66,7	67,4	67,2	3,0	5,0	5,0	5,0	3,0	69,7	71,7	71,7	72,4	70,2
	66,9					4,2					71,1				
27	67,1	66,9	66,8	66,6	x	5,0	5,0	5,0	5,0	x	72,1	71,9	71,8	71,6	x
	66,9					5,0					71,9				
28	67,1	67,2	67,5	67,4	67,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	72,1	72,2	72,5	72,4	72,1
	67,3					5,0					72,3				

6.5 Kettensäge

Auch bei diesem Geräusch war die Mehrzahl der Teilnehmer der Auffassung, dass eine tonale Charakteristik vorliegt. Von anderen Teilnehmern wurde sie aber auch gänzlich verneint. Die Begründung dafür liegt darin, dass eine Kettensäge im Wesentlichen ein Motorengeräusch ist und dieses unter Hinweis auf den Verkehrslärm keinen Anpassungswert rechtfertigt.

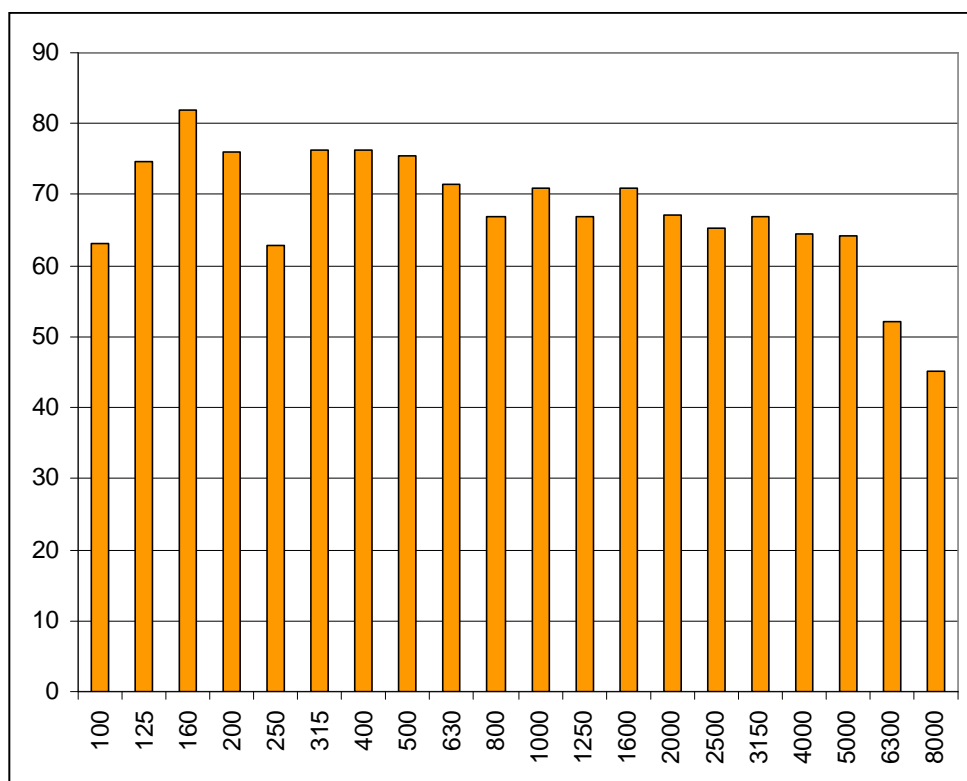


Abbildung 7: Spektrum des Geräusches „Kettensäge“ über die Messdauer
(beispielhafte Darstellung aus eigener Messung)

Tabelle 13: Messaufgabe „Kettensäge“ - Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB

Einzahlangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
$L_{A,eq}$	1,0	1,8	1,3
L_z	0,7	7,4	5,2
L_r	1,2	8,0	5,7

Tabelle 14: Messaufgabe „Kettensäge“ – Messwerte und Mittelwerte in dB

Nr.	$L_{A,eq}$					L_z					L_r				
1	82,9	82,7	82,9	82,7	82,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,9	88,7	88,9	88,7	88,5
	82,7					6,0					88,7				
2	83,3	82,7	82,7	82,7	83,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	83,3	82,7	82,7	82,7	83,6
	83,0					0,0					83,0				
3	82,1	82,1	81,5	81,6	81,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,1	82,1	81,5	81,6	81,8
	81,8					0,0					81,8				
4	83,0	82,3	82,6	83,5	82,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,0	88,3	88,6	89,5	88,8
	82,8					6,0					88,8				
5	82,5	82,5	82,4	82,3	82,4	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,5	88,5	88,4	88,3	88,4
	82,4					6,0					88,4				
6	82,5	82,5	82,2	83,5	83,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,5	82,5	82,2	83,5	83,1
	82,8					0,0					82,8				
7	82,1	82,5	82,5	82,1	82,2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,1	88,5	88,5	88,1	88,2
	82,3					6,0					88,3				
8	81,6	82,4	81,2	81,1	81,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	87,6	88,4	87,2	87,1	87,5
	81,6					6,0					87,6				
9	81,2	81,4	81,1	81,6	81,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,2	81,4	81,1	81,6	81,6
	81,4					0,0					81,4				
10	82,2	82,9	82,3	82,3	x	6,0	6,0	6,0	6,0	x	88,2	88,9	88,3	88,3	x
	82,4					6,0					88,4				
11	82,6	82,8	82,7	82,1	82,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	87,6	87,8	87,7	87,1	87,5
	82,5					5,0					87,5				
12	82,1	80,9	81,9	80,9	81,4	3,0	6,0	6,0	6,0	6,0	85,1	86,9	87,9	86,9	87,4
	81,4					5,4					86,8				
13	82,0	82,3	82,2	81,7	81,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,0	88,3	88,2	87,7	87,6
	82,0					6,0					88,0				
14	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,0	82,0	82,0	82,0	82,0
	82,0					0,0					82,0				
15	82,0	82,0	82,0	81,0	81,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,0	88,0	88,0	87,0	87,0
	81,6					6,0					87,6				
16	83,3	82,6	82,1	82,8	82,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,3	88,6	88,1	88,8	88,7
	82,7					6,0					88,7				
17	82,4	82,3	81,4	82,6	81,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,0	88,0	87,0	89,0	88,0
	82,1					6,0					88,0				
18	81,4	82,0	82,1	81,9	82,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	87,4	88,0	88,1	87,9	88,3
	81,9					6,0					87,9				
19	83,0	83,1	82,9	82,9	82,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,0	89,1	88,9	88,9	88,9
	83,0					6,0					89,0				
20	81,7	82,1	81,9	82,3	82,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	87,7	88,1	87,9	88,3	88,5
	82,1					6,0					88,1				
21	82,5	83,4	83,3	83,3	82,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,5	89,4	89,3	89,3	88,5
	83,0					6,0					89,0				
22	82,2	82,7	82,2	81,8	82,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,0	89,0	88,0	88,0	88,0
	82,2					6,0					88,2				
23	82,1	81,7	81,0	81,9	81,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	85,0	85,0	84,0	85,0	84,0
	81,6					3,0					84,6				
24	82,9	82,9	83,0	82,8	83,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,9	88,9	89,0	88,8	89,0
	82,9					6,0					88,9				
25	81,7	81,2	81,3	81,3	81,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	82,0	81,0	81,0	81,0	81,0
	81,3					0,0					81,2				
26	81,2	81,1	81,3	82,2	81,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,2	81,1	81,3	82,2	81,8
	81,5					0,0					81,5				
27	81,5	81,3	81,2	81,0	x	6,0	6,0	6,0	6,0	x	87,5	87,3	87,2	87,0	x
	81,3					6,0					87,3				
28	82,1	82,4	82,7	82,7	82,2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	88,1	88,4	88,7	88,7	88,2
	82,4					6,0					88,4				

6.6 Alarmsirene

Die Alarmsirene war das am unterschiedlichsten diskutierte Geräusch. Im Signal waren zwei Alarmsirenen, deren Frequenz auf- und abschwelte, überlagert. In der nachstehenden Multispektrendarstellung ist gut erkennbar, wie die Maxima die verschiedenen Terzbänder durchwandern. So stellte sich vielen Teilnehmern die Frage, ob das Terzbandkriterium über die Messdauer oder für einzelne Momente nachzuweisen ist. Für viele Teilnehmer ist dies aus der ÖNORM S 5004 nicht eindeutig ersichtlich. Von zwei Teilnehmern wurde ein Anpassungswert für Informationshaltigkeit vergeben, dabei mit der Begründung, dass in der Musik wiederholt Sirenen als „Instrumente“ Verwendung finden (vgl. George Gershwin, Jethro Tull). Ein anderer Teilnehmer argumentierte, dass Warnsignale allgemein Aufmerksamkeit erregen müssen und daher nicht mit Lästigkeitszuschlägen versehen werden sollten.

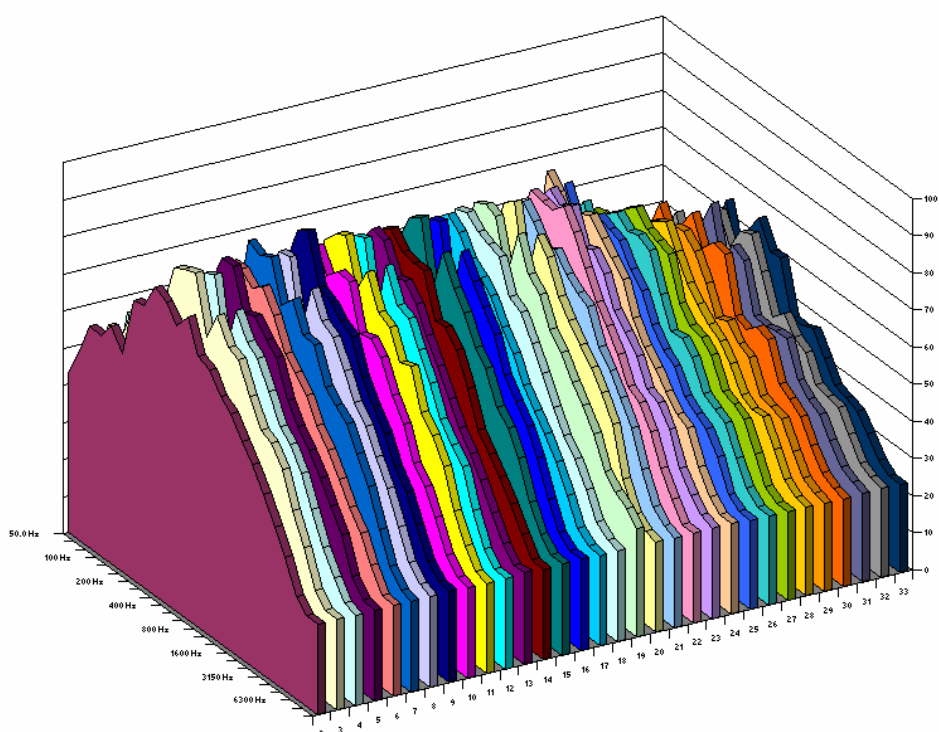


Abbildung 8: Spektrum in Sekundenauflösung des Geräusches „Alarmsirene“ (beispielhafte Darstellung aus eigener Messung)

Tabelle 15: Messaufgabe „Alarmsirene“ - Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB

Einzelangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
$L_{A,eq}$	1,8	2,9	2,1
L_Z	0,9	4,4	3,1
L_r	2,0	4,9	3,4

Tabelle 16: Messaufgabe „Alarmsirene“ – Messwerte und Mittelwerte in dB

Nr.	L _{A,eq}					L _Z					L _r				
1	84,5	84,3	84,4	84,2	83,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	89,5	89,3	89,4	89,2	88,9
	84,3					5,0					89,3				
2	85,6	85,6	85,6	85,5	85,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	88,6	88,6	88,6	88,5	88,7
	85,6					3,0					88,6				
3	84,4	84,3	89,9	84,5	84,4	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	89,4	89,3	94,9	89,5	89,4
	85,5					5,0					90,5				
4	84,6	84,7	84,7	84,7	84,3	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	87,6	87,7	87,7	87,7	87,3
	84,6					3,0					87,6				
5	84,2	84,1	84,2	84,1	84,2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	90,2	90,1	90,2	90,1	90,2
	84,2					6,0					90,2				
6	81,7	82,3	82,5	83,7	82,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	87,7	88,3	88,5	89,7	88,7
	82,6					6,0					88,6				
7	85,1	84,9	84,8	84,9	84,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	91,1	90,9	90,8	90,9	90,6
	84,9					6,0					90,9				
8	84,1	85,2	82,9	83,1	83,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	90,1	91,2	88,9	89,1	89,7
	83,8					6,0					89,8				
9	83,1	82,5	82,5	82,1	82,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,1	88,5	88,5	88,1	88,3
	82,5					6,0					88,5				
10	84,9	84,8	85,1	85,1	x	3,0	3,0	3,0	3,0	x	87,7	87,6	87,9	87,9	x
	85,0					3,0					87,8				
11	85,0	84,6	84,7	84,9	85,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	91,0	90,6	90,7	90,9	91,0
	84,8					6,0					90,8				
12	82,8	83,8	83,8	83,7	84,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	85,8	86,8	86,8	86,7	87,1
	83,6					3,0					86,6				
13	83,9	84,3	84,5	84,2	84,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,9	90,3	90,5	90,2	90,3
	84,2					6,0					90,2				
14	84,0	86,0	85,0	83,0	84,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	84,0	86,0	85,0	83,0	84,0
	84,4					0,0					84,4				
15	84,0	84,0	84,0	84,0	84,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
	84,0					6,0					90,0				
16	84,6	84,9	84,4	84,3	84,4	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	87,6	87,9	87,4	87,3	87,4
	84,5					3,0					87,5				
17	84,8	83,6	84,2	83,9	84,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	91,0	90,0	90,0	90,0	91,0
	84,3					6,0					90,4				
18	83,3	83,1	83,4	83,1	82,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,3	89,1	89,4	89,1	88,6
	83,1					6,0					89,1				
19	83,8	84,3	84,1	83,8	84,2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,8	90,3	90,1	89,8	90,2
	84,0					6,0					90,0				
20	83,1	84,3	83,0	84,1	84,4	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,1	90,3	89,0	90,1	90,4
	83,8					6,0					89,8				
21	85,7	85,8	85,9	86,0	85,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	91,7	91,8	91,9	92,0	91,7
	85,8					6,0					91,8				
22	84,0	83,9	83,8	83,6	83,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
	83,8					6,0					90,0				
23	84,3	83,8	83,6	84,4	84,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0
	84,1					3,0					87,0				
24	84,8	84,6	84,5	84,7	84,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	90,8	90,6	90,5	90,7	90,7
	84,7					6,0					90,7				
25	87,0	85,6	86,0	86,0	85,1	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	92,0	91,0	91,0	91,0	90,0
	85,9					5,0					91,0				
26	83,0	83,4	83,9	83,6	83,2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	89,0	89,4	89,9	89,6	89,2
	83,4					6,0					89,4				
27	84,2	84,1	84,3	84,2	x	6,0	6,0	6,0	6,0	x	90,2	90,1	90,3	90,2	x
	84,2					6,0					90,2				
28	85,7	85,2	85,2	85,4	84,9	3,0	6,0	6,0	6,0	3,0	88,7	91,2	91,2	91,4	87,9
	85,3					4,8					90,1				

6.7 Lüfter

Im Wesentlichen waren sich die Teilnehmer einig, dass hier ein tonales Geräusch dargeboten wurde. In diesen Fällen gelang zumeist der messtechnische Nachweis des Terzbandkriteriums. Die hörbare Tonkomponente wurde aber von einigen Messteams verneint. Interessant ist der Umstand, dass von einem Teilnehmer das Signal z.B. als Geräusch mit singendem, hochfrequentem Einzelton eingestuft wurde, das Terzbandkriterium aber im 160 Hz-Band nachgewiesen wurde.

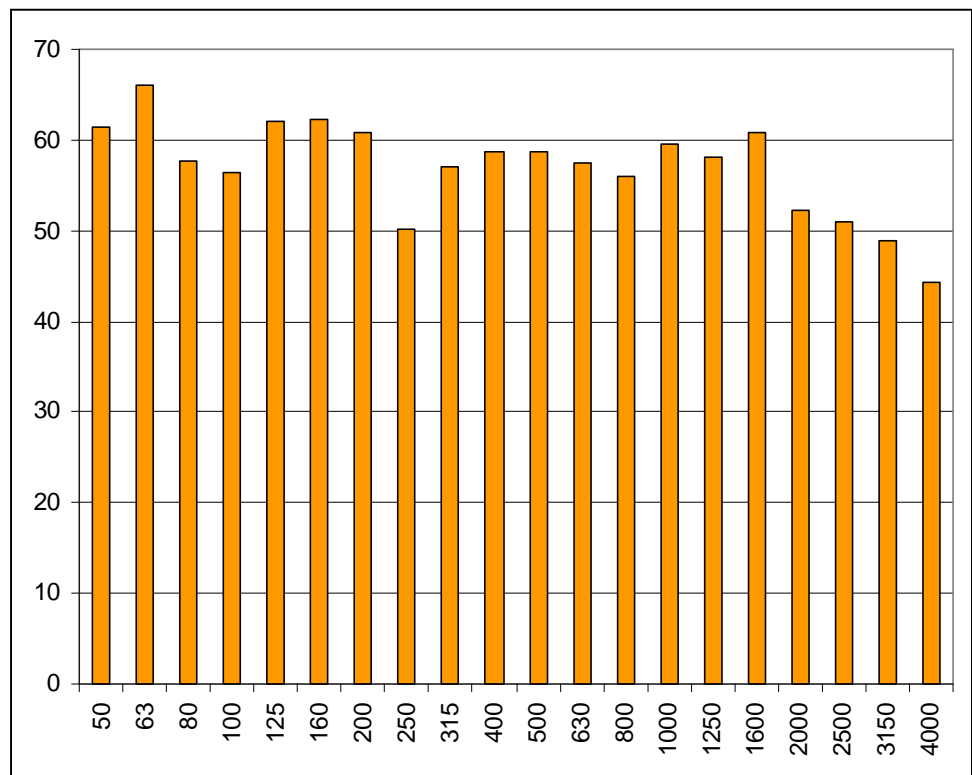


Abbildung 9: Spektrum des gleich bleibenden Geräusches „Lüfter“ (beispielhafte Darstellung aus eigener Messung)

Tabelle 17: Geräusch „Lüfter“ - Wiederholgrenze, Vergleichsgrenze und Vertrauensbereich in dB

Einzelangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
$L_{A,eq}$	1,3	3,2	2,2
L_z	0,7	6,1	4,3
L_r	1,4	5,1	3,6

Tabelle 18: Messaufgabe „Lüfter“ – Messwerte und Mittelwerte in dB

Nr.	L _{A,eq}					L _Z					L _r				
1	69,3	69,1	69,2	69,1	68,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	75,3	75,1	75,2	75,1	74,8
	69,1					6,0					75,1				
2	69,7	68,6	68,5	68,5	69,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	72,7	71,6	71,5	71,5	72,8
	69,0					3,0					72,0				
3	68,0	67,9	67,7	67,8	67,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,0	73,9	73,7	73,8	73,8
	67,8					6,0					73,8				
4	69,1	68,8	69,3	70,4	69,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	69,1	68,8	69,3	70,4	69,1
	69,3					0,0					69,3				
5	68,7	68,6	68,5	68,4	68,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,7	74,6	74,5	74,4	74,6
	68,6					6,0					74,6				
6	71,8	72,0	72,0	72,2	71,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	71,8	72,0	72,0	72,2	71,5
	71,9					0,0					71,9				
7	67,6	67,6	67,6	67,1	67,2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	73,6	73,6	73,6	73,1	73,2
	67,4					6,0					73,4				
8	67,9	69,2	67,8	67,2	68,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	73,9	75,2	73,8	73,2	74,8
	68,2					6,0					74,2				
9	68,6	68,6	68,4	67,8	68,8	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	71,6	71,6	71,4	70,8	71,8
	68,4					3,0					71,4				
10	68,4	68,5	68,4	68,5	x	0,0	0,0	0,0	0,0	x	68,4	68,5	68,4	68,5	x
	68,5					0,0					68,5				
11	67,4	67,6	67,5	67,9	68,9	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	73,4	73,6	73,5	73,9	74,9
	67,9					6,0					73,9				
12	67,3	67,0	67,0	66,8	67,7	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	73,3	73,0	73,0	72,8	73,7
	67,2					6,0					73,2				
13	67,4	67,4	67,4	67,2	67,3	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	73,4	73,4	73,4	73,2	73,3
	67,3					6,0					73,3				
14	68,0	68,0	68,0	67,0	67,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,0	74,0	74,0	73,0	73,0
	67,6					6,0					73,6				
15	68,0	67,0	67,0	67,0	67,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,0	73,0	73,0	73,0	73,0
	67,2					6,0					73,2				
16	70,7	70,0	69,1	69,2	69,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	70,7	70,0	69,1	69,2	69,4
	69,7					0,0					69,7				
17	69,4	67,7	67,7	68,6	68,5	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	75,0	74,0	74,0	75,0	75,0
	68,4					6,0					74,6				
18	67,6	67,7	67,8	67,6	x	6,0	6,0	6,0	6,0	x	73,6	73,7	73,8	73,6	x
	67,7					6,0					73,7				
19	70,4	70,2	69,9	69,9	69,8	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	76,4	76,2	75,9	75,9	75,8
	70,0					6,0					76,0				
20	67,6	67,5	67,4	67,3	67,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	73,6	73,5	73,4	73,3	73,6
	67,5					6,0					73,5				
21	68,1	69,4	69,5	69,5	68,2	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,1	75,4	75,5	75,5	74,2
	68,9					6,0					74,9				
22	68,3	68,8	67,2	67,1	67,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,0	75,0	73,0	73,0	73,0
	67,7					6,0					73,6				
23	68,4	67,7	66,9	68,3	66,6	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,0	74,0	73,0	74,0	73,0
	67,6					6,0					73,6				
24	68,8	69,1	69,0	68,9	69,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,8	75,6	75,0	74,9	75,0
	69,0					6,0					75,1				
25	68,3	68,0	68,1	68,2	68,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,0	74,0	74,0	74,0	74,0
	68,1					6,0					74,0				
26	68,3	68,3	68,2	69,3	68,7	6,0	3,0	3,0	3,0	3,0	74,3	71,3	71,2	72,3	71,7
	68,6					3,6					72,2				
27	67,4	67,3	67,3	67,4	x	6,0	6,0	6,0	6,0	x	73,4	73,3	73,3	73,4	x
	67,4					6,0					73,4				
28	68,6	68,7	69,4	69,3	68,4	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	74,6	74,7	75,4	75,3	74,4
	68,9					6,0					74,9				

7 BOXPLOTS

Boxplots stellen schematisch eine Häufigkeitsverteilung dar. Zwischen dem ersten und dritten Quartil wird ein Balken aufgebaut, der somit 50% der Merkmale umfasst. Der Median wird als dickere Linie innerhalb des Kastens dargestellt. Wieweit die restlichen 50% der Werte streuen wird durch die „Ausläufer“ ersichtlich, die vom Balken aus nach oben und unten aufgetragen werden. Die Ausläufer können unterschiedlich weit gezogen werden (manche Autoren gehen bis zu den Extremwerten, andere bis zum 10. und 90. Perzentil). In der in diesem Bericht gewählten Darstellungsform beträgt die Länge der Ausläufer maximal das 1,5-fache des Interquartilsabstandes, aber nur soweit Daten vorhanden sind. Werte, die weiter streuen, werden als Ausreißer bezeichnet und als Ring oder Stern dargestellt, je nachdem, ob sie einen 1,5- bis 3-fachen Interquartilsabstand (o) oder mehr als den 3-fachen Interquartilsabstand (*) aufweisen. Die neben den Symbolen angegebene Nummer dient der Zuordnung zu dem entsprechenden Teilnehmer.

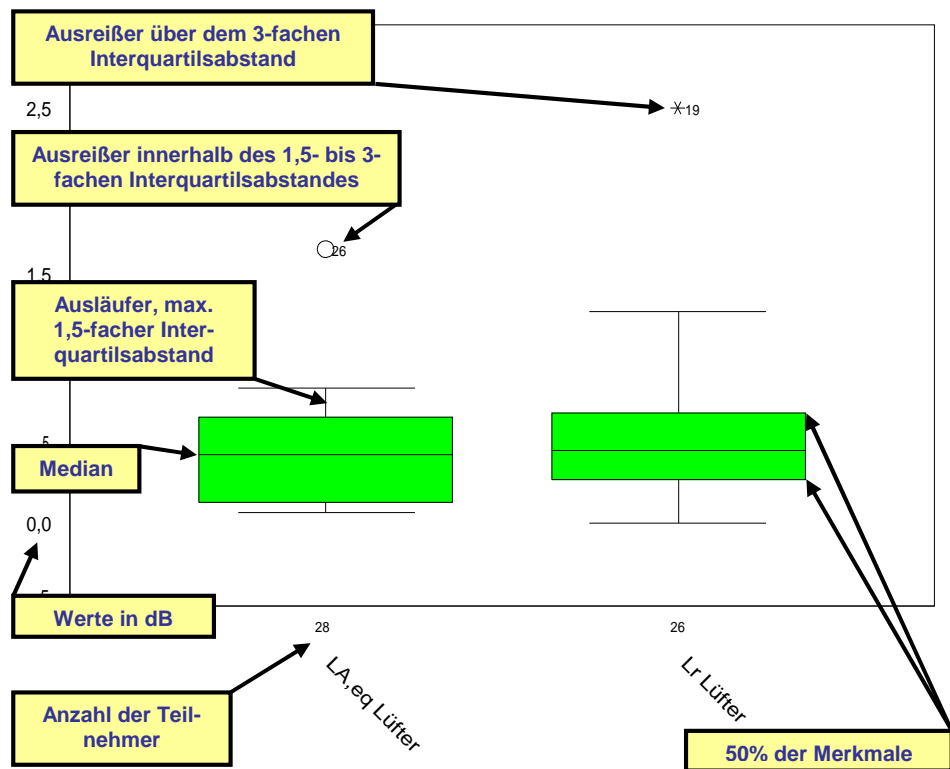


Abbildung 10: grafische Darstellung der Boxplot-Informationen an einem Beispiel

In der Darstellung der Boxplots wurden folgende Formen für das Geräusch „Straße“ gewählt:

- I Straße: Auswertung der 27 Teilnehmer, welche auch die übrigen Geräusche gemessen haben (Teilnehmer 7 hat keine Mehrfachmessungen durchgeführt)
- I Straße+: Auswertung aller Messteams



7.1 energieäquivalente Dauerschallpegel $L_{A,eq}$

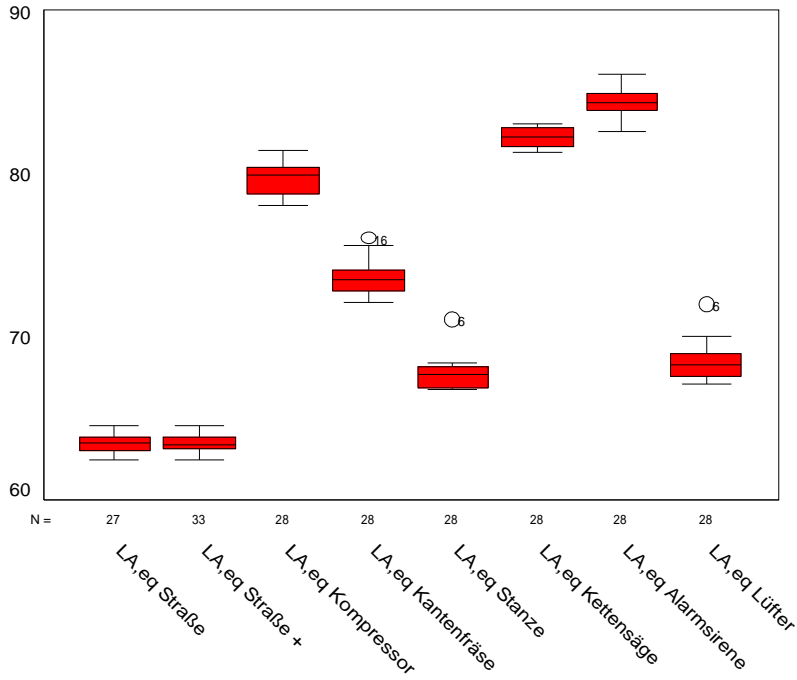


Abbildung 11: Boxplots Mittelwerte aller $L_{A,eq}$ in dB

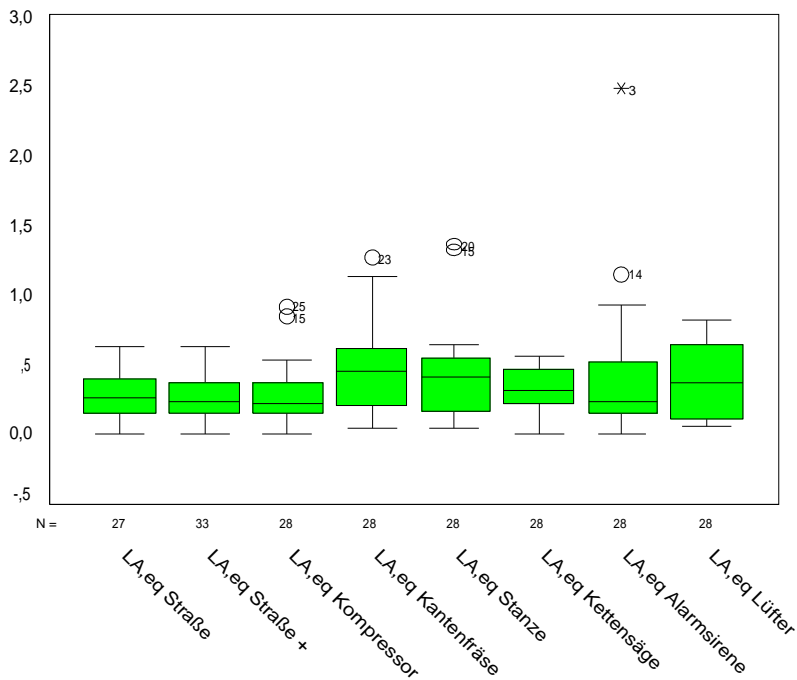


Abbildung 12: Boxplots Standardabweichungen aller $L_{A,eq}$ in dB

7.2 Anpassungswerte L_z

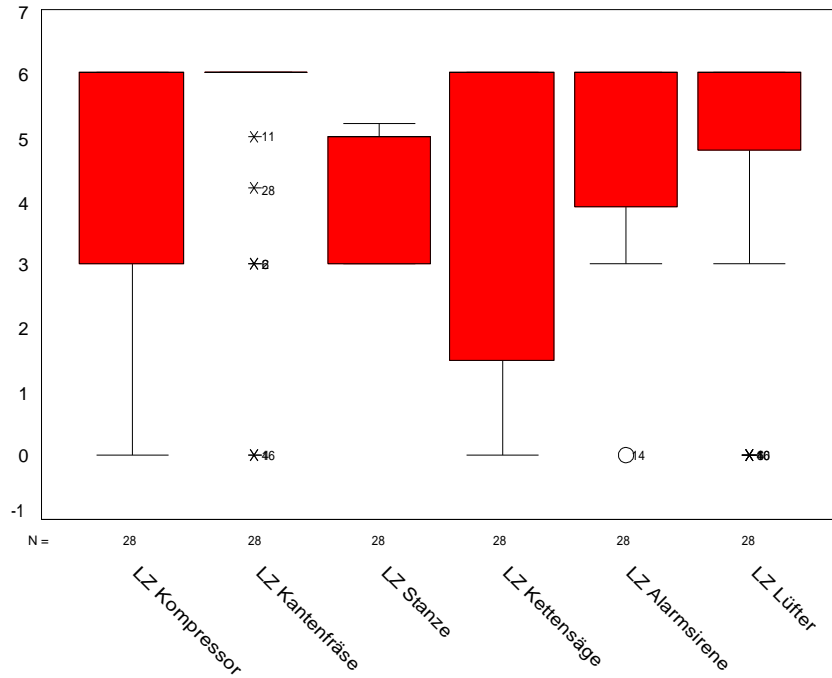


Abbildung 13: Boxplots Mittelwerte aller L_z in dB

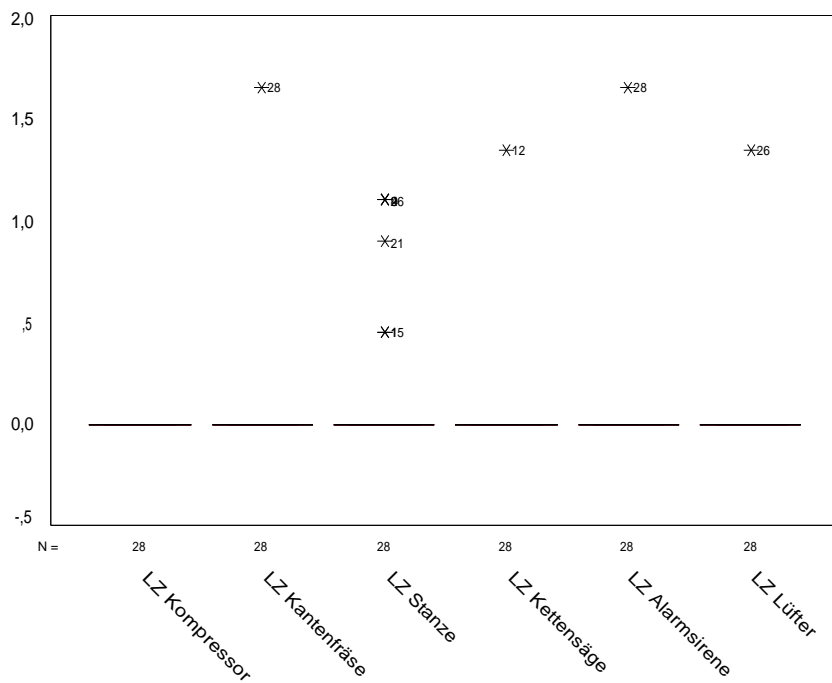


Abbildung 14: Boxplots Standardabweichungen aller L_z in dB



7.3 Beurteilungspegel L_r

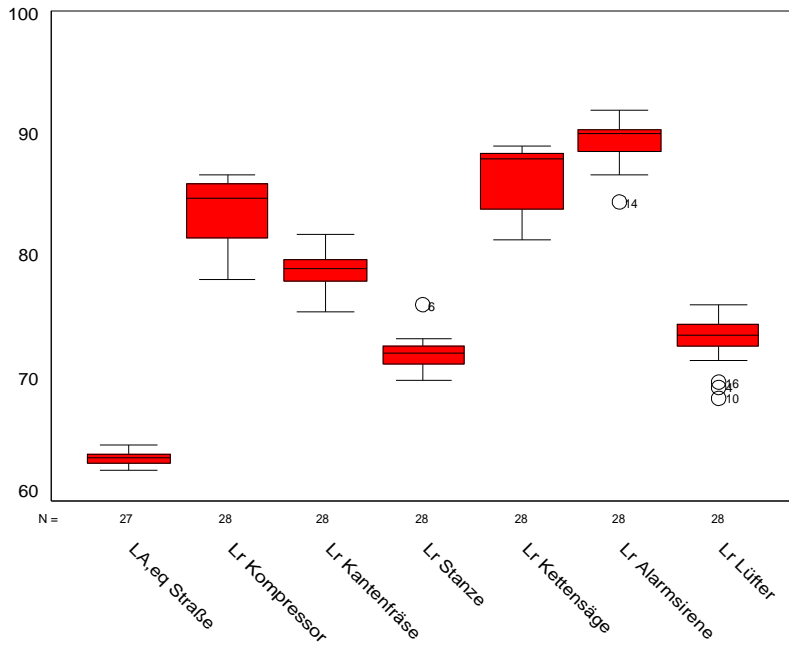


Abbildung 15: Boxplots Mittelwerte aller L_r in dB

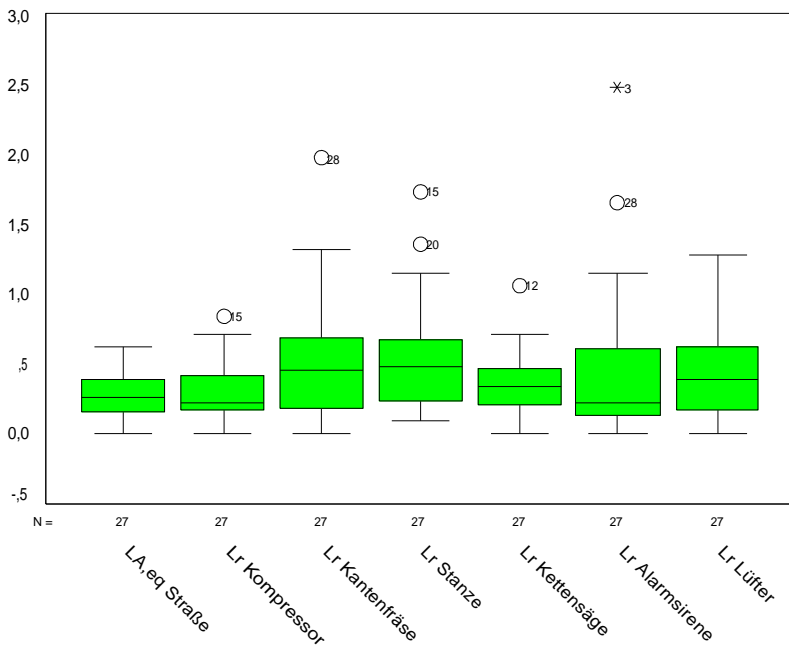


Abbildung 16: Boxplots Standardabweichungen aller L_r in dB

7.4 Vergleich beim Geräusch Straße

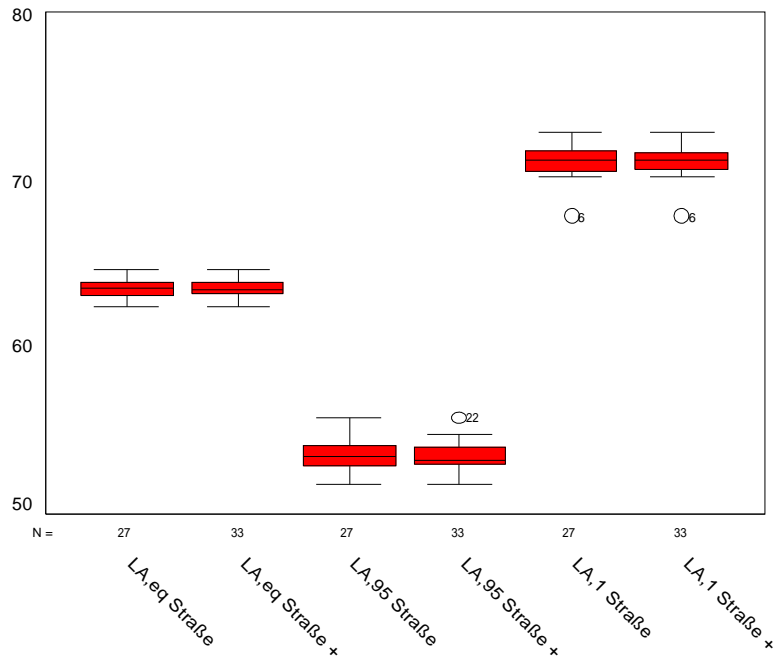


Abbildung 17: Boxplots Mittelwerte $L_{A,eq}$, $L_{A,95}$, und $L_{A,1}$ des Geräusches „Straße“ in dB

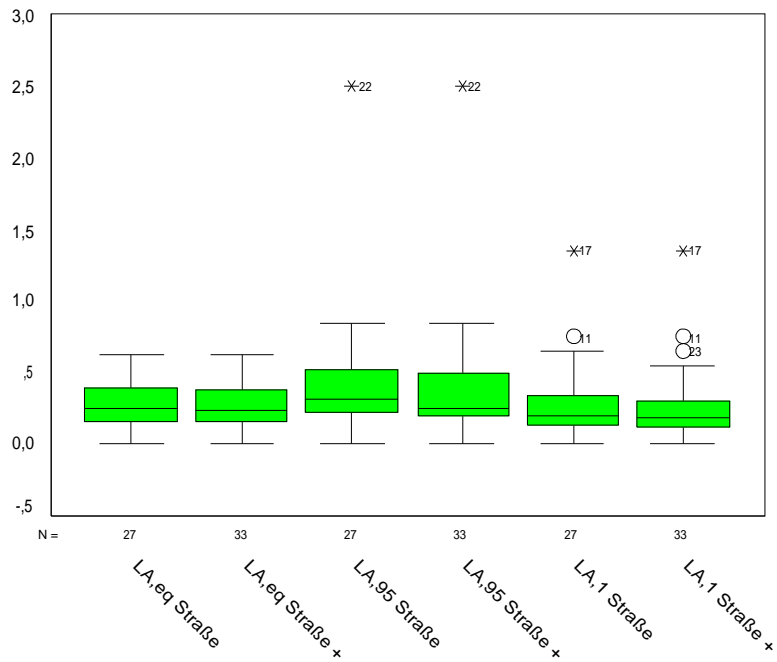


Abbildung 18: Boxplots Standardabweichungen $L_{A,eq}$, $L_{A,95}$, und $L_{A,1}$ des Geräusches „Straße“ in dB



8 VERTRAUENSBEREICHE FÜR DIE EINZHLANGABEN

Tabelle 19: Zusammenfassung der Vertrauensbereiche für die Einzulangaben in dB

$\pm R/\sqrt{2}$	$L_{A,eq}$	L_z	L_r
Straße (alle)	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

9 VERGLEICH MIT FRÜHEREN RINGVERSUCHEN

Tabelle 20: Zusammenfassung der Vertrauensbereiche für die Einzulangaben in dB

Einzulangabe	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
ÖNORM S 5038	0,83	2,3	1,63
ÖNORM EN ISO 3746	0,63	3,2	2,26
wie vor, Quader	0,52	2,9	2,05
wie vor, Halbkugel	0,69	2,1	1,48
ÖNORM EN ISO 3744	0,73	1,6	1,13
Straßenverkehr	-	-	1,48
Betrieb	-	-	1,5

Anmerkung: Bei der Ermittlung des Vertrauensbereiches der Immission durch einen Betrieb wurde im Bericht BE-069 die Schwankungsbreite für die Meteorologie mit -1,5 bis 3 dB angegeben.

10 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Tabelle 21: Mittelwerte m , Wiederholgrenzen r , Vergleichsgrenzen R und Vertrauensbereiche in dB

Geräusch	Größe	m	r	R	$\pm R/\sqrt{2}$
Straße	$L_{A,eq}$	63,4	0,9	1,7	1,2
	$L_{A,95}$	53,4	1,8	3,0	2,1
	$L_{A,1}$	71,0	1,1	2,9	2,0
Kompressor	$L_{A,eq}$	79,6	1,0	2,8	2,0
	L_Z	4,1	0,0	7,0	4,9
	L_r	83,7	1,0	7,5	5,3
Kantenfräse	$L_{A,eq}$	73,5	1,6	3,1	2,2
	L_Z	5,3	0,9	4,9	3,4
	L_r	78,7	1,9	4,4	3,1
Stanze	$L_{A,eq}$	67,7	1,5	2,7	1,9
	L_Z	4,3	1,2	2,8	2,0
	L_r	72,1	1,9	3,6	2,6
Kettensäge	$L_{A,eq}$	82,2	1,0	1,8	1,3
	L_Z	4,3	0,7	7,4	5,2
	L_r	86,5	1,2	8,0	5,7
Alarmsirene	$L_{A,eq}$	84,3	1,8	2,9	2,1
	L_Z	5,0	0,9	4,4	3,1
	L_r	89,3	2,0	4,9	3,4
Lüfter	$L_{A,eq}$	68,4	1,3	3,2	2,2
	L_Z	4,9	0,7	6,1	4,3
	L_r	73,3	1,4	5,1	3,6
Straße +	$L_{A,eq}$	63,4	0,9	1,6	1,1
	$L_{A,95}$	53,4	1,7	2,8	2,0
	$L_{A,1}$	71,1	1,1	2,7	1,9

11 BEWERTUNG DER ERGEBNISSE

Gemessen an den Werten für $L_{A,eq}$ zeigt die Auswertung des Ringversuches sehr gute Ergebnisse, dies vor allem im Vergleich zu den vormaligen Ringversuchen „Messungen der Schallemission“.

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 Einzahlangaben bauakustischer Messungen sowie für die A-bewerteten Schalleistungspegel $L_{W,A}$ bei Emissionsmessungen. Auch für die statistischen Pegel des Straßenverkehrsgeräusches $L_{A,1}$ und $L_{A,95}$ wurde der Vertrauensbereich mit 2 dB ermittelt.

Zu berücksichtigen ist hier, dass in diesem Vertrauensbereich Meteorologieschwankungen und Abweichungen im Verhalten der Quelle auf Grund der Ringversuchsdurchführung ausgeschlossen werden können. Die Beobachtung einer Prüfstation, dass die Schallquelle möglicherweise eine Richtcharakteristik aufweist, konnte bei den anderen Prüfstationen, soweit überhaupt möglich, nicht nachgewiesen werden. 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.

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.

12 FOLGERUNGEN

Bei den ermittelten Vertrauensbereichen für die Anpassungswerte L_Z und die Beurteilungspegel L_r ergeben sich Werte von im Mittel 4 dB. Dem steht ein Vertrauensbereich für den energieäquivalenten Dauerschallpegel $L_{A,eq}$ von im Mittel 2 dB gegenüber.

Die festgestellten hohen Abweichungen bei der Bewertung scheinen damit untragbar, da ein exakter Nachweis der Zuschläge nach der ÖNORM S 5004 nicht möglich ist. In Österreich wird die Bildung des Anpassungswerts in der Regel dafür benötigt, Geräusche aus gewerblichen Betriebsanlagen und vergleichbaren Anlagen zu beurteilen. Dies erfolgt durch Vergleich mit vorherrschenden akustischen Verhältnissen, die häufig durch Verkehrslärm geprägt sind. Im Sinne einer Gesamtlärmbeurteilung, und nur um eine solche handelt es sich dabei, wäre es viel sinnvoller, mit einem einheitlichen Anpassungswert für Anlagengeräusche zu arbeiten.

Wie sich bei der Präsentation der Ringversuchsergebnisse am 2. Juni 2004 sowie in der Diskussion mit den Teilnehmern zeigt, bietet sich ein **genereller Anpassungswert von 5 dB für Anlagengeräusche** an. Dieser trifft mit hoher Genauigkeit die derzeitigen Anpassungswerte. Außer dem nachweislich tonalen Geräusch, das einen Anpassungswert von 6 dB rechtfertigt, würden alle Geräusche gleich oder für die zu schützenden Personen auf die sichere Seite bewertet. Vor allem Impulshaltigkeit und Informationshaltigkeit sind mit 5 dB richtig abgebildet. Diese Methode bringt auch eindeutige Planungsvorgaben und enge Vertrauensbereiche in der Gesamtanalyse, welche bei weitem wichtiger sind als die im Einzelfall unge rechtfertigt vergebenen Zuschläge.

13 SCHALLTECHNISCHE GRUNDLAGEN

13.1 Literaturhinweise

ÖNORM S 5004: Messung der Schallimmission, Ausgabe März 1998.

ÖNORM EN 20140-2: Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen; Teil 2: Angabe von Genauigkeitsanforderungen, Ausgabe 1. August 1993

ISO 5725-1: 1994-12-15 „Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 1: General principles and definitions“ inklusive COR 1998

Umweltbundesamt, 1996: UBA-BE-069 „Ergebnisse von Vergleichsmessungen der Schallimmissionen durch den Straßenverkehr und durch einen Betrieb“, Juli 1996

Umweltbundesamt, 2002: BE-207 „Ringversuch für bauakustische Messungen“, Mai 2002

13.2 Begriffsbestimmungen

Schalldruckpegel L_p : zehnfacher dekadischer Logarithmus des Verhältnisses der Quadrate des Effektivwertes des Schalldrucks p und des Bezugsschalldrucks p_0

$$L_p = 10 \cdot \log \frac{p^2}{p_0^2} \quad \text{in Dezibel (dB) mit } p_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$$

Vielfach wird statt Schalldruckpegel die vereinfachte Bezeichnung Schallpegel verwendet.

A-bewerteter Schalldruckpegel $L_{p,A}$: der mit A-Bewertung ermittelte Schalldruckpegel. Die A-Bewertung ist in der Verordnung des Bundesministers für Eich- und Vermessungswesen vom 29. Juni 1979 festgelegt und stellt eine gewisse Annäherung an die Lautheitsempfindung des Menschen dar. Der A-bewertete Schalldruckpegel wird in der Regel für die Beschreibung der Schallimmissionen verwendet.

Energieäquivalenter Dauerschallpegel L_{eq} : Einzahlangabe, die zur Beschreibung von Schallereignissen mit schwankendem Schalldruckpegel dient. Der energieäquivalente Dauerschallpegel wird als jener Schalldruckpegel errechnet, der bei dauernder Einwirkung dem unterbrochenen Geräusch oder Geräusch mit schwankendem Schalldruckpegel energieäquivalent ist.

Der **A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel $L_{A,eq}$** ist der mit der A-Bewertung ermittelte energieäquivalente Dauerschallpegel.

Basispegel ($L_{A,95}$): der in 95% der Messzeit überschrittene A-bewertete, mit der Anzeigedynamik „schnell“ ermittelte Schalldruckpegel der Schallpegelhäufigkeitsverteilung eines beliebigen Geräusches.

Grundgeräuschpegel $L_{A,Gg}$: der geringste an einem Ort während eines bestimmten Zeitraums gemessene A-bewertete Schalldruckpegel in dB, der durch entfernte Geräusche verursacht wird und bei dessen Einwirkung Ruhe empfunden wird. Er ist der niedrigste Wert, auf welchen die Anzeige des Schallpegelmessers (Anzeigedynamik „schnell“) wiederholt zurückfällt.



Er kann nur dann ermittelt werden, wenn benachbarte Betriebe oder andere Schallquellen, die an der Erzeugung von deutlich erkennbaren Schallereignissen beteiligt sind, abgeschaltet werden können. In diesem Fall kann, wenn eine Schallpegel-Häufigkeitsverteilung vorliegt, in bestimmten Fällen der in 95% des Messzeitraumes überschrittene Schalldruckpegel $L_{A,95}$ als Grundgeräuschpegel eingesetzt werden.

Mittlerer Spitzenpegel ($L_{A,1}$): der in 1% der Messzeit überschrittene A-bewertete Schalldruckpegel.

Beurteilungspegel L_p : der auf die Bezugszeit bezogene A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel des zu beurteilenden Geräusches, der – wenn nötig – mit Anpassungswerten versehen ist.

Anpassungswert: Pegelzu- oder abschläge für bestimmte Geräuschcharakteristika oder Geräuschquellen wie:

Tonhaltigkeit:

Hebt sich aus einem Geräusch mindestens ein Einzelton hörbar heraus, so sind der Zeitpunkt und die Häufigkeit des Auftretens sowie die Dauer der einzelnen Ereignisse zu ermitteln und der Grad der Auffälligkeit zu beschreiben.

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 zwei benachbarte Terzbänder annähernd den gleichen Pegel aufweisen und diese Pegel mindestens 5 dB über den Nachbarbändern liegen, beträgt der Anpassungswert ebenfalls +6 dB, da dies darauf hinweist, dass die vorherrschende Frequenz an der Grenze zwischen den beiden Terzbändern liegt. Wenn die Tonkomponenten zwar hörbar sind, aber das Terzbandkriterium nicht erfüllt ist, beträgt der Anpassungswert +3 dB.

Impulshaltigkeit:

Ist ein Geräusch impulshaltig (z. B. Hämmern, Nieten, Schlagrammen, schlagartige Verladegeräusche), so sind der Zeitpunkt des Auftretens von Impulsen sowie deren Häufigkeit und zeitliche Verteilung zu ermitteln und der Grad der Auffälligkeit zu beschreiben.

Der Anpassungswert für impulshaltige 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.

Informationshaltigkeit:

Ist ein Geräusch informationshaltig (Geräusch, das deutlich erkennbar Gesang, Musik oder Sprache enthält), so ist der Zeitpunkt des Auftretens zu ermitteln sowie die Art des Geräusches und der Grad der Auffälligkeit zu beschreiben. Nach Möglichkeit sind für besondere auffällige Geräusche Einzelpegel zu ermitteln. Der Anpassungswert beträgt +5 dB.

Messzeit: Zeitraum, innerhalb dessen Schalldruckpegel ermittelt werden.

Bezugszeit: Zeitraum, auf den der Beurteilungspegel bezogen wird.