



Untersuchungsprojekt

**Schallpegelüberwachung bei
mobilen elektroakustischen
Beschallungsanlagen**



lärm



Untersuchungsprojekt

Schallpegelüberwachung bei mobilen elektroakustischen Beschallungsanlagen

Impressum

Schallpegelüberwachung bei mobilen elektroakustischen Beschallungsanlagen
(Bericht Nr. M81 441/1)

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: (08 21) 90 71-0
Fax: (08 21) 90 71-55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Auftraggeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Bearbeitung/Text/Konzept:

Dipl.-Ing. Martina Freytag
Dipl.-Ing. (FH) Nele Carstensen
MÜLLER-BBM GmbH
Robert-Koch-Straße 1
82152 Planegg

Projektbetreuung:

LfU, Referat 28., Andrea Wellhöfer

Bildnachweis:

Christian Wiedemann, Bayerisches Landesamt für Umwelt (Abb. 1)
Martina Freytag, MÜLLER-BBM GmbH, Robert-Koch-Straße 1, 82152 Planegg (Abb. 2 bis Abb. 10)

Stand:

Juni 2010

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Beschreibung des Untersuchungsprojekts	5
3	Vorbereitungen	6
3.1	Anforderungen an ein Überwachungssystem	6
3.2	Kriterienkatalog	7
3.3	Marktrecherche und Auswahl von Überwachungssystemen	7
3.4	Bewertung und Kostenaufstellung	8
4	Testbetrieb der ausgewählten Überwachungssysteme	9
4.1	Allgemeines	9
4.2	Testmessungen bei Veranstaltungen	9
4.3	Messung und Auswertung nach DIN 15905-5	10
4.3.1	Allgemeine Anforderungen	10
4.3.2	Richtwerte	10
4.3.3	Maßgeblicher Immissionsort und Ersatzimmissionsort	10
4.3.4	Korrekturwerte	10
4.3.5	Messgrößen	11
4.3.6	Messprotokoll	11
5	Einzelheiten zu den ausgewählten Überwachungssystemen	12
5.1	Brüel & Kjær GmbH, 2250 Light	12
5.2	Cirrus Research plc, CR: 811C	14
5.3	dBmess Franchise GmbH, dBmess 2007 Touring	16
5.4	dBmess Franchise GmbH, dBmess 2009 Touring	18
5.5	Neumann, Thomas, LevelCheck	20
5.6	Norsonic-Tippkemper GmbH, NOR131 – NorConcertControl	22
5.7	NTI AG, Acoustilyzer AL1	24
5.8	NTI AG, XL2 Analyzer	26
5.9	Quest Technologies (Airflow Lufttechnik GmbH), SoundPro	28
5.10	ROGA-Instruments, 10EaZy	30

6	Allgemeine Hinweise und Empfehlungen	32
7	Auflagenvorschläge (z. B. für Genehmigungsbescheide)	34
8	Grundlagen	37
	Anhang A: Glossar	38
	Anhang B: Kriterienkatalog (Stand der Kosten: 2009)	40
	Anhang C: Verzeichnis der Hersteller der untersuchten Systeme	43

1 Einleitung

Für elektroakustisch verstärkte Musikveranstaltungen (z. B. Disko) und Musikkonzerte im Freien oder in Gebäuden existieren keine gesetzlich vorgeschriebenen Schallpegelbegrenzungen zum Schutz der Besucher oder des Publikums. Die üblichen Lautstärken überschreiten häufig deutlich eine bisher freiwillig angestrebte Grenze von unterhalb 100 dB(A). Dies liegt daran, dass die Höhe der Schalldruckpegel vor Ort im Regelfall nicht bekannt ist. Um dieses Problem zu lösen, soll die DIN Norm 15905-5 (Veranstaltungstechnik – Tontechnik – Teil 5: Maßnahmen zum Vermeiden einer Gehörgefährdung des Publikums durch hohe Schallemissionen elektroakustischer Beschallungstechnik, November 2007) herangezogen werden.

Die genannte Norm gilt für elektroakustische Beschallungstechnik in Veranstaltungsstätten oder in Veranstaltungsorten, im Freien oder in Gebäuden. Sie enthält Richtwerte für den Beurteilungspegel und den Spitzenschalldruckpegel sowie Maßnahmen zum Schutz vor Gehörgefährdung wie beispielsweise die Durchführung von Schallpegelmessungen. Der A-bewertete Richtwert für den Beurteilungspegel L_{Ar} beträgt 99 dB(A) bezogen auf eine Beurteilungszeit von 30 Minuten und darf an keinem dem Publikum zugänglichen Ort überschritten werden. Für den Spitzenschalldruckpegel L_{CPeak} beträgt der C-bewertete Richtwert 135 dB(C).

Besondere Hinweise für eine Schallpegelüberwachung beim Einsatz mobiler elektroakustischer Beschallungstechnik (nachfolgend als „mobile Beschallungsanlagen“ bezeichnet), wie sie z. B. von Musikbands verwendet wird, führt die DIN 15905-5 nicht an. Bei wechselnden Beschallungsanlagen während einer Veranstaltung müssen die Überwachungssysteme ggf. flexibel angepasst werden können, d. h. entweder sind Begrenzer nacheinander neu einzupegeln oder die sogenannten Korrekturwerte zu Ersatzmessorten sind jeweils neu zu ermitteln. Dies stellt besondere Anforderungen an ein Überwachungssystem dar.

Da bisher nur wenige Erfahrungen über eine qualifizierte Überwachung mobiler Beschallungsanlagen vorlagen, wurden im Rahmen dieses Untersuchungsvorhabens auf dem Markt angebotene technische Schallpegelüberwachungssysteme recherchiert und auf ihre Eignung und Praxistauglichkeit geprüft und bewertet. Mit den daraus resultierenden Ergebnissen und Erfahrungen konnten in einem weiteren Schritt allgemeine Hinweise und Empfehlungen für die Praxis und Auflagenvorschläge für den Betrieb von geeigneten Überwachungssystemen oder -verfahren erarbeitet werden.

2 Beschreibung des Untersuchungsprojekts

Durch das vorliegende Untersuchungsprojekt sollen die technischen Möglichkeiten für die Schallpegelüberwachung bei mobilen elektroakustischen Beschallungsanlagen unter Beachtung der Anforderungen nach DIN 15905-5 „Maßnahmen zum Vermeiden einer Gehörgefährdung des Publikums durch hohe Schallemissionen elektroakustischer Beschallungstechnik“ [1] aufgezeigt werden.

Grundsätzlich sind verschiedene Schallpegelüberwachungssysteme z. B. mittels tragbaren oder stationären Messsystemen oder Personendosimetern vorstellbar. Im Rahmen des Untersuchungsvorhabens sollte nach geeigneten „Instrumenten“ zur Schallpegelüberwachung für mobile Beschallungsanlagen gesucht werden. Unter dem übergeordneten Begriff „mobile Beschallungsanlagen“ sind vor allem Veranstaltungen im Freien, in Räumen oder in Zelten mit Einsatz von transportablen oder wechselnden elektroakustischen Beschallungsanlagen zu verstehen, wie sie beispielsweise bei

- Live-Auftritten von Bands mit eigener oder geliehener elektroakustischer Beschallungsanlage,
- großen Rock-Konzerten oder anderen Musikereignissen (z. B. Open-Air),

- Musik vom Tonträger,
- kleinen Veranstaltungen (in Clubs, Kneipen oder Kleinkunsthöfen) oder
- vorwiegend nichtkommerziellen Veranstaltungen von Jugendvereinen oder -initiativen
z. B. in Jugendheimen oder anderen öffentlichen Einrichtungen eingesetzt werden.

Ziel war es, nach praxisgerechten und möglichst rechtssicheren Schallpegelüberwachungssystemen oder -verfahren für mobile Beschallungsanlagen zu suchen. Dabei sollten die Systeme von Veranstaltungsgröße, Veranstaltungsart und der Örtlichkeit unabhängig sein, d. h. sie sollten möglichst als All-round-Messsystem verwendet werden können.

In einem ersten Schritt wurde eine Marktanalyse bzgl. derzeit angebotener Systeme durchgeführt. Zur Bewertung und Auswahl geeigneter praxisgerechter Schallpegelüberwachungssysteme diente ein speziell dafür aufgestellter Kriterienkatalog. Die Erprobung ausgewählter Systeme fand bei zehn geeigneten und unterschiedlichen Veranstaltungen statt. Es handelte sich um Veranstaltungen unterschiedlicher Größe im Freien sowie in Innenräumen (Hallen). Die Erprobung der Schallpegelüberwachungssysteme im praxisnahen Betrieb erfolgte unter Beachtung der Anforderungen nach DIN 15905-5 [1]. Anhand der Bewertung mithilfe des Kriterienkataloges und der Einzelbetrachtung (siehe Abschnitt 5) wird ein Vergleich der Systeme für einen interessierten Anwender ermöglicht und die Auswahl erleichtert.

3 Vorbereitungen

3.1 Anforderungen an ein Überwachungssystem

Für eine Messung nach DIN 15905-5 [1] müssen die im Folgenden aufgeführten wesentlichen Anforderungen erfüllt werden. Die maßgeblichen Begriffe der Norm sind im Anhang A erläutert.

- Verwendung eines integrierenden Schallpegelmessers, mindestens der Genauigkeitsklasse 2 nach DIN EN 61672-1 [2].
Dies beinhaltet, dass eine A- und C-Frequenzbewertung und ein zeitlicher Mittelwertbildner im Schallpegelmesser vorhanden sind.
- Verwendung einer kalibrierten Messgeräteketten. Hierzu ist ein Kalibrator nach DIN EN 60942 [3] zu verwenden.
- Messung und Ermittlung des fortlaufenden A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschalldruckpegels L_{Aeq} über jeweils 30 Minuten, beginnend zur vollen und halben Stunde. Die Messperiode von 30 Minuten muss in Echtzeit gemittelt werden. Ergänzend sollte die Mittelungszeit auf maximal 120 Minuten ausgedehnt werden können. Dies kann rechnerisch oder mit Hilfe des Messsystems erfolgen.
- Messung des C-bewerteten Spitzenschalldruckpegels L_{Cpeak} innerhalb der Beurteilungszeit.
- Bei der Messung an einem Ersatzimmissionsort sind Korrekturwerte bzgl. des maßgeblichen Immissionsortes zu bestimmen (siehe Abschnitt 4.3.4).
Die Korrekturwerte auf den A-bewerteten äquivalenten Dauerschalldruckpegel und auf den C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel des Ersatzimmissionsortes sind während der Messung zu berücksichtigen.
- Anzeige des am maßgeblichen Immissionsort ermittelten Kurzzeitmittelungspegels L_{AeqT} ($T \geq 5$ s) u. a. beim verantwortlichen Beschaller (z. B. DJ).

(Hinweis: Eine optische Anzeige ermöglicht es dem Bedienpersonal der Beschallungsanlage, während der Veranstaltung auf zu hohe Schalldruckpegel reagieren und die Lautstärke reduzieren zu können.)

3.2 Kriterienkatalog

Um eine Auswahl und eine Vergleichbarkeit der unterschiedlichen Messsysteme zu ermöglichen, wurde ein Kriterienkatalog aufgestellt.

In der im Anhang B dargestellten Tabelle sind die maßgeblichen Bewertungspunkte in der linken Spalte aufgeführt. Wichtige Kriterien sind unter den Oberbegriffen, Anforderungen nach DIN 15905-5, Handhabung und Ausstattung der Systeme aufgeführt. In diesem Zusammenhang erfolgte eine Prüfung, ob das Schallpegelüberwachungssystem möglichst einfach bedienbar, zuverlässig funktionierend, unempfindlich und kostengünstig einsetzbar ist, so dass es eine weite Verbreitung nicht nur bei Überwachungsbehörden, sondern auch bei den Veranstaltern selbst findet.

3.3 Marktrecherche und Auswahl von Überwachungssystemen

Zuerst erfolgte eine Recherche von derzeit auf dem Markt angebotenen Schallpegelüberwachungssystemen. Dabei wurden sowohl die marktführenden Hersteller von Schallpegelmessgeräten als auch Hersteller von Geräten, die Spezialanwendungen in der akustischen Veranstaltungsüberwachung anbieten, zusammengestellt. Die Marktrecherche fand im Zeitraum von Juli bis September 2009 statt.

Die Hersteller der recherchierten Geräte wurden zunächst über die vorgesehene Untersuchung informiert und darum gebeten, ihr Messsystem für die Untersuchung zur Verfügung zu stellen.

Die nachfolgend genannten Systeme stellen eine Auswahl dar, deren Hersteller mit der Durchführung der Testung einverstanden waren. Die Auswahl und Bewertung wurde im Oktober 2009 abgeschlossen. Aus diesem Grund und aufgrund der laufenden Fortentwicklung kann die Recherche nicht als abschließend betrachtet werden.

Der Test von Pegelbegrenzungseinrichtungen (Limiter) wurde im Rahmen des Untersuchungsprojektes ebenfalls in Erwägung gezogen, weil deren Einsatz als Überwachungseinrichtung prinzipiell möglich ist. Bei mobilen elektroakustischen Beschallungsanlagen ist jedoch deren Einsatz i. d. R. schwierig, da sich die Funktionsweise von Limitern den Veranstaltern, DJs oder Überwachungsbehörden, welche sie auf ihre Funktionsfähigkeit überprüfen sollen, nicht sofort erschließt. Eine Einarbeitung in die Funktionsweise von Limitern ist oft nur mit erheblichem Zeitaufwand möglich. Es wäre zumindest wünschenswert, dass sich eine fachkundige Person vor Ort befindet, die die exakte Funktionsweise des Limiters kennt und die Einstellung beherrscht. Erfahrungsgemäß ist dies in der Praxis selten der Fall. Meist wird von den Veranstaltern auf den Hersteller oder Vertrieb verwiesen. Vor allem für die Überwachungsbehörde ist es nicht schnell überschaubar, in welchen Frequenzbereichen ein Limiter „arbeitet“, d. h. bei welcher Frequenz er auf welchen Schallpegel begrenzt. Ein Nachweis ist häufig nur durch eine schalltechnische Messung möglich, wobei es hier darauf ankommt, welches Referenzsignal oder welches Referenzmusikstück für die Einpegelung verwendet wurde. Zudem werden Limiter erfahrungsgemäß von den meisten Veranstaltern wegen des Eingriffs in das Beschallungssystem abgelehnt.

Trotzdem sind Limiter grundsätzlich als Begrenzungssystem einsetzbar. Verschiedene Messstellen, die nach § 26 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) zugelassen sind und auch andere akustische Büros bieten an, Limiter auszuleihen und Beschallungsanlagen einzupegeln. Diese Stellen sind mit den Pegelbegrenzern vertraut, so dass im Rahmen dieses Untersuchungsvorhabens und auch aus Gründen des Umfangs auf Tests verzichtet wurde. Im Einzelfall, beispielsweise bei Veranstaltun-

gen, an denen mehrere Bands hintereinander eine Beschallungsanlage gemeinsam nutzen, kann der Einsatz eines Limiters durchaus eine adäquate Alternative zum Einsatz eines Messsystems mit Auswertung darstellen. Bei wechselnden, meist von den Musikern selbst mitgebrachten Beschallungsanlagen, muss jeweils ein Limiter zur Verfügung stehen und im Voraus eingepegelt werden. Dies kann in der Praxis sehr aufwendig und aufgrund der möglichen hohen Anzahl der benötigten Geräte kostenintensiv sein.

Eine weitere Alternative stellt eine Kombination von Messsystem und Pegelbegrenzern für den C-bewerteten Beurteilungspegel dar. Sie ist aufgrund des nötigen Aufwandes bei der Integration des Pegelbegrenzers in die Beschallungsanlagen im Folgenden ebenfalls nicht weiter betrachtet worden. Eine Pegelbegrenzung kann unter Umständen zusätzlich erforderlich werden, z. B. wenn eine Überwachungsbehörde ein Schallpegelmesssystem alleine als nicht ausreichend erachtet. In der vorliegenden Untersuchung wurden nunmehr folgende Hersteller/Messsysteme für Praxistests ausgewählt¹:

- | | |
|---|--------------------------|
| • Brüel & Kjær GmbH | 2250 light |
| • Cirrus Research plc | CR: 811C |
| • dBmess Franchise GmbH | dBmess 2007 Touring |
| • dBmess Franchise GmbH | dBmess 2009 Touring |
| • Neumann, Thomas | LevelCheck 2008 |
| • Norsonic-Tippkemper GmbH | NOR131 NorConcertControl |
| • NTI AG | Acoustilyzer AL1 |
| • NTI AG | XL2 Analyzer |
| • Quest Technologies (Airflow Lufttechnik GmbH) | SoundPro |
| • ROGA-Instruments | 10EaZy |

Adressen und Verweise auf die Internetauftritte der Hersteller befinden sich im Anhang C zu diesem Bericht.

3.4 Bewertung und Kostenaufstellung

Nach Lieferung der ausgewählten Schallpegelüberwachungssysteme fand zunächst ein Testaufbau statt. Anhand des unter Abschnitt 3.2 aufgestellten Kriterienkataloges (Anhang B) wurde eine Bewertung der ausgewählten Schallpegelüberwachungssysteme vorgenommen und somit eine Vergleichbarkeit hergestellt. Insbesondere die bei den im Abschnitt 4 beschriebenen Testmessungen gewonnenen Erkenntnisse sind in die Bewertung mit eingeflossen.

Die während des Zeitraums des Untersuchungsprojektes gültigen Anschaffungskosten sind in der letzten Zeile der Tabelle im Anhang B angegeben. (Stand: 2009)

¹ Bei der Recherche wurde u. a. das Messgerät Levelmax mit aufgenommen. Dieses Messgerät weist jedoch keine C-Bewertung auf. Da das System somit die Anforderungen der DIN 15905-5 nicht erfüllt, wurde es nicht in die Bewertung mit aufgenommen.

4 Testbetrieb der ausgewählten Überwachungssysteme

4.1 Allgemeines

In einem ersten Schritt wurden die zur Verfügung gestellten Messsysteme im Labor aufgebaut bzw. die dazugehörige Software auf einem Laptop installiert. Durch erste Testmessungen im Labor wurden u. a. die Funktionalität und Handhabung geprüft. Nach diesem Probetrieb der Systeme erfolgten bei zehn unterschiedlichen Veranstaltungen (elektroakustisch verstärkte Konzerte) schalltechnische Messungen nach den Vorgaben der DIN 15905-5 [1], bei denen die Praxistauglichkeit der zur Auswahl stehenden Messsysteme überprüft und nachgewiesen werden sollte.

4.2 Testmessungen bei Veranstaltungen

In den beiden nachfolgenden Tabellen sind die Veranstaltungen sowie die eingesetzten Messsysteme, mit denen die Testmessungen durchgeführt wurden, aufgelistet.

Tab. 1: Getestete Messsysteme bei Veranstaltungen im Freien

Datum	Veranstaltungsort	Musikrichtung	Messsysteme
04.08.2009	Theatron, München	Pop / Rock / Indierock (Livebands: FENS / CELEST)	NOR 131 - NorConcertControl/ Acoustilyzer AL1
13.08.2009	Theatron, München	Indie / Glam Pop / Elektro-Punk-Rap (Livebands: SICKCITY / Uh Oh / Frittenbude)	10EaZy/ dBmess 2007
18.08.2009	Theatron, München	Akustischer Rock-Pop / Komplexer Rock (Livebands: Stark / Candelilla)	CR:811C/ SoundPro
12.09.2009	Streetlife, München	Real Rock / Soul / Disko (Mehrere Livebands: u. a. Dr. Alban)	NOR 131 - NorConcertControl/ dBmess2009

Tab. 2: Getestete Messsysteme bei Veranstaltungen in Hallen

Datum	Veranstaltungsort	Musikrichtung	Messsysteme
22.08.2009	Feierwerk, München	Rock / Pop / Reggae (Mehrere Livebands)	dBmess 2009 / B&K 2250 light
27.08.2009	Backstage, München	Rock (Livebands: Mikroboy / The Get Up Kids)	dBmess 2007 / LevelCheck 2008
29.08.2009	Riedlberger Halle, Pfaffenhofen	Rock (Liveband: Moonzz)	Acoustilyzer AL1 / NOR 131 - NorConcertControl
05.09.2009	exZKMax, München	Disko (mit DJ)	dBmess 2009 / 10EaZy
02.10.2009	Muffathalle, München	Metal / Oper-Metal (Mehrere Livebands)	XL2 Analyzer / 10EaZy / LevelCheck 2008
16.10.2009	Alte Brauerei, Stegen	70er/80er/90er - Best Rock (mit DJ)	XL2 Analyzer / dBmess 2009

4.3 Messung und Auswertung nach DIN 15905-5

4.3.1 Allgemeine Anforderungen

Die Messung wird vor Beginn der Veranstaltung gestartet.

Der Schalldruckpegel (äquivalenter Dauerschallpegel) wird jeweils über eine halbe Stunde gemittelt. Die Mittelwertbildung beginnt zur halben und zur vollen Stunde innerhalb der Veranstaltungsdauer und dauert 30 Minuten ohne Unterbrechung.

Für eine Messung ist die gesamte elektroakustische Beschallungsanlage zu berücksichtigen. Dies bezieht nicht nur die Hauptbeschallung mit ein, sondern auch die Monitor- und Bühnenbeschallung und die Delay Lines.

4.3.2 Richtwerte

Der Richtwert für den Beurteilungspegel L_{Ar} von 99 dB(A) darf an keinem dem Publikum zugänglichen Ort innerhalb der Beurteilungszeit von 30 bzw. 120 Minuten überschritten werden.

Der Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak} darf in keinem Beurteilungszeitraum 135 dB(C) überschreiten.

4.3.3 Maßgeblicher Immissionsort und Ersatzimmissionsort

Die Schalldruckpegel werden möglichst in Ohrenhöhe an dem Ort ermittelt, an welchem das Publikum voraussichtlich dem durch die Beschallungsanlage verursachten Schalldruckpegel am stärksten ausgesetzt ist (maßgeblicher Immissionsort).

Kann der Schalldruckpegel am maßgeblichen Immissionsort nicht ohne verfälschende Störsignale (z. B. Schreie und Pfiffe des Publikums) ermittelt werden oder besteht keine Möglichkeit das Mikrofon anzubringen, so ist der Schalldruckpegel an einem geeigneten Ersatzimmissionsort (z. B. beim Mischpult) durchzuführen. Die am Ersatzimmissionsort ermittelten Schalldruckpegel müssen auf den Schalldruckpegel am lautesten Publikumsplatz (maßgeblicher Immissionsort) unter Berücksichtigung der unter Abschnitt 4.3.4 beschriebenen Korrekturwerte umgerechnet bzw. korrigiert werden.

4.3.4 Korrekturwerte

Die Ermittlung der Korrekturwerte erfolgt vorzugsweise durch Vergleichsmessungen im voraussichtlich lautesten für das Publikum zugänglichen Bereich (maßgeblicher Immissionsort) und am Ersatzimmissionsort. Dafür sind entweder gleichzeitig parallel oder nacheinander zwei Messungen an den v. g. Orten erforderlich. Aus den Messergebnissen wird jeweils die Schallpegeldifferenz gebildet. Als Referenzsignal für die Messungen kann ein definiertes Breitbandsignal (z. B. Rosa Rauschen, 40 Hz - 20 kHz) dienen. Beim Rosa Rauschen werden alle Frequenzbereiche des hörbaren Schallspektrums etwa gleich laut empfunden. Deshalb wird es als Referenzsignal zur Ermittlung der Korrekturwerte empfohlen.

Der Korrekturwert für die Differenz der A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel wird mit K_1 , der Korrekturwert für die Differenz der C-bewerteten Spitzenwerte des Schalldruckpegels mit K_2 bezeichnet. Die Korrekturwerte sind zu den Schallpegeln, die am Ersatzimmissionsort gemessen werden, zu addieren.

Für K_1 muss die Einspielung des Referenzsignals und Mittelungszeit der Messung mind. 5 s betragen. Die Lautstärke sollte in etwa der zu erwartenden Musikkautstärke entsprechen.

4.3.5 Messgrößen

Folgende Messgrößen müssen vom Messsystem abgebildet werden können:

- a) Kurzzeitmittelungspegel
energieäquivalenter Schalldruckpegel L_{AeqT} mit einer Mittelungszeit $T \geq 5$ s
Die Angabe des Kurzzeitmittelungspegels ermöglicht dem Bedienpersonal der Beschallungsanlage, den Schalldruckpegel während der Veranstaltung auf einen geeigneten Wert einzustellen.
- b) Mittelungspegel 30 Minuten
energieäquivalenter Schalldruckpegel L_{AeqTr} , gemessen über 30 Minuten
Die Mittelungspegel ermöglichen im Nachhinein die Zuordnung von Passagen der Darbietungen einer Veranstaltung.
- c) Kurzzeitige impulsartige Schalldruckpegel
Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak}
(Hinweis: Kurzzeitige, impulsartige Schalldruckpegel können zu sofortigen Gehörschädigungen führen.)

4.3.6 Messprotokoll

Das Messprotokoll muss die folgenden Informationen enthalten:

- a) Veranstalter
- b) Verfasser des Messprotokolls: Name und Unterschrift
- c) Datum und Veranstaltungsort
- d) Beurteilungspegel L_{Ar} und Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak} aller Beurteilungszeiten
- e) Beginn und Ende der Messung
- f) Verwendete Mess- und Kalibriergeräte
- g) Ergebnis der Kalibrierung
- h) Typ und Anordnung der genutzten Beschallungsanlage
- i) maßgeblicher Immissionsort und Ersatzimmissionsort (Messpunkt)
- j) Korrekturwerte K_1 , K_2 und die Art der Ermittlung

Zusätzlich sollten folgende Informationen enthalten sein:

- k) Name der Veranstaltung
- l) Beginn und Ende der Veranstaltung
- m) zeitlicher Veranstaltungsablauf
- n) Bedienpersonal der Beschallungsanlage, z. B. DJ, FOH-Techniker, Mischer

5 Einzelheiten zu den ausgewählten Überwachungssystemen

Im Folgenden werden die ausgewählten Systeme beschrieben und bewertet. Hierbei wurden u. a. die Handhabung sowie die DIN-Konformität berücksichtigt.

5.1 Brüel & Kjær GmbH, 2250 Light



Abb. 1: Schallpegelmessgerät 2250 Light (links) von Brüel & Kjær und Schallpegelanzeige im Touchdisplay

Testgerät:

Handschallpegelmesser 2250 Light, Kl. 1, S. Nr. 2675658

Kalibrator Typ 4231, Kl. 1, S. Nr. 2651922

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - einfache Installation der zugehörigen Software auf einen Computer (z. B. PC, Laptop)
- **Kalibrieren:**
 - über Handschallpegelmesser gesteuert
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü
- **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

 - manuelle, messtechnische Ermittlung durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten
 - ermittelte Korrekturwerte können nicht abgespeichert werden

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

- Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem nicht möglich
- **Messung:**
 - nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
 - Pflichtangaben nach DIN 15905-5 zur Veranstaltung, Mischer usw. können nicht eingegeben werden.
 - Start der Messung erfolgt jederzeit manuell bzw. programmierbar
 - Neustart der Mittelung erfolgt manuell bzw. programmierbar zur halben/vollen Stunde
 - Beenden der Messung erfolgt manuell bzw. programmierbar
 - automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
 - beim Beenden der Messung können alle Messwerte manuell abgespeichert werden
- **Anzeige der Messwerte:**
 - Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz² .
 - Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegel nicht möglich
 - Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde
 - Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde
 - Anzeige der Messwerte ist eindeutig zuordenbar
 - Anzeige der Messhistorie nicht möglich
 - Korrekturwerte werden nicht berücksichtigt, d. h. auf die angezeigten Messwerte muss jeweils der entsprechende Korrekturwert aufaddiert werden
 - Frequenzanalyse möglich (optional)
- **Protokoll/Auswertung:**
 - möglich
 - Ergebnisdarstellung ohne Berücksichtigung der Korrekturwerte und Ausgabe der Beurteilungspegel – nicht DIN-konform

² Online-Anzeige des Displays vom Messgerät auf Rechner funktioniert über die Übertragungssoftware BZ 5503

5.2 Cirrus Research plc, CR: 811C

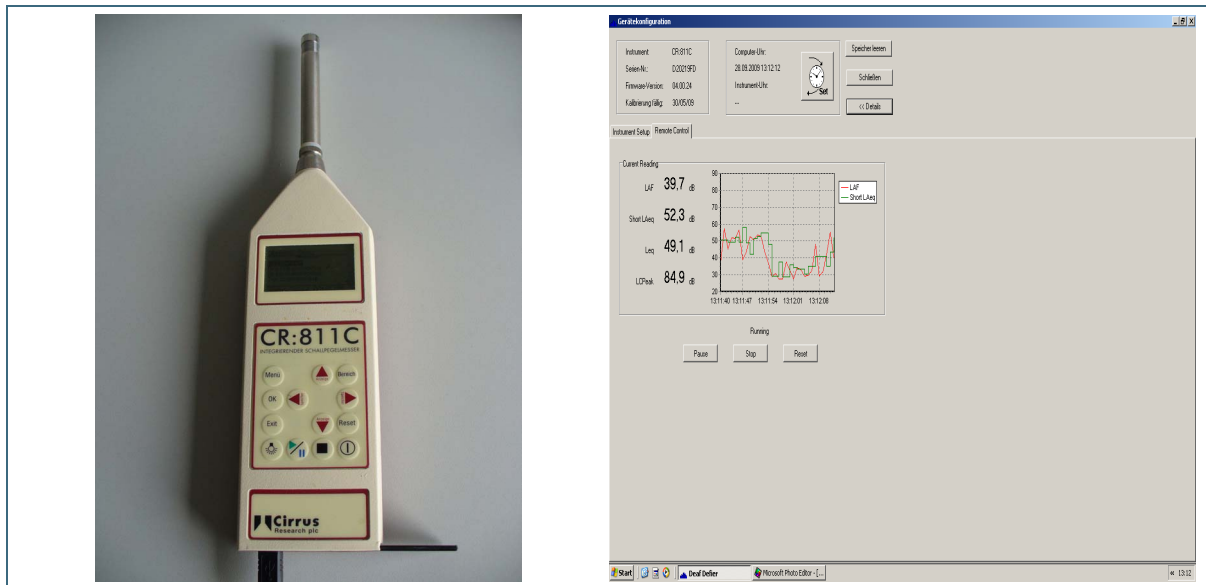


Abb. 2: Messsystem CR: 811C mit Schallpegelmessgerät (links) von Cirrus Research und softwarebasierter Bildschirmanzeige

Testgerät:

Handschallpegelmessgerät CR: 811C, Kl. 1, S. Nr. D20219FD, Software Deaf Defier 3.3
Kalibrator, CK: 515

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - einfache Installation der zugehörigen Software auf einen Computer (z. B. PC, Laptop)
- **Kalibrieren:**
 - über Handschallpegelmessgerät gesteuert
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü
- **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

 - manuelle, messtechnische Ermittlung durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten
 - ermittelte Korrekturwerte können nicht abgespeichert werden

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

 - Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem nicht möglich
- **Messung:**
 - nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
 - Pflichtangaben nach DIN 15905-5 zur Veranstaltung, Mischer usw. können eingegeben werden; Textfeld vorhanden – keine vorgegebenen Felder
 - Start der Messung erfolgt jederzeit manuell

- Neustart der Mittelung erfolgt manuell bzw. programmierbar zur halben/vollen Stunde
- Beenden der Messung erfolgt manuell
- automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
- beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert

- **Anzeige der Messwerte:**
 - Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz möglich³.
 - Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegel nicht möglich
 - Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde
 - Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde
 - Anzeige der Messwerte ist eindeutig zuordenbar, am Bildschirm gleichzeitig darstellbar
 - Anzeige der Messhistorie nicht möglich
 - Korrekturwerte werden nicht berücksichtigt, d. h. auf die angezeigten Messwerte muss jeweils der entsprechende Korrekturwert aufaddiert werden
 - Frequenzanalyse möglich bei den Modellen 831C / 832C

- **Protokoll/Auswertung:**
 - möglich
 - Ergebnisdarstellung ohne Berücksichtigung der Korrekturwerte und Ausgabe der Beurteilungspegel – nicht DIN-konform

³ Online-Anzeige des Displays vom Messgerät auf Rechner funktioniert über die Übertragungssoftware Deaf Defier 3.3, jedoch verzögert um 1:30 Minuten

5.3 dBmess Franchise GmbH, dBmess 2007 Touring

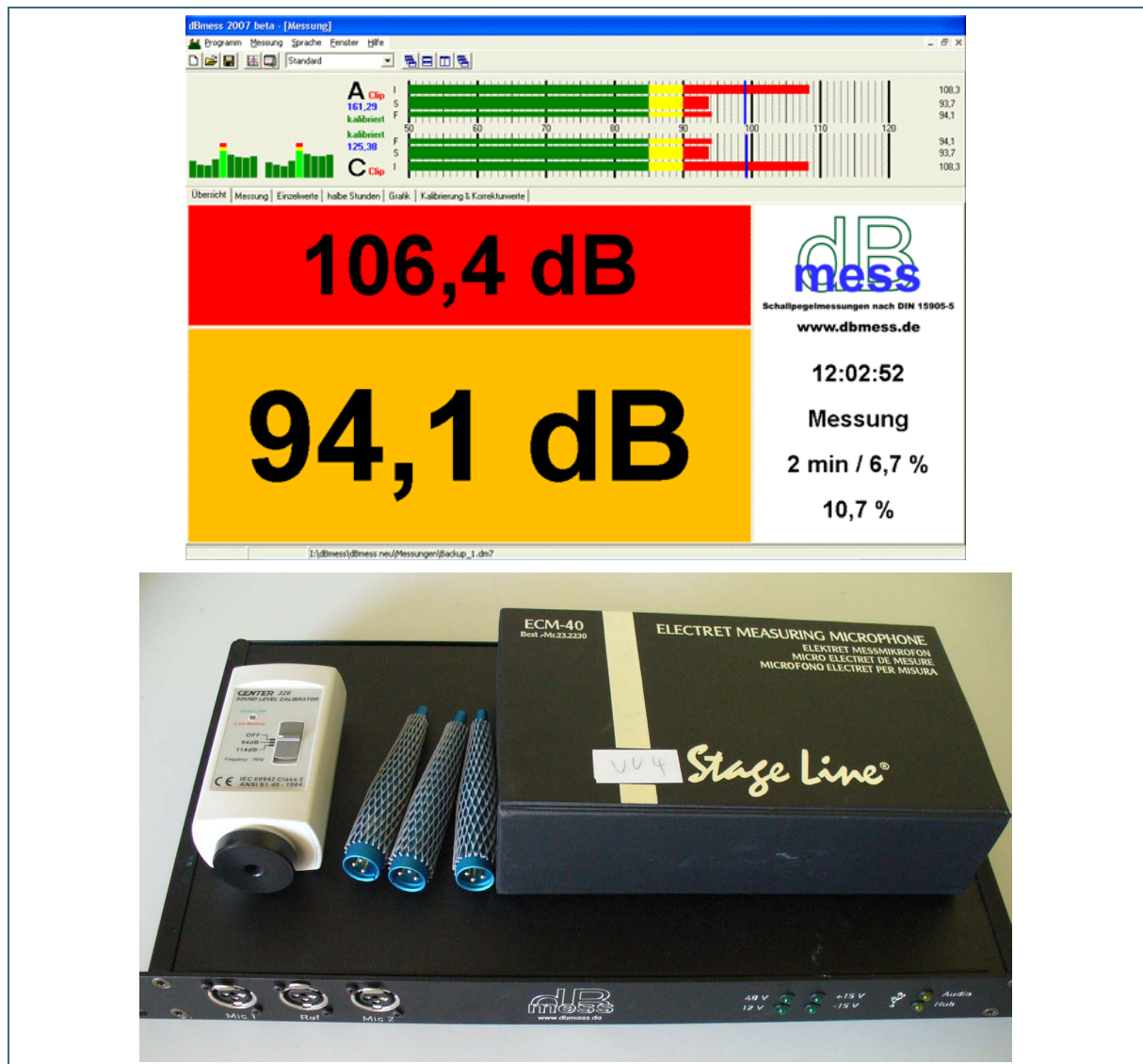


Abb. 3: Messsystem dBmess2007 mit Vorverstärker VV4 (unten) und Bildschirmanzeige (oben)

Testgerät :

Messsystem dBmess 2007 Touring, Mikrofonvorverstärker (VV4 – 34),
 3 Messmikrofone 4091 (S. Nr. 611322, 611323 und 611325), KL. 2,
 Software dBmess 2007 zur Auswertung des Messsignals,
 Kalibrator, Center 326, Kl. 2, S. Nr. 080414341,

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - einfache Installation der zugehörigen Software auf einen Computer (z. B. PC, Laptop)
- **Kalibrieren:**
 - über Software gesteuert
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü

– **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

- automatische, messtechnische Ermittlung im Messsystem durch einen Messzyklus an den Immissionsorten
- eindeutige und verständliche Führung durch das Menü zur Korrekturwertbestimmung

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

- automatische Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem

– **Messung:**

- nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
- Pflichtangaben nach DIN 15905-5 zur Veranstaltung, Mischer usw. können vor bzw. während der laufenden Messung eingegeben werden, alle DIN relevanten Angaben voreingestellt.
- Start der Messung erfolgt jederzeit manuell
- Neustart der Mittelung erfolgt automatisch zur halben/vollen Stunde
- Beenden der Messung erfolgt jederzeit manuell
- automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
- beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert

– **Anzeige der Messwerte:**

- Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz groß und deutlich
- Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegel
- Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde nicht unmittelbar möglich, dieser Wert lässt sich in einer tabellarischen Liste in einem gesonderten Tab nach Vollendung der halben Stunde ablesen. Der auf dem Display angezeigte L_{Aeq} ist der auf 30 Minuten hochgerechnete Wert
- Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde nicht unmittelbar möglich, dieser Wert lässt sich in einer tabellarischen Liste in einem gesonderten Tab nach Vollendung der halben Stunde ablesen; Anzeige des L_{Cpeak} der gesamten Messdauer sehr klein neben dem Balkendiagramm.
- Anzeige der Messhistorie möglich
- Frequenzanalyse – nur grafische Darstellung der Oktavbänder am Display ohne Zahlenwerte

– **Protokoll/Auswertung:**

- möglich
- Protokoll enthält fast alle Pflichtangaben nach DIN 15905-5
- Die Beurteilungspegel müssen jedoch erst aus den Halbstundenwerten herausgelesen werden
- nach der Messung können die Messwerte nicht mehr verändert werden

- **Sonstiges:**
 - Das 19" Gerät ist für den mobilen Einsatz etwas unhandlich.
 - Protokoll: Kalibrierung/Korrekturwert: viele Angaben, tendenziell unübersichtlich

5.4 dBmess Franchise GmbH, dBmess 2009 Touring

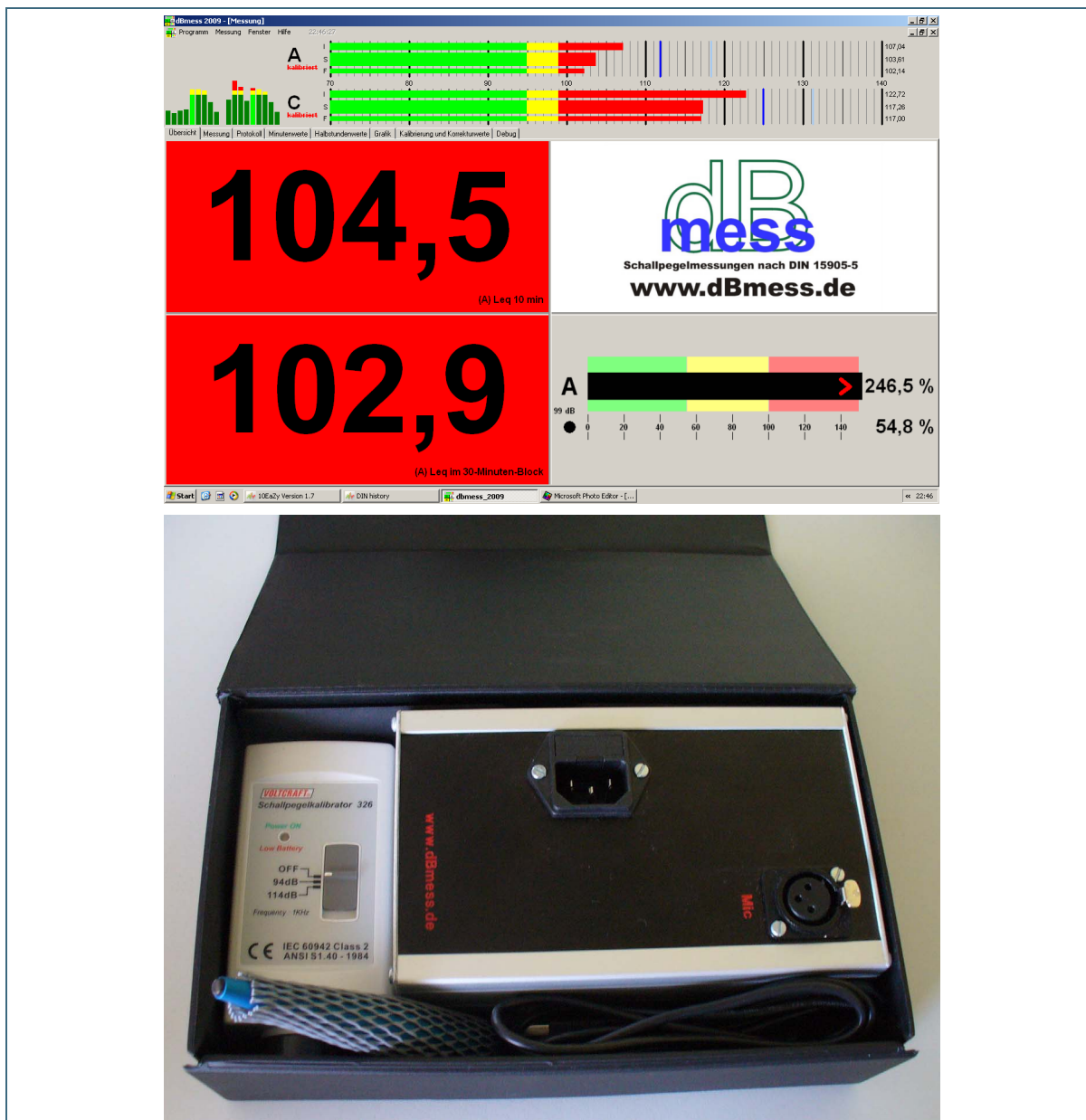


Abb. 4: Messsystem dBmess 2009 mit Vorverstärker VV5, Kalibrator und Messmikrofon (unten) und Bildschirmanzeige (oben)

Testgerät:

Messsystem dBmess 2009 Touring, Mikrofonvorverstärker (VV5 – 11),
 1 Messmikrofon 4091 (S. Nr. 611324), KL. 2
 Software dBmess 2009, zur Auswertung des Messsignals,
 Kalibrator, VOLTcraft 326, KI. 2, S. Nr. 070812344

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - einfache Installation der zugehörigen Software auf einen Computer (z. B. PC, Laptop)
 - Software wählt nicht die korrekte Soundkarte aus, d. h. interne Soundkarte musste über die Systemsteuerung abgeschaltet werden
- **Kalibrieren:**
 - über Software gesteuert
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü
- **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

 - automatische, messtechnische Ermittlung im Messsystem durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü zur Korrekturwertbestimmung

Berücksichtigung bei den Messergebnissen

 - automatische Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem
- **Messung:**
 - nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
 - Pflichtangaben nach DIN 15905-5 zur Veranstaltung, Mischer usw. können vor bzw. während der laufenden Messung eingegeben werden, alle DIN-relevanten Angaben voreingestellt
 - Start der Messung erfolgt jederzeit manuell
 - Neustart der Mittelung erfolgt automatisch zur halben/vollen Stunde
 - Beenden der Messung erfolgt jederzeit manuell
 - automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
 - beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert
- **Anzeige der Messwerte:**
 - Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz groß und deutlich
 - Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegel
 - Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde nicht unmittelbar möglich, dieser Wert lässt sich nur in der tabellarischen Liste in einem gesonderten Tab nach Vollendung der halben Stunde ablesen. Der angezeigte L_{Aeq} ist der auf 30 Minuten hochgerechnete Wert.
 - Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde nicht unmittelbar möglich, dieser Wert lässt sich nur in der tabellarischen Liste in einem gesonderten Tab nach Vollendung der halben Stunde ablesen.
 - Anzeige der Messhistorie möglich
 - Frequenzanalyse - nur grafische Darstellung der Oktavbänder am Display ohne Zahlenwerte

- **Protokoll/Auswertung:**
 - Protokoll enthält fast alle Pflichtangaben nach DIN 15905-5
 - Die Beurteilungspegel müssen jedoch erst aus den Halbstundenwerten herausgelesen werden
 - nach der Messung können die Messwerte nicht mehr verändert werden
- **Sonstiges:**
 - Protokoll: Kalibrierung/Korrekturwert: viele Angaben, tendenziell unübersichtlich
 - bei einer Testmessung abgestürzt

5.5 Neumann, Thomas, LevelCheck



Abb. 5: Softwarebasierte Bildschirmanzeige LevelCheck von Neumann

Testgerät :

Software LevelCheck 2008, Version 0.6.1.6

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - einfache Installation der zugehörigen Software auf einen Computer (z. B. PC, Laptop)
- **Kalibrieren:**
 - über Software gesteuert
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü

– **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

- automatische, messtechnische Ermittlung durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten
- eindeutige und verständliche Führung durch das Menü zur Korrekturwertbestimmung

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

- automatische Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem

– **Messung:**

- nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
- Pflichtangaben nach DIN 15905-5 zur Veranstaltung, Mischer usw. können vor der laufenden Messung eingegeben werden, alle DIN-relevanten Angaben voreingestellt; während der Messung kann der Ablauf der Veranstaltung eingegeben werden
- Start der Messung erfolgt jederzeit manuell
- Neustart der Mittelung erfolgt automatisch zur halben/vollen Stunde
- Korrekturwerte werden automatisch berücksichtigt
- Beenden der Messung erfolgt jederzeit manuell
- automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
- beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert

– **Anzeige der Messwerte:**

- Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz ($T = 10 \text{ sec}$) groß und deutlich
- Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegels
- Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde groß und deutlich
- Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde
- Anzeige der Messwerte ist eindeutig zuordenbar
- Anzeige der Messhistorie am Bildschirm
- Frequenzanalyse nicht möglich

– **Protokoll/Auswertung:**

- Protokoll enthält alle Pflichtangaben nach DIN 15905-5, sehr übersichtlich
- nach der Messung kann das Protokoll nicht mehr verändert werden

– **Sonstiges:**

- hierbei handelt es sich um kein vollständiges Messsystem. Soundkarte, Mikrofon, Mikrofonkabel müssen ergänzt werden und wurden somit bei der Testung nicht überprüft.
- System leicht manipulierbar
- Während der Messung wurde der L_{Cpeak} vermutlich nicht richtig angezeigt. Das Problem kann in der verwendeten Soundkarte gelegen haben.
- Die Software arbeitet nicht mit allen Soundkarten problemlos.

- Beim Starten der Software wird getestet, welche Soundkarten angeschlossen sind. Während dieser Zeit reagiert das Programm nicht, gibt jedoch auch keine Hinweise, dass ein Prozess aktiv ist. Der Vorgang kann relativ lange dauern.

5.6 Norsonic-Tippkemper GmbH, NOR131 – NorConcertControl

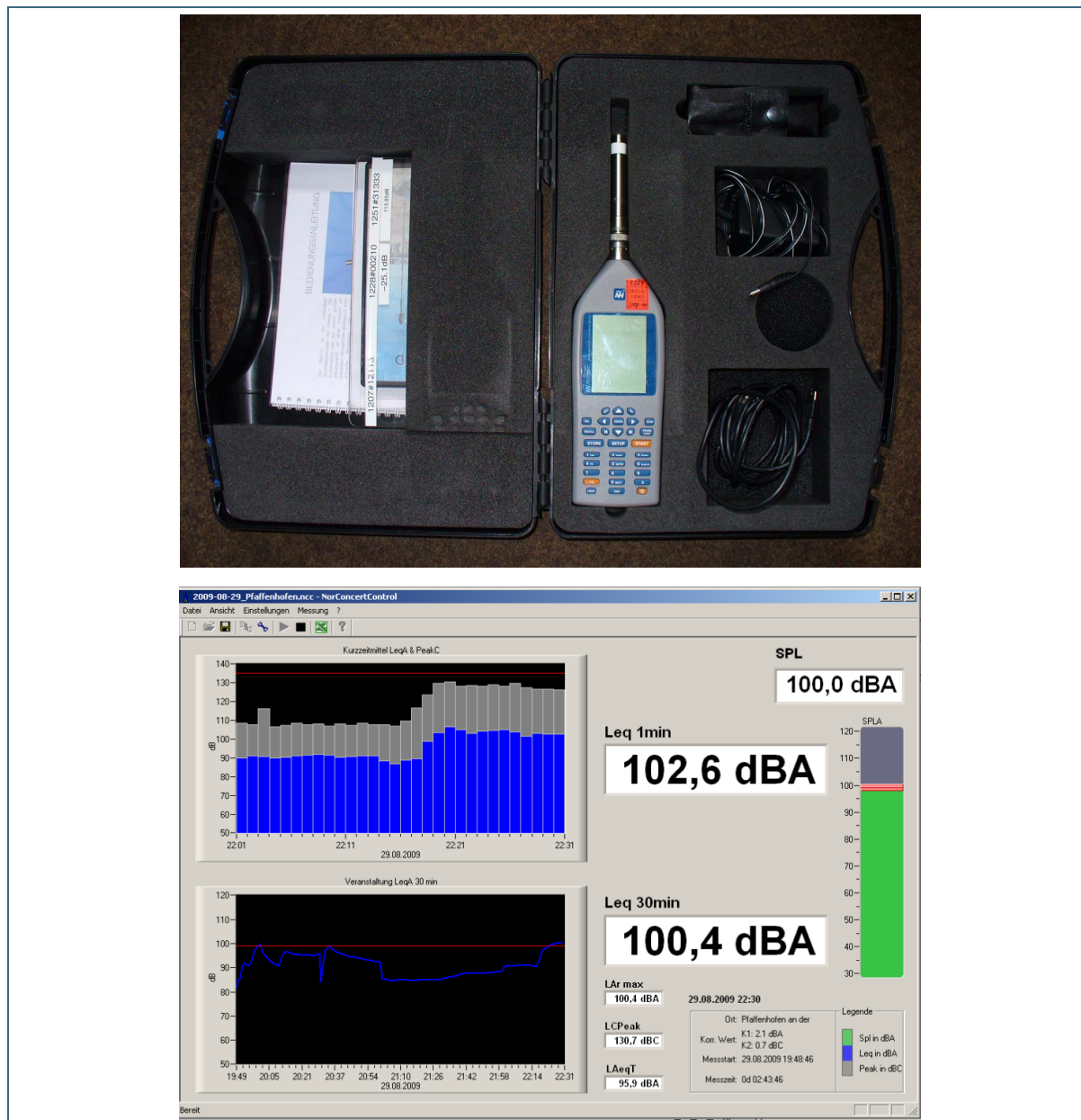


Abb. 6: Schallpegelmessgerät NOR131(oben) von Norsonic und Benutzeroberfläche der Software NorConcertControl

Testgerät:

Handschallpegelmesser Norsonic, Typ 131, Kl.1, S.Nr. 1312801/06

Software (Typ Nor-1037 NorConcertControl Software)

zur Auswertung des Messsignals

Kalibrator Norsonic, Typ 1251, Kl. 1, S.Nr. 31333

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - einfache Installation der zugehörigen Software auf einen Computer (z. B. PC, Laptop)
- **Kalibrieren:**
 - über Software gesteuert
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü
- **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

 - manuelle, messtechnische Ermittlung durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten
 - manuelle Eingabe der ermittelten Werte in das System möglich
 - automatische, messtechnische Ermittlung durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten, hierbei muss der Messwert des maßgeblichen Immissionsortes manuell in das System eingetragen werden

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

 - automatische Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem
- **Messung:**
 - nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
 - Pflichtangaben nach DIN 15905-5 zum Ort, Name der Veranstaltung und zum Veranstalter können eingegeben werden (Angaben voreingestellt). Weitere Pflichtangaben wie z. B. zu den Messpunkten, Beschallungsanlage etc. können im System nicht direkt eingegeben werden, sondern sind im Protokoll (Excel-Sheet) im Nachhinein nachzutragen.
 - Start der Messung erfolgt jederzeit manuell
 - Neustart der Mittelung erfolgt automatisch zur halben/vollen Stunde
 - Beenden der Messung erfolgt jederzeit manuell
 - automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
 - beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert
- **Anzeige der Messwerte**
 - Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz möglich
 - Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegel möglich
 - Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde nicht möglich
dieser wird nach Beendigung des Messintervalls nach ca. 2 Min. angezeigt
 - Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde im Balkendiagramm (nicht als Zahlenwert) möglich, Anzeige des $L_{Cpeak, max}$ während der Veranstaltung
 - Anzeige der Messwerte ist nicht eindeutig zuordenbar
 - Anzeige der Messhistorie nicht möglich
 - Frequenzanalyse möglich (optional)

- **Protokoll/Auswertung:**
 - Protokoll sehr übersichtlich mit vollständiger Messauswertung
 - Im Protokoll (Excel sheet) können alle fehlenden Pflichtangaben nach DIN 15905-5 ergänzt werden (Felder bereits angelegt)
- **Sonstiges:**
 - Schallpegelmesser wird vollständig vom PC gesteuert
 - System besitzt eine Alarmfunktion mit Benachrichtigung ab einem „frei einstellbaren Pegel“. (Diese Funktion wurde nicht getestet.)

5.7 NTI AG, Acoustilyzer AL1

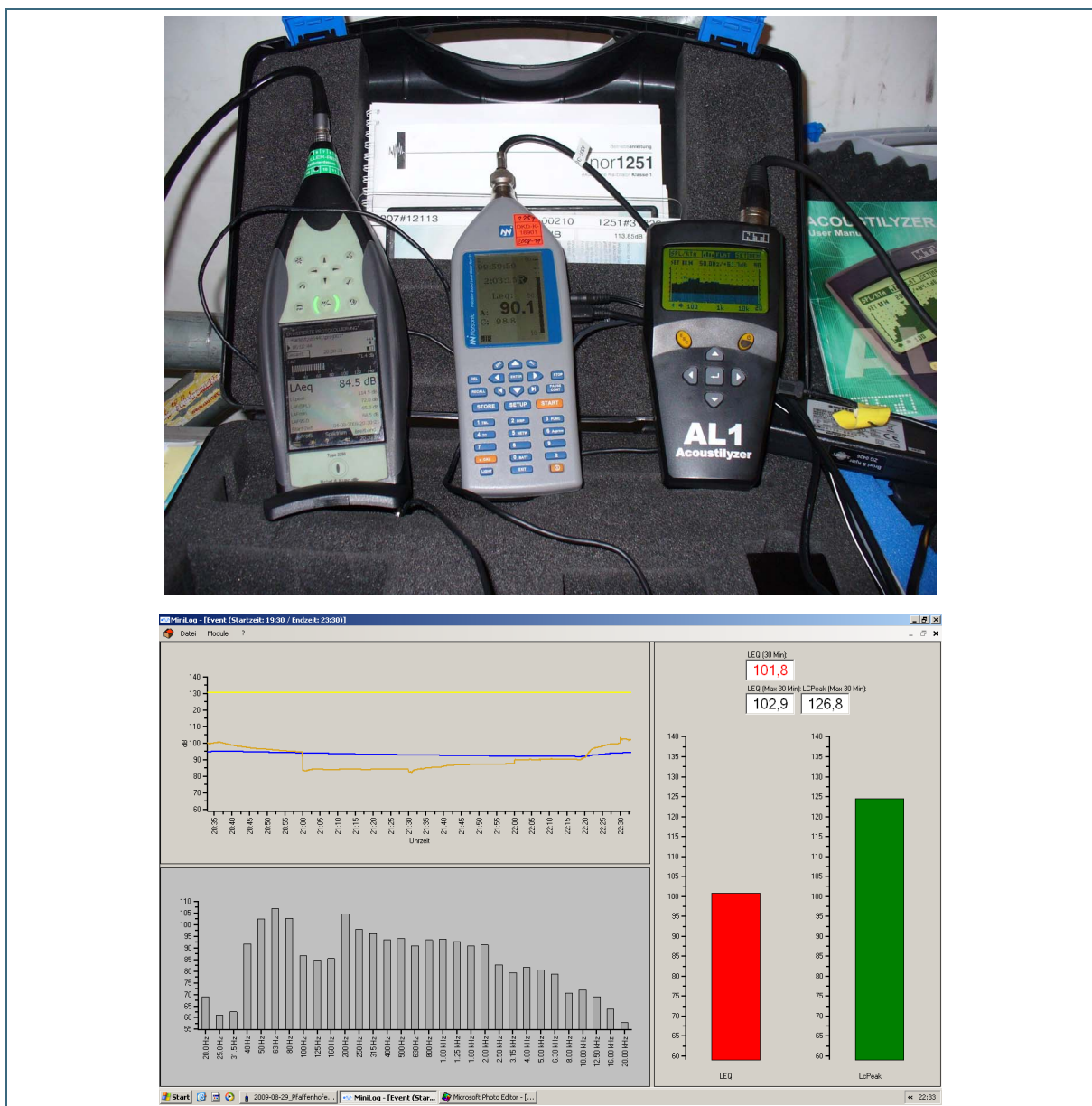


Abb. 7: Schallpegelmessgerät Acoustilyzer AL1 (oben rechts) NTI i. V. m. der PC Software MiniLOG Bildschirmanzeige (unten)

Testgerät:

Handschallpegelmesser Acoustilyzer AL1, Kl. 2, S. Nr. AUN077A2A2

Software MiniLOG V3.01 zur Auswertung des Messsignals

Kalibrator Typ 1251, Kl. 2, S. Nr. 31333

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - einfache Installation der zugehörigen Software auf einen Computer (z. B. PC, Laptop)
- **Kalibrieren:**
 - über Schallpegelmesser gesteuert
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü
- **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

 - automatische, messtechnische Ermittlung im Messsystem durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

 - automatische Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem
- **Messung:**
 - nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
 - Pflichtangaben nach DIN 15905-5 zur Veranstaltung, Mischer usw. können vor der Messung eingegeben werden, alle DIN-relevanten Angaben sind voreingestellt
 - Start der Messung erfolgt nur programmierbar
 - Neustart der Mittelung erfolgt automatisch zur halben/vollen Stunde
 - Beenden der Messung erfolgt nur programmierbar
 - automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
 - beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert
- **Anzeige der Messwerte:**
 - Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz im Balkendiagramm
 - Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegel nicht möglich
 - Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde, klein
 - Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde, klein
 - Anzeige der Messwerte ist nicht eindeutig zuordenbar (Legende der angezeigten Werte fehlt)
 - Anzeige der Messhistorie nicht möglich
 - Frequenzanalyse möglich

- **Protokoll/Auswertung:**
 - Protokoll mit vollständiger Messauswertung
 - Im Protokoll (Excel sheet) können alle fehlenden Pflichtangaben nach DIN 15905-5 ergänzt werden (Felder bereits angelegt)
- **Sonstiges:**
 - Messdatenpfad darf nicht verändert werden, sonst ist AL1 nicht betriebsbereit
 - Korrekturwert wird im Protokoll als „manuell bestimmt“ angezeigt, obwohl automatisch ermittelt (soll behoben werden)
 - Der Korrekturwert K_2 wird nicht auf angezeigten Zahlenwert addiert; auf grafischer Anzeige ist die Addition erfolgt (soll behoben werden)
 - bei manueller Beendigung der Messung wird keine Protokolldatei erstellt
 - gelegentlich kommt es zu Synchronisationsproblemen

5.8 NTI AG, XL2 Analyzer



Abb. 8: Schallpegelmesser XL2 Analyzer (oben) von NTI und Schallpegelanzeige im Display (unten)

Testgerät:

Handschallpegelmesser XL2 Analyzer, Kl. 2, S. Nr. S/NA2A-02095-C0

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - Installation der zugehörigen Software problemlos
 - Installation Firmwareupdate problemlos
- **Kalibrieren:**
 - zum Zeitpunkt der Testmessung nicht möglich;
 - wurde in der nicht mehr getesteten aktuellen Firmware ermöglicht
- **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

 - automatische, messtechnische Ermittlung im System durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten
 - Werte können auch manuell eingegeben werden

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

 - automatische Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem
- **Messung:**
 - nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
 - Pflichtangaben zur Veranstaltung, Mischer usw. können nicht eingegeben werden
 - Start der Messung erfolgt jederzeit manuell
 - Neustart der Mittelung erfolgt automatisch zur halben/vollen Stunde
 - Beenden der Messung erfolgt manuell
 - automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
 - beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert
- **Anzeige der Messwerte:**
 - Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz
 - Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegels über Limit-Taste
 - Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde
 - Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde
 - Anzeige der Messwerte ist eindeutig zuordenbar
 - Anzeige der Messhistorie nicht möglich
 - Frequenzanalyse möglich
- **Protokoll/Auswertung:**
 - Protokoll enthält nur wenige der Pflichtangaben nach DIN 15905-5
 - Die Beurteilungspegel müssen erst aus den Halbstundenwerten herausgelesen werden

- Weitere Pflichtangaben nach DIN 15905-5 beispielsweise zur Veranstaltung können nachgetragen werden (Excel-Sheet, jedoch keine dafür angelegten Felder vorhanden)
- **Sonstiges:**
 - Bedienung komfortabel
 - Batterien nach ca. 2 Stunden Betrieb relativ schnell leer, Möglichkeit für Netzteilanschluss vorhanden

5.9 Quest Technologies (Airflow Lufttechnik GmbH), SoundPro



Abb. 9: Messsystem SoundPro (links) von Quest Technologies (Airflow) und Schallpegelanzeige im Display (rechts)

Testgerät:

Handschallpegelmessgerät Quest SoundPro 2-1/3, Typ 2, Kl. 2, S. Nr. BIF040025

Kalibrator, Quest Technologies, Typ QC-10, Kl. 1, S. Nr. QIG120195

Auswertesoftware QuestSuite Professional II

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - Schallpegelmessgerät und dazugehörige Software nicht selbsterklärend
- **Kalibrieren:**
 - über Schallpegelmessgerät gesteuert

– **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

- manuelle, messtechnische Ermittlung durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten
- ermittelte Korrekturwerte können nicht abgespeichert werden

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

- Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem nicht möglich

– **Messung:**

- nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
- Pflichtangaben zur Veranstaltung, Mischer usw. können vor bzw. während der Messung nicht eingegeben werden
- Start der Messung erfolgt jederzeit manuell
- Neustart der Mittelung erfolgt manuell bzw. programmierbar zur halben/vollen Stunde
- Beenden der Messung erfolgt manuell
- automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
- beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert

– **Anzeige der Messwerte:**

- Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz nur im Display des Schallpegelmessers möglich
- Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegels nicht möglich
- Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde
- Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde
- Anzeige der Messwerte ist eindeutig zuordenbar, jedoch nicht gleichzeitig darstellbar
- Anzeige der Messhistorie nicht möglich
- Korrekturwerte werden nicht berücksichtigt, d. h. auf die angezeigten Messwerte muss jeweils der entsprechende Korrekturwert aufaddiert werden
- Frequenzanalyse möglich bei den Modellen SE/DL 2-1/3

– **Protokoll/Auswertung:**

- Ergebnisdarstellung im Protokoll ohne Berücksichtigung der Korrekturwerte und Ausgabe der Beurteilungspegel – nicht DIN-konform
- Fehlende Pflichtangaben nach DIN 15905-5 beispielsweise zur Veranstaltung können nachgetragen werden, jedoch keine dafür angelegten Felder

– **Sonstiges:**

- Auswertemöglichkeiten von gespeicherten Daten nicht einfach / selbsterklärend
- Hilfe funktioniert z. T. nicht
- Tasten auf dem Gerät lassen sich nur schwer bedienen (ungünstiger Druckpunkt)

5.10 ROGA-Instruments, 10EaZy



Abb. 10: Messsystem 10EaZy von ROGA-Instruments mit Schallpegelmessgerät (links) und softwarebasierter Bildschirmanzeige (rechts)

Testgerät:

10EaZy, Soundkarte, S. Nr. 0273

10EaZy, Mikrofon PA-01, S. Nr. 0024

10EaZy, Software, Version 1.7 zur Auswertung der Messdaten

- **Inbetriebnahme des Messsystems:**
 - einfache Installation der zugehörigen Software auf einem Computer (z. B. PC, Laptop)

- **Kalibrieren:**
 - über Software gesteuert
 - eindeutige und verständliche Führung durch das Menü

- **Korrekturwerte:**

Bestimmung:

- automatische, messtechnische Ermittlung im System durch zwei Messzyklen an den Immissionsorten
- Führung durch ein Menü zur Korrekturwertbestimmung
- Werte können auch manuell eingegeben werden

Berücksichtigung bei den Messergebnissen:

- automatische Berücksichtigung der Korrekturwerte im Messsystem
- **Messung:**
 - nach Anforderungen der DIN 15905-5 möglich
 - Pflichtangaben nach DIN 15905-5 zur Veranstaltung, Mischer usw. können nur vor der Messung eingegeben werden, alle DIN-relevanten Angaben sind voreingestellt. Nur Angaben zum Veranstaltungsablauf sind während der Messung möglich
 - Start der Messung erfolgt jederzeit manuell
 - Neustart der Mittelung erfolgt automatisch zur halben/vollen Stunde
 - Beenden der Messung erfolgt manuell
 - automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung
 - beim Beenden der Messung werden alle Messwerte automatisch abgespeichert
- **Anzeige der Messwerte:**
 - Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für den Mischpultplatz
 - Signalisierung (farblich) in Abhängigkeit vom Kurzzeitmittelungspegel
 - Anzeige des L_{Aeq} der aktuellen halben Stunde
 - Anzeige des L_{Cpeak} der aktuellen halben Stunde möglich, jedoch nur in der Historie
 - Anzeige der Messwerte ist eindeutig zuordenbar
 - Anzeige der Messhistorie möglich
 - Frequenzanalyse nicht möglich
- **Protokoll/Auswertung:**
 - Protokoll sehr übersichtlich mit vollständiger Messauswertung
 - Protokoll enthält alle Pflichtangaben nach DIN 15905-5
- **Sonstiges:**
 - Im „Running Order“ können die jeweiligen Bands sowie die zugehörige Spielzeit eingegeben werden; Running Order ist schlecht zu lesen, wenn Messung bereits läuft, da sehr hoher Transparenzgrad im Fenster
 - Hilfefunktion wird beim Verweilen des Mauszeigers auf bestimmten Buttons angezeigt, ausführliche Hilfe wird mit Programm installiert (PDF-Manual)

6 Allgemeine Hinweise und Empfehlungen

Im Folgenden werden allgemeine Hinweise und Empfehlungen für den speziellen Anwendungsfall der Schallpegelüberwachung bei mobilen elektroakustischen Beschallungsanlagen gegeben. Hinweise für die Messung und Auswertung nach DIN 15905-5 können Abschnitt 4.3 entnommen werden.

Geräteaufbau

Die meisten Systeme sind rechnergestützt, sodass ein Computer vorhanden sein bzw. mitgebracht werden muss. Eine externe Stromversorgung der Geräte ist in jedem Fall hilfreich. Ein Aufbau der erforderlichen Hardware ist im Bereich des Mischpults sinnvoll. Meist steht dort jedoch wenig Platz zur Verfügung. Es ist deshalb von Vorteil, wenn sich das Messpersonal vor der Messung über die vorzufindende Platzsituation informiert und ggf. selbst eine Möglichkeit zur Ablage des Messsystems mitbringt (z. B. Klappstisch). Es empfiehlt sich auch, stets eigenen Gehörschutz mitzubringen, da dieser nur selten bei Veranstaltungen angeboten wird.

Bedienung

Personen, denen der Umgang mit Schallpegelmessern vertraut ist, können mit allen getesteten Systemen gut zurecht kommen. Meist sind die Systeme selbsterklärend und können zum Großteil ohne Bedienungsanleitung zum Laufen gebracht werden.

Grundkenntnisse in der technischen Akustik, wie z. B. Kenntnis der akustischen Größen und der Frequenzbewertung (A- und C-Filter) sind in jedem Fall erforderlich. Ansonsten sollte an einer entsprechenden Schulung teilgenommen werden (z. B. DJ Führerschein).

Ermittlung der Korrekturwerte

Wie sich bei der Erprobung der Messgeräte an zehn Veranstaltungen gezeigt hat, ist die Korrekturwertbestimmung eine der schwierigsten Aufgaben bei der Vorbereitung der Überwachungsmessung. In der Regel steht dafür nur ein kurzes Zeitfenster zur Verfügung. Es muss daher zwischen Aufbau der Anlage und Soundcheck oder Soundcheck und Einlass des Publikums ein Zeitfenster abgepasst werden. Bei der Korrekturwertbestimmung ist zusätzlich darauf zu achten, dass diese nicht zu lange dauert, da die Einspielung des Referenzsignals (Rosa Rauschen) mit einem sehr hohen Schalldruckpegel für die bereits anwesenden Personen als sehr unangenehm empfunden wird. Das Messpersonal sollte sich vor der Messung erkundigen, ob ein geeignetes Gerät (z. B. CD-Player) vorhanden ist, um das Referenzsignal abspielen zu können.

Die Durchführung der Korrekturwertbestimmung kann sehr vereinfacht werden, wenn im Messsystem bereits eine Möglichkeit zur Korrekturwertbestimmung – am besten automatisch – mit einfacher Menüführung implementiert ist (siehe Abschnitt 5 „Korrekturwerte“).

Systeme, die während der Messung die Korrekturwerte nicht berücksichtigen können, sind für den Anwendungsfall der Überwachung von mobilen elektroakustischen Beschallungsanlagen wenig geeignet, weil die Pegelanzeige nicht die Beurteilungspegel, sondern die Pegel am Ersatzimmissionsort anzeigt. Somit muss der Korrekturwert laufend durch das Messpersonal oder Bedienpersonal der Beschallungsanlage aufaddiert werden.

Durchführung der Messung

Die Möglichkeit der Eingabe aller Pflichtangaben nach DIN 15905-5 vor bzw. während der Messung ist wünschenswert. Vorgesehene Felder sind sehr hilfreich, damit keine maßgeblichen Angaben vergessen werden. Bei einigen Systemen können erst nach der Messung die Daten im Protokoll nachge-

tragen werden. Dies ist eher umständlich, da während der Messung erst einmal alle erforderlichen Angaben separat notiert werden müssen.

Das Starten und Beenden der Messung sollte jederzeit erfolgen können. Eine automatische Sicherung der Messergebnisse während der Messung ist erforderlich, da hierdurch ein Verlust der Messergebnisse durch eventuellen Absturz des Systems verhindert wird.

Anzeige der Messwerte

Bei einigen speziell für die Messung nach DIN 15905-5 konzipierten Messsystemen war die Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels nicht bzw. nicht eindeutig erkennbar. Wünschenswert wäre eine gleichzeitige Anzeige der drei maßgeblichen Messgrößen Kurzzeitmittelungspegel, Mittelungspegel über 30 Minuten L_{Aeq} und Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak} (dBmess 2007, dBmess 2009, LevelCheck 2008, Acoustilyzer AL1, XL2 Analyzer, 10EaZy, NOR131 - NorConcertControl). Eine Anzeige der Messhistorie gibt einen guten Überblick über den Veranstaltungsverlauf.

Protokolle

Die Erstellung eines fertigen Protokolls mit der automatischen Eintragung aller Pflichtangaben können vier Systeme liefern. Bei allen übrigen Anbietern sind Nachträge erforderlich. Protokolle, die als Excel-Sheets ausgegeben werden haben den Nachteil, dass eine Manipulation der Messwerte im Protokoll möglich ist.

Manipulation (siehe auch Punkt „Protokolle“)

Der große Vorteil des Einsatzes von Messsystemen, wie sie hier untersucht wurden, ist, dass die entsprechenden Beurteilungspegel ermittelt werden und vom Veranstalter, DJs sowie der Überwachungsbehörde direkt abgelesen werden können.

Eine bewusste Manipulation ist allerdings auch bei diesen Messsystemen, wie auch bei Limitern möglich. Falsche oder nicht eingegebene Korrekturwerte bzw. Manipulation der Messwerte sind denkbar. Die Anwesenheit von Fachpersonal bei der Korrekturwertermittlung sowie bei der Installation eines Messsystems und eine regelmäßige Kontrolle sind somit in jedem Fall sinnvoll und erforderlich.

Hinweis für die Veranstalter

Nach DIN 15905-5 soll das Publikum informiert werden, wenn ein Beurteilungspegel L_{Ar} von 85 dB(A) überschritten wird, da der Beurteilungspegel subjektiv vom Publikum nicht ausreichend eingeschätzt werden kann. Nach der Norm kann die Information zum Beispiel über einen Aufdruck auf den Eintrittskarten, über Handzettel oder einen Aushang erfolgen.

Hinweis für die Behörden

Als positive Erkenntnis stellte sich im Rahmen des Projektes heraus, dass die Überwachungssysteme, bei denen es sich vorwiegend um Schallpegelmesssysteme handelt, nicht nur im Zusammenhang mit Anforderungen zum Gesundheitsschutz, sondern auch zur Überwachung von Schallpegelbegrenzungen aus Immissionsschutzgründen dienen können.

7 Auflagenvorschläge (z. B. für Genehmigungsbescheide)

Im Folgenden werden Empfehlungen bzw. Auflagenvorschläge z. B. für Bescheide oder Bescheide der Vollzugsbehörde aufgeführt. Sie sind an den jeweiligen Einzelfall anzupassen.

Die Norm DIN 15905-5 [1] unterscheidet prinzipiell zwei Veranstaltungstypen, die kategorisiert und nachfolgend mit A und B gekennzeichnet sind.

Bei Veranstaltungen der Kategorie A handelt es sich um Veranstaltungen, bei denen ein Beurteilungspegel von 85 dB(A) und mehr (jedoch unter 95 dB(A)) zu erwarten ist. Bei Veranstaltungen der Kategorie B bewegt sich der Beurteilungspegel im Bereich von 95 dB(A) bis höchstens 99 dB(A).

Für die jeweilige Kategorie sind in der Norm Schutzmaßnahmen genannt, die nachfolgend zusammengefasst sind:

Veranstaltungskategorie A: (Beurteilungspegel von 85 dB(A) und mehr)

1. Die elektroakustische Beschallungsanlage ist so zu betreiben, dass an keinem für das Publikum zugänglichen Ort
 - a) der Beurteilungspegel L_{Ar} innerhalb der Beurteilungszeit T_r von 30 Minuten den Richtwert von **95 dB(A)** und
 - b) der Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak} den Richtwert von **135 dB(C)** überschreiten.

Die Beurteilungszeit von jeweils 30 Minuten beginnt fortlaufend zur vollen und zur halben Stunde.

2. Der Aufenthalt des Publikums im Nahbereich der Lautsprecher ist durch geeignete Maßnahmen, z. B. Absperrungen oder durch entsprechende Positionierung der Lautsprecher zu verhindern.
3. Das Publikum ist im Eingangsbereich gut sichtbar zu informieren, wenn es sich in Lärmpegelbereichen von 85 dB(A) und mehr (max. 95 dB(A)) aufhält und über eine mögliche Gehörgefährdung zu informieren (z. B. Flyer, Aushang, Anzeigetafel).
4. Zur Überwachung des in Auflage 1 unter a) genannten Richtwertes ist ein kontinuierliches Messsystem einzurichten und der A-bewertete Beurteilungspegel durch Messung nach Abschnitt 5 der DIN 15905, Teil 5 zu dokumentieren. Auf die Messung kann verzichtet werden, wenn sichergestellt ist, dass ein Beurteilungspegel von 95 dB(A) unterschritten wird.
5. Mit den erforderlichen Messungen für die Einrichtung und den ordnungsgemäßen Betrieb der kontinuierlichen Messeinrichtungen ist eine qualifizierte Messstelle zu beauftragen. Im Rahmen dieser Messungen ist nachzuweisen, dass die in Auflage 1 genannten Richtwerte nicht überschritten werden.
6. Während des Betriebes ist aus den zu ermittelnden Messwerten für jede aufeinanderfolgende halbe Stunde der A bewertete Halbstundenmittelwert zu bilden. Wird an einem Ersatzimmissionsort gemessen, ist der Korrekturwert zum maßgeblichen Immissionsort zu berücksichtigen.
7. Die Messergebnisse, Korrekturwerte und der maßgebliche Immissionsort sind in einem Messprotokoll entsprechend Anhang D der DIN 15905, Teil 5 zu dokumentieren und mindestens

ein Jahr aufzubewahren. Die Aufzeichnungen sind der *Vollzugsbehörde* auf Verlangen vorzulegen.

8. Die Messeinrichtung ist regelmäßig zu warten und vor jeder Messreihe mit einem Schallkalibrator zu überprüfen, der mindestens die Anforderungen der Genauigkeitsklasse 2 nach DIN EN 60942 [3] erfüllt.
9. Eine Übereinstimmung des Messsystems mit den Anforderungen nach DIN EN 61672-1 [2] ist wiederkehrend alle zwei Jahre zu überprüfen. Die Überprüfung muss von einer Prüfstelle durchgeführt werden, die für auf geeignete Normale rückführbare Kalibrierungen zugelassen ist (z. B. DKD-Kalibrierlabor).
10. Die Übereinstimmung des Schallkalibrators mit den Anforderungen von DIN EN 60942 [3] ist einmal im Jahr zu überprüfen. Die Überprüfung muss von einer Prüfstelle durchgeführt werden, die für auf geeignete Normale rückführbare Kalibrierungen zugelassen ist (z. B. DKD-Kalibrierlabor).

Anforderungen - Veranstaltungskategorie B: (Beurteilungspegel von 95 dB(A) bis höchstens 99 dB(A))

1. Die elektroakustische Beschallungsanlage ist so zu betreiben, dass an keinem für das Publikum zugänglichen Ort
 - a) der Beurteilungspegel L_{Ar} innerhalb der Beurteilungszeit T_r von 30 Minuten den Richtwert von **99 dB(A)** und
 - b) der Spitzenschalldruckpegel L_{Cpeak} den Richtwert von **135 dB(C)** überschreiten.

Die Beurteilungszeit von jeweils 30 Minuten beginnt fortlaufend zur vollen und zur halben Stunde. (Hinweis: Der Richtwert für den Beurteilungspegel von 99 dB(A) gilt auch als nicht überschritten, wenn die Beurteilungszeit auf maximal 120 Minuten ausgedehnt wird.)

2. Der Aufenthalt des Publikums im Nahbereich der Lautsprecher ist durch geeignete Maßnahmen, z. B. Absperrungen oder durch entsprechende Positionierung der Lautsprecher zu verhindern.
3. Das Publikum ist im Eingangsbereich gut sichtbar über den maximal möglichen Schalldruckpegel von 95 dB(A) und mehr (maximal 99 dB(A)) und eine mögliche Gehörgefährdung zu informieren (z. B. Flyer, Aushang, Anzeigetafel).
4. Dem Publikum ist das Tragen von bereitgestellten Gehörschutzmitteln nach Reihe der Normen DIN EN 352 [4] zum sicheren Schutz des Gehörs zu empfehlen.
5. Zur Überwachung der in Auflage 1 genannten Richtwerte ist ein kontinuierliches Messsystem einzurichten und der Beurteilungspegel sowie der Spitzenschalldruckpegel durch Messung nach Abschnitt 5 der DIN 15905, Teil 5 zu dokumentieren.
6. Mit den erforderlichen Messungen für die Einrichtung und den ordnungsgemäßen Betrieb der kontinuierlichen Messeinrichtungen nach Auflage 5 ist eine qualifizierte Messstelle zu beauftragen. Im Rahmen dieser Messungen ist nachzuweisen, dass die in Auflage 1 genannten Richtwerte nicht überschritten werden

7. Während des Betriebes ist aus den zu ermittelnden Messwerten für jede aufeinanderfolgende halbe Stunde der A-bewertete Halbstundenmittelwert und der C bewertete Spitzenschalldruckpegel zu bilden. Wird an einem Ersatzimmissionsort gemessen, sind die Korrekturwerte zum jeweils maßgeblichen Immissionsort zu berücksichtigen.
8. Die Messergebnisse, die Korrekturwerte und die maßgeblichen Immissionsorte sind in einem Messprotokoll entsprechend Anhang D der DIN 15905, Teil 5 zu dokumentieren und mindestens ein Jahr aufzubewahren. Die Aufzeichnungen sind der Vollzugsbehörde auf Verlangen vorzulegen.
9. Die Messeinrichtung ist regelmäßig zu warten und vor jeder Messreihe mit einem Schallkalibrator zu überprüfen, der mindestens die Anforderungen der Genauigkeitsklasse 2 nach DIN EN 60942 [3] erfüllt.
10. Eine optische Anzeige der Messeinrichtung ist für das Bedienpersonal der Musikanlage sichtbar anzubringen. (Hinweis: Eine optische Anzeige der Messeinrichtung ermöglicht es dem Bedienpersonal auf zu hohe Schalldruckpegel reagieren zu können.)
Dazu ist die Anzeige des energieäquivalenten Schalldruckpegels L_{AeqT} für den maßgeblichen Immissionsort mit einer Mittelungszeit $T \geq 5$ s ausreichend.
11. Eine Übereinstimmung des Messsystems mit den Anforderungen nach DIN EN 61672-1 [2] ist wiederkehrend alle zwei Jahre zu überprüfen. Die Überprüfung muss von einer Prüfstelle durchgeführt werden, die für auf geeignete Normale rückführbare Kalibrierungen zugelassen ist (z. B. DKD-Kalibrierlabor).
12. Die Übereinstimmung des Schallkalibrators mit den Anforderungen von DIN EN 60942 [3] ist einmal im Jahr zu überprüfen. Die Überprüfung muss von einer Prüfstelle durchgeführt werden, die für auf geeignete Normale rückführbare Kalibrierungen zugelassen ist (z. B. DKD-Kalibrierlabor).

8 Grundlagen

Diesem Bericht liegen zu Grunde:

- [1] DIN 15905-5, Veranstaltungstechnik – Tontechnik
Teil 5: Maßnahmen zum Vermeiden einer Gehörgefährdung des Publikums durch hohe Schallemissionen elektroakustischer Beschallungstechnik
November 2007
- [2] DIN EN 61672-1, Schallpegelmesser
Teil 1: Anforderungen
Oktober 2003
- [3] DIN EN 60942, Elektroakustik – Schallkalibratoren
Mai 2004
- [4] DIN EN 352-2, Gehörschützer – Allgemeine Anforderungen, Teil 2: Gehörschutzstöpsel
April 2003

Dipl.-Ing. Martina Freytag

Dipl.-Ing. (FH) Nele Carstensen

Anhang A: Glossar

Erläuterung der maßgeblichen Begriffe nach Norm DIN 15905-5

Maßgeblicher Immissionsort

Der maßgebliche Immissionsort ist der für das Publikum zugängliche Ort, an dem der höchste Schalldruckpegel erwartet wird. Für diesen Ort wird der Beurteilungspegel gebildet.

Ersatzimmissionsort

Wenn die Messung des Schalldruckpegels am maßgeblichen Immissionsort beispielsweise durch Publikumsgeräusche verfälscht wird, ist an einem Ersatzimmissionsort zu messen. Dieser Ort sollte so gewählt werden, dass eine Messung des Nutzschalldruckpegels ohne verfälschende Störsignale, z. B. durch Publikum, sichergestellt wird.

A/C-Bewertung

Schalldruckpegel werden mit einer Frequenzbewertungskurve (Frequenzbewertungskurve A,C) korrigiert, da das menschliche Gehör nicht bei allen Frequenzen gleich empfindlich ist.

A-Bewertung: dB(A)

C-Bewertung: dB(C)

K₁

Korrekturwert für den A-bewerteten energieäquivalenten Dauerschallpegel am Ersatzimmissionsort

$$K_1 = L_{AeqT1} - L_{AeqT2}$$

K₂

Korrekturwert für den C-bewerteten Spitzenschalldruckpegel am Ersatzimmissionsort

$$K_2 = L_{Cpeak1} - L_{Cpeak2}$$

L_{Ar}

A-bewerteter Beurteilungspegel am maßgeblichen Immissionsort

A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel am maßgeblichen Immissionsort für die Beurteilungszeit T_r .

Bei Messungen am Ersatzmessort ist L_{Ar} unter Berücksichtigung des Korrekturwertes K_1 aus L_{AeqT2} (mit $T_r = 30$ Minuten) zu bestimmen:

$$L_{Ar} = L_{AeqT2} + K_1$$

T_r

Beurteilungszeit

Zeitdauer, auf die die Bestimmung des Beurteilungspegels bezogen wird

L_{AeqT1}

A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel
am maßgeblichen Immissionsort

L_{AeqT2}

A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel
am Ersatzimmissionsort

L_{Cpeak1}

C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel am maßgeblichen Immissionsort

L_{Cpeak2}

C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel am Ersatzimmissionsort

Front of House (FOH)

Mischpult

Delay Line

Von der Hauptbeschallung abgesetzte Lautsprecher, deren Signal verzögert wird, um die Ortung auf die Hauptbeschallung einzurichten

Monitoranlage

Beschallungssystem auf der Bühne, um den Musikern eine bessere Koordination ihres Zusammenspiels zu ermöglichen

Kalibrierung

Bei der Kalibrierung wird in der Schallmesstechnik das Messgerät mit Hilfe eines Kalibrators überprüft (1 kHz-Ton bei 94/114 dB)

Anhang B: Kriterienkatalog (Stand der Kosten: 2009)

Messsystem-Hersteller	Brüel&Kjaer	Cirrus	dBmess Franchise GmbH	dBmess Franchise GmbH	Neumann, Thomas
Messsystem	2250 light	CR-831C	dBmess 2007	dBmess 2009	LevelCheck 2008
Anforderungen nach DIN 15905-5					
Integrierender Schallpegelmessler, Genauigkeitsklasse 2, DIN EN 61672-1	ja	ja	ja	ja	nein
kalibrierte Messgerätekette, Kalibrator nach DIN EN 60942	ja	ja	ja	ja	nein
A-bewerteter energieäquivalenter Schalldruckpegel LAeqT (Mittelungszeit >= 5s; Kurzzeitmittelungspegel)	ja	ja	ja	ja	ja
A-bewerteter energieäquivalente Schalldruckpegel LAeqTr (Mittelungszeit 30 / 120 Min.)	ja	ja	ja	ja	ja
C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel LCpeak	ja	ja	ja	ja	ja (Messwert nicht richtig)
Addition der Korrekturwerte K1 und K2 in der Messeinrichtung	nein	nein	ja	ja	ja
Ausgabe: A-bewerteter Beurteilungspegel LAr (lauteste 30 Min.)	nein	nein	nein	nein	ja
Ausgabe: C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel LCpeak	nein	nein	ja	ja	ja
optische Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für das Bedienpersonal	nein	nein	ja	ja	ja
Datenarchivierung, Messprotokoll	ja	ja	ja	ja	ja
Handhabung					
Bedienungsanleitung	gut	gut	sehr gut, mit ausführlicher Beschreibung der DIN- relevanten Punkte	sehr gut, mit ausführlicher Beschreibung der DIN- relevanten Punkte	keine vorhanden
Software - Installation	problemlos	problemlos	problemlos	problemlos	problemlos
Software - Handhabung (Besonderheiten)	Übertragungssoftware nicht selbsterklärend	-	-	-	-
Bedienung - selbsterklärend möglich?	nein	nein	ja	ja	ja
Bedienung - Ausbildung erforderlich?	nein	nein	nein	nein	nein
Lesbarkeit der Anzeige/Tastatur (bei schw. Lichtverhältnissen)	gut	befriedigend	gut	gut	gut
Dynamik (Messbereich automatisch)	nein	nein	ja	ja	ja
Robustheit (Temperatur, Feuchtigkeit)	gut	gut	befriedigend	befriedigend	-
Akkulaufzeit/Netzteil	Netzteil	nur Batteriebetrieb	Netzteil	Netzteil	-
Zuverlässigkeit	gut	gut	gut	befriedigend	ausreichend
Transportfähigkeit	gut	gut	befriedigend	gut	-
Ausstattung					
Erfassung technischer und veranstaltungsbezogener Zusatzdaten	nein	nein	ja	ja	ja
Mikrofon - absetzbar	ja	ja	ja	ja	-
Mikrofonkabel - angebotene Länge	3m/10m	2/5/10/15/20m	-	-	-
Zusatzgeräte, Stativ, Stativklemme	ja	ja	-	-	-
Abhörmöglichkeit des Messsignals	ja	nein	nein	nein	nein
Aufzeichnung vom Pegelzeitverlauf	nein	ja	ja	ja	nein
Kalibrator	ja	ja	ja	ja	-
Kosten					
Messgerät/-system einschl. zug. Software, Kalibrator, 30m Mikrofonkabel, Mikrofonhalter, Stativ	EUR 2.990,-- EUR 895,-- EUR 602,-- EUR 68,-- --	EUR 3.000,-- EUR 466,-- EUR 291,-- EUR 66,-- --	EUR 3.300,-- einschl. -- -- --	EUR 2.000,-- einschl. -- -- --	kostenlos im Internet -- -- -- --

Messsystem-Hersteller	Norsonic-Tippkemper GmbH	NTI	NTI	Quest Technologies (Airflow)	Roga-Instruments
Messsystem	Nor 131 NorConcertControl	Acoustilyzer AL1	XL2 Analysator	SoundPro	10EaZy
Anforderungen nach DIN 15905-5					
Integrierender Schallpegelmess, Genauigkeitsklasse 2, DIN EN 61672-1	ja	ja	ja	ja	ja
Kalibrierte Messgerätekette, Kalibrator nach DIN EN 60942	ja	ja	ja	ja	ja
A-bewerteter energieäquivalenter Schalldruckpegel LAeqT (Mittelungszeit >= 5s; Kurzzeitmittelungspegel)	ja	ja	ja	ja	ja
A-bewerteter energieäquivalente Schalldruckpegel LAeqTr (Mittelungszeit 30 / 120 Min.)	ja	ja	ja	ja	ja
C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel LCpeak	ja	ja	ja	ja	ja
Addition der Korrekturwerte K1 und K2 in der Messeinrichtung	ja	ja	ja	nein	ja
Ausgabe: A-bewerteter Beurteilungspegel LAr (lauteste 30 Min.)	ja	ja	nein	nein	ja
Ausgabe: C-bewerteter Spitzenschalldruckpegel LCpeak	ja	ja	ja	nein	ja
optische Anzeige des Kurzzeitmittelungspegels für das Bedienpersonal	ja	ja	ja	nein	ja
Datenarchivierung, Messprotokoll	ja	ja	ja	ja	ja
Handhabung					
Bedienungsanleitung	sehr gut, mit ausführlicher Beschreibung	sehr gut, mit ausführlicher Beschreibung der DIN-relevanten Punkte	sehr gut, mit ausführlicher Beschreibung der DIN-relevanten Punkte	befriedigend	sehr gut, mit ausführlicher Beschreibung, Englisch
Software - Installation	problemlos	problemlos	problemlos	problemlos	problemlos
Software - Handhabung (Besonderheiten)	-	gelegentliche Synchronisationsprobleme	-	Übertragungssoftware nicht selbsterklärend	-
Bedienung - selbsterklärend möglich?	ja	ja	ja	nein	ja
Bedienung - Ausbildung erforderlich?	nein	nein	nein	nein	nein
Lesbarkeit der Anzeige/Tastatur (bei schw. Lichtverhältnissen)	gut	gut	gut	befriedigend	gut
Dynamik (Messbereich automatisch)	ja	ja	ja	ja	ja
Robustheit (Temperatur, Feuchtigkeit)	gut	befriedigend	gut	gut	befriedigend
Akkulaufzeit/Netzteil	Netzteil	nur Batteriebetrieb	Netzteil	Netzteil	Spannungsversorgung über USB
Zuverlässigkeit	gut	befriedigend	gut	gut	gut
Transportfähigkeit	gut	gut	gut	gut	gut
Ausstattung					
Erfassung technischer und veranstaltungsbezogener Zusatzdaten	ja	ja	nein	nein	ja
Mikrofon - absetzbar	ja	ja	ja	ja	ja
Mikrofonkabel - angebotene Länge	z. B. 30m	z. B. 30m	z. B. 30m	z. B. 15m	z. B. 30m
Zusatzgeräte, Stativ, Stativklammer	ja	ja	ja	ja	ja
Abhörmöglichkeit des Messsignals	nein	nein	nein	nein	nen
Aufzeichnung vom Pegelzeitverlauf	ja	ja	ja	ja	ja
Kalibrator	ja	ja	ja	ja	ja
Kosten					
Messgerät/-system einschl. zug. Software, Kalibrator, 30m Mikrofonkabel, Mikrofonhalter, Stativ	EUR 4.327,- EUR 895,- EUR 281,- EUR 145,- incl. Mikrofonh.	EUR 809,- + 315,- + 660,- EUR 440,- EUR 66,- (XLR) EUR 75,- incl. Mikrofonh.	EUR 1.275,- EUR 440,- +85,- (Adapter) EUR 66,- (XLR) EUR 75,- incl. Mikrofonh.	EUR 3.125,- +535,- EUR 469,- EUR 674,- EUR 89,00	EUR 3.141,- EUR 331,- EUR 60,- EUR 85,00, 3m

Anhang C: Verzeichnis der Hersteller der untersuchten Systeme

Brüel & Kjær

Brüel & Kjær GmbH
Linzer Str. 3
28359 Bremen
Deutschland
Telefon: +49 8157 998 275
Telefax: +49 8157 998 276
Internet: <http://www.bksv.com>

CR:811C

Cirrus Resarch plc
Schlüterstraße 29
01277 Dresden
Deutschland
Telefon: +49 / 351 / 316 09 50
Telefax: +49 / 351 / 316 09 49
Internet: <http://www.cirrusresearch.de>

dBmess 2007/2009

dBmess Franchise GmbH
Plankentalstraße 36
88422 Bad Buchau
Deutschland
Telefon: +49 / 700 / 326 377 – 01
Telefax: +49 / 700 / 326 377 – 99
Internet: <http://www.db-mess.de>

LevelCheck

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Neumann
Carl-Maria-von-Weber-Straße 26
95448 Bayreuth
Deutschland
Telefon: +49 8157 998 275
Telefax: +49 8157 998 276
Internet: <http://www.levelcheck.de>

Norsonic-NorConcertControl

Norsonic AS
Gunnarsbråtan 2
3408 Tranby
Norwegen
Telefon: +47 3285 8900
Telefax: +47 3285 2208
Internet: <http://www.norsonic.com>

Vertrieb in Deutschland

Norsonic-Tippkemper GmbH
Zum Kreuzweg 12
59302 Oelde-Stromberg
Deutschland
Telefon: 025 29 / 93 01 – 0
Telefax: 025 29 / 93 01 – 49
Internet: <http://www.norsonic.de>

Acoustilyzer AL1, XL2 Analyzer

NTI AG
Im alten Riet 102
9494 Schaan
Liechtenstein
Telefon: +423 - 239 6060
Telefax: +423 - 239 6089
Internet: <http://www.nti-audio.com>

Vertrieb in Deutschland

Schalltechnik SÜD & NORD
Nürnberger Straße 262
93059 Regensburg
Deutschland
Telefon: +49/ 941 / 94 555 85
Telefax: +49/ 941 / 94 555 83
Internet: <http://www.akustiktest.de>

Schalltechnik SÜD & NORD
Am Schwarzen 13
45239 Essen
Deutschland
Telefon: +49 / 201 / 545 69 80
Telefax: +49 / 201 / 545 69 81

SoundPro

Airflow Lufttechnik GmbH
Kleine Heeg 21
53359 Rheinbach
Deutschland
Telefon: +49 / 22 26 / 92 05 – 0
Telefax: +49 / 22 26 / 92 05 – 11
Internet: <http://www.airflow.de>

10EaZy

ROGA-Instruments
Steinkopfweg 7
55425 Waldalgesheim
Deutschland
Telefon: +49 / 6721 / 98 44 54
Telefax: +49 / 6721 / 98 44 74
Internet: <http://www.roga-messtechnik.de>

Vertrieb in Deutschland:

Spektrum GbR
Friedrich-Koenig-Str. 25b
55129 Mainz
Telefon: +49 / 6131 / 495 67 50
Telefax: +49 / 6131 / 495 67 49
Internet: <http://www.spektrum-online.net>

