

Aspekte einer modernen Stadionbeschallung

Wolfgang Ahnert, ADA Acoustic Design Ahnert, Berlin

1 Lautstärke und Stadionbeschallung

1.1 Aufgabenstellung

Bei einer Stadionbeschallung stehen zwei unterschiedliche Aspekte im Vordergrund:

- Qualitative Beschallung der Zuschauerflächen im Stadion auch in Alarmsituationen und Vermeidung der Abstrahlung dieser Signale in das Stadionumfeld
- Verhinderung der Verbreitung von Störgeräuschen nach außen in das Stadionumfeld

Beide Aspekte sind gleich wichtig, fordern aber unterschiedliche Maßnahmen.

Die **Stadionbeschallung** eines Stadions unterscheidet sich hinsichtlich der Zielgruppen (Publikum im Tribünenbereich und Sportler, Schiedsrichter usw.) und des Programmaterials.

Diese vorrangigen Spracheinspiele müssen mit höchster Qualität, besonders aber mit hoher Verständlichkeit wiedergegeben werden. Da im Stadion von hohen Störpegeln, erzeugt durch das Publikum, auszugehen ist, muß auch eine hohe Lautstärke einen entsprechend ausreichenden Störabstand sichern. Zusätzlich zu diesen Sprachdurchsagen gewinnt die Musik- und Spracheinspielung zu Werbe- und Unterhaltungszwecken immer mehr an Bedeutung.

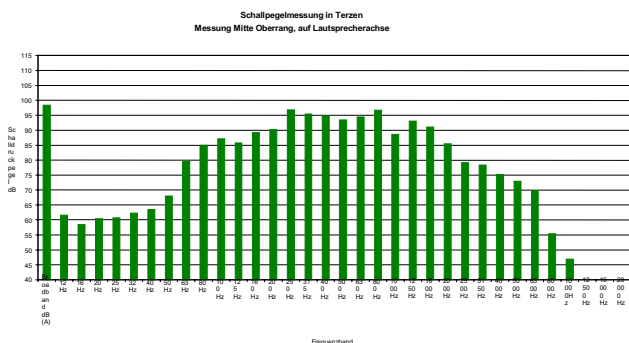
Die VDE 0800/0833 für Alarmierungsanlagen ist zu erfüllen, ebenso die Anforderungen der DIN EN 60849 Elektroakustische Notfallwarnsysteme. Die flächendeckend, das heißt für alle Innen- und Außenbereiche, geforderte Beschallung ist für die Sicherstellung eines Nutzpegels von mind. 10 dB über dem örtlich vorzufindenden Störpegel ausulegen. So schreibt das sinngemäß auch die FIFA vor, die in technischen Empfehlungen unter Punkt 7.2 Lautsprecheranlage unter c) vorschreibt, daß die Anlage eine automatische Lautstärkeregelung haben muß, die bei Ansteigen des Lärmpegels sichert, daß „sicherheitsrelevante Durchsagen den Jubel der Fans übertönen“/1.

Bei der Auslegung einer Stadionbeschallung ist also vom vorliegenden maximal möglichen Störpegel auszugehen. Der Autor hat dazu Messungen in vorhandenen Stadien durchgeführt, über die im folgenden Abschnitt zu berichten ist.

1.2 Schallpegelmessungen

1.2.1 in einem leeren Stadion

Um die Qualität einer bestehenden Anlage einschätzen zu können, sind in leeren Großstadion Messungen durchgeführt worden. An unterschiedlichen Meßplätzen ist der terzbewertete Schallpegel und der A-bewertete Gesamtschalldruckpegel ermittelt worden. Die nachfolgenden Graphiken stellen die Meßergebnisse bildlich dar.



1.2.2 im besetzten Stadion

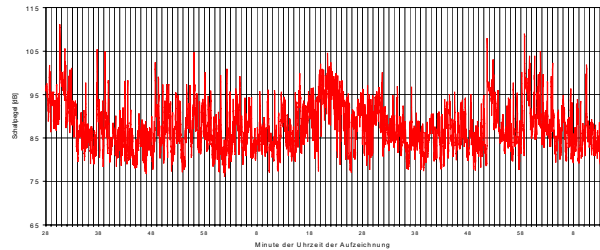
Während eines Fußball-Bundesligaspiels wurde der sich insgesamt einstellende Gesamtpegel gemessen.

Das 55.000 Personen fassende Stadion war von ca. 40.000 Zuschauern besucht.

Das Klangbild war für eine Stadionbeschallung sehr zufriedenstellend und auch die Schallpegel waren zumindest im unteren Ringbereich, speziell in der Nähe der Ehrentribüne lauter als der Geräuschpegel. Nur im oberen Ring konnten die Strahler am Spielfeldrand

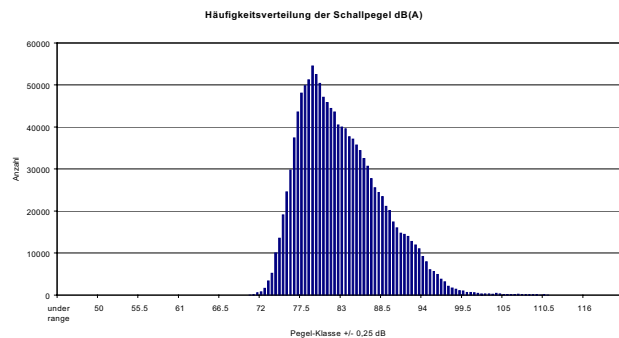
(nach oben gerichtet) wegen der hohen Entfernung und mit Rücksicht auf den Nahbereich nicht voll wirksam werden, so daß Sprachdurchsagen ausschließlich durch die verzögert installierten Anlagenteile wahrgenommen wurden und im Geräuschpegel teilweise untergingen.

Während des gesamten Spieles (inklusive der Pause) wurde an einem Platz im Oberrang der Schallpegel aufgezeichnet. Als Diagramm über der Zeit lassen sich die im Sekundentakt abgelesenen Werte wie folgt visualisieren:



Die hier sichtbaren Spitzenereignisse stellen Schallpegel bis 111 dB dar und wurden am (subjektiv als ruhig empfundenen) Meßplatz beim Torjubiläum erreicht.

Über der gesamten Meßdauer gemittelt ist ein Schalldruckpegel von 87,4 dB(A) zu verzeichnen. Dabei liegt der kleinste aufgezeichnete Pegelwert bei 70,6 dB(A). Mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % lag während des Spieles der Schallpegel bei Werten bis zu 82 dB(A). Die folgende Graphik macht dies nochmals anschaulich. Dabei sind die gemessenen Pegel nach ihrer eintreffenden Häufigkeit zusammengestellt.



Nach diesen Messungen und auch solchen in anderen, von der Nutzungsart und geplanten baulichen Struktur vergleichbaren Stadien sind während eines Fußballspieles immer mit Störpegeln um 95 dB(A) im Stadionrund zu rechnen, bei Torjubiläum werden 110 dB(A) überschritten. Zur Erzielung einer erwarteten hohen Qualität der Beschallungsanlage, die eine Musikübertragung von eingespielten Quellen (Wettkampfmusik, Hymnen, Werbespots o.ä.) erlauben muß, ist jedoch ein gleichmäßiger Frequenzgang der Lautsprecheranlage zwischen 70 Hz und 12000 Hz (+/- 5 dB) oder besser sicherzustellen. Die obige Tiefenanhebung sollte kurzzeitig einstellbar sein, ist aber auf Dauer auch wegen der Umweltbelastigung zu vermeiden.

Um also bei **Alarm- und sonstigen Sprachdurchsagen** Störabstände von mindestens 10 dB zu sichern, bedeutet das, daß in Stadien dieser Größenordnung Direktschallpegel L_{dir} um 105 dB im Tribünenbereich zu sichern sind. Dies würde dann auch der FIFA-Anforderung entsprechen. Sofern die technischen Möglichkeiten gegeben sind, sollte die Beschallungsanlage abweichend davon mit einem kurzzeitig möglichen maximalen Schalldruckpegel von 115 dB ausgelegt werden.

Messungen von RIJK, BREUER und PEUTZ /2/ belegen ebenfalls, daß in Großstadion Störpegel um 85 dB (A) und mehr auftreten können und diese dann vom Nutzpegel der Alarmdurchsagen noch zu übertreffen sind. Dabei unterscheiden RIJK et al zwischen "komplizierten Ansagen" und "einfachen Ansagen". Es wird ein Zielwert für den zu erreichenden Verständlichkeitswert nach PEUTZ angegeben (vgl. Tab. 1).

	Gute Übertragung	Befriedigende Übertragung
Komplizierte Ansage	< 10%	< 15%
Einfache Ansage	< 20%	< 40%

Tabelle 1

2 Notwendiger Schallpegel im Tribünenbereich und im Stadioninnern und Umweltschutz außerhalb des Stadions

2.1 Vorgaben

Die zur Beschallung des Tribünen- und Spielfeldbereiches erforderlichen Lautsprecherkombinationen sind in bezug auf Anordnung, Ausrichtung und Bestückung sowie ihren technischen Erfordernissen nach vorangehender computergestützter akustischer Simulationsberechnung innerhalb der Planungsphasen festzulegen.

Die schalltechnische Versorgung wird zumeist durch eine regelmäßig wiederkehrende Anordnung von Einzellautsprechern innerhalb der Dachkonstruktion erreicht.

Ist im Einzelfall kein Dach vorhanden, so kann der Tribünenbereich im Notfall von hinten oder von unten beschallt werden. Von hinten ist schon aus Ortungszwecken recht ungünstig, von unten, also vom Spielfeldrand aus führt zu unerwünscht hohen Schalldrücken in den ersten Reihen und zu geringen Schallpegeln im oberen Tribünenbereich, also zu einer unzureichenden Schallpegelverteilung. Beide Lösungen sind zu vermeiden.

Normalerweise wird also der einzelne Lautsprecher unterhalb der Vorderkante des starren Dachteils möglichst an einem, aus der Dachträgerstruktur herausreichenden Wartungssteg montiert. Die akustische Versorgung der gesamten Tribüne wird durch geeignete Auswahl der Strahlersysteme sowie deren genaue Neigung von diesem Standort sicher-gestellt. Die Anordnung wiederholt sich regelmäßig jeweils alle ca. 4-6 m.

Regelspezifikation (Mindestanforderung) der Lautsprechersysteme:

Hochleistungsstrahler, Mehrwegesystem, niederohmig
Frequenzgang 250 Hz - 16 kHz \pm 3 dB

L1m(Dauer) > 145 dB

Bündelungsmaß für alle Frequenzen < 13 dB

Bündelungsmaß für alle Frequenzen oberhalb 1kHz > 8 dB

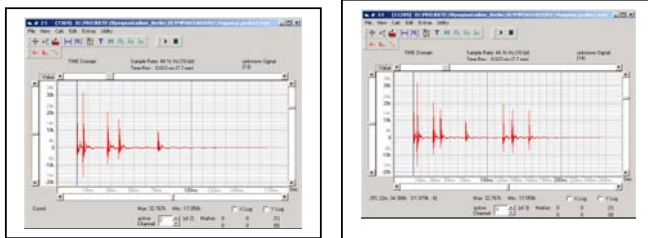
Nominelle Richtcharakteristik hor x ver 50° x 40°

Hochleistungsstrahler, Tieftonergänzung, niederohmig

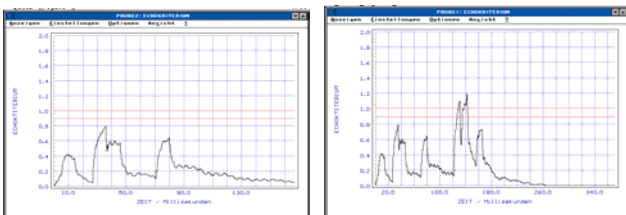
Frequenzgang 70 Hz - 250 kHz \pm 3 dB

L1m(Dauer) > 145 dB

Die Beschallung des Spielfeldes sollte grundsätzlich nur von einer Seite aus erfolgen.



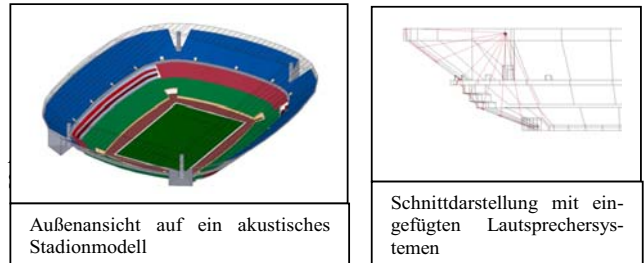
Aus den beiden obigen Bildern geht hervor, daß im Spielfeldbereich mit starken Reflexionen von der Gegenseite zu rechnen ist (rechtes Bild), die bei einseitiger Spielfeldbeschallung natürlich fehlen (linkes Bild). Die folgenden beiden Bilder zeigen die Echowirkung im rechten Fall durch Überschreiten der Grenzlinie entsprechend Dietsch-Echo-Kriterium /3/:



2.2 Computergestützte Simulation der Beschallungsanlage

Für die vorbeschriebenen Versorgungsbereiche Tribüne und Stadioninnenraum sollten ausführliche computergestützte Simulationsuntersuchungen zur Findung der benötigten technischen Spezifikationen, Platzierung und Ausrichtung der Schallwandler durchgeführt werden.

Mit diesen Hilfsmitteln sind neben der Auslegung der Lautsprecheranlage auch Berechnungen zur gesamten Lärmsituation im und um das Stadion herum möglich. Diese werden zur notwendigen Nachweisführung im Rahmen der Planung eingesetzt, um die erforderlichen Maßnahmen zum Lärmschutz gegenüber schutzwürdigen Nutzungsbereichen auszuwählen und zu dimensionieren.



Mit der Verwendung von Modellen der Lautsprecher, die zum Einsatz kommen sollen, und die ortsrichtig in dem Berechnungsmodell platziert werden, sind Berechnungen über alle relevanten akustischen Parameter möglich. Als Beispiel ist für einen kleinen Stadionausschnitt die Direkt-schallpegelverteilung im Frequenzband 2 kHz nachfolgend dargestellt. Sie zeigt, daß eine gewünschte, sehr gleichmäßige Pegelverteilung mit Werten um 105 dB mit der im obigen Bild dargestellten Anordnung erzielt werden kann.

2.3 Schallemission und Umweltschutz

Bei der Planung einer Stadionbeschallung sind den Umweltfaktoren höchste Aufmerksamkeit zu schenken, um spätere Klagen der umliegenden Anwohner von vornherein auszuschließen. Höchste Priorität sollte folgende Forderung haben:

- Es muß darauf geachtet werden, daß die Strahler keine zu hohen Schalldrücke in das Umfeld abstrahlen.
- Gemäß TA Lärm ist die Tageszeit bei Lärmbelastungen zu beachten.
- Weiterhin ist die Frequenzabhängigkeit der Schallausbreitung zu berücksichtigen.

Wenn aber unmittelbar keine gehäufte Wohnbebauung direkt benachbart anzutreffen ist, wird es möglich sein, durch geeignete Neigung und Dosierung der Strahler eine entsprechende Abschattung zu erzielen. Hier sind sicher nur die Spielfeldstrahler und besonders die Vorplatzstrahler kritisch, da die anderen Tribünenstrahler unter dem Dach bereits weitgehend abgeschattet sind.

Im Bereich unter einem Tribürendach im rückwärtigen Teil können die Wandflächen mit zusätzlich akustisch wirksamen Materialien behandelt werden, um den Gesamtschalldruckpegel in diesem Bereich zu minimieren, was gleichzeitig den Immissionspegel aus diesem Stadionteil verringert.

Zum Immissionsschutz sollte ein Schließen der Öffnung zwischen Tribüne und Dachunterkante vorgesehen sein. Durch diese Maßnahme ist ein hohes Schalldämmmaß durch eine hochwertige bauliche Ausführung zu erreichen, um selbst tieffrequente Schallanteile gut zu dämpfen. Diese schalldämmende Rückwand kann gleichzeitig auch für Einbauten zum Zwecke der Klimatisierung des Stadions genutzt werden.

3 Literatur

- /1/ FIFA-Festlegungen
- /2/ Rijk, K.; Breuer, F. and Peutz, V. M. A.: Speech Intelligibility in Some German Sports Stadiums. In: Journal of the Audio Engineering Society, Volume 39 Number 1/2 1991
- /3/ Dietsch, L.: Objektive raumakustische Kriterien zur Erfassung von Echostörungen und Lautstärken bei Sprach- und Musikdarbietungen. Dissertation Technische Universität Dresden, 1983