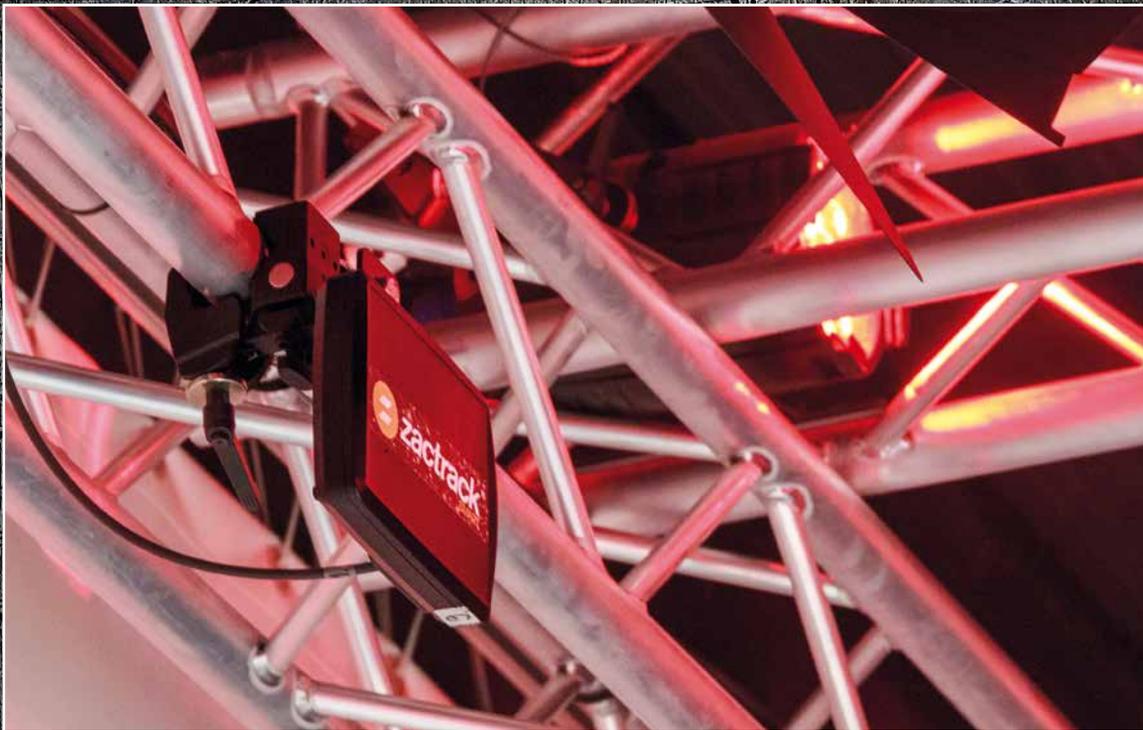


# PRODUCTION PARTNER

FACHMAGAZIN FÜR VERANSTALTUNGSTECHNIK

REPORT AUS AUSGABE 6 | 2023



POSITIONIERUNG FÜR LICHT UND TON

## Tracking auf Zack

[www.production-partner.de](http://www.production-partner.de)

POSITIONIERUNG FÜR LICHT UND TON

# Tracking auf Zack

007 – Verfolgung aufnehmen! Kein Problem, ein GPS-Tracker ist angebracht – er entkommt uns nicht. Aber wie verfolgen wir Personen und Objekte in den meist von GPS-Signalen abgeschirmten Veranstaltungsräumen?

Die Grundlagen des Bühnen-Trackings für Scheinwerfer oder Audio-Ortungen haben wir uns anhand des Systems von Zactrack in Kombination mit MA-Pulten und einer d&b-Beschallung angesehen.

Text: Herbert Bernstädt | Fotos und Abbildungen: Zactrack, Herbert Bernstädt



**W**ir nutzen auf der Bühne kein GPS – aber GPS-Tracker und Bühnen-Tracking wie das von Zactrack haben eines gemeinsam: Sie errechnen die Position mit Hilfe von Funksignal-Laufzeiten und Triangulation. Beim GPS werden mehrere Satelliten (Sender) zur Positionsbestimmung z. B. eines Handys (Empfänger) benötigt, die im zivilen Bereich mit einer Trägerwelle von 1,57542 GHz senden. Zactrack arbeitet dagegen im Ultra-Wide-Band (UWB) auf Kanal 5 (6,24-6,74 GHz) bzw. beim Pro System auf Kanal 1-3 zwischen 3,25-4,75 GHz. Und bei Zactrack werden zur Positionsbestimmung eines Senders (Tracker) mehrere Empfänger (Anchor) benötigt. Mit dem Funksystem von Zactrack wird eine Auflösung von 5-10 cm erreicht.

Die Positionserrechnung ist jedoch nur die halbe Miete. Um für solch ein System in der Veranstaltungsbranche Akzeptanz zu finden, muss es einmal sehr schnell in Betrieb zu nehmen zu sein. Zum anderen soll es die Positionsdaten für die einzelnen Gewerke wie Licht, Ton oder Kinetik nicht nur zur Verfügung zu stellen, sondern bereits so aufzubereiten, dass auch die üblich zum Einsatz kommenden Steuerungssysteme die benötigte Unterstützung erhalten. Und hier zeigt das System von Zactrack seine Stärken. Zactrack hat seinen Sitz in Wien und wird exklusiv von der Firma Lightpower vertrieben.

Dieser Versuchsaufbau für das Zusammenspiel von Lichtsteuerung, Movinghead, Beschallung und Tracking fand bei Lightpower in Paderborn statt und wurde für das richtungsabhängige Hören von der Firma d&b Audiotechnik unterstützt. Für unsere nächste Ausgabe werden wir dann das Mini-System noch einmal selbst in Betrieb nehmen.

### Wozu überhaupt tracken?

Tracking, also „eine Spur zu bilden“, bezeichnet den Vorgang einer Nachverfolgung. Bei einer Veranstaltung kann das Wissen über die Position eines Schauspielers dazu beitragen, dass dieser, egal wohin er gerade hinläuft, immer im Rampenlicht steht. Früher reichten dazu eine Kollegin oder ein Kollege, die an einem Verfolger stehen und den Künstler anvisieren. Aber wie sieht es aus, wenn nicht nur ein Scheinwerfer auf den Künstler gerichtet werden soll, sondern eine ganze Batterie von Scheinwerfern? Oder es sollen mehrere Künstler jeweils separat mit Licht begleitet werden. Dann explodieren schnell die Kosten, wenn man sechs Verfolgerfahrer mit Hotel und Spesen beschäftigt. Hier spätestens wird deutlich, dass man ein automatisiertes System benötigt und dann auch finanziell sehr attraktiv bleiben kann.

Eine weitere Anwendung wäre, wenn man einen Künstler mit geschlossenen Augen rein akustisch verfolgen will. Im nicht verstärkten Sprechtheater ist das kein Problem. Beim Einsatz einer PA muss dafür die Position des Schauspielers ständig aktualisiert erfasst, und einem System zugeführt werden, das ein richtungsbezogenes Hören ermöglicht.

Noch weiter gedacht, können bewegliche Dekorationsteile der Bühnenmaschinerie Positionsdaten übermitteln, um eine mögliche Kollision anzuzeigen oder aufgrund der Positionsveränderung weitere darauf abgestimmte Bewegungen durchzuführen. Aktionsbereiche in Ausstellungen, Museen oder Erlebnisparks können mit Hilfe von ständig aktualisierten Positionsdaten festgelegt werden, sodass Besucher abhängig von ihrer aktuellen Position angesprochen werden.

Spätestens hier sind wir bei dem Schlagwort „immersives“ Erleben, also dem Eintauchen, Einbetten in das Geschehen. Damit dieses auch gelingt, benötigt man die Position des Akteurs in einem Raum, welcher auf der ebenen Fläche wie beim Kartesischen Koordinatensystem mit „x“ und „y“ angegeben wird, während die Höhe mit „z“ ausgedrückt wird.

### Wie funktioniert Tracking im Bühnenumfeld?

Abstände können aufgrund von Signallaufzeiten berechnet werden. Dazu sendet ein Sender (Tracker) ein Signal aus. Mehrere im Raum verteilte Empfänger (Anchor) empfangen das Signal in unterschiedlichen Zeitabständen aufgrund ihres Abstands zu dem Sender. Das sind extrem kleine Zeitdifferenzen, bei den Geschwindigkeiten, mit denen sich Radiowellen ausbreiten. Aufgrund der Laufzeitunterschiede kann nun ein Zentralrechner (Server) über Triangulation eine Positionsbestimmung durchführen.

Mehrere Empfänger müssen den zu überwachenden Raum also dreidimensional umschließen. Damit möglichst genau gemessen wird, ist ein unsymmetrischer Abstand zu den Empfängern zueinander vorteilhaft, da dadurch alle Kopplungen auch unterschiedliche Werte liefern. Ein exakt symmetrischer Aufbau birgt die Gefahr, dass mehrere Sender die gleichen Abstände zur Berechnung liefern und somit weniger verwertbare Informationen zur Triangulation vorliegen. Die Empfänger müssen über eine Netzwerkverbindung mit einem Zentralrechner verbunden sein, der die Berechnung der Triangulation durchführt. Das Ergebnis – die Positionsdaten – können dann über ein weiteres Netzwerk über verschiedene Protokolle ausgegeben werden. Die verfügbaren Protokolle bei Zactrack und deren bevorzugte Anwendung:



**Grenzen setzen** Aufgabe: das Licht soll nur innerhalb der vier Pucks hochgefahren werden. Verschiebt man einen Puck, so werden die neuen Grenzen sofort umgesetzt, damit sind dynamische Lichtflächen möglich

- ArtNet – Artistic Licence Network – Lichtsteuerung DMX-Übertragung; keine Prioritäten, zum Mergen der Signale erfolgt die Ausgabe auf ein anderes DMX-Universum.
- sACN – streaming Architecture for Control Networks – Lichtsteuerung DMX-Übertragung; Möglichkeit, Prioritäten zu setzen und damit die Signale auf dem gleichen Universum zu mergen.
- OSC – Open Sound Control – zum Triggern von Cues, Fadern, Ton wie hier beschrieben im Kapitel „Immersiver Sound“.

- MSC – MIDI Show Control – für Audioanwendung.
- PSN – PosiStageNet – Bühnenmaschinerie, Medienserver, PTZ-Kameras.

Insbesondere nach Anwendungsgröße unterscheiden sich die drei Zactrack-Systeme. Das Mini-System kann einen Bereich von 15 × 15 m abdecken. Das Smart-System deckt ein Raumvolumen von 30 × 30 × 30 m und das Pro-System reicht auch für große Stadien. Wo sich die Systeme im Detail unterscheiden, wird in Ausgabe 7/23 im Test erläutert.



**Zactrack Smart** aus Sender (Tracker), Empfängern (Anchor), Server und vier Einrichthilfen mit Lichtsensor (Pucks)

## Wie steht es mit Frequenzkollisionen?

Aufgrund der verwendeten hohen Funkfrequenzen sind Kollisionen mit den verbreiteten 2,4 und 5 GHz nicht gegeben, so dass auch der gleichzeitige Einsatz von Systemen mit Frequenzhopping wie W-DMX keine Probleme bereiten wird. Dagegen ist beim Einsatz von Steadicams bzw. Funk-Videoübertragung die Nutzung des Kanales vorher abzusprechen. Die hohe Frequenz der Sender ist auch dafür verantwortlich, dass der menschliche Körper mit seinem hohen Wassergehalt das Signal sehr stark dämpft. Folglich sollte man bei der Aufstellung der Empfänger darauf achten, dass eine direkte Sichtverbindung zum Sender besteht, genügend Abstand von reflektierenden Materialien eingehalten wird und möglichst weitere Empfänger eingesetzt werden, um mögliche Abschattungen des Senders durch die den Sender tragende Person zu kompensieren.

Durch die Abschattungseffekte des eignen Körpers wird auch empfohlen, mindestens zwei Sender zu tragen. Mehrere Sender lassen sich auch nur einem Objekt zuordnen, so dass die Genauigkeit nochmals verbessert wird.

## Zoom, Fokus, Iris

Einfach nur die Koordinaten des Schauspielers bzw. des Senders (Tracker) zu kennen, damit allein ist zurzeit keiner Lichtsteuerkonsole geholfen. Vielmehr muss ein Tracking-system die Positionen der an der Verfolgung beteiligten Scheinwerfer kennen. Nur dann kann der Lichtstrahl auf die aktuelle Senderposition gerichtet werden. Jedoch erwartet Zactrack nicht die Positioneingaben der betreffenden Scheinwerfer, sondern errechnet deren Position selbst.

Weiterhin können die Größe und Mitte des Lichtkegels über den Lichtsensor des Tablets bzw. den Lichtsensor eines „Pucks“ mit einer Messroutine genauso wie der wirkliche Pan/Tilt-Bewegungsbereich ermittelt werden. Nur selten entsprechen die Angaben von Pan und Tilt eines Scheinwerferdatenblattes auch den realen Werten, die man für eine exakte Positionierung via berechneter DMX-Werte benötigt. Diese Unsicherheit findet man auch bei der Positionsangabe, wenn man die Scheinwerferposition nicht über die eben beschriebene Einmessung bestimmt, sondern über die Zahlen aus dem Beleuchtungsplan. Diese werden ebenso in den seltensten Fällen mit der Realität übereinstimmen. Über die Einmessmethode von Zactrack ist man auf jeden Fall auf der sicheren Seite und völlig unabhängig, wie der Scheinwerfer letztendlich real aufgehängt wurde.

Neben Pan und Tilt kann Zactrack auch die Parameter für Zoom, Fokus, Iris und Dimmer überschreiben, was durchaus Sinn ergibt. Mit dem Dimmer-Wert kann man Flächen bzw. Bereiche festlegen, in denen der Scheinwerfer nicht leuchten darf, bzw. genauso umgekehrt, aufleuchtet wenn z. B. der Schauspieler die Bühne betritt. Mit Fokus, Zoom und Iris kann man auch über eine Entfernungsänderung dafür sorgen, dass der Lichtkegel gleich groß dargestellt wird. Für die Auswahl des Fixtures steht in der Zactrack-Software eine Gerätebibliothek bereit. Sollte der Scheinwerfer nicht in der Bibliothek gelistet sein, so kann man ihn im GDTF-Format hinzufügen, oder ein eigenes Fixture erstellen.

## Verbindung zwischen Zactrack und Konsole

Damit man weiterhin als Operator volle Kontrolle über das Geschehen hat, bindet der Operator ein „Zactrack-Fixture“ in seine Konsole ein. Über dieses Fixture steuert man den Grad der Parameterüberschreibung bzw. Automatisierung. Es ist mit elf Kreisen ausgestattet, mit denen u.a. Parameter wie Zuordnung, Fade zwischen Zactrack und Pult und Offset in den Positionen gesteuert werden. Neben dem Zactrack-Fixture gibt es ein Actor-Fixture. Der Pultoperator legt damit über fünf Steuerkreise fest, wie auf die Senderdaten (Tracker) reagiert werden soll. Hier stehen insbesondere Einstellungen für die Beschleunigung der Scheinwerfer bereit, um den unterschiedlichen Leuchten gerecht zu werden.

Während die Latenz vom Senden des Trackers an den Empfänger (Anchor), die Übermittlung zum Server, das Berechnen der Werte, die Übertragung der Werte zur Konsole bzw. das Mergen der Konsolen- und Zactrack-Daten nur wenige Millisekunden benötigt, dauert die Beschleunigung eines Moving Lights zeitweise mehr als 0,5 Sekunden. Eigentlich müsste hier ein Lobeslied auf Spiegelscanner angestimmt werden. Weitere Funktionen des Actor Fixtures halten beispielsweise den Lichtkreisdurchmesser bei Bewegung konstant, frieren die Positionen ein, auf denen gerade keine Bewegung erfolgt und steuern die Tracker selbst.

## Und ewig dreht er seine Runden

Das Beschleunigungsverhalten der Pan- und Tilt-Motoren nimmt erheblichen Einfluss auf die Wirkung beim Einsatz von automatisierten Systemen. Die Anfahr- und Bremsrampen, die ein komfortables Ansprechverhalten beim Drehen der Encoder an der Konsole bieten, sorgen für unruhige Fahrten bei Trackingsystemen. Einige Scheinwerferhersteller haben reagiert und bieten Pan/Tilt-Betriebsmodi für den



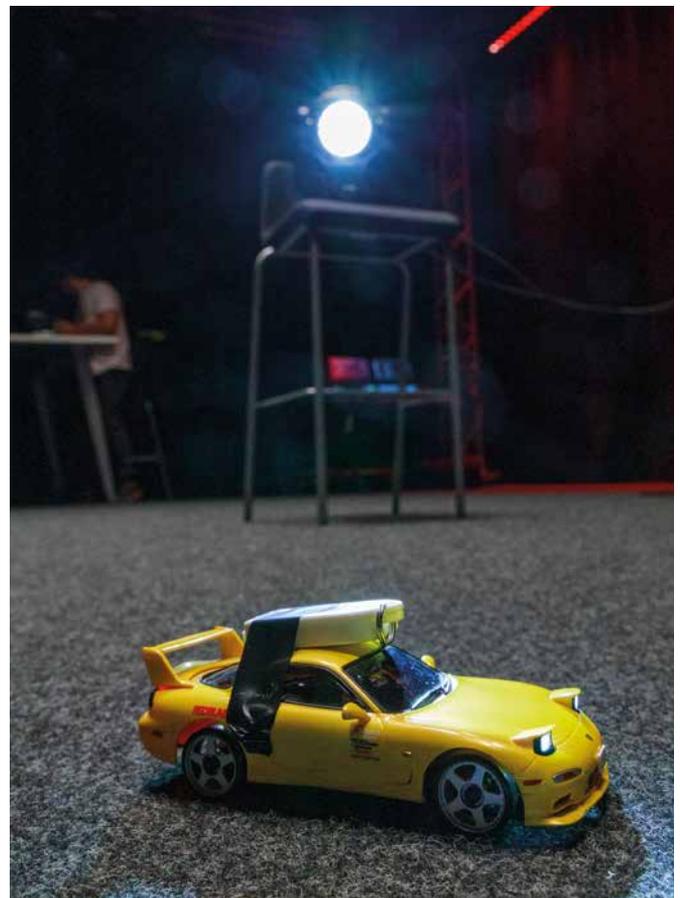
**Endlosverfolgung eines RC-Fahrzeuges** um einen zentriert positionierten Movinghead

Einsatz mit automatisierten Verfolgersysteme an. Einen Schritt weiter geht der Pulthersteller MA mit seiner grandMA3 ab der Pultfirmware 1.9.2.2.:

Bei einem Movinghead mit Endlosrotationseigenschaft und angepasster Software kann der Tracker einen Sender „unendlich“ verfolgen. Also auch, wenn der Scheinwerfer in der Mitte steht und das zu verfolgende Objekt wie beim Sechstage-Radrennen ständig rum ihn herum kreist. So könnte auch der Lichtstrahl auf einer Drehscheibe immer in die gleiche Richtung außerhalb der Drehscheibe leuchten, egal wie oft die Drehscheibe durchdreht oder in welcher Geschwindigkeit oder mit welcher Beschleunigung. Bisherige Scheinwerfer mit Endlosrotation konnten nur die Rotation in der Geschwindigkeit steuern. Mit der neuen grandMA3 ist nun die Position mit dem Encoder gekoppelt – auch bei dessen Endlosrotation. Das konnte im Test mit einem Cameo Movo Beam 200 und der Verfolgung eines Modellautos eindrucksvoll gezeigt werden.

## Hands-On Test

Die umfassende Demo, die sich schnell zu einem Testaufbau für die weitere Entwicklung von Tracking-, Licht- und Audio-technik entwickelte, war nur der erste Schritt. Nach dieser kurzen Einführung in Tracking-Grundlagen unter Zuhilfenahme der Zactrack-Produkte tauchen wir in der nächsten Ausgabe tiefer in die Materie ein und widmen uns dem kleinsten der drei Tracking-Sets, dem Zactrack Mini, im Test. ■



**Dank des von 007 unauffällig angebrachten Zactrack-Trackers** vermochte es selbst der Wankelmotor des Mazda RX7 mit aufgezogenen Slicks nicht, dem Lichtstrahl des Movo-Beam 200 zu entkommen

## Immersiver Sound: Kopplung mit Tracking

„Immersive“ ist ein Schlagwort, das immer häufiger verwendet wird, wenn mit Licht, Ton etc. alle Sinne angesprochen werden, um den Zuschauer noch tiefer in das Geschehen hineinzuziehen. Eine dynamische, richtungsbezogene Ortung von Schallquellen kann über räumlich verteilte Lautsprecher erreicht werden. In der Veranstaltungstechnik begnügten wir uns in der Regel meist mit der klassischen Rechts/Links-Beschallung und dem Panoramaregler am Mischpult, der eh meist sehr nah in der Centerposition eingestellt wurde. Alle großen Beschallungsanbieter wollen heute aber dem Zuschauer auch live ein immersives Sounderlebnis bieten. Wir haben uns dazu im Rahmen dieser Systembetrachtung das System von d&b Audiotechnik angehört. Es besteht hardwareseitig aus einer Dante-fähigen Matrix 64 × 64, dem DS100, sowie dem Software-Modul „En-Scene“. En-Scene ist ein Objektpositionierungs-Tool, mit dem sich bis zu 64 Klangobjekte individuell platzieren und bewegen lassen. Jede Lautsprecherposition benötigt einen Matrix-Ausgang. Die Positionierung der Lautsprecher wird im Setup eingegeben. Nun können Bühnenszenarien realistisch dargestellt werden, sodass jedes Klangobjekt optisch mit der akustischen Ortung übereinstimmt. Das gesamte Publikum kann von jeder Stelle im Zuschauerraum hören, was sich auf der Bühne wohin bewegt.



**En-Scene** Der obere Bildschirm zeigt die Spuren der Tonquellen, während im unteren Bildschirm die Positionierung der Tonquellen angezeigt. Dort kann man auch jederzeit die Positionierung einer Klangquelle ändern, was man real auch sehr gut hören kann. Im Hintergrund rechts neben dem Display das Verstärkerrack für die verwendeten Lautsprecher. Zum Umschalten der Raumsimulation diente bei unserem Test ein Elgato Stream Deck



**Demorack mit DS100** sowie zwei Luminex-Switches und einem DS10 (Schnittstelle zwischen dem Dante-Netzwerk und digitalen AES3-Audiosignalen) sowie hinter der Blende zwei Apple-Mini-PCs

## Positionsdaten per OSC

Damit nun das Programm En-Scene die Lautsprecherwege so steuert, dass der Zuschauer die Position der Künstler akustisch orten und Bewegungen verfolgen kann, wird natürlich auch deren aktuelle Position benötigt. Und hier kommt das Zactrack-System zum Einsatz. Es übermittelt die Positionsdaten per OSC via Ethernet an die En-Scene-Software. Die wiederum füttert entsprechend die DS100 Matrix.

Im Gegensatz zum Licht kann bei reiner Audioanwendung die Refresh-Rate für das natürliche Empfinden einer Bewegung ca. um den Faktor drei kleiner sein. Das bedeutet, dass dreimal so viele Sender (Tracker) aktiv genutzt werden können.

Von der Matrix aus werden dann die einzelnen Kanäle mit den entsprechenden Signalen versorgt. Damit diese Positionsdaten von Zactrack mit dem virtuellen Raum der En-Scene-Software übereinstimmen, müssen im Setup lediglich die Koordinaten der beiden Räume angepasst werden bzw. die x/y/z-Ausrichtung und Größe zueinander skaliert werden.

Im Echtzeit-Zugriff der Software kann der Operator den Spread, also ob 100% Ortung möglich sein soll, oder ob das Tonsignal mittig, wie aus einem zentralen Monolautsprecher geortet wird, einstellen. Weiter besteht die Möglichkeit, das Modell der Richtungsortung zwischen einfa-



**Den Surround Raum** spannten in unserem Versuch acht E5-Lautsprecher von d&b auf

cher Pegel-basierte Positionierung, Delay- und Pegel-basierte Positionierung mit minimierter Latenz oder Delay- und Pegel-basierte Positionierung, laufzeitangepasst für absolute Objekt-position, auszuwählen.

Die Lautsprecherwege lassen sich im System als Hauptsystem zur Positionierung, Frontfill-Systeme entlang der Bühnenkante mit Objektpositionierung, Delay-Linie mit Objektpositionierung und Surround-Objektpositionierung definieren sowie als Subwoofer oder Mono-Signal mit angenommenem Objekt-Delay zum Hauptsystem definieren. Nebenbei bemerkt, mit der

Software En-Space von d&b können auch die verschiedensten Räume simuliert werden.

Das Ergebnis kann sich dann hören lassen. Es waren bei den Beispielaufnahmen nicht nur die einzelnen Sänger bei der Choraufnahme zu lokalisieren, das hätten wir auch von einer normalen Aufnahme erwartet. Man konnte die Position der einzelnen Sänger live verschieben und genauso hören, wie sich diese Person im Raum bewegt haben muss. Natürlich gibt es auch Grenzen. Wenn eine Schallquelle sich immer weiter vom Zuhörer entfernt, besteht die Gefahr, dass dann

nahe Schallquellen die entfernte Quelle einfach übertönen. Aber in natura ist das ja ebenso der Fall. Alles in allem ein sehr eindrucksvolles Hör-Erlebnis. Es stellt sich die Frage, warum nicht wesentlich mehr von positionsabhängigen Übertragungen Gebrauch gemacht wird, denn der Mehraufwand ist durchaus überschaubar. Und was man von zu Hause gewohnt ist, sollte bei einer Veranstaltung, die den Anspruch hat, beim Besucher einen bleibenden Eindruck zu hinterlassen, doch selbstverständlich sein.

Auf der LEaT con im Herbst 2023 in Hamburg wird es dazu von mehreren Anbietern praktische Demonstrationen geben.



**Fünf E8 und drei B8 Subwoofer von d&b** bilden hier die Front für das richtungsabhängige Hören