



3D Sound-Mixer

Projektleiter: Winfried Ritsch

Mitarbeiter: Thomas Musil, Johannes Zmönig, Robert Höldrich

Der „3D-Sound Mixer“ versteht Klang als räumliches, skulpturales Phänomen und zielt auf die Entwicklung eines universell einsetzbaren Software-Tools, das Klang in seiner räumlichen Verteilung steuern kann und dabei auf ein Kodierungsformat setzt, das unabhängig von der konkreten Wiedergabesituation – vom Kopfhörer über die Surround-Anlage im Wohnzimmer bis zu vielkanaligen Kuppelbeschallungen in großen Theatern – ist. Im vorliegenden Dokument wird die in Pure-Data implementierte Software beschrieben.

1 Einleitung

Klang und Musik wird in der europäischen Kultur spätestens seit der Renaissance ein räumlicher skulpturaler Aspekt zugemessen, aber erst die heute verfügbaren Technologien der neuen Medien ermöglichen die beliebige 3-dimensionale Verteilung von Sound, sei es im virtuellen Raum durch Kopfhörerwiedergabe oder im Realraum über Mehrkanal-Lautsprechersysteme. Das Projekt „3D-Sound-Mixer“ zielt auf die Entwicklung eines universell einsetzbaren Software-Tools, das Klang in seiner räumlichen Verteilung steuern kann und dabei auf eine Kodierung dieser Klangsteuerung setzt, die unabhängig von der konkreten Wiedergabesituation – vom Kopfhörer über die Surround-Anlage im Wohnzimmer bis zu vielkanaligen Kuppelbeschallungen in großen Theatern – ist. KomponistInnen, KlangkünstlerInnen und TonmeisterInnen soll damit die Möglichkeit an die Hand gegeben werden im eigenen Studio räumliches Klangdesign für beliebige Aufführungssituationen zu erstellen.

Dreidimensionale Klangwiedergabe wird bisher strikt getrennt für die Bereiche Kopfhörerwiedergabe und Lautsprecherwiedergabe gelöst. Bei der

Kopfhörerwiedergabe wird das richtungsabhängige Übertragungsverhalten einer Schallquelle zum Kopf des virtuellen Hörers auf das Klangsignal aufgeprägt. Der Hörer hat den Eindruck den Sound aus der entsprechenden Richtung zu hören. Im idealen Fall wird die Kopfbewegung getrackt und die Kopfhörersignale so modifiziert, dass die Lokalisation der Schallquelle ortsfest erscheint.¹

Bei mehrkanaliger Lautsprecherwiedergabe wird das Soundsignal richtungsabhängig zwischen mehreren Lautsprechern panoramisiert. Der Nachteil dieses Ansatzes ist, dass die Steuerparameter je nach konkreter Lautsprecherkonfiguration verändert werden müssen. Soll zB – wie im Tourneebetrieb üblich - eine Soundscape in verschiedenen Räumen, dh über verschiedene LS-Konfigurationen wiedergegeben werden, sind in jedem Saal aufwändige Adjustierungsarbeiten notwendig.

Ein antizipierende kreative Gestaltung von 3D-Sound in der Vorproduktion wird dadurch erschwert, dass der/die Künstlerin während der Gestaltungsphase in den seltensten Fällen auf die Endkonfiguration des LS-Setups zugreifen kann und deshalb entweder eine im besten Fall näherungsweise Realisation ihrer Ideen erreicht oder ganz auf das gestalterische Element „Raum“ verzichten muss.

Hier setzt das Projekt „3D-Soundmixer“ an, dessen auf Ambisonic basierender Ansatz der Schallfeldkodierung und –dekodierung die Steuerung der virtuellen Klangwege vollständig vom verwendeten Wiedergabe-Format trennt. Es ist daher möglich eine 3-dimensionale zeitlich veränderliche Klanglandschaft im einen Studio über Kopfhörer zu entwerfen und ohne Veränderung der Steuerparameter über verschiedene LS-Setups wiederzugeben. Nach dem Ambisonic-Prinzip² wird in der Enkodierung eine mehrkanalige lautsprecherunabhängige Repräsentation eines periphonen Schallfeldes generiert und diese anschließend für ein definiertes Lautsprecher-Setup mittels des Dekoders wiedergegeben. Allein der Dekoder berücksichtigt das konkrete Lautsprecher-Layout, sodass verschiedene Lautsprecherinstallationen nur eine Veränderung der Dekodergleichungen nach sich ziehen, die abstrakte Repräsentation des Schallfelds bleibt davon unberührt. Dadurch ist es - als Erweiterung oder Simulation des Lautsprechersystem – auch möglich die Wiedergabe durch eine binaurale Aufbereitung der Lautsprechersignale über Kopfhörer zu gestalten³. Als typisches Anwendungsszenario in der

1 Siehe Arbeiten von Sontacchi, Noisternig, Höldrich, Musil im Literaturverzeichnis und untern iem.at

2 Siehe Arbeiten von Sontacchi et al im Literaturverzeichnis

3 Zur zeitvarianten Binauraltechnik mit Raumsimulation siehe Arbeiten von Sontacchi, Noisternig, Höldrich etc. unter iem.at

künstlerischen Produktion wäre der Fall anzusehen, bei dem die Künstlerin die Klangwege zuerst am eigenen Computer zuhause gestaltet und dabei über Kopfhörer hört, während die Anpassung an das Lautsprechersystem für die Konzertsituation in einer kurzen Einstellprobe erfolgen kann.

Zum IEM gehört ein mittelgroßer Aufführungsraum für Elektronische Musik, der IEM CUBE. Dessen Beschallungssystem wurde so gestaltet, dass es eine große Vielfalt von Aufführungs- und Wiedergabemöglichkeiten zur Verfügung stellt. Das Hauptsystem besteht aus einer Hemisphäre mit 24 Lautsprechern, für die eine erste Version des 3D-Ambisonic Mixers von Johannes Zmönig realisiert wurde. Verbesserungen und Erweiterungen der Software wurden von Thomas Musil auf Grundlage der Forschungsarbeiten von Alois Sontacchi geschaffen.

Mit 3D-Sound Mixer wird ein Software-Paket vorgestellt, das der verschiedenen Applikationen zu einem System konvergieren lässt und das den Ambisonic-Mixer um ein traditionelles Bus-Konzept erweitert. Um möglichst große Flexibilität im Hinblick auf zukünftige Algorithmen und Hardware-Entwicklungen zu gewährleisten, war es notwendig eine modulare Software-Struktur zu verwenden. Durch diesen Aufbau ist es möglich, einzelne Komponenten bei Bedarf hinzuzufügen beziehungsweise obsoleete Module auszutauschen. Nach anfänglich getrennten Applikationen für die direkte Ansteuerung der Lautsprecher und das Ambisonic-System wurden diese Konzepte zu einem zusammengefasst und erweitert. Je nach Verfügbarkeit entsprechender Hardware können noch umfangreichere Lautsprecherkonfigurationen gesteuert werden.

Ein wichtiges Augenmerk wurde auf die Bedienbarkeit mit verschiedenen Eingabegeräten und Steuerschnittstellen gelegt. Die Bedienung erfolgt nicht ausschließlich mit Maus und Tastatur, sondern zusätzlich - wie das bei digitalen Mischpulten bereist Standard ist - mit Motor-Fadern, Drehknöpfen und Schalterelementen. Diese Steuermöglichkeit wurde über MIDI-Schnittstellen und mittels Netzwerk implementiert.

Parallel zum Ambisonic-basierten 3D-Sound Mixer wurde ein **Busmixer** implementiert, womit jeder Eingangskanal auf Busse geroutet werden kann, die dann über eine Gewichtungsmatrix auf alle Ausgänge verteilt werden. Funktionen wie Auxiliary-Wege oder Kanal-Plugins sind ebenso implementiert wie Monitoring mit Stummschaltung und Solo-Funktion.

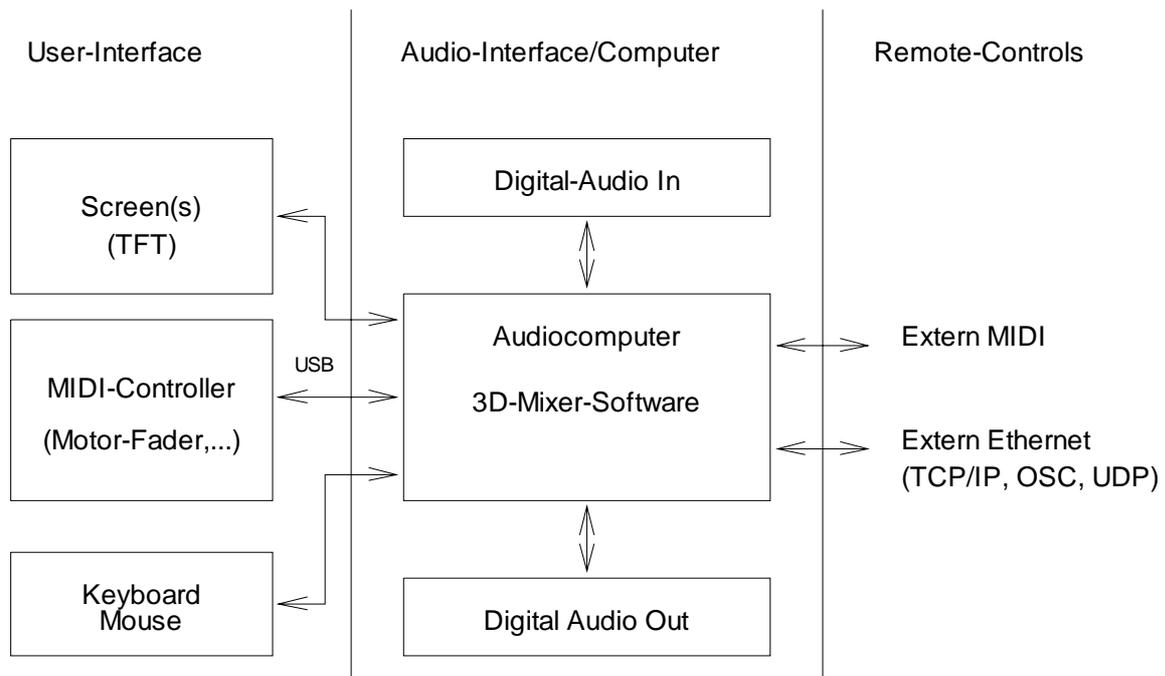
Die Software wurde mittels „Puredata“ (PD) implementiert und ist so aufgebaut, dass sie einfach durch Plugins, Extensions oder eigene PD-Patches erweitert werden kann (zur näheren Erklärung siehe unten). Zusätzlich wurde eine Aufteilung in zwei Programmteile für das grafische Interface und die Signalverarbeitung vorgenommen, um auf möglichst geringe Latenzzeiten zu erreichen.

2. Architektur des 3D-Sound Mixer

Das System besteht aus einer Audio-Workstation, den Benutzerschnittstellen und den Schnittstellen zur Fernsteuerung (Remote Control) von anderen Geräten und/oder aus Fremdprogrammen.



Typische Konfiguration der Benutzerschnittstellen

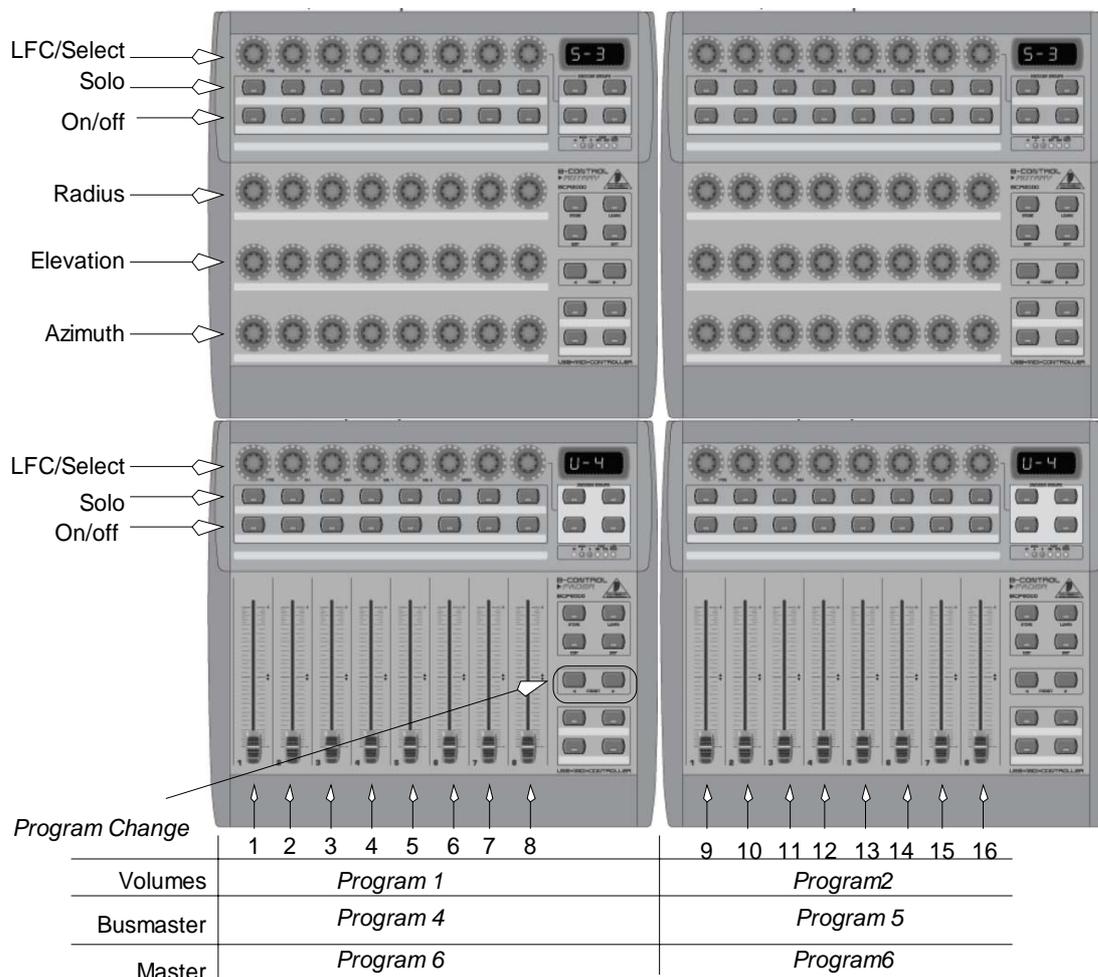


Hardware-System des 3D-Sound- Mixer

Typische Hardware-Konfiguration und Benutzerschnittstelle

Es wird empfohlen aufgrund der umfangreichen grafischen Oberfläche das System mit zwei Monitoren mit erweitertem Desktop in einer Auflösung von 2650x1024 zu betreiben.

Die Hauptbedienelemente sind Maus und Tastatur. Zusätzlich werden als Steuereinheit MIDI-Fader-boxen unterstützt, die über USB angeschlossen sein sollten, um ausreichende Bandbreite bei der Übertragung der Steuerdaten zu erreichen.



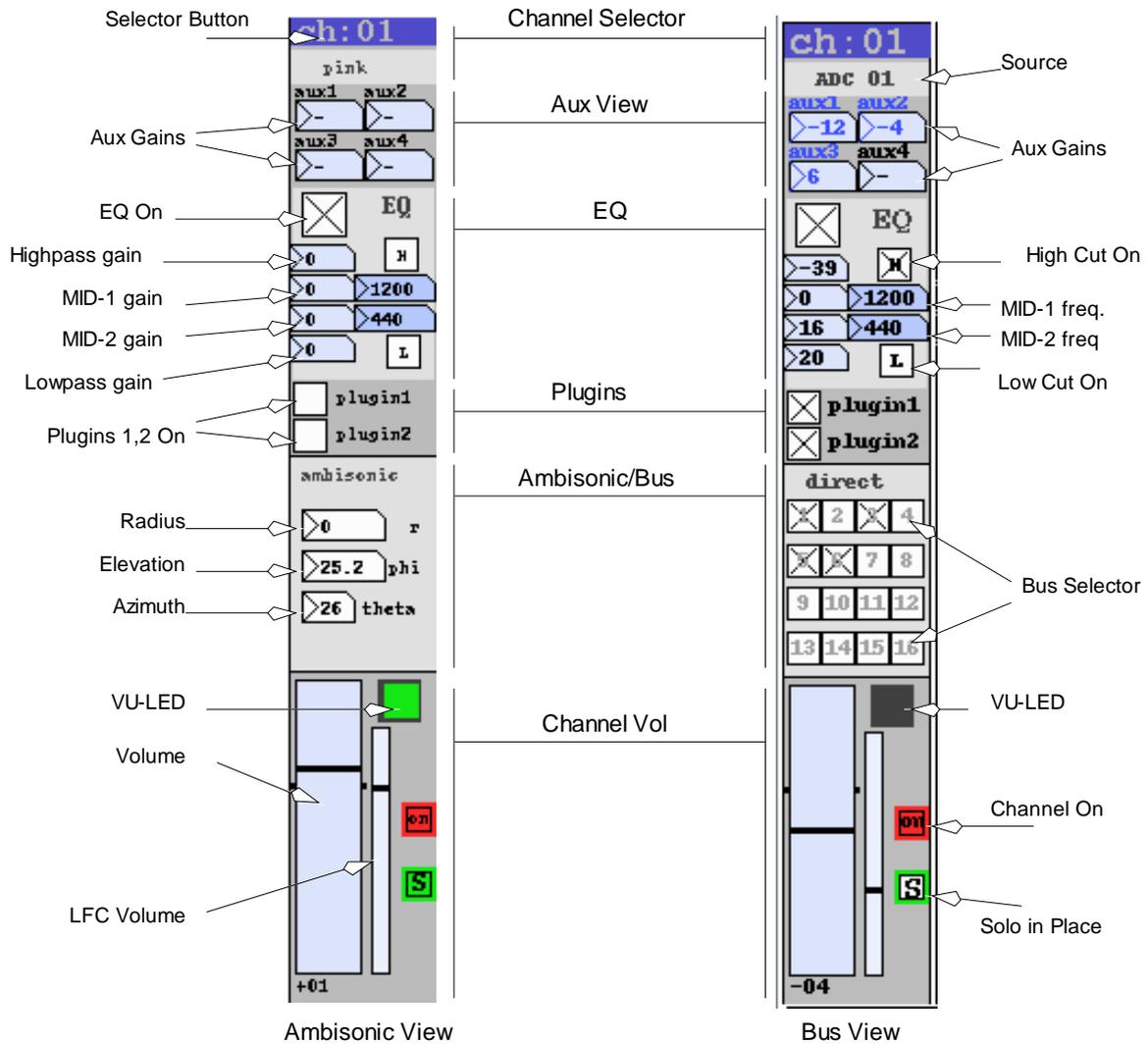
MIDI-Controller von Behringer zu einer Bedieneinheit zusammengefasst

Remote Control

Alle Parameter des Systems kann sowohl über eine externe MIDI-Schnittstelle als auch über Ethernet gesteuert werden. Als Remote Control dienen typischerweise vier Controller von Behringer, welche zu einen 16-kanaligen Steuerpult zusammengefasst wurden.

Eingangskanalzug

Die Kanalzug-Ansicht besteht aus mehreren Abschnitten, die getrennt aktiviert oder umgeschaltet werden können und eine Auswahl aller Parameter eines Kanals darstellen, wie dies in nachfolgender Abbildung dargestellt ist.



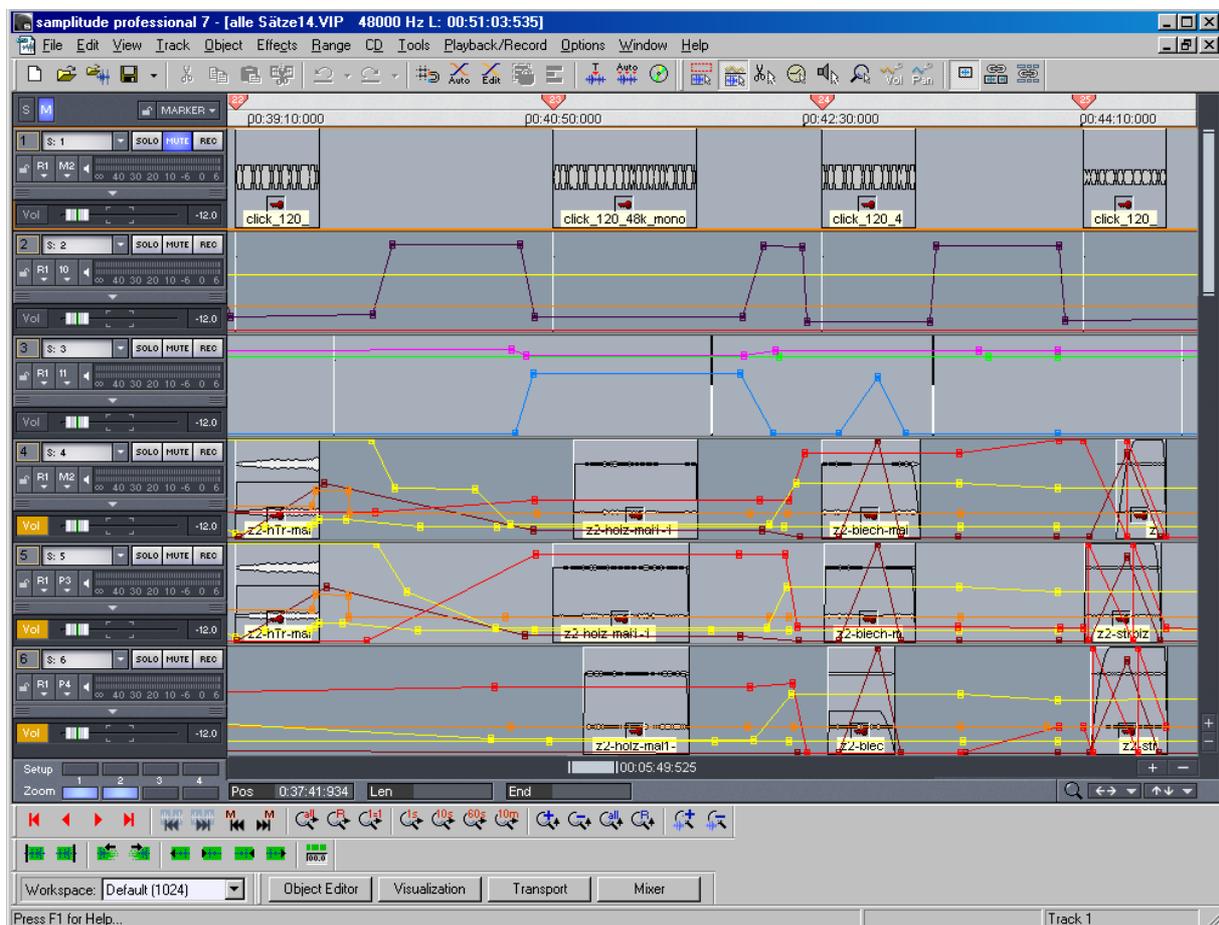
Kanallzug-Ansicht mit Ambisonic- und Busdarstellung

4. Anwendungsbeispiele

Steuerung des 3D-Mixer mit Samplitude

Zur Steuerung wird die MIDI-Remote Schnittstelle verwendet. Das Setup besteht aus der Verbindung des Samplitude Rechners über MIDI und digitales Audio mit dem 3D-Mixer.

Aus der im Anhang aufgelisteten MIDI-Controller Nummerierung können nun die entsprechenden Werte ausgelesen werden und im Samplitude entsprechende Controller an den Spuren angelegt werden. Günstig ist es, wenn die abgespielten Spuren gleichzeitig die Controller beinhalten.



Steuerung mit Samplitude, Contoller und Audio

Dabei ist zu beachten, dass MIDI eine begrenzte Datenübertragungsrate besitzt und zwar 31 kBit/sec. Daraus ergibt sich bei 3 Bytes pro Controller ein Maximum von ca. 1000 Controllerwerte/sec. Werden nun für jede Spur Volume, Azimuth und Elevation als Steuerparameter verwendet sind das pro Kanal 3 Controllerwerte. In der Spatialisation können Controller-Raten von 50ms/Wert gerade noch differenziert

werden. Daraus ergibt sich , dass theoretisch maximal 16 Kanäle parallel gesteuert werden können. Es sollte jedoch eine Sicherheit von 25% eingerechnet werden, wodurch sich damit eine maximal zu steuerbare Anzahl von 12 Kanälen ergibt.

Wird keine so feine Zeitauflösung benötigt kann diese entsprechend erhöht werden. Dies wird am besten in Amplitude eingestellt.

Literatur

Alois Sontacchi, Robert Höldrich: Probleme bei unsymmetrischen Lautsprecherlayouts und der Versuch diese zu kompensieren. IEM Report 9/99

Alois Sontacchi: Neue Ansätze der Schallfeldreproduktion, Dissertation der TU Graz 2001

Johannes Zmölnig, Winfried Ritsch, Alois Sontacchi: "Der IEM CUBE - ein periphones (Re)Produktionssystem", 22.TMT, Produktforum, Jahrestagung des Vereins Deutscher Tonmeister, Hannover, November 2002

Markus Noisternig, Alois Sontacchi, Thomas Musil, Robert Höldrich: "A 3D Ambisonic based Binaural Sound Reproduction System" AES 24th International Conference, 26-28 June 2003, Banff, Canada

Robert Höldrich, Winfried Ritsch, Christopher Frauenberger: Internet Archive for Electronic Music IAEM-iARS internet Audio Rendering System, AES 24th International Conference, 26-28 June 2003, Banff, Canada.

Thomas Musil, Johannes Zmölnig, Markus Noisternig, Alois Sontacchi, Robert Höldrich: AMBISONIC 3D-Beschallungssystem 5.Ordnung für PD, IEM Report 15/2003

Thomas Musil: IEMLIB für PD, IEM Report 12/2003

Johannes Zmölnig, Winfried Ritsch, Alois Sontacchi: "The IEM CUBE", ICAD - International Conference on Auditory Display, July 7-9, 2003, Boston University, Boston, MA