



Jürgen Klimmeck (links) und Marcus Herzog von der Firma Syrinx bei der Vorbereitung einer 360-Grad-Bild- und Tonaufnahme in der Elbphilharmonie

Wo soll man „im Hör-
raum, der meistens das
Wohnzimmer ist, bis
zu zwölf Lautsprecher
unterbringen?“, merkte
ein Leser kritisch an, nachdem wir auf
das Potenzial des 360-Grad-Sounds

Schon heute gibt es eine einfache Möglichkeit, 3D-Klang zu erleben: über einen ganz normalen Kopfhörer

hingewiesen hatten. Natürlich gibt es
Mittel und Wege, diese zu platzieren,
aber aufwendig bleibt die Aus- bzw.
Nachrüstung zugegebenermaßen

schon. Zumal Soundbars bisher nicht
mit einem vollwertigen Dolby Atmos-
oder Auro-3D-System vergleichbar
sind. Bleibt authentischer 3D-Klang
also lediglich einer kleinen Schar von
Fans vorbehalten?

Keineswegs, denn wir befinden uns
mitten in einer dynamischen Entwick-
lung, auch was die Vereinbarkeit von
Technik und Wohnlichkeit betrifft: Zu-
künftig wird man Lautsprecher (sofern
man dies wünscht) immer unauffälliger
in Wohnräumen platzieren können.
Zudem gibt es schon heute eine einfa-
che Möglichkeit, 3D-Klang zu erleben:
über einen ganz normalen Kopfhörer.
Spezielle Modelle sind ebenso wenig
erforderlich wie zusätzliches Equip-
ment. Wer am Player – Speicherme-

VERBLÜFFEND DREIDIMENSIONAL

Im FONO FORUM 7/2019 hatten wir beleuchtet, welch großes Potenzial in Immersive Sound steckt. Den einfachsten Weg, in die dreidimensionale Welt einzutauchen, bieten sogenannte **3D-Binaural-Mixe**, für deren Genuss ein handelsüblicher Kopfhörer genügt.

Von Andreas Kunz



Foto: Thomas Dobberstein

dium kann je nachdem eine Blu-ray, DVD oder CD sein – oder Verstärker keinen Kopfhörerausgang hat, braucht die entsprechende Musikdatei vorher lediglich auf die Festplatte seines Rechners/Laptops zu kopieren und dort den Kopfhörer anzuschließen; zudem sind nicht wenige 3D-Binaural-Mixe inzwischen auch via Computer, Tablet oder Smartphone streambar.

Im Übrigen ist dieses 3D-Prinzip alt (siehe Kasten nächste Seite). Be-

reits 1932 wurde das erste Patent für binaurale Tonaufnahmen erteilt, ein Jahr später von General Electric der erste Kunstkopf präsentiert. Ein Label, das bis heute auf diese Technik setzt, ist Chesky Records aus New York. Ihr Modell mit dem schönen Namen

„Lars“ verfügt über Ohren samt (dem menschlichen Vorbild nachempfundenen) fleischähnlichen Muscheln und je ein Kugelwellenmikrofon von Brüel & Kjær im Gehörgang. Für Musikaufnahmen platziert Label-Chef David Chesky die Musiker je nach der

Kunstkopf „Lars“ hat Ohren mit dem menschlichen Vorbild nachempfundenen, fleischähnlichen Muscheln und je ein Kugelmikrofon von Brüel & Kjær im Gehörgang.



Foto: PR



Hat Kraftwerk-Musiker Fritz Hilpert bei der Abmischung beraten: Tom Ammermann

Art ihrer Instrumente. Für das Album „Jazz In The New Harmonic“ zum Beispiel versammelten sich die Musiker vor und neben dem Kunstkopf, wobei die lauterer Bläser sowie der Schlagzeuger einen größeren Abstand zu „Lars“ hatten als der leisere Bassist. Auch die Position des Flügels wurde vor der Aufnahme penibel bestimmt. Das Ergebnis soll ähnlich einer Fotografie ein plastisches, natürliches Abbild der Session liefern. „Wenn jemand zum Beispiel zu laut ist, ziehen wir keinen Regler nach unten, sondern bitten ihn entweder leiser zu spielen oder rücken ihn weiter vom Mikrofon weg“, erläutert David Chesky die inzwischen bei vielen Aufnahmen perfektionierte Vorgehensweise.

Plastische Abbildung

Ziel des „Binaural+“ genannten Verfahrens ist, Schallereignisse besonders plastisch abzubilden: „Wir wollen nicht den berühmten Surround-Sound, der glasigblass erscheint, sondern ein dreidimensionales Klangfeld mit gleichzeitiger tonaler Dichte“, so Ches-

ky. So wie „Walking In Circles“ vom Sampler „Dr. Chesky's You're Surrounded“, wo der Effekt der Umrundung plakativ demonstriert wird, indem Tenorsaxofonist Javon Jackson beim Spiel um den Hörer herumwandert. Das betörende „You Got Through“ der Singer/Songwriterin Amber Rubart hingegen nutzt die Möglichkeiten dezent: Gitarre und Stimme kommen von vorne, von den Seiten treten zarte Streicher hinzu.

Einen anderen Ansatz verfolgt Stefan Bock. Der Produzent von IAN-productions verwendet das gleiche Setup wie bei 3D-Audio/Immersive Sound für die Lautsprecherwiedergabe, nimmt also mit vielen, nahe den Instrumenten sowie im Raum verteilten Mikrofonen auf. Anschließend werden diese Signale gemischt und mittels Algorithmen ins Binaurale konvertiert. Eindruck über Kopfhörer: überzeugend, und dies nicht nur bei Alessandro Quartas Hommage „Plays Astor Piazzolla“. Während man in Stereo die Instrumente im Kopf wahrnimmt, sind sie

BINAURALES HÖREN

Der räumliche Klangeindruck entsteht durch Laufzeit-, Pegel- und Klangfarbenunterschiede.

Beim Hören im Raum kommen die Tonsignale nicht zum exakt gleichen Zeitpunkt bei beiden Ohren an, sondern um eine winzige Differenz zeitversetzt. Neben Laufzeitunterschieden gibt es zudem noch Differenzen in puncto Pegel und Klangfarbe – bedingt durch Kopf und Hörmuschel, die Signale auf dem Weg vom einen zum anderen Ohr abschwächen. Durch diese Faktoren wird die räumliche Lokalisation von Schallwellen überhaupt erst möglich. Bei der Kopfhörerwiedergabe lässt sich nun durch Laufzeiten, Pegel und Klangfarbe gezielt beeinflussen, aus welcher Richtung ein Signal wahrgenommen wird.

Für eine räumliche Wahrnehmung über Kopfhörer erstellt man spezielle, binaurale Tondateien, die ausschließlich diesem Zweck dienen. Abgespielt über Stereo-Lautsprecher klingen sie in der Regel

merkwürdig, beim Hören über Kopfhörer hingegen ergibt sich ein natürlicherer Höreindruck als bei den üblichen, für Stereo-Lautsprecher konzipierten Mixen – bei Letzteren stört viele HiFi-Fans eine „Im-Kopf-Lokalisation“ der Musik. Ein traditionelles Verfahren zur Erstellung von binauralem 3D sind Kunstkopf-Aufnahmen: Aufgezeichnet wird mittels zweier Mikrofone mit Kugelcharakteristik, von denen jeweils eines am Eingang des Gehörgangs einer Kopfnachbildung angebracht ist. Bereits in den 1930er-Jahren gab es erste Experimente in dieser Richtung. Die meisten Produzenten beschreiten aber heute andere Wege. Zum Beispiel, indem sie das gleiche Setup wie bei 3D-Audio/Immersive Sound verwenden, also mit vielen nahe den Instrumenten sowie im Raum verteilten Mikrofonen aufnehmen und anschließend diese Signale mischen und mittels Algorithmen ins Binaurale konvertieren. Ebenso wie bei Kunstkopf-

aufnahmen geht man beim Konvertieren von einer Normkopfgöße aus, andernfalls müsste man für jeden Hörer individuelle Mixe produzieren.

Für Virtuelle Realität (VR) wird vereinfacht gesagt so gemischt, dass die Mikrofondesignale der Instrumente bzw. Sänger mit Rauminformationen versehen werden. Wenn Zuschauer mit VR-Brille den Kopf bewegen, wird je nach Lage der Brille im Raum ein binaurales Tonsignal errechnet, das der jeweiligen Perspektive der 360-Grad-Kamera entspricht. Statt der VR-Brille kann auch ein Smartphone dienen, auch bei diesem ändert sich beim Abspielen entsprechender Dateien je nach Lage im Raum die Bild- und Tonwiedergabe.

Mache Anbieter offerieren übrigens Techniken, die auch aus traditionellen Formaten ein immersives Klangerlebnis generieren sollen: Die Auro-Matic von Auro-3D zum Beispiel bewirkt dies sogar bei Monoaufnahmen.

KOMPETENZ, wenn es um HiFi geht

STEREO, das Magazin für HiFi, High End und Musik, zeigt jeden Monat mit Tests, Service und Reportagen, wie Musikhören noch mehr Spaß macht



STEREO®

STEREO portofrei direkt beim Verlag
bestellen. Telefon 0 22 51/650460

Zusatzangebot & Dienstleistungen für
Abonnenten gelten nur für Kunden
der Reiner H. Nitschke Verlags-GmbH

AUCH ALS E-PAPER

Einmal heruntergeladen – immer für
Sie verfügbar. Egal ob Smartphone,
Tablet oder Computer. Mehr Infor-
mationen zum Abonnement sowie
E-Paper auf www.stereo.de



Foto: Bresinsky



Foto: Gross



Foto: Thomas Dobberstein

Um Live-Konzerte für Virtuelle Realität einzufangen, bedarf es einer 360-Grad-Kamera: Während man bei „360° Figaro“ auf die vom Fraunhofer-Institut entwickelte OmniCam-360 setzte (Fotos oben), verwendete man bei der Aufzeichnung der NDR Big Band in der Elbphilharmonie zwei Insta 360 Pro 2.0.

beim Binaural-Mix um den Kopf herum gruppiert, wodurch sie an Klarheit gewinnen. Zugleich wirkt die Musik auch livehafter, so, als wäre man mittendrin. Eine schöne Erfahrung, selbst wenn der Raumeffekt in einem mit perfekter 360-Grad-Beschallung ausgerüsteten Saal über Lautsprecher noch sensationeller erscheint.

Dass 3D/Immersive-Klang per Kopfhörer auch bei elektronischer Popmusik fabelhaft funktioniert, beweist die aus Live- und Studiomaterial gemischte Video-Blu-ray „Kraftwerk 3D – Der Katalog“, wo der Ton auch als „Headphone Surround 3D“ abgerufen werden kann. „Unsere zusätzliche binaurale Mischung für Kopfhörer basiert auf den 3D-Mischungen in Dolby Atmos“, so Tom Ammermann, der Kraftwerk-Musiker Fritz Hilpert bei der Abmischung beraten hat. „Bei der Anpassung für Kopfhörerwiedergabe, welche ich machen durfte, habe ich eine Tiefenstaffelung vorgenommen und mit verschiedenen Räumlichkeiten gearbeitet, dabei aber zugleich extrem darauf geachtet, dass der Klang im Vergleich mit einer normalen Stereomischung nicht an Druck verliert. Generell muss man bei binauralen Mischungen aufpassen, dass Zuhörer Stereo nicht als knackiger empfinden“. Unternehmen geglückt: Im Vergleich zu Stereo erweitert sich im „Headphone Surround 3D“-Modus der Klangraum, zugleich bleibt der Sound aber direkt.

Erwähnenswert ist auch ein Konzert der Hochschul-Big Band der Musikhochschule Detmold 2017, wo die sogenannte Wellenfeldsynthese zum Einsatz kam: ein räumliches Audiowiedergabeverfahren, bei dem virtuelle Schallquellen erzeugt werden, die von beliebigen Orten im Raum zu kommen scheinen. Mittels 333 in den Decken und Wänden installierten Lautsprechern wanderten die Live-Klänge im Konzerthaus Detmold um die Zuhörer herum – Jazzgitarrist und Hochschuldozent

Kim Efert hatte sein von Jazz-, Rock-, Minimal- und elektronischer Musik inspiriertes Stück „What you hear is what you hear“ speziell auf den Einsatz der Wellenfeldsynthese hin konzipiert. Um diese besondere Erfahrung einem möglichst großen Publikum zugänglich zu machen, wurde sie auf Wunsch des Komponisten als binaurale Aufnahme veröffentlicht.

Virtuelle Realität

Aber das Potenzial des 360-Grad-Sounds geht noch darüber hinaus, wenn er dynamisiert und durch eine 360-Grad-Bildebene ergänzt wird, Stichwort „Virtuelle Realität“. Ein interessantes Experiment in diese Richtung ist „360° Figaro“, ein Musikfilm in Virtual Reality. In einer eigens für diesen Clip gebauten Dekoration wurden 25 Minuten musikalischer Komödie aus dem zweiten Akt von „Figaros Hochzeit“ neu inszeniert. Regisseur Jan Schmidt-Garre wählte diesen Ausschnitt auch deshalb, weil er relativ wenig Aufwand erfordert und für sich besteht: „Die Szene funktioniert wie eine Comedysequenz: Man kann sie verstehen, ohne den gesamten Figaro kennen zu müssen.“

In der Mitte der Bühne hängt die OmniCam-360, eine vom Fraunhofer-Institut entwickelte 360-Grad-Kamera, die es dem Zuschauer ermöglicht, im Zentrum des Geschehens zu sein, statt frontal auf die Bühne zu blicken. „Ich fand es faszinierend, eine Oper zu inszenieren, bei der ich nicht außerhalb im Zuschauerraum sitze, sondern in der Mitte des Geschehens. Wenn ich den Kopf drehe, höre ich zudem die Tonquellen immer absolut realistisch dort, wo sie auch sind. Das wirkt so natürlich, dass einem gar nicht auffällt, was das für ein technisches Wunder ist“, so Schmidt-Garre. Für den Ton zeichnete (neben dem Dirigenten) Thomas Koch verantwortlich, Project Manager Audio beim Fraunhofer Heinrich Hertz Institut. Koch positionierte acht Mikrofone an der

Kamera und zudem Ansteckmikrofone bei den Sängern, um diese später im 360-Grad-Panorama positionieren zu können; die hinter dem Bühnenbild platzierten Orchestermusiker hingenen wurden wie bei einer „normalen Aufnahme“ mikrofoniert – anders als die Sänger bewegen sie sich ja auch nicht im Raum.

Wermutstropfen: In den vollen Genuss dieses innovativen Kurzfilms kamen bisher nur die Besucher der Premiere in der Oper Leipzig, die dort eine VR-Brille und Kopfhörer trugen. Zwar ist der Clip auch in der Arte-Mediathek hinterlegt, und an einem Laptop oder Computer lässt sich mittels der Maus oder der Pfeiltasten (auch ohne VR-Brille) der Blickwinkel frei wählen. Als wir den Clip abspielten, stimmte aber die Richtungsperspektive des Hörens nicht immer mit der Bildperspektive überein. Beispiel: Graf Almavia ist im Bild rechts zu sehen, und sein Gesang ertönt auch von rechts. Wenn man nun die Bildperspektive um 180 Grad dreht, erscheint der Graf im Bild links, sein Gesang ertönt aber weiter von rechts.

Vermutlich lag dies daran, dass der Player der Arte-Mediathek 3D-Tonformate (noch) nicht unterstützt. Schade. Uwe Cremering, Director AMBEO Immersive Audio bei Sennheiser, betont denn auch: „Wichtig bei Virtueller Realität ist die Dynamik der Geräusche, Effekte und Musik: Wenn sich links optisch etwas tut, muss auch die Musik von dort kommen, ansonsten ist der Nutzer unzufrieden. Die akustische Umgebung muss an die visuelle angepasst sein, sonst bricht die Illusion zusammen.“ Wie es funktionieren kann, demonstriert ein Konzertausschnitt der NDR Big Band vom 13. April aus der Elbphilharmonie von der Firma Syrnix Productions.

Verblüffende räumliche Tiefe

Mit VR-Brille und guten Kopfhörern taucht man geradezu in diese Klangkathedrale ein. Zwar lässt das

Bild in puncto Auflösung auf der von mir benutzten Oculus Go-Brille noch zu wünschen übrig, durch die echte 3D-360°-Videoaufnahme ist aber eine verblüffend reale räumliche Tiefe zu spüren, sodass man sich tatsächlich mitten auf der Bühne wähnt, direkt vor der NDR Big Band. Wenn man den Kopf wendet, sieht man links die Solisten, schräg rechts Dirigent Geir Lysne und ganz hinten das Publikum, was einem zuerst einen Moment der Scham beschert, so als wäre man wie in einem Slapstick-Film versehentlich dort gelandet.

Die Szene wirkt nicht zuletzt aufgrund des Tons verblüffend realistisch, denn die Instrumente der Big Band sind akustisch analog zum Bild angeordnet: in der ersten Reihe die Saxofonisten (bzw. Flötisten), dahinter erhöht in der zweiten und dritten Reihe jeweils die Posaunisten und Trompeter, dazu Schlagzeug, Perkussion, Keyboard, Klavier und E-Gitarre. Effektiv zudem, dass bei diesem zwischen Jazz und Weltmusik changierenden Konzert der gesamte Saal der

Die Szene wirkt nicht zuletzt aufgrund des Tons verblüffend realistisch, die Instrumente sind akustisch analog zum Bild angeordnet

Elbphilharmonie genutzt wird, indem der Chor bzw. einzelne Solisten auf den Emporen platziert werden – ein beispielhaftes Spiel mit Raumeffekten.

Wirklichkeitsnah ist auch die Richtungslokalisation: Wenn man zum Beispiel auf die Big Band schaut, kommt deren Sound von vorne, dreht man den Kopf um 90 Grad nach rechts, nimmt man sie überwiegend auf dem linken Ohr wahr, und umgekehrt. Marcus Herzog von der Firma Syrnix erklärt die Hintergründe: „Die Tonaufnahme haben die Kollegen vom NDR für einen Rundfunkmitschnitt gemacht, wobei – bis auf eine spezielle

Stichwort

Virtuelle Realität (VR)

Computergenerierte Umgebung, in der Nutzer in Echtzeit agieren können. Durch die Interaktivität wird die Illusion geschaffen, sich tatsächlich in einer anderen Umwelt zu befinden.

ONLINE

IAN-Productions Längere Samples unter www.stereo.de

NDR

Konzert der NDR Big Band unter www.stereo.de

Chesky

Kurze Samples unter chesky.com/content/binaural-series

360° Figaro – Die erste VR-Oper
<http://bit.ly/360figaro>



Eintauchen in die virtuelle Realität eines Elbphilharmonie-Konzertes: FONO FORUM-Redakteur Andreas Kunz

Raummikrofonanordnung extra für uns – wie bei Big Bands üblich mikrofoniert wurde. Der 360-Grad-Sound entstand erst in unserem Studio, indem ich aus den 85 Aufnahmespuren eine sogenannte ‚Spatial Audio Mischung‘ erstellt habe. Bei diesem Mischverfahren wird jedem Mikrofon eine Richtung in einem 360°-Kugelraum zugewiesen, die ganz genau dem 360°-Kamerabild entspricht.

Für die Anwendung auf Facebook bzw. Youtube wird daraus ein Mehrkanal-Master im sogenannten Ambisonics-Format erzeugt. Aus diesem generiert dann das jeweilige Wiedergabe-Endgerät den richtungs-

man die Blickrichtung mit der Maus verschiebt.“

Inwieweit erlebt man dabei die „echte“ Akustik des Raumes? „Gerade bei der Interaktion mit den auf den Zuschauerrängen platzierten Musikern nimmt man auch relativ viel Akustik aus der Elbphilharmonie wahr“, findet der studierte Tonmeister. „Ziel war ja, dass der Zuschauer bzw. Zuhörer die Illusion hat, er würde sich auf dem Premiumplatz zwischen Dirigent, Solist und Big Band befinden.“ Und Videoproduzent Jürgen Klimmeck ergänzt: „Die Elbphilharmonie ist in Bezug auf 360°-Produktionen optimal, da die Bühne im Mittelpunkt des Saals angeordnet ist und das Publikum drumherum sitzt. Speziell bei diesem Konzertprogramm gab es von vornherein das Konzept, auch den Zuschauerraum musikalisch zu bespielen. Auf den Balkonen und in den Rängen musizierten drei Instrumentalduos, Sänger und Chöre – diese haben wir mit normalen Kameras separat aufgenommen und in der Postproduktion als ‚virtuelle Leinwände‘ in das 360-Grad-Raumbild eingeklinkt. So kann man musikalische Akzente ins Bild setzen.“ Ein eindruckliches Erlebnis – man muss kein Technikfreak sein, um davon fasziniert zu sein.

Sucht man weiter unter „YouTube 360 Grad“ oder „Facebook360“, findet man zwar Beispiele aus den Bereichen Sport, Naturdokus, Werbespots, aber in puncto Musik nichts, zumindest nichts qualitativ Vergleichbares. Was dürfen wir in Zukunft erwarten? „Ganz klar ist, dass vor allem Gaming die Virtuelle Realität vorantreibt, danach folgen spektakuläre Sportevents“, so Marcus Herzog. „Ich hoffe aber sehr, dass im Schlepptau der Gaming-Industrie Musikprogramme mitgezogen werden. Kopfhörer besitzt fast jeder, und ordentliche VR-Brillen bekommen Sie bereits für gut 200 Euro. Der Vorteil gegenüber Lautsprecher-gestützten 3D-Formaten ist, dass der Binaural-Genuss so einfach funktioniert.“

„Die Elbphilharmonie ist in Bezug auf 360°-Produktionen optimal, da die Bühne im Mittelpunkt des Saals angeordnet ist.“

bezogenen Stereo-Kopfhörer-Mix, je nachdem, wo der Zuschauer gerade hinschaut. Das funktioniert sogar am ganz normalen PC-Browser, wenn

TONTRÄGER

Dr. Chesky's Sensational, Fantastic and Simply Amazing Binaural Show! (Chesky CD)
Dr. Chesky's You're Surrounded (Chesky CD)
Chesky Records ist es mit Hilfe ausgefeilter Entzerrung per DSP-Programm gelungen, dass binaurale Aufnahmen auch für Lautsprecher taugen.

Alessandro Quarta: Plays Astor Piazzolla (IAN-productions Blu-ray + CD)
Jazz Ambassadors, Sammy Nestico: The Sammy Sessions (IAN-productions Blu-ray + CD)
Auf den Blu-rays von IAN productions ist die Musik in vier verschiedenen Formaten konvertiert (5.1 DTS, 2.0 PCM Stereo, 11.1 Auro 3D und Dolby Atmos); die Funktion „mShuttle“ bietet die Möglichkeit, Binaural-Files auf seinen Computer zu kopieren. Dafür muss der Blu-ray-Player ins Hausnetzwerk integriert sein, oder man schließt ein Blu-ray-Laufwerk per USB-Kabel an den Computer an.

Big Band der Hochschule für Musik Detmold:
What you hear is what you hear (HfM Detmold CD)

Kraftwerk: 3-D – 1234567
(Klingklang/Parlaphone Blu-ray + DVD)



Lesen Sie das **neue** **Sonderheft** von **STEREO®**

für nur
9,80 Euro
jetzt am
Kiosk*

Ab sofort ist das neue
HIFlexklusiv auch als
E-Paper erhältlich. Es kann
auf jedem Computer und
mit allen Mobilgeräten
bequem heruntergeladen
und gelesen werden.
Mit dem E-Paper steht das
HIFlexklusiv in digitaler
Form für Android- und
Apples iOS-Geräte zur
Verfügung. Einfach auf
www.stereo.de für
8,99 Euro bestellen.



STEREO jeden Monat
neu am Kiosk, im Abo
oder als E-PAPER. Mehr
Informationen zum Abon-
nement sowie E-Paper
auf www.stereo.de

* oder direkt beim
Verlag bestellen,
Hotline 02251 650 46 0

