

K 30603

49. JAHRGANG · NR. 531

studio *m a g a z i n*



TESTBERICHT: SPL VENOS

TESTBERICHT: PSPAUDIOWARE TILT-Q

HINTERGRUND: HÖRSPIELPRODUKTION TEIL 2



DR.-ING. BENEDIKT KOHOUT, AURI AKUSTIK
UND STEPHAN SCHMIDT, FRIENDS OF GREEN SONIC

HÖRSPIEL GANZ ANDERS

ERFAHRUNGSBERICHT (TEIL 2)

In einer Zeit, in der Hörspiele, Hörbücher und Podcasts in großer Zahl verfügbar sind, scheint die ursprüngliche Faszination des Hörspiels zunehmend verloren zu gehen. Einst als eigenständige Kunstform für den Rundfunk entwickelt, zogen Hörspiele ihr Publikum über viele Jahrzehnte hinweg in den Bann. Heute hingegen mangelt es häufig an grundlegenden Qualitätsmerkmalen, und die Audioqualität bewegt sich nicht selten an der Grenze des Zumutbaren. Dieser zweiteilige Artikel zeigt, dass es auch anders geht: Anhand der Hörspielproduktion ‚Sherlock Holmes und der Klang des Grauens‘ wird deutlich, wie durch eine gehörgerechte Mikrofontechnik, eine hochwertige Audioqualität und eine natürliche Raumakustik ein intensives, authentisches Hörerlebnis entstehen kann – ein Erlebnis, das sowohl das Publikum neu begeistert als auch Professionals dazu einlädt, Klang und Raum wieder bewusst und kreativ zu erfahren.

Der erste Teil dieses Beitrags widmete sich der Kunstkopfstereofonie: ihrer Historie von Ende des 18. Jahrhunderts bis in die Gegenwart, den technischen Grundlagen wie Außenohrübertragungsfunktion (HRTF) und Entzerrung sowie künstlerisch-kreativen Aspekten und deren Auswirkungen auf die Mitwirkenden einer Kunstkopfproduktion. Im zweiten Teil geht es nun um eine für die menschliche Wahrnehmung geeignete Audioqualität mit dem Schwerpunkt Audioformat sowie die Gestaltung natürlich klingender Aufnahmeräume unter Einsatz von Hilfsmitteln wie Diffusoren.

‘Ist doch nur Sprache‘

Hörspiele, Hörbücher und Podcasts sind akustische Kunstformen mit unterschiedlichen Charakteren, haben jedoch eine Gemeinsamkeit: Sie sind fast ausschließlich in verlustbehafteten Audioformaten wie mp3 oder dem neueren Standard AAC (Advanced Audio Coding) verfügbar – und das bei zunehmend sinkenden Bitraten. Musikaufnahmen hingegen werden am Markt in einer großen Bandbreite angeboten, von datenreduziert bis hochauflösend. Geht man den Gründen für diese Diskrepanz nach, stößt man häufig auf das Argument, dass diese Formate ‚hauptsächlich Sprache‘ enthalten, die ‚weniger komplex als Musik‘ sei. Daher seien datenreduzierte Audioformate für die Wiedergabe ‚völlig ausreichend‘, höhere Auflösungen nicht notwendig. Ist die Zielsetzung lediglich, dass das gesprochene Wort verstanden wird, also eine reine Übertragung von Sprachinformation an das Publikum, ließe sich dieser Argumentation durchaus folgen.

Überträgt man diesen Gedanken auf die tägliche Ernährung, macht auch die Tiefkühlpizza sicherlich satt. Aber reicht das bloße Stillen des Hungergefühls aus? Benötigt man nicht hin und wieder eine Genuss-Pizza vom Italiener – mit luftig-elastischem Rand, gold-



Die Stimmen von Katharina Thalbach und Otto Sander († 2013) stehen exemplarisch für die Einzigartigkeit der menschlichen Stimme: Sie tragen Emotion, Persönlichkeit und Tiefe. In jeder Nuance offenbart sich diese Individualität, die nur bei höchster Klangqualität in ihrer ganzen Differenziertheit erfahrbar wird. © Martin Kraft, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons; © Siebbi, CC BY 3.0, via Wikimedia Commons

braunen Blasen und dünner, leicht knuspriger Basis, würziger Sauce, hochwertigen Tomaten, üppigem Belag, frischem Mozzarella und duftenden Kräutern?

Die Stimme – das älteste und persönlichste Instrument der Welt

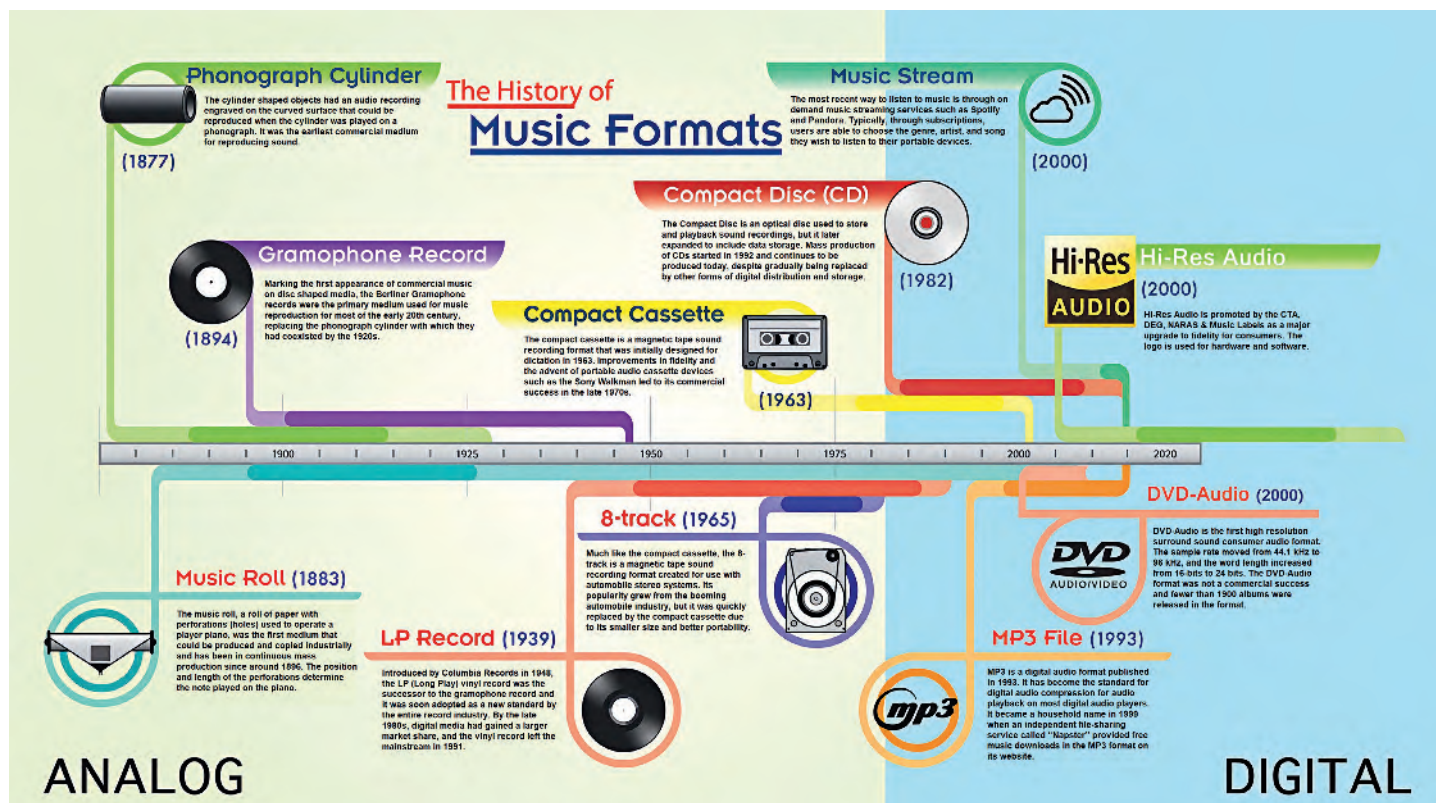
Die menschliche Stimme ist ein einzigartiges Ausdrucksmittel, das weit über die bloße Übermittlung von Worten hinausgeht. In ihr spiegeln sich Emotionen, Stimmungen und Persönlichkeit wider. Ein leises Zittern kann Unsicherheit verraten, ein warmer Ton Nähe und Vertrauen schaffen, während ein kraftvoller Klang Entschlossenheit vermittelt. Freude, Trauer, Angst oder Hoffnung werden oft allein durch Klangfarbe, Tonhöhe und Rhythmus transportiert – noch bevor Worte bewusst wahrgenommen werden. So wird die Stimme zu einem Spiegel innerer Zustände und verbindet Menschen auf unmittelbare, emotionale Weise. Diese Verbindung wird durch die



stark reduzierte Klangqualität datenreduzierter Audioformate wie mp3 oder AAC empfindlich gestört, unter Umständen sogar zerstört: Aus Emotion und Genuss wird bloße Information und Leere. Der menschlichen Stimme – dem ältesten und zugleich persönlichsten Instrument der Welt – ist daher in Bezug auf die Klangqualität derselbe hohe Respekt entgegenzubringen wie jedem anderen Instrument. Die auf den ersten Blick für ein Hörspiel ‚überzogen‘ wirkende Wahl eines hochauflösenden Endaudioformats von 352,8 kHz/24 Bit (DXD) erscheint aus dieser Perspektive geradezu zwangsläufig.

Analoge Qualitäten

Unabhängig von der zuvor erörterten Thematik gibt es darüber hinaus qualitative, ja sogar gesundheitliche Aspekte, die generell gegen den Einsatz datenreduzierter Audioformate sprechen. Die Geschichte der Tonträger ist von ihren Anfängen bis in die 1960er-Jahre von Innovationen geprägt, die stets eine Verbesserung der Wiedergabequalität zum



Vom Phonographen (1877) bis zur Stereoschallplatte (1958) dominierte die Klangqualität den technischen Fortschritt. Seit der Einführung der Kompaktkassette (1963) verschiebt sich der Fokus hin zur Mobilität; mit digitalen Formaten wie CD, mp3 und AAC zusätzlich in Richtung Kosteneffizienz – wobei die Klangqualität letztendlich auf der Strecke bleibt. © <https://www.realhd-audio.com>

Ziel hatten: der Phonograph mit Zinnfolienwalzen (1877), das Grammophon mit Schellackplatten (1887), die Vinylschallplatte (1948) und schließlich die Stereoschallplatte (1958).

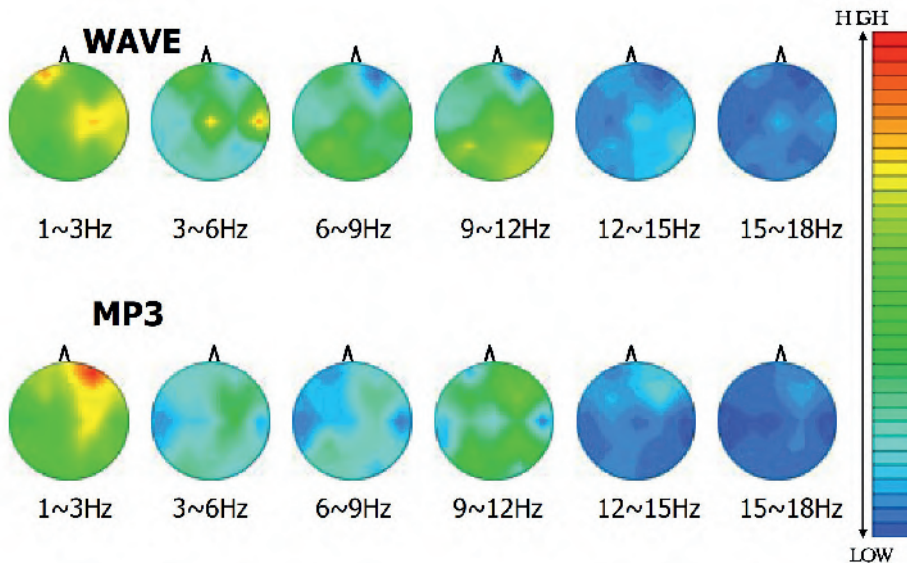
Dies ändert sich 1963 mit der Entwicklung der Kompaktkassette. Erstmals entsteht ein Tonträger, der nicht primär auf eine Steigerung der Klangqualität abzielt, sondern bewusst klangliche Nachteile in Kauf nimmt, um die Nutzung in transportablen Geräten zu ermöglichen. Der Markt teilt sich in hochwertiges Vinyl und die kostengünstige Kassette, die zudem die Möglichkeit eigener Aufnahmen bietet. In den 1970er-Jahren wächst der Kassettenmarkt – insbesondere der für Leerkassetten – kontinuierlich, während die Vinylplatte versucht, durch die Veröffentlichung günstiger Produkte, unter anderem von minderwertigen Pressungen, an der zunehmenden Kommerzialisierung des Marktes teilzuhaben. Mit der Einführung des Sony Walkman im Jahr 1980 setzt sich die mobile Musikkwiedergabe endgültig durch. Die Ver-

kaufzahlen der Kompaktkassette – inklusive Leerkassetten – steigen weltweit bis 1991 auf schätzungsweise 900 Millionen Stück.

Digitaler Konsum

Das Wachstum des Tonträgermarktes zieht Anfang der 1980er-Jahre auch die Entwicklung der CD nach sich – ein weiterer Tonträger, bei dem qualitative Aspekte nicht im Vordergrund stehen. Zur Steigerung der Gewinne in der Musikbranche wird ein Format gesucht, das auf Grundlage der technischen Daten der Kompaktkassette deutlich kostengünstiger hergestellt werden kann, als dies bei der durch Mechanik und langsames Kopieren vergleichsweise teuren Kassetten möglich ist – ohne dabei selbstverständlich die Mobilität der Hörer einzuschränken. Der sich anschließende Hype um die CD führt dazu, dass die ursprünglich als einfacher Tonträger konzipierte Schei-

be schließlich zum Referenzobjekt avanciert. Doch damit nicht genug: Bereits Anfang der 1990er-Jahre wird ein Audioformat entwickelt, mit dem sich die Kommerzialisierung des Musikmarktes noch 'effizienter' gestalten lässt – das mp3-Format. Mit ihm entfallen die mittlerweile wieder als zu teuer und zu risikobehaftet angesehene Produktion der CD samt Verpackung sowie der aufwendige physische Vertrieb. Für das aufkommende, noch sehr langsame Internet wird allerdings ein Standard mit möglichst geringem Datenvolumen benötigt – eine Entwicklung, die bekanntermaßen vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen vorangetrieben wird und eine weitere Reduzierung der ohnehin bereits begrenzten CD-Klangqualität zur Folge hat. Das datenreduzierte Format mp3 sowie dessen 'Nachfolger' AAC sind folglich ebenfalls keine qualitätsgetriebenen Entwicklungen; sie basieren – wie ihre 'Vorgänger' – in erster Linie auf wirtschaftlichen Interessen.

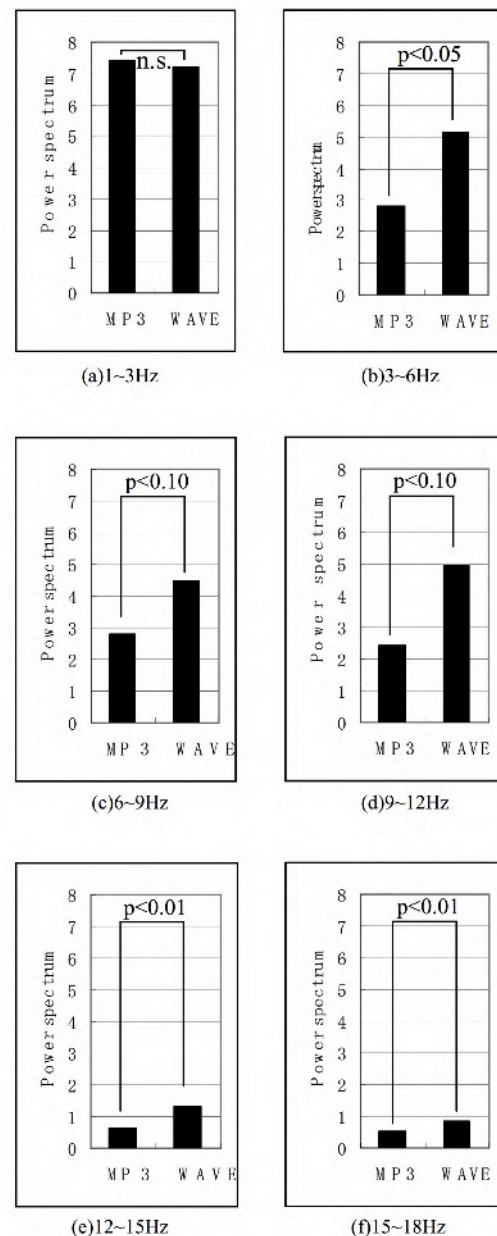


Studie von Teshima und Magatani: Obwohl die Testpersonen subjektiv zwischen linearem und datenreduziertem Audioformat nicht unterscheiden konnten, zeigt das EEG-Leistungsspektrum im Frequenzbereich von 3 bis 12 Hz deutliche Unterschiede. © <https://publications.waset.org>

Datenreduktion & Gesundheit

Kommerziell orientierte Entwicklungen müssen jedoch nicht per se von Nachteil sein: Eine Kompaktkassette liefert beispielsweise im Rahmen ihrer technischen Möglichkeiten eine durchaus gute Klangqualität. Im Fall datenreduzierter Audioformate verhält es sich jedoch anders. Hier geht es nicht um eine Begrenzung etwa von Dynamik oder des Übertragungsbereichs, sondern um einen algorithmischen Eingriff in das akustische Gefüge des Aufgezeichneten, der künstlich eine tiefgreifende strukturelle Veränderung erzeugt. Der mensch-

liche Hörsinn, der sich über Jahrtausende in einer akustisch natürlichen Umgebung entwickelt hat, ist jedoch nicht in der Lage, diese Struktur – da künstlich und somit unbekannt – zu ‚dechiffrieren‘. Seit etwa der Jahrtausendwende existieren hierzu Untersuchungen aus der Gehirnforschung. So stellt beispielsweise die Studie ‚A Research of the Influence that MP3 Sound Gives EEG of the Person‘ von Seiya Teshima und Kazushige Magatani aus dem Jahr 2012 fest, dass die Testpersonen zwar subjektiv nicht zwischen linearen und datenreduzierten Audioformaten unterscheiden können, die EEG-Daten der Hirnströme jedoch deutliche Unterschiede aufweisen. Weitere Studien kommen zu



Die Mittelwerte der einzelnen Frequenzbänder des Leistungsspektrums aller Probanden der Teshima-/Magatani-Studie weisen deutliche Unterschiede auf (n.s.: nicht signifikant). © <https://publications.waset.org>

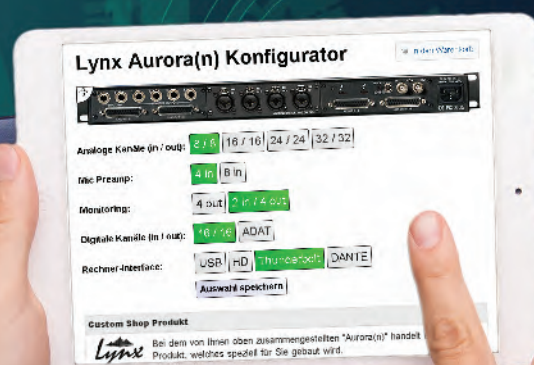
AURORA⁽ⁿ⁾

A/D D/A Wandlung à la carte



Dolby
ATMOS

Lynx|direct Online Shop



www.lynxstudio.de

vergleichbaren Ergebnissen – Untersuchungen, auf die man, obwohl sie bereits während der Entwicklung des mp3-Formats verfügbar gewesen wären, zugunsten von Hörvergleichen verzichtet hat. Wie die Forschung inzwischen gezeigt hat, erzeugt die von vielen Menschen nicht bewusst wahrgenommene künstliche mp3-Struktur durch die permanenten Versuche des Gehirns, diese zu verarbeiten und zu entschlüsseln, einen Zustand, der echtem Stress gleicht. Die gesundheitlichen Auswirkungen dieser Überforderung des Gehirns beleuchtet eine Untersuchung der TU Berlin: verringerte Aufmerksamkeit, schnelles Ermüden, negative Emotionen und erhöhte Reizbarkeit. Damit wird genau das Gegenteil dessen erreicht, was ein Audioformat leisten sollte.

Wahrnehmung jenseits von 20 kHz

Ein weiterer Aspekt: Bei der Wahl eines Audioformats mit besonderer Eignung für die menschliche Wahrnehmung sind Erkenntnisse zur sogenannten Ultraschallwahrnehmung des Menschen von wesentlicher Bedeutung. Auch wenn dieses Forschungsfeld bislang nur ansatzweise erschlossen ist, lassen die Studien von Tsutomu Oohashi et al. (2000, 2006, 2014) sowie weiterer Forscher bereits erkennen, dass das menschliche Hören zwar bei etwa 20 kHz endet, darüber hinaus jedoch eine Fähigkeit zur akustischen Wahrnehmung – möglicherweise über Haut- oder Knochenleitung – bis 80 kHz oder höher existiert. Dies bedeutet keineswegs, dass zwingend ein Audiorecorder aus eigener Entwicklung und Fertigung mit einer Abtastrate von 4,2336 MHz/24 Bit eingesetzt werden muss, wie es bei diesem Hörspiel der Fall war – wenn gleich dies keinesfalls schadet, im Gegenteil. Der Erwerb und Einsatz von Equipment mit hohen Abtastraten wie etwa 352,8 kHz/24 Bit (DXD) oder 384



friends of green sonic entwickelte Mitte der 2010er-Jahre in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen LTT Labortechnik Tasler einen eigenen Audiorecorder. Der clär-Recorder ermöglicht Aufnahmen im 24 Bit PCM-Verfahren mit einer Abtastrate von 4,2336 MHz. © Peter Heller, friends of green sonic



ANUBIS von Merging Technologies ist das kompakte Audiointerface aus einer modernen Produktpalette mit außergewöhnlicher Klangqualität. Audioformate bis 384 kHz/32 Bit PCM bzw. DSD 256 sind damit realisierbar und erschwinglicher denn je. © <https://www.merging.com>

kHz/24 Bit ist heute realisierbar wie nie zuvor. Hersteller wie Merging Technologies verfügen über jahrzehntelange Expertise und erzielen mit ihren Hard- und Softwareprodukten eine außergewöhnliche Klangqualität, wie das Hörspiel eindrucksvoll belegt.

Rein technisch betrachtet sind die heutigen Möglichkeiten somit hervorragend. Es bedarf lediglich des Willens, sich bei der Wahl des Audioformats konsequent an den Fähigkeiten der menschlichen Wahrnehmung zu orientieren.

Raumakustik und Stereophonie

Der künstlerische Einfluss auf den Klangcharakter einer Aufnahme beginnt bereits mit der Wahl der Mikrofonierung. Grundsätzlich wird dabei zwischen Mono- und Stereoverfahren unterschieden. In der Stereophonie stehen verschiedene Techniken wie beispielsweise die AB-Mikrofonierung, ORTF, Blumlein, der Decca Tree und die Kunstkopfstereophonie zur Verfügung.

Die Entscheidung für ein bestimmtes Mikrofonierungsverfahren hat einen unmittelbaren und maßgeblichen Einfluss auf das klangliche Ergebnis der Aufnahme. In den meisten Fällen werden stereofone Aufnahmen eingesetzt, um Instrumenten und Klangquellen eine räumliche Dimension zu verleihen. Dies ist insbesondere in der klassischen Musik von Bedeutung, da der Klang eines Konzertsaals einen wesentlichen Bestandteil der wahrgenommenen Aufnahmequalität darstellt. Aber auch bei Produktionen im Tonstudio, etwa bei Schlagzeug- oder Choraufnahmen, ist die Stereomikrofonierung ein etabliertes Mittel zur Erzeugung eines natürlichen Klangbildes. Der Anteil der aufgenommenen Räumlichkeit wird sowohl durch die Wahl des Stereoverfahrens als auch durch den Abstand der Mikrofone zur Schallquelle bestimmt. Je größer der gewünschte Raumanteil ist, desto wichtiger wird die akustische Qualität des AufnahmeRaums. Die Gestaltung der Raumakustik ist daher mit der Wahl der In-

strumente und der Qualität der Aufnahmetechnik gleichzusetzen. Jede akustische Umgebung besitzt eine eigene Klangfarbe, die sich zwangsläufig in der Aufnahme widerspiegelt. Der bewusste und gezielte Einsatz dieser klanglichen Eigenschaften ist ein zentraler Faktor hochwertiger Audioproduktionen.

Die Kunstkopfstereophonie zeichnet sich im Vergleich zu den genannten Verfahren durch eine besonders ausgeprägte räumliche Abbildung und eine präzise Richtungslokalisierung aus. Dadurch eröff-

net sie umfangreiche gestalterische Optionen und erlaubt bei gezielter Analyse der akustischen Umgebung eine einzigartig-authentische Raumwahrnehmung.

Grundsätzliches zur Akustik in Aufnahmerräumen

Der Klangcharakter eines Raumes wird maßgeblich durch seine Bauweise

BEREIT FÜR DIE WAHRHEIT?



Verdade Studiomonitore

WWW.SKY-AUDIO.DE





Beide sind Konzertsäle, doch sie klingen völlig unterschiedlich: die Elbphilharmonie in Hamburg und der Große Saal (Goldener Saal) im Wiener Musikvereinsgebäude. Bauweise und Materialien bestimmen den Klangcharakter maßgeblich. © Michael Zapf; © C.Stadler/Bwag, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons

und die verwendeten Materialien bestimmt. Technisch lässt sich dieser Charakter durch eine Vielzahl akustischer Kennwerte beschreiben, etwa durch die Nachhallzeit, die Early Decay Time, den Initial Time Delay Gap oder den Binaural Quality Index. In der musikalischen Praxis werden jedoch häufig anschaulichere Begriffe verwendet: Ein Raum klingt groß oder klein, warm oder kühl, dunkel oder hell. Beide Betrachtungsweisen sind gleichermaßen hilfreich, um die Akustik eines Raumes zu verstehen und sie gezielt an die jeweiligen Nut-

zungsanforderungen anzupassen. Legt man den Fokus auf den künstlerischen Zusammenhang und begreift Räume als Instrumente, wird klar: Eine mangelhafte Raumakustik ist mit einem verstimmten Instrument vergleichbar. Dieser Einfluss mag zunächst nicht unmittelbar auffallen, zeigt sich jedoch beim aufmerksamen Hören und führt unweigerlich zu Problemen bei der Aufnahme und in der Postproduction. Wie bei einem Musikinstrument vermittelt die Klangfarbe eines Aufnahmerraums ein spezifisches Spielgefühl. Wie in der Musik gilt auch

hier: Es gibt kein Richtig oder Falsch. Entscheidend ist stets der Kontext. Die Wahl des Aufnahmerraums und dessen Klangfarbe sollen der künstlerischen Intention dienen.

Aufnahmerräume im Zeitgeist

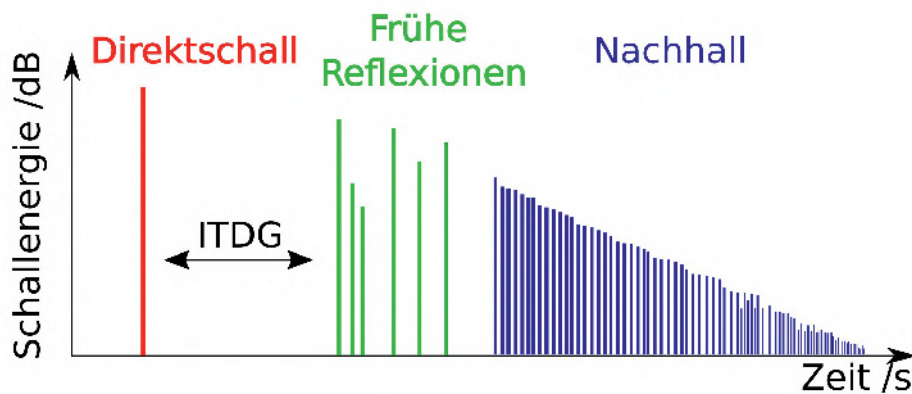
Außerhalb der klassischen Musik wird der Einfluss der akustischen Gestaltung von Aufnahmerräumen meist unterschätzt. Im Gegensatz zu historischen Studiokonzepten haben sich heute mehrere typische Aufnahmesituationen etabliert:

- a) Aufnahmen in stark schallabsorbierenden Räumen;
- b) Aufnahmen ohne Raumanteil, etwa per Direct Injection;
- c) Die Aufnahme in Räumen mit eher zufällig gestalteter Raumakustik.

Der Einsatz künstlicher, digitaler oder analoger Raumklänge in der Postproduction ist grundsätzlich legitim, kann jedoch einen fehlenden oder unzureichenden Raumklang nur begrenzt ersetzen. Zudem wird die emotionale Qualität einer Aufnahme wesentlich durch die Interaktion der Musiker untereinander und mit dem Raum geprägt. Fehlt eine passende Raumakustik, ist diese menschliche Dynamik eingeschränkt und lässt sich im Nachhinein nicht mehr hinzufügen. Die klangliche Ausprägung des Aufnahmerraums hat daher einen entscheidenden Einfluss auf die künstlerische und emotionale Wirkung einer Produktion – ob bewusst gewählt oder unbeabsichtigt.

Wie lässt sich der Raumklang für Aufnahmen gezielt gestalten?

Der wahrgenommene und aufgezeichnete Klang setzt sich aus dem Direkt-schall des Klangerzeugers (zum Beispiel



Schematische Darstellung der Schallenergie über der Zeit („Energy Time Curve“, ETC). © Auri Akustik

einer Stimme oder eines Instruments) sowie den Reflexionen des Raumes zusammen. Das vom Menschen wahrgenommene Abbild eines Schallsignals ergibt sich aus der Summe dieser Schallanteile. Entscheidend für die Wahrnehmung ist jedoch das zeitliche Eintreffen der Schallwellen am Gehör: Reflexionen, die dem Direktschall ähneln und bis zu etwa 80 ms nach diesem am Ohr eintreffen, werden überwiegend der Schallquelle selbst zugeordnet. Später eintreffende Anteile hingegen werden als Nachhall wahrgenommen.

Der Nachhall eines Raumes – also die Reflexionen nach etwa 80 ms – vermittelt dabei vor allem einen Eindruck von dessen Größe und „trägt“ beziehungsweise „kleidet“ das Klangbild. Die frühen Reflexionen hingegen prägen maßgeblich die Klangfarbe.

Daraus folgt, dass der wahrgenommene Klangcharakter eines Instruments oder einer Stimme wesentlich durch die frühen Reflexionen („Early Reflections“) bestimmt wird und somit in direktem Zusammenhang mit den akustischen Eigenschaften des Raumes steht. Der Klang einer Musikdarbietung und -aufnahme lässt sich folglich durch die gezielte Gestaltung der Oberflächen im unmittelbaren Umfeld der Schallquelle beeinflussen.

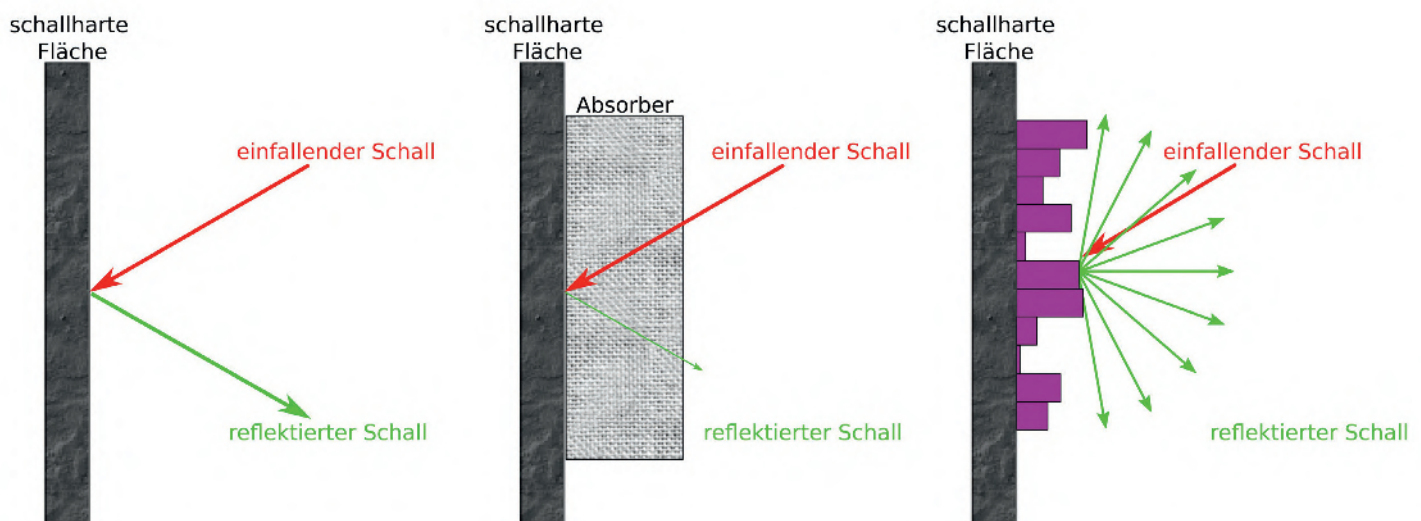
Das kleine Einmaleins der Raumakustik für Aufnahmeräume

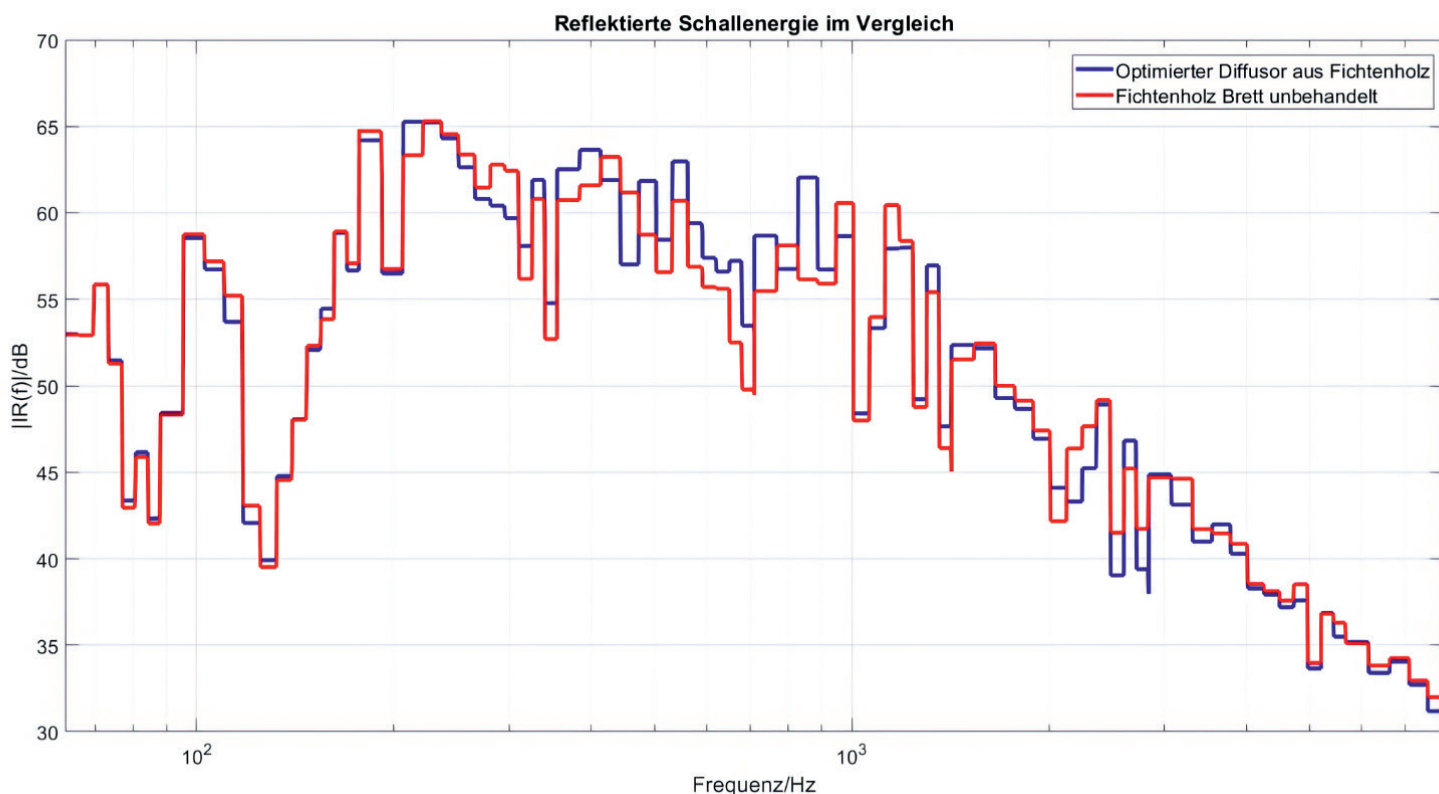
Ganz grundsätzlich tragen schallabsorbierende Maßnahmen zu einer bes-

seren Kontrolle früher Reflexionen bei, da auftreffende Schallanteile abgeschwächt werden. Dies erweist sich insbesondere dann als vorteilhaft, wenn unerwünschte Klangverfärbungen – etwa in Form von Echos – hörbar sind. Der Nachteil von Schallabsorption liegt jedoch in der Reduzierung des Spielgefühls. Bei zu wenigen „Early Reflections“ fehlt unserer auditiven Wahrnehmung ein vertrauter Klangeindruck, sodass Instrumente und insbesondere die menschliche Stimme rasch unnatürlich wirken. Dieser Klangcharakter wird häufig als „stumpf“, „drückend“, „klebrig“ oder im Sinne von „das Instrument klingt nicht“ beschrieben.

Im Gegensatz dazu erscheinen Oberflächen mit überwiegend reflektierenden Eigenschaften – etwa aus Beton oder Mauerwerk – klanglich eher „glatt“, „kühl“ und „hart“. Die an solchen Flächen reflektierten Schallwellen ähneln in Struktur und Phasenlage stark dem Direktschall, was zu hörbaren Überlagerungen wie Interferenzen, Moden oder Flatterechos führen kann. Diese Effekte äußern sich häufig in einer deutlichen Verfärbung des Instrumentenklangs, vergleichbar mit einem schmalbandigen Equalizing. Andererseits ermöglichen diese frühen Reflexionen unter Umständen aber auch eine Interak-

Schematische Darstellung von geometrischer Reflexion, Absorption und Diffusion. © Auri Akustik





Vergleich der reflektierten Schallenergie eines elementaren Testaufbaus: Diffusoren im Vergleich zu einem Fichtenbrett mit je 0,5 m² Fläche. © Auri Akustik

tion mit dem Raum und können Instrumenten oder Stimmen einen gewissen Glanz verleihen. Sie sind ein integraler Bestandteil unserer gewohnten akustischen Umwelt und tragen wesentlich zum emotionalen Spielgefühl bei.

Zwischen den beiden Polen ‚Absorption‘ und ‚Reflexion‘ eröffnet sich – abhängig von der Wechselwirkung zwischen Schall, Materialien und Raumbegrenzungsflächen – eine nahezu unbegrenzte Bandbreite an Klangfarben. So werden etwa Gipskartonwände häufig als ‚reduziert‘ und ‚unausgewogen‘ wahrgenommen, während Holzoberflächen eher mit einer ‚warmen‘ und ‚maten‘ Klangcharakteristik assoziiert werden.

Analog zur Farbgestaltung eines Wandanstrichs lässt sich die Klangfarbe eines Raumes gezielt über die Wahl der Oberflächen beeinflussen. Entspricht der Klang eines Instruments bei der Aufnahme nicht den Erwartungen, empfiehlt sich daher eine differenzierte Betrachtung des Raumes – insbesondere im Hinblick auf die frühen Reflexionen.

Reflexionen: korreliert und unkorreliert

Die Raumakustik ist integraler Bestandteil der Klangbearbeitung und wird maßgeblich durch die Interaktion des Schalls mit sämtlichen Oberflächen eines Raumes geprägt. Bei näherer Betrachtung zeigen sich deutliche Unterschiede darin, wie Schallwellen an Grenzflächen reflektiert werden. So kann die reflektierte Welle in ihrer Struktur der einfallenden Welle weitgehend ähneln; technisch wird dies als ‚korreliert‘ bezeichnet. Dieser Fall tritt insbesondere bei Reflexionen an im Verhältnis zur Wellenlänge großen, ebenen Flächen auf, etwa an den Raumbegrenzungen wie Decke, Boden und Wänden.

Speziell berechnete Strukturen, sogenannte Diffusoren, ermöglichen hingegen durch gezielt erzeugte Laufzeitunterschiede eine ‚unkorrelierte‘, also strukturell veränderte Reflexion der einfallenden Schallwelle. Solche unkorrelierten Signalanteile werden in der menschlichen Wahrnehmung differen-

ziert verarbeitet: Sie lassen sich zwar dem Ursprungssignal zuordnen, werden jedoch inhaltlich davon getrennt wahrgenommen. Auf diese Weise bleibt der grundlegende Klangcharakter des Signals erhalten und wird zugleich um einen diffusen Anteil ergänzt, was zu einem reichhaltigeren, klareren und brillanteren Klangbild führt.

Die Herausforderung bei der Gestaltung früher Reflexionen mittels Diffusion liegt in der Auswahl geeigneter Qualität und Quantität. Insbesondere hinsichtlich der Qualität – so viel kritische Einordnung sei an dieser Stelle erlaubt – erweisen sich handelsübliche Produkte häufig als unzureichend oder irreführend. Eine fachgerechte Planung diffuser Flächen sowie Eigeninitiative beim Bau oder die Zusammenarbeit mit einer qualifizierten Schreinerei können hier entscheidende Vorteile bieten.

Das AURI-Prinzip

Zur systematischen Optimierung der Raumakustik hat sich in der Planungs-

praxis das sogenannte AURI-Prinzip etabliert: **„All Uncorrelated Reflections are Important“**.

Daraus ergeben sich folgende Grundsätze:

1. Diffuse, unkorrelierte Schallreflexionen im Bereich der Schallquelle und des Zuhörers;
2. Korrelierte Reflexionen im Nachhallbereich;
3. Begrenzung der Absorption auf das geringstmögliche, gerade noch vertretbare Maß.

Raumakustische Gestaltung des Hörspiels

Die raumakustische Besonderheit des Hörspiels ‚Sherlock Holmes und der Klang des Grauens‘ liegt in der konsequenten Ausrichtung an der menschlichen Wahrnehmung. Ziel ist eine möglichst authentische und natürliche Ab-

bildung der realen Aufnahmesituation. Technisch wird dies – wie bereits beschrieben – durch den Einsatz der Kunstkopftechnik sowie einer geeigneten Audioqualität realisiert. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, dass zentrale raumakustische Eigenschaften bereits während der Aufnahme berücksichtigt und abgebildet werden. Die Raumakustik stellt somit einen wesentlichen Bestandteil der Gesamtproduktion dar. Die akustische Gestaltung unterschiedlicher Hörspielszenen bildete einen weiteren gestalterischen Schwerpunkt. Gleichzeitig muss die Raumakustik bestimmten technischen Anforderungen genügen. Eine hohe Audioqualität macht akustische Mängel des Raumes besonders unmittelbar und deutlich hörbar. Aber auch grundsätzlich sollte die Raumakustik stets so gestaltet sein, dass sie den Anforderungen professioneller Aufnahmen entspricht. Andernfalls werden Mängel mehr oder weniger

deutlich wahrnehmbar und können sowohl die Interaktion als auch die emotionale Ausdruckskraft der Sprecher und Musiker während der Aufnahme erheblich beeinträchtigen.

Die Dramaturgie erforderte sowohl die klangliche Darstellung des Wohnzimmers in der Londoner 221B Baker Street als auch das akustische Umfeld eines etwas größeren englischen Salons. Darüber hinaus umfasste das raumakustische Anforderungsprofil Kunstkopfaufnahmen von unterschiedlichen Musikstücken in einer Kirche.

Schloss Gieboldehausen – Aufnahme von Sprache und Geige

Aus zeitlichen und organisatorischen Gründen waren die Rahmenbedingungen für die Wahl des Aufnahmeortes

VSP-2 DUAL MIC PREAMP



FOR A CHARACTERFUL SOUND





Außenansicht des Schlosses Gieboldehausen nahe Göttingen: Der erhaltene Fachwerkbau aus dem 16. Jahrhundert mit massivem Bruchsteinsockel ist ein markantes Relikt der ehemaligen Burganlage und prägt bis heute das Ortsbild. © Ralf König, Projekt „Bilder für die Region“



Die Wohnzimmer- und Salonszenen wurden im Kaminzimmer des Schlosses Gieboldehausen aufgenommen, das mit seinem selten gewordenen warmen Klang und reichhaltigen Reflexionen die Möglichkeit variierender Raumakustiken bot. © Ralf König, Projekt „Bilder für die Region“

weitgehend vorgegeben. Sowohl die Wohnzimmer- als auch die Salon-Szenen mussten im selben Raum aufgenommen werden, jedoch mit deutlich unterschiedlicher, szenenabhängiger Raumakustik. Der Aufnahmeraum wurde aus mehreren verfügbaren Optionen ausgewählt. Mit dem Kaminzimmer im Schloss Gieboldehausen (nahe Göttingen) stand ein Raum zur Verfügung, der sowohl akustisch als auch infrastrukturell den An-

forderungen entsprach. Er zeichnet sich durch einen warmen, transparenten Klangcharakter mit reichhaltigen Reflexionen aus und bietet sehr gute Voraussetzungen für eine gezielte akustische Gestaltung. Die detaillierte Ausarbeitung der raumakustischen Szenarien erfolgte vor Ort am Tag vor der Aufnahme. Die Aufnahmesituation lässt sich aus zwei akustischen Blickwinkeln betrachten. Zum besseren Verständnis des

raumakustischen Ansatzes werden diese im Folgenden näher erläutert.

Der akustische Bereich des Zuhörers

Die Position des Zuhörers entspricht hier dem Aufstellort des Kunstkopfes. Das akustische Umfeld in unmittelbarer Nähe des Kopfes beeinflusst den Klangcharakter der Aufnahme entscheidend. Die Optimierung erfolgte dabei wie folgt: Zur Gestaltung der Klangfarbe und zur Erhöhung der Dichte der frühen Reflexionen wurden mehrere speziell optimierte Diffusoren gezielt im Raum platziert: entlang der Hörachse rechts und links sowie hinter dem Kunstkopf. Dies sorgt für eine stärkere Einhüllung des Zuhörers, was auf natürliche Weise zu einem direkten, dreidimensionalen Klangerlebnis führt. Gleichzeitig verbessert die gezielte Diffusion der Schallanteile hinter dem Kunstkopf die Tiefenstaffelung und die Lokalisation der Schallquellen. Die Kontrolle des Nachhalls erfolgte unter Berücksichtigung der bereits angenehmen akustischen Grundeigenschaften des Raumes. Zum Einsatz kamen schallabsorbierende Elemente am hinteren Raumende sowie das Öffnen der Seitentür zum Foyer, um den Raumklang gezielt zu beeinflussen.

Der akustische Bereich der Künstler

Die Präsentation künstlerischer Inhalte – sei es Sprache oder Musik – ist eng mit der akustischen und räumlichen Interaktion verbunden. Die Akustik des Raumes beeinflusst sowohl das Spielgefühl als auch die emotionale Wirkung der Darbietung. Aus diesem Grund wurde auf der Bühne mit diffusen Flächen gearbeitet, um akustisch mehr Transparenz und Nähe zu schaffen und dadurch das Spielgefühl zu intensivieren. Gezielt, aber zurückhaltend, wurden zu-



Die Zuhörerposition entspricht dem Standort des Kunstkopfs, dessen Umfeld den Klangeindruck prägt: Diffusoren entlang der Hörachse sowie hinter dem Kunstkopf beeinflussen Klangfarbe und frühe Reflexionen. Dadurch entsteht eine stärkere Einhüllung des Zuhörers sowie eine verbesserte Tiefenstaffelung und präzisere Lokalisation für ein direktes, dreidimensionales Klangerlebnis. © friends of green sonic



Gezielte raumakustische Maßnahmen im Bereich der Künstler – darunter diffuse Flächen sowie absorbierende Elemente wie Teppiche und Vorhänge – schaffen mehr klangliche Transparenz, Kontrolle und Nähe. So wird sowohl das Spielgefühl der Künstler als auch die akustische Wirkung für die Zuhörer deutlich verbessert. © Fabian Hoffmann, friends of green sonic

dem schallabsorbierende Elemente im unteren Raumdrittel installiert, um insbesondere den Stimmen mehr Kontrolle und Dynamik zu ermöglichen.

Szenenwechsel

Die raumakustische Umgestaltung vom Salon zum Wohnzimmer orientierte sich

an vorgenannten Überlegungen für Zuhörer und Künstler. Sie erfolgte im Wesentlichen durch zusätzliche schallabsorbierende Maßnahmen wie Teppiche und Vorhänge im Bereich der Bühne. Der Klangcharakter des Raumes und somit auch der Aufnahme konnte durch die Auswahl und Menge der Absorber gezielt gesteuert werden. Diskussionen zwischen Akustiker und Aufnahmelei-

Der Autor



Benedikt Kohout

Dr.-Ing. Benedikt Kohout ist Inhaber von Auri Akustik. Mit seinem Ingenieurbüro widmet er sich den wirklich wichtigen Fragestellungen der Raumakustik, plant Räume, gibt Seminare und berät transparent und herstellerunabhängig.

**Kontakt: Auri Akustik, Dr.-Ing. Benedikt Kohout, www.auriakustik.de
info@auriakustik.de**

tung betrafen dabei beispielsweise die klangliche Notwendigkeit von etwa 0,5 m² Absorptionsmaterial, das je nach ästhetischem Empfinden in den Raum eingebracht werden kann.

Klosterkirche St. Christophorus – Musikaufnahmen

Die im Hörspiel verwendeten Musikstücke wurden in der Klosterkirche St. Christophorus in Reinhausen (nahe Göttingen) aufgenommen. Akustisch zeichnet sich die Kirche durch einen kühlen, subtil nuancierten, leicht schwebenden Charakter und einen langen, reichhaltigen Nachhall aus.

Diese Eigenschaften können je nach Kontext unterschiedliche Auswirkungen ha-



Die Musik des Hörspiels wurde in der Klosterkirche St. Christophorus in Reinhausen aufgenommen, deren kühler, schwebender Charakter mit langem Nachhall das Klangbild prägt. Je nach Stil, Tempo und Instrument kann die Raumakustik den Klang bereichern und die musikalische Interaktion unterstützen, aber auch problematisch wirken und den Klang negativ beeinflussen. © Jan Stubenitzky via Wikimedia Commons

ben: Einerseits bereichern späte Nachhallreflexionen den Klang der Instrumente und fördern das Hörerlebnis sowie die musikalische Interaktion auf der Bühne. Andererseits können sie für bestimmte musikalische Stilrichtungen, Tempi oder Instrumente problematisch sein, da sie die Gesamtkomposition der Aufnahme unter Umständen negativ beeinflussen. Ein weiteres zentrales Element für ein gelungenes Zusammenspiel ist die gegenseitige Hörbarkeit der Musiker. Langer Nachhall und das Fehlen unkorrelierter früher Reflexionen können die Transparenz des Klangs auf der Bühne reduzieren und damit die künstlerische Qualität der Aufführung einschränken.

Zur Optimierung der akustischen Bedingungen wurde der folgende Ansatz gewählt: Die Raumakustik wurde auch hier gedanklich in zwei Bereiche unterteilt

– der Bereich der Hörer, entsprechend der Position des Kunstkopfs, und der Bereich der Künstler. Beide Bereiche wurden akustisch unterschiedlich behandelt und beeinflussen sich dennoch gegenseitig.

Gestaltung der Raumakustik beim Kunstkopf

Im Bereich des Kunstkopfes wurden, entsprechend den Überlegungen im Schloss Gieboldehausen, optimierte diffuse Flächen rechts, links und hinter dem Kopf angebracht. Die dadurch erzeugten frühen, diffusen Reflexionen verbessern die räumliche Ortung der Instrumente auf der Bühne deutlich. Gleichzeitig vergrößern sie die wahrgenommene Stereobreite auf natürliche Weise, sodass die einzelnen Instru-

mente mehr Raum im Frequenz- und Zeitbereich einnehmen können. Der gezielte Einsatz schallabsorbierender Maßnahmen ist in diesem Bereich nur mit sehr viel Vorsicht zu empfehlen. Diese können störende Raumreflexionen reduzieren, verändern jedoch selbst bei geringem Einsatz hörbar die Klangfarbe und können die Aufnahmequalität durch spektrale Verfärbungen mindern.

Gestaltung der Raumakustik auf der Bühne

Auf der Bühne wurde die Dichte und spektrale Zusammensetzung der frühen Reflexionen im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten erhöht, um die Musizierenden optimal zu unterstützen. Dies erfolgte durch die gezielte Kombination der Klangeigenschaften von diffusen und glatt reflektierenden Flächen.

Für Musiker ist der Klang physikalisch unkorrelierter, sprich diffuser, früher Reflexionen zunächst oft ungewohnt. Auf der Bühne führt er jedoch zu einer Verschmelzung von Instrument und Raum. Die Kombination dieses frühen Schallfeldes mit dem langen Nachhall der Kirche erzeugt jedoch ein akustisch nahes, harmonisches Gesamtbild, da sich die unterschiedlichen Schallanteile ergänzen.

Glatte Flächen hingegen entsprechen zunächst eher den Hörgewohnheiten der Musiker, bieten jedoch nur begrenzte Vorteile für Spiel und Aufnahmequalität. Sie erzeugen korrelierte, ‚harte‘ Reflexionen, die als spektrale Überbetonungen wahrnehmbar sind.

Schallabsorbierende Maßnahmen auf der Bühne können notwendig sein, um die akustische Situation zu kontrollieren, sollten jedoch auf ein Minimum reduziert werden.

Bei der akustischen Gestaltung der Bühne in einer Kirche ist stets ein Kompromiss zwischen dem Klang für die Musiker und dem für die Zuhörer zu finden.



Diffus gestaltete Flächen um den Kunstkopf erzeugen frühe Reflexionen, die die räumliche Ortung und Stereobreite verbessern und die Instrumente natürlich in den Kirchenraum einbetten. Die Kombination aus diffusen und glatten Flächen auf der Bühne erhöht die Dichte und spektrale Vielfalt der frühen Reflexionen, wodurch trotz langen Nachhalls ein raumverschmolzenes Klangbild entsteht, ohne harte, korrelierte Reflexionen. © Peter Heller, friends of green sonic

Diese raumakustische Abstimmung lässt sich nur bedingt im Vorfeld planen und erfolgt erfahrungsgemäß in einem spannenden kreativen Prozess vor Ort.

Fazit

Die KunstkopfsterEOFonie ist keine Nischentechnik der Vergangenheit, sondern eine über mehr als ein Jahrhundert gereifte Aufnahmetechnologie mit hoher aktueller Relevanz. Von frühen binauralen Experimenten über die ‚goldene Ära‘ der 1960er- und 1970er-Jahre bis hin zu industriellen Anwendungen der heutigen Zeit hat sich der Kunstkopf kontinuierlich weiterentwickelt. Technische Mythen – insbesondere die angebliche Lautsprecherinkompatibilität – gelten seit Jahrzehnten als widerlegt. Dank präziser HRTF und moderner Entzerrungsverfahren ermöglichen heutige Systeme eine außergewöhnlich authentische Raumabbildung. Neben Mess- und Industrieanwendungen bietet die Kunstkopftechnik vor allem im künstlerischen Bereich enormes kreatives Potenzial: Sie erlaubt eine unmittelbare Arbeit mit realen Räumen, einzigartigen



Auf dem PC ist ein Problem aufgetreten. Er muss neu gestartet werden. Es werden einige Fehlerinformationen gesammelt, und dann wird ein Neustart ausgeführt. Sollte das nicht helfen, rufen Sie Marcus Döring an....



Workstations - Reparaturen - Wartungen

Pro Media Musik & Film, Marcus Döring e.K.
Bachstr. 20 · 45699 Herten · Tel: 02366-104990
Mail: info@pro-media-musik.de

Stimmen, genuiner Musik und akustischen Inszenierungen. Umso erstaunlicher ist es, dass sie im klassischen Tonstudiobetrieb nur selten zum Einsatz kommt – trotz eines klanglichen Realismus, der konventionelle Verfahren klar übertrifft.

Hörspiele, Hörbücher und Podcasts erscheinen meist in datenreduzierten Formaten wie mp3 oder AAC – im Gegensatz zur Musik, die zunehmend hochauflösend verfügbar ist. Begründung: Sprache sei ‚einfacher‘ und benötige keine hohe Qualität. Doch die menschliche Stimme transportiert Emotionen, Stimmungen und Persönlichkeit – nur



Der Autor



Stephan Schmidt

Inhaber, Entwickler und Produzent Stephan Schmidt gründete friends of green sonic im Jahr 1991. Das Unternehmen produziert High-End-Aufnahmen mit dem eigenen Ultra Authentic Audio Recording, einem exklusiven und über viele Jahre kontinuierlich weiterentwickelten Aufnahmeverfahren. Es ermöglicht dreidimensionale, ultra-authentische Aufnahmen, die ein verblüffend realistisches Raumgefühl vermitteln.

Kontakt: friends of green sonic, Stephan Schmidt, www.green-sonic.com, postillion@green-sonic.com

Die heutige Kunstkopfstereofonie eröffnet durch präzise räumliche Abbildung neue Dimensionen der Klanggestaltung - die gezielte Auswahl und das akustische Design von Räumen entscheidend über Klangfarbe, Räumlichkeit und emotionale Wirkung. Insbesondere im Hörspiel-, Hörbuch- und Podcastbereich ermöglicht dieser Ansatz immersive, hochwertige Produktionen - und wieder Hörerlebnisse, mit faszinierender Präsenz und Authentizität. © Fabian Hoffmann, friends of green sonic

hochauflösende Formate wie beispielsweise DXD (352,8 kHz/24 Bit) bewahren diese Nuancen, auch in der Musik. Studien zeigen: Datenreduktion vernichtet diese essenziellen Details und erzeugt im Gehirn Stress. Wer Sprache und Musik wirklich erlebbar machen will, muss sowohl das Format als auch die Aufnahmeumgebung konsequent auf die Wahrnehmung des Menschen ausrichten. Die Kunstkopfstereofonie eröffnet durch ihre außergewöhnlich authentische Abbildung und präzise Richtungslokalisierung neue Dimensionen in der kreativen Klanggestaltung. Für Hörspiel- und Musikproduktionen ist die Raumakustik dabei von zentraler Bedeutung: Sie beeinflusst Klangfarbe, Spielgefühl und emotionale Wirkung. Die Auswahl geeigneter Räume bildet hierfür die akustische Grundlage. Aufbauend darauf können der Klangcharakter eines Raumes systematisch gestaltet und der Zuhörer- und Künstlerbereich differenziert behandelt werden. Diffuse Flächen, gezielte Absorption und das Zusammenspiel von frühen und späten Reflexionen optimieren Räumlichkeit, Stereobreite und Trans-

parenz der Aufnahmen. Das Ergebnis ist eine hochgradig authentische, emotional überzeugende Klangwelt, die technische Präzision mit künstlerischer Intention verbindet. Mit Blick auf die Hörbuch- und Podcastszenen – die man hinsichtlich akustischer Gestaltung und Klangqualität wohl durchaus mit Recht als ‚ruiniert‘ bezeichnen darf – eröffnen sich viele Anwendungsfelder für diese Arbeitsweise. Wäre es in einem Podcast nicht wesentlich reizvoller, sich als Zuhörer in einem akustisch hochwertigen Raum zwischen zwei Diskutanten wiederzufinden? Wie einladend wäre es, einer Autorin oder einem Autor gegenüberzusitzen, die oder der, entspannt in einem Sessel zurückgelehnt, dem Hörer aus dem neuesten Werk vorliest? ‚Sherlock Holmes und der Klang des Grauens‘ verdeutlicht eindrucksvoll, welche Faszination von einer solchen Produktion ausgehen kann und wie sie Hörer in ihren Bann zu ziehen vermag. Oder, wie es Hörspieler Christoph Huber einmal treffend formulierte: ‚Die Feinheit der Aufnahme ist wirklich einmalig. Man hört sogar die Farbe des Hemdes, das man anhat!‘



Sherlock Holmes und der Klang des Grauens

Studio-mp3 vs. 3D-High-Res-Audio

Ein Hörkrimi von & mit stille hunde

Produktion	friends of green sonic in Zusammenarbeit mit stille hunde Ultra Authentic Audio Recording, 2025
Laufzeit	ca. 50 Minuten
Autoren	Stefan Dehler & Christoph Huber
Hörspieler	Sherlock Holmes - Stefan Dehler, stille hunde Dr. John Watson - Christoph Huber, stille hunde Lady Scarytone - Kathrin Müller-Grüß
Musik	Thomas Scholz (Violine Sherlock Holmes), Göttinger Symphonie Orchester Holger Schäfer (Gesang & Harfe) Gentle Spirits Andreas Düker (Laute & Gitarre) Elke Hardegen-Düker (Blockflöten) José Roberto Herrador Bolaños (Perkussion) Bernd Nawothnig & Friends Bernd Nawothnig (Vibraphon) Thomas Koch (Kontrabass) Henning Dathe (Jazzgitarre) Christoph Busse (Keys) Beo Brockhausen (Saxofon)

Raumakustik Dr. Benedikt Kohout, Auri Akustik

Aufnahmeleitung Stephan Schmidt, friends of green sonic

Aufnahmeorte Kaminzimmer Schloss Gieboldehausen,
Gieboldehausen
Klosterkirche St. Christophorus,
Reinhausen

Free Download Hörspiel
<https://green-sonic.com/shop/klang-des-grauens>

Dokumente

„A Research of the Influence that
MP3 Sound Gives EEG of the Person“ von
Seiya Teshima und Kazushige Magatani
<https://publications.waset.org/14206.pdf>

Artikel „Warum uns komprimierter Digital-
klang so nervt“ von Thomas Jüngling zur
Untersuchung der TU Berlin:
<https://www.welt.de/wissenschaft/article/120646901/Warum-uns-Digitalklang-nach-Komprimierung-so-nervt.html>

Untersuchungen zur Ultraschallwahrneh-
mung des Menschen von Tsutomu Oohashi
et al.:
https://www.researchgate.net/publication/12469098_Inaudible_High-Frequency_Sounds_Affect_Brain_Activity_Hypersonic_Effect

https://www.researchgate.net/publication/7316515_The_role_of_biological_system_other_than_auditory_air-conduction_in_the_emergence_of_the_hypersonic_effect

https://www.researchgate.net/publication/262024196_Frequencies_of_Inaudible_High-Frequency_Sounds_Differentially_Affect_Brain_Activity_Positive_and_Negative_Hypersonic_Effects

Gentle Spirits

Andreas Düker (Laute & Gitarre)
Elke Hardegen-Düker (Blockflöten)
José Roberto Herrador Bolaños (Perkussion)
© Peter Heller, friends of green sonic



Holger Schäfer (Gesang & Harfe)
© Peter Heller, friends of green sonic



Bernd Nawothnig & Friends

Bernd Nawothnig (Vibraphon)
Thomas Koch (Kontrabass)
Henning Dathe (Jazzgitarre)
© Peter Heller, friends of green sonic



Christoph Busse (Keys)
Beo Brockhausen (Saxofon)
© Peter Heller, friends of green sonic

