

K 30603

studio *m a g a z i n*

49. JAHRGANG · NR. 530



TESTBERICHT: HERITAGE HERCHILD 670N

TESTBERICHT: WAVE ARTS MULTIDYNAMICS 7

HINTERGRUND: HÖRSPIELPRODUKTION TEIL 1

Der Kunstkopf von friends of green sonic während der Musikaufnahmen zum Hörspiel in der Klosterkirche Reinhausen. Im Hintergrund akustische Optimierungsmassnahmen mittels Diffusoren



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

HÖRSPIEL GANZ ANDERS

ERFAHRUNGSBERICHT (TEIL 1)

Ob Hörspiel oder Hörbuch und Podcast als direkte Verwandte – insbesondere online steht heute eine kaum überschaubare Anzahl und Vielfalt an Produktionen dieses Genres zur Verfügung. Bereits vor etwa 100 Jahren wurde die Kunstform des Hörspiels erstmals für den Hörfunk entwickelt. Über Jahrzehnte hinweg entstanden immer wieder faszinierende Produktionen, die das Publikum vollständig in ihren Bann zogen. Heute scheint es jedoch vielen Hörspielen zunehmend an grundlegenden Qualitäten zu fehlen – die Faszination bleibt immer häufiger aus. Der Umstand, diesem Genre oftmals nur noch ein datenreduziertes Audioformat niedriger Qualität zuzugestehen, trägt sein Übriges dazu bei. Dieser zweiteilige Artikel zeigt am Beispiel einer Hörspielproduktion, dass es möglich ist, durch den Einsatz einer gehörgerechten Mikrofontechnik, einer für die menschliche Wahrnehmung geeigneten Audioqualität sowie einer natürlich gestalteten Raumakustik ein Hörerlebnis zu schaffen, das sich bewusst vom aktuellen Trend im Hörspiel-Genre abhebt. Das Ergebnis ist eine verblüffende Authentizität, die das Publikum in besonderem Maße fasziniert. Nicht zuletzt eröffnet dieser Ansatz auch denjenigen, die im Audiobereich tätig sind, die Möglichkeit, sich jenseits digitaler Klangwelten wieder intensiv und kreativ mit der spannenden natürlichen Wirkung von Klang und Raum auseinanderzusetzen.

„Das ist grauenhaft! Mr. Holmes, ich halte das nicht länger aus!“ – Mit diesen Worten wendet sich die völlig verzweifelte Lady Scarytone an den weltberühmten Meisterdetektiv Sherlock Holmes und seinen nicht minder bekannten Assistenten Dr. Watson. In ihrem Salon wird sie immer wieder von schauerhaften Klängen heimgesucht. Ob, wie so oft, auch hier der Meisterverbrecher Moriarty seine Finger im Spiel hat? Holmes und Watson werden der Sache auf den Grund gehen ...

In dem als unterhaltsamer Krimi im Stil der weltbekannten Sherlock-Holmes-Geschichten konzipierten Hörspiel „Sherlock Holmes und der Klang des Grauens“ wird den Hörern der Unterschied zwischen zwei verschiedenen Aufnahmetechniken und Audioformaten unmittelbar erfahrbar gemacht. „Bösewicht“ Moriarty sorgt im Verlauf der Handlung immer wieder dafür, dass das Hörspiel mit aktuellem Equipment konventionell mikrofoniert und in dem auf vielen Streamingplattformen eingesetzten datenreduzierten Format MPEG AAC LC in „normaler“ Qualität (96 kbit/s) wiedergegeben wird. Sherlock Holmes und Dr. Watson gelingt es jedoch, „Moriartys Projekt der 3. Generation“ (mp3) Einhalt zu gebieten und sich innerhalb des Hörspiels vor und in einer ebenfalls am Markt verfügbaren, qualitativ hochwertigen Mikrofontechnik und Audioqualität zu bewegen.

Zum Einsatz kommen dabei eine Kunstkopftechnik, die – trotz bislang geringer Wahrnehmung in der Tonstudiobranche – in den vergangenen 35 Jahren eine grundlegende Weiterentwicklung erfahren hat, das PCM-Audioformat mit 352,8 kHz/24 Bit sowie natürlich klingende Aufnahmeräume. Letztere wurden unter Verwendung von Hilfsmitteln wie Diffusoren entsprechend den akustischen Anforderungen gestaltet.

Im ersten Teil dieses Beitrags steht die Kunstkopfstereofonie im Mittelpunkt: ihre Historie, ihre technische Umsetzung sowie ihre künstlerisch-kreativen Aspekte.



Sprachaufnahmen im Schloss Gieboldehausen (v.l.n.r.): Christoph Huber, stille hunde (Dr. John Watson), Stefan Dehler, stille hunde (Sherlock Holmes) und Kathrin Müller-Grüß (Lady Scarytone)

Kunstkopfstereofonie – zurück in die Zukunft!

Eine mehr als 100 Jahre alte Technik sitzt schon lange im DeLorean

Die Aufnahme akustischer Signale in einer Weise, wie sie der Mensch wahrnimmt, sowie deren Wiedergabe, die für Hörer nicht von der Originalsituation zu unterscheiden ist, standen seit jeher im besonderen Interesse all jener, die sich mit Tonaufnahme, -übertragung und -wiedergabe beschäftigen. Einen fundierten Überblick über die Entwicklung der Kunstkopftechnik gibt Stephan Paul in seiner Veröffentlichung „Binaural Recording Technology: A Historical Review and Possible Future Developments“ aus dem Jahr 2009, in der er diese Thematik sehr detailliert darstellt.

Erste theoretische Überlegungen zum binauralen Hören sind bereits Ende des 18. Jahrhunderts belegt. Die ersten praktischen Versuche in Form einer zweikanaligen Übertragung fanden 1881 in Paris statt. Bis Ende der 1920er-Jahre sollte es jedoch dauern, ehe Experimente mit einem ersten tatsächlich als Kunstkopf zu bezeichnenden System durchgeführt

wurden. In den 1930er-Jahren entstand in den USA in den Bell Laboratories mit „Oscar“ eine Wachsfigur, bei der die Mikrofone aufgrund ihrer damaligen Größe nicht in den Ohren, sondern in den Wangen positioniert waren. Im selben Zeitraum entwickelte Philips in den Niederlanden ebenfalls einen Kunstkopf, bei dem die Mikrofone bereits in den Ohren angebracht waren. Dadurch konnten erstmals die Ohrmuscheln ihre klangbeeinflussende Wirkung entfalten.



„Oscar“: Die Wachsfigur entstand in den 1930er-Jahren in den Bell Laboratories (USA) und wurde unter anderem für Aufnahmen mit einem Symphonieorchester eingesetzt.

© <https://museumofportablesound.com>



Der reflexionsarme Raum des Dritten Physikalischen Instituts der Universität Göttingen zu Beginn der 1950er-Jahre – damals der größte seiner Art weltweit



Kunstkopf des Heinrich-Hertz-Instituts der Technischen Universität Berlin, positioniert auf einem Transportkoffer, ca. 1969
© <https://soundandscience.net>



Der ‚Oskar‘ aus Deutschland: der Kunstkopf von Sennheiser (1969) auf dem Cover einer Single mit Demoaufnahmen (1973)

,Goldene Ära‘ der KunstkopfsterEOFonie

Einen Aufschwung erlebte die Kunstkopf-technik Anfang der 1960er-Jahre. Die folgenden zwei Jahrzehnte sollten sich als ‚goldene Ära‘ der KunstkopfsterEOFonie erweisen. Zahlreiche Studien zum menschlichen Hören wurden veröffentlicht, kontinuierlich verbesserte Kunstköpfe entwickelt und schließlich auch kommerziell angeboten. Das Dritte Physikalische Institut der Universität Göttingen lieferte Ende der 1960er-Jahre grundlegende Erkenntnisse zum Richtungshören.

1969 stellte das Heinrich-Hertz-Institut der Technischen Universität Berlin einen künstlichen Kopf mit Ohrmuscheln aus elastischem Material vor, deren Abgüsse von einem der beteiligten Forscher stammten. Als Mikrofone kamen omnidirektionale Kondensatormikrofone vom Typ Neumann KM83 zum Einsatz. Im selben Jahr präsentierte auch die Firma Sennheiser ‚ihren Oskar‘ auf der Internationalen Funkausstellung in Berlin. Ursprünglich für Hörspiele entwickelt und später auch für Musikaufnahmen eingesetzt, ermöglichte dieses System über Kopfhörer nicht nur eine Unterscheidung zwischen rechts und links, sondern auch

zwischen vorn und hinten sowie oben und unten. Die Ohrmuscheln wurden von einem Zahnarzt auf Basis der Ohren eines Kollegen aus elastischem Material gefertigt.

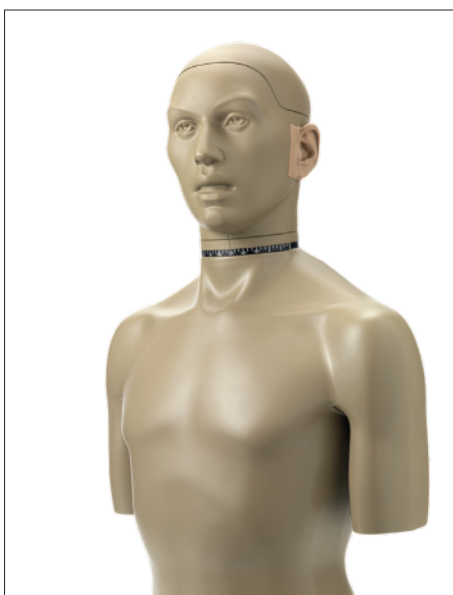
Bereits drei Jahre später hatte sich die Sichtweise auf Kopf- und Ohrgeometrien jedoch grundlegend verändert. 1972 stellte Knowles Electronic mit dem Kunstkopf KEMAR ein System zur Beurteilung und Messung von Hörgeräten vor. KEMAR steht für Knowles Electronic Ma-

nikin for Acoustical Research. Sämtliche Abmessungen des Kopfes basierten auf umfangreichen anthropometrischen Daten männlicher Angehöriger der US-Luftwaffe. Ziel war es, aus den gemittelten Werten die Maße einer durchschnittlichen Person abzuleiten und diese nicht länger dem Zufall zu überlassen. KEMAR dient bis heute in vielerlei Hinsicht als Referenz-Kunstkopf.

Euphorie der 1970er Jahre

Auf der Internationalen Funkausstellung in Berlin 1973 präsentierte die Firma Neumann erstmals den Kunstkopf, dessen ‚Enkel‘ bis heute in Tonstudios eingesetzt wird: den Neumann KU80. Er basierte auf dem Kopf des Heinrich-Hertz-Instituts von 1969 und verwendete ebenfalls KM83-Mikrofone mit mechanisch erzielter Freifeldentzerrung, da Kopfhörer zu dieser Zeit überwiegend freifeldentzerrt waren. Die Wiedergabe über Lautsprecher klang dadurch jedoch dumpf und unpräzise – die Aufnahmen waren lautsprecherinkompatibel.

Das steigende Interesse an Kunstkopfaufnahmen und die damit verbundene Euphorie führten auch zu teils kuriosen Entwicklungen: Der Hersteller AKG brach-



Der Kunstkopf KEMAR (1973) dient bis heute vielfach als Referenz. Alle Abmessungen wurden aus gemittelten anthropometrischen Datensätzen gewonnen, um eine durchschnittliche menschliche Referenzperson zu erhalten
© <https://www.grasacoustics.com>

te 1973/1974 einen preisgünstigen Kunstkopf speziell für den Amateurbereich auf den Markt. Das Modell D99C, auch ‚Harry‘ genannt, besaß stark vereinfachte Formen und war lediglich mit einfachen dynamischen Mikrofonen ausgestattet. Die Aufnahmequalität fiel entsprechend mäßig aus. Für ambitionierte Amateure, die sich keinen mehrere tausend Mark teuren Kunstkopf leisten konnten, stellte auch Sennheiser 1974 das Kopf-Stereomikrofon MKE 2002 vor. Dieses wurde entweder direkt am eigenen Kopf getragen oder an einem Kunststoffkopf positioniert – der Effekt näherte sich jedoch nur eingeschränkt dem Klang eines ‚echten‘ Kunstkopfes an. Das große Interesse an der Kunstkopftechnik führte in den 1970er Jahren zu intensiver Forschungsarbeit und zahlreichen Studien auf diesem Gebiet. Als Ergebnis dieser Entwicklungen erschien 1981 der Kunstkopf KU81 von Neumann. Dieser besaß erstmals eine Diffusfeldentzerrung, wodurch nun auch eine Wiedergabe über Lautsprecher möglich wurde. Parallel dazu hatte sich die Diffusfeldentzerrung bei Kopfhörern zwischenzeitlich auch für die Wiedergabe ‚normaler‘ stereofoner Signale als äußerst vorteilhaft erwiesen und etabliert.

Kunstkopf im DeLorean

Als weitere Folge wuchs seit Anfang der 1980er Jahre das Interesse an binauraler Aufnahmetechnik in der Automobilindustrie.

Die Möglichkeit, Geräusche so zu erfassen, wie sie vom Menschen wahrgenommen werden, eröffnete völlig neue Perspektiven für die akustische Analyse. Die hohen messtechnischen Anforderungen der Industrie – etwa hinsichtlich Dynamikumfang und Rauschabstand – konnten die damals am Markt verfügbaren Kunstköpfe jedoch nicht erfüllen.

Am Institut für Elektrische Nachrichtentechnik in Aachen entstand daher zwischen 1980 und 1982 in Zusammenarbeit mit einem deutschen Automobilher-

steller eine neue Kunstkopfgeneration, die diesen Anforderungen gerecht wurde. Das Ergebnis war der Kunstkopf IENT81.

Aus Kompatibilitätsgründen verfügte dieser zunächst über eine Freifeldentzerrung und war mit zwei 1/2-Zoll-B&K-Kondensatormikrofonen bestückt. Im Gegensatz zu vielen anderen Systemen besaß er zudem eine Schulterpartie, die sich als akustisch äußerst relevant erwies.

Die weitere Entwicklung verlief rasant: 1983 wurde aus dem IENT81 der HMS I (AachenHead), 1984 folgte der IENT84 be-

BEREIT FÜR DIE WAHRHEIT?



Verdade Studiomonitore

WWW.SKY-AUDIO.DE



Neumann KU80 (1973) – der freifeldentzerrte „Großvater“ des aktuellen Kunstkopfes von Neumann, © <https://www.neumann.com>



Liefert aufgrund der einfachen Mikrofone und der stark vereinfachten Form lediglich eine mäßige Aufnahmequalität: „Kunstkopf“ D99C von AKG, bekannt als ‚Harry‘ (1973/1974)



Das Kopf-Stereomikrofon MKE 2002 von Sennheiser (1974) konnte wahlweise am eigenen Kopf getragen oder auf einem käuflich erhältlichen Kunststoffkopf angebracht werden. © <https://www.sennheiser.com>



Mit dem Neumann KU81 (1981) konnten Aufnahmen dank der neuen Diffusfeldentzerrung nun auch über Lautsprecher wiedergegeben werden © <https://www.neumann.com>



Kunstkopf ‚Made in Aachen I‘: Der HMS I (AachenHead, 1983) des Instituts für Elektrische Nachrichtentechnik der RWTH Aachen begründete eine neue Generation von Kunstköpfen mit deutlich verbesserten technischen Werten © <https://www.head-acoustics.com>



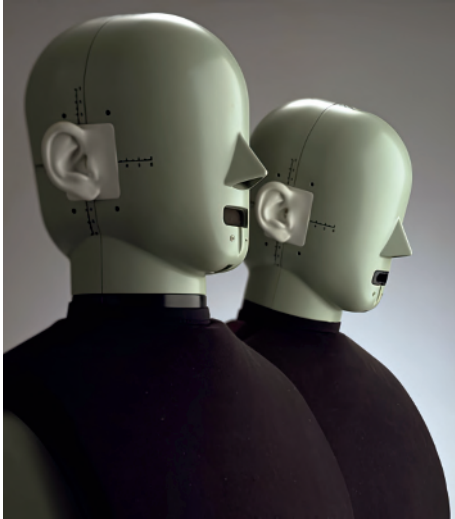
Kunstkopf ‚Made in Aachen II‘: Der HMS II des IENT der RWTH Aachen (1984) verfügte bereits über drei umschaltbare Entzerrungsarten: Freifeld (FF), Diffusfeld (DF) – sowie neu und innovativ – „independent of direction“ (ID)

ziehungsweise HMS II, und 1986 wurde schließlich die Firma HEAD acoustics gegründet. Neben der Freifeldentzerrung stand nun auch eine neue sogenannte ‚ID‘-Entzerrung (independent of direction) zur Verfügung – eine Innovation, die diesen Kunstkopf in Kombination mit den alternativ angebotenen omnidirektionalen 1/2-Zoll-Kondensatormikrofonen Schoeps Colette MK3 sowie den außergewöhnlich guten technischen Daten für Sprach- und Musikaufnahmen besonders interessant machte.

Viele Kunstkopfmodelle – und noch mehr Anwendungsbereiche

Seit Mitte der 1980er-Jahre beschäftigte sich eine Vielzahl von Unternehmen intensiv mit dem Thema Kunstkopf. Exemplarisch seien hier einige Modelle genannt: Brüel & Kjær mit dem Kunstkopfmodell 4128 (1985) sowie dem Modell 4100 (1990er-Jahre), Cortex Instruments mit dem Kunstkopf MK2B (1990er-Jah-

re), das Institut für Technische Akustik Aachen mit dem Kunstkopf HUGO (1990er-Jahre) sowie die Universität Aalborg (Dänemark) mit dem Kunstkopf VALDEMAR (Ende der 1990er-Jahre). Auch Neumann brachte Ende der 1990er-Jahre eine optisch und technisch überarbeitete Version des KU81 auf den Markt: den KU100, der bis heute unverändert angeboten wird und in einigen Tonstudios im Einsatz ist. Die Entwicklung der Kunstkopftechnik setzte sich in den folgenden 25 Jahren mit hoher Geschwindigkeit fort. HEAD



Sogenannter Head and Torso Simulator (HATS) Modell 4100 von Brüel & Kjær (1990er-Jahre; heute HBK Hottinger Brüel & Kjær). Das Portfolio umfasst zahlreiche weitere Kunstköpfe für unterschiedliche Anwendungen
© <https://www.hbkworld.com>



Der Kunstkopf MK2B aus den 1990er-Jahren von Cortex Instruments war für messtechnische Anwendungen konzipiert. Cortex gehört heute zum Hersteller Acoem, der das System jedoch nicht mehr in seinem Portfolio führt
© <https://www.o1db.com>



In den 1990er Jahren entwickelte das damalige Institut für Technische Akustik der RWTH Aachen den Kunstkopf HUGO. Grundlage der Arbeiten waren umfangreiche Lokalisationshörtest mit einer großen Anzahl an Testpersonen



Universität Aalborg (Dänemark): Eine Akustikforschungsguppe entwickelte Ende der 1990er-Jahre den Kunstkopf VALDEMAR, basierend auf Messungen und anthropometrischen Daten



Auch heute noch in einigen Tonstudios im Einsatz und nach wie vor unverändert im Portfolio von Neumann verfügbar: KU100 (Ende der 1990er-Jahre), © <https://www.neumann.com>

acoustics gilt heute als international führend auf diesem Gebiet. Es gibt kaum ein Auto, keinen LKW und keinen Zug, in dessen Entwicklungsphase nicht zumindest zeitweise ein Kunstkopf zum Einsatz gekommen ist. Kein Staubsauger, kein Rasenmäher und kaum ein Motor, der nicht mithilfe eines Kunstkopfes beurteilt wurde. Auch neue Mobiltelefone und Freisprecheinrichtungen werden weltweit zunächst vom Kunstkopf ‚getestet‘. Die Anwendungsbereiche erscheinen nahezu unerschöpflich.

Parallel dazu hat sich die Qualität der Kunstkopftechnik erheblich verbessert: Abbildung, Lokalisation und Klangfarbe – um nur einige Aspekte zu nennen – haben heute, nicht zuletzt durch die Möglichkeiten digitaler Filterung, ein Niveau erreicht, das vor 25 Jahren kaum vorstellbar war. Die erzielbare Authentizität kann den Hörern sprichwörtlich den Atem stocken lassen. Umso bedauerlicher, wenn nicht gar erschreckend, ist es, dass diese Möglichkeiten bis heute nur in wenigen Ausnahmefällen den Weg

in den klassischen Tonstudiobereich gefunden haben.

Der Kunstkopf kann alles. Sogar Lautsprecher.

„Kunstkopfstereofonie? Das funktioniert doch nur über Kopfhörer.“ Ja – und die Erde war lange Zeit eine Scheibe. Manche falschen Behauptungen halten sich erstaunlich hartnäckig. Eine Betrachtung der Technik moderner Kunstköpfe, wie sie in den Application Notes 1-3 von HEAD acoustics (01/23) sehr anschaulich erläutert wird, schafft hier jedoch schnell Klarheit – insbesondere dann, wenn man sich kurz mit den Themen Außenohrübertragungsfunktion und Entzerrung befasst.

Die Sache mit der HRTF

Der Begriff binaural bezeichnet ein Schallsignal, wie es nach der Veränderung durch den menschlichen Körper – Oberkörper, Schultern, Kopf und insbesondere die Ohren, aber auch durch akustisch wirksame Oberflächen wie

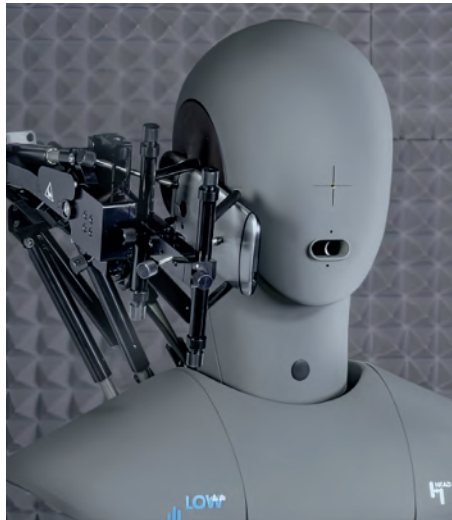
Haut, Haare und Bekleidung – am Trommelfell ankommt. Diese Einflüsse werden in der Außenohrübertragungsfunktion zusammengefasst.

Jeder Mensch besitzt eine solche Funktion. Da Körperbau und Ohrgeometrie individuell sind, verfügt jeder Mensch genau genommen nicht nur über eine, sondern über unendlich viele eigene. Die Außenohrübertragungsfunktion (engl. head related transfer function, HRTF) beschreibt die Veränderung des Schalldrucks an einem Referenzpunkt, beispielsweise im Ohrkanal, mit und ohne menschlichen Einfluss.

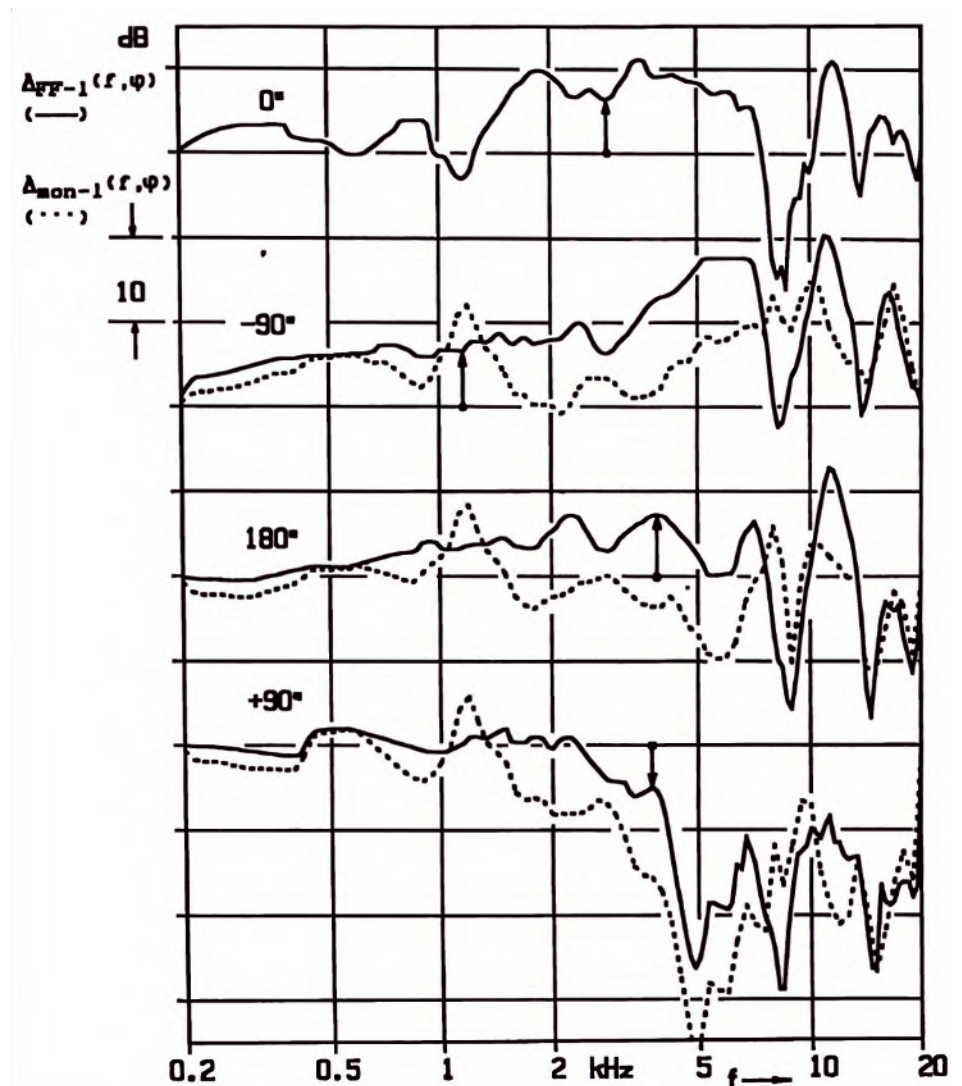
Praktisch wird bei einer Versuchsperson ein Messmikrofon im Ohrkanal platziert und die Person mit einem Testsignal beschallt. Unter Beibehaltung der Schallquellenposition wird anschließend die Versuchsperson entfernt, während das Mikrofon exakt an seiner Position verbleibt. Auf diese Weise lassen sich die Veränderungen des Schalldrucks erfassen, die ausschließlich durch die Versuchsperson verursacht werden. Diese Veränderungen sind zudem richtungsabhängig: Mit jeder Änderung der Einfallrichtung der Schallquelle verändert sich auch die Übertragungsfunktion. Entsprechend existieren für jeden Menschen zahlreiche unterschiedliche HRTF, weshalb die Angabe der jeweiligen Einfallrichtung für eine eindeutige Zuordnung unerlässlich ist.

Jede Menge Einflussfaktoren

Der Einfluss des menschlichen Körpers auf die Übertragungsfunktion ist vielfältig. Akustisch relevant sind u.a. die Geometrie und Position der Ohren, die Ohrhöhle (cavum conchae) und der Ohrkanal – unter Umständen sogar mit Unterschieden zwischen linker und rechter Seite. Hinzu kommen der Kopf als Ganzes, insbesondere jedoch die Gesichtspartie mit Augen, Nase und Mund sowie die Haare. Nicht zuletzt spielen



Die Anwendungsbereiche für Kunstköpfe in Analyse und Entwicklung erscheinen heute in der Akustik nahezu grenzenlos: Schall, Schwingung, Umwelt, Automobil, Schiene, Maschinen, Kommunikation, Telefonie, Haushalt sowie Elektrogeräte und vieles mehr. Der international führende Hersteller HEAD acoustic bietet für jeden Anwendungsfall entsprechend spezialisierte Systeme an
© <https://www.head-acoustics.com>



Gemessene Außenohrübertragungsfunktion des linken Ohrs einer Versuchsperson für vier horizontale Schalleinfallrichtungen (durchgezogen: Freifeld; gestrichelt: monaurale Übertragungsfunktion). Die Dämpfung bzw. Verstärkung durch das Außenohr variiert unterschiedlich stark in Abhängigkeit von der Schalleinfallrichtung
© <https://www.head-acoustics.com>

auch Schultern und Oberkörper eine Rolle, die durch Reflexionen u.a. das Richtungs- und Entfernungshören beeinflussen.

Bevor ein von außen auf den Menschen einwirkendes Schallsignal das Trommelfell erreicht, wird es durch all diese Faktoren abhängig von der Einfallsrichtung verändert. Die Einflüsse wirken dabei wie ein richtungsabhängiges Filter, das das Originalsignal je nach Einfallswinkel und Frequenz um beachtliche +15 dB bis -30 dB verändern kann.

Um eine höchst authentische Aufnahme zu erzielen, gilt es daher, diesen vom Menschen als natürlich empfundenen, gefilterten Klang mithilfe einer entsprechenden Nachbildung – eines Kunstkopfes – so präzise wie möglich zu reproduzieren. Da, wie beschrieben, jeder Mensch über eine individuelle Außenohrübertragungsfunktion verfügt, muss zusätzlich eine Referenzperson mit einer HRTF gefunden werden, die derjenigen der meisten Menschen nahekommt. Nur so kann sich der binaurale Eindruck bei möglichst vielen Hörern überzeugend einstellen.

Der Klang liegt im Detail

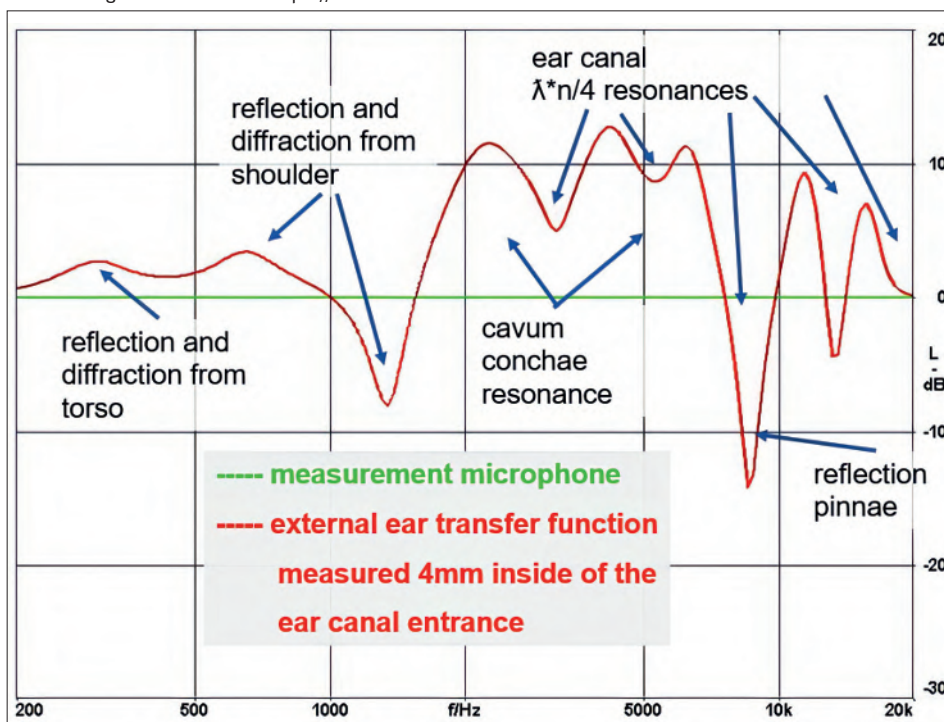
Die Erfahrung zeigt, dass die Klangqualität bereits durch kleinste Details beeinflusst wird. Fehlende Schultern stellen hierbei einen offensichtlichen Mangel dar, der sich bei der Wiedergabe – im Vergleich zu Aufnahmen mit Schultern



Das TASP-System in der reflexionsarmen Kammer der Universität Oldenburg. Mithilfe eines Drehtisches (horizontale Achse) und eines am Schienensystem geführten Lautsprechers als Schallquelle (vertikale Achse) lassen sich beliebige Schalleinfallrichtungen realisieren © <https://uol.de>



Messaufbau mit Sondenmikrofonen zur Ermittlung der Außenohrübertragungsfunktion bei einer Testperson (1975)
© <https://soundandscience.net>



Typische HRTF einer Person bei frontalem Schalleinfall im Freifeld © <https://www.head-genuit-stiftung.de>

AURORA⁽ⁿ⁾

A/D D/A Wandlung à la carte

Lynx|direct Online Shop

www.lynxstudio.de

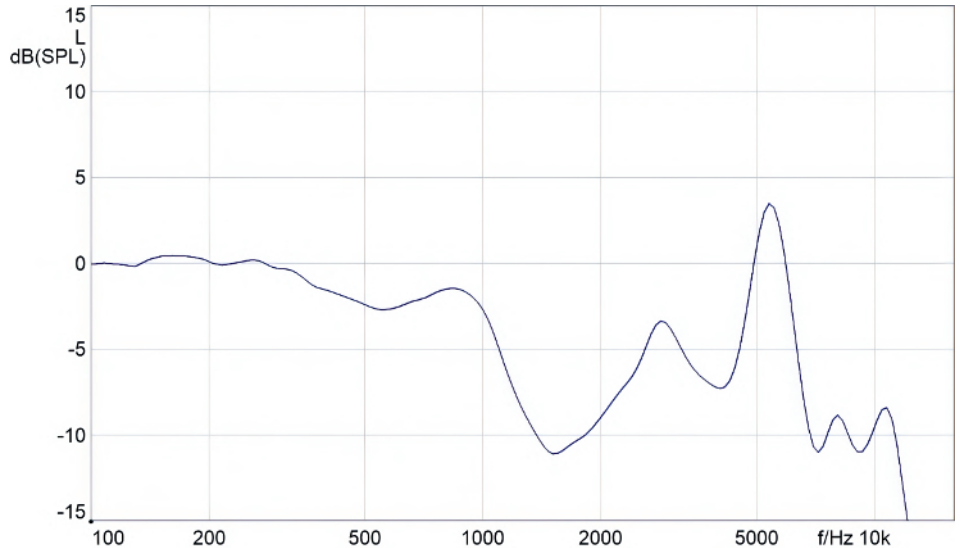


Keine witzige Verkleidung, sondern gezielte akustische Optimierung: Accessoires wie Perücke, Nase und Hemd tragen wesentlich zu einer präziseren räumlichen Abbildung bei

– links und rechts in einem merkwürdig undefinierten, reflexionsfreien und offenen Höreindruck bemerkbar macht. Aufschlussreich ist hingegen der Versuch, die vorhandenen Schultern des Kunstkopfes beispielsweise mit einem Baumwollhemd zu bedecken (wer sitzt schon mit freiem Oberkörper im Konzertsaal?) oder dem meist kahlen Schädel des Kunstkopfes eine Perücke aufzusetzen. Die Reduktion harter Reflexionen auf den Schultern (Baumwollhemd) bzw. im seitlichen und oberen Bereich der Ohrmuscheln (Perücke) führt zu einer Zunahme feiner Rauminformationen, die deutlich wahrnehmbar eine verbesserte Abbildung und höhere Authentizität bewirkt. Und wie jede Brillenträgerin bzw. jeder Brillenträger im Konzertsaal feststellen kann, sollte auch ein Kunstkopf keine Brille tragen: Die frontale Ortung wird durch Schallreflexionen an den Gläsern hörbar verschlechtert. Dies jedoch nur am Rande.

Mit der Entzerrung zur originalen Klangfarbe

Von der Außenohrübertragungsfunktion ist es nur ein kurzer Schritt zum Thema Kunstkopffentzerrung. Der Kunstkopf verändert aufgrund seiner menschen-



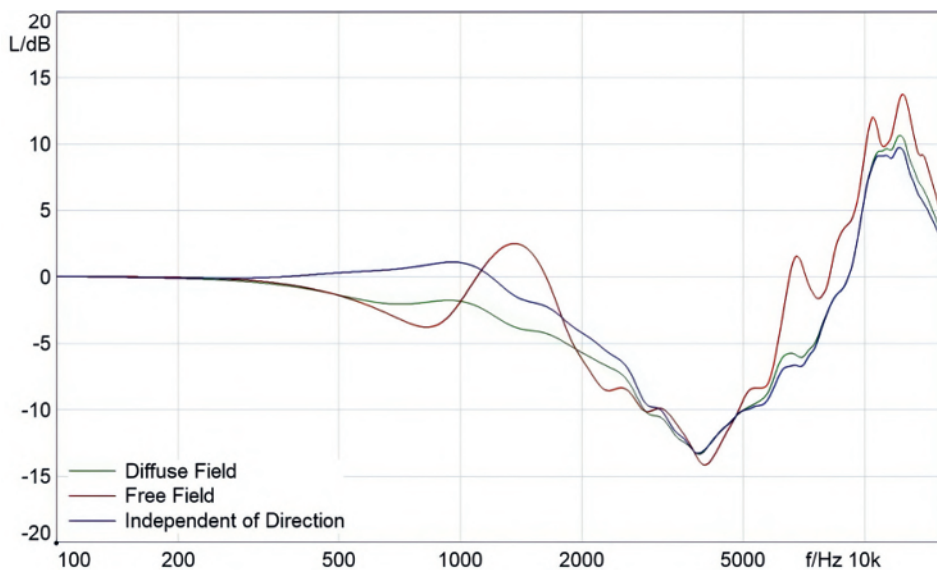
Beispielhafter Fehler am Ohr des Hörers bei der Wiedergabe ohne korrekte Entzerrung, © <https://www.head-acoustics.com>

ähnlichen Geometrie den auf ihn einwirkenden Schall (HRTF) und zeichnet diesen mit seinen Mikrofonen auf – er „hört“ somit wie ein Mensch an gleicher Stelle. Diese spektralen und pegelbezogenen Veränderungen, die sowohl richtungsabhängig als auch richtungsunabhängig auftreten, sind keine Fehler, sondern ausdrücklich erwünscht. Sie sorgen dafür, dass die Aufzeichnung so klingt, als befände man sich selbst im ursprünglichen Schallfeld.

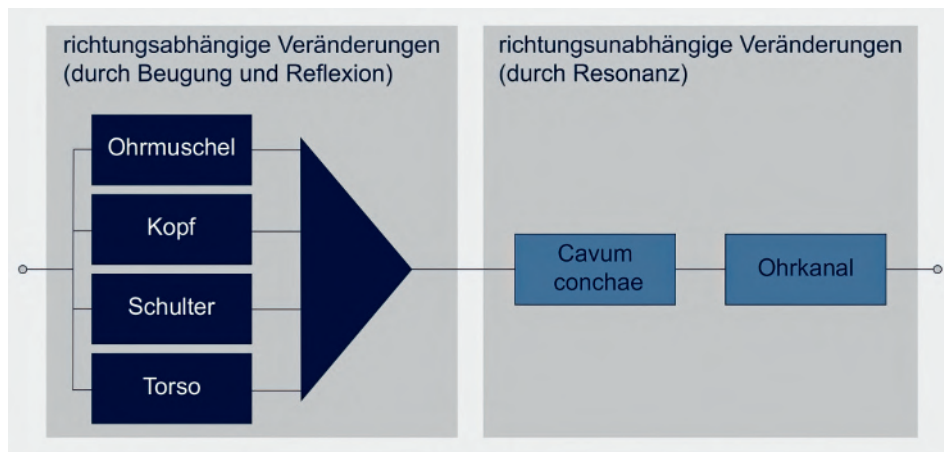
Würde diese Aufnahme jedoch unverändert wiedergegeben, durchliefe das bereits durch die HRTF des Kunstkopfes geprägte Signal ein weiteres Mal die HRTF der hörenden Person. Diese doppelte Filterung wirkt mitunter dumpf und unpräzise; Klangfarben werden dabei teils erheblich verfälscht wiedergegeben. Daher ist ein Filter erforderlich, das das durch den Kunstkopf „verzerrte“ Signal linearisiert und die originalen Klangfarben rekonstruiert – ein Entzerrungsfilter. Dieses Filter ist in der Regel bereits im Kunstkopf integriert, sodass am Ausgang ein entzerrtes Signal zur Verfügung steht. Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass zwei bzw. drei unterschiedliche Filtervarianten existieren: Entweder ist eines dieser Filter fest im Kunstkopf implementiert oder es besteht eine Umschaltmöglichkeit. Eine Freifeldent-

zerrungskurve (FF) wird eingesetzt, wenn in einer reflexionsarmen Umgebung ausschließlich ein frontaler Schalleinfall vorliegt. In diesem Fall wird lediglich die entsprechende 0-Grad-HRTF zur Filterung verwendet. Eine Diffusfeldentzerrung (DF) kommt hingegen zum Einsatz, wenn der Schalleinfall aus allen Richtungen mit identischem Spektrum erfolgt. Hierbei wird spektral ein Mittelwert aus möglichst vielen HRTFs zwischen 0 und (nahezu) 360 Grad gebildet, der anschließend als Entzerrungskurve dient. Während eine FF-Entzerrung im Tonstudiobereich praktisch keine Anwendung findet, ist die DF-Entzerrung beispielsweise in Konzertsälen durchaus gebräuchlich.

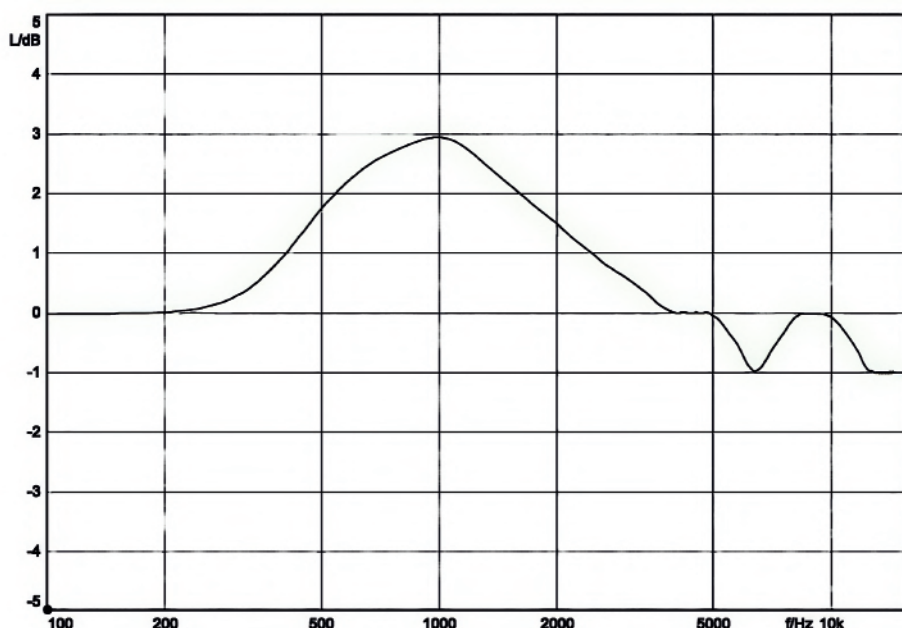
Das größere klangliche Potential für Sprach- und Musikaufnahmen bietet jedoch erfahrungsgemäß – im Vergleich zur DF-Entzerrung – die von HEAD acoustics entwickelte dritte Filtervariante, die Independent-of-Direction-Entzerrung (ID). Bei der ID-Entzerrung werden ausschließlich die richtungsunabhängigen Anteile, verursacht durch Ohrmuschel und Gehörgang, mittels eines mathematischen Verfahrens entzerrt. Der Unterschied zwischen DF- und ID-Kurve ist zwar nicht gravierend, aber eindeutig und zugunsten der ID-Entzerrung wahrnehmbar.



Die Unterschiede zwischen verschiedenen Entzerrungsarten am Beispiel eines Kunstkopfs, © <https://www.head-acoustics.com>



Die Entzerrung 'Independent of Direction' (ID) umfasst, ausgehend von einer systemtheoretischen Beschreibung des Kunstkopf-Außenohres, ausschließlich die Korrektur der richtungsunabhängigen Parameter, d. h. die von der Cavum-conchae-Höhlung und dem Ohrkanaleingang erzeugten Resonanzen, © <https://www.head-acoustics.com>



Der Unterschied zwischen einer DF- und einer ID-Entzerrung – nicht gravierend, aber eindeutig wahrnehmbar, © <https://www.head-acoustics.com>

Märchen werden durch ständiges Wiederholen nicht wahr

Festzuhalten bleibt somit: Die Mär vom Kunstkopf, dessen Aufnahmen nicht über Lautsprecher wiedergegeben werden könnten, ist seit dem Erscheinen des KU81 im Jahr 1981 – also seit 45 Jahren (!) – schlichtweg unwahr. Mehr noch: Die Qualität von Kunstkopfaufnahmen hat insbesondere durch Anwendungen im industriellen Umfeld und die damit verbundene kontinuierliche Weiterentwicklung in den vergangenen 25 Jahren einen erheblichen Fortschritt erfahren, der auch die Lautsprecherwiedergabe weiter verbessert hat. Umso unverständlicher ist es, dass dieses überholte Narrativ selbst heute noch von Fachleuten weiterverbreitet wird, die es eigentlich besser wissen müssten.

Sollte mit dem Begriff 'lautsprecherinkompatibel' gemeint sein, dass eine Aufnahme aufgrund ihrer Inszenierung mit Schallquellen aus unterschiedlichsten horizontalen und vertikalen Richtungen – wie etwa in dem hier genannten Hörspiel – nicht für die Lautsprecherwiedergabe gedacht ist (wenngleich sie technisch möglich wäre), so ist dringend davon abzuraten, diesen Terminus zu verwenden. Er suggeriert eine grundsätzliche technische Einschränkung, die in dieser Form nicht existiert. Eine solche bewusste künstlerische Entscheidung sollte vielmehr durch eine Formulierung wie beispielsweise 'inszeniert für die Wiedergabe über Kopfhörer' klar und eindeutig kommuniziert werden. Für Musikaufnahmen hingegen, bei denen das Schallereignis in einem Halbrund vor dem Kunstkopf stattfindet und die Hörer die Wahl zwischen Lautsprecher- oder Kopfhörerwiedergabe haben, ist keinerlei Hinweis notwendig.

Reale Klänge und Räume

Künstlerisch-kreatives Arbeiten jenseits des Konservativen eröffnet allen Mitwirkenden neue Perspektiven.

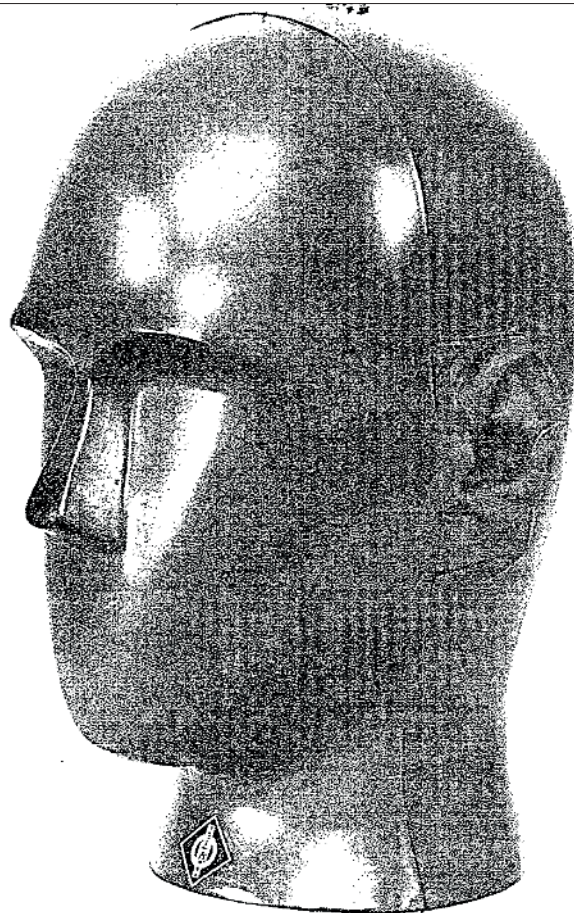
Kunstkopf KU 81 i

Der Kunstkopf ist in seinen Abmessungen dem menschlichen Kopf nachgebildet und anstelle der beiden Gehörorgane mit Mikrofonen ausgerüstet.

Beim Abhören des Kunstkopfsignals mit einem guten Kopfhörer entsteht ein Höreindruck, der fast vollständig demjenigen gleicht, den der Hörer bei stillgehaltenem Kopf am Ort des Kunstkopfes gewinnen würde, und vermittelt daher die Illusion des Dabeiseins am Ort der Darbietung.

Das Klangbild bei Lautsprecherwiedergabe entspricht weitgehend dem, das ein herkömmliches Stereomikrophon am Ort des Kunstkopfes übertragen würde, jedoch mit differenzierterer Abbildung der Raumtiefe.

Diese Möglichkeit einer qualitativ hochwertigen Lautsprecherwiedergabe ist einer der wichtigsten Unterschiede zwischen dem Kunstkopf KU 81 i und seinem Vorgänger KU 80 i.



Auszug aus der Broschüre des KU81 (1981): „Diese Möglichkeit einer qualitativ hochwertigen Lautsprecherwiedergabe ist einer der wichtigsten Unterschiede zwischen dem Kunstkopf KU81i und seinem Vorgänger KU80i“, © <https://www.neumann.com>

Die KunstkopfsterEOFonie stand nie – und steht auch heute nicht – in Konkurrenz zur konventionellen (Multi-)Mikrofonie. Vielmehr sollte sie als eine Möglichkeit verstanden werden, sich alternativ zur Arbeit an der DAW künstlerisch-kreativ mit realen Klängen und Räumen auseinanderzusetzen. Bereits die Entwicklung eines Hörspielplots, die Auswahl des Aufnahme-raums sowie die praktische Umsetzung mit den Beteiligten vor Ort bieten bei einer Kunstkopfproduktion im Vergleich zum konventionellen Vorgehen neue, interessante und spannende Ansatzpunkte.

Wohin mit dem Kunstkopf?

Ausgangspunkt der Hörspielarbeit mit dem Kunstkopf ist stets die Frage nach dessen Positionierung. Bei der häufig als ‚raumbezogene SterEOFonie‘ bezeichneten

Arbeitsweise wird mithilfe zahlreicher Mikrofone, Effekte und Filter versucht, ein zweidimensionales Klangbild zu erzeugen, das über Lautsprecher frontal als Fläche und über Kopfhörer überwiegend ‚im Kopf‘ wahrgenommen wird. Die Ansprache der Hörer unterscheidet sich in beiden Wiedergabesituationen deutlich von der natürlichen Hörwahrnehmung: Die ‚Lautsprecherfront‘ vermittelt kaum ein authentisches Gefühl für die akustischen Dimensionen des wiedergegebenen Raumes, während die Kopfhörere-wiedergabe häufig zu einer ‚Im-Kopf-Lokalisation‘ führt, die eher dem Klangcharakter eigener Gedanken ähnelt, als dem Empfinden, von einem realen Klangraum umgeben zu sein.

Bei der ‚kopfbezogenen‘, binauralen SterEOFonie verhält es sich grundlegend anders. Hier bestimmt die Position des Kunstkopfes, wie die Hörer das Hörspiel erleben. Was zunächst logisch und beinahe banal erscheint, stellt für kunstkopf-

ferfahrene Musikproduzenten, Hörspielautoren und -dramaturgen ein hochgeschätztes kreatives Stilmittel dar: Wo, wie intensiv und vor allem wann wird die hörende Person in die Handlung eingebunden? Bleibt sie unbeteiligt und rein zuhörend – vergleichbar mit einem Konzertbesuch auf dem akustisch besten Platz? Wird sie direkt angesprochen oder ist sie sogar Teil des Geschehens?

Im Hörspiel ‚Sherlock Holmes und der Klang des Grauens‘ haben die Autoren Stefan Dehler und Christoph Huber von der Göttinger Theaterformation ‚stille hunde‘ einige dieser kreativen Möglichkeiten exemplarisch und mit Augenzwinkern angedeutet. Wie Hörer als aktiv Beteiligte in unterschiedlichen Rollen eindrucksvoll in ein Hörspiel integriert werden können, zeigt auch die Produktion ‚Die Besserung‘ derselben Autoren. Ähnlich wie die Kamera im Film übernimmt der Kunstkopf somit stellvertretend für das zuhörende Publikum – abhängig von



In dieser Inszenierung wird der Hörer durch die Kunstkopfposition zu einem ‚lauschenden‘ Teilnehmer der Gesprächsrunde



Demgegenüber wird der Hörer in dieser Handlung durch die direkte Ansprache des Kunstkopfes aktiv in das Hörspiel einbezogen

der gewünschten akustischen Stilistik – jeweils ganz bestimmte Positionen.

Schauspieler – mehr als ‚nur‘ Stimme

In diesem Zusammenhang liegt ein weiterer Vergleich mit dem Film nahe: Würde man den Kunstkopf lediglich als ‚Stereo-Mikrofon‘ begreifen und die Sprecher für akustische Links-Mitte-Rechts-Effekte um ihn herum platzieren, blieben die Möglichkeiten dieser Technik weitgehend ungenutzt. Ein moderner Kunstkopf in Verbindung mit hochauflösender Audi-

oqualität ist heute in der Lage, ein komplexes Spielgeschehen akustisch derart authentisch und eindringlich wiederzugeben, dass sich beim zuhörenden Publikum unwillkürlich starke visuelle Assoziationen einstellen – vergleichbar mit einer Filmszene oder einer Theaterinszenierung.

Die logische Konsequenz ist daher, Hörspielproduktionen mit Kunstkopf ähnlich zu behandeln wie Inszenierungen im Film oder auf der Bühne. Schauspieler, deren Fähigkeiten im Hörspiel bislang meist auf die Stimme reduziert waren, können ihre körperliche Präsenz wieder umfassend einsetzen und durch Bewegung und

Handlung die Aufmerksamkeit der Hörer auf sich ziehen. Das Ablegen eines Buches wird nicht nur durch ein entsprechendes Geräusch kenntlich gemacht, sondern akustisch sogar ‚vorangekündigt‘, indem sich der Schauspieler während des Sprechens hörbar zur Seite wendet. Die Authentizität der Kunstkopfabakustik lässt diese Aktion unmittelbar vor dem inneren Auge der Zuhörenden entstehen. Ein weiteres Beispiel: Ein Schauspieler lobt aus einiger Entfernung die Qualität der aufgehängten Bilder. Obwohl es nicht sichtbar ist, wird deutlich, dass er sie eingehend betrachtet, da der Kunstkopf eine vom Publikum abgewandte Sprechrichtung übermitteln kann. Anschließend wendet

Der Autor



Benedikt Kohout

Dr.-Ing. Benedikt Kohout ist Inhaber von Auri Akustik. Zuvor hat er am Karlsruher Institut für Technologie Elektro- und Informationstechnik mit Schwerpunkt Akustik studiert und darin promoviert. Mit seinem Ingenieurbüro widmet er sich den wirklich wichtigen Fragestellungen der Raumakustik, entwickelt Produkte, plant Räume, macht Messungen und berät seine Kunden transparent und herstellerunabhängig.

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

sich der Betrachter der Hausherrin zu, die direkt neben dem Kunstkopf – und damit neben dem Publikum – steht. Die nun direkte Sprechrichtung signalisiert eindeutig die Abwendung von den Bildern. Ein kleiner choreografischer Kniff, der durch die akustische Authentizität der Kunstkopftechnik starke visuelle Bilder im Kopf der Hörer entstehen lässt.

Die ‚neue‘ Freiheit der Hörspieler

Es ist immer wieder eine Freude zu beobachten, wie Schauspieler auf diese ‚neuen‘ Freiheiten innerhalb einer Hör-

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



Requisiten wie auf der Bühne oder im Film – etwa Buch, Teegeschirr, Zeitung, Korb (mit Hut darin) oder Apfel – sorgen für eine akustische Authentizität



Die konsequente Fokussierung auf Akustik sowie gezielt eingesetzte Geräusche, Sprechrichtung und Raumwirkung lässt eine authentische, dreidimensional erfahrbare Hörspielinszenierung entstehen

spielproduktion reagieren. Während die Autoren Dehler und Huber als Sherlock Holmes und Dr. Watson bereits aus früheren Produktionen mit dieser Arbeitsweise vertraut waren und sie sehr zu schätzen gelernt hatten, bedeutete sie für die Göttinger Schauspielerin Kathrin Müller-Grüß als Lady Scarytone die erste Begegnung mit dieser Aufnahmetechnik. Und nach eigenem Bekunden war diese äußerst angenehm: Bereits wenige Takes und deren Kontrollwiedergabe reichten aus,

um auch der ‚Kunstkopfeinsteigerin‘ ein sehr präzises Gefühl für ihr Spiel zu vermitteln – nicht zuletzt dank der aus dem Theater vertrauten Bewegungsfreiheit. Eine Erfahrung, die vielen Schauspielern erstmals die Einschränkungen konventioneller Hörspielaufnahmen wirklich bewusst macht.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Wandlung von Schauspielern zu Hörspielern, die nicht selten als kreative Herausforderung empfunden wird. Im Unter-

schied zur Theaterinszenierung muss eine Hörspielinszenierung für die Kunstkopfstereofonie selbstverständlich den Fokus konsequent auf die Akustik legen. Die Choreografie von Stimmen und Geräuschen soll es dem hörenden Publikum ermöglichen, der Handlung, die sich in einem dreidimensionalen Raum entfaltet, mühelos zu folgen. Kostüme, die zur jeweils dargestellten Figur passen, erzeugen textiles ‚Rauschen‘ und ‚Wallen‘ – Nebengeräusche, die die Authentizität einer Szene deutlich erhöhen und den Schauspielern helfen, sich mit ihrer Rolle zu identifizieren. Hinzu kommt die bewusste Nutzung der Sprechrichtung – dem Kunstkopf zu- oder abgewandt –, um körperliche Aktionen (z. B. ein Abwenden) zu betonen oder diese bereits im Vorfeld anzukündigen (z. B. vor dem Durchschreiten eines Raumes). Diese exemplarischen Elemente, die konsequente Ausrichtung auf das Akustische und den Kunstkopf, werden von den Agierenden



Blick aus der Aufnahmeregie während der Musikaufnahmen für das Hörspiel mit gleichzeitiger konventioneller und binauraler Aufzeichnung

mit großer Offenheit aufgegriffen, um ihren Figuren Charakter, Stil und Form zu verleihen. Die Wandlung zur Hörspielerin bzw. zum Hörspieler trägt so vielfach zu einer äußerst kreativen Arbeitsatmosphäre bei, die dem Gelingen einer solchen Produktion ausgesprochen zuträglich ist.

Der Reiz der finalen Gestaltung

Ganz gleich, ob Hörspiel oder Musikproduktion: Die Kunstkopfstereofonie eröffnet Tonmeistern und Produzenten die



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



Möglichkeit, unmittelbar an der finalen Interpretation, der finalen Inszenierung und damit am endgültigen Klangeindruck zu arbeiten. Dies mag angesichts der heute nahezu unbegrenzten Nachbearbeitungsmöglichkeiten zunächst anachronistisch erscheinen, besitzt jedoch einen ganz eigenen Reiz. An dieser Stelle sei angemerkt, dass sich der Verzicht auf Nachbearbeitung nicht auf Pegelanpassungen einzelner Takes oder gegebenenfalls aufwändige Schnittarbeiten bezieht – beides ist selbstverständlich uneingeschränkt möglich. Es müssen also allen Unkenrufen zum Trotz nicht jeder Musiktitel oder jede Szene am Stück und zudem fehlerfrei aufgezeichnet werden. Auf Frequenzveränderungen oder zusätzliche Effekte sollte jedoch in der Regel verzichtet werden, da dadurch die eingangs beschriebene HRTF-Kurve beeinflusst und somit der Raumeindruck beeinträchtigt würde.

Vielmehr ist es das Recording-Team vor Ort, das im Zusammenspiel mit Musikern und/oder Hörspielern durch die Positionierung der Mitwirkenden, die akustische Choreografie, das Setzen des Timings sowie zahlreiche weitere unmittelmäßige Einflussnahmen die Aufnahme formt. Nicht zuletzt gehört bei einer Kunstkopfaufnahme selbstverständlich auch die Gestaltung der Raumakustik dazu, der aufgrund ihrer Bedeutung in diesem Artikel ein eigenes Kapitel gewidmet ist. Dieser spannende, direkte Zugriff auf sämtliche Parameter des realen akustischen Geschehens ist im Vergleich zur digitalen Bearbeitung konventionell aufgenommener Signale in der DAW durchaus anspruchsvoll und erfordert ein hohes Maß an Erfahrung – ist jedoch jede Mühe wert, da das Ergebnis einen außergewöhnlich authentischen und einzigartigen Raumeindruck vermittelt.

Teil 2 beleuchtet eine für die menschliche Wahrnehmung geeignete Audioqualität, mit dem Fokus auf Audioformate sowie die Gestaltung natürlicher Aufnahmeräume mithilfe von Diffusoren.

Hörspielproduktion



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-Größ

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
<https://green-sonic.com/art/tech-kr/knowhow-kr>
(Kunstkopfstereofonie – Technik & Geschichte)