



Mit 8 Seiten Japan-Beilage & 16 Seiten Dokumentation zur DFG-Jahresversammlung

Audiokommunikation: Wirklich dabei sein | Wissenschaft und Gesellschaft: Eine neue Dimension der Verantwortung | Parodontitis: Entzündlich, chronisch, folgenreich | Jahresversammlung 2012: Zeit für Wissenschaft | Pfingstbewegung: Macht und Ohnmacht des Heiligen Geistes | Demenz und Architektur: Kommunizierende Räume



**Titel: TU Berlin / Fachgebiet Audio-kommunikation**  
**Allein im Wiener Burgtheater: Der Roboter FABIAN nimmt eine akustische Signatur des Raumes auf – eine wichtige Basis für eine optimierte Audioübertragung.**



<b>Kommentar</b>	
<i>Matthias Kleiner</i>	
<b>Eine neue Dimension der Verantwortung</b>	2
Um sich stärker einzumischen, muss die Wissenschaft ihre Diskursform hochhalten	
<b>Ingenieurwissenschaften</b>	
<i>Stefan Weinzierl</i>	
<b>Wirklich dabei sein</b>	4
Akustische Mess- und Simulationsdaten helfen, ein authentisches Klangbild zu erzeugen	
<b>Lebenswissenschaften</b>	
<i>James Deschner, Søren Jepsen, Andreas Jäger</i>	
<b>Entzündlich, chronisch, folgenreich</b>	10
Parodontitis – die Ursachen verstehen, Prävention und Therapie verbessern	
<b>Jahresversammlung 2012</b>	
<i>Rembergt Unterstell</i>	
<b>Zeit für Wissenschaft</b>	14
Bundespräsident fordert zu mehr Einmischung in gesellschaftliche Debatten auf	
Weitere Beiträge: Peter Strohschneider wird nächster DFG-Präsident 16 / Zwei neue Mitglieder im Präsidium 17 / „Herzstück des Wissenschaftssystems“ 18	
<b>Beihefter</b>	
<b>Dokumentation: Die Reden der Festveranstaltung I–XVI</b>	
Ansprache des Bundespräsidenten / Festrede des DFG-Präsidenten	
<b>Im Blickpunkt</b>	
<b>Entdeckung zweiter Teil</b>	19
Nach dem spektakulären Fund von Predigten des Origenes von Alexandria	
<b>Geistes- und Sozialwissenschaften</b>	
<i>Heinrich Wilhelm Schäfer</i>	
<b>Macht und Ohnmacht des Heiligen Geistes</b>	20
Die Pfingstbewegung – Einblicke in Glaubenspraxis, soziale Ungleichheit und Gewalt	
<b>Porträt</b>	
<i>Britta Voß</i>	
<b>Kommunizierende Räume</b>	24
Architektin Gesine Marquardt macht sich für „demenzfreundliche Umgebungen“ stark	
<b>Naturwissenschaften</b>	
<i>Alfred Blume und Jörg Kreßler</i>	
<b>Auf der Spur von Multitalenten</b>	26
Wie Modelle dazu beitragen, die Eigenschaften von Zellmembranen zu entschlüsseln	
<b>Querschnitt</b>	
<b>Nachrichten und Berichte aus der DFG</b>	30

Stefan Weinzierl

# Wirklich dabei sein

Ob aus dem Konzertsaal oder in der virtuellen Hörwelt: Um ein Klangbild authentisch und räumlich erlebbar zu machen, sind viel Technik und noch mehr Messungen und Simulationen erforderlich. Mit einer großen raumakustischen Datenbank wollen Forscher die perfekte Signalkette schaffen – und so die Qualität von Audioübertragungen optimieren.



Wie transportiert man einen Konzertsaal? Die Frage klingt zunächst merkwürdig, beschreibt aber genau das zentrale Problem der Virtuellen Akustik. Sie beschäftigt sich damit, den Klang in einem Raum aufzunehmen und an anderer Stelle unverfälscht wiederzugeben. Dabei geht es nicht nur darum, den Inhalt, wie beispielsweise eine Rede oder ein Konzert, zu transportieren, auch der räumliche Eindruck soll erhalten bleiben. Denn erst dieser macht möglich, dass ein Hörer den Ort einer Schallquelle im Raum bestimmen oder etwas über die Größe des Raums aussagen kann, ohne ihn zu sehen.

Mit einer solchen Simulation werden neben der Reproduktion eines natürlichen Schallereignisses, zum Beispiel eines Orchesters, das einmal tatsächlich in einem realen Raum gespielt hat, auch neue Möglichkeiten eröffnet: So kann man sich anhören, wie ein bestimmter

Künstler ein Stück in einem Konzertsaal spielt, in dem er niemals war, oder er spielt in einem Raum, der in der Realität noch nicht einmal existiert. All dies fällt unter den Bereich der Virtuellen Akustik, und dementsprechend vielseitig sind auch ihre Anwendungsmöglichkeiten. Grundlegende Fragestellungen der menschlichen Wahrnehmung von Schall, insbesondere der räumlichen Wahrnehmung von Sprache und Musik, werden heute zunehmend in simulierten Umgebungen untersucht. Ebenso ist sie von Bedeutung für eine Vorhersage der Eigenschaften neuer Konzertsäle, für die Erforschung historischer Räume oder für musikwissenschaftliche Fragestellungen im Zusammenhang mit dem Aufführungsraum. Darüber hinaus bilden die Simulationstechniken eine Grundlage für zukünftige Verfahren der Audiowiedergabe im Studio, im Kino, für Computerspiele und Virtual-Reality-Systeme

wie zum Beispiel Flugsimulatoren zur Pilotenausbildung. Und auch im Bereich der zeitgenössischen Musik und Medienkunst, welche die Simulationstechniken bereits als eigenständiges Musikinstrument begreifen, eröffnen sich neue Welten.

Dabei gibt es im Bereich der Virtuellen Akustik immer noch viele offene Fragen: Wie detailliert muss das Modell eines Raums sein, um basierend darauf eine Simulation zu berechnen? Wie viele Mikrofone werden benötigt, um ein dreidimensionales Klangbild aufzunehmen, und wo müssen sie positioniert werden? Und welchen Einfluss haben die gerade genannten Aspekte auf die Qualität der Simulation? Mit all diesen Aspekten – von der Modellierung und Aufnahme von Räumen bis hin zur Wiedergabe – beschäftigt sich die im April 2011 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft eingerichtete

Grundlagenarbeit: Die räumliche Schallabstrahlung eines Musikinstruments wird in einem reflexionsarmen Umfeld aufgenommen.



Foto: TU Berlin / Fachgebiet Audio-Kommunikation



Foto: Harald-KU / pixelto.de

Jeder Aufführungsraum hat seine unverwechselbare Akustik: ein Blick in den historischen Konzertsaal des Schlosses Esterházy in Eisenstadt.

Forschergruppe „Simulation und Evaluation akustischer Umgebungen (SEACEN)“. So vielschichtig wie die Fragestellungen sind auch die Kenntnisse, die zu deren Beantwortung benötigt werden. Deswegen vereint die Forschergruppe Physiker und Mathematiker ebenso wie Psychologen und Experten für digitale Signalverarbeitung. Dabei sind neben sieben deutschen wissenschaftlichen Partnern auch Forscher aus Israel und den Niederlanden beteiligt.

Denn bis es soweit ist, dass eine Simulation den Hörer in eine virtuelle Welt entführt, ist viel Vorar-

beit notwendig. Zunächst muss der Raum selbst aufgenommen oder im Computermodell simuliert werden. Im Falle der Simulation eines Konzerts müssen dafür ein oder mehrere Musiker auf einer virtuellen Bühne platziert und ihr Verhalten im Raum modelliert werden. Dabei strahlt ein Musikinstrument nicht einfach nur nach vorne in Richtung des Publikums ab, der abgestrahlte Schall wird auch von Wänden, Boden und Decke reflektiert und je nach Beschaffenheit der Wände teilweise absorbiert. Am Hörerort überlagert sich der Schall, der auf direktem Weg oder über Umwege

zeitversetzt eintrifft, auf äußerst komplexe Weise zu einem räumlichen Schallereignis.

Prinzipiell bestehen nun zwei Möglichkeiten der Simulation: Es kann ein kompletter Raum simuliert werden, in dem sich ein Hörer frei bewegen kann (Schallfeldsynthese), oder es wird der Klang an einer bestimmten Hörposition simuliert, das heißt, die Trommelfelle eines Hörers werden durch Kopfhörer so angeregt, wie es im virtuellen Raum auch tatsächlich der Fall wäre (Binauraltechnik). Beide Ansätze haben ihre technischen und

wahrnehmungsbezogenen Vor- und Nachteile. Bei der sogenannten Wellenfeldsynthese, einem speziellen Verfahren der Schallfeldsynthese, wird eine große Anzahl von Lautsprechern benötigt, um durch passende Ansteuerung jedes einzelnen Systems ein ausgedehntes Schallfeld zu erzeugen.

So ist an der Technischen Universität Berlin das derzeit weltweit größte Wellenfeldsynthesesystem installiert, bei dem über 2700 Lautsprecher mit 832 unterschiedlichen Signalen angesteuert werden, um Räume zu simulieren und reproduzieren. Da mit der Wellenfeldsynthese quasi ein Raum im Raum simuliert wird, besteht eine der Schwierigkeiten dieses Verfahrens darin, den Wiedergaberaum – also den Raum, in dem sich die Lautsprecher befinden – akustisch verschwinden zu lassen. Außerdem muss der zu simulierende Raum, um ihn wiedergeben zu können,

vorher auch ausreichend genau erfasst sein. Dazu genügt es nicht, eine Aufnahme mit einem oder mit wenigen Mikrofonen zu machen, so wie das bei normalen Musikaufnahmen der Fall ist. Es müssen vielmehr sehr viele Daten erhoben werden, um dreidimensional alle Klanginformationen zu erfassen. Dies geschieht mit einem sogenannten Mikrofonarray, bei dem viele Mikrofone zum Beispiel in Form einer Kugel angeordnet werden. Aus den so gewonnenen Daten kann dann das gesamte Schallfeld im Raum berechnet und anschließend simuliert werden.

Im Gegensatz zu materialaufwendigen Verfahren mit vielen Lautsprechern kommt die sogenannte Binauralsynthese mit einem Kopfhörer aus. Damit wird der Klang an den Ohren eines Hörers erzeugt, der genauso zum Beispiel an einem Sitzplatz im Konzertsaal

vorhanden gewesen wäre. Solche Daten für die Kopfhörerwiedergabe müssen jedoch erst einmal erfasst werden. Auch hier reicht die Messung mit einem normalen Mikrofon nicht aus, denn wir nehmen den Klang eines Raums immer verändert durch unseren eigenen Körper wahr, insbesondere durch die Form unserer Ohren und unseres Kopfes, was Klänge je nach der Richtung, aus der sie kommen, spezifisch beeinflusst. Die Aufnahme geschieht deshalb mit Nachbildungen eines Kopfes oder eines gesamten Oberkörpers mit Miniaturmikrofonen im Ohrkanal. Neuere Systeme verfügen über einen Schrittmotor im Halsgelenk des binauralen Roboters, der den Kopf über dem Oberkörper frei bewegen kann. Damit sich das Orchester bei der Kopfhörerwiedergabe bei einer Kopfdrehung des Hörers nicht mitdreht, werden seine Kopfbewegungen erfasst und die wiederzugebenden

Ein virtuelles Erlebnis: Simulation einer musikalischen Aufführung in der „Cave Automatic Virtual Environment“ an der RWTH Aachen.



Screenshot: TU Berlin / Fachgebiet Audiokommunikation



Foto: TU Berlin / Fachgebiet Audiokommunikation

Computergesteuert kann der Roboter FABIAN seinen Kopf bewegen. Mit Mikrofonen in den Gehörgängen seiner Ohren wird eine akustische Signatur des Raumes aufgezeichnet.

Signale entsprechend angepasst – der Hörer bewegt sich dann in einem ortsfesten, virtuellen Schallfeld. In beiden angesprochenen Verfahren sind auf Grund der großen Datenmengen leistungsfähige Rechner nötig.

Neu in der Forschergruppe SEACEN ist auch die enge Zusammenarbeit, bei der alle Partner mit denselben Datensätzen derselben Räume arbeiten, seien sie nun im Computer simuliert oder gemessen. Erfasst wurden bisher sieben renommierte Konzertsäle und Aufführungsräume, darunter das Gewandhaus in Leipzig, das Berliner Konzerthaus und die Basilika des Klosters Eberbach im Rheingau. Die erhobenen Mess- und Simulationsdaten werden in einer gemein-

samen Datenbank gesammelt. Auf Grundlage der Arbeit der einzelnen Arbeitsgruppen, die auf bestimmte Teilbereiche der Virtuellen Akustik spezialisiert sind, werden die unterschiedlichen Simulationsverfahren in ihrer gesamten Signalkette von der Aufnahme bis zum Hörer auf ihre Leistungsfähigkeit hin untersucht. Auch die Entwicklung geeigneter Qualitätskriterien und Testverfahren für virtuelle Umgebungen gehört zum Arbeitsprogramm. Dazu muss zunächst eine gemeinsame Sprache erarbeitet werden, das heißt ein präzise definiertes Vokabular, das alle Facetten abdeckt, in denen ein räumlicher Klangeindruck verbal beschrieben werden kann.

Da die Akustik stets nur ein Teil unserer sinnlichen Erfahrungswelt

ist, ist es naheliegend, auch die Interaktion des Hörens mit anderen Sinneseindrücken zu berücksichtigen – allen voran mit dem Sehen. Hierzu wurde ein audiovisuelles 3-D-Labor eingerichtet, in dem untersucht werden kann, wie das Sehen das Hören beeinflusst. Man weiß, dass ein rotes Auto lauter wahrgenommen wird als ein blaues. Wie verhält es sich aber in einem Raum? Was passiert, wenn Hören und Sehen nicht mehr zueinander passen? Inwieweit wird die akustische Wahrnehmung eines Konzertsaals auch von seiner visuellen Gestaltung bestimmt? Auch auf diese Fragen verspricht die Forschergruppe, Antworten zu finden.



**Professor Dr. Stefan Weinzierl**

ist Leiter des Fachgebiets Audiokommunikation an der TU Berlin und Sprecher der DFG-Forschergruppe SEACEN.

Adresse: TU Berlin, Institut für Sprache und Kommunikation/Fachgebiet Audiokommunikation, Einsteinufer 17, 10587 Berlin

DFG-Förderung im Rahmen der Forschergruppe „Simulation und Evaluation akustischer Umgebungen (SEACEN)“.

Das Wellenfeldsynthese-System der TU Berlin kann bei der jährlich stattfindenden Langen Nacht der Wissenschaften besucht werden. Hier wird unter anderem die akustische Resynthese eines Orgelkonzerts im Kölner Dom gezeigt, die nicht nur den Klang der Orgel, sondern auch die Raumakustik der großen Kathedrale nachbildet.

Homepage des SEACEN-Projekts:  
[www.seacen.tu-berlin.de](http://www.seacen.tu-berlin.de)

Hörbeispiele aus dem Bereich Audiokommunikation unter:  
[www.ak.tu-berlin.de/menue/forschung/demonstratoren](http://www.ak.tu-berlin.de/menue/forschung/demonstratoren)

## Die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) ist die größte Forschungsförderorganisation und die zentrale Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft in Deutschland. Nach ihrer Satzung hat sie den Auftrag, „die Wissenschaft in allen ihren Zweigen zu fördern“.

Mit einem jährlichen Etat von inzwischen rund 2,4 Milliarden Euro finanziert und koordiniert die DFG in ihren zahlreichen Programmen über 20 000 Forschungsvorhaben einzelner Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie von Forschungsverbänden an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Dabei liegt der Schwerpunkt in allen Wissenschaftsbereichen in der Grundlagenforschung.

Alle Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Deutschland können bei der DFG Anträge auf Förderung stellen. Die Anträge werden nach den Kriterien der wissenschaftlichen Qualität und Originalität von Gutachterinnen und Gutachtern bewertet und den Fachkollegien vorgelegt, die für vier Jahre von den Forscherinnen und Forschern in Deutschland gewählt werden.

Weitere Informationen im Internet unter [www.dfg.de](http://www.dfg.de)

Die besondere Aufmerksamkeit der DFG gilt der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, der Gleichstellung in der Wissenschaft sowie den wissenschaftlichen Beziehungen zum Ausland. Zudem finanziert und initiiert sie Maßnahmen zum Ausbau des wissenschaftlichen Bibliothekswesens, von Rechenzentren und zum Einsatz von Großgeräten in der Forschung. Eine weitere zentrale Aufgabe ist die Beratung von Parlamenten und Behörden in wissenschaftlichen Fragen. Zusammen mit dem Wissenschaftsrat führt die DFG auch die Exzellenzinitiative des Bundes und der Länder zur Stärkung der universitären Spitzenforschung durch.

Zu den derzeit 95 Mitgliedern der DFG zählen vor allem Universitäten, außeruniversitäre Forschungsorganisationen wie die Max-Planck-Gesellschaft, die Leibniz-Gemeinschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft, Einrichtungen der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren sowie wissenschaftliche Akademien. Ihre Mittel erhält die DFG zum größten Teil von Bund und Ländern, hinzu kommt eine Zuwendung des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft.

## Impressum

Herausgegeben von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG); „forschung“ erscheint vierteljährlich beim WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Postfach 10 11 61, 69541 Weinheim; Jahresbezugspreis: 65,00 € (print), 65,00 € (online), 75,00 € (print und online), jeweils inkl. Versandkosten und MwSt.

Redaktionsanschrift: DFG, Bereich Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Kennedyallee 40, 53175 Bonn, Tel. +49 228 885-1, Fax +49 228 885-2180, E-Mail: [postmaster@dfg.de](mailto:postmaster@dfg.de); Internet: [www.dfg.de](http://www.dfg.de)

Chefredakteur: Marco Finetti (verantwortlich für den Inhalt)  
 Chef vom Dienst: Dr. Rembert Unterstell  
 Lektorat: Stephanie Henseler, Angela Kügler-Seifert  
 Grundlayout: Tim Wübben/DFG; besscom, Berlin; Produktionslayout: Olaf Herling  
 Redaktionsassistent: Mingo Jarree

Druck: Bonner Universitäts-Buchdruckerei (BUB); gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier mit 50 % Recyclingfaser.

ISSN 0172-1518



„Mobile Tagging“: Am Anfang waren es vor allem Plakate, Werbeanzeigen und Verpackungen, auf denen die schwarz-weißen „Quick Response-Codes“ zu finden waren; zumeist verstecken sich Produktinfos dahinter, mehr oder minder spielerisch und werblich eingesetzt. Inzwischen haben auch Zeitungen und Zeitschriften die 2-D-Barcodes entdeckt. Auch das DFG-Magazin „forschung“ möchte die QR-Codes künftig einsetzen,

freilich nicht inflationär, sondern gezielt und themenorientiert: als schnelle Verbindung zu einem digitalen Dossier, zu einem ergänzenden Nachrichtenangebot oder zu einer veranschaulichenden Bildergalerie. Der hier abgebildete Code führt Sie, liebe Leserinnen und Leser, direkt zum Online-Archivbereich der „forschung“ mit pdf-Ausgaben früherer Zeitschriftenjahrgänge zum Durchsuchen und Herunterladen. Einscannen mit dem Smartphone genügt – Hauptsache, das QR-Code-Angebot bringt echten Mehrwert an Information, Service und Orientierung.