

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 136 (2010)  
**Heft:** 27-28: Musik und Architektur

## **Sonstiges**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

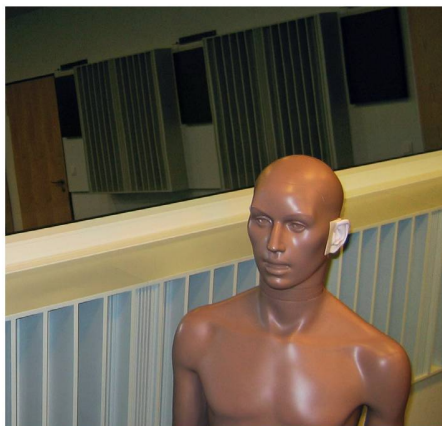
**Download PDF:** 17.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# AKUSTIK SIMULIEREN



**01** Kommunikationsakustik-Simulator und angrenzender Regie- und Kontrollraum. Insgesamt lassen sich derzeit über 90 verschiedene Presets und damit akustische Räume anwählen



**02** Kunstkopf im Haus des Hörens in Oldenburg (Fotos: HörTech gGmbH)

Der für Forschungszwecke genutzte Kommunikationsakustik-Simulator im Haus des Hörens in Oldenburg ermöglicht akustische Illusionen von Räumen. Die virtuelle Akustik wird genutzt, um die Benutzbarkeit neuer Hörgeräte, Sprach-Erkennen oder Mobiltelefone in extrem unterschiedlichen akustischen Situationen zu testen. Ebenso kann mit der Technik Raumakustik aufgewertet werden.

Bedeutende Konzertsäle wie Carnegie Hall, Berliner Philharmonie, Royal Albert Hall oder Konzerthaus Wien zeichnen sich durch einzigartige Raumakustik aus. Ein unmittelbarer Hörvergleich dieser Bauten wäre reizvoll. Der Kommunikationsakustik-Simulator (KAS) im Haus des Hörens kann die Akustik dieser Hallen nachstellen: Per Knopfdruck lässt sich der etwa 90m<sup>2</sup> grosse Mehrzweckraum aus akustischer Sicht in eine Bahnhofshalle, ein Wohnzimmer, eine grosse Cafeteria, eine Kirche mittlerer Grösse oder eben in einen Konzertsaal verwandeln. Ein Mal im Monat findet ein Konzert statt, bei dem Musizierende Stücke in unterschiedlicher Raumakustik vortragen. Ein Akustikvergleich wird so möglich, ohne den Standort wechseln zu müssen.

## EINEM RAUM DIE AKUSTIK GEBEN

Der KAS verfügt über einzigartige akustische Möglichkeiten. Mithilfe eines sogenannten VRAS (Variable Room Acoustic System, vgl. Kasten «Systemtechnik VRAS») ist es mög-

lich, akustische Parameter wie Nachhall und erlebte Raumgrösse in weiten Bereichen zu variieren. Dem Raum werden variable, elektronisch erzeugte Hörsamkeiten aufgeprägt: Der – auch vom Hörer selbst – erzeugte Schall wird mit Mikrofonen erfasst, vom System durch digitale Signalprozessoren aufbereitet und an die Lautsprecher zurückgegeben. Dadurch entsteht innerhalb einer definierten Aktionsfläche in der Mitte des KAS der Eindruck einer natürlichen, interaktiven akustischen Umgebung. Die künstliche Hörsamkeit ist somit für die innerhalb der Aktionsfläche befindlichen Menschen zum Raum dazugehörig, sie können mit dem System interagieren.

Um sowohl grosse wie auch kleine Räume akustisch simulieren zu können, war die Grundvoraussetzung eine natürlich klingende, kurze Nachhallzeit. Da die Nachhallzeit proportional zum Raumvolumen ist und die Untergrenze physikalisch bedingt elektronisch nicht verringert werden kann, können kleine Räume nur mit kleinen Nachhallzeiten simuliert werden. Ausserdem funktioniert der Raum auf der Basis kontrollierter Rückkopplungen, der Eingangspegel darf daher keine Werte über 100dB erreichen.

## BAUAKUSTISCHE MASSNAHMEN

Für den Innenausbau des KAS wurden raumakustische Massnahmen getroffen. Dabei musste ein Kompromiss zwischen Nutzungs- und Systemanforderungen gefunden werden: Für die Nutzung war eine möglichst kleine

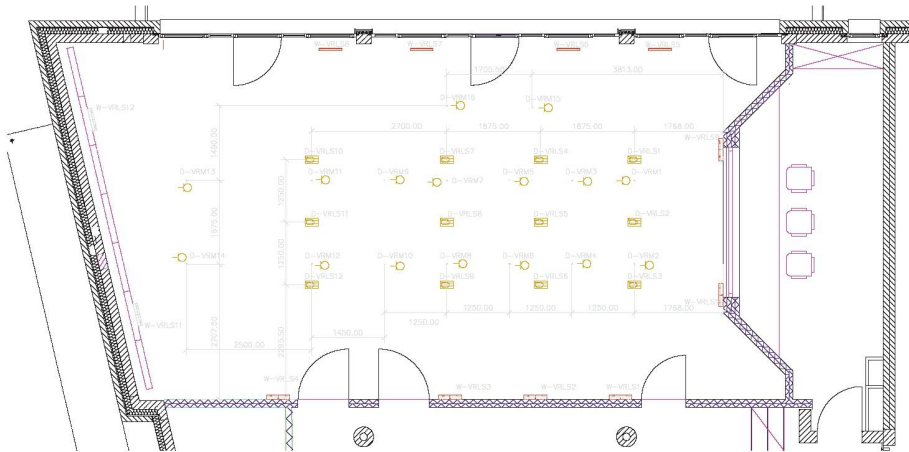
natürliche Nachhallzeit anzustreben, das VRA-System benötigt aber eine gewisse Mindest-Nachhallzeit, da das Schallfeld eine Grunddiffusität aufweisen muss. Ausserdem darf der Hallradius, worin der Direktschall einer Schallquelle den Diffusschall überwiegt, nicht zu gross werden, um die Ortbarkeit einzelner Lautsprecher zu vermeiden. Der Raum war «akustisch aufzulösen», um starke und damit raumprägende Reflexionen zu unterbinden. Daneben war bei der raumakustischen Konzeption die Teilbarkeit des Raumes zu berücksichtigen, da sowohl der Raum als Ganzes als auch die Teilräume für sich allein ihren Nutzungszwecken gerecht werden müssen.

Realisiert wurden breitbandig absorbierende sowie diffus reflektierende Wandbelegungen, speziell tieffrequent absorbierende Massnahmen an der Rohdecke, absorbierende Folienrollen zur akustischen Auflösung der Fensterflächen und eine akustisch durchlässige, abgehängte Sichtschutzdecke. Die Nachhallzeit lässt sich vom natürlichen, baulich hergestellten Wert von etwa 0.4s bis über 6s variieren.<sup>1</sup> Der Regie-/Kontrollraum wurde mittels absorbierender abgehängter Decken als Ton-Abhörraum konzipiert und der KAS-Zugangsfur akustisch beruhigt.

## REPRODUZIERBARE UMGEBUNG

Die Hauptnutzung des KAS sind kommunikationstechnische Untersuchungen unter definierten realistischen, variablen und reproduzierbaren akustischen Umgebungsbedingungen. Es werden beispielsweise Hörgeräte hinsichtlich der raumakustischen Eigenschaften und der Hintergrundgeräuschsituation getestet. Da schwerhörende Menschen besonders in halligen Umgebungen und beim Auftreten mehrerer Störgeräusche Schwierigkeiten haben, Sprache zu verstehen, wird mit VRAS eine möglichst schlechte Akustik simuliert.

Im KAS wurden auch Untersuchungen gemacht, in denen es um kognitive Leistungen unter Störschall und Nachhall geht. Im Zentrum stand die Frage, inwieweit unterschiedliche Zuhörsituationen in Besprechungs- und Konferenzräumen die kognitive Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. Die Abhängigkeiten von Raumcharakteristika und menschlicher Informationsverarbeitung sowie Leistungsfähigkeit sind bedeutend für die raumakustische Planung und Umsetzung.<sup>2</sup> Eine solche



03 Darstellung des KAS-Modells aus der Simulation

(Plan: Erben Elektronische Medien GmbH/HörTech gGmbH)

Studie ist in der Realität, zum Beispiel im Büro, nur sehr schwer zu erbringen, da zum einen im Feldversuch Mitarbeiterdichte pro Quadratmeter oder Arbeitsbelastung schwer zu kontrollieren sind. Zum anderen sind Prüfungen von «halligen» gegenüber «weniger halligen» Situationen in natürlicher Umgebung kaum zu realisieren, wenn man alle Randbedingungen konstant halten will. Dem Dilemma «künstliches Laborexperiment» gegenüber «realitätsnahe Untersuchungen» kann mit dem KAS begegnet werden, weil sehr realitätsnahe Situationen simuliert werden können, ohne dass beispielsweise ein Umzug in ein anderes Büro notwendig würde oder das Arbeitsumfeld geändert werden müsste.

## STÖR- UND NUTZSCHALL

Im Rahmen eines Projekts der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)<sup>3</sup> wurden Si-

tuationen in Unterrichts- und Seminarräumen realitätsnah nachgebildet. Die Forschenden variierten dafür systematisch Nachhallzeiten und Sprachverständlichkeitsmasse für kleine bis mittelgroße Kommunikationsräume. In Testreihen mit insgesamt 484 Zweit-, Viert-, Sechstklässlern und Erwachsenen untersuchte man, inwieweit sich unterschiedliche Geräusche in einer «trockenen» und einer «halligen» Raumakustik auf bestimmte kognitive Prozesse auswirken. Dabei wurde bei den Störgeräuschen zwischen Rauschen, typischen Klassenraumgeräuschen und dänischer Sprache – sie hat ein ähnliches Klangbild wie die deutsche, ist aber für die meisten unverständlich – unterschieden. Die Ergebnisse lassen sich dahingehend interpretieren, dass Sprache als Störschall unabhängig vom Inhalt einen negativen Effekt auf die kognitive Leistungsfähigkeit hat. Wird Sprache als Nutzschall in einem akus-

tisch schlechten Raum präsentiert, hat nicht nur die Art des Störgeräusches, sondern auch der «hallige» Raum einen Einfluss auf die Leistungsfähigkeit: Beim Verstehen sprachlicher Information führt eine Verhalung der (Nutz-)Sprache zur einer erhöhten Höranstrengung, sodass weniger Ressourcen für das Speichern und Verarbeiten der Informationen selbst zur Verfügung stehen. Die Raumakustik wertet Räume auf – nicht nur Konzertsäle, sondern auch in Schulen und Büros, in denen gelernt und gearbeitet werden muss. Raumakustik beeinflusst das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit.

**Corinna Pelz**, Dr. phil., Head of Department Marketing & Kommunikation, HörTech gGmbH, c.pelz@hoertech.de

## Anmerkungen

- Behrens, T.: Der Kommunikations-Akustik-Simulator im Oldenburger Haus des Hörens. Fortschritte der Akustik. Beiträge zur 31. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2005, München (auf CD-ROM)
- Meis, M., Klink, K.: Lärmwirkungen in Büroumwelten: Review und Optimierungsansätze durch Mitarbeiterbefragungen. In: Schick, A., Meis, M. & Nocke, C. (2010). Beiträge zur psychologischen Akustik Band 10, zugleich Dokumentation des 1. Symposiums Büro.Raum.Akustik.Köln. Oldenburg, Isensee Verlag
- Klatte, M., Bastian, J., Meis, M. & Noack, B.: Wirkungen von Hintergrundgeräuschen und Nachhall auf Sprachverstehen und Arbeitsgedächtnis in verschiedenen Altersgruppen. Fortschritte der Akustik. Beiträge zur 33. Jahrestagung für Akustik, DAGA 2007, Stuttgart (auf CD-ROM)

## SYSTEMTECHNIK VRAS

In der Regel wird VRAS (Variable Room Acoustic System) zur Erweiterung der multifunktionalen Nutzbarkeit von Räumen wie Mehrzweckhallen oder zur Verbesserung der gegebenen raumakustischen Eigenschaften eingesetzt (vgl. S. 16). VRAS generiert in unterschiedlichen Modulen separat voneinander Nachhall- und Frühreflexionsmuster. Es zählt zu den Non-in-line-Systemen, auch als regeneratives System bezeichnet. Es arbeitet auf Basis kontrollierter Rückkopplungen und basiert hardwareseitig auf einer kommerziellen Audiosignal-Matrix (LCS) mit spezieller DSP-Software und Hardware.

Die zentrale Gerätetechnik ist in einem hinter einem Fenster angrenzenden Regie- und Kontrollraum untergebracht. Die elektroakustische Peripherie ist teils unsichtbar im raumakus-

tischen Innenausbau des KAS-Raums (Kommunikationsakustik-Simulator) integriert. Hierbei wird der Schall von 16 unsichtbar im Deckenraum abgehängten Mikrofonen im Raum erfasst – vier hängen über definierten Bühnenflächen und zwölf über der Aktionsfläche. Der Schall wird vom VRA-System mittels digitaler Signalprozessoren aufbereitet und über insgesamt 24 Lautsprecherkanäle abgestrahlt.

Zwölf Lautsprecherkanäle dienen dem Nachhall – sie sind ebenfalls unsichtbar im Deckenraum an der Rohdecke angeordnet –, weitere zwölf sind für die Frühreflexionen verantwortlich – sie sind sichtbar an den Wänden montiert bzw. vor den Fenstern in den Deckenraum verfahrbar abgehängt. Zusätzlich ist ein Subwoofer in die Anlage implementiert, der die VRAS-Anlage tieffrequent erweitert oder für Dolby-Surround-Einspiel ge-

nutzt wird. Acht zusätzliche Eingangskanäle dienen der Signaleinspielung zur Schaffung von Umgebungsgesch-Szenarien, aber auch zur Einbindung der Anlage für beispielsweise Dolby-Surround-Darbietungen.

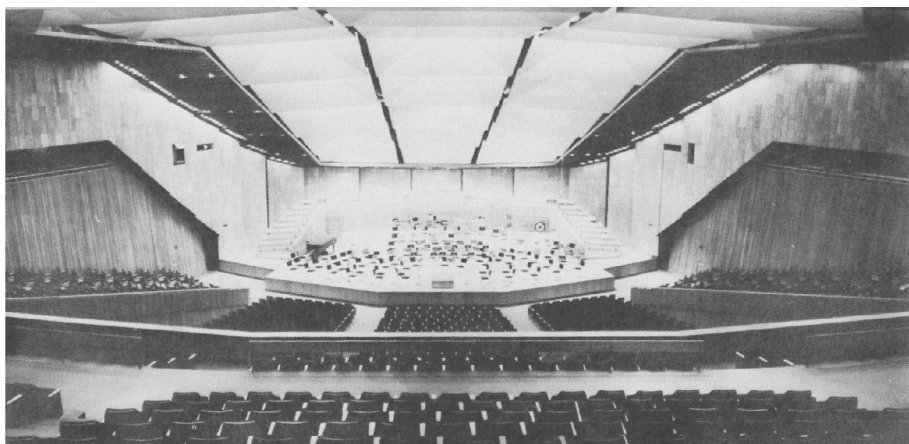
An im Bodenkabelkanalsystem untergebrachten Anschlusspunkten können für spezielle Nutzungsanforderungen temporär Mikrofone und Lautsprecher angeschlossen werden und über Patchfelder in das VRA-System eingebunden werden.

## KAS ONLINE

Konzerte aus dem Kommunikationsakustik-Simulator können über Livestream im Internet angehört werden:

[www.hausdeshoerens-oldenburg.de](http://www.hausdeshoerens-oldenburg.de) > Konzerte

## NACHHALLZEIT OPTIMIEREN



01 Inspirationsquelle für die Architekten des Mann-Auditoriums war die Kleinhans-Halle in Buffalo (Foto: Leo L. Beranek, Music, acoustics & architecture, New York/London, 1962, S. 354)

Es wurde von der Unesco als eines von 60 Gebäuden ausgezeichnet, die Tel Aviv zu der «weissen Stadt» machen, für die sie 2003 zum Weltkulturerbe erkoren wurde. Trotzdem droht dem von Ze'ev Rechter (1899–1960) und Dov Karmi (1905–1962) 1958 errichteten Mann-Auditorium ein Eingriff.

(rhs) Das Mann-Auditorium (Heichal Hatarbut) gehört zu dem Gebiet, das Sir Patrick Geddes, der 1925 mit der städtebaulichen Planung Tel Avivs beauftragt worden war, als Kulturzentrum ausgeschieden hatte. Dieses umfasste das Habimah-Theater am Ende des

Rothschild-Boulevards, das nach Plänen von Oscar Kaufmann errichtet und 1946 eröffnet wurde. Das Auditorium, benannt nach dem russischstämmigen, amerikanischen Politiker Frederick R. Mann (1903–1987), wurde 1957 eingeweiht, zwei Jahre später der Helena-Rubinstein-Pavillon des Tel Aviver Kunstmuseums – beide nach Plänen von Dov Carmi und Ze'ev Rechter gebaut. Beide gehörten zu den Verfechtern der Bauhaus-Architektur, die Tel Aviv zu der «weissen Stadt» machen sollten, für die sie bis heute berühmt ist.

Die akustische Qualität des Auditoriums wurde immer wieder sehr unterschiedlich eingeschätzt.<sup>1</sup> Unzufrieden äusserte sich zunehmend das heimische Orchester. Das

Israelische Philharmonische Orchester (IPO) will das Haus denn auch akustisch aufrüsten.

Das Forum zur Rettung des Mann-Auditoriums opponierte diesen Plänen schon, nachdem die Unesco im Jahr 2003 die weisse Stadt zum Weltkulturerbe erkoren hatte. Damals sollte die gesamte Dachkonstruktion angehoben werden, um das Volumen des Saals zu erweitern, was nicht nur den Innenraum verändert, sondern auch das äussere Erscheinungsbild beeinträchtigt haben würde.

Nagata Acoustics, die mit dem Auftrag betraut wurden – dieselbe Firma, die die Elbphilharmonie akustisch trimmt (vgl. S. 22) –, versuchte daher, den Eingriff auf das Innere zu beschränken. Die Decke soll nun auf eine Höhe von 15 bis 16m angehoben, die Geometrie der Seitenwände verändert und das Parkett mit niedrigen Zwischenwänden und Podesten gegliedert werden.

Da die von dem Forum, das den Eingriff nach wie vor für nicht harmlos hält, erneut eingereichte Beschwerde kein Echo fand, lancierte es eine Petition, um mithilfe einer internationalen Öffentlichkeit den Druck auf die Stadt zu verstärken, den Eingriff zu überdenken.<sup>2</sup>

### Anmerkungen

1 Leo L. Beranek zitiert dazu namhafte Dirigenten; vgl. Leo L. Beranek: Music, acoustics & architecture. New York/London, 1962, S. 356

2 [www.petition.fm/petitions/mannauditorium](http://www.petition.fm/petitions/mannauditorium)

## ÄMTER UND EHREN

### BASLER DENKMALPFLEGE NEU PLATZIERT

(sda/rw) Die Denkmalpflege von Basel-Stadt wird auf den 1. September mit dem Hochbau- und Planungsamt zusammengelegt. Das hat die Regierung beschlossen. Dann tritt auch der neue Denkmalpfleger Daniel Schneller seinen Posten an; Chef des neuen Amtes wird Kantonsbaumeister Fritz Schumacher. Von der Zusammenlegung verspreche sich die Regierung «nicht nur Synergien und Effizienzgewinne, sondern letztlich auch eine Stärkung der Denkmalpflege». Schon die Vor-

bereitung der derzeitigen Zonenplanrevision habe sich auf eine Zusammenarbeit der beiden Ämter gestützt; diese solle nun institutionalisiert werden. Die Regierung hat auch eine Änderung der Verordnung über die Denkmalpflege beschlossen. Diese soll die Rechtssicherheit von Gebäudeeigentümern bei baulichen Veränderungen von denkmalgeschützten Liegenschaften erhöhen und eine freiere Zusammensetzung des Denkmalrats ermöglichen. Die Neuorganisation erfolgte in Absprache mit Denkmalpfleger Alexander Schlatter, der Ende Juni in Pension geht.

### KATHARINA DOBLER WIRD NEUE KANTONSPLANERIN IN BERN

(sda/rw) Die 53-jährige Katharina Dobler wird am 1. Januar 2011 neue Berner Kantonsplanerin. Sie ersetzt den in Pension tretenden Peter Rytz, der seit 34 Jahren im Dienst des Kantons steht, davon 17 als Kantonsplaner. Dobler ist im Kanton Solothurn aufgewachsen und studierte an der ETH Zürich Architektur. Nach dem Abschluss arbeitete sie in verschiedenen Raumplanungsbüros. Heute ist sie Teilhaberin und Ko-Geschäftsleiterin des Büros Hesse + Schwarze in Zürich.