

## Wie wird der neue Konzertsaal klingen? Vergleich von Simulation und Messung

**W**ir liefern die Antwort – und machen die zunächst nur in der Planung existierende Räume vorab „hörbar“! KÖTTER Consulting Engineers KG (KCE) gestaltet das Akustikdesign für raumakustisch anspruchsvolle Opernhäuser, Konzertsäle, Theater – aber auch einfache Hörsäle, Mehrzweckhallen und kleinere Räume. Das ist mit dieser hohen Qualität neu!

Schon die alten Griechen haben Theater aus akustischer Sicht konstruiert. Im Wesentlichen wurden Sitze konzentrisch bei definiert ansteigender Überhöhung vor der

viele Jahre ein spezielles Akustikwissen angehäuft, das auf subjektiven Empfindungen aufbauenden Erkenntnissen beruhte und weniger auf theoretischen Wissen und/oder geeigneten Berechnungsverfahren.

In den letzten Jahrzehnten dienten als Alternative zu den früheren Methoden Modelluntersuchungen. Noch heute werden zur raumakustischen Planung verkleinerte Modelle eingesetzt. Das heißt, echte Modelle des entsprechenden Bauwerkes wurden in aufwändiger Art und Weise hergestellt. Mit Verkleinerung des Modellmaßstabes wird



▲ Konzertsaal „Oriental Art Center in Shanghai“

Bühne mit reflektierender Rückwand platziert. Somit war sicher gestellt, dass jeder Zuhörer mit Direktschallenergie versorgt wurde. Neben seinerzeit geringem Umgebungsgeräusch und schallverstärkenden Trichtern ist das eine Ursache für eine meist „mystifizierte“ Akustik. Eine Analyse der Situation zeigt, dass einfache physikalische Gesetze zur Anwendung kamen.

Auch im Mittelalter gab es Akustiker. Das waren Baumeister, die Kirchen und Konzertsäle besuchten und sich von dem betreffenden Raum Eindrücke durch Hören, Klatschen oder/und Impulsanregung mit einem Stock verschafften. Der neue Raum wurde nach dem am besten geeigneten Vorbild nachgebaut und durch leichte Variation den eigenen Anforderungen angepasst. Somit war sicher gestellt, dass es keine bösen Überraschungen gab – allerdings auch keine durchgreifenden Verbesserungen. Hier herrschte das „Zufallsprinzip“. Trotzdem hat sich über

der Frequenzbereich zu hohen Frequenzen transformiert – in der Regel ist das dann Ultraschall. Um die Ausbreitungseigenschaften im Modell denen der Realität anzunähern, wurde mit getrockneter Luft und Ultraschallmesstechnik simuliert. Das Verfahren hat sich in engen Grenzen bewährt, ist allerdings sehr aufwändig und damit teuer und bietet zudem wenig Flexibilität.

### Auch im Mittelalter gab es Akustiker

Die meisten heute noch eingesetzten einfacheren Verfahren basieren auf empirischen Berechnungsformeln z. B. nach „Sabine“ und setzen ein ideales diffuses Schallfeld voraus. Die Praxis zeigt, dass das jedoch meistens reine Theorie ist und Abweichungen zur Realität groß sein können. Bereits in kleinen bis mittelgroßen, akustisch bedämpften

Fortsetzung Seite 2 ▶

### Eine Menge Bau- und Raumakustik

Beispiele unserer Arbeit aus unserem Fachbereich Bauphysik und Immissionen, finden Sie in dieser Ausgabe unserer Hauszeitung „Good Vibrations“.



Jedes Gebäude, jeder Raum hat andere Nutzungsansprüche zu erfüllen. Bei wenigen ist die Bau- und Raumakustik unwichtig. In einem Badepark sind andere Anforderungen zu erfüllen, als in einem Konzertsaal! Und trotzdem geht es um das Gleiche: Sprache oder Gesang soll zu verstehen sein, Halligkeiten sollen vermieden werden, kurz gesagt: Der Mensch muss sich wohlfühlen und dies tut er, wenn das Raumklima und die Akustik stimmt.

Wir unterstützen Planer, Architekten und Bauherren in ganz Deutschland bei den unterschiedlichsten – großen und kleinen – Projekten und haben Erfahrung seit 1978. Aber lesen Sie selbst die Beispiele auf den nächsten Seiten und machen Sie sich ein Bild von unserer täglichen Arbeit.

Viel Spaß beim Lesen!

Herzlichst Ihr  
Erwin W. Kötter

### ▶▶▶ INHALT ▶▶▶

- ▶ Wie wird der neue Konzertsaal klingen?
- ▶ Badepark Bad Bentheim fertiggestellt und eröffnet
- ▶ Die Schauburg – neuer Mittelpunkt in Iserlohn für Events, Tagungen, Feierlichkeiten
- ▶ Der A 380 in Frankfurt Airport
- ▶ Neues Gütesiegel für den Schallschutz im Wohnungsbau

Es reicht nicht aus, Talent zu haben, man muss es auch zu nutzen wissen.

(Alphonse Allais)

Fortsetzung von Seite 1 ▶

Räumen gemessene Nachhallzeiten – z. B. Turnhallen - weisen real zum Teil doppelt so lange Nachhallzeiten als berechnete.

Unsere neueren Raumakustiksimulationen lieferten die selben Ergebnisse wie die Messungen. Die genauere Analyse ergab, dass die Anwendung der geometrischen Akustik deutlich präzisere Ergebnisse liefert als Standardverfahren der statistischen Raumakustik. Mehrfachreflexionen zwischen Wandparallelen erreichen nicht die an der Decke angeordneten Absorber. Dieser Effekt ist in vielen, auch kleineren Räumen zu beobachten und zu berücksichtigen. Er tritt auch in

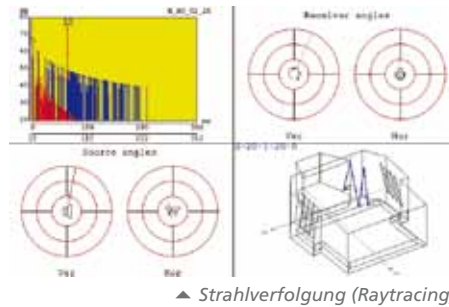
**Mehrfachreflektionen zwischen Wandparallelen erreichen nicht die an der Decke angeordneten Absorber**

Unterführungen auf: trotz idealer Absorber – das sind die seitlichen Öffnungen – herrschen lange Nachhallzeiten bzw. umlaufende Reflexionen an Wandparallelen vor. Klassische Modelle vernachlässigen diesen Effekt, der dagegen mit der geometrischen Akustik gut zu beschreiben ist.

Obwohl die Beschreibung komplexer Schallfeldern mit der bekannten Physik schon lange in der Theorie möglich ist, scheiterten digitale Simulationen bisher an vertretbaren Rechenzeiten. Modelle, die Beugung etc. berücksichtigten, überforderten die Rechensysteme. Nun existierten optimierte Be-

rechnungsverfahren. Mit neuen Rechnern und spezieller Software erfolgt die Modellierung von 3D – Räumen mittels CAD.

Die zentralen Ergebnisse der Simulation sind Raumimpulsantworten. Deren Aufbereitung liefert frequenzabhängige Daten wie Nachhallzeiten, Deutlichkeits- und Klarheitsmaße, Absorptionsgrade usw.



Die Ergebnisse unserer Simulationen sind sehr gut - das zeigen Vergleiche mit Messungen. Letztlich – wie so oft bei theoretischen Modellen - bestimmt die Qualität der Eingaben das Resultat – das braucht Erfahrung.

Ein weiteres Nebenprodukt der Simulationen ist die Möglichkeit, im Studio aufgenommene, durch die Umgebung unverfälschte Musik oder Sprache hörbar zu machen. Das geschieht mittels Faltung mit der für den virtuellen Raum berechneten Impulsantwort. Die Faltung ist ein mathematisches Verfahren und wird vom Rechner abgearbeitet. Das System liefert binaurale

für Kopfhörer optimierte Signale, für Lautsprecher oder/und 5.1 Surround - Systeme. Die akustischen Hörproben sind beeindruckend und zur akustischen Beurteilung aussagekräftiger als jedes Zahlenwerk.

Dieses Simulationsverfahren ist ebenfalls zur Sanierung vorhandener Räume anwendbar. Die Berechnungen können mit Messergebnissen abgeglichen und somit die Planungssicherheit erhöht werden.

Die Auswahl geeigneter weiterer raumakustischer Maßnahmen wie spezielle Absorberflächen, Reflektoren usw. wird simuliert und anschließend mit dem hochwertigsten Sensor – unser Gehör – überprüft.

Gerade bei unterschiedlichsten Bedingungen in Mehrzweckhallen zeigt sich der Vorteil dieser Art der Simulation: Die Anforderungen an Sprach- und musikalische Akustik sind gegensätzlicher Natur – beides zusammen in einem Raum stellt einen Kompromiss dar. Mithilfe der Auralisierung wird der Unterschied „hörbar“ und die Wirkung flexibler raumakustischer Maßnahmen wird präzise gestaltet.

Somit ist zusätzlich zu „akustischen“ Zahlen auch für den Laien leicht nachvollziehbar, was der Akustiker plant.

**Hörbeispiele auf unserer Homepage, unter dem Punkt „Aktuelles“ auf [www.koetter-consulting.com](http://www.koetter-consulting.com)**

Dipl.-Ing. Arno Schällig  
schallig@koetter-consulting.com



▲ Badepark Bad Bentheim • Foto: Jörg Albano-Müller

**Badepark Bad Bentheim fertiggestellt und eröffnet**

**B**eratungen zum Schallimmissionsschutz und zur Bauphysik von der Bauleitplanung bis zur Fertigstellung – Bedeutung der Raumakustik wird häufig verkannt.

Am 20. Dezember 2009 wurde in Bad Bentheim das neue Hallenbad mit verschiedenen Sport-, Attraktions- und Kinderbecken sowie einer 60m-Rutsche fertiggestellt. Angeschlossen ist ein Saunabereich mit fünf Themensaunen im Innen- und Außenbereich sowie Gastronomie.

Bereits im Sommer war das Naturschwimmbad mit 1.750 m<sup>2</sup> Wasserfläche, Sprungfeldern und Beach-Volleyballfeld eröffnet worden. Vorteil eines Naturschwimmbades ist, dass es ganz ohne Chlor und sonstige Chemikalien auskommt.

Für das Wettbewerbsmanagement und die Projektsteuerung war die agn Niederberghaus & Partner GmbH verantwortlich, die eine Einhaltung der Termine und Kosten gewährleisten konnte.

Geplant wurde das Objekt vom Architekturbüro Geising & Böker GmbH aus Hamburg, das sich auf den Bäderbau spezialisiert hat. Bereits zu einem frühen Zeitpunkt im Rahmen des Wettbewerbs und der Bauleitplanung wurde KÖTTER Consulting Engineers KG hinzugezogen, um die Belange des Schallimmissionsschutzes zu begutachten, da sich in der Nachbarschaft des geplanten Bades schützenswerte Wohnbebauung befindet.

Die Geräuschimmissionen von Badeplätzen und Erlebnisbädern werden nach der Niedersächsischen Freizeitlärm-Richtlinie bewertet. Ausschlaggebend für derartige Anlagen sind die sozialen Geräusche der Besucher. Neben der Wohnbebauung musste auch die Ferienhaussiedlung berücksichtigt werden, die zur Zeit nördlich des geplanten Bades entsteht.

Die von KÖTTER Consulting Engineers KG erstellte bauphysikalische Planung umfasste die Bereiche Bau- und Raumakustik sowie die thermische Bauphysik. Insbesondere die Bedeutung einer guten Raumakustik durch ausreichende Bedämpfung wird häufig ver-



Die Schauburg liegt an der Hans-Böckler-Straße in Iserlohn und blickt auf eine lange Geschichte zurück, die bis in das Jahr 1887 zurückreicht. Vollständig renoviert und mit neuester Event- und Tagungstechnik ausgestattet, bietet sie seit Juni 2009 vielerlei Möglichkeiten der Nutzung. Die Schauburg besteht aus verschiedenen Sälen, die unterschiedliche Schwerpunkte der Nutzung bieten. Der Silbersaal beispielsweise, mit seinen historischen Stuckdecken und Lüstern, hat eine ganz besondere Atmosphäre. Er zeigt sich in stilvoller Eleganz mit einem jugendlichen Charme. Von der lockeren Stehparty über eine Tagung bis zum niveauvollen Dinner mit Kandelabern - alles ist im Silbersaal möglich.

Dabei hatte alles mit vielen Bedenken angefangen. Der Besitzer der Schauburg, die Familie Edelhoff, kauften das Abrissobjekt vor einigen Jahren und obwohl ein Gutachten dem maroden Bauwerk keine Chance mehr einräumte, war es Ziel der Familie aus

### Der Silbersaal zeigt sich in stilvoller Eleganz

diesem, als gesellschaftlichen Treffpunkt bekannten Haus in Iserlohn, wieder einen attraktiven Treffpunkt zu machen. Die Familie beauftragte mit der Planung der Umbaumaßnahmen das Ingenieurbüro Hilker. Begonnen wurde mit den Restaurierungs- und Sanierungsarbeiten zunächst allerdings bei den Wohnungen im angebauten Gebäudeteil. Danach tastete man sich langsam an die alten Gemäuer heran, es wurden hässliche Anbauten abgerissen und irgendwann stand fest: Die Schauburg bleibt!

Angelangt bei den Planungen zum Schallschutz wurde das Unternehmen KÖTTER Consulting Engineers KG (KCE) aus Rheine für die schalltechnische Untersuchung zu

kannt. Der deutlich höhere Lärmpegel durch soziale Geräusche in Bädern mit wenig Absorptionsflächen gegenüber Bädern, die raumakustisch gut ausgestattet sind, hat zwei Ursachen:

<http://www.panomix.de/badepark-bentheim/ingang.html>

Einerseits werden die Schallwellen an den Raumbegrenzungsflächen immer wieder reflektiert und andererseits wirkt sich der sogenannte Lombard-Effekt besonders stark aus. Dieser beschreibt den Effekt, dass der Mensch seine Stimme bei hohem Umgebungsgeräuschpegel anhebt, um sich verständlich zu machen. Dies wiederum führt zu einer weiteren Erhöhung des Umge-

## Die Schauburg – neuer Mittelpunkt in Iserlohn für Events, Tagungen und Feierlichkeiten

Für das historische Gebäude in der Innenstadt musste ein besonderes Schallschutzkonzept erstellt werden.



▲ Schauburg Iserlohn

den Tagungs- und Konferenzräumen der Schauburg hinzugezogen. Durch eine geeignete schalltechnische Dimensionierung der Außenfassade unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer Aspekte musste sichergestellt werden, dass einerseits die benachbarte Wohnbebauung bei lauterer Festlichkeiten nicht gestört und andererseits bei ruhigen Veranstaltungen die Besucher der Schauburg nicht durch den Straßenverkehr gestört werden. Hierzu wurden spezielle Fensterkonstruktionen und spezielle schalltechnische Maßnahmen für den Bereich oberhalb der Stuckdecke ausgelegt.

Im Weiteren wurden die Bauteile zwischen den Nutzungseinheiten schalltechnisch so dimensioniert, dass Störungen untereinander vermieden werden.

Somit wird der optische Genuss der stilvollen Eleganz der Schauburg nicht durch Außen-geräusche negativ beeinflusst.

Nähere Informationen zur Schauburg, zu den Veranstaltungen und Events finden Sie demnächst auf der Internetseite:

[www.schauburg-goldsaal.de](http://www.schauburg-goldsaal.de)

Dipl.-Ing. Helmut Hinkers  
[hinkers@koetter-consulting.com](mailto:hinkers@koetter-consulting.com)

bungsgeräuschpegels usw., usw.

Im Hinblick auf die Kosten von Absorptionsmaßnahmen wird bei der Planung von Freizeitbädern und sonstigen Freizeiteinrichtungen (wie z. B. Kinderfreizeitanlagen)

leicht zu objektivierenden Maßstäben wie Attraktionen (Rutschenlänge, Preis, Entfernung usw.), sondern auch nach anderen Maßstäben wie die Akustik und die architektonische Gestaltung.

Es ist erfreulich, dass diesen beiden Faktoren, die im Wesentlichen die Behaglichkeit bestimmen, vom Planungsteam, dem Projektsteuerer sowie dem Bauherrn besonderes Augenmerk gewidmet wurde.

Wir empfehlen jedem, sich von dem Ergebnis persönlich zu überzeugen und sich einen „schönen Tag“ im Badepark Bad Bentheim zu machen.

Dipl.-Ing. Helmut Hinkers  
[hinkers@koetter-consulting.com](mailto:hinkers@koetter-consulting.com)

immer wieder eingewendet, dass aufgrund der Kinderschreie in solchen Räumen grundsätzlich ein hoher Lärmpegel vorliegt und diese Kosten gespart werden können. Wer so argumentiert, verkennt, dass sich eine Freizeitanlage zum großen Teil durch die Besucher finanziert. Und diese treffen die Wahl der Freizeitanlage (ob Freizeitbad oder sonstige Anlage) nicht nur nach den

## Der Airbus 380 in Frankfurt Airport

Die Fraport AG schafft die Infrastruktur für den neuen Airbus 380, von dem die Lufthansa 15 Stück betreiben will. Dazu gehört auch die Wartung des Riesenvogels. Neben einer neuen Startbahn entsteht ein neues Terminal sowie bei der Lufthansa-Technik eine neue Wartungshalle.



▲ Airbus A380

Die Fraport AG wird von den Anrainern beklagt – ein Grund der Klagen ist weite- rer Lärm, ein Gutachterstreit ist entbrannt. Der 11. Senat der hessischen Verwaltungs- gerichtshofs hat Dipl.-Ing. Arno Schällig als unabhängigen Sachverständigen bestellt und eine umfassende Untersuchung zur Ge- räuschsituation in Auftrag gegeben. 2 Jahre nach Vorliegen der Ergebnisse hat der 11. Senat nun am 23.02.2010 das Urteil bekannt gegeben. In der kommenden Good Vibrations wird mehr über das Verfahren berichtet.

Dipl.-Ing. Arno Schällig  
schaellig@koetter-consulting.com



## Neues Gütesiegel für den Schallschutz im Wohnungsbau

Analog dem Energieausweis gibt es nun einen Schallschutzausweis für den Wohnungsbau.

Im März 2009 hat die Deutsche Gesellschaft für Akustik e. V. (DEGA) die DEGA-Empfehlung 103 „Schallschutz im Wohnungsbau-Schallschutzausweis“ verabschiedet.

Neben dem Energieverbrauch einer Wohnung, der sich für den Bewohner/Eigentümer finanziell auswirkt, gewinnt auch die schalltechnische Qualität bei der Entscheidung eines Käufers oder Mieters einer Wohnung immer größere Bedeutung.

Mit der Richtlinie VDI 4100 wurden bereits 1994 für Wohnungen drei Schallschutzstufen festgelegt und mit den erforderlichen schalltechnischen Kenngrößen des baulichen Schallschutzes versehen.

### Die Einstufung in eine Schallschutzklasse erfolgt nach einem Punktesystem

Der neue Schallschutzausweis hingegen unterscheidet sieben Schallschutzklassen (Klasse A\* bis Klasse F\*) und bewertet neben dem baulichen Schallschutz auch den Standort und die Außenlärmsituation. Mit dem Ausweis wird für die Planungsbeteiligten und insbesondere für den Nutzer (Käufer, Bewohner) eine einfache, verständliche

und verbraucherorientierte Bewertung geschaffen.

Die Einstufung in eine Schallschutzklasse erfolgt nach einem Punktesystem. Hierbei wird nicht nur die Höhe der Schalldämmung der Bauteile und die Höhe der Geräusche durch haustechnische Anlagen berücksichtigt, sondern auch die Grundrissanordnung (z. B. Anzahl direkt angrenzender Nachbarwohneinheiten, Anordnung der lauten Räume). So werden beispielsweise für Wohnungen mit nur einer Nachbarwohneinheit (Doppelhaushälfte) 20 Punkte vergeben, für Wohnungen mit vier angrenzenden Wohneinheiten (Mehrfamilienhaus) nur 5 Punkte.

Im Weiteren wird berücksichtigt, ob die Schalldämm-Werte nur durch Prognose oder durch Messung ermittelt wurden. Hier gibt es je nach Messverfahren (Kurz- oder Norm-Messung) zusätzliche Punkte.

Es ist wünschenswert, dass der „DEGA-Schallschutzausweis“ von den Nutzern angenommen wird, da er die schalltechnische Qualität einer Wohnung gut und darüber hinaus auch verständlich darstellt..

Dipl.-Ing. Helmut Hinkers  
hinkers@koetter-consulting.com

### Vorankündigung:

Wir laden ein zum  
**6. Rheiner Windenergie-Forum  
am 11. und 12. Mai 2011**

Wir freuen uns, Sie zu dieser Veranstaltung in Rheine begrüßen zu dürfen.

Mehr erfahren Sie in Kürze auch auf  
[www.koetter-consulting.com](http://www.koetter-consulting.com)

Tagesseminar

### „Windenergie & Schall – Basiswissen“

am Mittwoch, 5. Mai 2010 in Rheine

**Jetzt anmelden!**

Fordern Sie unseren Prospekt an  
oder informieren Sie sich unter  
[www.kce-akademie.de](http://www.kce-akademie.de)

### HUSUM WindEnergy 2010 vom 21. bis 25. September

Sie finden uns in Halle 1  
am Stand C 02.

Wir sind für Sie persönlich vor Ort  
und freuen uns auf Ihren Besuch!

[www.koetter-consulting.com](http://www.koetter-consulting.com)

### KÖTTER Consulting Engineers KG

Bonifatiusstraße 400  
D-48432 Rheine  
Tel. +49 (0) 5971-9710.0  
Fax +49 (0) 5971-9710.43  
info@koetter-consulting.com

Handelsregister Steinfurt HRA 4948  
USt-IDNr.: DE 814 561 321  
Komplementäre Erwin W. Kötter und  
KÖTTER Consulting Engineers Verw.-GmbH  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Erwin Kötter,  
Dr.-Ing. Johann Lenz,  
Margret Grobosch

### KÖTTER Beratende Ingenieure Berlin GmbH

Balzerstraße 43  
D-12683 Berlin  
Tel. +49 (0) 30-52 6788.0  
Fax +49 (0) 30-54 360.16  
info@kbi-berlin.de

Handelsregister Berlin HRB-Nr. 44230  
USt-IDNr.: DE 157 53 44 94  
Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Bernd Fleischer

