



# Das Geheimnis der Konzertsäle

Warum musizierte Karajan so gerne in der Berliner Jesus-Christus-Kirche? Wieso klingt die Londoner Royal Albert Hall so beeindruckend? Der Akustiker Klaus-Hendrik Lorenz lüftet den Schleier der Aura von Europas führenden Konzertsälen.

Report und Fotos: Dipl.-Phys. Klaus Hendrik Lorenz und Dipl.-Ing. Martijn Vercammen

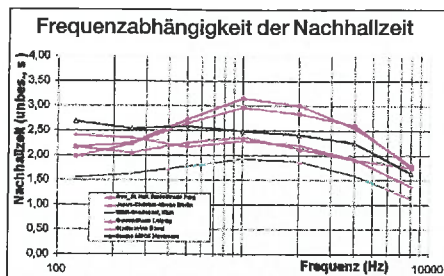
**W**ährend eines Konzerts in der Stadthalle Wuppertal kam es vor einigen Jahren zu einer seltenen Geste: Beim Applaus nach einer Aufführung von Bruckners 5. Sinfonie durch das NDR-Sinfonieorchester drehte sich der Dirigent Günter Wand zum Publikum und wies mit seinen Armen auf den Konzertsaal. Mit dieser Würdigung machte er deutlich, wie sehr die Akustik der Stadthalle seinen Vorstellungen entsprach und seiner Interpretation entgegen kam.

Was aber ist das Besondere an den einzelnen Konzertsälen? Zum einen die Architektur und Atmosphäre. Zum anderen aber entscheiden vor allem die akustischen Eigenschaften darüber, ob sich ein Saal für die Aufführung von Musik bestimmter Stile eignet.

In der Fachsprache wird diese Eigenschaft „Hörsamkeit“ genannt. Im Gegensatz zur eindeutig über Hörtests mit Nonsense-Silben (Logatomen) messbaren Sprachverständlichkeit eines Raums ist die Hörsamkeit

jedoch sehr komplex und von einer Vielzahl von Faktoren abhängig. Der am weitesten variiierende Parameter ist dabei der Musikstil. So gibt es speziell entworfene Säle für Pop (etwa die neue Amsterdam Music Hall), für Kirchenmusik und eben für die verschiedenen Klassik-Richtungen.

Unter den zahlreichen akustischen Parametern wie Klarheit, Deutlichkeit oder Hallmaß hat sich die frequenzabhängige Nachhallzeitkurve zur Kennzeichnung des



**CHARAKTERISTISCH:** Die frequenzabhängigen Nachhallzeitkurven kennzeichnen die Klangeigenarten der hier vorgestellten Säle.

Klangcharakter als geeignet erwiesen. Unter der Nachhallzeit ist dabei die Zeit definiert, in welcher das Nachklingen eines Schalleignisses nach dessen Ende auf ein  $1/10$ stel seiner Schallenergie (entspricht  $-60$  Dezibel) abgefallen ist.

Als notwendiges, jedoch nicht hinreichendes Kriterium für eine gute Hörsamkeit eines Konzertsaals gilt ein Richtwert für die Nachhallzeit (im mit Publikum besetzten Zustand) von 2,0 bis 2,1 Sekunden. Zur Darstellung der frequenzabhängigen Nachhallzeitkurve wird die Nachhallzeit (gemessen in Sekunden) über der betrachteten Frequenz (gemessen in Hertz) aufgetragen – und so eine Kurve dargestellt, die dem Klang eines Saales gut zuzuordnen ist.

Da die Nachhallzeitkurve innerhalb eines Raums kaum variiert, kann man mit ihr die als fundamental empfundenen Unterschiede zwischen den Klangcharakteren der Säle beschreiben. In der Grafik oben sind die Nachhallzeitkurven der in diesem Artikel vorgestellten Säle abgebildet. Für seine Doktorarbeit untersuchte der Autor bislang mehr als zwei Dutzend Konzertsäle aller Größen- und Qualitätsstufen – stets mit dem exakt gleichen Mess-Equipment und -Aufbau.

## 1. STADTCASINO BASEL

Ende des 18. Jahrhunderts entstand im Zuge der gesellschaftlichen Veränderungen ein neuer Raumtypus: der „Konzertsaal“, ein vornehmlich für die Aufführung von öffentlichen Konzerten vor Publikum genutzter Raum. Der klassizistische Konzertsaal im Stadtcasino Basel von 1778 ist einer der ältesten, wenn nicht der älteste erhaltene Konzertsaal – das leider im Zweiten Weltkrieg

zerstörte drei Jahre jüngere „Alte Gewandhaus“ in Leipzig war wie das Stadtcasino Vorbild vieler anderer Säle. Es handelt sich hier um einen besonders schönen, stilreinen Saal in klassischer Quaderform, dem so genannten „Schuhkarton“. Diese Form ist in akustischer Hinsicht für einen Konzertsaal am günstigsten, da sich hier von allen Raumformen die höchste Dichte an Eigenfrequenzen entwickeln kann, was einem gleichmäßigen Ausklingen der Schallereignisse förderlich ist.

Dieser Effekt wird durch die vielen schallbrechenden architektonischen Details wie Putten, Figurinen, Stuckornamente und Säulen verstärkt. In seinem Volumen von 10500 Kubikmeter finden 1448 Personen Platz. Da die Nachhallzeitkurve sehr ausgeglichen ist (rote Kurve in der Grafik), klingt der Saal rund und fein. Wäre da nur nicht die ungenügend schallisolierte Straßentrasse direkt neben dem Konzertsaal...

## 2. DVORÁK HALL IM RUDOLFINUM, PRAG

Ein erster Klangeindruck von diesem festlichen Saal kann (wie bei so vielen anderen Sälen auch) durch dort eingespielte Aufnahmen gewonnen werden – die Dvorák Hall des Rudolfinums in Prag stellt gewissermaßen das Heimatstudio der Supraphon dar. Bei den Messungen war unsere Überraschung groß, in der Dvorák Hall einen in der akustischen Fachliteratur eindeutig zu kurz gekommenen Saal anzutreffen, der zu den schönsten der Welt gezählt werden muss.

In seinem 10000 m<sup>3</sup> großen, beinahe kubischen Volumen liegt mit rund 1100 Personen beinahe das optimale Verhältnis von 10 m<sup>3</sup> pro Person vor. Die Musiker sind auf einem kompakten, etwas zurückgenommenen orchestermuschelartigen Bühnenraum untergebracht, was vielleicht den hohen Klarheitseindruck dieses Saals erklärt. Den unteren, durch Seitenwände eingerahmten Zuhörerraum umgibt eine hohe Säulengalerie, die den späten Nachhall begünstigt.

Die Nachhallzeitkurve (blaue Kurve der Grafik) weist ein ausgeprägtes Maximum bei 1 Kilohertz auf, was die Brillanz dieses Saales erklärt. Dieser Konzertsaal ist ein Erlebnis, das man am besten mit einem Programm »



**HISTORISCH:** Der klassizistische Konzertsaal im Stadtcasino Basel von 1778 war in seiner „Schuhkarton“- Bauweise Vorbild für viele andere Säle.



**FESTLICH:** Die Dvorák Hall in Prag fasziniert durch ihre festliche Atmosphäre und ihren brillanten Klang.



**TYPISCH:** Der strahlende Klang der Jesus-Christus-Kirche in Berlin kennzeichnet zahlreiche Aufnahmen von Furtwängler, Fricisay und Karajan.

Zur Person:



**Klaus-Hendrik Lorenz**  
Diplom-Physiker

Klaus-Hendrik Lorenz studierte Physik, Phonetik und Musikwissenschaften und promoviert derzeit über Europäische Konzertsäle an der Universität zu Köln. Er ist Mitarbeiter der Peutz Consult GmbH Düsseldorf, einem der renommiertesten Akustikberater Europas, und arbeitet eng zusammen mit Martijn Vercammen, dem Direktor der Abteilung Akustik der Peutz-Unternehmensgruppe und Präsidenten der Niederländischen Akustischen Gesellschaft NAG. Peutz beriet etliche Raumakustik-Projekte, so die Renovierung des Concertgebouw Amsterdam und der Londoner Royal Albert Hall, das Studio MCO5 in Hilversum, den Konzertsaal Enschede, den variablen Konzertsaal im IRCAM/Paris, den Kammersiksaal Haus Witten sowie das brandneue Muziekgebouw Amsterdam. Bei Peutz werden für solche Projekte maßstäbliche Raumakustik-Modelle erstellt, mit deren Hilfe Varianten für Konzertsäle im Vorfeld der Baumaßnahmen getestet und optimiert werden können. Ergänzt werden die Modellmessungen durch Computersimulationen und durch Messungen zur Schalldämmung oder Absorption von Trennbauteilen und Einbauelementen.



**AKUSTIK-LABOR VON PEUTZ:** In einem Hallraum werden Baumaterialien und Konstruktionen wie Theaterstühle auf ihre Schallabsorption hin untersucht.

tschechischer Musik von Smetana oder – noch besser – Dvorák genießt: Der Meister soll hier noch selbst dirigiert haben.

**3. JESUS-CHRISTUS-KIRCHE BERLIN-DAHLEM**

Die meisten Konzertsäle eignen sich akustisch für eine bestimmte Musikrichtung am besten. Doch es gibt auch eine kleine Gruppe von Sälen, wo Musik beinahe jeder Stilrichtung und Epoche gut klingt. Zu nennen sind neben der Dvorák Hall besonders der Große Sendesaal des WDR in Köln und die Jesus-Christus-Kirche in Berlin-Dahlem.

Dieser rechteckige Backsteinbau mit Satteldach, erbaut Ende der zwanziger Jahre, war zunächst nur durch seine recht bescheidene Sprachverständlichkeit bei Gottesdiensten bekannt. Seit Furtwängler in ihr einen Ersatz für die im Zweiten Weltkrieg zerstörte Alte Berliner Philharmonie fand, wird sie jedoch bis heute beinahe wöchentlich für Aufnahmen verwendet – die meisten von Karajans klanglich schönsten Aufnahmen der 60er und 70er Jahre mit den Berliner Philharmonikern entstanden in diesem akustisch hochinteressanten Raum, der leider nur selten für Konzerte benutzt wird.

Seine Nachhallzeitkurve (rosa Kurve der Grafik) weist – wie die Dvorák Hall – ein ausgeprägtes Maximum bei 1 kHz auf, was wiederum die Brillanz des Klangs erklärt. Gemeinsam mit der vergleichsweise hohen Verschmelzung ergibt sich ein Klang, der sich für Aufnahmen romantischer Musik sehr gut eignet, jedoch auch das Orchesterwerk etwa der neuen Wiener Schule voll zur Geltung kommen lässt.

**4. STUDIO MCO5 HILVERSUM**

Das Studio MCO5 gehört zum Musikzentrum des Niederländischen Rundfunks in der Medienstadt Hilversum und dient vor allem als Aufnahme- und Probenraum für die großen Radiosinfonieorchester der Niederlande. Ziel beim Entwurf des durch Peutz beratenen, 16 000 m<sup>3</sup> großen Quadersaals war die akustische Nachbildung der Klangeigenschaften des berühmten Concertgebouw Amsterdam bei einem zugleich hervorragenden Klang für Orchesterproben und



**UNGEWÖHNLICH:** Gemeinsam mit Architekten gestaltete Treppendiffusoren sorgen im Studio MCO5 des niederländischen Rundfunks für genügend Diffusität.



**OPTIMIERT:** Im Großen Sendesaal des WDR Köln wird Musik verschiedenster Stile aufgeführt und aufgenommen – von Bruckner über Jazz bis Weltmusik.



**PRESTIGETRÄCHTIG:** Das Gewandhaus in Leipzig von 1981 wahrt die gute Klangtradition seines Namens.

Aufnahmen. Dazu wurden ungewöhnliche, teilweise sogar variable Maßnahmen getroffen, um die Absorption und vor allem die Diffusität (oder Klangmischung, die eine sehr wünschenswerte Klangeigenschaft für Konzertsäle darstellt) zu optimieren – etwa durch gemeinsam mit dem Architekten gestaltete Treppendiffusoren.

Die Nachhallzeitkurve (schwarze Kurve der Grafik) verläuft zu tiefen Frequenzen hin relativ gerade, was für einen warmen, sonoren Klang sorgt, von dem man sich beispielsweise mit der Oper „Boris Godunow“ von Modest Mussorgsky (Orchester der Kirov-Oper unter der Leitung von Valery Gergiev) ein farbiges Bild machen kann.

### 5. KLAUS-VON-BISMARCK-SAAL, WDR KÖLN

Der Große Sendesaal des WDR in Köln gehört nach jahrzehntelanger akustischer Optimierung ebenfalls zu der Kategorie, die für alle Arten Musik beinahe gleichgut geeignet scheinen. In ihm wird regelmäßig Musik verschiedenster Stile aufgeführt und aufgenommen – von Bruckner über Jazz bis zur Weltmusik. Obwohl nur rund 600 Zuhörer Platz finden, ist das Orchesterpodium so gestaltet, dass alle Ensemblegrößen bis zum großen, spätromantischen Symphonieorchester hier untergebracht werden können, ohne dass sich ein kleines Ensemble hier verloren vorkäme.

In dem etwa 6800 m<sup>3</sup> großen Volumen liegt auch hier ein beinahe optimales Verhältnis von fast 10 m<sup>3</sup> pro Person vor. Seine Nachhallzeitkurve (türkise Kurve der Grafik) weist einen ausgeglichenen Verlauf mit einem flachen Maximum bei 1 bis 2 kHz auf, was die Neutralität des Klangbilds erklärt.

### 6. GEWANDHAUS LEIPZIG

Das Gewandhaus in Leipzig, 1981 eingeweiht, ist durch viele Konzertübertragungen etwa des MDR wie auch Konzerte des berühmten Gewandhausorchesters bekannt. Es ist ein 21 000 m<sup>3</sup> großer Konzertsaal einer neuen Generation, die mit dem Konzertsaal De Doelen in Rotterdam Anfang der 1960er Jahre begann, und besitzt einen Grundriss in Form eines langgestreckten Sechsecks, das

ein Kompromiss zwischen Schuhkarton- und Fächerform ist.

Der Bau dieses Saales für 1900 Zuhörer war ein Prestige-Objekt der ehemaligen DDR, der die Tradition der zwei vorherigen Konzertsäle mit dem Namen „Gewandhaus“ wahren sollte: Das erste („Alte“ Gewandhaus, 1781) war gemeinsam mit dem kurz zuvor entstandenen Konzertsaal im Stadtcasino Basel Vorbild für die ersten Bauwerke des neuen Typs, das zweite („Neue“ Gewandhaus, 1882) galt gemeinsam mit den beinahe zeitgleich entstandenen Sälen der Alten Philharmonie in Berlin und der (alten) Tonhalle Düsseldorf als Maß aller Dinge für Konzertsäle – ein Jammer, dass alle drei den Zweiten Weltkrieg nicht überdauerten.

Daher wurden vor dem Bau des Neuen Saales ausgiebige akustische Untersuchungen an raumakustischen Modellen durchgeführt, um vor dem Bau die Form und notwendigen Maßnahmen zu testen. Architektonisch interessant ist, wie hier die Aufgabe gelöst wurde, die Wände durch schallstreuende und klangleisende Diffusoren aufzugliedern. Die Höhenversetzung der einzelnen Publikumsblöcke schafft vertikale Wandstücke (so genannte Weinbergstufen), die für günstige frühe seitliche Reflexionen bei den Zuhörern sorgen.

Die Nachhallzeitkurve (violette Kurve der Grafik) weist einen ausgeglichenen Verlauf auf, was die Neutralität dieses Saales erklärt und ihn ebenfalls der Gruppe zuordnet, wo die meisten Musikstile gut klingen – und was einen Konzertbesuch im Gewandhaus in jedem Fall empfehlenswert macht.

## In der nächsten Folge

In *stereoplay* 7/05 analysieren wir unter anderen die Royal Albert Hall, das Concertgebouw Amsterdam und den Großen Saal des Wiener Musikvereins. Dazu bringen wir eine Heft-CD mit Hörbeispielen aus all den vorgestellten Sälen, verbunden mit einem Gewinnspiel, in dem es auch darum geht, ob Sie die Säle wiedererkennen!

## Der Mess-Aufbau

Alten Hasen der Akustik genügt oft der Knall eines platzenden Ballons, um den Klang eines Saales einzuordnen. Um jedoch den wissenschaftlichen Anforderungen einer vergleichenden Untersuchung gerecht zu werden, wurden in den Sälen mit identischen Messgeräten und Einstellungen binaurale (zweikanalige) Impulsantworten gemessen, und zwar mit einem PC-gestützten Messsystem, das mit pseudostochastischen Maximalfolgen arbeitet. Die Impulsantworten werden nicht allein an standardisierten, typischen Hörerplätzen, sondern auch auf dem Podium und möglichen Hauptmikrofon-Positionen vorgenommen. Die Grafik unten ist ein Beispiel einer solchen Impulsantwort in ETC-Darstellung (Energy Time Curve, gemessen im Oktavband 1 kHz). Den prinzipiellen Messaufbau finden Sie in der Skizze ganz unten. Aus den so gewonnenen Impulsantworten können mit Hilfe spezieller Computerprogrammskripte die akustischen Parameter berechnet werden. In einem weiteren Schritt können die binauralen Impulsantworten, die ja alle Charakteristika des Klangs an jenem Platz des Saales enthalten, durch eine Faltung mit schalltot aufgenommener Musik verrechnet werden (Auralisation). Mit diesem Trick gelingt es, Teilnehmern an Hörtests dasselbe Stück Musik virtuell in den verschiedenen Sälen zu präsentieren und deren Vorlieben den berechneten raumakustischen Größen zuzuordnen.

