

# Der Raum ist das Kleid der Musik

(II) Vers. 0.5.- 30.10.2014

**Vollkommener Musikgenuss erfordert akustisch optimale Aufführungsräume! \***

Gerhard Steinke

„*Ohne Musik wäre das Leben ein Irrtum*“ - sprach schon *Friedrich Nietzsche*. Die Sprache der Musik ist universelles und unverzichtbares Mittel der Kommunikation, verbindet die Menschen, stiftet Harmonie und Frieden, führt sie zu gemeinsamem Erleben zusammen. Musik als höchster Ausdruck der Kultur, auch wichtiges Ziel und Aufgabenbereich des Staates.

Konzertbesucher und aufführende Musiker, Dirigenten, Solisten, Komponisten, stellen daher nicht nur hohe Anforderungen an die künstlerischen Leistungen sondern setzen zusätzlich hohe Ansprüche an Klang und Akustik der Aufführungsräumen.

Die Hörerwartungen sind dabei unterschiedlich: Ein Teil der Musikliebhaber stellt besondere Ansprüche an Deutlichkeit und Lokalisation der Instrumente, auch dank aktivem Hören und Hörerfahrungen mit hochqualitativen Aufzeichnungen seit Einführung der Stereophonie im Heim. Ein anderer Teil der Hörerschaft legt auf guten Raumklang Wert, bevorzugt einhüllende Räumlichkeit stärker als mögliche Ortung von Instrumenten.

Oder anders ausgedrückt: Alle aktiven Hörer haben eine individuelle Vorliebe für ein bestimmtes Verhältnis von Direktklang zu Raumschall (kurz D/R-Verhältnis), um gewünschte Emotionen auslösen bzw. verstärken zu können. Durch entsprechende Platzwahl (vorn - hinten) kann in einem guten Raum den individuellen Bedürfnissen Rechnung getragen werden.

Diese Forderungen sollten bei der Realisierung hoher raumakustischer Qualität von Konzertsälen und Aufnahmestudios einfließen. Dennoch geht leider der Trend bei der Planung neuer Konzertsäle hauptsächlich in Richtung zu starker Betonung der Halligkeit und Räumlichkeit zum Nachteil des klangbestimmenden Direktschalls, was für den größten Teil der Musikkultur eher weniger geeignet ist.

Im Folgenden werden die wesentlichen Beziehungen zwischen Orchestern und Zuhörern und daraus abzuleitende prinzipielle Forderungen an die raumakustische Qualität von Konzertsälen und Aufnahmestudios anhand der wichtigsten subjektiv-akustischen Begriffe gegenübergestellt.

## **Die Bedeutung des Hörens von Musik - es will gelernt sein!**

So wie Wassily Kandinsky [1866 - 1944] einst schrieb: „*Das Bild entsteht erst (im Gehirn) beim Betrachter*“ - so entsteht auch das Klangbild, ein „*Hörereignis*“, eben auch erst im Kopf des Hörers - und das ganz subjektiv, geprägt von Vergleichen mit gespeicherten Erinnerungen und differenziert je nach Auffassung der Aufführenden im Konzertraum ebenso wie im Rundfunkstudio beim Hören einer Aufnahme (Einspielung) der Tonmeister und Tonregisseure als Mit- und Neugestalter, als gleichberechtigter künstlerisch-technischer Partner zu den Künstlern.

(*„Der Anfang des richtigen Lebens ist das richtige Hören“*).

*Schlemm* [1] hat bereits darauf hingewiesen, dass der Tonmeister im Aufnahmeprozess von Musik bei hervorragenden raumakustischen Ausgangsbedingungen und im Zusammenwirken mit den Leistungen der Künstler keine bloße Abbildung vornimmt, sondern eine nach seinem (künstlerischen und werkverständlichen) Ermessen „komponierte“, aus Einzelsignalen zusammengesetzte

---

\* Ein Kurzbeitrag daraus erschien bereits in "Das Orchester", Magazin für Musiker und Management, 61 (2013), 11, 38 - 41, 127. Schott Music, Mainz

<sup>1</sup> Schlemm, W., Artikel "Musikproduktion" in: Die Musik in Geschichte und Gegenwart (MGG), Sachteil Bd. 6, Sp. 1534 ff.

**Neuschöpfung**, also ein neues „Bild“ (Klangbild) kreiert. Auf die Einzelheiten eines derartig geschaffenen Bildes kann sich der Hörer mitunter sogar besser als im Konzertsaal konzentrieren und es im Gesamtergebnis intensiver „genießen“. Die fehlende persönliche Anwesenheit, die Unterstützung durch das Visuelle, muss durch wohl dosierte, teilweise veränderte Balancegewichtung von Einzelinstrumenten und Instrumentengruppen, in Bezug zur Rauminformation - ersetzt werden. Dabei ist stets der Werktreue und der jeweiligen Interpretation gerecht zu werden. Es resultiert damit ein anderes Erwartungs- und Wahrnehmungsmuster.

Und der Hörer, der bereit ist immer tiefer in das „Hörerlebnis“ einzutauchen, wird durch Vergleiche unterschiedlicher Aufzeichnungen / Aufnahmen stets dazu lernen und je nach Stärke seiner eigenen Wahrnehmung und Euphorie das Werk genießen, um die Klangfarbenvielfalt und -differenzierung mit erfassen zu können. Es ist, wie der Audio-Experte und Musikwissenschaftler *Christian Warlo* [2] präzisierte, „*das Wissende Hören, das Aktive Hören, die bewusste Begegnung mit Musik und beruht auf erworbenem Wissen um und über Musik, dem Wunsch, immer tiefer in das Wesen der Musik einzudringen ... Daraus kann eine Leidenschaft für Musik überhaupt und Musik hören entstehen*“.

Je nach Erwartungshaltung wird die spieltechnische Perfektion, der musikalische Ausdruck, die Einbettung des Klangkörpers in die Raumakustik unterschiedlich bevorzugt und beurteilt. Werk und Aufführende haben höchste Priorität - diese Wertschätzung der Künstler spornt diese zu höchsten Leistungen an, um so mehr, wenn sie den Eindruck haben, dass aufmerksame Hörer ihre Darbietung begleiten, jedes Detail genießen und miterleben. Und mit den Worten von Chefdirigent Iván Fischer, Konzerthaus Berlin, sei ergänzt: „*Es geht auch darum, sich den Gefühlen, Emotionen und Launen der Musik hinzugeben.*“

Und dafür wird höchste Qualität für die Aufführungs- und Aufzeichnungsbedingungen verlangt, denn die dem Künstler bereitzustellenden handwerklichen Voraussetzungen dürfen in keinsten Weise zu irgendeiner Beeinträchtigung der künstlerischen Darbietung führen. Dem haben sich die Beteiligten, Bauherr, Architekt, Akustiker, Ingenieure, unterzuordnen. Doch oft wird dagegen schon bei der - häufig lückenhaften oder gar fehlenden - Aufgabenstellung für den geplanten Aufführungsraum verstoßen, danach von einem Architekten, der unbedingt Neues schaffen und sich ein Denkmal setzen will und dabei die funktionellen musikalisch-akustischen Bedingungen außer Acht lässt, mitunter sogar von einem Akustiker, wenn dieser sich trotz der Kenntnis von physikalischen und musikalischen Gesetzmäßigkeiten nicht durchzusetzen vermag.

**Gute** Architekten (wie u.a. *Franz Ehrlich* [†], *Richard Skoda*, *Manfred Prasser*, *Klaus Springer* u.a.) berücksichtig(t)en dies bereits in der Planungsphase bei der Zusammenarbeit mit dem Akustikerteam aufgrund der bekannten Gesetzmäßigkeiten der Raumakustik sowie Musikalischen Akustik.

### **Gute Akustik ist keine Glückssache**

Für Konzertsaalbauten und Aufnahmestudios sind zur qualitätsgerechten Bestimmung und Realisierung zahlreiche objektive und messtechnisch erfassbare Kriterien der Raumakustik seit Jahren bei der Fachwelt im Gebrauch, die durch Computersimulation und Modelluntersuchungen gestützt werden. Zusätzlich werden Kriterien einbezogen, die durch die subjektiv-akustische Bewertung des Klanggeschehens mittels spezieller Musiktests in Räumen gewonnen werden und die in bestimmter Relation zu objektiven Messgrößen stehen. Diese Kriterien zur Bewertung guter "Hörsamkeit" sind vor allem Raumeindruck/Räumlichkeit (Einbeziehung in die akustische Atmosphäre), Transparenz, Klangfarbe, Lokalisation, Lautstärke, Störgeräuschfreiheit sowie weitere Teilparameter und Attribute, die stets nicht unabhängig voneinander zu betrachten sind.

Für die meisten dieser Kriterien gibt es bewährte internationale Standards (z. B. ISO 3382, Verfahren für die Messung der Nachhallzeit und anderer raumakustischer Parameter in Aufführungsräumen); auch subjektiv-akustische Parameter sind in Normen [3] festgelegt, nach denen sich nicht nur Akusti-

<sup>2</sup> Christian Warlo: "Musikhören - Betrachtungen eines leidenschaftlichen Hörers". (In: Steinke, G.: "Mit den Ohren sehen...". Kopie und Druck, Berlin, 2009).

<sup>3</sup> u.a. OIRT-E68, EBU-Tech.3286, siehe in: Gerhard Steinke/Gisela Herzog: "Der Raum ist das Kleid der Musik", Kopie und Druck, Berlin-Adlershof, 2013.

ker, sondern auch Architekten richten sollten, um ein Gesamtkunstwerk zu schaffen, wie es der Musik gebührt.

Grobe Fehlleistungen und Versäumnisse, meist bereits bei der Aufgabenstellung, besonders bei Mehrzwecksälen, führen dazu, dass z.B. gegenwärtig Aufführungsräume in Dresden, München und New York von Grund auf erneuert werden müssen.

### Wie wird gute „Hörsamkeit“ von Räumen erreicht?

Im Folgenden sollen die wichtigsten Kriterien in einer prinzipiellen Übersicht der dargestellt werden. Dabei wird vom akustisch optimalen Aufnahmestudio ausgegangen, bei dem, wie seinerzeit bei Rundfunkorganisationen üblich, keine Kompromisse eingegangen werden müssen. Als Bezug dient hier der **Große Aufnahmesaal 1 im Funkhaus Berlin-Nalepastrasse**, dessen Eigenschaften mit Konzertsaal-Situationen verglichen werden, die hinsichtlich Umfang, Schallverteilung und erreichbarer Lautstärke den sinfonischen Klangkörpern/Chören angemessen sind, um verschiedene Hörerwartungen und Gewohnheiten gleichermaßen befriedigen zu können.

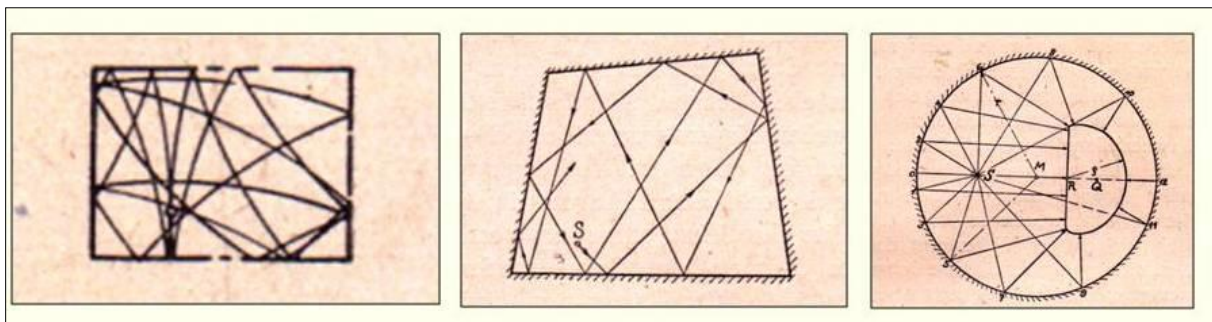
### Grundlegend ist die Primärstruktur:

Hierunter versteht man vor allem Raumform, Publikumsanordnung, Raumvolumen, Bühne/Podium, Bedingungen für Störgeräuschpegel.

#### Raumform:

Die meisten Instrumente sind infolge ihrer Richtcharakteristiken vom Spieler weggerichtet (besonders stark Trompete, aber auch Sprache, Gesang). Daher ist ein Orchester als sensibles „*Gemeinschafts-Instrument*“ am wirkungsvollsten, wenn es frontal zur Hörerschaft angeordnet ist. Dafür bewährte sich schon frühzeitig der Rechteckraum - die *Schuhkartonform*.

Hierbei wird gemäß Bild 1.a. "eine weitgehend gleichmäßige Raumerfüllung durch den Schall" (nach L. Cremer), also eine bei günstiger Verteilung der Reflexionen gute Schallversorgung des gesamten Auditoriums ermöglicht. Dabei werden beim Konzertsaal in der Sekundärstruktur zusätzlich raumakustisch fördernde Maßnahmen zur Schalllenkung genutzt. Dies ist seit langem bekannt und im Vergleich zu anderen, meist ungünstigeren Raumformen physikalisch begründet.



**Bild 1: Strahlenverlauf und Ausbreitung der Wellenfront in unterschiedlichen Raumformen**

a) ... im Rechteck

b) ... im schiefwinkligem Raum

c) ... im Kreis

[aus: L. Cremer, Geometrische Raumakustik, 1948]

**Schiefwinklige Räume** gemäß Bild 1.b. bieten eine "allseitig gleichmäßige Erfüllung des Raumes mit Schall". Daher wird in Rundfunk-Studios prinzipiell eine Trapezform genutzt, auch um Flatterechos infolge paralleler Wände generell zu vermeiden sowie um gleichmäßige Nachhallabklingkurven zu gewährleisten.

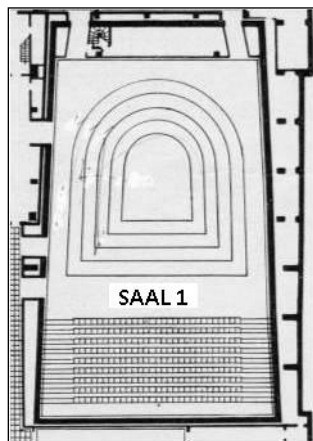
Dies wurde auch im Saal 1 des Funkhauses Nalepastrasse genutzt, wie anschaulich Bilder 2a/3a. zeigen im Vergleich zu den bekannten Konzertsälen im Konzerthaus Berlin (Bild 2b/3b) und im Musikverein Wien (2c/3b).

**Kreisrunde Bauformen** (Bild 1c.) bieten keine gleichmäßige Raumerfüllung mit Schall, sind also niemals optimal hinsichtlich der Schallversorgung und nur mittels spezieller raumakustischer Maßnahmen der Oberflächenstruktur für Sprach - oder Musikdarbietungen beherrschbar.

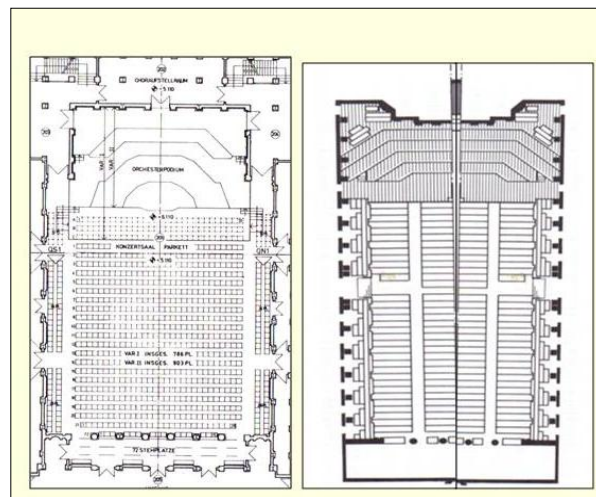
(Bekanntes nachteiliges Beispiel einer Fehlleistung für eine Bauform gemäß Bild 1.c. ist das ehemalige Bundestagshaus in Bonn von Architekt *Günther Behnisch*. Ebenso ist die Nutzung eines Gasometers als Kulisse zur Übertragung von Rundfunk- oder TV-Talkshows, wie z.B. in Berlin-Schöneberg, eine ebensolche Torheit, wie auch die Aufstellung eines Orchesters in einer Art Zirkusarena in der Saalmitte).

Wegen seiner aus der Rechteck-Form - gemäß Zeichnung Bild 1.a. - heraus gegebenen guten Akustik waren der Musikvereinsaal in Wien (1870; 15.000 m<sup>3</sup>, T = 2,0 s) und das nach einem Brand 1884/85 wieder erbaute Neue Gewandhaus zu Leipzig als Europas führende Konzertsäle berühmt (10.600 m<sup>3</sup>; 1560 Plätze, 1.55 s). Jenes damalige „Neue Gewandhaus“ (im Krieg zerstört, in anderer Form 1985 neu errichtet) wurde als Vorbild von dem amerikanischen Akustiker *Sabine* um 1900 in Boston übernommen und steht nun an der Spitze akustisch hervorragender Säle (18.750 m<sup>3</sup>; 2.600 Plätze; T=1,9 s), ebenso wie das Concertgebouw in Amsterdam (1895; 18.780 m<sup>3</sup>; T = 2 s.).

Die Rechteckform (exakter: Quaderform bzw. Parallelepipedes) ist aber auch eine wichtige Voraussetzung bei der Realisierung der notwendigen Sekundärstruktur, wie noch zu erläutern ist.



**Bild 2a. Saal 1 Funkhaus Berlin.**  
12.300 m<sup>3</sup>  
B=20...24m; L=36m; H=16m



**Bild 2.b. Saal im Konzerthaus Berlin.**  
15.000 m<sup>3</sup>  
B=22m; L=45,4m; H=18m.

**Bild 2c. Musikvereinsaal Wien.**  
14.400 m<sup>3</sup>  
B=20m; L=45,2m; H=18m

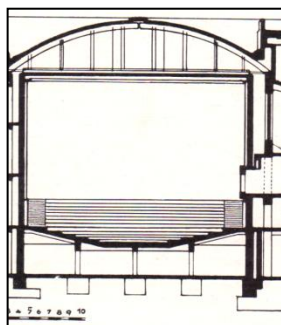


Bild 3a: Saal 1/Funkhaus Berlin

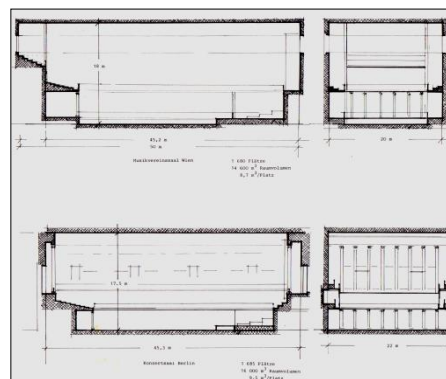


Bild 3b: Musikverein Wien (oben)  
Konzerthaus Berlin (unten)

**Bild 3.a./b. Querschnitte der o.a. Konzert- und Studiosäle.**

Die Forderung nach immer größeren Publikumszahlen führt zu abweichenden Formen durch Architekten, die die Entfernung der Hörer zum Klangkörper möglichst kurz halten wollen, aber dabei die physikalischen Bedingungen missachten. Daher haben sich Fächerform, Kreisform, Oktagon und Arena („*Surroundhaller*“) aus akustischen Gründen weniger bewährt. Auch mittels raumakustischer Hilfsmaßnahmen (terrassenförmige Stufung des Auditoriums, Plafonds usw.) zur Verstärkung nützlicher Anfangs-Schallreflexionen kann man den Raum nicht gleichmäßig versorgen, sich nicht über akustische Gesetze hinwegsetzen. Und hinter dem Orchester bzw. seitlich dazu sollten nur Chor und Musikstudenten sitzen müssen.

Beim Bau der Berliner Philharmonie hatten weltweit führende Akustiker, wie *L. Cremer* (Berlin) und *L.L. Beranek* (USA), den Architekten *Hans Scharoun* (1893-1972) bei den zu erwartenden Schwierigkeiten von der von ihm vorgegebenen Form und dem sehr großen Volumen (24.500 m<sup>3</sup>) abzuraten, vergeblich. Daher findet man dort nur ca. 30 % wirklich akustisch gute Plätze. Die heutigen Tendenzen des Nachbaus von Sälen mit Arena-Konfiguration gehen leider in die andere Richtung (u.a. Tokio, Rundfunksaal Kopenhagen, Elbphilharmonie Hamburg, Konzertsaal Paris), und sind daher als **nicht-werkgerecht** anzusehen, da sie vorzugsweise auf Räumlichkeit ohne ausreichende Direktschallversorgung ausgerichtet sind.

Der amerikanische Akustiker *David Griesinger* hat die heutige und einseitig nachteilige Tendenz wohl richtig beobachtet: „*Ein übermäßig halliger 'gut vermischter' Klang ist zum Entwurfsziel für die Aufführungsorte moderner Kammer- und Orchestermusik geworden!*“. Eine Tendenz, die es durch sinnvolle Überzeugungsarbeit zu überwinden gilt.

Zur Besänftigung der Kritiken werden derartige Hallen als „spektakulär“, als visuell-erlebnisbehafteter Vorteil, beschrieben. Es sind aber Torheiten, da Erfahrungen und Vernunft nicht genutzt wurden, zum Schaden der Musik und des emotionalen Erlebnisses.

Es sei hier erwähnt, dass auch für die Elbphilharmonie alle Vorschläge und Einwände des renommierten Akustikers Prof. U. Stephenson, HafenCity Universität Hamburg, ignoriert wurden, siehe in:

[http://www.welt.de/print/die\\_welt/hamburg/article113793413/Zweifel-an-Klangqualitaet-in-der-Elbphilharmonie.html](http://www.welt.de/print/die_welt/hamburg/article113793413/Zweifel-an-Klangqualitaet-in-der-Elbphilharmonie.html) .)

Architekt *Pierre de Meuron* sagt zur (noch im Bau befindlichen) Elbphilharmonie:

„*Letztendlich wird der Raum aber nicht primär von der Akustik bestimmt, sondern von den 2150 Zuschauern und Musikern, die dort zusammenkommen werden. Die aufragende Geste des großen Saals mit seinen vertikal angeordneten Rängen ist die formgebende statische Struktur für den gesamten Baukörper.*“

Sollte dies eine Entschuldigung für zu erwartende akustische Mängel sein?

Dagegen schreibt **Richard Skoda**, der hervorragende Architekt des Neuen Gewandhauses in Leipzig, 1985 über seine Arbeit: ... *im großen Saal des Gewandhauses ...sind - abgesehen von der Primärstruktur - keine eigenwilligen reinen Entwurfsideen der Architekten realisiert worden. Alles stellt vielmehr die in eine gestalterische Einheit umgesetzten Forderungen der Akustiker dar.*“

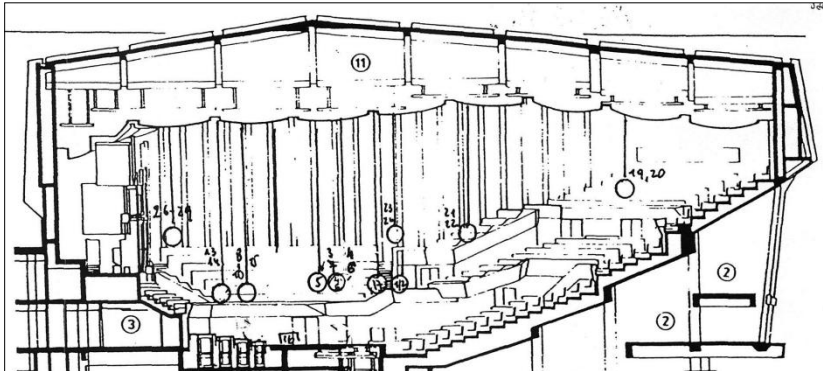


**Bild 4. Musikvereinssaal Wien  
Neujahrskonzert 2006  
(Ltg.: Maris Jansson)  
(Foto:Terry Linke, aus [3])**

## Publikumsanordnung

Die frontale Konfrontation von Klangkörper zum Publikum ist in *Berlin* und *Wien* bemerkenswert gelöst, wie die Bilder 2b. und 2c. und Bild 4 (Musikvereinssaal Wien) zeigen. Wegen der zunehmenden Entfernung der letzten Reihen im (meist ebenen) Parkett bzw. zum Rang sind Raumlänge und Volumen allerdings begrenzt.

Nachteilig ist bei diesen Räumen die ebenerdige Bestuhlung aus vielfältigen Nutzungsgründen (für andere Veranstaltungen als Konzerte); aber auch eine beweglichen Stufung der Orchestergruppen, ist häufig nicht ausreichend. Ein Parkett-Steigungswinkel von etwa  $\geq 15^\circ$  hat sich dagegen als sinnvoll erwiesen (vorteilhafte Lösungen: Concertgebouw Amsterdam, Neues Gewandhaus Leipzig).



**Bild 5.** Gewandhaus Leipzig. Der Querschnitt zeigt Parkettanstieg und Deckenführung. (aus [3])

In Aufnahmestudios dagegen ist das Publikum nur gelegentlich geduldet, denn in den meisten Fällen ist aufgrund der Aufnahmebedingungen dafür kein Platz vorgesehen.

Aus Bild 2a. ist ersichtlich, dass im Saal 1/Funkhaus Berlin anstelle eines umfangreichen Publikumsgestühls dafür  $2/3$  der Gesamtfläche von Klangkörpern jeglicher Größe, auch mit zusätzlichem Chor, eingenommen werden kann, was aufnahmetechnisch große Vorteile bietet.

Als öffentlicher Sendesaal war das Studio prinzipiell nicht vorgesehen; jedoch erlaubte die großzügige Struktur des Saales am hinteren Ende noch 240 Sessel in 9 aufsteigenden Reihen unterzubringen. Damit werden gelegentliche Veranstaltungen, Sonderkonzerte, öffentliche Proben u.a. ermöglicht (s. Bild 6).



**Bild 6.**  
Funkhaus Berlin-  
Nalepastrasse,  
Aufnahmesaal 1  
(Foto:  
Ralf Strathmann,  
aus [3])



**Bild 7. Funkhaus Berlin, Saal 1: Konzert der Jungen Norddeutschen Philharmonie am 9. August 2014 - hier beim stehend gespielten Anfangsstück (Schubert, 7. Sinf.) (Foto: G. Steinke)**

## Volumen

Der dafür notwendige Aufnahmesaal für große Orchester und Chöre muss angemessene Dimensionen aufweisen, aber sich dennoch auch für kleinste Formationen, sogar Solisten, eignen (s.u.). Aufgrund vielfältiger Erfahrungen in Konzertsälen und mit früheren Rundfunk-Studios (u.a. in Berlin, Dresden) wurde für den Saal 1/Berlin eine Größe von 12.300 m<sup>3</sup> als notwendig und angemessen angesehen, um die Klangfülle, Lautstärke und die volle Dynamik unterschiedlichster Orchesterwerke zur Geltung zu bringen.

(Der Große Sendesaal im Haus des Rundfunks, RBB, Masurenallee, besitzt 12.900 m<sup>3</sup>; das Studio des NDR Hannover 15.680 m<sup>3</sup>).

Auch Konzertsäle sollten daher nicht über 16.000...18.000 m<sup>3</sup> dimensioniert werden. Eine Volumen-/Personenzahl von 10 - 12 m<sup>3</sup>/Person ist zur Erreichung der erforderlichen Nachhallzeit zweckmäßig; daraus ergibt sich eine sinnvolle Begrenzung bei 1.800 Personen. Diese kann zwar mittels elektroakustischer Unterstützungssysteme in gewissem Umfang überschritten werden, was aber nur selten den klanglich-künstlerischen Anforderungen genügt.

## Bühne, Podium

Der Saal 1 im Funkhaus Berlin besitzt große Wand- und Deckenabstände bis zu einer absteigenden Stufung des Saalfußbodens. Breite und Tiefe dieser Vertiefung, der so genannten „Wanne“, die in Annäherung an die Aufstellung großer Sinfonieorchester und Chöre gestaltet wurde, gehen über den Platzbedarf großer Klangkörper hinaus und ermöglichen ausreichend große Abstände zur Rückwand und den sich öffnenden Seitenwänden.



**Bild 8. Saal 1- Blick durch das Regiefenster auf die „Wanne“ zur Orgelseite (http://www.filmorchester.de; aus [3])**

Durch die geschaffene Spielfläche ist gesichert, dass das Orchester frei im Raum sitzt und die *subtilen Einschwingvorgänge* der Instrumente (in der Größenordnung von ca. 5ms bis 35ms beim pizzicato) nicht durch zu frühe starke Raumreflexionen verdeckt werden und an den Positionen der Haupt- und Raum-Mikrofone hohe klangliche Durchsichtigkeit/Klarheit und ein guter Raumeindruck gewonnen werden kann.

Im Studio addieren sich zu diesem Direktklang in den ersten 3 bis 10ms (entsprechend den Schall-Laufwegen von 1 bis 3 m, gemäß dem jeweiligen Mikrofon-Standort) die Reflexionen vor bzw. um den Spieler am Boden, an Podiumsstufen o.ä., und bilden für die einzelnen Instrumente einen charakteristischen Gesamtklang aus, den es zu erfassen und zum Hörer zu transportieren gilt.

Dazu kommen weitere Reflexionen im Kurzzeitbereich, die zur Lautstärkeerhöhung, danach zur Erkennung der Raumdimensionen dienen.

Das gegenseitige Hören der Musiker untereinander wird durch Reflexionen an den umgebenden Stirn- und Seitenwandflächen sowie von der gestaffelten Anordnung unterstützt. Dennoch sind die großen Abstände eine Erschwernis für das Zusammenspiel im Vergleich zur Situation in Konzerträumen mit relativ niedrigen Decken oder zusätzlichen Reflektoren. Im Studio haben allerdings die optimalen aufnahmetechnologischen Bedingungen Priorität für höchste klangliche Klarheit und Durchsichtigkeit, was eine höhere Leistung/Anstrengung von Dirigent und Musikern erfordert.

In Konzertsälen sind neben der notwendigen Arbeitsfläche und Aufstellungsbedingungen für große Klangkörper und Chöre auch die erforderlichen Praktikabel bzw. verstellbaren Höhenpodien zur Staffelung des Klangkörpers erforderlich. Dazu sind die erforderlichen Hörbedingungen der Orchestergruppen untereinander bzw. der Instrumentalsolisten mittels entsprechende Höhe von Reflexionsflächen/Plafonds usw. zu berücksichtigen, was je nach den Örtlichkeiten Kompromisse erfordern kann.

### **Um es deutlich zu sagen:**

Von einem „*Rundfunkorchester*“, - und diese Bezeichnung zielt bereits auf charakteristische Merkmale einer speziellen Arbeitsweise hin - wird erwartet, dass es zur bestmöglichen Erfassung durch Mikrofone mit einer in hohem Maße transparenten, „durchhörbaren“, Wiedergabe der Klänge der einzelnen Instrumente und Gruppen beiträgt. Es sollte sich daher - neben seiner und des Dirigenten Freiheiten der künstlerischen Interpretation - vorrangig den Aufnahmebedingungen unterordnen und entsprechend der ständigen Verbesserung von Mikrofonen und Aufnahmetechnologien den Erfahrungen kreativer Tonmeister, als künstlerisch-technischen Aufnahmeleitern und Ton-Regisseuren, anpassen.

Das bedeutet eben auch, dass im Aufnahmestudio auf die im Konzertsaal übliche gedrängte Sitzweise auf einem Podium oder in einem so genannten „Konzertzimmer“ im Bühnenraum verzichtet und vorzugsweise die *„deutsche Aufstellung“* genutzt wird. Dafür werden den Musikern Studios mit hochwertigen akustischen Eigenschaften als „Klangraum“ angeboten, in denen sie sich so entfalten können, dass jedes einzelne Instrument klanglich und der Partitur gerecht bzw. entsprechend den Auffassung des Dirigenten und des Tonmeisters, zur Geltung gebracht werden kann, denn: *„Der Raum ist das Kleid der Musik“*.

### **Bedingungen für Störgeräuschpegel**

Im Produktionskomplex des Funkhauses Berlin wurde bei allen Musik- und Hörspielsälen die Quaderbauweise in Trapezform angewendet. Dazu kam die betriebliche Forderung, dass man in der Lage sein musste, in allen Sälen und Studios Tag und Nacht gleichzeitig Musik- und Wortaufnahmen ohne gegenseitige Störbeeinflussung mit hoher Qualität zu produzieren. Das setzte voraus, sehr hohe Schallpegel-Differenzen  $D > 80$  dB, auch im Frequenzgebiet  $< 300$  Hz, zwischen anliegenden Sälen bzw. Studios zu erreichen und jeglichen Störschall durch Körperschallübertragung auszuschließen und führte schließlich zu der bauakustischen Forderung, alle Aufnahmestätten in getrennten Baukörpern, in sog. "Haus-in Haus-Bauweise", unterzubringen.

(Dazu gelten für hochwertige Aufnahmestudios beim Rundfunkbestimmte internationale Festlegungen für die Geräuschgrenzpegel, auf die hier nicht einzugehen ist.)

Auch Konzertsäle unterliegen hinsichtlich der Störbeeinflussung durch Außenlärm jeweils besonderen Bedingungen; hier wird zwar die internationale Noise Rating NS-ISU Curve 25 empfohlen, sie sollte aber mit Rücksicht auf digitale Aufzeichnungen angemessen unterschritten werden.

## Die Sekundärstruktur der Raumakustik im Aufführungsraum

Hierunter versteht man raumakustische Qualitätsgrößen und Maßnahmen, mit denen u.a. ein bestimmter frequenzabhängiger Nachhallzeitverlauf sowie gleichmäßige Schallverteilung (Diffusität) erreicht werden kann, dazu ein angemessener Seitenschallgrad, um den Eindruck guter klanglicher Einhüllung und Räumlichkeit zu vermitteln.

### Nachhallzeitverlauf

Bekanntlich fördert ein angemessener Nachhallzeitverlauf das Verschmelzen der einzelnen Stimmen des Orchesters zu einem geschlossenen Gesamtklang, verleiht melodischen Phrasen in ihrem zeitlichen Ablauf einen gleichmäßigen Fluss, vermittelt dem Hörer *"Einhüllung"* in eine akustische Atmosphäre. Dabei sollen aber kurze Pausen noch deutlich in Erscheinung treten, piano-Stellen sollen nach einem forte-Abbruch nicht untergehen, hohe Deutlichkeit soll auch bei rhythmisch stark gegliederten Motiven oder polyphonem Stimmgefüge noch gewährleistet sein.

Alle diese Forderungen können auch durch eine ganz bestimmte Nachhallzeitkurve, deren Werte in ausgewählten Frequenzgebieten angehoben bzw. verringert sind, unterstützt werden. Im Allgemeinen wird angestrebt, dass die Nachhallzeit im mittleren Frequenzbereich möglichst linear sein soll, daher wird gewöhnlich nur der Wert zwischen 500 und 1000 Hz zur Definition eines Raumes angegeben.

Als zweckmäßige absolute Größe und als Frequenzverlauf der Nachhallzeit bei entsprechender akustischer und geometrischer Gestaltung der Decken- und Wandoberflächen zur Erreichung des erforderlichen Nachhallzeitverlaufs sowie einer hohen Diffusität hat sich eine Nachhallzeit von ca. 2.2s ... 2.5s im Bereich 1000 - 3000 Hz für klassisch-romantische Orchester- und Chorwerke als vorteilhaft und wünschenswert erwiesen. Oberhalb von ca. 2 kHz fällt der Nachhallzeitverlauf durch die Luftabsorption in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte und infolge von Dissipation in den akustischen Materialien mehr oder weniger stetig ab.

Die gewünschte Nachhalldauer und frequenzabhängige Nachhallcharakteristik wird im erwähnten Aufnahmesaal 1 durch definierte Verteilung von sinnvoll strukturierten Dämpfungs- und Reflexionsmaterialien an Decke und Wänden erreicht, die die auffallenden Schallsignale in erwünschtem Sinne streuen, was auch eine für den Saal typische Klangfärbung (Wärme) ergibt. Durch akustisch transparente Abdeckungen (Geflecht, Metallgitter usw.) bleiben die akustischen Maßnahmen unsichtbar. Im Saal 1 ist die Decke frei aufgehängt und schwingungsfähig, so dass sie zur Einstellung der gewünschten Nachhall-Frequenzkurve mit herangezogen und entsprechend justiert werden konnte.

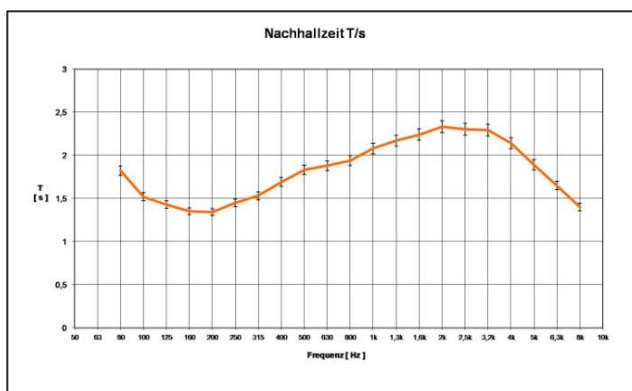


Bild 9. Berlin, Saal 1: Nachhallzeitverlauf

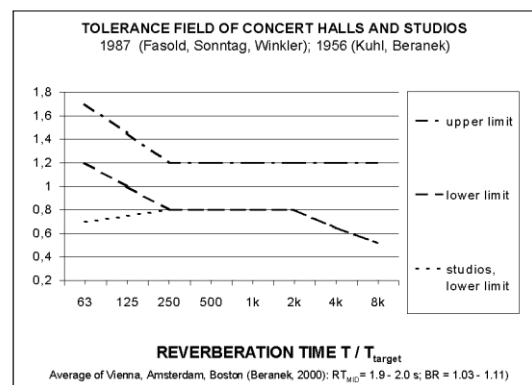


Bild 10. z.Z. noch üblicher Standard für die Nachhallzeit in Sälen und Studios.

(DIN 18041:2004-5)

Eine leichte „S-Form“ des Nachhallzeitverlaufs bei Absenkung des Bereiches tiefer Frequenzen um 150 ... 500 Hz wurde als zweckmäßig erkannt, um die Transparenz für den Klang der Instrumente mit weitgehend kugelförmiger Richtcharakteristik in diesem Frequenzbereich zu fördern und jeglichen verdeckenden sog. „Mulm“ auszuschließen; insgesamt erfährt dadurch der gesamte Orchesterklang eine hohe Durchsichtigkeit (*„Durchhörbarkeit“*). Erst ein darunter liegender Anstieg, im sehr tiefen Bassbereich unterhalb von 150 Hz, erscheint nützlich für den Raumklang, weil hier eine Verstärkung der Einhüllungs-Reflexionen zum Wohlempfinden beiträgt, wie im Saal 1, s. *Bild 9*, realisiert.

Der direkte Orchesterklang wird davon nicht beeinflusst, der ohnehin durch den Richtfaktor des Orchesters und Zeitabstand der Reflexionen unterstützt wird.

Starke Anstiege der Nachhallzeit im Bereich tiefer Frequenzen unterhalb 250 Hz (bezogen auf die Nachhallzeit bei 1000 Hz), wie sie nach überholten Vorstellungen von Architekten und früheren Auffassungen in alten Standards (*Bild 10*) für Konzertsäle postuliert und leider immer noch realisiert werden, sind von großem Nachteil und zu vermeiden, da sie zur Verdeckung bei tiefen Instrumentenklängen beitragen.

Im Studiobereich bei kleinen und mittelgroßen Studios wird generell ein linearer Amplituden-Frequenzgang sowohl in elektrischen als auch in akustischen Übertragungswegen eingehalten, um Verfälschungen des Originalklanges zu vermeiden.

*Peter Burkowitz* sieht bei einem in den Tiefen fallenden Nachhallzeitverlauf ein weiteres „Klanggeheimnis“ guter Aufnahmesäle [4]: "Die meisten Mikrofone (außer mit spezieller „Achtercharakteristik“) haben mit ihrer frequenzabhängigen Richtcharakteristik zwangsläufig auch einen variierenden Hallabstand (Direktfeld-/Diffusfeld-Abstand) und somit eine unnatürliche Tonhöhen-Abhängigkeit der Distanzwahrnehmung zur Folge. Hier führt der abfallende Nachhallverlauf zu einer gewissen Kompensation."

Die Nachhallverringerng in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchte und der Temperatur ist zwar bekannt; die Größe des Einflusses wird aber häufig durch fehlende Kontrollen der jahreszeitlichen Schwankungen (z. B. in Kirchen) sowie auch infolge von Mängeln der Klimaanlage unterschätzt. In Langzeituntersuchungen für den Saal 1 im Funkhaus Berlin wurde von *G. Herzog* (RFZ Berlin) nachgewiesen, dass eine Nachhallzeit-Schwankung bis zu ca. 0.5 s (!) im Frequenzbereich oberhalb  $f > 2\text{kHz}$  entstehen kann, wenn die relative Luftfeuchtigkeit erheblich, z.B. von 68% bis auf 40 oder gar 30 % absinkt. Empfohlen werden für Musikaufnahmesäle konstante Werte von  $\varphi_{\text{rel}} = 55\%$  bis 65%.

### **Diffusität = Grad der gleichmäßigen Schallverteilung**

Zur Nachhallregulierung und auch zur Erzielung gleichmäßiger Schallverteilung (hoher Diffusität) im mittleren Frequenzbereich werden in Studios die Wände stark aufgegliedert, sog. *Barock-Akustik*. Im Funkhaus Berlin, Saal 1, sind es säulenförmige Stuckelemente, die nach dem gleichen Prinzip reflexionsstreuend wirksam sind wie die tonnenförmigen Decken-Halbzylinder, sowie die Zwischenfelder, hinter deren abnehmbaren akustisch transparenten Abdeckungen verschieden wirksame Materialien angeordnet sind im Wechselspiel: als Mittenabsorber - Mitten- und Höhenabsorber - Höhenabsorber (u.a. unverputztes Mauerwerk), s. auch in *Bild 6*.

Darunter wurde in Orchesterebene ein (nicht schwingungsfähigen) Holzpaneel eingebaut, wechselnd in unterschiedlichen Wandabständen als architektonisch und akustisch wirksames Element.

Zur optimalen Schallzerstreuung tragen hauptsächlich die halbzyklindrischen konvexen Deckenkörper und an den Wänden die Säulen und Paneelflächen wirkungsvoll bei. Es sind also keine Vorstellungen des Architekten *Franz Ehrlich*, sondern die Forderungen der Akustikerin *G. Herzog*, die der Architekt in hervorragender Zusammenarbeit präzise umsetzte. Es kann eingeschätzt werden, dass die Summe aller Wirkungsmechanismen der hier im Saal 1 realisierten Oberflächenstrukturen und speziellen Belegung mit verschiedenen Materialien auf die Wandflächen zwischen den Säulen hinter der vollkom-

---

<sup>4</sup> Peter K. Burkowitz: „Von der funktionalen Akustik realer Räume zur virtuellen Akustik der Wiedergabe“. Vortrag zum VDT-Symposium 2009, Hohenkammer; sowie in: Der "unbeschreibliche" Klang, Vortrag zum Kongress „Klangwelten“, Wien, 2010.

men akustisch transparenten Holzstabverkleidung zu diesem frequenzabhängigen S-förmigen Nachhallzeitverlauf und zu dieser als besonders herausragend empfundenen vorzüglichen Diffusität geführt haben.

(Die Schallstreuung beginnt etwa bei einer Frequenz  $f \geq 300$  Hz aufgrund der gewählten Stichmaße/Strukturiefen von  $\geq 30$  cm, die einer Viertel-Wellenlänge ( $\lambda/4$ ) entsprechen. Bei höheren Frequenzen bewirken alle an der gesamten Saaloberfläche vorhandenen kleineren Konfigurationen und Unebenheiten diffuse Reflexionen; siehe weitere Einzelheiten im Buch über das Funkhaus Berlin, in [3]).

Die erreichte hohe Diffusität, die Homogenität der Verteilung des Raumklangs, gewährleistet neben der guten Transparenz des Direktklanges auch eine weitgehende Unabhängigkeit der Mikrofon-Positionen. Dies ist besonders bei Fortsetzungsproduktionen über längere Zeiträume und hinsichtlich der Flexibilität der Mikrofon-Orte entsprechend dem Werkcharakter usw., wichtig.

Derartige stark strukturierte, zur Klangkörperfläche symmetrische Wand- und Deckengliederungen des Raumes wirken besonders positiv, wenn man die Vielfalt der Richtcharakteristiken der Musikinstrumente bezüglich der Vorzugsrichtungen sowie ihrer Bündelungsschärfe (Bündelungsgrad) berücksichtigt. Vor allem Streichinstrumente variieren sprunghaft ihre Vorzugsrichtungen mit der Frequenz.

Wie Untersuchungen [5] von *Jürgen Meyer* für einen Rechteckraum der Breite 20...25 m (also für große Säle, wie Saal 1 passend) zeigen, liegt der für die 1. Violinen wichtigste Reflexionsbereich für die Komponenten um 5000 Hz an der Decke, was also für die Brillanz aller Streicher wichtig ist. Im Aufnahmestudio wirkt die Decke sehr diffus streuend, was aber im Konzertsaal nicht angebracht ist.

Der Fußboden wirkt in einem sehr weiten Frequenzbereich als Reflexionsfläche; hier besitzt das von Publikum befreite Studio einen großen Vorteil gegenüber einem Konzertsaal, wo im Allgemeinen die Flächen mit Reflexionen höherer Frequenzanteile oberhalb 350 Hz unmittelbar vor dem Klangkörper bzw. Podium der Publikumsabsorption zum Opfer fallen.

Die Art und Weise der Verteilung der Materialien und ihre spezifischen frequenzabhängigen Reflexionseigenschaften führen zu einer für den Aufnahmesaal typischen Klangfarbe als „Antwort des Raumes“ bei entsprechender Anregung durch die Schallquellen (Orchester, Solisten). Im Saal 1 im Funkhaus Berlin ergibt sie die Empfindung von großer Wärme, wie vor allem Instrumentalsolisten rühmen (s.u.). Man kann den Klangfarbeneindruck somit auch als ein Gütekriterium für einen Raum ansehen.

Im Konzertsaal gelten andere Prioritäten: Hier dienen die Decken- und Seitenwandflächen, entsprechend strukturiert, sowie weitere reflektierende Flächen dazu, durch gezielte Schallreflexionslenkung zu den verschiedenen Hörerplätzen bevorzugt kurzzeitige (40... 80ms nach Eintreffen des Direkt-schalls) oder langzeitige (80ms und mehr) energiereiche Reflexionen derart hin zu lenken, dass an den Hörerplätzen die gewünschten Klarheits- und Räumlichkeitsmaße erreicht, d.h., sowohl erhöht als auch erniedrigt werden können, um eine befriedigende Durchsichtigkeit zu erhalten. Der neben dem Orchester und im vorderen Saalbereich gelegene Teil der Seitenwände dient dem gegenseitigen Hören der Musiker und der Versorgung des mittleren und hinteren Publikumsbereichs mit kurzzeitigen, die Durchsichtigkeit erhöhenden Reflexionen. Im hinteren Seitenwandbereich werden diffuse, den **Raumeindruck** fördernde Reflexionen erzeugt.

Das bedeutet also, dass die Diffusität normalerweise in einem Konzertsaal wegen der dort gezielten Schallreflexionslenkung durch entsprechend gerichtete Decken- und Wandgliederungen bzw. in Opernhäusern mittels einer speziellen Umhausung für das Orchester (sog. ‚Konzertzimmer‘) im Hinblick auf die Versorgung des Publikums und dessen schallabsorbierende Wirkung in Abhängigkeit von der Sitzplatz-Anordnung usw. prinzipiell nicht erreichbar und dort auch nicht unbedingt erforderlich ist. Auch das war ein Grund für die Entscheidung beim Saal 1 Nalepastrasse für einen reinen Musik-Aufnahmesaal. Daher kamen derartige spezielle raumgeometrische Gestaltungen von Wand- und Deckenflächen zur Schallführung u. a., wie in Konzertsälen und Mehrzwecksälen erforderlich, nicht in Betracht.

Dagegen besitzt der Musikvereinssaal Wien infolge der starken Strukturierung der Kassettendecke und Wände eine außerordentlich hohe Diffusität, die wahrscheinlich positiver bewertet wird als einige

---

<sup>5</sup> Meyer, J.: Musikalische Akustik. In: Handbuch der Audiotechnik von S. Weinzierl (Springer, 2008, Kapitel 4).

Versorgungsschwächen im Parkettbereich (infolge dem o.a. fehlenden Anstieg der Bestuhlung sowie mangelnder Schallführung in Decken- und Seitenbereichen) bzw. die überaus starke Tiefenanhebung im Nachhallzeitverlauf.

### **Harmonisches Zusammenwirken von räumlich-geometrischen und raumakustischen Strukturen gewährleistet ein optimales Musikerlebnis!**

Wie erläutert, ist im Aufnahmesaal höchste raumakustische Qualität vorauszusetzen, damit die entsprechende Mikrofon-Technologie sich diese zunutze machen kann.

in einem Konzertsaal sollte die Mehrzahl der Hörerplätze eine gute Differenzierbarkeit der einzelnen Instrumente/Stimmen bzw. Textverständlichkeit erlauben, zur Verdeutlichung des Strukturgefüges der speziellen Komposition. Unterstützt wird dies durch die Möglichkeit der eindeutigen Lokalisation, d.h., der Richtungsverteilung der Instrumente.

Zu dieser Empfindung wird der Hörer (im Originalraum wie auch bei der Lautsprecherwiedergabe) befähigt durch den ihn zuerst und individuell erreichenden direkten Schall von den einzelnen Instrumenten (Schallquellen):

**Dieser Direktklang vom Orchester, vom Solisten, bestimmt maßgeblich die Wahrnehmung für Klangfarbe, Transparenz und Richtung der einzelnen Stimmen. Das Erkennen der subtilen Einschwingvorgänge, die typische Charakteristik der Instrumente, bewirkt den Entfernungseindruck und ermöglicht das detaillierte, aber auch genussvolle Mitverfolgen der Kompositionsdetails. Dazu peilt der Hörer - bewusst und/oder unbewusst - die Richtungen zu Einzelinstrumenten oder Instrumentengruppen an, um Melodieführung, Einzelstimmen oder Mixturen so gut wie möglich verfolgen zu können.**

Dabei sollte die Empfindung für ein „Musikalisches Gleichgewicht“, d.h. eine exzellente Balance zwischen den Instrumentengruppen auch auf entfernteren Plätzen gewährleistet werden. Sie ist von der Aufstellung der Instrumente/-gruppen, Solisten, Chöre und technischen Gegebenheiten für den Aufbau des Klangkörpers (Podeste, Bühne) abhängig.

Der Klangkörper sollte, je nach den Erfordernissen der Partitur, vorzugsweise in „Deutscher Anordnung“ aufgestellt sein, und dabei die Kontrabässe möglichst dahinter, vor der akustisch stützenden Rückwand, um präzise Basslinien hören zu können, wie es u.a. die Wiener Philharmoniker pflegen, als massives Fundament, das dem ganzen Orchesterapparat dient (s. a. Bild 12, Staatskapelle Berlin).

Die enormen Vorteile dieser Sitzordnung für die Zuhörer wurden aufgrund eingehender Untersuchungen und Orchesterdemonstrationen von Prof. Dr. Jürgen Meyer nachgewiesen, und u.a. so beschrieben: *„Die 1. Geigen (links) und 2. Geigen (rechts) gegenüber aufzubauen ist hundertfach aus Partituren aller Epochen zumindest von Purcell bis Mahler abzulesen. Ohne Zahl sind die Stellen, die ihren kompositorischen Sinn erst dann erfahren, wenn die Geigengruppen voneinander getrennt aufeinander antworten, einander die Motive zuspielden können“* [6]. Und dabei wirkt das Unisono der Streicher erheblich klangstärker, wenn sie auf zwei Seiten verteilt sitzen.

Der Rechteck-Konzertsaal ist auch vorteilhaft für das Empfinden der klanglichen Einhüllung, der Räumlichkeit - die Einbeziehung des Hörers wie auch des Künstlers in die "akustische Atmosphäre", die Ambienz, des Geschehens.

Sofern hier die Decke höher ist als die halbe Breite des Saales, erreichen den Hörer somit zuerst die seitlich einfallenden Reflexionen vom Klangkörper, und dieser im Konzertsaal gerichtete Seitenschall (bis ca. 80ms) trägt neben der Versorgung des Auditoriums auch zur Wahrnehmung von **Räumlichkeit** (*spaciousness*) bei, da **unser Gehör für seitlichen Schalleinfall gegenüber Frontalschall bevorzugt empfindlich ist** (s. Bild 11, *Richtcharakteristik des zweiohrigen Hörens*), wie es von *G. Jahn* bereits gemessen und veröffentlicht worden war [7].

---

<sup>6</sup> Griewisch, G.: Wo sollten die 2. Geigen sitzen? Tonmeister-Magazin, 1996, 4.

<sup>7</sup> Jahn, G. : Zum Unterschied zwischen einohrigem und zweiohrigem Hören. Hochfrequenz und Elektroakustik, (72) 1963, H.1, S.15-20.

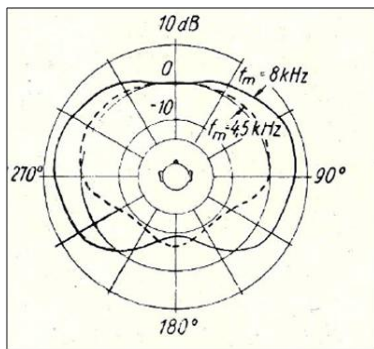


Bild 11, *Richtcharakteristik des zweiohrigen Hörens* (nach G. Jahn in [7])

Hohe Seitenschallanteile der Primärreflexionen dienen auch zur besseren Hörbarkeit der Künstler untereinander.

Und wie neuere finnische Untersuchungen bestätigen, regt stärkeres Orchesterspiel die Harmonischen höherer Frequenzen intensiver an als die Obertöne in der Nähe des Grundtons. Dieser Effekt resultiert in stärkerer Schallenergie und auch in anderer Klangfarbe. Die Raumgeometrie des Konzertsaals bewirkt die Richtungen, aus denen akustische Reflexionen beim Hörer ankommen. Das binaurale Richtungshören betont hohe Frequenzen mehr, wenn Schall den Kopf von den Seiten erreicht gegenüber dem aus der Medianebene. Gleichzeitig werden diese Frequenzen bei stärkerem dynamischem Orchesterspiel hervorgehoben und der empfundene Dynamikbereich wird verstärkt [8].



**Bild 12. Produktion mit der Staatskapelle Berlin unter Daniel Barenboim - in europäischer Aufstellung.**  
(Foto Christian Block, Funkhaus Nalepastrasse aus [3])

<sup>8</sup> Concert halls with strong lateral reflections enhance musical dynamics, by Jukka Pätynen<sup>1</sup>, Sakari Tervo, Philip W. Robinson, and Tapio Lokki. In: PNAS March 25, 2014 vol. 111 no. 12 4409-4414

## Raumstruktur und Nachhallzeitverlauf an anderen Aufführungsorten

Außerordentliche akustische Vorzüge besitzt die **Jesus-Christus-Kirche** in Berlin-Dahlem (ca. 7.340m<sup>3</sup>). Günstige Abstände der Seiten- und Rückwände vermitteln den produzierenden Orchestern ausreichend hilfreiche Reflexionen für die Hörbarkeit der Musiker untereinander. Insbesondere der im Bereich der tiefen Frequenzen abfallende Nachhallzeitverlauf verleiht dem Orchesterklang eine hohe Transparenz. Die Kirche als Aufnahmeort wurde bereits 1948 durch die Tonmeister *Peter Burkowitz* und *Heinz Opitz* für die Berliner Philharmoniker „entdeckt“; wegen der aktiven Kirchennutzung ist sie jedoch nicht als ein ständiges Rundfunk-Studio anzusehen.

Die guten Erfahrungen sowohl mit dieser Kirche in Dahlem als auch mit dem Aufnahmesaal 1 im Funkhaus Berlin, insbesondere mit den beiden prinzipiell ähnlichen Nachhallzeitverläufen, waren genutzt worden, um in Dresden in der dortigen Lukaskirche eine akustisch optimale Aufnahmestätte zu schaffen. Die Akustikerin *G. Herzog* (RFZ), die bereits den Saal 1 im Funkhaus Berlin raumakustisch gestaltet hatte, veranlasste bis 1971 entsprechende Maßnahmen zur Erzielung der gewünschten Nachhall- und Diffusität-Bedingungen, so dass vor allem für die Sächsische Staatskapelle ein Aufnahme-„Stammhaus“ mit einem Volumen von 14.000 m<sup>3</sup> höchster Qualität geschaffen werden konnte, in dem viele internationale Ko-Produktionen stattfanden und weiterhin erfolgen.

## Einige Urteile zur Akustik des Aufnahmesaales 1

Zur besseren Einschätzung des hier Gesagten sollen einige kompetente Urteile zitiert werden.

In diesem Saal produziert(e) u. a. der bekannte Dirigent *Daniel Barenboim* mit der Staatskapelle Berlin nach 1989 zahlreiche Schallplattenproduktionen (u. a. Sinfonien, Opern für *TELDEC Classics International*). Er rühmt in seiner E-Mail vom 26.02.02 an den Autor besonders die raumakustischen Bedingungen:

**“Der Saal 1 im ehemaligen Funkhaus Nalepastraße in Berlin verfügt über eine außergewöhnlich gute Akustik, sowohl für groß besetzte Stücke, so zum Beispiel Wagners Opern „Tannhäuser“ und „Holländer“, wie auch für kleinere Orchesterbesetzungen..“**

**„Ich betrachte den Saal 1 als eines der besten Aufnahmestudios weltweit. Seine Nachhallkurve ist ideal, so dass die Akustik weder zu trocken noch überhallig ist. Darüber hinaus gibt der Saal auch den Musikern die Möglichkeit, sich selbst sehr gut zu hören und den Klang entsprechend farbenreich zu gestalten“**[9].

**Peter Burkowitz** [†][10], hob stets die besonderen Vorzüge des Saales 1 hervor, und zwar den sehr diffusen Klang im Grundtonbereich der Instrumente sowie den in den hohen Tonlagen dominierenden, gleichmäßig abklingenden Nachhall. Darüber hinaus sei der Klang verfärbungsfrei und durchsichtig im unteren Frequenzbereich aufgrund des besonderen Nachhallzeitverlaufs bei  $f < 1000$  Hz.

Er schrieb ergänzend dazu:

**„Warum klingen große Orchester und klassische Werke ganz allgemein in Sälen mit „S-Kurven“ [d.h. mit S-förmigem Nachhallzeit-Frequenzgang, G.S.] am besten?**

**Ich bin überzeugt, das hängt damit zusammen, dass sie einmal eine besser fokussierte Tonhöhen-Distanz-Illusion (bzw. Distanz-Imagination, G.S.) bewirken und, dass sie zum anderen die durch die Rundumstrahlung der meisten motivtragenden Instrumente bereits „aufgedunsene Dickbäuchigkeit“ üblicher Instrumentationen wohltuend „verschlanken“. Wohlgemerkt: ohne, dass dabei die natürliche Sonorität des Klangs leiden würde! Im Gegenteil - Celli, Posaunen, Fagotte etc. klingen in solchen Sälen eher satter und kerniger, weil ihr Kolorit, das ja wesentlich von den Harmonischen herrührt, nicht so stark von den Corpus-Tonlagen überdröhnt wird“ ...**

**„Fazit: Säle, welche die hier dargestellten Kriterien erfüllen, sind für Aufnahmewecke optimal geeignet. Nach meiner bisherigen Kenntnis sind dies nur die Säle in Berlin-(O), die Jesus-Christus-Kirche in Dahlem und der Medinah Temple in Chicago...“**

<sup>9</sup> Daniel Barenboim, persönliche Mitteilung vom 26.02.02.

<sup>10</sup> Peter Burkowitz, persönliche Mitteilungen vom 26.01.01 und 12.07.01.

**Eberhard Sengpiel** [†], langjähriger Tonmeister bei TELDEC Classics International [11] schrieb:  
*„Im Saal 1 erhält man ein gutes Raumgefühl, wenn man beim probenden Orchester umherläuft. Das heißt, gleichzeitig hört man einen deutlichen klaren Direktklang der Instrumente und eine gut dazu passende gewünschte räumliche Umhüllung.*

*Als Tonmeister konnte ich mich leicht mit diesem Raum und seiner Akustik anfreunden, weil sich die eigenen Vorstellungen des aufzunehmenden Klangs recht schnell mit den erprobten Mikrofon-aufstellungen erreichen lassen.“*...

Und um die hervorragende Akustik des Aufnahmesaals 1 noch einmal zu würdigen, sei an den Ausspruch von **Kurt Blaukopf** [12] erinnert, den wir uns zum Geleitwort erkoren:

**„Der Raum ist das Kleid der Musik“.**

Das Rundfunk-Sinfonie-Orchester, RSO, das fast 40 Jahre erfolgreich in diesem Saal arbeiten und eine riesige Anzahl von großartigen Aufnahmen und Sendungen produzieren konnte, hat eine lange und erfolgreiche Tradition. Seine Chefdirigenten formten das unverwechselbare Klangbild des Orchesters, gemeinsam mit der Akustik von Saal 1; viele internationale Auszeichnungen wurden für erfolgreiche Einspielungen gewährt.

In einem detaillierten und gut bebilderten Bericht über den Produktionskomplex B [13] fasste **Fritz Fey**, Chefredakteur des **„STUDIO MAGAZIN“** seine Eindrücke über einen Studiobesuch u.a. wie folgt zusammen:

*„...Dieser Saal hat aus meiner Sicht internationale Bedeutung und darf in der Liste der besten Aufnahmesäle der Welt auf keinen Fall fehlen....“*

*„Ich möchte die Gelegenheit nutzen, Ihnen, Frau Herzog, meine Bewunderung für Ihre fantastische Arbeit auszusprechen. Angesichts der Möglichkeiten, die Anfang der 50er Jahre zur Verfügung standen, ist Ihre Leistung um so höher einzuschätzen. Ich freue mich darüber, dass die von Ihnen maßgeblich geplante Raumakustik über 50 Jahre später uneingeschränkt funktioniert. Etwas Vergleichbares wird man in Deutschland nur mit Mühe finden. Es war mir eine Ehre, über diesen unvergleichbaren Studiokomplex berichten zu dürfen...“*

Und Chefredakteur **Hannes Bieger** von **Sound & Recording** berichtete in einem weiteren sehr gelungenen und reich bebilderten Beitrag [14] über die **„Akustikausbauten von Weltrang“** und schließt:

**„Zu wünschen bleibt, dass die Stadt Berlin nicht die Chance verstreichen lässt, das einzigartige Vermächtnis des Funkhauses so zu nutzen, wie es die selbst im internationalen Maßstab beachtlichen Qualitäten des Gebäudeensembles gebieten.“**

Neben der vorzüglichen Raumqualität für große Orchester sind auch solistisch tätige Künstler, wie der Flötist, das Kammertrio, der Pianist u.a. von der empfundenen Akustik des großen Aufnahmesaales derart angetan waren und sind, dass sie diesen bevorzugen und hier preisgekrönte Aufnahmen erzielen konnten. Dabei sind es vor allem die Attribute Raumeindruck, Räumlichkeit und Raumantwort, hohe Diffusität und Klangfarbe des großen Saales, die die Künstler diesen Raum auswählen ließen.

So lobte der bekannte Pianist **Murray Perahia** nach seiner Aufzeichnung der Bach-Partiten (Mai 2009) im ZDF den Saal mit **„Der Klang ist wunderbar – für Aufnahmen optimal geeignet“.**

Auch der Pianist **Igor Levit**, der im Januar 2014 im Aufnahmesaal 1 die Bach-Partiten mit der TRITONUS Musikproduktion GmbH einspielte, war von dem Klangerlebnis, das ihm im Saal durch die spezielle Nachhallkurve und die hohe Diffusität bereitet wurde, hochmotiviert, und konnte sich erst trennen, nachdem er für das begeisterte Aufnahmeteam und Freunde dort ein spezielles Konzert gegeben hatte, wobei er durch seine Klanggestaltung Bachs Absichten bestmöglich verwirklichte.

---

<sup>11</sup> Sengpiel, E., persönliche Mitteilung vom 03.01.02.

<sup>12</sup> Blaukopf, K., Hexenküche der Musik, Verlag Arthur Niggli, St. Gallen/Wien, 1956.

<sup>13</sup> Fey, Fritz: Wiedergeburt - Der Produktionskomplex B des ehemaligen Funkhauses in Berlin-Ost. STUDIO MAGAZIN 30 (2007), 10 (Nr. 327), 53 - 61.

<sup>14</sup> Bieger, H.: Das Rundfunkhaus an der Nalepastraße. sound & engineering (2007) 11, 28 -34.

Und **Prof. Burkard Schliessman**, der dort u.a. Werke von Chopin einspielte, schrieb dem Autor in einer E-Mail (19.3.2010):

**„Die Aufnahmen waren herausragend und ich bin von der Akustik des Saales mehr als nur begeistert!“**

Und in einer weiteren E-mail schrieb **Prof. Schliessmann**, im Rückblick auf die vielen positiven Reaktionen auf seine Einspielungen:

*„Zu den besonderen Ereignissen in diesem Jahr (2010) zählt meine Aufnahme im Funkhaus in Berlin. Die CD erregt weltweit für Aufsehen, hervorgehoben wird neben der Interpretation natürlich die einzigartige Akustik des Großen Saals des Funkhauses, die mich und mein Spiel regelrecht "getragen" hat.“*

Inzwischen äußerte sich auch der bekannte Pianist **Lang-Lang** ähnlich begeistert nach seiner Chopin-Produktion im Funkhaus Nalepastrasse (7.6. -11.6.12).

Eine besondere Überraschung für den Autor war der Auftritt des großartigen Pianisten **Pierre-Laurant Aimard** im März 2014, anlässlich einer internationalen Recording Session. Gemeinsam mit dem Chef-techniker von Steinway Wien, **Stefan Knüpfer**, stellte er sich mit dem dafür speziell eingestimmten Flügel vollkommen auf den spezifischen Nachhallverlauf und die Klangfarbe im Saal 1 ein und erzeugte dadurch einen außerordentlichen Klangreichtum, ganz angepasst auf die klangliche Antwort des Raumes.

**Knüpfer** selbst war trotz langer Erfahrung in vielen berühmten Konzertsälen der Welt von der erreichten Raumakustik, vom hier spezifischen Nachhallverlauf und der homogenen Diffusität des Saales ganz besonders beeindruckt, die er als einmalig bezeichnete, so dass er für **Aimard** den Flügel speziell intonierte. Insbesondere rühmte er, dass das aufgrund der Hammermechanik an sich unvermeidliche Klopfergeräusch beim Tastenspiel hinter dem eigentlichen Saitenklang völlig zurücktrat, was er auf den gezielten Abfall des tiefen Frequenzbereichs im Nachhall und die gleichmäßige Reflexionsverteilung im Saal zurückführte. Knüpfer bekannte, dass er dies in noch keinem anderen Aufführungsraum in dieser akustischen Qualität vorgefunden habe und nun als eine unerwartete, aber erwünschte Steigerung des Klangreichtums des Klavierspiels empfinden konnte.

(Der Autor schätzt ein, dass das subjektiv empfundene Zurücktreten des Klopfergeräusches sowohl dem Einfluss des speziellen Nachhallverlaufs im Tiefenbereich und der hohen Diffusität als auch der Wirkung des Reflektiert-Schalls im Saal zuzuschreiben ist, der bei Vergrößerung der Dynamik von Orchestern/Solisten die Brillanz der Harmonischen verstärkt empfinden lässt).

Am 2. Oktober 2014 ergänzte **Stefan Knüpfer** in einer E-Mail diesen beschriebenen Eindruck freundlicherweise noch durch folgende eindrucksvollen persönlichen Worte:

*"Eine Ergänzung habe ich zu meinen Beobachtungen:*

***Meine Wahrnehmung im Saal ist, dass die Akustik des Saales eine faszinierend präzise Abbildung des Klanges des Flügels ist, lediglich bis an die Wände des Saales erweitert. Das habe ich bis jetzt noch in keinem anderen Saal erlebt: So konnte ich während meiner Arbeiten am Flügel oftmals nicht sagen, ob der Ton, den ich gerade hörte, direkt aus dem Instrument vor mir oder über den Umweg des Saales an mein Ohr drang. Normalerweise verlässt der Ton das Instrument und wird dann im Saal kommentiert: Der Saal fügt Hall hinzu oder dämpft ihn, ergänzt Obertöne oder verschluckt sie, verändert das Ein- und Ausschwingverhalten des Flügels. Und trifft ein Ton nach der Reise durch den Raum wieder im Ohr des Pianisten ein, hat dieser "Saalton" niemals etwas mit dem "Klavierton" gemein, der kurz zuvor das Instrument verlassen hat.***

***Man weiß also eigentlich immer ganz genau, woher der Ton kommt: der ehrliche aus dem Flügel, der veränderte aus dem Saal. Das muss nicht zwangsläufig schlecht sein und kann für gegebene Musik auch durchaus seinen Reiz haben. Aber speziell für die Klaviermusik Bachs, die eine absolute Treue in der Klanggestaltung verlangt, kenne ich keinen Saal, der ähnliche Qualitäten wie der Saal 1 in der Nalepastrasse besitzt."***

Dieser bemerkenswerten kritischen Einschätzung von Cheftechniker **Stefan Knüpfer** ist nichts mehr hinzuzufügen - außer einem herzlichen Dank des Autors für die Übermittlung seiner Beobachtungen.

## Schlussfolgerungen

Das ausgewogene Verhältnis vom maßgeblichen Direktklang zum umgebenden Raumschall, der die Einhüllung erlaubt, kennzeichnet die Güte des jeweiligen Hörerplatzes (bzw. Mikrofon-Standortes), somit auch die Anzahl der Plätze dieser Qualität in einem Aufführungsraum, charakterisiert also dessen akustische Gesamt-Qualität!

Der erreichte *akustisch-musikalische Gütegrad* wird durch messtechnische Wertung von objektiven raumakustischen Kriterien und in Relation zu diesen stehenden subjektiven Wahrnehmungsgrößen wie Raumeindruck, Klarheit, Deutlichkeit, Präsenz, Lokalisierbarkeit, Klangfarbe, Durchmischung, Klangeinsatz u.a. nach internationalen Standards definiert.

Doch dabei darf der Akustiker nicht vergessen, dass er nur die Hilfsmittel für die künstlerische Schöpfung liefern kann, denn wir sagt Chefdirigent *Ivan Fischer*.

**"Musik ist viel mehr als nur Klangsönheit - die Intensität der Musik ist etwas Fantastisches - es gilt, die Seele der Musik zu vermitteln."**

(aus *Ivan Fischers* Gesprächen zu "Mittendrin")

### Anmerkung

Hinweise zur Aufnahmetechnologie aus akustisch optimalen Räumen sollen hier nicht gegeben werden. Es ist aber offensichtlich, dass nur mittels getrennter Aufnahme und Bearbeitung von Direkt- (Stereo-)Signalen und Raumsignalen, also z.B. im 5.0-Format (vorzugsweise in *Stereo-Ambiofonie*), das im Vorhergehenden geschilderte akustisch-musikalische Erlebnis auch bei Lautsprecher-Wiedergabe in akustisch guten Hörräumen näherungsweise erreichbar ist. Zweikanal-Stereofonie ist dazu prinzipbedingt ungeeignet.

Autor Gerhard Steinke studierte Akustik an der TH Dresden, war von 1953 bis 1989 im Forschungszentrum für Rundfunk und Fernsehen der Deutschen Post, Berlin, als Laborleiter und Direktor für Studiotechnologie tätig, und bis zur Pensionierung 1992 Abteilungsleiter bei der Deutschen Telekom. Unter seiner Leitung wurde der Synthesizer *Subharchord* für elektroakustische Musik und das richtungsgetreue Beschallungsverfahren DSS entwickelt; ferner führte er mit seinem Team, zusammen mit Industriebetrieben, die Rundfunk-Stereofonie in der DDR ein.

## Nachtrag zum Abschnitt "Publikumsanordnung"

Ein Konzertbesuch im Konzerthaus Berlin am 14. Oktober 2014 veranlasste den Autor zu einer Ergänzung hinsichtlich der optimalen Zuordnung von Bühne/Orchesterpodium und Auditorium/Publikumsbereich im Parkett.

Es war bereits betont worden, dass es einer Mindestanhebung des Gestühls von 15° bedarf, wenn ein einwandfreies Hören im Parkettbereich gewährleistet werden soll - was schließlich das Ziel eines Konzertsaalbaus sein sollte. Falsche Sparsamkeit hinsichtlich einer Mehrfachnutzung eines Konzertsalles auch für beliebig andere "Events" statt akustischer Optimierung für Konzerte ergeben Beeinträchtigungen hinsichtlich der Sicht- und Hörbedingungen.

Hier ging *Ivan Fischer* als neuer Chefdirigent vom Konzerthausorchester Berlin mit gutem Beispiel voran, als er zu Beginn seiner neuen Tätigkeit am 28.09.2011 zu einem öffentlichen akustischen Test aufrief. Sein Ziel war es, die günstigste Stufung des Bühnenaufbaus zu ermitteln, die gute Hörbedingungen für den Parkettbereich, aber auch für den Klangkörper sicherstellen konnte.

Offenbar suchte er dabei das Minimum an Höhenaufbau, denn er war nicht bereit, auf einen Zuruf der beiden am Gang sitzenden Akustiker die Podest-Höhen zu vergrößern, während er zufällig neben ihnen stehend die Orchestertwiedergabe kontrollierte. Immerhin wurde ein passabler Kompromiss erzielt. Aus Bild 13 ist ersichtlich, dass das Podium - nach mehreren unterschiedlichen Testhöhen - schließlich ca. 130 cm über Saalniveau eingestellt wurde (3 Felder an der Podiums-Frontseite) - eine Einstellung, die schon früher (auch zur Eröffnung 1984) üblich war, wie aus einem Vergleich mit dem Konzert vom 5.1.2010 ersichtlich. Die Staffelung der Bühnenpodeste nahm Fischer jedoch höher vor; die Köpfe der Musiker in der obersten Reihe reichen über die goldene Rangabdeckung.



**Bild 13 - Akustikprobe von *Ivan Fischer* am 28.09.2011. Bild 14- Konzert am 05.01.2010 (nach der Pause).**

Nach Renovierungsarbeiten im Sommer 2014 fand hier am 14.10.2014 ein Konzert der Staatskapelle Berlin unter und mit (am Flügel) Daniel Barenboim statt.

Der Autor saß im Parkett, rechts, Reihe 10, Platz 8. Ein akustisches Drama.

Musikalisch ein grandioses Konzert - aber akustisch nur indirekt als Diffus-Schall wahrnehmbar, gedämpft durch die Zuschauerköpfe im Parkett, behindert durch die unnötig riesigen Notenpulte, hinter denen der Klangkörper versteckt war.

Die Bilder zeigen eindeutig das Dilemma: Es war versäumt worden, die Bühne wieder auf das vorherige Niveau hochzufahren (sie stand etwas über 2 Einheiten hoch) und die wichtige Staffelung der Instrumentengruppen fehlte fast völlig. Sie war minimal, keinesfalls für Parkettplätze ausreichend.

**Bild 15. Konzert der Staatskapelle am 14.10.2014**



**Bild 16: Pause beim Konzert am 14.10.2014**



Glücklicherweise erhoben sich die Musiker beim Schlussbeifall, und dabei erlaubte sich dies auch der Autor, und so konnte man auch in Reihe 10 einmal die Künstler sehen (Bild 17). Beachte die geringe Staffelung der Orchester-/Instrumentengruppen!

**Bild 17: Schlussbeifall beim Konzert am 14.10.2014**



(Fotos Bild 13 bis 17: G. Steinke)

Unbegreiflich die Größe der o.a. Notenpulte: aus akustischen Gründen, insbesondere bei Mikrofon-Aufnahmen, werden diese üblicherweise so klein als möglich hergestellt, mit vielen großen Öffnungen zur Vermeidung von Störreflexionen sowie von Verdeckungen des Instrumentenklangs.

Darüber hinaus unnötig, da optisch störend und ablenkend, sind Zuschauer/Zuhörer auf der Orgelepore (sofern es sich nicht um bezahlbare Plätze für Musikstudenten - Dirigentenklasse - handeln sollte).

Da die Decke nur mit Gipsornamenten dekoriert und bemalt ist, also keine stark gegliederte Kassetendecke (wie u.a. in Wien) aufweist, und da auch die Wände weniger strukturiert und aufgliedert sind, ist die erreichte Diffusität nicht groß genug, um auch beim Hören nur des indirekten (Raum-) Schalls ein völlig befriedigendes Klangerlebnis zu erhalten. Schade.

Immerhin erhalten die Hörer im Konzerthaus vorwiegend den direkten Orchesterklang von vorn - das ist in sog. Surround-Hallen nur teilweise möglich.

Dies zeigte sich besonders beim Besuch des Festlichen Saison-Eröffnungskonzertes des Deutschen Symphonie-Orchesters unter *Tugan Sokhiev* in der Berliner Philharmonie am 22.09.2013. Hierzu hatte die Konzertdirektion Hohenfels den vom Autor ursprünglich gebuchten Platz im Block F kurzfristig verändert zum Block E.



Bild 18: Philharmonie, Großer Saal. Platz: Block E, links, Reihe 6, Sitz 10. (Foto: G. Steinke)

#### **Optischer Eindruck:**

Für genussreichen Konzertbesuch völlig unangemessen. Einer der schlechtesten Plätze von den ca. 60 bis 70 % akustisch ungünstigen Plätzen in diesem Saal. Kaum mehr als die Hälfte des Klangkörpers ist sichtbar, dazu nur seitlich und alle Gesangs-Solisten nur von hinten, Pianist ebenfalls nur seitlich.

#### **Akustisches Ergebnis:**

Völlig unausgeglichene Klangbalance, zumal bei dieser für Klangkörper bequemen amerikanischen Aufstellung. Solisten kaum hörbar, beim Bolero der wichtige Solist (seitlich vor dem Dirigenten) nur in den letzten 5...8 Minuten des Stückes überhaupt wahrnehmbar. Solo-Klavier pegelreduziert, Solo-Violine ohne Brillanz, Solo-Kontrabass ohne Konturenschärfe, - keine Einschwingvorgänge, blass, zu leise. Transparenz / "Durchhörbarkeit" daher mangelhaft.

Zu diesem Sichtmangel kommt hinzu das Fehlen eines brillanten Streicherklanges der Violinen; deren Pegel und Klangfarbe sind stark reduziert, auch laufzeitverzögert; Holz klingt auch nur indirekt. Besser hörbar sind Kontrabässe, Celli und Bratschen, da halbseitlich. Dennoch wird die Lautstärke der 8 Bässe als sehr gering empfunden; vermutlich schluckt das „Loch“ hinter den Instrumenten Pegel und Klangqualität. Insgesamt sehr trockener Klang, auch sehr geringer Raumeindruck, keine Räumlichkeit; Nachhall spät und schwach.

Chor besitzt wenig Artikulationsschärfe, da nur seitlich hörbar.

Hörbar sind störende Reflexionen von den "Weinbergstufen", d.h. von deren großen glatten unstrukturierten Flächen - gegenüber und am Parkett (evtl. sogar von Rückwand), wie früher schon an Seitenplätzen beobachtet. Dies führte beim Fortissimo der Bläser, spez. Trompeten, anfangs sogar zum „Klappern“ des Orchesters in den ersten Takten. Daraus kann man auch schließen, dass viele Musiker - z.B. in Mitte des Bühnenbereiches viel zu wenig "Antwort" aus dem Saal erhalten können.

[Die Konzertdirektion Hohenfels schreibt darüber: „Philharmonie Berlin - einer der schönsten Konzertsäle der Welt mit einer unübertroffenen Akustik!“ Man kann aber vermuten, dass die Akustik in der Elbphilharmonie Hamburg und in Paris noch räumlicher, indirekter sein wird, also das Verhältnis Direktklang/Raumklang an den meisten Plätzen noch ungünstiger sein wird. Somit kann die Philharmonie Berlin hinsichtlich akustischer Nachteile durchaus noch übertroffen werden!].

Empfehlung: Diese Plätze sollten nur an sog. Star-Architekten, Politiker und Musikkritiker (wie F.H.) vergeben werden, damit die Mängel erkannt und evtl. Änderungen veranlasst werden.

Vers. 0.5.- 30.10.2014