Prof. Dr.- Ing. Dr. phil. Frank Müller-Römer 05.06.2016

Der perfekte Konzertsaal –

Anforderungen aus Sicht der Zuhörer und Musiker[1]

Einführung

Zwei Aspekte sollten stets die Überlegungen und Diskussionen zur Frage bestimmen, wie ein moderner Konzertsaal mit hervorragenden akustischen Eigenschaften gebaut werden kann:

1. In den vergangenen 150 Jahren wurde weltweit eine Reihe großer Konzertsäle meist mit hervorragenden akustischen Bedingungen und überwiegend rechteckigen Grundrissen geschaffen. Nach dem zweiten Weltkrieg entstanden dann neben Sälen mit rechteckigen Grundrissen verschiedene große Konzertsäle – dem Beispiel der Berliner Philharmonie folgend – in einer weinberg- bzw. arenaähnlichen Anordnung der Plätze. Bei dieser Gestaltungsform gewann die Architektur die Oberhand gegenüber der Rechteckform eines Saals, welche langjährig akustisch erprobt war. Gleiches gilt für die Raumausgestaltung sowie die frontale Anordnung des Orchesters zur Zuhörerschaft. Nachträglich müssen dann bei willkürlich gestalteten Saalformen mathematisch berechnete bzw. durch Modellversucher ermittelte Reflexionsflächen angebracht werden, um für einigermaßen gute akustische Bedingungen zu sorgen. Soweit das überhaupt möglich ist. Ist dieser „Umweg“, eine einigermaßen gute Raumakustik zu erzielen, der richtige Weg?
2. Die Beurteilung der akustischen Qualität eines Konzertsaals erfolgt aus zwei ganz unterschiedlichen Perspektiven heraus: Neben einer optimalen Klangqualität auf möglichst vielen Zuhörerplätzen – wie diese zu definieren und zu gestalten ist, darauf wird später noch ausführlich eingegangen – müssen auch auf dem Orchesterpodium hervorragende akustische Verhältnisse herrschen: Nur wenn der Dirigent die Musiker sehr gut hört und diese sich auch untereinander exakt wahrnehmen können, wird das Orchester zu Höchstleistungen fähig sein und damit auch für die Zuhörer nahezu einmalige Klangerlebnisse schaffen. Für dieses „Einander-Hören“ gibt es verschiedene räumliche Bedingungen, die erfüllt sein müssen und deren Berücksichtigung bei manchen modernen Konzertsälen zu wünschen lässt. Für Konzertübertragungen und Musikproduktionen kommen noch weitere Aspekte hinzu.

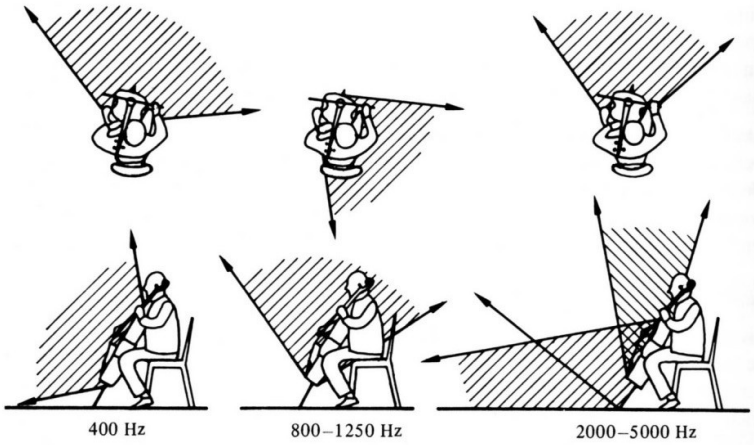
Im Folgenden werden nach einer kurzen Darstellung der Klangausbreitung in einem Konzertsaal aufgrund einer Analyse der Bauweise und akustischen Eigenschaften gebauter bzw. noch im Bau befindlicher Konzertsäle die Kriterien für Planung und Bau eines Konzertsaals mit optimaler Raumakustik für Orchester und Zuhörer abgeleitet.

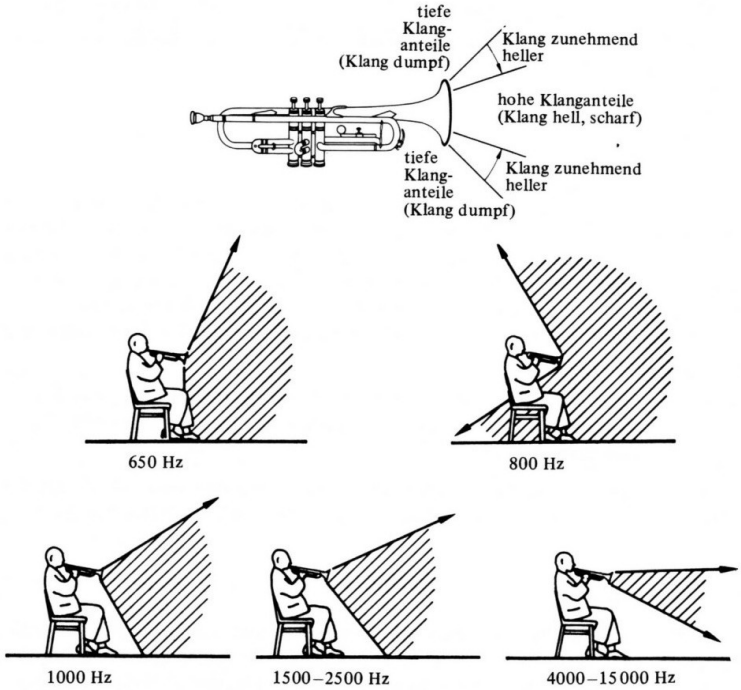
Klangausbreitung in einem Konzertsaal

Die Töne der Instrumente eines Orchesters breiten sich als Schallwellen je nach Frequenz in völlig unterschiedliche Richtungen aus. Am Beispiel eines Cellospielers und eines Trompeters

[1] Vortrag anlässlich der Coburger Clang Clausur 2016 der Hochschule Coburg am 4. Juni 2016.

wird dies für verschiedene Frequenzen (tiefe und hohe Töne sowie solche der Mittellage) deutlich.[2] Die meisten Instrumente besitzen eine vom Spieler weg gerichtete Richtcharakteristik. Daher ist ein Orchester am besten frontal zur Zuhörerschaft aufzustellen.





Für diese Anordnung hat sich seit Beginn der Konzertsaalgeschichte im 19. Jahrhundert ein rechteckiger Raum bewährt. Bei günstiger Verteilung der Reflexionen wurde so eine gleichmäßige Schallversorgung des gesamten Raums zusammen mit dem Direktschall erreicht. Letzterer erlaubt dem Zuhörer – zusammen mit seinen Augen – die individuelle Wahrnehmung und Verfolgung einzelner Instrumente und Stimmen.

Die Schallwellen werden an Saalwänden und -decke in Anhängigkeit der jeweiligen Oberflächenstrukturen reflektiert. Glatte und „harte“ Oberflächen wie Glas, Metall und Stein reflektieren den Schall sehr gut. Andere Materialien wie Holz, Dämmstoffe und Textilien

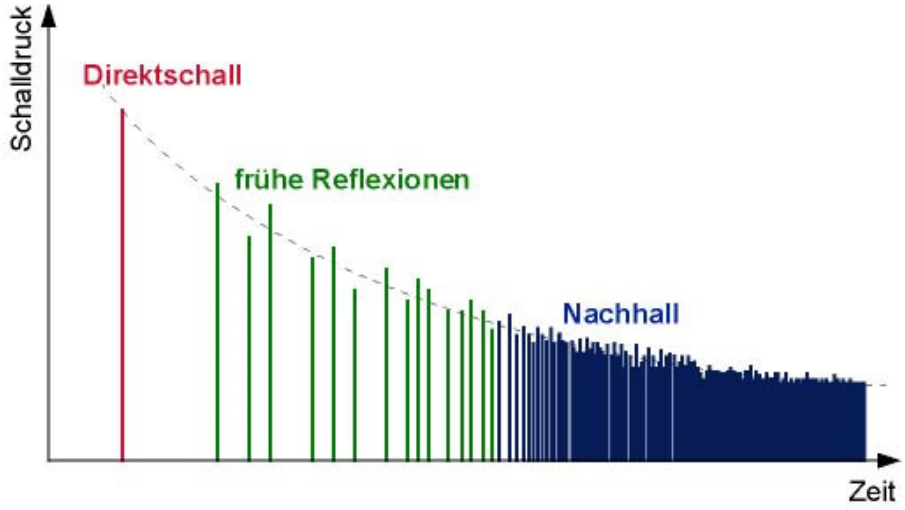
[2] Meyer, J., Akustik und musikalische Aufführungspraxis, Bergkirche, 5. Erweiterte Auflage 2004.

absorbieren unterschiedlich viel Energie der Schallwellen und reflektieren entsprechend weniger. Auch Bestuhlung und Zuhörer beeinflussen – insbesondere bei hohen Frequenzen – den Absorptionsgrad α.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Beton, unverputzt	**0,01**	**0,01**	**0,02**	**0,02**	**0,02**	**0,03**
Putz auf Mauerwerk	**0,02**	**0,02**	**0,03**	**0,04**	**0,05**	**0,05**
Teppich, mittlere Dicke	**0,05**	**0,08**	**0,20**	**0,30**	**0,35**	**0,40**
Akustikplatte 2 cm dick, auf Wand aufgeklebt	**0,05**	**0,15**	**0,55**	**0,90**	**1,0**	**1,0**
Akustikplatte 2 cm dick, 2 cm Wandabstand	**0,10**	**0,20**	**0,85**	**1,0**	**1,0**	**1,0**
Vorhänge	**0,05**	**0,10**	**0,25**	**0,30**	**0,40**	**0,50**

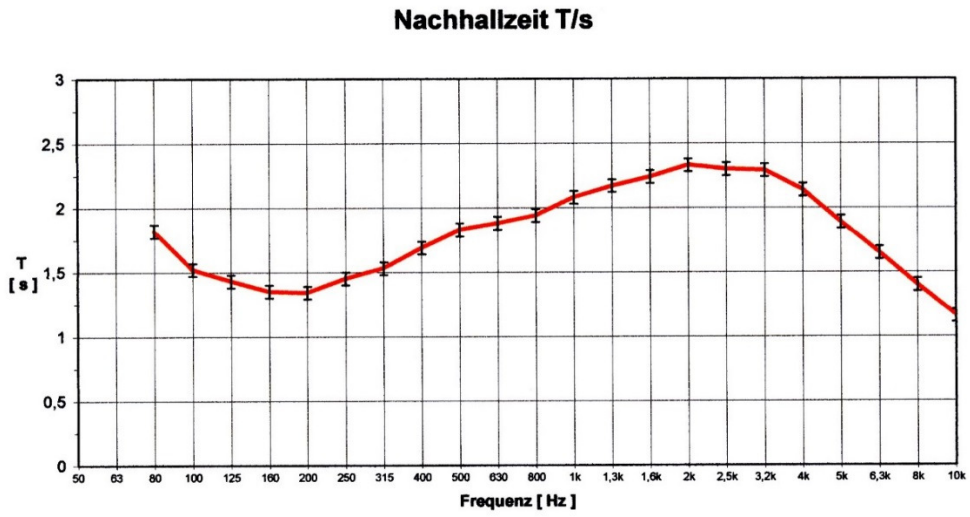
Absorptionsgrad α verschiedener Materialien und Oberflächen bei unterschiedlichen Frequenzen

Der Direktschall, der den Zuhörer ohne den Umweg einer Reflexion erreicht, macht aber immer nur einen Teil des gesamten Klangbildes aus. Eine Fülle weiterer Tonsignale mit unterschiedlichen Verzögerungen zum Direktschall und mit verminderter Intensität kommt hinzu. Um die frühen Reflexionen und den gewünschten Nachhall zu erreichen, müssen die Wände und die Decke eines Konzertsaals ein definiertes Absorptionsverhalten besitzen. Neben der Absorption durch Materialien und Personen wirkt sich auch die jeweilige Luftfeuchtigkeit aus.



Die Reflexionen und der Nachhall sind für den akustischen Gesamteindruck unerlässlich. Um in einem Konzertsaal räumliches Hören und die klangliche Einhüllung zu erleben, welche zum Empfinden akustischer Qualität subjektiv entscheidend beitragen, müssen Geometrie und Oberflächengestaltung des Konzertsaals sowie dessen Rauminhalt (Volumen) gewissen Anforderungen entsprechen und verschiedene Bedingungen erfüllen: Die Realisierung dieser Anforderungen trägt zum #Empfinden akustischer Qualität entscheidend bei. Bei einer Höhe der Decke größer als die halbe Breite des Saals erreichen den Hörer zuerst die seitlich einfallenden Reflexionen des Klangkörpers. Die von der Saaldecke reflektierten Signale folgen erst mit einer längeren Laufzeit. Diese unterschiedlichen Laufzeiten tragen wesentlich zur

Wahrnehmung der Räumlichkeit bei. Das menschliche Gehör nimmt seitlichen Schalleinfall bevorzugt wahr. Einen optimalen Klangeindruck erreicht man mit einem Raumvolumen von 8 – 12 m³ pro Zuhörer. Eine Nachhallzeit von 2 bis maximal 2,5 sec. wird allgemein als angenehm empfunden („warme Klangfarbe"). Eine Absenkung im Bereich unterhalb von 1000 Hz führt zu einer Verbesserung des Klangbildes.



Nachhallzeitverlauf im Musikaufnahmesaal 1 im Funkhaus Berlin – Nalepastraße des früheren Rundfunks der DDR. Saal ohne Personen bei 68 % Luftfeuchtigkeit (aus: Steinke, G. und Herzog, G. Der Raum ist das Kleid der Musik, Berlin 2012, S.44.

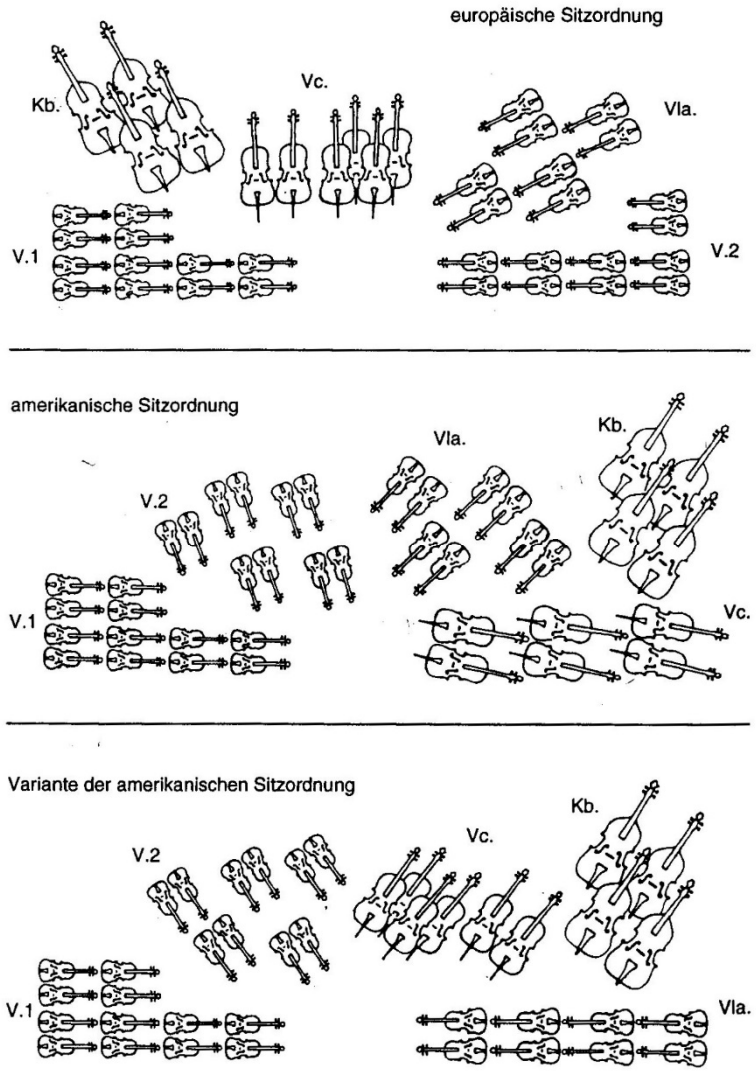
Beim Nachhall dürfen sich möglichst keine Vorzugsrichtungen bei der Schallausbreitung ergeben. Mögliche Eigenfrequenzen sollen gedämpft sein. Dann ergibt sich eine gute „Diffusität" des Schallfelds über viele Zuhörerplätze hinweg.

Aufgrund der unterschiedlichen Klangausbreitung der einzelnen Instrumente in den unterschiedlichen Frequenzbereichen kommt aber auch der Instrumentenanordnung im Orchester mit Blick auf die klanglichen Auswirkungen auf das Publikum eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zu. Prof. Jürgen Meyer hat wiederholt auf wissenschaftlichen Tagungen und mit verschiedenen Orchestern aufgezeigt, welche gravierenden und sehr oft nachteiligen Auswirkungen die heute meist gebräuchliche „amerikanische Sitzordnung" für die Hörempfindungen im Saal hat:

Etwa die Hälfte des Orchesters bilden Streichinstrumente. Sie strahlen ihren Klang nach vorn und schräg nach oben ab. So hört man im Publikum von einer Cellogruppe, die rechts außen am Podium sitzt, im Publikum eher wenig. Sie spielen direkt in die Geigen hinein. Die Aufstellung der Geigen links und rechts bietet dagegen mehr Möglichkeiten. Diese Aufstellung ist vielfach aus Partituren von Purcel bis Mahler abzulesen. Diese (sogenannte europäische) Sitzordnung bewirkt den erforderlichen transparenten, durchhörbaren, klaren Klang für die Zuhörer.[3] Prof. Meyer hat eine übersichtliche Zusammenstellung der Vor- und Nachteile der beiden bekanntesten Sitzordnungen gegenübergestellt.[4]

[3] Steinke, G. und Herzog, G. Der Raum ist das Kleid der Musik, Berlin 2012, S.224ff.

[4] Meyer, J., Musikalische Akustik, in: Weinzierl, S. (Hrsg.) Handbuch der Audiotechnik, Springer Berlin 2008, Kapitel 4.



Es handelt sich also bei Planung, Bauausführung und späterer Nutzung eins Konzertsaals um ein sehr komplexes System mit vielen Varianten. Früher gemachte, gute Erfahrungen sollten bei Neubauten von Konzertsälen beachtet werden.

Analyse einiger bestehender Konzertsäle

Beim Bau von Konzertsälen im 18. und 19. Jahrhundert hat sich aufgrund bis dahin gemachter Erfahrungen herausgestellt, dass Räumlichkeiten mit einem rechteckigen Grundriss die besten akustischen Grundvoraussetzungen bieten. Dabei müssen die Abmessungen von Raumhöhe zu Raumbreite zu Raumlänge in einem bestimmten Verhältnis - etwa von 1 zu 1 zu 2 stehen. Für den Nachhall ergeben sich dann kaum Vorzugsrichtungen bei der Schallausbreitung. Diese „Diffusität“ des Schallfeldes erstreckt sich somit gleichmäßig über viele Zuhörerplätze hinweg. Der Raumschall hat so an vielen Plätzen die gleiche Intensität und bietet damit beste akustische Qualität für Orchester und Zuhörer. Die Höhe des Raumes sorgt für ein großes Raumvolumen pro Zuschauer. Dieses ist für eine sehr gute Raumakustik ebenfalls unabdingbar. Für das Entstehen einer Nachhallzeit mit möglichst vielen Reflexionssignalen, welche in ihrer Gesamtheit gleichermaßen wesentlich zur akustischen Qualität beitragen, wurden Wände und Decken der Konzertsäle aufgrund gemachter Erfahrungen speziell gestaltet. Viele, in ihrer

Reflexionsrichtung unterschiedlich angeordnete, kleine Flächen und architektonische Elemente der Raumgestaltung wie Brüstungen, Säulen, Vertiefungen, Skulpturen und Reliefs wurden angebracht.

Als Beispiel für die hervorragend gelungene Raumakustik sei die des **Großen Musikvereinssaals des Wiener Musikvereins** genannt: Der im Jahr 1870 fertiggestellte Saal mit 1744 Plätzen hat eine hervorragende Akustik und wurde bald weltweit dafür gerühmt. Er gilt auch heute noch als einer der besten Konzertsäle der Welt. Der Architekt Hansen verließ sich auf seine Bauerfahrung und sein Gespür für die richtigen Proportionen. Wissenschaftliche Studien und akustische Modelluntersuchungen gab es seiner Zeit nicht. Sie wurden erst ab Mitte des 20. Jahrhunderts durchgeführt bzw. technisch möglich.

Großer Musikvereinssaal des Wiener Musikvereins

Durch einen rechteckigen Grundriss des Saals mit Abmessungen von 49 auf 19 m werden die Zuhörer mit den für eine gute akustische Wahrnehmung wichtigen frühen Reflexionen erreicht. Die Höhe des Saals von 18 m sorgt für eine ideale Proportion des Raums sowie ein genügend großes Raumvolumen von 9,5 m³ pro Zuhörer. Viele diffus reflektierende Flächen wie Logen, Balkone und Skulpturen bewirken eine große Schallstreuung. Absorptionsflächen gab es außer beim Publikum selbst keine. Durch die horizontale Sitzanordnung wird der Direktschall für hohe Frequenzen für die Zuhörer in den hinteren Reihen vermindert. Um dem entgegenzuwirken, sind die Musiker auf einem nach hinten leicht ansteigenden Podium angeordnet.

Aufgrund dieser mit dem so genannten „Schuhschachtelprinzip“ gemachten Erfahrungen für eine hervorragende Raumakustik wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts weitere Konzertsäle für 1700 und 1900 Zuhörer gebaut. Die Abmessungen von Raumhöhe zu Raumbreite und Raumlänge verhalten sich meist wie 1 zu 1 zu 2. Beispielhaft seien genannt: Die Tonhalle in Zürich, der Konzertsaal in Boston, das erste Neue Gewandhaus in Leipzig, das Konzerthaus Berlin am Gendarmenmarkt und das Concertgebouw in Amsterdam.

Nach dem 2. Weltkrieg entstanden verschiedene Konzerthäuser in moderner Architektur mit einer größeren Anzahl von Zuhörerplätzen. Oder sollte man besser Zuschauerplätze sagen? Die Anordnung der Sitze erfolgte meist in der Weise, dass die Konzertbesucher zwar eine gute Sicht auf Dirigent und Orchester haben, aber vielfach überwiegend eine räumliche Schallversorgung ohne ausreichenden Direktschall vermissen. Die klassische rechteckige Bauweise musste modernen Formen der Architektur weichen. Die akustische Ausgestaltung der Säle hatte sich

den Ideen der Architekten und der sich daraus ergebenden Bauweise unterzuordnen – unabhängig von den physikalischen Bedingungen der Schallausbreitung. Die Architekten beschäftigten Akustiker, die anhand von Modellen bauliche Maßnahmen für die notwendigen Reflexionsflächen und für eine Diffusität festlegen sollten. So sollte „nachträglich“ eine einigermaßen gute Akustik erreicht werden. Moderne architektonische Gestaltung – manchmal auch sehr umstritten – siegte über die akustische Qualität vieler moderner Konzertsäle!

Im Folgenden werden einige in den letzten Jahrzehnten nach dem „**Weinberg-** bzw. **Arenaprinzip**“ gebauten oder noch im Bau befindliche Konzertsäle vorgestellt:

Großer Saal der Berliner Philharmonie

Der Große Saal in der **Berliner Philharmonie**, die 1963 mit 2440 Plätzen gebaut wurde, ist ein Beispiel dafür. Aus gestalterischen architektonischen Gründen wurde auf parallel angeordnete Wände als Reflexionsflächen, wie sie für eine sehr gute Raumakustik jedoch unabdingbar sind, verzichtet. Der Architekt Scharoun hat dies wissend in Kauf genommen und damit keine gute Raumakustik an den Seiten des Auditoriums akzeptiert. Die Anordnung der Sitze erfolgte in verschiedenen Ebenen vor und – auf Wunsch des Architekten – auch seitlich und hinter dem Orchester – mit insgesamt 870 Plätzen. Der international bekannte und auf Fragen der Raumakustik spezialisierte Hochschulprofessor Cremer, der von Scharoun als Experte herangezogen wurde, riet von einer zentralen Orchesteranordnung im Saal ab. Auch der Akustik Spezialist Dr. Beranek aus den USA vertrat diese Auffassung. Als Kompromiss empfahl Cremer die stufenförmige Anordnung der einzelnen Ebenen („Weinbergstufen“), damit an möglichst vielen Zuhörerplätzen auch die hohen Frequenzen als Direktschall gehört werden könnten. Scharoun bestand jedoch auf der Umsetzung seiner Vorstellungen.

Die große Raumhöhe über dem Orchester wurde akustisch durch abgehängte Reflexionsflächen („Segel“) verkleinert. Auf vielen Plätzen vermisst der Zuhörer den Eindruck der Räumlichkeit, der für das Erleben eines musikalischen Ereignisses von besonderer Bedeutung ist. Ungelöst bleiben die Probleme des Hörens von Stimmen (Solisten, Chor) von den dahinter angeordneten Zuhörerplätzen aus.

Gewandhaus Leipzig

Auch beim Neubau des **Gewandhauses Leipzig** im Jahr 1981 mit 1900 Plätzen wurde Abstand von der klassischen Form früherer Konzertsäle genommen. Dem Wunsch von Masur, sich bei der „Orchester-zu-Publikum-Anordnung“ an die Lösung der Berliner Philharmonie anzulehnen, wurde nur - soweit akustisch vertretbar - entsprochen. So gibt es im Gegensatz zur Berliner Philharmonie große, parallele Wandflächen zur Erzeugung der notwendigen Reflexionen.

Der Bauherr und in dessen Auftrag der verantwortliche Akustiker Tennhardt erprobten in vielen Versuchsreihen anhand umfangreicher akustischer Untersuchungen und Versuchsanordnungen im Rohbau des Konzertsaals die notwendige Gestaltung der Wandflächen und des Gestühls. Eine gute Akustik wurde insbesondere durch die steil ansteigenden Sitzreihen erreicht. Das Resultat der Erprobungen sind homogene Diffusität und sehr ausgeglichene Nachhallkurven zwischen Saal mit und ohne Publikum. Diese Ergebnisse konnten durch bis in Kopfhöhe verlängerten Rückenlehnen der Sitze erreicht werden. Damit bestehen sowohl für Aufführungen mit Publikum als auch für Musikproduktionen dieselben akustischen Verhältnisse. Dies kommt auch den Musikern und Dirigenten sehr entgegen. Der Gewandhaussaal stellt einen guten Kompromiss zwischen architektonischer Gestaltung und guter Akustik dar.

Ähnliche raumakustische Verhältnisse wie in der Berliner Philharmonie sind in der der Ende 1986 eröffneten **Münchner Philharmonie im Gasteig** mit 2480 Plätzen zu beobachten. Trotz umfassender akustischer Untersuchungen und Beratungen vor und während des Baus durch den Cremer Schüler Müller (Fa. Müller BBM) gab die Raumakustik von Beginn an Anlass zu Klagen.

Bereits beim Bau der Berliner Philharmonie wurde aufgrund von Versuchen von Cremer festgestellt, dass die „akustische“ Raumhöhe über dem Orchester zu groß ist. Die großen Raumhöhen ergeben sich zwangsläufig aus einem für fast 2500 Zuhörer zu konzipierenden Raum. Die früher in Rechteckform gebauten Säle hatten ein Zuschauervolumen von 1700 bis 1900 und kamen so mit geringeren Raumabmessungen – insbesondere Raumhöhen – aus.

Großer Saal im Gasteig München

Orchesterpodium mit Plexiglas - Reflektoren

Dirigenten und Orchestermitglieder hatten im Gasteig oft Schwierigkeiten, sich gegeneinander zu hören und führten immer wieder Klage über die nicht zufriedenstellende Akustik auf dem Orchesterpodium im Vergleich zu anderen Konzertsälen. Für die Empfindung der Räumlichkeit (Einhüllung) und damit für das Hören der Mitspieler untereinander müssen die Musiker (und der Dirigent) insbesondere Seitenwand – Reflexionen wahrnehmen. Das akustische Phänomen der Bedeutung der Seitenreflexionen für das räumliche Hörerlebnis wurde von vielen Forschern ausreichend beschrieben und ist kein Geheimnis. Es trifft natürlich auch für die Empfindung der Räumlichkeit der Musik für die Zuhörer im Saal zu.

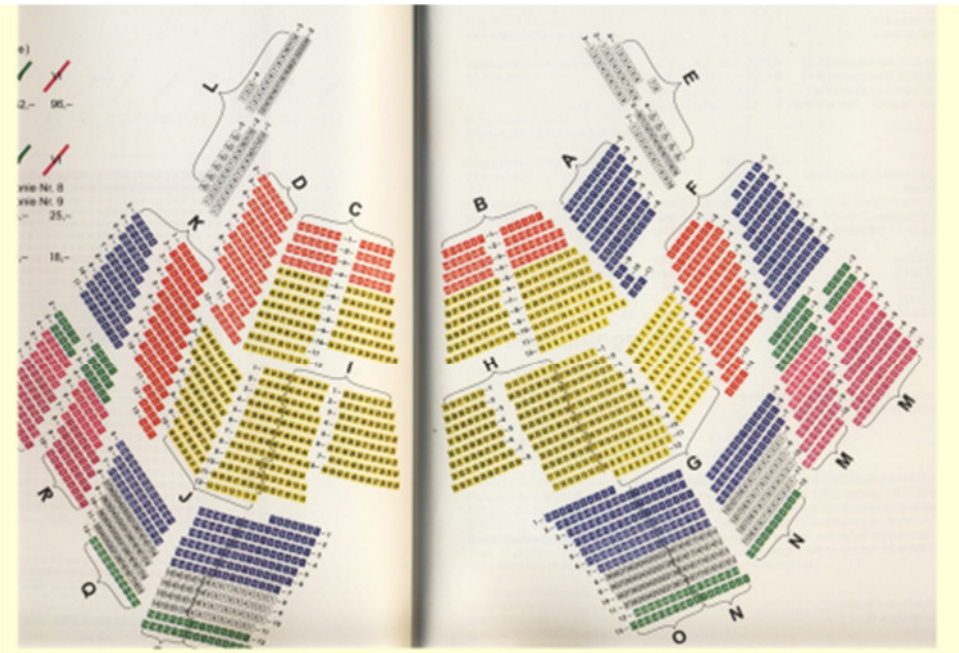
Die Bauweise der Bühne im Gasteig ohne geeignete seitliche Reflexionswände erlaubt den Orchestermitgliedern daher nur begrenzt das räumliche Hören untereinander.

Deckenreflexionen mit einem hohen Streugrad liefern natürlich auch einen Beitrag zur Räumlichkeit. Die Höhe der Decke über dem Orchester mit ca. 15 m führt jedoch zu einer langen Laufzeit der Reflexionen, die nahe der der Echoschwelle liegt. Diese Reflexionen sind so für eine bessere Hörbarkeit untereinander nur wenig nützlich. Um ihre Laufzeit zu verkürzen, wurden im Gasteig nachträglich – wie in der Berliner Philharmonie von Beginn an – Plexiglas – Reflektoren (in Berlin Deckensegel) in einer Höhe von ca. 6 – 8 m aufgehängt. Sie verdecken den Zuschauern jedoch teilweise den Orgelprospekt. Nach wie vor werden jedoch die seitlichen, parallelen Reflexionsflächen des Orchesterraums vermisst. Die rückwärtige Wand hat zum Bühnenrand (Dirigentenpult) für die notwendigen Reflexionen einen zu großen Abstand. Erst seit der Konzertsaison 2015/16 werden daher bei Konzerten der Münchner Philharmoniker Dirigentenpult und Orchesterplätze in Richtung rückwärtige Wand verschoben.

Torso des Raumteilers im Großen Saal des Gasteig

Der Autor saß in den vergangenen 25 Jahren bei Konzerten des Symphonieorchesters des Bayerischen Rundfunks und denen der Münchner Philharmoniker auf ganz unterschiedlichen Plätzen in der Philharmonie am Gasteig. Er hat dabei die verschiedensten akustischen Bedingungen erlebt. Die in Ebenen angeordneten Sitze mit jeweils verschiedenen Raumhöhen und dem Empfang unterschiedlich reflektierter Schallwellen (Nachhall) zeichnen für unterschiedliche Hörbedingungen verantwortlich. Ein weiteres, auch für die Akustik bedeutsames Problem stellt der Torso des Raumteilers dar. Ein Rückbau nach der Entscheidung, auf eine Aufteilung des Saals zu verzichten, nicht mehr möglich.

Der Sitzplan mit den Preiskategorien (Bayerischer Rundfunk) zeigt, dass die Plätze der besten Kategorie (gelb) überwiegend nur im Bereich der Mittelachse vorhanden sind und insbesondere an den Seiten keine guten Hörbedingungen herrschen.



Preiskategorien Bayerischer Rundfunk

Nach zehn Jahren Planungszeit wurde im Jahr 2009 das neue **Konzerthaus Kopenhagen** eingeweiht. Der französische Architekt Jean Nouvel zeichnete zusammen mit Y. Toyota von Nagata Acustics aus Japan für Planung und Bau verantwortlich. Die ursprünglich veranschlagten Kosten stiegen von 75 Mio. € auf 230 Mio. €.

Konzerthaus Kopenhagen

Mit wenigen Veränderungen wurde für 1800 Zuhörer das Weinbergprinzip der Berliner Philharmonie (2450 Plätze) gewählt, obwohl Y. Toyota (Nagata Acustics) die akustischen Nachteile einer derartigen Anordnung bekannt waren. Der Architekt hatte sich durchgesetzt. Auch in Kopenhagen verringert die Anordnung des Publikums um das Orchester herum die Diffusität und gibt dem Orchester falsche Räumlichkeitseindrücke. Für Konzertaufnahmen des Dänischen Rundfunks ist die am Orchesterstandort relativ geringe Raumantwort (Reflexionen) hinsichtlich Räumlichkeit und Diffusität ein großer Nachteil. Darüber gibt es verschiedene Berichte und Gutachten.

Auch der große **Konzertsaal des Helsinki Music Center**, geplant von drei finnischen Architekten zusammen mit Y. Toyota (Nagata Acustics), ist nach dem Weinbergprinzip gebaut und besitzt entsprechende akustische Nachteile. Er hat 1700 Plätze, eine Nachhallzeit von 2 sec. und ein Volumen von 15 m³ / Zuhörer. Die Fertigstellung erfolgte 2011.

Helsinki Music Center

Jean Nouvel hat auch in Paris die neue **Pariser Philharmonie** mit 2400 Plätzen gebaut. Er orientierte sich wiederum – wie in Kopenhagen - an dem „Weinberg-Modell“ der Berliner Philharmonie. Andererseits wurde die Breite für die Zuhörerplätze im Parkett klein gehalten, was dem Schuhschachtelprinzip nahe kommt. Die Ränge sind von den Saalinnenwänden getrennt angeordnet und über Laufstege zu erreichen. Durch die Reflexionen von hinten sollen die Zuhörer regelrecht „eingehüllt“ werden. Die Planung der Raumakustik hat Harold Marshall übernommen. Ein speziell entwickeltes System von festen und variablen Reflektoren soll die Klänge zu jedem Zuhörer in gleich guter Qualität führen. Die Nachhallzeit liegt bei 2 - 2,3 sec. In einem 1:10 Raummodell wurden ausgiebig akustische Untersuchungen durchgeführt.

Auch bei der Raumgestaltung der Pariser Philharmonie waren Nachteile zu erwarten: Unzureichende Seitenreflexionen und eine zu große Höhe der Decke über dem Orchester führen bei Dirigent und Musikern zu falschen und unvollständigen Raumabbildungen. Darüber hinaus sind Zweifel an einer gleichbleibenden Diffusität angebracht. Die Orchestermusiker nehmen den Raum mit einer unterschiedlichen Akustik mit und ohne Zuhörer war. Können alle Raumreflexionen überhaupt exakt berechnet und technisch realisiert werden? Eine erste Bewertung in der Süddeutschen Zeitung vom 19.1.2015 kritisiert u.a. die lange Nachhallzeit, durch welche eine auf ein lautes Tutti folgende Pianostelle kaum zu hören sei. Zudem seien

verschiedene Instrumentengruppen unterschiedlich gut zu hören (Anmerkung: Das lässt auf eine unterschiedliche Absorption der Frequenzen schließen, kann aber auch an einer nicht optimalen Orchesteraufstellung liegen). Eine phänomenale Akustik wurde nicht erreicht.

Pariser Philharmonie

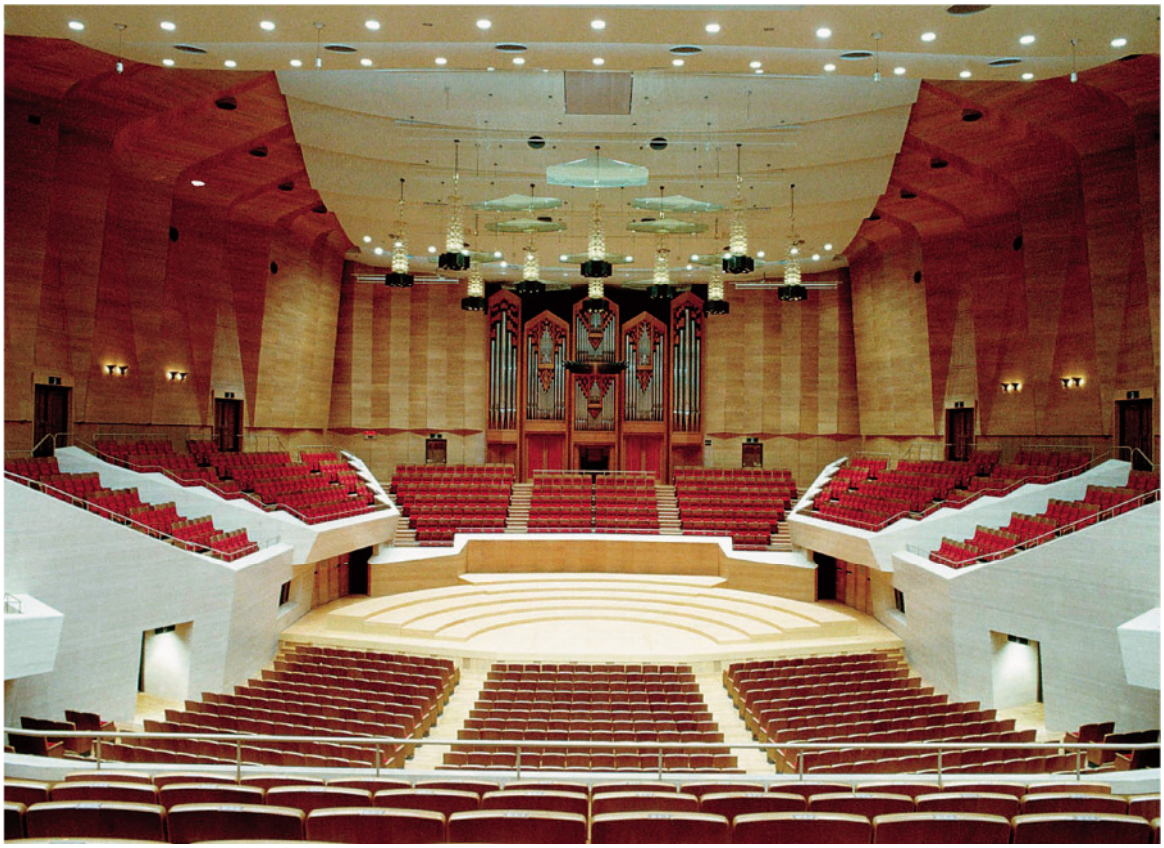
Die derzeit noch im Bau befindliche **Elbphilharmonie Hamburg** wird ebenfalls nach dem „Weinbergprinzip“ errichtet. Das Orchester wird von Zuhörerrängen umgeben. Die Architekten Herzog & de Meuron entschieden sich für diese Form des Konzertsaals. Jedem einzelnen Platz solle sich ein ungehinderter Blick auf das Orchester bieten. Eine derartige runde Sitzanordnung entspräche auch viel eher dem Musikkonzept des 21. Jahrhunderts: „Weg von der streng einseitigen Ausrichtung hin zum gemeinsamen Musikerlebnis von Angesicht zu Angesicht“. Der Konzertsaal wird 2150 Plätze erhalten.

Die akustische Beratung, die Durchführung entsprechender Modellversuche im Maßstab 1:10 und die Planungsarbeiten erfolgten auch hier durch Y. Toyota (Nagata Acustics). Die Gipsplatten der Wandverkleidungen werden 3D gefräst und sollen Reflexionen an jeden Platz im Saal bringen. Durch die zeltförmige Ausführung der Decke sollen die Orchesterklänge zu den Zuhörerplätzen reflektiert werden.

Bedenken sind wegen der großen Höhe der Reflexionsflächen über dem Orchesterpodium und der Rundumanordnung der Zuhörerplätze um das Orchesterpodium anzumerken. Gleiches gilt für die wiederum fehlenden Flächen für die für das Orchester so wichtigen Seitenreflexionen. Die Schwachstellen derartiger Bauweisen sind seit der Fertigstellung der Berliner Philharmonie bekannt. „Schönheit“ der Raumgestaltung geht wieder einmal vor akustisch „erprobter“ Raumgestaltung. Bemerkenswert sind die Kostensteigerung von 185 Mio. € im Jahr 2005 auf 575 Mio. € (Stand 2012) sowie die Verschiebung der Inbetriebnahme auf Februar 2017!

Modellbild der Elbphilharmonie

Im Folgenden sollen einige der in den letzten Jahrzehnten nach dem „**Schuhschachtelprinzip**“ gebauten Konzertsäle vorgestellt und beschrieben werden:



Santory Hall Tokyo

Im Jahr 1986 wurde in Tokio die **Suntory Hall** mit 2000 Plätzen als Konzertsaal eröffnet. Der Architekt Shoichi Sano gestaltete die Konzerthalle in rechteckiger Form mit einem leicht trapezförmigen Grundriss. Die Sitzreihen steigen nach hinten an. Hinzu kommen kleinere seitliche und teilweise hinter dem Orchester angeordnete Emporen. Das Akustikbüro Nagata Acustics mit Y. Toyota zeichnete für die Raumakustik verantwortlich. Sehr viele schallstreuende Wandelemente wurden verwendet. Bei Planung und Bau dieser Konzerthalle wurden die in den vergangenen Jahrzehnten gemachten Erfahrungen (Rechteckprinzip, leicht ansteigende Zuschauerränge) berücksichtigt. Suntory Hall gilt nach übereinstimmender Ausfassung großer Dirigenten und Orchester und vieler Musikkritiker (als Zuhörer) als einer der derzeit akustisch besten Konzertsäle der Welt.

Ähnliches gilt für den im Jahr 1998 fertiggestellten **Konzertsaal Luzern**, der Teil des vom französischen Architekten Jean Nouvel entworfenen Kultur- und Kongresszentrums Luzern (KKL) ist. Seine Akustik wird nicht nur von internationalen Dirigenten und Orchestern, sondern auch von den Konzertbesuchern als nahezu einmalig empfunden und gelobt. Innerhalb eines nach modernen architektonischen Gesichtspunkten gestalteten Gebäudes befindet sich ein in der klassischen Form der „Schuhschachtel“ gebauter Saal. Für dessen räumliche und akustische Gestaltung war der amerikanische Architekt und Akustiker Russell Johnson verantwortlich.

Die Raumabmessungen verhalten sich mit 22 m Höhe, 22 m Breite und 46 m Länge nahezu wie das Maßverhältnis 1 zu 1 zu 2 und stellen daher die idealen Verhältnisse dar. Nach der hinteren Saalseite leicht ansteigende Sitzreihen vermeiden die Dämpfung des Direktschalls hoher Frequenzen durch das Publikum. Die 24000 quadratischen Gipsreliefs entlang der Wände und Galerien führen zu vielen Brechungen der Schallwellen und deren Reflexionen in ganz unterschiedliche Richtungen. Sie erzeugen so an fast allen Stellen subjektiv in hoher akustischer Qualität wahrgenommene Klänge. Das Volumen des Saals umfasst 19000 Kubikmeter und trägt durch seine Größe mit 10 m³ pro Zuhörer ebenfalls zu einem runden, weichen Nachhall bei. Besondere Aufmerksamkeit wurde auf einen möglichst geringen Geräuschpegel im Saal selbst gelegt. Durch spezielle Materialauswahl und eine sehr geringe Geschwindigkeit der Kühlluft

Konzertsaal Luzern

sowie durch Eingangstüren mit Schallschleusen kann der Konzertsaal im Inneren als absolut still bezeichnet werden. So können Musikaufführungen in ihrer gesamten Dynamik von leisesten Pianissimo bis zum stärkten Fortissimo gestaltet werden.

Eine weitere Forderung des Bauherrn war eine künftige Nutzung des Konzertsaals Luzern nicht nur für klassische Konzerte und Oratorien, sondern auch für Sprachveranstaltungen, Jazz- und Popkonzerte. Den sich daraus für die Raumakustik eigentlich widersprechenden Anforderungen wurde der für die Akustik und den Innenausbau des Saals verantwortliche Architekt durch zusätzliche Einbauten gerecht: Echokammern im vorderen Teil des Saals mit einem zusätzlichen Raumvolumen von etwa 6000 Kubikmetern erhöhen das Gesamtvolumen des Saals. Erreicht wird dieses durch Öffnen von 50 massiven, senkrecht angeordneten Betontüren (im Bild oben links und rechts). Je nach der Einstellung der Türen verändert sich so die Nachhallzeit. Diese kann bis auf 3 Sekunden ausgedehnt werden. Zusätzlich vorhandene Vorhänge können andererseits zu einer Verkürzung der Nachhallzeit und so zu einer akustisch „trockenen“ Raumakustik führen. Eine sehr geringe Nachhallzeit wird so für Sprachveranstaltungen erreicht. Über der Bühne befindet sich ein zweigeteilter Schallreflektor, der in der Höhe verstellbar ist (im Bild oben Mitte). Durch ihn hören sich die Musiker untereinander ohne zu lange Reflexionszeiten. Darüber hinaus kann der daran reflektierte Schall ins Publikum gelenkt werden. Die verschiedenen Einstellmöglichkeiten gestatten so in gewissem Umfang auch eine Anpassung der Akustik an das jeweilige musikalische Werk bzw. dessen Interpretation. Der Konzertsaal Luzern mit seinen 1900 Plätzen ist ein Musterbeispiel für das „gleichberechtigte“ Zusammenwirken des Architekten für die äußere Gestaltung des Baus und eines erfahrenen Akustik-Architekten für die Innengestaltung des Saals.

Das im Jahr 2002 fertiggestellte **Konzerthaus Dortmund wurde** von dem Architekten Schulte-Ladbeck **e**benfalls als rechteckiger Saal entworfen und gebaut. Als Vorbild dienten die Bauweise und die akustischen Verhältnisse des Großen Musikvereinssaals des Wiener Musikvereins. Die Nachhallzeit beträgt 2 sec.

Konzerthaus Dortmund

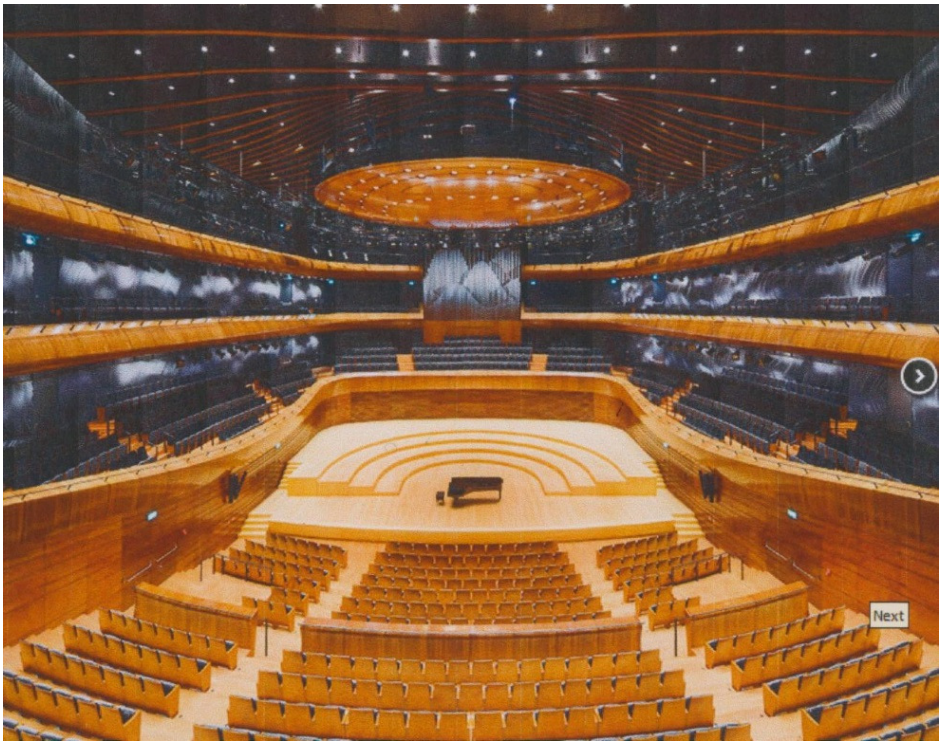
Die nach dem Idealverhältnis eines Saales von 1 (Breite) zu 1 Höhe) zu 2 (Länge) übergroße Höhe der Saaldecke über dem Orchesterpodium wird durch zwölf Segel aus Holz verringert. So konnte die Reflexionszeit von oben für die Musiker optimiert werden. Die Saalwände und auch die Sitze wurden in die Berechnungen der Refelxionen einbezogen und entsprechend ausgestaltet. Dies gilt insbesondere für die gerundeten Gipswände an den Seiten des Saals und die Einschubkästen mit unterschiedlichen Tiefen und Ausrichtungen. Nach Inbetriebnahme des Konzerthauses fanden weitere Ferinkorrekturen zum Refelxionsverhalten und somit zum Erreichen einer hohen Diffusität und gleichmäßigen Beschallung der meisten Plätze im Saal statt.

Der Saal des Konzerthauses Dortmund gehört trotz seiner reletiv geringen Zahl an Plätzen zu den akustisch besten Konzertsälen Europas und wird von vielen bekannten Dirigenten und Interpreten wegen der hervorragenden Akustik gelobt.

Eine ähnliche Raumgestaltung und -ausführung wurde für das im Jahr 2012 eingeweihte neue **Konzerthaus in Reykjavik** gewählt, welches 1800 Zuhörern Platz bietet. Auch ihm werden sehr gute akustische Eigenschaften nachgesagt.

Konzerthaus Reykjavik

Als hervorragendes Beispiel für den Neubau eines Konzertsaals soll abschließend auf das neue **Konzertgebäude in Kattowitz** hingewiesen werden, welches im Jahr 2015 fertiggestellt wurde: Die 1800 Plätze verteilen sich auf das leicht ansteigende Parkett und die drei Ränge des nahezu rechteckigen Grundrisses des Saals. Über dem Orchester ist eine hölzerne Reflexionsfläche aufgehängt. Hinter dem Orchester ist ebenfalls eine Reflexionswand angeordnet. Die akustische Planung des Konzertsaals wurde wiederum von Y. Toyota (Nagata Acustics), der auch für die Akustik der Santory Hall zuständig war, durchgeführt. Nach übereinstimmender Meinung von Fachleuten zeigt sich der Klang eindrucksvoll ausgewogen, voll und transparent, mit satten Bässen und klaren Höhen. Das Prinzip der „Schuhschachtel“ hat sich wieder einmal eindrucksvoll bewiesen.



Konzertgebäude Kattowitz

Akustikvergleich internationaler Konzertsäle

Wiener Musikverein	1740	Plätze	Rechteckform	sehr gut	9,5 m³
Tonhalle Zürich	1455	Plätze	Rechteckform	sehr gute Akustik	
Concertbebouw Amsterdam	1950	Plätze	Rechteckform	sehr gute Akustik	
Berliner Philharmonie	2450	Plätze	Weinberg	mittel bis gut	
Gewandhaus Leipzig	1900	Plätze	Rechteck/Weinberg	gut bis sehr gut	
Gasteig München	2480	Plätze	Weinberg	mittel bis gut	
Konzerthaus Kopenhagen	1800	Plätze	Weinberg	mittelgut	15 m³
Pariser Philharmonie	2400	Plätze	Weinberg/Rechteck	gut	15m³
Elbphilharmonie	2150	Plätze	Weinberg	???	
Santory Hall	2000	Plätze	Rechteckform	sehr gut	10 m³
Konzerthaus Luzern	1900	Plätze	Rechteckform	sehr gut	10 m³
Konzerthaus Dortmund	15500	Plätze	Rechteckform	sehr gut	10 m³
Konzerthaus Reykjavik	1800	Plätze	Rechteckform	sehr gut	
Konzerthaus Kattowitz	1800	Plätze	Rechteckform	sehr gut	

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Obwohl in vorstehende Betrachtung nicht alle Konzertsaalneubauten der letzten Jahrzehnte mit einbezogen wurden, zeigt der Vergleich, dass Säle mit folgenden Merkmalen durchweg eine sehr gute Akustik aufweisen und den meisten Musikwerken in ihrer musikalischen Gestaltung seitens der Komponisten entsprechen:

Rechteckige Bauweise („Schuhschachtelprinzip“) mit auf die Zuhörer frontal ausgerichtetem Orchesterpodium und leicht trapezförmigen Grundriss

Die Höhe des Raumes sollte mehr als dessen halbe Breite betragen

Geringes Ansteigen des Parketts (gutes Sehen und Hören für 90 % der Plätze)

Raumvolumen von ca.10 m³ pro Zuhörer

Maximales Raumvolumen 18.000 m³; somit 1800 Plätze

Entsprechend ausgestattete Reflexionsflächen für Orchesterpodium sowie Seitenwände und Decke des Saals

Nachhallzeit 2 – 2,5 s mit Absenkung im Bereich unterhalb 1000 Hz

Haus-in-Haus-Bauweise.

Weiterhin ist aus der Analyse ersichtlich, dass auch umfangreiche Modellversuche und Messungen sowie wissenschaftliche Berechnungen der Schallausbreitung und des Reflexionsverhaltens kaum Möglichkeiten bieten, willkürlich gestalteten Räumen im Nachhinein zu einer hervorragenden Akustik zu verhelfen.

Für die Planung und Konzeption des Gebäudes für einen neuen, großen Konzertsaal, wie z. B. desjenigen in München, muss daher vor Beginn des Architektenwettbewerbs eine Festlegung der wesentlichen baulichen und akustischen Parameter des Konzertsaals erfolgen. Diese müssen als Bedingung für entsprechende Architektenentwürfe für das Gebäude gemacht werden. Die Planung und Ausführung der Ausbauten des Saals müssen in der Verantwortung eines geeigneten Akustik-Architekten-Teams mit entsprechenden Referenzen liegen (Beispiel Konzerthaus Luzern).

*Gute Akustik ist **keine** Glückssache!*