Professur für Architektur
und Konstruktion Annette **Gigon**
ETH Zürich Mike **Guyer**

HIL E 15
Stefano-Franscini-Platz 5
CH 8093 Zürich
Tel +41 44 633 20 09

Semesterprogramm FS 17

Professur für Architektur
und Konstruktion Annette Gigon
ETH Zürich Mike Guyer

HIL E 15
Stefan-Franscini Platz 5
CH 8093 Zürich
Tel +41 44 633 20 09

FS 17 KLANG – RAUM

Assistierende:
Regula Zwicky
zwicky@arch.ethz.ch
Kord Büning-Pfaue
buening-pfaue@arch.ethz.ch
Moritz Holenstein
holenstein@arch.ethz.ch
Ilona Schneider
ilona.schneider@arch.ethz.ch

Leitung FS 17:
Mike Guyer
guyer@arch.ethz.ch

Titel: Jørn Utzon, Sydney Opera House, Innenraummodell, 1965, nicht ausgeführt

INHALT

05 ZUM SEMESTER
09 SEMESTERAUFBAU
10 TERMINE
11 ANFORDERUNGEN

12 VORTRÄGE & KONZERTE

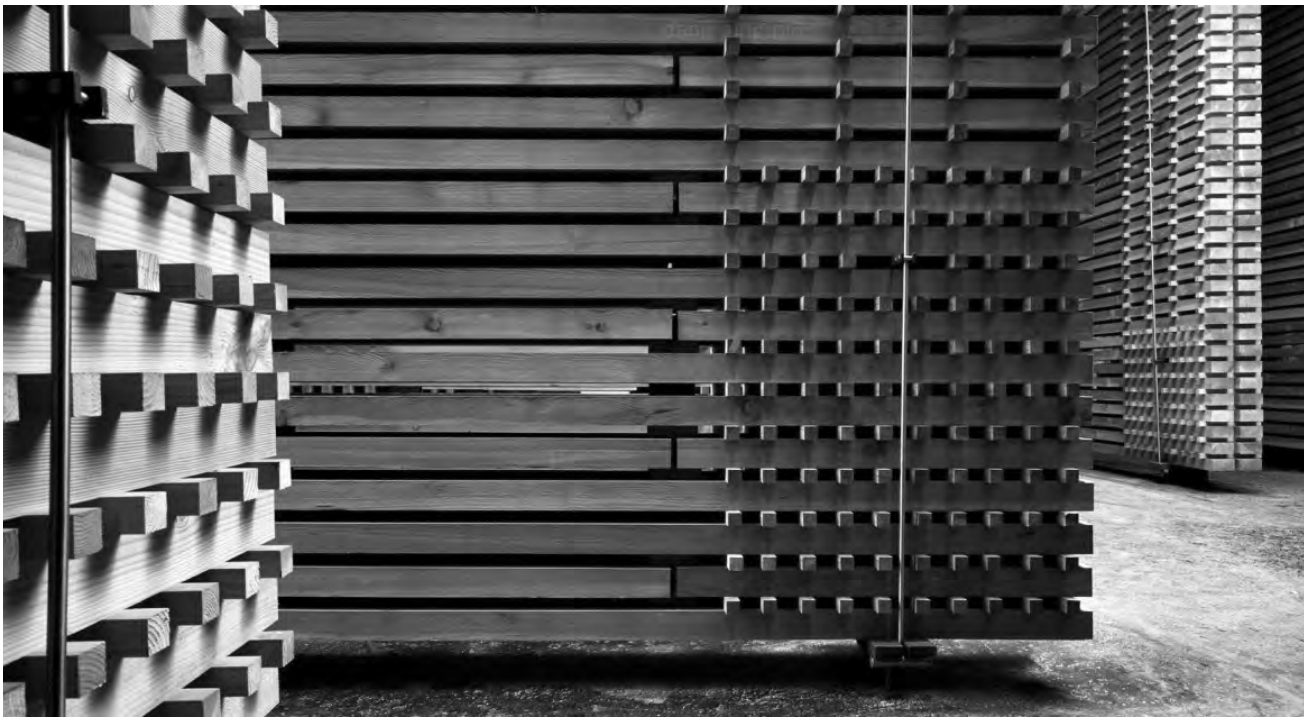
15 ANALYSE
17 KONZERTSÄLE
59 WEITERE KONZERTHÄUSER

77 ZWEI PROGRAMME – ZWEI BAUPLÄTZE
80 KONZERTSAAL AM SEE
84 MUSIKHALLE ZÜRICH WEST

89 TEXTE

155 GRUNDLAGEN KONZERTHAUS- UND MUSIKBÜHNENLAYOUT

164 QUELLEN
165 WEITERFÜHRENDE LITERATUR / FILME



Peter Zumthor, Klangkörper, Pavillon Expo Hannover, 2000

ZUM SEMESTER

KLANG – RAUM

Im kommenden Entwurfssemester liegt der Fokus auf spezifischen Räumen für die Musik, die durch das Zusammenspiel von Akustik, Raumpräsenz und Sichtbezügen den Besuchern ein einmaliges Konzerterlebnis vermitteln. Einerseits ist die Entwicklung dieser Haupträume in Grundriss, Schnitt sowie in der Gestaltung der Lichtführung und Oberflächen essentiell. Andererseits gehören diese Klangräume zu den wichtigen öffentlichen Räumen der Städte und prägen deren Kulturverständnis massgebend. Die Form, Lage und Grösse des Konzertsaales sind für das äussere Volumen bestimmend und verleihen dem Gebäude eine wahrnehmbare Präsenz in der Stadt.

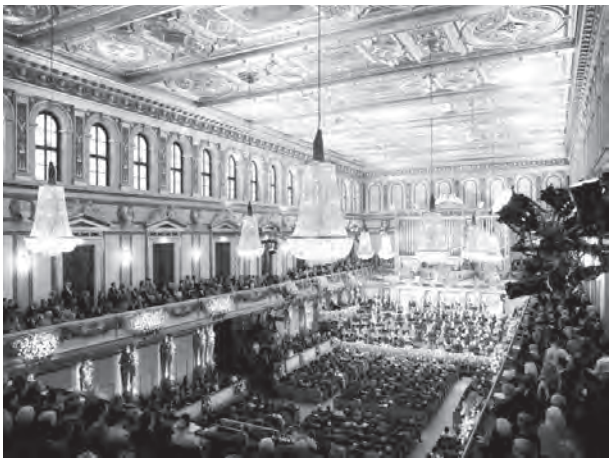
Da Musikhäuser immer nur zu begrenzten Zeiten bespielt werden, ergänzen öffentliche Funktionen zur andauernden Belebung der jeweiligen Orte das Raumprogramm. An zwei Standorten werden Musikräume mit unterschiedlichen Inhalten und Anforderungen bearbeitet: ein Konzertsaal für klassische Musik am See mit Restaurant/Terrasse und eine flexibel bespielbare Musikhalle in Zürich West mit Bar/Bistro/Läden. Dabei sind die Wahl des Typs des Konzertsaals, seine räumliche Erscheinung und Materialisierung, die Erschliessungsfigur des Foyers in Verbindung mit den Mantelnutzungen sowie die Ausbildung des Gebäudevolumens und seine Präsenz in der Stadt wichtige Themen.

Um eine gemeinsame Diskussionsbasis zu erreichen, werden wir in einer Einstiegsübung ausgewählte Konzertsäle und deren Eigenschaften mittels Zeichnungen, grossen Innenraum- und kleinen Volumenmodellen analysieren. Während des Entwurfssemesters werden wir unser Wissen durch Haus- und Konzertbesuche an der Musikabteilung der ZHdK im Toniareal, in der Tonhalle Zürich und im KKL Luzern vertiefen und anhand von Vorträgen die unterschiedlichen Positionen von Architekten, Akustikern, Szenographen und Klangkünstlern kennenlernen.

In der Schlussabgabe soll das Projekt neben dem Situationsplan in Grundrissen, Schnitten und Fassaden, sowie einem Volumen- und Saalmodell dargestellt werden. Das Äussere des Gebäudes sowie das Innere des Konzertsaals wird mit je einem Bild (Visualisierung/Modellfoto) gezeigt.

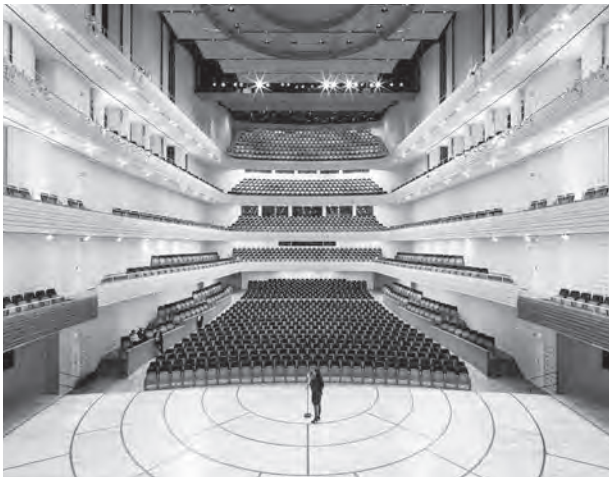
Die Projekte werden an den Schlusskritiken von Gästen und dem Lehrstuhl in der Bandbreite von Konzeptidee, städtebaulicher Präsenz, Musikerlebnis, Atmosphäre des Konzertsaals und Foyers sowie deren Räumlichkeit und Materialisierung besprochen.

Fakultativ wird die integrierte Disziplin Konstruktion angeboten.



Musikverein, Wien, 1870
Theophil von Hansen

Philharmonie, Berlin, 1963
Hans Scharoun



Kultur und Kongresszentrum, Luzern, 1998
Jean Nouvel

SAAL – GEBÄUDE

Der Konzertsaal als wichtiger öffentlicher Raum bestimmt massgeblich die Form des Konzerthauses. Gebäude und Saal folgen einem übergeordneten Konzept, sprechen die gleiche Sprache und beziehen sich in den Themen der Räumlichkeit, Volumenausbildung, Stimmung und Materialisierung aufeinander – sei es in der kontinuierlichen Weiterentwicklung eines Konzeptes oder in der Abfolge von gegensätzlichen, aufeinander antwortenden Raumthemen. Dabei ist das Foyer als Erschliessungszone das wichtige verbindende Element zwischen innen und aussen. Die Handschrift der Architektin oder des Architekten ist durchgehend spürbar.

Casa do Musica, Porto, 2005
OMA

EM2N, Konzertsaal 2, ZHDK, Zürich, 2014

SEMESTERAUFBAU

TERMINE

Woche	Datum	Zeit	Programm
KW08	Di 21.02.17	10:00 h	EINFÜHRUNG Zeichensaal HIL D 15
01		14:00 h	STADTSPAZIERGANG Besichtigung der Bauplätze
		17:00 h	VORTRAG Martin Lachmann im Toni-Areal mit anschliessender FÜHRUNG durch die Musikräume
	Mi 22.02.17	09:00 h	Einteilung Analysegruppen / Modellbau / Arbeit im Zeichensaal HIL D 15
		17:45 h	FÜHRUNG und anschliessend KONZERTBESUCH in der Tonhalle Zürich
KW09	Di 28.02.17	10:00 h	Analyse Konzersäle und Modellbau, Besprechung der Analyse-Konzepte im Assistententeam
02	Mi 01.03.17	09:00 h	Analyse Konzersäle, Modellbau und individuelle Konzept-Arbeit
		18.00 h	VORTRAG Marcel Meili „Klanghaus Toggenburg“
KW10	Di 07.03.17	10:00 h	SEMINAR ANALYSE Konzertsäle HIL D 15
03	Mi 08.03.17	09:00 h	individuelle Konzept-Arbeit im Zeichensaal
KW11	Di 14.03.17	14:00 h	individuelle KONZEPTKRITIK HIL D15
04	Mi 15.03.17	08:00 h	individuelle KONZEPTKRITIK HIL D15, bis 16:00 h
		19:30 h	KONZERTBESUCH im KKL Luzern
KW12	20. - 25.03.17		SEMINARWOCHE
KW13	Di 28.03.17	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
05		17:00 h	VORTRAG Andres Bosshard „Architektonische Klangpotentiale“
	Mi 29.03.17	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW14	DI 04.04.17	10:00 h	ZWISCHENKRITIK 1 HIL D15
		18:00 h	VORTRAG Ascan Mergenthaler, Senior Partner Herzog & de Meuron, „Elbphilharmonie“
06	MI 05.04.17	08:00 h	ZWISCHENKRITIK 1 HIL D15, bis 16:00 h
KW15	Di 11.04.17	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
07	Mi 12.04.17	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
		14:00 h	VORTRAG Michel Cova, Szenograph aus Lyon
KW16		Ostern	unterrichtsfrei
KW17	Di 25.04.17	10:00 h	ZWISCHENKRITIK 2 HIL D15
08	Mi 26.04.17	09:00 h	ZWISCHENKRITIK 2 HIL D15
KW18	Di 02.05.17	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
09	Mi 03.05.17	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW19	Di 09.05.17	10:00 h	ZWISCHENKRITIK 3 HIL D15
10	Mi 10.05.17	09:00 h	ZWISCHENKRITIK 3 HIL D15, Nachmittag ab 16:00 h
KW20	Di 16.05.17	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
11	Mi 17.05.17	09:00 h	KRITIK integrierte Disziplin KONSTRUKTION HIL D15
KW21	Di 23.05.17	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
12	Mi 24.05.17	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW22	Mo 29.05.17	17:00 h	Schlussabgabe und komplette Räumung des Zeichensaals HIL D 15
13		18:00 h	Aufbau der Kritikzone im Zeichensaal gemäss Plan Assistenz
	Di 30.05.17	09:00 h	SCHLUSSKRITIK HIL D 15
	Mi 31.05.17	09:00 h	SCHLUSSKRITIK HIL D 15
			Mit Mike Guyer, Annette Gigon und Gästen
		20:00 h	Apéro in der Stadt zum Semesterabschluss

ANFORDERUNGEN

Seminar Analyse Konzertsäle (Vierergruppen)
- Abgabe von einem Paneel 120 x 168 Hochformat, Layout gemäss Zwischenbesprechung mit Professur
- Ansicht des Gebäudevolumens mit Position des Konzertsaals (Relation Saal/Gebäude) im Massstab 1:500
- Längs- und Querschnitt und 1-3 Grundrisse (je nach Saalgeometrie) vom Konzertsaal im Massstab 1:100
- weisses Konzeptmodell vom Konzertsaal in Absprache mit Professur im Massstab 1:100
- Power-Point-Präsentation zum Gebäude
- Ablage der A0 Panels im PDF Format auf dem Studentenserver

KONZEPTKRITIK
- 1-2 Pläne A0, Querformat / Skizzenbuch
- Städtebauliche Einordnung mittels Situationsplan (Massstab konzeptabhängig)
- Konzeptpläne/-skizzen (mit Ideen zu Saal, Volumen und Setzung) 1:500/1:200
- Konzeptmodelle (zu Saal und Volumen)
- Einsatzmodell 1:200
- Varianten sind ausdrücklich erwünscht

ZWISCHENKRITIK 1 (Raumkonzept, Volumen, Struktur)
- Pläne A0, Querformatt / Skizzenbuch
- Situationsplan (Massstab konzeptabhängig)
- Projektpläne (Grundrisse, Schnitte, Ansichten) 1:200
- Grundrisse und Schnitte vom Saal 1:100
- Statisches Konzept
- Arbeitsmodell vom Saal 1:100
- Einsatzmodell 1:200

ZWISCHENKRITIK 2 (Saal- und Materialkonzept, Erschliessung, Statik)
- Pläne A0, Querformatt / Skizzenbuch
- Situationsplan (Massstab konzeptabhängig)
- Projektpläne (Grundrisse, Schnitte, Ansichten) 1:100
- Ansicht vom Saal (Darstellung Oberflächen, Material, Farbigkeit), horizontaler und vertikaler Konstruktionsschnitt 1:50
- Vorstellung der Bilder: Visualisierungen / Modellfotos
- Arbeitsmodell vom Saal 1:100
- Einsatzmodell 1:200 mit Fassade

ZWISCHENKRITIK 3 (Aussenwirkung und Konzerterlebnis)
- Vertiefung der 2. Zwischenkritik
- Fokus auf Konzertsaal und äussere Erscheinung des Gebäudes

KRITIK i.D. KONSTRUKTION
- Horizontaler und vertikaler Konstruktionsschnitt mit Ansicht 1:50
- Übersicht Konstruktionsweise, Materialisierung, zusätzliche Details gem. Absprache mit der Professur

An dieser Kritik nehmen nur die Studierenden teil, die sich für die integrierte Disziplin Konstruktion eingeschrieben haben.

SCHLUSSKRITIK
- 6-8 Panels im Querformat A0
- Situationsplan (Massstab konzeptabhängig)
- Grundrisse, Schnitte, Fassaden 1:100 mit Innenausbau und Bestuhlung
- Konstruktionsschnitt 1:50 mit Aussen- und Innenansicht
- Bilder Aussen und Innen: Visualisierungen / Modellfotos
- Modell Konzertsaal 1:100
- Einsatzmodell mit Fassade 1:200
- Darstellung der integrierten Disziplin Konstruktion nach Absprache mit der Professur

Allgemeine Hinweise zur Darstellung:
- gut lesbare Pläne (Linien nicht zu fein)
- Beschriftung unten links: „FS17, Professur Gigon / Guyer, Leitung Mike Guyer“
  unten rechts: „StudentIn: Vorname Name, Anzahl Semester (z.B. 5.Semester), AssistentIn: Vorname Name“

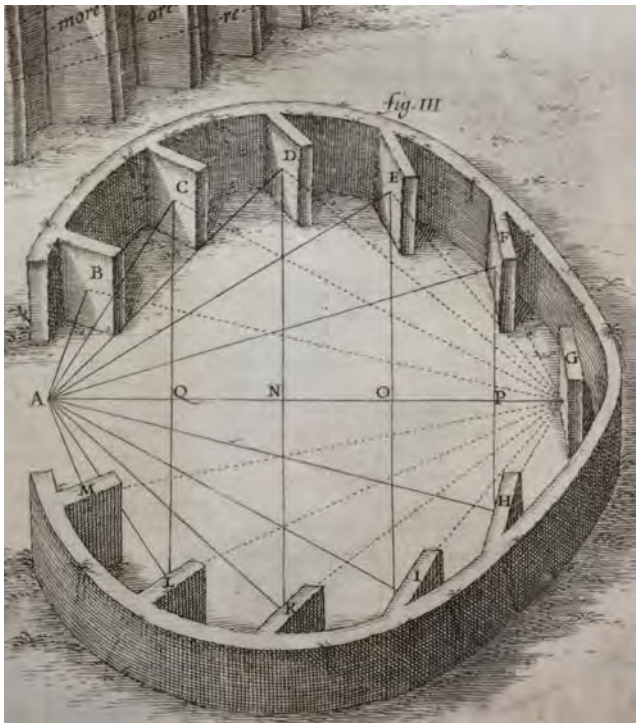
VORTRÄGE & KONZERTE

Führung durch die Musikräume im Toni-Areal
Vortrag von Martin Lachmann
Dienstag, 21.03.2017, 17.00 h, Hörsaal 1, ZHdK

„Orchestermagie“
Führung und anschliessender Konzertbesuch in der Tonhalle Zürich
Mittwoch, 22.02.2017, 17:45 h, Start Führung

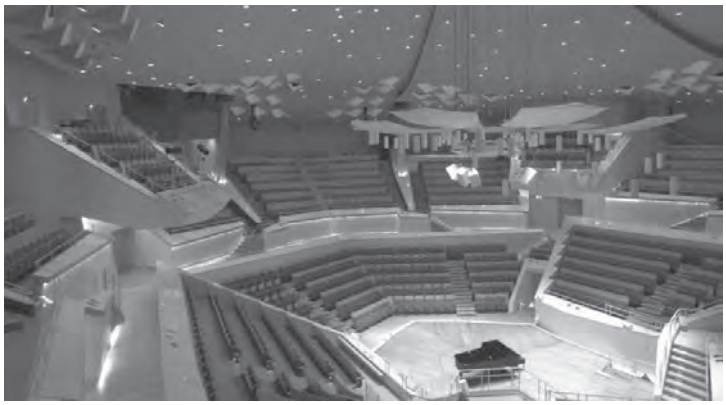
„Klanghaus Toggenburg“
Vortrag von Marcel Meili
Mittwoch, 01.03.2017
18:00 h, HIL D 15

„Rising Stars“
Konzertbesuch im KKL Luzern
Mittwoch, 15.03.2017, 19.30 h, Konzertsaal



„Architektonische Klangpotentiale“
Vortrag von Andres Bosshard
Dienstag, 28.03.2017, 17:00 h, HIL D 15

„Elbphilharmonie“
Vortrag von Ascan Mergenthaler,
Senior Partner H & de Meuron
Dienstag, 04.04.2017,
18:00 h, HIL D 15



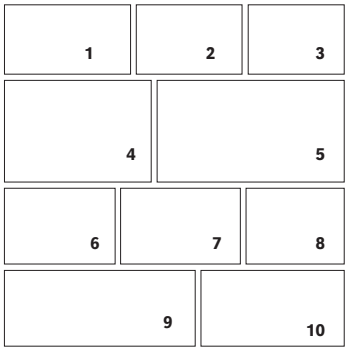
ANALYSE

Die Absicht der Analyse ist es, eine gemeinsame Wissensbasis zu schaffen, um über die Typologien der Konzertsäle, deren Sitzlayout, Galerienanordnung, Schnittausbildung, Räumlichkeit, Materialisierung, Akustik und Atmosphäre sprechen zu können.
Zehn ausgewählte Konzertsäle aus der Architekturgeschichte zeigen diese Themen in unterschiedlicher, aber prägnanter Weise. Die Dokumentation der einzelnen Konzerthäuser auf den folgenden Seiten jeweils mit Bildern, Plänen und Texten geben Aufschluss über das Konzept, den Saal-Typ und dessen inhaltliche Ausrichtung sowie die Einordnung in die architekturgeschichtliche Entwicklung.

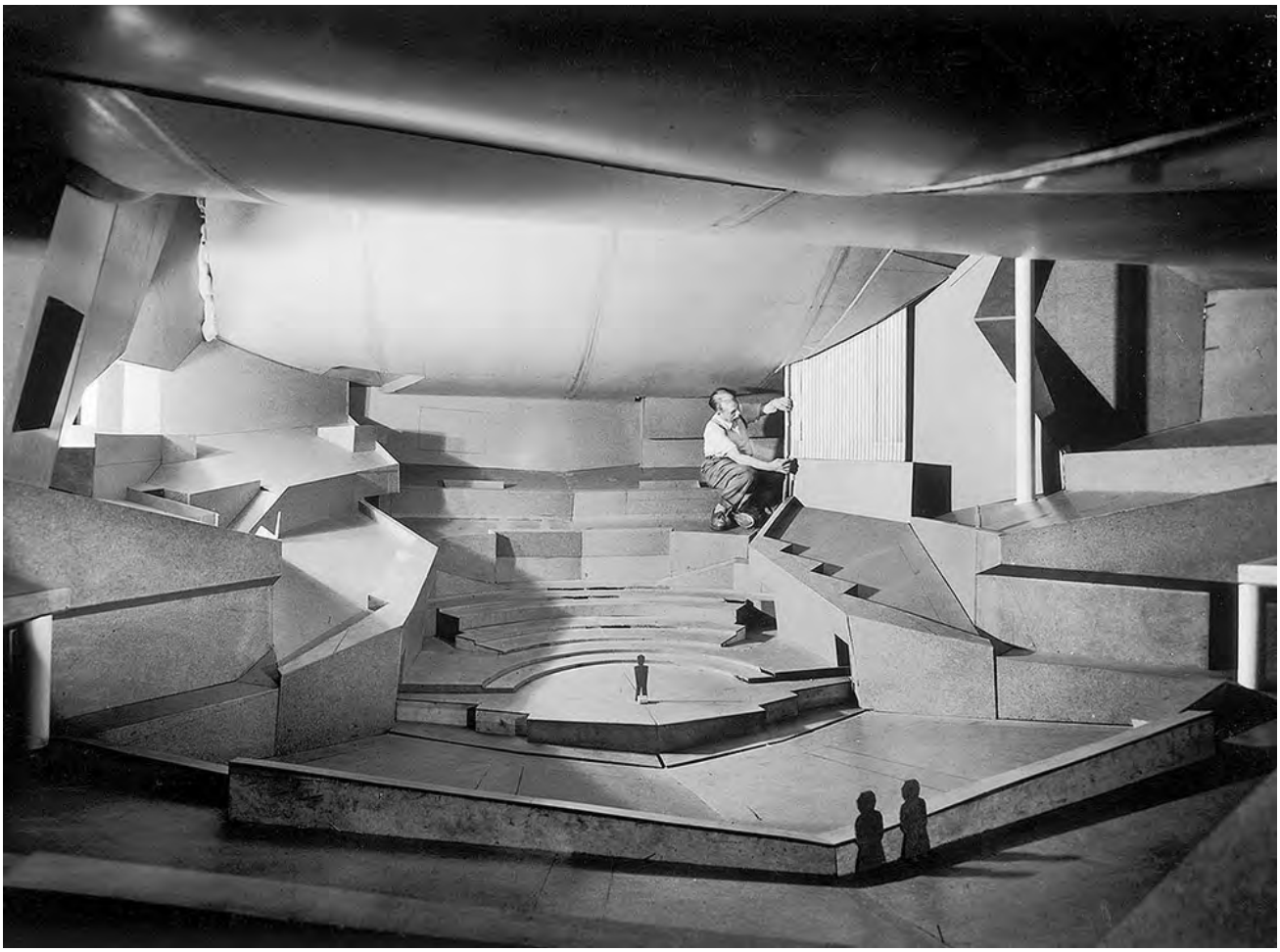
Der Konzertsaal soll in 4er Gruppen analysiert und mit den wichtigsten Grundrissen, Schnitten, einem abstrahierten Konzeptmodell im Massstab 1:100 und einem Volumenmodell 1:500 dargestellt werden. Die Referenzbeispiele werden mit einer Bildpräsentation dem ganzen Studio vorgestellt.
Die Pläne sollen präzise Linienzeichnungen sein, das in Weiss gehaltene Konzeptmodell soll die Essenz der Räumlichkeit des Saales zeigen.

Die Pläne und Modelle der ausgewählten Konzertsäle werden in einer kleinen Ausstellung während der Entwurfsarbeit als Inspirationsquellen immer präsent sein. Dabei sollen die analysierten Entwurfsprinzipien interpretiert und in eine zeitgenössische Architektur übergeführt werden, die ein optimales Musikerlebnis ermöglicht und in der heutigen Stadt und Kultur verankert ist.

Seminar Analyse Konzertsäle mit Mike Guyer: Di, 07.03.2017, 10:00h
HIL D15, Kritikzone Gigon/Guyer.



1) Musikverein, Wien, Theophil von Hansen, 1870 2) Royal Albert Hall, London, Royal Engineers, 1871 3) Tonhalle Zürich, Büro Fellner & Helmer, 1895 4) Sydney Opera House, Concert Hall, Jørn Utzon, 1957-73 5) Philharmonie Berlin, Hans Scharoun, 1963-87 6) Finnlandia Hall, Helsinki, Alvar Aalto, 1967 7) KKL Luzern, Jean Nouvel, 1998 8) Casa do Musica, Porto, OMA, 2005 9)Philharmonie Paris, Jean Nouvel, 2015 10) Elbphilharmonie, Hamburg, Herzog & de Meuron, 2016



Hans Scharoun, Innenraummodell der Philharmonie Berlin

KONZERTSÄLE

Musikverein, Wien, Theophil von Hansen, 1870 **S. 18**

Royal Albert Hall, London, Royal Engineers, 1871 **S. 22**

Tonhalle Zürich, Fellner & Helmer, 1895 **S. 26**

Sydney Opera House, Concert Hall, Jørn Utzon, 1957-73 **S. 30**

Philharmonie Berlin, Hans Scharoun, 1963-87 **S. 34**

Finnlandia Hall, Helsinki, Alvar Aalto, 1967 **S. 38**

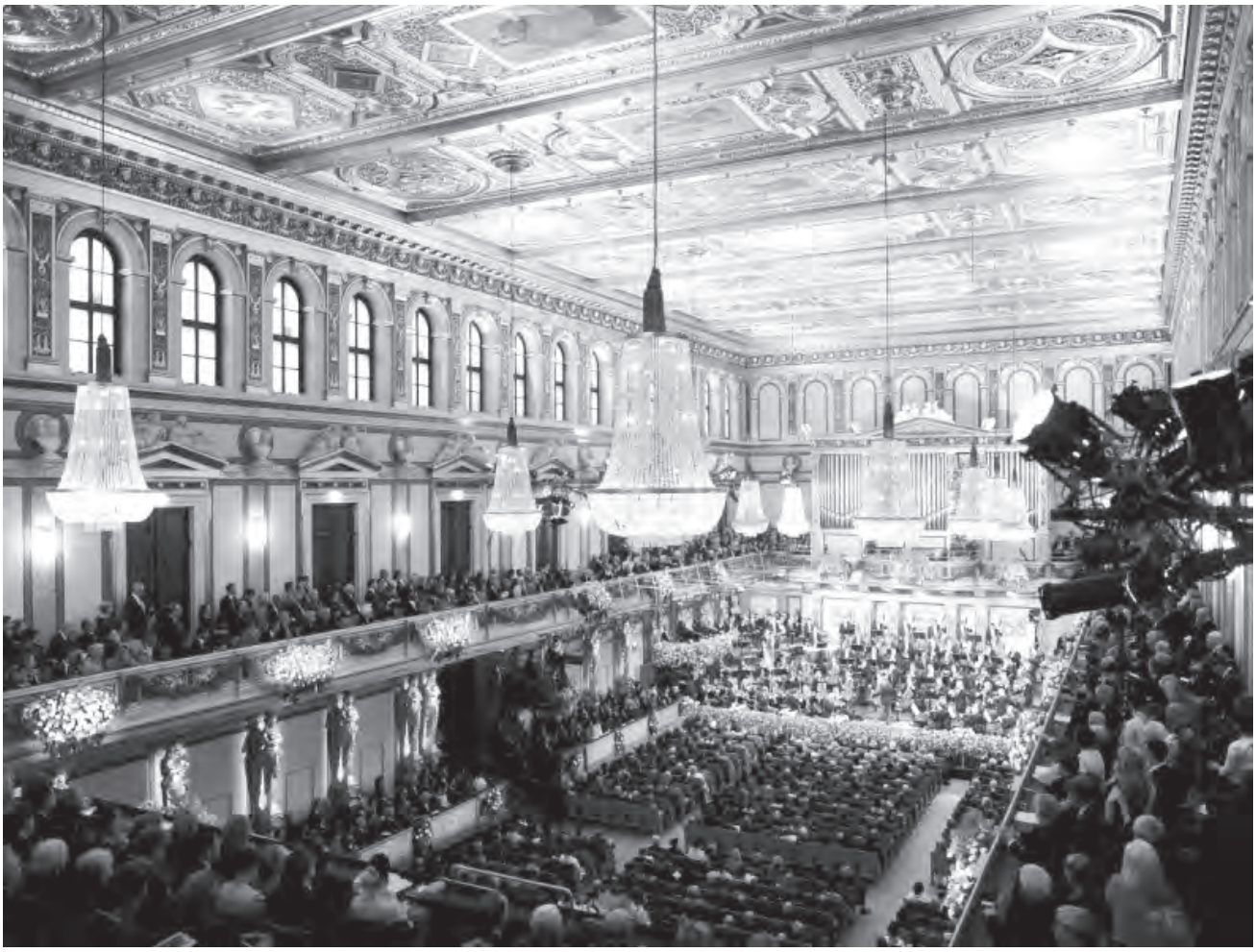
KKL Luzern, Jean Nouvel, 1998 **S. 42**

Casa do Musica, Porto, OMA, 2005 **S. 46**

Philharmonie Paris, Jean Nouvel, 2015 **S. 50**

Elbphilharmonie, Hamburg, Herzog & de Meuron, 2016 **S. 54**

1 MUSIKVEREIN WIEN



Musikverein Wien, 1870
Theophil von Hansen

Saaltyp: Shoebox
Sitzplätze: 1 680
Volumen: 15 650 m³
LxBxH: 46m x 19m x 18m
14m Breite zwischen Galeriebrüstungen
19m Breite zwischen Saalwänden

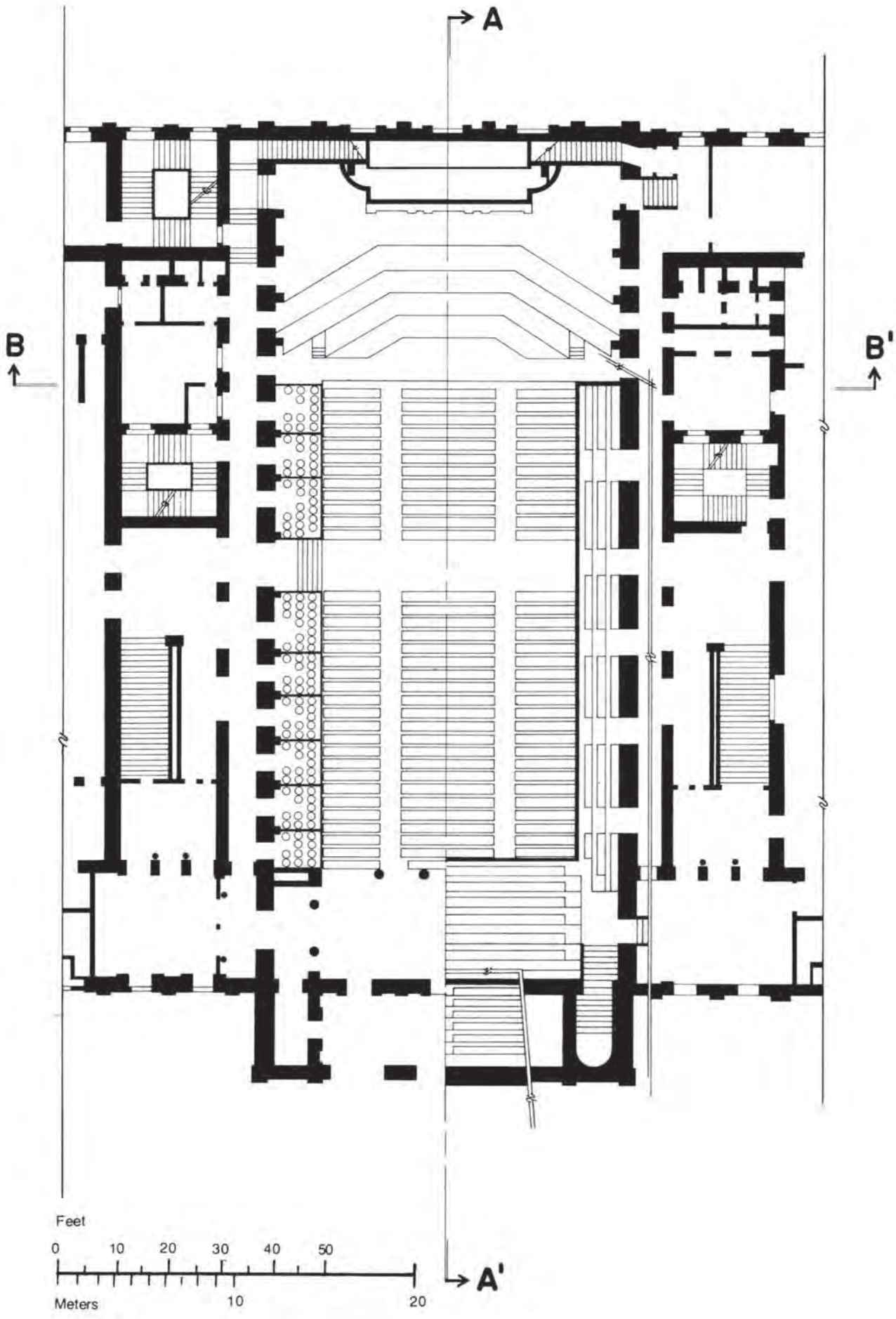
Das 1866-69 errichtete Musikvereinsgebäude enthält die ersten ausschließlich für Konzerte errichteten Säle Wiens, einen kleinen Kammermusiksaal für 500 Besucher und einen grossen Konzertsaal für 1680 Besucher. Grosse Chor- und Orchesterkonzerte konnten zuvor nur im grossen Redoutensaal der Hofburg, in der Winterreitschule oder in den Theatern stattfinden. Das Gebäude sollte auch das 1812 gegründete Konservatorium aufnehmen.

Gebaut wurde der Musikverein durch die „Gesellschaft der Musikfreunde des österreichischen Kaiserstaates“, die 1863 vom Kaiser den Baugrund gegenüber der Handelsakademie am Karlsplatz geschenkt bekam. 1864 wurde ein Wettbewerb durchgeführt, aus dem der Architekt Theophil Hansen siegreich hervorging. Hansen musste seinen Wettbewerbsentwurf bis zum Baubeginn jedoch erheblich überarbeiten und verändern. Errichtet wurde ein Gebäude im Stil der „griechischen Renaissance“.
Den Grundriss bildet ein Querrechteck, das in der Mitte durch den Saaltrakt durchstoßen wird. Der große Konzertsaal durchbricht den Baukörper sowohl in der Höhe wie auch in der Fassade; das Gebäude erhält dadurch einen basilikalen Eindruck, der durch die Oberflächengliederung noch unterstrichen wird. Der Mittelrisalit ist durch drei Arkadenbögen nobilitiert, die im Erdgeschoß den Eingang und im ersten Stock eine Loggia eröffnen.

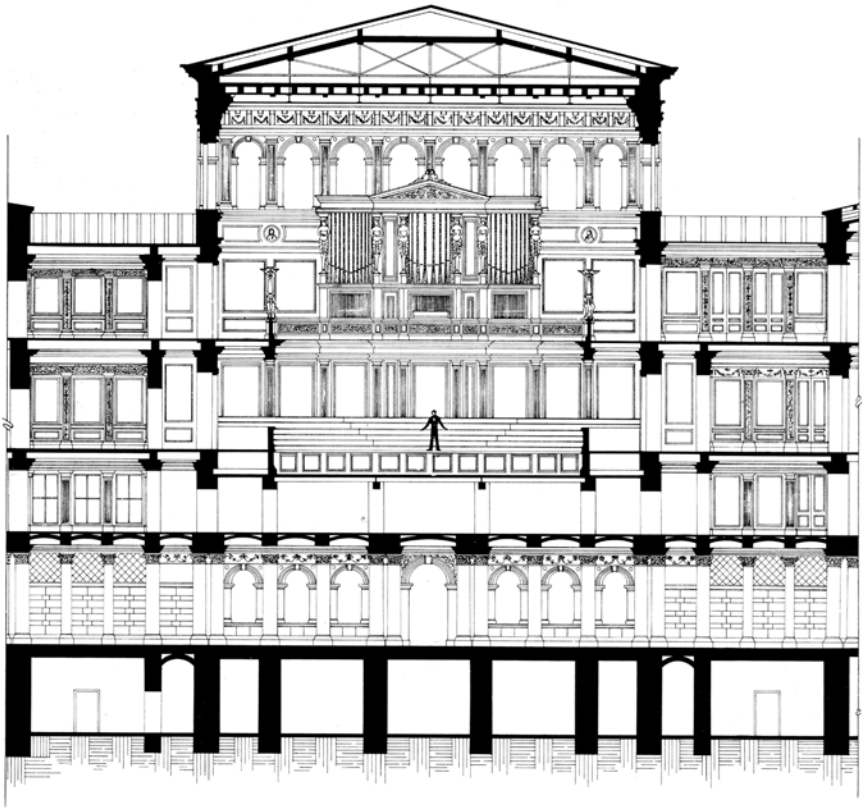
Die Konzertsäle befinden sich im ersten Stock. Der grössere Goldene Saal führt in der Breite des Mittelrisalits über drei Geschosse, deren unterstes durch Karyatiden unterteilt ist. Im mittleren öffnen sich darüber hohe Türen mit Dreiecksgiebeln und Figurenbekrönung. Das Lichtgadengeschoss prägt eine Reihe von Rundbogenfenstern.
1911 wurde der Bau erheblich verändert. Im grossen Saal setzte man die Karyatiden an die Wand zurück, so dass der Balkon wie im Brahmssaal frei in den Raum vorspringt. Dies verbesserte zwar die Sicht aus den Logen, verfälschte aber den von Hansen intendierten Raumeindruck.

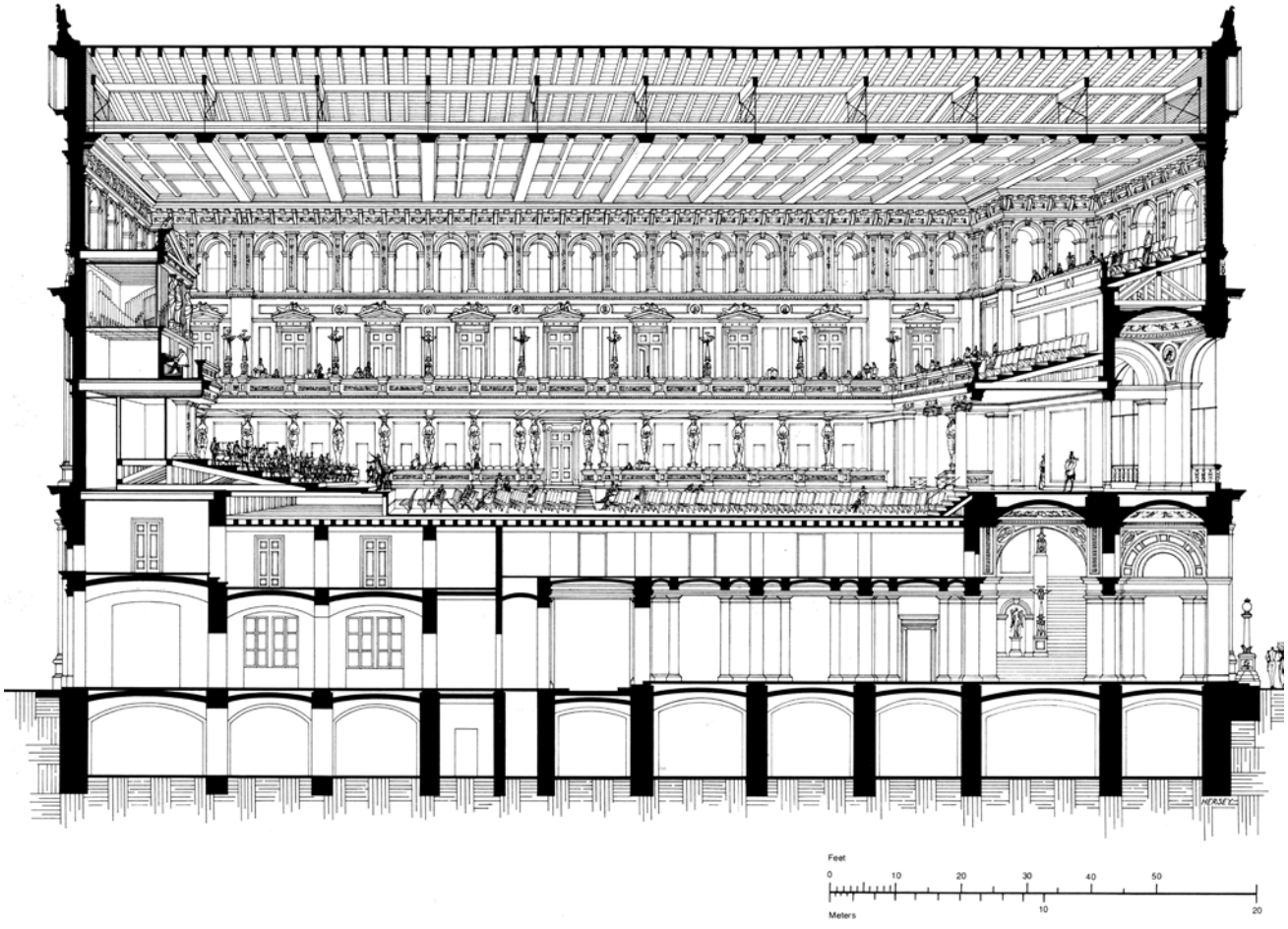
Wien – Kunst und Architektur, herausgegeben von Rolf Toman, Könemann Verlagsgesellschaft GmbH, 1999, Köln

Aussenansicht



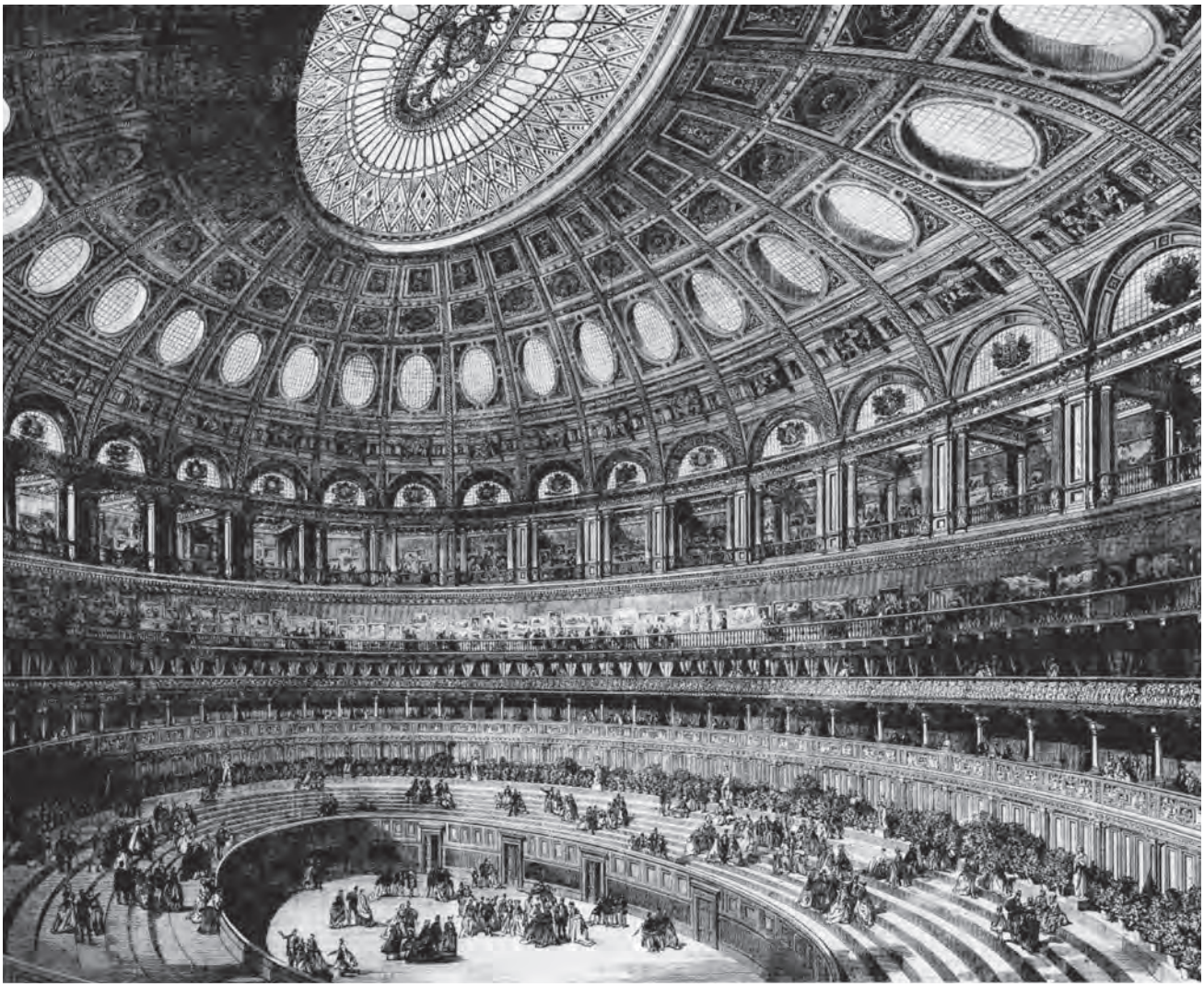
Grundriss, 1:300





Schnitte, 1:350

2 ROYAL ALBERT HALL



Royal Albert Hall, 1871
Henry Young Darracott Scott, Francis Fowke

Saaltyp: Mischform
Sitzplätze: 6 080
Volumen: 86 600 m³
LxBxH: 64,4m x 58,2m x 41,2m

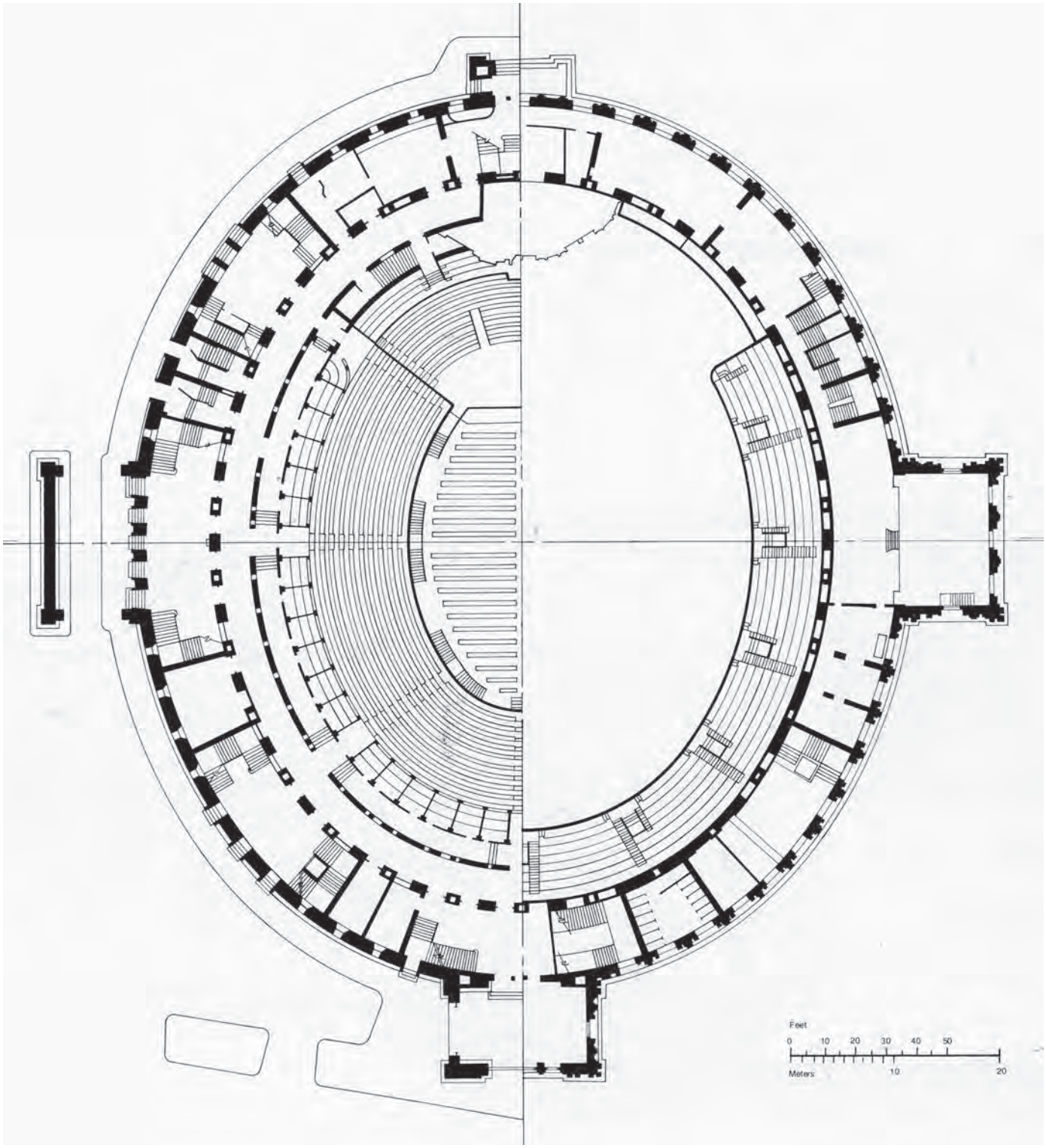
Am Mittwoch, dem 29. März 1871, zehn Jahre nach dem Tod des Prinzgemahls, kamen die Königin und die königliche Familie zur Eröffnungsfeier. Bald stand fest, dass irgend etwas nicht stimmte: „Der Prince of Wales trat vor ... und begann mit der Begrüßungsrede ... er sprach deutlich mit klarer Stimme, die überall verstanden wurde; an einigen Stellen des Raumes konnte man sie zweimal hören, ein seltsames Echo brachte eine Wiederholung des ersten Satzes, als der nächste bereits anfing." Für Scott war die Lösung einfach: er senkte den großen Baldachin unter der Kuppel ab und veränderte ihn in der Größe. Der *Builder* kommentierte: „Colonel Scott hat der Situation angemessen gehandelt, er hat die störenden Echos in einem durchsichtigen Netz gefangen." Damit begann in der Royal Albert Hall ein Jahrhundert mit akustischen Experimenten zur Beseitigung des Echos.

Das Problem lag in der Verbindung eines großen Raumvolumens mit der elliptischen Form. Mit einem Volumen von 86.600 m^3 war der Saal zehn Mal größer als jeder andere Konzertsaal in Europa. Die Klangstärke verminderte sich deutlich über die große Entfernung bis zur Rückwand, während der von der gewölbten Decke reflektierte Schall als Echo zurückkam, da der Wegunterschied zwischen der Deckenreflexion und dem Direktschall ungefähr 60 m bzw. 180 ms beträgt. Das Echo wurde in den Brennpunkten der ellipsoiden Decke, die ungefähr in Fußbodenhöhe lagen, verstärkt.

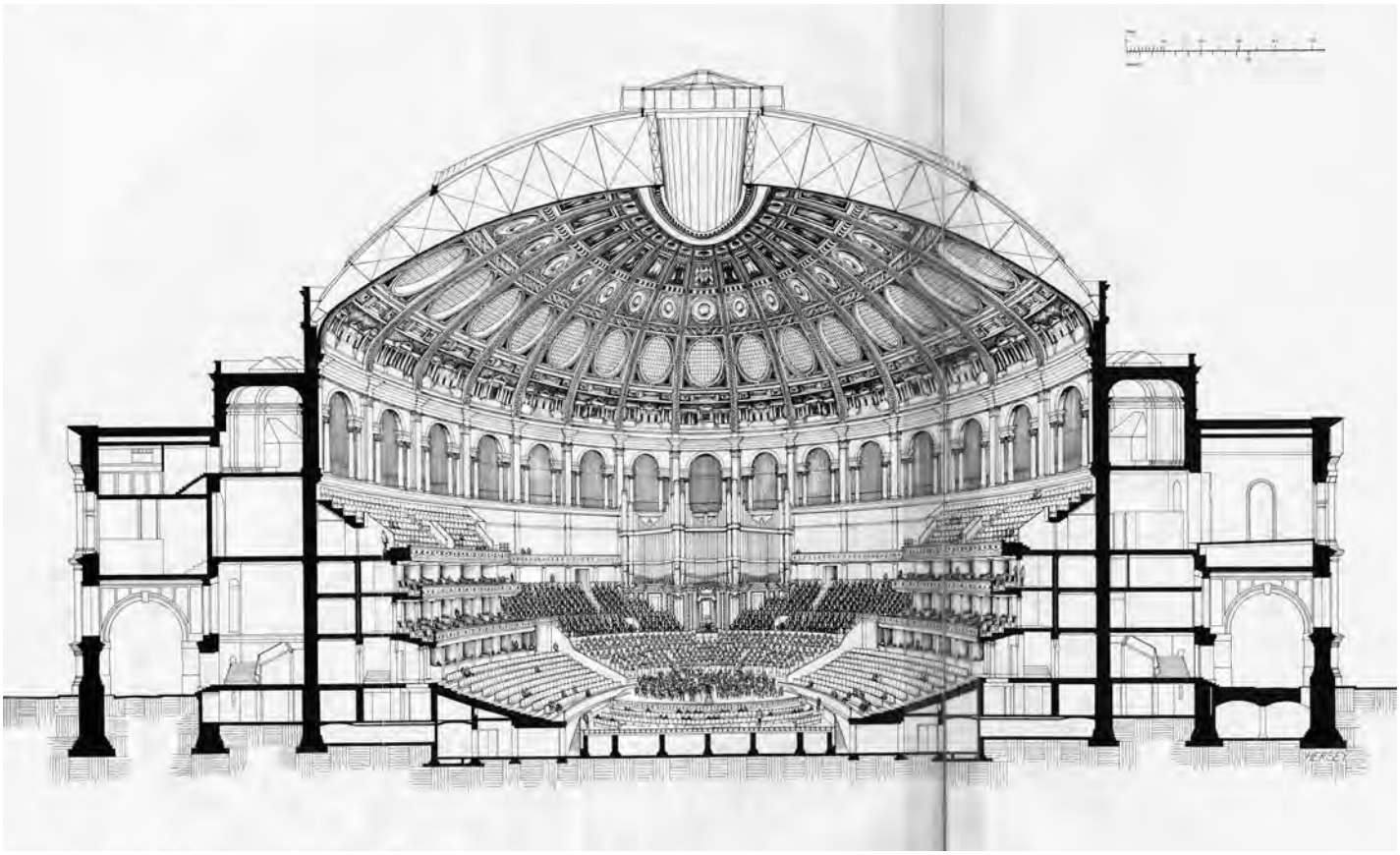
Die Bemühungen zur Verbesserung der Akustik wurden fortgesetzt. So dachte Hope Bagenal während des Krieges darüber nach, Baldachine und Vorhänge anzubringen, damit in diesem Saal anstelle der zerbombten Queen's Hall die Promenadenkonzerte stattfinden könnten. Als schließlich 1971 die Jahrhundertfeier der Royal Albert Hall heranrückte, konnte man endlich das Echo erfolgreich ausschalten, indem man 135 glasfaserverstärkte Polyesterdiffusoren unter der Decke („akustische Wolken") und einen neuen reflektierenden Baldachin über der Bühne anbrachte.

In den Jahren nach 1900 hatte die öffentliche Wertschätzung der Royal Albert Hall stetig zugenommen, das Bauwerk war zu einer Institution geworden, und das verklärte selbst den Klang. Bei dem bewegenden Titanic-Konzert vom 24. März 1912 spielte „das größte professionelle Orchester, das jemals zusammengekommen war" - fast 500 Musiker der Philharmonic Society, des Queen's Hall Symphonieorchesters, des London Symphonieorchesters und anderer Orchester - unter der Leitung von Sir Edward Elgar, Sir Henry Wood, Landon Ronald und Sir Thomas Beecham. Das Publikum war zu Tränen gerührt.

Bauwerke für Musik: Konzertsäle und Opernhäuser, Musik und Zuhörer vom 17. Jahrhundert bis zur Gegenwart, Michael Forsych, München; New York; London; Oxford; Paris: Spur, 1992

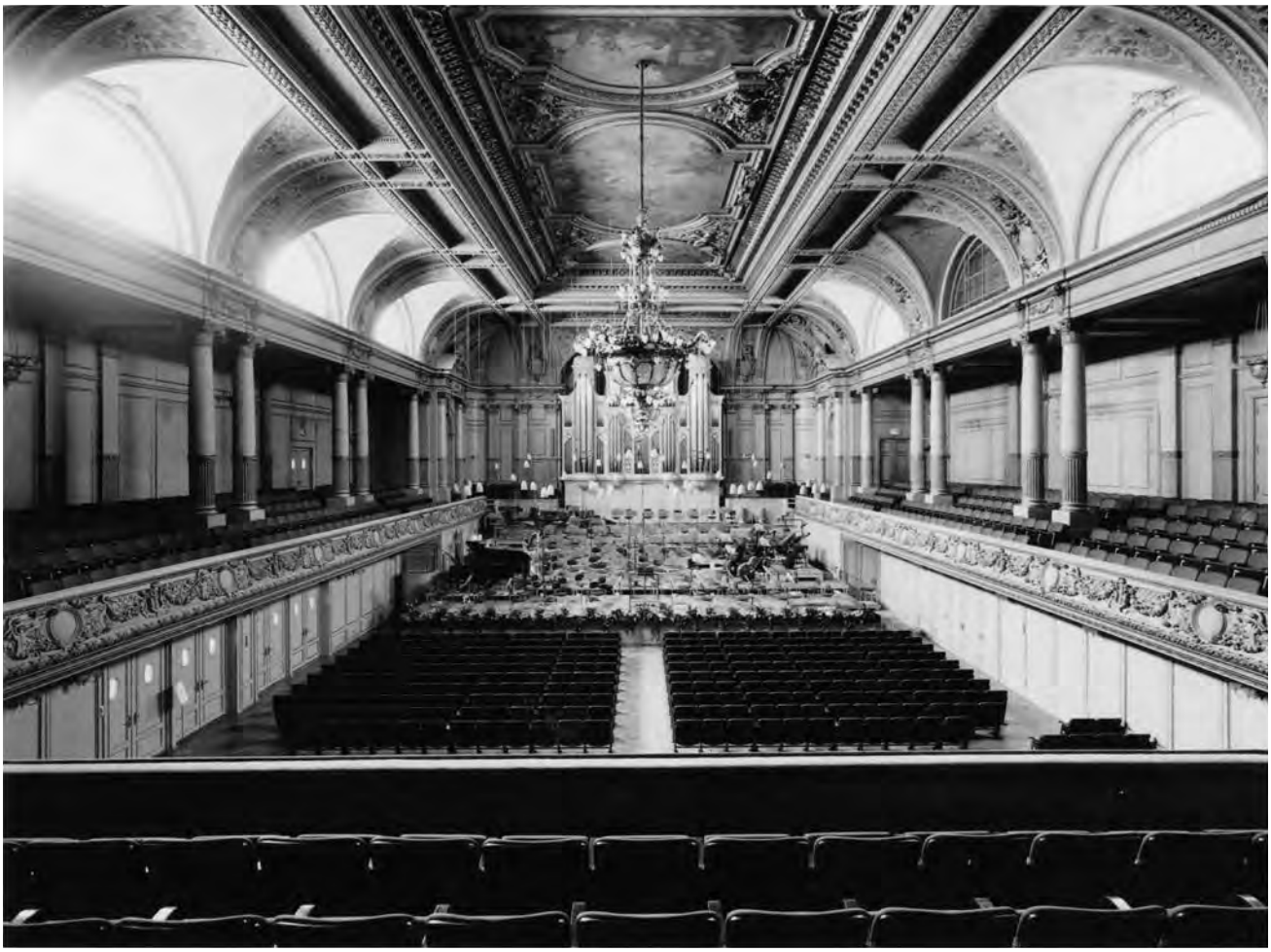


Grundriss, 1:550



Schnitt, 1:550

3 TONHALLE ZÜRICH



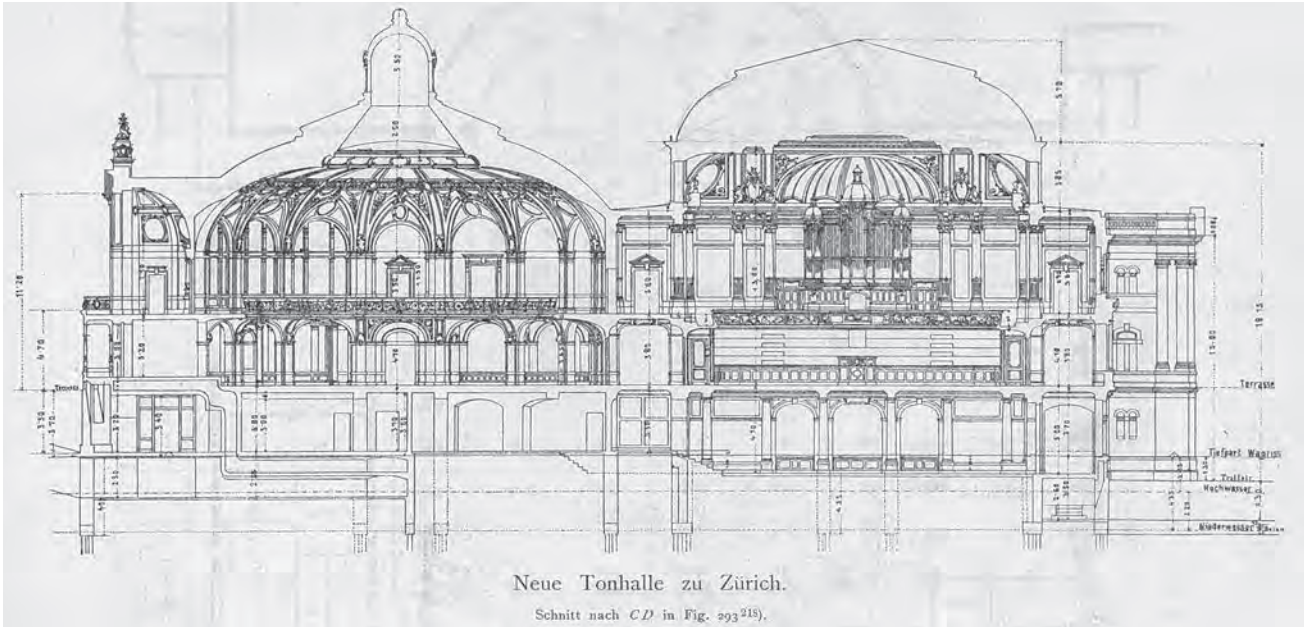
Tonhalle Zürich, 1895
Ferdinand Fellner, Hermann Helmer

Saaltyp: Shoebox
Sitzplätze: 1 455
Volumen: 11 400 m³
LxBxH: 38m x 27m x 14m
19m Breite zwischen Galeriebrüstungen
27m Breite zwischen Saalwänden

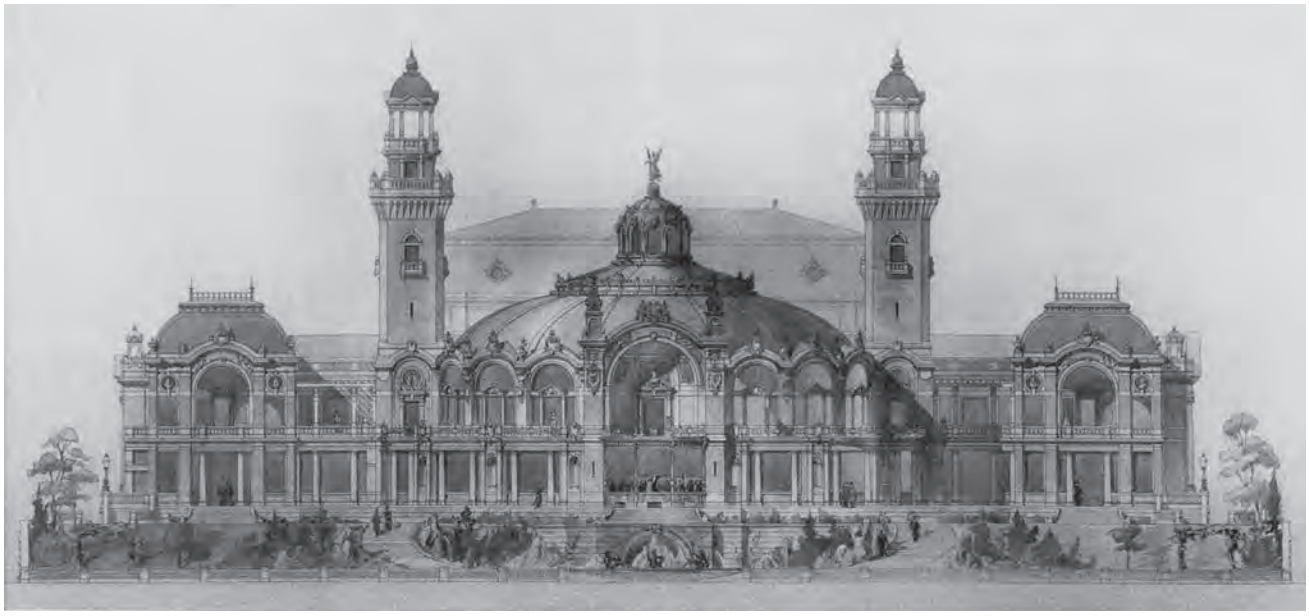
Die neuen Quaianlagen gaben die Initialzündung zum Neubau der Tonhalle, die sich zuvor auf der heutigen Sechseläutenwiese befand. Ihre Erbauer, die Wiener Theaterarchitekten Fellner & Helmer, waren in Zürich bereits bekannt durch das 1891 errichtete Zürcher Stadttheater, das heutige Opernhaus. Die neubarocke Tonhalle aus Sichtbackstein präsentierte sich zur Seeseite mit einem runden Musikpavillon, flankiert von zwei stattlichen Türmen mit maurischen Versatzstücken. Davor lag eine Terrasse für Konzerte im Freien.

Erklärtes Vorbild für dieses architektonische Motiv war der Pariser Trocadero (1878). Dieser Teil fiel dem Bau des neuen Kongresshauses (vgl. Beethovenstrasse 2ff.) zum Opfer. Der heute noch vorhandene Trakt an der Gotthardstrasse verdankt seine Erhaltung vor allem der vorzüglichen Akustik der beiden Konzertsäle.

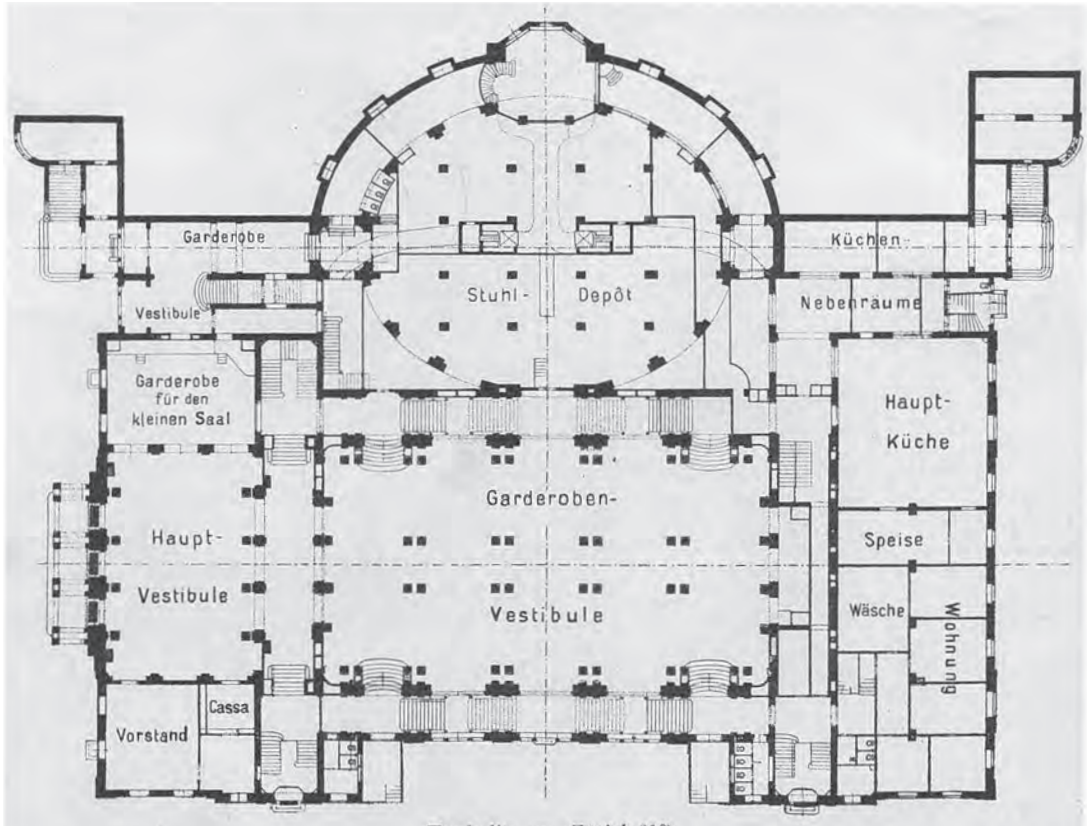
Baukultur in Zürich: Enge, Wollishofen, Leimbach. Schutzwürdige Bauten und gute Architektur der letzten Jahre, 2009, Verlag Neue Zürcher Zeitung, Zürich



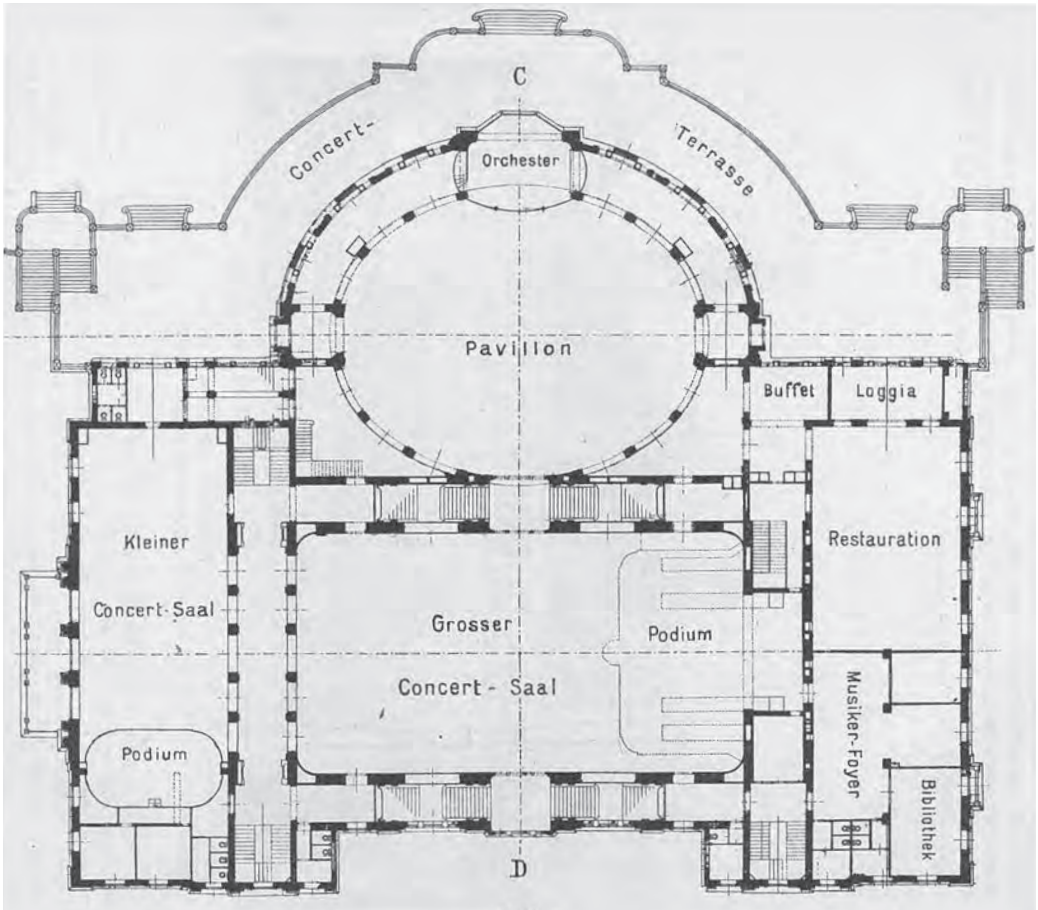
Schnitt, ohne Masstab



Ansicht, ohne Masstab



Grundriss Tiefparterre, 1:600

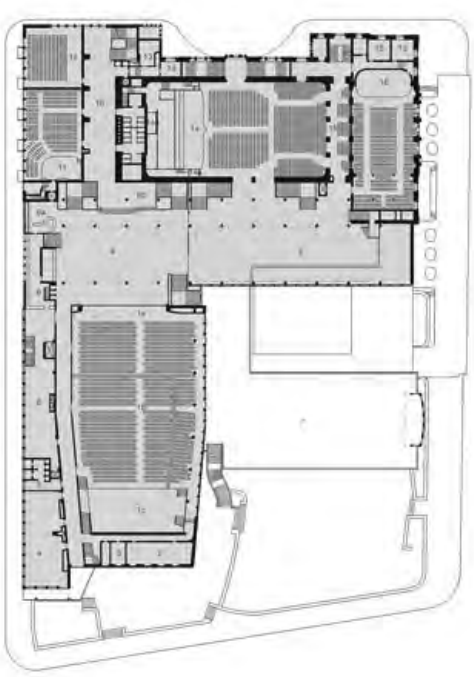


Grundriss Hochparterre, 1:600

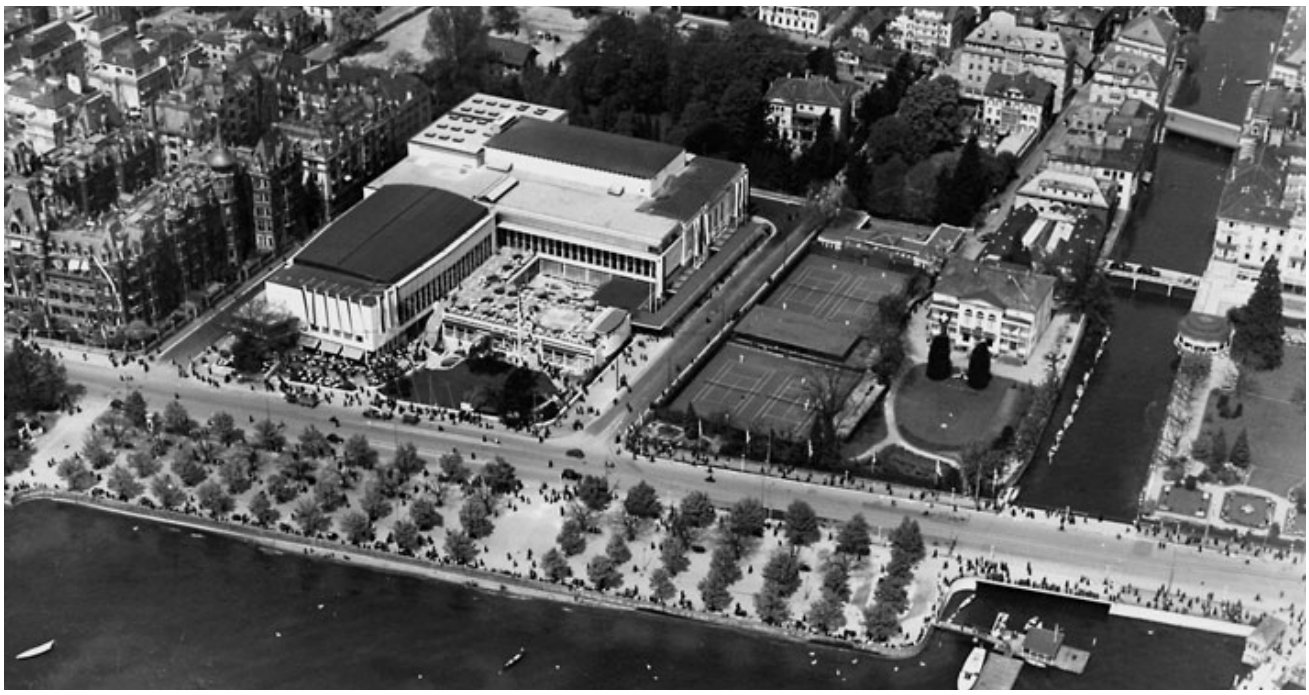
Kongresshaus, 1938-1939
Max Ernst Haefeli, Werner Max Moser, Rudolf Steiger

Im Kontext der Landesausstellung 1939 entstanden, ist das Kongresshaus das einzige erhaltene Bauwerk, das die spezifische «Baugesinnung» dieses Grossanlasses repräsentiert. Es ersetzte die monumentale Zweiturmfassade der historistischen Tonhalle (Claridenstrasse 7 f.) in einem mehrstufigen Gebäudekomplex, der den Bezug zum Seeufer und zu den benachbarten Parkanlagen sucht und eine gelungene Verbindung zum alten Tonhalletrakt schafft. Ganz im Geist der Landesausstellung begegneten die Architekten dem repräsentativen Anspruch nicht mit der monumentalen Grossform, sondern mit architektonischen Stimmungsbildern, inszeniert durch spannungsvolle Raumfolgen mit durchdachter Lichtregie sowie durch Oberflächenbehandlungen in Form mannigfaltiger Rasterstrukturen.

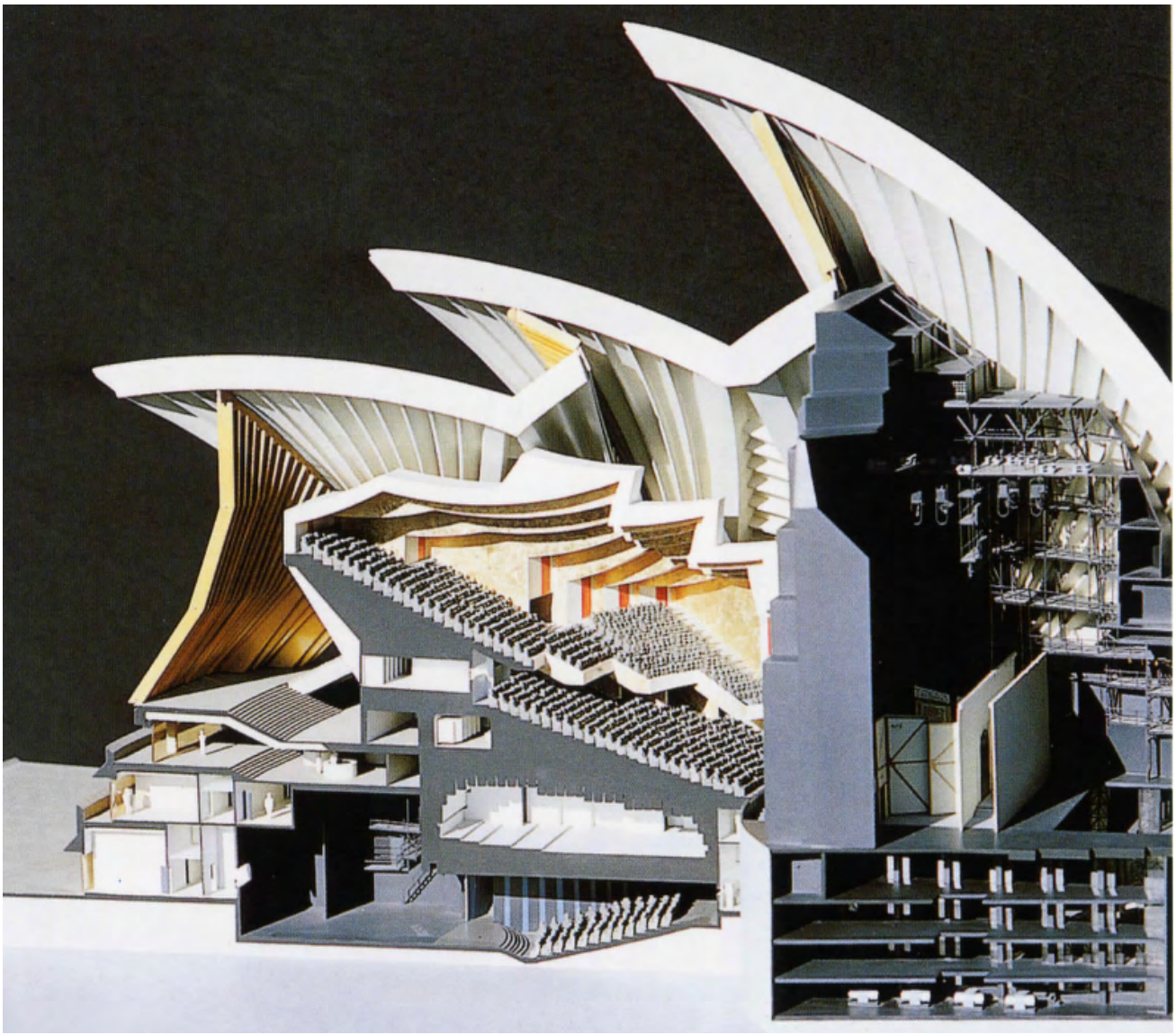
Baukultur in Zürich: Enge, Wollishofen, Leimbach. Schutzwürdige Bauten und gute Architektur der letzten Jahre, 2009, Verlag Neue Zürcher Zeitung, Zürich



Saalgeschoss

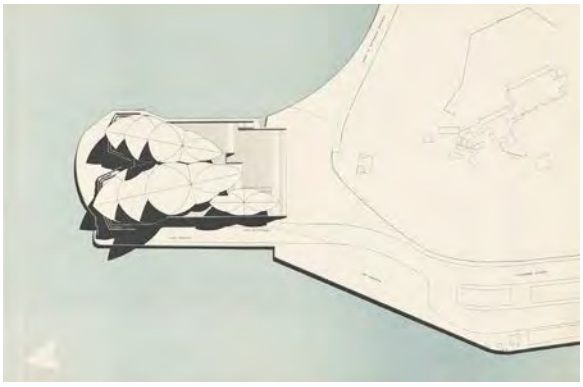


4 SYDNEY CONCERT HALL



Sydney Concert Hall, 1957-73
Jørn Utzon

Saaltyp: Mischform
Sitzplätze: 2 700



Der unsichtbare Wind erzeugt auf der Wasseroberfläche Wellen. Unterschiedliche Windstärken erzeugen unterschiedliche Arten von Wellen, ihrem Wesen nach sind die Wellen jedoch immer gleich.

Der Charakter, der Stil, ergibt sich aus einer Reihe von Formen, die miteinander kombiniert werden, alle beziehen sich auf Wasser: Wellen; Wellen innerhalb von Wellen; Wellen, die sich brechen; Wellen, die schäumen.

In meiner Vorstellung schaffe ich einen unsichtbaren Raum durch eine Kombination aus geometrisch bestimmten Formen. Wenn ich den Raum, der mir vorschwebt; geschaffen habe, halte ich diese Situation in Gedanken fest.

Weil ich den Raum mit geometrisch bestimmten Formen gestaltet habe, ist der gesamte umschlossene Raum vollständig definiert und seine Oberfläche kann in viele gleichartige Elemente aufgeteilt werden. Diese gleichartigen Elemente können in Serie produziert werden und wenn ihre Beziehung zu den Nachbarelementen geklärt ist, können sie wie ein großes dreidimensionales Puzzle zusammengesetzt werden.

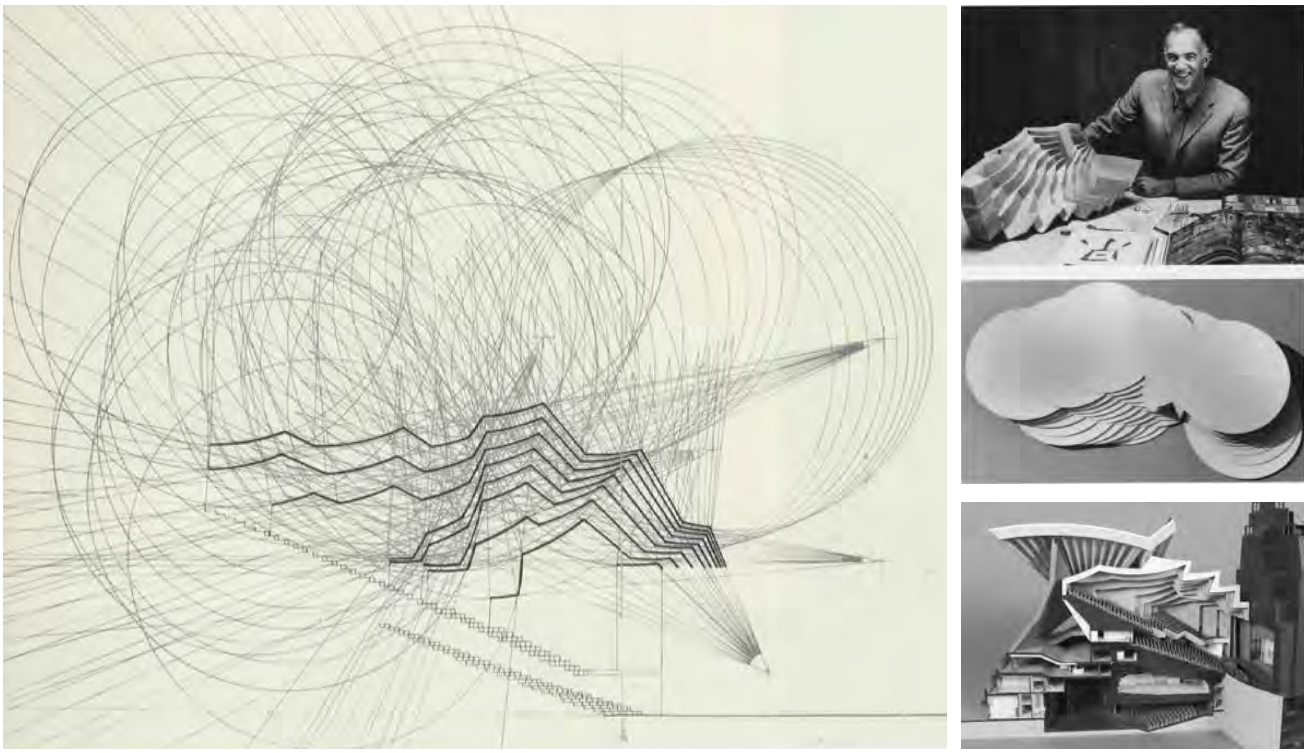
Alles, was diese Idee und Vorgehensweise unterstreicht, sollte gezeigt werden, zum Beispiel das Herstellungsverfahren, das Montagesystem, die Farbe: Dekoration und Farbe müssen ebenso ein organischer Bestandteil des Ganzen sein, wie der weiße Schaum Teil der Wellen ist, um einen vollkommen einheitlichen Charakter oder Stil zu erzeugen.

„The Sydney Opera House: commentary by the architect“, in: Zodiac No. 14, 1965

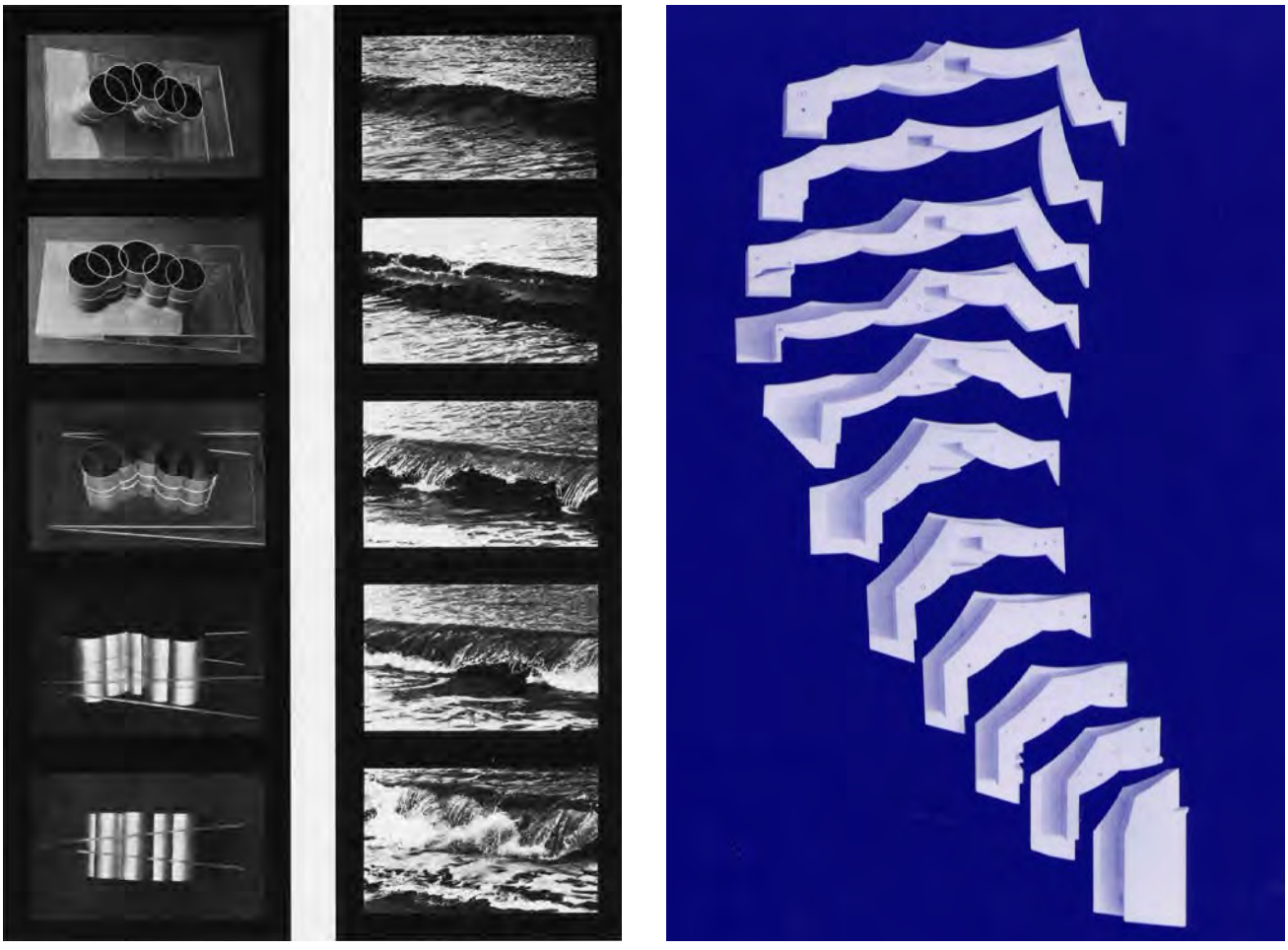
[...] Das Innere der Säle sollte mit riesigen Schichtholzkastenträgern vorfabriziert werden, wofür Ralph Syrnonds längste Schichtholzplatten und seine Metallverbundtechniken benötigt wurden. Sie sollten zum einen für die geforderte Stärke und zum anderen für die akustische Isolierung sorgen; der Lärm der Schiffshörner stellte eine ziemliche Herausforderung dar. Die Träger würden mit der Fähre auf die Baustelle gebracht und „wie ein riesiges Puzzle“80 zusammengesetzt werden. Mit einem Ende würden sie sich auf die Plattform stützen, dann mit Hilfe der Bühnentechnik in die richtige Position gehoben und an die Rippen gehängt werden, da die Unterdecke für den gesamten Raum geplant war. Das Ganze war sicherlich eine Herausforderung an die aktuellen Möglichkeiten der Konstruktion, es war jedoch nicht so kompliziert, wie die Betonrippen zu errichten oder die Fliesendeckel zu platzieren , und angesichts der viel größeren Bauteile auch weit weniger zeitraubend. Innen- und Außenraum waren nun durch die Geometrie von Kugel und Zylinder miteinander vereint und versprachen, einander perfekt zu ergänzen. [...]

Jørn Utzon, Richard Weston, Cardiff, 2001

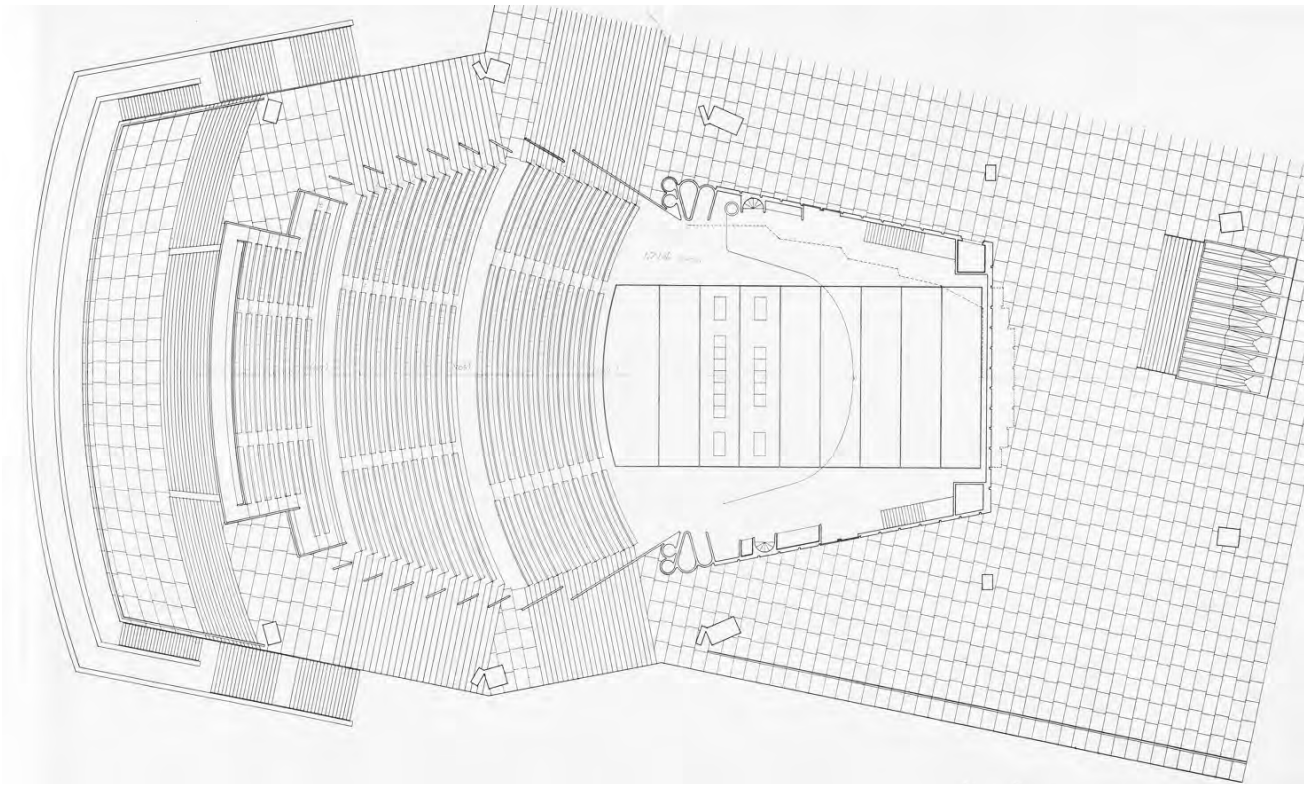
(li. o.) Modell grosser Saal, ca. 1965
(li. u.) Situationsplan, ca. 1960
(u.) Aussenansicht, ausgeführt



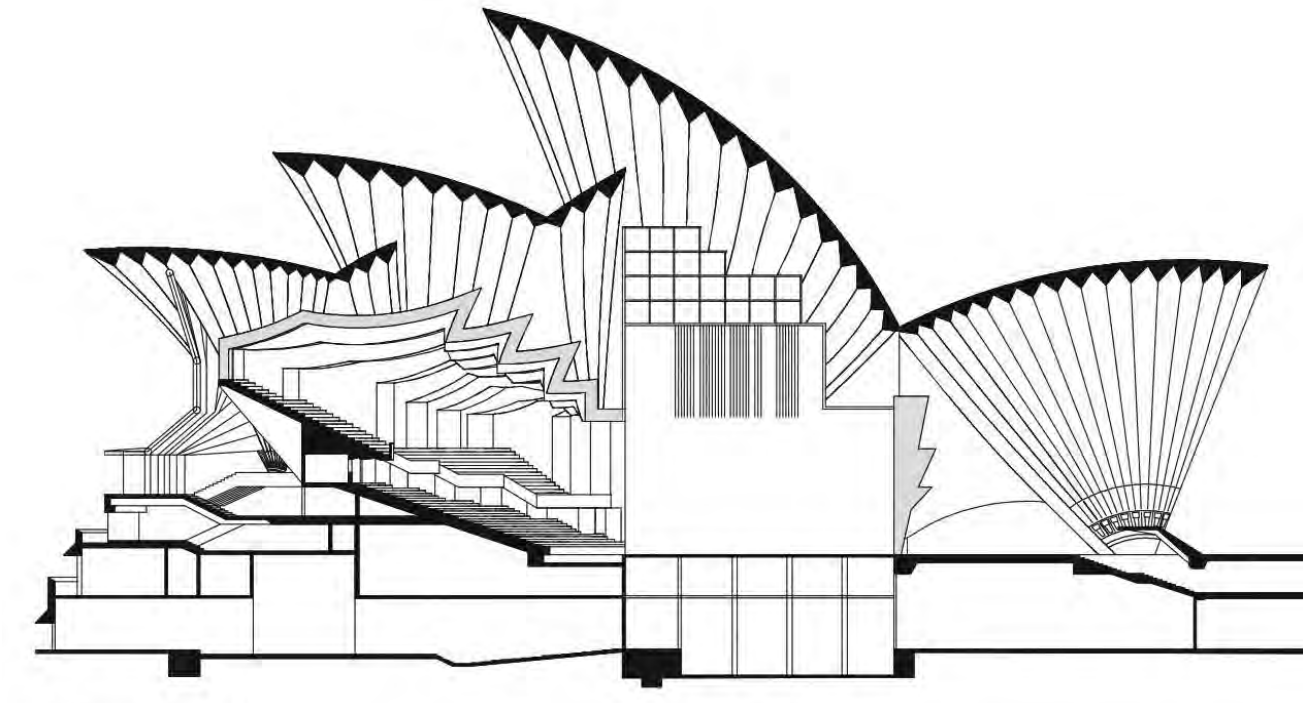
Studien zur Deckengeometrie kleiner Saal (o. + re. o.); Modell grosser Saal (re.u.); ca. 1965



Studien zur Entwicklung der Deckengeometrie Säle (o); Modell Schichtholzträger grosser Saal (re.o.); ca. 1965



Grundriss grosser Saal, Planung 1962



Längsschnitt grosser Saal, Planung ca. 1965

5 PHILHARMONIE BERLIN

Philharmonie Berlin, 1963-87
Hans Scharoun

Saaltyp: Vineyard
Sitzplätze: 2 200
Volumen: 24 500 m³
LxBxH: 59,5m x 61m x 20,5m

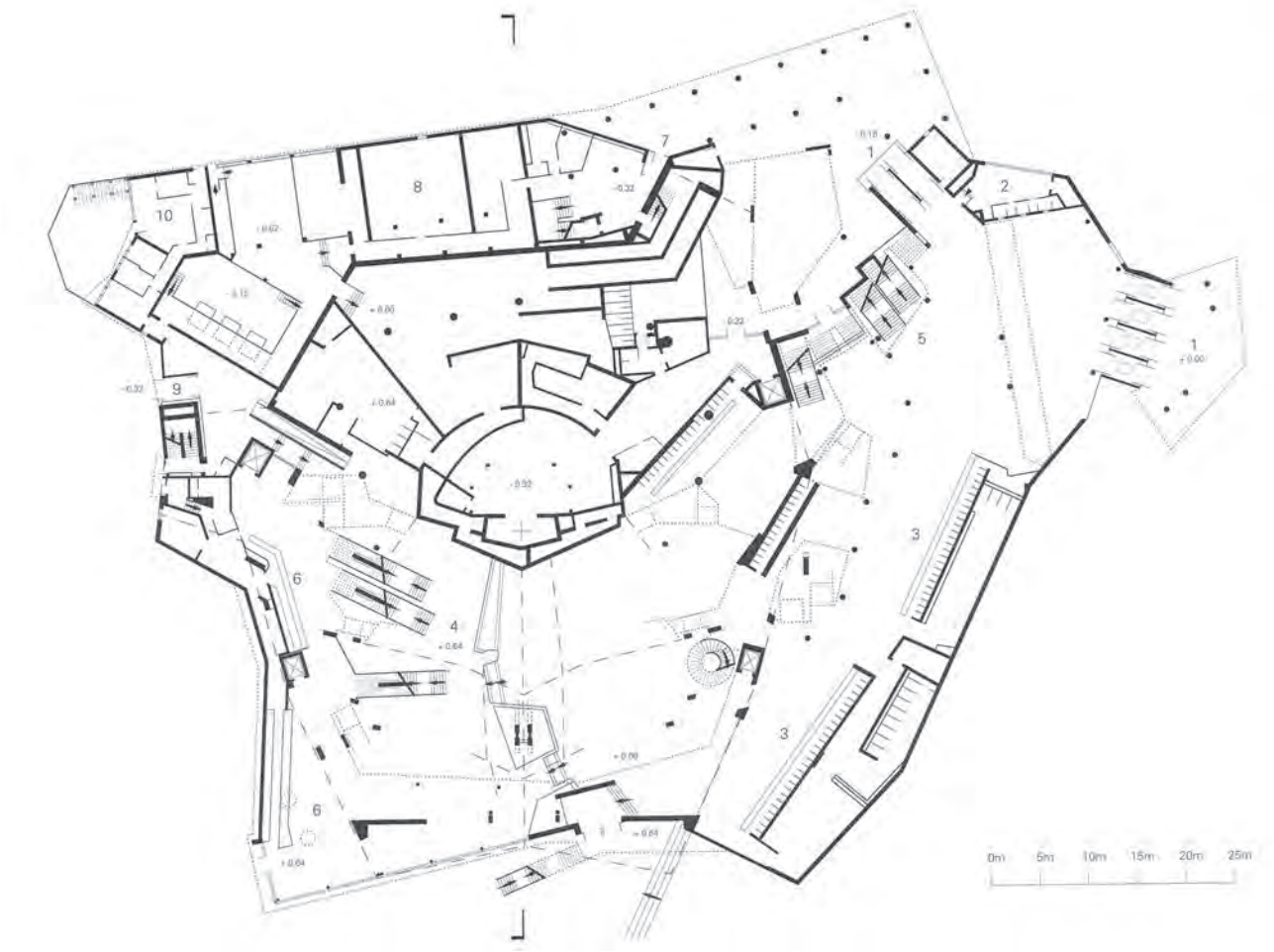
Mitte des Jahres 1956 wurde für den Neubau der Philharmonie in Berlin ein engerer Wettbewerb unter zwölf Architekten ausgeschrieben, aus dem das Projekt von Scharoun als Sieger hervorging.

Schon früh hatte sich Herbert von Karajan für das Projekt von Scharoun ausgesprochen und seine Beurteilung bereits dem Preisgericht in einem Schreiben mitgeteilt: «Von allen eingereichten Entwürfen scheint uns mit Abstand derjenige den Vorzug zu verdienen, der als sein Grundprinzip die Einbeziehung des ausführenden Klangkörpers in die Mitte des Saales vorsieht (die Ziffer des Modells ist mir entfallen; es ist in Weiß und hat eine goldene Bestuhlung). [...] Ich kenne keinen bestehenden Konzertsaal, in dem das Sitzproblem so ideal gelöst ist wie in diesem Entwurf. Dadurch daß das Orchester quasi im Zentrum des Raumes steht, scheint mir und Herrn Dozent Winckel auch die Tatsache gewährleistet, daß mehr als bisher in einem der bekannten Säle der typische Stil der Musikinterpretation des Philharmonischen Orchesters, dessen Hauptmerkmal das lange, weiträumige Ausschwingen und der besondere Atem im Beginn und am Ende einer musikalischen Phase hier in idealer Weise geprobt und dargestellt werden können . Es sind einige kleine Einschränkungen zu machen. [...] Doch dies sind nur Kleinigkeiten und besagen nicht viel im Gegensatz zu der Großartigkeit des Gesamtprojekts, das ich nicht warm genug zu einer Ausführung empfehlen kann.»

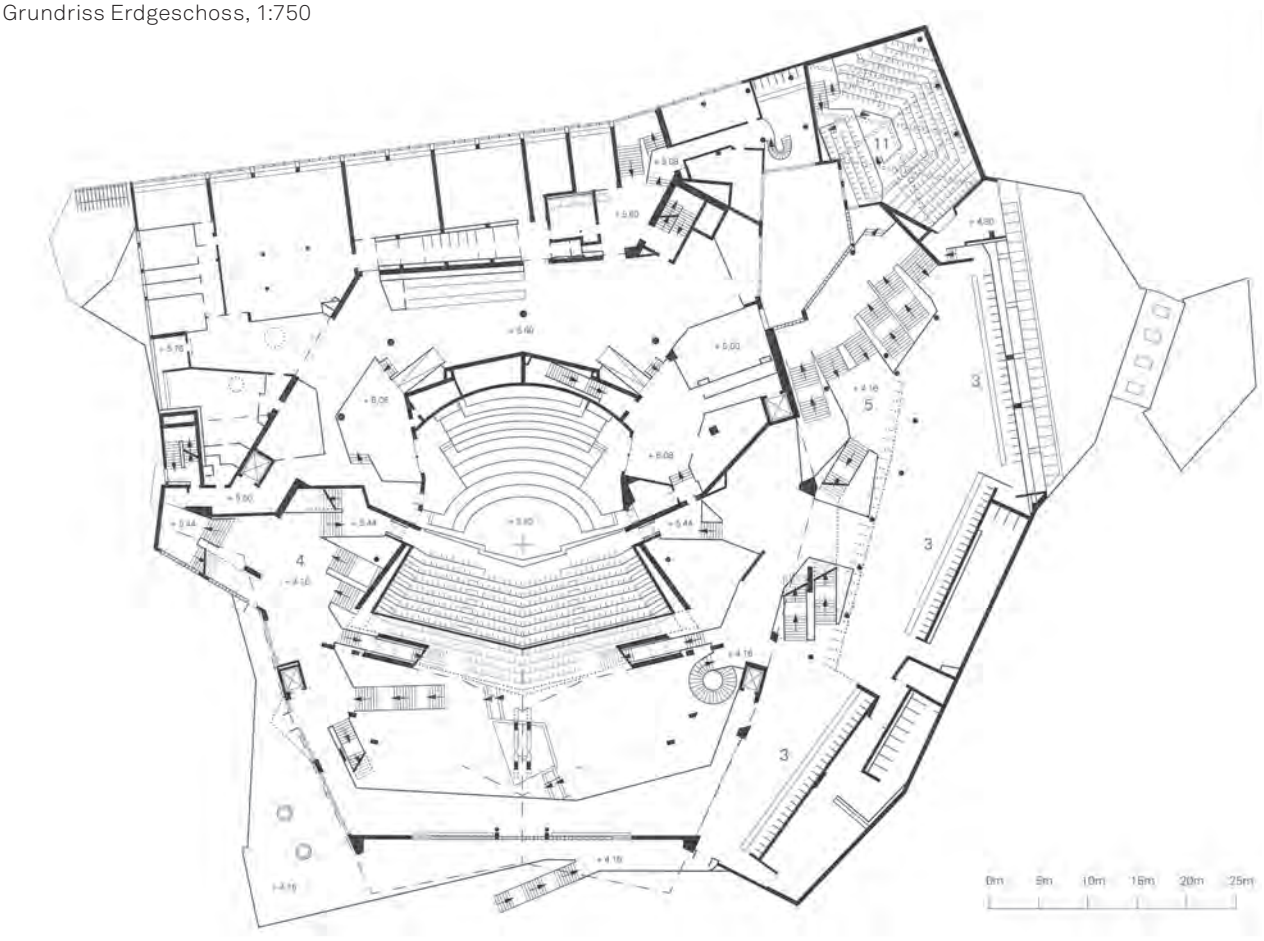
Scharoun selbst schrieb am 2. September 1957 in «Musik im Mittelpunkt, Bemerkungen zum Neubau der Berliner Philharmonie»: «[..] Ist es ein Zufall - war die nächste Überlegung -, daß überall, wo improvisiert Musik erklingt, sich Menschen sofort zu einem Kreis zusammenschließen? Diesen ganz natürlichen Vorgang, der von der psychologischen Seite her jedem verständlich ist, müßte man in einen Konzertsaal übertragen - das war nun die Aufgabe, die sich der Architekt gestellt hatte. Musik sollte auch räumlich und optisch im Mittelpunkt stehen. Davon ausgehend ergab sich die Gestaltung des Neubaues der Philharmonie. Daß der Entwurf in räumlicher und technischer Hinsicht heute realisierbar ist, verdanken wir nicht zuletzt der Vorleistung der akustischen Wissenschaft. In enger Zusammenarbeit mit dem Akustiker, Prof. Cremer, wurde hier ‹Neuland› erobert und erarbeitet.

Das Orchester befindet sich zwar nicht genau in der Mitte des Raumes, jedoch ist es amphitheatralisch vom Publikum umgeben . Durch diese Gestaltung des Raumes, der 2220 Sitzplätze enthält, sind die maximalen Entfernungen der Zuhörer vom Zuhörer relativ gering. Es ist ferner kein Rang vorhanden. Aus beiden Gründen wird eine Bündelung des Schalles auf das Publikum weitgehend überflüssig[...].

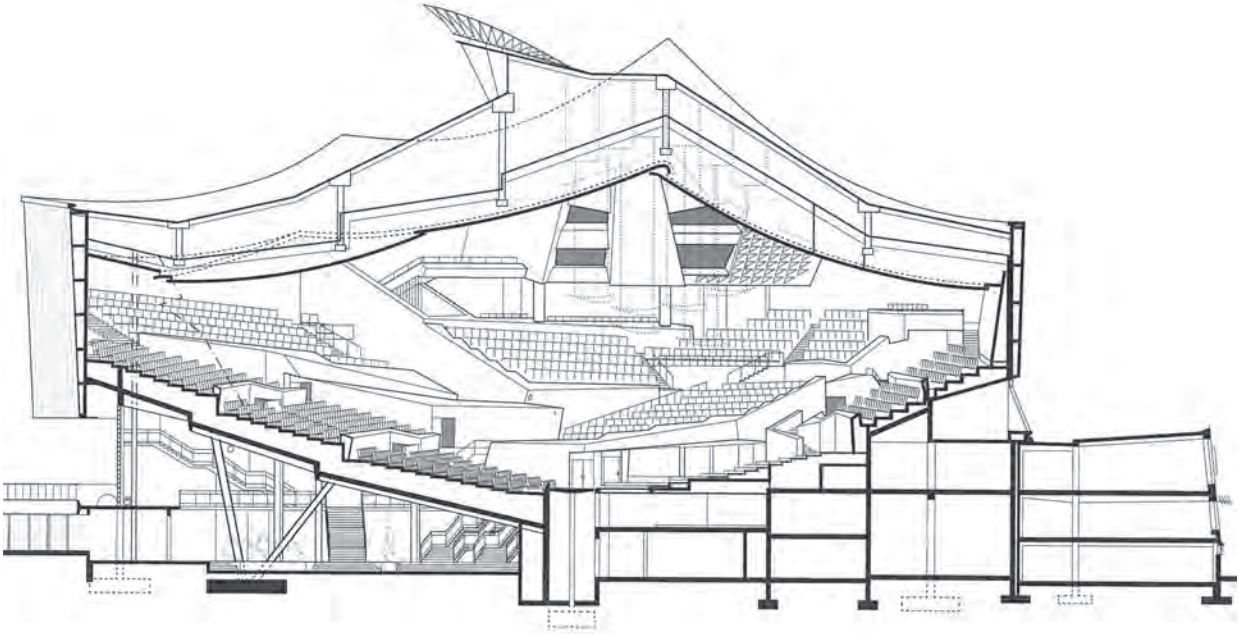
Hans Scharoun, J. Christoph Bürkle, Artemis Verlags-AG, 1993, Zürich



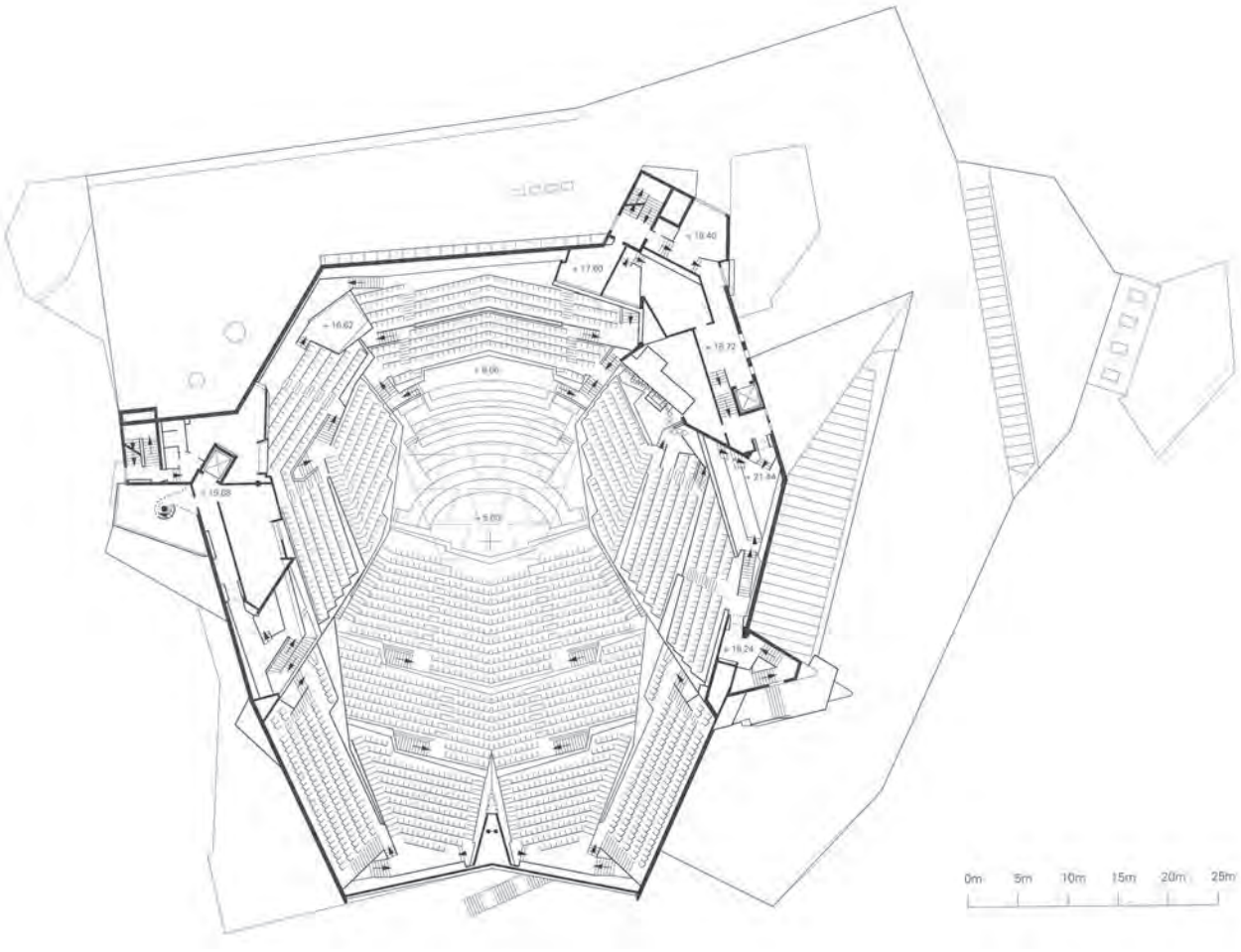
Grundriss Erdgeschoss, 1:750



Grundriss, Level 4-6m, 1:750

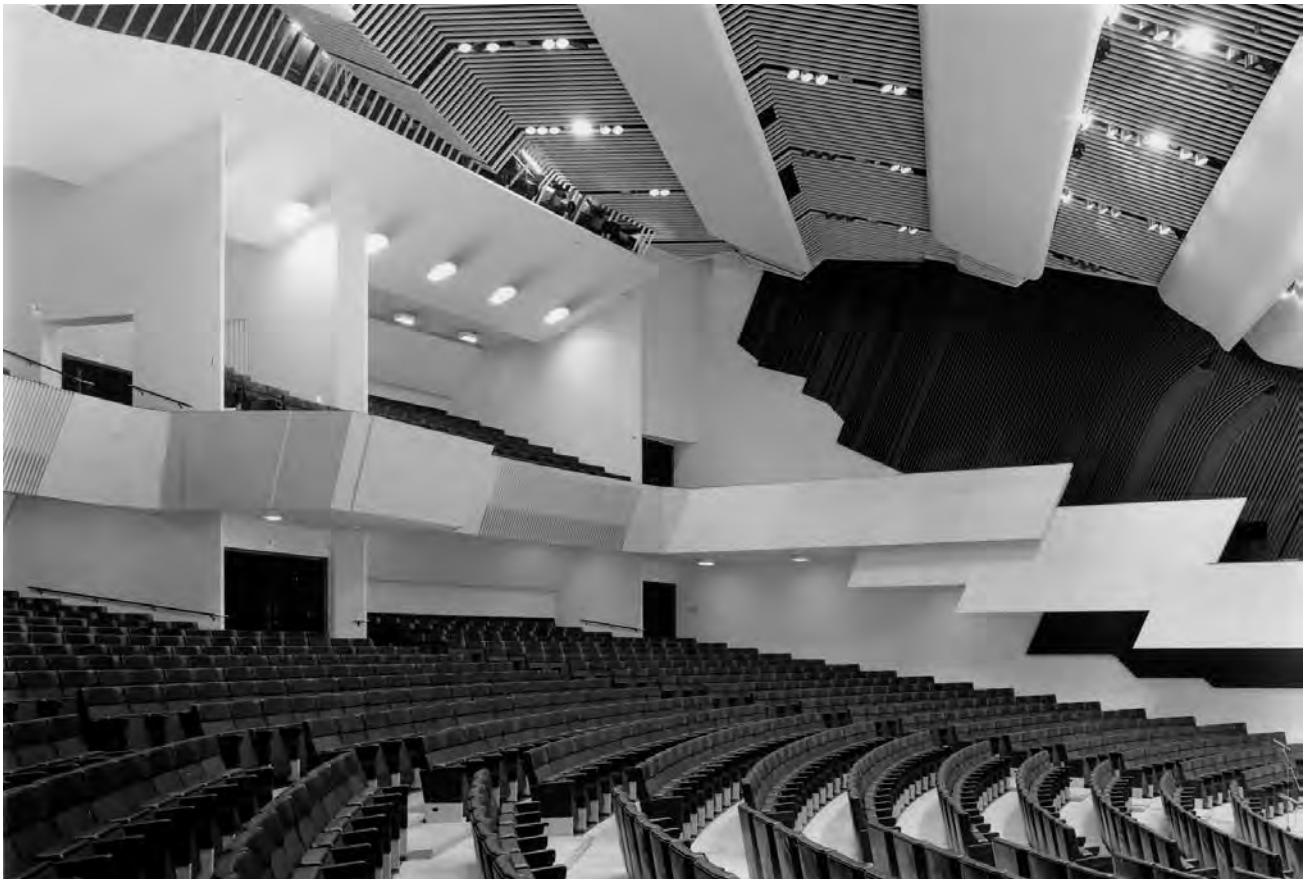


Schnitt, 1:500



Grundriss, Level 7-9m, 1:750

6 FINNLANDIA HALL HELSINKI



Finnlandia Hall Helsinki, 1967
Alvar Aalto

Saaltyp: Mischform
Sitzplätze: 1 750
LxBxH: 42m x 40,2m x 23,4m

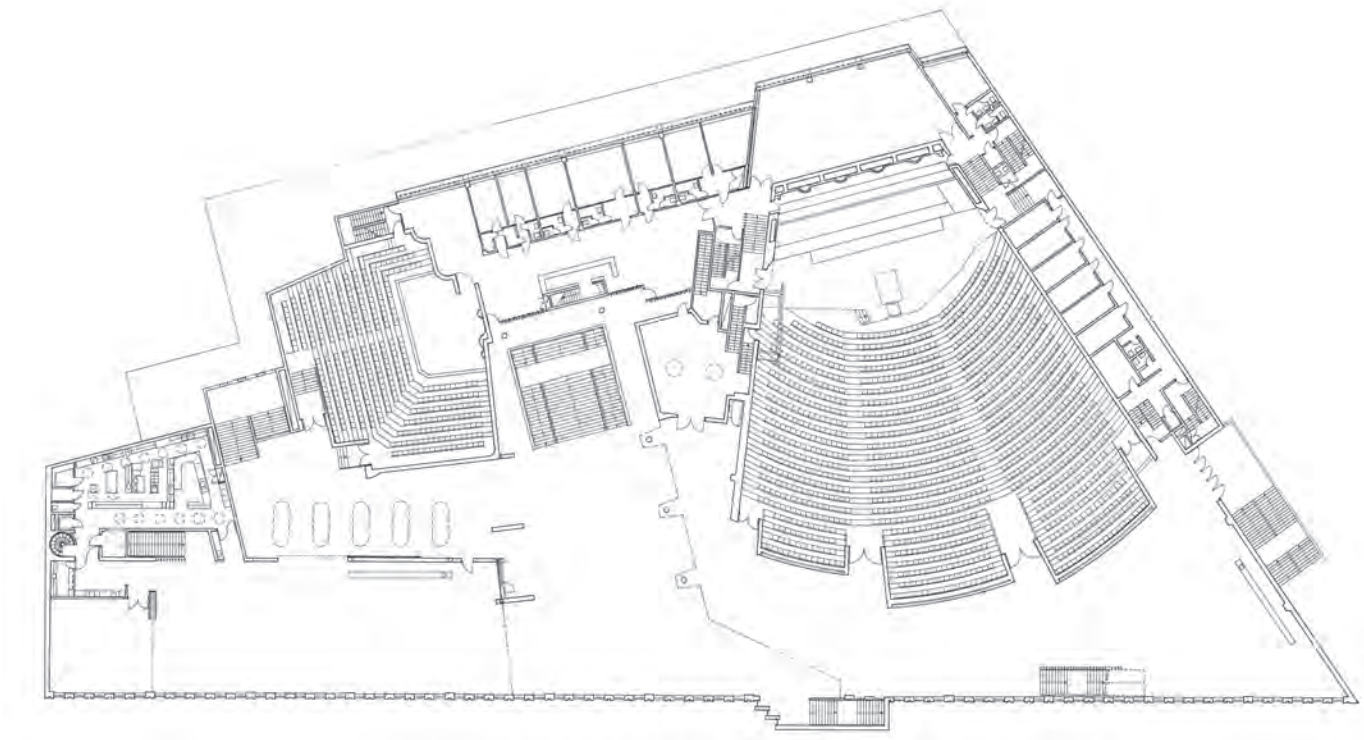
Nach den an der Eröffnungsfeier vom 2. Dezember 1971 empfangenen Eindrücken möchte ich das Konzerthaus in Helsinki zu den vollendetsten und schönsten Bauwerken von Alvar Aalto erklären. Die Vollendung offenbart sich sowohl in der ganz aus der besonderen Natur der Aufgabe entwickelten Raumanlage als auch in der souveränen Formgestaltung im grossen und kleinen. Auch die Beleuchtungskörper längs der Zugangswege von der Mannerheimstrasse her hat der Meister entworfen, wodurch der Besucher mit dem Architekturgedanken schon in Distanz in Kontakt kommt. Der Bau ist in kurzer Zeit zum Symbol des finnischen Volkes mit seinem starken Lebenswillen und seinem Friedensideal geworden, verkörpert gleichzeitig aber auch die fest gefügte Einheit eines grossen Künstlers mit seinem Volk und Land, wie dies kaum anderswo anzutreffen ist. Dieser hohe Rang des Gebäudes kam schon an der Eröffnungsfeier zum Ausdruck, einmal durch die Anwesenheit von Staatspräsident Kekonen, ferner durch die Wiedergabe des Nationalepos ‹ Finlandia› von Jean Sibelius und schliesslich durch die Uraufführung von zwei Kompositionen, die aus einem für diesen Zweck unter finnischen Musikern veranstalteten Wettbewerb hervorgegangen waren. Die Veranstaltung wurde beschlossen mit dem Violinkonzert von J. Sibelius, gespielt von Isaac Stern.

Die Idee der ebenso von Alvar Aalto geplanten neuen Kulturzone von Helsinki am Töölösee geht auf die ersten sechziger Jahre zurück. Das parkähnliche Gebiet ist abgesteckt durch die Bahnhofanlage, das Parlamentsgebäude, das Olympiastadion und das Finnische Nationaltheater und wird für die Fussgänger von der Mannerheimstrasse her erschlossen. Im ursprünglichen Projekt überkragten die einzelnen Bauten das Seeufer, ein Gedanke, der wegen der notwendig gewordenen separaten Zufahrtsstrasse längs dem Seeufer fallen gelassen werden musste. Mit diesem Strassenzug werden gleichzeitig sehr grosszügige Parkierungsflächen erschlossen, die im heutigen Zeitpunkt jedoch noch nicht voll ausgeführt sind. Dank dieser Verkehrslösung werden die Besucherwege von der Mannerheimstrasse her in keiner Weise behindert. Von den vorgesehenen weiteren Kulturbauten ist gegenwärtig das ebenso von Alvar Aalto projektierte Kongresshaus östlich an das Konzerthaus anschliessend in Ausführung begriffen.

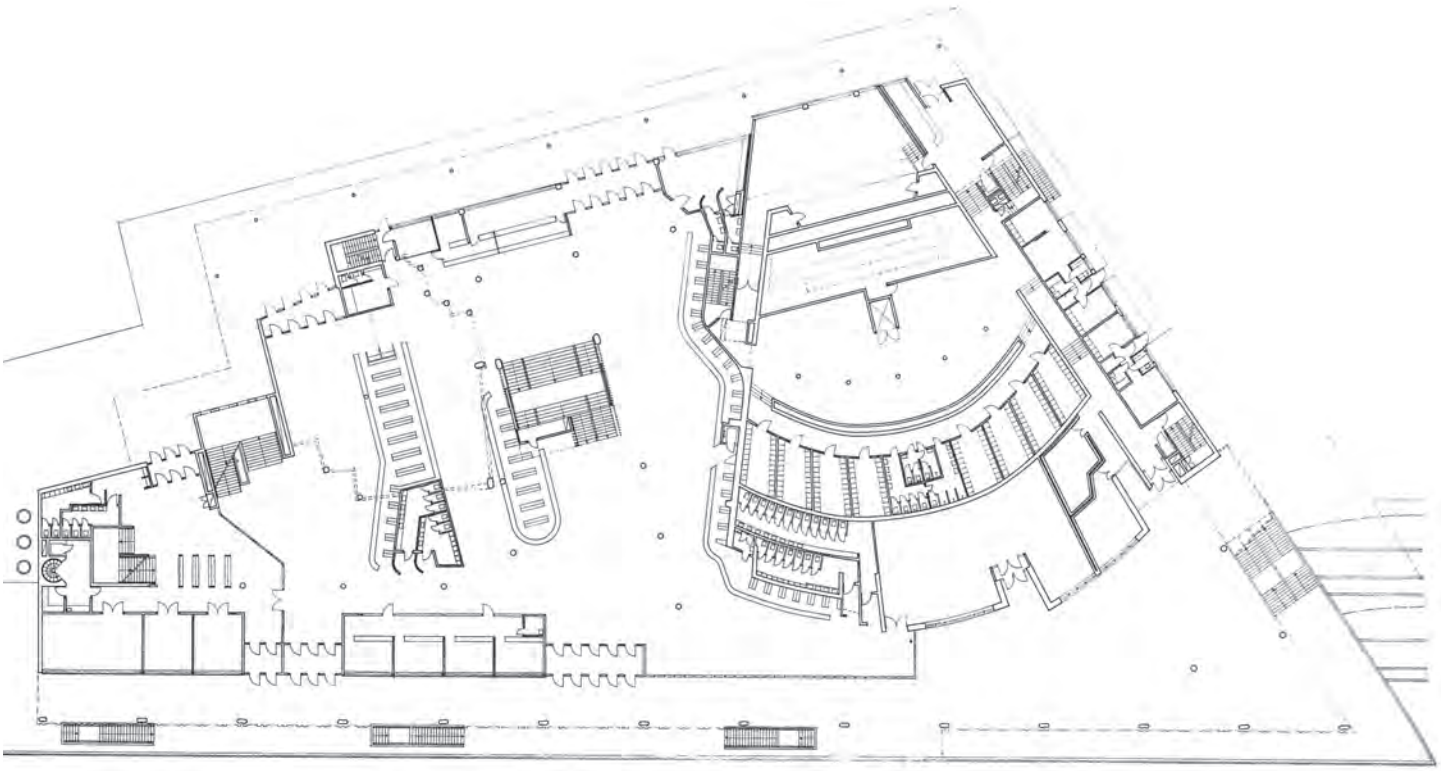
Zur räumlichen Organisation übergehend, ist zunächst auf die grosszügigen, zusammenhängenden Garderobefoyers hinzuweisen mit Zugängen von der Mannerheimstrasse und der etwas tiefer gelegten neuen Zufahrtstrasse her. Von diesem Geschoss führen gesonderte Treppen in die wiederum zusammenhängenden, jedoch unterteilbaren Foyers des Konzertsaales, des Kammermusiksaales, des Restaurants, aber auch zu den Musiker- und Verwaltungsräumen. Der 1750 Plätze aufweisende Konzertsaal beeindruckt durch seine charaktervolle, grosse Grundform, für die in erster Linie akustische und optische Gesichtspunkte bestimmend waren. Orchester, Chöre und Solisten kommen in gleicher Weise zu vorzüglicher klanglicher Wirkung. Hervorzuheben ist ferner die ausserordentlich bequeme Bestuhlung mit schwarzen Lederpolstern, die, wie kaum anderswo, sehr breite Durchgänge aufweist. Auch der 300 Plätze fassende Kammermusiksaal und das Restaurant erhielten ein restlos durchgestaltetes, ausgewogenes Gepräge. In der optischen Erscheinung der Räume dominiert das Weiss an Wänden, Dekken, Brüstungen und Säulen. Zur Annehmlichkeit tragen der dicke, weiche Spannteppich von hellgrauer Farbe und die meisterliche Lösung des künstlichen und natürlichen Beleuchtungsproblems wesentlich bei.

Das starke und charaktervolle äussere Gepräge der Anlage wird bestimmt durch den die langgestreckte und vertikal strukturierte Grundmasse bekrönenden, schräg abgeschnittenen und plastisch gegliederten Aufbau des Konzertsaales. Alle Aussenflächen sind mit weissen Marmorplatten bekleidet, die Verglasungen und Türen des Eingangsgeschosses sind in Bronzeprofile gefasst. Man darf füglich behaupten, dass in diesem Konzerthaus die Musik die schöpferische Gestaltung ganz durchdrungen und geführt und alle Teile zu einem harmonischen Zusammenklang gefügt hat. Der Besuch des Bauwerkes wird demzufolge zum Erlebnis klingender, bewegender und nicht etwa ‹gefrorener› Musik.

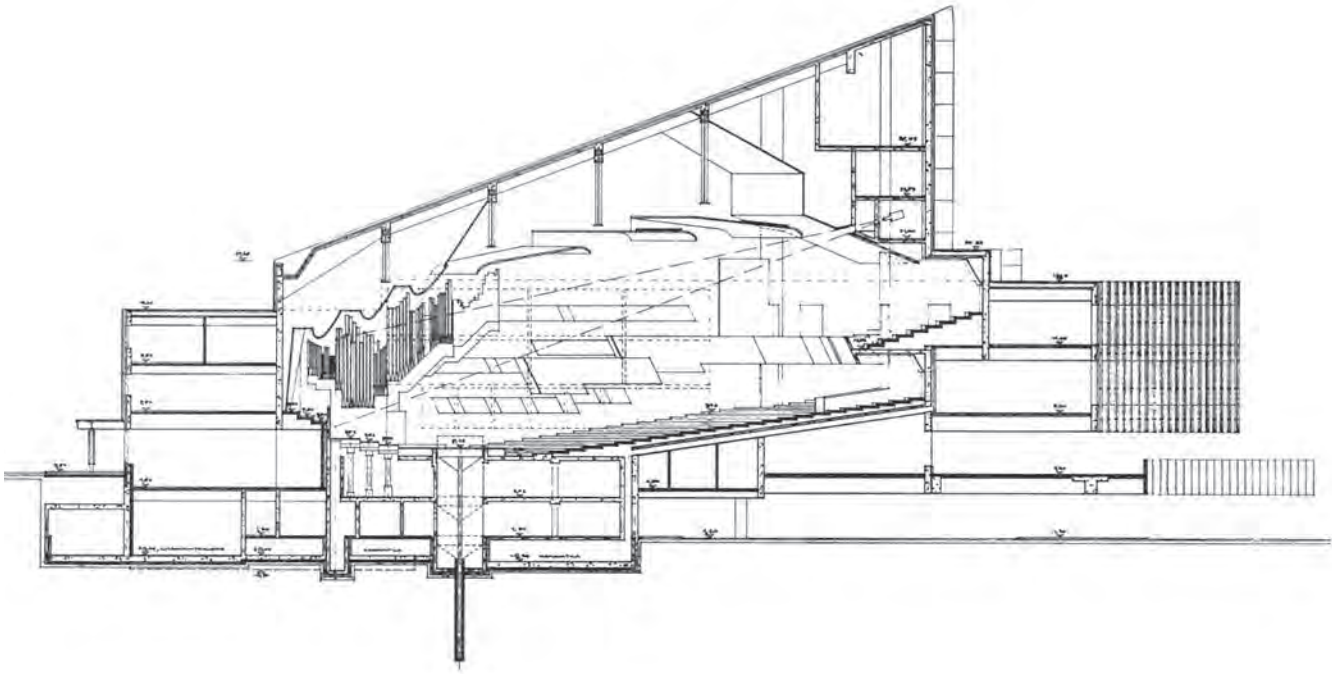
Alvar Aalto: Konzerthaus Finnlandia Helsinki, A. Roth, Das Werk: Architektur und Kunst, Band 60 (1973), Heft 4



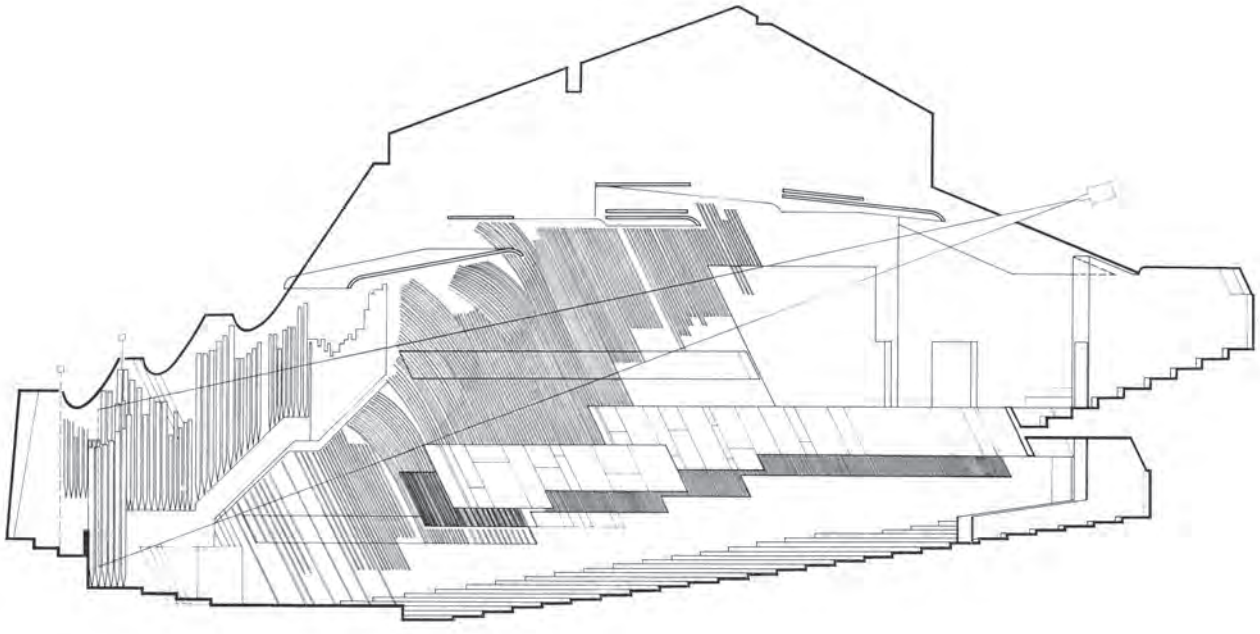
Hauptgeschossgrundriss, 1:750



Eingagngsgeschoss, 1:750



Schnitt, 1:500



Inneraumschnitt, ohne Massstab

7 KULTUR- UND KONGRESSZENTRUM LUZERN

KKL Luzern, 1998
Jean Nouvel

Saaltyp: Shoebox
Sitzplätze: 1 898
Volumen: 22 200m³ + 8000m³
LxBxH: 46m x 22m x 23m
15m zwischen Galeriebrüstungen
22m zwischen Saalwänden

Der Start für das Projekt des Kultur- und Kongresszentrums in Luzern erfolgte 1989 mit einem internationalen Architekturwettbewerb, den das Büro Jean Nouvel gewann. Die Stadt Luzern, deren Lage von einem Wasserarm, der die Stadt teilt, sowie den umgebenden Berghängen geprägt ist, befindet sich am nördlichen Ende des Vierwaldstätter Sees. Die kraftvolle, großdimensionierte Architektur platziert sich sehr selbstverständlich zwischen den ebenfalls großen Gebäuden der Post und des Bahnhofs. Gegenüber liegen die weitläufigen Hotel- und Quaianlagen des 19. Jahrhunderts. Der Architekt Jean Nouvel machte daher das »Prinzip der Einbeziehung« zum Thema für das neue Gebäude. Ein Hauptdarsteller auf dieser Bühne sollte der See sein.

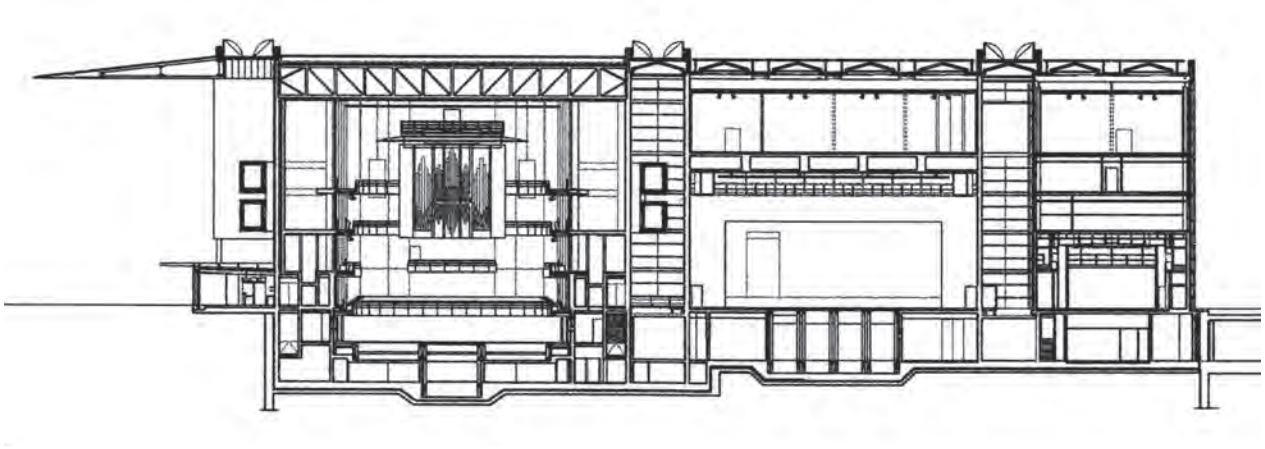
Wie eine messerscharfe Klinge schwebt das rund 100 mal 100 Meter große Dach als neues Wahrzeichen der Stadt über den drei auf den See ausgerichteten Kulturbauten und dem quer dazu gestellten Betriebsgebäude. Während das seeseitige Gebäude hauptsächlich klassischen Musikveranstaltungen vorbehalten ist, dient das mittlere als multifunktional nutzbares Kongresszentrum, das bis zu 300 Besucher zu Banketten, Ausstellungen oder Versammlungen empfangen kann. Der dritte, etwas schmaler dimensionierte Baukörper ersetzt das abgebrochene alte Kunsthaus und umfasst eine Fläche von 2.500 Quadratmetern. Die durch das etwa 20 Meter auskragende, schwingende Dach verschattete Hauptfassade wirkt vom Schweizerhofquai aus wie ein schwarzes Loch in der Uferpromenade. Unter dieser futuristisch wirkenden Struktur vereinen sich alle wichtigen Funktionen, von den Konzertsälen über die Mehrzweckhalle und das Kunstmuseum bis hin zu den Kongressräumen, Bars und Restaurants. Vor den jeweils selbstständigen Hauptgebäuden zirkuliert Seewasser in Form einer Landschaft aus Wasserarmen und Brücken, vom Architekten als »Garten am Wasser« definiert.

Der Konzertsaal ruft mit seiner organischen Raumgestalt Assoziationen an ein Musikinstrument hervor. Um eine bestmögliche Akustik herzustellen, entwickelte der amerikanische Akustiker Russell Johnson sogenannte Echokammern, die der Feinabstimmung dienen. Die Farbgestaltung lag in den Händen von Alain Bony, der die Wandoberflächen des Großen Saals mit hellem, cremeweiß lackiertem Holz verkleidete. Die Flächen signalisieren so ein feierliches Musikerlebnis. Dagegen wirken die roten Türen und tiefblauen Sitze wie Juwelen, in sich ruhend und kraftvoll. Die in das Holz geprägten, unterschiedlichen Muster auf den Brüstungen der Balkone und an den Wänden spiegeln die Vielschichtigkeit der umgebenden Stadt und des Landes wider.

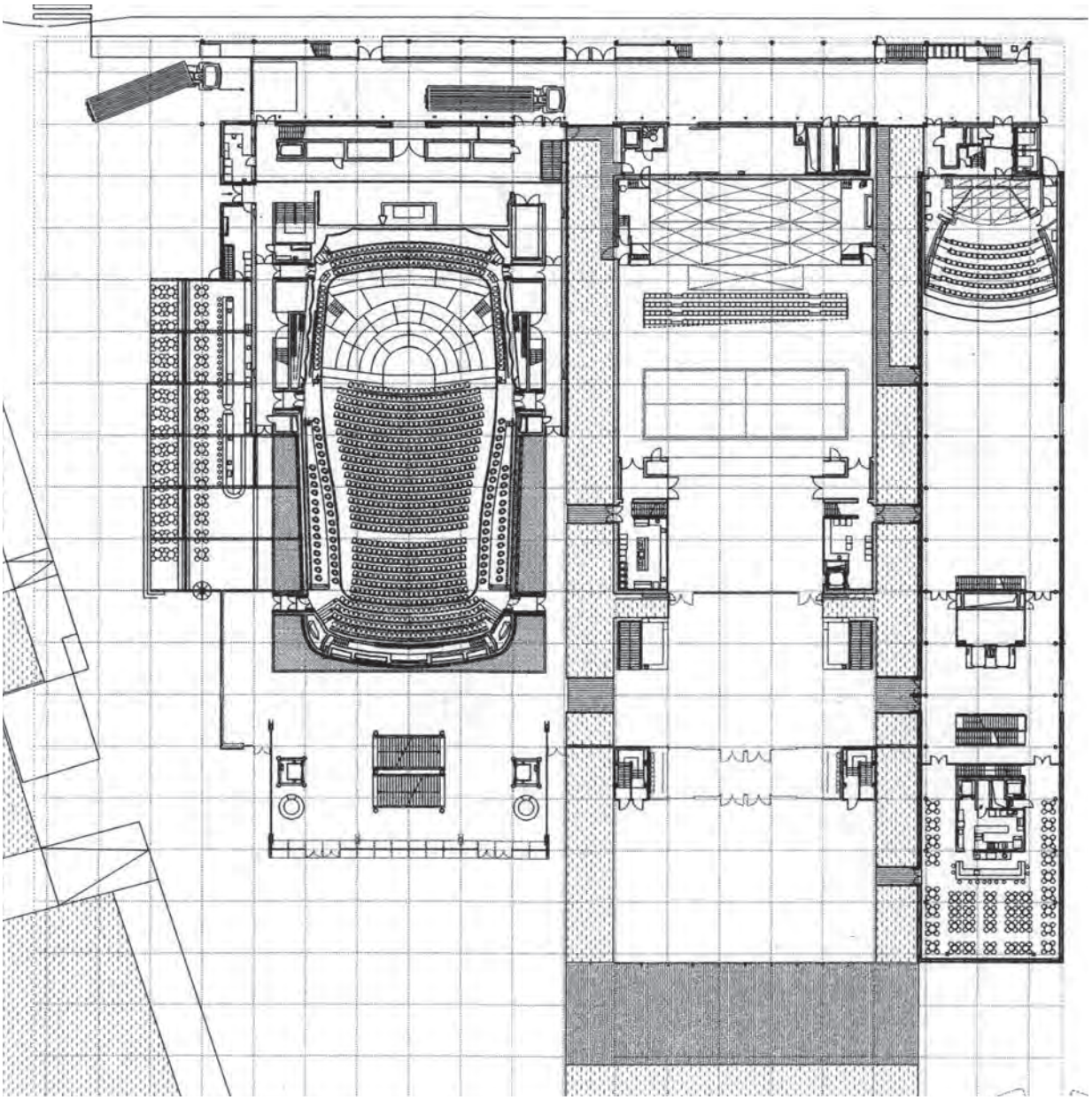
Mit dem Neubau komplettiert der Architekt die Ufershilouette durch ein bewusst transparent und mehrdeutig gestaltetes Gebäudeensemble und führt dabei einen spannungsvollen Dialog zwischen Architektur und Akustik.

Handbuch und Planungshilfe Bühnenbauten, Birgit Sehmolke, Berlin:DOM, 2011,

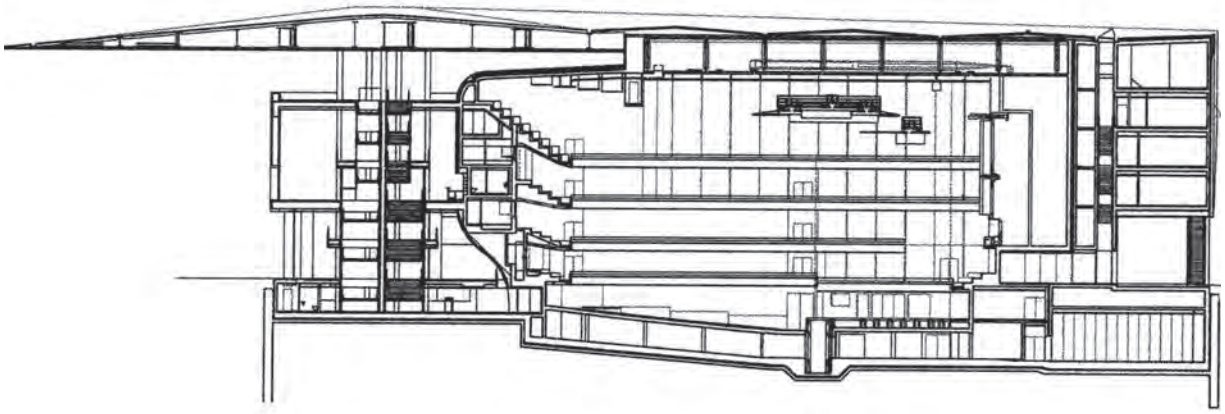
Aussenansicht



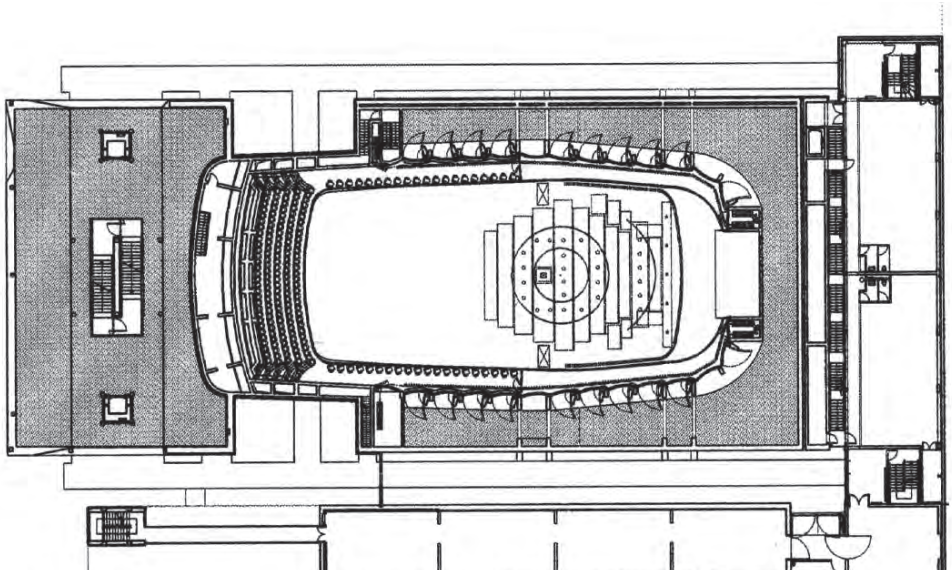
Schnitt, 1:700



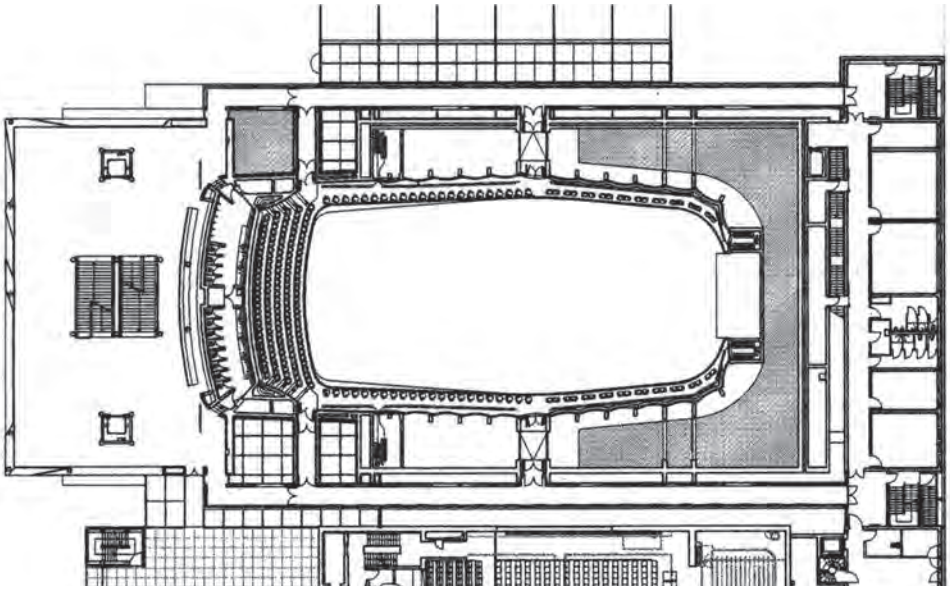
Grundriss Erdgeschoss, 1:700



Längsschnitt, 1:700



Grundriss 4.OG, 1:700



Grundriss 2.OG, 1:700

8 CASA DA MUSICA PORTO

Casa da Musica Porto, 2005
OMA

Saaltyp: Shoebox
Sitzplätze: 1 238
LxB: 58,33m x 23,33m

The past thirty years have seen frantic attempts by architects to escape the domination of the „shoebox“ concert hall. Rather than struggle with the inescapable acoustic superiority of this traditional shape, the Casa da Musica attempts to reinvigorate the traditional concert hall in another way: by redefining the relationship between the hallowed interior and the general public outside. The Casa da Musica, the new home of the National Orchestra of Porto, stands on a new public square in the historic Rotunda da Boavista. It has a distinctive faceted form, made of white concrete, which remains solid and believable in an age of too many icons. Inside, the elevated 1,300-seat (shoe box-shaped) Grand Auditorium has corrugated glass facades at either end that open the hall to the city and offer Porto itself as a dramatic backdrop for performances. Casa da Musica reveals its contents without being didactic; at the same time, it casts the city in a new light.

Locating the Casa da Musica was key in the development of OMA‘s thinking; we chose not to build the new concert hall in the ring of old buildings defining the Rotunda but to create a solitary building standing on a travertine-paved plateau in front of the Rotunda‘s park, neighbouring a working class area. With this concept, issues of symbolism, visibility, and access were resolved in one gesture.

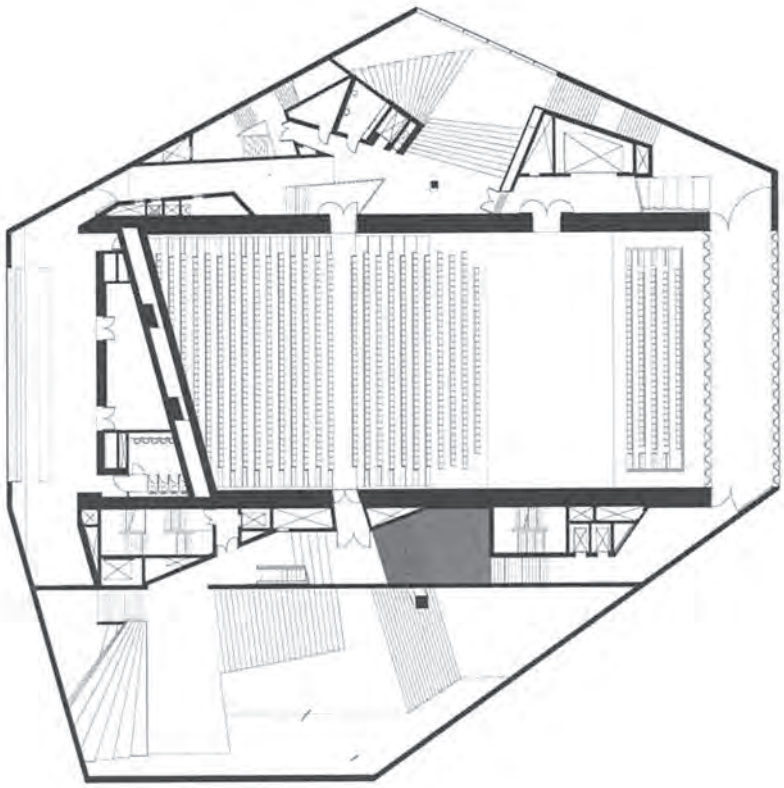
As well as the Grand Auditorium, conceived as a simple mass hollowed out end-to-end from the solid form of the building, the Casa da Musica also contains a smaller, more flexible performance space with no fixed seating, ten rehearsal rooms, recording studios, an educational area, a restaurant, terrace, bars, a VIP room, administration areas, and an underground car park for 600 vehicles.

Innovative use of materials and colour throughout was another imperative: as well as the unique curtain-like glass walls at either end of the Grand Auditorium, the walls are clad in plywood with enlarged wood patterns embossed in gold, giving a dramatic jolt in perspective; the VIP area has hand-painted tiles picturing a traditional pastoral scene, while the roof terrace is patterned with geometric black and white tiles; floors in public areas are sometimes paved in aluminium.

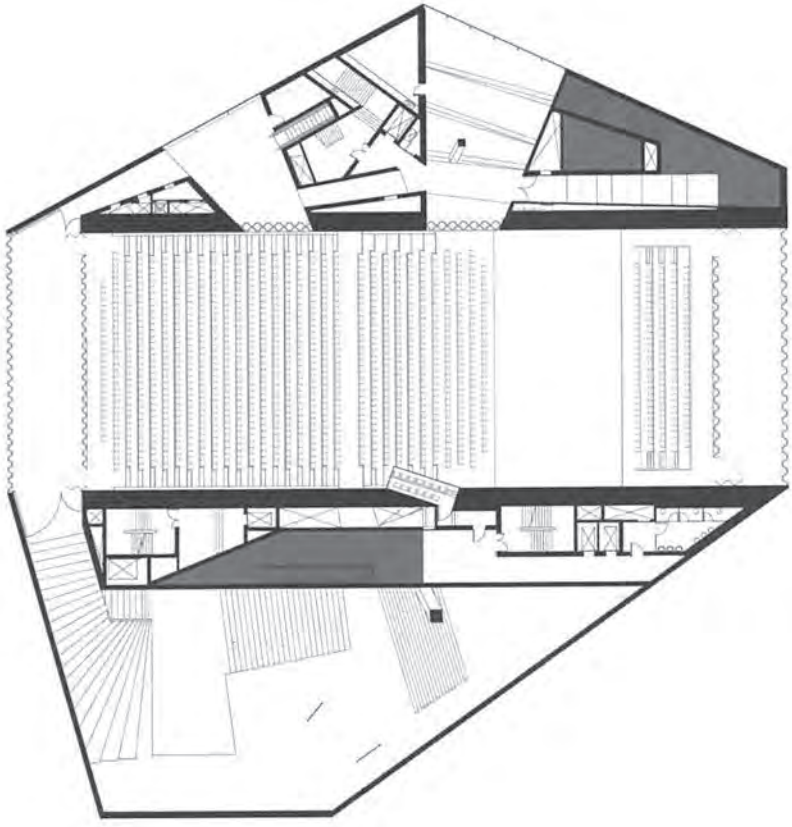
There is deliberately no large central foyer; instead, a continuous public route connects the spaces around the Grand Auditorium by means of stairs, platforms and escalators. The building becomes an architectural adventure.

Casa da Musica, http://oma.eu/projects/casa-da-musica

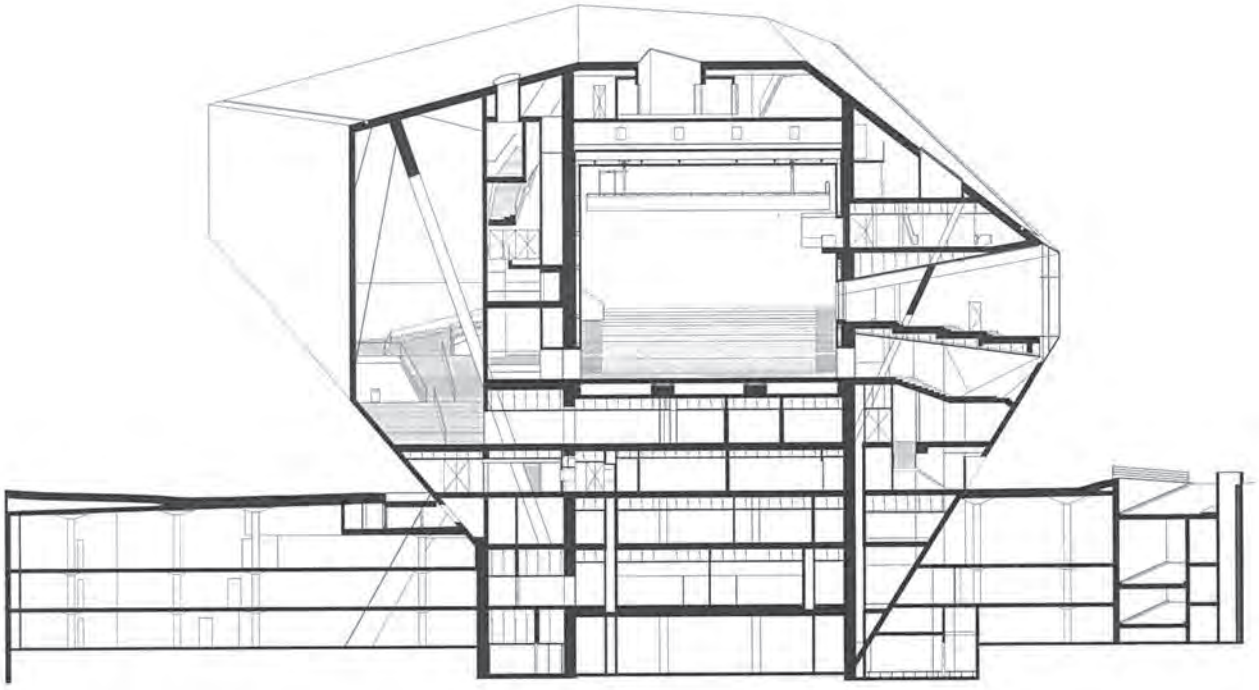
Aussenansicht



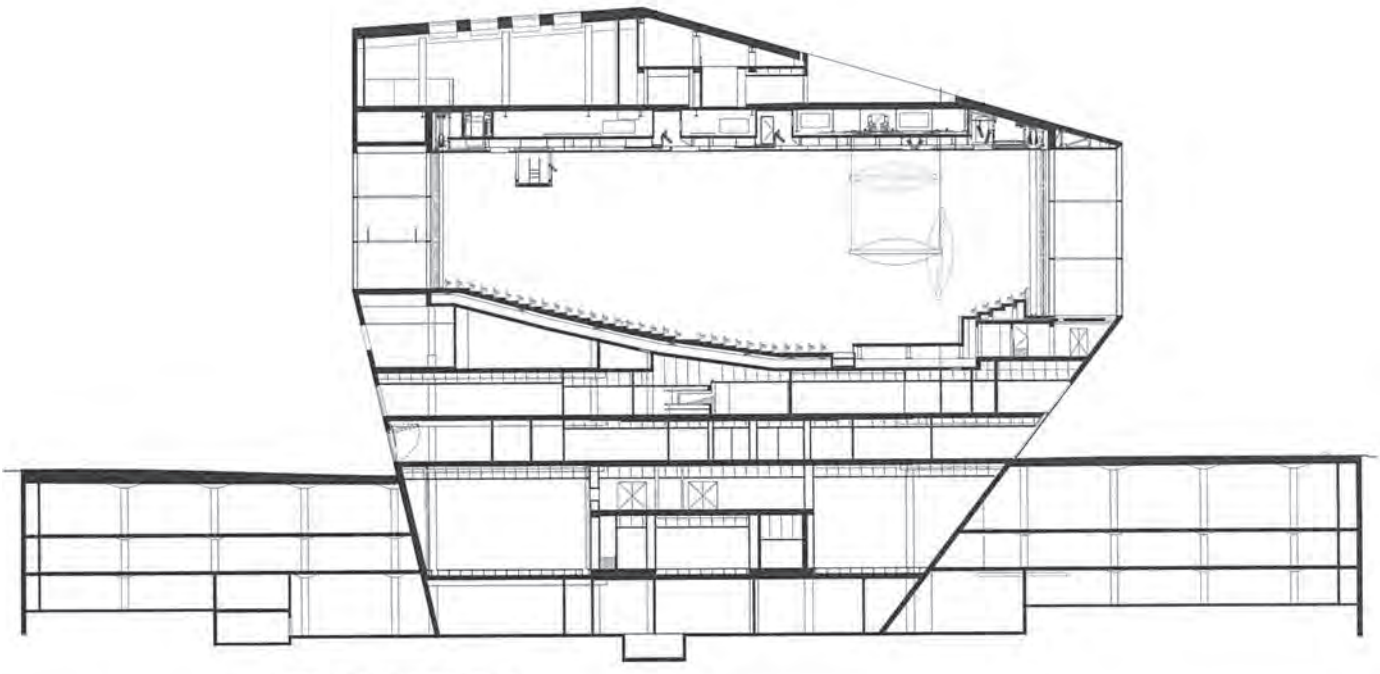
4. Obergeschoss, 1:700



5. Obergeschoss, 1:700



Schnitt Nord-Süd, 1:700



Schnitt Ost-West, 1:700

9 PHILHARMONIE PARIS

Philharmonie Paris, 2015
Jean Nouvel

Saaltyp: Vineyard
Sitzplätze: 2 400
LxBxH: 49,2m x 35,7m x 22,7m

Imposant und multifunktional: Jean Nouvels Philharmonie de Paris soll nicht nur ein Konzertsaal sein, sondern ein Musikzentrum. Und zwar für alle: Im Pariser Parc de la Villette entsteht ein Projekt, das Musikliebhaber, Quartier-Bewohner und Familien gleichermassen anlocken will.

Die Philharmonie, das ist der Konzertsaal, auf den Paris lange gewartet hat. Eine Stadt mit fünf grossen Sinfonieorchestern, von denen bislang keines einen eigenen, passenden und genügend grossen Saal hatte. Die Zeiten aber, in denen eine Philharmonie abends für ein paar Konzertstunden aufmacht und sonst als abweisender Hochkultur-Klotz daliegt, sind vorbei. Das sagt der Präsident der Philharmonie de Paris, Laurent Bayle.

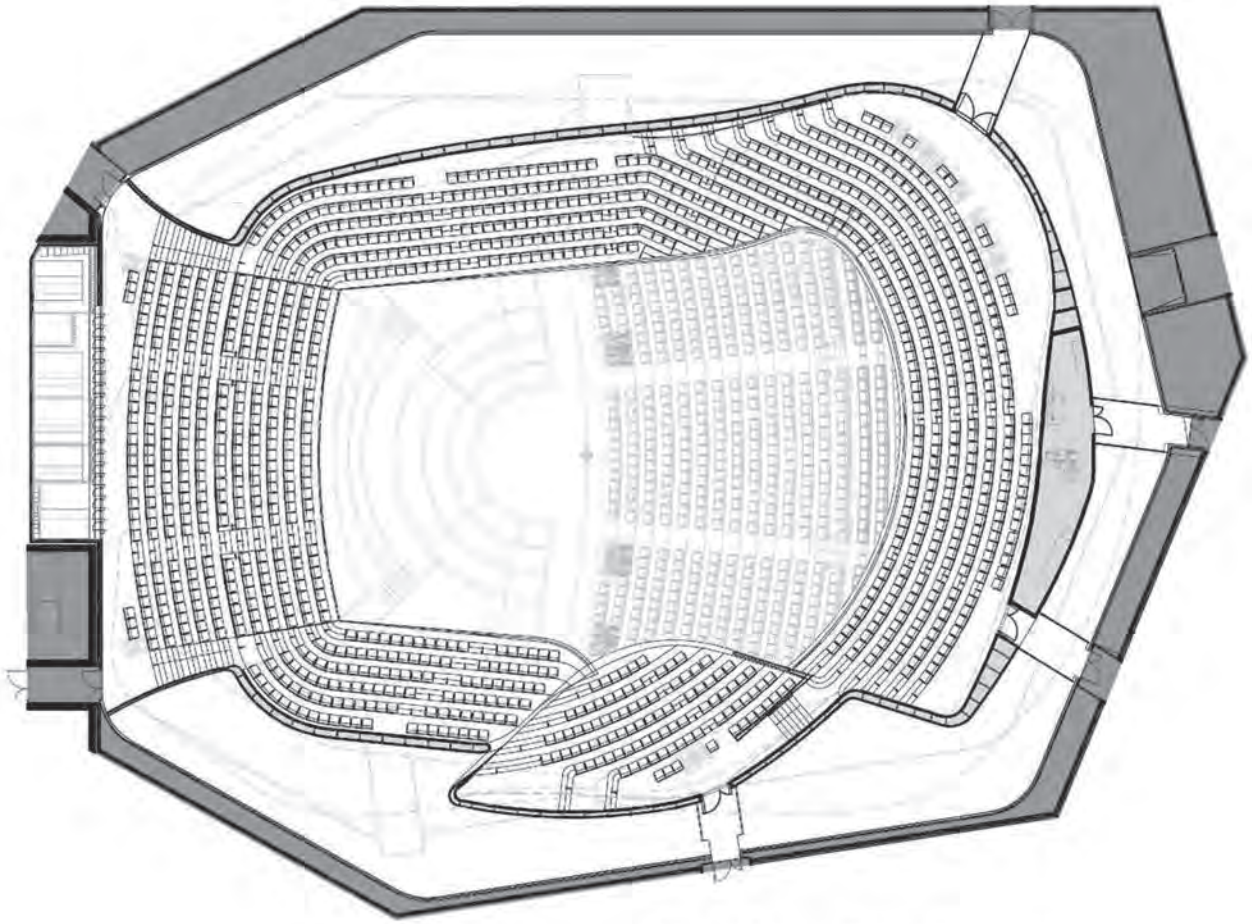
Lockruf der Architektur
Bayle hat die Aufgabe gefasst, in die Philharmonie ein jüngeres Publikum zu holen und eines, das nicht zwingend aus den bildungsbürgerlichen Schichten kommt. Dabei vertraut Bayle auf die Lage der neuen Philharmonie im Nordosten von Paris am Stadtrand. Hier, wo zahlreiche Einwanderer aus dem Maghreb leben, möchte er Neugierige anlocken. Der stärkste Lockruf geht dabei zunächst von der Architektur aus. Jean Nouvel hat die Philharmonie wie eine begehbare Wolke in den Parc de la Villette gesetzt. Man kann auf dem Dach spazieren und hat von den gut 30 Metern Höhe eine sensationelle Aussicht über Paris. Das Gebäude selbst ist durchlässig. Bildschirme tragen die Konzerte nach aussen, das Programm leuchtet gross auf der silbernen Hülle. Cafés und ein Restaurant locken nach innen.

Kinderfreundlichkeit ist wichtig
Kern der Philharmonie ist ein 2400 Plätze grosser Saal. Geformt wie ein Ei, alles rund. Mit Balkonen, die über Stege in den Saal hineinragen. Neben diesem Herz ist das Gebäude durchsetzt von einer ganzen Menge kleinerer Angebote und Räumlichkeiten – vom Saal für offene Orchesterproben über Ausstellungsräume bis hin zum Picknickraum für Kinder. Denn Kinder, so Laurent Bayle, sind ein wichtiger Entscheidungsfaktor. Für Eltern, wenn es darum geht, am Wochenende etwas zu unternehmen.
Diese Wochenenden sollen, als Minifestivals gestaltet, jeweils unter einem speziellen Motto stehen. Liebesgeschichten, Science-Fiction, indische Musik zum Beispiel. Dabei gibt es neben den herkömmlichen Konzertformaten erklärte Konzerte oder solche, bei denen das Publikum eine vorbereitete Partie im Chor mitsingen kann. Auch bietet die Philharmonie Ateliers an, wo man Instrumente bauen oder die Musikgeschichte lehren kann in einer Art Collège de la Philharmonie.

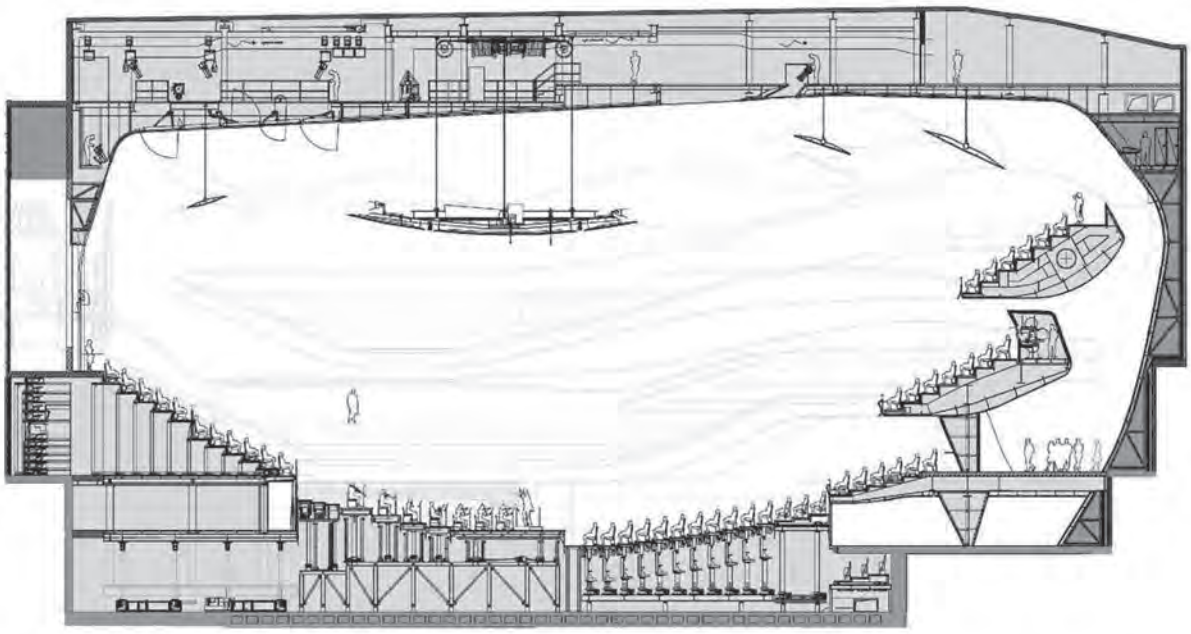
Grosse Erwartungen und hoher Unterhalt
So durchlässig die Architektur, so vielfältig die Bildungsangebote und die Musikstile von Pop bis Barock sind, so sehr muss sich die Philharmonie de Paris erst noch bewähren, muss vom Publikum entdeckt werden. Ausserdem muss die Stadt Paris ihr Versprechen halten, den Unterhalt des teuren Gebäudes zu finanzieren. Eines ist sicher: Im Gegensatz zur Philharmonie der Architekten Herzog und de Meuron in Hamburg steht die Philharmonie de Paris nach sechs Jahren Bauzeit. Jetzt kommt für sie die Zeit, ihre sehr ambitionierte Breitenwirkung zu entfalten.

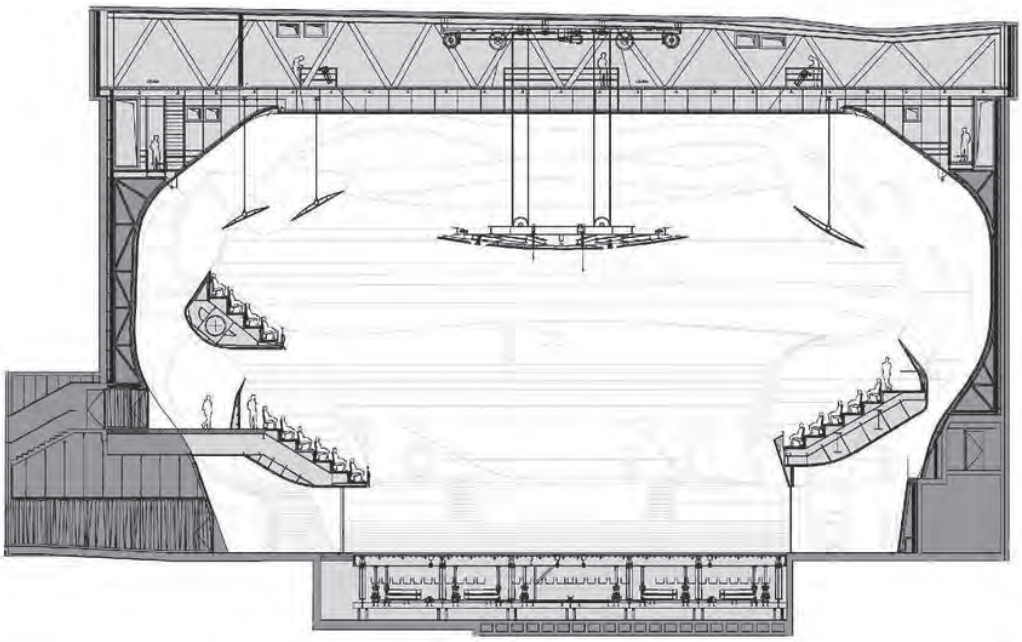
Eine Silberwolke für alle Fälle: Jean Nouvels Philharmonie, Benjamin Herzog, SRF Kultur, 21. Januar 2015

Aussenansicht



Grundriss 1:400





Schnitte, 1:400

10 ELBPHILHARMONIE HAMBURG

Elbphilharmonie Hamburg, 2017
Herzog & de Meuron

Saaltyp: Vineyard
Sitzplätze: 2 100
LxBxH: 38,52m x 39,26m x 25,18m

Die Elbphilharmonie in Hamburg, die bis 2013 errichtet sein wird, entsteht an einem der traditionsreichsten Orte der Stadt, dem Kaispeicher A auf der Spitze einer Quaizunge am Hamburger Hafen. Der massive rote Backsteinbau des Kaispeichers wurde 1963 von Werner Kallmorgen wiedererrichtet und diente unter anderem dazu, Kakao und Kaffee aus Übersee zu lagern. Mit der zunehmenden Containerisierung im Seehandel bestand seit einiger Zeit kein Bedarf mehr an derartigen Lagerflächen. Mit dem Neubau der Elbphilharmonie könnte dieser Ort für die Bewohner Hamburgs und Kulturinteressierte anderer Regionen zu einem neuen Zentrum des gesellschaftlichen und kulturellen Lebens werden. Neben der Philharmonie sind Restaurants, Bars, Wohnungen, ein Hotel und eine Aussichtsterrasse mit Blick über die Stadt und den Hafen geplant.

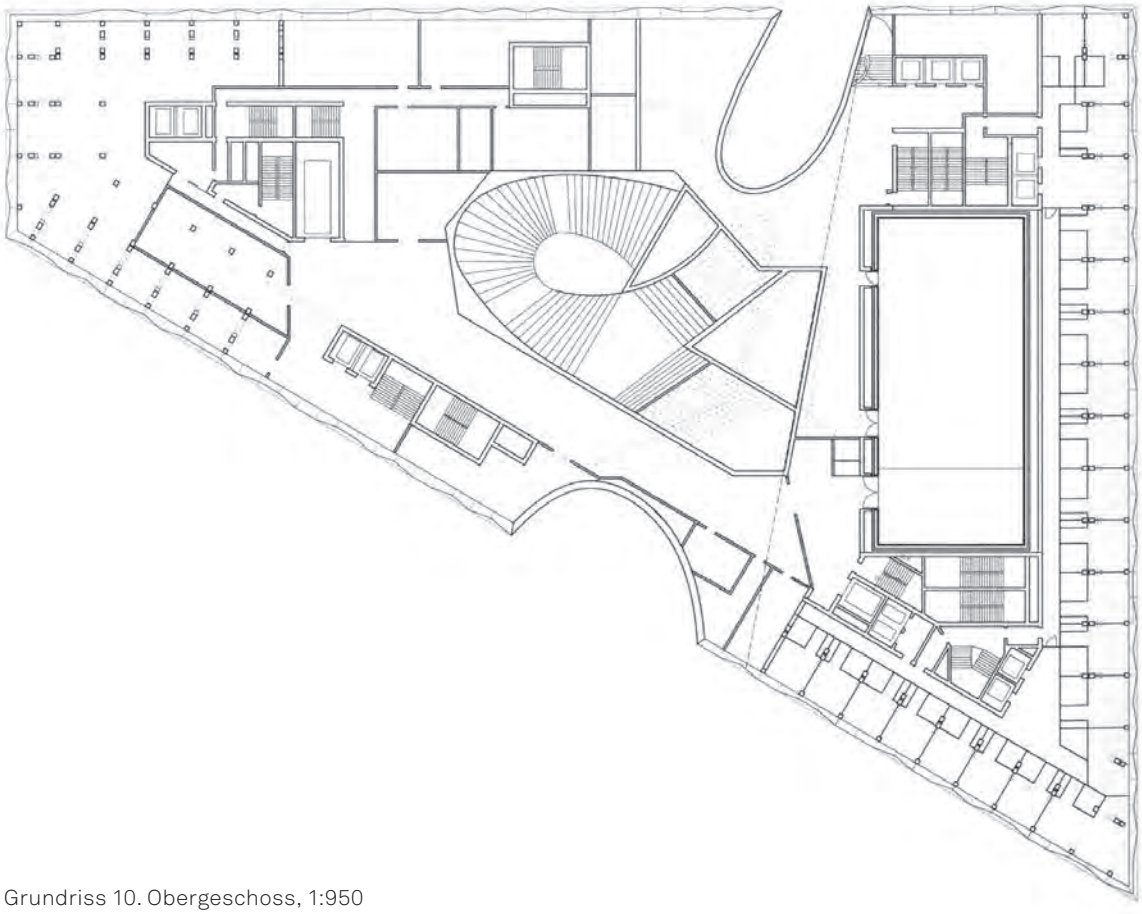
Die archaisch wirkende und beinahe abweisende Architektur des Kaispeichers einerseits und die elegante und filigrane Ausstrahlung der Elbphilharmonie anderseits - mit dazwischen befindlichen öffentlichen und privaten Räumlichkeiten unterschiedlicher Ausprägung und Größe - werden eine spannungsvolle räumliche Sequenz ergeben. Ebenso bilden die große, in die Ferne ausgerichtete Aussichtsterrasse auf dem Dach des Kaispeichers und die nach innen orientierte Welt der darüber befindlichen Elbphilharmonie einen interessanten Kontrast.

Das Herzstück des Wohn- und Kulturkomplexes wird die Philharmonie mit einer Konzerthalle für 2.150 und ein Kammermusiksaal für 550 Besucher sein. Diese Gebäude werden von einem Fünf-Sterne-Hotel mit zugehörigen Einrichtungen sowie angegliederten Luxuswohnungen eingerahmt. Der Neubau wird aus der Form des Kaispeichers extrudiert und mit identischer Grundfläche passgenau auf den Backsteinblock des Kaispeichers gesetzt. Das Dach wird in weiten Schwüngen zwischen 108 und 88 Metern über dem Kaispeicher schweben. Eine aus zum Teil gekrümmten Glaspaneelen gefertigte Fassade verwandelt den aufgesetzten Baukörper in einen riesigen Kristall, dessen Erscheinungsbild sich mit den Reflexionen aus der Umgebung und dem wechselnden Tageslicht immer wieder ändert.

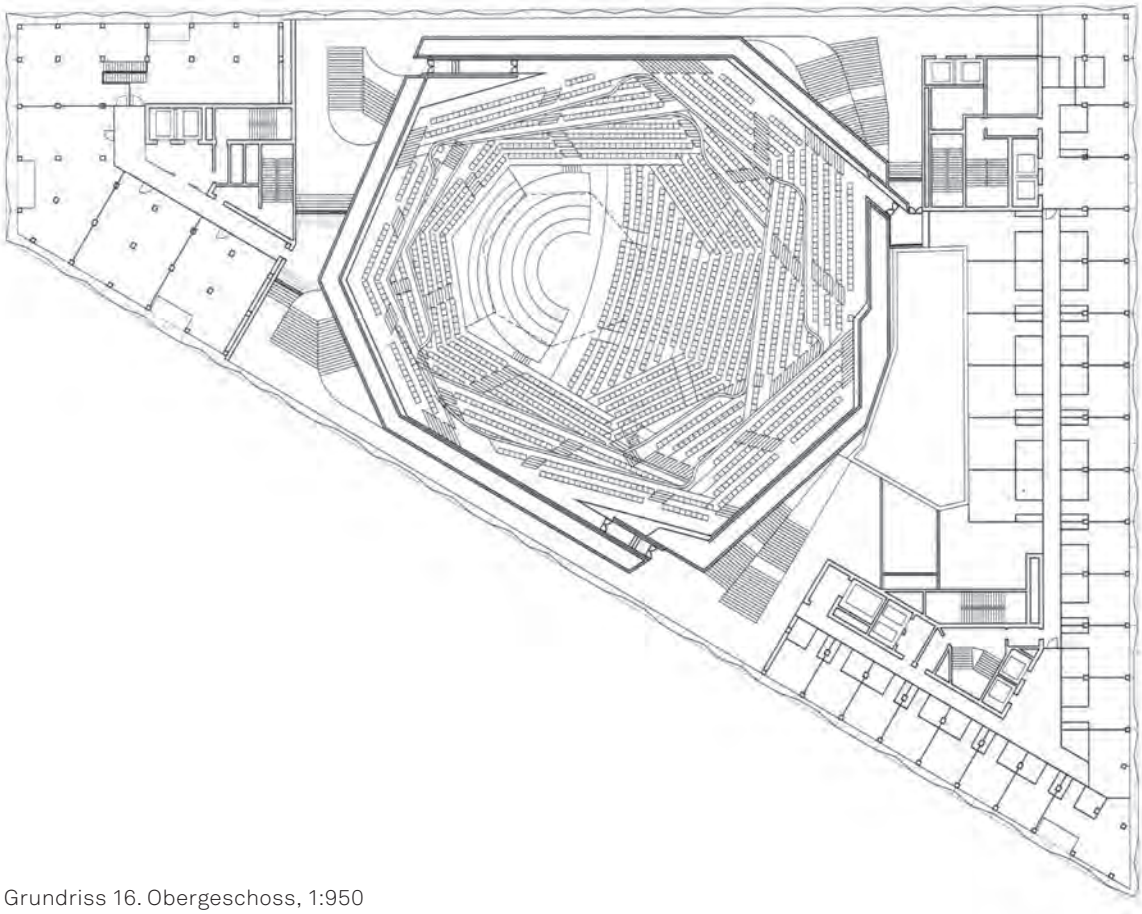
Das Raumkonzept des großen Konzertsaals nähert sich dem sogenannten Weinbergmodell an, in dem das Orchester und die Bühne im Zentrum des Raumes platziert werden und die Anordnung der Ränge terrassenförmig um sie herum ausgebildet wird. Somit können alle Zuschauer ausgezeichnete Sichtverhältnisse genießen und die Nachteile der langgestreckten »Schuhschachtel« vermieden werden. Die akustische Planung hat der japanische Akustik-Designer Yasuhisa Toyota übernommen. Ein relativ großer, höhenjustierbarer Akustik-Reflektor an der Decke des Konzertsaals sorgt an diesem Ort für gutes Hören.

Handbuch und Planungshilfe Bühnenbauten, Birgit Sehmolke, DOM publishers, Berlin:DOM, 2011

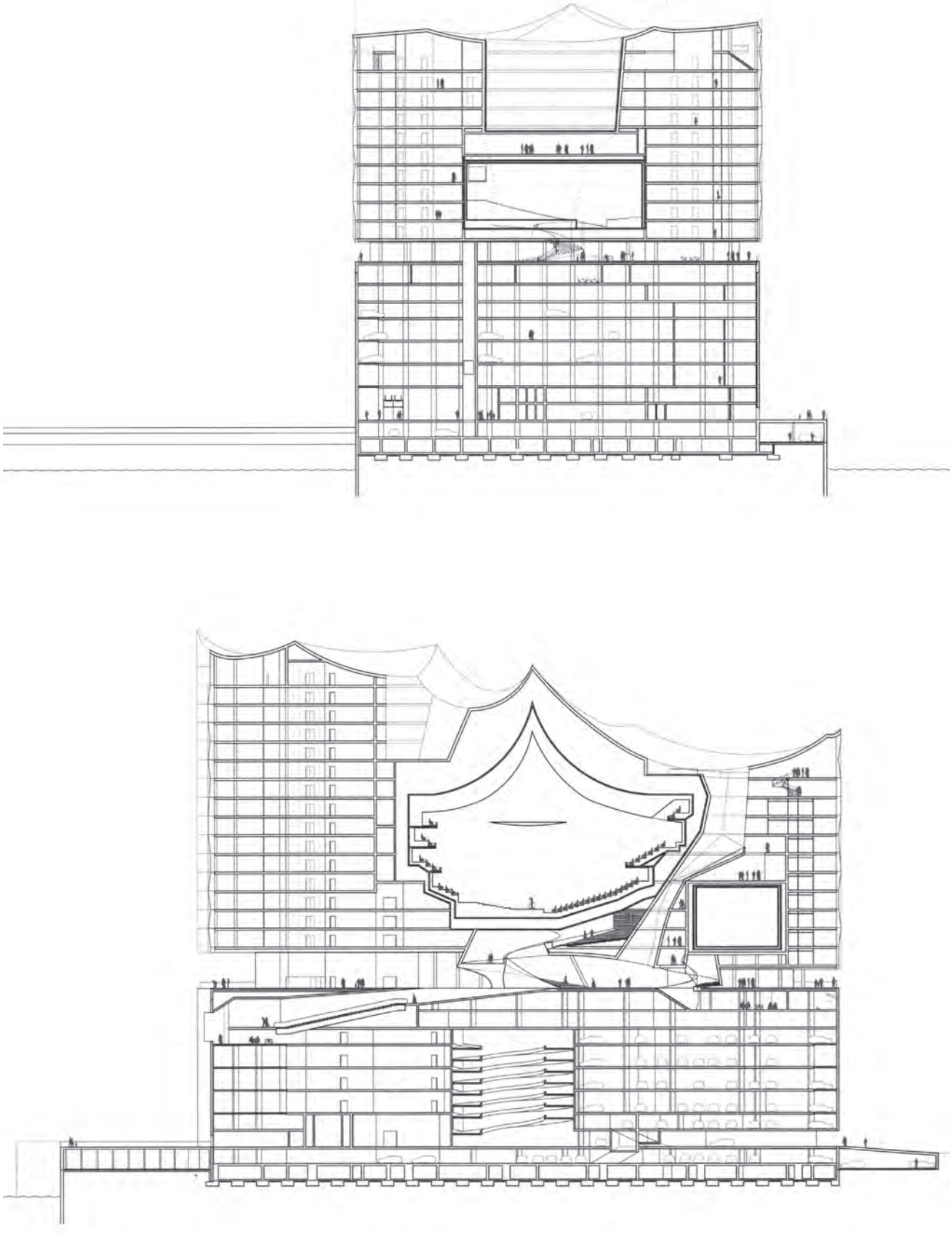
Aussenansicht



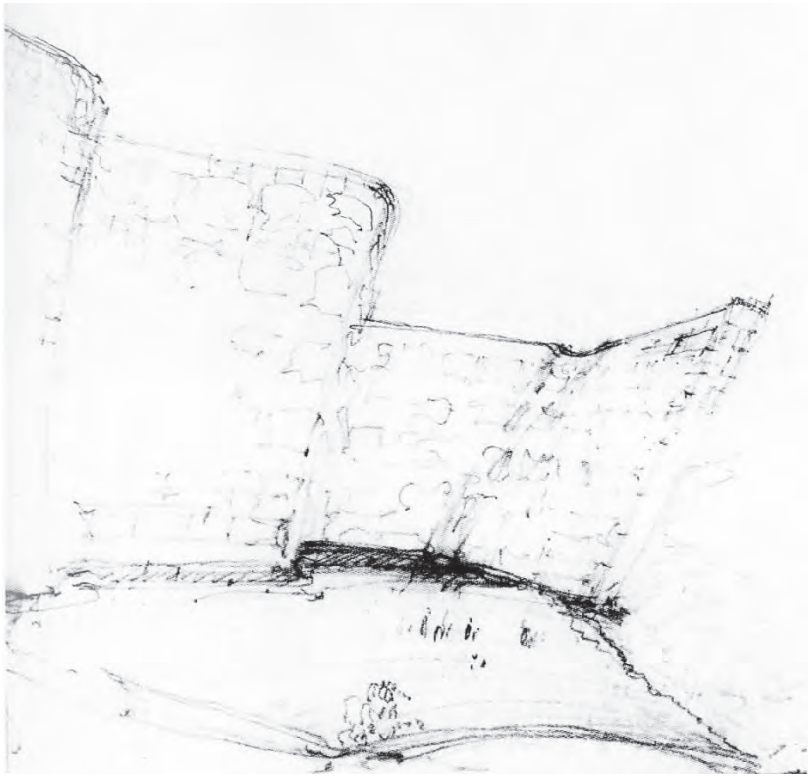
Grundriss 10. Obergeschoss, 1:950



Grundriss 16. Obergeschoss, 1:950



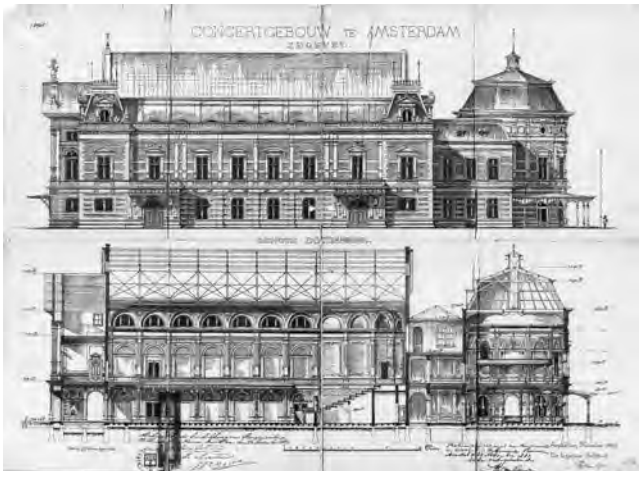
Schnitte, 1:950

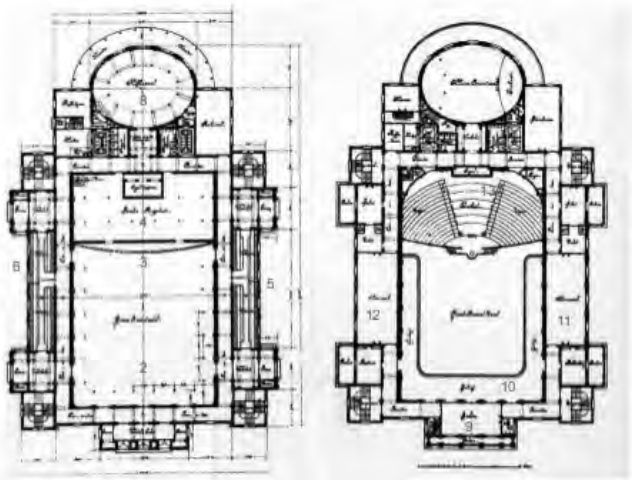


Alvar Aalto, Skizze für dea Auditorium des Lincoln Center in New York, 1956

WEITERE KONZERTHÄUSER

KONINKLIJK CONCERTGEBOUW

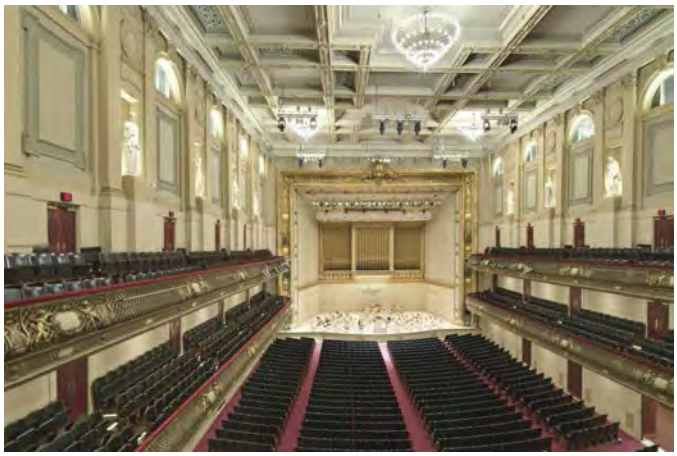


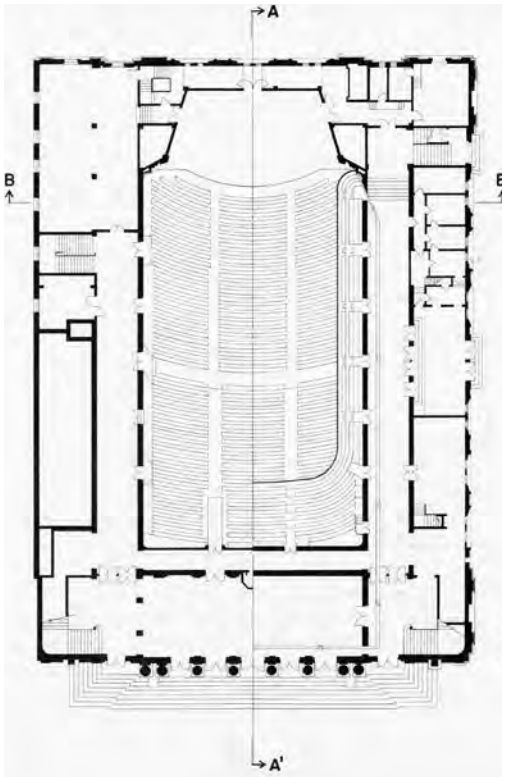


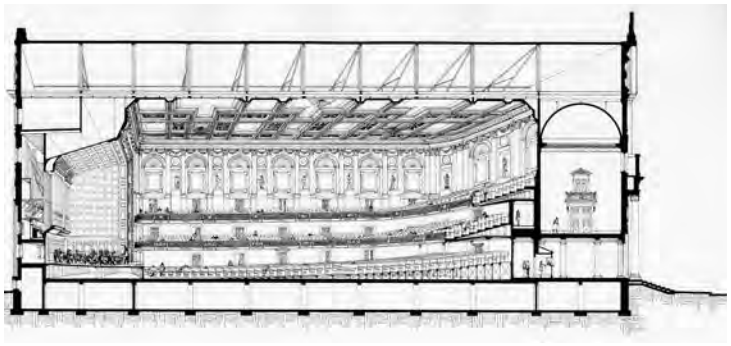
Koninklijk Concertgebow Amsterdam, 1888
Adolf Leonard van Gendt

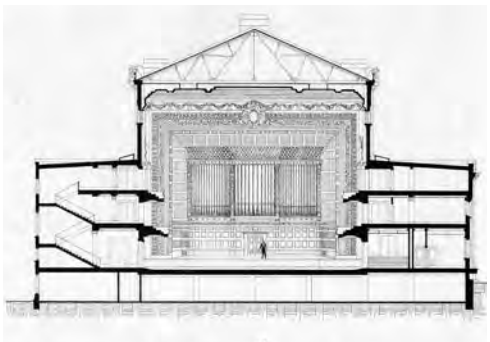
Sitzplätze (Grosser Saal): 2 200
Volumen: 19 000 m³
LxBxH: 43m x 28m x 17m
20m Breite zwischen Galeriebrüstungen
28m Breite zwischen Saalwänden

SYMPHONY-HALL BOSTON





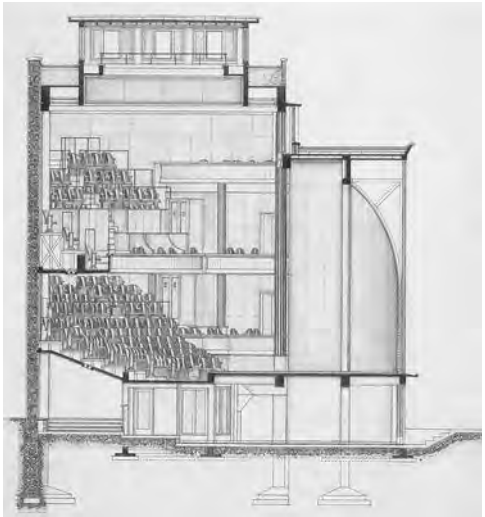


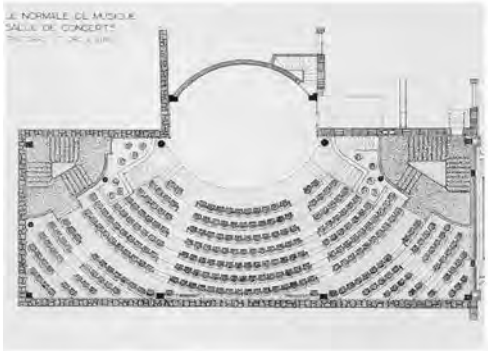


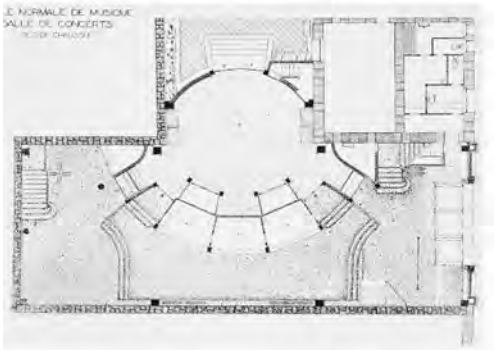
Symphony-Hall Boston, Mc Kim, 1900
Charles Follen McKim

Sitzplätze (Grosser Saal): 2 630
Volumen: 18 800 m³
LxBxH: 45m x 23m x 18,6m
17 Breite zwischen Galeriebrüstungen
23 Breite zwischen Saalwänden

SALLE CORTOT

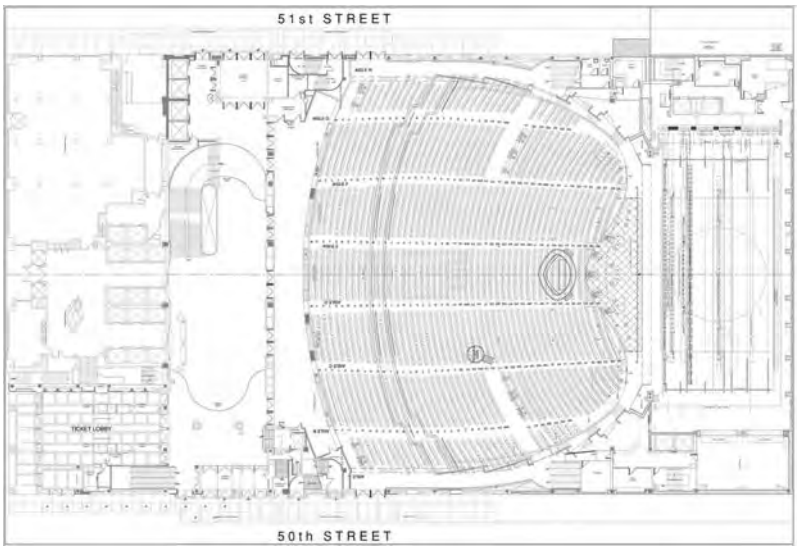






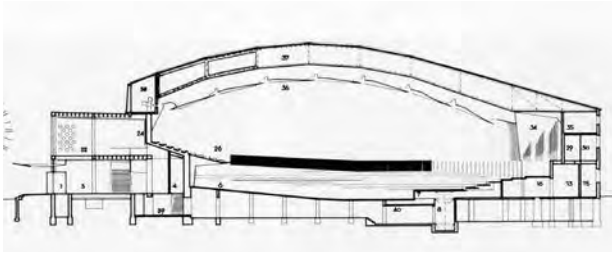
Salle Cortot, Paris, 1928 **Sitzplätze: 500**
Auguste Perret

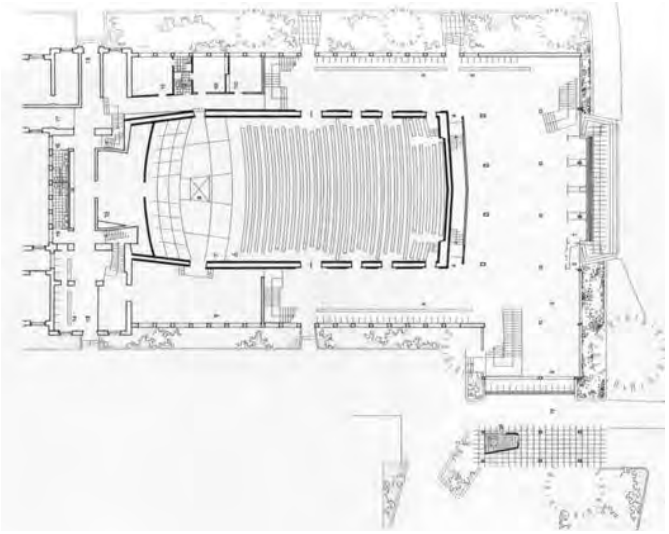
RADIO CITY MUSIC HALL

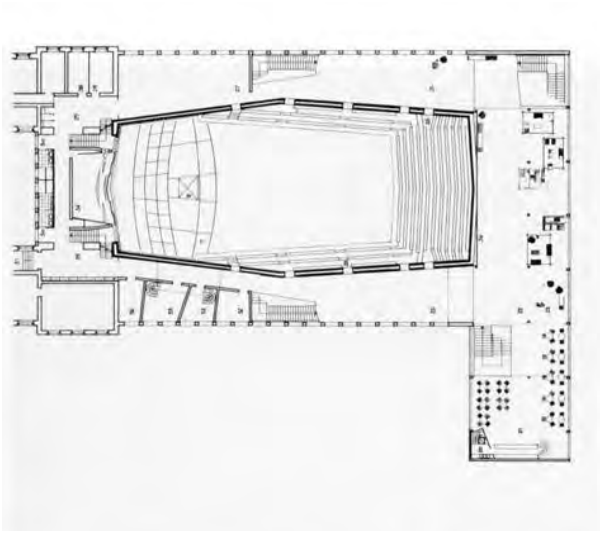


Radio City Music Hall, 1932 **Sitzplätze: 5 000**
Edward Durrel Stone

KONZERTSAAL UDK BERLIN



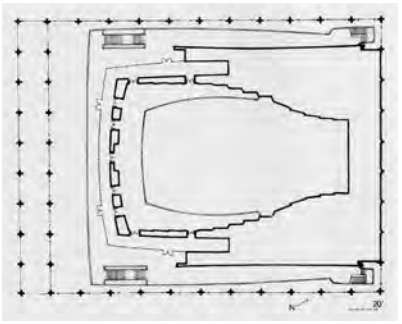


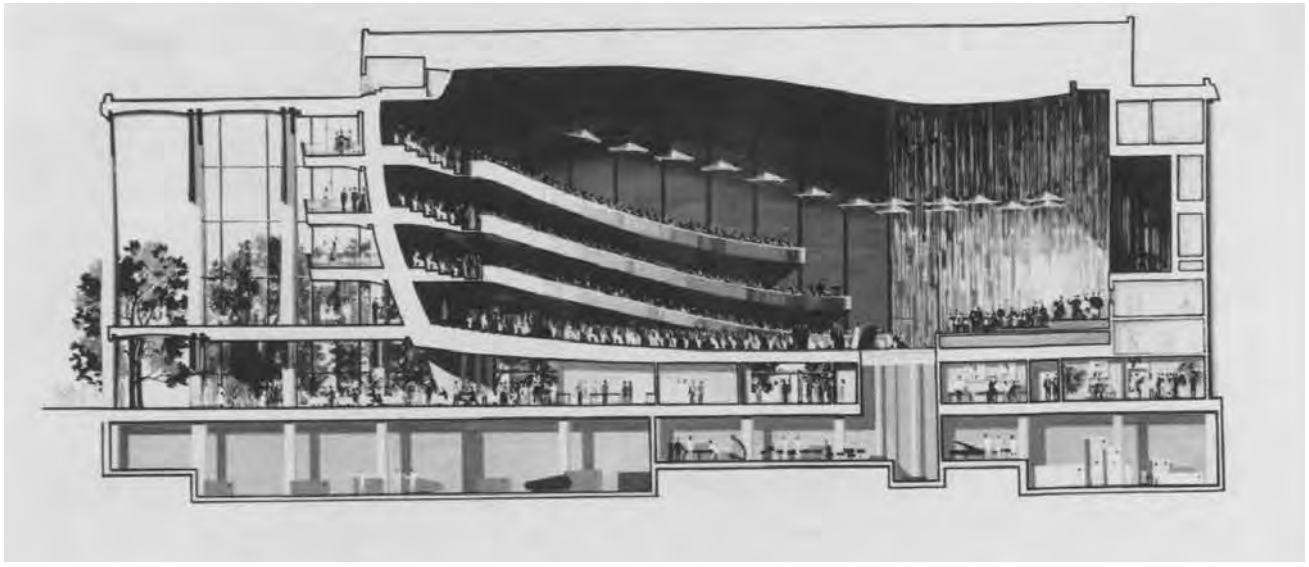


Konzertsaal UdK Berlin, 1954
Paul Baumgartner

Sitzplätze: 1 255
Parkett: 660m²
davon 200m² Bühne

PHILHARMONIC HALL

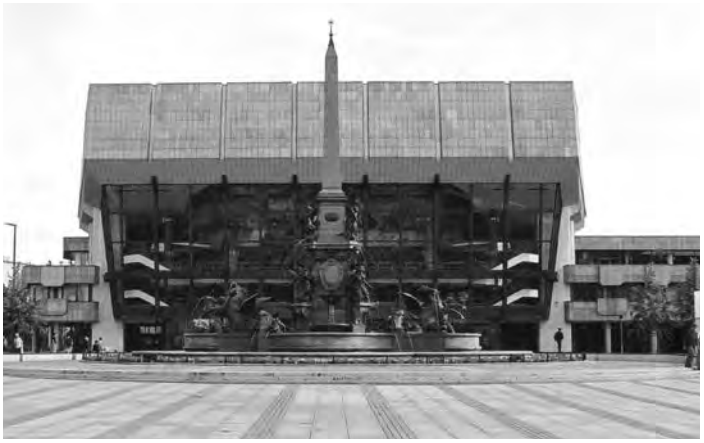


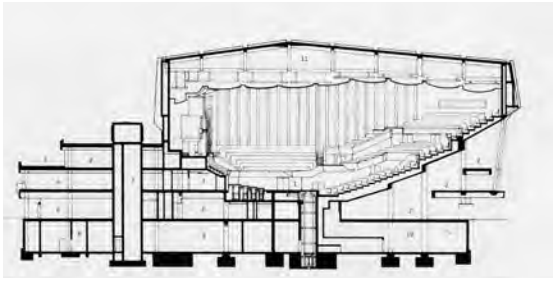


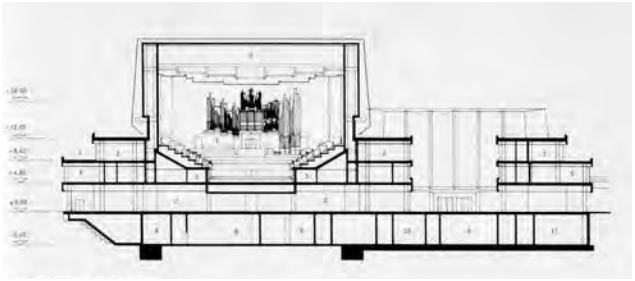
Avery Fisher Hall, Lincoln Center, New York, 1962
Max Abramovitz

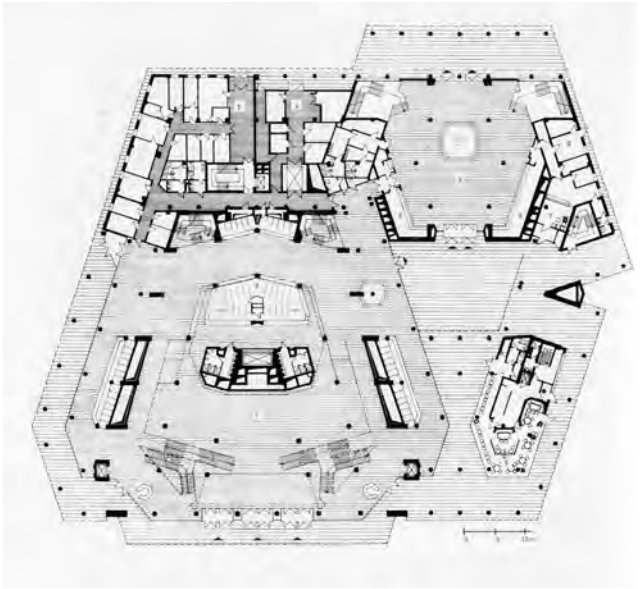
Sitzplätze: 2 650 (ursprünglich)
1976 Umbau durch Philip Johnson
seit 1973 Avery Fisher Hall
seit 2015 David Geffen Hall

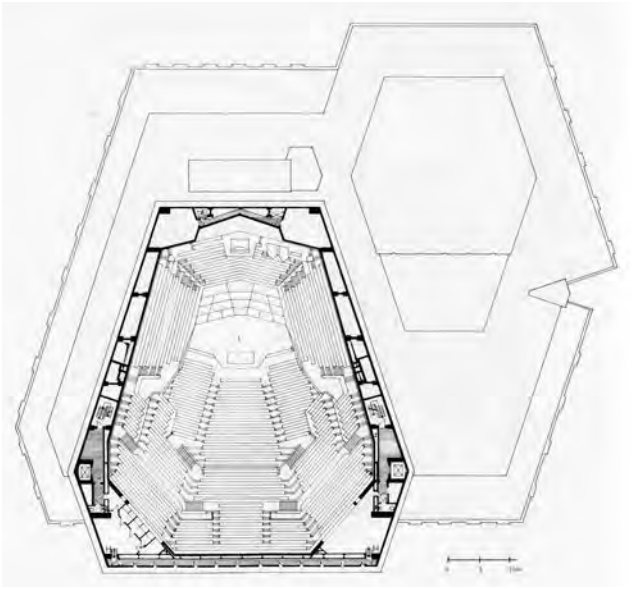
NEUES GEWANDHAUS LEIPZIG







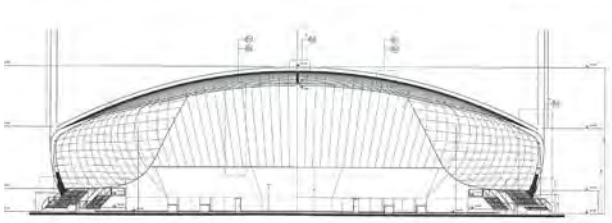


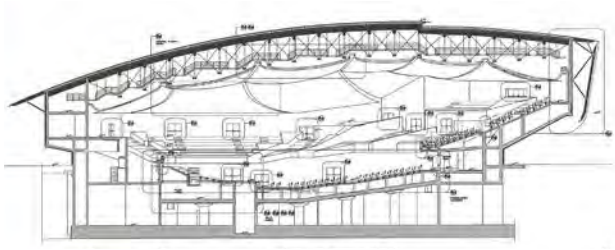


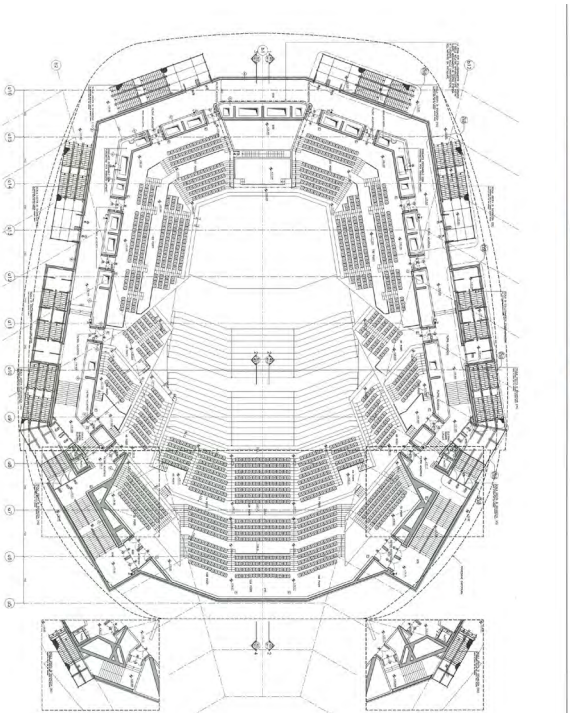
Neues Gewandhaus Leipzig, 1977
Rudolf Skoda

Sitzplätze: 1 900
Volumen: 21 560 m³
LxBxH: 38m x 19m x 15m
15m Breite zwischen Galeriebrüstungen
19m Breite zwischen Saalwänden

AUDITORI PARCO DELLA MUSICA



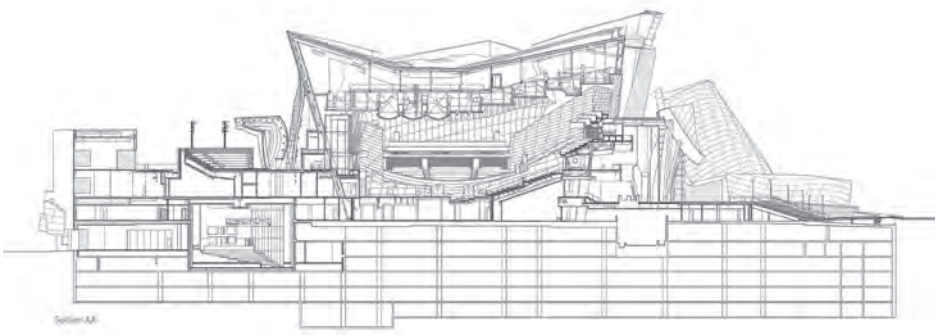


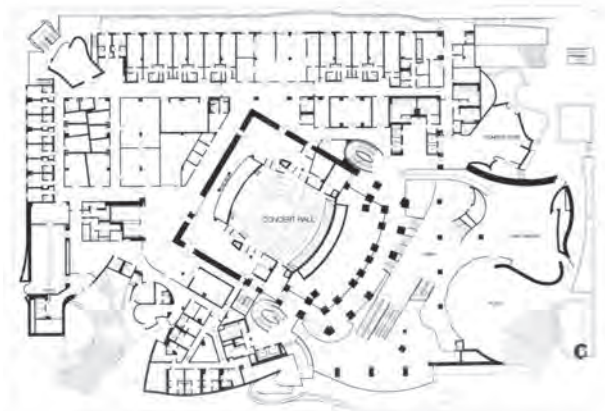


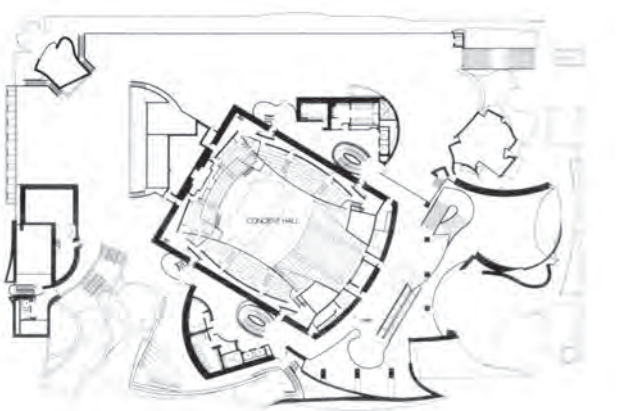
Auditori Parco della Musica, Rom
Renzo Piano, 2002

Sitzplätze grosser Saal: 2 800
Sitzplätze mittlerer Saal: 1 200
Sitzplätze kleiner Saal: 700

WALT DISNEY HALL

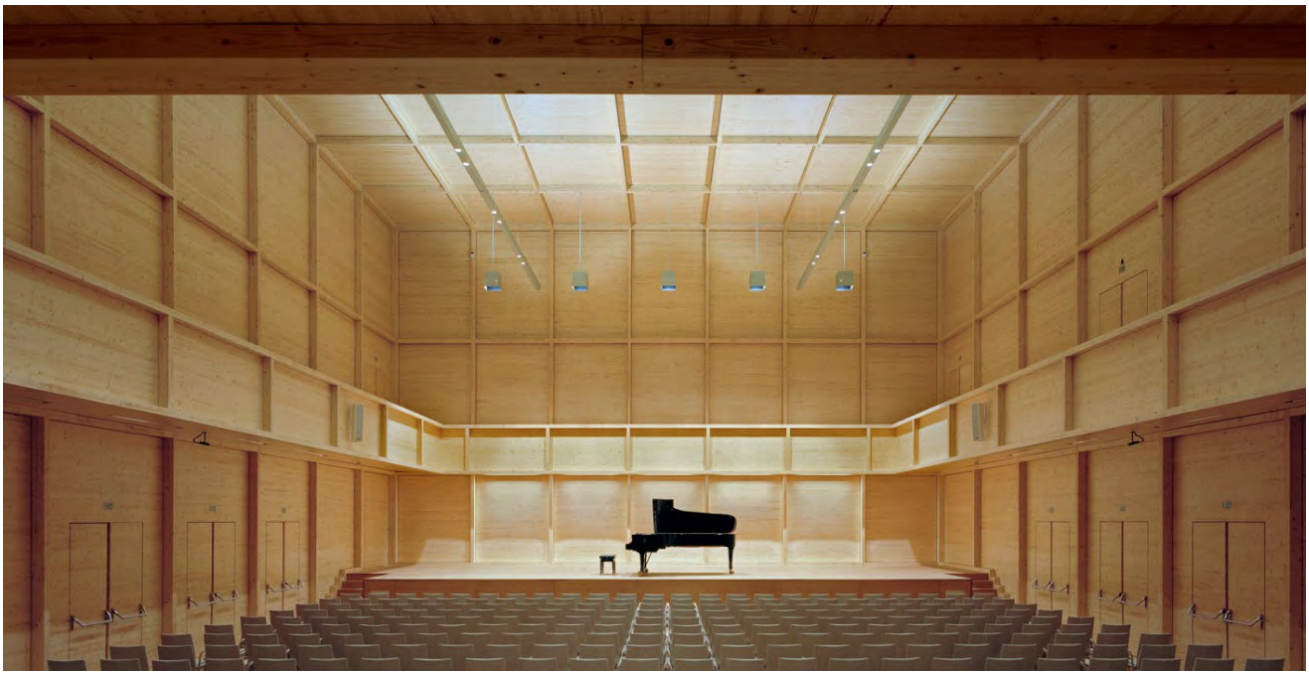


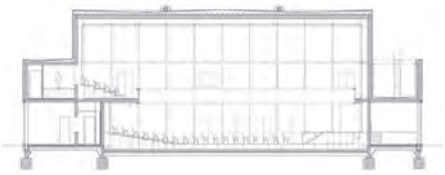


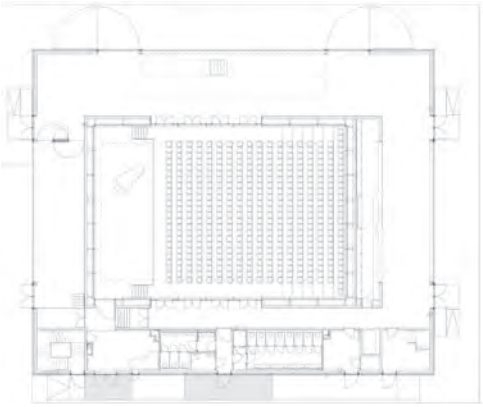


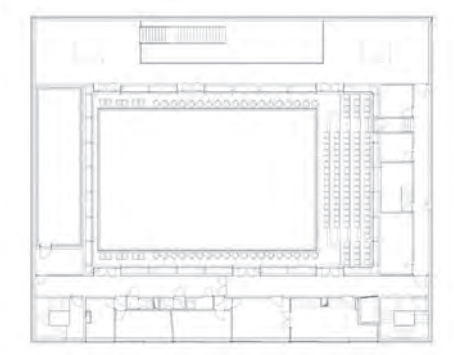
Walt Disney Hall, Los Angeles **Sitzplätze: 2 265**
Frank O. Gehry, 2003

ATELIER KEMPE THILL





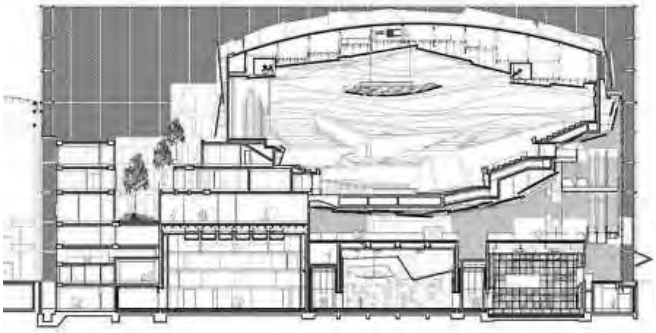


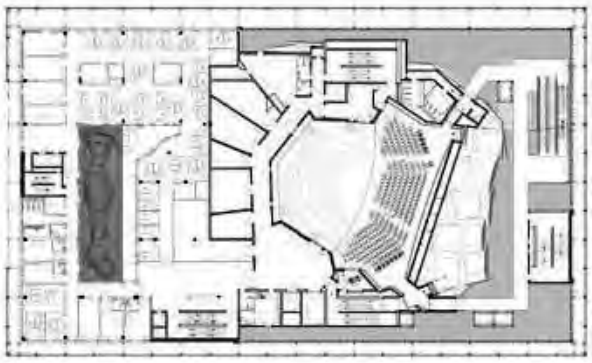


2008 Franz-Liszt-Konzerthaus, Raiding
Atelier Kempe Thill

Sitzplätze: 699
Volumen: 5 000m³
davon Podium 90m²

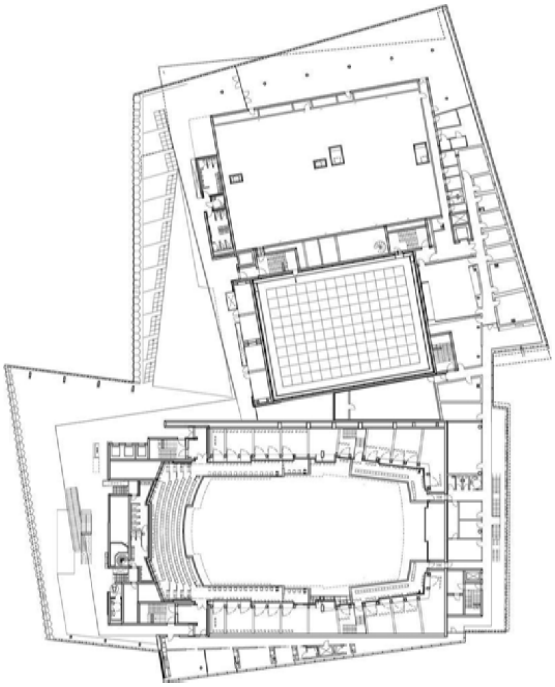
KONZERTHAUS KOPENHAGEN

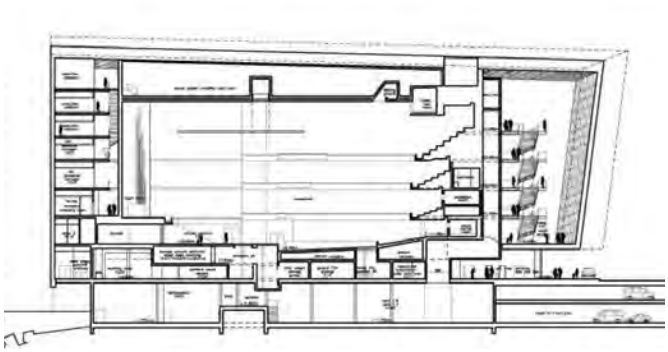




Konzerthaus Kopenhagen **Sitzplätze: 1800**
Jean Nouvel, 2009

HARPA REYKAVIK

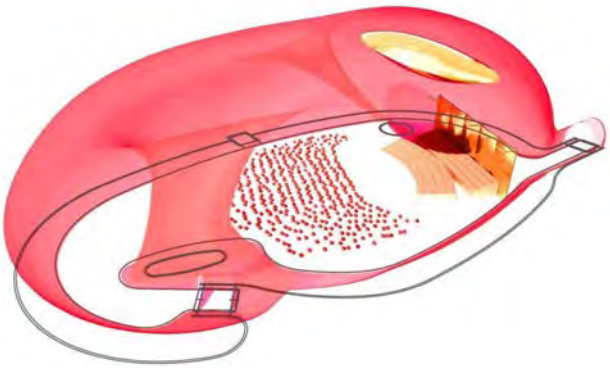


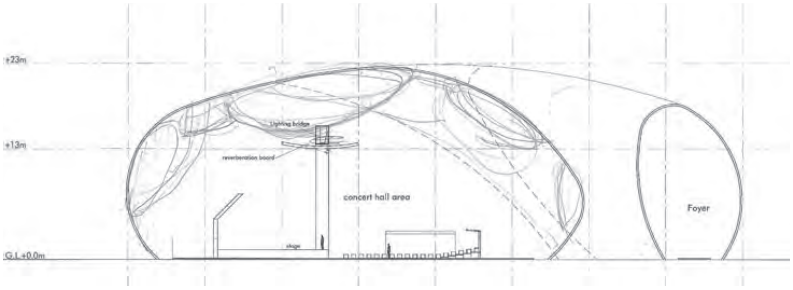


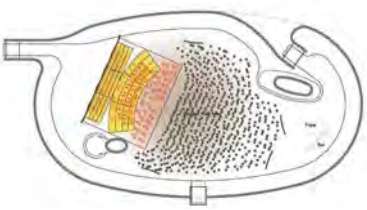
Harpa Reykavik
Henning Larsen, 2011

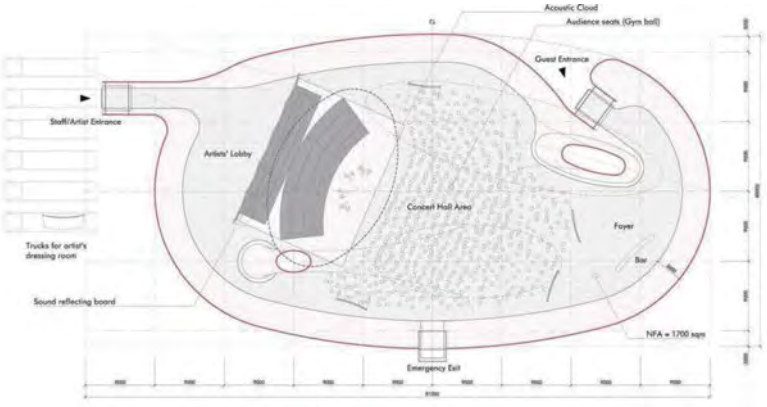
Sitzplätze: 1 800 (Grosser Saal)
Raumhöhe Saal: 19m

ARK NOVA





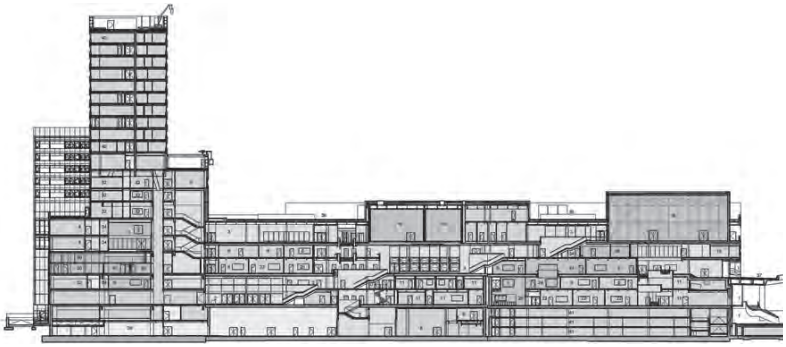


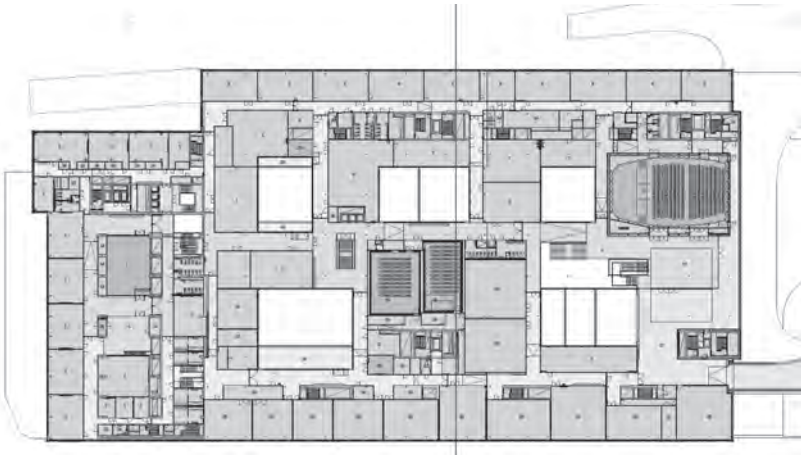


Ark Nova
Arata Isozaki 2013

Sitzplätze (flexible Bestuhlung): 500
Volumen: 9117m³
Bodenfläche: 680m²

TONI-AREAL ZHDK

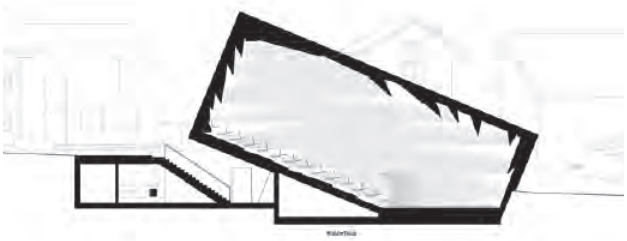


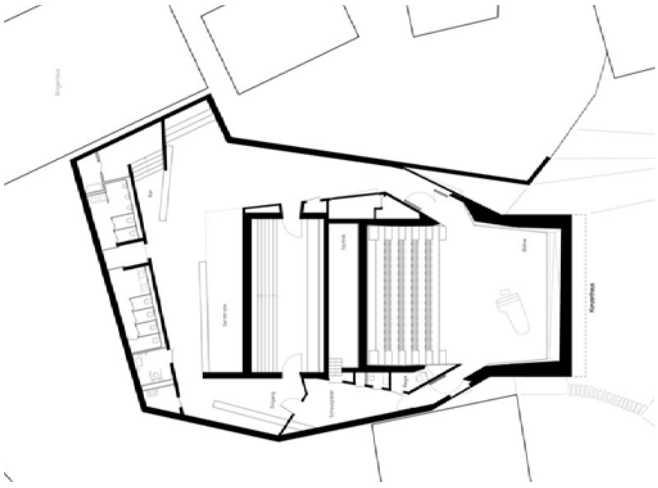


Toni-Areal ZHdK, Zürich
EM2N 2014

Konzertsaal 1(Orgelsaal): 104 Sitzplätze
Konzertsaal 3: 416 Sitzplätze
LxBxH: 28.8m x 17.9m x 9.4m

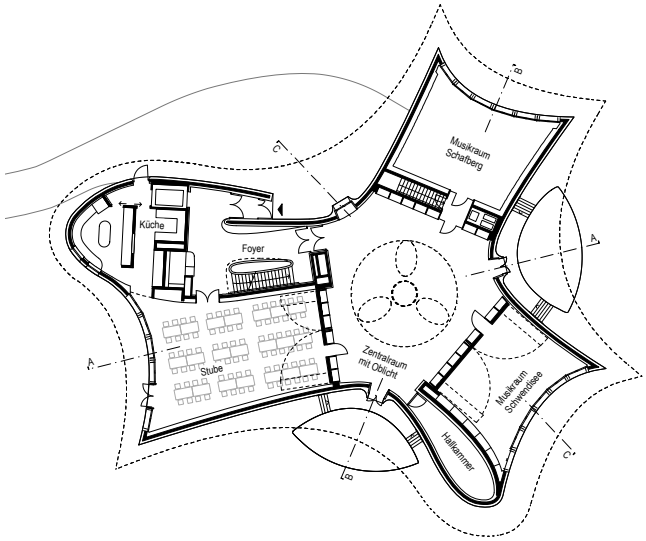
KONZERTHAUS IN BLAIBACH

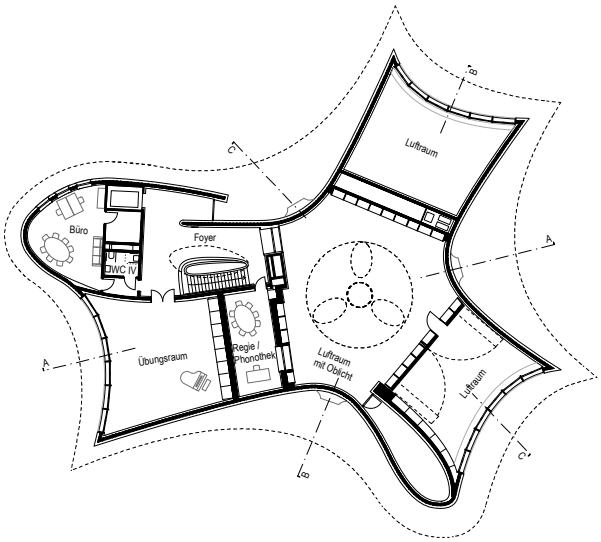




Konzerthaus Blaibach **Sitzplätze: 200**
Peter Haimerl, 2015

KLANGHAUS TOGGENBURG





Klanghaus Toggenburg, Schwendisee
Meili Peter, Projekt

Raumhöhe Hauptsaal: 8.5m
Raumhöhe Stube: 3m

Filmstill aus „prova do orchestra“ von Federico Fellini, 1978

ZWEI PROGRAMME – ZWEI BAUPLÄTZE

Die Musikräume der beiden Projektperimeter am Mythenquai und auf dem Gerold-Areal sind in ihrer inhaltlichen Ausrichtung der Musikaufführungen auf den Charakter der gewählten Orte abgestimmt.

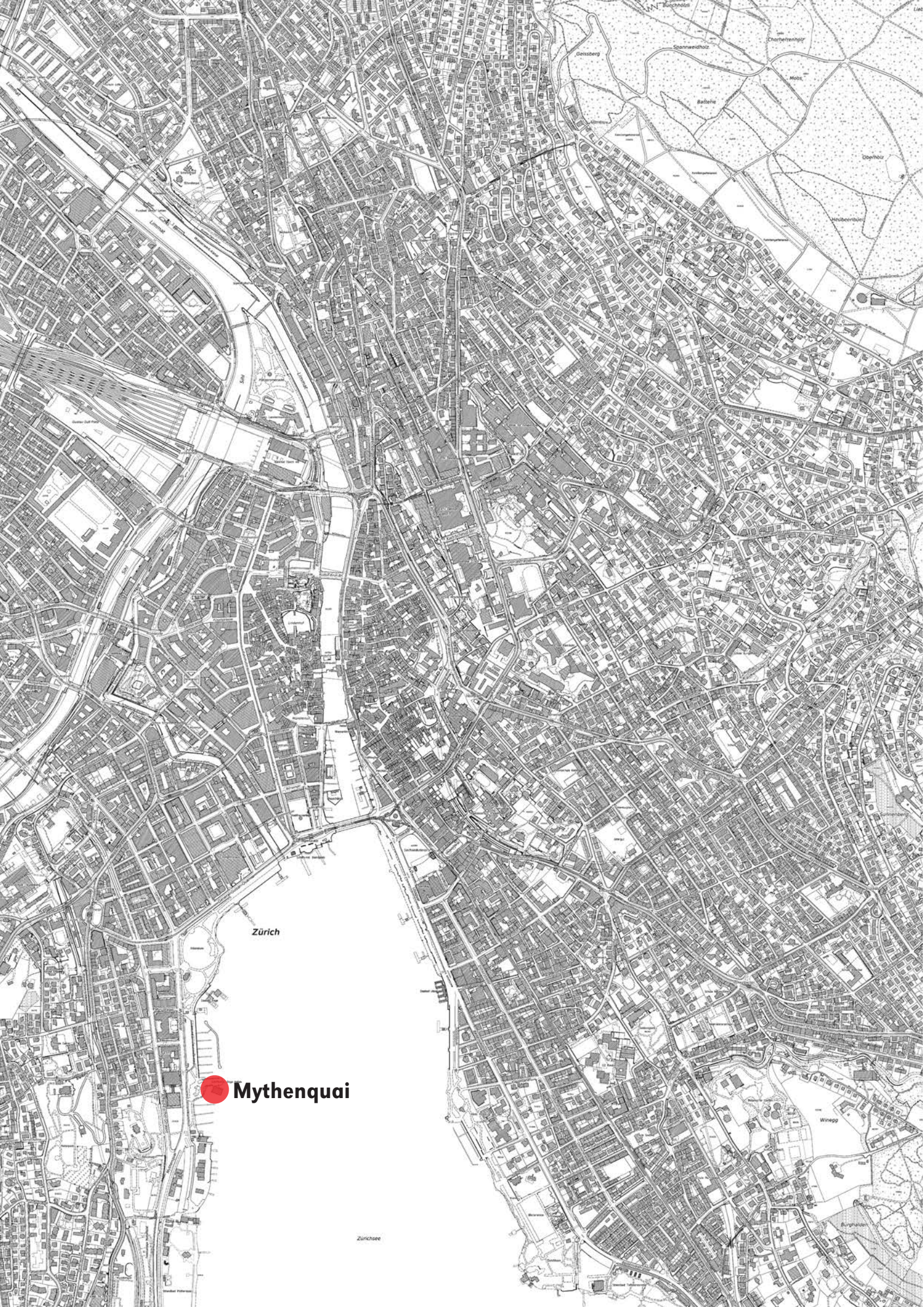
Der Konzertsaal liegt als prominentes Gebäude direkt am See, wertet die Stadtfront mit den Park- und Quaianlagen auf und ergänzt als hochwertiger Erlebnisraum für klassische Musik das Angebot der renovierten Tonhalle.
Die Musikhalle Zürich West liegt direkt am Bahnhof Hardbrücke, am Kreuzungspunkt von Gleisefeld und Autobrücke, und bildet zusammen mit dem Prime Tower den Auftakt zum neuen, trendigen Dienstleistungs- und Wohnquartier Zürich West. Sie ersetzt die existierende Maag Event Hall und ist in Verbindung mit der Musikhochschule im Toni-Areal gedacht.

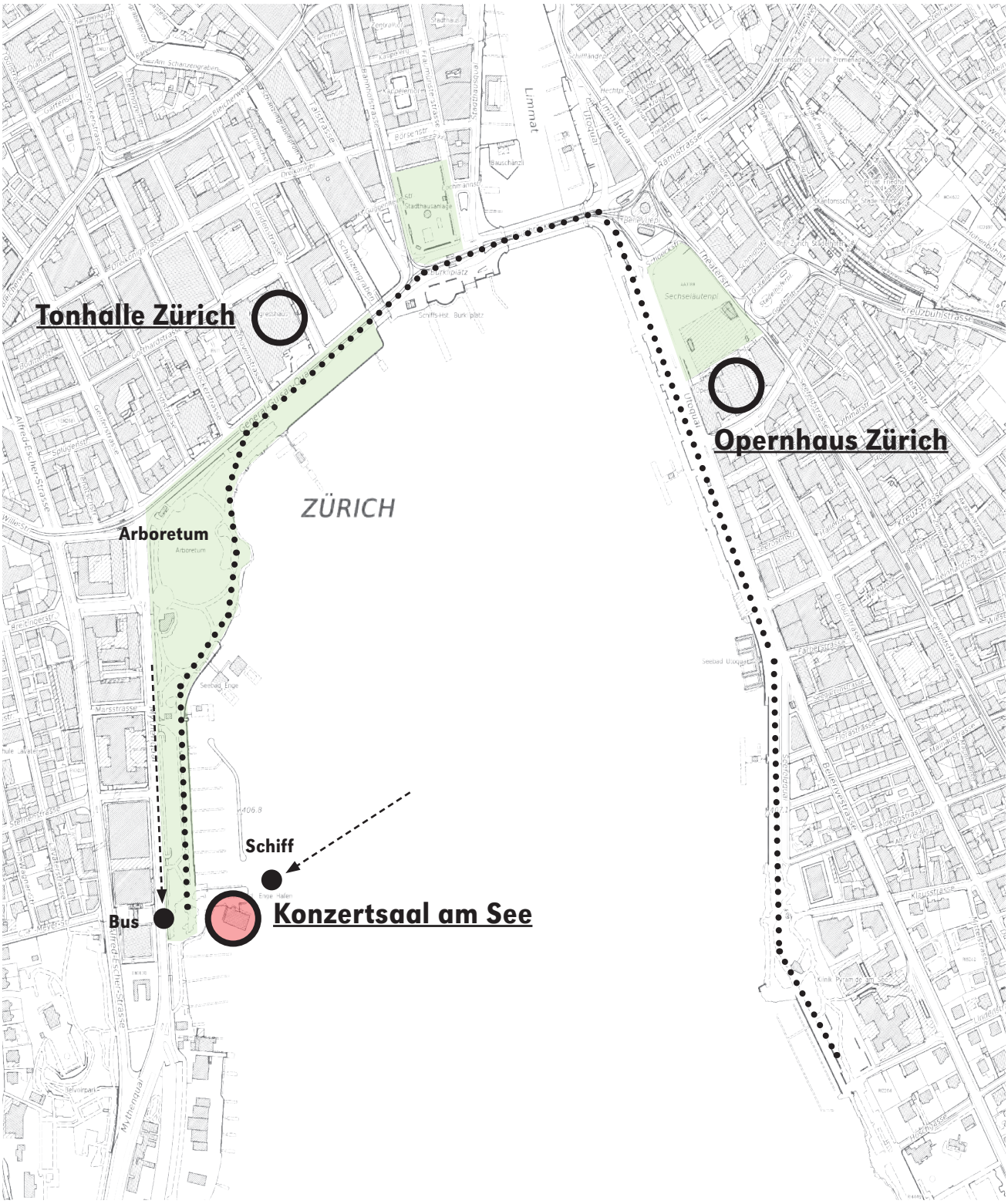
Der Entwurf des Konzertsaals am See ist fix auf die Aufführungen von grossen Symphonieorchestern ausgerichtet und bewegt sich in der Typologiewahl zwischen den Konzepten der klassischen ‚Shoe Box' und dem neueren ‚Wine Yard'.
Das Angebot in der Musikhalle ist vielfältiger: es finden Konzerte der Pop-, Jazz-, klassischen und neuen Musik, aber auch Musiktheater und Performances statt. Sie ist in Bezug auf Bühnenlayout und Publikumszonen flexibel bespielbar und bietet Sitz- und/oder Stehplätze an.

Die Musikhäuser sollen nicht nur während den Veranstaltungen eine Ausstrahlung haben, sondern auch in den konzertfreien Zeiten mit zusätzlichen Gastronomie-, Laden- und Ausstellungsnutzungen lebendig bleiben.

Es ist wichtig, den Entwürfen eine gute Idee zugrunde zu legen, die die städtebauliche Situation löst, das Verhältnis des Saals zum Foyer und zum Volumen bestimmt, die Zugänglichkeit zum Ort möglichst attraktiv gestaltet und dem Gebäude eine gute Präsenz am jeweiligen Ort und gegenüber der Stadt verleiht.

Zürich West
Goldacher
Sädler
Sädler
Muschenächer
Geblächer
Friesenberg
Hagächer
Breitenächer
Zileten
Goldbrunnen
Rossweid
Uetliberg
Talwisen
Heglanwand
Cholbenhof
Färwisen
Schleifrain
Allmend


Zürich
Mythenquai
Zürichsee


Tonhalle Zürich
Opernhaus Zürich
ZÜRICH
Arboretum
Schiff
Bus
Konzertsaal am See
Limmat

MYTHENQUAI KONZERTSAAL AM SEE

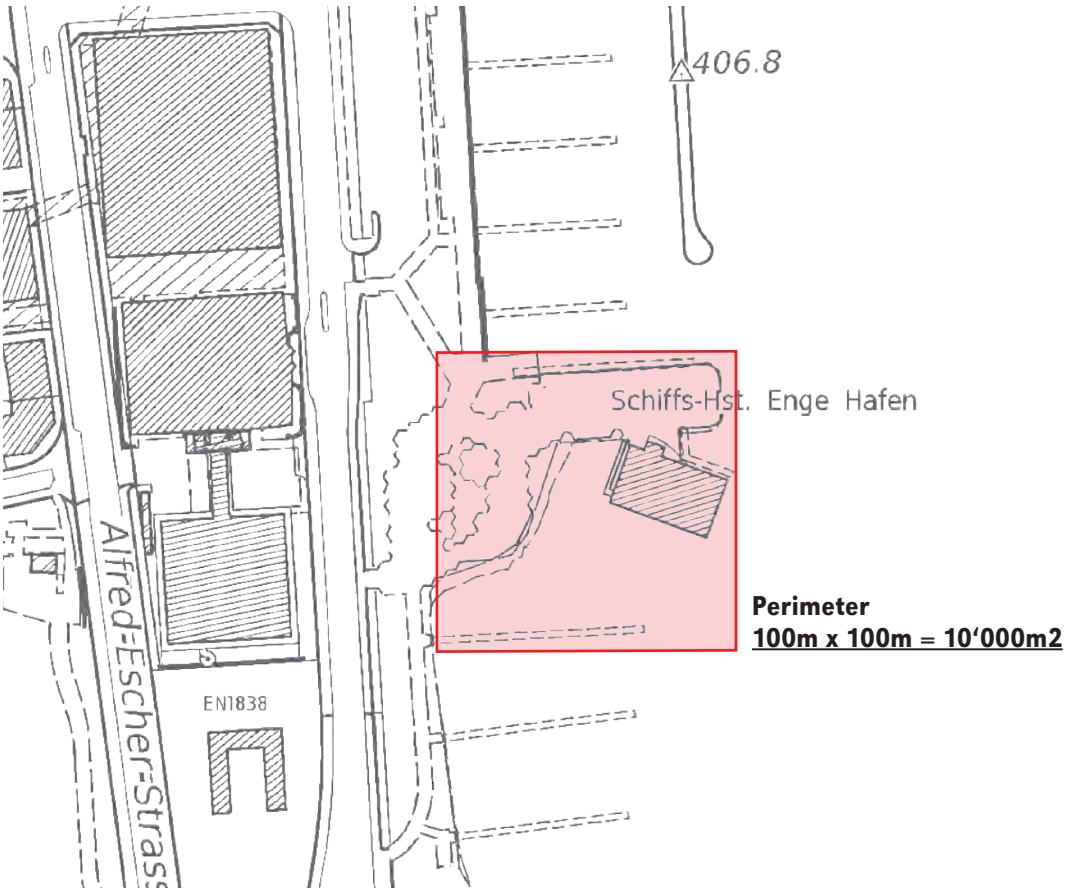
Der neue Konzertsaal mit 1800 Sitzplätzen ist als Ergänzung zur renovierten Tonhalle mit dem mittelgrossen und kleinen Saal gedacht. Er liegt auf der kleinen Landzunge zwischen dem Hafen Enge und dem Hafen der Passagierschiffe gegenüber dem Hauptsitz der Swiss Re. Er vervollständigt das Angebot von klassischer Musik auf höchstem Niveau und stärkt Zürichs Position im globalen Vergleich der Musikhauptstädte.

Der neue Saal dient hauptsächlich dem Tonhalle Orchester, ist aber auch als Spielstätte für ausländische Orchester im Rahmen der Festspielwochen gedacht. Er ist eine Initiative von wohlhabenden Musikliebhabern der Tonhalle Gesellschaft, die in enger Zusammenarbeit mit der Intendanz, der Stadt Zürich und der benachbarten Swiss Re die Vision des neuen Konzertsaales entwickelt haben und auch für dessen Kosten aufkommen.

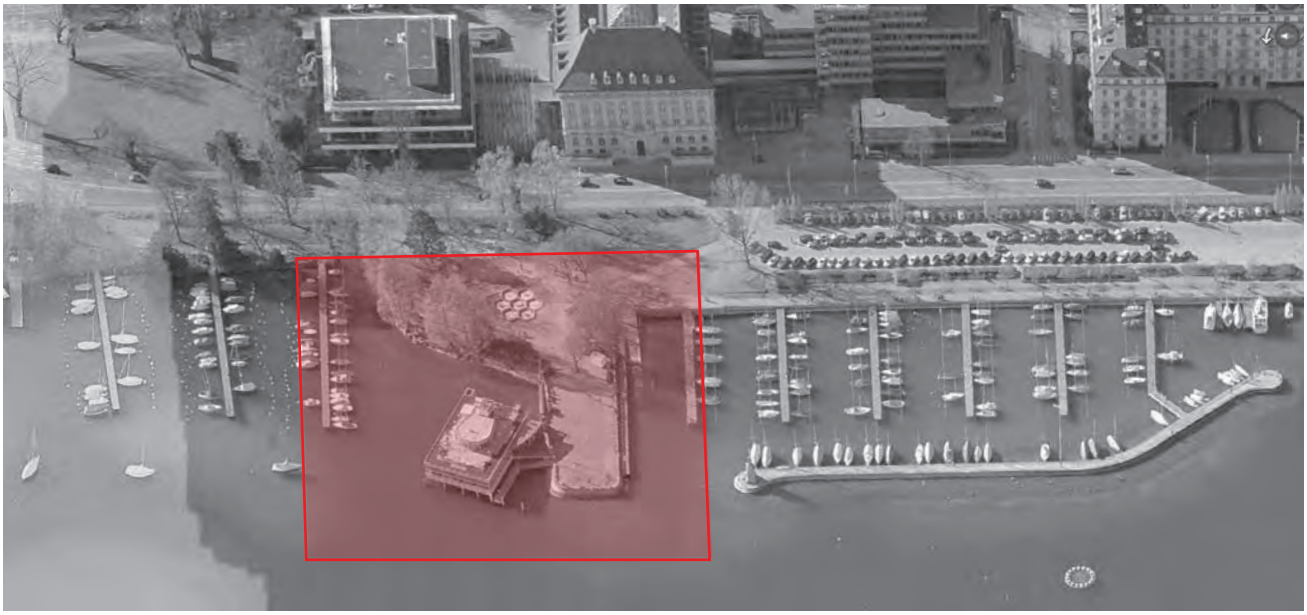
Städtebaulich steht der neue Konzertsaal in Beziehung zur neu renovierten Tonhalle mit dem Kongresszentrum und dem Opernhaus, das beabsichtigt, den seeseitigen Anbau zu ersetzen. Nach der Aufwertung des Bürkli-Platzes werden auch die Baumalleen entlang dem General Guisan Quai und das Arboretum saniert. Die existierenden Parkplätze entlang des Enge-Hafens sowie die neuen Parkplätze für den Konzertsaal werden in die Tiefgaragen der neuen Bauten der Swiss Re verlegt. Es entsteht ein neuer Park in Verlängerung des Arboretum, der mit dem Konzertsaal einen Abschluss findet. Der Konzertsaal ist als Einzelgebäude vor die Seefront des kompakten Stadtkörpers gesetzt und muss deshalb den hohen städtebaulichen und architektonischen Ansprüchen genügen. Konzerthaus, Tonhalle/Kongress- und Opernhaus werden als einmaliges, kulturelles Dreieck die Präsenz der Stadt am See markant verbessern.

Der Konzertsaal orientiert sich in Gebrauch und Status an den hochwertigen Konzerthäuser wie dem Musikverein Wien, dem Concert Gebouw Amsterdam, der Symphony Hall Boston, dem neuen Gewandhaus Leipzig, den Philharmonien in Berlin, Paris und Hamburg, dem Konzertsaal in Luzern und dem Casa do Musica in Porto. Es gilt die Möglichkeiten der Typologien in der Bandbreite von der klassischen ‚Shoebox' bis zum neueren ‚Vineyard', sowie Mischformen der beiden Typologien auszuloten, oder sogar nach neuen Typen zu forschen (siehe dazu die Schemas ‚Shoebox' und ‚Vineyard' auf Seiten 157/158). Dabei ist das Zusammengehen von optimaler Akustik und Sichtbarkeit für das einzigartige Musikerlebnis für Publikum und Musiker entscheidend. Im Konzertsaal soll klassische Musik von jedem Jahrhundert, inklusive zeitgenössischen Kompositionen, mit verschiedenen Solisten und in unterschiedlichen Orchesterformationen, gespielt werden. Dabei ist die Aufstellung des Orchesters mit bis zu 120 Musikern und der Fokussierung auf den Dirigenten wichtig. Die Wahl des Saaltypus soll in direktem Zusammenhang mit der städtebaulichen Idee und dem Erschliessungskonzept des Foyers getroffen werden. Die Form des Volumens und die äussere Erscheinung wird sich direkt aus diesem Entscheid ableiten.

PERIMETER MYTHENQUAI

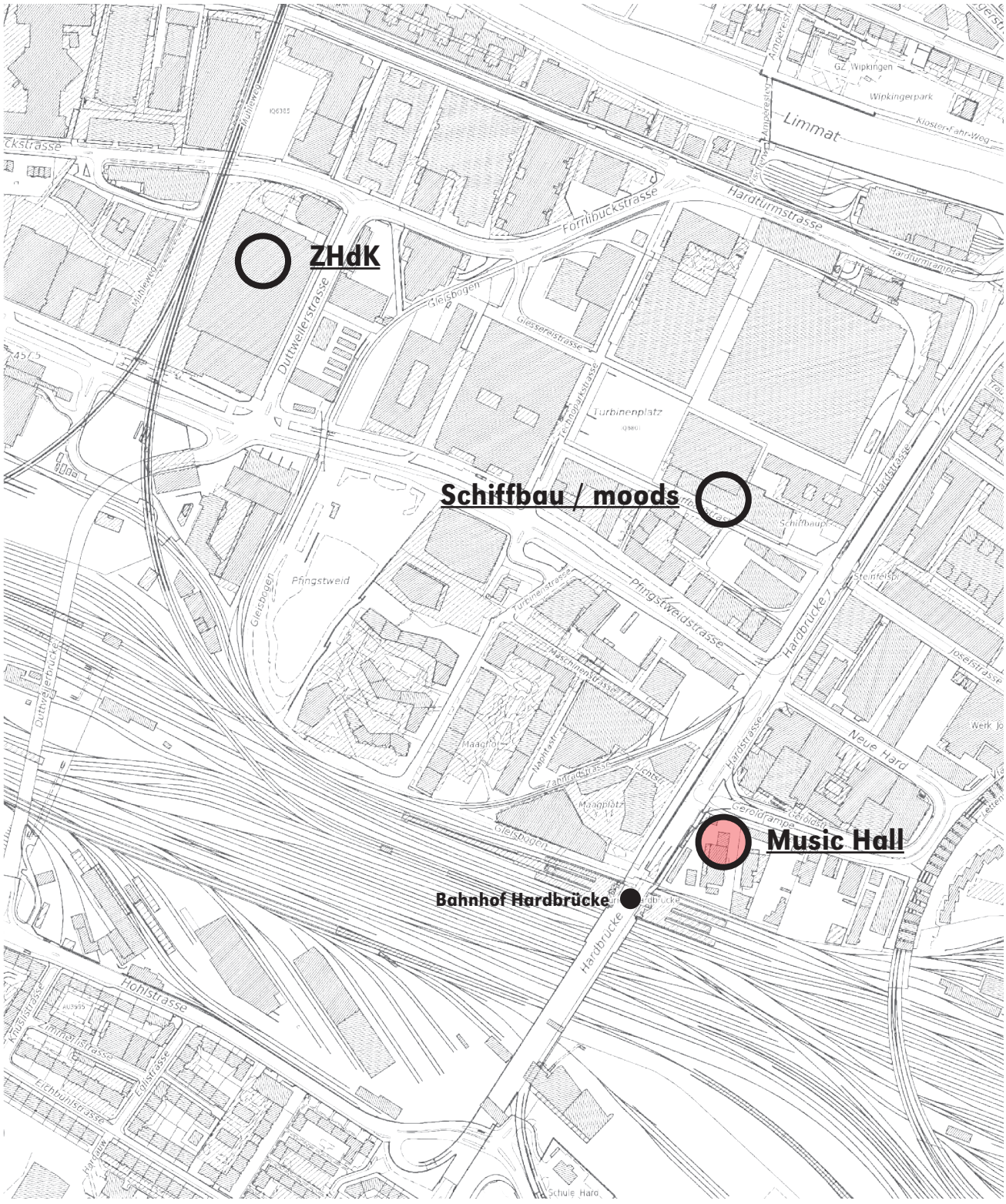


Situation Massstab 1:2500



RAUMPROGRAMM KONZERTSAAL

1 FOYER		**total mind. 1‘200 m2**
Foyer	**Eingangsbereich mit Windfang, öffentlich zugänglicher Ausstellungsbereich** **Garderoben, Ticketverkauf mit Information und Büros für Verwaltung** **Pausenbereich für Konzertbetrieb mit Verbindung zu Bar/Restaurant** **Allgemeine Erschliessung und Besucher-Toiletten**	
Aussenbereiche	**Vorfahrt, Ankunft, Terrassen, Anlieferung**	**projektabhängig**
2 RESTAURANT		
Restaurant	**Bistrot / Brasserie mit 200 Plätzen, ev. unterteilt** **Unabhängiger Betrieb mit direkter Verbindung zum Foyer** **Küche / Office / Lager / Anlieferung**	**200 – 300 m2** **130 – 180 m2**
Aussenbereich	**Restaurant-Terrasse mit 200 Sitzplätzen**	**projektabhängig**
Bar	**Barbetrieb mit grossem Tresen, inkl. Office / Lager** **Unabhängiger Betrieb, Verbindung zu Foyer (Konzertpausen)**	**ca. 80 m2**
3 KONZERTSAAL	***siehe Angaben Konzertsaal-Layout im Anhang, ab S.157***	**total ca. 2‘200 m**
Publikumsbereich	**1‘800 feste Sitzplätze, verteilt auf Parkett u. Galerien** **Saalausführung mit Doppelwand/-boden/-decke und Schleusen bei Zugängen** **Saaldecke mit mobilen Brücken für Technik und Reflektoren, lichte Höhe min. 3 m** **gute Sichtbarkeit und hochwertige Akustik sind wichtig**	
Bühne	**Hauptbühne 18m x 14m, Orchester-Gliederung (halbrund), seitlicher Zugang 2 m** **Chorbühne 18m x 10m (150 Pers.), ohne Chor = Zuschauerbereich (200 Plätze)**	
Orgel	**Orgel siehe S. 160** **Maschinenraum ausserhalb Konzertsaal**	 **ca. 120 m2**
Regie-/ Konzerttechnik	**Sicht auf die Bühne, erhöhte Anordnung im Saal (Galerie)**	**ca. 100 m2**
4 BACKSTAGEBEREICH		
Bühnenzugang	**Musikerfoyer / Bühnenvorraum Orchester**	**ca. 200 m2**
Vorbereitung	**Streicher 160 m2, Bläser 150 m2, Chor 120m2** **Einzelzimmer Solisten, Dirigent** **Instrumentenlager, ev. unterteilt**	**total 430 m2** **6 x 25 m2** **200 m2**
Garderoben	**Damen- und Herrengarderobe inkl. Toiletten** **Künstlereingang / Instrumenten-Anlieferung**	**je ca. 120 m2** **projektabhängig**
5 INFRASTRUKTUR		
Betrieb:	**Intendanz / Hauptverwaltung / Pressestelle (Büros)**	**extern**
Technik:	**Bühnen-/ Ton- / Lichttechnik inkl. Lager** **Werkstätten / Haustechnik / Gebäudetechnik**	**Lage im UG**


ZHdK
Schiffbau / moods
Music Hall
Bahnhof Hardbrücke
Limmat
Wipkingerpark
Kloster-Fahr-Weg
Förrlibuckstrasse
Hardturmstrasse
Duttweilerstrasse
Gleisbogen
Giesserei-strasse
Turbinenplatz
Schiffbaustrasse
Pfingstweid
Pfingstweidstrasse
Hardbrücke
Neue Hard
Hardstrasse
Geroldstrasse
Hohlstrasse
Zimmereistrasse
Eichbühlstrasse
Edelstrasse
Schule Hard

ZÜRICH WEST MUSIKHALLE

Mit der Überbauung des Welti Furrer Areals, dem Ersatz der daneben liegenden alten Hallenbauten und der Renovierung der geschützten Industriegebäude des ehemaligen Maag Farbrikareals wird sich das städtische Quartier um den Prime Tower vervollständigen. Die Maag Event Hall und das Tonhalle Provisorium werden in diesem Umwandlungsprozess verschwinden.

Die neue Musikhalle Zürich West liegt prominent neben dem Bahnhof Hardbrücke und gegenüber dem Prime Tower auf dem Gerold-Areal und bildet einen wichtigen Auftakt beim Zugang ins Quartier Zürich West. Sie ergänzt das Angebot der Musikhochschule Toni Areal und des Moods im Schiffbau und übernimmt einen Teil der Veranstaltungen des Tonhalle Provisoriums.

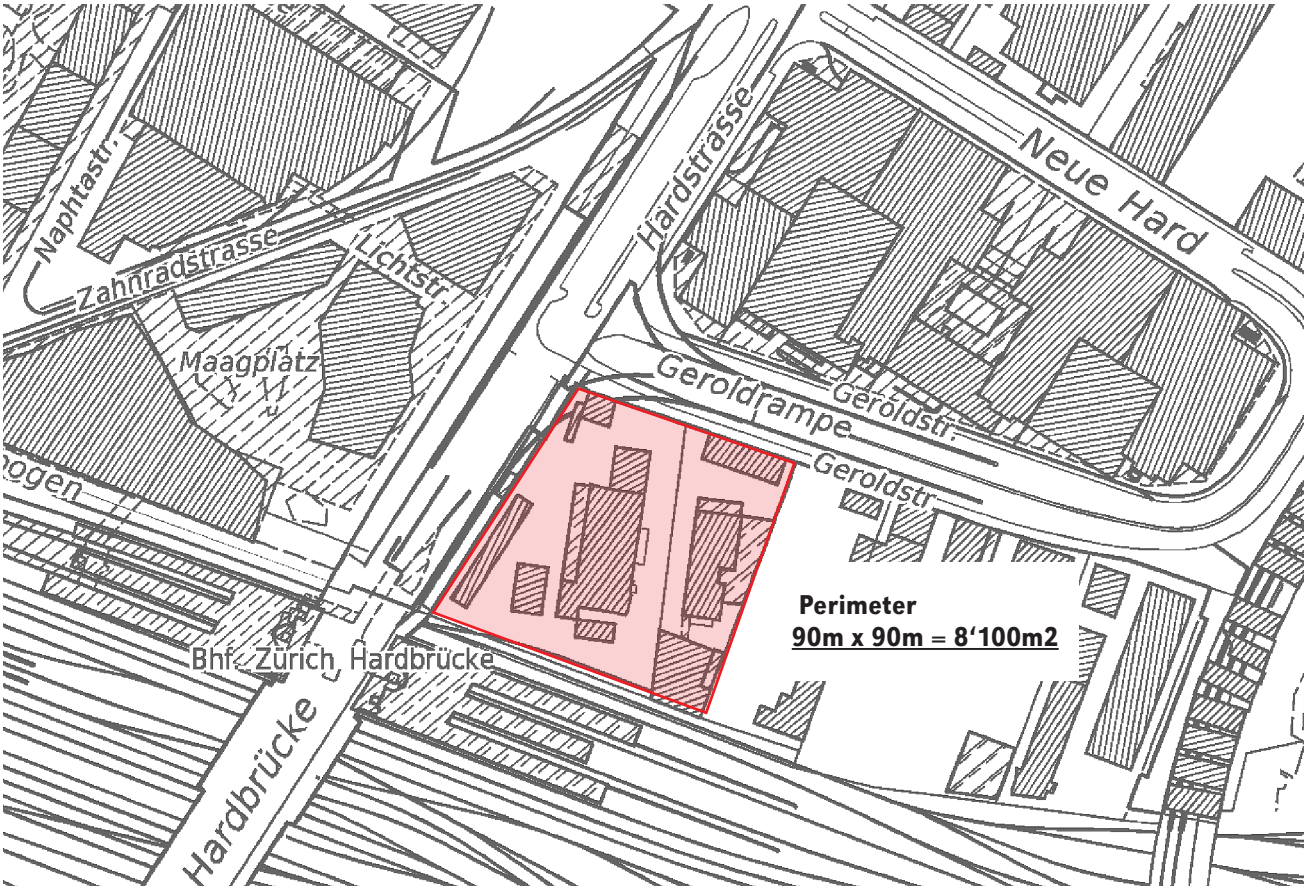
Von seinem Gebrauch her ordnet sich die neue Musikhalle in die Reihe der programmatisch breit bespielten Häuser wie die Royal Albert Hall in London, die Finlandia Halle in Helsinki, die Concert Hall des Sydney Opera House, die Casa da Música in Porto und das Kultur- und Kongresszentrum in Luzern ein. Der Spielplan beinhaltet neben klassischen Konzerten orchesterbegleitete Instrumental- oder Gesangssolisten, Ensembles von neuer und moderner Musik, auch Jazz- und Popkonzerte mit den dazu gehörenden, multimedialen Projektionen und Lichtspektakeln.

Der Konzertsaal ist als flexibel bespielbare Halle gedacht. Bühne wie Bestuhlung können auf einer modular aufgeteilten, höhenverstellbaren Ebene entsprechend den Anforderungen der Veranstaltung immer wieder neu angeordnet werden. Die Fläche lässt sich in verschiedene Richtungen mit Abstufungen neigen - je nachdem ob dem Publikum die Musikdarbietung frontal, in der Mitte oder von unterschiedlichen Seiten präsentiert wird (siehe dazu die Layout-Schemas ‚Musikhalle' auf Seite 159). Umlaufende Galerien lassen sich als Ränge für das Publikum einbeziehen, sodass sitzend insgesamt 1'800 und stehend ungefähr 4'000 Zuschauer in der Halle Platz finden.

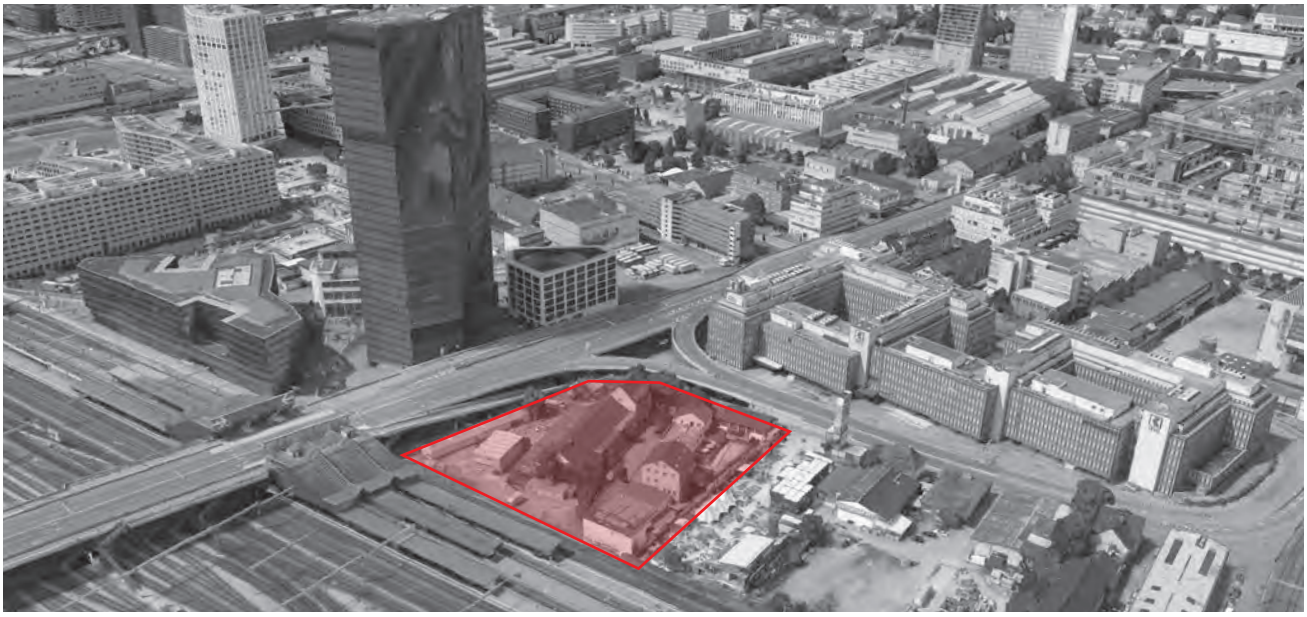
Das Foyer umschliesst die Musikhalle als Aufenthalts- und Ausstellungszone, an die sich ein Bistro, Bars, Clubs und Läden anschliessen. Das Angebot der Läden reicht von Tonträgern über Musikbücher bis hin zu Instrumenten, die man kaufen und ausleihen kann. Die Bars und Clubs bestreiten mit eigenen Kleinbühnen einen komplementären Veranstaltungskalender mit Salonlesungen, Lounge Konzerten, Podiumsgesprächen, Slam Poetry, Jam Sessions, DJ Battles und lassen das heute an diesem Ort bestehende Zürcher Nachtleben im neuen Gebäude weiterleben.

Die Form des Saales ist in direkten Zusammenhang zur städtebaulichen Setzung und dem Konzept des Foyers mit den Erschliessungen und den Mantelnutzungen zu entwickeln. Die Musikhalle hat seine beste Ausstrahlung abends während den Konzerten, soll aber auch tagsüber dank der Gastronomie und den Läden eine Anziehungskraft auf die Pendlerströmen des Bahnhofs ausüben.

PERIMETER ZÜRICH WEST



Situation Massstab 1:2500



RAUMPROGRAMM MUSIKHALLE

1 FOYER		**total mind. 1‘200 m2**
Foyer	**Eingangsbereich mit Windfang, öffentlich zugänglicher Ausstellungsbereich** **Garderoben, Ticketverkauf mit Information** **Pausenbereich für Konzertbetrieb mit Verbindung zu Gastronomie und Läden** **Allgemeine Erschliessung und Besucher-Toiletten**	
Aussenbereiche	**Vorfahrt, Ankunft, Terrassen, Anlieferung**	**projektabhängig**
2 LÄDEN + GASTRONOMIE		
Fachgeschäfte	**für Instrumente, Bücher, Tonträger etc., inkl. Büro / Lager** **Unabhängiger Betrieb mit eigenen Zugängen und Verbindung zu Foyer**	**3 x 50 – 150 m2**
Bar	**Bar- und Clubbetrieb, inkl. Office / Lager** **Unabhängiger Betrieb mit eigenen Zugängen und Verbindung zu Foyer**	**120 m2**
Restaurant	**Take-Away / Bistrot / Brasserie, unterteilbar, insgesamt 200 Plätze** **Unabhängiger Betrieb mit eigenen Zugängen und Verbindung zu Foyer** **Küche / Office / Lager / Anlieferung**	**200 – 300 m2** **130 – 180 m2**
Aussenbereich	**Restaurant-Terrasse mit 200 Sitzplätzen**	**projektabhängig**
3 KONZERTHALLE	***siehe Angaben Musikhallen-Layout im Anhang , S.159***	**total ca. 2‘200 m2**
Publikum	**1‘800 Zuschauer sitzend / 4000 stehend, Bestuhlung je nach Darbietung** **Hallenboden modular und höhenverstellbar,** **Saaldecke mit mobilen Brücken für Technik und Reflektoren, lichte Höhe 3m,** **Seitlich umlaufende Zuschauer-Galerien: je nach Anlass und Bühnenlayout** **auch als Teil der erweiterten Bühne oder als Zone für Regie-/ Konzerttechnik,** **gute Sichtbarkeit und hochwertige Akustik sind wichtig**	
Bühne	**Layout / Lage / Grösse / Geometrie innerhalb der Halle frei disponierbar**	
Regie-/ Konzerttechnik	**Sicht auf die Bühne; je nach Anlass auf den Galerien angeordnet**	**50 m2**
4 BACKSTAGEBEREICH		
Bühnenzugang	**Musikerfoyer / Bühnenvorraum**	**ca. 200 m2**
Vorbereitung	**Musikergruppenräume (Stimmen, Vorbereiten)** **Einzelzimmer Solisten, Dirigent** **Instrumentenlager, unterschiedliche Grössen**	**4 x 150 m2** **6 x 25 m2** **200 m2**
Künstlergarderoben	**Damen- und Herrengarderobe inkl. Toiletten** **Künstlereingang / Instrumenten-Anlieferung**	**je ca. 120 m2** **projektabhängig**
5 INFRASTRUKTUR		
Betrieb:	**Intendanz / Verwaltung / Pressestelle (Büros)**	**200 m2**
Technik:	**Bühnen-/ Ton- / Lichttechnik inkl. Lager** **Werkstätten / Haustechnik / Gebäudetechnik**	**Lage im UG**

„... Von der Musik muss er etwas verstehen, damit er über die Theorie des Klanges und die mathematischen Verhältnisse der Töne Bescheid weiss...“
Vitruv
Zehn Bücher über Architektur
Erstes Buch- Erstes Kapitel - Die Ausbildung des Baumeisters

„Ich habe unter meinen Papieren ein Blatt gefunden (...) wo ich die Baukunst eine erstarrte Musik nenne, und wirklich, es hat etwas; die Stimmung, die von der Baukunst ausgeht, kommt dem Effekt der Musik nahe.“
Goethe
am 23.3.1829 im Gespräch zu Eckermann

TEXTE

***Un dialogue fécond*, Antoine Pecqueur** **S. 90**

***Das Mysterium der Akustik*, Adolf Loos** **S. 96**

***Die „Schuhschachtel" und andere Konzertsäle*, Michael Forsyth** **S. 98**

***Wissenschaft und Konzertsaal*, Michael Forsyth** **S. 116**

***Der HiFi-Konzertsaal,* Michael Forsyth** **S. 128**

***„...Ohren, die nicht hören..."*, Martin Lachmann** **S. 142**

***Sichtbare Hülle des unsichtbaren Klanges, der neue Luzerner Konzertsaal,* Dorothea Baumann** **S. 148**

***Mit dem Klang bauen,* Peter Kraut** **S. 152**

***Ein Weinberg in der Elbe,* Marcus Stäbler** **S. 153**

***Un dialogue fécond*, Antoine Pecqueur,**
in: *Parenthèses Philharmonie de Paris* (Hg.); *Architecture des salles de concert et des opéras, les espaces de la musique*, S.9 - 14

Dans l'Antiquité, musique et mathématiques sont étroitement imbriquées. Le philosophe grec Pythagore est l'un des premiers à théoriser ces rapprochements, à travers les lois de !'harmonie. Il va même jusqu'à élaborer un lien entre les intervalles et les distances entre les planètes. Le rapport entre musique et architecture se nourrit de ces premières considérations scientifiques.

Au 1er siècle avant Jésus-Christ, dans son traité De l'Architecture, l'architecte romain Vitruve exprime sa profonde admiration des théâtres grecs : «Les anciens architectes, ayant étudié la nature de la voix et remarqué qu'elle s'élève en l'air par degrés, ont réglé, d'après cette connaissance, l'élévation que les degrés du théâtre doivent avoir, conformément aux règles de la proportion canonique des mathématiciens et de la proportion musicale ; ils ont fait en sorte que tout ce qui serait prononcé sur la scène parvînt clairement et aisément aux oreilles de tous les spectateurs.» La question de l'acoustique est déjà un enjeu essentiel pour l'architecte. La musique gagne ensuite les édifices sacrés. Au Moyen Âge, les polyphonies vocales prennent tout leur sens dans l'acoustique réverbérante des cathédrales. Le même mot - choeur – désigne d'ailleurs une partie de l'église et la formation musicale qui s'y produit. Le compositeur et musicologue Jean-Louis Cadée remarque que «l'évolution observée, en architecture, entre le roman et le gothique trouve une correspondance en musique avec l' "Ars Antiqua" et l' "Ars Nova". [...] C'est l'évolution de la technique de la voûte qui permet le passage du roman au gothique. Quant à la musique, c'est l'évolution de la technique du contrepoint qui joue un rôle similaire entre "Ars Antiqua'' et "Ars Nova''.» Compositeurs et architectes partagent les mêmes techniques, à commencer par le fameux nombre d'or, ce principe de proportion géométrique qui irrigue le monde des arts.

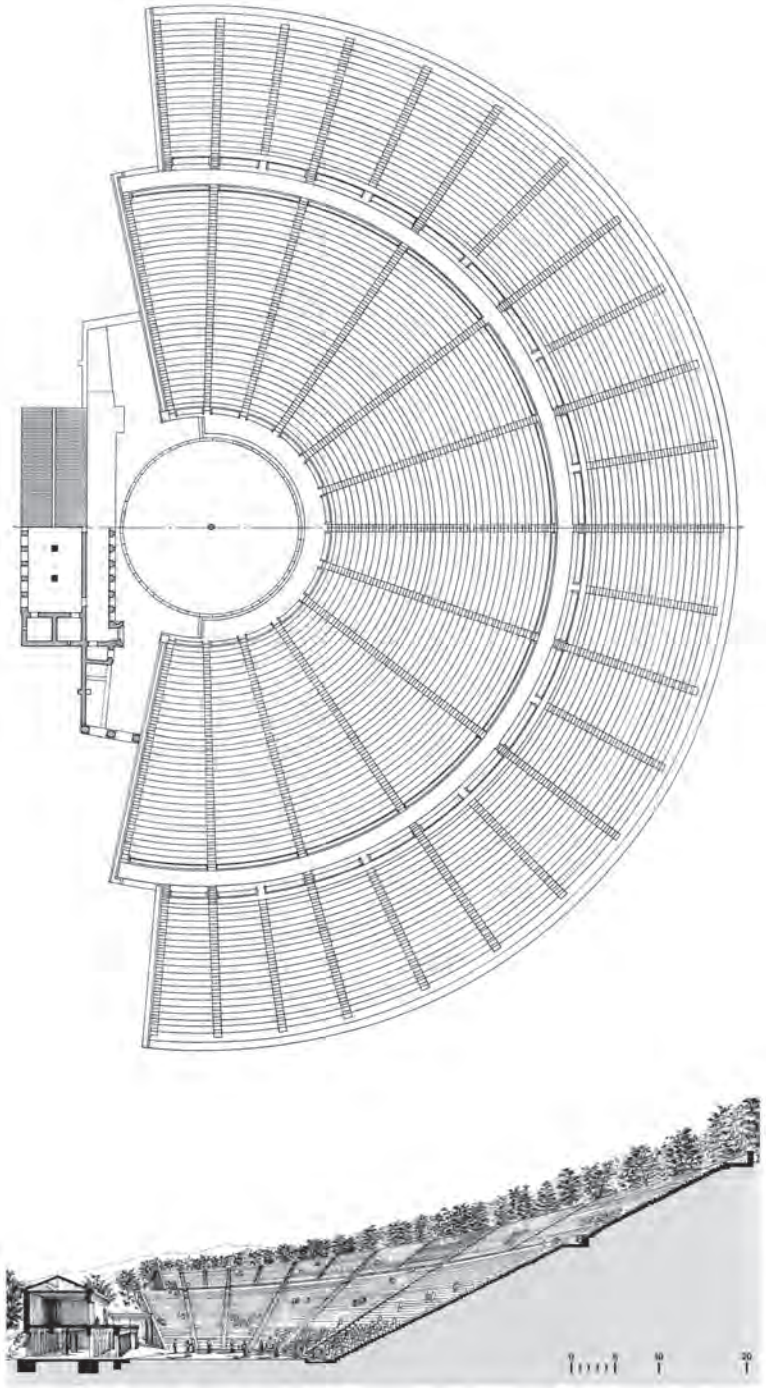
Tout au long de l'histoire de la musique, des compositeurs conçoivent leurs oeuvres en fonction de l'architecture où elles seront créées. Pour l'inauguration de la cathédrale Santa Maria del Fiore de Florence, en 1436, Guillaume Dufay a ainsi écrit un motet, Nuper Rosarum Flores, avec «une rigoureuse fidélité aux proportions formelles du chef-d'oeuvre florentin ». Le compositeur équilibre les voix en fonction des dimensions de la coupole mise au point par l'architecte Filippo Brunelleschi. À la Renaissance, Giovanni Gabrieli utilise magistralement le potentiel de spatialisation de la basilique Saint-Marc de Venise, en répartissant les groupes d'instrumentistes et de chanteurs sur différentes tribunes. Hector Berlioz reprendra ce principe pour l'exécution de son Requiem à l'église Saint-Louis des Invalides de Paris (avec quatre groupes de cuivres placés sur les quatre tribunes). Partition et architecture ne font plus qu'un.

Musicien à la cour d'Esterhazy, Joseph Haydn a composé des symphonies pour deux résidences de la famille princière : Eisenstadt et Esterhaza. À Eisenstadt, la salle a un temps de réverbération long, alors qu'à Esterhaza l'acoustique est bien plus sèche. Haydn adapte ainsi les tempos de ses symphonies, les pièces écrites pour Esterhaza osant des vitesses bien plus rapides que celles composées pour Eisenstadt.

Outre l'acoustique, l'espace des salles constitue une véritable contrainte matérielle pour les compositeurs. Par exemple, la Symphonie héroïque de Ludwig van Beethoven a été créée dans un salon du prince Lobkowitz. L'espace étant restreint, l'effectif se trouvait réduit à une trentaine de musiciens ... Au-delà de la problématique des lieux de création, l'architecture est aussi une source d'inspiration pour les compositeurs. Robert Schumann aurait été influencé par la cathédrale de Cologne pour le quatrième mouvement, solennel avec ses fanfares de cuivres, de sa Troisième Symphonie dite Rhénane.

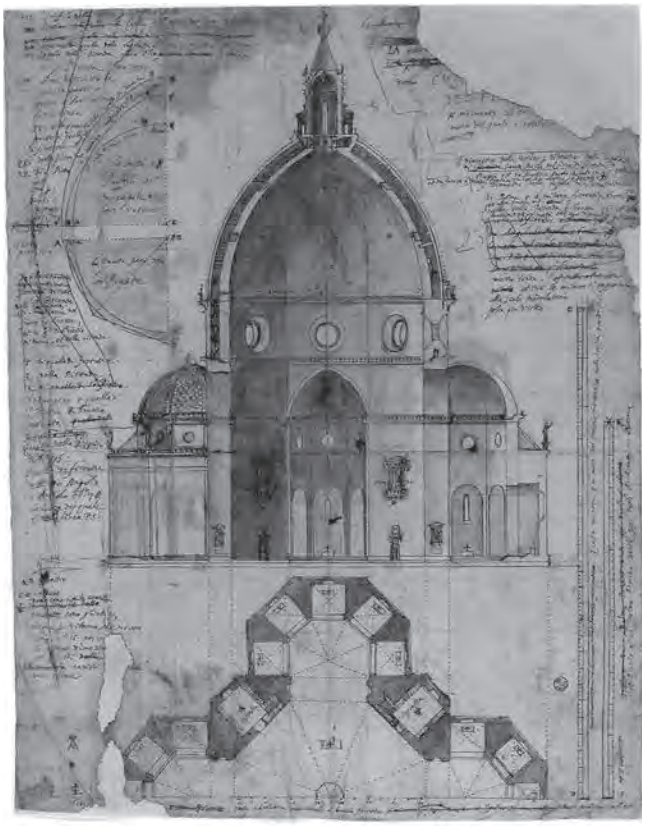
Au xxe siècle, les liens entre musique et architecture se resserrent encore davantage. Certains musiciens se rêvent architectes. Dans son projet d'Universe Symphony, Charles Ives imagine un paysage avec des musiciens jouant sur différentes collines. Dans Musik für ein Haus, conçu en 1967 et 1968 dans le cadre des cours d'été de Darmstadt, Karlheinz Stockhausen place les instrumentistes sur plusieurs niveaux d'une même maison dans laquelle le public déambule, comme dans une galerie de peintures, sa perception du son variant selon ses déplacements. Le même Stockhausen conçoit pour l'Exposition universelle d'Osaka, en 1970, une salle sphérique, à l'intérieur de laquelle le public écoute, diffusées par cinquante groupes de haut-parleurs, des oeuvres de Bach, Beethoven, Bemd Alais Zimmermann, Boris Blacher et Stockhausen (son oeuvre Spiral y sera donnée 1300 fois!) .

En parallèle, des collaborations naissent entre des musiciens et des architectes. L'exemple le plus emblématique est celui du pavillon Philips conçu par Le Corbusier pour l'Exposition universelle de Bruxelles



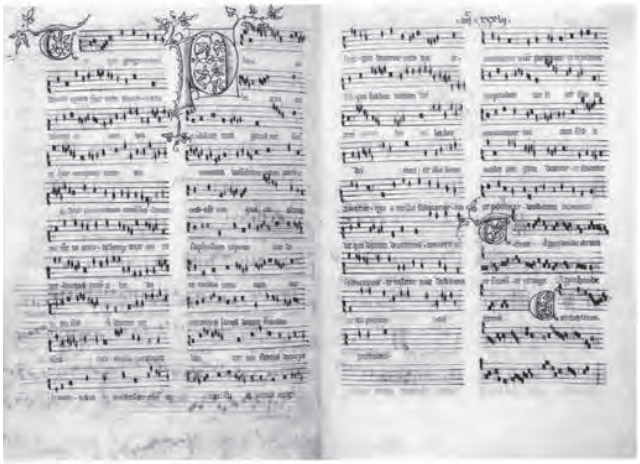
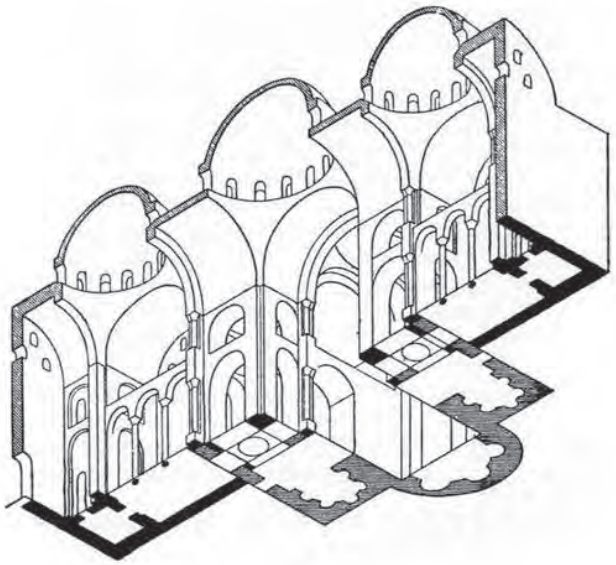
Amphithéâtre grec d'Épidaure, Grèce.
Plan composite et coupe.

en 1958. Dans ce bâtiment, évoquant la forme d'une immense tente, était diffusé en continu, grâce à 425 haut-parleurs, le Poème électronique d'Edgar Varèse. L'homme-clef de ce projet fut l'un des collaborateurs les plus proches de Le Corbusier : Iannis Xenakis. Mathématicien de formation, Xenakis a exercé à la fois comme architecte et comme compositeur. La musicienne Sharon Kanach rappelle que Xenakis «se plaisait à se comparer à un „artisan mosaïste", toutes ses oeuvres (musicales, architecturales, visuelles) et ses écrits formant alors le canevas.» Et Xenakis lui-même explique, ainsi qu'on peut le lire dans l'ouvrage de Nouritza Matossian: «J'avais l'habitude de dessiner des plans; cela me donnait un avantage sur d'autres compositeurs. Il m'était beaucoup plus facile d'aborder la musique au moyen d'un graphisme



Ludovico Cardi, dit il Cigoli, plan et coupe de la coupole de la cathédrale Santa Maria del Fiore, Filippo Brunelleschi, Florence.

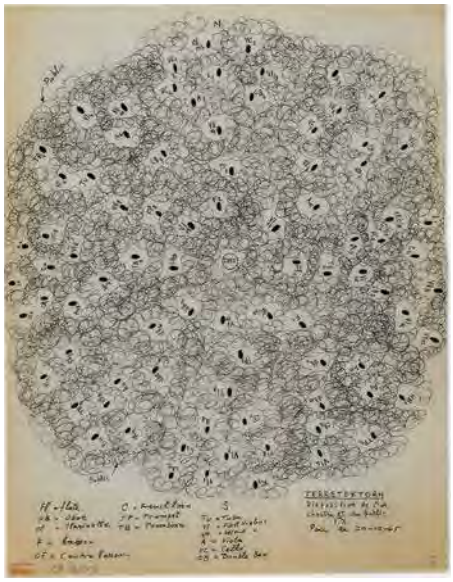
Le motet de Dufay, *Nuper rosarum flores*, composé en 1436 pour la consécration du dôme de Florence (25 mars).

Les quatre parties sont notées sur deux pages juxtaposées : à gauche la première voix, à droite les trois autres parties (Castello del Buonconsiglio, Codex 92, fol. 21v-22r, Trente).



Basilique Saint-Marc, Venise, perspective axonométrique plafonnante par Auguste Choisy, 1899.

Basilique Saint-Marc, Venise, perspective axonométrique plafonnante par Auguste Choisy, 1899.

Karlheinz Stockhausen, exposition universelle de 1970, Osaka.
Vue intérieure de la salle sphérique avec musiciens et haut-parleurs.

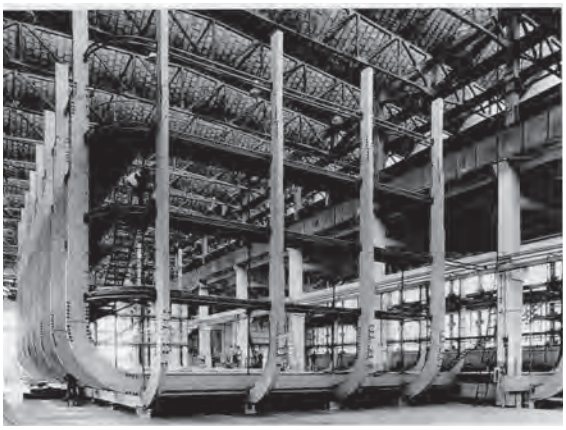


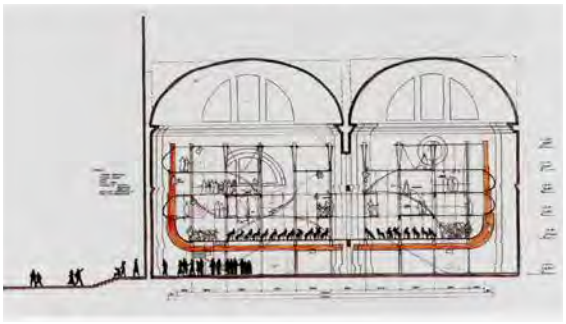
Iannis Xenakis, Le Corbusier, pavillon Philips, exposition universelle de 1958, Bruxelles.

Iannis Xenakis, étude pour la distribution des musiciens de *Terretektorh*, 20 décembre 1965.

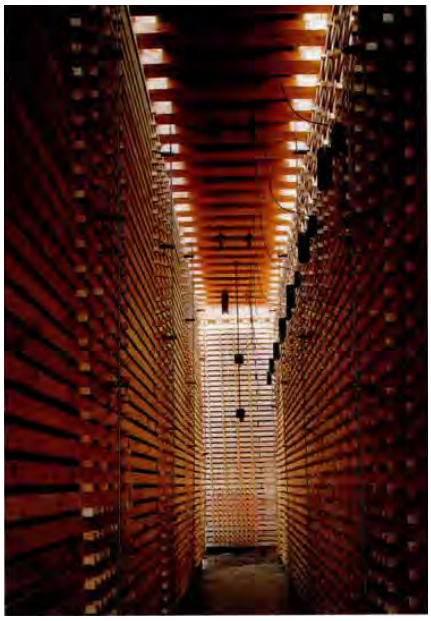
qu'en utilisant la notation classique, qui ne m'a jamais permis de tout voir à la fois. » Ses oeuvres spatialisées, comme Terretektorh, dans laquelle les musiciens sont disséminés à travers le public, symbolisent parfaitement l'union entre les deux arts.

De profondes amitiés se sont également nouées entre des compositeurs et des architectes, notamment entre Pierre Boulez et Renzo Piano. L'architecte italien a conçu bâtiment de l'Ircam, l'Institut de recherche et coordination acoustique/ musique fondé à Paris par Pierre Boulez en 1970.
Autre compositeur proche de Renzo Piano : l'italien Luigi Nono. En 1984, pour la création de Prometeo, inspiré du philosophe Massimo Cacciari, l'architecte a conçu dans l'église San Lorenzo de Venise une installation mobile spectaculaire. Le public prenait place dans une vaste coque en bois, tandis que les musiciens (choristes et instrumentistes) étaient dispersés sur trois passerelles à dix mètres de hauteur. Renzo Piano dit avoir voulu créer une «tragédie de l'écoute» avec cette installation, aujourd'hui conservée dans une usine désaffectée de Milan.
En Suisse, l'architecte Boa Baumann et le percussionniste et improvisateur Fritz Hauser collaborent depuis 1990 sur de nombreux projets : des scènes de concert éphémères, des installations sonores dans les musées, mais aussi des pavillons résidentiels.





Renzo Piano, installation pour l'opéra de Luigi Nono, *Prometeo*, 1983-1984, Venise.
Structure et coupe.

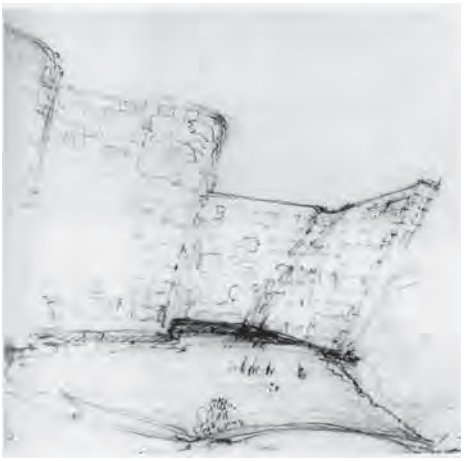


Peter Zumthor, Corps sonore, pavillon suisse de l'exposition universelle de 2000, Hanovre.

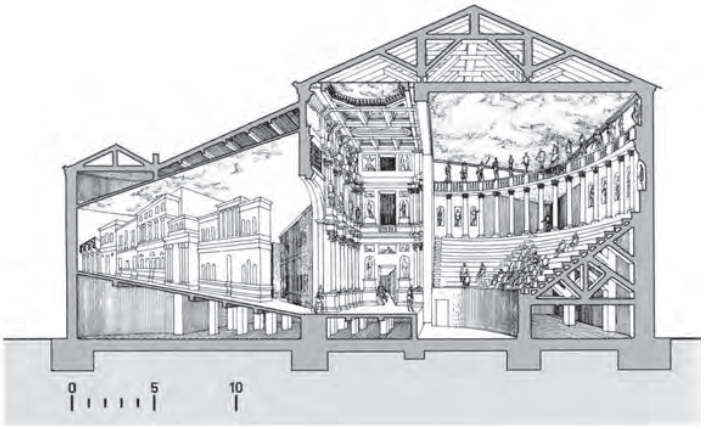
Le Cristal Baschet, instrument inventé par Bernard et François Baschet en 1955.

Boa Baumann défend une approche holistique de l'architecture : «Il y a une similitude entre les espaces de vie et les espaces sonores. Quand je développe le dessin d'une maison, je pense en termes de composition spatiale : les liens entre l'horizontal et le vertical, la lumière et l'obscurité, le jeu des ombres, le dialogue entre le silence et le son.»

Fritz Hauser a également collaboré avec un autre architecte suisse, Peter Zumthor, aux Thermes de Valls, où il a conçu une installation sonore autour du bain central de l'une des pièces. À la question d'un journaliste qui lui demandait si la musique inspirait son architecture, Peter Zumthor, dont le fils est percussionniste dans des groupes de jazz et de musique expérimentale, répondait, dans la revue Neue Zeitschrift für Musik, en février 2013: «Dans un sens oui. Quand j'entends comment les compositeurs contemporains travaillent les matériaux musicaux, comment ils créent des sonorités, des atmosphères. Ce n'est pas de l'architecture, mais les principes de création sont extrêmement proches, qu'ils s'agissent de structure, de couleur, de rythme.» En 2010, pour le pavillon suisse de l'Exposition universelle d'Hanovre, Peter Zumthor a par ailleurs construit le «Corps sonore», une structure labyrinthique entièrement en bois au sein de laquelle des musiciens jouaient une oeuvre du compositeur Daniel Ott. Un projet que l'architecte qualifie de Gesamtkunstwerk (oeuvre d'art total), un concept cher à Richard Wagner. Dans leurs oeuvres, certains compositeurs contemporains rendent hommage à l'architecture moderne, comme Gilbert Amy avec les Litanies pour Ronchamp, composées en 2005 à l'occasion du cinquantenaire de



Alvar Aalto, croquis d'étude pour l'auditorium du Lincoln Center de New York, 1956.
Pour ce projet non réalisé, Alvar Aalto souhaitait concevoir une « fortification de silence »



Andrea Palladio, Teatro Olimpico, Vicence, 1585.
Coupe transversale et vue de la salle.

l'inauguration de la chapelle de Le Corbusier. Mêlant plain-chant grégorien, percussions expérimentales et même un extrait d'un quatuor de Beethoven, cette partition tisse des liens subtils entre architecture et musique.
Les élèves d'écoles d'architecture se mobilisent eux aussi pour tenter de rapprocher les deux disciplines. L'un des projets pédagogiques les plus aboutis dans ce domaine fut la conception et la construction en 2011 d'un instrument inspiré des architectures de Xenakis et des structures des frères Baschet, par les élèves de l'École nationale d'architecture de Lyon. Les architectes se révèlent fascinés et en même temps intrigués par le procédé de la composition musicale. L'architecte finlandais Alvar Aalto, qui qualifie la musique de « soeur de l'architecture », s'interroge, dans le discours qu'il prononce à l'Académie de Finlande le 3 janvier 1955 : «La musique et l'architecture ont toutes deux une dimension mathématique, ou plus précisément un lien avec des mathématiques qui, internationalement parlant, ne ressemblent même plus à des mathématiques. Toutes deux sont régies par des contraintes dictées par la matière. La musique serait impossible sans les phénomènes vibratoires de la matière, qu'elle soit morte ou vive.»

De son côté, Renzo Piano va jusqu'à affirmer : «La musique, aussi immatérielle qu'elle soit, peut imposer sa densité et son espace. De tous les arts, c'est ce qu'il y a de plus proche de l'architecture.» (in Le Monde le 21 février 2010). Point d'ancrage de cette fusion entre le visuel et l'auditif: la construction des salles de concert et des opéras .

***Das Mysterium der Akustik*, Adolf Loos,**
Adolf Loos – Sämtliche Schriften in zwei Bänden, Bd. 2: „Trotzdem", 1900–1930, Hrsg. Heinrich Kulka und Franz Glück; Innsbruck 1931

Man hat mich gefragt, ob der Bösendorfer Saal in Wien erhalten werden solle. Der Frager ging wohl von der Voraussetzung aus, dass es eine Frage der Pietät wäre, einen Saal, der in der Musikgeschichte nun eine so grosse Rolle gespielt hat, nicht zu demontieren.
Aber diese Frage ist nicht eine Sache der Pietät, sondern eine Frage der Akustik. Diese Frage will ich nun beantworten. Es war gut, dass ich gefragt wurde, sonst hätte ich die Antwort mit ins Grab genommen.

Seit Jahrhunderten beschäftigen sich die Architekten mit Fragen der Akustik. Sie wollten sie auf konstruktivem Wege lösen. Sie zeichneten gerade Linien vom Tongeber nach der Decke und meinten, dass der Schall wie eine Billardkugel im selben Winkel von der Bande abspringe und seinen neuen Weg nehme. Aber alle diese Konstruktionen sind Unsinn.
Denn die Akustik eines Saales ist nicht eine Frage der Raumlösung, sondern eine Frage des Materials. Einen akustisch schlechten Saal kann man durch weiche Stoffe, durch Vorhänge und Wandbespannungen verbessern. Ja, ein mitten durch die Wand gespannter Zwirns-faden kann die Akustik eines Raumes völlig verändern oder verbessern.
Das aber sind Surrogate. Denn diese weichen Stoffe saugen den Ton auf und nehmen ihm seine Fülle. Da wussten die Griechen besser Bescheid. Unter den Sitzen ihrer Theater hatten sie in gleichen Abständen Kammern angebracht, in denen sich jeweils ein grosses metallenes Becken befand, das mit Trommelfell bespannt war. Sie versuchten, den Ton zu verstärken, nicht ihn zu schwächen. Und der Bösendorfer Saal hat die herrlichste Akustik, ohne alle Vorhänge, mit geraden, nackten Mauern.

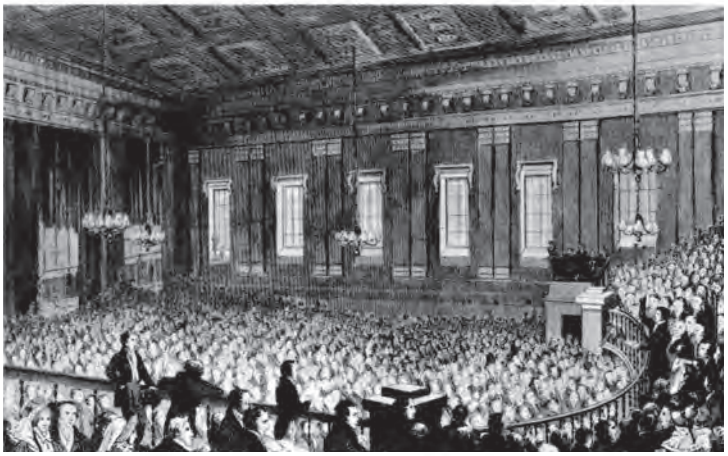
Also gilt es wohl, einen neuen Saal zu bauen, mit den genauen Abmessungen des alten Saales, um den Anhängern der bisherigen Akustiktheorie recht zu geben, und aus demselben Material, um mir recht zu geben? Das Resultat: Der Saal wäre vollständig unakustisch.
Man hat diese Versuche schon gemacht. In Manchester wurde der berühmte Bremer Konzertsaal genau kopiert, der als der Best-akustischste berühmt ist – mit negativem Erfolg.
Aber bisher war jeder neue Saal akustisch schlecht. Manche erinnern sich an die Eröffnung der Wiener Hofoper. Man klagte damals, dass es mit der Wiener Gesangskunst durch das unakustische Haus für immer vorbei sei. Und heute gilt die Oper als das Muster eines akustischen Theaters.
Haben sich unsere Ohren geändert? Nein, das Material, aus dem der Saal besteht, hat sich geändert. Das Material hat durch vierzig Jahre immer gute Musik eingesogen und wurde mit den Klängen unserer Philharmoniker und den Stimmen unserer Sänger imprägniert. Das sind mysteriöse molekulare Verbindungen, die wir bisher nur am Holz der Geigen beobachten konnten.

Um einen Raum akustisch zu machen, muss man also darin Musik machen? Nein, das genügt nicht. Gute Musik muss man drinnen machen. Denn die Seelen der Menschen kann man wohl betrügen, aber nicht die Seele des Materials. Säle, in denen man bisher nur Blechmusik gespielt hat, bleiben ewig unakustisch. Aber, so fein empfindlich ist die Seele des Materials: Man lasse durch acht Tage eine Militärmusik-Kapelle im Bösendorfer Saal schmettern, und die berühmte Akustik des Raumes ist sofort beim Teufel – wie die Geige eines Paganini durch einen Stümper sofort ruiniert werden würde. Überhaupt wird Blechmusik vom Baumaterial nicht gut vertragen. Daher ist immer die eine Seite des Opernhauses weniger akustisch – da wo das Blech spielt. Säle, in denen nie Blechinstrumente spielen, weisen mit der Zeit die beste Akustik auf. Im Mörtel des Bösendorfer Saales wohnen die Töne Liszts und Messchaerts und zittern und vibrieren bei jedem Ton eines neuen Pianisten und Sängers mit. Das ist das Mysterium der Akustik des Raumes.

Michael Forsyth, „Die Schuhschachtel und andere Konzertsäle“,
in: *Bauwerke für Musik, Konzertsäle und Opernhäuser, Musik und Zuhörer vom 17.Jahrhundert bis zur Gegenwart*, S.197 - 232

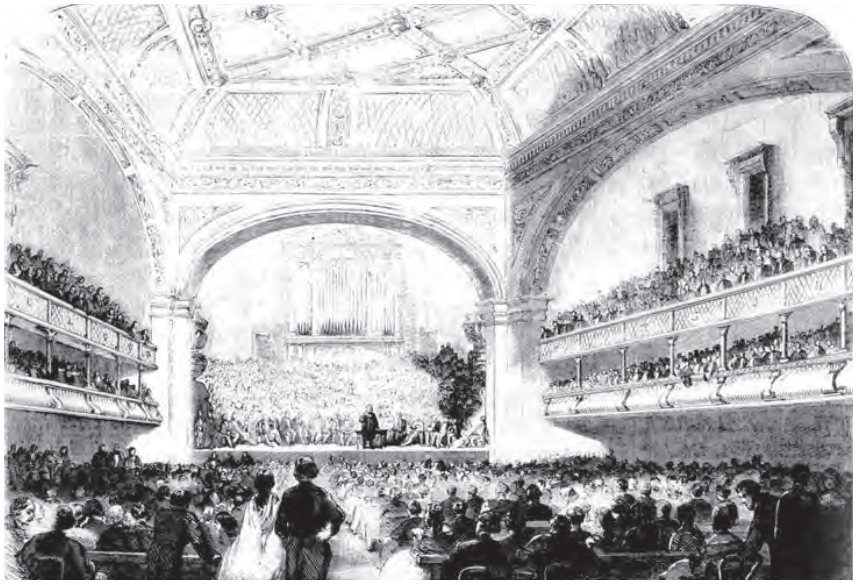
Konzerte zu besuchen, wurde in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts immer beliebter. Fast jede größere Stadt baute damals einen neuen Konzertsaal, der entweder von einzelnen Persönlichkeiten, von Gesellschaften oder von den Sädten selbst finanziert wurde, da musikalische Unterhaltung inzwischen ein allgemeines öffentliches Anliegen geworden war. Bereits bestehende Konzertsäle wurden oft umgebaut, um die wachsende Zahl der Zuhörer aufnehmen zu können, denn Musik war nicht mehr nur eine vorwiegend private Angelegenheit. Die neuen Säle fassten mindestens 1.500 Zuhörer. Auch die Orchester wurden dementsprechend vergrössert, sie erreichten schon bald die Besetzung heutiger Symphonieorchester, um das grössere Raumvolumen auch mit einem angemessenen Klangvolumen füllen zu können. Die Komponisten schrieben unterdessen Werke für immer umfangreichere Orchesterbesetzungen. Jede Komponistengeneration im 19. Jahrhundert - von Schubert, Mendelssohn und Schumann über Brahms und Dvorak bis hin zu Mahler und Richard Strauss - experimentierte mit einer differenzierteren Palette von Klangfarben und steigerte die Klangfülle des Orchesters, um die Hörer ganz in Musik einzuhüllen. Die Familie der Holzblasinstrumente wurde allmählich vergrössert, entsprechend mehr Streichinstrumente setzte man ein. Zum ersten Mal seit der Barockzeit wurde auch das Schlagzeug wieder wichtig. Berlioz verlangt in seinem Buch „Die Kunst der Instrumentierung“, Paris 1844, für ein Musikfest in Paris ein Riesenorchester mit mindestens 242 Streichern, 30 Flügeln, einer gleichen Anzahl Harfen und entsprechend vielen Holzblas-, Blechblas- und Schlaginstrumenten. Die deutsche Übersetzung des Buches ist bereits 1843 erschienen, später wurde sie von Richard Strauss mit Anmerkungen versehen.
Musikalisch sollte diese Erweiterung für den allgemeinen Klangeindruck einer die Melodie einhüllenden orchestralen Harmonie immer wichtiger werden, bis in der spätromantischen Musik die Melodie in ganze Flächen von Klangfarben eingebettet wurde. Die grossen, lange nachhallenden Konzertsäle dieser Zeit sind für solche Musik besonders geeignet, da die Schallreflexionen an den Wänden den Klang der Instrumente zu einem vollen, vielgestaltigen Klangkörper verstärken. Romantische Musik erlaubt im Allgemeinen einen grösseren Grad an akustischer Verzeichnung als Musik der klassischen Periode. Der Nachhall trägt den Klang von einer Note zur anderen und mischt die Musik zu einem Gesamtklangbild. Dieses Verschmelzen und Glätten der Noten lässt sich mit dem übermässigen Gebrauch des glissando bei den Streichern zu Beginn des 20. Jahrhunderts vergleichen, das auf historischen Aufnahmen gut zu hören ist. Ein anderes Kennzeichen romantischer Musik ist die allmähliche dynamische Entwicklung innerhalb einer längeren Passage; ein Saal mit viel Nachhall unterstützt hier den Aufbau des Klanges.
In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts wurden in fast allen Industriezentren Grossbritanniens, in Europa und Amerika Orchesterkonzerte gegeben. Wir sahen in Kapitel 2, dass Grossbritannien in der Mitte des Jahrhunderts ein besonders reiches Musikleben hatte. 1851 notierte Berlioz bei seinem Besuch: „Ich bin überzeugt, dass es keine Stadt in der Welt gibt, wo so viel Musik konsumiert wird wie in London.“ Der in Europa am weitesten verbreitete Konzertsaaltyp war die rechtwinklige sogenannte „Schuhschachtel“ nach dem Vorbild des Alten Gewandhauses in Leipzig. In Grossbritannien war dieser Typ kaum anzutreffen, weil hier die meisten Säle bereits vor den erfolgreichen und weithin kopierten neuen Konzertsälen von Wien, Leipzig und Amsterdam erbaut worden waren. Die europäischen Säle gehen architektonisch auf die Ballsäle der Schlösser zurück, den üblichen Aufführungsort für Konzerte in den Tagen königlicher und aristokratischer Gönnerschaft. In Grossbritannien dagegen war das Musikleben schon lange Zeit öffentlich, es gab keine nennenswerte Tradition höfischer Musik. Die britischen Säle des 19. Jahrhunderts basierten nicht auf einheitlichen Grundrissen und hatten dementsprechend unterschiedliche akustische Qualitäten.
Viele der grösseren Konzertsäle wurden von den neuen Musikgesellschaften in Auftrag gegeben oder umgebaut. Die Exeter Hall in London, eröffnet im März 1831, war ursprünglich für „religiöse, wohltätige und wissenschaftliche Zusammenkünfte“ gebaut worden, wurde aber 1850 auf Betreiben der Sacred Harmonie Society, die 1832 gegründet worden war, vergrössert, um auch Konzertveranstaltungen zu genügen (Abb. 6.1 und 6.2). Dieser Saal wurde bis in die 1880er Jahre der wichtigste Aufführungsort für Oratorien in London. Edinburghs Music Hall wurde 1843 eröffnet, die Liverpool Philharmonie Hall 1849 (Abb. 6.3 und 6.4).
Die Philharmonie Hall, von Hans Richter als „schönster Konzertsaal Europas“ bezeichnet, wurde von der (jetzt Royal) Liverpool Philharmonie Society errichtet, einer der ältesten professionellen Orchestergesellschaften, die heute noch existieren. Nachdem die Gesellschaft zunächst in einer Tanzakademie namens „Mr. Lassell‘s Saloon“ und dann in einem grossen Schulsaal Konzerte gegeben hatte, beauftragte sie 1844 den ortsansässigen Architekten John Cunning-

6.1
Exeter Hall, Strand in London, eröffnet 1831; Stich von etwa 1840. (Royal Opera House Archives)



6.2
Exeter Hall, Strand in London; Stich von etwa 1840. Der Saal, 1850 vergrößert, wurde zum bedeutendsten Aufführungsort für Oratorien in London bis um 1880. (Royal Opera House Archives)

6.3
Alte Philharmonic Hall in Liverpool von John Cunningham, 1846-1849; Stich von etwa 1870. (Liverpool Philharmonic Society)



6.4
Alte Philharmonic Hall in Liverpool, Innenansicht, 1859. (Illustrated London News Picture Library)

ham, Pionier in der Anwendung des Gusseisens im Bauwesen, einen schönen Konzertsaal für den neuen und ‚schon sehr beliebten Liverpooler Stadtteil der Hope Street zu entwerfen. Cunninghams erster Vorschlag, ein hufeisenförmiger Saal mit 1.500 Plätzen, wurde für zu klein befunden, sein zweiter Entwurf, ein rechteckiger Saal mit 2.100 Plätzen und zusätzlich 250 Plätzen für Chor und Orchester, wurde akzeptiert. Nach zweijähriger Bauzeit fand die Eröffnung 1849 statt. Zu dieser Zeit war Cunningham schon tot. Mendelssohn war beauftragt worden, für das einwöchige Eröffnungsfestival ein Werk zu schreiben und zu leiten, aber auch er starb schon 1847. Der Saal brannte 1933 nieder.
Die Musikgesellschaft von Manchester, die von Charles Hallé geleitet wurde und aus der später das Hallé-Orchester hervorging, erwarb die Manchester Free Trade Hall, 1856 fertiggestellt, als eigenes Haus. Sie wurde von Edward Walters in einem „lombardisch-venezianischen" Stil mit einem Kostenaufwand von 40.000 Pfund gebaut. Der Grundriss des Auditoriums war rechteckig mit einer halbrunden Stirnwand - akustisch eine riskante Formgebung, was auch der Architekt erkannt haben muss, denn er bezog die Türen an der gegenüberliegenden Wand mit einer schallabsorbierenden Stoffverkleidung.
Die St. James's Hall in London, die von Owen Jones entworfen und im Frühling 1858 eröffnet wurde, war von den beiden Musikverlegern Chappell und Cremer privat gefördert worden. Der grosse Saal mit 2.500 Plätzen lag mit der einen Frontseite an der Regent Street, mit der anderen an Piccadilly. Die Musical Times schrieb im August 1856, diese Halle überträfe alle grossen Musiksäle im Königreich. Das Bauwerk verursachte entsprechende Kosten; die ursprünglich veranschlagten Kosten von 23.000 Pfund, die, um ganz sicher zu gehen, mit 40.000 Pfund angegeben worden waren, beliefen sich schliesslich auf 70.000 Pfund, vor allem wegen des erst später entdeckten Sanduntergrunds, der massive Betonfundamente erforderlich machte. Nach einer nochmaligen Vergrösserung des Bauwerks betrugen die Gesamtkosten schliesslich 120.000 Pfund. In dem Gebäude waren ein grosser Saal in neugotischem Stil und zwei kleinere Säle. Der grosse Saal hatte die Maße 42,4 m auf 18,3 m und eine Höhe von 18,3 m, ungefähr die gleichen Maße wie die Exeter Hall, nur schmaler. An der Rückwand war eine Galerie, an der Stirnwand hinter der Bühne stand in einer überwölbten Apsis die Gray & Davison-Orgel. Die prächtig vergoldete Decke, als Tonnengewölbe ausgeführt, wurde von diagonal verlaufenden, im maurischen Stil verzierten rotgoldenen Rippen in rautenförmige Kassetten gegliedert. Die spitzbogigen Giebelfelder über den Seitenfenstern zeigten verschiedene Reliefs mit Gipsfiguren, die in den Händen Schriftrollen hielten mit den Namen von Mozart, Händel, Beethoven, Haydn, Auer, Meyerbeer, Spohr, Weber, Gluck, Purcell, Rossini, Cherubini und anderen bedeutenden Komponisten. Licht erhielt der Saal nicht von einem zentral aufgehängten Leuchter, sondern von mehreren von der Decke herunterhängenden sternförmigen, siebenarmigen Gasleuchtern.

Nach anfänglichem Widerwillen der Konzertveranstalter gegen die St. James's Hall starteten die Herren Chappell im Februar 1859 eine „Monday Pops" genannte Konzertreihe, die sich als ungeheurer Erfolg herausstellte. Besonders berühmt wurde der Saal durch seine Kammerkonzerte mit Joseph Joachim als Quartettleiter und Clara Schumann als Pianistin. Das tausendste Konzert fand 1887 statt, die ganze Reihe lief bis 1898. Das Gebäude wurde 1905 abgerissen, um dem Piccadilly-Hotel Platz zu machen.

Zur gleichen Zeit eröffneten in London einige kleinere, privat geförderte Konzertsäle vorwiegend für Kammermusik, so 1875 die Steinway Hall, 1901 die beliebte Bechstein Hall, die während des Ersten Weltkrieges als Eigentum des Kriegsgegners geschlossen hatte, später als Wigmore Hall wiedereröffnet wurde und heute noch existiert. 1903 wurde die Aeolian Hall eröffnet. Alle Säle waren zu ihrer Zeit Stätten hervorragender Konzerte, hatten jedoch häufig, vor allem wegen der schlechten Schallisolierung, akustische Probleme. Da die alten Säle im Stadtkern ihre Notausgänge direkt zur Strasse öffneten, konnte der Verkehrslärm ungehindert hereindringen. In der Exeter Hall war die interne Schallisolierung zwischen dem grossen und dem darunter liegenden kleineren Saal so schlecht, dass „manchmal ein kurzsichtiger Redner in dem kleinen Saal, wenn er die Beifallsstürme von oben herabschallen hörte, dankbar eine Pause einlegte, weil er dachte, sie rührten von seinem Publikum her". [...]
Wenn die Konzertsäle nach einer gewissen Zeit eine Art Tradition aufgebaut und sich Erinnerungen an grosse Künstler und Ereignisse bewahrt haben, werden manche funktionalen Nachteile vielleicht hingenommen oder gar nicht bemerkt, die heute bei einem neuen Saal Anlass heftigster Klagen wären. Das mag fälschlicherweise zu dem Glauben verleiten, die Akustik eines Saales könne reifen - wie Cognac oder alte Violinen. Dass manche Fehler eines Konzertsaales auch liebenswert werden können, zeigt die fol-

gende Passage über die St. James's Hall aus Helen Henschels Erinnerungen „Music When Soft Voices Die":

„Alle, die einmal Konzerte in der St. James's Hall erlebt haben, werden den Verlust dieses Saales beklagen, obwohl er nicht besonders gemütlich und sicher auch nicht sehr schön war. Ich glaube nicht, dass es einen Konzertsaal mit besserer Akustik gegeben hat und ich frage mich, ob es nur die Phantasie ist, die ihn mit solch einer einzigartigen intimen und bezaubernden Atmosphäre ausstattet, einer Wärme des Willkommenheissens für Musiker und Zuhörer. ‚Liebe alte St. James's Hall...,' schrieb mein Vater [Sir George Henschel], , ... im Geiste sitze ich sogar jetzt auf einer jener Bänke, und alles um mich herum wird wieder lebendig ... Da ist der schöne alte Saal, voll bis auf den letzten Platz, sogar auf der Bühne drängen sie sich ... , dann plötzliche Stille ... , der stattliche Joachim taucht links aus einem Seitenraum auf, ihm folgen der bescheidene Ries, der ernste Strauss, der umgängliche Piatti. Ernst nehmen sie den Applaus entgegen, der bei ihrem Auftritt anschwillt, setzen sich vor ihre Notenpulte, und die vier wunderbaren Saiteninstrumente erklingen in so seltener Vollkommenheit, dass man glaubt, Musik des Himmels zu hören.'"

Mit dem geringen Wissen, das die Architekten früher Konzertsäle über die Raumakustik besassen, konnten sie die Klangqualität und die Wirkung verschiedener Formen und Materialien in einem Saal nicht vorhersagen. Sie konnten nur bereits bestehende Gebäude eingehend studieren und danach, manchmal in Analogien zu Musikinstrumenten, ihre Vermutungen anstellen. T. E. Knightly, Architekt der Queen's Hall, zog den richtigen Schluss, dass konvexe Oberflächen für die Schallstreuung wichtig sind im Gegensatz zu konkaven, die den Schall bündeln: „Blasinstrumente brachten mich drauf. So ist der Schalltrichter des Horns normalerweise konvex, und diese Form ist für den Zuschauerraum übernommen worden. Die Verbindung zwischen Decke und Wand ist gewöhnlich eine Hohlkehle, hier wird es umgekehrt sein. Meistens konnte der Architekt nur bewährte Methoden und Formen anwenden und seinem Glück vertrauen.

Im späten 19. Jahrhundert war das erfolgreichste und am häufigsten nachgeahmte Vorbild der rechtwinklige Konzertsaal in Form einer Schuhschachtel, schmal mit hoher Decke, einem ebenen Fussboden, einer erhöhten Bühne an einem Ende und einer umlaufenden Galerie. Er hat viel Nachhall und einen üppigen, vollen Klang, der gut zur Musik dieser Zeit passt. Gebaut wurden diese Säle insbesondere für die Aufführungen von Orchester- und Chorkonzerten für ein Publikum von 1.500 bis 2.000 Zuhörern.

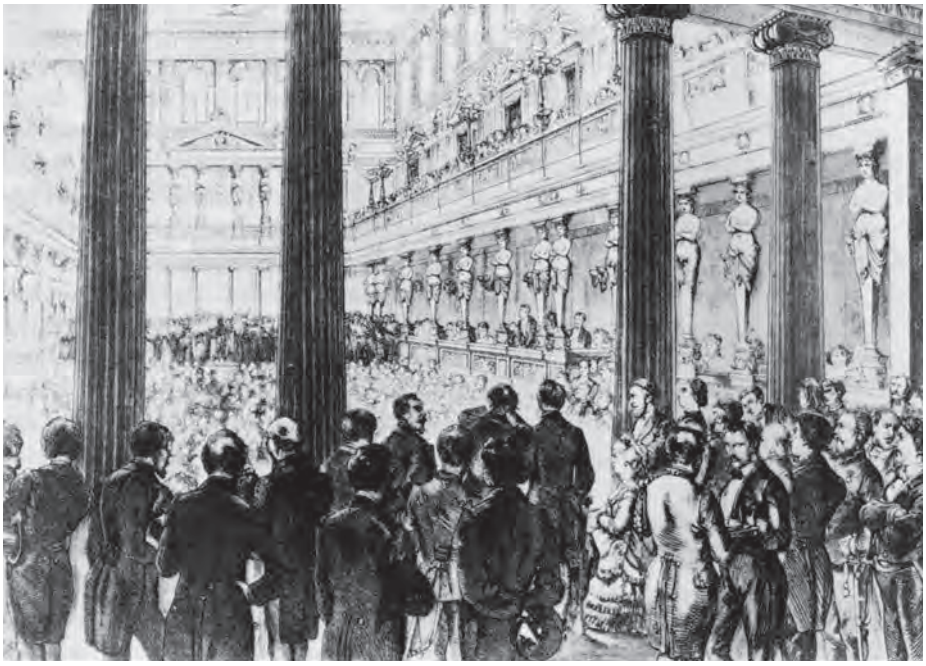
Der hervorragendste all dieser alten Säle in Europa ist der Grosse Musikvereinssaal in Wien im dortigen Musikvereinsgebäude, errichtet 1867-1869 (Abb. 6.6 bis 6.8). Es steht in der Dumbagasse und ist mit der Staatsoper, dem Burgtheater und anderen öffentlichen Bauten Teil der Ringstrasse, der berühmtesten und schönsten Gruppierung öffentlicher Bauwerke in Europa. Architekt war Theophil Ritter von Hansen (1813-1891), ein Däne, der in Kopenhagen ausgebildet wurde, dann über Berlin, München und Italien nach Griechenland ging, wo er ab 1838 die folgenden acht Jahre mit seinem älteren Bruder Hans Christian Hansen zusammenarbeitete, der Architekt des Königs von Griechenland geworden war und zu jener Zeit gerade die Universität von Athen baute. 1846 ging Theophil Hansen nach Wien, wo er für den Rest seines Lebens blieb, baute aber in Athen weitere grössere Projekte - die Akademie der Wissenschaften und die Nationalbibliothek -, alles in streng klassizistischem Stil. Fünf Jahre später, 1851, heiratete er die Tochter von Ludwig Förster, einem prominenten Wiener Architekten. Mit ihm fertigte er den Entwurf für das Armeemuseum im Arsenal in Wien. Wenig später entschloss sich Kaiser Franz Josef 1., Wien auszubauen und es Baron Haussmanns Neugestaltung von Paris für Napoleon III. entgegenzusetzen.

1857 schleifte man die alten Befestigungen rund um die Stadt. Im folgenden Jahr wurde ein Wettbewerb ausgeschrieben für die an ihrer Stelle geplante Ringstrasse, einen breiten, mit Bäumen gesäumten Boulevard um die ganze Stadt herum mit repräsentativen Bauwerken auf weiten Plätzen. Ludwig Förster bekam den ersten Preis; natürlich erhielt Hansen Aufträge für verschiedene dieser Bauten. Nach seinem monumentalen Mietshofprojekt Heinrichshof war das Musikvereinsgebäude der erste öffentliche Auftrag, danach folgten die Börse, die Akademie der Künste und das Parlament. Damit wurde Theophil Hansen als Hauptvertreter des Historismus bekannt, der speziell, wenn auch nicht ausschliesslich, im Stil der Hochrenaissance baute.

Das Musikvereinsgebäude wurde am 5. Januar 1870 von der Gesellschaft der Musikfreunde eröffnet. In dem harmonischen, schlichten Bauwerk befinden sich zwei Konzertsäle: der Grosse Musikvereinssaal und ein kleinerer Kammermusiksaal, der Brahmssaal. Ersterer, das Heim der Wiener Philharmoniker und in seiner Geschichte mit allen berühmten Dirigenten Europas verbunden, wird seines reich vergoldeten Inneren und seiner guten Akustik wegen der Goldene Saal genannt. Er misst 56,3 m mal 19,8 m,

6.6
Musikvereinsgebäude in Wien von Theophil von Hansen, 1867-1869; Aquarell nach dem vorläufigen Architektenentwurf. (Gesellschaft der Musikfreunde, Wien)

6.7
Großer Musikvereinssaal in Wien; Fotografie, aufgenommen vor der Renovierung 1911. Als Goldener Saal bekannt, gilt er als einer der besten Konzertsäle der Welt. (Archiv der Gesellschaft der Musikfreunde, Wien)



6.8
Großer Musikvereinssaal in Wien; Zeichnung von Johann Schönberg. (*Über Land und Meer*, 1870, Blatt 24)

ist für heutige Verhältnisse mit zweiundzwanzig Sitzplätzen pro Reihe also ziemlich schmal, aber hoch; sein Volumen beträgt 14.600 m3, er hat 1.680 Plätze. Auf dem ebenen Parkettfussboden stehen drei Blöcke von Holzstühlen, an den Längsseiten erheben sich wenig über Fussbodenhöhe je eine Galerie. Um den ganzen Saal läuft eine Empore, die über der Bühne einen Orgelchor bildet. Sie wird von zweiunddreissig grossen vergoldeten Karyatiden und dahinterstehenden ionischen Säulen getragen. Über ihren zwanzig Ausgängen sind Giebelfelder mit Statuen. Der Saal erhält durch mehr als vierzig stockwerkhohe Fenster Tageslicht, abends wird er von zehn Kristallüstern beleuchtet. Die Wände sind grösstenteils verputzt, die reich verzierte und vergoldete Stuckdecke liegt auf frei sichtbaren Trägerbalken. Stufen führen zur Bühne hinauf, über der sich die Orgel befindet. Der Saal hat vollbesetzt bei mittleren Frequenzen eine Nachhallzeit von etwas über 2 s. Das Raumvolumen und die harten, verputzten Wände ergeben einen vollen, reichen Bassklang, wegen der geringen Breite und der strukturierten Oberflächen wird jeder Platz unmittelbar mit Schallreflexionen versorgt, so erhalten die Streicher einen besonders schönen, klaren Ton. Der Musikvereinssaal gilt noch immer als einer der besten Konzertsäle der Welt.

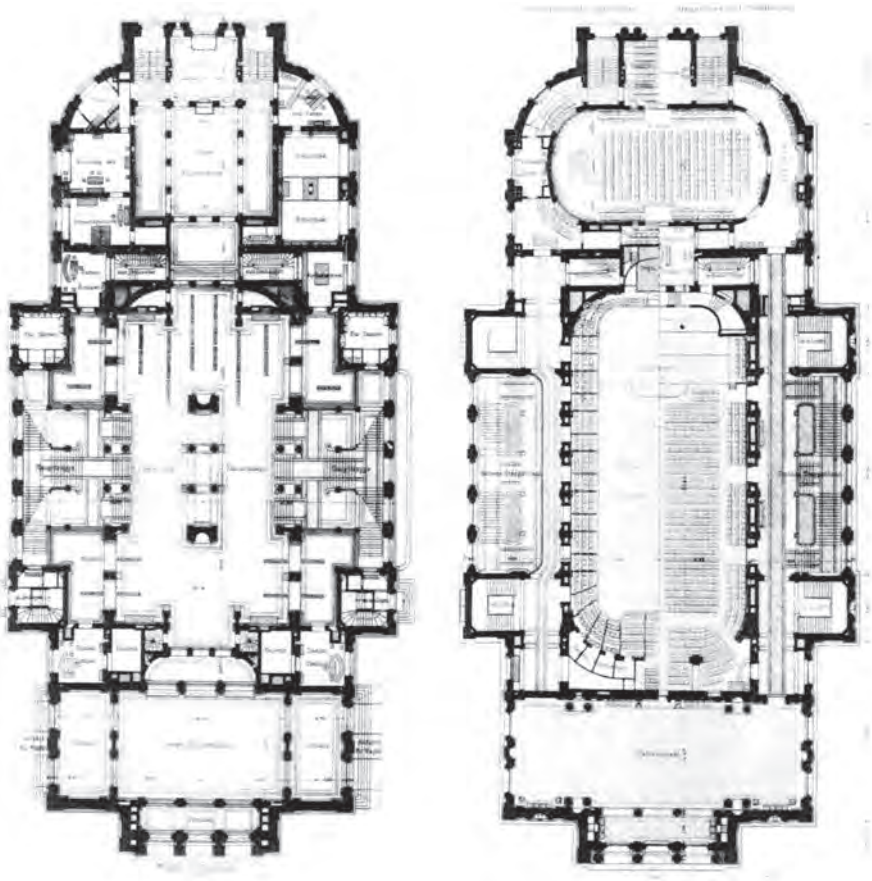
Auch Leipzig hätte seit Jahren schon einen neuen Konzertsaal gebraucht. Die 400 Plätze im Alten Gewandhaus reichten bei weitem nicht aus. Noch als Mendelssohn der angesehene Kapellmeister der Gewandhauskonzerte war (1835-1847), waren die oberen Logen 1842 in Galerien umgewandelt worden, wodurch sich die Anzahl der Sitzplätze auf 570 erhöhte, jede Ecke wurde für Sitz- oder Stehplätze genutzt. Manches Mal drängten sich mehr als tausend Zuhörer, um die grössten Komponisten jener Zeit ihre eigenen Werke dirigieren zu hören - Berlioz aus Paris, Grieg aus Norwegen, Brahms aus Wien, Tschaikowsky aus Russland und Wagner, der in Leipzig geboren war. Seit Mozarts Tagen waren immer wieder Benefizkonzerte gegeben worden, um Geld für bauliche Verbesserungen zu sammeln, aber diese Subskriptionen hatten sich erschöpft und waren oft von Generation zu Generation übertragen worden. Der alte Saal war soweit wie möglich modernisiert, die Kerzen zuerst durch Öllampen, dann durch Gaslampen ersetzt worden.

Seit 1865 erwog man den Bau eines neuen Saales; das Kapital dazu wurde schliesslich durch Hinterlassenschaften, Darlehen und Subskriptionen aufgebracht. Das neue Haus war der preisgekrönte Wettbewerbsentwurf der Berliner Architekten Martin K P. Gropius (1824- 1880) und Heinrich Schmieden (1835-1913). Baubeginn war 1882 nach dem Tode von Gropius. Fertiggestellt wurde das Gebäude von Schmieden in Zusammenarbeit mit Victor von Weltzien und Rudolf Speer. Gropius und Schmieden hatten schon verschiedene öffentliche Bauten entworfen, auch das 1881 vollendete Kunstgewerbemuseum in Berlin. Wie ihre Zeitgenossen bauten sie in verschiedenen historisierenden Stilformen, vor allem im Stil der Neorenaissance. Das Neue Gewandhaus wurde in relativ zurückhaltendem, akademischen Klassizismus ausgeführt. Den Namen Gewandhaus, der ein Synonym für Leipzigs Musikleben geworden war, übertrug man auf den neuen Saal. Ebenso verfuhr man mit dem Leitspruch des Orchesters, der auf dem Fries unterhalb des Giebelfeldes erschien: Res severa verum Gaudium, wahre Freude kommt aus der Ernsthaftigkeit des Tuns.

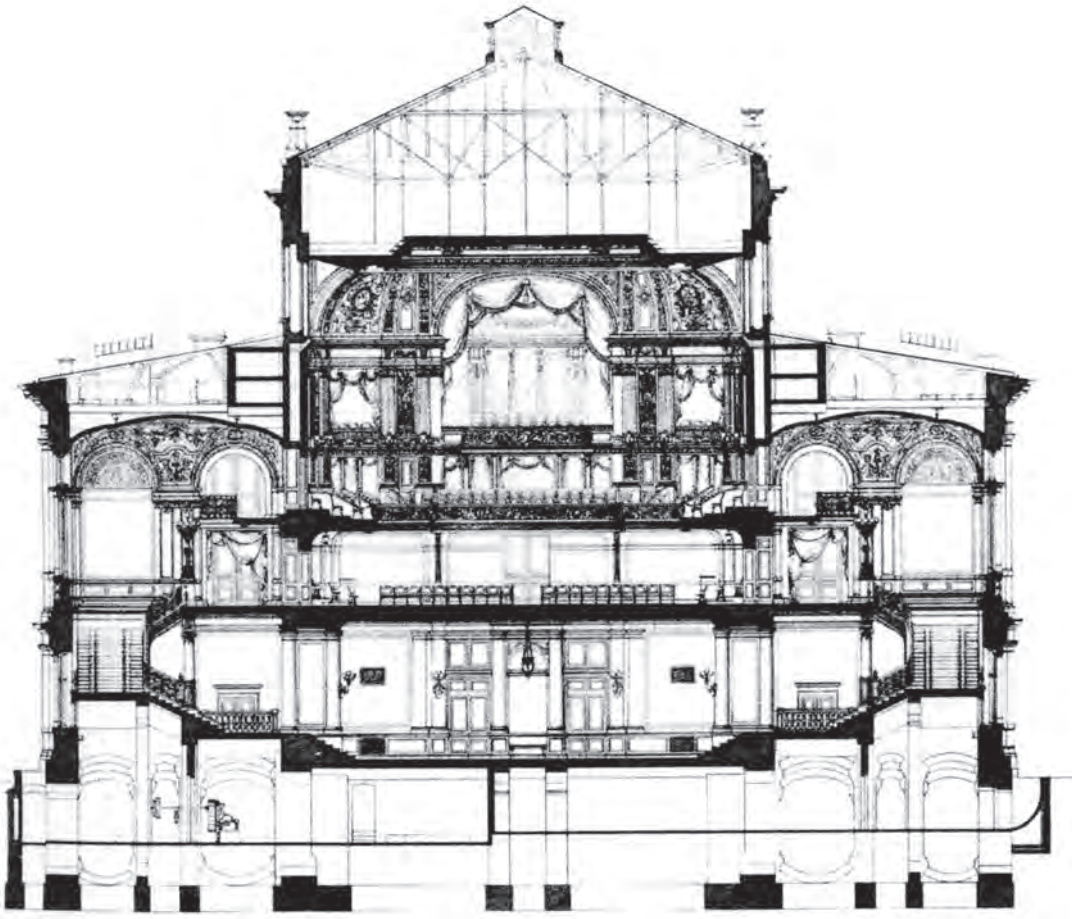
Das Gewandhaus befand sich damals auf dem freien Feld in einem südwestlichen Vorort der Stadt, man befürchtete deshalb anfangs, der Konzertsaal wäre vom alten Stadtzentrum zu weit entfernt. Bald nach der Eröffnung 1884 wurden diese Befürchtungen jedoch gegenstandslos, als auch nicht weit davon entfernt das Konservatorium für Musik und andere grössere Einrichtungen entstanden - das Reichsgericht, die Universitätsbibliothek und die Akademie der Schönen Künste. So wuchs mit den Jahren ein ganz neuer Stadtteil; mit dem Konzertsaal und dem Konservatorium als Mittelpunkt wurde es das „Musikviertel“ genannt. Nachdem sich 1896 das Neue Gewandhaus etabliert hatte, wurde das Alte Gewandhaus aufgelöst.

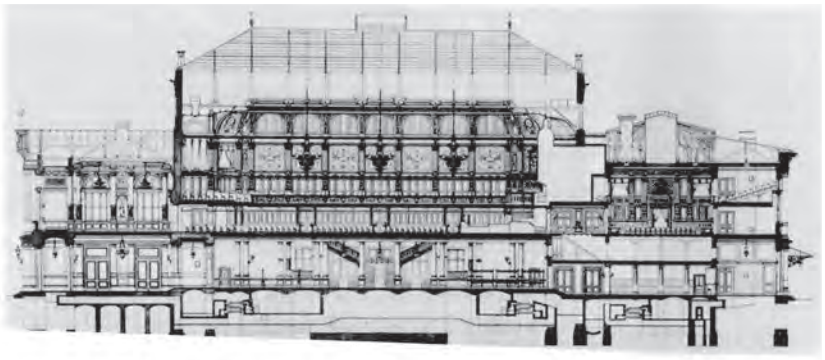
In dem Gebäude befanden sich ein grosser und ein kleiner Saal, beide im ersten Stockwerk (Abb. 6.9 bis 6.11). Das Erdgeschoss war den Eingangshallen, Garderoben- und Toilettenräumen vorbehalten. Von hier aus führten zu beiden Seiten zwei grosse Treppen zum Foyer und zu den Sälen im piano nobile. Hinter dem Bühnenende des grossen Saales und noch hinter Büroräumen und Künstlerzimmern befand sich ein kleinerer Kammermusiksaal, eine exakte Kopie des Alten Gewandhauses mit über 640 Plätzen. Schon in der Aussenansicht erhob sich der grosse Saal über die ihn umgebenden Foyers, der benötigten Raumhöhe wegen und um Tageslicht hereinzulassen. Der rechtwinklige grosse Saal war eine vergrösserte Version des Alten Gewandhauses, jedoch mit geraden Schmalseiten und abgerundeten Ecken. Der Saal war vom Grundriss her ein doppeltes Quadrat mit 37,8 m mal 18,9 m und einer Höhe von fast 14,9 m; das ergibt ein Volumen von 10.600 ml. Er hatte 1.560

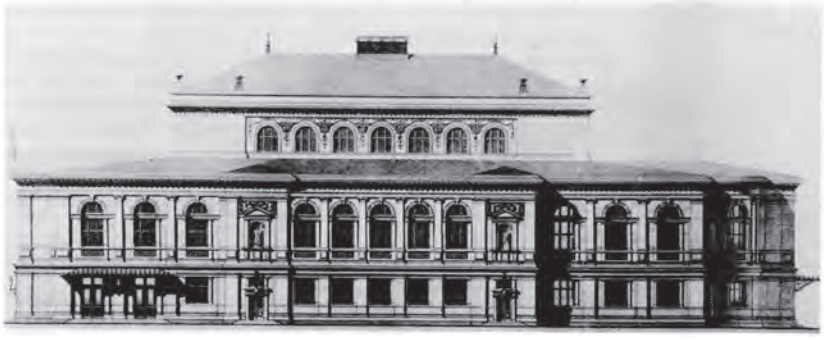
6.9
Neues Gewandhaus in Leipzig von Martin Gropius und Heinrich Schmieden, eröffnet 1884, Hauptsaal.
(*Zeitschrift für technische Physik* 14, Nr. 11, 1933, S. 500)



6.10
Neues Gewandhaus in Leipzig, Grundrisse der Eingangsebene (links) und des Konzertsaals (rechts).
(Gerhard Döring, Dresden)







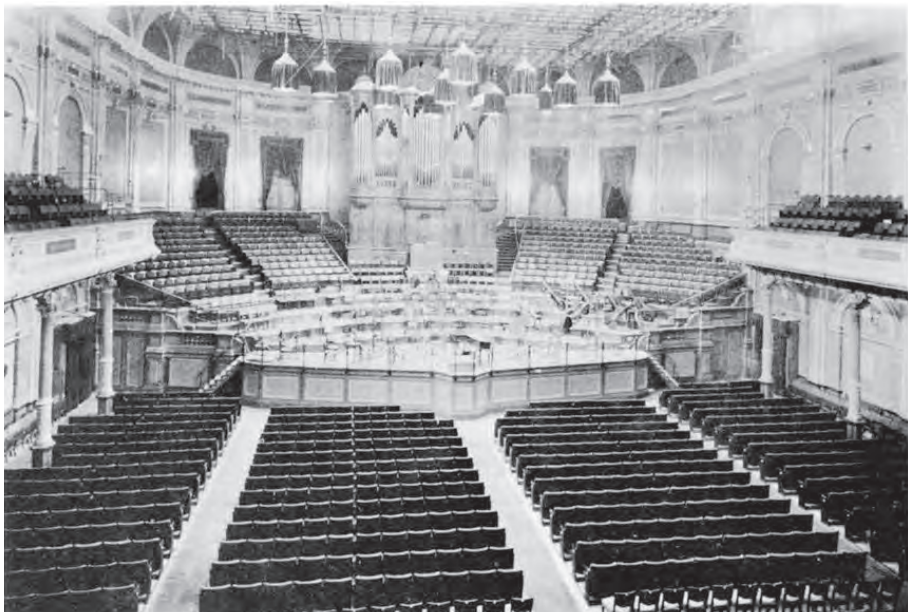
6.11
Neues Gewandhaus in Leipzig, Schnitte und Ansicht.
(Gerhard Döring, Dresden)

plüschgepolsterte Sitze. Eine freitragende Galerie zog sich rund um den Saal, nur hinter der Bühne liess sie eine Empore für die Walker-Orgel frei. Die Seitenwände über der Galerie wurden von Pilastern unterteilt. Über den dazwischenliegenden Wandflächen - zehn davon zierten grosse Ölgemälde - waren vierzehn stockwerkhohe Lünetten, die tief in die Deckenkehle einschnitten. Drei grosse Lüster beleuchteten den Saal.
Schon von Beginn an hatte das Gewandhaus den besten Ruf, sein grosser Saal war ein Vorbild akustischer Vollkommenheit. Seine Bedeutung vergrösserte sich noch, als Sabine es 1895 zusammen mit dem Wiener Grossen Musikvereinssaal als Modell für die neue und gelungene Boston Symphony Hall wählte. Mit einer gegenüber dem Grossen Musikvereinssaal etwas kürzeren Nachhallzeit von 1,55 s bei mittleren Frequenzen und voll besetztem Saal kam das Neue Gewandhaus dem Kompromiss näher, sowohl der monumentalen Musik der Romantik als auch der Musik der Klassik den passenden Rahmen zu bieten, ideal also für die Musik des 19. Jahrhunderts. Vielleicht ist es kein Zufall, dass sich alle Musikdirektoren des Alten Gewandhauses seit Mendelssohns Zeiten geweigert hatten, Werke zeitgenössischer Komponisten in die regulären Konzertreihen aufzunehmen, um, wie gesagt wurde, „ein Bollwerk gegen den schlechten Geschmack“ zu errichten. In den drei Festkonzerten zur Eröffnung spielte man nur Musik von Bach, Händel, Haydn, Mozart, Beethoven, Schubert, Weber, Spohr und Schumann. Der Saal wurde in der Nacht vom 21. zum 22. Februar 1944 bei einem Luftangriff zerstört - ein unersetzlicher Verlust für die Musikwelt.
Das von A. L. van Gendt entworfene und 1888 eröffnete Concertgebouw in Amsterdam ist der dritte bedeutende rechtwinklige Konzertsaal Europas, der im Typ des Leipziger Gewandhauses gebaut wurde (Abb. 6.12 bis 6.14). Er unterscheidet sich jedoch von den anderen in Grösse und Proportionen, hat deshalb auch eine ganz andere Akustik. Der grosse Saal mit einem halbrunden Bühnenabschluss und der tiefkassettierten Decke hat eine Höhe von 15,2 m, eine Breite von 29 m - das ist eineinhalb mal so breit wie das Neue Gewandhaus - und ist mit einem Volumen von 18.700 m3 fast doppelt so gross wie das Gewandhaus. Dadurch entwickelt sich ein längerer Nachhall, die Schallreflexionen von den weit entfernten Seitenwänden kommen erst relativ spät in der Saalmitte an. Die Musik erhält dadurch einen warmen, durchmischten, nachklingenden Ton, dem wohl Klarheit fehlt, der aber sehr lebendig wirkt. Für Musik von Mozart und Haydn eignet sich der Saal nicht besonders, er ist jedoch einer der besten europäischen Säle für monumentale Musik der Romantik. Eine hohe, schmale Galerie umzieht an drei Seiten den Saal, die Mehrzahl der 2.200 Plätze befindet sich jedoch im grossen, ebenen Parkett. Die Sitze können bei weniger formellen Anlässen auch durch Tische und Stühle wie in einem Restaurant ersetzt werden. Seit dem 19. Jahrhundert war es üblich, die Chorsitze um die Bühne bei Orchesterkonzerten zu verkaufen, die daraus entstehende Umrahmung des Orchesters durch das Publikum lässt schon an die halbrunden Säle der heutigen Zeit denken.

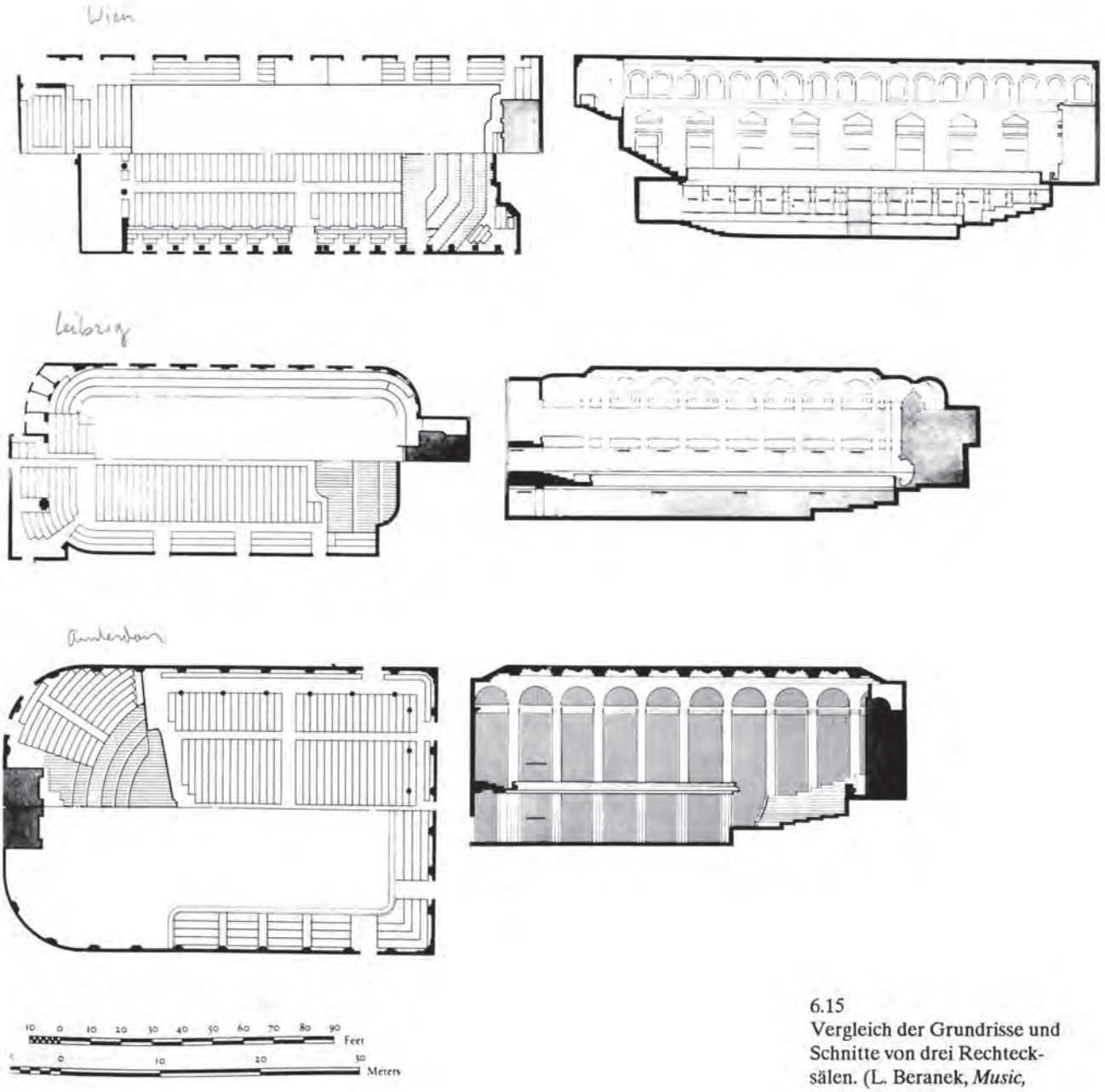
Diese berühmten alten „Schuhschachteln“ (Abb. 6.15) haben einige wichtige akustische Merkmale. Da sind zunächst die relativ kleinen Sitzbereiche. Mit weniger Plätzen als die meisten grossen Auditorien des 20. Jahrhunderts, die oft mehr als 3.000 Zuschauer fassen, und mit einer meist engeren Sitzanordnung bieten sie den Vorteil akustischer Intimität, das heisst, keiner der Zuhörer sitzt sehr weit vom Orchester entfernt. Dazu kommt die relativ hohe Decke, die, bezogen auf den Sitzbereich, ein grosses Volumen ergibt. Trotz der starken Schallabsorption von Personen bei mittleren und hohen Frequenzen ergibt sich dabei bei mittleren Frequenzen und vollbesetztem Saal noch eine Nachhallzeit von meist 2 s. Das erzeugt einen volltönenden, durchmischten Klang, der in den Bässen besonders reich ist, wobei durch den Nachhall im Hintergrund einzelne Töne eingebunden werden. Starker Nachhall hat also den Vorteil, dass die gesamte Schallenergie in einem Saal vergrössert wird, ein Effekt, der bei einem grossen Raumvolumen wichtig ist; er ist der Wirkung eines Klavierpedals vergleichbar. Gleichzeitig gewährleistet die im allgemeinen mit 19 bis 23 m geringe Breite des Rechteckraumes, dass keiner der Zuhörer sehr weit von einer der Seitenwände entfernt ist und somit sofort nach dem Direktschall kräftige seitliche Reflexionen erhält. Das gibt der Musik eine hohe Deutlichkeit, sie scheint dann bei forte-Stellen den Raum regelrecht zu füllen. Die akustische Wirkung von seitlichen Balkonen in solchen Sälen ist kritisch, denn die seitlichen Schallreflexionen sind hier eigentlich einem „Billardkugel-Effekt“ oder Winkelspiegel zuzuschreiben, bei dem der Schall von den Seitenwänden auf die Balkonunterseiten und auch auf die Decke geworfen wird, um dann die Hörer im Parkett zu erreichen (Abb. 6.16). Ohne die Balkonunterseiten würden die seitlichen Schallreflexionen über die Köpfe der Zuhörer hinweggehen. Aus diesem Grund ist es bei zwei übereinander angeordneten Balkonen wichtig, dass der Abstand

6.12
Concertgebouw in Amsterdam von A. L. van Gendt, eröffnet 1888; Architektenzeichnung der Eingangsfassade. (Concertgebouw)

6.13
Concertgebouw in Amsterdam; Architektenzeichnung der Rückfassade. Vor dem großen Saal mit dem Satteldach sieht man den kleinen Saal mit seiner elliptischen Form. (Concertgebouw)



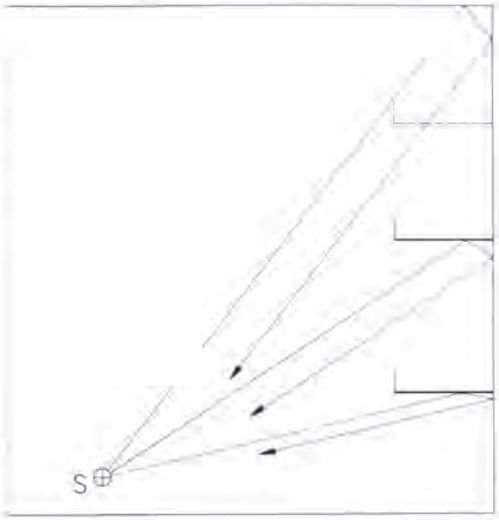
6.14
Concertgebouw in Amsterdam, Innenansicht zur Bühne hin. (Concertgebouw)



6.15
Vergleich der Grundrisse und Schnitte von drei Rechtecksälen. (L. Beranek, *Music, Acoustics and Architecture*, New York 1962)

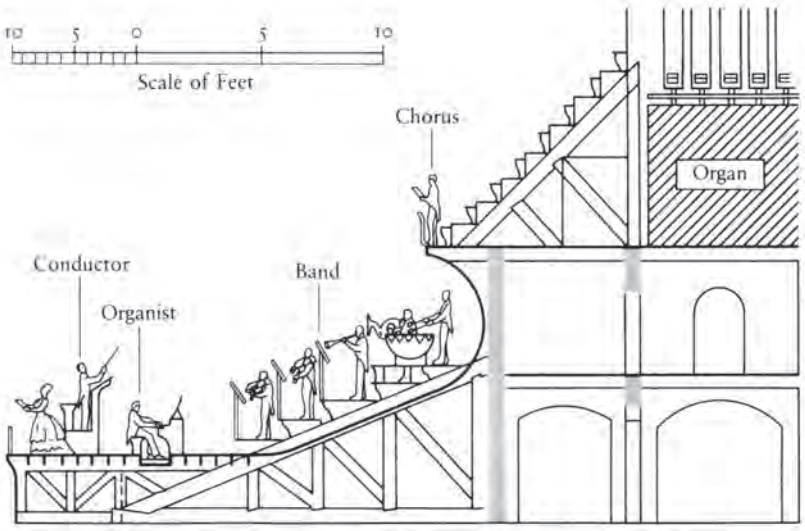
vom ersten zum zweiten grösser ist als der Abstand vom Parkett zum ersten Balkon (Abb. 6.16). Die Balkone haben ausserdem die Wirkung, die tatsächliche Breite des Saales noch zu verringern. Es muss jedoch betont werden, dass diese Überlegungen nicht Ergebnis einer Durchdringung der akustischen Problematik durch die Architekten waren, sondern aus der Tradition des Konzertsaalbaus hervorgegangen sind, wo ein Vorbild dann als nachahmenswert angesehen wurde, wenn es sich bewährt hatte.

Ein weiteres, weniger vorteilhaftes Merkmal dieser berühmten Säle des 19. Jahrhunderts ist der ebene Fussboden, denn sie wurden gelegentlich auch als Ball- oder Bankettsaal genutzt. Der direkte Schall von der Bühne trifft die Köpfe der Zuhörer streifend, besonders bei ebenem Boden und niedriger Bühne; der sog. Glanzwinkel geht dann gegen 90°. Dieser als „streifender Schalleinfall" bekannte Effekt bewirkt, dass der Schall absorbiert wird, so dass der Schalldruck im hinteren Teil des Saales messbar geringer ist. Eine annehmbare Akustik auf den hinteren Plätzen hängt also davon ab, dass Reflexionen von der Decke und „Billardkugel-Reflexionen" von anderen Flächen aus dem oberen Saalbereich kommen. Es ist deshalb nützlich, wenn die Bühne hoch und abgestuft ist; die Concertgebouw-Bühne ist ungewöhnlich hoch. Ein nicht verwirklichter Entwurf des Architekten und Musikers Heathcote-Stratham von 1872 für ein Konzertpodium hat einen besonders steilen Anstieg (Abb. 6.17). Aber auch da, wo die Akustik dieser Säle sehr gut ist, könnte sie mit einer ansteigenden Bühne bzw. mit einem gestaffelten Orchesterpodium noch besser sein.
Es gibt genug schlechte kastenförmige und andere Konzertsäle, die zeigen, dass noch weitere Faktoren die akustische Qualität mitbestimmen, nämlich Bauausführung und Baumaterialien. Mythen umranken dieses Thema. Man glaubte zum Beispiel, dass die unter der Bühne, in den Wänden oder unter dem Dach der alten europäischen Konzertsäle gefundenen zerbrochenen Flaschen aus irgendwelchen wichtigen, aber vergessenen akustischen Gründen eingefügt wurden; zweifellos sind es nur die Überreste der Mahlzeiten der vielen Bauarbeiter. Ein anderer Mythos war, dass eine wissenschaftlich begründete Beziehung zwischen dem Klang und den Zahlenproportionen des Saales bestehe - ein Glaube, den schon Heathcote-Stratham aufs entschiedenste zurückwies, als er 1878 schrieb: „ ... Theorien über rhythmische Proportionen zwischen Höhe, Breite und Länge. Das ganze Gerede über Grössenverhältnisse ist blanker Unsinn." Ein drittes unbegründetes Vorurteil bestand darin, dass die besten Säle vorwiegend aus Holz erbaut seien und ihre Oberflächen mitschwingen und den Klang wie eine Geige verstärkten. Tatsächlich absorbieren mitschwingende Wandverkleidungen nur die Schallenergie und schwächen damit Lautstärke und Nachhall. Die Analogie mit dem Musikinstrument ist falsch: die in einem massiv gebauten Konzertsaal erzeugte Schallenergie ist verglichen mit der einer aus sehr dünnem Holz gefertigten Geige extrem gering, wenn man die Grössenverhältnisse bedenkt. Für einen langen Nachhall und voll klingende Bässe muss bei gleichbleibendem Volumen die Oberfläche möglichst hart und unelastisch sein, damit sie den vom Orchester erzeugten Schall reflektiert. Der Grosse Musikvereinssaal in Wien und die Boston Symphony Hall haben beide verputzte Wände mit Ausnahme der Holzverkleidung rund um die Bühne, während das Concertgebouw in Amsterdam und die Carnegie Hall in New York innen überall verputzt sind.
Um die Jahrhundertwende sah man im „Schuhschachtel"-Konzertsaal das geeignetste Modell für weitere Säle. Das ausgezeichnete kleine Stadt-Casino in Basel mit 1.400 Plätzen wurde 1876 fertiggestellt (Abb. 6.18); die St. Andrew's Hall in Glasgow von John Cunningham wurde im folgenden Jahr eröffnet und leider 1962 durch einen Brand zerstört; die Grosse Tonhalle in Zürich mit 1.546 Plätzen wurde von 1883 bis 1895 erbaut (Abb. 6.19 und 6.20); die Warschauer Philharmonie und der Grosse Saal im Moskauer Konservatorium wurden beide 1901 fertiggestellt. Manche Säle wurden renoviert, andere entstanden durch Umbau bestehender Gebäude: so der Gürzenich in Köln 1857 aus einem ehemals gotischen Fest- und Tanzhaus und die Atenuel Roman (Athenäum) in Bukarest (1885-1888) auf den Grundmauern eines alten Zirkus. Die im üppigen Neorenaissancestil gehaltene alte Philharmonie in Berlin des Architekten Franz Sehwechten (1841-1924), 1888 eröffnet, entstand durch den Umbau einer Rollschuhbahn (Abb. 6.21).
„Schuhschachtel"-Säle wurden in allen Variationen von historisierenden Stilen gebaut. In Osteuropa nahm man sich Berlin und Wien zum architektonischen Vorbild, als Beispiel sei hier der überladene, romantisch-klassizistische Rundbogenstil des Vigado-Konzertsaales (1859-1865) in Budapest von Frigyes Feszl (1821-1884) genannt. Neobarock wurde bevorzugt bei der Tonhalle in München (1895, zerstört 1944), der Musikhalle in Hamburg (1904-1908), dem Kasino in Bern (1906-1909) und dem Mozarteum in Salzburg (1913). In klassizistischem Stil errich-



6.16
Schnitt durch einen rechteckigen Konzertsaal, der die Schallreflexionen an den Winkelspiegeln, gebildet durch die Balkonrückwände und -decken bzw. durch die Saaldecke, zeigt.
(L. Cremer und H. Müller, *Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik*, Stuttgart 1976-1978, Bd. 1, S. 102)

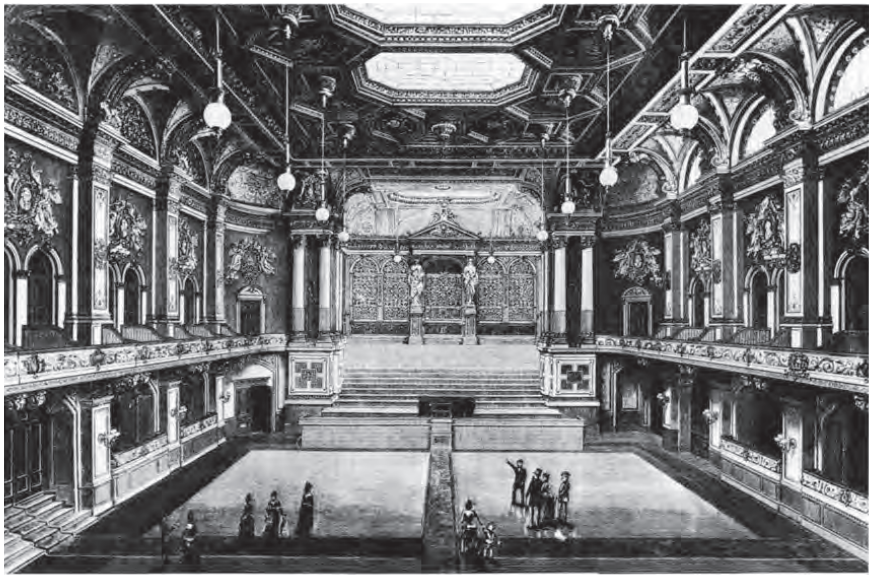
6.17
Entwurf für eine Orchesterbühne von H. Heathcote-Stratham, der einen 1872 vor dem Royal Institute of British Architects gehaltenen Vortrag, "Architektur in ihrer Beziehung zur Musik praktisch betrachtet", illustriert. Der steile Anstieg der Bühne hätte für die Zuhörer einen direkten, klaren Klang jedes Instruments ergeben und sich so von Wagners diffusem, aus dem Orchestergraben kommenden Klang im Bayreuther Festspielhaus unterschieden.



6.18
Stadt-Casino in Basel von J. J. Stehlin, eröffnet 1876. Die "Schuhschachtel" wurde bis ins späte 19. Jahrhundert für die geeignetste Form eines Konzertsaals gehalten.
(Vischer, Weber & Partner, Foto Niggi Bräuning)

6.19
Tonhalle in Zürich von Fellner und Helmer, 1883-1895, Außenansicht. (Tonhalle-Gesellschaft, Zürich)

6.20
Großer Tonhallesaal in Zürich; der Saal ist mit dem Kleinen Tonhallesaal mit 200 Plätzen verbunden.
(Klaus Hennch, Zürich)



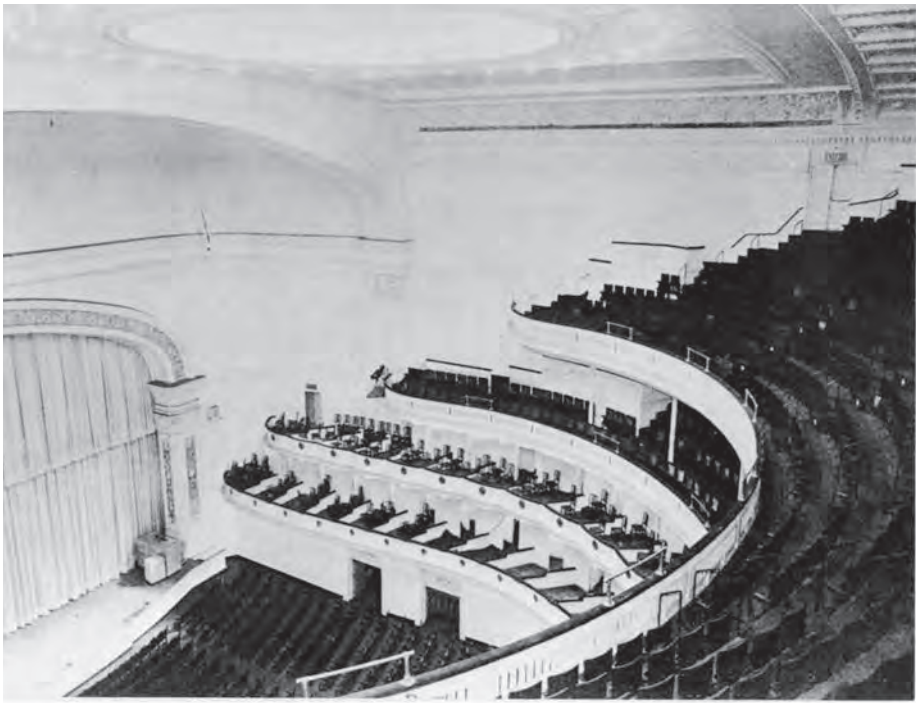
6.21
Großer Saal der alten Philharmonie in Berlin von Franz Schwechten, eröffnet 1888. Der Saal entstand durch Umbau einer Rollschuhbahn.
(Archiv für Kunst und Geschichte, Berlin)

tet sind die Konzertsäle des Kurhauses in Wiesbaden (1905-1907) von Friedrich von Thiersch (1852-1921) - der wie andere „moderne Architekten der ersten Generation“ noch sehr von Schinkel beeinflusst war - und das Kurhaus, der sog. Regentenbau, in Bad Kissingen (1910-1912) von Max Littmann. Das Wiener Konzerthaus (1913) von Baumann, Fellner und Helmer, ist eine Mischung aus beiden Stilen, aussen neobarock, innen klassizistisch.

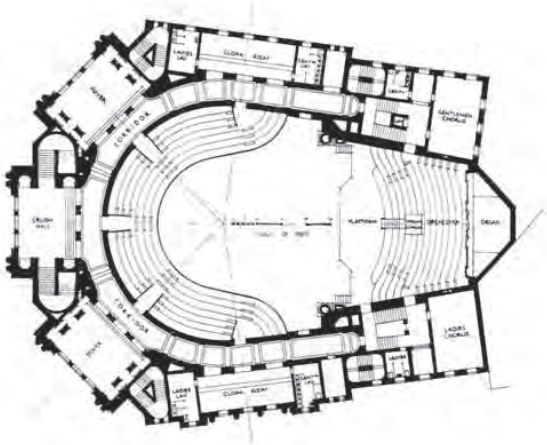
Bei Theaterbauten um die Jahrhundertwende rückten die Architekten allerdings bald wieder von der rechtwinkligen Form ab, weil man jetzt mit Eisen- und Stahlkonstruktionen grosse freitragende Balkone bauen konnte; so konnten auf relativ geringer Fläche viele Zuhörer untergebracht werden. Die zweckgebundenen Konzertsäle in den grösseren amerikanischen Städten jener Zeit sind hierfür typisch. Viele von ihnen wurden von privaten Wohltätern gestiftet und nach ihnen benannt, so die Carnegie Halls in New York und in Pittsburgh.

Andrew Carnegie begann als Laufbursche in einer Baumwollspinnerei und war später Telegrafist, bevor er Unternehmer und „Stahlbaron“ wurde. 1901 zog er sich mit einem Vermögen von 250 Millionen Dollar aus seinen Geschäften zurück. Er hatte schon 1887 ein persönliches Vermögen von 30 Millionen Dollar, als in ihm erstmals der Gedanke an einen Konzertsaal für New York wach wurde. Die Idee dazu kam Carnegie nicht an seinem Schreibtisch in New York, sondern beim Fischen mit einem Hausgast auf seinem Landsitz in Schottland. Der Gast war ein strebsamer junger amerikanischer Musiker deutscher Herkunft, Walter Damrosch. Sein Vater Leopold Damrosch war Direktor der New York Symphony Society und der Oratorio Society, und Walter hätte diese beiden Vereinigungen gern unter einem Dach gesehen. Das kam Carnegies damaligem Wunsch entgegen, die Gesellschaft zu bilden und zu verbessern; so machte der Plan eines Konzertsaales Fortschritte. 1889 akzeptierte man den Entwurf des Architekten William B. Tuthill, die Baumassnahmen begannen unverzüglich. Die Carnegie Hall in New York steht an der Ecke der 7. Avenue mit der 57. Strasse, damals eine Gegend mit eleganten Wohn- und Geschäftshäusern. Hinter einer einheitlichen, italienisch anmutenden Fassade sind ein Konzertsaal, ein Kammermusiksaal, ein Theater und ein Versammlungsraum zusammengefasst; 1894 wurden ein weiteres Stockwerk und ein Turm auf den rückwärtigen Teil des Hauses gesetzt, 1896 ein weiterer Turm an der Seite für Studios und weitere Räume (Abb. 6.22 und 6.23). Im Konzertsaal sind ein grosses Hauptparkett und vier geschwungene Balkone. Die unteren beiden haben die Form von „grossen Rängen“ mit einer durchlaufenden Reihe von Logen, die oberen fassen 400 bzw. 800 Zuhörer. Das Orchesterpodium ist wie eine Theaterbühne mit Proszenium und Vorhang versehen, an der Seite steht eine Orgel. Der Saal wurde im Mai 1891 mit einem fünftägigen Festival eröffnet, bei dem Tschaikowsky für eine Gage von 2.500 Dollar anwesend war. Im November reiste auch Paderewski nach Amerika, um hier aufzutreten. Viele andere, auch Dvorak und Sir Edward Elgar, folgten, der Saal wurde bald eine der ersten Adressen in der Musikwelt. Als 1961 das New York Philharmonie Orchestra ins Lincoln Center umzog, rettete der Geiger Isaac Stern die Carnegie Hall durch sein engagiertes Eintreten vor dem Abriss.
Dem gleichen Typ von Saal wie die Carnegie Hall gehören auch die Massey Hall in Toronto (1894) mit ebenfalls über 2.760 Plätzen und die Orchestra Hall in Chicago mit 2.580 Plätzen an, die wir in Kapitel 7 betrachten werden. Diese Säle mit ihrer effizienten Sitzanordnung und kleinen Gesamtdimensionen haben alle ein relativ geringes Volumen bezogen auf den Sitzbereich und infolgedessen eine kurze Nachhallzeit. Die Sitzreihen stellen für das Orchester eine grosse schallabsorbierende Fläche dar; verglichen mit den traditionellen rechtwinkligen Sälen ist die schallreflektierende Wandoberfläche kleiner. Das verbessert auf Kosten der Klangfülle die Klarheit des Klanges, da die verdeckende Wirkung des Nachhalls geringer ist.
Auch die Konzertsäle in Europa übernahmen allmählich diese Form mit umlaufenden Balkonen (Abb. 6.24), so z. B. die Usher Hall in Edinburgh von Stockdale Harrison & Söhnen und H. H. Thomson (1914). Am bedeutendsten war die Queen‘s Hall in der Regent Street in London, die bald die St. James‘s Hall als Brennpunkt des musikalischen Lebens ablöste (Abb. 6.25 und 6.26). Die Queen‘s Hall öffnete am 27. November 1893 in Gegenwart des Prince of Wales ihre Tore mit Musik, Tanz und Erfrischungen. Ein Teil des Grundstückes war schon vorher für musikalische Zwecke genutzt worden. Ein Privathaus auf Langharn Place 19 war 1866-1867 vom Leiter der London Academy of Music gemietet und für private und öffentliche Konzerte umgebaut worden. Die Queen‘s Hall wurde von dem Bankier F. W. M. Ravenscroft und dem bei ihm beschäftigten Architekten T. E. Knightly gebaut. Obwohl Knightly alleiniger Architekt des endgültigen Bauwerks war, hatte ein vorausschauender Planer schon zuvor C. J. Phipps, einen Theaterarchi-

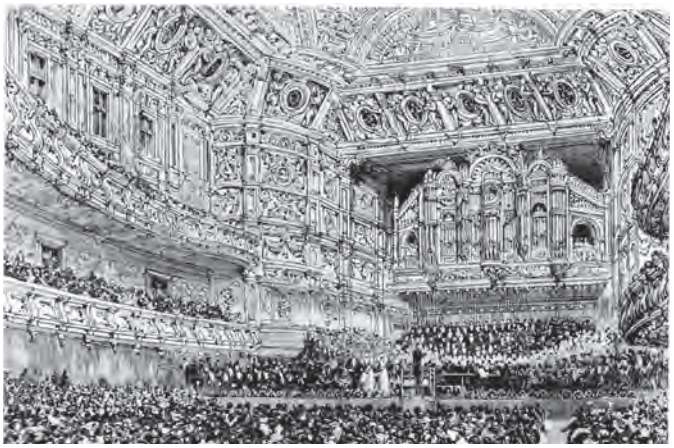
6.22
Carnegie Hall in New York von William B. Tuthill; fotografiert am 5. Mai 1891, dem Tag der Eröffnung.
(Carnegie Hall Corporation)



6.23
Carnegie Hall in New York, Innenansicht.
(Carnegie Hall Corporation)



6.24
Usher Hall in Edinburgh von Stockdale Harrison & Söhnen und H. H. Thomson, eröffnet 1914, Grundriß. Um die Jahrhundertwende rückten die Konzertsaalentwürfe allmählich von dem rechteckigen Typ des Leipziger Gewandhauses ab. *(Building News*, 6. März 1914)



6.25
Queen's Hall am Langham Place in London von T. E. Knightly, 1893. (The Mansell Collection, London)

6.26
Queen's Hall in London, das erste Konzert in Anwesenheit des Prince of Wales, des Herzogs Alfred von Sachsen-Coburg und des Duke of Connaught. Man beachte die für diesen Anlaß informelle Sitzordnung. (Covent Garden Archives, Royal Opera House, London)

tekten, mit dem Entwurf beauftragt. Phipps verklagte Knightly mit der Anschuldigung, dieser habe seinen Plan als Vorlage benutzt und trug den Fall erfolgreich vor ein Schiedsgericht des Royal Institute of British Architects.

Die Queen's Hall mit ihrer Neorenaissancefassade in Portlandstein hatte eine städtebaulich beherrschende Stellung an einer Strassenecke. Im piano nobile standen zwischen Säulenpaaren Büsten berühmter Komponisten, die Fassade schwang auf dieser Höhe hinter einen Balkon zurück, den man durch hohe Glastüren betrat. Um den Hauptsaal zogen sich ausgedehnte Foyers. Er hatte wegen der Feuergefahr achtzehn Ausgänge zur Strasse. Über dem grossen Saal befand sich ein Kammermusiksaal mit 500 Plätzen, die Queen's Small Hall, von dem George Bernard Shaw, damals Musikkritiker der World, 1894 sagte: „Der kleine Saal oben ist in jedem Fall der angenehmste unserer kleinen Konzertsäle, obwohl, als ich ihn das erste Mal betrat, mich seine Zigarrenform und die Deckenfenster so stark an einen Salon auf einem Ozeandampfer erinnerten, dass ich, da ich leider ein schlechter Seemann bin, kaum meine aufsteigende Übelkeit bezwingen konnte." Im grossen Saal fanden 2.492 Zuhörer Platz, einschliesslich der fast 1.200 auf den freitragenden Balkonen, „ohne die geringste Unbequemlichkeit" laut Musical Times. 400 Mitwirkende fanden auf der Bühne Platz, an deren hinterer Wand eine viermanualige Hills-Orgel mit 64 Registern stand. Die gleiche Zeitung lobte auch die Akustik: „Am Abend des vergangenen 25. hatten wir Gelegenheit, ihre akustischen Qualitäten zu prüfen, als Herr Robert Newman, der Manager des Hauses, eine glänzende Gesellschaft von ungefähr 2.000 Musikern und Amateuren bei einem ‚Private View' unterhielt... Das Ergebnis war einmütige und nachdrückliche Zustimmung." Weil der neue Konzertsaal ein so grosser Erfolg war, wechselten nicht nur die Philharmonie Society von der St. James's Hall hierher, sondern auch die Choral Society, das Bach-Festival, das London Musical Festival und die berühmten Henry Wood Promenade Concerts. Die Queen's Hall wurde bei einem Bombenangriff im Juni 1941 zerstört.

Unser Überblick endet mit dem Jugendstil, dessen herausragender Vertreter in Belgien der Architekt Victor Horta (1861-1947) war. Seine Versammlungshalle in der Maison du Peuple 1896-1899, abgerissen 1967, war eines der wichtigsten Bauwerke in diesem Stil. Das Auditorium war in einer unglaublich leichten und luftigen, freiliegenden Eisenskelettbauweise errichtet, die eisernen Seitengalerien mit pflanzenhaften Ornamenten aus Metall verziert. Die Halle war als Vortragssaal vorgesehen und wahrscheinlich hierfür besser geeignet als für Musik, da die Wände aus dünnen Glasscheiben und Paneelen in Metallrahmen bestanden. 1902, das Jahr, in dem Debussys Oper Pelleas et Melisande uraufgeführt wurde, vollendete Hector Guimard (1867-1942) das Humbert de Romans in Paris mit einem vor allem für Konzerte gedachten Auditorium. Guimard war der beste französische Jugendstilarchitekt. Er hat auch die berühmten Eingänge zur Pariser Metro entworfen. Das Auditorium mit seiner kraftvoll geschwungenen Bauweise war noch kühner als jenes in der Maison du Peuple; das Äussere war von schmuckloser Ursprünglichkeit. Andere Jugendstil-Konzertsäle sind der Smetanasaal im Prager Rathaus (1906-1911) von O. Polivka und A Balsanek sowie der technisch fortschrittliche Stahlskelettbau des Palau de la Musica Catalana in Barcelona (1908) von Luis Domenech i Montaner (1850-1923), ein massives, kühnes und vielgestaltiges Gebäude, innen und aussen fantastisch verziert. Hortas Palais des Beaux-Arts in Brüssel, 1914 entworfen, aber erst 1923 gebaut, wird von Dirigenten hoch gerühmt, zählt stilistisch aber zu seinen neoklassizistischen Spätwerken.

Wie schon früher erläutert, gehören die noch existierenden Konzertsäle tatsächlich auch zu den besten. Im frühen 20. Jahrhundert konnten es sich die Architekten bei dem Bedarf nach immer noch grösseren Konzertsälen und Opernhäusern jedoch nicht erlauben, den Erfolg ihrer Säle allein dem Glück zu überlassen; noch weniger konnten sie wie Poelzig in seinem Entwurf für ein Auditorium der Salzburger Festspiele in Träume und Imaginationen fliehen. Mit dem Grundsatz, dass die Form der Funktion folge, begannen die Architekten den Pfad der empirischen Wissenschaft zu betreten. Diese ersten wegweisenden Versuchen bei akustischen Voraussagen gehen wir im nächsten Kapitel nach.

Michael Forsyth, „Wissenschaft und Konzertsaal“,
in: *Bauwerke für Musik, Konzertsäle und Opernhäuser, Musik und Zuhörer vom 17.Jahrhundert bis zur Gegenwart*, S.233 - 254

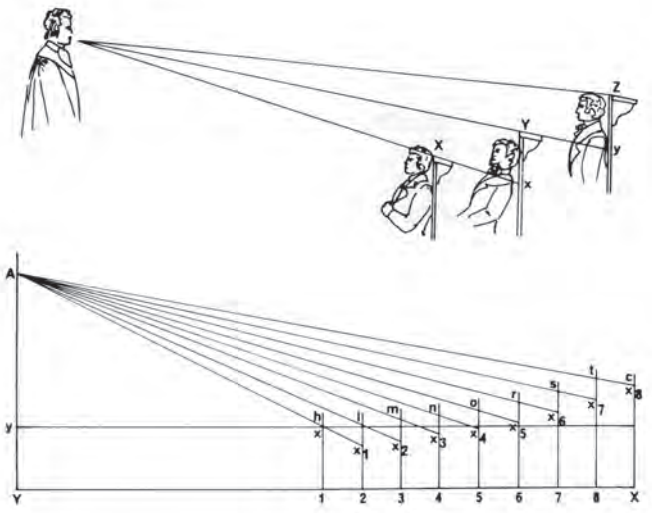
Als die Harvard University 1895 gerade das Fogg Art Museum fertiggestellt hatte, erwies sich der grosse amphitheatralische Vortragssaal entgegen allen Erwartungen als völlig ungeeignet für Vorträge. Die Universität wandte sich an das physikalische Institut um Rat, das die Aufgabe ihrem jüngsten Assistenten übertrug, dem achtundzwanzigjährigen Wallace Clement Sabine (1868-1919). Angewandte Akustik war zwar nicht Sabines Spezialgebiet, auch existierten nur sehr geringe wissenschaftliche Erkenntnisse darüber, aber Sabine widmete seine volle Aufmerksamkeit diesem neuen Gebiet. Das Problem lag darin, dass übermässiger Nachhall den Klang verschleierte. Sabine führte deshalb eine ganze Reihe von Experimenten über Schallabsorption durch, um eine mathematische Formel zu finden, nach der er die Nachhallzeit eines Raumes aufgrund seines Volumens und der Baumaterialien voraussagen konnte. Damit wurde er zum Begründer der modernen Raumakustik. Später berechnete er die Akustik der Boston Symphony Hall, die immer noch als einer der besten Konzertsäle der Welt gilt.

Eine andere Methode als die mathematische Annäherung Sabines, das Verhalten von Schall in einem Raum zu untersuchen, besteht darin, den Weg des Schalls entsprechend den Gesetzen reflektierter Lichtstrahlen grafisch mit Hilfe von Richtungspfeilen zu verfolgen. Diese zuerst angewandte Methode zur Auffindung von Schallgesetzen verwendete schon im 17. Jahrhundert der in Thüringen geborene Athanasius Kircher (1602-1680), Jesuit und Professor für Mathematik am Jesuitenkolleg in Rom. 1650 veröffentlichte er ein 1.500 Seiten starkes Buch über Musik mit dem Titel Musurgia Universalis, das die erste Untersuchung über Raumakustik seit den Bemerkungen zur Theaterakustik des römischen Architekten Vitruvius in seinem berühmten Werk De architectura enthält. Das Kapitel über Akustik aus Kirchers Musurgia wurde als massgebendes Werk zu diesem Thema 1673 unwesentlich erweitert als Phonurgia Nova in Kempten neu gedruckt und 1684 von A Carion ins Deutsche übertragen als Neue Hall- und Thonkunst; ein Jahrhundert später wurde das Buch in einer Übersetzung in Hawkins berühmte History of Music von 1776 eingefügt. Kircher verwendet das Strahlendiagramm, um damit das Prinzip der Schallreflexion und Schallbündelung in einem Raum, das Phänomen der Flüstergalerien - die nicht so funktionieren, wie er dachte - und das Schallverhalten unter einer elliptischen Kuppel zu erklären. Er zeigt mit den von der Oberfläche reflektierten Strahlen, wie von zwei in den Brennpunkten einer Ellipse stehenden, miteinander sich flüsternd unterhaltenden Personen der Schall vom einen Brennpunkt zur Decke geht, von dort reflektiert und im zweiten Brennpunkt wieder gebündelt wird (Abb. 7.1). Kirchers Buch ist eine Mischung aus wissenschaftlicher Beobachtung, Spekulation und Fiktion. Es enthält zwar einige Ratschläge über die Schallführung durch die Geometrie der Wände und Decken, war jedoch für die Akustik von Auditorien kaum von Nutzen.

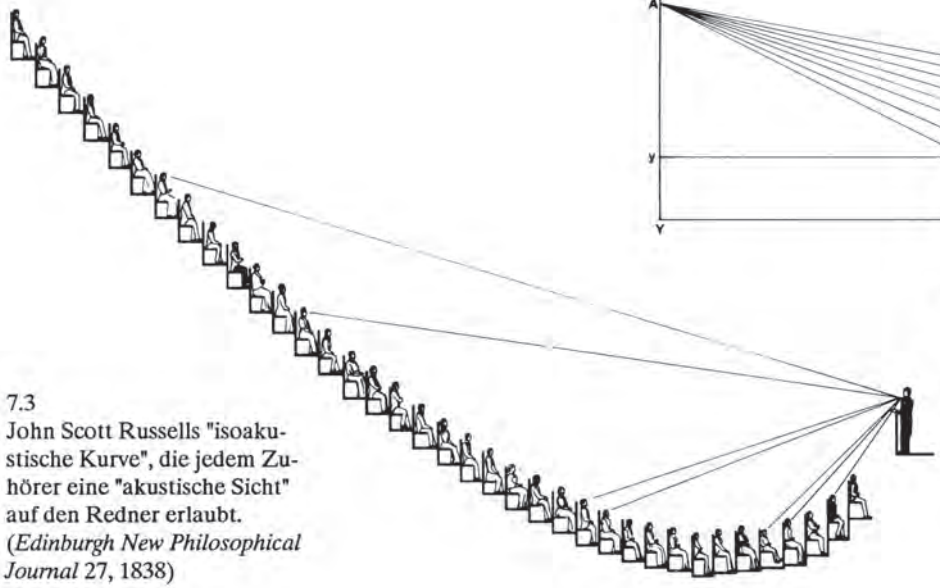
Erst das Jahr 1838 brachte weit über Vitruv hinausgehende Erkenntnisse. In diesem Jahr veröffentlichte der schottische Ingenieur John Scott Russell (1808-1882) im Edinburgh New Philosophical Journal die kurze Abhandlung „Treatise on Sightlines“. Russell entwickelte als Schiffbauingenieur zusammen mit Brunel den ersten grossen Ozeandampfer Great Eastem; zeitweilig war er auch Mitarbeiter von Sir Joseph Paxton. In dieser Abhandlung skizziert Russen mit einem Strahlendiagramm die ideale Sitzanordnung in einem Auditorium. Wenn für den Vortragenden Kopf und Schulter jedes Zuhörers sichtbar seien, entstehe für die Sitzanordnung eine „isoakustische Kurve“, deren Steilheit abhängig sei von der Entfernung und dem Winkel des Hörers zur Bühne. Diese einfache Überlegung, als Überhöhungskurve bekannt, findet bis zum heutigen Tag Anwendung und sichert jedem Zuhörer ausgezeichnete Sicht- und Hörverhältnisse (Abb. 7.2 und 7.3). Es ist interessant, diese verblüffend einfache Bedingung, nach der Sicht- und Hörbedingungen die Formgestaltung von Auditorien beeinflussen, mit Leonardo da Vincis „Ort zum Predigen“ zu vergleichen (Kapitel 1), wo die Bedingung, dass jeder Hörer denselben Abstand vom Redner haben müsse, die Form des Raumes bestimmt.
Das erste Bauwerk, bei dem Scott Russells „isoakustische Kurve“ zur Anwendung kam, war das „Auditorium“ in Chicago, ein gigantisches Opernhaus mit Hotelkomplex, das 1889 eröffnete und Vorläufer zahlreicher Auditorien im 20. Jahrhundert wurde. Das „Auditorium“ war auch deshalb bemerkenswert, weil es das grösste und höchste Gebäude in Chicago war und hier zum ersten Mal Kultur und Kommerz unter einem Dach zusammengefasst wurden. Entworfen wurde es von Dankmar Adler (1844-1900) und seinem jungen Partner, dem grossen amerikanischen Jugendstilarchitekten Louis Sullivan (1856-1924).

Dankmar Adler, der verantwortlich zeichnete für die Grundgestalt des Opernhauses in Bezug auf die Akustik, war der Sohn eines deutschen Rabbi, der mit seinen Eltern im Alter von zehn Jahren nach Amerika eingewandert war. Nach seinem Dienst als Ingenieur-Offizier bei der Unionsarmee im Bürgerkrieg eröffnete er in Chicago 1879 sein eigenes Architekturbüro. Im folgenden Jahr erlebte die Stadt einen Bauboom, verursacht durch einen verheerenden Brand. Seine Firma war so erfolgreich, dass er sich 1881 den talentierten, vierundzwanzigjährigen Louis Sullivan

7.1
Illustration aus Athanasius Kircher, *Phonurgia Nova*, 1673. Hier wird das akustische Prinzip der Schallreflexion, die zwei Personen erlaubt, sich ohne Sichtverbindung miteinander zu unterhalten, mit einem geometrischen Strahlendiagramm erklärt.



7.2
Diagramme, die John Scott Russells Prinzip der "isoakustischen Kurve" erklären. (*Edinburgh New Philosophical Journal* 27, 1838)



7.3
John Scott Russells "isoakustische Kurve", die jedem Zuhörer eine "akustische Sicht" auf den Redner erlaubt. (*Edinburgh New Philosophical Journal* 27, 1838)

als Partner nahm. Dieser hatte mit sechzehn Jahren kurze Zeit am Massachusetts Institute of Technology, später einige Monate an der Ecole des Beaux-Arts in Paris studiert, wurde jetzt führender Architekt bei Adler & Sullivan und Mitbegründer der Schule von Chicago.

Das Auditorium Building war einer der zahlreichen Theateraufträge, die die Firma im Anschluss an Adlers Entwurf der Central Music Hall 1879 erhielt. Der erste war 1880 die Renovierung des Grand Opera House in Chicago. Der Vorläufer des Auditorium Building allerdings war ein riesiges provisorisches Opernhaus, das das Architekturbüro für ein nur zwei Wochen dauerndes Opernfestival in das bereits bestehende Interstate Exposition Building von 1873 im Grant Park hineinbauen sollte. In kürzester Zeit errichtete also in den schneereichen Monaten Februar und März 1881 ein Heer von Handwerkern das Holzbauwerk, ein fächerförmiges Auditorium mit 6.200 Plätzen, überspannt von einer weiten, gewölbten Decke. Man warb mit der guten Dampfheizung und der eleganten Opernbestuhlung durch die American Store Stool Company sowie mit der hellen Beleuchtung durch 7.000 Gaslampen. Nach Sullivan soll es eine hervorragende Akustik gehabt haben: „Es war fantastisch. Ein Publikum von 6.200 Personen sass da und hörte zu; sass und hatte freie Sicht, hörte selbst das leiseste pianis-

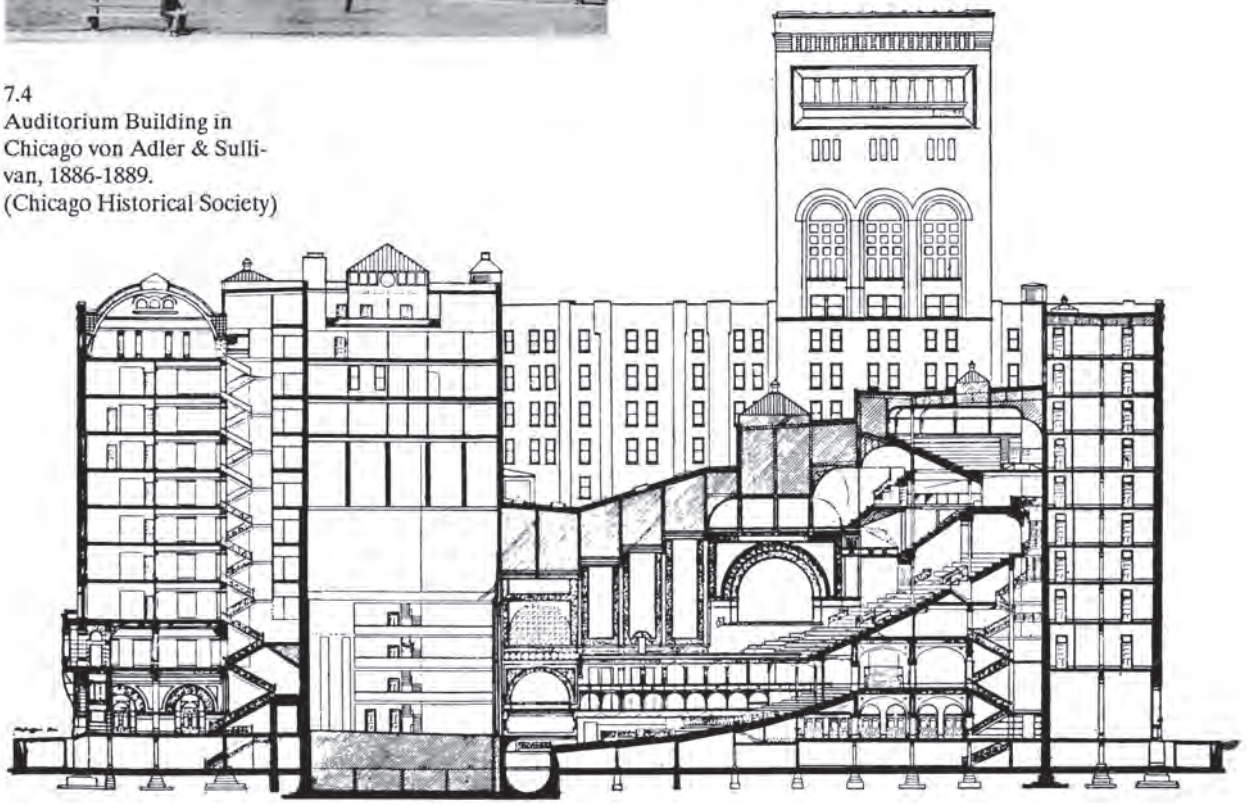
simo. Kein Nachhall, kein Echo, der klare, ungetrübte Klang von Stimme und Instrumenten erreichte alle".

In diesem provisorischen Opernhaus befanden sich ausser dem Auditorium mit der Bühne auch Foyers, Wagenauffahrten, Umkleideräume, Salons und eine grosse Wandelhalle mit Pflanzen, Statuen, Bildern und Spiegeln. Das Opernfestival war ein riesiger Erfolg. Aufgeführt wurden viele beliebte französische, deutsche und italienische Opern, ausserdem gab es eine der zahlreichen Abschiedsvorstellungen der italienischen Operndiva Adelina Patti. Es zeigte sich, dass die Chicagoer grosse Oper liebten. Nach diesem unglaublichen Erfolg gründete einer der Sponsoren, Ferdinand W. Peck, eine Vereinigung von Geschäftsleuten, die 1886 Adler & Sullivan beauftragte, das „Auditorium" zu errichten als festes Haus für Opern, Symphoniekonzerte, Musikfestivals und Kongresse. Am 9. Dezember 1889 fand das Eröffnungskonzert statt, an dessen Schluss Adelina Patti „Home Sweet Horne" vor einem verzückten, erlesenen Publikum sang, zu dem auch der Präsident der Vereinigten Staaten zählte.

Das Auditorium Building ist ein riesenhaftes Bauwerk, es nimmt einen ganzen Strassenblock ein (Abb. 7.4 und 7.5). Das Opernhaus befindet sich in der Mitte des Baukörpers und ist von der Strasse aus nicht zu sehen, weil es von einem massiven zehnstöckigen Gebäude umgeben ist, das zur Michigan Avenue und zur Congress Street je ein Hotel und nach rückwärts Büroräume enthält; alles zusammen aber bildet eine architektonische Einheit. Die Aussenwände sind als traditionelle, lasttragende Backsteinwände ausge-

7.4
Auditorium Building in Chicago von Adler & Sullivan, 1886-1889.
(Chicago Historical Society)

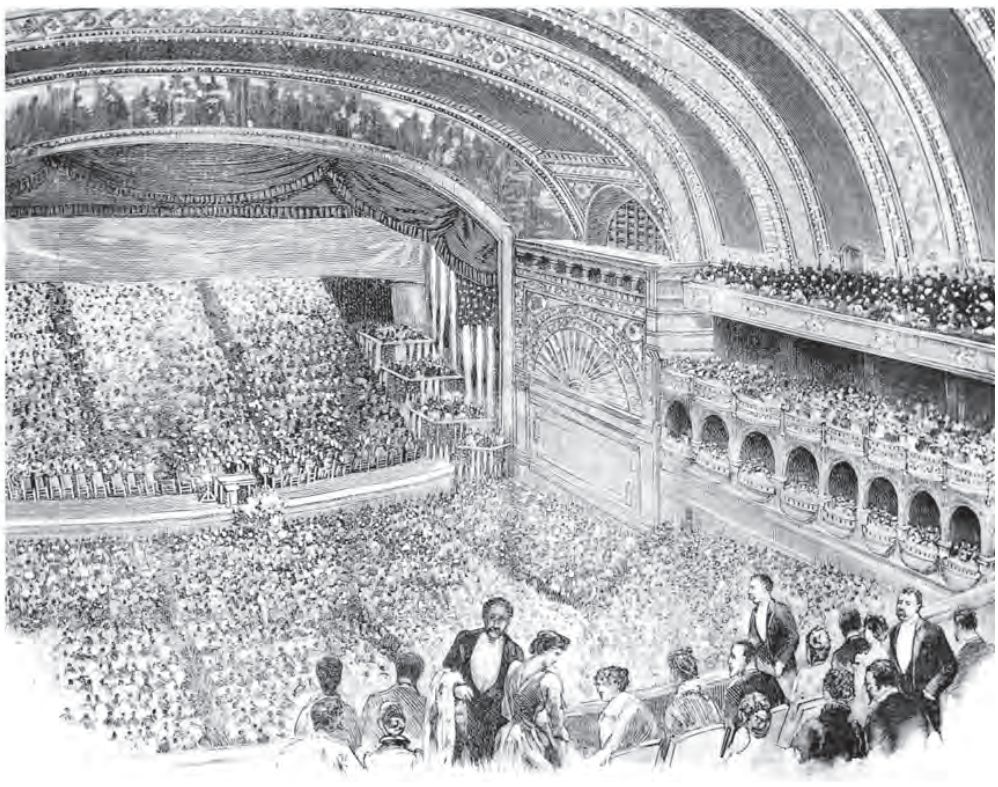
7.5
Auditorium Building in Chicago, Längsschnitt. Das Opernhaus befindet sich in der Mitte, das Hotel links, die Büros rechts. Als Ansicht sieht man den Büroturm mit den Büroräumen von Adler & Sullivan oben, darüber das Wasserreservoir für die hydraulische Bühnenmaschinerie. (*Inland Architect and News Record*, Juli 1888)



führt, die Fassade besteht unten aus einer dreistöckigen Rustikabasis aus Granit, darüber sind zwischen den Fenstern massive Kalksteinpfeiler. Das Hotel, das nur 13,7 m breit ist, war seinerzeit der Gipfel des Luxus, es hat eine weitläufige, verschwenderisch ausgestattete Marmorhalle mit vergoldeten Stuckornamenten von Sullivan, ein Herrenrauchzimmer, ein Klubzimmer, ein Restaurant, einen Speisesaal, 400 Zimmer und ganz oben einen eindrucksvoll überwölbten Bankettsaal. Der Eingang zur Oper ist an der Congress Street, hervorgehoben durch einen Büroturm, der sich wie ein schwerer Campanile mit weiteren sieben Stockwerken über dem Portal erhebt. Im obersten Stockwerk hatte das Architekturbüro Adler & Sullivan seine Büroräume, noch darüber war ein Wasserresevoir für die hydraulische Bühnenmaschinerie.

Das Opernhaus im Herzen des Baukomplexes ist eine Eisenskelettkonstruktion (Abb. 7.6 und 7.7). Die 4.237 Plätze verteilen sich auf Sperrsitze, Hauptbalkon, zwei steile obere rückwärtige Balkone und zwei Reihen von mit Gusseisen verkleideten Seitenlogen, die später nach hinten herumgeführt wurden. Adler benutzte für die Sitzanordnung Scott Russells „isoakustische Kurve“ mit leichten Abänderungen: anstatt Klangstrahlen aus dem Mund eines vorn an der Bühne stehenden Sängers zu projizieren, nahm er einen Punkt auf der Vorderkante der Bühne selbst, um sicher zu sein, dass jeder dorthin freie Sicht habe. Sullivan mit seinem gleichzeitig praktischen und erfinderischen Talent schmückte den Saal mit gold- und elfenbeinfarbenen Ornamenten und allegorischen Wandgemälden, die mit Eleganz die Bauweise und Funktion des Theaters unterstreichen. Die elektrische Beleuchtung ist in die Schmuckelemente integriert: Reihen von schwach leuchtenden blanken Glühlampen zeichnen die Wölbung der Decke nach.

Fälschlicherweise hatte Adler Russells „isoakustische Kurve“ in seinem Entwurf auf die Deckenwölbung angewandt. Vier elliptische Deckenbögen spannen sich von der Bühne aus so hintereinander über den Saal, dass die grösste Entfernung nicht überschritten wird, die Schallwellen - wenn sie zu den darunter befindlichen Sitzen reflektiert werden - zurücklegen dürfen, ohne ein wahrnehmbares Echo zu erzeugen. Die elliptischen Bögen sollten den reflektierten Schall gleichmässig über das Publikum streuen, tatsächlich aber bündeln sie ihn über den Sitzen in der Mitte, während die anderen Teile des Saales mit reflektiertem Schall unterversorgt sind. Das Gebäude sollte das Haus für das Chicago Symphony Orchestra werden, aber der oben erläuterte und noch weitere Fehler, manche einfach bedingt durch die Grösse, liessen den Orchesterleiter Theodore Thomas schon



7.6
"Auditorium" in Chicago, Eröffnungsabend am 9. Dezember 1889 mit dem Bühnenaufbau für Chor und Orchester. Die elliptischen Deckenbögen sollten den Schall gleichmäßig verteilen, tatsächlich aber bündeln sie ihn über der Mitte.
(Chicago Historical Society)

7.7
"Auditorium" in Chicago, ein Bankett für über 1.000 Personen.
(Chicago Historical Society)

von Anfang an daran zweifeln, in diesem Saal jemals befriedigende Konzerte geben zu können. Sein Zeitgenosse Charles Edward Russen schrieb:

„Das Auditorium ... war ein schöner, aber sehr grosser Saal, wo ein Publikum von der Grösse, wie es Thomas Woche für Woche eine Spielzeit lang hoffte begeistern zu können, wie eine verlorene Schafherde gewirkt hätte ... Es war so gross, dass er, um es mit Klang zu erfüllen, alle seine künstlerischen Vorstellungen mit Nachdruck betonen musste, mit solchem Nachdruck, dass er alle feineren Nuancen, die er dem Publikum vermitteln wollte, zunichte machte. Die Bühne war für ein Orchester so ungeeignet, dass er die Sache als hoffnungslos betrachtete. In der Spielzeit 1903/1904 erzählte er mir, er habe dreizehn verschiedene Aufstellungen ausprobiert ... alles, was seine Studienjahre ihn über Akustik gelehrt hätten ... , er hatte die Bässe geteilt und an die Seiten gestellt..., sie in einer Reihe nach hinten gestellt..., links von ihm alles verdoppelt. Nichts von alldem verhinderte, dass er immer nur einen Klangmischmasch hörte, obwohl er doch leidenschaftlich für Klarheit und Verständlichkeit eintrat."

Trotzdem war der Saal weiterhin für Opernfestspiele, Kongresse und grössere Theateraufführungen gefragt. Denn rein technisch gesehen war er seiner Zeit weit voraus. So enthalten etwa die Deckenbögen, die statisch nicht nötig und an 36 m langen Eisentrossen aufgehängt sind, für eine verbesserte Luftzufuhr Luftkanäle, die von verzierten Auslassgittern verdeckt sind. Bevor man die Luft in den Saal leitete, wurde sie gefiltert, befeuchtet, im Winter gewärmt und im Sommer durch eine mit Eis gefüllte Kammer geblasen. Eine andere einfallsreiche mechanische Vorrichtung sind die umlegbaren, mit Gegengewichten versehenen eisernen Deckenplatten, mit denen man die oberen Galerien und das hintere Drittel der Balkone abtrennen konnte, wenn man nicht die volle Platzkapazität benötigte. Völlig neu von der Grösse und vom Erfindungsreichtum her war auch die mechanische Bühnenausstattung mit ihrer hydraulischen Hebevorrichtung für den Bühnenboden in abgestufte Bereiche für grosse Chor und Symphoniekonzerte. Alle diese Dinge sind deshalb besonders erwähnenswert, weil die Architekten jener Zeit kaum irgendeine technische Beratung erhalten konnten, da Ingenieure im allgemeinen bei der Eisenbahn, im Schiffsbau oder bei der Industrie beschäftigt waren.
Neben der Akustik waren die Fundamente des Auditorium Building ein weiteres grosses Problem. Sie standen in nassem, sandigem Untergrund, es war das grösste Gebäude, das jemals auf schwimmenden Fundamenten gebaut worden war, denn man trieb damals noch keine Pfeiler bis auf den Fels. Die gemauerten Aussenwände wurden von durchlaufend verstärkten Betonstreifenfundamenten getragen, jede Säule des Eisenskelettrahmens gründete auf Betonfundamenten, die mit Eisenbahnschwellen verstärkt waren. Die ungleiche Last des schweren Mauerwerks und des leichteren Eisenrahmens verursachte ein unterschiedliches Absinken des Baukörpers, worüber sich Adler später Sorgen machte.

Bis 1925 hatte sich aber offensichtlich ein stabiler Zustand eingestellt. Heute ist das Gebäude ein wichtiges Wahrzeichen der Stadt Chicago, es ist restauriert und im Besitz der Roosevelt University.

Da sich das „Auditorium" für Orchesterkonzerte als völlig ungeeignet erwiesen hatte, veranlasste Theodore Thomas den Bau der Orchestra Hall, wo das Chicago Symphony Orchestra heute noch spielt (Abb. 7.8 und 7.9). Daniel H. Burnham (1846-1912), ebenfalls ein renommierter Architekt in Chicago und ein alter Freund von Thomas, baute den Saal genau nach Thomas' Anweisungen. Am 14. Dezember 1904 fand die feierliche Eröffnung statt:

„Mr. Thomas veröffentlichte den Plan, den er Jahre zuvor schon für ein solches Gebäude entworfen hatte. ‚Bemerkungen zum Bau von Musiksälen' nannte er ihn. „. [Burnham] verwirklichte jeden Vorschlag, den Thomas gemacht hatte„. Der Saal war völlig verschieden vom ‚Auditorium'; alles klang so seltsam darin„. Das Orchester im ‚Auditorium' und im neuen Orchestersaal waren zwei unterschiedliche Apparate. Der neue Saal war kaum ein Drittel so tief wie der alte, und seine Akustik war so perfekt, dass das leiseste Flüstern auf der Bühne auf dem letzten Platz der oberen Galerie noch gehört werden konnte. Dreizehn Jahre lang war das Orchester gewohnt, so zu spielen, dass es sich selbst in dem grossen Loch des ‚Auditoriums' hören lassen konnte."

7.8
Orchestra Hall in Chicago von Daniel H. Burnham, eröffnet 1904. (Charles Edward Russell, *The American Orchestra and Theodore Thomas*, Doubleday, Page and Co., 1927, Nachdruck, Greenwood Press, 1971)

7.9
Orchestra Hall in Chicago, Blick auf die Bühne. Dieser Saal mit einer überklaren Akustik wurde gebaut, weil Chicagos großes und halliges "Auditorium" für Konzerte ungeeignet war.
(Orchestra Hall, Chicago)

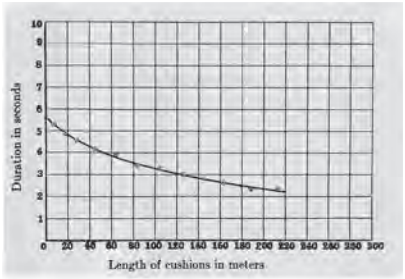
Es zeigte sich jedoch bald, dass die Akustik des neuen Saales für eine übermassige Deutlichkeit sorgte. Dieser sterile Klang hat seither trotz der Brillanz des Orchesters Missfallen erregt. Das „Auditorium“ und die Orchestra Hall waren in allem konträr, beide hatten sie ihre Fehler.

Natürlich gab es den Wunsch nach grösserer Genauigkeit bei akustischen Vorausberechnungen. Gerade um diese Zeit stellte Wallace Clement Sabine seine akustischen Versuche an. Die Ereignisse, die dann zum Entwurf der Boston Symphony Hall führten, sind nicht so aufregend wie die neuartige Arbeit von Adler & Sullivan, aber sie leiteten einen grossen Fortschritt der Wissenschaft ein.
Als Sabine begann, sich mit der Verbesserung der Akustik im Vortragssaal des Fogg Art Museums zu beschäftigen, las er zunächst die gesamte vorhandene Literatur zu diesem Thema.
Dieser Teil der Arbeit war recht leicht, denn zu jener Zeit gab es kaum Kenntnisse über Raumakustik. Natürlich hatten Architekten, Wissenschaftler und begabte Amateure viele Schallbeobachtungen in Räumen und im Freien aufgezeichnet. Aber sie hatten ihre Ergebnisse meist in Begriffen ausgedrückt, die qualitativ, nicht quantitativ waren; ohne Messungen und Berechnungen konnte eine Saalakustik aber nicht genau vorhergesagt werden. Die frühesten Beobachtungen beschäftigten sich hauptsächlich mit der Schallgeschwindigkeit. So berichtete William Derham (1657-1735) der Royal Society of London im Jahr 1708, er habe vom Upminster Kirchturm gesehen, wie im 12,5 Meilen entfernten Blackheath jenseits der Themse ein Gewehr abgefeuert worden sei; zwischen dem Mündungsfeuer und dem Knall mass er je nach Windrichtung 55,5 bis 63 s. Im 19. Jahrhundert wuchs das Interesse an Raumakustik, besonders in Verbindung mit der Verständlichkeit des Wortes in den monumentalen, aber halligen Bastionen der Bildung und der Justiz, die zu jener Zeit gebaut wurden. Aber wieder gehen die Ergebnisse, oft in blumiger Sprache ausgedrückt, kaum über elementare Beobachtungen hinaus. H. Matthews veröffentlichte 1826 in London das Buch „Observations on Sound: Shewing the causes of its indistinctness in Churches, Chapels, Halls of Justice etc. with a system for their construction“. Darin legt er seine Ergebnisse genau, jedoch nicht weiter ausgeführt dar: „Der Teil des Schalls, der den direkten Weg nimmt, kommt zuerst an, derjenige, welcher an einer schrägen Wand reflektiert wird und einen längeren Weg zurücklegt, kommt später an ... Ein Echo wartet nicht höflich, bis der Redner geendet hat; sobald er ein Wort zu sprechen beginnt und noch ehe er es beendet hat, äfft es ihn mit tausend Zungen nach.“

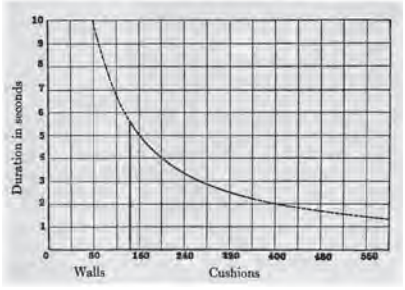
Dr. D. B. Reid berichtete 1835 der British Association über Nachhall und die Verschleierung der Klarheit, nachdem er in einem Gebäude eine Nachhallzeit von 7 s gemessen hatte. Der französische Architekt T. Lachez schrieb 1848 das Buch „L ‚acoustique et l‘optique des salles de réunions“ und der Bostoner Arzt Dr. J. B. Upham, veröffentlichte 1853 eine Reihe von Artikeln über Nachhall und die Auswirkungen von Stoffvorhängen auf den Schall. Der einzige moderne Wissenschaftler vor Sabine, der tatsächlich die Akustik eines Gebäudes geplant hatte, war der amerikanische Physiker Joseph Henry (1799-1878), der der Akustik viel Zeit widmete und für den United States Government Light House Service zwischen 1865 und 1878 auch eine Reihe schwieriger Experimente zur Konstruktion von Nebelhörnern auf See sorgfältig durchführte. In der Raumakustik stellte er Grundsätze über den Nachhall auf. Dieses Wissen wandte er dann bei der Planung des Vortragssaals in der Smithsonian Institution an, deren erster Präsident er war. Der einzige gründliche Überblick über das akustische Wissen vor Sabines Experimenten stammt von John William Strutt, 3. Baron Rayleigh (1842-1919). Lord Rayleigh war sicher der bedeutendste britische Physiker seiner Zeit. Neben anderen Auszeichnungen erhielt er 1904 nach seiner Entdeckung des Edelgases Argon den Nobelpreis. Er beschäftigte sich mit allen Gebieten der Physik, widmete sich aber ausführlich der Akustik. Sein 1.000 Seiten starkes, grundlegendes Buch „The Theory of Sound“, 1877-1878, deutsche Übersetzung 1880, enthält eine Überprüfung sämtlicher Arbeiten seiner Vorgänger auf dem Gebiet der Raumakustik.
Die deutsche Literatur des 19. Jahrhunderts über die Akustik von Räumen ist weitgehend in Vergessenheit geraten. Die frühen Arbeiten kreisen um die Zusammenhänge von Akustik und Raumform, da sie meist von Architekten oder Baumeistern stammen, also nicht von Naturwissenschaftlern. Zunächst ist Johann Gottlieb Rhode mit seinem Buch „Theorie der Verbreitung des Schalles für Baukünstler“, Berlin 1800, zu nennen. Er behandelt vor allem die Gesetze der Schallreflexion; bemerkenswert ist seine Entdeckung der Bedeutung der Laufzeit und damit der Verzögerung reflektierten Schalls.

Ein weiteres Werk zur Akustik erschien 1810 in Berlin, „Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik in Beziehung auf Theater“, von Carl Ferdinand Langhans (1781-1869), königlich-preussischer Oberhofbauinspektor. Er gehörte zu den bedeutenden Architekten in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts und entwarf u. a. Theater in Liegnitz, Leipzig, Stettin und Dessau. Er baute auf dem Wissensstand von Rhode auf, auf den er sich auch bezieht, erkannte aber deut-

lich die Problematik, die sich durch Schallkonzentration bei runden Theaterformen ergibt; auch empfiehlt er bereits eine Tiefengliederung von Flächen, um eine Schallstreuung zu erzielen, eine heute sehr vertraute Massnahme zur Gestaltung der Akustik. Noch ausführlicher beschreibt er die Wirkung der Verzögerung von Reflexionen.
Schliesslich ist noch eine Veröffentlichung zu nennen, bevor als Grundlegung der wissenschaftlichen Raumakustik Sabines Arbeiten erscheinen: „Akustik des Baumeisters oder Schall im begrenzten Raume", Berlin 1894, von A Sturmhöfel. Die Arbeit geht nicht wesentlich über Rhode und Langhans hinaus, bietet aber interessante Ansätze für eine messtechnische Erfassung von Schall; so versucht er als erster, die Schallabsorption quantitativ zu erfassen.
Zu Sabines Zeiten war akustischer Dilettantismus bei Bauwerken sehr verbreitet. Besonders beliebt war es, vier bis fünf Meilen lange Drähte an den Decken von Räumen wie Kirchen und Theater, die zu hallig waren, zu spannen in der naiven Annahme, der Draht absorbiere die Schallenergie, da er wie die Saiten einer Geige in Schwingungen versetzt werde. Man machte sich natürlich nicht klar, dass die schwingende Violinsaite nur eine sehr geringe Energie enthält; ohne die verstärkende Wirkung des Resonanzkörpers würde die Saite kaum Schall abstrahlen.
Sabines Ziel war, eine quantitative Theorie des Schalls zu entwickeln, die ihn zur akustischen Vorausberechnung der Auditorien von Theatern befähigte. In der Nähe des Fogg Art Museums war das Sanders Theater mit einem Saal, der dem des Museums sehr ähnlich war; er war jedoch für Sprache geeignet, da er mit einer schallabsorbierenden Bestuhlung ausgestattet war. Sabine nahm sich vor, den genauen Zusammenhang zwischen schallabsorbierenden Materialien und der Nachhallzeit herauszufinden, also der Zeitdauer, die der Schall in einem Raum nach seiner Erzeugung braucht, bis er nicht mehr hörbar ist. Seine Methode war einfach: er musste nur die Polster vom Sanders Theater ins Fogg Museum bringen, damit er die Nachhallzeit in Abhängigkeit von der Polsterfläche messen konnte.
Es gab beträchtliche technische Schwierigkeiten bei der Arbeit. Zu jener Zeit standen als Messgeräte nur das Ohr und die Stoppuhr zur Verfügung, wenig war darüber bekannt, wie das Ohr arbeitet oder wie wir den Schall wahrnehmen. Um Abweichungen des Hörvermögens bei verschiedenen Beobachtern auszuschalten, entschloss sich Sabine, alle Beobachtungen selbst auszuführen. Ein anderes Problem war die Schallquelle: ohne moderne Apparate wie elektronische Schallerzeuger, Verstärker und Lautsprecher gab es keine verlässlichen Schallquellen ausser Orgelpfeifen und Stimmgabeln, und mit diesen konnte man schlecht die Tonhöhe oder Intensität allein verändern. Er entschloss sich zur Verwendung einer einzigen Orgelpfeife in der Tonhöhe c" bzw. 515 Hz.
Er experimentierte Nacht für Nacht vom Frühling bis zum Sommer 1896, immer zwischen Mitternacht und fünf Uhr früh, wenn es, abgesehen von einem gelegentlichen Rattern von Wagen auf der Cambridge Street, ruhig war. Sabine wartete eine Weile, bis sie sich entfernt hatten, blies dann kurz auf der Orgelpfeife und beobachtete, wie lange der Ton bis zur Unhörbarkeit brauchte. Die im Vestibül aufgetürmten Polster wurden nacheinander hereingebracht und auf die Sitze verteilt, zunächst nur auf der ersten Reihe, dann allmählich im ganzen Theater. Die Ergebnisse waren klar: Die Nachhallzeit schwankte von 5,6 s bei leerem Saal bis zu 2,2 s bei 92,9 m2 Polster, aufgezeichnet ergab das eine sanfte Kurve (Abb. 7.12 und 7.13). Nach diesen Tests empfahl Sabine die notwendige Einrichtung des Vortragssaales im Fogg Art



7.12
Sabines grafische Darstellung der Nachhallzeit im Vortragssaal des Fogg Art Museums in Abhängigkeit von der Länge der ausgelegten Polster. (W. C. Sabine, *Collected Papers on Acoustics*, Harvard University Press, 1964, Nachdruck, Dover, New York 1964)



7.13
Sabines grafische Darstellung der Nachhallzeit im Vortragssaal des Fogg Art Museums. Der durchgezogene Abschnitt der Kurve ist experimentell ermittelt, die gestrichelten Abschnitte der Kurve sind eine theoretische Verlängerung, um die Hyperbelform erkennbar zu machen. (W. C. Sabine, *Collected Papers on Acoustics*, Harvard University Press, 1964, Nachdruck, Dover, New York 1964)

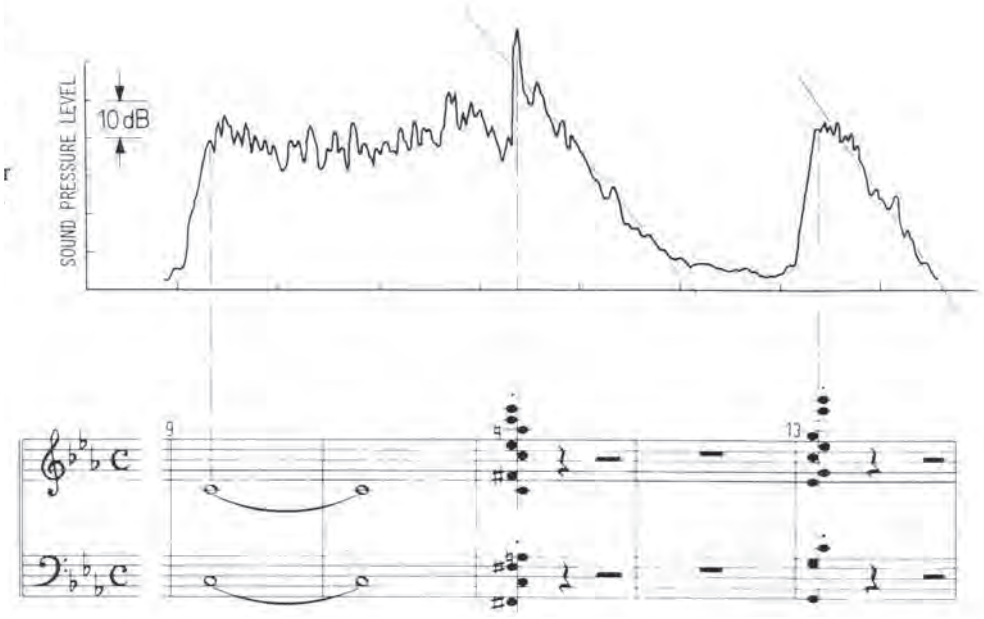
Museum. Er setzte die Arbeit die nächsten zwei Jahre fort, wobei er auch das Raumvolumen, die andere Variable bei der Nachhallzeit neben der Absorption, berücksichtigte. Dazu experimentierte er in Dutzenden von kahlen, schachtelähnlichen Räumen, angefangen bei Vestibüls bis hin zu Versammlungshallen.

Sabine legte später verbindlich fest, was er unter Nachhallzeit versteht. Es ist die Zeit, die die Schallenergie braucht, um auf den millionstel Teil ihres ursprünglichen Wertes zu fallen - also um 60 Dezibel; das ist in einem Konzertsaal ungefähr auch das grösste hörbare Verhältnis von grösster zu geringster Schallenergie. Eine moderne Schallpegelaufzeichnung von Beethovens Coriolan-Ouverture op. 62, Takt 9-13, illustriert die Schallpegelabnahme (Abb. 7.14). Anzumerken ist, dass die gleiche Art der Schallabnahme sowohl nach einem langanhaltenden Akkord oder etwa bei Sabines Orgelton als auch nach einem kurzen Geräusch wie einem Pistolenschuss entsteht, was als Dauerschall bzw. als Impulsschall bezeichnet wird.

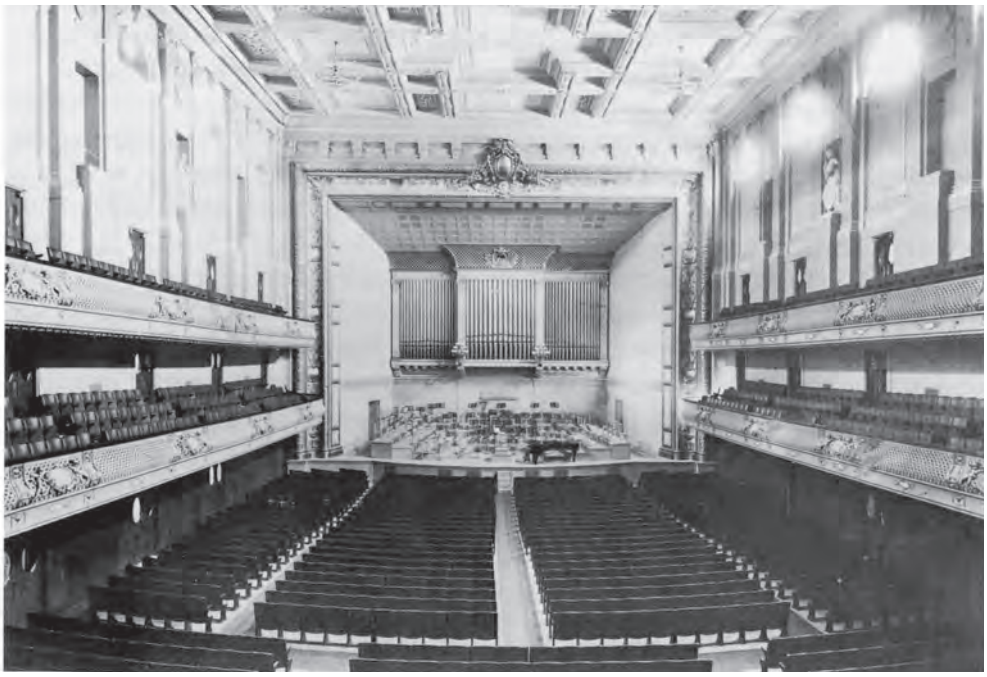
1898 wurde Sabine von Henry L. Higginson, dem Vorsitzenden des Bauausschusses für die geplante New Boston Symphony Hall, gebeten, die akustische Beratung bei diesem Projekt zu übernehmen. Auch Eliot, der Präsident der Harvard University, versuchte Sabine davon zu überzeugen, aber Sabine zögerte. Das Problem war, dass er für seine Nachhallkurven keine mathematischen Formeln fand, die ihm erlaubt hätten, die Akustik jedes beliebigen Raumes mit beliebigen Materialien zu berechnen. In der Geschichte der Wissenschaft gibt es jedoch immer wieder Augenblicke plötzlicher Offenbarung - Archimedes' heureka! und Pythagoras' Erkenntnis der Theorie der musikalischen Harmonie, als er die verschieden grossen Hämmer des Schmiedes hörte, sind zwar wohlbekannte, aber nicht nachprüfbare Beispiele hierfür. Einen ähnlichen, allerdings dokumentierten Augenblick gab es in der Geschichte der Akustik an einem Herbstabend im Jahre 1898, als Sabine, der mit seiner Mutter in der Garden Street in Cambridge wohnte, über seinen Aufzeichnungen grübelte. Plötzlich rief er aus seinem Arbeitszimmer „Mutter, es ist eine Hyperbel!" Es war ihm klar geworden, dass die Raumabsorption, multipliziert mit der Nachhallzeit, eine konstante Zahl ergibt. Am nächsten Morgen schrieb er an Präsident Eliot: „Gestern abend löste sich die Verwirrung von Beobachtungen und Ergebnissen, mit denen ich mich die ganze Zeit vergeblich abmühte, wie von selbst auf einfachste Weise ... „ Der Rest war einfach. Nach weiteren Experimenten konnte er den üblichen Baumaterialien einen Absorptionsgrad zuweisen, indem er die absorbierende Materialfläche durch eine Äquivalente „Fläche offenes Fenster" ausdrückte, die dieselbe Schallabsorption in einem Raum ergeben würde. Das offene Fenster war ein passendes Bild für vollständige Absorption. Die Nachhallzeit wurde so eine einfache Formel: Die Nachhallzeit T in Sekunden ist gleich einer Konstanten (0,163) multipliziert mit dem Raumvolumen V in m3, dividiert durch die absorbierende Fläche S in m2 multipliziert mit ihrem Absorptionsgrad a (T = 0,163 • V/a • S). Die Arbeit an der Boston Symphony Hall konnte beginnen.

Higginson erteilte dem Architekten Charles Folien McKim (1847-1909) von dem bekannten Architekturbüro McKim, Mead & White am 28. Oktober 1892, gerade als dieser in den Zug nach New York einsteigen wollte, den Auftrag, ein neues festes Haus für das Boston Symphony Orchestra zu bauen. Die alte Boston Symphony Hall, wo die Orchesterkonzerte stattgefunden hatten, war abgerissen worden, um einer Strasse Platz zu machen. McKim unterbreitete am 10. Juli 1893 Higginson drei verschiedene Entwürfe, die er später nach Frankreich mitnahm, um sie dort von verschiedenen Fachleuten begutachten zu lassen. McKim selbst favorisierte die Idee eines halbrunden griechischen Amphitheaters; der zweite Entwurf, ein elliptischer Saal, wurde von Professor Laloux von der Ecole des Beaux-Arts bevorzugt, der dritte Entwurf, ein rechtwinkliger Raum, wurde von Charles Lamoureux, dem berühmten Pariser Dirigenten, empfohlen. Das Projekt wurde dann einige Jahre nicht weiter verfolgt und erst in der Zeit wiederbelebt, als Sabine auf den Plan trat. Auch er sprach sich für die rechtwinklige Form aus; so nahm man die alte Boston Music Hall und das Leipziger Gewandhaus als Modelle für den neuen Entwurf.

Der neue Saal des Boston Symphony Orchestra sollte mit 2.600 Plätzen bei gleicher Länge etwa 70% mehr Kapazität als das Leipziger Gewandhaus mit seinen 1.560 Plätzen haben; die neue Boston Symphony Hall (Abb. 7.16) war 12,2 m länger als die alte Boston Music Hall. Anstelle nur eines Balkons wie in Leipzig gab es jetzt zwei, bei einer entsprechend höheren Decke und einem grösseren Volumen. Sabine sagte, man könne zwar theoretisch einen hervorragenden Saal so genau kopieren, dass er dieselbe gute Akustik habe, müsse dabei aber jede Abänderung ausgleichen. Weil er dem Bostoner Saal ein anderes Raumvolumen gab, musste er die Materialien besonders sorgfältig wählen, damit die Nachhallzeit nicht zu weit von den hervorragenden akustischen Bedingungen des Gewandhauses mit seinen 1,55 s abwich, tatsächlich hat die Boston Symphony Hall eine Nachhallzeit von 1,8 s, vollbesetzt bei mittleren Frequenzen. Die Balkone mit ihren goldverzierten Brüstungen waren schmal, um Schallschatten zu vermeiden; eine tiefkassettier-



7.14
Aufzeichnung des Schallpegels von Beethovens *Coriolan*-Ouverture op. 62, Takte 9-13. Sie zeigt die Nachhallzeit in einem Konzertsaal während der Pausen. (Cremer und Müller, *Die wissenschaftlichen Grundlagen der Raumakustik*, Bd. 1, S. 149)



7.16
Symphony Hall in Boston, Innenraum.
(Boston Symphony Hall)

te Decke und Wandnischen mit klassischen Statuen halfen, den Klang zu streuen. Der Saal wurde am 15. Oktober 1900 unter grossem Beifall der Kritiker eröffnet. Sabine war bis zum Ersten Weltkrieg noch Ratgeber bei vielen Bauwerken. Ab diesem Zeitpunkt hatte er für den Rest seines Lebens eine Anstellung beim Kriegsministerium. Sabines Einfluss war breit und sofort wirksam, denn er war ein Mann der angewandten Wissenschaft im besten Sinne. Er veröffentlichte seine Arbeiten lieber in Wirtschafs- und Architekturzeitungen als in der akademischen Welt.

Sabine und Adler haben sich niemals kennengelernt; beider Arbeiten aber bildeten die Grundlagen, aus denen die Konzertsaalarchitektur des 20. Jahrhunderts erwuchs. Adlers Methode der grafischen Darstellung des Schalls mit gezeichneten Strahlen führte zu den „Direktschall"-Sälen der 1920er und 1930er Jahre, bei denen die Decke so geformt war, dass sie den Klang wie in einem Kanal zu den Hörern leitet, ähnlich wie der Trichter eines frühen Phonographen den Schall zur Aufzeichnungsapparatur führt. Hauptmerkmal dieser Säle ist ihre Klarheit. Sabine hingegen betrachtete bei seinen Experimenten den Schall als ein Fliessen von Energie, die das Volumen eines Saales ohne Rücksicht auf seine Form füllt und den „klingenden" Nachhall ergibt, bevor dieser allmählich nachlässt und absorbiert wird. Man verwendete sein Modell des Schallverhaltens, um einen angemessenen Nachhall und die Fülle des Tones zu erhalten.

Noch Jahre nach Sabines Experimenten war man der Ansicht, dass die für bestimmte Arten von Musik gute Akustik eines „Schuhschachtel"-Saals wie die der Boston Symphony Hall nur der optimalen Nachhallzeit zugeschrieben werden könne. Wie wir jedoch in Kapitel 6 sahen, sind solche Säle aber vor allem wegen ihrer geringen Breite besonders gut. Da jeder Hörer hier nahe bei einer der Seitenwände sitzt, entsteht nur ein geringer Weg- und damit auch Zeitunterschied zwischen dem direkten und dem reflektierten Schall. Nach heutiger Erkenntnis ist die Lebendigkeit der Akustik eines Saales von der Stärke des direkten Schalls und der ersten, gering verzögerten Reflexionen im Verhältnis zum Nachhall abhängig, soweit dieser nach den ersten 50 ms eintrifft; dies ist die Zeitspanne, die das Gehör gerade noch wahrnehmen kann. Erst mit der Erfindung des Phonographen und des Radios wurde klar, dass der Raumeindruck in einem Konzertsaal von grosser Bedeutung ist. Der fehlende Raumeindruck bei Musik in Mono aus einem einzelnen Lautsprecher macht den Hauptunterschied zu dem Hörerlebnis bei Musik in einem Konzertsaal aus. Diese räumliche, „stereofone" Wirkung kommt weitgehend dadurch zustande, dass der Schall die beiden Ohren zu unterschiedlichen Zeiten erreicht. Aus den geringen Zeitunterschieden zwischen den Ankunftszeiten des Schalls und in einem bestimmten Mass auch aus den Lautstärkeunterschieden an den beiden Ohren kann das Gehör die Einfallswinkel der Schallwege und somit die Grösse und Form eines Raumes erkennen. Wenn wir ein Ohr zuhalten, verschwindet die Empfindung der Richtung weitgehend. Es liegt nahe, dies mit dem stereoskopen Sehen zu vergleichen; diese beiden Prozesse sind allerdings völlig unterschiedlich. Der akustische Raumeindruck wird mehr von den seitlichen Schallreflexionen als von den Deckenreflexionen bestimmt, diese vergrössern allerdings vorteilhaft Lautstärke und Klarheit. Die Konzertsaalarchitektur des 20. Jahrhunderts muss unter dem Gesichtspunkt betrachtet werden, dass die Bedeutung des Raumeindrucks und aller damit zusammenhängenden Faktoren bis dahin nicht bekannt waren. Das hat seither einen grossen Einfluss auf die Planung von Konzertsälen ausgeübt.

Michael Forsyth, „Der Hifi - Konzertsaal“,
in: *Bauwerke für Musik, Konzertsäle und Opernhäuser, Musik und Zuhörer vom 17.Jahrhundert bis zur Gegenwart*, S.255 - 312

1913 war auch das Jahr der Uraufführung von Strawinskys Le Sacre du Printemps in Paris, einem Werk, dessen elementare Rhythmen und scharfe Harmonien eine tiefe Wirkung nicht nur auf die Musik, sondern auf die gesamte Kunstwelt ausübten. In seinen späten, sehr kurzen Kammermusikkompositionen mit ihren spärlichen Melodien und hingetupften Tönen näherte sich Strawinsky Schönbergs musikalischem System. Strawinsky erklärte die Wirkung der Dissonanzen auf unsere Wahrnehmung:
„Die Konsonanz ist, wie das Wörterbuch sagt, die Verschmelzung mehrerer Töne zu einer harmonischen Einheit. Die Dissonanz entsteht aus der Störung dieser Harmonie durch das Hinzufügen von Tönen, die ihr fremd sind ... Sobald dieses Wort Dissonanz in Ihrer Umgangssprache erscheint, verbreitet es ein Odium der Sünde um sich. Erhellen wir diese Finsternis: in der Schulsprache ist die Dissonanz ein transitorisches Element, ein klingender Komplex oder ein Intervall, das sich nicht selbst genügt, und das sich, um das Ohr zufriedenzustellen, in eine vollkommene Konsonanz auflösen muß. Aber ebenso wie das Auge auf einer Zeichnung die Linien ergänzt, die der Maler bewußt weggelassen hat, kann man vom Ohr verlangen, daß es einen Akkord ergänzt und die nicht vollzogene Auflösung hinzufügt. Hier spielt die Dissonanz die Rolle einer Andeutung.“
Selbst die konventionellste, in romantischer Tradition geschriebene Musik des 20. Jahrhunderts wie Waltons Portsmouth Point enthält nun sprödere und spannungsreichere Harmonien und verwendet mehr Schlaginstrumente und härtere Rhythmen als zuvor. Ein weiteres Merkmal zeitgenössischer Musik ist der häufigere und schnellere Harmoniewechsel als bei der Musik von Brahms oder Wagner, „es geschieht also mehr in der gleichen Zeit“.
Auch die in der Mitte des 20. Jahrhunderts erbauten Konzertsäle lassen zunehmend völlig andere akustische Qualitäten als ihre unmittelbaren Vorgänger erkennen. Alle haben eine kurze Nachhallzeit und geben der Musik große Klarheit, wie ein Aufnahmestudio. Das ist nicht das Ergebnis des musikalischen Anspruchs, sondern vor allem der Notwendigkeit, mehr Zuhörer in einem Saal unterbringen zu müssen. Der Bezug zur Raumakustik ergibt sich dadurch, daß das Publikum nun das wesentliche schallabsorbierende Element im Saal ist. Außerdem wurde der Sitzbereich des Publikums für dieselbe Anzahl von Plätzen vergrößert, da weiter auseinanderstehende gepolsterte Sitze größeren Komfort bieten; das ist deshalb akustisch wichtig, weil sich damit der schallabsorbierende Bereich in einem Saal bei gleich großem Publikum vergrößert. Um mehr Zuhörer bequemer unterbringen zu können, werden die akustisch bedeutsamen Seitenwände weiter auseinandergerückt, somit wird die Decke zum beherrschenden schallreflektierenden Element in einem Saal. Aus diesem Grund kann sie auch nicht höher gelegt werden, obwohl die größere Absorption des Publikums eigentlich durch ein größeres Raumvolumen kompensiert werden müsste. Wegen der hohen Absorption und des geringen Volumens klingen diese Säle tot. Aufeinanderfolgende Töne werden nicht wie in den halligen Konzertsälen der Vergangenheit teilweise von nieder- bis mittelfrequentem Nachhall verdeckt. Die Nachhallzeit bei höheren Frequenzen ist in allen Konzertsälen grundsätzlich relativ kurz, da hochfrequenter Schall von den meisten Materialien und der Luft stärker absorbiert wird. Die Absorption der tieferen Frequenzen legt im Orchesterklang auch eine harte, stählerne „Schärfe“ frei, da in den höheren Teiltönen von Musikinstrumenten komplexe Dissonanzen präsent sind. Ein starker hochfrequenter Klang mag als wünschenswerte musikalische Würze betrachtet werden, wird jedoch, wenn er zu stark ist, als unangenehm empfunden. Die Akustik der neuen Säle entspricht also vollkommen der zeitgenössischen Musik mit ihren Dissonanzen, akzentuierten Rhythmen und ihrem umfangreichen Schlagwerkklang; das sind auch die akustischen Eigenschaften der Konsonanten im Gegensatz zu den Vokalen.
Kurz gesagt: obwohl der akustische Charakter der Konzertsäle des 20. Jahrhunderts vor allem aufgrund der Anpassung der Säle an größere Zuhörerzahlen entstanden und weniger das Ergebnis akustischer Planung unter Berücksichtigung zeitgenössischer Musik ist, entspricht die scharf umrissene musikalische Präzision ihrer Akustik der aufwühlenden rhythmischen Musik Strawinskys und seiner Zeitgenossen, was wiederum nachhaltig den allgemeinen Musikgeschmack beeinflußt hat.[...]
Die im traditionellen Stil erbauten nordamerikanischen Auditorien erlebten in den 1920er Jahren den Höhepunkt ihrer Prachtentfaltung, was man beim 1923 fertiggestellten Eastman Theater in Rochester im Bundesstaat New York sehen kann, übrigens dasselbe Jahr, in dem Watsons Buch erschien. Schallabsorbierende Teppiche, überreiche Draperien und große, gepolsterte Sitze schufen eine ideale Klangklarheit für das Schauspiel, für Vorlesungen und, in den 1930er Jahren, auch für Tonfilme, die mit ihrer eigenen Tonspur von der Saalakustik unabhängig waren. Kinos wurden zunächst so schalltot wie möglich gebaut, bis man herausfand, daß der direkte Lautsprecherklang ohne seitliche Reflexionen unnatürlich wirkt. Heute baut man sie mit lebendigerer Akustik, so daß sich der Hörer durch den Klang mehr eingehüllt fühlt. [...]
Da die Auditorien aus wirtschaftlichen Gründen größer gebaut wurden, wuchs auch die Gefahr von akustischen Mängeln. Watsons Forderungen nach musikalischer Klarheit trafen aber auch mit den

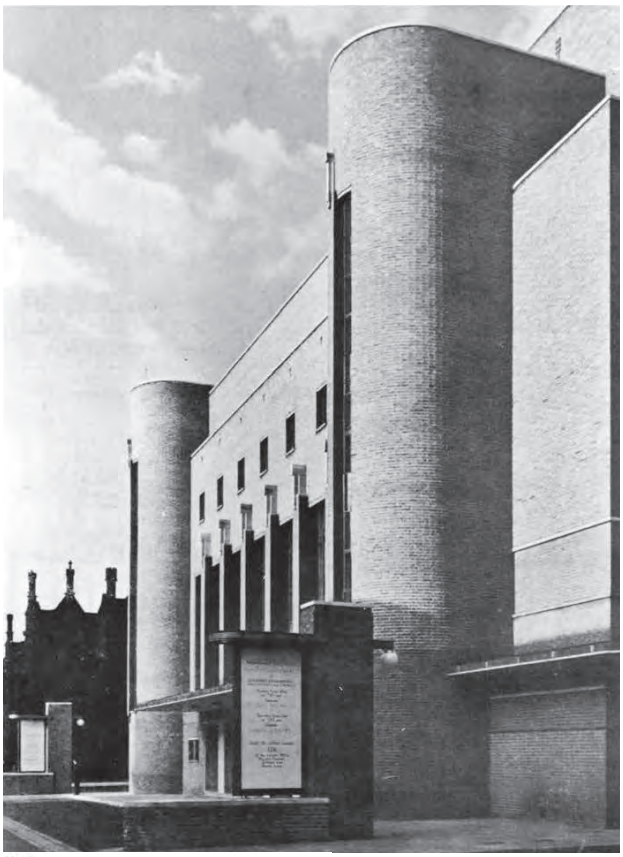
technischen Möglichkeiten zusammen, diese Risiken klein zu halten. Große Säle wurden stark absorbierend gebaut, um die Gefahr von Verfälschungen des Klangbilds, von Echos und ungleich verteiltem Schall zu reduzieren, allerdings mit dem Ergebnis, daß ihre Akustik für die Musiker nicht lebendig genug war. Daß viele Säle akustisch tot waren, wurde noch durch den falschen Vergleich des Konzertsaals mit einem Musikinstrument gefördert. Bis in die 1950er Jahre hinein war es üblich, die Innenwände mit dünnem Sperrholz zu verkleiden in der Annahme, eine Holzoberfläche mit einer dahinterliegenden Luftschicht würde wie eine Geige schwingen, obwohl der Schallenergiepegel dafür hätte immens sein müssen. Tatsächlich wird jedoch der Schall absorbiert - oder genauer, die niederfrequente Schallenergie wird in Wärme verwandelt, wenn sie die dünne Holzverkleidung in Schwingungen versetzt. Ein elastischer Holzfußboden allerdings bringt akustischen Nutzen, da er den Zuhörern die Schwingungen auch über den Körper vermittelt. Deshalb verlangen Musiker immer eine freischwingende hölzerne Bühne. Nachteilig ist dann jedoch die hohe Absorption der Baßfrequenzen. Wird nun trotzdem eine Holzverkleidung angebracht, müssen die Platten schwer oder an vielen Stellen befestigt sein, damit sie starr genug sind. So schafft das 1935 erbaute, innen holzverkleidete Nils Einar Eriksson Konserthus in Göteborg mit seiner sehr guten Akustik, seinen warmen Farben und seiner einhüllenden Form einen höchst eleganten Rahmen für Konzerte.

Wir sahen im letzten Kapitel, daß um die Jahrhundertwende zwei Strömungen der Akustik erkennbar wurden: Sabine betrachtete den Klang als ein Fließen von Nachhallenergie, die allmählich verschwindet oder absorbiert wird. Diese Auffassung fand ihren architektonischen Ausdruck in der Schuhschachtelform der Boston Symphony Hall. Andererseits benutzten Adler und Sullivan das Schallstrahlen-Modell, aus dem sich das Fußbodenprofil ihrer Auditorien ableitete. Watson bezieht sich im wesentlichen auf das letztere Modell; jedoch ist bei ihm der Bühnenbereich reflektierend. Europäische Architekten hatten hingegen den Standpunkt eingenommen, daß alle Wand- und Deckenoberflächen vorteilhafterweise den Direktschall durch Reflexionen verstärken sollten. In den 1920er und 1930er Jahren wandten sie das Strahlendiagramm auf die Gesamtgestalt des Saales an, auf Grundriß und Schnitt, um daraus zu erkennen, wie der Schall sich im Auditorium bis auf die hintersten Plätze ausbreitet. Das „Direktschall-Auditorium" mit seinem trichterförmigen Profil, nach dem gleichen Prinzip entworfen wie der Trichter des frühen Grammophons, wurde zum Muster für eine ganze Generation von Konzertsälen, zeitlich parallel zum Watson-Saal in Nordamerika. Die Analogie zum Grammophon geht sogar noch weiter; denn obwohl diesen Konzertsälen Nachhall fehlt, weil der Klang direkt auf die schallabsorbierenden Zuschauer geleitet wird, hat die Unmittelbarkeit des Klangs eine attraktive, lebendige „HiFi-Qualität", ähnlich wie sie von guten Lautsprechern in einem mit Teppich ausgelegten Raum erzeugt wird. Le Corbusier verwendete dieses Modell 1927 bei seinem Entwurf des Plenarsaals der Salle des Nations, ein Projekt für den Völkerbund in Genf. [...]

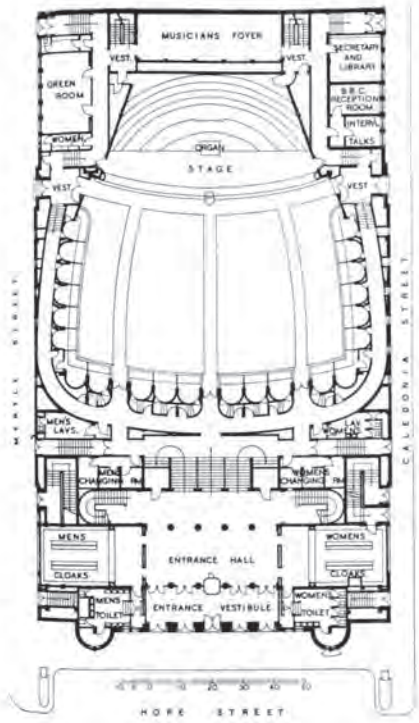
Zwei andere große „Direktschallsäle" aus der Vorkriegszeit gehören immer noch zu den besten Konzertsälen: die Philharmonie Hall in Liverpool von 1939 und die Kleinhans Music Hall in Buffalo von 1940. Mit 1.955 bzw. 2.839 Plätzen und moderner Ausstattung bei kaum wahrnehmbarem Nachhall bieten beide Säle eine attraktive „HiFi-Intimität" mit guter Klangdefinition. Die Philharmonie Hall (Abb. 8.7 bis 8.9) wurde von Herbert J. Rowse entworfen, um den 1933 durch ein Feuer zerstörten früheren Saal, der in Kapitel 6 beschrieben wurde, zu ersetzen. Das Bauwerk ist typisch für seine Zeit: das Äußere aus unverputztem Backstein ist beeinflußt von der zeitgenössischen holländischen Architektur Willem Dudoks, der Saal, dessen Wände und Decke aus indirekt beleuchteten breiten Bändern gebildet werden, ist cremefarben verputzt. In den Foyers liegen Teppiche, die Fußböden der Vestibüls sind mit Terrazzo und schwarzem Marmor belegt und mit geätztem Glas von Whistler ausgestaltet. Die Kleinhans Music Hall, entworfen von dem aus Finnland stammenden Architekten Eliel Saarinen, ist mit hellem Primaveraholz ausgekleidet und verbindet in seinem kühnen Äußeren und dem schlichten Inneren handwerkliche Verarbeitung des Materials mit der Hinwendung zur neueren europäischen Architektur.

Dem Zweiten Weltkrieg fielen viele der in den Stadtzentren gelegenen Konzertsäle in Europa zum Opfer; nach 1945 schlossen die staatlichen Wiederaufbauprogramme auch viele Bauwerke für die Künste ein. Nach dem Verlust der Londoner Queen's Hall während des Blitzkrieges wurde 1951 die Royal Festival Hall als erster größerer Konzertsaal nach dem Krieg eröffnet, entworfen von Sir Robert Matthew und dem späteren Sir Leslie Martin vom London County Council Architects' Department. Unter Mitarbeit von Akustikern aus Europa und Nordamerika wurde sie, wie die Architectural Review sagte, „die fast vollständige Darstellung der gegenwärtigen Theorie der Akustik". [...]

Die Royal Festival Hall war von der Planung her als Ei in einem Glaskasten konzipiert. Helle, transparente Außenwände umschließen das große, wuchtige Auditorium, unter dessen ansteigendem Parkettboden sich das Hauptfoyer befindet. Von der Terrasse führen Treppenfluchten hinunter in die Eingangshalle



8.7
Philharmonic Hall in Liverpool, eröffnet 1939, von Herbert J. Rowse.
(Architectural Press)



8.9
Philharmonic Hall in Liverpool, Grundriß.
(Architectural Press)

8.8
Philharmonic Hall in Liverpool, Auditorium.
(Architectural Press)

und hinauf zu den Foyers auf verschiedenen Ebenen, die alle miteinander Sichtverbindung haben. Die Deckenhöhe zwischen den einzelnen Ebenen ist ziemlich gering und betont den spannungsreichen Ausblick auf den darunterliegenden Fluß. Auf der Flußseite erstreckt sich über die gesamte Breite ein Restaurant. Der Blick durch die Glaswand erfaßt den Flußlauf von den Turmspitzen von Westminster bis zur Kuppel von St. Paul's. Schon die Foyers lassen in ihrer Auskleidung mit Derbyshire - Marmor das wuchtige Auditorium erahnen. Tragende Wände sind weiß verputzt, nichttragende Teile in starken Farben gehalten. Die Verwendung heller Farben in den Foyers und kräftiger, dunkler Farben im Auditorium heben den unterschiedlichen Charakter der Räume hervor. [...]

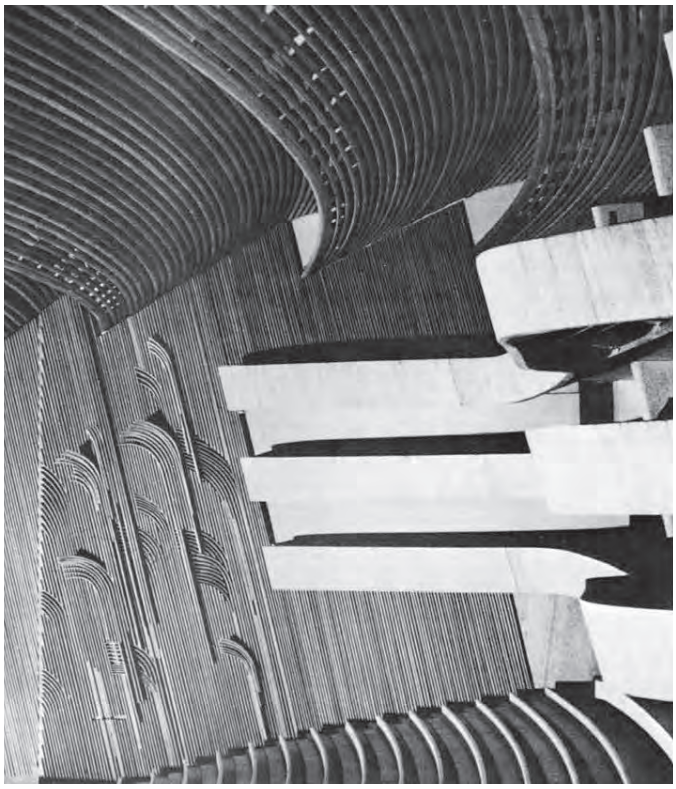
Die Form des Auditoriums der Royal Festival Hall war erstmals direkt nach musikalischen Kriterien geplant worden und nicht aufgrund vorhandener Säle oder von Intuition. Die verschiedenen musikalischen Beurteilungskriterien - Klang, Deutlichkeit, Balance usw. - mußten erst in meßbare, quantifizierbare Begriffe übersetzt werden. Die akustischen Kriterien wurden dann in den Gesamtentwurf integriert. Hope Bagenal, einer der akustischen Berater des Projekts, sagte, daß „im Idealfall das Publikum am Hang eines größeren Hügels sitzen solle und das Orchester auf dem steileren Hang eines kleineren Hügels gegenüber, getrennt durch einen kleinen See",womit er eine schallreflektierende Oberfläche aus Marmor meinte. Dieses einfache Bild war die Basis für den Entwurf: das Ansteigen der Sitzreihen des „Publikumshügels" ermöglichte einen „Hörblick" mit guter Deutlichkeit und Ausgewogenheit des Orchesters, während die in Stufen ansteigende Orchesterbühne eine gute Balance zwischen den verschiedenen Klanggruppen des Orchesters schuf, ohne daß die hinteren Streicher von den vorderen verdeckt wurden. Zur Klangklarheit trägt auch ein 50 mm dicker Baldachin aus Bergahorn über der Bühne bei, der den Klang zum Publikum hin reflektiert. Da stets die Gefahr akustischer Fehler - wie z. B. Echos von den Seitenwänden - besteht, wurden die Wände entweder als Schallreflektoren oder Schallabsorber für niedrige oder mittlere Frequenzen gestaltet.

Der Saal erwies sich schließlich als weitaus nachhallärmer als erwartet aufgrund der ansteigenden Bestuhlung und des großen Reflektors über der Bühne, der den Schall ins Publikum leitet und dabei Schallenergie absorbiert. Trotz des beträchtlichen Raumvolumens schien der Nachhall schwach, was eine extreme Deutlichkeit der Musik bei fehlender Klangfülle verursachte, also gut für Kammermusik und für Mozartorchester, aber weniger geeignet für die Monumentalorchestrierungen spätromantischer Komponisten war. Obwohl die trockene Akustik der Royal Festival Hall nicht jedermanns Geschmack war - man sagte, einige seien von der Royal Albert Hall stark beeinflußt, andere lehnten sie aus politischen Gründen ab -, gab das Bauwerk einem bestimmten sozialen und künstlerischen Bedürfnis nach einem akzentuierteren Musikstil Ausdruck. Der Klang im Saal war spröde und scharf, hob das Blech und das Schlagzeug hervor und war besonders für die starken Rhythmen und Dissonanzen der Musik des 20. Jahrhunderts geeignet. Zudem war dieser kristallklare Klang Teil des durchsichtigen, funktionalen Modernismus des ganzen Bauwerks - ein Symbol für den neuen Geist, der Ordnung in das Chaos Londons nach dem Kriege bringen sollte. Die Installation von elektronisch erzeugtem Nachhall in der Royal Festival Hall in den 1960er Jahren wird später in diesem Kapitel behandelt. [...]

Der Wiederaufbau und die Neubaumaßnahmen nach dem Krieg führten in den 1950er und 1960er Jahren zu einer weltweiten Stadterneuerungsbewegung. Oft schlossen die Bauprogramme einen neuen Konzertsaal und ein neues Opernhaus ein. Eines der größten Projekte dieser Art war das Barbican Arts Centre, die letzte Bauphase des Barbican-Komplexes der Stadt London, geplant von Chamberlin, Powell und Bon. Der Komplex war die Verwirklichung eines Traums von Politikern und Planern der 1950er Jahre, in dieser vom Krieg verwüsteten Gegend wieder ein lebendiges, dichtes Wohnviertel mit kulturellem Leben zu schaffen. Obwohl das Arts Centre von Anfang an ein integraler Teil des Gesamtkomplexes war, wurde das Vorhaben erst 1969 genehmigt. Baubeginn war zwei Jahre später. Das Kulturzentrum wurde schließlich mit einem Gesamtkostenaufwand von 150 Millionen Pfund 1982 fertiggestellt und eröffnet. Der Komplex ist in einem monumentalen Stil gebaut. Er enthält einen Konzertsaal mit 2.000 Plätzen, der das Haus des London Symphony Orchestra ist, sowie noch weitere Räumlichkeiten, die durch ausgedehnte, flughafenähnliche Foyers verbunden sind.

Der bemerkenswerteste und ungewöhnlichste Architekt der Nachkriegszeit, der sich auch mit Konzertsaalprojekten beschäftigte, war der Finne Alvar Aalto (1898-1976). Alle seine Säle haben die charakteristische Fächerform. Das ist für einen Konzertsaal im Prinzip eine problematische Formgebung, da die schräg verlaufenden Wände den Schall in den hinteren Teil des Saales reflektieren und die Plätze in der Mitte ohne starke seitliche Reflexionen lassen, was, wie wir gesehen haben, für den Raumeindruck eines Saales wichtig ist. Der fächerförmige Saal benötigt deshalb Deckenreflexionen und eine geringe Deckenhöhe sowie ein kleines Volumen. Aber die verhältnismäßig kleinen Raummaße von Aaltos Sälen wie das Kultuuritalo in Helsinki von 1957 mit 1.500 Plätzen (Abb. 8.15) und das Aalto-Theater in Essen mit 1.108

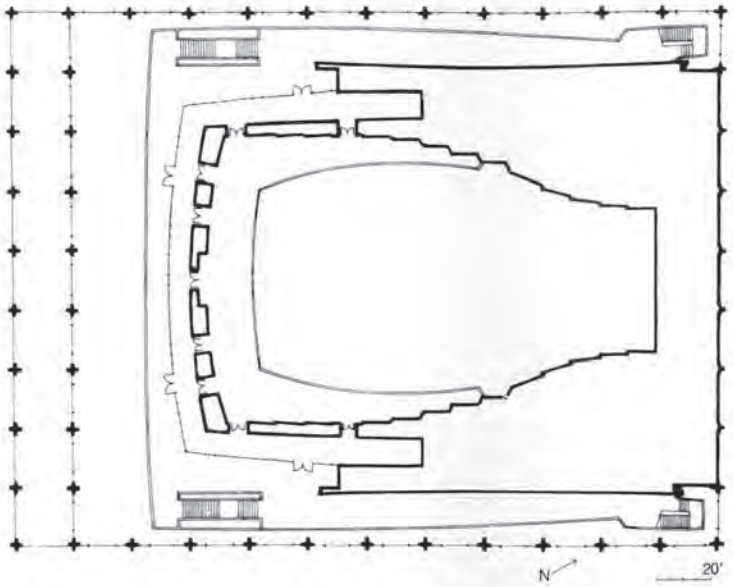
8.15
Kultuuritalo in Helsinki von Alvar Aalto, eröffnet 1958. Aaltos fächerförmige Säle sind trotz der kurzen Nachhallzeit akustisch gut, weil sie geringe Ausmaße haben. (Arkkithetitoimisto Alvar Aalto)



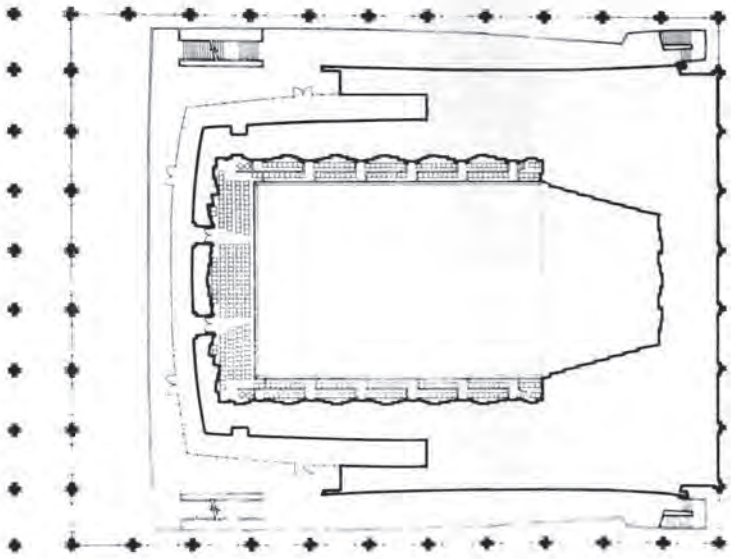
8.16
Modell des Aalto-Theaters von 1958 in Essen. (Arkkithetitoimisto Alvar Aalto)

Plätzen erweisen sich als vorteilhaft, seine Säle sind tatsächlich überraschend gut.
Aaltos Konzertsäle und sein Plan für das Opernhaus in Essen (Abb. 8.16), mit seiner wunderbar frei fließenden Form bei einem Wettbewerb von 1959 preisgekrönt, sind stets asymmetrisch. Durchgänge teilen das Parkett in einzelne Segmente auf und sind zugleich die Eingänge. Die einzelnen Segmente haben jeweils zwei oder drei Sitzreihen mehr als die davorliegenden und, wenn die Planung es erlaubt, sitzt dabei der größere Teil des Publikums in der linken Saalhälfte, also auf der Seite, wo die Solisten stehen und wo die Tastatur des Flügels ist. Aaltos letzter und monumentalster Beitrag zum Kulturleben seiner Vaterstadt Helsinki war die Finlandia-Halle, ein schimmernder Eisberg aus Carraramarmor, entworfen 1962 und gebaut zwischen 1967 und 1971. Als Teil eines neuen Bürgerzentrums, das er über ein Jahrzehnt lang plante, erstreckt sich das Bauwerk auf dem Gelände eines ehemaligen Verschiebebahnhofs sowie schlecht genutztem Land und verbindet die wichtigsten städtischen Zentren von Helsinki miteinander. In den großen Saal mit 1.750 Plätzen und in den kleinen Kammermusiksaal mit 350 Plätzen gelangt man über eine weite, niedrige, mit Travertin ausgelegte Vorhalle und an langen, marmornen Garderobentischen vorbei zu den darüberliegenden Foyers in weißem Putz und Carraramarmor - eine moderne Version von Garniers Pariser Opera. Verwurzelt in der nordischen nationalen romantischen Tradition repräsentiert Aalto in der Architektur das, was Sibelius in der Musik verkörpert.
Wenn die kulturellen Zentren der Nachkriegszeit teils Sache des nationalen Prestiges und teils eine Antwort auf politische und geschäftliche Interessen waren, dann war das bekannteste und ehrgeizigste und das von politischen Kontroversen am meisten begleitete Projekt dieser Art das Sydney Opera House, Ergebnis eines Wettbewerbs von 1955/56. Opernhaus war von Anfang an eine missglückte Bezeichnung, denn das Bauwerk war niemals ausschließlich für Oper vorgesehen, diese Bezeichnung schürte nur die Sache seiner Gegner, nachdem der große Vielzwecksaal sich überhaupt für Oper als ungeeignet erwiesen hatte.
Sieger des Wettbewerbs für das Sydney Opera House war der kaum bekannte, achtunddreißigjährige dänische Architekt Jörn Utzon. Der vorgesehene Standort war eine in den Hafen vorspringende Felsspitze mit der geschwungenen Harbour Bridge als spektakulärem Hintergrund. Utzons Konzept war von poetischer Einfachheit: er plazierte die zwei erforderlichen Auditorien nebeneinander auf eine gestufte Terrasse, auf die alle Ebenen von beiden Sälen ohne Treppen direkt hinausführten und von der aus man einen phantastischen Blick über den Hafen hat. Jeder Saal ist überwölbt von einem Paar freistehender Betonmuscheln verschiedener Höhe, um das Bühnenhaus und die Auditorien zu verbergen. Vom Hafen aus sieht das Bauwerk wie ein großes, weißes Segelschiff mit weit geblähten Segeln aus. Utzon verglich es mit einer gotischen Kathedrale - ein lebendiges Objekt vor Sonne, Licht und Wolken. Er leitete die Idee für die Muscheln - ein irreführender Begriff, denn sie bestehen aus einer Rippenkonstruktion wie ein gotisches Gewölbe - von den Stahlkonstruktionen der Schiffsrümpfe ab, die er oft in den Werften von Elsinore gesehen hatte, denn sein Vater war Schiffsarchitekt und ein bekannter Konstrukteur von Yachten. Utzons Zeichnungen versprachen ein architektonisches Meisterwerk, obwohl sie zu jenem Zeitpunkt nur skizziert waren und kein Planungs- oder Konstruktionsdetail vorlag.
Utzon nahm die konstruktive Umsetzung der Pläne mit einem rein dänischen Beraterteam und mit dem in London tätigen Ingenieur Ove Arup und Partner und dem Akustiker V. L. Jordan aus Kopenhagen in Angriff. Die größte Schwierigkeit lag in der stabilen Konstruktion der Muscheln. Es war höchst fraglich, ob man sie überhaupt bauen konnte, da sie größer als alles Vergleichbare auf der Welt waren. Weil sie schräg gestellt werden mußten, um innen Raum zu schaffen, hatte jede nur zwei Auflagepunkte; damit bestand die Gefahr, daß sie gegeneinander kippten und wie Dominosteine umfielen. Nach zahlreichen alternativen Überlegungen ließ man die Muscheln schließlich Rücken an Rücken gegeneinander lehnen. Ein weiteres Problem waren die unterschiedlichen Hyperbelkonturen der Muscheln, die viele verschiedene Betonschalungen erfordert hätten. Dieses Problem löste man, indem man Kugelsegmente mit dem- selben Radius von 75 m verwendete, wodurch immer wieder die gleichen Formteile benutzt werden konnten. Die dritte größere Schwierigkeit brachte das Bühnenhaus. Viele Wettbewerbsteilnehmer hatten ihre Auditorien mit dem Rücken aneinander stoßen lassen. Utzon legte sie nebeneinander, damit die Hinterbühne vom Land aus erreicht werden konnte und der herrliche Blick nicht verbaut wurde. Das bedeutete jedoch, daß für das Heraufziehen der Bühnenbilder ein aufwendigeres System als die üblichen Soffitten gebaut werden mußte.
Von Beginn an verursachte das Projekt Änderungen und Extrakosten, da Utzon gezwungen war, mit dem Bau zu beginnen, noch bevor er die Planungen vollständig abgeschlossen hatte. 1965 stiegen die geschätzten Kosten, die aus der staatlichen Lotterie bezahlt wurden, von den ursprünglich angesetzten 7 Millionen Pfund steil an auf 50 Millionen Pfund - letztendlich lagen die Kosten noch einmal doppelt so hoch. Diese Affaire führte sogar zum Sturz der Regierung von South New Wales. Als die Konstruktionsprobleme gelöst und das Äußere fast fertig war, gab Utzon 1966 auf. An seiner Stelle wurde ein australischer Architekt eingesetzt, der das Innere schließlich in

8.24
Philharmonic Hall des Lincoln Center in New York von Max Abramovitz mit den akustischen Beratern Bolt, Beranek und Newman, 1962, Grundriß des ursprünglichen Gebäudes.
(*Progressive Architecture*)



8.25
Avery Fisher Hall des Lincoln Center in New York von Philip Johnson und John Burgee mit dem akustischen Berater Cyril Harris, eröffnet 1976, Grundriß.
(*Progressive Architecture*)



völlig veränderter Gestalt fertigstellte. Das Bühnenhaus für den großen Saal wurde nie gebaut, so daß man ihn nur als Konzertsaal verwenden kann, ohne das große Volumen der Hauptmuschel, die man jetzt für alles Mögliche nutzen kann. Die Innenräume sind mit Sachverstand gebaut und haben eine gute Akustik, sind aber weder innovativ noch besonders herausragend. Wie groß auch der Kampf um die Fertigstellung war - es war jedenfalls ein kleinerer Kampf als um die gotischen Kathedralen -, das Sidney Opera House ist, wie die Hauses of Parliament für England, ein Wahrzeichen für Australien geworden, das weltweit als Symbol für sein Land steht. [...]
1956 begann die architektonische Planung eines weiteren großen Kulturprojektes, des Lincoln Center for the Performing Arts in New York. Dwight D. Eisenhower kündigte aus dem optimistischen Geist der Zeit heraus an, Amerika baue das größte Kunstzentrum der Welt in der größten Stadt der Welt. Der Plan folgte Le Corbusiers Doktrin, Aktivitäten in einer Stadt sollten nach ihren Funktionen zusammengefaßt werden, obwohl sich herausgestellt hatte, daß diese Zentren außerhalb der Stunden ihrer Benutzung keinerlei Leben haben. Die Politiker machten auch den Fehler, zu glauben, Herausragendes könne nur dann entstehen, wenn sie nicht nur einen der besten Architekten Amerikas verpflichteten, sondern gleich alle. Diese bildeten ein Komitee, von dem jeder einzelne besser gearbeitet hätte als alle zusammen. Das Resultat der Zusammenarbeit ist eine Gruppe moderner neoklassizistischer Gebäude um einen offenen Platz herum: das Metropolitan Opera House (1962-1966),21 ein großes, traditionelles Theater in Hufeisenform mit 3.800 Plätzen von Wallace K. Harrison, der für den Komplex Direktor der Board of Architects war, die Philharmonie Hall (1962) von Max Abramovitz, das neue Haus für das New York Philharmonie Orchestra, das New York State Theater (1962-1964) von Johnson und Poster, das Vivian Beaumont Theater (1965) von Eero Saarinen und Partnern und die Juilliard School of Music (1968) von Pietro Belluschi und anderen.
Die Philharmonic Hall (Abb. 8.24) wurde zuerst fertiggestellt, und sie war auch das Bauwerk mit den meisten Problemen. Die akustische Beratung hatte die Firma Bolt, Beranek & Newman in Cambridge in Massachusetts. Nach der Auftragserteilung erarbeitete Dr. Leo Beranek als vorbereitende Arbeit einen Überblick über die besten Konzertsäle der Welt, der später als Buch ein Klassiker wurde, Music, Acoustics and Architecture. Der neue Saal sollte die Wärme des Klangs und die Intimität der älteren Säle von Wien, Amsterdam und Boston mit der heute erforderlichen präzisen Klangklarheit verbinden. Man fand heraus, daß durch sorgfältige Positionierung eines teilweise offenen, reflektierenden Schirms die „scharfen" höherfrequenten Klänge des Orchesters direkt auf das Publikum geleitet werden und das Gefühl vermitteln können, in einem relativ kleinen Raum zu sein, während das Saalvolumen die klangliche Fülle, besonders bei den Violoncelli und Bässen, gibt. Im Juli 1959 nahm man Beraneks Vorschlag für einen rechteckigen Saal mit 2.400 Plätzen an, aber gegen seinen Rat wurden weitere 258 Plätze hinzugefügt, indem man die Seiten konkav tonnenförmig auswölbte, was sich fatal auf die Schallstreuung auswirkte. Auch die empfohlenen schallstreuenden Teile an den Seitenwänden wurden aus Kostengründen durch glatte Wände ersetzt. Am 28. Mai 1962 um 10 Uhr, wenige Minuten nachdem Arbeiter die Bühne provisorisch für das Orchester hergerichtet hatten, leitete Seiji Ozawa das New York Philharmonie Orchestra bei dem ersten einer Reihe von Konzerten, bei denen die Anzahl und Ausrichtung der Schallreflektoren festgelegt wurden. Selbst den Sperrholzbauzaun sägte man in Stücke, um daraus zusätzliche Reflektoren zu machen, Glasfibermatten simulierten die Absorption des Publikums. Die ersten Tests verliefen noch hoffnungsvoll; das Eröffnungskonzert am 23. Oktober 1962 war dann zwar ein gesellschaftlicher Erfolg, jedoch ein akustisches Desaster. Die Musiker hörten sich gegenseitig nicht, Streich-, Holz- und Blechblasinstrumente vermischten sich nicht. Außerdem war der Klang hart, grell und ohne tiefe Klangkomponenten. Das Problem lag in der mangelnden Ausgewogenheit von unreflektiertem Schall, der Unmittelbarkeit und Direktheit gibt, und von halligem, „symphonischem" Klang. Ohne Gelegenheit zu haben, den Saal akustisch nachzubessern, wurde Beranek durch ein Komitee von Akustikern ersetzt. Zwischen 1963 und 1969 machte man eine Reihe von ergebnislosen Versuchen zur Korrektur der Akustik.
Schließlich wurde das Innere der Philharmonie Hall von den Akustikern Cyril M. Harris und den Architekten Philip Johnson und John Burgee völlig neu gestaltet und am 19. Oktober 1976 als Avery Fisher Hall wiedereröffnet (Abb. 8.25). Wie die vorhergehenden Konzertsäle von Harris, das John F. Kennedy Center in Washington D. C. und die Orchestra Hall in Minneapolis, hatte die Avery Fisher Hall den rechtwinkligen, schuhschachtelähnlichen Grundriß mit drei Balkonen der Boston Symphony Hall zum Vorbild und glich - Ironie des Schicksals - dem ursprünglichen Entwurf Beraneks. Doch trotz der Ähnlichkeit zu ihrem Bostoner Vorbild, trotz ungefähr gleicher Länge und Platzkapazität - 2.741 bzw. 2.631 Plätze - beeinflussen die Größenunterschiede der beiden Säle das Verhältnis des Volumens zur schallabsorbierenden Publikumszone. In der Avery Fisher Hall stehen die Sitze weiter auseinander, da der Saal 3,7 m breiter ist, was eine größere Absorptionszone ergibt, und auch die Decke ist niedriger, was auf die schallabsorbierende Zone bezogen ein kleineres Volumen ergibt. Die Absorpti-

onszone von Publikum und Orchester beträgt in Boston 1.542 m2, in New York 1.858 m2; die Verhältnisse des Volumens zur Absorptionsfläche betragen 39,9 bzw. 32,3. Das Ergebnis ist ein viel kürzerer Nachhall in der Avery Fisher Hall, der Klang ist klar, präzise und kühl, völlig verschieden von dem warmen, vollen, nachhallreichen Klang des Sabineschen Saales in Boston; er entblößt mehr den Klang, anstatt ihm zu schmeicheln wie ein Konzertsaal des 19. Jahrhunderts. Damit ist die Avery Fisher Hall ein typisches Beispiel für einen modernen nordamerikanischen Hi-Fi-Konzertsaal. Die Vorliebe für einen klaren, durchsichtigen Klang geht parallel mit dem „Erste Reihe-Sound" der Nahfeld-Mikrofonaufnahmen, wie sie in Nordamerika bevorzugt werden. Wie die hyperrealistischen Bilder der 1960er und 1970er Jahre erlaubt ein solches Klangbild eine klare, äußerst genaue Reflexion über den Gegenstand der Abbildung.

Im 20. Jahrhundert haben ökonomische Überlegungen nicht nur zu einer Vergrößerung der Auditorien vor allem in den USA geführt, sondern auch dazu, sie möglichst auszulasten. Sie wurden als Vielzweckhallen konzipiert. Ihre Akustik ist deshalb von Kompromissen bestimmt, Sprache und Musik aller Art, wie Symphoniekonzerte, Opern, Kammermusik, Jazz, Lesungen, Tagungen, Podiumsgespräche, Kino und Gottesdienste bestmöglich wiederzugeben. Solche Säle wurden vor allem in den neueren nordamerikanischen Städten gebaut, die nicht über eine Vielzahl von Konzertsälen und Theatern wie die alten europäischen Städte verfügen. Gleichzeitig war sich das an Tonaufnahmen geschulte Publikum in steigendem Maße musikalischer Qualität und Authentizität bewußt geworden. In den 1960er Jahren forderte man Säle, die mit rasch variierbarer Akustik verschiedenen Musikstilen gerecht werden konnten. Das Ideal war ein Saal, in dem die Aufführungsbedingungen vom Opernhaus des 18. Jahrhunderts mit einer Nachhallzeit von wenig mehr als 1 s in die eines Konzertsaales des 19. Jahrhunderts mit einer Nachhallzeit von 2 s verwandelt werden konnten - alles in demselben Konzertsaal. Hatten die beschriebenen architektonischen Bedingungen für Musik bis dahin einen Einfluß auf den Musikstil, so begannen sich jetzt die Bauwerke der Musik anzupassen, so daß der Einfluß nun umgekehrt wirkte.

Die akustische Veränderung wurde auf zwei Arten erreicht: einmal mechanisch, wobei man entweder schallschluckende Tücher oder Vorhänge benutzte, um die Nachhallzeit zu regeln, und variable reflektierende Oberflächen, um die akustische und visuelle Größe des Saales einzustellen, oder elektroakustisch, indem man ein Lautsprechersystem zur Verstärkung des Nachhalls einsetzte. Die Idee zu einem akustisch voll variierbaren Saal erwuchs aus Experimenten während der späten 1950er Jahre, die Akustik vieler existierender Säle wie der Carnegie Hall durch zusätzliche leichte Schallschirme und Sperrholzbaldachine über der Bühne zu verbessern. Ziel war, die Klarheit der Musik durch direkt zum Publikum hin reflektierten Schall zu vergrößern und damit den verschwommenen Klang zu reduzieren, welcher durch reflektierten Schall von zu hohen Decken und in Theatern von einem sich hinter der Bühne verlierenden Schall herrührt. Diese behelfsmäßigen Methoden waren bisweilen überraschend wirksam. Ihr Erfolg, der zu jener Zeit irgendwie unvorhersehbar eintrat, beruhte darauf, daß die Schirme den mittleren und hochfrequenten Schall direkt zum Publikum leiteten, was dem Klang eine präzise Definition gab, während gleichzeitig die Schirme für langwelligen, niederfrequenten Schall durchlässig waren; er wurde nach dem Durchgang durch das leichte Material von den Saalwänden unverändert reflektiert. Das ergab größere Klarheit, während gleichzeitig der volle, „symphonische" Klang des Saales erhalten blieb. Die Architekten begannen die Möglichkeiten zu erkennen, variable schallreflektierende Oberflächen in einem Saal anzubringen, um über eine veränderbare Akustik zu verfügen.[...]

Seit den 1960er Jahren legte das Publikum aufgrund der ständigen Fortschritte der Aufnahmetechnik und der elektroakustischen Klangwiedergabe immer mehr Wert auf Klangqualität und räumliche Wiedergabe der Musik. Die Klangqualität der häuslichen Stereoanlage, bei der die technische Virtuosität des Solisten verbunden ist mit äußerster Klarheit im oberen Frequenzbereich und einer Baßbegleitung mit starkem Nachhall - ein bei einer Konzertaufführung unerreichbares Klangbild -, wurde für den Hörer zum Maß, mit dem er die akustische Qualität eines Konzertsaals beurteilte. Man verlangte zumindest bei den nun wieder beliebten romantischen Werken etwa von Mahler nach Konzertsälen mit vollerem, nachhallreicherem Klang wie jenen des 19. Jahrhunderts. [...]

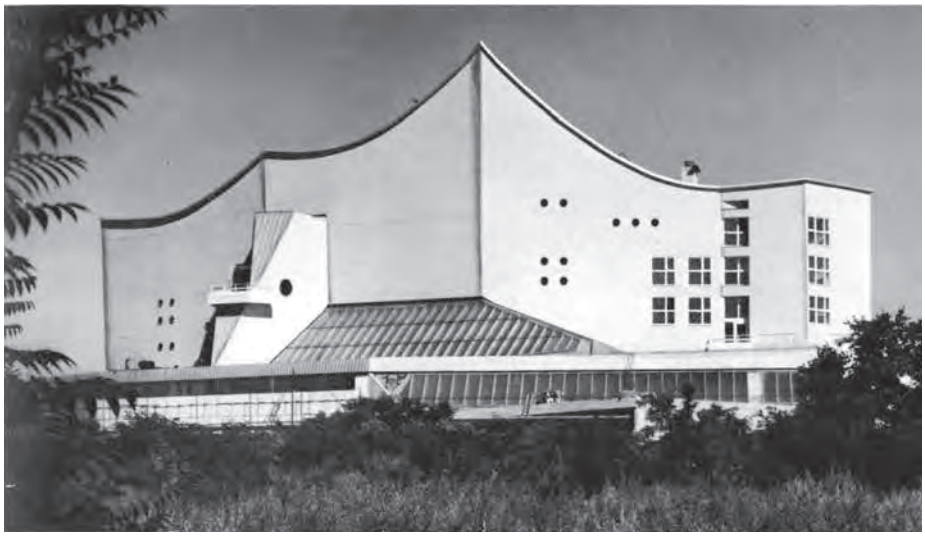
Vor allem in Europa lassen Konzertsaalarchitekten in neuerer Zeit häufig den über der Bühne hängenden reflektierenden Schirm weg; der Schall kann frei an der Decke und an den Saalwänden reflektieren. Damit lassen sich die bei der Royal Festival Hall auftretenden Probleme vermeiden, wo der Klang direkt zum Publikum reflektiert und sofort absorbiert wird. Die Nachhallzeit kann dadurch erheblich verlängert werden. In der Rotterdamer Philharmonic's de Doelen Hall von 1966 gelang dem Akustiker C. W. Kosten durch sorgfältige Wahl der Materialien eine Akustik mit guter Deutlichkeit und Halligkeit. Ihre Absorption oder Reflexion ist gleichmäßiger über den Frequenzbereich verteilt als bisher, wo ein geringes Raumvolumen oft wenig Spielraum für eine genauere Abstimmung des Nachhalls ließ. Deshalb werden in der

de Doelen Hall die für die Klarheit nötigen höheren Frequenzen nicht von einer starken Baßwiedergabe überdeckt. Im allgemeinen ist die relative Stärke des Klangs bei verschiedenen Frequenzen wichtig, um den Klang des Saales einzuordnen, ob er strahlend, gedämpft, hart, weich usw. klingt. Der Effekt ist ähnlich dem der Klangbalance an alten Radios, die nur den Diskant veränderte, so daß man bei zurückgenommenen Höhen annahm, der Baß sei stärker geworden.

Die oben verwendeten Analogien des Direktschallauditoriums mit dem Grammophontrichter und der Akustik eines solchen Saales mit dem Lautsprecherklang im häuslichen Bereich führen uns zu einem weiteren Vergleich im heutigen HiFi-Zeitalter, nämlich dem Vergleich der Konzertsaalakustik mit der Stereofonie. Wie wichtig seitliche Reflexionen von senkrechten Oberflächen für den akustischen Raumeindruck sind, haben wir schon gesehen, ebenso, wie im 20. Jahrhundert das Verlangen nach größeren Sälen die Seitenwände auseinandergedrängt hat. Die daraus resultierende Problematik wurde noch aktueller, als in den 1960er Jahren der Zentralbau eingeführt wurde, wo das Publikum in ansteigenden Reihen rund um die Bühne sitzt und die senkrechten Wände praktisch ganz verschwunden sind. Gelöst wurden diese Schwierigkeiten durch die Einführung von Weinbergtreppen wie in der Philharmonie in Berlin.

Die allgemeine Verfügbarkeit von guten Tonaufnahmen hatte zur Folge, daß die Architekten größeren Wert auf den visuellen Rahmen bei Musikaufführungen legten und den Kontakt des Publikums zu den Musikern so eng wie möglich gestalteten, gemäß der Erkenntnis, daß gute Akustik ebenso viel damit zu tun hat, wie gut man sieht als auch wie gut man hört - schließlich gibt es beim Anhören einer Schallplatte nichts zu sehen. Dieses Prinzip ist am weitgehendsten verwirklicht in Zentralräumen, wo das Orchester völlig von den Zuhörern umgeben ist. Die Idee ist nicht neu, denn wie wir schon beim Concertgebouw in Amsterdam gesehen haben, sind seit dem 19. Jahrhundert die Chorplätze um das Orchester normalerweise verkauft worden, wenn man sie nicht brauchte. Heathcote-Stratham schreibt in seinem Artikel „Concert Rooms“ am 1. September 1878 in der Musical Times, man habe in der St. James‘s Hall in London bei den Musical Union Chamber Concerts die Musiker in die Mitte des Saales gesetzt, um das Publikum näher an die Bühne zu bringen. Das erweckte in ihm die Idee zu einem noch zu erbauenden, zentrierten Konzertsaal: „Ein solcher Saal hätte die Form eines Kreises, wo die Sitze vom Zentrum aus nach oben steigen, und in der Mitte befände sich das leicht erhöhte Podest für die Spieler.“ In dem Artikel schlägt er auch zur Verbesserung der Akustik der Royal Albert Hall vor, das Orchester auf einer Zentralbühne zu plazieren. Vorschläge für einen runden Konzertsaal wurden auch in der Musical Times vom 1. August 1926 und im Journal of the Royal Institute of British Architects vom Dezember 1948 gemacht - noch vor der Planung der Royal Festival Hall. Hier wurde ein schüsselförmiger Saal vorgeschlagen, in dem die Plätze sich in einem Bogen um die Bühne nach oben schwingen würden mit dem größtmöglichen Einfallswinkel zum Orchester, damit jeder Zuhörer ungetrübten Musikgenuß hätte. Der Effekt wäre der gleiche gewesen wie der bei einer Rundversion von Adler & Sullivans „Auditorium“ in Chicago.

Der erste Konzertsaal mit einer zentralen Bühne sollte die Philharmonie in Berlin sein. Mit 2.218 Plätzen ist sie von mittlerer Größe (Abb. 8.37). Der Architekt Hans Scharoun (1893-1972) entwarf sie zusammen mit dem Akustiker Lothar Cremer. Sie ist eines der letzten und wichtigsten Bauwerke in der Zeit des deutschen Expressionismus im 20. Jahrhundert. 1956 wurde der Entwurf bei einem Wettbewerb zu



8.37
Philharmonie in Berlin von Hans Scharoun, 1960-1963, Blick auf die Eingangsseite mit dem Glasdach über dem Vestibül.
(Architectural Press)

dem dringend benötigten Haus für das Berliner Philharmonische Orchester mit dem ersten Preis ausgezeichnet, aber erst im Herbst 1960 war Baubeginn. Ursprünglich sollte die Philharmonie nahe der Westberliner Stadtmitte hinter dem ehemaligen Joachimthalschen Gymnasium in der Bundesallee gebaut werden. 1959 verlegte man den Standort an eine Ecke des Tiergartens an die frühere Grenze zu Ostberlin, aber näher zum alten Stadtzentrum Berlins. Glücklicherweise gelang es dem Architekten, den Entwurf mit nur kleinen Änderungen seiner ursprünglichen brillanten Idee auf den neuen Standort zu übertragen. Die Philharmonie sollte das erste Bauwerk einer Gruppe von Kulturbauten sein, die jetzt auch Mies van der Rohes Neue Nationalgalerie, Scharouns Staatsbibliothek und das Musikinstrumentenmuseum mit dem Institut für Musikforschung umfassen. 1987 wurde dem Ensemble der Kammermusiksaal der Philharmonie mit einer zwischen 1.064 und 1.165 variierenden Sitzplatzzahl hinzugefügt; nach Skizzen von Hans Scharoun wurde er - noch konsequenter in der Rundform als die Philharmonie, mit der zentralen Anordnung der Bühne unter einem zeltartigen Dach - von Edgar Wisniewski, Scharouns langjährigem Mitarbeiter, mit Lothar Cremer und Thomas Fütterer als akustischen Beratern geplant. Der vollbesetzte Saal hat eine Nachhallzeit von 1,8 s im mittleren Frequenzbereich.

Von außen hat die Berliner Philharmonie eine überraschende Form von offensichtlich eigenwilligem Charakter, die tatsächlich jedoch genau die Form der Innenräume widerspiegelt. Man betritt das Gebäude durch ein großes, glasüberdecktes Vestibül und erblickt das herrliche Foyer unterhalb des ansteigenden Auditoriums. Die Decke ist ein phantasievoll plastisch geformtes Gefüge, aus dessen Öffnungen das Licht herunterstrahlt. Der weite Raum scheint mit unendlichen Kaskaden von Treppen in verschiedenen Winkeln gefüllt, die die Bewegung der Menge spiegeln. Der optische Eindruck ist mit einer Einstellung aus dem expressionistischen Film „Das Kabinett des Doktor Caligari“ verglichen worden. Scharoun selbst sagte, alles solle auf das Musikerlebnis vorbereiten.

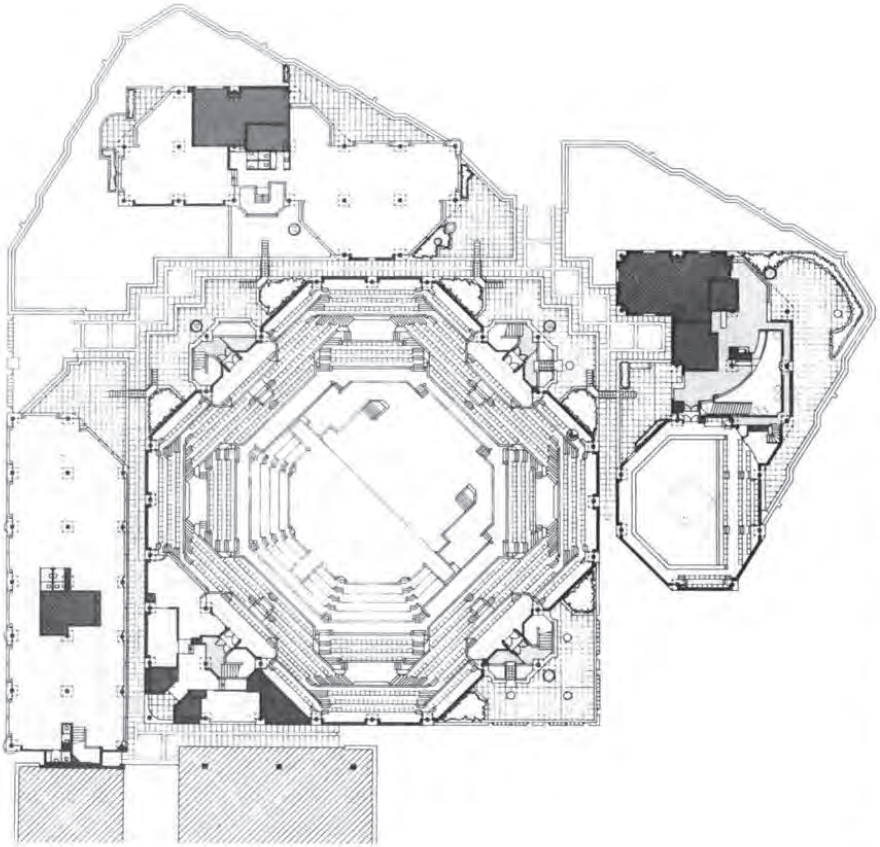
Der interessanteste Teil des Gebäudes ist jedoch das Auditorium selbst. Der Architekt beschreibt sein Entwurfskonzept folgendermaßen: „Musik im Mittelpunkt - das war von Anfang an der Leitgedanke, aus dem sich die Gestalt des polygonalen Saales der neuen Philharmonie ergibt, des Saales, der seine Priorität bei dem gesamten Bauwerk bewahrt.“ Orchester und Dirigent stünden im Mittelpunkt, zwar nicht im mathematischen oder optischen, aber völlig umgeben von ihrem Publikum. Es gebe keine Trennung von „Produzierenden“ und „Konsumenten“, sondern eine Gemeinschaft von Hörern, gruppiert um ein Orchester in der natürlichsten Sitzanordnung. „Mensch, Raum, Musik - sie treten hier auf eine neue Art in Beziehung.“

Die Sitzplätze ordnen sich in Reihen auf jeweils verschieden geformten ansteigenden Flächen rund um das Orchesterpodium. Dieses verglich Scharoun mit einem Tal, um das sich die vielen, amphitheaterartig ansteigenden Parkettfelder wie die Terrassen von Weinbergen an den sanft ansteigenden Hängen ihrer Hügel gruppieren. Die Decke, einem Zelt gleichend, stelle dieser „Landschaft“ eine „Himmelschaft“ entgegen. Jedes der hier beschriebenen Elemente ist nicht nur akustisch, sondern auch sozial und optisch wichtig - es hat, wie jede gute Architektur, mehrere Bedeutungsebenen. Die Decke reflektiert den Schall von ihrer konvexen Oberfläche zu den hintersten Plätzen, wo Boden und Decke fast zusammenstoßen, die senkrechten Flächen der „Weinbergtreppen“ schaffen akustisch wichtige Oberflächen für seitlich reflektierten Schall und gleichen so das Fehlen der Seitenwände aus. Sie haben den weiteren Vorteil, zwischen den absorbierenden Publikums- und Sitzbereichen als reflektierende Flächen zu wirken. Sie sind quer und längs zum Saal verteilt und geben in einem solch großen Saal die Gewähr dafür, daß jeder Platz nach dem Direktschall innerhalb von 50 ms genügend reflektierten Schall erhält und somit die Klarheit des ersten Höreindrucks nicht getrübt wird. In traditionellen Sälen von geringerer Breite ist dies dadurch sichergestellt, daß alle Plätze stets einer Seitenwand nahe sind. Die Weinberganordnung der Sitzplätze hat weiterhin den akustischen Vorteil, das Problem des streifenden Schalleinfalls zu vermeiden. Es entsteht dann, wenn der Weg des Schalls über die Köpfe der Zuhörer hinweggeht, bei einer Anordnung der Reihen auf einer mehr oder weniger geraden Linie mit der Bühne. Das ist z. B. in einem Saal mit ebenem Fußboden der Fall, mit der Folge, daß die weiter entfernten Zuhörer deutlich schwächeren Schall erhalten.

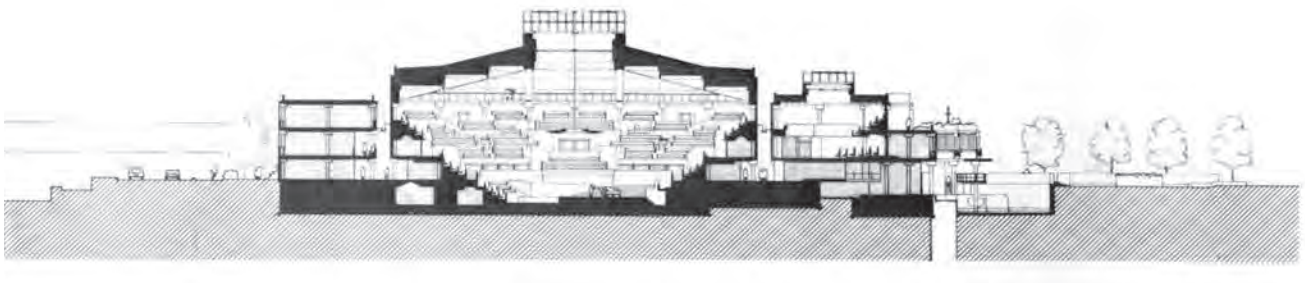
Schon vor der Berliner Philharmonie war das Weinbergprinzip im Mozartsaal der Stuttgarter Liederhalle von Abel und Gutbrod, die 1956 fertiggestellt wurde, erfolgreich angewandt worden. Tatsächlich haben Württembergs Weinberge den Terminus für diese Sitzanordnung abgegeben. Auch Cremer zeigte beim großen Sendesaal des Senders Freies Berlin den Wert der Weinbergtreppen. Der Saal hat eine konventionelle Form mit ansteigendem Boden, ausgenommen ein flacher, keilförmiger Teil in der Mitte für die Fernsehkameras. Man könnte annehmen, daß diese ebene Zone weniger Schall als die ansteigenden Sitze rechts und links davon erhält, weil der Schall beim Überstreichen der Köpfe absorbiert wird. Schallpegelmessungen haben jedoch gezeigt, daß dieser Effekt durch die Seitenreflexionen an den Wänden dieses Keils kompensiert wird. Cremer verwendet

die Weinbergtreppen auch in seinem Entwurf zu einem idealen Konzertsaal, in dem das Publikum wie üblich für einen ausgewogenen Klang vor der Bühne sitzt, jedoch auf sechseckigen Ebenen, die in Stufen aufsteigend angeordnet sind. Jeder Zuhörer ist so im Rücken von drei reflektierenden Wänden in geringem Abstand umgeben.

Die Terrassenanordnung der Sitze in einem Konzertsaal ist auch optisch nützlich: von keinem Teil des Publikums aus kann man alle Reihen vor sich sehen, die Bühne scheint deshalb näher heranzurücken. Diese Art der Anlage ist darüberhinaus sozial von Vorteil. Während die Anordnung nach Art eines Amphitheaters mit ihren ununterbrochenen Bögen der Sitzreihen wie in Bayreuth die Zuschauer „gleichstellt", gibt der in Terrassen ansteigende Saal jedem Hörer einen identifizierbaren Platz, ohne daß er wie im Barocktheater dadurch sozial eingestuft wird. Die Sitzanordnung schafft sozusagen „das Individuum innerhalb einer Demokratie". Diesen wichtigen Gedanken nahm der holländische Architekt Herman Hertzberger in seinem 1977 eröffneten Muziekcentrum Vredenburg in Utrecht mit seiner terrassierten Zentralanlage auf (Abb. 8.41 und 8.42). Hertzbergers architektonisches Bekenntnis und zentrale Idee der Formgebung in all seinen Bauten ist das Prinzip, daß jeder einen höchst persönlichen Raum oder Platz innerhalb eines gesellschaftlichen oder funktionalen Rahmens besetzt,



8.41
Muziekcentrum Vredenburg in Utrecht von Herman Hertzberger mit dem akustischen Berater De Lange, eröffnet 1977, Grundriß. Die im Bild schattierten Foyers um den Saal sind auf zwei Seiten mit Ladengalerien gesäumt, hier ein Blick auf die Galerieebene. (Architekturbüro Herman Hertzberger)



8.42
Muziekcentrum Vredenburg, Schnitt. (Architekturbüro Herman Hertzberger)

den der Architekt schafft. Während Scharoun als erster neue soziale Intentionen im Konzertsaal verwirklichte, dehnte Hertzberger im Muziekcentrum Vredenburg diese auf die Beziehung zur Stadt aus. Hier zielte das Bauwerk darauf, die Musik in das tägliche Leben zu integrieren, indem das Gebäude leicht zugänglich und nicht elitär war. Die Idee des Konzertsaals als Treffpunkt auf den Hügeln einer ländlichen Gegend wandelte sich mehr und mehr zu der Idee des Konzertsaals als eines städtischen Versammlungsortes abseits der Straße. Die angegliederten Foyers sind umgeben von winzig kleinen Boutiquen in Ladengalerien, die selbst wie eine Ausdehnung des Straßenlebens in das Gebäude hinein erscheinen, so daß Kauflustige fast zufällig in eine Mittagsvorstellung hineinschlendern können. Hertzberger hat viele Unregelmäßigkeiten eingebaut wie Aussichtspunkte, Höhenunterschiede und Alkoven, mit denen er das menschliche Maß und den Ortssinn berücksichtigt. Die Verwendung von Sichtbeton verringert die Exklusivität von Musikaufführungen, obwohl er das Gebäude bedauerlicherweise irgendwie ärmlich aussehen läßt. Innen steigt die Bestuhlung wie in der Berliner Philharmonie terrassenförmig an; obwohl die Entfernungen der Sitzplätze zum hinteren und seitlichen Bühnenbereich sogar größer sind, ist keiner der Sitzplatz übermässig weit vom Orchesterpodium entfernt.

Der Nachteil dieser zentralen Anordnung der Bühne liegt darin, daß der Klang für die Zuhörer hinter dem Orchester unausgewogen ist wegen der gerichteten Schallabstrahlung vieler Instrumente, besonders z. B. der Trompete und der menschlichen Stimme. Das hat zur Idee von allseitig schallabstrahlenden Instrumenten geführt, wie dem Flügel mit beidseitig zu öffnendem Deckel. Seit dem Bau der Berliner Philharmonie haben eine ganze Reihe von Konzertsälen einen das Orchesterpodium halb umrundenden Grundriß, wobei einige Sitzreihen, die auch für den Chor genutzt werden können, um die Bühne herumlaufen. Optisch bleibt man bei einem zentralen Grundriß, bietet jedoch den meisten Zuhörern ein ausgewogenes Klangbild. Die wichtigsten Beispiele hierfür sind die de Doelen Hall in Rotterdam, das 1981 eröffnete Neue Gewandhaus in Leipzig, das den Namen des 1944 zerstörten Konzertsaales übernommen hat, das Opernhaus in Sidney, die Boettcher Hall in Denver, die Town Hall in Christchurch und das Michael Fowler Centre in Wellington, beide in Neuseeland, die Davies Symphony Hall in San Francisco, das Victoria Arts Centre in Melbourne, die St. David‘s Hall in Cardiff und die Roy Thomson Hall in Toronto.[...]

Ende der 1980er Jahre entstand eine neue Generation von Konzertsälen, deren Form direkt an die traditionellen rechtwinkligen Konzertsäle des 19. Jahrhunderts anknüpft - nicht aus architektonischer Nostalgie, sondern als Ergebnis eines Lernprozesses anhand der Akustik der bewunderten „Schuhschachtelsäle“, die in Kapitel 6 besprochen worden sind. Die Raumform - genauer, die Lage der schallreflektierenden Oberflächen - wurde nun zur Festlegung von Klarheit, Lautstärke und akustischer Differenziertheit eines Raumes wichtiger als die Nachhallzeit. Die Architekten begannen, wieder rechtwinklige Räume den fächerförmigen und hohe, schmale Räume den niedrigen, breiten vorzuziehen. Drei Beispiele solcher Säle seien hier genannt: Die Dr. Anton Philips Hall mit 1.900 Plätzen in Den Haag, Niederlande, von D. van Mourik mit den Akustikern Peutz und Partnern, die National Concert Hall in Taipeh, Taiwan, von Yang Chue-Cheng, beide 1987 eröffnet, und der Arsenal-Konzertsaal mit 1.354 Plätzen in Metz, Frankreich, von spanischen Architekten der Taller de Arquitectura, eröffnet 1989. Der Arsenal-Konzertsaal stellt eine interessante Wiederbelebung des Klassizismus dar; die Architekten holten sich insgesamt Anregungen bei den Sälen von Wien, Amsterdam und Boston, in architektonischen Details bei den Arbeiten von Jacques François Blondel (1705- 1774). Die Seitenwände, mit Giebelfeldern über den Eingangstüren und Kolonnaden versehen, und eine flache, kassettierte Decke tragen viel zur Schallstreuung bei. Einer der erfolgreichsten Architekten dieser neuen Generation von Sälen ist der New Yorker Akustiker Russel Johnson. Er gestaltete die Akustik des Morton H. Meyerson Symphony Center von Dallas in Texas, entworfen von dem Architekten Iooh Ming Pei, eröffnet 1989, des weiteren die Akustik der Birmingham International Convention Centre‘s Symphony Hall in England, eröffnet 1991 und eines Konzertsaals für Philadelphia, der kürzlich von den Architekten Robert Venturi und Denise Scott Brown entworfen worden ist.

Martin Lachmann, „...Ohren, die nicht hören...“,
in: *Tec21* Heft 11, Band 138, 2012, S.20 - 25

«As conscious beings, our perceptions are ours alone!» Die Beurteilung von akustischen Situationen, sei es von Klang in der Raumakustik oder von Störung durch Lärm in der Bauakustik, ist immer subjektiv. Dies mag ein Grund dafür sein, dass man dem Thema in der Architekturdiskussion ausweicht – es sei denn, die Akustik steht im Zentrum der Nutzung, wie bei Konzertsälen, Ausstellungsarchitekturen oder klangkünstlerischen Projekten (Abb. 2, 3 und 11). Wenn sich die Akustik in jedem Planungs- und Bauprozess gleichberechtigt mit anderen Fachbereichen Gehör verschaffen könnte, wären Räume zu gewinnen, die mit den Augen und auch mit den Ohren erlebbar sind.

Die Akustik ist heute eine etablierte technische Wissenschaft. Das bedeutet aber nicht, dass sie alle Phänomene verstanden hätte. Die wichtigsten Knackpunkte sind das Verhältnis zwischen objektiver Messung und subjektiver Wahrnehmung, die geometrische Massstabsfrage, die Komplexität des Schallfeldes und der Mangel an Materialkennwerten. Die Qualität von akustischen Planungen und Werken kann nur beschränkt gemessen – und damit überprüft – werden.

Die geometrische Massstabsfrage ist eine Folge der Wellenlänge: Während die Wellenlängen des Lichts im Verhältnis zu unserer Umgebung klein sind (auch beim langwelligsten Licht liegt die Wellenlänge unter einem Millionstel Meter), umfasst die Wellenlänge des hörbaren Schalls den Bereich von ca. 17 Meter bis 1.7 Zentimeter – liegt also in den Dimensionen unseres Umfelds Abb. 7). Entsprechend wird der Schall von der gebauten Umgebung anders beeinflusst als das Licht. Hinter einer Säule steht man im Konzertsaal immer im Schatten – egal, ob es sich um weisses, rotes oder grünes Licht handelt. Tieffrequente Töne Bässe hingegen hört man auch hinter der Säule, denn sie beugen sich darum herum, hochfrequente hingegen dringen kaum mehr ans Ohr, weil sie abgeschattet werden (Abb. 8).

Je nach Tonhöhe wird der Schall an grossen Objekten reflektiert, an mittleren gebeugt oder gestreut und passiert kleine Objekte teilweise ungehindert (Abb. 9 und 10). Daraus lässt sich erahnen, wie komplex sich das dreidimensionale Schallfeld gestaltet (Abb. 13). Ginge es nur um eine Frequenz, wäre es einfach, den akustisch idealen Raum zu entwerfen. Neben dieser grossmassstäblichen Wechselwirkung zwischen Schall und Bauwerk besteht auch eine kleinmassstäbliche Wechselwirkung zwischen den Schallwellen und der Oberfläche von Baustoffen. Entscheidend ist das Verhältnis zwischen der Unebenheit der Oberfläche poliert, geriffelt, genoppt und der Wellenlänge des auftreffenden Schalls. Entspricht die Unebenheit etwa der Wellenlänge, wird der Schall gestreut, andernfalls wird er reflektiert.

GRENZEN DER SIMULATION

Das führt dazu, dass für akustische Berechnungen oft mehr als ein theoretisches Modell nötig ist, um der Ausbreitung des Schalls bei verschiedenen Frequenzen Rechnung zu tragen.
Wegen der Komplexität des Schallfeldes wird in der Akustikplanung trotz fortgeschrittener Computersimulation immer noch relativ oft mit Massstabmodellen gearbeitet gemessen. Hier besteht eine Parallele zur Architektur, wo trotz fotorealistischer Computervisualisierung der Modellbau nach wie vor differenziertere Eindrücke bieten kann und darum auch weiterhin angewendet wird.

In der Akustik zeigt sich das Problem von Simulationsprogrammen deutlich. Gerade weil auch hochentwickelte Software immer nur einen Ausschnitt des Problems beleuchten kann, spielt die Erfahrung beim Einspeisen der Daten in die Software und beim Beurteilen und Interpretieren der Resultate eine zentrale Rolle. Ist diese Erfahrung bei den Anwendern der Software nicht gegeben, werden auch unrealistische Ergebnisse für bare Münze genommen.

DEN KLANG GESTALTEN

In der Raumakustik sind Form, Struktur und akustische Eigenschaften der Raumoberflächen in wesentlichem Mass verantwortlich für den resultierenden Klang im Raum. Die zeitgenössische Formensprache und ihre Materialisierung birgt zahlreiche raumakustische Problemfelder und erzeugt leider nur selten «automatisch» gute Raumakustik. Grund dafür ist die Verwendung von mehrheitlich «schallharten» nicht absorbierenden) Materialien, grossen, unstrukturierten, orthogonalen Flächen und die starke Reduktion von klassischen textilen Elementen wie Teppichen, Polstermöbeln,

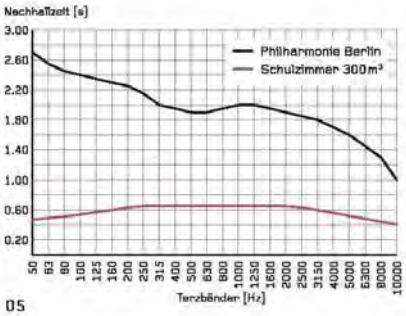
01

02

03

01 Hallraum der Empa in Dübendorf. Der Raum ist vollständig mit schallharten Materialien (glasierte Keramikplatten und Klinkerplatten) ausgekleidet, um eine maximale Reflexion des Schalls zu erreichen
(Foto: Akustik, Empa Dübendorf)
02 Meili Peter Architekten, Klanghaus Toggenburg, Modellfoto des Innenraums, siegreiches Wettbewerbsprojekt 2010. Der Innenraum wurde unter Mitwirkung des Klangkünstlers Andres Bosshard als «bewohnbares Instrument» konzipiert – der Raum zwischen den durchbrochenen Wandverkleidungen und den glatten Aussenwänden wirkt als Resonanzraum. Die Form der Aussparungen in den Verkleidungen wirkt ornamental, für das Resonanzverhalten ist aber nur die Grösse ihrer Fläche relevant. Der Klangkünstler erwägt auch, spezielle Resonanzkörper unter den Aussparungen anzubringen, um damit den Raum individuell «stimmen» zu können
(Foto: Heinrich Helfenstein)
03 Valerio Olgiati, applied acoustics, Atelier Bardill, 2006–2007: gelungene Symbiose von architektonischer und akustischer Gestaltung mit schallabsorbierenden Akustikplatten an der Deckenuntersicht (Foto: Archive Olgiati)

04



05

04 Orchestergraben des Theaters Basel nach dem Umbau 2008. Die von applied acoustics geplanten bau- und raumakustischen Massnahmen zur Verbesserung der akustischen Verhältnisse im Graben umfassen unter anderen den Einbau der abgebildeten, vertikal angeordneten linearen «Schröder-Diffusoren». Diese streuen den Schall in der horizontalen Ebene und verteilen ihn gleichmässig im Raum
(Foto: applied acoustics)
05 Nachhallzeitkurven für einen grossen Konzertsaal (Philharmonie in Berlin, obere Kurve) und ein Schulzimmer (Empfehlung in SIA 181) Vertikale Achse: Nachhallzeit in Sekunden Horizontale Achse: Frequenz (Tonhöhe) in Hertz Nicht nur die Dauer des gewünschten Nachhalls ist verschieden, die Kurven besitzen auch eine bestimmte, gewollte Form. Die Nachhallzeit ist nicht für alle Frequenzen gleich. Die Kurvenform der Nachhallzeit beeinflusst die Klangfärbung in einem Raum (Grafik: applied acoustics GmbH)

11 Aurelio Galfetti, Castelgrande Bellinzona, Liftschacht der Vertikalverbindung zwischen Burg und Stadt, 1982–2000, deren eigentümlicher Akustik eine subjektive Beschreibung nicht gerecht zu werden vermag
(Foto: Anna-Lena Walther)

Vorhängen usw. im Innenausbau. Der im späten 19. Jahrhundert vorherrschende Architekturstil führte praktisch zufällig zur Entstehung einiger der weltbesten Konzertsäle. So ist beispielsweise die Tonhalle in Zürich entstanden, kurz bevor die wissenschaftliche Raumakustik überhaupt anfing zu existieren. Bis in die 1980er-Jahre «retteten» Architektur- und Einrichtungsstil die Akustik in vielen Wohnbauten.

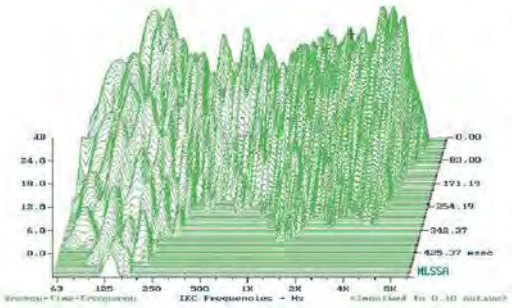
Von der Architektur wäre in Zusammenarbeit mit der Akustik ein bewusstes akustisches Entwerfen gefordert. Dabei ginge es in erster Linie um die akustische Gestaltung der einzelnen Räume in einem Bauwerk – ist doch die Akustik ein zentraler Faktor, ob ein Raum seiner gedachten Funktion gerecht wird. Das akustische Entwerfen sollte aber weiter gehen: Analog zu visuellen Abfolgen könnten und sollten akustische Abfolgen und Atmosphärenwechsel ein Gebäude strukturieren, es interessant und angenehm machen und auch so erhalten.

Da es keine allgemeingültige «gute» und «schlechte» Raumakustik gibt – Raumakustik ist immer dann gut, wenn sie dem Benutzungszweck und der Atmosphäre des Raums dienlich ist – lässt sich raumakustische Planung nicht in einfache Schwarz-Weiss-Schemata pressen. Heute ist es durchaus möglich, Räume akustisch zuverlässig zu planen. Zuerst müssen die Akustiker aber die voraussichtliche Nutzung und die Bedürfnisse und Wünsche der Nutzerinnen und Nutzer der zu planenden Räume kennenlernen. Anschliessend ist es ihre Aufgabe diese verbal/subjektiven Beschreibungen unter Einbezug der gestalterischen Ansprüche in Akustikmassnahmen zu übersetzen. Einschlägige Normen und Empfehlungen liefern zwar Richtwerte und Empfehlungen für die raumakustische Auslegung von bestimmten Raumtypen, ersetzen aber die individuelle Planung nicht.

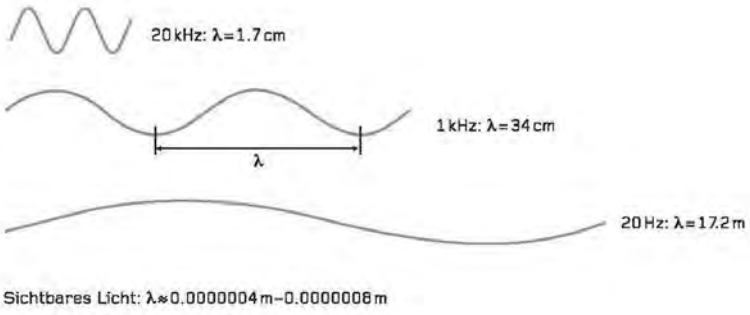
Es ist unerlässlich, dass sich die Akustiker aus ihrer Erfahrung vorstellen können, wie ein Raum klingen wird. Davon ausgehend «formen» sie den gewünschten Raumklang, abgestimmt auf die Verwendung eines Raumes, was sich anhand der Nachhallzeit anschaulich darstellen und überprüfen lässt (Abb. 5 und 6).

NEUE AKUSTIKMATERIALIEN UND IHRE GRENZEN

Die im Bauwesen verwendeten Materialien besitzen sehr unterschiedliche akustische Eigenschaften.

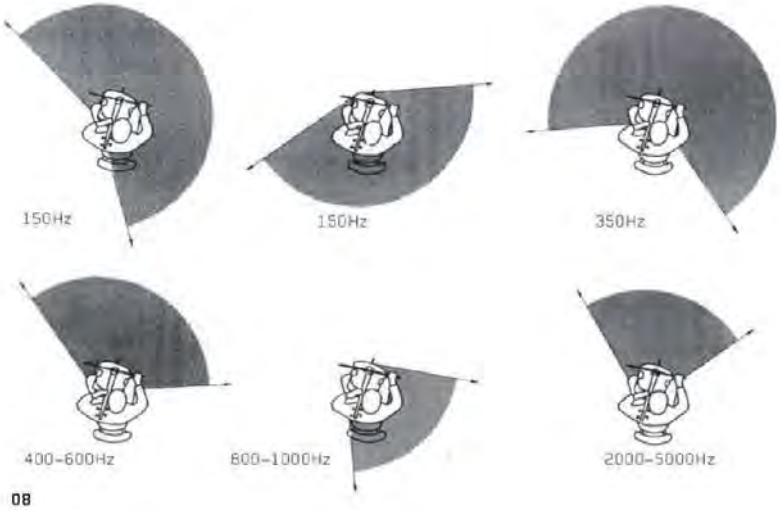


06

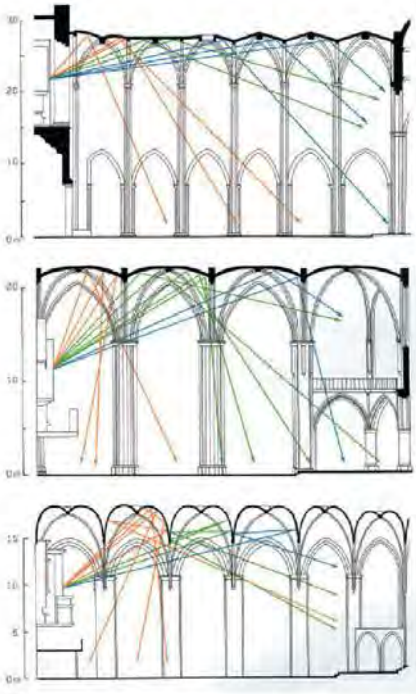


07

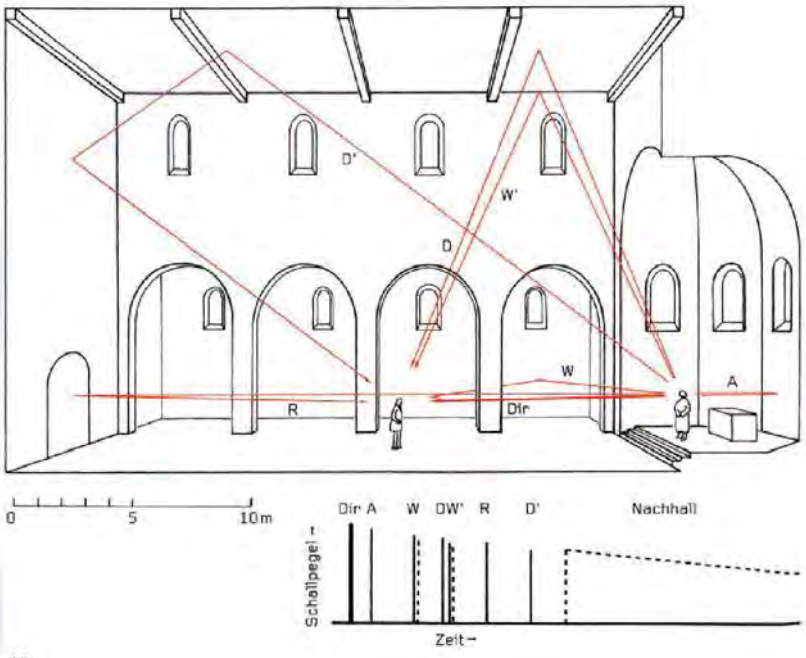
06 Dreidimensionale Darstellung des Zerfallsverlaufs der Schallenergie nach einem einzelnen Schallereignis in einem Wasserfalldiagramm
x-Achse: Frequenz (hier von 63 Hz bis 8 kHz)
y-Achse: Zeitverlauf (hier von 0 bis 0.5 s)
z-Achse: Schallpegel (Lautstärke) in dB
(Grafik: applied acoustics GmbH)
07 Wellenlängen der Schallwellen für verschiedene Frequenzen des menschlichen Hörbereichs
(Grafik: applied acoustics GmbH)
08 Hauptabstrahlungsbereiche (0–3 dB) der Violoncelli in der Horizontalebene
(Grafik: Jürgen Meyer, Kirchenakustik, S. 260)
09 Erste Schallreflexionen aus dem Mittelbereich des Gewölbes bei unterschiedlichen Gewölbeformen; rot: Reflexionen aus dem 1. (wirksamen) Joch; grün: Reflexionen aus dem 2. Joch; blau: Reflexionen aus dem 3. bzw. 5. Joch
(Grafik: Jürgen Meyer, Kirchenakustik, S. 111)
10 Aufbau des Schallfeldes in einer Kirche; Schallwege von Direktschall und ersten Reflexionen (Grafik: Jürgen Meyer, Kirchenakustik, S. 44)



08



09



10

Es ist darum eine der Aufgaben der Akustiker, geeignete Materialien so zu kombinieren, dass sich das gewünschte Klangbild im Raum einstellt. Ein Material mit idealen akustischen Eigenschaften für alle Anwendungen existiert nicht und ist auch – wie aus den physikalischen Gundlagen hervorgeht – nicht zu erwarten.

Doch die Werkstofftechnologie entwickelt sich erfreulicherweise sehr dynamisch. So steht der Akustik heute eine grosse Palette von Materialien zur Verfügung, welche es ihr ermöglicht, auf viele Gestaltungswünsche der Architektur zu reagieren. Die Zeiten, in denen sich die Auswahl bei akustisch wirksamen Oberflächen auf gelochte Blechverkleidungen und Weichfaserplatten beschränkte, sind glücklicherweise vorbei.

Eine heute weitverbreitete neue Technologie für Akustikmaterialien ist die Mikroperforation. Dabei weist ein beliebiges hartes Plattenmaterial sehr viele feine Löcher mit einem Durchmesser im Sub-Millimeterbereich auf. Durch die Reibung der bewegten Luft in den Löchern wird Schallenergie in Wärme umgewandelt. Ein derart behandeltes Material hat schallabsorbierende Eigenschaften, ohne dass es zusätzlich mit herkömmlichen Absorbermaterialien hinterlegt werden muss. Ausserdem sind die feinen Perforationen je nach Material meist unauffällig, sodass die Oberflächen optisch homogen wirken.

Die akustische Notsanierung des ehemaligen Plenarsaals des deutschen Bundestags in Bonn mit mikroperforierten Glasbauteilen bedeutete 1993 den Durchbruch dieser in den 1980er-Jahren entwickelten Technologie. Aufgrund ihres physikalischen Prinzips absorbieren mikroperforierte Platten den Schall aber nur in einem relativ begrenzten Frequenzbereich. Sie müssen in der Regel mit anderen Materialien ergänzt werden, um die gewünschte Raumakustik zu erzeugen. Das bestätigt die Erfahrung, dass sich mit einem einzigen Material nicht alle akustischen Aufgaben zugleich lösen lassen.

VORHÄNGE UND FILTERPLATTEN

Auch im Bereich der traditionellen Akustikmaterialien finden gegenwärtig interessante Entwicklungen statt. Bei Textilien wird beispielsweise intensiv daran gearbeitet, durch spezielle Webtechniken, die sich nur mit den modernsten Maschinen realisieren lassen, den Strömungswiderstand von Geweben zu optimieren. Denn ein poröses Material kann den Schall nur wirkungsvoll absorbieren, wenn sein Strömungswiderstand in einem definierten Idealbereich liegt. Ein aktuelles Beispiel für die innovative Nutzung dieses Prinzips sind optisch transparente Akustikvorhänge mit guter akustischer Absorption.

Weitere neue Akustikmaterialien mit absorbierenden Eigenschaften sind metallische Pro dukte, die auf Umwegen aus anderen Bereichen der Industrie Eingang in den Bereich der Akustik gefunden haben. So werden beispielsweise in der Verfahrenstechnik metallische Filtergewebe verwendet, deren Maschen so fein sind, dass sich ein für die akustische Absorption günstiger Strömungswiderstand einstellt. Eine ähnliche Wirkung haben dünne Platten aus Sintermetall zusammengebackene kleine Metallpartikel). Damit sind heute auch homogene metallische Flächen mit schallabsorbierender Wirkung realisierbar.

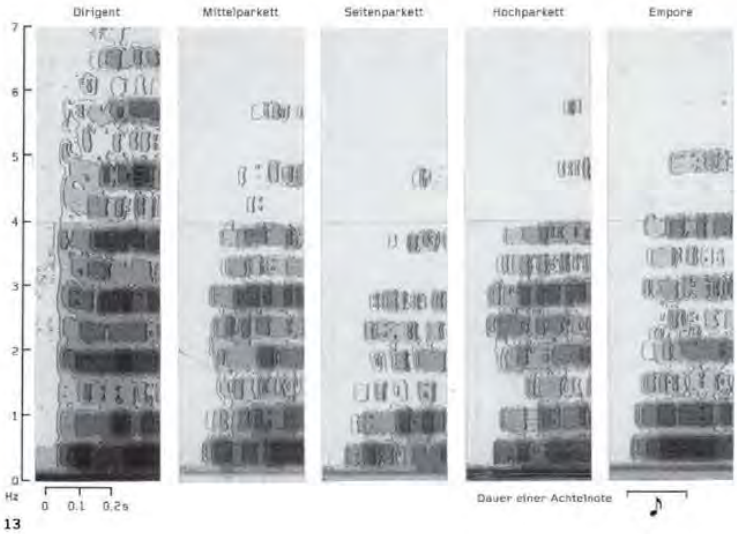
SCHALL ZERSTREUEN, SCHALL MESSEN, SCHALL GESTALTEN

Neben der «Vernichtung» des Schalls mittels Schallabsorption (Abb. 12) ist dessen Lenkung oder Streuung Diffusion ein ebenso wichtiges akustisches Werkzeug. Aus diesem Bereich stammt eine der bedeutendsten akustischen Entwicklungen der jüngeren Vergangenheit: In den 1970er-Jahren legte der deutsche Physiker Manfred Schröder die zahlentheoretischen Grundlagen für den Bau von hochwirksamen schallstreuenden Strukturen, die seither als «Schröder-Diffusoren» in vielen Konzertsälen den Schall gleichmässiger verteilen und dadurch eine bessere Verständlichkeit ermöglichen (Abb. 4).

Leider fehlen in der Akustik auch heute noch vielfach verlässliche Materialdaten als Grundlage für akustische Berechnungen und Simulationen. Akustiklabors wie jenes der Empa in Dübendorf (Abb. 1), in denen Messungen an Materialien unter normgerechten Bedingungen durchgeführt werden können, sind darum für die Akustik sehr wichtig. Sie bieten oft die einzige Möglichkeit, über Messungen an konkreten Materialmustern verlässliche Daten für den akustischen Planungsprozess zu erhalten.

12 St.-Andreas-Kirche Hildesheim; hinter den Bohrungen im Gewölbe befinden sich Resonanzabsorber (mit Mineralfaser gefüllte Hohlkörper) (Foto: Jürgen Meyer, Kirchenakustik, S. 196)
13 Sonagramme des Anfangsakkordes des 1. Satzes der Sinfonie KV 319 von W. A. Mozart, aufgenommen an verschiedenen Stellen im Saal – der Dirigent (Diagramm links) hört den Einsatz über den ganzen Frequenzbereich für alle Instrumentengruppen synchron, was präzise klingt; im Seitenparkett (Mitte) setzt zwar die Bassgruppe stark und früh ein, die Oberstimmen sind dort aufgrund von Abschattung und Reflexion aber nur schwach und verzögert wahrnehmbar (Grafik: Jürgen Meyer, Akustik und musikalische Aufführungspraxis, S. 259)

12



13

Trotz verschiedenen technischen, finanziellen und organisatorischen Hürden ist es heute für ein erfahrenes Team aus Architektinnen und Akustikern möglich, die Akustik in einem Gebäude – über den rein funktionalen Aspekt hinaus – zu gestalten. Während sich im Aussen-raum die Begriffe und Konzepte von «Soundscape» «Klangökologie» und «Klanggestaltung» langsam auf breiter Front durchsetzen, ist ein solches Verständnis für Innenräume leider noch nicht erkennbar – dabei könnten die subtilen akustischen Verläufe im Innenraum ebenfalls als «Soundscape» begriffen werden. Je früher die Diskussion über akustische Konzepte an einem Bauwerk ansetzt, desto grösser ist die Chance, die visuelle und die akustische Gestaltung zu einem harmonischen Ganzen verbinden zu können.

Dorothea Baumann, „Sichtbare Hülle des unsichtbaren Klangs. Der neue Luzerner Konzertsaal im KKL“
in: *KKL: Kultur- und Kongresszentrum Luzern. Die Gaschichte seines Werdens, die Zukunft seiner Idee,* Luzern, 1998, S.122 - 127

Der grosse Konzertsaal im Osttrakt des neuen Kultur- und Kongresszentrums Luzern muss akustisch höchsten Ansprüchen genügen. Die Zuhörerinnen und Zuhörer erwarten nicht nur klangliche Transparenz und Klarheit, sondern auch Klangverschmelzung, Wärme und Fülle. Die Musikerinnen und Musiker auf dem Podium wünschen sich guten Hörkontakt innerhalb des Ensembles und eine Podiumsakustik, die ein Gefühl für die Tragfähigkeit des Klanges im Saal vermittelt. Der charakteristische Klang jedes Musikinstruments und der menschlichen Stimme darf auf dem Weg zum Hörer nicht verfremdet werden. Alle Frequenzen sollen in natürlicher Ausgeglichenheit erhalten bleiben.

Ausserdem besteht der Anspruch auf variable Nutzung des Raumes: Das Herzstück des Baues von Jean Nouvel ist zwar in erster Linie der Konzertsaal für grosse Sinfonieorchester. Er soll aber auch für grosse Chorwerke und Orgelmusik sowie für kleinere Formationen bis hin zu solistischer Kammermusik dienen. Ferner kann er für elektronisch verstärkte Musik eingerichtet werden. Als Kongress-Plenarsaal muss er auch über eine hervorragende Sprechakustik verfügen. Für den Akustiker Russell Johnson war dies keine einfache Aufgabe. Johnson, der seit 1946 als Berater für Saal- und Theaterbauten tätig ist und seit 1970 mit seinem eigenen Team, ARTEC Consultants lnc., so erfolgreiche Säle wie die McDermott Hall im Meyerson Symphony Center in Dallas (Texas) und die Symphony Hall in Birmingham (England) gestaltet hat, orientiert sich bewusst an berühmten alten Sälen, wie die Übersicht im Anhang zeigt. Er unterscheidet in der Geschichte des Konzertsaalbaus zwischen dem späten 19. Jahrhundert mit seiner auffallenden Häufung von sehr guten Sälen aus den Jahren 1870-1900 und der Zeit danach, die gekennzeichnet ist durch grosse bautechnische Neuerungen, zugleich aber auch durch immer wieder enttäuschte Hoffnungen bezüglich der Raumakustik. Durch das systematische und vergleichende Studium bewährter und fehlerhafter Säle und die sorgfältige wissenschaftliche Auswertung mit Hilfe der neuesten Methoden (Messungen und Berechnungen anhand von Modellen, computergestützte geometrische Analysen, Materialuntersuchungen, wahrnehmungspsychologische Erkenntnisse etc.) hat Johnson die wesentlichen Bedingungen, die zu guter Akustik führen, in klar definierten Regeln zusammengefasst, die im Luzerner Saal in schöpferischer Zusammenarbeit mit dem Architekten berücksichtigt sind.

In der Einleitung des technischen Pflichtenhefts, das Grundlage aller Diskussionen und Planungen zur Akustik war, bemerkt Johnson:

«Von der Forderung nach ausgezeichneter Akustik (...) wird eine Vielzahl von gestalterischen Aspekten beeinflusst oder sogar bestimmt. Die Faktoren, die von der Akustik beeinflusst werden, reichen vom Grundlegendsten - der Raumgrösse und Raumform - bis zu den kleinsten Details - etwa der Struktur des Gipsverputzes oder der Detailstruktur der Wand- und Deckenoberflächen.»

Damit ist nicht mehr und nicht weniger gesagt, als dass jede aus visuellen, ästhetischen oder funktionalen Gründen getroffene gestalterische Entscheidung des Architekten die akustischen Saaleigenschaften verändern kann. Die Gesetze der Schallausbreitung und Schallwahrnehmung umfassen Elemente, die normalerweise allein in die gestalterische Kompetenz des Architekten fallen. Russell Johnson, der selbst diplomierter Architekt ist, vermochte Jean Nouvel bewusst zu machen, dass er als Architekt eines Konzertsaals nicht mehr und nicht weniger gestaltet als jene sichtbare Hülle des Raumes, in welchem sich der unsichtbare Klang entfaltet. Dank seiner Gabe, die wesentlichen Dinge einfach erklären zu können, ist es dem Akustiker gelungen, den Architekten auch für diese Aufgabe zu begeistern.

Das Schallgeschehen muss verfolgt werden vom Moment seines Entstehens auf dem Podium bis zum letzten Ausklingen im Saal. Die Schallschwingungen der Musikinstrumente und Stimmen übertragen sich auf die umgebende Luft und breiten sich in Form von Schallwellen aus, die an genügend festen, genügend grossen Hindernissen reflektiert werden wie an Spiegeln. Für jeden Platz ergibt sich eine eigene charakteristische Folge von Direktschall und Reflexionen, deren Anzahl und zeitliche Staffelung von den Wegen abhängt, welche der Schall im Saal durchlaufen hat. Die Struktur dieses Reflexionenpakets, welche von unserem Wahrnehmungssystem gesamthaft ausgewertet wird, bestimmt letztlich die subjektiv wahrgenommene Klangqualität. Zu einem wesentlichen Teil sind diese Schallwege geometrisch bestimmbar. Je nach Frequenz, Beschaffenheit und Dimensionen der reflektierenden Flächen werden die Schallwellen jedoch auch durch Beugung von diesem geometrisch definierten Weg abgelenkt, und durch Absorption werden nach und nach bestimmte Teile der Schallenergie geschluckt. Wenn man den Schall betrachtet,

wie er am Ort des Hörers eintrifft, können Randbedingungen definiert werden, die erfüllt sein müssen, damit der Klang in möglichst guter Qualität wahrgenommen wird. Diese Randbedingungen beziehen sich nicht nur auf die möglichst getreue Erhaltung der Klangfarbe (das heisst die ausgewogene Übertragung sämtlicher Frequenzanteile), sondern auch auf den zeitlichen und den örtlichen Verlauf der beim Zuhörer eintreffenden Schallwellen (Nachhall, frühe Reflexionen, Seitenschallversorgung). Johnson hat in einem Gespräch die zentralen Faktoren pragmatisch nach ihrer Wichtigkeit aufgelistet:

Absolute Stille im Saal. Allein eine genügende Abschirmung gegen Aussenlärm und gegen Geräusche aus dem Inneren des Gebäudes ermöglicht die Wahrnehmung der ganzen lntensitätsskala vom Fortissimo bis ins leiseste Pianissimo sowie der ganzen klanglichen Qualität. Für Luzern bedeutete dies Konstruktion eines zweischaligen Baukörpers und dessen Umhüllung durch geschlossene Gänge und Foyers, die als mehrfache Schallschleusen dienen.

Begrenzung der Zahl der Sitzplätze. Eine Auswertung der Erfahrungen des 19. und 20. Jahrhunderts zeigt deutlich, dass die Zahl von 1800 Plätzen bei der heute üblichen Bestuhlungsdichte nicht wesentlich überschritten werden sollte (1991 diskutierte man für Luzern noch 2200 Plätze - jetzt sind es exakt 1840). Die von nicht verstärkten Musikinstrumenten und Stimmen abgestrahlte Energie ist begrenzt. Jeder Sitzplatz im Saal erhöht die absorbierende Oberfläche, vergrössert die benötigte Sitzfläche und damit auch die Distanz zu den reflektierenden Wänden. Dadurch verlängern sich die Reflexionswege und die Deutlichkeit verringert sich. Die Situation der Musiker und Musikerinnen auf dem Podium wird durch die erforderliche Erhöhung der Schallleistung erschwert.

Der Saal muss relativ lang, schmal und hoch sein. Im mittleren Saaldrittel müssen die Seitenwände praktisch parallel verlaufen . Die bewährteste Deckenform ist die ebene, horizontale Fläche. Diese Regeln ergeben sich aus der geometrischen Analyse der Schallreflexionen und aus der Forderung, dass Zonen mit schlechter Reflexionsversorgung ebenso zu vermeiden sind wie Zonen mit Schallkonzentrationen. Sie erfüllen auch die gehörpsychologische Forderung, dass die frühesten Reflexionen nicht von oben, sondern von der Seite eintreffen sollten, da wir Seitenschall besonders differenziert und intensiv wahrnehmen. Dies ist in den berühmten, hohen Rechtecksälen des späten 19. Jahrhunderts ausnahmslos erfüllt. Eine kontrollierte Abweichung vom Rechteck im vorderen und hinteren Saaldrittel ist erlaubt. Andere Raumformen führen zu unregelmässiger Schallverteilung, die durch Reflektoren meist nur unbefriedigend korrigiert werden kann. In Luzern führten diese Forderungen zu einer Korrektur des Saalgrundrisses.

An den Seitenwänden und an der Rückwand werden mehrere übereinander liegende, nicht zu weit vorspringende Galerien angebracht (in Luzern sind es vier). Voraussetzung für den Einbau solcher Galerien ist eine ausreichende Raumhöhe im Verhältnis zur Raumbreite. Dadurch werden verschiedene wichtige Ziele erreicht: Sie ist die geometrische Voraussetzung für eine gute, schräg von oben einfallende Versorgung des Parterres mit Seitenschall; die auf den Galerien gewonnene Sitzfläche erlaubt eine Minimierung der Grundfläche des Saals, was wiederum den Abstand der Seitenwände und der einzelnen Plätze zum Podium gering hält; eine günstige Gliederung der Wände durch horizontale Flächen sorgt dafür, dass von den Galerieunterseiten zusätzliche günstige Reflexionen ins Parkett gelangen. Diese Forderungen führten dazu, dass in Luzern das Parkett bis ins Untergeschoss abgesenkt werden musste, da es wegen der Baulinien nicht möglich war, die erforderliche Saalhöhe durch Erhöhung des Gebäudes zu erreichen. In Luzern beträgt das Höhe-BreitenVerhältnis des Saales nun gut 1 :1 bei einer Saalhöhe knapp mehr als 22 m; die Breite zwischen den Seitenwänden beträgt ebenfalls 22 m, die Distanz der Galeriebrüstungen ist mit nur etwa 15 m zur Erzielung der gewünschten klanglichen Deutlichkeit, Lateralität und Intimität der Raumatmosphäre ausserordentlich günstig.

Da die vorhandene Schallenergie knapp ist, muss das Material für die Raumbegrenzungsflächen genügend schwer sein und fest montiert werden, um ein unerwünschtes Mitschwingen zu vermeiden, da dadurch gewisse Schallanteile geschluckt werden können. Zu glatte Oberflächen können hörbare Schallrückwürfe verursachen, welche den Klang blechern verfärben. Deshalb sind grosse Teile der Wände durch Strukturen verkleidet, die eine günstige Diffusion des Klanges erzeugen. Diese Regel wird durch die Untersuchung bewährter alter Säle bestätigt, deren Wände und Decken meist aus strukturiertem Gips auf festem Mauerwerk oder fest montierter, stabiler Holztäfelung bestehen. In Luzern besteht die Wandverkleidung aus einem Mosaik von über 20 000

vorfabrizierten weissen Gipsziegeln. Im Bereich des Podiums gelangte auf Wunsch der Musikensembles Holz zum Einsatz.

Sprechakustik und elektronisch verstärkte Musik verlangen kürzere Nachhallzeiten als Sinfoniekonzerte. Daher können grosse Bereiche der Raumbegrenzungsflächen mit stark absorbierenden, ein- und ausziehbaren Samtvorhängen bedeckt werden, was eine erhebliche Reduktion der Nachhallzeit im mittleren und hohen Frequenzbereich erlaubt. Die so genannte Echokammer («reverberation chamber») ausserhalb der Saalwände, die das vordere Saaldrittel und das Podium von der Höhe des ersten Obergeschosses an umgeben und im dritten Obergeschoss auch das mittlere Saaldrittel umfassen, kann durch schwere, drehbare Türen mehr oder weniger geöffnet werden: für Werke in grosser Besetzung kann dadurch das Saalvolumen um 8'000 m^3 bis auf rund 30'000 m^3 vergrössert werden; die Nachhallzeit verlängert sich dadurch im mittleren Frequenzbereich bis auf mehr als 3 Sekunden, ohne dass Deutlichkeit und Durchsichtigkeit des Klanges vermindert werden, da die an den fest stehenden Teilen der Seitenwände entstehenden frühen Reflexionen erhalten bleiben. Ausrollen von Absorptionsmaterial in der Echokammer ermöglicht zudem die Verkürzung der Nachhallzeit im Bassbereich für Sprechakustik und elektronische Beschallung.

Die alles überspannende, horizontale Saaldecke vereinigt Musiker und Hörer im gleichen Raum. Von der eigentlichen Saaldecke ist, über der Bühne und den ersten Zuschauerreihen, ein zweigeteilter akustischer Reflektor («acoustic canopy») abgehängt. Die Höheneinstellung der beiden Canopyteile ermöglicht die Feinabstimmung der Podiumsakustik und die Ausbalancierung der einzelnen Orchestergruppen. Ausserdem kann die Absenkung des Canopys den Saal «akustisch verkleinern», indem bei Bedarf die Reflexionswege zurück auf die Bühne und ins Parkett verkürzt werden. Somit lässt sich auch eine intimere Akustik für Kammermusik schaffen.

Es ist heute noch nicht absehbar, wie weit man sich daran gewöhnen wird, für jede Nutzung und jeden Geschmack besondere raumakustische Eigenschaften einzustellen. Durch die raffinierte technische Ausstattung ist der Luzerner Saal jedenfalls gerüstet für eine breite Palette akustischer Anforderungen.

Aus Russell Johnsons Faustregeln, die aus dem kom-

Das Orchester der AML probt für die Testkonzerte im neuen Luzerner Konzertsaal.

plexen akustischen Geschehen im Raum nur die wichtigsten Punkte zusammenfassen, wird deutlich, dass in der Raumakustik nur eine ganzheitliche Gestaltung zum Erfolg führt. Ein Anstreben einzelner empfohlener Werte (etwa einer bestimmten Nachhallzeit) ohne Beachtung der formbestimmenden Regeln garantiert keine guten Resultate. Weder ist es allein das gewählte Material noch die Struktur der Oberflächen, noch sind es irgendwelche Hohlräume oder Holztäfelungen, die zu einer guten Akustik führen, obwohl jeder dieser Faktoren Einfluss hat. Nur gemeinsam mit dem Architekten, der für den Luzerner Saal teilweise neue schöpferische Ideen entwickelte, konnten die Forderungen der Raumakustik erfüllt werden. Die Atmosphäre des neuen Luzerner Saales ist die eines ganzheitlichen Kunstwerks, das aus der fruchtbaren Zusammenarbeit des Architekten mit dem Akustiker hervorgegangen ist.

Technische Daten
Die bekanntesten Konzertsäle

	Länge m	Breite m	Höhe m	Volumen m³	Plätze besetzt	T sec 500 bis 1000 Hz	T nach
Wien 1870 Musikvereinssaal	45	14 / 19	18	15'650	1680	2.0	Beranek
Basel 1876 Casino	35,5	16 / 21	15,2	10'500	1448	1.8	Beranek2
Leipzig 1886 Neues Gewandhaus	38	15 / 19	15	10'600	1560	1.6	Skoda
Berlin 1888 Philharmonie	43	24	15,4	15'500	1614	2.0	Skoda
Amsterdam 1888 Concertgebouw	43	20 / 28	17	18'700	2206	2.0	Beranek
Genf 1891 Victoria Hall	41,8	11 / 19	17	11'500	1754	1.3	Furrer
New York 1891 Carnegie Hall	42 / 53	22 / 31	24	24'270	2804	1.7	Beranek2
Zürich 1895 Tonhalle	38	19 / 27	14	11'400	1546	2.0	Beranek2
Boston 1900 Symphony Hall	45	17 / 23	18,6	18'750	2625	1.8	Beranek2
Berlin 1984 Neues Schauspielhaus	44	12 / 21	17,7	15'000	1700	2.0	Fasold
Dallas 1989 McDermott Hall	45	19 / 26	25,6	23'400 / 7'200	2065	2.1 / 3.0	ARTEC
Birmingham 1991 Symphony Hall	47,3	19 / 27	23	25'000 / 10'300	2211	1.8 / 2.4	ARTEC
Luzern 1998 Konzertsaal	46	15 / 22	23	22'200 / 8'000	1840	2.0 / 3.0	ARTEC

Länge: Orgelfront bzw. Podiumrückwand bis Saalrückwand
Breite: zwischen Galeriebrüstungen / zwischen Saalwänden

Peter Kraut, „Mit dem Klang bauen. Architektur ist gebaute Umwelt, die unterschiedlich tönt, nicht nur in Konzertsälen“, in: *NZZ Samstag, 7. Januar 2017*

Konzertsäle werden vorwiegend nach akustischen und musikalischen Überlegungen entworfen. In der Alltagsarchitektur dagegen ist das Bewusstsein für Akustik noch stark entwicklungsfähig.

Bei den grossen Konzertsälen der westlichen Welt haben sich zwei Modelle durchgesetzt: Der jüngere Typus ist der «Weinberg», die terrassenartig aufgeschichtete Arena im Halb- oder Ganzrund, die an das antike Amphitheater erinnert. Diese Anordnung vermittelt ein gemeinschaftliches Gefühl wie beim Sitzen rund um das grosse Lagerfeuer, sie inszeniert eine geringere Hierarchie als der herkömmliche Saal. Sie hat den Vorteil, dass viele Plätze nahe ums Zentrum gruppiert werden können, wie dies in der Elbphilharmonie von Herzog & de Meuron in Hamburg oder in Hans Scharouns berühmter Berliner Philharmonie von 1963 der Fall ist.

EINE JUNGE WISSENSCHAFT

Nach demselben Prinzip funktionieren auch das Neue Gewandhaus Leipzig (1981, Rudolf Skoda), der Gasteig in München (1985, Raue, Rollenhagen und Lindemann), die Disney Concert Hall von Frank Gehry in Los Angeles (2003) oder Jean Nouvels Philharmonie de Paris (2015). Der subjektive Eindruck vom Orchesterklang wird hier eher als «umfassend» wahrgenommen und weniger gestaffelt wie in einem üblichen langen und hohen Konzertsaal.

Nachteilig ist, dass die hinter dem Orchester befindlichen Plätze akustisch etwas abfallen. Darüber hinaus ist dieser Saaltyp fast ausschliesslich für Orchestermusik verwendbar, quasi monofunktional. Videoprojektionen, szenische Aufführungen oder Shows der Unterhaltungsindustrie mit moderner Veranstaltungstechnik scheitern am Raumkonzept, dies auch deshalb, weil kein einfach zu bewirtschaftender Backstage-Bereich, also keine Hinterbühne, vorhanden ist.

Der zweite Typ des modernen Konzertsaales wird etwas salopp als «Schuhschachtel» bezeichnet und hat in der Regel eine überhöhte Bühne, ein tiefer liegendes Parkett und seitliche Balkone. Die Proportionen sind normalerweise rund 1:1:2 hinsichtlich Breite, Höhe und Länge. Er eignet sich für verschiedenste frontale Darbietungszwecke und hat berühmte historische Vorläufer: den Musikverein Wien (1870), das Concertgebouw Amsterdam (1888), die Tonhalle Zürich (1895) oder die Boston Symphony Hall (1900), die alle als hervorragend klingende Säle gelten. Und in der Schweiz existieren mit dem Konzertsaal von Jean Nouvels Kultur- und Kongresszentrum Luzern (1998) oder dem modularen Konzert- und Theatersaal von Ivano Gianolas Kulturzentrum Lugano Arte e Cultura (2015) zwei herausragende Beispiele jüngeren Datums.

In der Akustik gibt es zwar exakt messbare Grössen, aber der Höreindruck ist immer individuell, er ist kulturell geprägt und viel schwieriger in Worte zu fassen als etwa Aussagen zu Formen, Farben oder Materialien.

Die Boston Symphony Hall war der erste Konzertsaal der Welt, der nach wissenschaftlichen Grundsätzen der Akustik gebaut wurde. Wallace Sabine, ein junger Harvard-Professor und Pionier auf dem Gebiet der Raumakustik, hatte die Nachhallzeit vorausberechnet mit einer von ihm hergeleiteten Formel. Er untersuchte auch die akustischen Eigenschaften von verschiedenen Oberflächenmaterialien (Holz, Tapete, Filz, Backstein usw.) hinsichtlich ihrer schallschluckenden und -reflektierenden Wirkung. Nachhallzeit, Absorption, Reflexion und Diffusion von Schall sind denn neben den Raumproportionen weitere zentrale Parameter für die Klangqualität eines Raumes. Ihr Zusammenspiel ist dermassen komplex, dass man es heute nur unvollständig simulieren kann.

Eine weitere Schwierigkeit kommt hinzu: In der Akustik gibt es zwar exakt messbare Grössen, aber der Höreindruck ist immer individuell, er ist kulturell geprägt und viel schwieriger in Worte zu fassen als etwa Aussagen zu Formen, Farben oder Materialien. In der Konzertsaalarchitektur bemühen sich alle Beteiligten bereits im Planungsprozess um ein optimales Zusammenspiel dieser verschiedenen Parameter zur Gestaltung eines möglichst perfekten Hörerlebnisses. Im herkömmlichen Entwurfsprozess der Alltagsarchitektur spielt die Akustik aber immer noch eine untergeordnete Rolle. […]

RAUM UND HÖREINDRUCK

Ein Raumeindruck ist wesentlich vom Höreindruck geprägt – eine Einsicht, die seit Jahrhunderten vielfältig untersucht und inszeniert wird. So etwa in der antiken Architekturtheorie bei Vitruv, in Kompositionen der sakralen Mehrchörigkeit Venedigs im 16. Jahrhundert, in den Experimenten des barocken Universalgelehrten Athanasius Kircher, in der politischen Propaganda-Architektur des 20. Jahrhunderts oder in Werken bekannter Künstler wie Bruce Nauman, Karlheinz Stockhausen, Janet Cardiff, Carsten Nicolai oder Alvin Lucier.

Das Thema wird auch von den Sozialwissenschaften breit angegangen, ist doch in den letzten Jahren eine grosse Menge an Literatur zur Klangökologie, zur Kulturgeschichte des Hörens und zum Sound der gebauten Welt entstanden. Und zur allgemeinen Medienkompetenz des modernen Menschen zählt heute selbstverständlich der souveräne Umgang mit Audiomaterial. All das deutet darauf hin, dass die im Westen kulturhistorisch stark geprägte Trennung von visuellen Künsten und Zeitkünsten, zu der die Musik zählt, nicht nur rückblickend als problematisch thematisiert und aufgearbeitet wird.

Konzertsäle sind Orte, wo diese Trennung stets aufs Neue aufgehoben werden kann. Sie können als Inspiration dienen, eine bewusste und verantwortungsvolle Akustik auch ausserhalb von Musikräumen zu entwerfen.

Marcus Stäbler, „Ein Weinberg in der Elbe. Von dem Japaner Yasuhisa Toyota hängt der Erfolg der Elbphilharmonie ab“, in: *NZZ Samstag, 7. Januar 2017*

Die Elbphilharmonie solle zu den «zehn besten Konzertsälen der Welt» gehören: Mit markigen Worten hatte die damalige Hamburger Kultursenatorin Karin von Welck 2004 eine ehrgeizige Vorgabe für die Akustik der Elbphilharmonie formuliert, die das Projekt seither begleitet. Gehobene Weltklasse sollte es sein – wie auch immer sich die bemessen lässt. Die Verwirklichung dieses Ziels legten die Verantwortlichen in die Hände von Yasuhisa Toyota.

SUNTORY UND WALT DISNEY HALL

Toyota, Jahrgang 1952, hatte sich zunächst mit Konzertsaalbauten in Japan wie der Suntory Hall (1986) einen Namen gemacht, bevor er zum international gefragten Star-Akustiker avancierte. Sein Portfolio umfasst heute das akustische Design von über fünfzig Neubauten, darunter die Konzerthäuser in Kopenhagen (2009) und Helsinki (2011) sowie die Philharmonie in Paris (2015).

Als in Hamburg die Weichen für den Bau der Elbphilharmonie gestellt wurden, hatte Toyota gerade sein Meisterstück abgeliefert: die Walt Disney Hall in Los Angeles, die seit der Eröffnung 2003 als einer der weltweit herausragenden Konzertsäle gilt. Unter sechs konkurrierenden Akustik-Designs kristallisierte sich Toyota mit seinem Entwurf bald als Wunschkandidat der Elbphilharmonie-Initiatoren heraus.

Anders als in der klassischen Form eines «Schuhkarton»-Saals hören und sehen die Konzertbesucher dort von allen Plätzen relativ gleichberechtigt und sind dem Geschehen insgesamt näher.

Auch, weil er in Los Angeles in der Zusammenarbeit mit Frank Gehry gezeigt hatte, wie elegant er seine akustischen Ideen in ein komplexes architektonisches Umfeld einzubetten vermag – und weil sich sein Konzertsaal-Modell mit den Vorstellungen der Architekten Herzog & de Meuron von einem «demokratischen» Bau deckte.

Toyota zählt zu den Verfechtern jener mit dem Begriff «Weinberg» umschriebenen Saalform, welche die Besucherränge rund um die Bühne anordnet und terrassenartig ansteigen lässt. Anders als in der klassischen Form eines «Schuhkarton»-Saals hören und sehen die Konzertbesucher dort von allen Plätzen relativ gleichberechtigt und sind dem Geschehen insgesamt näher.

Durch seine früheren Arbeiten konnte Toyota auf einen reichen Erfahrungsschatz mit der Weinberg-Struktur zurückgreifen – gleichwohl bedeutete der Auftrag aus Hamburg eine ganz neue Herausforderung für ihn. «Jeder Saal ist anders», betont der Japaner mit seinem sphinxhaften, von einem graumelierten Bart gerahmten Lächeln. Das ist eigentlich selbstverständlich, gewinnt aber in der Elbphilharmonie mit ihrer ungewöhnlichen Umgebung noch eine eigene Bedeutung.

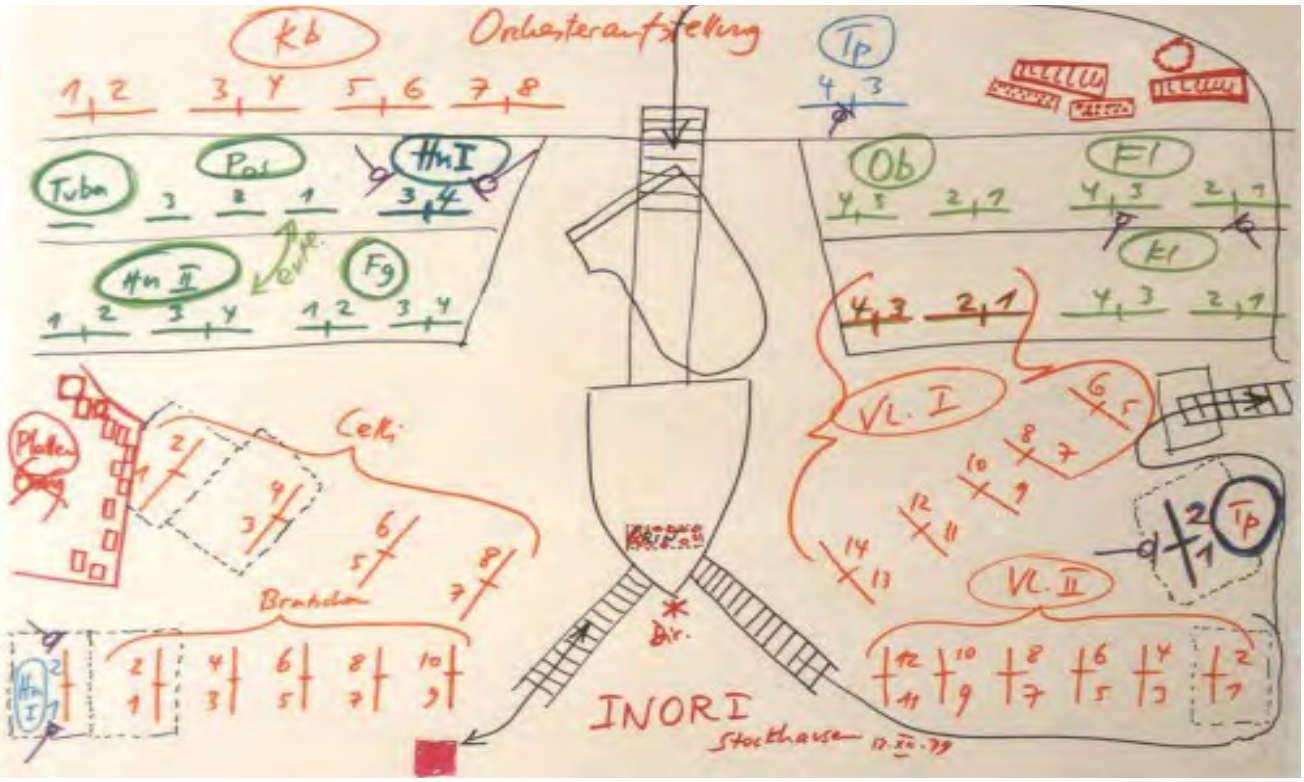
Um die Musik komplett von den Geräuschen des Hafens zu entkoppeln – das Horn eines Kreuzfahrtschiffs hat ja in einer Haydn-Sinfonie normalerweise nichts verloren –, ruht der Grosse Saal auf über 300 mächtigen Stahlfedern und ist durch zwei riesige Betonschalen vom restlichen Gebäude abgekapselt, wie eine monströse Nuss in ihrer Schale.

DIE «WEISSE HAUT»

Für die Akustik innerhalb des Saals hat Toyota gemeinsam mit den Architekten eine neuartige und spektakuläre Reflexionsfläche erdacht. Die Wände sind mit einer sogenannten «weissen Haut» verkleidet, einer Schicht aus zehntausend millimetergenau gefrästen Gipsfaserplatten, deren Rillen und Krater rund eine Million ungefähr faustgrosse Zellen ausformen. Ihre präzis berechneten Wölbungen sollen den Klang gezielt im Raum streuen und eine möglichst ideale Mischung aus direktem und indirektem Schall zum Hörer leiten.

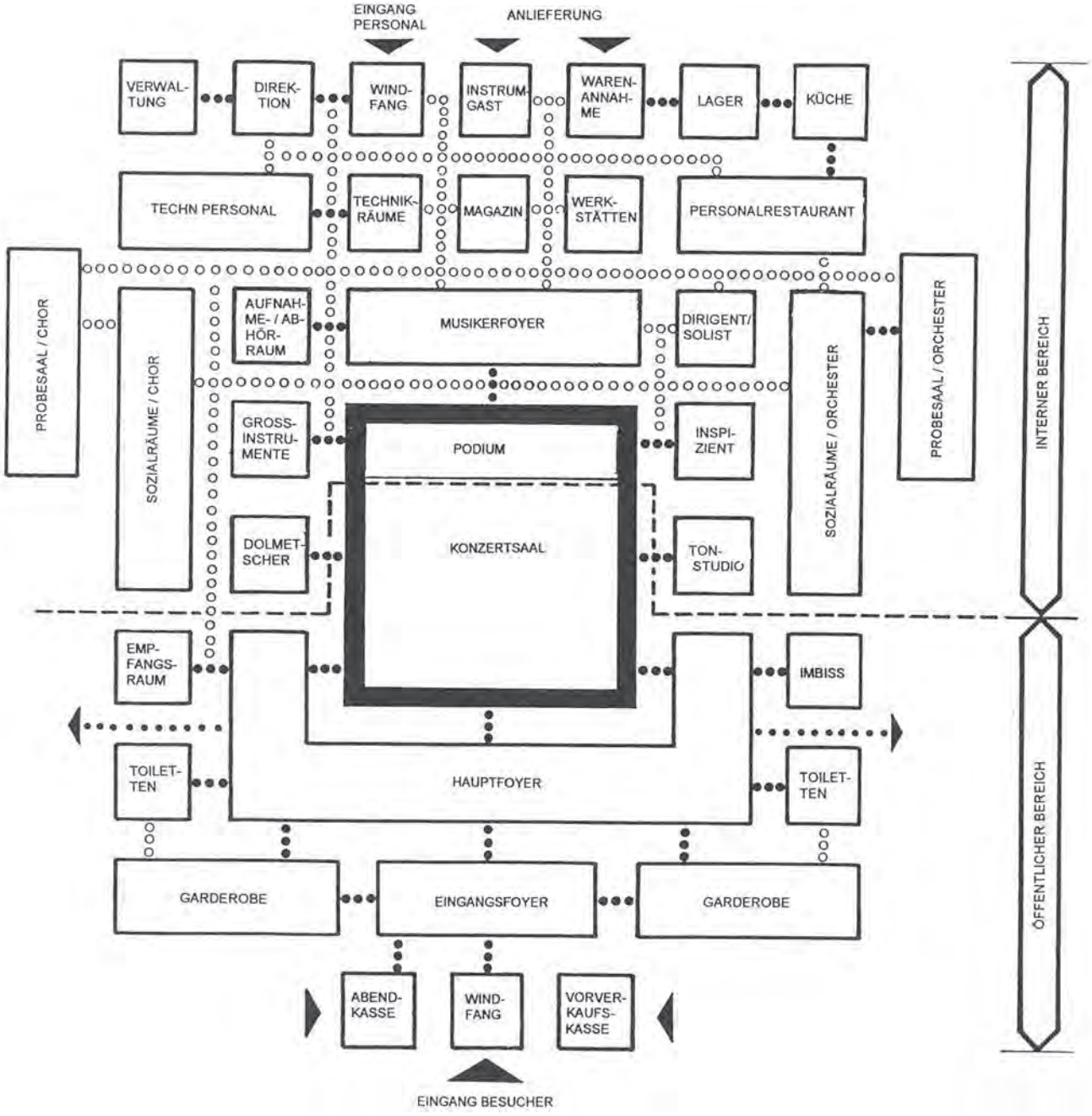
Mit der unregelmässig gewellten Oberflächenstruktur und dem eher sandfarbenen als «weissen» Farbton beschwört der Raum Assoziationen aus der Natur. Die Wandverkleidung erinnert an Muscheln und einen von Wellen geformten Strandboden, die lamellenartig weichen Linien der Ränge und der Schalltrichter an der Decke lassen an das Innere eines riesigen Pilzes denken.

Mit diesen organischen Formen, dem Holzgeruch der Stufen und einem gedämpften Licht verströmt der Saal eine für seine Grösse erstaunliche Intimität und Natürlichkeit. Optisch und architektonisch ist er eine filigrane Wucht. Ob seine Akustik das Versprechen einlöst und ihm tatsächlich ein Platz an der Weltspitze gebührt, muss er von Mittwoch an unter Beweis stellen.



Karlheinz Stockhausen, „INORI Orchesteraufstellung“, Filzstift auf Papier, 1979

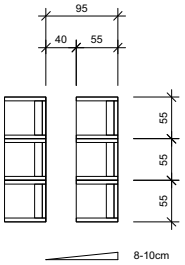
GRUNDLAGEN KONZERTHAUS- UND MUSIKBÜHNENLAYOUT

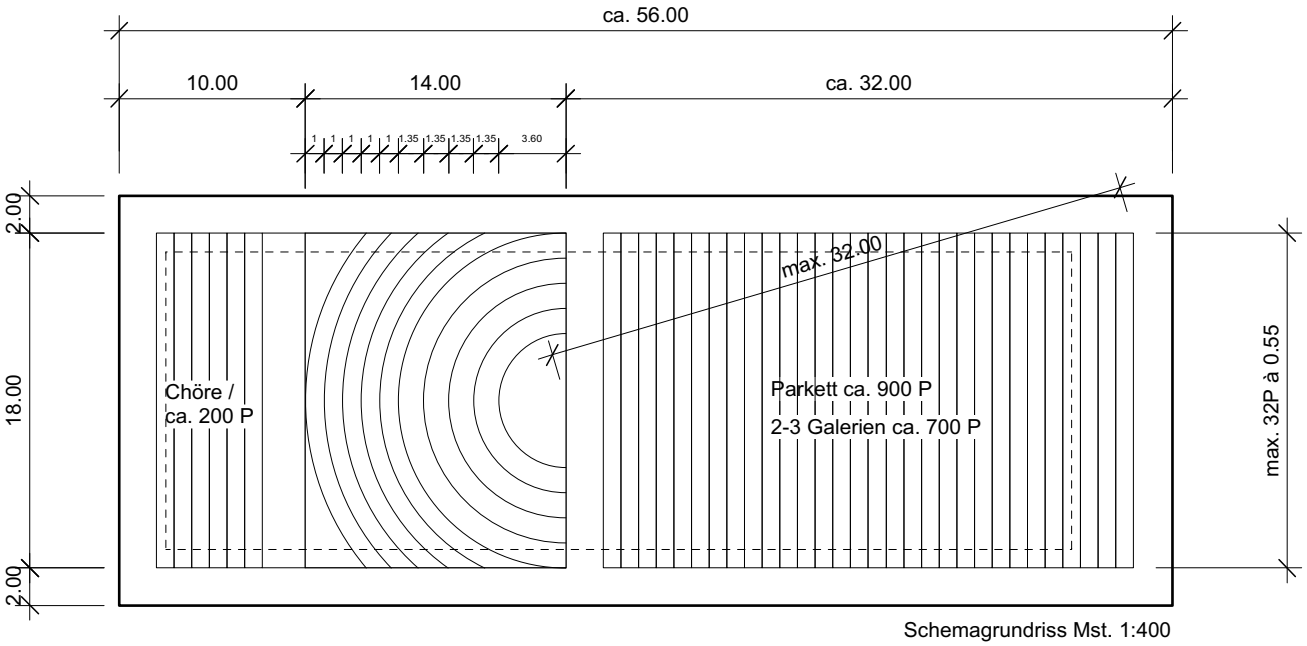


Funktionsschema für Konzertgebäude mit einem Saal

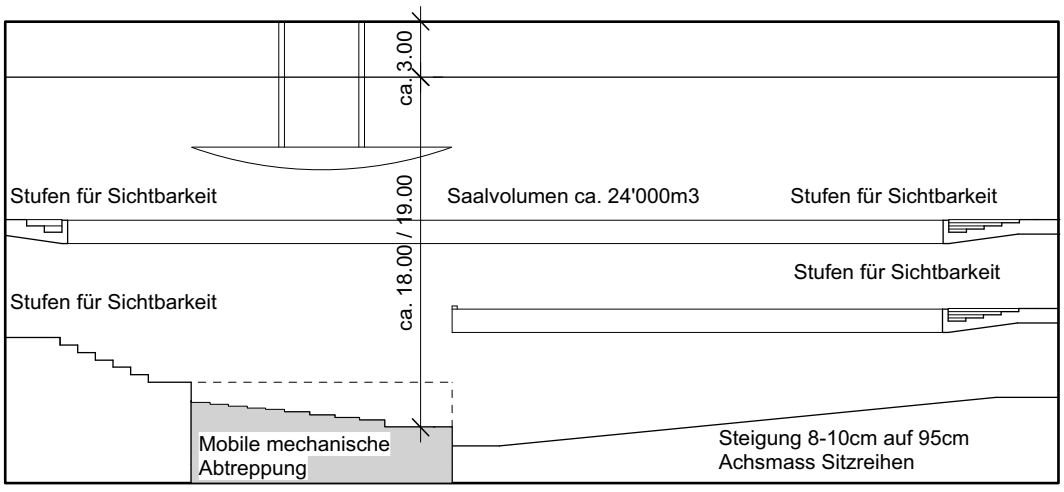
SITZANORDNUNG

Sitzplatzbreite 55cm
Distanzen: Lehne-Lehne 95cm, Lehne-Brüstung 105cm
Einseitig erschlosse Sitzplatz-Reihen: max. 16 Sitzplätze
Zweiseitig erschlossene max. 32 Sitzplätze
Flache Steigung Sitzreihen Parkett: 8-10cm
Steile Steigung (zB.Galerien): ca. 34cm, Stufe ca. 17cm
Grösste Distanz zwischen Zuschauer und Orchester 28-32m

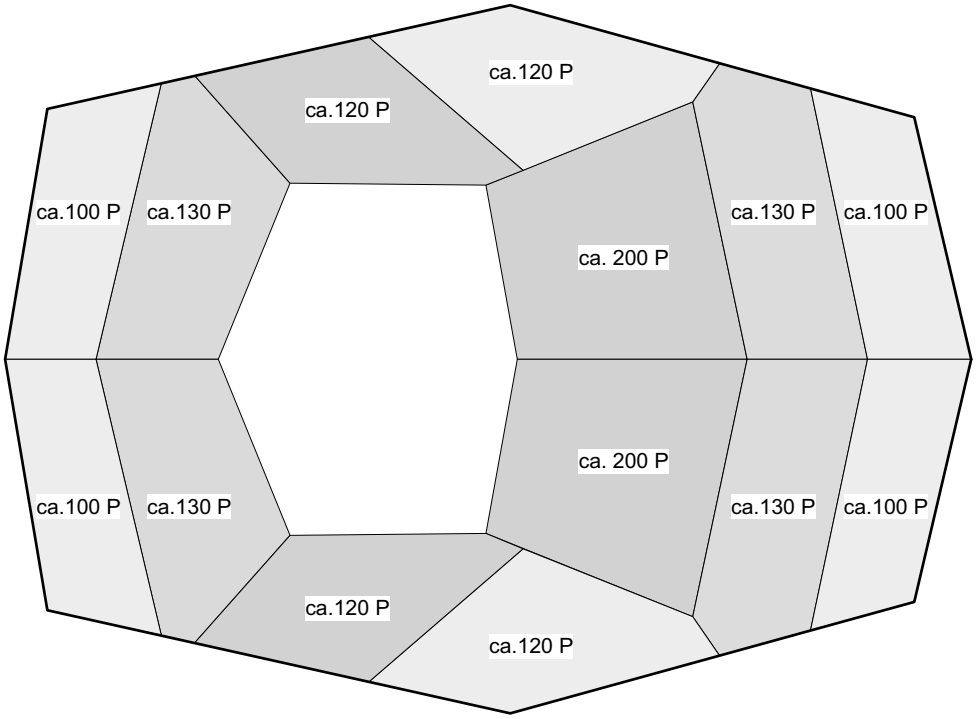




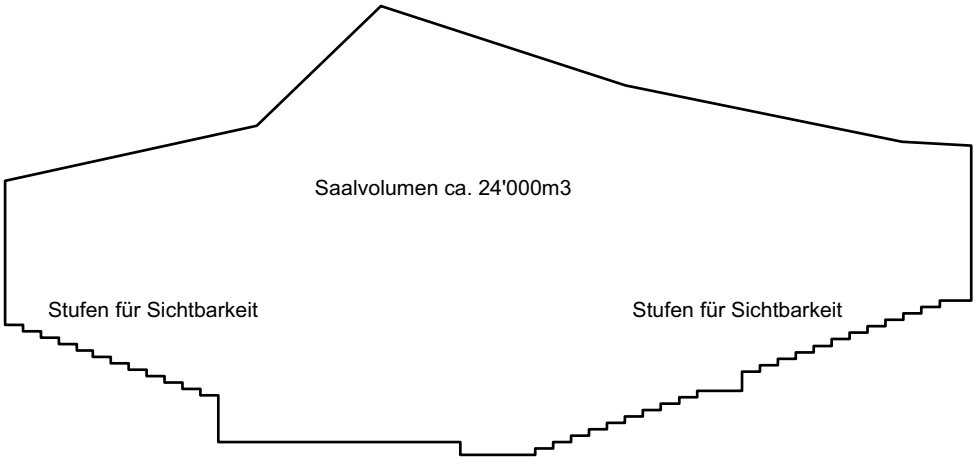
Schemagrundriss Mst. 1:400



Schemaschnitt Mst. 1:400



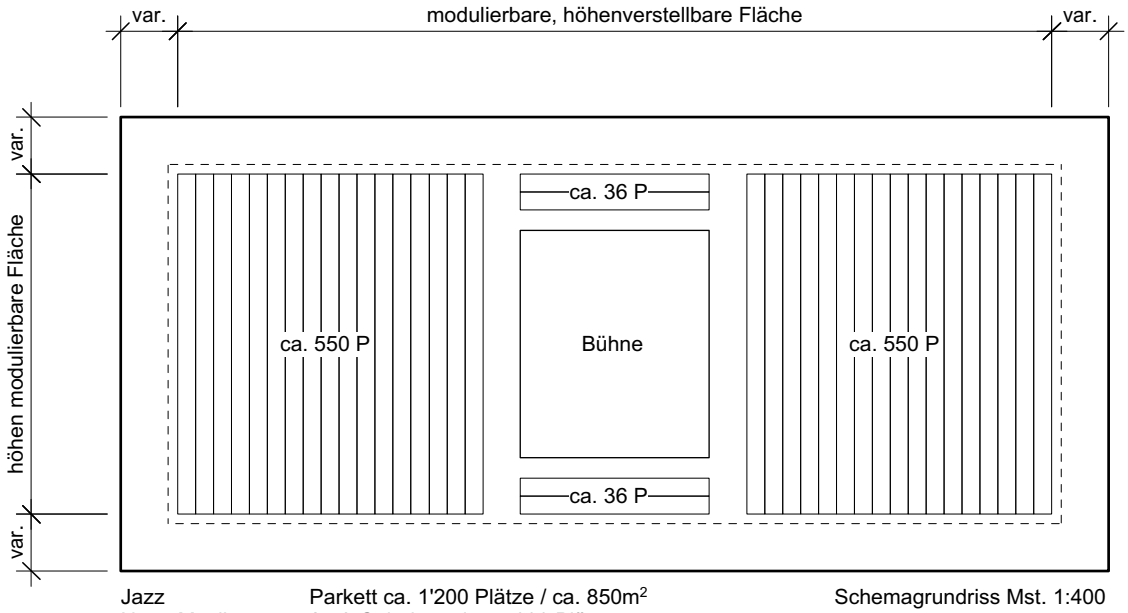
Schemagrundriss Mst. 1:400



ca. 1800 Plätze

Schemaschnitt Mst. 1:400

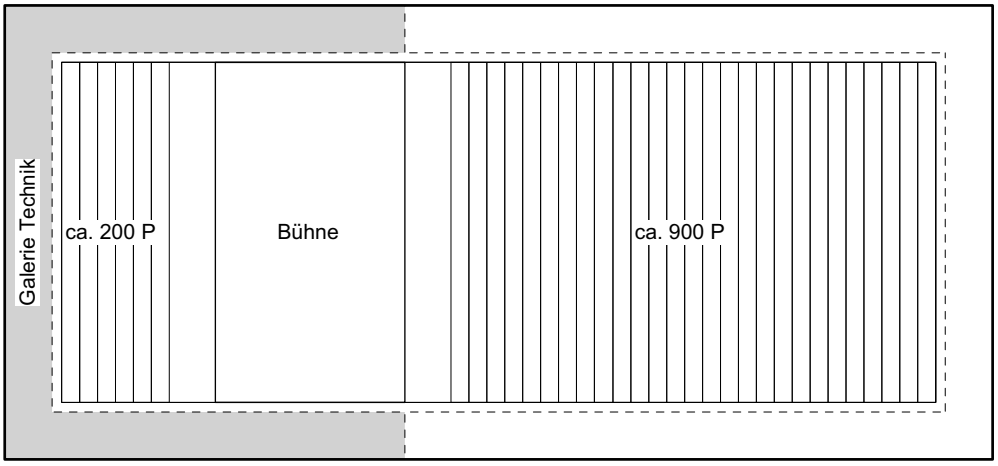
Layout für Konzertsaaltyp „Vineyard“



Jazz
Neue Musik
Performance

Parkett ca. 1'200 Plätze / ca. 850m^2
2 - 3 Galerien mit ca. 600 Plätzen
Total ca. 1800 Plätze

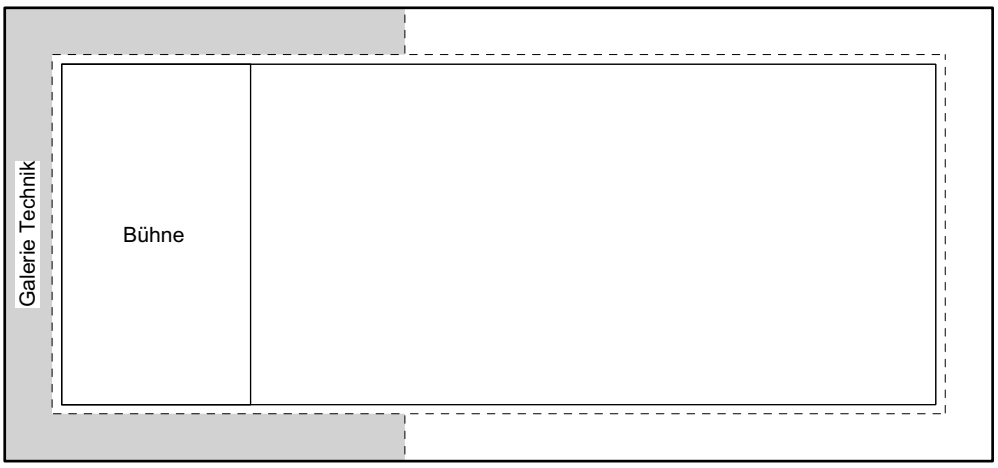
Schemagrundriss Mst. 1:400



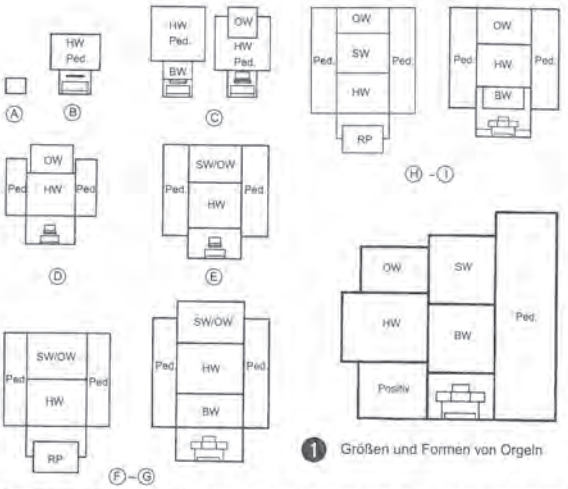
Klassik

Parkett ca. 1'100 Plätze / ca. 850m^2
2 - 3 Galerien mit ca. 600 Plätzen
Total ca. 1700 Plätze

Schemagrundriss Mst. 1:400



Layout für Musikhalle



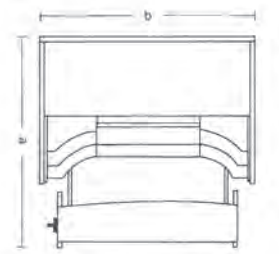
❶ Größen und Formen von Orgeln

Typ	Größe	Register	Höhe (m)	Breite (m)	Tiefe (m)
A	Truhe	3–7	0,6–0,8	1,0–1,2	0,7–1,2
B	Positiv	8–12	2,5–3	1,6–2,5	0,8–1,6
C	Kleinorgel	12–20	4–6	3–3,5	1,2–1,8
D	II Manuale	20–30	6–7	5,5–6,5	1,2–2
E	II Manuale	25–35	6,5–9	4,5–7	1,5–2,5
F–G	III Manuale	30–60	7,5–10	7–9	2–3
H–I	IV–V Manuale	60–100	9–13	8–12	2–4

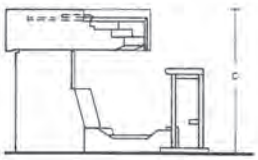
❷ Orgeltypen und -größen (Gehäuse)

Registerzahl = Raumvolumen in m³/300 + Anzahl Sitzplätze/50

❸ Formel zur Bestimmung der Registerzahl (nach Walcker)

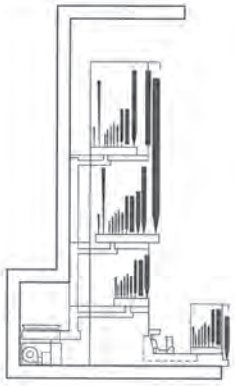


a = Breite einschließlich Registratur
b = Tiefe einschließlich Bank
c = Höhe ohne Notenpult

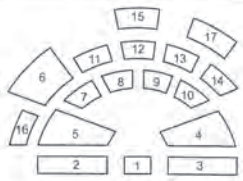


	2 Manuale	3 Manuale	4 Manuale
a	180	200	220
b	150	160	170
c	110	120	130

❹ Freistehender Spieltisch und seine Abmessungen



❺ Orgel mit IV Manualen (Schnitt)



❻ Deutsche Sitzordnung

❼ Amerikanische Sitzordnung

1. Dirigent
2. 1. Violinen
3. 2. Violinen
4. Bratschen
5. Violoncelli
6. Kontrabässe
7. Flöten
8. Oboen
9. Klarinetten
10. Fagotte
11. Trompeten
12. Hörner
13. Posaunen
14. Tuben
15. Harfen
16. Schlagwerke
17. Pauken

KONZERTSÄLE

TECHNISCHE ANFORDERUNGEN, ORGEL, ORCHESTER

Bühnentechnische Ausrüstung gering: Elemente der Bodengliederung im Aufstellungsbereich des Orchesters, Verstellbare Wand- und Deckenelemente, Hilfseinrichtungen für Transporte, Lautsprecher und Beleuchtungseinrichtungen.

Bühnenerweiterungs- / reduktionslifte

In großen Häusern im Bereich der Orchesterfläche in speziellem kleinteiligen System, unterschiedliche Orchestervarianten möglich, Vergrößerung der Bühnenfläche bzw. Maximierung der Hallen-Sitzplatzfläche durch Platzierung von Sitzwagen auf den Liften. Transport von Gegenständen zwischen Untergeschoss und Bühne. Elektrische Spindelantriebe mit geringem Hub und geringen Hubgeschwindigkeiten.

Mobile Sitzwagen

Durch unterschiedliche Arbeitspositionen der Lifte kann Zuschaueranzahl bei kleinerer Bühnenfläche durch zusätzliche, auf verfahrbaren Wagen fest montierten Sitzen erhöht werden.

Orchesterpodeste

Modulares System; flexible Bühnenoptionen für Musikgruppen; Transport und Lagerung erfolgt auf Lagerungswagen in Lagerraum Fußbodenbelag passend zur Konzertplattform.

Chorwagen

Zusätzlich zu Chorsitzen, wenn Raum für sehr große Chöre benötigt wird; große Sitzplattformen, die auf Bühne gerollt und vor festen Chorsitzen montiert werden; beide Chorsitzarten identisch. Zugang erfolgt durch abnehmbare Balkonteile im Chorsitzbereich oder temporäre Treppen an den Chorwagen.

Mischpultlift

Im hinteren Teil des Zuhörerraums im Parkettbereich aus 3 Reihen bestehender Bereich; kann schnell für unterschiedlichste Aufführungs- und Konferenzbedingungen verändert werden.

Verwendung motorgetriebener Plattform unter dem Parkett; diese kann unterschiedlich belegt werden: Sitzwagen, Mischpultwagen oder leer (z. B. wenn Gastmusiker eigene Mischkonsole nutzen).

Cyclorama-Gerüst

Motorgetriebenes Rohrgerüst, um Vorhänge und Banner, portable Beleuchtung für die Bühne und andere Produktionselemente im hinteren Teil der Bühne zu befestigen; nach Bedarf teilweise oder komplett demontierbar.

Orgel als fester Bestandteil des Konzertsaals

Für die Gestaltung gibt es keine feste Norm, Orgel wird für den jeweiligen Raum musikalisch und architektonisch individuell gestaltet, sie ist gewichtiger optischer Blickfang. Orgelstandort ist in unmittelbarer Nähe des Podiums zu wählen, optimal ist Platz vor der Rückwand, freistehend, nicht eingenischt.

Größe abhängig von Raumvolumen, Raumakustik, Stellung im Raum, Anzahl der Sitzplätze, musikalischen Anforderungen (Solo- oder Begleitinstrument). Je besser die Akustik und je günstiger die Stellung der Orgel, desto kleiner kann diese ausfallen → ❶ – ❸.

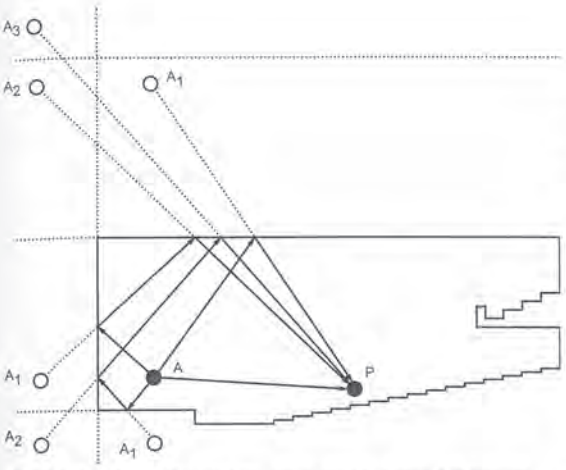
Zur Gehäusetiefe ist hinzuzurechnen: 1–2 m Platz für Spieler und mind. 0,5 m für Stimmgang hinter der Orgel, mind. 1,5 m notwendiger freier Raum über der Orgel → ❸ + ❹.

In Konzertsälen zweiter Orgelspieltisch notwendig (elektrisch, fahrbar); dieser wird in der Nähe des Orchesters platziert, Organist wird dann Teil des Orchesters. Notwendige Kabelverbindungen beachten. Abmessungen abhängig von Orgelgröße → ❹ + ❺.

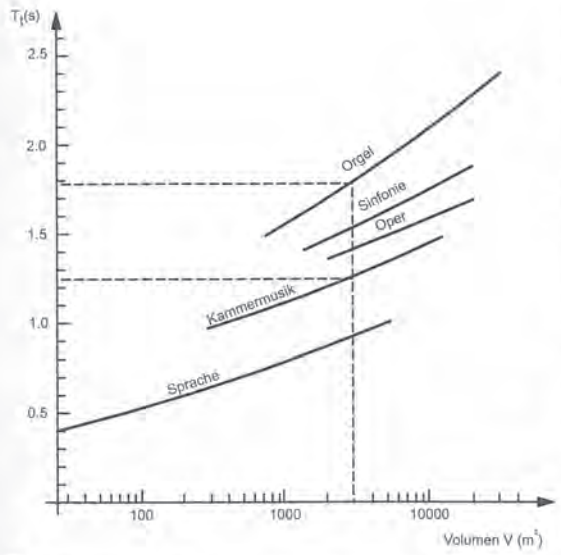
Orchestergrößen und -aufstellungen

Von Bedeutung für den Klang im Raum sind unterschiedliche Orchesteraufstellungen, ältere deutsche und heute meist gebräuchliche amerikanische → ❻ + ❼.

Heute sind in Europa und Nordamerika folgende Orchestergrößen üblich: Großes Symphonieorchester mit 60–150 Musikern und Kammerorchester mit 25–40 Musikern; daran orientiert notwendige Fläche für Orchesterpodium (z. B. Gewandhaus Leipzig ca. 180 m²).



1 Schallstrahlen und Spiegelschallquellen in einem Auditorium. A=Schallquelle A1=Spiegelschallquelle 1.Ordnung usw. [02]



2 Beziehung von Nachhall, Raumvolumen und Musikgenre [03]

KONZERTSÄLE

AKUSTIK

Wichtigstes Ziel bei der Planung eines Konzertsaals ist ein herausragender Klang. Akustik als Zusammenspiel verschiedener Elemente: Raumgröße, -volumen und -proportion, Anzahl und Anordnung der Sitze, verwendete Materialien, Oberflächen und Verarbeitung.
Zu berücksichtigen sind Klangeigenschaften unterschiedlicher Instrumente und die menschliche (Gesangs)stimme einzeln und im Ensemble. Unterschiede in Tonumfang, Klangcharakter (Schallpegel, Frequenzzusammensetzung und Zeitstruktur eines Klangs). Von Bedeutung für Klang im Raum sind unterschiedliche Orchesteraufstellungen: Aufstellung einzelner Instrumentengruppen (insbesondere Streichergruppen).
Für die Wirkung der Instrumente im Raum spielt das Verhältnis der direkt zu den Zuschauern laufenden Schallanteile zu den frühen seitlichen Reflexionen und den späten diffusen Reflexionen eine entscheidende Rolle → 1.
Optimaler Nachhall ist für Qualität des Hörens wichtig: zu langer Nachhall vermindert Deutlichkeit, zu wenig Nachhall lässt Musik stumpf erscheinen. Abhängig von Luftwechsel/Person (ältere Häuser 4 – 5 m³/Platz, neuere über 6 bis 15 m³/Platz).
Die durch Raumgröße, -form etc. und verwendete (Oberflächen-) Materialien geprägte Akustik kann durch Auswahl verschiedene Maßnahmen den unterschiedlichen akustischen Anforderungen angepasst werden. Dabei sind folgende Varianten möglich und gebräuchlich:

Akustik-Reflektor

Über der Bühne installiert; regelbar; breite, schwere, klangreflektierende Oberfläche; besteht aus zwei oder drei voneinander unabhängigen Teilen; jedes Teil muss zwei oder drei Meter weit über der Bühne bis zu zwei Metern unterhalb der Saaldecke beweglich sein. Höhe und Stellung der Reflektoren von Art des Konzerts bestimmt: kleinere Konzerte, leichtere Kammermusik und Konzerte mit Saiteninstrumenten verwenden niedrigere Reflektorhöhe.

Klangabsorbierende Vorhänge und Banner

Einfluss auf Länge und Stärke der Nachhallzeit (Senkung durch Ausbreitung der Vorhänge). Wenn nicht benötigt, werden Vorhänge in Vorhangnischen verstaut (müssen dann wirkungslos sein).

Akustik-Regulierungsräume (Promenaden)

Zusätzliche Volumen für Werke mit langem Nachhall (Werke für Orgel, große Orchester und große Chöre sowie mit akustischer Verstärkung) durch Erweiterung des Zuhörerraums. Wege und Foyerflächen können dafür genutzt werden. Diese sind zum Saal mittels beweglicher Paneele über zentrale Steuerung zu öffnen.

Die Reflexionseigenschaften unterschiedlicher Materialien sind für die Akustikplanung von herausragender Bedeutung.
Harte Oberflächen sind dabei zu bevorzugen, um einen langen Nachhall zu erzielen.
Die Sitze sind ebenfalls nach außen mit harter Oberfläche zu gestalten, Polsterung der Sitze, um Gleichmäßigkeit des Nachhalls auch bei unterschiedlicher Zuschauerzahl zu gewährleisten

Frequenz (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000
Akustik-Platte, hart aufgehängt	0,2	0,4	0,7	0,8	0,6	0,4
Akustik-Platte, im Rahmen aufgehängt	0,5	0,7	0,6	0,7	0,7	0,5
Akustik-Rauputz	0,1	0,2	0,5	0,6	0,7	0,7
Normaler Putz auf Latten	0,2	0,15	0,1	0,05	0,04	0,05
Gipsplatten 16 mm auf Kanthölzern	0,3	0,1	0,05	0,04	0,07	0,1
Sperrholzplatte 8 mm auf Kanthölzern	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1
Betonsteine, unbehandelte Oberfläche	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3
Beton, gestrichen	0,1	0,05	0,06	0,07	0,1	0,1
Sichtbeton	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Ziegel	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
Schwerer Teppich auf Beton	0,02	0,06	0,15	0,4	0,6	0,6
Schwerer Teppich auf Filzunterlage	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Podiumsbelag, Holz	0,4	0,3	0,2	0,2	0,15	0,1
Fensterglas	0,3	0,2	0,2	0,1	0,07	0,04
Wandbehang, mittleres Velour	0,07	0,3	0,5	0,7	0,7	0,6
Gepolsterte Sitze, besetzt	0,4	0,6	0,8	0,9	0,9	0,9
Gepolsterte Sitze, unbesetzt	0,2	0,4	0,6	0,7	0,6	0,6
Holz- oder Metallsitze, unbesetzt	0,02	0,03	0,03	0,06	0,06	0,05

3 Schallabsorptionsgrad (alpha) verschiedener Oberflächen [03]

Die Instrumente im Orchester

Symphonie-Orchester

QUELLEN

TEXTE

Antoine Pequeur, „Un dialogue fécond“,
in: *Parenthèses Philharmonie de Paris* (Hg.); *Architecture des salles de concert et des opéras, les espaces de la musique*, S.9 - 14

Adolf Loos, „Das Mysterium der Akustik“,
Adolf Loos – Sämtliche Schriften in zwei Bänden, Bd. 2: „Trotzdem“, 1900–1930, Hrsg. Heinrich Kulka und Franz Glück; Innsbruck 1931

Michael Forsyth, „Die“Schuhschachtel“ und andere Konzertsäle,
in: *Bauwerke für Musik, Konzertsäle und Opernhäuser, Musik und Zuhörer vom 17.Jahrhundert bis zur Gegenwart*, S.197 - 231

Michael Forsyth, „Wissenschaft und Konzertsaal“,
in: *Bauwerke für Musik, Konzertsäle und Opernhäuser, Musik und Zuhörer vom 17.Jahrhundert bis zur Gegenwart*, S.233 - 254

Michael Forsyth, „Der Hifi - Konzertsaal“,
in: *Bauwerke für Musik, Konzertsäle und Opernhäuser, Musik und Zuhörer vom 17.Jahrhundert bis zur Gegenwart*, S.255 - 312

Martin Lachmann, „...Ohren, die nicht hören...“,
in: *Tec21* Heft 11, Band 138, 2012, S.20 - 25

Dorothea Baumann, „Sichtbare Hülle des unsichtbaren Klangs. Der neue Luzerner Konzertsaal im KKL“
in: *KKL: Kultur- und Kongresszentrum Luzern. Die Gaschichte seines Werdens, die Zukunft seiner Idee,* Luzern, 1998, S.122 - 127

Peter Kraut, „Mit dem Klang bauen“,
in: *NZZ vom 7. Januar 2017*

Marcus Stäbler, „Ein Weinberg in der Elbe“,
in: *NZZ vom 7. Januar 2017*

Andres Bosshard, Stadtklang - Klangstadt, Klanggärtnerei, urbane Hörräume und mediale Stadt-Architekturen
in: *Klangräume der Kunst*, Peter Kiefer (Hg), S.169 - 183

Funtionsschema für Konzertgebäude mit einem Saal
in: *Die Leipziger Gewandhausbauten*, Rudolf Skoda, S.88

Ernst Neufert, *Bauentwurfslehre*, Wiesbaden (Vieweg + Teubner) 1996.

WEITERFÜHRENDE LITERATUR / FILME

LITERATUR

Ulrich Winko, *Architektur und Musik*

Rahel Hartmann Schweizer, *Echo als akustisches, Tec21 Heft 20, Band 138, 2012*

Steen Eiler Rasmussen, *Architekturerlebnis, Kapitel IX*

Michael Forsyth, *Bauwerke für Musik, Konzertsäle und Opernhäuser, Musik und Zuhörer vom 17.Jahrhundert bis zur Gegenwart*

Kahle Eckhard, „Das Geheimnis der Salle Blanche: zur Akustik des Kultur- und Kongresszentrums Luzern, *Tec21* Heft 48, Band 127, 2001, S.12 - 14

FILME

Regisseur Federico Fellini, „prova do orchestra“, 1978

Regisseur Lucchino Visconti, „Ludwig II“, 1972

Regisseur Fredi M. Murer, „Vitus“, 2006

Regisseur Tomas Koolhaas, official trailer for „Rem“ documentary, https://vimeo.com/75328510

Elbphilharmonie, NDR, http://www.ndr.de/fernsehen/Elbphilharmonie-Von-der-Vision-zur-Wirklichkeit,elbphilharmonie1628.html

BRANDSCHUTZ FLUCHTWEGE

Für Fluchtweglängen und Anzahl Treppenhäuser sind die gültigen VKF-Normen zu konsultieren.

Vereinigung kantonaler Feuerversicherungen: www.vkf.ch
BRANDSCHUTZNORM:
www.praever.ch/de/bs/vs/norm/Seiten/1-15_web.pdf

Auszug aus den Brandschutzrichtlinien:
FLUCHT- UND RETTUNGSWEGE:
www.praever.ch/de/bs/vs/richtlinien/Seiten/16-15_web.pdf

KLANG – RAUM, Februar 2017

Mike Guyer, Kord Büning-Pfaue, Moritz Holenstein, Michael Künzle, Barbara Schlauri, Ilona Schneider, Regula Zwicky, Anastasia Vaynberg
Druck: Druckzentrum ETH Hönggerberg