

Die Renovierung des Konzertsaaes De Doelen in Rotterdam

Margriet Lautenbach¹, Martijn Vercammen²

¹ Peutz bv, Zoetermeer, die Niederlande, E-Mail: m.lautenbach@zoetermeer.peutz.nl / mla@peutz.de

² Peutz bv, Mook, die Niederlande, E-Mail: m.vercammen@mook.peutz.nl / mv@peutz.de

Einleitung

Der große Saal des Konzerthauses „De Doelen“ in Rotterdam (Niederlande) ist ein Saal für klassische Musik mit einer Zuhörerkapazität von 2242 Plätzen. Der Saal ist sechseckig und hat ein Raumvolumen von ca. 26.000 m³.

Das Konzert- und Kongresshaus wurde in den 1960er Jahren entworfen von B. Kraaijvanger (heute Kraaijvanger Urbis Architekten), die Akustikberater waren Prof. C. W. Kosten und P. A. De Lange (siehe Abbildung 1). De Doelen wurde 1966 eröffnet und erlangte bald einen Ruf für seine als gut beurteilte Akustik. Nach mehr als 40 Jahren intensiver Nutzung wurde es Zeit für eine komplette Renovierung des großen Saals. Die tatsächliche Renovierung begann kurz nach der NAG/DAGA2009 und dauerte fünf Monate.

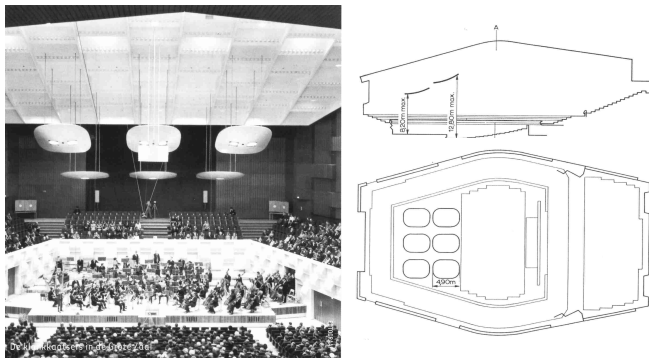


Abbildung 1: Konzertsaal De Doelen, Bild, Längsschnitt und Grundriss des Originalzustandes 1966

Akustische Ziele der Renovierung

Das Ziel der Renovierung war nicht nur eine Restaurierung der Bestandssituation: es bot sich mit den baulichen Voraussetzungen der Renovierung zugleich die Möglichkeit, die Technik zu modernisieren und die Raumakustik zu optimieren. Ein maßgeblicher Faktor bei dieser Renovierung war die Einhaltung strenger Anforderungen des Denkmalschutzes. So weit wie möglich wurden Wände und Decke unverändert beibehalten.

Vor allem die Bühneakustik war ein wichtiger Aspekt im Entwurfsprozess. Bei der Eröffnung des Saals 1966 gab es sechs Deckensegel über der Bühne, die jedoch bereits nach sechs Jahren wieder entfernt wurden, da sie bei Tonaufnahmen unerwünschte Schallreflexionen in die (genau unter den Reflektoren platzierten) Mikrofonen verursachten. Seitdem fühlte sich ein großer Teil der Musiker auf die Bühne unwohl, insbesondere fiel ihnen das Zusammenspiel schwer. Es wurde daher untersucht ob ein

neuer Deckenreflektor positiv auf die Zusammenspielbedingungen wirken könne.

Um die raumakustischen Eigenschaften des Saales soweit wie möglich zu verbessern, wurden mit Bezug zum ursprünglichen akustischen Entwurf die folgenden Zielvorgaben definiert:

- Eine Verlängerung der Nachhallzeit insbesondere in tiefen Frequenzen, um dem insbesondere in Umgebung des Podiums als etwas schrill empfundenen Klang des Saales eine gewisse „Wärme“ zu verleihen;
- Eine Erhöhung der Bass-Ratio BR auf einen Wert von 1 (geringe Frequenzabhängigkeit der Nachhallzeit);
- Eine Verbesserung der Bühnenakustik unter besonderer Berücksichtigung der Zusammenspielbedingungen durch die Möglichkeit einer Verwendung eines neuen Bühnenreflektors. Dies erzeugte eine weitere Zielvorgabe, da ein Bühnenreflektor den Charakter der Raumakustik im Zuschauerbereich nicht signifikant ändern sollte;
- Eine Anhebung der Lautstärke des Saales (Stärkemaß G) um wenigstens 0,5 bis 1 dB, insbesondere an den bühnenfernsten Hörpositionen;
- Die Beibehaltung des Klarheitsmaßes in dem Sinne, dass eine Bühnenreflektor die Werte des Klarheitsmaßes im Zuschauerraum nicht erhöhen sollte.

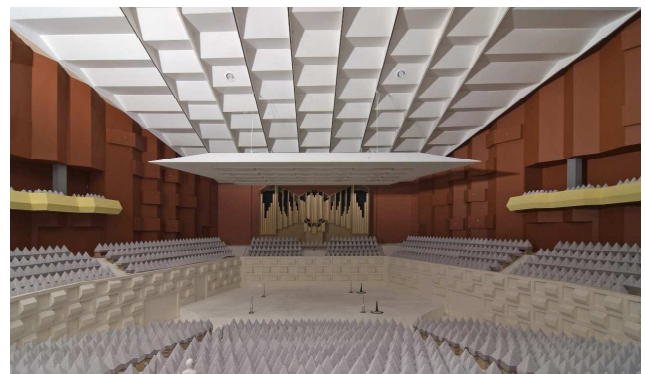


Abbildung 2: akustisches Maßstabsmodell 1:10

Untersuchungen Bühnenakustik

Um einen guten Überblick über die subjektive Beurteilung der Bühnenakustik zu erhalten, wurden die Musiker des Rotterdamer Philharmonischen Orchesters gebeten, an Befragungen in Form von Fragebögen teilzunehmen und dabei ihre Meinung zu äußern über die akustischen Bedingungen für ihr eigenes Spiel, die Zusammenspielbedingungen, die Podiumsakustik und die Akustik des Saals insgesamt. Die Fragebögen wurden nach

Proben in De Doelen, De Singel, Antwerpen und Het Concertgebouw, Amsterdam ausgegeben. In diesen Sälen wurden zudem auf den möblierten Bühnen Impulsantworten zwischen den Instrumentgruppen gemessen.

Für das gute Hören des eigenen Instruments korrelierte der Parameter "Support (ST_{early})" relativ gut mit der Meinung der Musiker. Für die Zusammenspielbedingungen schien keiner der bestehenden Parameter mit der Meinung der Musiker einigermaßen gut übereinzustimmen. Die Informationsübertragung zwischen den Musikern ist neben dem Direktschall abhängig von den ersten Reflexionen, welche bis ca. 80 ms nach dem Direktschall eintreffen - und somit abhängig von Größe und Formgebung der reflektierenden Flächen in der Podiumumgebung. Es wurde daher versucht, ein Maß für den Einfluss der Bühnenumgebung zu finden, welches vom Abstand zwischen Quelle und Empfänger unabhängig ist. Die sogenannte Early Reflection Strength G_{5-80} (Stärkemaß ohne Direktschall im Zeitraum 5 bis 80 ms (1)) korrelierte leicht mit der Meinung der Musiker: obwohl bei drei Messpunkten kein Optimalwert zu bestimmen war, scheinen höhere Messwerte für eine als höher empfundene Hörbarkeit der anderen Musiker zu sprechen. Die Beurteilung der Werte differenziert sich in laute und leise Musikinstrumente. [3]

$$G_{5-80} = 10 \log \frac{\int_5^{80} p^2(t) dt}{\int_0^{10} p_0^2(t) dt} [dB] \quad (1)$$

Aus der Kombination der Untersuchungsergebnisse der subjektiven Befragung der Musiker mit den Ergebnissen der raumakustischen Messungen folgte, dass es sehr sinnvoll wäre, den Musikern eine teilweise reflektierende Decke zur Verfügung zu stellen um ihre Zusammenspielbedingungen durch zusätzliche frühe Reflexionen zu verbessern.

Mit einem akustischen Maßstabsmodell (1:10, siehe Abbildung 2) und Computersimulationen (CATT-Acoustic) wurde der Einfluss von Form und Abmessungen des empfohlen Reflektors untersucht. Zum Vergleich wurden auch die Originalreflektoren von 1966 untersucht. Der endgültige neue Reflektor ist auf einer Höhe von 10,5 m über der Bühne positioniert und hat eine Fläche gleich der der Bühne. Ungefähr 50% der Fläche des Reflektors sind schallreflektierend ausgeführt, mit visuell transparenten, nur wenig gekrümmten Paneelen. Die trapezförmige Form wird realisiert mit akustisch transparenten Materialien, in welchen sich die Orchesterbeleuchtung befindet. Zwischen den reflektierenden Paneelen wurde so - unsichtbar vom Publikumsbereich - ausreichend Platz für 60 Lichtarmaturen und einige Züge realisiert.

Untersuchungen Raumakustik

Um die Nachhallzeit insbesondere tieffrequent zu verlängern, wurde die neue Decke schwerer ausgeführt. Die Decke musste wegen Asbestbelastung ohnehin ersetzt werden. Ein weitere Maßnahme zur Nachhallverlängerung ist die neue Bestuhlung, welche weniger absorbierend ist als vor der Renovierung. Auch wurden die Logen weniger tief

ausgeführt. Um die Lautstärke zu erhöhen und den Saal kompakter zu machen, wurden die letzten drei Sitzreihen entfernt. Die neue aufgefaltete Saalrückwand erhöht das Gefühl, von der Musik umgeben zu sein. Alle Maßnahmen wurden im Maßstabsmodell und mit Computersimulationen geprüft, wobei Labormessungen für die Inputdaten verwendet wurden. Für alle Untersuchungen wurden sowohl die Bestandssituationen geprüft wie auch die vorgeschlagene Änderungen.

Untersuchungen Raumakustik

Am 18 September 2009 wurde der Saal wiedereröffnet. Direkt zuvor wurden raumakustische Messungen durchgeführt sowohl im unbesetzten Zustand als auch mit Publikumssimulation über den Sitzen.

Abbildung 3 gibt eine Übersicht über die gemessenen Nachhallzeiten vor und nach der Renovierung im besetzten Zustand. Die leichte Anhebung im 250 Hz-Oktavband wird verursacht durch eine etwas geringere Absorption der Publikumssimulationstoffe im Vergleich zu realem Publikum bei dieser Bestuhlung. Auch im 250 Hz-Oktavband wird mit realem Publikum eine Nachhallzeit von 2,3 s erwartet.

Das Stärkemaß wurde im Mittel um 0.8 dB angehoben, vor allem durch die Entfernung der hinteren Reihen mit Werten des Stärkemaßes kleiner 0 dB. Die Werte des Klarheitsmaßes wurden um 0.7 dB verringert.

Die Musiker äußerten sich sehr positiv über die akustische Veränderungen: ihre Meinung nach wurden die Zusammenspielbedingungen sehr stark verbessert, u.a. sei der Klang des Saals nun wärmer. Die Werte des Parameters Support (ST_1) wurden im vorderen Bereich der Bühne um ungefähr 2 dB erhöht. Das Stärkemaß der frühen Reflexionen (G_{5-80}) wurde um ca. 1.5 dB angehoben.

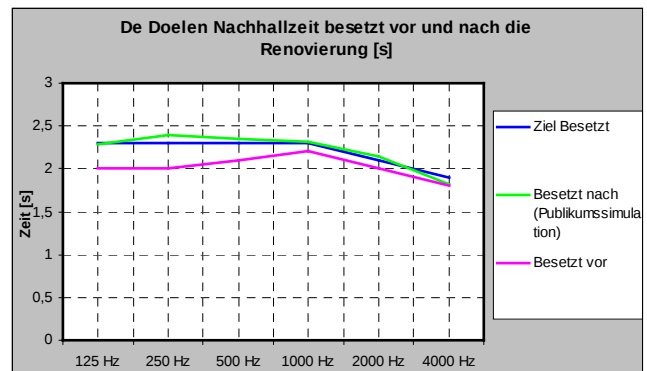


Abbildung 3: gemessene Nachhallzeiten

Literatur

- [1] C.W. Kosten, De Nagalmtijden van de Doelenzalen te Rotterdam, NAG publicatie nr. 9, 1967 (in Dutch)
- [2] P.A. de Lange, Aspecten van het akoestisch advies, NAG publicatie nr. 9, 1967 (in Dutch)
- [3] M.R. Lautenbach, Renovation of the Concert hall De Doelen, Rotterdam, Early reflection strength and stage acoustics, IOA Oslo 2008