Orchestergräben in Mehrspartentheatern
Typische Herausforderungen bei der Gestaltung

Tobias Behrens, Wolfgang Ahnert

ADA Acoustics & Media Consultants, 13189 Berlin, E-Mail: info@ada-amc.eu

Einleitung

Die Gestaltung des Orchestergrabens bei Um- und Neubau von Mehrspartentheatern gehört zu den typischen Aufgabenstellungen des Raumakustikers. Bei vielen Orchestergräben finden sich oft Unzulänglichkeiten (zu eng, zu laut, schlechtes Untereinander-Hören im Graben, unzureichende Ankopplung an die Bühne, schlechte Orchesterbalance und im Verhältnis zu leise Bühnenakteure im akustischen Gesamtergebnis im Zuschauerbereich usw.) [1], [2].

Anhand von verschiedenen bearbeiteten Projekten und Literaturangaben wird ein Überblick geboten über Ist- und Sollwerte bezüglich der Grabengröße, Anzahl der Musiker, Öffnungsmaß des Grabens und lichte Höhe im überdeckten Bereich, sowie zu Lärmbetrachtungen (typ. Schallpegel im Graben, Zusammenhänge mit der Graben-Geometrie und raumakustischen Gegebenheiten). Verschiedene Lösungsansätze zur Konzeption raumakustischer Maßnahmen in Orchestergräben werden dargestellt.

Zeitliche Entwicklung des Orchestergrabens

- Im 16ten und 17ten Jahrhundert wurde im Theater die Musiker auf der Bühne zusammen mit den Sängern positioniert.
- Im 18. Jahrhundert fand ein Wechsel der Positionierung der Musiker von der Bühne zum Platz vor der Bühne statt, analog der ‚Orchestra'-Fläche im antiken griechischen Amphitheater (dem zentrale Platz vor der Szenerie), wovon sich auch das Wort ‚Orchester' ableitet.
- Im 19. Jahrhundert stand der Dirigent des vor der Bühne angeordneten Orchesters oft am Bühnenrand mit Blick zum Orchester und zu den Zuschauern und mit Rücken zur Bühne.
- Ab 1876 war die Wagner-Bühne des Festspielhauses in Bayreuth mit überdecktem Orchester und mit Dirigent mit Rücken zum Zuschauer stilbildend.
- Heute befindet sich das Orchester meist abgetrennt zwischen Bühne und Zuschauerraum im sogenannten Graben, d.h. abgesenkt auf ca. 2,5m unter Parkettniveau.

Orchestertypen in Opernhäusern und Theatern

Man unterscheidet folgende Typen der Anordnung des Orchesters in Opernhäusern und Musik- oder Mehrspartentheatern:

- Offener Orchesterbereich: Hierbei ist die Orchester-Stellfläche vollständig offen zwischen Zuschauer-Parkett und Bühnenvorderkante angeordnet, in der Regel auf Parkett-Niveau; Beispiel ist u.a. die Staatsoper Wien
- Abgesenkter Graben ohne Überbauung: Hier ist die Orchester-Stellfläche in einem nach oben vollständig offenen Graben versenkt zwischen Parkett-Bestuhlung und Bühnenvorderkante angeordnet; Beispiel sind u.a. das Metropolitan Opera House New York oder das Festspielhaus Salzburg.
- Abgesenkter Graben mit Überbauung: Die Orchester-Stellfläche ist hier in einem nach oben nur teilweise offenen Graben versenkt vor der Parkett-Bestuhlung angeordnet und erstreckt sich ggf. bis weit unter die Vorbühne; Beispiel sind u.a. das Wagner-Festspielhaus Bayreuth, einige Opernhäuser und zahlreiche Musik- und Mehrspartentheater.

Festlegung der primären Struktur des Orchestergrabens

Der erste Schritt beim Design eines Orchestergrabens ist die Festlegung der primären Struktur. Hierzu ist zunächst die Anzahl der maximal vorgesehenen Musiker festzulegen, so dass die dafür erforderliche Grundfläche des Grabens abgeleitet werden kann. Da sich die Breite des Grabens meist aus der Saalbreite ergibt, bestimmt also die Tiefe des Grabens dessen Grundfläche.

Von höchster Bedeutung ist dann der maximal zulässige überdeckte Flächenanteil des Grabens, auf den noch weiter einzugehen ist. Auch ist die Absenkung und Stufung im Graben detailliert festzulegen.

- Flächenbedarf im Graben

Die erforderliche Grundfläche des Orchestergrabens hängt von der vorgesehenen Anzahl der Musiker ab. Damit Musiker uneingeschränkt am Instrument agieren können, ist eine gewisse Mindestfläche pro Musiker einzuhalten.

Nicht akzeptabel sind Flächenwerte pro Musiker unter 1 m². In der Literatur empfohlen werden Werte von mind. 1,5 m² pro Musiker. Dies bedeutet beispielhaft, dass bei einer typischen Orchestergröße von 60 Musikern eine Zielfläche von 90 m² erforderlich ist. In Realität werden in vielen bestehenden Häusern aber oft nur 1,2 m² pro Musiker erreicht. Besser noch als 1,5 m² wären sogar 1,7 m² pro Musiker, was bei einem Orchester von 60 Musikern schon eine Stellfläche von 102 m² erfordert.

Die Folgen bei einer zu kleinen Stellfläche im Graben sind erschwertes Musizieren durch Beengung und hohe Schallpegel im Graben durch die hohe Dichte von Schallquellen und geringe Abstände zwischen den Musikern.

Zur Verdeutlichung seien nachfolgend exemplarisch gemessene Schallpegel im Orchestergraben mit ca. 50-köpfigem Orchester bei 1,3 m² Fläche pro Musiker dargestellt:

Instrumentengruppe	Laeq in dB SPL (A)	Lceq_in dB SPL (C)
Hörner	93,3	96,3
Streicher	93,3	93,6
Bratschen	88,3	91,2
Holz/Piccoloflöte	99,3	98,7
Harfe	77,2	86,1
Pauke	96,3	102,6
Pauke	103,2	109,8
Castagnetten	89,3	88,1
Glockenspiel	78,2	77,2
Pauke/Schlagwerk (Becken)	91,2	108
Pauke/Schlagwerk	105,1	114,1
Gr. Trommel	111,6	120,2
Kontrabässe	70,8	85
Blechbläser	105,3	105,6
tutti	98,5	102,6
tutti	95,5	98,6

Tabelle 1: Exemplarische Schallpegel im Orchestergraben, LEQ-Werte über 5 s, A- und C-bewertet

Nachfolgend sei die zur Verfügung stehende Fläche pro Musiker im Orchestergraben bei typischen 60 Musikern von exemplarisch untersuchten Häusern dargestellt:

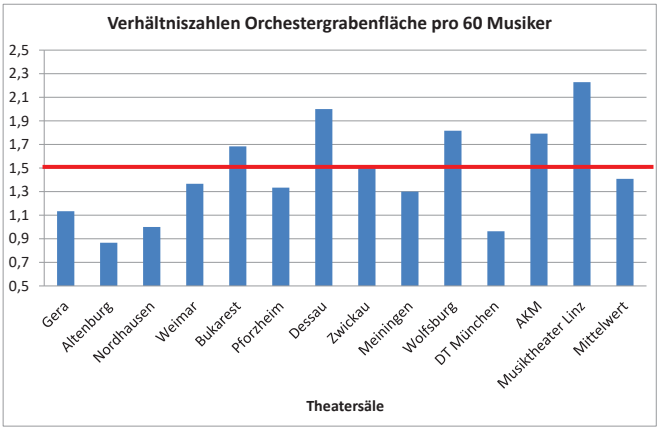


Abbildung 1: Fläche pro Orchestermusiker bei 60 Musikern

Dieselbe Datengrundlage dient nun in der nachfolgenden Grafik zur Verdeutlichung der ‚zulässigen' Anzahl von Musiker, wenn 1,5 m² Fläche pro Musiker im Orchestergraben sichergestellt sein soll:

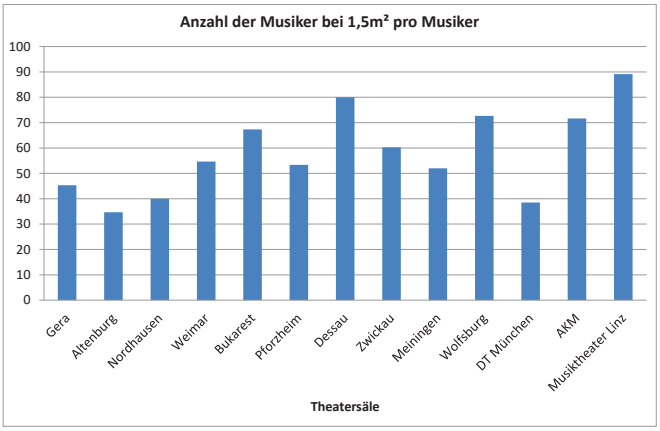


Abbildung 2: Anzahl Orchestermusiker bei 1,5 m²/Musiker

In den obigen Grafiken ist zu sehen, dass viele Häuser mit deutlich weniger als 1,5 m pro Musiker im Graben auskommen müssen, wenn typisch 60 Musiker platziert werden sollen, bzw. dass nur deutlich weniger Musiker bei Wahrung von 1,5 m² pro Musiker möglich sind.

- Offener Flächenanteil des Grabens

Von höchster Bedeutung ist ein ausreichender offener Flächenanteil des Grabens. Hintergrund ist das übliche Planungsziel, den Orchestergraben akustisch gut anzukoppeln an den Zuschauersaal und die Bühne, sprich, der Orchesterklang muss hinlänglich aus dem Graben heraustreten können: Als durch Literaturangaben gestützte Erfahrungswerte sollte die Überdeckung (der Überhang) nicht tiefer als 3 m unter die Vorbühne geführt sein und die Öffnungsfläche des Orchestergraben sollte mind. 60% der Grundfläche des Grabens betragen (überdeckter Flächenanteil ≤ 40%).

Nachfolgend sei der offene Flächenanteil des Grabens in den exemplarisch untersuchten Häusern dargestellt:

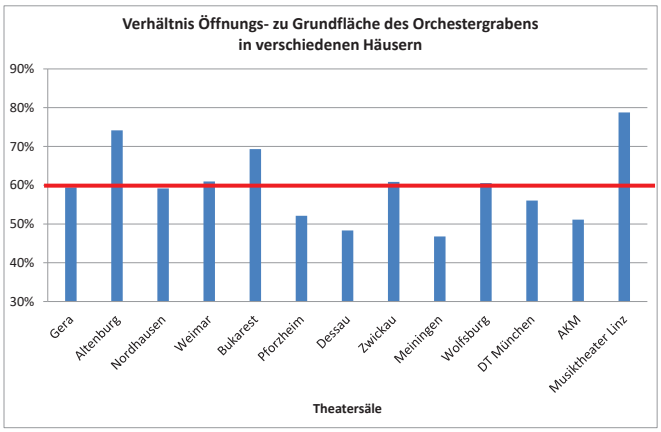


Abbildung 3: Offener Flächenanteil des Grabens

In der obigen Grafik ist zu sehen, dass der offene Flächenanteil des Grabens in einer ganzen Reihe Häuser deutlich unter 60% liegt, viele Häuser mit zielgerichtet geplanten Gräben den Wert gut einhalten oder sogar deutlich übertreffen.

Die Folgen geringer offener Flächenanteile im Graben sind oft hohe Schallpegel im Graben und eben eine schlechte akustische Ankopplung, was in der Regel besonders die tief unter der Überdeckung platzierten Instrumentengruppen betrifft, die dann im Klangbild unterrepräsentiert sein können (schlechte Orchesterbalance).

- Absenkung des Grabens

Die Absenkung des Grabens muss in erster Linie sicherstellen, dass die lichte Höhe unter dem Überhang im Bereich 2,3…2,5 m liegt (bei Neubauten sogar > 2,5m), damit stehende oder hoch sitzende Musiker, ggf. an hoch aufragenden Instrumenten (z.B. Kontrabässe) gut agieren können. Hier ist zu berücksichtigen, dass an der Decke oft auch technische Einbauten vorhanden sind wie Putzlicht oder Kontaktleisten zur Sicherung der Scherkante bei Hubpodien im Graben. Viele Häuser bieten im Bestand unzureichende lichte Höhen im überdeckten Teil an, was neben erschwertem Agieren am Instrument der Schallausbreitung entgegen steht, das Untereinander-Hören mindert und die resultierenden Schallpegel in die Höhe treibt.

Oft wird die Grundfläche im Graben vorteilhafterweise gestuft gestaltet, der überbaute Teil des Grabens auf tieferem Niveau als der offene Teil, in dem auch 2 Hubpodeste hintereinander angeordnet werden können (z.B. DNT Weimar). Dies kommt dem erforderlichen Heraustritt des Schalls aus dem Orchestergraben entgegen.

Abschirmungswirkung der Brüstung

Ein wichtiger Aspekt ist die Abschirmungswirkung der Brüstung vor dem Orchestergraben, die den aus dem Graben heraustretenden Direktschall des Orchesterklangs betrifft, wobei sie wegen der Beugung frequenzabhängig ist und von der Platzierung der Musikinstrumente und der Empfangsposition im Theatersaal abhängt.

Im Folgenden sind exemplarisch berechnete Direktschalldämpfungen für Signale aus dem Graben in den Zuschauerraum dargestellt. Dabei wurden Schallquellen (Q1-4) im Graben und Empfangsposition (E1-4, R1-2) in einem exemplarischen Theatersaal wie folgt angeordnet:

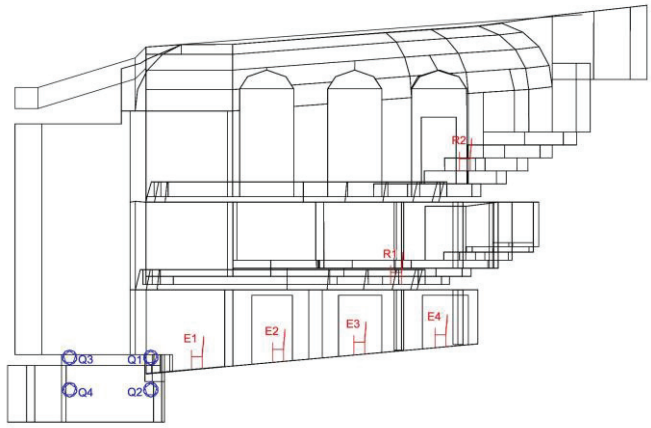


Abbildung 4: Anordnung von Schallquellen (Q1-4) im Graben und Empfangsposition (E1-4, R1-2) im Theatersaal

Wie in den nachfolgenden Grafiken zu sehen ist, ist die Abschirmungswirkung der Brüstung umso größer, je tiefer die Quelle im Graben angeordnet ist, je näher sie sich an der Brüstung befindet und je höher die Frequenzlage ist:

Direktschallabschirmung aus dem Graben

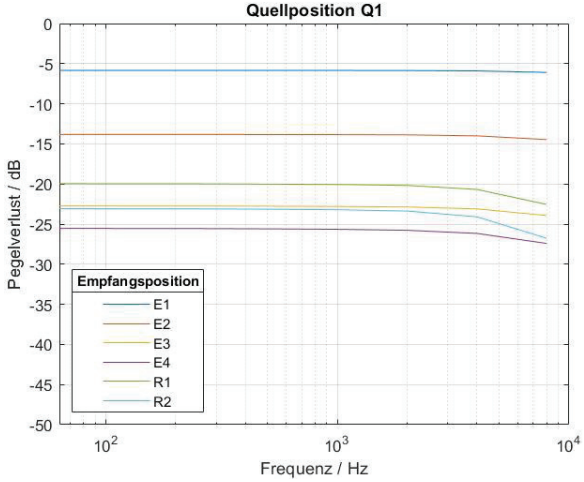
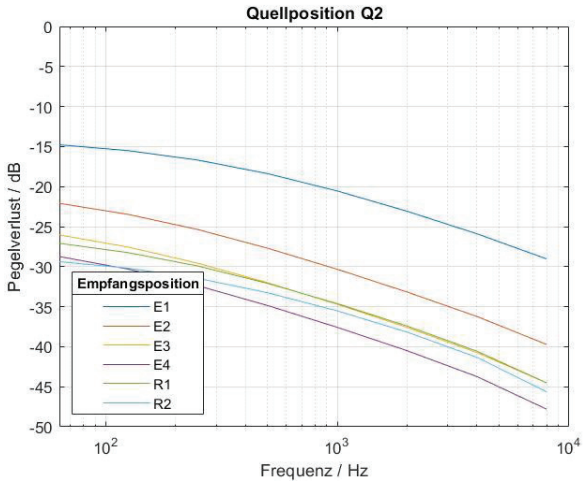
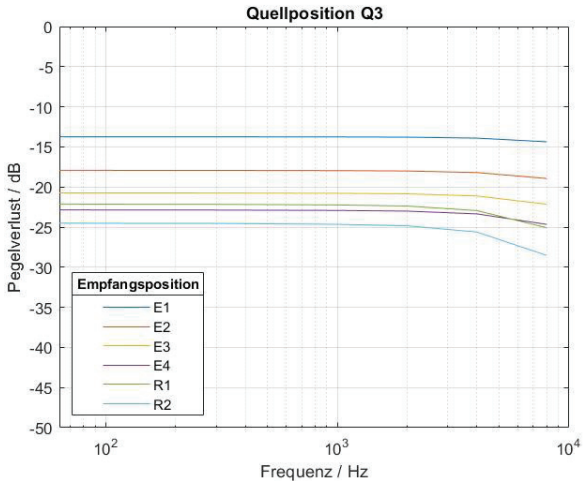


Abbildung 5a: Direktschallabschirmung für Quelle Q1





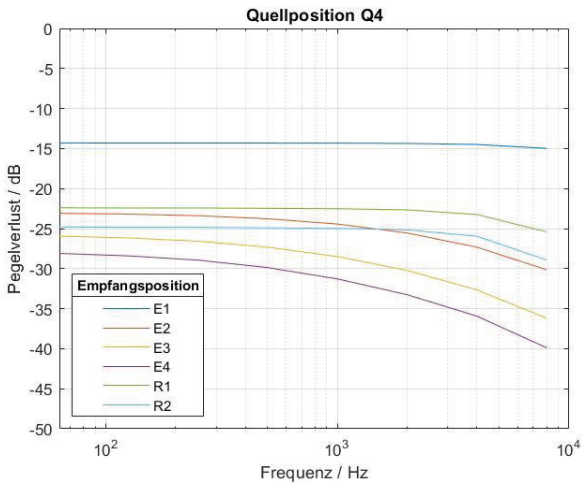


Abbildung 5b-d: Direktschallabschirmung für Quelle Q2-4

Daraus lässt sich zunächst ableiten, dass eher mittel-/hochfrequente Instrumentengruppen nicht nahe der Brüstungswand platziert werden sollten und der Graben nicht unnötig tief sein sollte.

Maßnahmen zur Sekundärstruktur im Graben

Neben einer geeigneten Primärstruktur des Orchestergrabens sind raumakustische Maßnahmen darin sinnvoll, mit denen z.B. der Heraustritt des Orchesterklangs aus dem Graben, eine Verbesserung der Orchesterbalance und des Untereinander-Hörens und ein insgesamt leiseres Spiel gefördert werden können.

Dabei ist eine akustisch zielführende Gestaltung

- der Brüstung und der Wand darunter,
- der Seitenwände und der Rückwand und
- der Decke unter dem Überhang
- sowie von mobilen Stellwänden

denkbar. Dazu seien nachfolgend einige Beispiele aus der Praxis dargestellt:

- **Schalllenkende Strukturen**

Um den Heraustritt des Orchesterklangs aus dem Graben zu unterstützen, kann z.B. eine reflektierende sägezahnförmige Strukturierung an der Wand unterhalb der Brüstung in voller Grabenbreite realisiert werden, die oberhalb einer Grenzfrequenz den Reflexionen daran eine Aufwärtsrichtung gibt. Um keine Scherkanten bei Fahren unmittelbar angrenzenden Hubpodiums entstehen zu lassen, ist eine flächig senkrechte schalltransparente Abdeckung davor erforderlich.

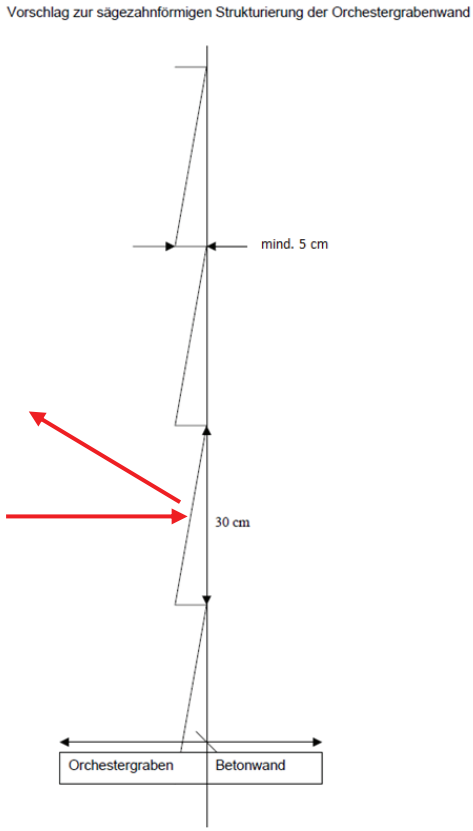


Abbildung 6: Sägezahnförmige Strukturierung an der Wand unterhalb der Brüstung zur Unterstützung des Heraustritt des Orchesterklangs aus dem Graben (Theater Gera)

- **Variabel anzuordnende Absorbermodule**

Um die lauten Instrumentengruppen im Orchester (wie z.B. Blechbläser, Hörner, Schlagwerk, insb. Pauken/Trommel) gezielt zu bedämpfen, um so die Orchesterbalance zu verbessern und ein leiseres Spiel zu ermöglichen, ist die variable Anordnung von effizienten Absorbermodulen sinnvoll. Solche Module z.B. zur breitbandigen Absorption lassen sich mit marktgängigen textil kaschierten absorbierenden Wandpaneelen realisieren, die mobil an einem an Rück- und Seitenwänden im Graben entlanggeführten Profilsystem bei Bedarf eingehängt werden. Auch sind daran frequenzselektive Absorber-Module z.B. als Folienabsorber ausgeführte Tiefenabsorber, oder auch Diffusoren denkbar.

Abbildung 7: Variabel anzuordnende Absorbermodule an der Rückwand im Graben

Wenn die lichte Höhe im Graben dies zulässt, kann unterstützend auch die Decke des Überhangs zur variablen Anordnung von Absorbern herangezogen werden, wie auch frequenzselektiv absorbierend ausgeführte Podeste für einzelne Instrumente sinnvoll sein können.

Abschließend seien schalltechnisch optimiert ausgeführte mobile Stellwände als probates Mittel aufgeführt, in Gräben mit größerem Flächenangebot spezifische Instrumentengruppen voreinander besser zu schützen, z.B. vor den Blechbläsern platzierte Musiker. Hierbei kann eine Seite der hinreichend groß bemessenen mobilen Stellwände absorbierend, die andere diffus reflektierend ausgeführt sein. Zudem ist eine variabel anwinkelbare Plexiglasscheibe im oberen Teil sinnvoll.

Abbildung 8: Beispiel einer mobilen Stellwand zur Anwendung in Orchestergräben (WfbM Dessau)

Literatur

[1] G.M. Naylor: Problems and Priorities in Orchestra Pit Design, Proceedings of the Institute of Acoustics 7, 1985, S. 65-71

[2] H. Drotleff, X. Zha, M. Leistner: Raumakustische Untersuchung eines Orchestergrabens, Fraunhofer IBP-Mitteilung 404, 2002