

Sanierung der Stadthalle Heidelberg und Weiterentwicklung zu einem Kultur- und Konzerthaus

Akustik Großer Saal

VORABZUG

Michael Prüfer,
Müller-BBM

im Auftrag der Theater- und Orchesterstiftung Heidelberg

Heidelberg, 25.09.2019

Kurze Vorstellung

Müller-BBM GmbH – Einige Daten und Fakten

Die Ingenieurgesellschaft Müller-BBM und ihre Tochterunternehmen sind mit über 370 Mitarbeitern an 19 Standorten in Deutschland, Österreich und in der Schweiz vertreten. Müller-BBM berät Kunden international seit 1962 und nimmt heute eine führende Position in der Akustik, der Bauphysik und im Umweltschutz ein.

Der Geschäftsbereich Bau von Müller-BBM ist erfolgreich an der Planung von Gebäuden jeglicher Nutzung beteiligt. In sämtlichen Projektphasen unterstützen die Experten von Müller-BBM Bauherren, Architekten und Nutzer in allen Fragen der Bau- und Raumakustik, der Elektroakustik und Medientechnik, der thermischen Bauphysik, des nachhaltigen Bauens, der Bauklimatik, der Baudynamik, und nicht zuletzt mit der Erfahrung aus zahlreichen interdisziplinären Projekten im In- und Ausland.

Der Firmenverbund – die MBBM-Gruppe – besteht aus der MÜLLER-BBM Holding AG und ihren Tochtergesellschaften. Die Holding hat aktuell 373 Gesellschafter, die alle aktive oder verrentete Mitarbeiter eines der Tochterunternehmen sind. Im gesamten Firmenverbund sind derzeit mehr als 720 Mitarbeiter beschäftigt.

Kennzahlen

Firmengründung 1962

Stammkapital 1 Mio. €

Geschäftsführung:

Joachim Bittner, Walter Grotz, Dr. Carl-Christian Hantschk, Dr. Alexander Ropertz, Stefan Schierer, Elmar Schröder

Standorte Deutschland:

München (Hauptsitz), Berlin, Dresden, Frankfurt/Main, Gelsenkirchen, Hamburg, Karlsruhe, Köln, Nürnberg, Stuttgart, Weimar

Mitarbeiter:

2014: 363

2015: 371

2016: 374

Umsatz:

	MBBM-GmbH	MBBM-BAU
2014:	41,8 Mio. €	11,8 Mio. €
2015:	44,2 Mio. €	12,2 Mio. €
2016:	52,8 Mio. €	18,2 Mio. €

Leistungen – Geschäftsbereich BAU:

Bauakustik, Raumakustik, Baudynamik, Schallimmissionsschutz, Wärmeschutz und Thermische Bauphysik, Passivhausplanung, Brandschutz, Bauklimatik, Nachhaltigkeit, Abdichtungstechnik, Medien- und Kommunikationstechnik, Elektroakustik, Güteprüfstelle akustische Messungen

Müller-BBM GmbH – Einige Referenzen - Raumakustik



Konzerthaus Bochum



Konzerthaus Berlin



Konzerthaus Lübeck



Philharmonie Essen



Konzerthaus Liepaja



Tonhalle Zürich



Penderecki Center, Lusławice



Auditorium Grafenegg



Sydney Opera House



Tianjin Art Center



Auditorium di Roma



Megaron Athen

Michael Prüfer - Curriculum Vitae und Referenzen

Ausbildung

- Dipl.-Ing. Elektrotechnik und Informationstechnik
Technische Universität München, Diplom 1994
- Diplomarbeit auf dem Gebiet der Psychoakustik und Raumakustik
bei Prof. Fastl

Berufliche Erfahrung

- Mitarbeiter Tonabteilung Gasteig München, 1991 - 1994
- Beratender Akustiker bei IB Sorge, 1995 - 1997
- Beratender Akustiker bei Müller-BBM GmbH, seit 1997
- Projektleiter mit dem Fokus auf Kulturbauten und Studios

Spezialisierungen

- Raumakustik und Bauakustik
- Raumakustische Messungen und Simulationen
- Elektronische Raumakustik



Aufgabenstellung an die Akustik

Aufgabenstellung an die Akustik



Erzielung einer bestmöglichen Raumakustik im Zuge der anstehenden Sanierung

- für klassische Musik verschiedener Formate:
 - Kammermusik, Lied-Rezitale
 - Wiener Klassik, Frühromantik
 - Spätromantische Orchesterwerke
 - Einbeziehung der Orgel
- sowie für verstärkte Musik (Jazz, Pop, Rock)

Untersuchungen

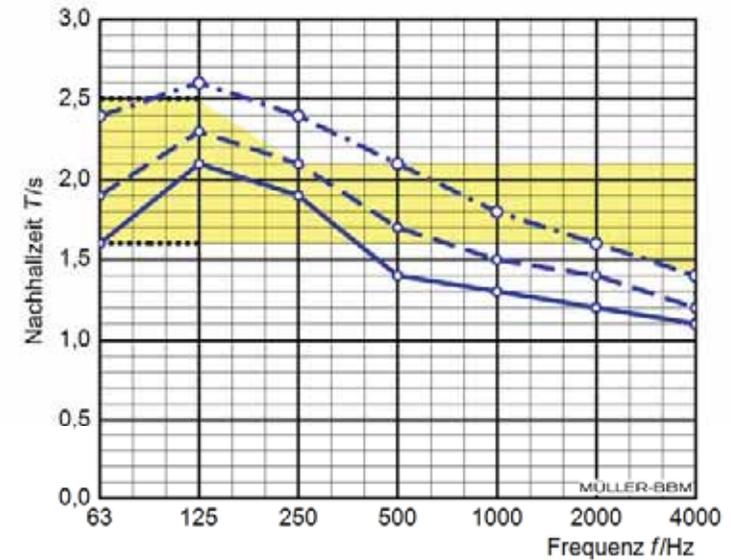
- Bestand
- Optimierter Ist-Zustand
- Vorentwurf Architekten Waechter+Waechter, nach Beschlussvorlage Sitzung des Haupt- und Finanzausschusses, 21.03.2018

Gliederung

1. Akustik und Schallschutz im Bestand
2. Optimierter Ist-Zustand
3. Vorentwurf
4. Analysen und Simulationen - Ergebnisse und Vergleiche
5. Denkbare weitere Optimierungspotentiale
6. Fazit

Akustik und Schallschutz im Bestand

Akustik und Schallschutzsituation im Bestand – Nachhallzeit



⋯	2,4	2,6	2,4	2,1	1,8	1,6	1,4
- - -	1,9	2,3	2,1	1,7	1,5	1,4	1,2
—	1,6	2,1	1,9	1,4	1,3	1,2	1,1

- Toleranzbereich um die Soll-Nachhallzeit 1,8 s - Musik - DIN 18041
- ⋯ Bestand - Messung am 26.07.2019: Bestuhlt, unbesetzt
- - - Bestand - Messung am 26.07.2019, ca. 50 % besetzt
- Bestand - Hochrechnung aus Messung, 100 % besetzt

Akustik und Schallschutzsituation im Bestand - Schallfeldverteilung

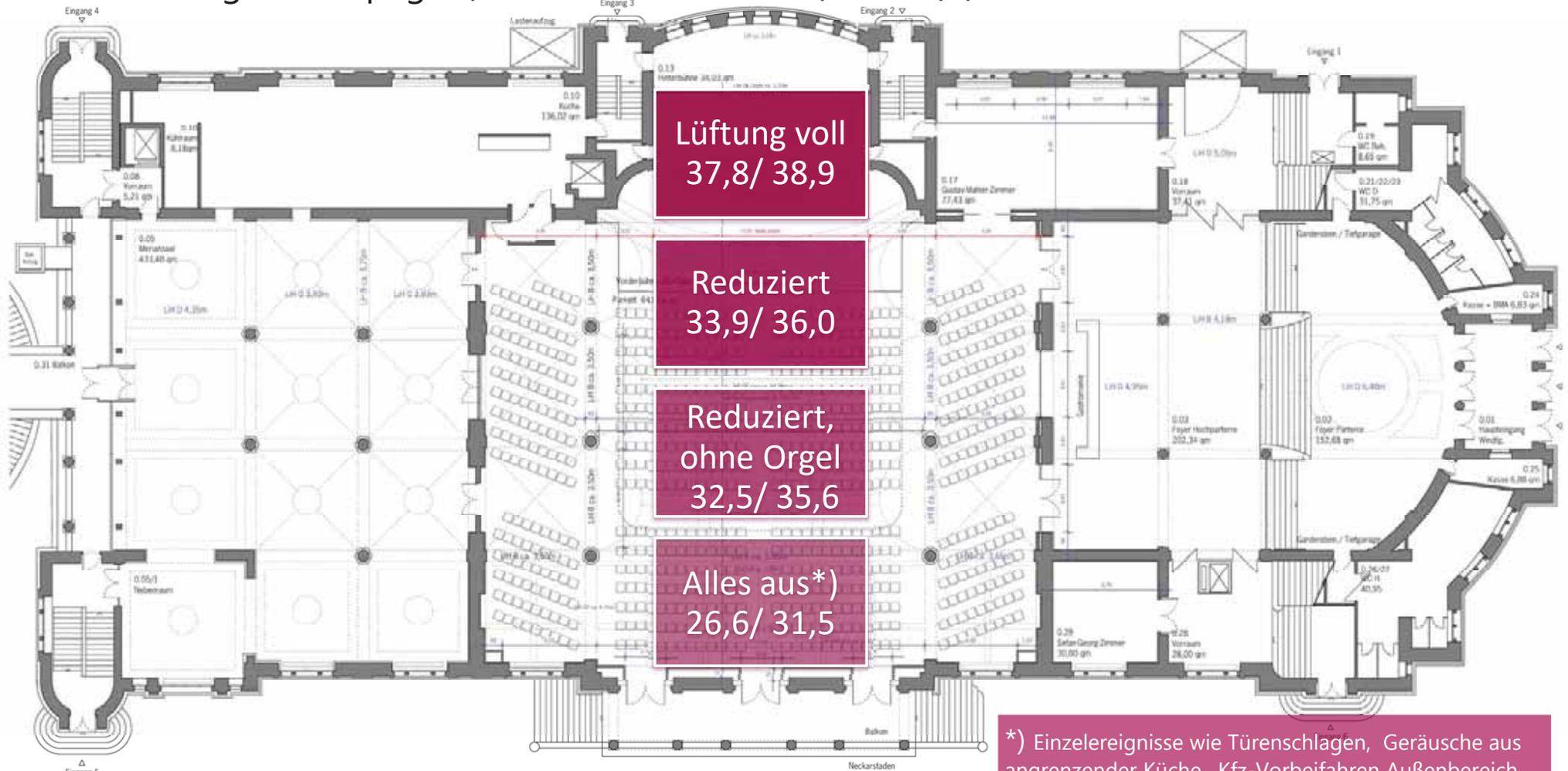
Stärkemaß G bei 1000 Hz, Saal unbesetzt



Messungen am 25.07.2018
nach DIN EN ISO 3382-1 2009/10
Kugelschallquelle, Empfänger mit Kugelcharakteristik
Unbesetzter Saal

Akustik und Schallschutzsituation im Bestand - Störgeräuschpegel

Großer Saal, Störgeräuschpegel (Mittelwert/ Maximum) in dB(A)



Messungen im unbesetzten Saal am 26.07.2018

Akustik und Schallschutzsituation im Bestand - Zusammenfassung

Nachhallzeit

- Unausgewogener Frequenzgang der Nachhallzeit
- Großer Unterschied in der Nachhallzeit zwischen unbesetzten und besetzten Zustand
- Für klassische Musik im besetzten Zustand ungünstig kurze Nachhallzeit bei mittleren und hohen Frequenzen

Schallfeldverteilung

- Räumlich unausgewogene Schallfeldverteilung für Zuhörer und Musiker (Lautstärke und Klarheit)
- Fehlende laterale Reflexionen für die Zuhörer (Klangumhüllung)

Störgeräusche

- Hoher Störgeräuschpegel aus der Lüftung

Schalldämmung

- Keine ausreichende Schalldämmung im Hinblick auf Schallübertragungen aus den angrenzenden Raumbereichen
- Schalldämmung gegenüber Außen in Teilbereichen (Fenster) nicht ausreichend

Vergleich

Stadthalle Heidelberg – Vergleich mit Tonhalle Zürich

Was unterscheidet die Stadthalle Heidelberg von einem klassischen Rechtecksaal?

Vergleich mit einem klassischen Rechtecksaal am Beispiel der Tonhalle Zürich – ein herausragendes Beispiel für einen klassischen Rechtecksaal mit exzellenter Akustik



Stadthalle Heidelberg

1172 Sitzplätze
+ 200 Stehplätze (bei
Sinfoniekonzerten)

8.900 m³

RT = 1,3.. 1,4 s

Tonhalle Zürich

1546 Sitzplätze

11.400 m³

RT = 1,9.. 2,0 s

Stadthalle Heidelberg – Vergleich mit Tonhalle Zürich



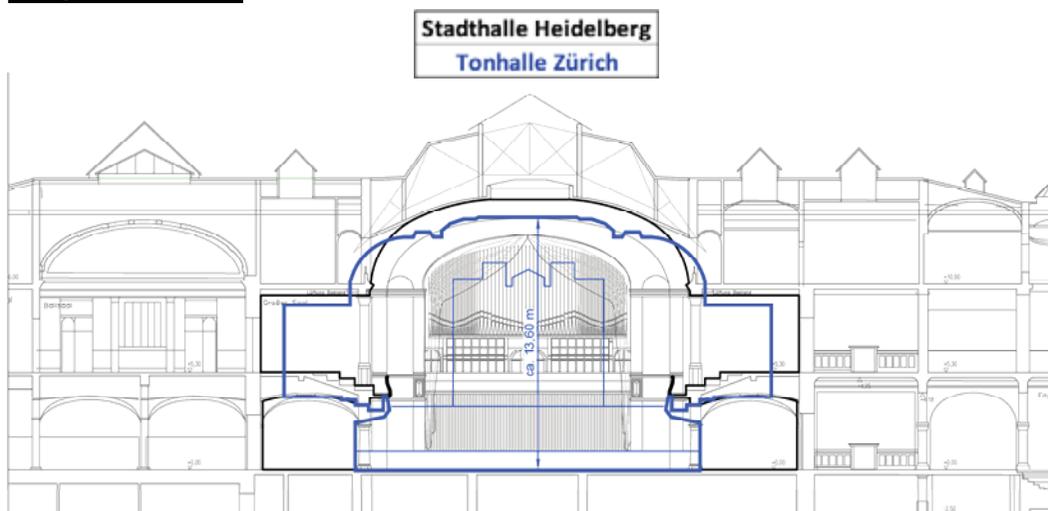
Was unterscheidet die Stadthalle Heidelberg von einem klassischen Rechtecksaal?

Der Stadthalle Heidelberg mit einem fast quadratischen Grundriss fehlen die typischen „Schuhkarton“-Proportionen eines klassischen Rechtecksaals sowie die das Parkett einengenden Seitenwände – also die primären Raumeigenschaften, welche den bewährten Klang der klassischen Rechtecksäle, in Verbindung mit einem flachen Parkett, ausmachen.

Die Stadthalle Heidelberg stellt gegenüber den typischen klassischen Rechtecksälen auch akustisch ein Unikat dar.

Das akustische Konzept des klassischen Rechteckraums lässt sich nicht auf die Sanierung der Stadthalle Heidelberg übertragen, sondern es muss ein eigenständiges, an die einzigartige Architektur des Saales angepasstes Konzept gewählt werden.

Saalvergleich mit Tonhalle Zürich



Optimierter Ist – Zustand

Optimierter Ist - Zustand

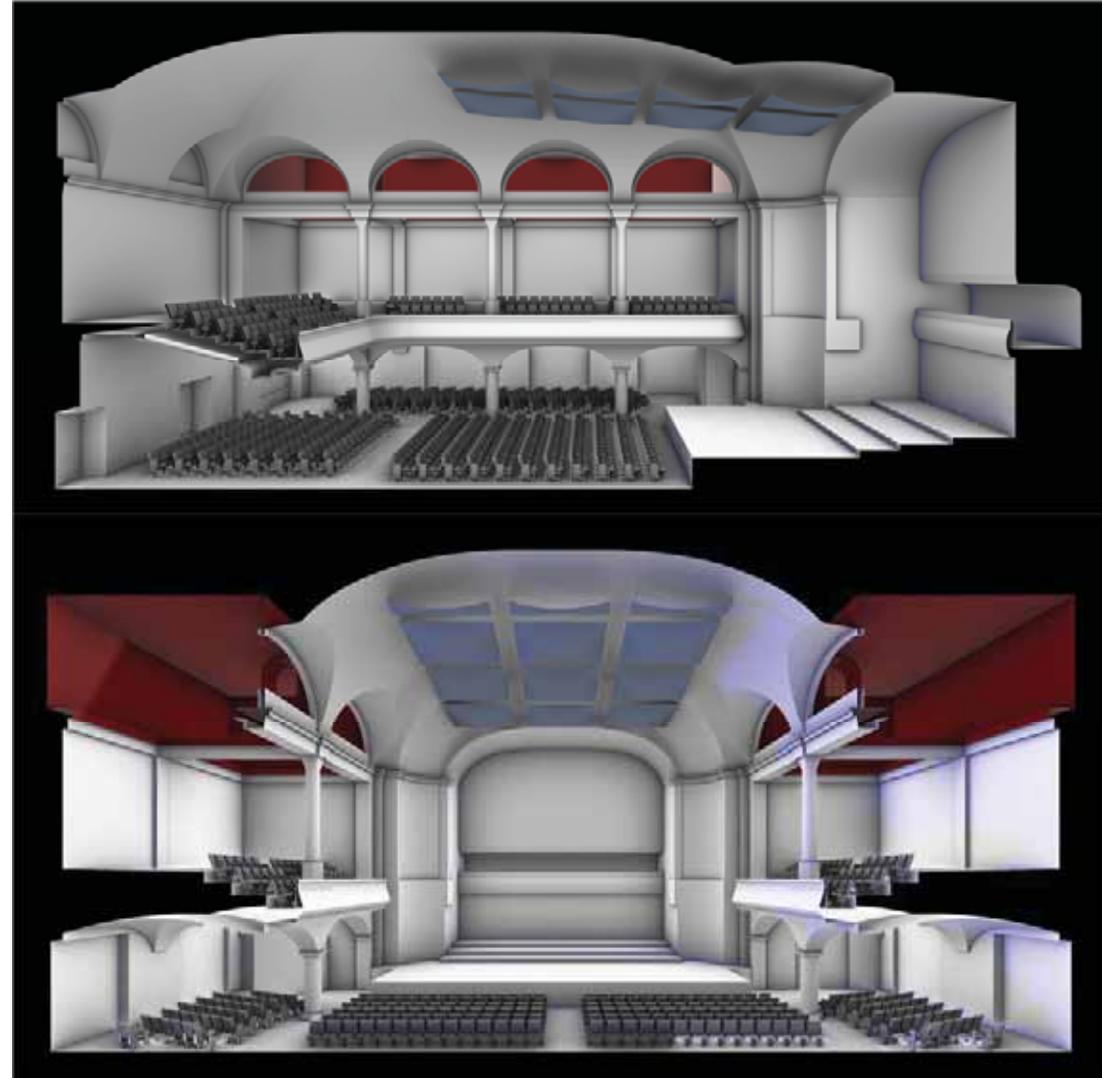
*Sanierung ohne wesentliche bauliche Eingriffe
(Erhalt der derzeitigen Podiumsposition,
Beibehaltung des bestehenden flachen Parkett)
1022 Sitzplätze.*

Akustisch wesentliche Maßnahmen

- Reduzierung Zuhöreranzahl
- Reduzierung Absorptionsflächen
- Erneuerung Bestuhlung Parkett und Hinterrang
- Schallreflektoren über Podium
- Volumenankopplung seitliche Dachräume
- Vorhängen für eine variable Akustik
- Neukonzeption Lüftung?

Denkbare weitere Optimierungspotentiale

- Podiumsvergrößerung und Verschiebung des hinteren Podiumsbereichs nach vorne



Vorentwurf

Vorentwurf

Sanierung mit Absenkung des Parkettbereichs und neuer variabler Fußbodentopographie, mit vergrößerten neu angeordneten Podium und ansteigenden Zuhörerbereichen. Schaffung eines Bypasses im hinteren Raumbereich. 1022 Sitzplätze.

Akustisch wesentliche Maßnahmen

- Reduzierung Zuhöreranzahl
- Reduzierung Absorptionsflächen
- Erneuerung Bestuhlung Parkett und Hinterrang
- Schallreflektoren über dem Podium
- Volumenankopplung seitliche Dachräume
- Vorhängen für eine variable Akustik
- **Absenken Parkettzone, Parkettanstieg**
- **Steilerer Ranganstieg**
- **Seitenwandflächen im Parkett**
- **Podiumsvergrößerung und Verschiebung des hinteren Podiumsbereichs nach vorne**
- **Neues Lüftungskonzept: Belüftung über einen Druckboden durch den neuen Fußboden**



Analysen und Simulationen Ergebnisse und Vergleiche

Akustische wesentliche Elemente

Erneuerung der Bestuhlung im Parkett und auf dem Hinterrang

Optimierung der Schallabsorption der Stühle

Optimierter	✓
Ist-Zustand	✓
Vorentwurf	✓

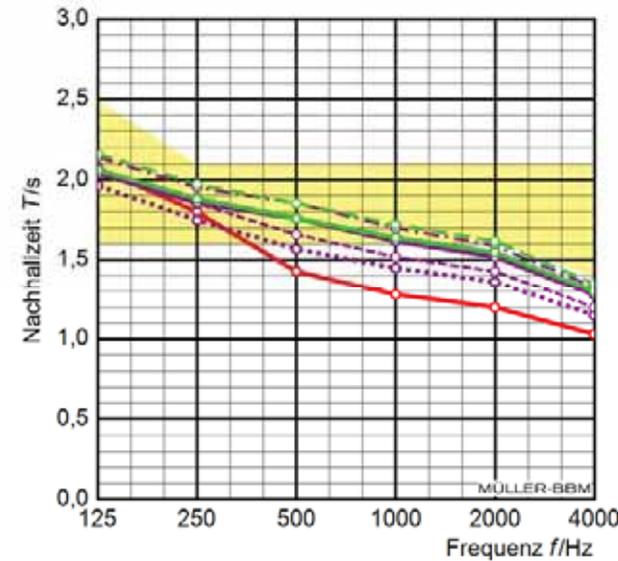
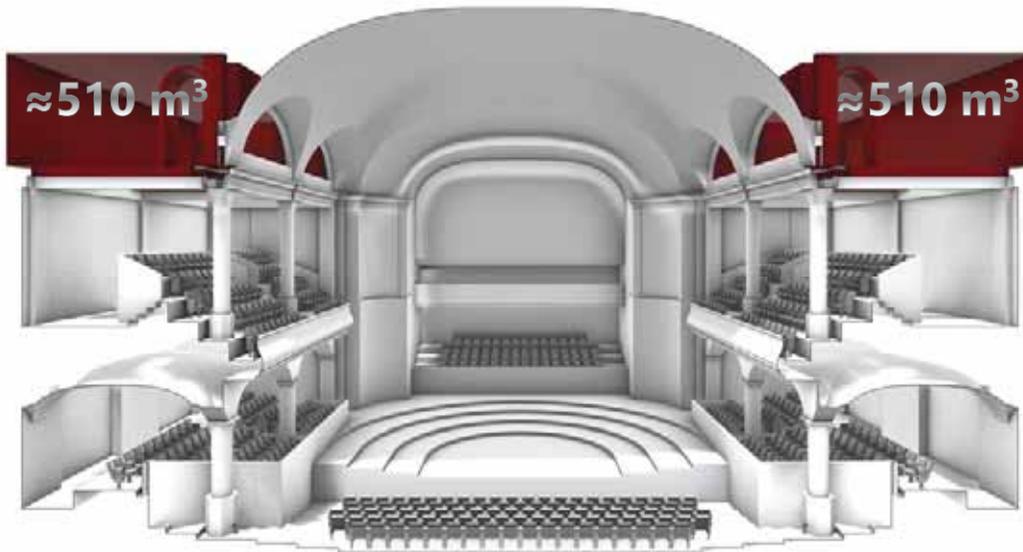
- Ausgewogenere Nachhallzeit
- Verringerung Unterschied in der Nachhallzeit zwischen besetzten und unbesetzten Saal



Akustische wesentliche Elemente des Entwurfs

Vergrößerung des Volumens und Reduzierung der Absorptionsflächen

- Anheben des Nachhalls insbesondere bei mittleren und hohen Frequenzen
- *Runderer Klang, bessere Klangmischung*



Optimierter Ist-Zustand	✓
Vorentwurf	✓

- Toleranzbereich um die Soll-Nachhallzeit 1,8 s - Musik - DIN 18041
- Ist-Zustand kalibriert - 100 % besetzt
- ⋯○⋯ Optimierter Ist-Zustand V11 - 100 % besetzt
- - -○- - - Optimierter Ist-Zustand V12 - 100 % besetzt (ohne Bypass)
- Optimierter Ist-Zustand V21 - 100 % besetzt (mit Volumenankopplung)
- · -○- · Optimierter Ist-Zustand V22 - 100 % besetzt (mit Volumenankopplung, ohne Bypass)
- Vorentwurf - 100 % besetzt
- - -○- - - Vorentwurf - 100 % besetzt, ohne Bypass

Integration von Vorhängen für eine variable Akustik

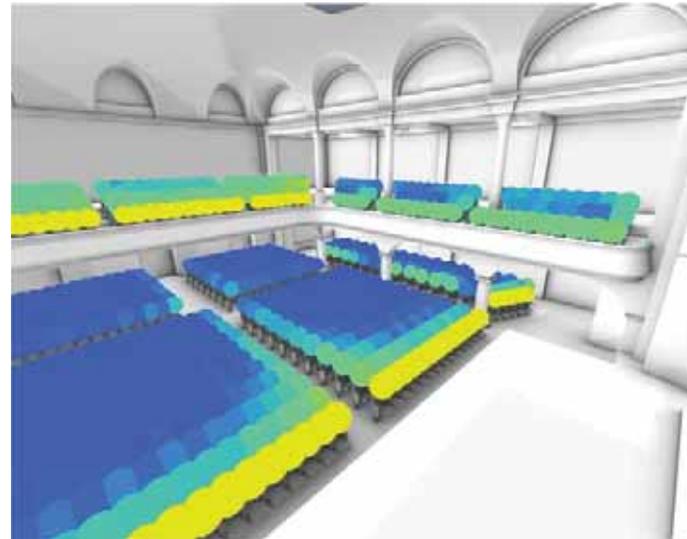
- Möglichkeit zur Anpassung der Akustik an verschiedene Veranstaltungsformate (zum Beispiel Abdämpfung bei beschallten Konzerten)
- *Schaffung eines trockenen Raumklangs für Beschallung*

Optimierter Ist-Zustand	✓
Vorentwurf	✓

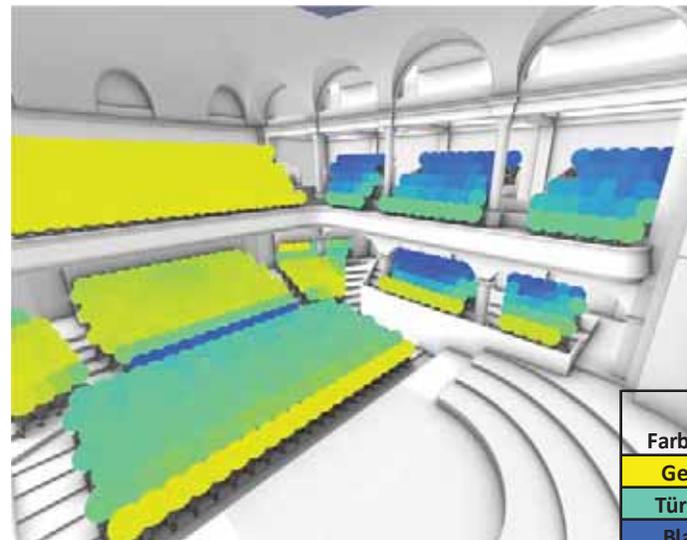
Akustische wesentliche Elemente

Schaffung eines Anstieg im Parkett und steilere Ränge

- Verbesserung der Sichtlinien und der Direktschallversorgung
- *Bessere Klangqualität für das Publikum im Hinblick auf die Lokalisation und die Durchhörbarkeit der einzelnen Instrumente.*



Optimierter Ist-Zustand	
Vorentwurf	✓



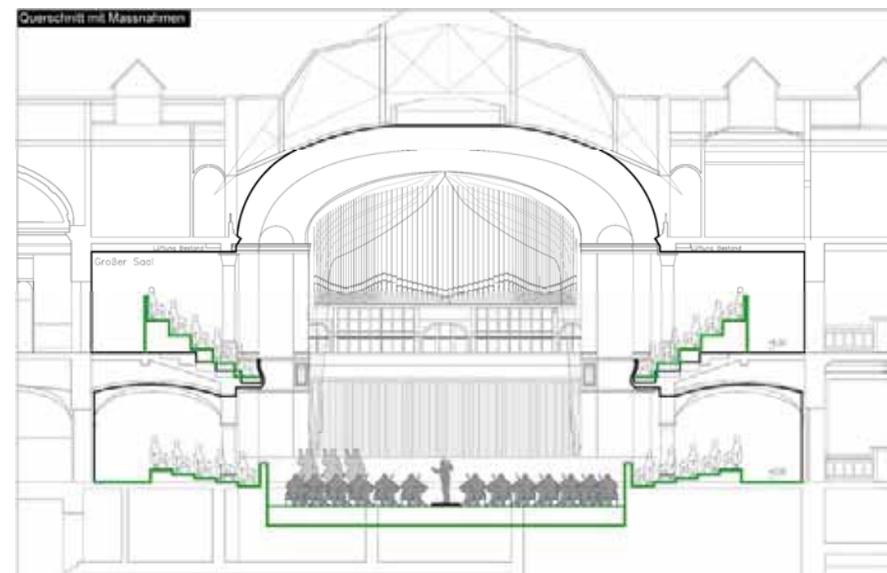
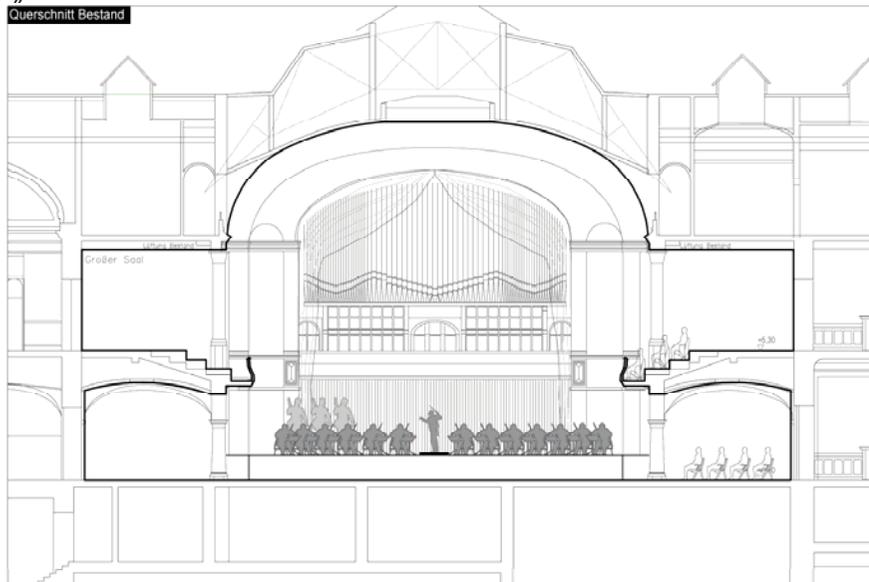
Farbton	Sichtbarkeit / Direktschallversorgung in %
Gelb	100
Türkis	60
Blau	40

Akustische wesentliche Elemente

Schaffung neuer Seitenwandflächen im Parkett

- Verbesserung der Versorgung mit lateralen Reflexionen
- *Bessere Klangqualität für das Publikum im Hinblick auf das räumliche Empfinden vom Klang „umhüllt“ zu sein.*

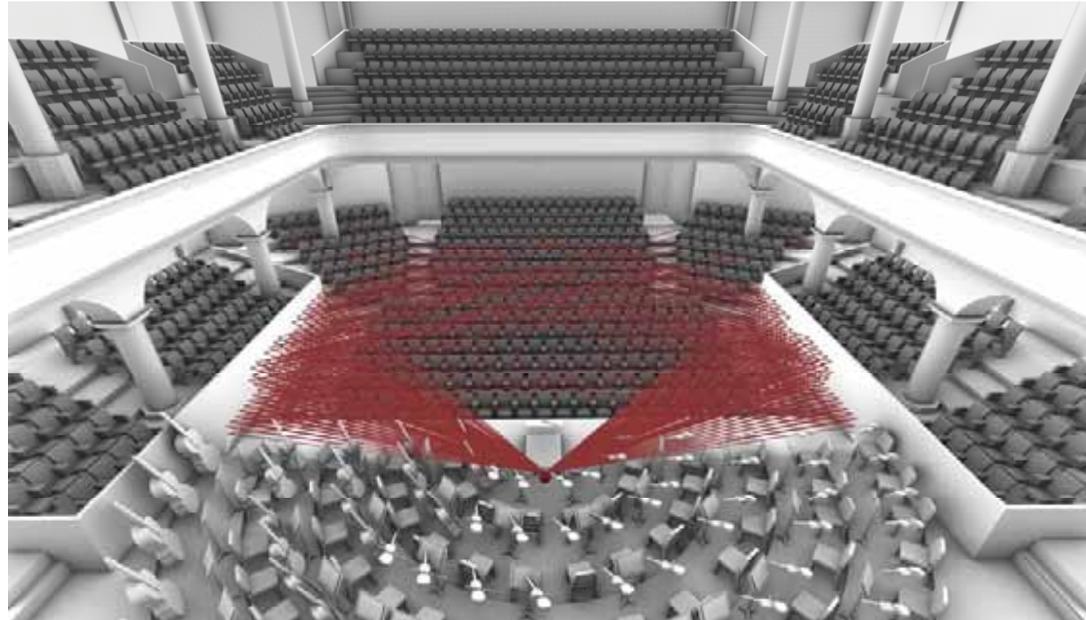
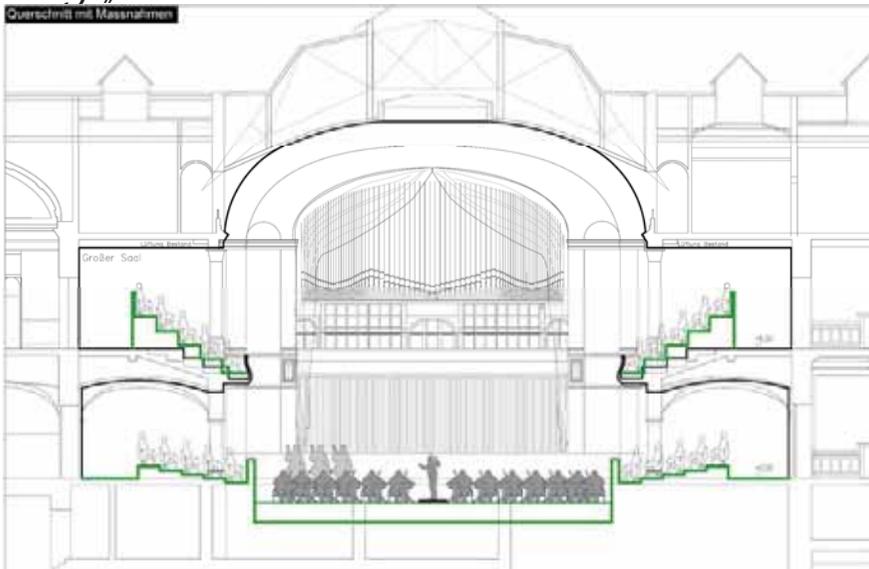
Optimierter Ist-Zustand	
Vorentwurf	✓



Akustische wesentliche Elemente

Schaffung neuer Seitenwandflächen im Parkett

- Verbesserung der Versorgung mit lateralen Reflexionen
- *Bessere Klangqualität für das Publikum im Hinblick auf das räumliche Empfinden vom Klang „umhüllt“ zu sein.*



Akustische wesentliche Elemente

Vergrößerung des Podiums und Verschiebung des in der Nische befindlichen Podiums-bereichs nach vorne, Einbringen von Schallreflektoren über dem Podium

- Verbesserung der Podiumsakustik, ausgewogenere Klangausbreitung ins Publikum
- *Verbesserung des gegenseitigen Hörens auf dem Podium.*
- *Ausgewogenere Verteilung der Lautstärke und Klarheit im Publikum.*

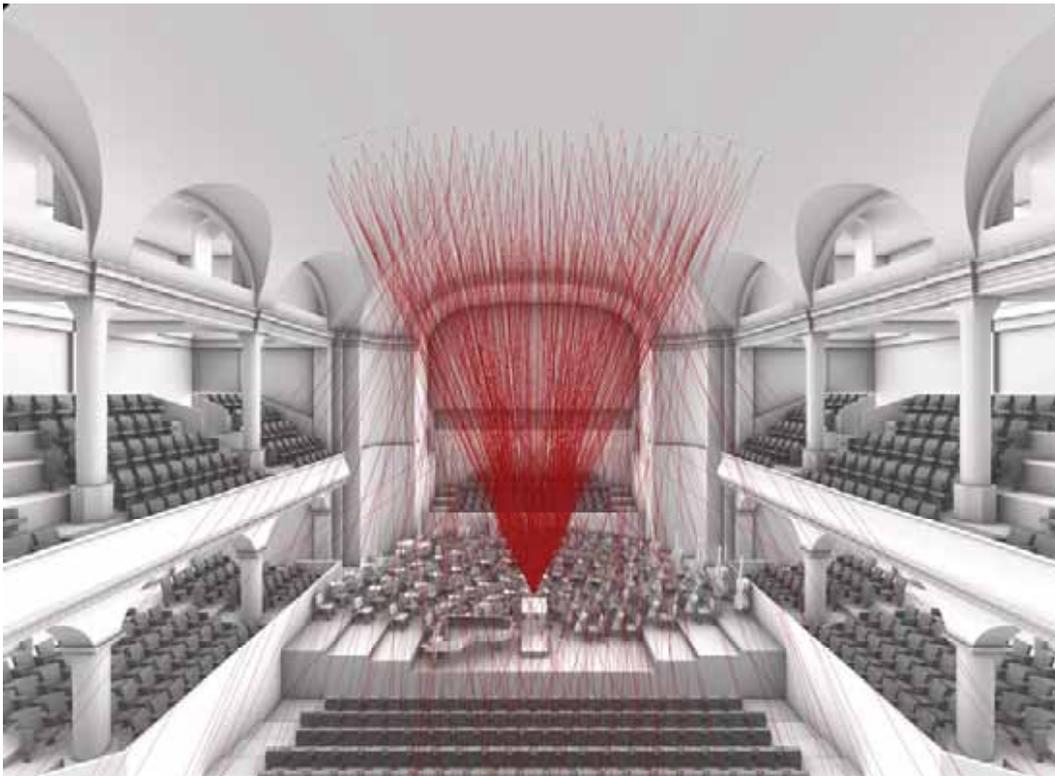
Optimierter Ist-Zustand	✓
Vorentwurf	✓



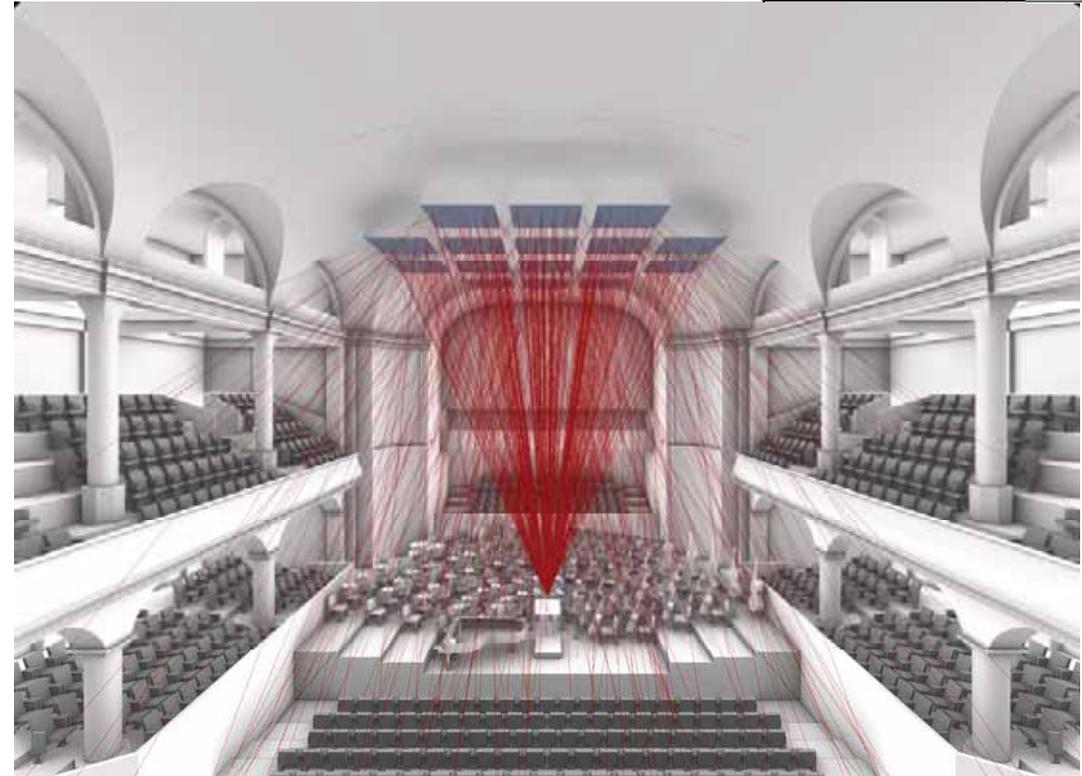
Akustische wesentliche Elemente

Einbringen von Schallreflektoren über dem Podium

Optimierter Ist-Zustand	✓
Vorentwurf	✓



Bündelungen an der gekrümmten Bestandsdecke führen zu einer ungleichmäßigen Verteilung der Deckenreflexionen



Untergehängte Schallreflektoren bewirken eine Aufstreuung und gleichmäßigere Verteilung der Deckenreflexionen

Akustische wesentliche Elemente

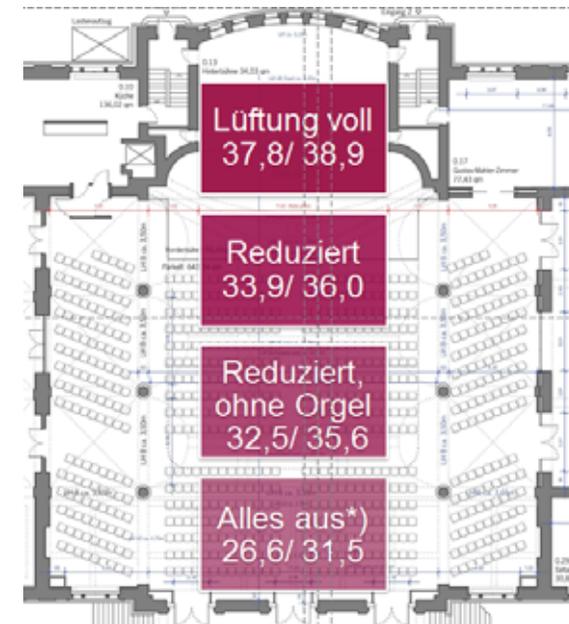
Geräuscharme Lüftung

➤ Quellluftzufuhr über ein Plenum unter Fußboden



Optimierter Ist-Zustand	?
Vorentwurf	✓

Geräuschpegel aus der Lüftung, im Bestand gemessen (Mittelungspegel/ Maximalpegel in dB(A)):



Max.
25 dB(A)

GK15
Grenzkurve

Akustisch wesentliche Elemente – Realisierbarkeit in den verschiedenen Konzepten

Nr.	Maßnahme	Wirkung	Optimierter Ist-Zustand	Vorentwurf
1	Anstieg Parkett	Verbesserung Sichtlinien und Direktschallversorgung	-	✓
2	Seitenwandflächen im Parkett	Verbesserung Versorgung mit lateralen Reflexionen	-	✓
3	Vergrößerung Podium und Verschiebung des hinteren Podiumsbereichs nach vorne, Schallreflektoren	Größere Stellfläche für das Orchester , Verbesserung Podiumsakustik , ausgewogenere Klangausbreitung ins Publikum	(✓)	✓
4	Reduzierung der Absorptionsflächen Vergrößerung des Volumens,	Anheben des Nachhalls , insbesondere bei mittleren und hohen Frequenzen für eine bessere Klangmischung	✓	✓
5	Neue Bestuhlung Parkett und Hinterrang	Ausgewogenere Nachhallzeit , Verringerung Unterschied zwischen besetzten und unbesetzten Saal	✓	✓
6	Vorhänge für variable Akustik	Anpassung Akustik an verschiedene Veranstaltungsformate	✓	✓
7	Neues Lüftungskonzept als Druckboden	Geräuscharme Lüftung	?	✓

Fazit

Fazit

- Im Bestand sind erhebliche akustische Defizite für klassische Musik vorhanden.
- Durch eine Optimierung des Ist-Zustandes können Verbesserungen in der Nachhallzeit und der Schallfeldverteilung erreicht werden.
- Mit der im Vorentwurf vorgesehenen Absenkung des Parketts und der Herstellung eines ansteigenden Parketts und steilerer Ränge wird eine darüber hinausgehende Steigerung der akustischen Qualitätsmerkmale Direktschall und laterale Reflexionen. Klanglich bewirkt dies eine bessere Lokalisation und Durchhörbarkeit einzelner Instrumente und eine Steigerung der räumlichen Wahrnehmung „Sich vom Klang umhüllt zu fühlen“.
- Mittels dem im Vorentwurf vorgesehenen neuen Druckbodens kann ein akustisch vorteilhaftes geräuscharmes Lüftungssystem realisiert werden.

Der Vorentwurf stellt die bestmögliche akustische Verbesserung dar, im Rahmen der durch den Denkmalschutz vorgegebenen Randbedingungen.

Eine Optimierung des Ist-Zustandes kann bereits eine Verbesserung der akustischen Verhältnisse bewirken, allerdings nicht in allen Aspekten wie bei einer Umsetzung des Vorentwurfs. Das Klangbild eines optimierten Ist-Zustandes wird sich eher am Bestand orientieren. Eine Lösung für eine geräuscharme Saalbelüftung erscheint schwierig.

Vielen Dank Ihre Aufmerksamkeit!