



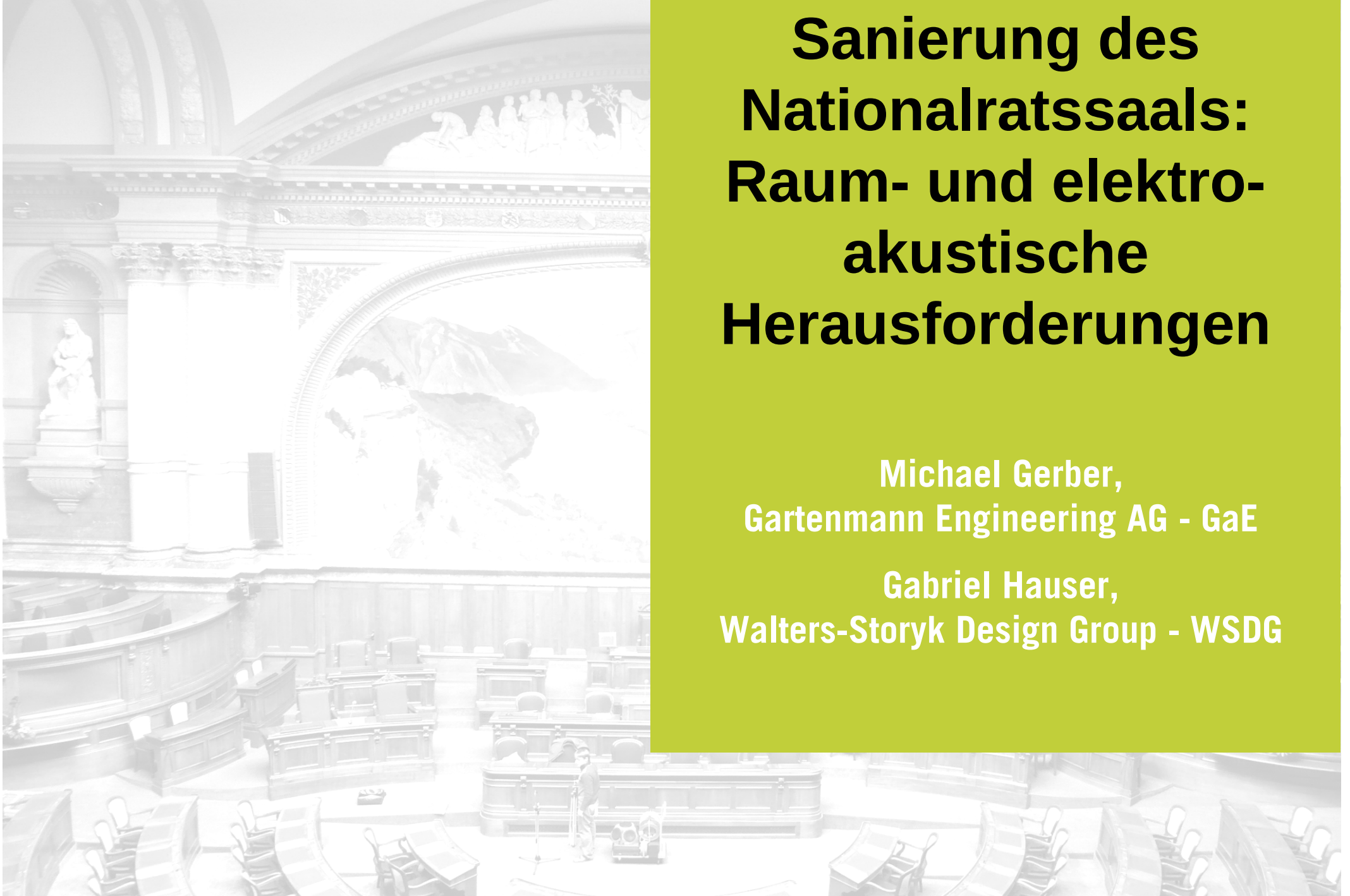
Schweizerische Gesellschaft für Akustik

Postfach 164
CH-6203 Sempach Station

Sanierung des Nationalratssaals: Raum- und elektro- akustische Herausforderungen

**Michael Gerber,
Gartenmann Engineering AG - GaE**

**Gabriel Hauser,
Walters-Storyk Design Group - WSDG**



- **Ausgangslage/Einleitung**

Raumakustik

- **Raumakustische Herausforderungen**
- **Akustische Kennwerte vor Sanierung und Zielwerte**
- **Vorgeschlagene und realisierte Massnahmen**
- **Akustische Kennwerte nach Sanierung**

Elektroakustik

- **Elektroakustische Herausforderungen**
- **Akustische Kennwerte vor Sanierung und Zielwerte**
- **Vorgeschlagene und realisierte Massnahmen**
- **Akustische Kennwerte nach Sanierung**

- **Schlussfolgerungen/Fazit**



Energie	Energie Minergie Haustechnik Thermische Gebäudesimulationen Strömungssimulation
Umwelt	Lärmschutz Erschütterung Bauökologie
Akustik	Raumakustik Bauakustik Körperschall
Bauphysik	Thermische und hygrische Bauphysik Luftdichtigkeit Thermografie Tageslicht Besonnung Beschattung



USA – SWITZERLAND
ARGENTINA – BRAZIL

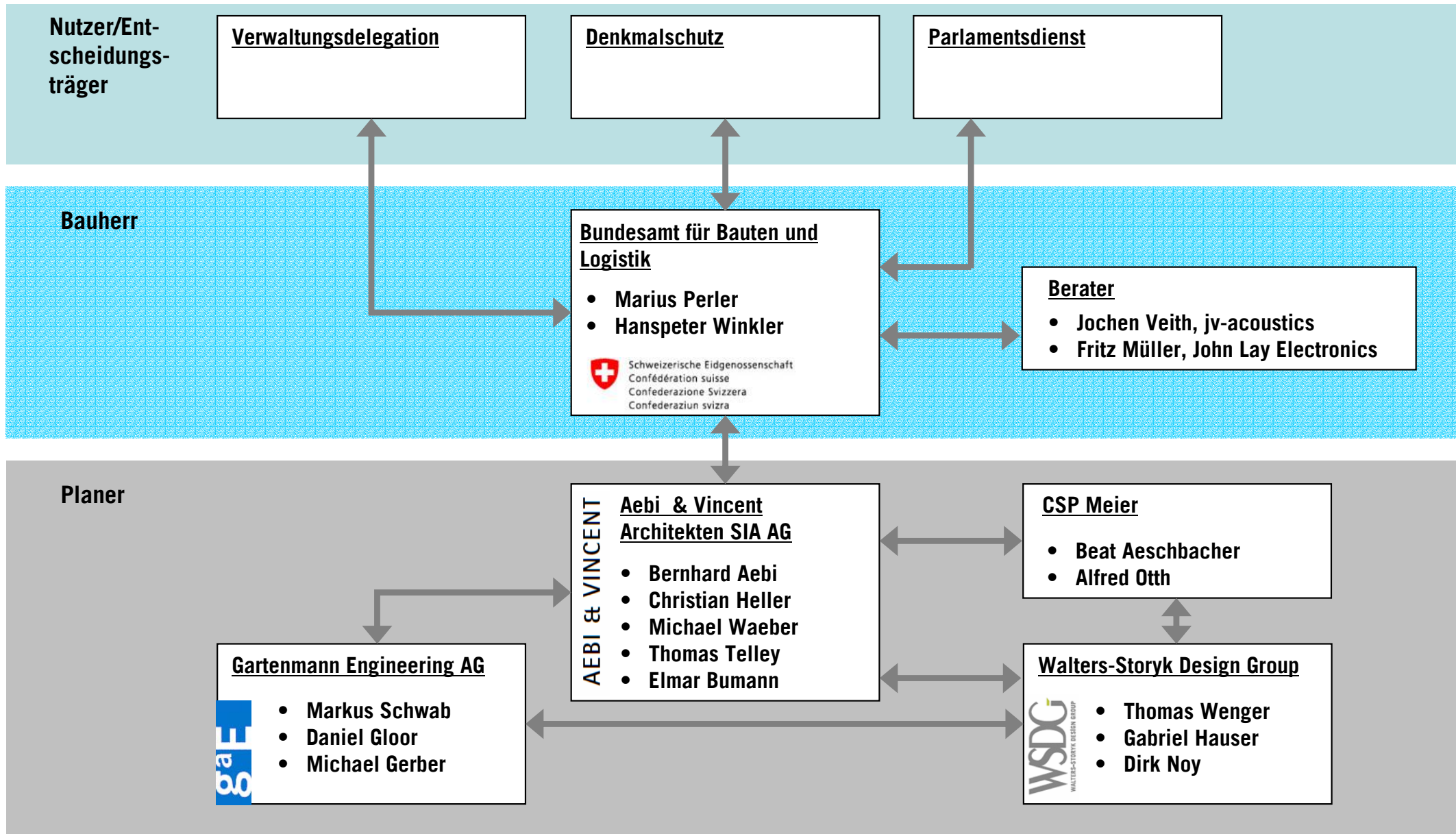
Architektur und Akustik

Raumakustik
Elektroakustik
Bauakustik

Planung
Beratung
Design

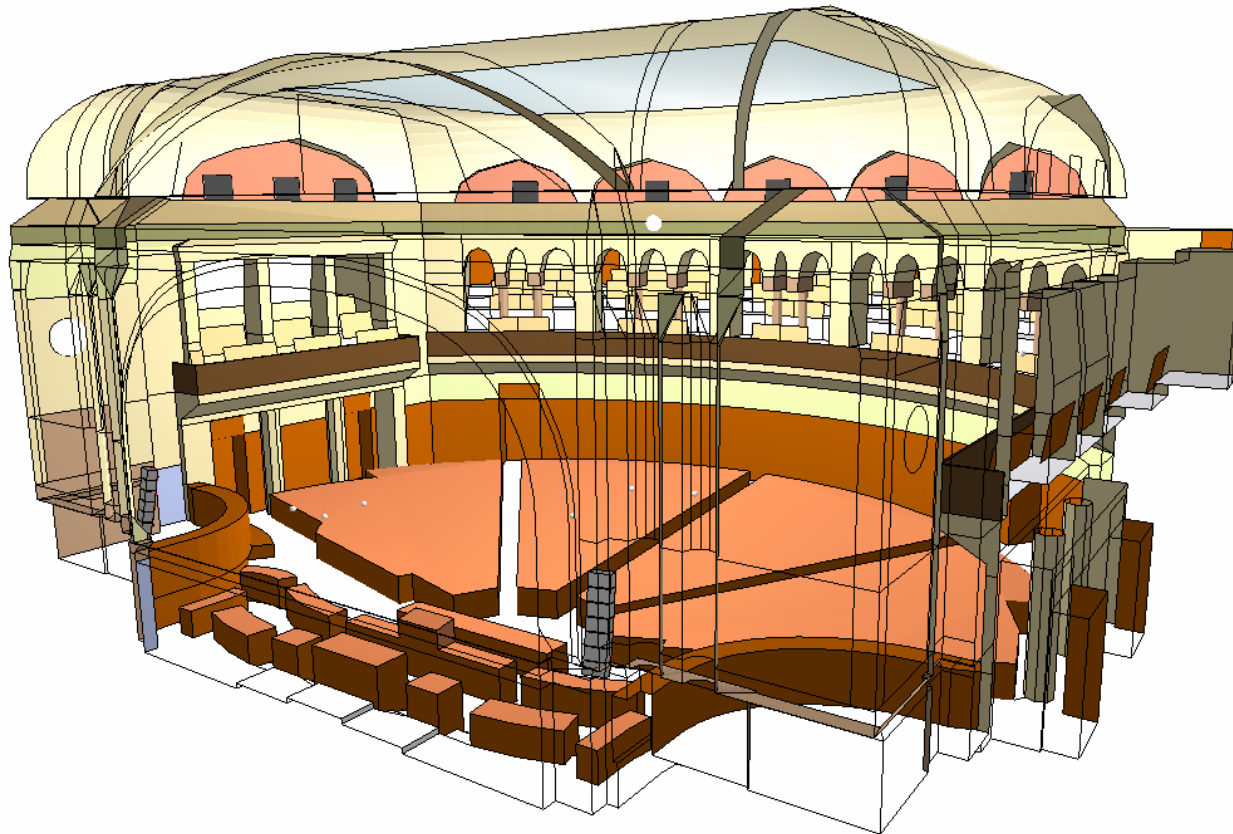
für

- Akustik
- Musik Produktion
- Unterhaltung
- Kommunikation
- Informationssysteme
- Broadcast
- Technologie





- Einweihung: 1902
- Raumvolumen: 5600 m³
- Typische Besetzung: 250 Personen
- Volumenkenzahl: >20 m³/Person!
- Raumhöhe: 14 m
- max. Distanz zw. Redner und Zuhörer: 17 m



3D-Modell von CATT Acoustic

Akustisch günstig:

- Hoher Strukturierungsgrad
- Kaum parallele Flächen
- Sitzreihenüberhöhung
- Bodenbelag aus Teppich
- Galeriebrüstung absorbierend

Akustisch ungünstig

- Raumhöhe/-Volumen zu gross
- Zu geringe Raumabsorption
- Reflexionen über hohe, schallharte Glasdecke (Laufzeitdifferenzen)
- Kreisförmige Krümmung der schallharten Rückwand (Holz)
- Umlaufende Hohlkehle zw. Gesimse und Decke

→ Eher Musiksaal als Kongress-/Parlamentssaal

- **Sehr hohes Publikumsgeräusch (Parlamentarier und Zuschauer)**
- **Hochgradig denkmalgeschützt**
- **Ungünstige Raumgeometrie für Sprachnutzung**
- **Oberflächensanierung nachteilig für Schallabsorption**
- **Neue Lüftungszentrale über Saal**
- **Viel Überzeugungsarbeit notwendig**

Raumakustische Kennwerte	Vor Sanierung	Optimales Ziel	Realistisches Ziel
Nachhallzeit unbesetzt (Mittelwert über Oktavbänder 125 - 4000 Hz)	2.1 s	1.5 s DIN 18041, für Sprache	1.8 s
Störgeräusch $L_{NA, Bau}$	39 dBA	30 dBA DIN 18041, höchste Stufe	35 dBA Neue Lüftungsanlage
Publikumsgeräusch $L_{NA, Publ}$	~ 74 dBA!	Schweigen und zuhören!	< 74 dBA
räumlich gemittelter Schallabsorptionsgrad	0.17	-	-

Nr.	Ort	Massnahme	geom. Fläche [m²]	äquivalente Schallabsorptionsfläche [m²]		
				umgesetzt, als Ersatz	umgesetzt, neu	nicht umgesetzt
1	Decke Zuschauertribüne	fugenloser Schallabsorber mit verputzter, glatter Oberfläche (49 mm BASWA-Phon Fine)	101	59		
2	Lampenhimmel	transparentes, geschlitztes Plexiglas unter bestehendem Glas (DeAmp)	141			58
3	Rückwand Zuschauertribüne	30 mm Steinwollplatte, Molton, Stoffbespannung	66		47	
4	Brüstung Zuschauertribüne	Schallabsorption & -dämmung durch bedämpfte Kammern aus Folie (ETIS-System)	40	32		
5	Gesimse	keilförmiger Schallabsorber aus Melaminharzschaumstoff	36		29	
6	Ständeratssitze	Hohlraum hinter Ständeratssitzen mit Mineralwolle bedämpfen	71			19
7	Grünes Band oberhalb Ständeratssitzen	fugenloser Schallabsorber mit verputzter, glatter Oberfläche (30 mm BASWA-Phon Fine)	28		17	
8	Rosa Wand oben, bei Lüftungsschlitzen	Hochtonabsorber aus Jute oder Filz	36			8
9	Schränktüren unter Wandbild	Schallabsorbierende Schranktüren	8			3
			527	91	92	87
				34%	34%	32%
				270		



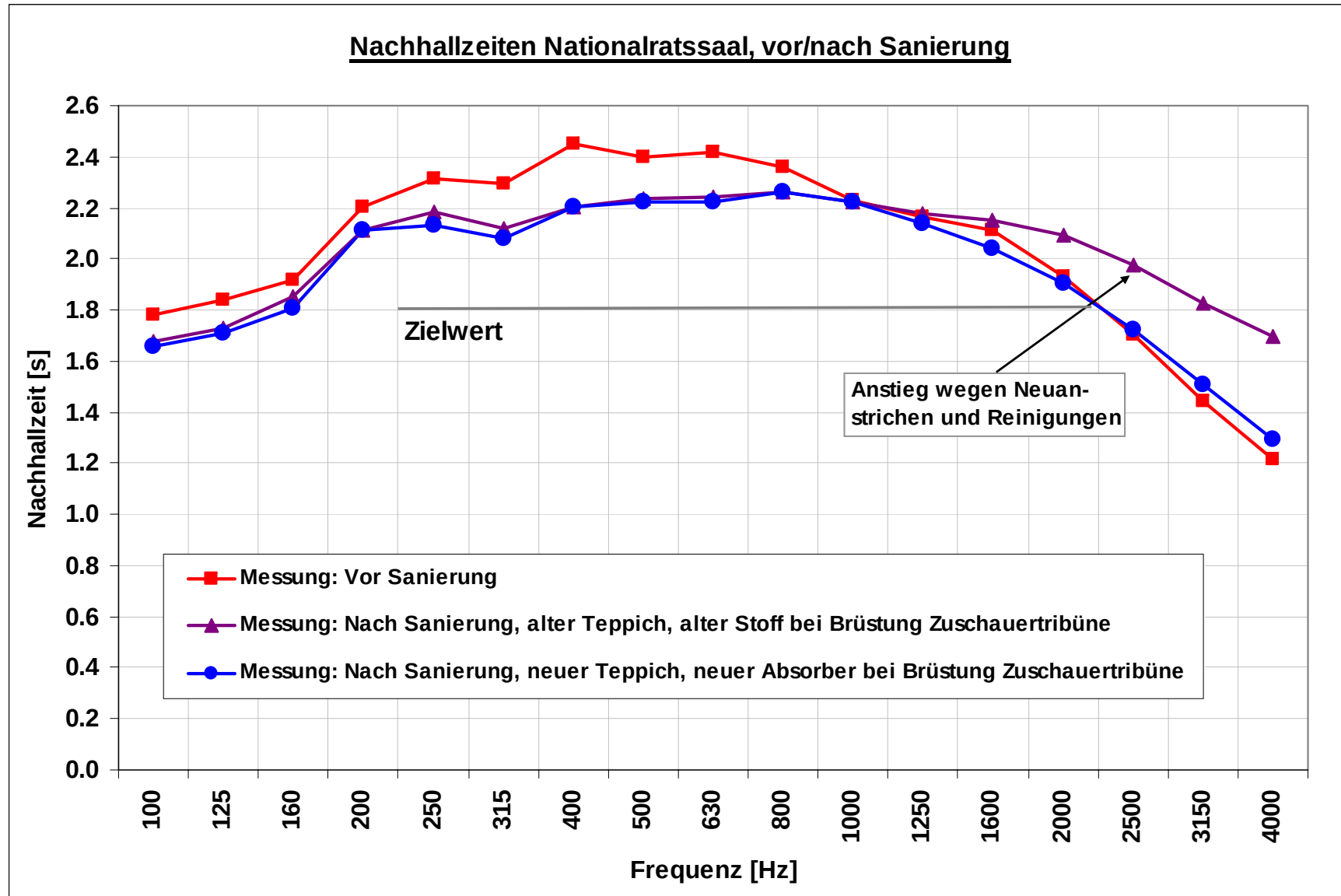
Lampenhimmel: vorgeschlagene raumakustische Massnahmen wegen Denkmalschutz nicht umgesetzt

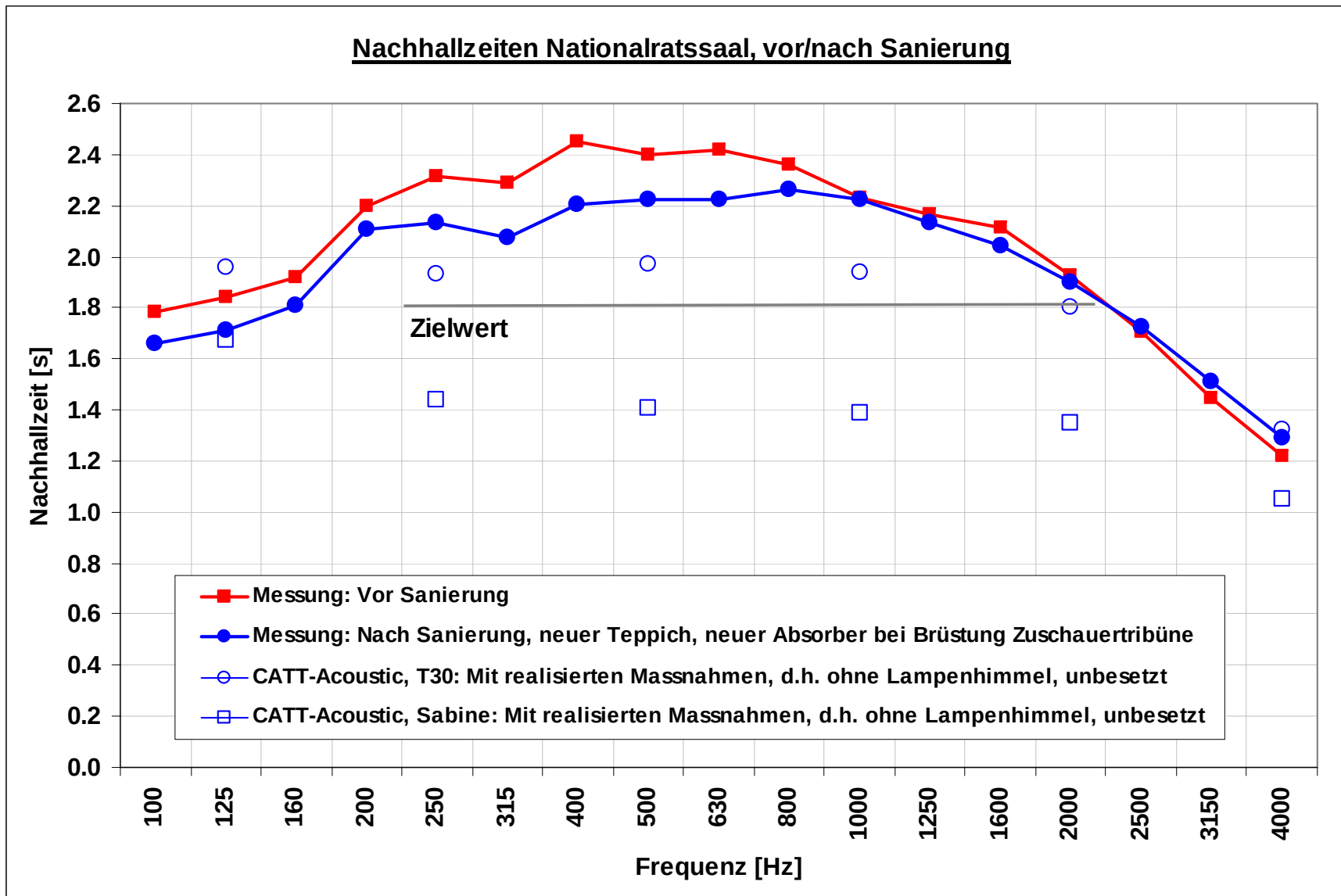


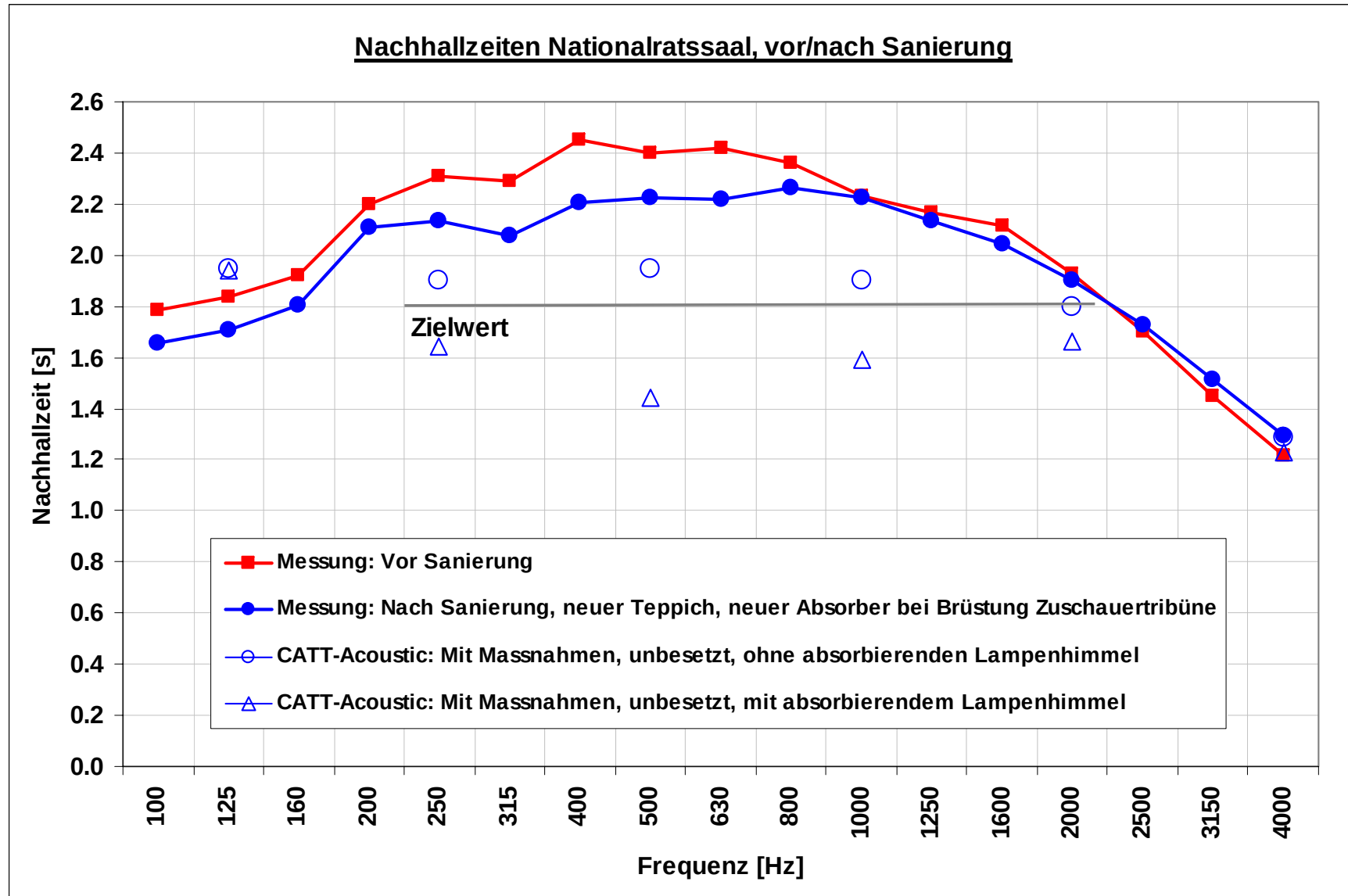
- **Grünes Band oberhalb Ständeratsitze: fugenloser Schallabsorber mit verputzter, glatter Oberfläche (30 mm BASWA-Phon Fine)**



- **Gesimse: keilförmiger Schallabsorber aus Melaminharzschaumstoff**
- **Brüstung Zuschauertribüne: Schallabsorption & -dämmung mit ETIS-System**







Umgesetzte Massnahmen zur Störgeräuschreduktion

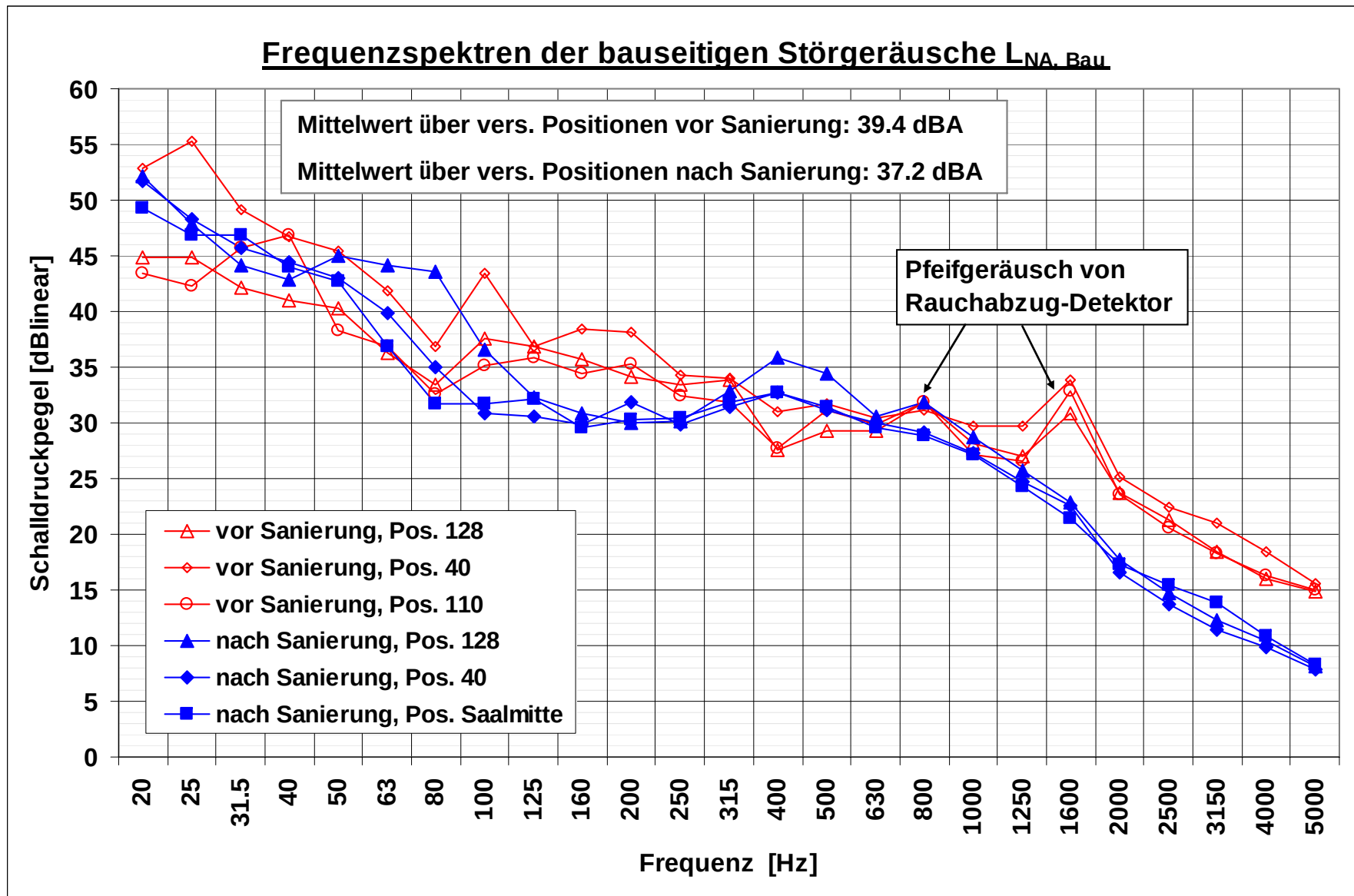
- Schallschutz gegen aussen (Lüftungszentrale, Kaverne, Cafeteria, ...)
- Geräuscheminierung des Rauchabzug-Detektors
- Geräusch der Saalbeleuchtung begrenzen ($L_A < 30$ dBA bei den Sitzplätzen)
- Bodenbelag vollflächig mit Teppich mit trittschalldämmender Unterlage (Ersatz des bestehenden Teppichs)
- Holzboden Parlament und Tribüne entknarren und entdröhnen
- Flügeltüren zu Eingang/Wandelhalle lärmarm ausführen
- Pulte, deren Deckel, Klapp- und Tribünensitze lärmarm ausführen



Nicht umgesetzte Massnahmen zur Störgeräuschreduktion

- Geräusch der neuen Raumlüftung begrenzen (bei Auslässen $L_A < 30$ dBA in 1 m Abstand)
- Entdröhnen Ständeratssitze (Hohlraum mit Einlage Mineralwolle o. ä.)





Raumakustische Kennwerte	Vor Sanierung	Optimales Ziel	Realistisches Ziel	Nach Sanierung
Maximale Nachhallzeit unbesetzt (Mittelwert über Oktavbänder 125 - 4000 Hz)	2.1 s	1.5 s DIN 18041, für Sprache	1.8 s	1.9 s
Störgeräusch $L_{NA, Bau}$	39 dBA	30 dBA DIN 18041, höchste Stufe	35 dBA Neue Lüftungsanlage	37 dBA
Publikumsgeräusch $L_{NA, Publ}$	~ 74 dBA!	Schweigen und zuhören!	< 74 dBA	? dBA
räumlich gemittelter Schallabsorptionsgrad	0.17	-	-	0.21

- **Hohe Nachhallzeiten**
- **Ungünstige Geometrie**
- **Offene Mikrofone (mind. 2)
→ Rückkopplungsgefahr**
- **Beschallungszonen im gesamten Raum
(Büro, Saal, Zuschauertribünen)**
- **Hintergrundpegel mit Publikum ~74dB(A)**
- **Denkmalschutz – Architektur**
- **Entscheidungsträger**



- 1: NR/SR-Sitze
2: Büro, Rednerpult
3: Zuschauertribüne

- **Hohe Nachhallzeiten**
- **Ungünstige Geometrie**
- **Offene Mikrofone (mind. 2)**
→ Rückkopplungsgefahr
- Beschallungszonen im gesamten Raum
(Büro, Saal, Zuschauertribünen)
- Hintergrundpegel mit Publikum ~74dB(A)
- Denkmalschutz – Architektur
- Entscheidungsträger
- **Hohe Direktivität, nahe bei Empfänger**

- Hohe Nachhallzeiten
- Ungünstige Geometrie
- Offene Mikrofone (mind. 2)
→ Rückkopplungsgefahr
- Beschallungszonen im gesamten Raum
(Büro, Saal, Zuschauertribünen)
- Hintergrundpegel mit Publikum ~74dB(A)
- Denkmalschutz – Architektur
- Entscheidungsträger
- Hohe Direktivität, nahe bei Empfänger
- Spezialisierte Beschallung: Saal (NR/SR-Sitze),
Büro und Zuschauertribüne

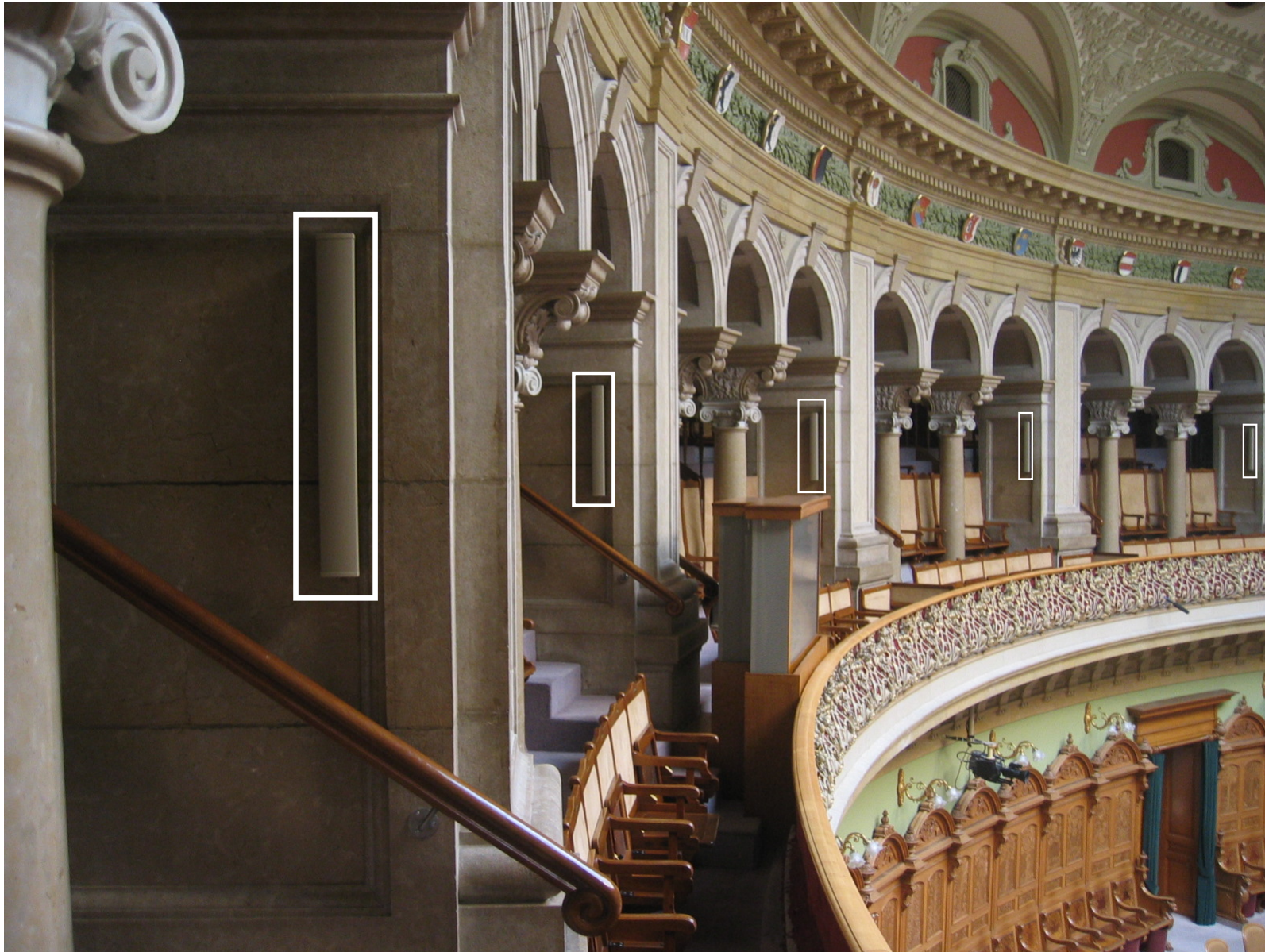
- Hohe Nachhallzeiten
- Ungünstige Geometrie
- Offene Mikrofone (mind. 2)
→ Rückkopplungsgefahr
- Beschallungszonen im gesamten Raum
(Büro, Saal, Zuschauertribünen)
- Hintergrundpegel mit Publikum ~74dB(A)
- Denkmalschutz – Architektur
- Entscheidungsträger
- Hohe Direktivität, nahe bei Empfänger
- Spezialisierte Beschallung: Saal (NR/SR-Sitze),
Büro und Zuschauertribüne
- Leistungsfähige Lautsprecher mit hoher
Rückkopplungssicherheit

- Hohe Nachhallzeiten
- Ungünstige Geometrie
- Offene Mikrofone (mind. 2)
→ Rückkopplungsgefahr
- Beschallungszonen im gesamten Raum
(Büro, Saal, Zuschauertribünen)
- Hintergrundpegel mit Publikum ~74dB(A)
- **Denkmalschutz – Architektur**
- Entscheidungsträger
- **Hohe Direktivität, nahe bei Empfänger**
- **Spezialisierte Beschallung: Saal (NR/SR-Sitze),
Büro und Zuschauertribüne**
- **Leistungsfähige Lautsprecher mit hoher
Rückkopplungssicherheit**
- **Machbarkeitsstudie:
Vergleich Bestand → Alternativen**

- Hohe Nachhallzeiten
- Ungünstige Geometrie
- Offene Mikrofone (mind. 2)
→ Rückkopplungsgefahr
- Beschallungszonen im gesamten Raum
(Büro, Saal, Zuschauertribünen)
- Hintergrundpegel mit Publikum ~74dB(A)
- Denkmalschutz – Architektur
- Entscheidungsträger
- Hohe Direktivität, nahe bei Empfänger
- Spezialisierte Beschallung: Saal (NR/SR-Sitze),
Büro und Zuschauertribüne
- Leistungsfähige Lautsprecher mit hoher
Rückkopplungssicherheit
- Machbarkeitsstudie:
Vergleich Bestand → Alternativen
- Simulation der Varianten im Computermodell
- In-Situ Demoaufbau des Hauptsystems
- Auralisation

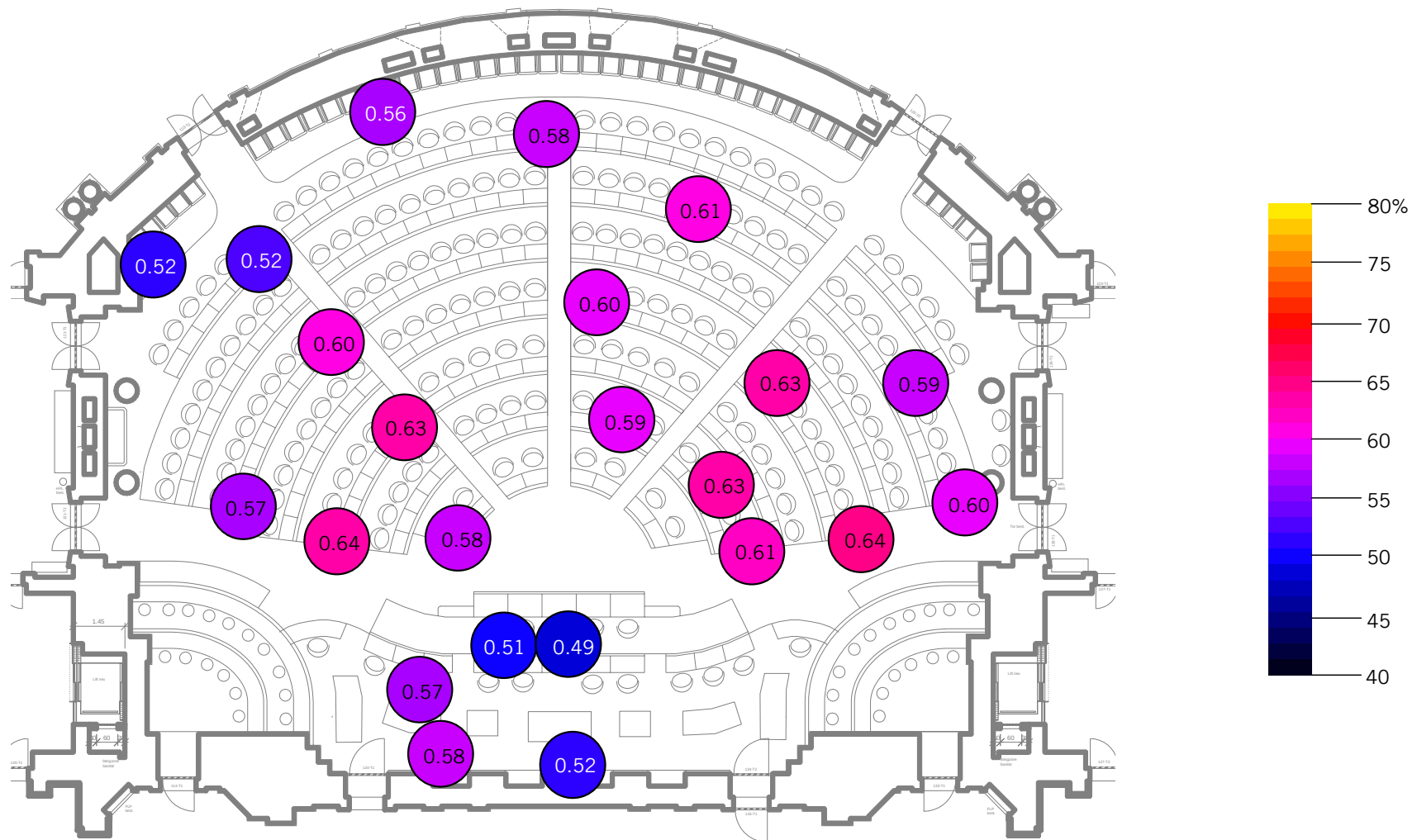


Hornsystem für NR/SR-Sitze und Büro/Rednerpult

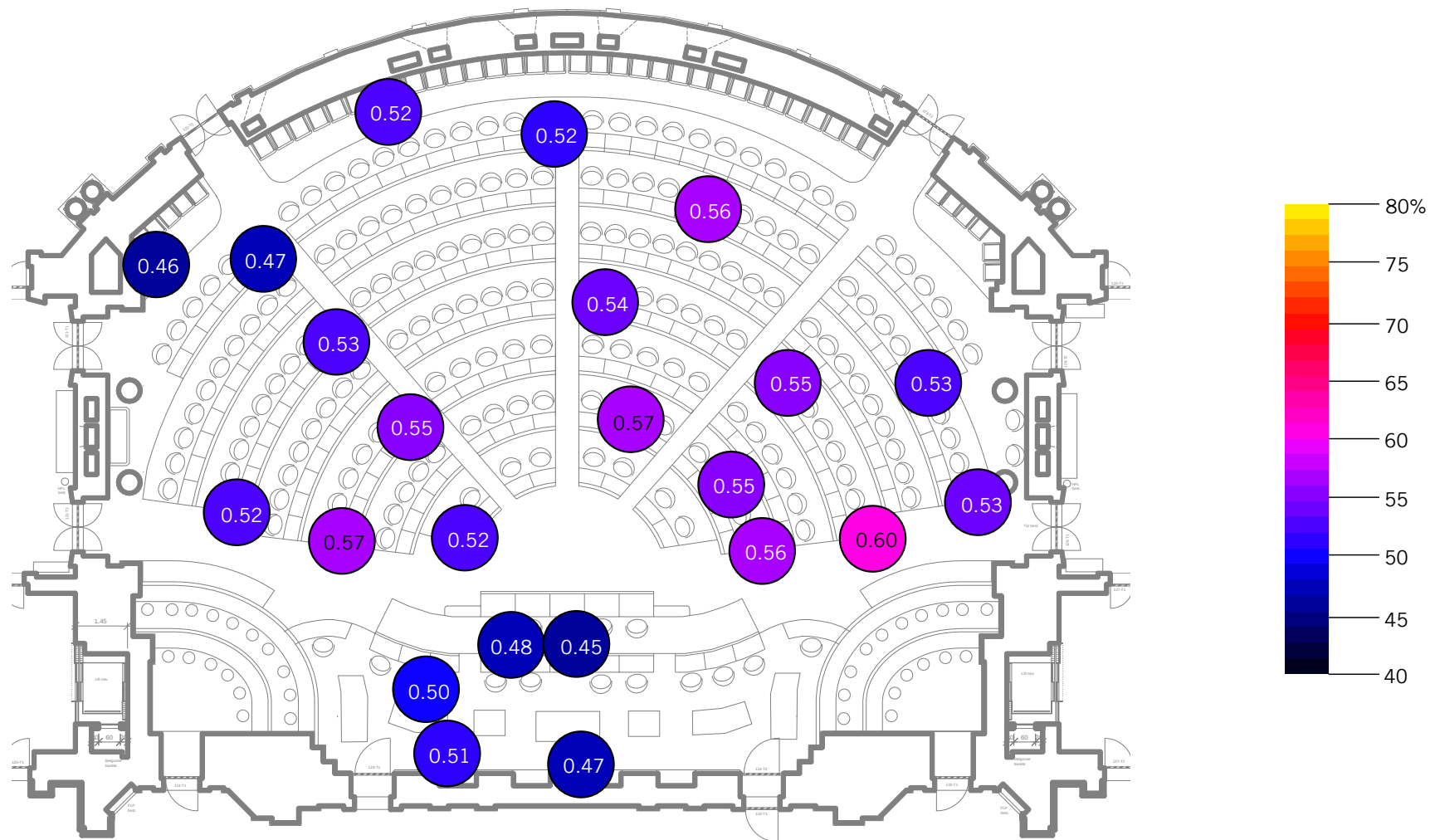


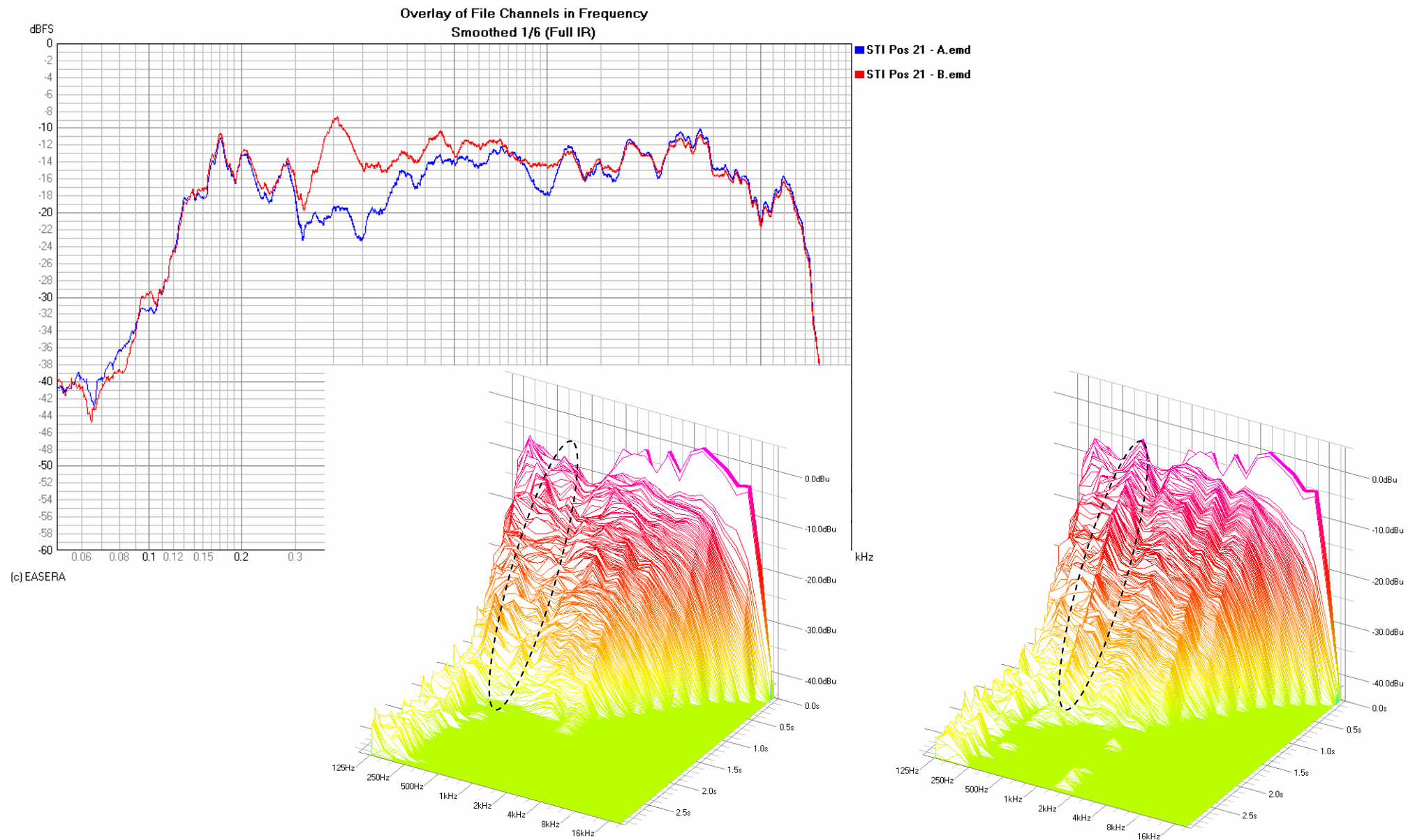
Zeilenlautsprecher für
Zuschauertribüne

Gemessene Sprachverständlichkeit – Hauptbeschallung, ohne Zuschauertribüne

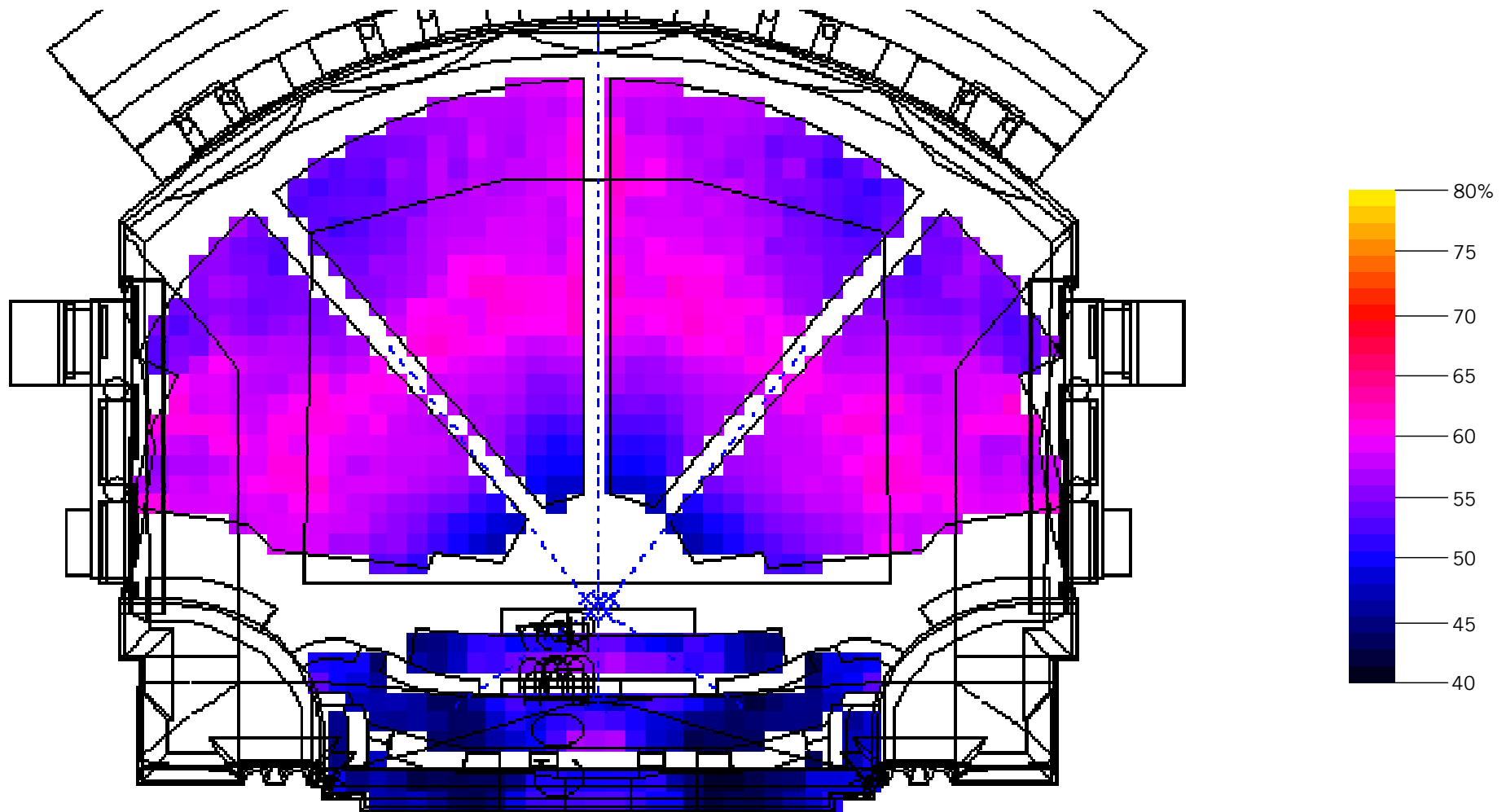


Gemessene Sprachverständlichkeit STI – Hauptbeschallung mit Zuschauertribüne

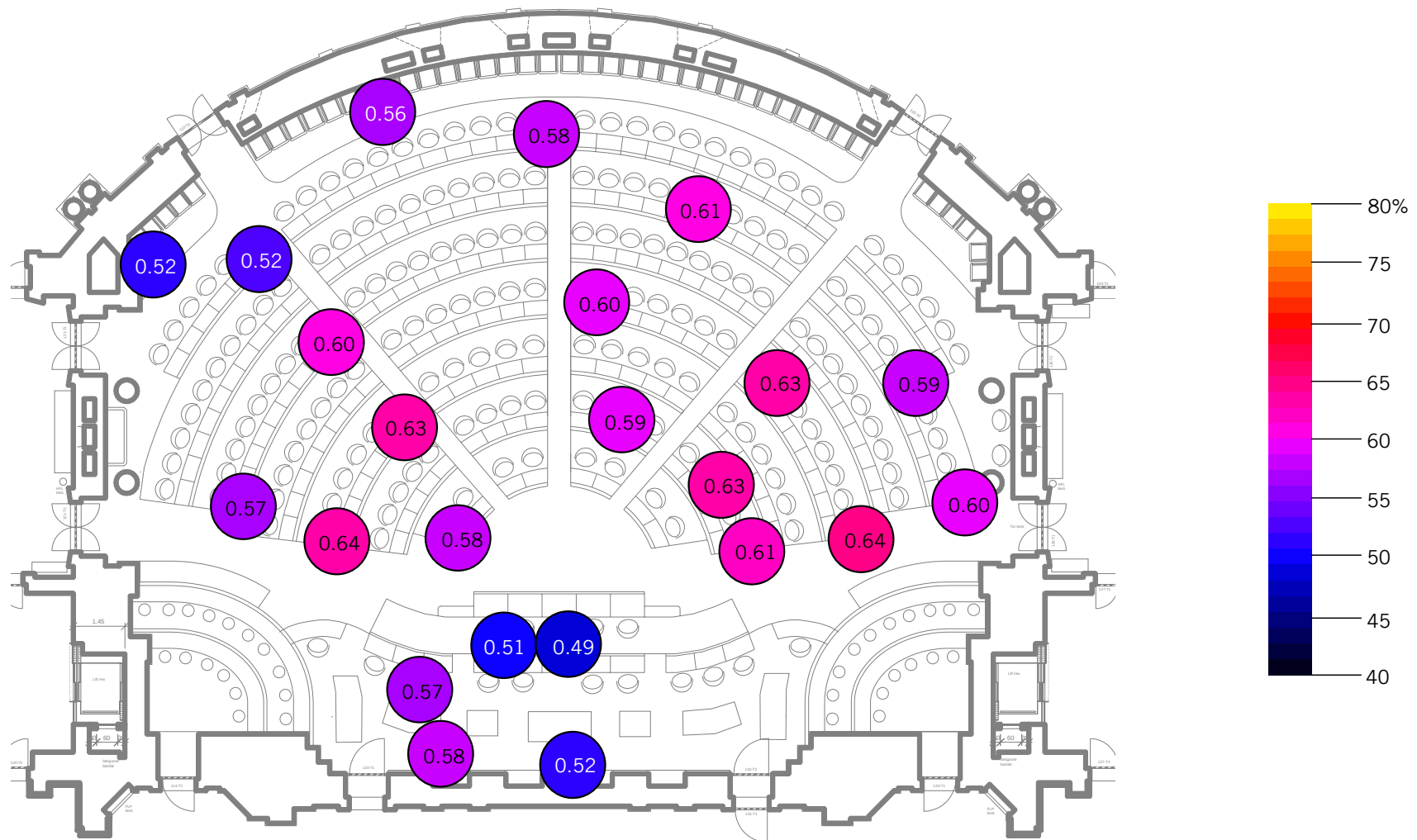




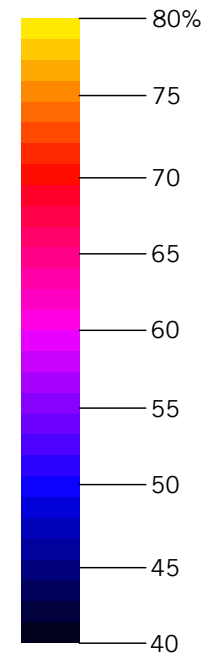
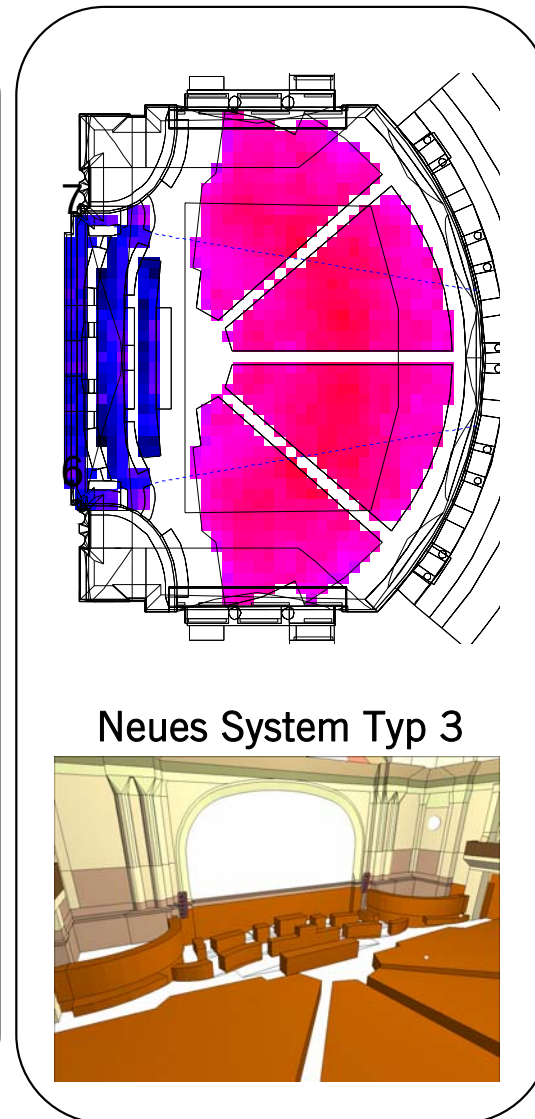
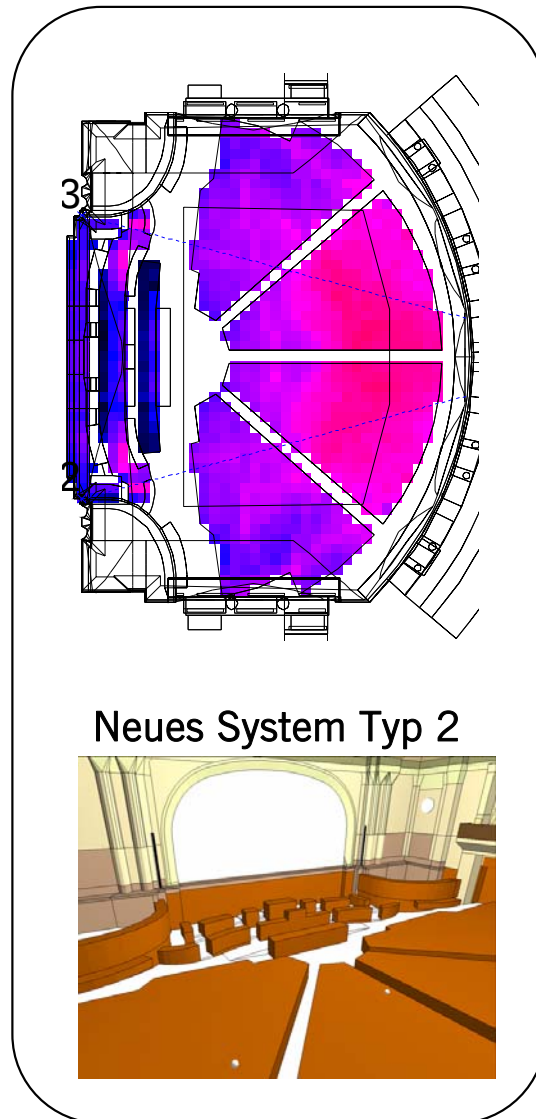
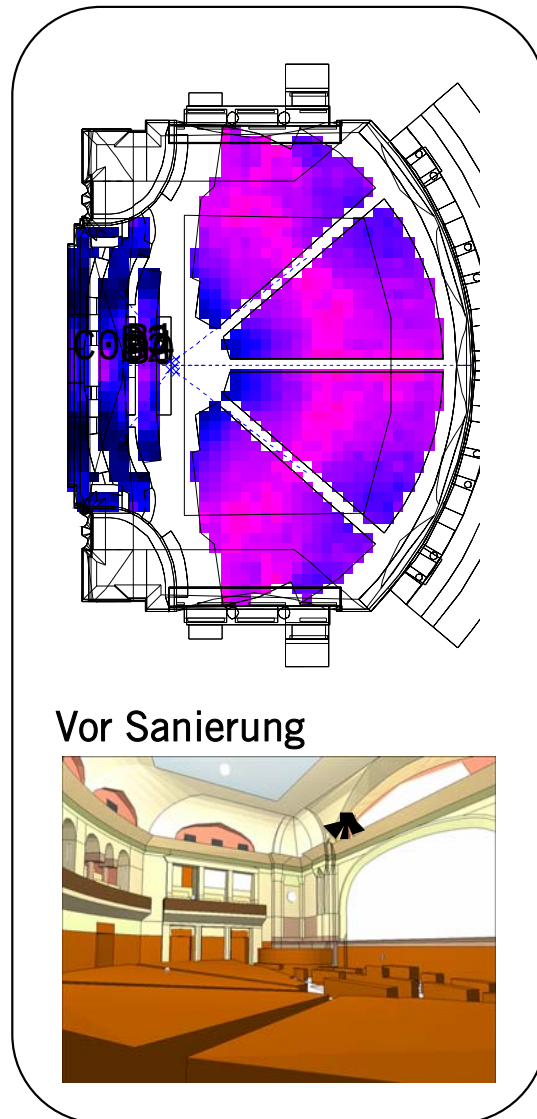
Simulierte Sprachverständlichkeit STI – System vor Sanierung, ohne Zuschauertribüne



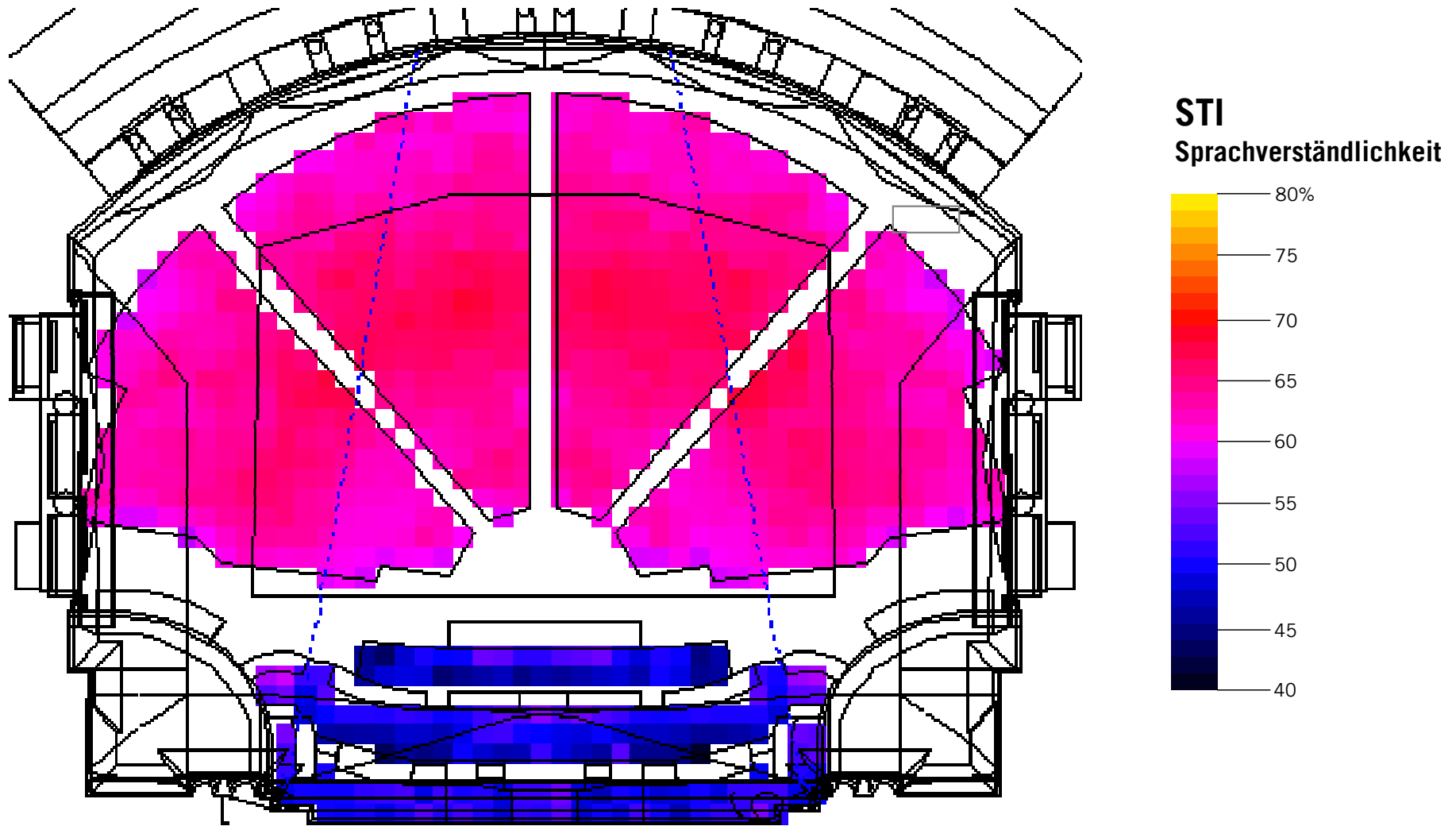
Gemessene Sprachverständlichkeit STI – System vor Sanierung, ohne Zuschauertribüne



Vergleich Sprachverständlichkeit STI



Simulierte Sprachverständlichkeit STI



STI
Sprachverständlichkeit

80%
75
70
65
60
55
50
45
40







Elektroakustische Grösse	Vor Sanierung	Optimales Ziel	Realistisches Ziel	Nach Sanierung
Maximaler Schallpegel (mit offenen Mikrofonen)	73dB(A)	84dB(A) 10dB über Hintergrund	80dB(A) 6dB über Hintergrund	80dB(A)
Sprachverständlichkeit STI	0.52 „Genügend“	0.65 „Gut“: 0.6 – 0.75	0.6 „Gut“	0.6 „Gut“
Deutlichkeitsmass C_{50}	2.2 min. -5.3	>3.0 „Gut“	3.0 „Gut“	3.5 min. -2.3



Simulationsgenauigkeit hoch, vorausgesetzt, das Modell ist korrekt
Durch Messungen kann das Modell “kalibriert” werden

Evaluation diverser akustischer Parameter und deren Optimierung

(D_{50} , C_{80} , T_s , RT , G , SPL , LF , LFC , EDT , $T20$, $T30$, Echogram, STI , $RASTI$, Absorption, Vektorgrad, Sound-Roses, EK-Grad, IR)

Vorteil für schwierige Raumgeometrien (gekoppelte Räume, ungleichmässige Verteilung der Absorption)

Einfacher, objektiver Vergleich zwischen verschiedenen Varianten

Auralisation kann ein wertvolles Werkzeug sein

Visualisierung kann hilfreich sein (z.B. Lautsprecherpositionen)



Hoher Initialaufwand für das Erstellen des Modells

Beschallungssystem kann simuliert werden, Sprecher (Direktschall) kann mit berechnet werden, Rückkopplung durch Mikrophone kann jedoch nicht simuliert werden

Gefahr, sich durch farbige Bilder beeindrucken zu lassen – Simulationen ersparen nicht die Arbeit

Beschränkungen im Tieftonbereich und für kleine Raumvolumina

Beschränkungen bezüglich Herstellerdaten (Lautsprecher)



Schweizerische Gesellschaft für Akustik

Postfach 164
CH-6203 Sempach Station

**Besten Dank für Ihr
Interesse und weiterhin
eine gute Tagung**

**Michael Gerber,
Gartenmann Engineering AG - GaE**

**Gabriel Hauser,
Walters-Storyk Design Group - WSDG**

