

Objektive Erforschung der Podiumsakustik Europäischer Konzertsäle

Dipl. Phys. K.-H. Lorenz¹, Dipl. Ing. R. Metkemeijer², Dipl. Ing. St. Mercier³

¹ Peutz Consult GmbH, Kolberger Strasse 19, D-40599 Düsseldorf, Deutschland; Email: dus@peutz.de

² Peutz bv, Paletsingel 2, NL-2700AR Zoetermeer, The Netherlands; Email: info@zoetermeer.peutz.nl

³ Peutz. S.A.R.L., Rue de Paradis, F-75010 Paris, France; Email: info@peutz.fr

Einleitung

Weshalb bestimmte Konzertsäle von den Ausübenden bevorzugt werden, hängt neben psychologischen Faktoren auch von den akustischen Eigenschaften des Podiums ab. Die Podiumsakustik soll die Musiker bei der Ausübung ihrer Kunst unterstützen, damit diese dem (zahlenden) Publikum den erwarteten Hörerlebnis bereiten können. Dazu ist ein guter Kontakt zwischen den einzelnen Stimmen nötig; die Balance wird daneben vom Dirigenten beeinflusst. Die Podiumsakustik soll Musikern optimale Arbeitsbedingungen bieten. Diese müssen ihr eigenes Instrument trotz Maskierung durch alle anderen gut hören können (Intonation), aber auch alle anderen Instrumentengruppen, um Timing, Artikulation, Phrasierung und Klangfarbe synchronisieren zu können. Besonders für Solisten ist darüber hinaus ein gewisses Feedback des Saales wichtig. Jedoch sollte die akustische Eignung eines Podiums nicht von den verwendeten Instrumenten oder Orchester-Aufstellungen abhängig sein – dann wären diese Säle nur mit Einschränkungen nutzbar. Ziel dieser Untersuchung ist die Suche nach einer Messgröße, die mit der Beurteilung der Podiumsakustik durch die Musiker korreliert.

Methode

Die Frage, welche akustischen Podiumseigenschaften bevorzugt werden, kann beantwortet werden durch Korrelation von subjektiven Qualitätsurteilen zu gemessenen akustischen Parametern. Welche akustischen Parameterwerte (-bereiche) bevorzugt werden, klären oft subjektive Hörtests [1]. Das Schallfeld in Ensemblesituationen wie Sinfonieorchestern ist jedoch extrem komplex und rückgekoppelt. Eine Superposition von Reflektionen zu synthetischen Schallfeldern für benötigte Komplexität (Symphonik) wurde bislang selten versucht [2]. Die Isolation einzelner Parameter ist über Messungen der Mithörschwelle möglich (Verdeckung [3]), aber programm- und ausführungabhängig. Im Rahmen einer laufenden Dissertation zum Thema Sprachverständlichkeit und Hörsamkeit in europäischen Konzertsälen konnten akustische Messungen an Messpfaden auf den Podien von über 20 europäischen Konzertsäle vorgenommen werden.

Messverfahren

Gemessen wurden Impulsantworten mit einem PC-gestützten Maximalfolgenmesssystem mit fast identischen Wandlern und Einstellungen, omnidirektionaler Schallquelle und Messmikrophon, an standardisierten Positionen auf dem Podium: Schallquelle Position S1 rechts vorne auf dem Podium (vom Dirigenten aus), M1: 1m vom Lautsprecher

(Richtung Dirigent), M2: rechts hinten auf dem Podium, M3: hinten links, und M4: vorne links (siehe Abbildung 1):

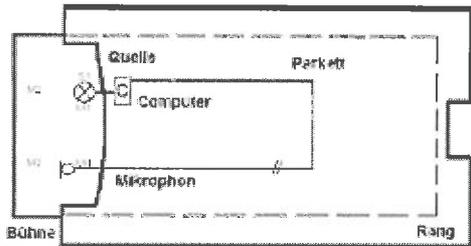


Abbildung 1: Standardmesspositionen auf den Podien

Um die subjektiven Urteile der Ausübenden über die akustische Eignung der Podien ihrer Säle zu erfassen, wurde eine Befragung von 25 Orchestern vorgenommen, die regelmäßig in den gemessenen Sälen spielen (s. Tabelle 1):

Frage	Fragebogen zur Podienakustik des Großen Funkhausaales des WDR, WDR-Rundfunkorchester	Erstklassig	Sehr gut	Gut	Schlecht	Sehr schlecht	Katastrophal
1	Wie gut finden Sie die allgemeine Akustik Ihres Saales?		X				
2	Wie gut finden Sie die Akustik auf dem Podium Ihres Saales?		X				
3	Wie gut hören Sie Sich/Ihr Instrument selbst?	X					
4	Wie gut hören Sie Ihre eigene Instrumentengruppe?	X					
5	Wie gut hören Sie die Instrumente/Stimmgruppen von der anderen Bühnenseite?		X				
6	Wie gut hören Sie die Instrumente vom vorderen Bühnenrand, wenn Sie selbst hinten sitzen (bzw. umgekehrt)?		X				
7	Wie gut hören Sie den Klang aus dem Saal zurück?	X					
8	Wie gut unterstützt der Saal Ihr Spiel?		X				

Tabelle 1: Beispiel eines ausgefüllten Fragebogens

Auswertung

Die Auswertung wurde mittels eines speziellen Programmskriptes vorgenommen, welches aus den gemessenen Podienimpulsantworten der Messpfade S1M1, S1M2, S1M3, S1M4 je die folgenden, über die Oktavbänder 500 bis 2000 Hz gemittelten akustischen Parameter berechnete: T_{30} (Nachhallzeit), EDT (Early Decay Time), T_{Center} (Schwerpunktzeit), C_{80} (Klarheitsmaß), D_{50} (Deutlichkeit), ST1, ST2 (Support), EEB (Early Energy Balance), sowie breitbandig STI und $AL_{consP_{88}}$ ([5], gemessen mit omnidirektionaler Quelle und weißem Spektrum).

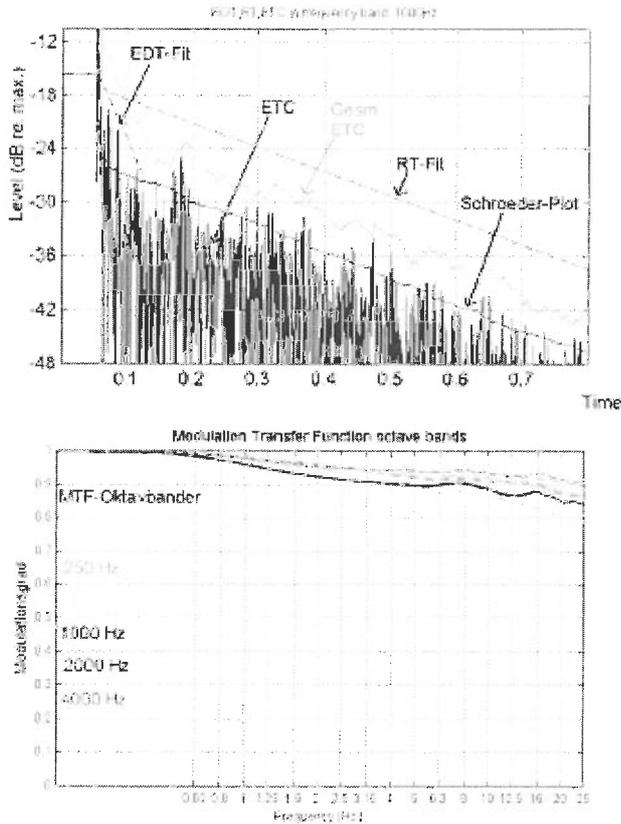


Abbildung 2: Auswertung der Podienimpulsantwort des Messpfades S1M1 im Sendesaal des WDR Köln

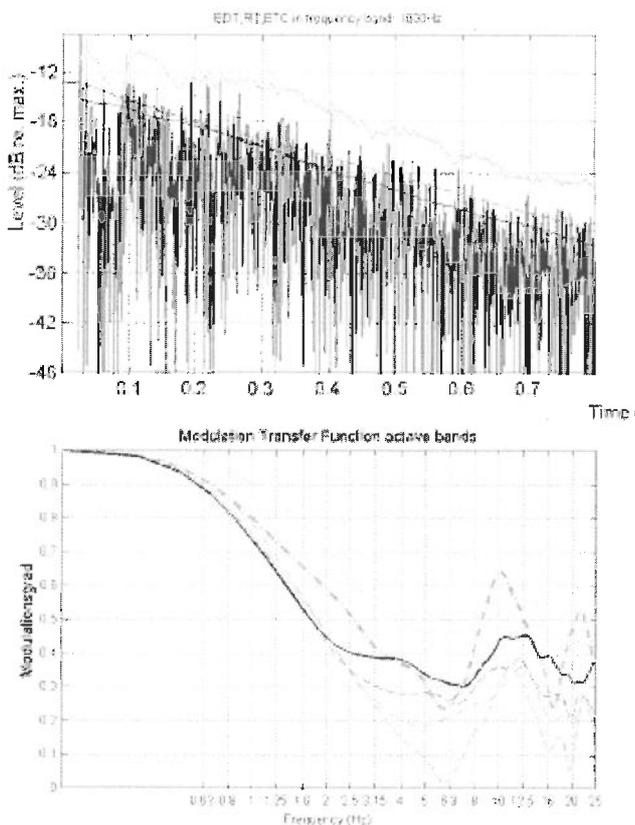


Abbildung 3: Auswertung der Podienimpulsantwort des Messpfades S1M3 im Concertgebouw Amsterdam

Ergebnisse

Stadt	Saal	C_{80} /dB	D_{50} /%	ST1 /dB	ST2 /dB	STI	AL_{cons} /%
Köln	WDR-Saal	13.2	94	-15.0	-12.7	0.92	2.4
Amsterdam	Concertgeb.	15.2	97	-18.6	-15.8	1.00	3.1
Hamburg	Musikhalle	14.3	96	-15.7	-13.3	0.96	3.2
Amsterdam	Beurszaal	13.8	94	-15.9	-14.2	0.77	3.6
Berlin	Konzerthaus	11.5	91	-12.0	-10.4	0.87	3.7
Haarlem	Concertgeb.	11.3	90	-11.5	-9.5	0.86	4.2
Berlin	Jes.-Chr.-Ki.	8.0	81	-9.9	-7.5	0.83	5.4

Tabelle 2: Messpfad S1M1; grün: gut, blau: unentschieden

Stadt	Saal	C_{80} /dB	D_{50} /%	ST1 /dB	ST2 /dB	STI	AL_{cons} /%
Haarlem	Concertgeb.	0.7	42	-0.2	2.3	0.55	8.0
Hamburg	Musikhalle	0.4	36	2.7	4.9	0.59	8.4
Amsterdam	Beurszaal	1.0	47	0.2	2.1	0.59	9.0
Berlin	Jes.-Chr.-Ki.	1.5	50	-3.9	-1.0	0.58	9.7
Amsterdam	Concertgeb.	-1.4	35	-1.2	1.8	0.53	9.7
Berlin	Konzerthaus	-1.6	27	6.2	8.0	0.50	16.5

Tabelle 3: Messpfad S1M3; grün: gut, rot: nicht optimal

Sich-selbst-Hören (Messpfad S1M1):

Scheinbar gibt es hierbei wenig *akustische* Probleme, das eigene Instrument zu hören: bislang ging kein negatives Urteil ein. Bei allen gemessenen Sälen ist im Pfad S1M1 der Wert für den Parameter $AL_{cons} < 7$, bei den hier als gut bewerteten Sälen ist $AL_{cons} < 5$. Eine Verdeckung des eigenen Instruments durch andere Gruppen kann auch ein Balanceproblem sein.

Die-anderen-Hören (Messpfad S1M3):

Hier kann es Probleme geben, die Instrumente diagonal von der anderen Bühnenseite zu hören, es gab deutlich negative Urteile. Bei den hier als gut bewerteten Sälen ist $AL_{cons} < 9$, bei den als nicht optimal bewerteten Sälen ist $AL_{cons} > 9$.

Ausblick

Hypothese:

Der messbare Indikator für Sprachverständlichkeit AL_{cons} kann mögliche Ausgangspunkte für geeignete Podiumsakustiken liefern, da es auf den Kontakt der Instrumente und -gruppen ankommt. Dies muss durch die Korrelation mit weiteren Urteilen unterbaut werden. Daraus sind dann Designrichtlinien für Podien zu formulieren.

Besonderer Dank gilt Herrn Stefan Ostrowski für seine tatkräftige Hilfe bei den Messungen in den Konzertsälen.

Literatur

- [1] The Acoustical Conditions preferred for Ensemble, A.H. Marshall et al., J.Acoust.Soc.Am. 64(5), Nov. 1978
- [2] Subjective Room Acoustic Experiments With Musicians, A.C.Gade, Technical University of Denmark, Lyngby, 1982
- [3] Zum Verdeckungseffekt bei Instrumentalmusikern, J. Meyer et al., ACUSTICA Vol. 46 (1980)
- [4] Modulation Transfer and Ensemble Music Performance, G. M. Naylor, ACUSTICA Vol. 68 (1988)
- [5] Speech information and speech intelligibility, V. M. A. Peutz, AES Convention 1988