

W. Fasold, H.-P. Tennhardt, H. Winkler*)

Subjektive raumakustische Tests in drei Zuhörersälen

1. Aufgabenstellung

Im Rahmen des Vorkolloquiums „Raumakustik“ der DAGA 92 wurden von den Teilnehmern im Zuschauerraum der Deutschen Staatsoper Berlin, im Großen Konzertsaal des Schauspielhauses und im Kongreßsaal der Kongreßhalle am Alexanderplatz subjektive Tests durchgeführt, die den Versuch einer vergleichenden Bewertung der raumakustischen Parameter dieser Säle bei Lautsprechereinspiel zum Inhalt hatten [1]. Dazu wurden mittels der gleichen monofonen Lautsprecherkombination trockenere Aufnahmen von Solo- und Orchestermusik, von männlicher und weiblicher Sprache sowie einige Impulse in diese drei Räume eingespielt. Die Teilnehmer hatten die Möglichkeit, sich jeweils zu bestimmten raumakustischen Kriterien und zu besonderen Eindrücken zu äußern.

Selbstverständlich sollten die subjektiven Tests nicht der Beurteilung der akustischen Qualität der besuchten Säle dienen, denn dazu wäre die monofone Lautsprechereinspielung aus mehreren Gründen, (z.B. fehlende räumliche Ausdehnung der Quelle, keine Rückwirkung des Raumes auf die Darbietenden) ungeeignet gewesen. Es kam allein auf ein vergleichendes Hören an.

An den raumakustischen Tests haben sich jeweils 100 bis 150 Personen beteiligt. Zu der vorliegenden, stark verallgemeinerten Darstellung einiger Trends, abgeleitet aus den gewonnenen Ergebnissen [1], sei ergänzend auf früher meßtechnisch ermittelte raumakustische Parameter der Säle verwiesen [2], [3], [4], [5], [6], die den Teilnehmern während der subjektiven Tests bewußt nicht mitgeteilt worden waren.

2. Testvorbereitung und -durchführung

Bei der Auswahl der Räume war auf starke Unterschiede in der Raumgeometrie geachtet worden. Der Zuschauerraum der Deutschen Staatsoper Berlin hat annähernd hufeisenförmigen Grundriß, der große Konzertsaal im Schauspielhaus Berlin weist eine rechteckige Form auf, der Kongreßsaal in der Kongreßhalle am Alexanderplatz, Berlin, erhebt sich kuppelartig über einer Kreisform. Bild 1 zeigt die Frequenzverläufe der Nachhallzeit der drei Säle.

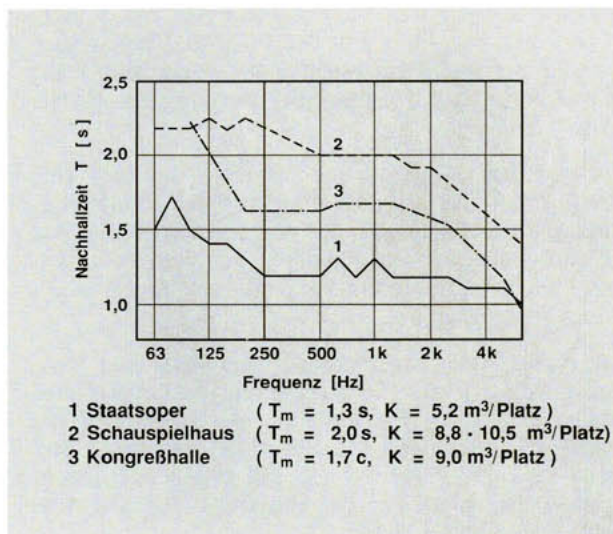


Bild 1: Frequenzverlauf der Nachhallzeit (Säle besetzt)

Die Standorte der Lautsprecherkombination befanden sich in der Deutschen Staatsoper unter dem Portal, im Schauspielhaus und in der Kongreßhalle jeweils in Podiumsmitte. Für die einzelnen Tests wurden folgende Motive gewählt:

Test 0: Einhören (ohne Bewertung)

Mozart: Ouvertüre „Figaros Hochzeit“;
Bruckner: Sinfonie Nr. 4, 1. Satz, Ausschnitt;

Test 1: Soloinstrument

Bizet: "L'Arlesienne", Suite Nr. 2, Ausschnitt;
Dauer: 3'52"; L = 86 dB (C).

Test 2: Sprache

männliche und weibliche Sprache im zweimaligen Wechsel;
Gesamtdauer: 2'; L = 83 dB (C).

Test 3: Orchestermusik

Glinka: Overtüre „Ruslau und Ludmilla“;
Dauer: 5'22"; L = 110 dB (C).

Test 4: Einspielung von 7 kurzen Schallimpulsen im Abstand von jeweils 4 s; L = 100 dB (C).

Die Spitzenpegel (1 m Abstand), die der Schallabstrahlung natürlicher Quellen entsprachen, wurden in allen drei Räumen konstant gehalten. Während der Einhörphase und zwischen den einzelnen Tests hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, die Plätze zu wechseln.

Die Teilnehmer erhielten für jeden der drei Räume ein Testprotokoll. Auf diesem konnten sie für die Musik- und Sprachsignale (Tests 1 bis 3) mittels einer 5-stufigen Skala, unter Bezug auf die Urteilsmerkmale „angemessen“ (0), „klein“ (-1), „groß“ (+1), „zu klein“ (-2) und „zu groß“ (+2), die Kriterien Lautstärke, Klarheit, Raumeindruck und Nachhalldauer bewerten. Zum Test 4 (Impulse) waren sie aufgefordert, besondere Auffälligkeiten zu vermerken. Die Teilnehmer waren gebeten, für jeden Test den jeweiligen Platzbereich, untergliedert in vorn, Mitte, hinten, dazu jeweils links, Mitte oder rechts, anzugeben.

3. Ergebnisse

Eine sehr einfache, allerdings auch besonders stark verallgemeinernde Form der Ergebnisbetrachtung kann anhand einer Zusammenstellung des Anteiles der Urteile „angemessen“ für jeden Test, jedes Kriterium und jeden der drei Räume erfolgen. In **Tabelle 1** sind diese Anteile angegeben. Ein positives Zeichen bedeutet, daß die übrigen Urteile in Richtung „groß“, ein negatives, daß sie in Richtung „klein“ tendieren.

Die geringsten Abweichungen zwischen den Mittelwerten der Urteile für die drei Säle ergeben sich für das Kriterium Lautstärke. Der geringe Anteil „angemessener“ Bewertungen bei Orchestermusik und der Trend, diese als zu laut zu empfinden, liegt an dem für monofone Wiedergabe zu hoch eingestellten Pegel.

Für beide Musiktests zeigen sich die erwarteten Trends, wonach die Klarheit in Schauspielhaus und Kongreßhalle in Richtung „klein“, Raumeindruck und Nachhalldauer in Richtung „groß“ beurteilt werden. Bei der Staatsoper ist das umgekehrt. Für den Sprachtest ergeben sich die gleichen Verhältnisse wie bei den Musiktests, jedoch in wesentlich stärkerer Ausprägung.

Zu den Ergebnissen der Tests mit Orchestermusik soll besonders vermerkt werden, daß die von der Art der verwendeten Testschallquelle (punkt förmige Abstrahlung) zur Orchestermusik vorhandenen Unterschiede so erheblich sind, daß Urteile zur Konzernutzung der Säle aus den Testergebnissen nicht abgeleitet werden dürfen. Zu den Ergebnissen des Sprachtests muß darauf hingewiesen werden, daß in den Sälen auch Sprachbeschallungsanlagen vorhanden sind, die während der Tests aber nicht genutzt wurden. Diese ermöglichen eine wesentlich bessere Sprachverständlichkeit, als die subjektiven Tests ausweisen.

Zum Test Schallimpulse haben erwartungsgemäß aufgrund der akustisch komplizierten Raumform in der Kongreßhalle etwa 30% der Teilnehmer Bemerkungen gemacht. Dis-

Tabelle 1: Prozentuale Anteile der Urteile »angemessen«

	Solo-instrument	Sprache	Orchestermusik
Lautstärke			
Staatsoper	94	99	44 +
Schauspielhaus	92	75	59 +
Kongreßhalle	85	90	65 +
Klarheit			
Staatsoper	63 +	76	43 +
Schauspielhaus	84	30 -	63 -
Kongreßhalle	65 -	30 -	40 -
Raumeindruck			
Staatsoper	51 -	96	47 -
Schauspielhaus	42 +	33 +	45 +
Kongreßhalle	70 +	35 +	60 +
Nachhalldauer			
Staatsoper	48 -	95	48 -
Schauspielhaus	43 +	7 +	45 +
Kongreßhalle	70 +	10 +	55 +

krete Schallreflexionen wurden danach im mittleren und hinteren Zuschauerbereich vorzugsweise von der Decke bemerkt.

Insgesamt hat es sich bei den subjektiven Tests gezeigt, daß trotz der mit der monofonen Schallabstrahlung verbundenen Einschränkungen Urteile abgegeben wurden, deren Tendenz mit den aus den Sälen vorliegenden Ergebnissen raumakustischer Messungen recht gut übereinstimmt. Sowohl der Einfluß markant unterschiedlicher Raumformen als auch die akustischen Eigenschaften der verschiedenen Saalbereiche (vorn, Mitte, hinten; seitlich) wurden weitgehend richtig bewertet [1].

5. Literatur

- [1] Fasold, W.; Tennhardt, H.-P.; Winkler, H.: Subjektive Tests über den Einfluß unterschiedlicher Saalformen auf die raumakustischen Kriterien von drei Zuhörersälen bei Lautsprechereinspielung. DAGA 1992, Berlin.
- [2] Reichardt, W.: Die akustischen Maßnahmen beim Wiederaufbau der Staatsoper Berlin, Unter den Linden. Bauplanung-Bautechnik, H. 11 (1956), S. 46.
- [3] Marx, B.; Tennhardt, H.-P.: Raum- und bauakustische Aspekte bei der Rekonstruktion der Deutschen Staatsoper Berlin. Bauforschung-Baupraxis, H. 287 (1985), S. 15-27.
- [4] Fasold, W.; Lehmann, U.; Tennhardt, H.-P.; Winkler, H.: Akustische Maßnahmen im Schauspielhaus Berlin. Bauforschung-Baupraxis, H. 181 (1986), S. 5-25.
- [5] Fasold, W.; Tennhardt, H.-P.; Winkler, H.: Ergänzende raumakustische Maßnahmen im Großen Konzertsaal des Schauspielhauses Berlin. Bauforschung-Baupraxis, H. 287 (1991), S. 23-27.
- [6] Reichardt, W.; Budach, P.; Winkler, H.: Raumakustische Modelluntersuchungen mit dem Impulsschalltest beim Neubau des Kongreß- und Konzertsalles im „Haus des Lehrers“ am Alexanderplatz Berlin. Acustica 20 (1968), S. 149.

*)Projektgruppe Bau- und Raumakustik, gefördert im Wissenschaftler-Integrationsprogramm durch KAI e.V. Berlin



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
 Leiter: o.Prof. Dr. Dr. h.c. Karl Gertis
 7000 Stuttgart 80, Nobelstraße 12, Tel.(0711)970-00
 8150 Holzkirchen, Postfach 1180, Tel. (08024)643-0
 O-1092 Berlin, Plauener Str. 163-165, Tel. (030)9783-3115

Herstellung und Druck:
 SDSC, Informationszentrum RAUM und BAU
 der Fraunhofer-Gesellschaft, Stuttgart
 Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des
 Fraunhofer-Instituts für Bauphysik