

# Sechs Lautsprecher im Wohnzimmer – stimmt die Akustik?

Ernst-Joachim Völker und Wolfgang Teuber  
 Institut für Akustik und Bauphysik, 61440 Oberursel, 23992 Zweihausen  
 info@iab-oberursel.de www.iab-oberursel.de

V00378

## 1. Einleitung

Bei der ersten Elektroausstellung am gerade fertiggestellten Eiffelturm gab es die Sensation, als aus der Pariser Oper eine zweikanalige, stereofone Schallübertragung erfolgte. Das Abhören geschah in einem mit Teppichen ausgekleideten Raum, der sehr bedämpft wirkte. Die Besucher mußten sich die Kopfhörer an das linke und das rechte Ohr halten /1/. Diese Bedämpfung des Abhörortes setzte sich fort in den Stummfilmtheatern, als von Edison'schen Phonographen, z.T. in mühseligem Synchronbetrieb über Trichter Musik und Sprache abgestrahlt wurden. Der Rundfunk übernahm 1923 die Erfahrungen des bedämpften Studios, um Störungen von den Mikrofonen und den Lautsprechern fernzuhalten /2/. Hallige Regieräume mit monotoner Wiedergabe über einen diffus abstrahlenden Lautsprecher bewährten sich nicht /3/. Der legendäre O85 Regieraumlautsprecher fand erstmals den Weg zu mehr direkter, gerichteter Abstrahlung, womit auch die Anregung störender Schallreflexionen unterbunden war /4/. Gleichzeitig wurde der stark bedämpfte Regieraum bevorzugt, um das kritische Abhören, zum Beispiel die Ortbarkeit, zu verbessern /5/. Mit diffusen Reflexionen durch Lautsprecher im hinteren Halbraum wurde die „trockene Wiedergabe“ vermieden, was für Pop und Kammermusik erwünscht war. Für Sprache gab es Nachteile. Kuhl hatte schon 1968, also zu Beginn der Stereophonie, einen dritten Lautsprecher vorgeschlagen, der zwischen den beiden Stereolautsprechern angeordnet wird /6/. Das waren kleine Versuche gegenüber dem Kinofilm, der bereits mit 3 vorderen Kanälen und einem Raumkanal in der Cinemascope Technik (3.1) und mit 5 vorderen Kanälen und einem Deckenkanal in der Todd AO Technik (5.1) arbeitete /7/. Die heute üblichen Bezeichnungen lassen sich auch auf diese Techniken übertragen.

## 2. Das bedämpfte Wohnzimmer

Der Abhörplatz befindet sich in etwa 3m Entfernung vom Fernsehgerät oder den beiden Stereo-Lautsprechern. Teppiche, Gardinen und Vorhänge, Sessel, Couch und Kissen schlucken den Schall.

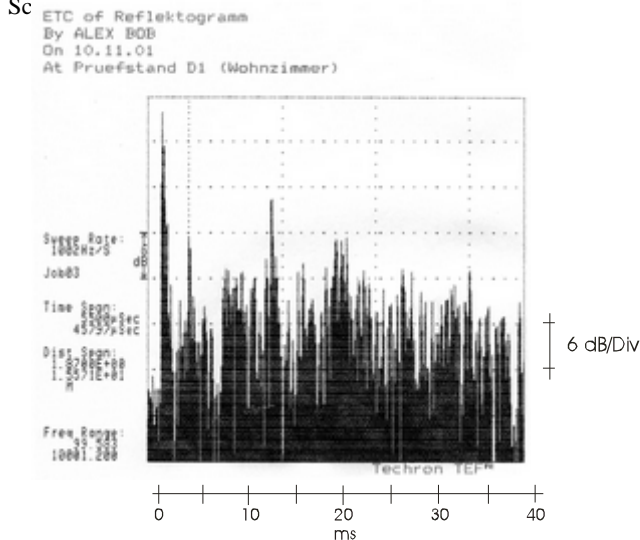


Abb.1 Impulsantwort eines Wohnzimmers  
 Volumen  $V=63\text{m}^3$ , mittlere Nachhallzeit  $T_m=0,42\text{s}$

Sie unterdrücken die Schallreflexionen, so daß nur wenige, eventuell geschwächt eintreffen, s. Abb.1. Das Abhören geschieht daher im überwiegend direkten Schallfeld /8/. Die Folge sind hoher Direktschallanteil, hohe Deutlichkeit mit überwiegendem Energieanteil in den ersten 50 ms. Erkennbarkeit und Ortung der Schallereignisse sind günstig, was aus den Abhörbedingungen im Regieraum bekannt ist /9/. Dagegen ist starke Halligkeit ungünstig. Sie ist verbunden mit längerer Nachhallzeit von z.B. 0,8s oder mehr. Aus /8/ geht hervor, daß der hallige Raum mit 0,7s als günstig für Kammermusik und Orgel beurteilt wurde. In beiden Fällen war der Raumeindruck gewünscht, der wichtiger war als die bessere Ortung oder Erkennbarkeit.

## 3. 5.1 im Wohnzimmer

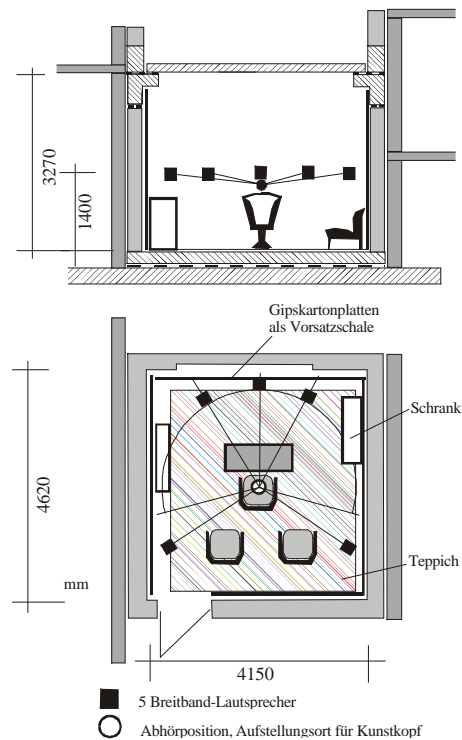


Abb. 2 Wohnzimmer mit 5 Lautsprechern bei 3/2  
 Volumen  $V=63\text{m}^3$ , mittlere Nachhallzeit  $T_m=0,53\text{s}$   
 Lautsprecher Fostex FN 1, Aufbau im Labor

Die 5 Lautsprecher müssen richtig ausgewählt sein. Ihre Aufstellung ist mehrfach beschrieben worden mit Anordnung L-R-C-LS-RS /10/11/. Der 6. Kanal in 5.1 ist ein Effektkanal als LFE=Low Frequency Extension, nur bis 120 Hz. Er ist kein Ersatz für den wichtigen Übertragungsbereich von 100 bis 400 Hz. Daher reichen auch nicht Kleinstlautsprecher, die im Regal versteckt werden können. Im obigen Beispiel wurden 5 Breitbandboxen vom

gleichen Typ FN-1 der Fa. Fostex verwendet mit Abmessungen von 24 x 27 cm, Höhe 34 cm. Bei gleichartiger Einstellung entsteht am Abhörplatz ein Surround Sound (Raumeindruck), der durch die jeweilige Aufnahme bestimmt wird. Die Schallwiedergabe im Wohnzimmer hat ihre Grenzen: Stehende Wellen (Moden) führen bei tiefen Frequenzen zu Pegelüberhöhungen und damit zu Störungen in der Nachbarwohnung. Das zukünftige Wohnzentrum muß höhere Schalldämmungen und Tieftonabsorption aufweisen /12/.

#### 4. Vergleiche mit Studio-Regieraum

Der Regieraum des IAB ist im Sinne der „gezielten Akustik“/9/ auf den Abhörbereich ausgerichtet einschließlich der Unterdrückung der störenden frühen Schallreflexionen, wie sie im Wohnzimmer nicht oder nur zum Teil vermieden werden können. Ziel ist es, in den ersten ca. 15ms nur den Direktschall vom Lautsprecher zu empfangen, jedoch nicht von Wänden oder sonstigen Gegenständen. Für die 3/2 Technik mit 5 Lautsprechern auf Ohrhöhe geht dieses bei üblichen Raumgrößen praktisch nicht mehr. Kompromisse sind nötig. Die Lautsprecher L,R und C können die zeitliche Bedingung erfüllen. LS und RS dienen ohnehin überwiegend für diffusen Raumschall. Der Unterschied wird deutlich beim Abhörtest, wenn in beiden Räumen mit gleichen Lautsprechern abgehört wird.

#### 5. Abhörtests

Die ITU Empfehlung sowie EBU R22 /13/ dienen zur Zusammenstellung der Fragen und Musik/Sprache-Beispielen. Die Zuspiegelung erfolgte über analoges Fünfspurgerät (Otari mit Raumunterdrückung) bei gleichzeitiger Aufzeichnung über Kunstkopf. Die 9 Testpersonen waren erfahrene Hörer als Toningenieure, Tontechniker, Mediengestalter, Akustiker und Musiker. Jeder Test wurde vor Beginn ausführlich besprochen. Im Grundriß mußten Ort und Richtung des Schallereignisses eingetragen werden. Es wurde nach dem Raumeindruck gefragt: Hallig, Kirche, Wohnzimmer, Konzertsaal. Besonderheiten: Undeutliche Ortung, mehrere Orte, unnatürlicher Raumeindruck, Störung oder Beeinflussung durch andere Schallquellen. Für Hörbeispiele wurden die Test DVD /14/ verwendet: **Beispiel 1:** Solotrompete und Fanfaren. **Beispiel 2:** Jazz mit 2 Sängern, Abhören an ungünstigen Orten. Bleiben die Sänger an ihrer Position? **Beispiel 3:** Sprache und Bewegung in einer Gefängniszelle. Befindet sich der Hörer in der Zelle oder außerhalb? Nach dem Test wurde der zugehörige Film gezeigt. Es bestätigte sich übereinstimmend der gleiche Raumeindruck. **Beispiel 4:** Theaterstück mit Bühne und Publikum. Bewegung der Schauspieler. Wo befindet sich der Hörer? **Beispiel 5:** Regieraum: Bei 6 Lautsprechern, 2 zusätzlich hinten, wurde die Flöte in einer Moschee mit 7:2 Entscheidungen als besser und realistischer empfunden. Die Ortung war jedoch besser bei 3.2. Diffusschallanteile von hinten waren aufdringlich. Sie schienen gerichtet. Daher mehrere Lautsprecher von Vorteil. 3.2 im Wohnzimmer entsprach weitgehend der 3.3 im Regieraum.

#### 6. Diskussion

Die Akustik des Wohnzimmers führt zu anderen Raumeindrücken und Ortungen, wenn verglichen wird mit dem Studio-Regieraum. Die Pegelunterschiede an beiden Ohren sind im halligen Wohnzimmer geringer, nur 0-2,4 dB gegenüber 3,7-7,5 dB. Es gibt einen undeutlichen Raumeindruck, Klangeindruck scheint verwaschen. Die Kirche erscheint höher und größer. Konzertsaal ist halliger. Großer, leerer Raum ist zu hallig. Instrumente scheinen weiter weg. Das Wohnzimmer wird dennoch als typisch, realistisch und als nicht störend bezeichnet. Bei Bewegung im Wohnzimmer ist der Platz in der Mitte am besten. Gestörte Ortbarkeit der 2 Sänger, die jeder aus einem Lautsprecher ertönten. Musikinstrumente sind nicht ortsfest. Klavier aus verschiedenen Richtungen. Die Gefängniszelle schien in einem größeren Raum zu spielen. Der bedämpfte Regieraum ergab einen kleinen und

erwarteten Raumeindruck. Im Wohnzimmer erschien die Stimme in größerer Entfernung. Dennoch erschien der Sprecher in beiden Abhörräumen an der gleichen Stelle. Die kreisende Stimme empfanden 3 von 9 Testpersonen als sprunghaft. Die Übergänge scheinen im Wohnzimmer gleitender (verwaschener) als im Regieraum. Mit 8:1 befanden sich die Zuhörer in der Zelle vor dem Sprecher. Im Theater waren die Bewegungen auf der Bühne gut erkennbar (8:1). Gute Tiefenstaffelung, aber Eindruck eines Theater mit kleiner Bühne. Für eigenen Sitzplatz im Theater sagten 5 an der Vorderkante der Bühne, 3 im Publikum. Genauere Ortung im Regieraum.

#### 7. Ergebnisse

Bei Untersuchungen in /5/ war bereits 1982 festgestellt worden, daß der hallige Regieraum für Pop und Kammermusik Vorteile bietet. Es verwundert daher nicht, daß Halligkeit als Fülle von frühen Reflexionen durch Diffusität oder Diffusoren geschaffen werden konnte. Die damaligen Untersuchungen erfolgten mit 36 Lautsprecherboxen in der hinteren Raumhälfte. Die Vergleiche zeigten, daß diese diffuse Raumabbildung hinten von 4:2 Tonmeistern bevorzugt wurde. Tontechniker votierten 14:9. Heute ist die 3/2 Wiedergabe mit 2 oder mehreren rückwärtigen Lautsprechern üblich und wird auch für Wohnungen vorgeschlagen. Die genannte Akustik des Wohnzimmers behält dennoch ihre Nachteile. Der Raum wirkt größer. Die Ortung ist eingeschränkt. Die Bewegungen sind undeutlich und verschmiert. Musikinstrumente erscheinen entfernter. Es gibt Lautstärkeüberhöhungen. Tieffrequente Raummoden werden durch 6. Kanal oder Subwoofer angeregt. Störung der Nachbarschaft ist unvermeidlich.

Dennoch werden diese akustischen Raumeigenschaften angenommen und als ausreichend bezeichnet. Der stark bedämpfte Regieraum behält seine Bedeutung für Kontrolle und Abmischung, bei der die Qualität geprüft werden muß. Ähnliches gilt für den Dirigenten, der in der Nähe des Orchesters „alles mitbekommt“, während der Zuhörer im Parkett den großen Klang und Raumeindruck erlebt.

An der Herrichtung beider Räume sowie an den Versuchen hat Alexander Bob mitgewirkt, der die Ergebnisse in seiner Diplomarbeit zusammengestellt hat /15/. Die Autoren bedanken sich bei ihm und bei den Mitarbeitern des IAB für die Mitwirkung.

#### Literatur

- /1/ Hertz, B.F.: 100 years with stereo - the beginning, 68th AES Convention in Hamburg (1981) preprint
- /2/ Völker, E.-J.: Acoustics and recording technique of the first broadcasting studios in Germany, 94th AES Convention in Berlin (1993) preprint 3521
- /3/ Harz, H., Kösters, H.: Der neue Kugellautsprecher für Regieräume, Technische Hausmitteilungen des NWDR 3 (1951) S. 205-208
- /4/ Kuhl, W.: Die Verbesserung von Präsenz und Natürlichkeit bei Lautsprechern mit räumlichem Klangbild, 100 Jahre Elektroakustik, Frequenz 16 (1962)
- /5/ Völker, E.J.: Regieräume für Musikwiedergabe, Rundfunktechnische Mitteilungen 26 Nr. 3(1982) 112-120
- /6/ Kuhl, W.: Über eine Lautsprecheranordnung zur Wiedergabe stereofoner Schallaufnahmen, Rundfunktechnische Mitteilungen 3 (1959) S170-171
- /7/ Carter, G., Spat, T.: Fernseh- und Videoproduktion mit Dolby SR, Fernseh- und Kinotechnik 45 Heft 5 (1991)
- /8/ Völker, E.J.: Listening conditions in an almost direct sound field, 59th AES Convention in Hamburg (1978) preprint 1314
- /9/ Völker, E.J.: Zur Bedeutung der ersten 15ms bei der Beurteilung von Schallaufnahmen im Regieraum, Dissertation an der Technischen Universität Berlin, D83 (1996)
- /10/ Multichannel surround sound systems and operations, Technical Document AES TD 1001.0.01-05, published by AS Technical Council(2001)
- /11/ ITU-R BS.775-1, Multichannel stereophonic sound system with and without accompanying pictures. Rec. of ITU (1992, 1994)
- /12/ Langlotz, T., Völker, E.J.: Zur Akustik und Bauphysik des zukünftigen Wohnzentrums - Ende des traditionellen Wohnungsbaues? DAGA 2001 in Hamburg, Fortschritte der Akustik, DEGA (2001)

- /13/ EBU R22, Listening conditions for the assessment of sound programme material, Rec., European Broadcasting Corporation (2000)
- /14/ Multichannel Universe: Surround Sound Forum Edition (2000)
- /15/ Bob, A.: Zum Schallfeld bei Surround-Sound Wiedergabe, Diplomarbeit FH Frankfurt am Main (2001)