

radio fernsehen elektronik

11
1987

Entwicklung sowjetischer Speicher-IS

*Integrierte Floppy-Disk-Controller-Schaltungen U 8272 D 08
und U 8272 D 04*

Spracherkenner-Zusatzmodul für U-880-Mikrorechner

VEB VERLAG TECHNIK

BERLIN

ISSN 0033-7900

36. JAHRGANG

EVP 3,80 MARK



DELTA STEREOPHONY SYSTEM

Das Delta-Stereofonie-System

Teil 2 und Schluß

Dipl.-Ing. GERHARD STEINKE, Dipl.-Ing. PETER FELS, Dipl.-Ing. WOLFGANG HOEG und Dr.-Ing. WOLFGANG AHNERT

Mitteilung aus dem Rundfunk- und Fernsehtechnischen Zentralamt der Deutschen Post und dem Institut für Kulturbauten

4. Neuere Anwendungen des Delta-Stereofonie-Systems

Über den Einsatz des DSS, ausgehend von dem Erstanwendungsfall im Palast der Republik, Berlin [1] [2] [3], war bereits an anderer Stelle berichtet worden, z. B. über den Palast der Kultur in Prag [3] [13], später auch über die Seebühne Bregenz (Österreich) und den Friedrichstadtpalast Berlin [3] [14] [17].

Bei der folgenden Beschreibung von neuerlich realisierten Lösungen wird vor allem auf Besonderheiten der Anwendung eingegangen.

4.1. Rekonstruktion der Beschallungsanlagen im Palast der Republik, Berlin

In der nun zehnjährigen erfolgreichen Be-

triebszeit mit dem DSS im Palast der Republik wurden die umfangreichsten Erfahrungen mit dem System, seinen Möglichkeiten und Grenzen gewonnen, so daß eine große Anzahl von Verbesserungsschritten eingeführt werden konnte und eine neue Qualität des Systems erreicht wurde [1] [3] [4] [5] [6] [8].

Davon ausgehend wurden in den Jahren 1985 und 1986 neue, leistungsstarke Schallstrahler installiert, um sowohl die Zahl der bisher eingesetzten Strahler im Deckenbereich drastisch zu reduzieren als auch die Beschallungsqualität zu verbessern und gleichzeitig einen hohen Schalldruckpegel (maximal 106 dB) im Saal zu erreichen.

Die in [3] gezeigten Schallzeilen für die

Erweiterte Zusammenfassung einzelner Vorträge der Verfasser anlässlich des Symposiums „Beschallungstechnik“ am 3. und 4. Oktober 1986 in Berlin und der 22. Convention der Audio Engineering Society im März 1987 in London

Hauptschallversorgung wurden durch kompaktere, aktive Lautsprecherboxen ersetzt. Die Balance der Tiefenwiedergabe, die – physikalisch begründet – bei der Kleinheit dieser Strahlergruppen im Verhältnis zur Höhenwiedergabe etwas geringer ist, wird durch Verwendung von speziellen Tieftonstrahlern in der Decke ausgeglichen.

Wie durch Coverage-Computerberechnungen und Messungen bzw. Tests nachgewiesen wurde, hat sich die akustische Versorgung der Zuhörfläche trotz der Verringerung der Anzahl der Strahler qualitativ verbessert, obwohl die Positionen der neu eingesetzten Strahlergruppen durch die bisherigen Standorte der Befestigung und Teleskopaufhängung vorgegeben waren. Die bisher aufge-

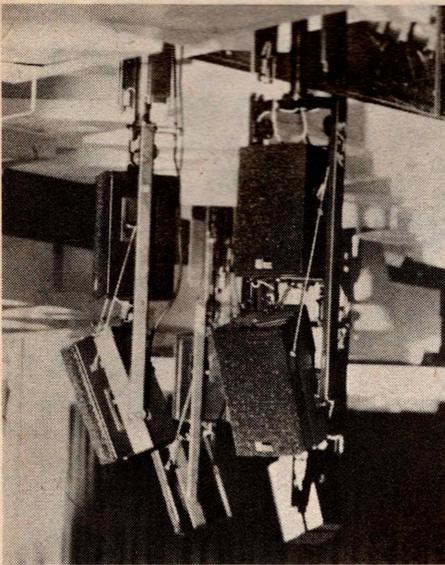


Bild 13: Detail der Aufhängung von Strahlergruppen
Foto: Gueffroy

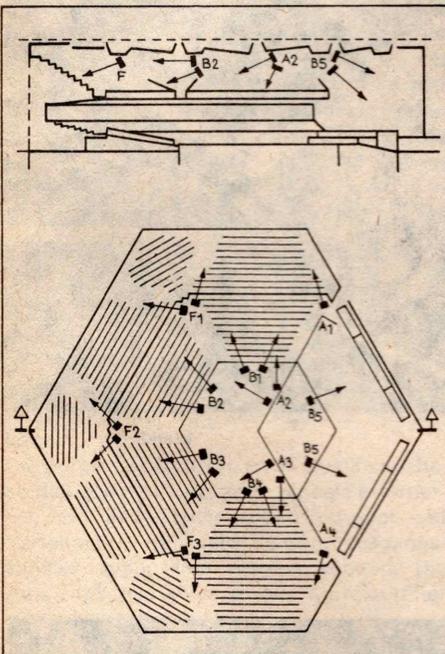


Bild 14: Grundriß und Schnitt für eine Variante des Großen Saales im Palast der Republik. Anordnung der Lautsprechergruppen A, B, F

tretenen Vignettierungen und Einflüsse der früheren – fast 4 m langen – Schallzeilen auf die Beleuchtungstechnik wurden damit auf ein verträgliches Minimum reduziert. Insgesamt wurde ein optisch ansprechenderes Bild der Saaltechnik erreicht, s. Bilder 12 (Teil 1) und 13.

Für die Hauptvariante ist im Bild 14 die Anordnung der Lautsprechergruppen A bis F angegeben.

Die zu erwartenden Einschränkungen für die Strahlerpositionen durch die in bewegliche Plafonds aufgeteilte Decke und die dadurch gegebenen Lücken sind geringfügig und überhaupt nur durch vergleichende Messungen in den verschiedenen Hörzonen im Parkett und im Rang bzw. durch Umhergehen zwischen den Gestühlreihen feststellbar (die Welligkeit der Schallpegelverteilung liegt innerhalb von 3 dB). An den für den einzelnen Besucher fixen Plätzen sind sie nicht wahrnehmbar.

Diese Schwankungen liegen somit in einem sinnvollen „Behaglichkeitsbereich“, so daß

auch ein weiteres Ziel, nämlich mit der jeweils geringstmöglichen Lautstärke der Beschallung auszukommen, erreicht wurde.

Der Beschallungskomfort wurde durch die sorgfältig getrennte Behandlung (Mischung, Pegelung, Klangfarbenverzerrung, Laufzeitbehandlung usw.) der einzelnen Teilbeschallungssysteme verbessert, die Präzision der Richtungs- und Entfernungslokalisation erhöht. Dabei wurde immer auf die sich häufig ändernden Konfigurationen des Saales je nach Genre (Amphitheater- oder Diagonalvariante usw.) durch entsprechende Schalteinrichtungen Rücksicht genommen, um den Bedienungsaufwand so gering wie möglich zu halten. Für jeden aktuellen Anlaß sind Rechenprogramme verfügbar, um die Strahler für das Bezugsschallfeld (im Aktionsbereich) laufzeitrichtig einzubeziehen.

Besonders bemerkenswert bei dieser Änderung ist jedoch die Tatsache, daß die Konzeptions-

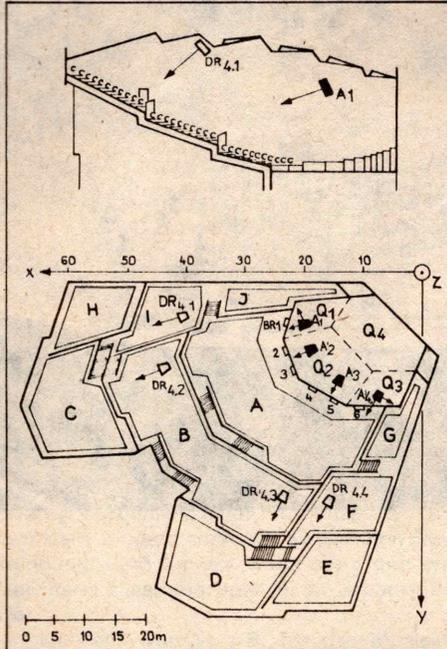


Bild 15: Grundriß und Schnitt der Philharmonie, Kulturzentrum am Gasteig, München, BRD
Q₁ bis Q₄ = Quellgebiete, BR₁ bis BR₆ = Bühnenrandstrahler, A₁ bis A₄ = Hauptstrahler, DR_{4,1} bis DR_{4,4} = Deckenstrahler

tion für die umfassende Rekonstruktion vom Nutzer initiiert und in sehr enger Zusammenarbeit gemeinsam zwischen den Systementwicklern, dem Nutzer und anderen Kooperationspartnern entwickelt und in nur wenigen Monaten realisiert wurde.

Die Ursache liegt dabei u. E. auch darin, daß die meisten Toningenieure und Tonregisseure im Palast der Republik das DSS in seinen vielfältigen Anwendungsformen ausgezeichnet beherrschen. Damit stellt der PdR ein nach wie vor aktuelles, autorisiertes Referenzobjekt für das DSS dar.

4.2. Anwendung des DSS in der Philharmonie, München, BRD

An das Kulturzentrum am Gasteig München, BRD, wurde im Rahmen der Realisierung der tontechnischen Anlagen (ausführender Betrieb: ANT-Nachrichtentechnik, BRD [15]) auch die Lizenz zur Anwendung des DSS vergeben. Für den großen Saal, die Philharmonie (Bild 15), wurden Voraussetzungen zu seinem Einsatz geschaffen. Bei einem Rauminhalt von etwa 28000 m³ mit 2400 Plätzen weist sie, auf Grund des vorrangigen Ver-

wendungszweckes als Konzertsaal, eine Nachhallzeit von etwa 2,3 s (125...4000 Hz) auf.

Auf Grund der großen Dimension (60 m vom Podium bis zur letzten Reihe, s. Bild 16) ist dennoch für viele Anwendungsfälle außerhalb des reinen Konzertsaalbetriebes eine elektroakustische Unterstützung unentbehrlich; der Nutzer entschied sich für eine richtungs- und entfernungsgetreue Beschallung, wie sie das DSS bietet.

Neben einer Schallstrahleranordnung für reine Sprachunterstützung, auf die hier nicht eingegangen werden soll, wird für Musikbeschallung eine Anordnung entsprechend Bild 4 für Quellgebiete und Strahlergruppen genutzt. Die Hauptversorgung übernehmen vier ausfahrbare Deckenampeln (A₁ bis A₄), ergänzt durch vier Lautsprechergruppen im vierten Deckenring (DR_{4,1} bis DR_{4,4}) für das Mittel- und Hochparkett. Für die Bühnenrandstrahler (BR₁ bis BR₆) wurden mobile Systeme verwendet.

Als Simulationsstrahler werden in der noch laufenden Erprobungsphase unterschiedliche Lösungen getestet, u. a. eine spezielle Konstruktion, die einen horizontalen Abstrahlwinkel von 120° erlaubt.

Eine andere Kombination aus mehreren kleinen, also getrennten Kompaktsystemen kann sich zur Erfüllung der speziellen Bedingung für Quellstrahler evtl. als günstiger erweisen.

Die Signalführung erfolgt über drei Verteil- und Summiermatrizen, getrennt also für die Hauptbeschallung (Ampeln, Matrix I) und für die Versorgung des Bezugsschallfeldes (Simulations- und Bühnenrandstrahler, Matrix II) und für Zuspielmonitore (Matrix III). Ein Anstellungsbeispiel für die Matrix II war bereits im Bild 4 gezeigt worden.

Die Projektierung und Einmessung der Anlagen erfolgte mit Hilfe der erwähnten Computersimulation für Coverage und Laufzeiten. Mit Hilfe der Zweikanal-Spektrum-Analysen (TEF) erfolgten Kontrollen der Reflektogramme, Laufzeiten und Deutlichkeitsmaße [15].

Die Optimierung der Strahlergruppen durch den Nutzer ist noch nicht abgeschlossen, zumal auch durch die noch nicht fertiggestellte tontechnische Ausstattung die Betriebsabwicklung z. Z. noch erschwert ist.

4.3. Freiluftveranstaltungen mit szenischen Aufführungen

4.3.1. Seebühne Bregenz, Österreich

Das Delta-Stereophonie-System wird in diesem berühmten Freilichttheater nach Konzeption des Lizenzgebers seit 1984 mit zunehmender Vervollkommnung eingesetzt [17]. 1986 wurde die bisher umfassendste und wirkungsvollste Anwendung erreicht. Hierzu wurden von dem Cheftonmeister Fritz (Staatsoper Wien) umfangreiche anlagentechnische Voraussetzungen zur Bedientechnologie und zum rechnergesteuerten Szenenablauf selbst entwickelt und realisiert [18]. Das wurde erforderlich, um für den speziellen Fall die Vielzahl von Solisten und Aktionsgruppen, die große Zahl von drahtlosen Mikrofonen (15 bis 18) und die komplexen Bewegungsabläufe über die nach dem DSS-Prinzip vermaschte Strahleranordnung in den mehrstündigen Aufführungen ohne Pause übersichtlich handhaben zu können.

Die riesigen Dimensionen der praktisch im freien Schallfeld liegenden Bühne – 70 m Bühnenbreite, 15 m Dekorationshöhe, 50 m

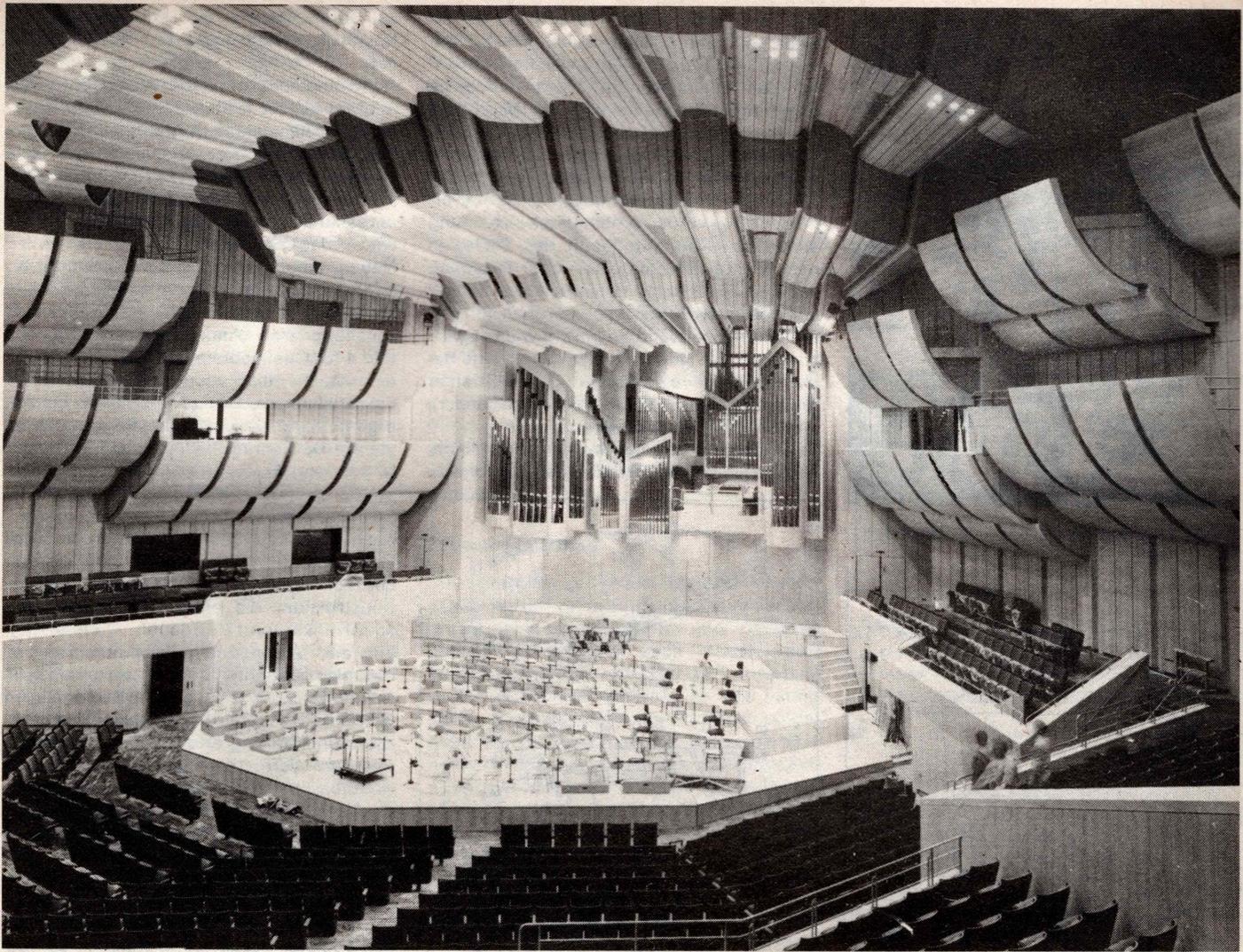


Bild 16: Philharmonie Gasteig, München, BRD

Werkfoto

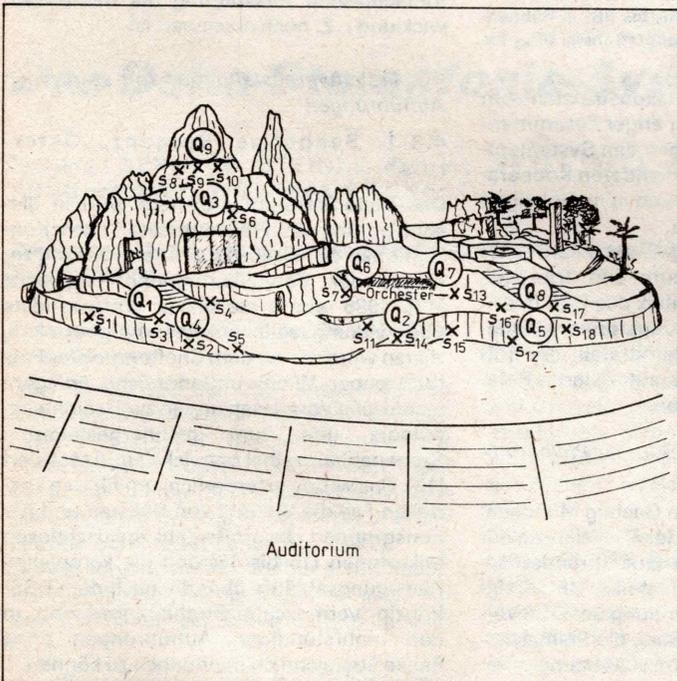


Bild 17: Schema der Seebühne Bregenz, Österreich (Skizze und Bezeichnungen nur prinzipiell)



Bild 18: Seebühne Bregenz, Festspiele 1986, Bühnenbild aus „Die Zauberflöte“

Tiefe
100 m
hoch
Die E
daß -
anste
baute
keine
einer
dern
Bühn
und 1
Alle S
bild
das F
Quell
randp
gewü
licher
zwei
Dabe
filter
reren
ohne
konn
der L
gnale
korrig
der
Scha
lung
strah
cherr
Höhe
durch
kums
optis
nicht
Insg
pen
heitl
Aktiv
konn
Die E
so d
lich s
Verte
kanä
Ausg
zur k
Rich
wer
ter o
Inkre
Das
des
Bild
Stüt
gnal
stisc
Brei
kann
rung
diffu
wen
von
mitu
und
Büh
4.3
Der
zu
Bad
Fest
Hier
ren,
teill
terz

Tiefe und Zuschauerentfernungen bis zu 100 m – erfordern ein sehr leistungsstarkes, hochqualitatives Beschallungssystem. Die Besonderheit im vorliegenden Fall ist, daß – um Sichtbehinderungen für die stark ansteigende, amphitheaterähnlich aufgebaute Zuschauertribüne zu vermeiden – keine Hauptbeschallung von oben, also aus einer Art Portal oder Decke möglich ist, sondern das Auditorium ausschließlich von der Bühne aus versorgt werden muß (s. Bilder 17 und 18).

Alle Strahler wurden deshalb in das Bühnenbild integriert und so kaschiert, daß sie für das Publikum nicht sichtbar sind. Für jeden Quell-Simulationstrahler und die Bühnenrandpositionen mußten zum Erreichen des gewünschten Schallpegels und des erforderlichen breiten Abstrahlwinkels meist jeweils zwei und mehr Strahler eingesetzt werden. Dabei trat mitunter das Problem des Kammfiltereffektes bei der Kombination von mehreren Strahlern auf engem Raum, mit oder ohne Abstand zwischen den Boxen, auf; das konnte jedoch durch differentielle Änderung der Laufzeiten zwischen den zugeführten Signalen im Millisekundenbereich subjektiv korrigiert werden. Die Konzentration des aus der unteren Bühnenebene abgestrahlten Schallpegels wurde durch geschickte Verteilung des Pegels zwischen den Simulationsstrahlern und weiteren Nahfeldlautsprechern (bis zur Höhe des Bühnenbildes in 15 m Höhe) verringert. Diese Modifikation könnte durch Stützlautsprecher oberhalb des Publikums noch verbessert werden, was aber aus optisch-gestalterischen Gründen bisher nicht realisierbar war.

Insgesamt sind etwa 22 Lautsprechergruppen installiert, wobei die Verwendung einheitlicher Strahlertypen (Drei- und Vierwege-Aktivkombinationen) durchgesetzt werden konnte.

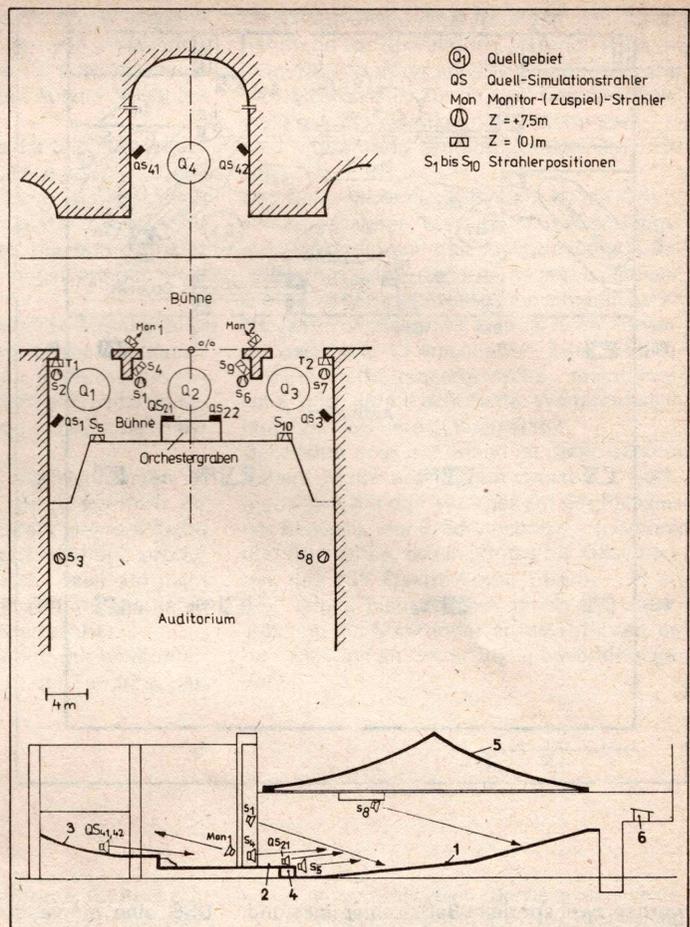
Die Bühne besitzt bis zu zwölf Quellbereiche, so daß etwa 70 verzögerte Signale erforderlich sind, die auf einer großen Summier- und Verteilmatrix wahlweise 18 Hauptausgangskanälen zugeordnet werden können. Die Ausgänge enthalten jeweils Korrekturfilter zur klanglichen Anpassung.

Richtungsgesteuerte Bewegungsabläufe werden zeit- bzw. takegerecht über Computer durch Intensitätssteuerung mit Hilfe von Inkrementalstellern realisiert.

Das Orchester ist in der Mitte des Bühnenbildes integriert, verdeckt und kaum sichtbar (s. Bild 17); es wäre ohne elektroakustische Stützung nahezu unhörbar. Die Mikrofonsignale des Orchesters werden daher akustisch laufzeitgerecht über die gesamte Breite des Bühnenrandes verteilt. Hierfür kann es künftig angebracht sein, die Erfahrungen der im Abschnitt 4.3.4. erläuterten diffusambienten Klangstrukturen mit anzuwenden, da eine zu realistische Abbildung von einzelnen Instrumenten oder -gruppen mitunter störend empfunden werden kann und sich zu stark von der Handlung auf der Bühne absetzt.

4.3.2. Festspielstätte Bad Hersfeld
Der Einsatz des Delta-Stereofonie-Systems zu Theateraufführungen in der Stiftsruine Bad Hersfeld anlässlich der Bad Hersfelder Festspiele 1985 war besonders erfolgreich. Hierzu haben inzwischen auch andere Autoren, die unabhängig von RFZ und IKB die vorteilhaften Möglichkeiten des DSS für Theaterzwecke untersucht haben, Messungen

Bild 19: Grundriß und Schnitt von Bühne und Auditorium der Bad Hersfelder Festspielstätte
1 Auditorium, 2 Bühnenvorderrande, 3 Hinterbühne, 4 Orchestergraben, 5 bewegliches Zeltdach, 6 Regieraum



durchgeführt und berichtet [16]. Die komplizierte und weitläufige Bühnenanordnung (s. Bild 19) konnte dabei nur durch das DSS bewältigt werden, nicht nur zum Nutzen der Zuschauer, sondern auch zur „akustischen Einbindung“ und für das verbesserte und erleichterte Zusammenspiel für die Schauspieler.

In Hersfeld wurden z.B. für das Musical „Anatevka“ bis zu sechs bewegte Schallquellen (Solisten) auf der etwa 30 m breiten und mehr als 40 m tiefen Spielfläche abgebildet (s. Bild 20). Der bei Regen durch ein Zeltdach abgedeckte Zuschauerraum (28 m x 45 m Fläche) hat etwa ein Volumen von 10 000 m³.

Eingesetzt wurden für die Hauptbeschallung vier Strahlergruppen (S₁, S₂, S₄, S₇) in 7,5 m Höhe über der Bühne und zwei an der Seite des Auditoriums im ersten Drittel (S₃, S₈). Als Simulationsstrahler dienen sowohl QS₁, QS₃ als auch die Kombination aus QS₂₁ und QS₂₂ mit S₄ und S₉, im hinteren Bühnenbereich (Quellgebiet IV) die Strahler Q₄₁ und Q₄₂. Die Inszenierung ließ keine Simulationsstrahler in der Bühnenmitte zu. Das notwendige Bezugs-Schallfeld wurde realisiert, indem alle Nahfeldstrahler laufzeitgerecht versorgt wurden. Für den Bühnenrand wurden vier kleinere Strahler eingesetzt (S₅, S₁₀, QS₂₁, QS₂₂). Für den Tiefenbereich 40...180 Hz

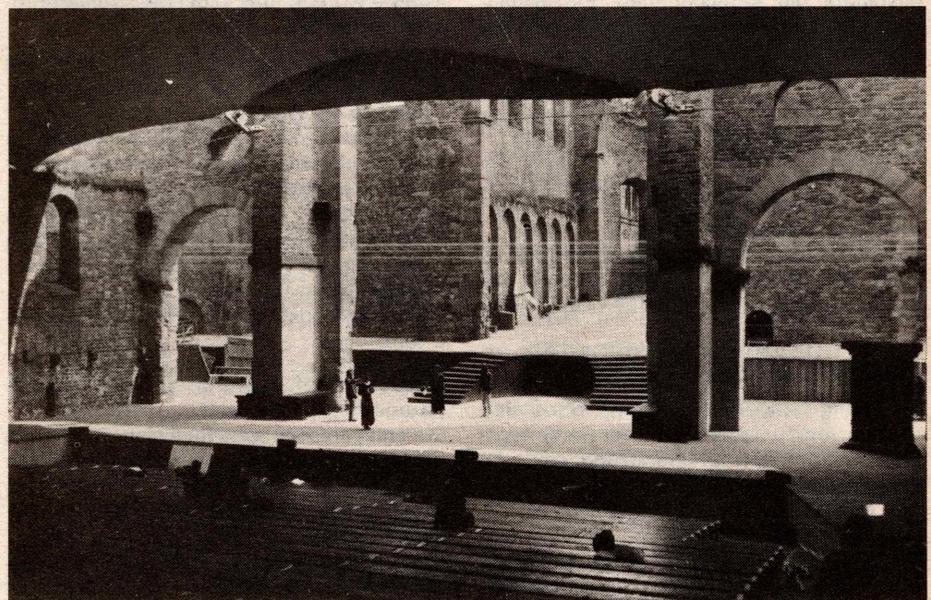


Bild 20: Festspielstätte Bad Hersfeld (Stiftsruine)

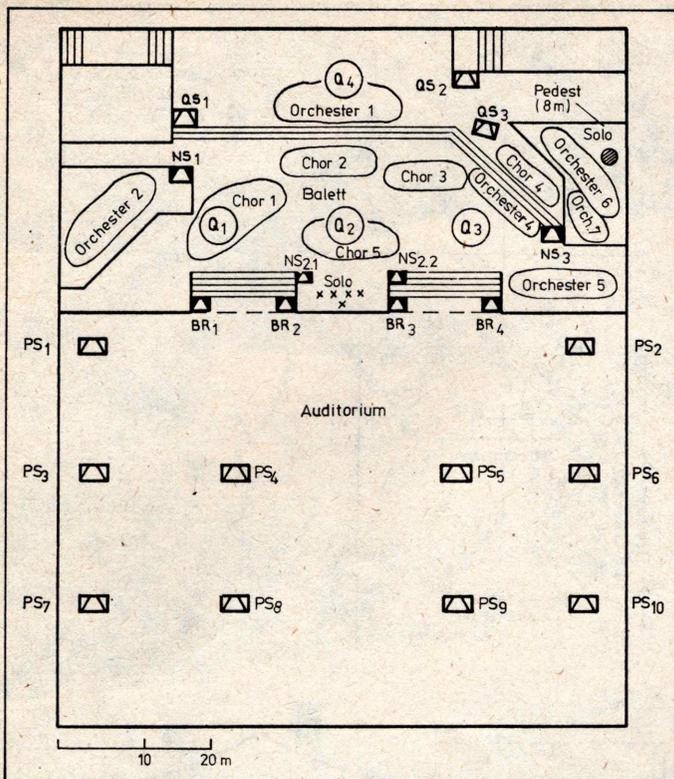


Bild 21: Bühne und Auditorium der Veranstaltungen anlässlich der 21. Arbeiterfestspiele in Magdeburg, Juni 1986
Q Quell-Simulationsstrahler
BR Bühnenrandstrahler
PS Strahler für Auditorium

wurden zwei spezielle Baßstrahler links und rechts der Bühne (T_1, T_2) verwendet. Alle Strahler wurden in Abstimmung mit dem Regisseur nicht kaschiert.

Mit Hilfe einer transportablen Summier- und Verteilmatrix, die vom Lizenzgeber in der Regiekabine installiert wurde, konnte die Systemlösung während der Probezeit aufgebaut werden. Mit Hilfe der Coverage-Computer-Simulation (IKB) waren vorher die Lautsprecherstandorte und die Verzögerungszeiten ermittelt worden. Sie wurden im Verlaufe der Einmessung und der Proben optimiert. Für die meisten Plätze wurde die Einhaltung des für die Lokalisation erforderlichen Pegelabstandes mit Sicherheit erreicht. Die gemessene Gleichmäßigkeit der Schallpegelverteilung (Abweichungen maximal 3 dB) bestätigte die Berechnungen. Ein Schallpegelabfall um maximal 4 dB im hinteren Bereich des Auditoriums entsprach der Hörerwartung.

Die Bewegung der Schallquellen wurde seinerzeit noch mit Intensitätssteuerung durch Panoramasteller bzw. Überblendung im Tonmischpult vorgenommen; künftig kann dafür der DSS-Kompakt-Prozessor DSP 610 (s. Abschnitt 3.2.) eingesetzt werden.

Es ist hervorzuheben, daß diese variable Lösung nach kurzer Einarbeitung während der gesamten Spielzeit sicher beherrscht wurde.

4.3.3. Öffentliche Veranstaltungen (Fernsehen, Rundfunk usw.)

Nach eingehender Vorbereitung führte eine Gruppe von Toningenieurern der Studiotechnik Rundfunk mit Unterstützung des RFZ erstmalig eine große Freiluftveranstaltung mit dem Delta-Stereofonie-System durch. Die Veranstaltung – die 21. Arbeiterfestspiele, Magdeburg, Juni 1986 – wurde insbesondere wegen der großen Dimensionen der Bühne als besonders geeignet angesehen. Wie sich zeigte, konnte tatsächlich mit dem

DSS eine einwandfreie Beherrschung der geometrischen Dimensionen und der sonst problematischen akustischen Laufzeiten nachgewiesen werden.

Die Bühne von 63 m \times 32 m nahm etwa 1/3 des Magdeburger Domplatzes ein. Im verbliebenen Rezeptionsbereich von etwa 65 m \times 50 m wurden als Hauptbeschallungssystem drei Reihen Schallstrahler (PS₁ bis PS₁₀, wetterfeste Tonsäulen 229, RFZ – PGH Elektrotechnik Meißen) in etwa 3,5 m Höhe, um 25° geneigt, auf Ständern vor bzw. im Auditorium angeordnet.

Die Bühne wurde entsprechend Bild 21 in vier Quellgebiete eingeteilt. Mit Rücksicht auf die Vielzahl der Akteure – Orchester, Chöre, musikalische Formationen verschiedener Größen und Genres und zahlreiche Solisten – wurden hier folgende Strahlergruppen vorgesehen:

- drei Quell-Simulationsstrahler (QS₁ bis QS₃) im hinteren Teil der Bühne (Tonsäulen Typ Z229)
- Nahfeldstrahler NS₁ bis NS₃ im vorderen Bühnenbereich als Äquivalentlösung für nicht aufstellbare Simulationsstrahler in Mittenzonen: NS₁, NS_{2.1}, NS_{2.2}, NS₃ (davon aus Sichtgünden NS_{2.1} und NS_{2.2} in Form kleinerer niedrigerer Kompaktboxen, sonst im allgemeinen Tonsäulen)
- Bühnenrandstrahler BR₁ bis BR₄ (Tonsäulen).

Mit diesem Aufbau wurde ein ausreichendes Bezugsschallfeld erzeugt.

Die anlagentechnische Realisierung erfolgte unter Verwendung einer transportablen Summier- und Verteilmatrix des RFZ, die in einem der Übertragungswagen untergebracht worden war.

Durch Berechnung der erzielbaren Reflektogramme wurden die notwendigen Verzögerungszeiten ermittelt und in den anschließenden subjektiven Tests optimiert. Dabei

wurde aus Gründen der Bedeutung der Veranstaltung dem bühnen nahen Rezeptionsbereich der Vorzug hinsichtlich Durchsichtigkeit, Lokalisation und optimaler Schallpegelverteilung gegeben. Damit konnte auch der Aufwand in einem akzeptablen Rahmen gehalten werden.

Als Programmsignale (für die Playback-Einspielungen) wurden Zweikanal-Stereoaufzeichnungen verwendet, da diese Quellsignale gleichzeitig für die Rundfunk- und Fernsehübertragungen genutzt wurden.

Das führt im Gegensatz zu reinen Mehrspuraufzeichnungen (d. h. Solisten, Begleitung, Instrumentalgruppen auf separaten Spuren) zwangsläufig zu Kompromissen, die durch spezielle Vorproduktionen für den Einsatz im DSS vermieden werden können.

Die abschließende Einschätzung war überaus positiv, so daß diese Realisierung als Maßstab für künftig vorgesehene Veranstaltungen ähnlicher Art angesehen werden kann.

Insbesondere bei sehr leisen Rezitationsstellen oder Gesangbeiträgen wurde die hohe Verständlichkeit und Klarheit als besonders beeindruckend gewürdigt.

Im erfolgreichen Ergebnis dieser und anderer Veranstaltungen war für 1987 eine größere Anzahl von Fernsehveranstaltungen in Stadthallen oder Freilichtstätten mit dem Delta-Stereofonie-System vorgesehen.

4.3.4. Freiluftbeschallung mit Musikprogrammen („Klangwolken“)

In zunehmendem Maße sind Freiluft-Massenveranstaltungen auf relativ ausgedehnten Territorien in hoher Qualität mit Musikprogrammen zu versorgen, wobei meist folgende typische Randbedingungen gegeben sind:

- Abmessungen der zu versorgenden Fläche von jeweils $n \times 100$ m
- Zuhörerzahlen von Zehn- bis Hunderttausend oder mehr
- Aufteilung der zu versorgenden Fläche ggf. in mehrere Teilbereiche unterschiedlicher Wertigkeit bez. der Qualität der Versorgung
- Fernversorgung peripherer Bereiche
- Abstände der Schallstrahler von 25...100 m (aus materialökonomischen Gründen)
- unterschiedliche musikalische Genres der Quellsignale in Form von Zwei- bis Fünkanalaufzeichnungen oder als Mehrkanal-Liveübertragung
- anzustrebende Qualitätsziele (in der Reihenfolge ihrer Priorität)
 - gleichmäßige Flächenversorgung mit allen Quellsignalen
 - ausreichende Sprachverständlichkeit einschl. weitgehender Echofreiheit und Synchronität
 - ausreichende Lokalisation realer oder fiktiver Klangschwerpunkte, ggf. Abbildung von Bewegungseffekten
 - ambiante akustische Umhüllung.

Der letztgenannte Aspekt hat eine vorrangige Bedeutung bei den sog. Klangwolken-Projekten, bei denen in letzter Zeit mit großem Erfolg das DSS in einer speziellen Modifikation eingesetzt wurde. Dazu wurden gemeinsam mit Walter Haupt als künstlerischem Leiter und Initiator und Jürgen Dudda als Verantwortlichem für die beschallungstechnische Realisierung entsprechende Konzeptionen erarbeitet:

- „Klangwolke Sarajewo“ in einem Areal von etwa 100 m × 150 m mit sechs Strahlerstationen und einer Zuhörerbetreuung von etwa 10000 Personen (Programm: Beethoven, IX. Sinfonie, und ein Pop-Musikprogramm mit synchroner Laser- und Feuerwerksshow).
- „Klangwolke Köln“ auf einem Territorium von etwa 600 m Ausdehnung zu beiden Seiten des Rheins mit einem Einsatz von 18 Hochleistungs-Schallstrahlerstationen und einer Publikumsbeteiligung von etwa 200000 Personen (Playback-Programm mit synchroner Laser- und Feuerwerksshow).
- „Klangwolke Linz“ auf einem Territorium von etwa 300 m × 100 m längs der Donau mit sechs Strahlerstationen und mit einer Fünfkanal-Liveübertragung der I. Sinfonie von G. Mahler aus dem Bruckner-Haus für etwa 30000 Zuhörer.

Bei allen genannten Projekten wurde der Nachweis erbracht, daß das DSS auch bei schwierigen geometrischen Anordnungen den bisher bekannten Beschallungslösungen deutlich überlegen ist und daß es die eingangs genannten Forderungen wesentlich besser erfüllen kann, wobei gleichzeitig neue künstlerisch-akustische Wirkungen erzielt werden können.

Hinsichtlich der systemtechnischen Realisierung ist festzustellen, daß die grundsätzliche Schaltungsanordnung des DSS auch in diesen Fällen erhalten bleibt:

- Vormischung der Quellen auf einem mehrkanaligen Tonmischpult zu quellbereichsbezogenen Teilsummensignalen und Richtungsnachführung bewegter Quellen durch Laufzeitsteuerung
- Verzögerung der Teilsummensignale mit einer Anzahl von Verzögerungseinrichtungen entsprechend der Anzahl der abzubildenden Klangscherpunkte
- systemgerechte Verknüpfung der (unterschiedlich) verzögerten Signalanteile in einer Misch- und Verteilmatrix entsprechend den aus der geometrischen Anordnung resultierenden Erfordernissen
- Abstrahlung über eine dezentralisierte Schallstrahleranordnung, die nach dem Gesichtspunkt einer optimalen Schallversorgung des gesamten Rezeptionsbereiches dimensioniert und angeordnet ist.

Besondere Probleme ergeben sich meist durch die aus akustischer Sicht überdimensionalen Abmessungen und Schallstrahlerabstände, die ohne besondere Vorkehrungen unweigerlich zu Echostörungen führen würden.

Diese Gefahr wird durch das zeitliche Aufsplittern der Signale nach den Prinzipien des DSS bereits gemindert; falls sich trotzdem noch störende Zeitlücken im Reflektogramm kritischer Hörerplätze ergeben, muß eine Auffüllung durch zusätzliche, künstliche Reflexionen vorgenommen werden.

Da hierfür im allgemeinen nur ein aus allen Quellsignalen zusammengesetztes Signal in Frage kommt, muß durch spezielle Maßnahmen eine Verringerung des Korrelationsgrades zu den vorangegangenen Schallsignalen erreicht werden, um eine störende Klangfarbenverzerrung durch den sog. Kammfiltereffekt (Auslöschungen äquidistanter Frequenzen) zu vermeiden oder zumindest zu verringern.

Möglichkeiten hierfür bestehen entweder in der Pegelabsenkung nachfolgender Refle-

xionen oder der Herabsetzung des Korrelationsgrades durch Einfügen von phasendrehenden Gliedern (Allpässen) oder aber auch durch Verhallen mit einer kurzen Nachhallzeit.

Eine derartige Synthese der Schallfeldstruktur, die im allg. nur bei Anwendung rechen- technischer Mittel überschaubar bleibt, stellt eine Simulation komplexer ambienter Schallfeldstrukturen dar, die beim Einsatz konventioneller Beschallungslösungen nicht realisierbar wäre.

Als Quellsignale bieten echte Mehrkanalsignale – also Vier-, Sechs- oder Achtkanal- technik – die günstigsten Voraussetzungen für eine problemlose Schallfeldsynthese, sowohl bei Liveübertragung als auch bei Playback-Aufzeichnung.

Die Verwendung von Aufzeichnungen in Zweikanal-Stereophonie, die gewöhnlich für die Bedingungen der Wohnraumwiedergabe und nicht für Großraumbeschallung produziert wurden, erweist sich meist als nicht zweckmäßig, ist aber mit den angedeuteten Hilfsmitteln ebenfalls beherrschbar.

Die erfolgreiche Abwicklung der erwähnten Veranstaltungen führte zu der Tendenz, daß

für Klangwolken-Inszenierungen das DSS zunehmend zur Anwendung kommen wird. Im Juni 1987 wurden anlässlich internationaler Musikfestivals in Zürich und Konstanz zwei weitere Klangwolken-Veranstaltungen in noch größerem Umfang erfolgreich realisiert.

Das Delta-Stereophonie-System ist auf Grund seiner gezeigten vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten aus der hochqualitativen Beschallungsszene nicht mehr wegzudenken. Die Anforderungen der unterschiedlichsten Nutzer ermöglichen es, ständig neue Anwendungsgebiete zu erschließen. Eine kontinuierliche verfahrenstechnische, technologische und gerätetechnische Weiterentwicklung des DSS wird gewährleistet.

Der bisher erreichte Stand ist dabei auch in hohem Maße auf die konstruktive Zusammenarbeit mit den Mitarbeitern des Palastes der Republik, der Studiotekniken Rundfunk und Fernsehen, des Institutes für Kulturbauten, des VEB Elektro-Consult Berlin und im RFZ selbst, insbesondere durch die Unterstützung der Miterfinder, zurückzuführen. Ihnen allen sei an dieser Stelle besonders gedankt.

Literatur

- [1] Hoeg, W.; Steffen, F.; Steinke, G.; Reichardt, W.; Ahnert, W.: Ein Schallübertragungssystem zur richtungs- und entfernungsgetreuen Beschallung großer Auditorien. Vortrag zur 6. Akustischen Konferenz, Budapest, April 1976; Technische Mitteilungen des RFZ, Berlin 20 (1976), 2, S. 25–27
- [2] Steinke, G.: Sound Delay System for a large 5000-seat Multipurpose Hall. Vortrag zur 65. AES-Convention, London, Februar 1980 (Preprint 1599)
- [3] Steinke, G.: Delta Stereophony – A Sound System with true direction and distance perception for large Multipurpose Halls. Journal of the Audio Engineering Society, New York 31 (1983) 7/8, S. 500–511
- [4] Steinke, G.; Steffen, F.; Hoeg, W.: Technologische Anforderungen an Beschallungssysteme für große Mehrzweckräume. Technische Mitteilungen des RFZ, Berlin 21 (1977) 2, S. 32–36
- [5] Hoeg, W.; Steffen, F.; Steinke, G.; Ahnert, W.; Reichardt, W.: Anordnung für die Beschallung großer Räume oder einer Freifläche (Richtungsgetreue elektroakustische Schallübertragung). DDR-WP 120341, 123418; Österr. Patent 345363; BRD-Patent 2605056, Urheberrechte in UdSSR und ČSSR
- [6] Steinke, G.; Fels, P.; Hoeg, W.; Lorenz, W.; Steffen, F.; Ahnert, W.; Reichardt, W.: New Developments with the Delta Stereophony System. Vortrag zur 77. AES-Convention, März 1985, Hamburg (Preprint 2187). Überarbeitete Fassung: Neue Entwicklungen beim Delta-Stereophonie-System zur Beschallung großer Räume. Technische Mitteilungen des RFZ, Berlin 30 (1986) 3, S. 56–60
- [7] Plenge, G.: Sound Reinforcement System with correct localization image in a big congress centre. Vortrag zur 73. AES-Convention, März 1983, Eindhoven (Preprint 1980)
- [8] Steinke, G.; Fels, P.; Hoeg, W.; Lorenz, W.; Ahnert, W.; Steffen, F.; Reichardt, W.: Großraumbeschallungssystem. DDR-WP 257890-8; Österr. Patent 381607; US-Patent 4,618,987; BRD-Patent 3413181
- [9] Faulkner, C. W.: Sound System. US-Patent 2,768,237 (Okt. 23., 1956)
- [10] Nadler, W.: The Delta Stereo Compact Processor (DSP 610) to utilize a new directional sound reinforcement system. (Der Delta-Stereophonie-Kompakt-Prozessor (DSP 610) zur Realisierung eines richtungsgetreuen Beschallungssystems.) Vortrag zur 81. AES-Convention, Los Angeles, USA, Nov. 1986, und zur 14. Tonmeisterstagung, München, November 1986
- [11] Ahnert, W.: Problems of nearfield reinforcement of mobile sources in the operation of the DSS and the computer processing of the same. Vortrag zur 82. AES-Convention, London, März 1987
- [12] Ahnert, W.; Steinke, G.; Fels, P.; Hoeg, W.; Steffen, F.: The Complex Simulation of Acoustical Sound Fields by the Delta Stereophony System DSS. Vortrag zur 81. AES-Convention, Los Angeles, USA, November 1986 (Preprint Nr. 2418)
- [13] Kežner, Z.: Experiences over five years with the Delta Stereophony System in the „Palace of Culture“ of Prague. Vortrag zur 77. AES-Convention, Hamburg, März 1985 (Preprint Nr. 2188)
- [14] Steffen, F.; Fels, P.: Die elektroakustischen Anlagen des neuen Friedrichstadtpalastes in Berlin. Technische Mitteilungen des RFZ, 28 (1984) 4, S. 73–80
- [15] Keller, W.: Die Beschallungsanlage in der Philharmonie des Kulturzentrums am Gasteig, München. Vortrag zur 14. Tonmeisterstagung, München, November 1986
- [16] Voelker, E. J.; Müller, M.; Teuber, W.: Multi-Channel digitally delayed Sound System with perfect Directional Impression. Vortrag zur 80. AES-Convention, Montreux, März 1986 (Preprint Nr. 2353)
- [17] Ahnert, W.: Simulation of Complex Sound fields in Enclosures. Vortrag zur 77. AES-Convention, Hamburg, März 1985 (Preprint Nr. 2186)
- [18] Fritz, W.: Raumbezogene Beschallung am Beispiel der Seebühne in Bregenz. Vortrag zur 14. Tonmeisterstagung, München, November 1986
- [19] Fels, P.; Hoeg, W.: Weiterentwicklungen und neuere Anwendungen des Delta-Stereophonie-Systems. Vortrag zum 20. Fachkolloquium Informationstechnik, TU Dresden, Februar 1987
- [20] Ahnert, W.; Steinke, G.; Hoeg, W.; Fels, P.; Steffen, F.: Moderne Methoden der Beschallung von Sälen und Freilichtspielstätten. Kulturbauten, Berlin 1 (1986) 1, S. 2–7