

# **„Das Blumlein-Pfanzagl-Triple - Theorie und Erfahrungen im Praxistest“**

Projektarbeit

Edwin Pfanzagl-Cardone  
Göllstrasse 8/1, 5020 Salzburg  
[e.pfanzagl@salzburgfestival.at](mailto:e.pfanzagl@salzburgfestival.at)  
Matr. Nr.: 8508324

Toningenieur-Projekt

Dr. Georgios Marentakis

Universität für Musik und darstellende Kunst, Graz

IEM – Institut für Elektronische Musik und Akustik

WS 2010/11

2. Dezember 2010

## Abstract

Ausgehend von der Stereo-Mikrofontechnik ‚Blumlein-Paar‘ ist es Ziel dieses Projekts, ein Mikrofonsystem zu finden, welches – vor allem in Hinblick auf mobile Anwendungen in möglichst kompakter Weise - die für 5.1 Surround-Aufnahmen erforderlichen Signale für drei Front-Kanäle mit ausreichender Kanaltrennung liefert.

Die meisten heute gebräuchlichen Mikrofonanordnungen für 5.1 Surround zeichnen sich entweder durch relativ große Mikrofonabstände (siehe OCT, div. ‚Tree‘-Anordnungen, ‚Mikrofonvorhang‘, etc.), oder relevantes Gewicht aus (siehe z. B. Schoeps Kugelflächenmikrofon ‚KFM‘ oder Holophone ‚H2-Pro‘), was für einfach zu installierende bzw. mobile Anwendungen (z.B. als Kamera-Mikrofon, oder auf der Tonangel) nicht praktikabel ist.

Das ‚Blumlein-Pfanzagl-Triple‘ (BPT) wurde als ein Lösungsvorschlag für die möglichst lokalisationsverzerrungsfreie Aufnahme von Schallquellen mit kleinen Abmessungen und komplexem (= frequenzabhängigem) Abstrahlverhalten konzipiert. Im Praxistest erwies es sich auch als sehr gut für die Aufnahme großer Klangkörper (z.B. Orchester) geeignet, insbesondere auch als ‚Centerfill-Mikrofon‘ in Ergänzung zu Groß-AB Hauptmikrofonsystemen.

Abstract

## **„The Blumlein-Pfanzagl-Triple – Theory and Experiences in Practical Use”**

Based on the well-known ‘Blumlein-Pair’, it is the aim of this project to find a compact microphone system – well suited for mobile applications – which delivers signals for the three front-channels of a 5.1 surround recording with appropriate channel separation.

Most of the commonly used 5.1 surround microphone systems are characterized by either relatively large capsule spacings (see OCT, various ‘Tree’-techniques, as well as the ‘Microphone curtain’, etc.), or relevant weight (see Schoeps ‘KFM-Kugelflaechenmikrofon’ or Holophone ‘H2-Pro’), which makes them non-ideal for easy-to-install or mobile applications (as camera-microphones or on the boom-pole).

The ‘Blumlein-Pfanzagl-Triple’ (BPT) microphone is proposed for the – ideally - localization-error free recording of small sound sources with complex (i.e.frequency dependent) radiation characteristics. In practical use it has turned out to be very well suited also for the recording of large sound sources (e.g. symphony orchestra), especially as a so-called ‘centerfill-microphone’ in combination with large-AB microphone systems.

## **Inhaltsverzeichnis**

Abstract	1,2
1 Einleitung	3
2 Theoretische Grundlagen	5
2.1 Blumlein-Pfanzagl-Triple	5
2.2 Martin-Triple	11
3 Das BPT-Mikrofon im 5.1 Hörvergleich	13
3.1 Verwendete Surround-Mikrofonarrays	15
3.2 Testhörer, Testdauer und Fragebogen	16
3.3 Ergebnisse der Hörerbewertung der Duo-Aufnahme	18
4 Messtechnische Analyse des BPT-Systems	20
5 Praktische Erfahrungen	27
5.1 Das BPT-3 als Hauptmikrofon	27
5.2 Das BPT-3 Mikrofon im Fernfeld	29
5.3 Das BPT-3 Mikrofon in Verbindung mit Stützmikrofonen	31
6 Ausblick	34
Hamasaki 22.2 Wiedergabeordnung	37
Literaturverzeichnis	41, 42
Anhang (div. BPT Patent- und Gebrauchsmusterurkunden)	43-47

## 1 Einleitung

Im Jahre 2003 begleitete ich meine Frau, die Pianistin Francesca Cardone, bei einer Konzerttournee in Japan, im Rahmen derer ich das Vergnügen hatte mehrere kammermusikalisch besetzte Konzerte aufzeichnen zu dürfen. Aus Gewichts-Gründen und im Sinne der Einfachheit des Aufbaus entschied ich mich für den Einsatz eines Hauptmikrofonsystems (ohne Stützmikrofone), das so genannte ‚Blumlein-Paar‘, bestehend aus zwei Mikrofonen mit Achtercharakteristik, die im Winkel von  $-45^\circ$  und  $+45^\circ$  relativ zur Schallquellenmitte ausgerichtet sind (vgl. [Blumlein, 1931]).

Einer der Gründe für die Entscheidung, diese Hauptmikrofontechnik anderen vorzuziehen lag darin, dass dieses Stereo-Aufnahmesystem von vielen Hörern als sehr ‚natürlich‘ klingend empfunden wird (vgl. [Streicher and Dooley, 1985]).

Im Zusammenhang mit den oben genannten Aufnahmen dachte ich auch darüber nach, wie eine ähnlich kompakte Mikrofonanordnung für die Gewinnung der drei Front-Kanäle für 5.1. Surround-Aufnahmen aufgebaut sein könnte: es lag nahe, den beiden Mikrofonen mit 8-er Charakteristik eine weitere Kapsel, ebenfalls mit 8-er Charakteristik hinzuzufügen, welche direkt auf die Schallquellenmitte ausgerichtet ist. Ich hatte noch im gleichen Jahr die Möglichkeit eine solche Anordnung – hybrid aufgebaut aus 3 Neumann U87 Kondensatormikrofonen – im Rahmen der Aufnahme eines Duos Flöte / Klavier auszuprobieren und war vom klanglichen Ergebnis positiv überrascht.

Weiters sollte bei der Entwicklung dieser Mikrofonanordnung berücksichtigt werden, dass die komplexe (= frequenzabhängige) Abstrahlcharakteristik, welche die meisten Musikinstrumente aufweisen, sowie geringe Relativbewegungen zwischen dem Musikinstrument und den Mikrofonkapseln (bedingt durch Bewegungen des Musikers beim Spielen) nach Möglichkeit zu keinen Lokalisationsverzerrungen bei der Signal-Wiedergabe führen sollten.

Bei ‚Klein-AB‘ Mikrofonanordnungen beispielsweise kann es leicht vorkommen, dass – bedingt durch die Abstrahlcharakteristik des Instruments – für Töne in

unterschiedlichen Lagen höherer Schallpegel abwechselnd am A und B- Mikrofon auftritt, was zu einem entsprechend wechselnden Lokalisationseindruck beim Hörer führt. Diese Pegelschwankungen können unter Umständen bereits zwischen zwei benachbarten Tönen auftreten, was sich dann als ‚Wandern‘ oder ‚Springen‘ der Abbildung des Instruments im Stereo-Panorama bemerkbar macht.

Diese Art der ‚Lokalisationsverzeichnung‘ sollte bei Stereo- wie Surroundmikrofonsystemen nach Möglichkeit vermieden werden; koinzidente Mikrofontechniken (‚one-point‘), bei denen sich die Kapseln möglichst nahe beieinander befinden, sind in dieser Hinsicht weniger anfällig als ‚spaced pairs‘ (AB-Anordnungen) oder Mikrofontechniken, die in die Kategorie der ‚Äquivalenz-Stereofonie‘ fallen (ORTF, u. ä.).

Im Rahmen weiterer Test-Aufnahmen, deren Gegenstand ein Duo Cello / Klavier war, konnte dieser Aspekt ansatzweise untersucht werden, indem diese Surround-Aufnahmen einer Beurteilung durch Testhörer unterzogen wurden.

In den Jahren 2008 bis 2010 boten sich schließlich Möglichkeiten, mit dem Blumlein-Pfanzagl-Triple (BPT) bei Aufnahmen mit Symphonie-Orchester, teilweise auch unter Einsatz von Vergleichssystemen (OCT und ein Surroundmikrofon-Prototyp) weitere Erfahrungen zu sammeln. Auf diese soll gegen Ende der Arbeit – in Form eines Praxisberichts – näher eingegangen werden.

Da ich die Hoffnung hatte, einen Mikrofonhersteller davon überzeugen zu können, das BPT-Mikrofonsystem in Form eines Spezialmikrofons, welches 3 Kapseln in einem Gehäuse vereinigt, in Serie zu fertigen, habe ich mich in den letzten Jahren darum bemüht, das Prinzip in verschiedene Ländern patentrechtlich schützen zu lassen.

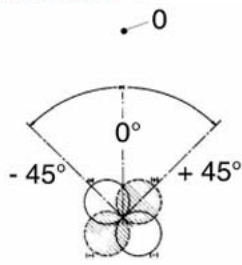
## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Blumlein-Pfanzagl-Triple

Wie bereits obenstehend erwähnt, wurde das BPT-Mikrofon vor allem für die Aufnahme von kleinen Schallquellen (Solo-Instrumente, kammermusikalische Besetzungen) entwickelt und besteht aus drei entlang einer vertikalen Achse angeordneten Kapseln mit 8-er Charakteristik, welche – idealerweise – in der Horizontalen zueinander drehbar sind. Die Normalausrichtung der Kapseln beträgt  $-45^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+45^\circ$  relativ zur Schallquelle, d.h. die bekannte Blumlein-Paar Anordnung aus zwei gekreuzten 8-en wird um eine 8 in der Mitte erweitert. Im Betriebsmodus ‚BPT 3.0‘ werden die Signale dieser 3 Kapseln direkt auf die Kanäle L, M, R aufgeschaltet. Das BPT kann auch als ‚Centerfill‘-System einer Groß-AB Hauptmikrofonanordnung verwendet werden (ggf. gemischt mit Signalen von Stützmikrofonen) und findet somit auch Anwendung bei der Aufnahme von großen Schallquellen, wie z. B. Orchester.

Der (bei Doppelmembran-Kondensatormikrofonen) baubedingt bassarme Frequenzgang der 8-er Kapseln sollte mittels Filterung (z.B. Shelving-Type, +2 bis +6dB mit Eckfrequenz zwischen 120 und 180Hz) kompensiert werden. Um das Gesamtsignal der Front-Anordnung L,M,R allerdings bei tiefen Frequenzen möglichst dekorreliert zu halten, empfiehlt es sich, diese Filterung nur bei den Signalen der Kapseln L, R vorzunehmen und bei der M-Kapsel ggf. die Bassfrequenzen stattdessen weiter zu bedämpfen (z.B. mittels Hochpassfilter, oder abgesenktem Shelving Filter).

Blumlein-Paar



und

Blumlein-Pfanzagl-Triple (BPT):

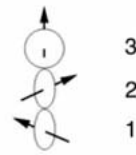


FIG 2

-- ['spaced' coincident]

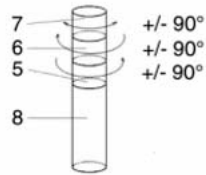


FIG 3

FIG 4



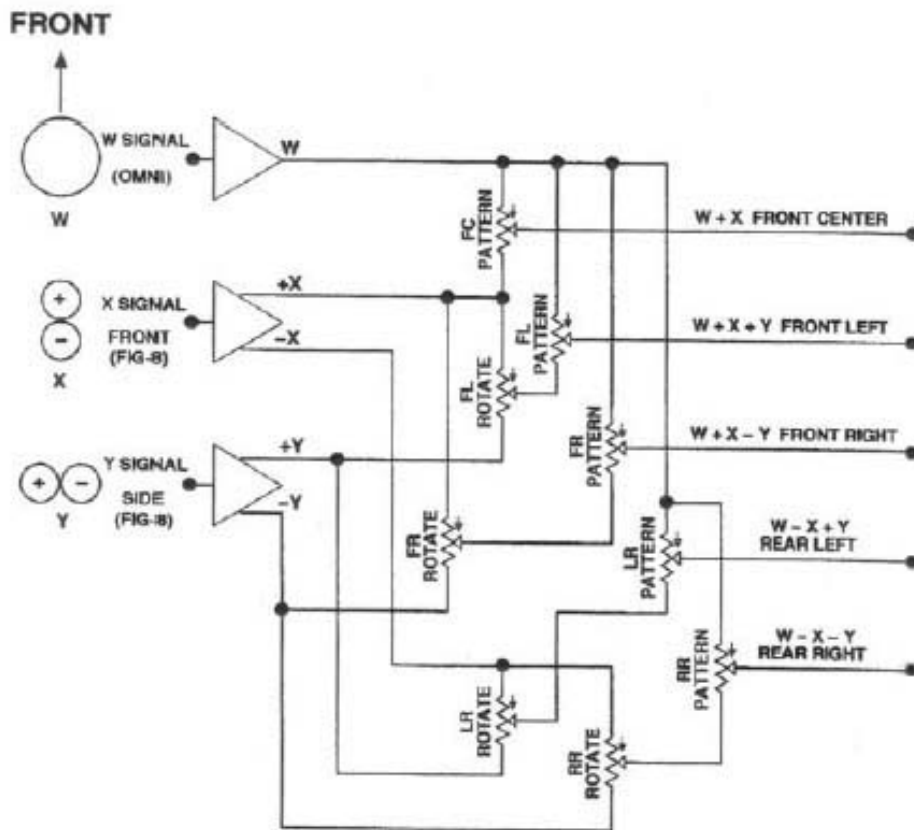
**Abb. 2.1:** BPT-Surroundmikrofon  
oben: Blumlein-Paar; Blumlein-Pfanzagl-Triple

Mitte: Mikrofonaufbau schematisch;  
2x BPT (4) back-to-back mit  
Schallquelle (9) und Absorberpanelen  
(10)

unten: Grafik-Simulation von 2 x  
BPT back-to-back auf Videokamera

Im Betriebsmodus ‚BPT 5.1‘ wird das Mikrofon um  $45^\circ$  gedreht, sodass nun eine Kapsel nach vorne und die zweite nach links weist, und die dritte Kapsel wird auf Omni-Charakteristik umgestellt. Somit ergibt sich die Möglichkeit, mittels MS-Dematrixierung Signale für Surround-Wiedergabe zu generieren, wobei mittels geeigneter Decoder-Software auch Wiedergabe im Format 5.1 oder höher möglich ist (siehe Abb. 2.2).





**Abb. 2.2:** 5.0 Decoding für BPT-Mikrofon (nach Josephson, aus [Eargle 2004])

Theoretische Überlegungen zu Kombinationen von drei vertikal koinzident angeordneten Kapseln finden sich bereits bei [McKinnie and Rumsey, 1997]. Allerdings wird dort weder die Kombination von 3 Kapseln mit 8-er Charakteristik untersucht, noch die Möglichkeit der Gewinnung von 5.1 Surroundsignalen mittels MS-Matrizierung (nach Josephson, siehe [Eargle, 2004]).

Bereits davor wurde von [Cohen and Eargle, 1995] eine koinzidente Kapselanordnung zur Gewinnung dreier Front-Signale beschrieben, allerdings wurde hierbei auf eine Nieren-Richtcharakteristik 2. Ordnung abgezielt, was eine Realisierung zurzeit (aufgrund verschiedener technisch-qualitativer Überlegungen) nicht sinnvoll erscheinen lässt.

Wie sich mit Hilfe des sog. "Image Assistant"-Tools [Wittek, 2002] für die Front-Anordnung von Mikrofonen berechnen lässt, ergibt sich bei gleicher Empfindlichkeit bzw. Verstärkung der Signale der drei Kapseln (8-er Charakteristik) des BPT-Mikrofons für Schallquellen auf der Mittelachse des Gesamtsystems eine

Pegelüberhöhung von ca. 3dB (bei einem Aufnahmewinkel von 164Grad). Eine Reduktion der Empfindlichkeit des Center- Mikrofons um 10dB bewirkt eine weitgehend gleichmäßige Pegelverteilung entlang der Basisbreite L-M-R. (siehe untenstehende Abb. 2.5), sowie einen Aufnahmewinkel von 110 Grad.

Die Plausibilität dieser auf Basis theoretischer Berechnungen gefundenen Werte konnte durch den Erfinder bei praktischen Anwendungen rein gehörmäßig bestätigt werden. Allerdings konnte in der Praxis auch festgestellt werden, daß die richtige PegelEinstellung des mittleren BPT-Mikrofons stark von dessen Entfernung zur Schallquelle anhängt: bei relativ geringen Distanzen zur Schallquelle ist der obenstehend angegebene Wert von -10dB relativ zum L und R Mikrofon angebracht, bei sehr großen Distanzen zur Schallquelle (welche z.B. dann Sinn machen, wenn die Schallquelle selbst über große Abmessungen verfügt, aber trotzdem in ihrer Gesamtheit nur durch das BPT als Hauptmikrofon alleine abgebildet werden soll; z.B. kann somit bei großem Symphonieorchester der Abstand zum BPT-Mikrofon zwischen 10-15m betragen) kann für eine gehörrichtige Signalwiedergabe eine gleich laute Pegelung aller drei Mikrofone des BPT-Systems erforderlich sein. Dem Tonmeister ist somit ein flexibles Werkzeug in die Hand gegeben, mit welchem er sich an die jeweilige Aufnahme- und Raumsituation anpassen kann.

Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang, dass auch Geoff Martin [Martin, 2005] betreffend sein untenstehend beschriebenes System (siehe ‚Martin-Triple‘) einen Empfindlichkeits-Unterschied von zumindest 9 dB (für von vorne einfallenden Schall) zwischen der Center-Kapsel und den Kapseln L,R als erstrebenswert erachtet, und eine entsprechend veränderte Ausrichtung der Center-Kapsel vorschlägt, um die Signal-Korrelation im Front-System zu verringern.

Das BPT-System ist in den Grundzügen seiner Anwendung für Surround- (und Stereo-) Aufnahmen in folgenden Gebrauchsmuster- bzw. Patentschriften beschrieben: Australien: Innovation Patent No. AU2005100255 ‚3.0 Microphone for Surround-Recording‘; Österreich: Gebrauchsmuster Nr. 9616 ‚Hauptmikrofon für Surroundaufnahmen‘; Deutschland: Gebrauchsmuster Nr. 20 2005 017 198.9 ‚Hauptmikrofon für Surroundaufnahmen‘; Japan: Utility Model Registration No. 3128257 ‚Microphone for Surround-Recording‘; USA: Utility Patent Application No. US11/279154 ‚Microphone for Surround-Recording‘ (Patent pending)

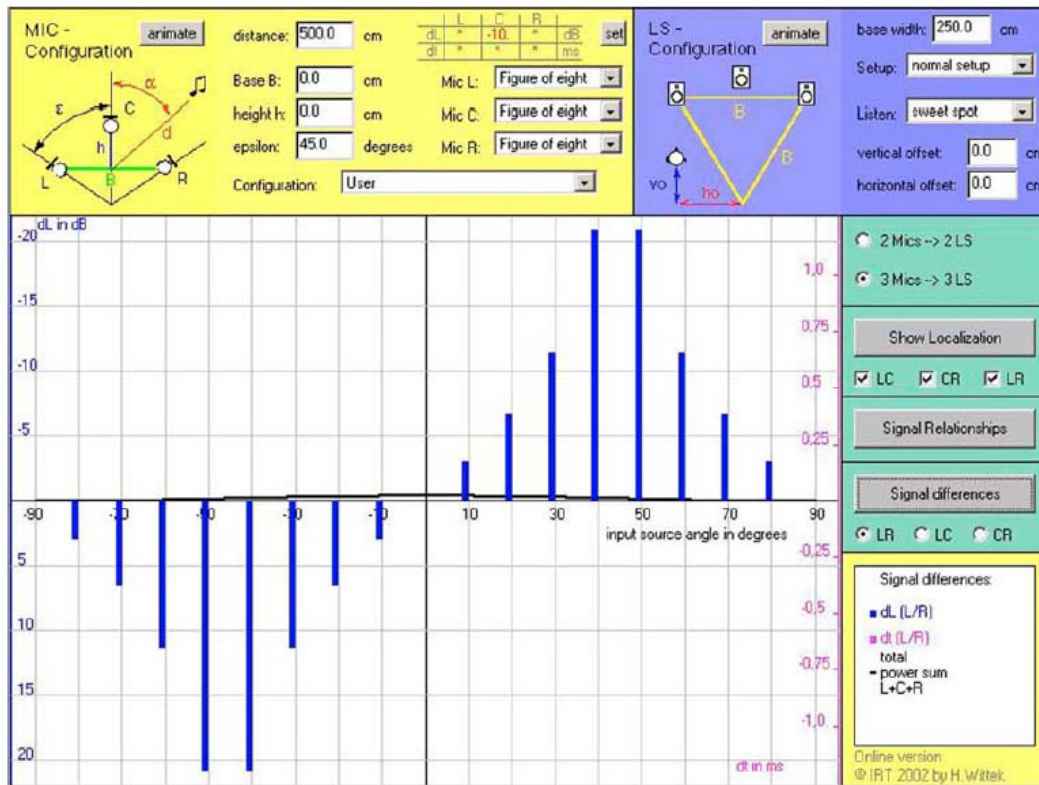


Abb. 2.3: Pegelverteilung über das Gesamtsystem BPT 3.0 bei um 10dB bedämpfitem Centersignal (generiert mittels "Image Assistant V2.0" nach [Wittek, 2002])

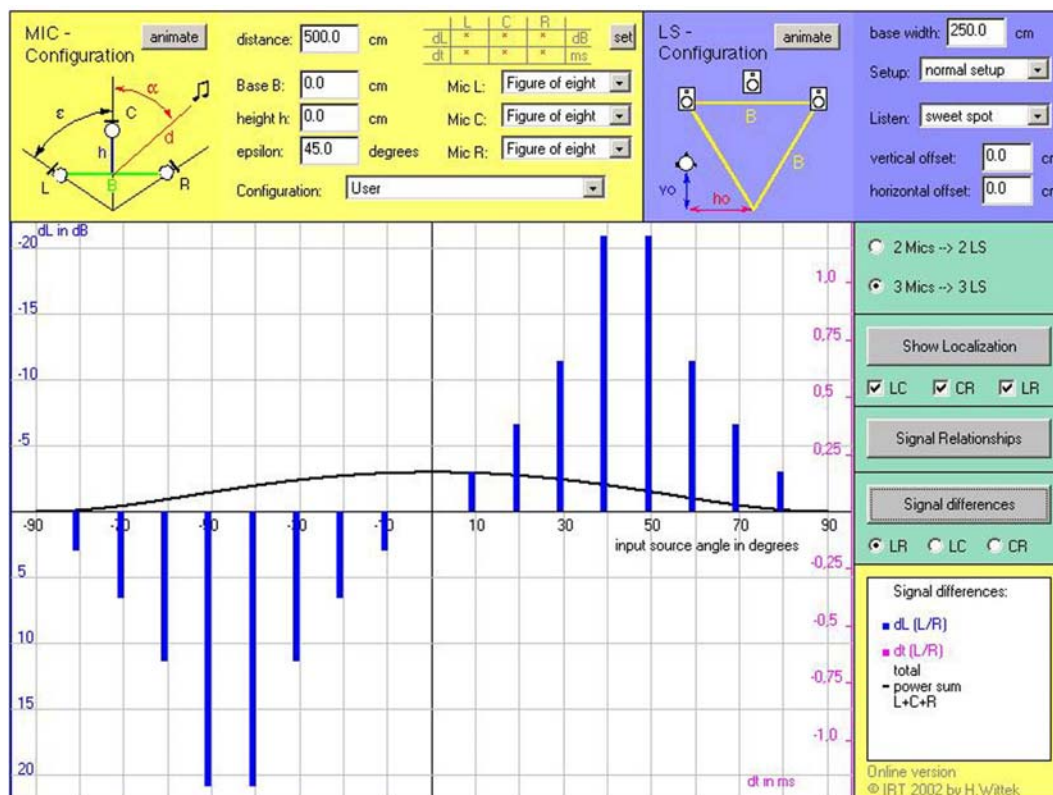
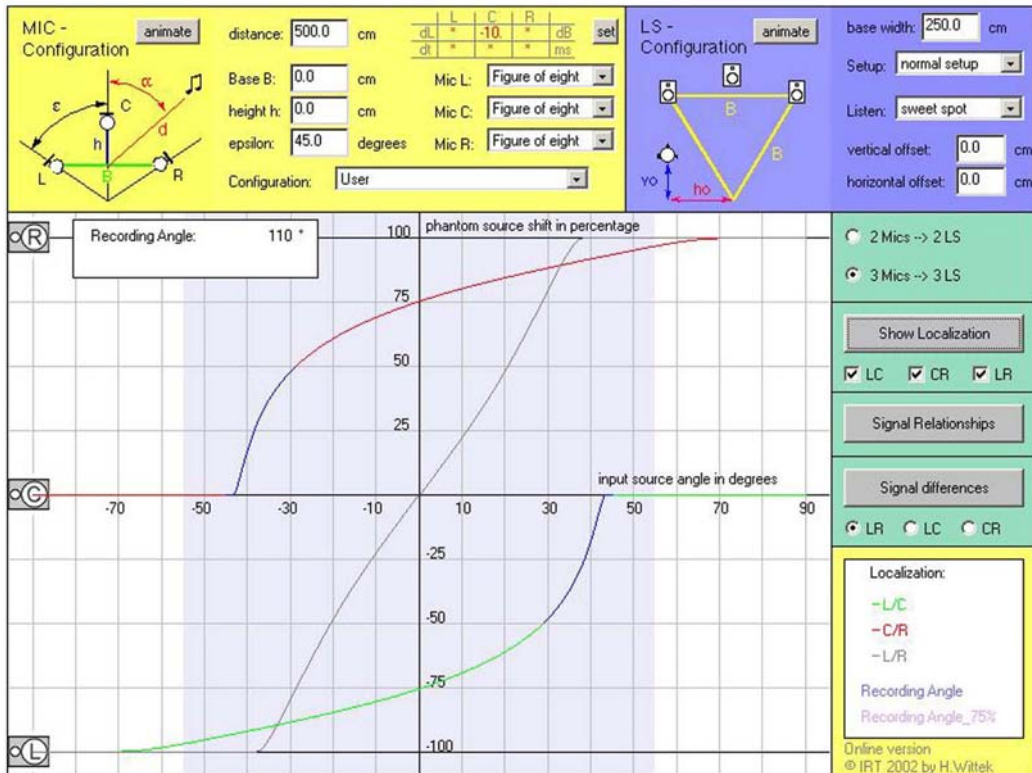
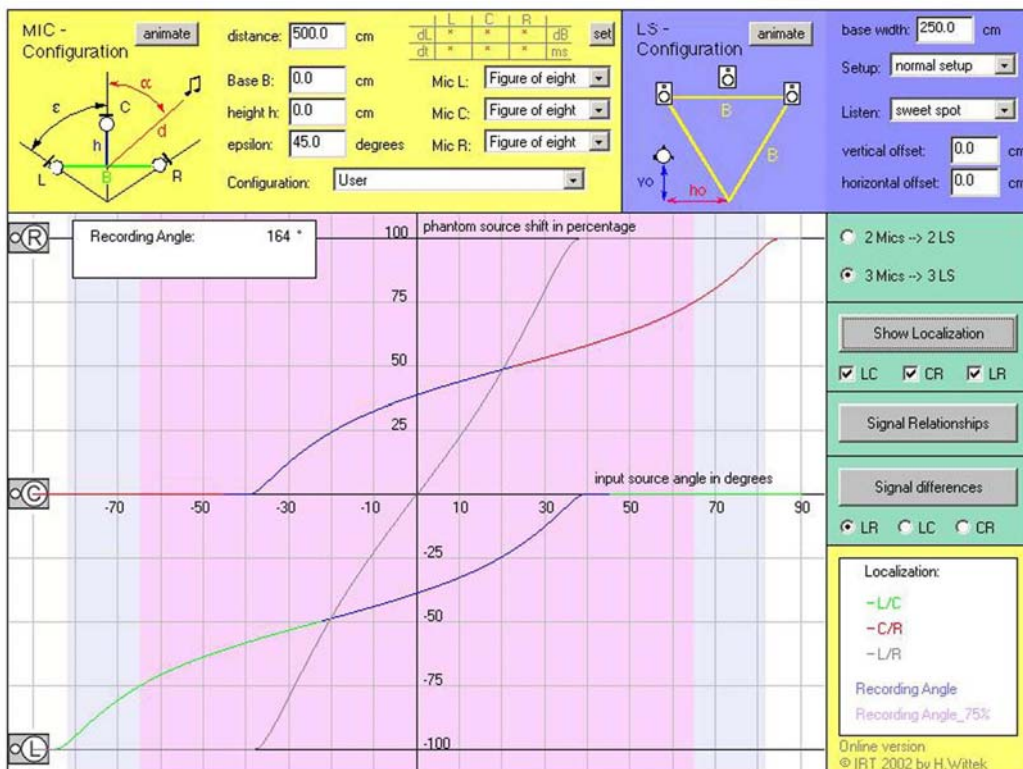


Fig. 2.4: Pegelverteilung über das Gesamtsystem BPT (Normal-Modus) [nach Wittek, 2002]



**Fig. 2.5:** Lokalisation für das BPT-Mikrofonsystem im „-10dB Modus“ (Center-Mic Pegel 10dB leiser)



**Fig. 2.6:** Lokalisation für das BPT-Mikrofonsystem im „Normal-Modus“ (alle 3 Mikrofonsignale gleich laut)

## 2.2 Martin-Triple

Das ‚Martin-Triple‘ wurde erstmals auf der 118. AES Convention in Barcelona vorgestellt [Martin, 2005] und besteht aus einer Anordnung von 3 Mikrofonen mit 8-er Charakteristik, die entlang einer vertikalen Achse angeordnet sind. Im Unterschied zum BPT ist beim Hauptbetriebsmodus die ‚Center-Kapsel‘ nach unten (oder zumindest diagonal nach unten weisend) ausgerichtet, da Martin dadurch zu hohe

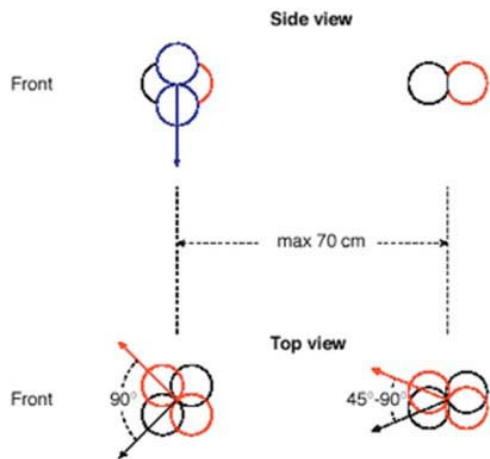


Fig. 19: Schematic view of configuration for Version 1 of the technique. The L, R, LS and RS microphones are forward-facing. The microphone for the centre channel information is coincident with the front array and is pointing towards the floor.

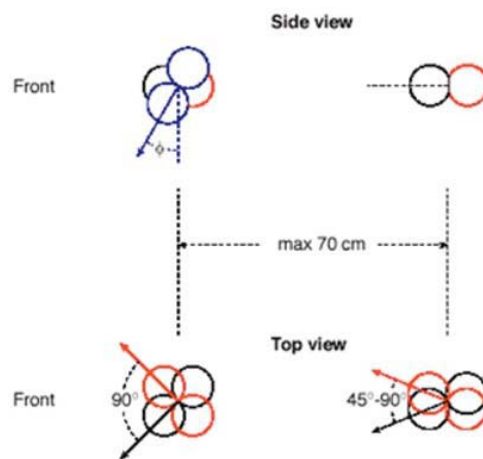


Fig. 20: Schematic view of configuration for Variation 1 of the technique. This can be used to increase the level of frontal direct sound sources in the centre microphone.

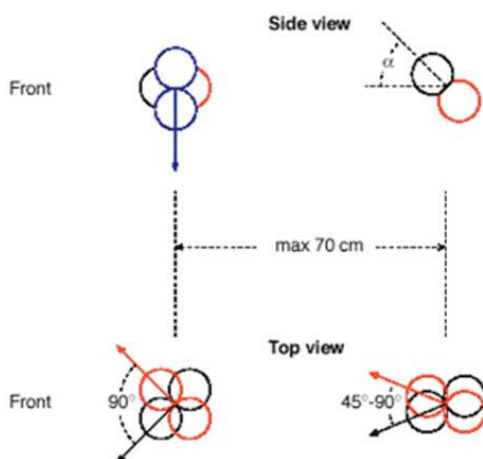


Fig. 21: Schematic view of configuration for Variation 2 of the technique. This can be used to decrease the level of frontal sources in the rear microphone array if a problem occurs with front images „pulling“ into the surrounds.

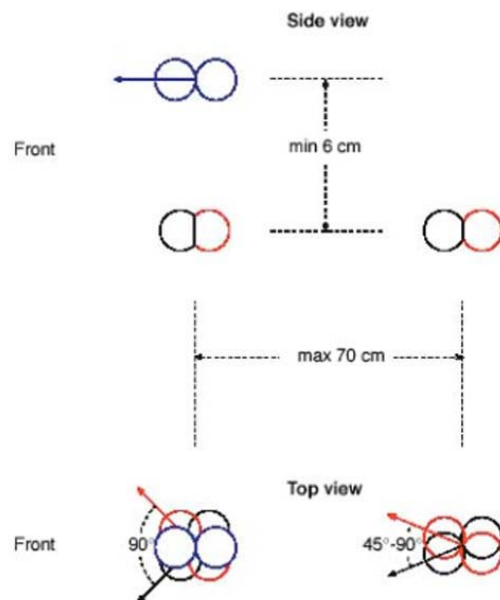


Fig. 22: Schematic view of configuration for Version 2 of the technique. Not drawn to scale.

**Abb. 2.7:** Martin-Triple ‚Fig. 19-22‘ aus [Martin, 2005]

Korrelation zwischen dem L bzw. R-Kanal und dem C-Kanal ausschließen möchte. Ein weiterer Vorschlag seinerseits hierzu sieht vor, die C-Kapsel in der Vertikalen zumindest 6cm von der L- und R-Kapsel versetzt anzuordnen, womit die ansonsten hohe Korrelation zwischen L/R und C ebenfalls vermieden wird. Für die Rear-Signale sieht er ein Blumlein-Paar vor, dessen Öffnungswinkel zwischen  $45^\circ$  und  $90^\circ$  betragen kann. Um ein zu starkes Einsprechen von frontalen Schallquellen zu vermeiden, empfiehlt er ggf. die beiden Mikrofone diagonal nach oben zu richten (damit würde die Schallquelle also quasi ‚überschossen‘). Die wesentlich effizientere Methode, ein Absorberpanel zwischen Front- und Rear-System einzubringen, wird von ihm offenbar nicht in Erwägung gezogen. Weiters spezifiziert er einen maximalen Abstand von 70cm zwischen den Systemen, was der für den Raumeindruck so wichtigen hohen Dekorrelation zwischen den Front- und Rear-Kanälen ebenfalls nicht zuträglich sein dürfte.

### **3 Das BPT-Mikrofon im 5.1-Surround Hörvergleich**

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde auch eine eigens angefertigte Surround-Tonaufnahme einer Duo-Besetzung sowohl einer Hörerbewertung wie auch einer messtechnischen Auswertung unterzogen.

Gegenstand der Aufnahme war ein Stück im romantischen Stil für Violoncello und Klavier; der Aufnahmeort war ein größerer Proberaum im Festspielhaus Salzburg, mit einem Raumvolumen von ca. 1815 Kubikmetern. (L x B x H: 20.5 x 11.35 x 7.8 [m])

Dieser Aufnahmeraum weist eine mittlere Nachhallzeit von 1.54 s bei 1 kHz auf, was einem Hallradius von ca. 2m entspricht. Dieser wächst für eine Frequenz von 8kHz auf etwas über 3m an.

Die Position der Musiker relativ zu den Surround-Mikrofonsystemen ist aus dem nachfolgenden Dokumentationsphoto in Abb. 3.1 ersichtlich. Wie in den Tonaufnahmen zu hören war, ergab sich – aufgrund des relativ geringen mittleren Hallradius von ca. 2m - das Problem, dass das Cello sich innerhalb desselben befand, während das Klavier (auch durch sein – aufgrund der Deckelreflexion – teilweise indirektes Abstrahlverhalten) außerhalb desselben stand.

Bei einer der Mikrofontechniken, welche für die Front-Anordnung ausschließlich Mikrofone mit Kugelcharakteristik verwendet (DECCA), überwiegt der Diffusschallanteil gegenüber dem Direktschall, sodass eine Lokalisation der beiden Instrumente so gut wie unmöglich ist. Dies äußert sich bei der Auswertung der Hörerantworten dann auch dahingehend, dass diese Aufnahme als signifikant ‚halliger‘ empfunden wurde, als die Vergleichsaufnahmen.





**Abb. 3.1:** Aufnahme des Duos Cello-Klavier in einem Proberaum des Festspielhauses Salzburg im Mai 2003 (Weitwinkelobjektiv)

Aufgrund des starken Hallanteils (bzw. geringen Hallradius<sup>6</sup>) hätten die meisten Tonmeister für eine kommerziell zu verwertenden Aufnahme in diesem Saal vermutlich zumindest für das Klavier Stützmikrofone zusätzlich zu einem Hauptsystem eingesetzt.

Im Rahmen der Untersuchung unterblieb dies natürlich, da es ja um die Ermittlung der Abbildungseigenschaften der unterschiedlichen Hauptsysteme alleine ging. Damit ist aber eine bei Tonaufnahmen zu erfüllenden Grundbedingung für die Erzielung eines – für die meisten Hörer – befriedigenden Klangeindrucks nicht erfüllt: das Überwiegen des Direktschallanteils gegenüber dem Diffusschall; eine Bedingung, die z.B. auch Voraussetzung für eine befriedigende Lokalisation ist.

Dennoch soll in der Folge der Vollständigkeit halber – in stark eingeschränkter Form - auf die Ergebnisse der Hörerbewertung der DUO-Aufnahme eingegangen werden.



### 3.1 Verwendete Surround-Mikrofonarrays

Es kamen die Surround-Mikrofonsysteme OCT, DECCA und KFM zum Einsatz. Weiters wurde das neu vorgeschlagene BPT-System im Modus BPT 3.0 für die Gewinnung der Front-Signale L, C, R verwendet und mit zwei zur Saalrückwand weisenden Mikrofonen mit Nierencharakteristik zur Gewinnung der Signale für LS, RS ergänzt. Der Abstand dieser Rear-Mikrofone (deren Signale auch für das DECCA System als LS, RS zur Anwendung kamen) zum Front-System betrug ca. 8-10m.

Ein weiteres Manko – in diesem Fall allerdings nur die BPT-Technik betreffend – bestand darin, dass sich erst nach der Aufnahme herausstellte, dass eines der für das BPT verwendeten Großmembranmikrofone (Neumann U87) elektrisch nicht mehr ganz einwandfrei funktionierte, wodurch sich eine leichte Verzerrung der verwendeten Richtcharakteristik ‚Acht‘ ergab. Weniger als die nicht 100%-ige Einhaltung der Richtcharakteristik stört dabei aber die Vermutung, dass dieser Defekt möglicherweise auch Auswirkungen auf den Gesamtklang dieser Kapsel gehabt haben dürfte (eine sich in Abhängigkeit von der Frequenz ändernde Richtcharakteristik hat zumindest sog. ‚Off-Axis‘ Klangfärbungen zur Folge).

Weiters wäre als Argument gegen die Verwendung der Hörerbewertung des BPT-Mikrofonsystems im Vergleich mit den anderen Systemen der Einwand gerechtfertigt, dass für dieses System Großmembranmikrofone eines anderen Herstellers (Fa. Neumann) verwendet wurden, während bei allen anderen Surround-Mikrofonen Kleinmembran-Kapseln des Herstellers Schoeps zum Einsatz kamen.

Als zusätzlicher - allerdings geringerer - Einwand darf das Argument ins Treffen geführt werden, dass das für die Aufnahme verwendete BPT-System hybrid aufgebaut war, und somit in der Genauigkeit der Ausrichtung der Kapseln natürlich gegenüber den anderen Systemen benachteiligt ist (dieses Argument gilt zumindest im Vergleich mit dem KFM-System). Die Genauigkeit der Ausrichtung der Einzel-Mikrofone, die bei OCT und DECCA System zum Einsatz kamen, dürfte – nicht zuletzt aufgrund der

größeren Kapselabstände - weit weniger kritisch sein, als dies beim koinzidenten BPT-(Front)System der Fall ist.

### 3.2 Testhörer, Testdauer und Fragebogen

Eine Gruppe von 15 Probanden musste die vier Surround-Mikrofontechniken unter double-blind Bedingungen mittels direkter Größenschätzung anhand eines semantischen Differenzials verbunden mit einem Paarvergleich und 7-stufiger Bewertungsskala beurteilen. Die Testdauer lag – je nach Proband – zwischen 60 und 90min.

Bei einem ersten, rein informellen Anhören der DUO-Aufnahmen schien aufzufallen, dass es beim OCT-System - aufgrund der Verwendung von Hypernieren und deren seitlicher Ausrichtung – zu stärkeren Lokalisationsverzeichnungen aufgrund von Bewegungen der Schallquelle (Bewegung des Cellos durch seinen Spieler) bzw. dem frequenzabhängigen Abstrahlverhalten des Instruments kommt, als bei den anderen Mikrofonsystemen. Aus diesem Grund wurde die Frage betreffend die Lokalisation dahingehend modifiziert, dass der Testhörer nun nicht mehr die Genauigkeit der Lokalisation bewerten sollte (welche ja – unabhängig von der vom Hörer wahrgenommenen Position des Instruments – u. U. stets gleich gut sein könnte), sondern statt dessen *wo* im Stereo-Panorama das Instrument vom Hörer wahrgenommen wurde. (Eine Kopie des Fragebogens befindet sich auf der nächsten Seite.)

Die ausgewählten Ausschnitte in der Dauer von ca. 1min. wurden den Testhörern über eine 5.1 Lautsprecheranlage vorgespielt. Als Abhörraum kamen dabei der Regieraum des IEM, sowie der Produktionsregieraum im Salzburger Festspielhaus zum Einsatz.

## Hörvergleich Surround-Hauptmikrofonsysteme "Duo Klavier-Cello"

Name: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

Bitte markieren Sie jeweils durch Eintragung eines X in das passende Feld - Danke !

Ich bin -

Audiotechniker:

Musiker:

Laie:

**Vergleichspaar #:** \_\_\_\_\_ (bitte von der Testperson einzutragen)

1) Wie groß empfinden Sie den Unterschied zwischen den beiden Hörbeispielen ?

sehr groß 

1	2	3	4	5	6	7
---	---	---	---	---	---	---

 kein Unterschied

2) Subjektives Gefallen der Aufnahme:

A: sehr gut 

--	--	--	--	--	--	--

 gar nicht

B: sehr gut 

--	--	--	--	--	--	--

 gar nicht

3) Natürlichkeit:

A: sehr 

--	--	--	--	--	--	--

 wenig

B: sehr 

--	--	--	--	--	--	--

 wenig

4) Klangfarbe der Instrumente:

A: natürlich 

--	--	--	--	--	--	--

 A: unnatürlich

B: natürlich 

--	--	--	--	--	--	--

 B: unnatürlich

A: höhenbetont 

--	--	--	--	--	--	--

 A: bass-betont

B: höhenbetont 

--	--	--	--	--	--	--

 B: bass-betont

5) Lokalisation L-R:

Wo lokalisieren Sie das Cello ?

Mitte

A: ganz L 

--	--	--	--	--	--	--

 A: ganz R

B: ganz L 

--	--	--	--	--	--	--

 B: ganz R

Wie stabil ist für Sie die Ortung der Instrumente ?

Kommt es zu Lokalisationsverzeichnungen (kurzzeitige Fehl-Ortung) ?

Stabilität A: stabil 

--	--	--	--	--	--	--

 A: instabil

B: stabil 

--	--	--	--	--	--	--

 B: instabil

6) Balance:

Stimmt für Sie das Lautstärkenverhältnis zwischen den Instrumenten ?

A: ausgewogen 

--	--	--	--	--	--	--

 A: unausgewogen

B: ausgewogen 

--	--	--	--	--	--	--

 B: unausgewogen

7) Räumliche Abbildung der Instrumente:

"Stereo-Basisbreite" A: breit 

--	--	--	--	--	--	--

 A: schmal

B: breit 

--	--	--	--	--	--	--

 B: schmal

Entfernungseindruck A: nahe 

--	--	--	--	--	--	--

 A: entfernt

B: nahe 

--	--	--	--	--	--	--

 B: entfernt

Tiefenstaffelung A: tief 

--	--	--	--	--	--	--

 A: flach

B: tief 

--	--	--	--	--	--	--

 B: flach

Differenziertheit A: präzise 

--	--	--	--	--	--	--

 A: verschwommen

B: präzise 

--	--	--	--	--	--	--

 B: verschwommen

8) Abbildung des Raumes:

A: überzeugend 

--	--	--	--	--	--	--

 A: unbefriedigend

B: überzeugend 

--	--	--	--	--	--	--

 B: unbefriedigend

A: zu viel Raum ( zu hallig) 

--	--	--	--	--	--	--

 A: zu wenig Raum (zu trocken)

B: zu viel Raum (zu hallig) 

--	--	--	--	--	--	--

 B: zu wenig Raum (zu trocken)

9) Hörbarkeit der Surroundkanäle:

"positiv" "negativ"

A: fügen sich unauffällig ein 

--	--	--	--	--	--	--

 A: sind herauszuhören

B: fügen sich unauffällig ein 

--	--	--	--	--	--	--

 B: sind herauszuhören

A: sind zu leise 

--	--	--	--	--	--	--

 A: sind zu laut

B: sind zu leise 

--	--	--	--	--	--	--

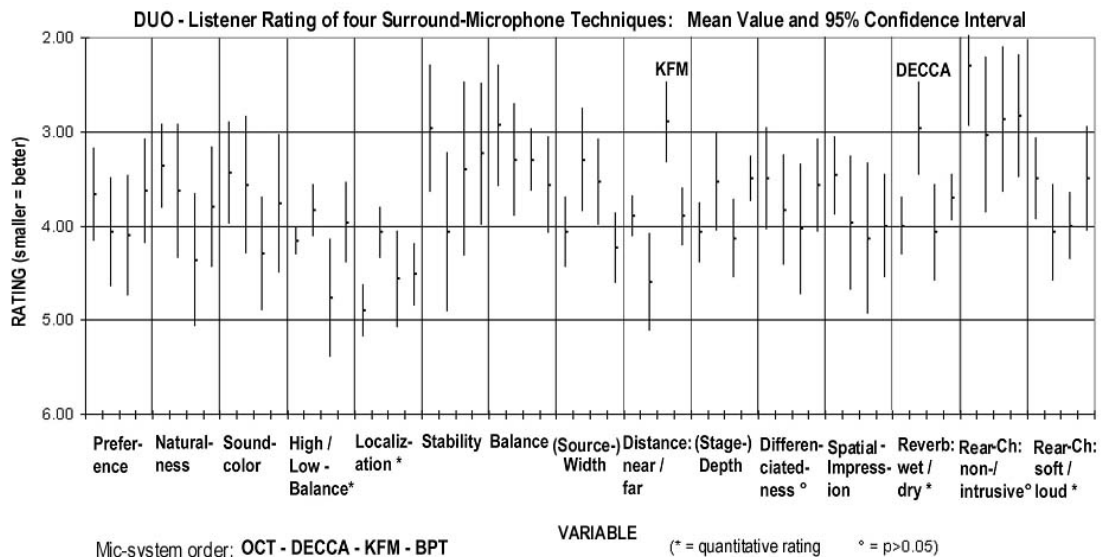
 B: sind zu laut

Kommentarzeile zu Punkt \_\_\_\_\_ : (bei Bedarf vom Testhörer zu verwenden)

Abb. 3.2: Fragebogen Hörvergleich ‚DUO 5.1‘ (Lautsprecher)

### 3.3 Ergebnisse der Hörerbewertung der DUO-Aufnahme

Für 13 der 15 Fragen ergab die Hörerbewertung statistisch signifikante Resultate ( $p < 0.05$ ). Ausnahmen hierbei waren die Bewertungen der Aspekte ‚Differenziertheit‘ und ‚Surr.-Kanäle nicht auffallend/ auffallend‘.



**Abb. 3.3:** ‚DUO 5.1‘ – Darstellung von Mittelwert und 95%-Konfidenzintervall für 4 Mikrofontechniken betreffend 15 Aspekte (15 Testhörer)

Bei Betrachtung von Abb. 3.3 fällt auf, dass für die meisten Aspekte kaum statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Mikrofontechniken auftreten.

Signifikante Unterschiede ergaben sich lediglich für das KFM-System, welches als deutlich ‚näher‘, und das ‚DECCA‘-System, welches als deutlich ‚halliger‘ empfunden wurde, als die anderen Systeme.

Beim Aspekt Lokalisation trat noch ein weiterer statistisch signifikanter Unterschied auf – wenngleich auch nur zwischen zwei der Techniken: das Cello wird beim OCT-System (im Vergleich zum DECCA-System) fast einen ganzen Skalenwert weiter rechts lokalisiert. Dass der Unterschied gerade zwischen diesen beiden Systemen signifikant ist, hat vermutlich mit kurzzeitigen, rechtslastigen Lokalisationsverzeichnungen des OCT-Arrays genauso viel zu tun, wie mit der bereits oben angesprochenen Tatsache, dass das DECCA-Array aufgrund der Verwendung von ungerichteten Mikrofonen für das Front-System und des daraus resultierenden Überwiegens von Diffusschall eine Lokalisation der Instrumente kaum zulässt.

Bezogen auf den Mittelwert wird das Cello beim OCT-System also weiter rechts abgebildet, als bei den anderen Systemen.

Das BPT-System zeichnet sich – zumindest im Vergleich mit dem OCT-System statistisch signifikant - durch eine höhere Tiefenstaffelung aus; der im Vergleich zum Cello geringere Pegel des Klaviers resultiert dann allerdings offenbar auch in einer schlechteren Wiedergabe der Lautstärken-Balance des Duos.

## 4 Messtechnische Analyse des BPT-Systems

Wie bereits obenstehend im Abschnitt über den Hörvergleich erläutert, wurde die Aufnahme eines Stücks für Duo Cello-Klavier in einem Proberaum des Salzburger Festspielhauses durchgeführt. Dieser Raum ist raumakustisch adaptiert (Schallabsorber und Diffusoren) und hat die Abmessungen 20.5m x 11.35m x 7.8m und somit ein Raumvolumen von ca. 1815 Kubikmeter.

Zur besseren Dokumentation der raumakustischen Verhältnisse findet sich untenstehend ein weiteres Photo der Aufnahmesituation, sowie auf der Folgeseite eine Tabelle mit detaillierter Berechnung des frequenzabhängigen Hallradius' dieses Raumes.



**Abb. 4.1:** Duo-Aufnahme im Orchesterproberaum 447

Die Grundidee hinter der messtechnischen Analyse bestand darin, zu ermitteln, welche der verwendeten Surround-Mikrofonierungstechniken in der Lage ist, bei der Wiedergabe über eine 5.1 Surround-Lautsprecheranlage am Sweet-Spot im Abhörraum ein Schallfeld zu erzeugen, das dem im Aufnahmezimmer am besten entspricht. Zu diesem Zweck wurde ein Kunstkopf (Neumann KU81i) zum Einsatz gebracht, der quasi als ‚Bezugsnormal‘ verwendet wurde.

Mit diesem Kunstkopf wurde sowohl im Aufnahmezimmer, als auch später am Sweet Spot des Abhörzimmers – bei Wiedergabe der verschiedenen Surroundaufnahmen - eine Binaural-Aufnahme durchgeführt. Anschließend wurde die Kreuz-Korrelation über der Frequenz für die Signale der beiden Kunstkopf-Ohren L, R sowohl für die

Original-Kunstkopfaufnahme aus dem Konzertsaal, als auch für die mittels Kunstkopf im Abhörraum Re-recordeten Surroundaufnahmen ermittelt (FIACC – Frequency-dependent Inter-Aural Cross-Correlation).

Oktavband: [Hz]	RT <sub>60</sub> [s]	Hallradius r [m]
8000	0.58	3.19
4000	1.03	2.39
2000	1.43	2.03
1000	1.54	1.96
500	1.34	2.10
250	1.17	2.25
125	1.22	2.20
63	1.98	1.73

Raumvolumen V [m <sup>3</sup> ] 1815
--

$$r = 0,057 * \sqrt[3]{V / RT_{60}}$$

Raum: <b>Proberaum 447</b> L x B x H in [m]: 20,5 x 11,35 x 7,8
--

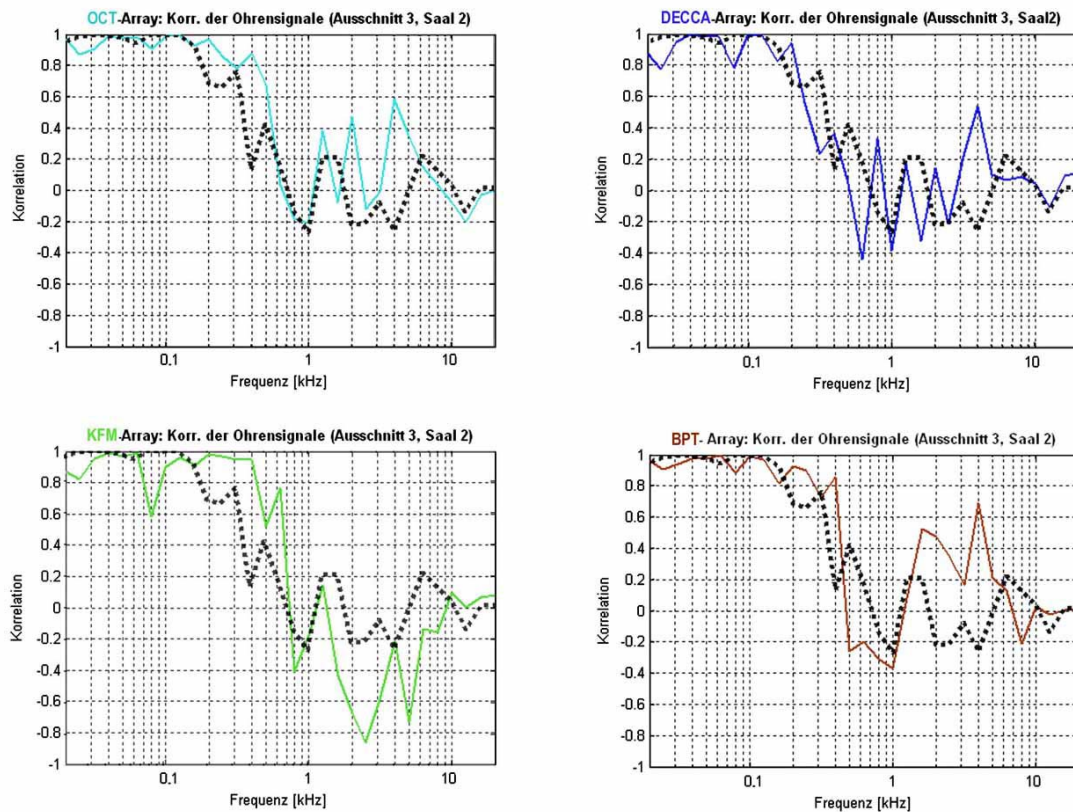
**Tab. 4.1:** Berechnung des frequenzabhängigen Hallradius‘ des Proberaums 447 basierend auf Nachhallzeit RT<sub>60</sub> und Raumvolumen

(Anm.: die Messung der RT<sub>60</sub>-Werte erfolgte mittels Neutrik ‚Acoustilizer‘ [Klasse 2 Gerät nach IEC 60651])



**Abb. 4.2:** Surround-Mikrofonsysteme (BPT, DECCA, KFM, OCT und Soundfield) sowie Kunstkopf der Duo-Aufnahme

Die FIACC-Funktionen der für die Duo-Aufnahme verwendeten 4 Surroundmikrofonarrays sehen aus wie folgt:



**Abb. 4.3:** FIACC des Mikrofon Arrays (durchgehende Linie), sowie des KU81 (gepunktete Linie); Musikausschnitt (16sec); [Frequenzauflösung: 1/3-Oktavband] (Duo-Aufnahme: Mic-Arrays – OCT, DECCA, KFM, BPT)

Bei der Analyse des Musikausschnittes betreffend Duo-Aufnahme Cello-Klavier lässt sich beim KFM-Array (siehe Abb. 4. 3 links unten) eine deutliche Gegenphasigkeit im mittleren bis hohen Frequenzbereich feststellen, wie dies auch bei einer zuvor durchgeführten Analyse einer Orchesteraufnahme der Fall gewesen war (für Details siehe [Pfnanzagl-Cardone und Höldrich, 2008]).

Die Binauralsignale der anderen drei Surroundmikrofon-Arrays OCT, DECCA, BPT weisen hingegen nur in vergleichsweise schmalbandigen Frequenzbereichen geringe Gegenphasigkeiten bis zu einem Maximal-Wert von ca.  $-0.4$  auf und entsprechen der Referenzfunktion des KU81 generell besser.



<b>ORCH -</b>	<b>Binaural</b>	Front					Rear
<b>Aufn.</b>	<b>(Kunstk.)</b>	<b>L-R</b>	<b>L-C</b>	<b>C-R</b>	<b>L-LS</b>	<b>R-RS</b>	<b>LS-RS</b>
<b>OCT</b>	0.74	0.09	0.24	0.31	0.13	0.13	0.20
<b>DECCA</b>	0.68	0.19	0.24	0.24	0.03	0.02	0.05
<b>KFM</b>	0.70	0.49	0.55	0.45	0.37	0.32	0.38
<b>AB-PC</b>	0.44	0.21	0.24	0.25	0.03	0.03	0.04
<b>KU81</b>	0.37						
<b>DUO-</b>	<b>Binaural</b>	Front					Rear
<b>Aufn.</b>	<b>(Kunstk.)</b>	<b>L-R</b>	<b>L-C</b>	<b>C-R</b>	<b>L-LS</b>	<b>R-RS</b>	<b>LS-RS</b>
<b>OCT</b>	0.56	0.16	0.24	0.36	0.21	0.19	0.22
<b>DECCA</b>	0.50	0.18	0.28	0.29	0.08	0.10	0.10
<b>KFM</b>	0.62	0.54	0.60	0.53	0.36	0.37	0.38
<b>BPT</b>	0.54	0.24	0.42	0.44	0.08	0.09	0.10
<b>KU81</b>	0.48						

**Tab. 4.2:** Kohärenz der Signale für jeweils 4 Surround-Mikrofonsysteme (ORCH und DUO-Aufnahme), sowie der Binauralsignale (Kunstkopf KU81)[Samplelänge: 60sec]

Bei Betrachtung der in Tab. 4.2 (ORCH-Aufn.), angegebenen Kohärenzwerte für die verschiedenen Kanal-Paarungen (z.B. L-R) erkennt man, dass das KFM-Array erwartungsgemäß auch numerisch die höchsten Werte aufweist. Auffallend ist jedoch, dass die Kohärenz des Binauralsignals des OCT-Arrays trotzdem einen marginal höheren Wert hat, obwohl die Signale seiner Surroundkanäle weit geringere Kohärenz aufweisen. Dass dies möglich ist, liegt wohl an dem beim KFM-Array vorliegenden ‚Einbruch‘ in der Kohärenz (beim Wechsel auf Gegenphasigkeit) im mittleren Frequenzbereich, sowie auch an der hohen Kohärenz der OCT-Surroundsignale im tieffrequenten Bereich .

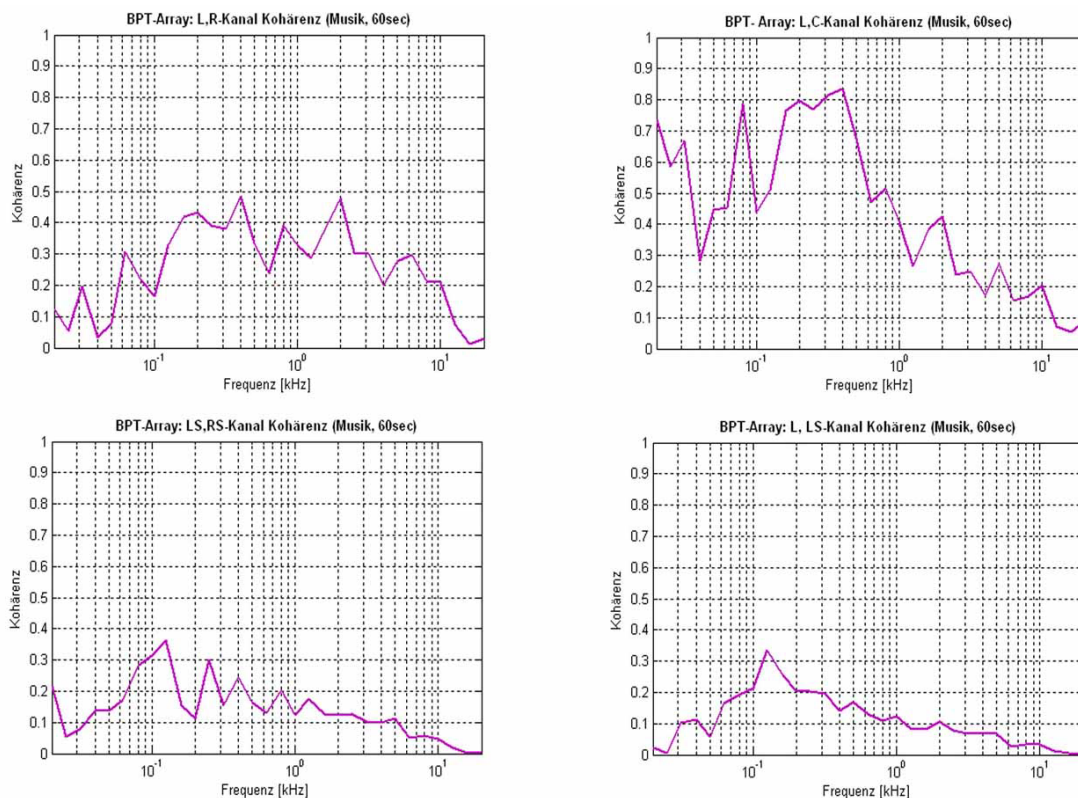
Wie man sehen kann, ist beim numerischen Vergleich das ABPC-Array („AB-Polycardioid Centerfill“, nach [Pfanzagl-Cardone, 2002] mit einem Wert von 0.44 dem Binauralen Referenzsignal des KU81 von 0.37 am nächsten.

Zum Vergleich sind unmittelbar unter den Messwerten für die Surround Orchester-Aufnahme auch die Werte für die Surround Duo-Aufnahme aufgelistet: man sieht, dass die Kohärenzwerte der Kanal-Paarungen – obwohl die Duo-Aufnahme ja in einem akustisch komplett anders beschaffenen Saal gemacht wurde – in guter Übereinstimmung mit den bereits für die Orchesteraufnahme gefundenen Werten stehen. [Ausschnittslänge: jeweils 60sec]

Auch hier tritt beim OCT-Array wieder eine leichte Asymmetrie im Front-System zwischen L und R auf (vgl. L/C, C/R), welche möglicherweise durch einen – unbeabsichtigt – leicht unsymmetrischen Aufbau des OCT-Arrays bedingt ist.

Die für das DECCA- und KFM-Array gefundenen Kohärenzwerte der DUO-Aufnahme in Tab. 4.2 sind denen der ORCH-Aufnahme sehr ähnlich, was den Schluss zulässt, dass es sich bei den gefundenen Charakteristiken quasi um einen messtechnischen ‚Fingerabdruck‘ des jeweiligen Surround-Mikrofonarrays handelt.

Die in der obenstehenden Tabelle für das BPT-Array gefundenen Werte belegen, dass eine hohe Kohärenz zwischen den Signalen der Frontmikrofone L (bzw. R) und C besteht. Die Kohärenz zwischen den Rear-Kanälen, sowie derselben zum Front System ist – aufgrund der Verwendung von zur Saalrückwand weisenden Nierenmikrofonen mit jeweils dazwischen liegenden Abständen, die größer sind als der Hallradius – sehr gering. Der detaillierte Kohärenzverlauf über der Frequenz ist nachfolgend zu sehen:

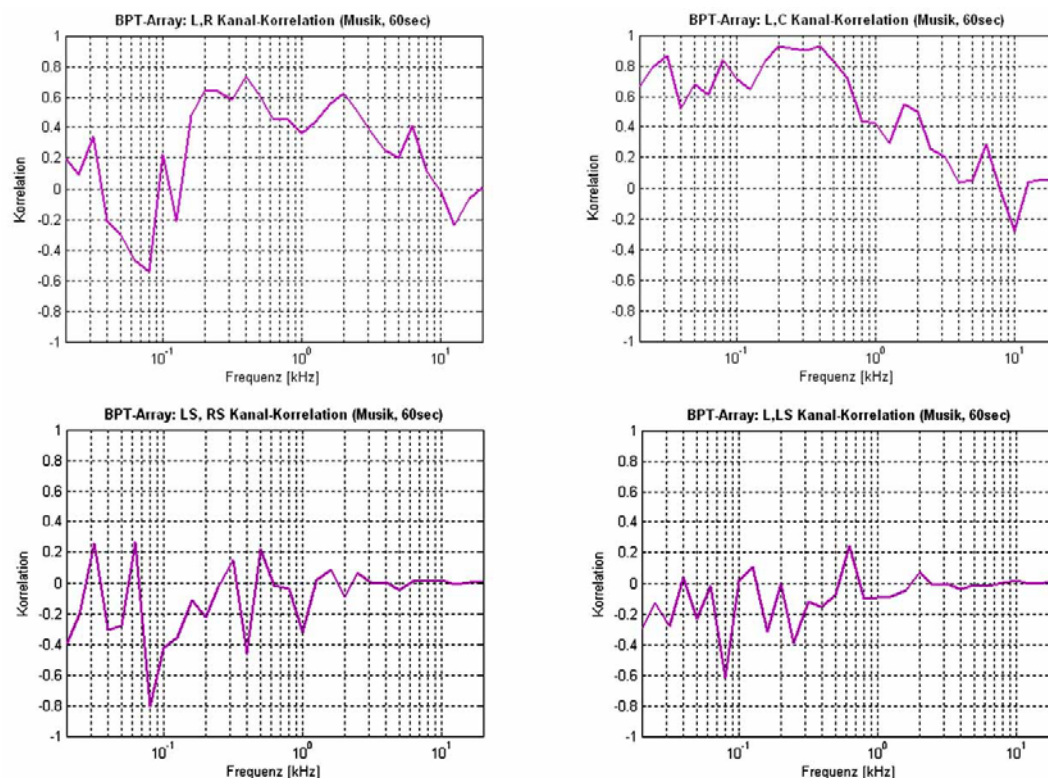


**Abb. 4. 4:** BPT-Array, Kohärenz von je zwei Kanälen des Surround-Signals

Betreffend das L/R-Signal ist die Kohärenz bis ca. 100Hz gering, dann steigt sie an und oberhalb von ca. 200Hz erreicht sie mitunter Spitzenwerte bis ca. 0.5. Danach fällt sie zu den hohen Frequenzen hin wieder ab, wobei sie nie einen Wert von 0.3 überschreitet.

Aufgrund der starken Richtcharakteristik der Kapseln mit Achter-Charakteristik ist die Kohärenz zwischen dem L- und C-Kanal ausgeprägt: bei tiefen Frequenzen bis ca. 550Hz hinauf ist sie hoch mit Spitzenwerten bis knapp über 0.8, darüber geht sie mit Erhöhung der Frequenz zurück. Die Richtung Saal-Rückwand weisenden Rear-Mikrofone mit Nieren-Charakteristik waren in Art eines ‚Breit-AB‘ Systems positioniert. Da der Kapselabstand zueinander, wie auch zum Front-System größer war als der Hallradius, ist die Signal-Kohärenz zwischen den Kanälen LS/RS sowie zu den Front Kanälen (siehe LS/L) sehr gering.

Auch wenn die bei manchen Frequenzen auftretende hohe Signal-Kohärenz im Mitten- und Hochfrequenzband psychoakustisch nicht unbedingt von Vorteil ist, so sichert die generell niedrige Kohärenz im tieffrequenten Bereich (unter 200Hz), dass das BPT-System geeignet ist, einen guten Räumlichkeitseindruck zu erzeugen.



**Abb. 4. 5:** BPT-Array, Korrelation von je zwei Surround-Signalen

Die in Abb. 4.5 dargestellte Korrelation über der Frequenz bestätigt dies ebenfalls: unterhalb von ca.150Hz ist die Korrelation der Surround-Signale generell gering (Ausnahme: L/C bzw. C/R), was günstig für den Raumeindruck ist. Abschließend sei nochmals auf die Grafik in Abb. 4.3 unten rechts verwiesen, in der zum Vergleich das am Kunstkopf auftretende Binauralsignal des BPT-Arrays (allerdings eines kürzeren Ausschnitts in der Länge von nur 16sec) zu sehen ist.

Angemerkt werden darf in diesem Zusammenhang noch, dass die hohe Korrelation der Signale L/C bzw. R/C im tieffrequenten Bereich unter 500Hz durch die für die Praxis empfohlene Filterung der Signale L und R (siehe Systembeschreibung des BPT-Mikrofons) zur Linearisierung des Frequenzgangs der Kapseln mit 8-er Charakteristik weitgehend entschärft wird, da durch die Filterung auch die Phasenbeziehung der betroffenen Signale in Richtung besserer Dekorrelation verändert wird.

## 5 Praktische Erfahrungen

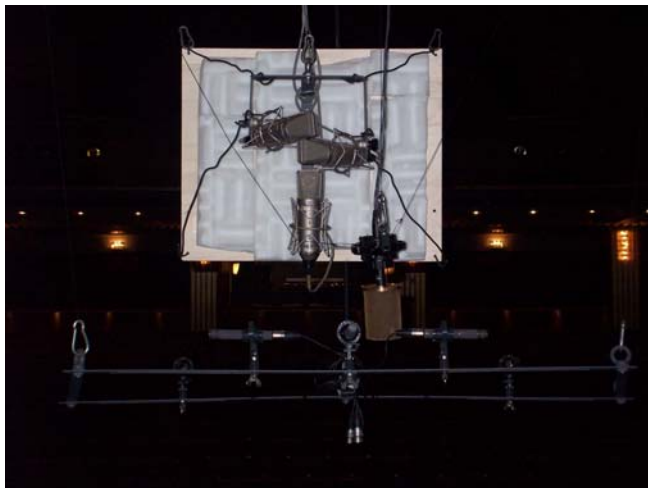
### 5.1 Das BPT-3 als Hauptmikrofon

Zusätzlich zu den bereits in Kapitel 2 erwähnten Duo-Aufnahmen (Flöte-Klavier und Cello-Klavier) entstanden im Laufe der Jahre 2008-2010 einige Orchester-Aufnahmen unter Einsatz des BPT-Mikrofons, betrieben im Modus 3.0.

Da in diesem Kapitel über den Praxiseinsatz des BPT-Mikrofons berichtet wird, möchte sich der Autor erlauben, über rein subjektiv empfundene Klangeindrücke und damit verbundene Anmerkungen/Urteile in der ersten Person schreiben zu dürfen.

Im Oktober 2008 entstand eine Orchester-Aufnahme, bei der das BPT-Mikrofon einem OCT-Surroundmikrofonsystem (120° Aufnahmewinkel) als Referenz gegenübergestellt wurde. Dabei bestand auch die Möglichkeit, die 3 Signale des BPT-Arrays alleine, oder als ‚Centerfill‘-System in Kombination mit einem Breit-AB Hauptmikrofon (Kapselabstand 12m) zum Einsatz zu bringen.

Um unerwünschten Diffusschall von hinten auszublenden, wurde ein selbstgebautes Absorberpanel verwendet.



**Abb. 5.1:** Frontalansicht - BPT-3 Mikrofon (3 x Neumann U87) mit Absorberpanel, darunter OCT-Surroundsystem (Schoeps-Kleinmembranmikrofone); rechts neben BPT-Mikrofon ein Surroundmikrofon-Prototyp eines namhaften Herstellers





**Abb. 5.2:** BPT mit Akustikpanel, OCT und Surroundmikrofon-Prototyp abgehängt über der 3. Sitzreihe im Parterre des „Grossen Festspielhauses, Salzburg“ für die Orchesteraufnahme im Oktober 2008.

Die Orchesteraufnahmen wurden nicht einer aufwändigeren Auswertung durch Testhörer unter kontrollierten Bedingungen unterzogen, sondern lediglich durch einen kleinen Kreis von Technikern (Tontechniker des Festspielhauses und Mitarbeitern des R&D-Teams eines Mikrofonherstellers) rein informell abgehört und verglichen. Es darf in diesem Zusammenhang angemerkt werden, dass die Lokalisationsgenauigkeit der Aufnahmen, bei denen das BPT-System zum Einsatz gekommen war, einstimmig als dem OCT-System überlegen bzw. korrekter in der Abbildung empfunden wurde.

(Anm.: Der Hörvergleich fand im Abhörraum des Mikrofonherstellers statt.)

## 5.2 Das BPT-3 Mikrofon im Fernfeld

Durch die starke Richtwirkung bedingt lässt sich das BPT-Mikrofon in einer Entfernung von der Schallquelle positionieren, die unter Umständen auch größer sein kann, als der Hallradius des jeweiligen Aufnahmeortes (Fernfeld).

Während das BPT-3 Surroundmikrofon bei den Aufnahmen im Herbst 2008 an einer ‚typischen‘ Hauptmikrofonposition im Konzertsaal abgehängt war, ergab sich im Sommer 2009 die Möglichkeit, dieses im Fernfeld zu testen und zwar im Rahmen einer Aufzeichnung von Luigi Nonos Oper „Al gran sole carico d’amore“ in der Felsenreitschule des Salzburger Festspielhauses. Dieses Stück ist durch eine extrem große Orchesterbesetzung mit einer Menge zusätzlichem Schlagwerk und Chor gekennzeichnet, wobei außerdem eine 4-Kanal Surround-Tonzuspielung integraler Bestandteil des Werkes ist. Für die dokumentarische Aufzeichnung der Generalprobe beschloss ich das BPT-3 als Front-System (bestehend auf 3 x Neumann U87) im Rahmen einer 5.1 Surroundaufzeichnung zum Einsatz zu bringen.



**Abb. 5.3:** BPT-3 Mikrofon mit halbkreisförmigem Absorberpanel (Front-System) und Blumlein-Paar mit flachem Absorberpanel (Rear-System) auf der Zuschauertribüne der Felsenreitschule

Das Rear-System war als normales Blumlein-Paar aus 2 x Rode NT 2000 aufgebaut. Front- und Rear-System waren etwa in der Saalmitte mit einem Abstand von ca. 5m zueinander positioniert und beide mit einem Absorberpanel ausgestattet. Der Abstand zu den nächsten Schallquellen (Musiker nahe der Bühnenkante bzw. Rear-Lautsprecher an der Saalrückwand, Zuschauertribüne hinten oben) betrug ca. 15m.



**Abb. 5.4:** BPT-3 und Blumleinpaar, jeweils mit Absorberpanelen; Blickrichtung Bühne der Felsenreitschule

Wie ich später beim Anhören auf einer 5.0 Lautsprecheranlage feststellen konnte, war die Kanaltrennung vorne/hinten erwartungsgemäß sehr gut. Diese dokumentarische Aufnahme war vom Klangeindruck natürlich nie so direkt, wie das beim Einsatz einer Vielzahl von Stützmikrofonen möglich gewesen wäre, zeichnete sich allerdings durch eine Abbildung aus, die dem im Saal gehörten Klangbild weit mehr entsprach und somit eigentlich als authentischer betrachtet werden darf.



### 5.3 Das BPT-3 Mikrofon in Verbindung mit Stützmikrofonen

Bevor ich auf die Fallstudie einer Orchesteraufnahme mit Chor in großer Besetzung im Herbst 2010 näher eingehe, möchte ich kurz eine Grundfrage ansprechen, die man – korrekter Weise – stellen darf: „Ist dieses dritte 8-er Mikrofon des BPT nicht überflüssig, wo doch das Blumlein-Paar bereits 360 Grad komplett abdeckt?“

In der Tat muss die Berechtigung für das Hinzufügen eines dritten Mikrofons erst argumentativ begründet werden, und leitet sich nicht nur aus der Notwendigkeit her, dass im Rahmen des 5.1 Surround-Formats drei Kanäle für die Abbildung der Front-Signale (L, M, R) standardisiert sind.

Zur Gewinnung einer passenden Signalinformation für den M-Kanal (Mitten- oder – im Englischen – Center-Kanal) würde es ja eventuell bereits genügen, eine Mono-Summe aus dem L- und R-Signal des Blumlein-Paares zu bilden und diese – mit passendem Pegel – auf den Mitten-Kanal aufzuschalten.

Im Unterschied dazu liefert das Mitten-Mikrofon des BPT-Surroundmikrofons in erster Linie Signalanteile, die tatsächlich von der Mitte der Schallquelle ausgehen und helfen – im Falle einer großen Orchesterbesetzung beispielsweise – beim Hörer die Lokalisation dieser Elemente in der Mitte des bei der Klangwiedergabe entstehenden Schallfeldes zu stabilisieren. Damit wird auch eine latente Schwäche des Blumlein-Paares, nämlich die tendenziell starke links/rechts Trennung der Schallquellen, ausgeglichen. Generell zeichnet sich das Blumlein-Paar durch eine Klangabbildung aus, die von den meisten Hörern als sehr ‚natürlich‘ empfunden wird (wie bereits erwähnt siehe [Streicher und Dooley, 1985]) und vor allem auch sehr gute Lokalisation ermöglicht. Diese wird vermutlich dadurch begünstigt, dass beim Blumlein-Paar - als Koaxial-System sind die beiden Kapseln in der vertikalen Ebene so auf einer Achse übereinander angeordnet, dass für Signale aus der horizontalen kein zeitlicher Versatz auftritt - nur die durch die Richtcharakteristik der 8-er Mikrofone bedingten Lautstärkenunterschiede beim Hörer zum Tragen kommen.

Andererseits bedingt dieses Fehlen von Laufzeitunterschieden aber auch, dass sich beim Blumlein-Paar – natürlich immer in Abhängigkeit von der jeweiligen

Raumakustik – nicht unbedingt ein besonders starker Räumlichkeitseindruck einstellt. Deswegen bietet es sich – vor allem bei der Aufnahme eines großen Klangkörpers, wie ihn z. B. ein Orchester darstellt – an, das Blumlein-Paar (oder auch Blumlein-Pfanzagl-Triple) mit einem ‚Breit-AB‘ Mikrofon-Paar bestehend aus zwei ‚omnis‘ (Druckempfänger mit Kugelcharakteristik) mit Kapselabstand von einigen Metern zu ergänzen, deren Signale entsprechend große Laufzeitunterschiede aufweisen (siehe Abb. 5.6). Im richtigen Verhältnis gemischt, ist es auf diese Weise möglich, die Lokalisationsgenauigkeit der Blumlein-Anordnung mit der gesteigerten Räumlichkeit des Breit-AB Systems zu kombinieren, ohne dass bei zweitem das gefürchtete ‚Mittenloch‘ zu tragen kommt. (siehe hierzu auch [Woszczyk, 1992] und [Williams, 1992])

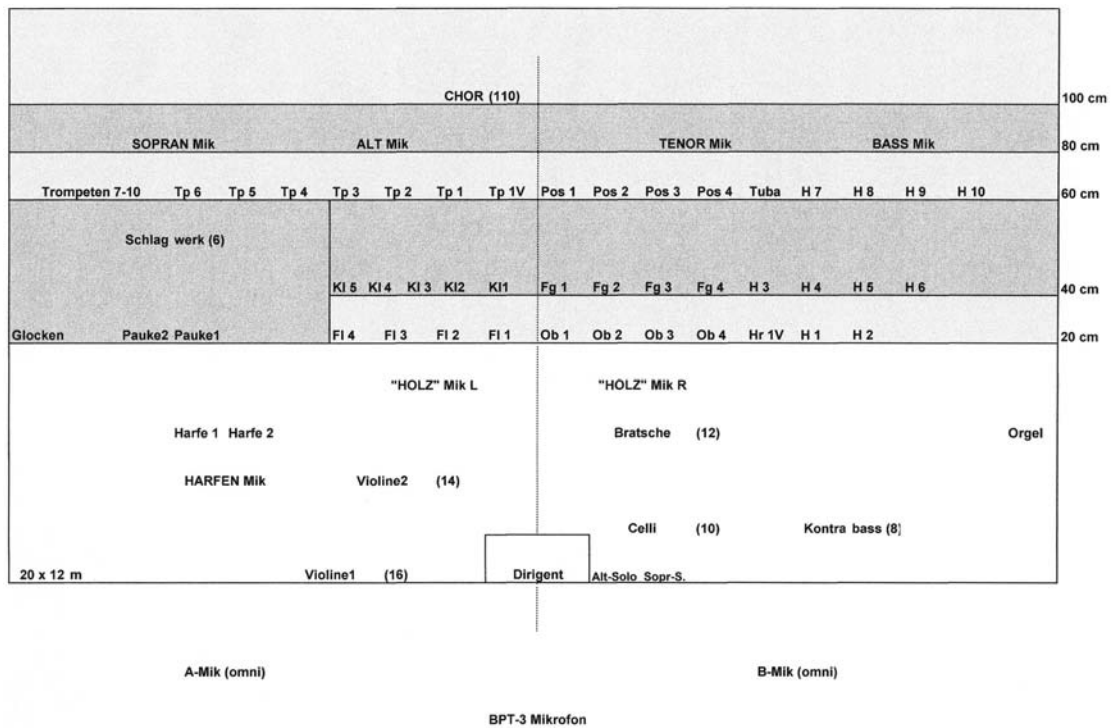
Ich habe im Laufe der letzten Jahre einige solche Aufnahmen mit einer Kombination aus Blumlein-Paar (oder BPT) und Breit-AB (bis zu 12m) gemacht, wobei die Größe der Schallquellen von kleinen Besetzungen mit nur wenigen Musikern bis zu großen Orchesterbesetzungen (2. Symphonie von Gustav Mahler) reichten.

In der Praxis zeigt sich, dass der Pegel der mittleren Acht des BPT-Mikrofons je nach Aufnahmesituation sehr flexibel eingestellt werden kann und muss: während bei geringer Distanz zwischen Schallquelle und Mikrofon der empfohlene Pegel von –10 dB die korrekteste Abbildung liefert, kann es bei großen Schallquellen und Abständen durchaus notwendig sein, ihn gleich laut wie die Signale der Kapseln L und R einzustellen, damit die Klangquelle über die Basis L-M-R in korrekter Balance dargestellt wird. Wie bereits in der Systembeschreibung angesprochen trägt eine höhere Pegelung der mittleren Acht auch dazu bei, dass die Schallquellenmitte in der Klangwiedergabe sowohl lautstärken- und damit auch lokalisationsmäßig stabiler abgebildet wird. Meiner Erfahrung nach hat sich ein Relativpegel von –3dB der mittleren Acht bei Einsatz des BPT-Mikrofons für Orchesteraufnahmen gut bewährt.

Doch nun zur Fallstudie, die in Form einer detaillierten Dokumentation, auch betreffend die Stüzzmikrofone, gestaltet ist: Ende September 2010 gastierte das „Wiener Jeunesse Orchester“ mit Mahlers 2. Symphonie in c-moll („Auferstehungssymphonie“) im Grossen Festspielhaus in Salzburg, bei der auch ein großer Chor und zwei Vokalsolisten (Alt, Sopran) zum Einsatz kommen.



**Abb. 5.5:** Wiener Jeunesse Orchester – Sitzordnung für Mahler 2. Symphonie (Probe)



**Abb. 5.6:** Mahler 2. Symphonie: Orchester- und Mikrofonplan WJO (schematisch): Gross-AB Anordnung mit BPT-3 Mikrofon als ‚Centerfill‘

Eine solch große Orchesterbesetzung und über 100-köpfiger Chor stellt den Tonmeister vor die prinzipielle Frage, ob er mit vielen Stützmikrofonen aufzeichnen, oder lieber versuchen möchte, ein passendes Hauptmikrofonsystem zu wählen und so zu positionieren, dass dieses nach Möglichkeit bereits einen Großteil des Gesamtklangkörpers (bestehend aus Orchester, Chor, Orgel und Gesangssolisten) in der richtigen Balance und Tiefenstaffelung abbildet, sodass nur mehr einige wenige Stützmikrofone gesetzt werden müssen, um an besonders kritischen Punkten nachhelfen zu können.

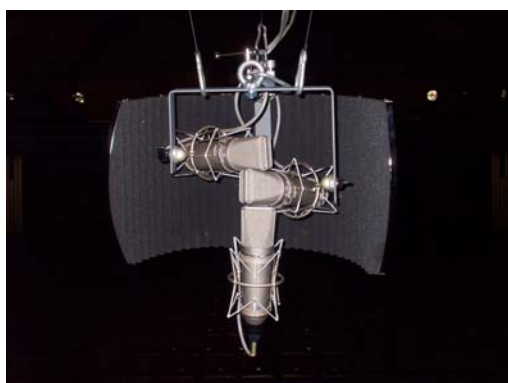
Da ich prinzipiell ein Freund sparsamer Mikrofonierung bin, die meines Erachtens in den meisten Fällen zu einem besseren klanglichen Ergebnis führt, entschied ich mich für eine Breit-AB Mikrofonierung mit einem BPT-3 als Centerfill-System. Aufgrund der Verwendung eines Akustikpanels konnte dieses relativ weit im Saal über der 6. Sitzreihe im Parterre positioniert werden (d.h. im Abstand von ca. 6m vom Dirigentenpodium), wobei trotzdem noch ein passendes Direkt-/Diffusschallverhältnis erzielt werden konnte (Anm.: der Hallradius beträgt im Grossen Festspielhaus ca. 5,5m). Die Omni-Kapseln des Breit-AB Hauptsystems hingegen mussten doch deutlich näher, d.h. etwa über der 3. Reihe positioniert werden, um die Streichinstrumente noch ‚direkt‘ genug zu erfassen. Dieser zeitliche Versatz innerhalb des Hauptmikrofon-Gesamtsystems musste dadurch ausgeglichen werden, dass die AB-Mikrofone um beinahe 9ms (entsprechend 3m) verzögert wurden (vgl. Abb5.6). Die Ebene, auf der das BPT-Mikrofonsystem im Abstand zur Bühne hing, stellte also die ‚Nullebene‘ dar, auf die alle Stützmikrofone entsprechend verzögert werden mussten (genaue Werte sind in Tabelle 5.1 ersichtlich).

Die im Orchestersitzplan als „Holz“-Stützen gekennzeichneten Mikrofone stellen de facto Stützen für die gesamte Bläsersektion (Holz + Blech) dar, da sie in ca. 4m Höhe so positioniert waren, dass sie die gesamte Sektion schalltechnisch erfassten, allerdings mit einer primären Ausrichtung auf die Holzbläser. Weitere Stützmikrofone wurden gesetzt für den Chor (getrennt nach den Tonlagen: Sopran, Alt, Tenor, Bass), ein Mikrofon zwischen den beiden Harfen, sowie jeweils ein Mikrofon bei den Gesangssolisten, die rechts neben dem Dirigenten standen. (Anm.: in der Mischung wurde das Stützmikrofon der Altistin allerdings im Stereo-Panorama etwas links von der Mitte positioniert, um vor allem bei den Duo-Passagen der beiden

Gesangsolistinnen eine besser akustische Trennung für den Hörer zu erzielen, was auch der leichteren Verfolgbarkeit der ‚musikalischen Linie‘ zugute kommen sollte. Außerdem werden somit ev. auftretende Kammfiltereffekte, die bei der Kombination der Signale der beiden Solisten-Stützmikrofone am Summenbus entstehen, reduziert.

<b>Quelle</b>	BPT L	BPT R	BPT M	A	B	Harfen	"Holz" L	"Holz" R
<b>Mikrofon</b>	Neumann U 87	Neumann U 87	Neumann U 87	Schoeps MK3	Schoeps MK3	Schoeps MK4	Schoeps MK4	Schoeps MK4
<b>Spuren</b>	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Mic-Gain</b>	30dB	30dB	30dB	30dB	30dB	20dB	25dB	25dB
<b>HF (Shelf)</b>	-	-	-	-4dB@ 6kHz	-4dB@ 6kHz	-	6.3 kHz Tief-Pass	6.3 kHz Tief-Pass
<b>LF (Shelf)</b>	+4.5dB@ 160 Hz	+4.5dB@ 160 Hz	-	-	-	-	-	-
<b>HPF</b>	-	-	-	-	-	106 Hz	125Hz	125Hz
<b>Pan</b>	L	R	M	7:30	16:30	10:00	10:30	13:30
<b>Delay (ms), [m]</b>	0	0	0	(8,7) [3]	(8,7) [3]	(23,3) [8]	(33,8) [11,6]	(33,8) [11,6]
<b>Quelle</b>	CHOR Sopran	CHOR Alt	CHOR Tenor	CHOR Bass	SOLO Alt	SOLO Sopran	Orgel L, R	Fern-Musik
<b>Mikrofon</b>	Schoeps MK4	Schoeps MK4	Schoeps MK4	Schoeps MK4	Schoeps MK4	Schoeps MK4	Schoeps MK4	Schoeps MK4
<b>Spuren</b>	9	10	11	12	13	14	15, 16	17
<b>Mic-Gain</b>	20dB	20dB	20dB	20dB	25dB	25dB	25dB	25dB
<b>HF (Shelf)</b>	-	-	-	-	+9dB @ 10 kHz	+9dB @ 10 kHz	-	-
<b>LF (Shelf)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>HPF</b>	170Hz	170Hz	170Hz	120Hz	335 Hz	335 Hz	45 Hz	35 Hz
<b>Pan</b>	7:30	10:30	13:30	16:30	10:30	13:30	L, R	13:00
<b>Delay (ms), [m]</b>	(47,7) [16,4]	(47,7) [16,4]	(47,7) [16,4]	(43,7) [15,0]	(16) [5,5]	(16) [5,5]	(10) [29,1]	(20) [68,2]

**Tab. 5.1:** Spurenplan und div. Kanal-Einstellungen für die Mikrofonsignale der Produktion „Mahler, 2. Symphonie“ auf einem YAMAHA DM2000 Digitalmischpult



**Abb. 5.7:** BPT-Surroundmikrofon, hybrid aufgebaut aus 3 x Neumann U87, mit Absorberpanel

## 6. Ausblick

Wie im letzten Kapitel dargestellt, konnten im Laufe der letzten Jahren einige positive Erfahrungen beim Einsatz des BPT-Mikrofons gesammelt werden; der Autor hofft, dass sich eventuell bald ein Mikrofonhersteller finden wird, der daran interessiert ist, eine kompakte Version (d.h. 3 Mikrofonkapseln in einem Gehäuse) in Serienfertigung auf den Markt zu bringen. Dies würde den Einsatz des BPT in der Praxis wesentlich erleichtern, da die bisherigen Hybrid-Aufbauten aus mehreren Einzelmikrofonen doch ein erhebliches Gewicht aufweisen. Ein kompaktes Einzelmikrofon könnte dann ev. sogar im Bereich der aktuellen Berichterstattung auf Videokameras oder beim Filmtoneinsatz als Surround-Mikrofon an der Tonangel zum Einsatz kommen. Rein informelle Hörtests mit einigen wenigen Testhörern haben gezeigt, dass das BPT-System dem OCT-System (welches in Tonmeisterkreisen gerne als Referenz im Bereich Surround herangezogen wird) zumindest ebenbürtig sein dürfte.

Dem Tonmeister ist somit ein flexibles Werkzeug an die Hand gegeben, mit dem er mittels eines BPT- Mikrofons entweder alle Signale für ein vollständiges 5.1 Surroundsignal gewinnen kann (Modus: BPT-5.1), oder - noch besser im Resultat, da sich die zwischen einem Front- und Rear-BPT3 (Anordnung: „Back-to-back“) bei passend gewähltem Abstand (50cm bis max. 10m) auftretenden Laufzeitdifferenzen - psychoakustisch in Form einer gesteigerten Raumabbildung auswirken können.

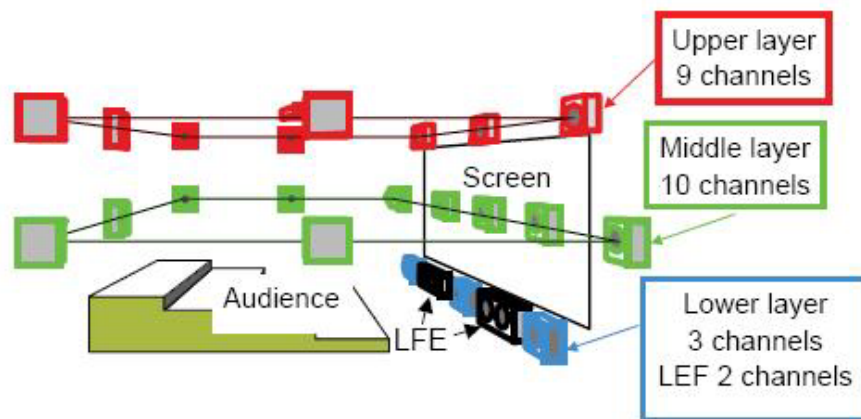
Durch die flexible Wahl des Öffnungswinkels zwischen der L- und R- Kapsel beim BPT-3 Modus lassen sich unterschiedliche Aufnahmewinkel einstellen. Somit ist – betreffend Lokalisation – Kompatibilität z. B. zu den genormten Winkeln (-30°, 0°, +30°) betreffend die Lautsprecher zur Wiedergabe der Front-Kanäle beim bestehenden 5.1 Surround-Standard auf jeden Fall möglich.

Für in der Kanal-Anzahl darüber hinausgehende Surround-Standards (siehe ‚DTS-ES 6.1‘ oder ‚Dolby 5.1 EX‘, 7.1 Surround, etc.) ist es vorstellbar, Kombinationen aus mehreren BPT-3 Mikrofonen mit passend eingestellten Aufnahmewinkeln zum Einsatz zu bringen.

Als Beispiel soll abschließend die Anwendung mehrerer BPT-3 Mikrofone für die

Aufnahme eines Signals zur Wiedergabe im Hamasaki 22.2-Format theoretisch betrachtet werden, um zu zeigen, dass das BPT-3 Mikrofon auch für einen Einsatz in diesem – nach heutigem Stand - als räumlich hochauflösend anzusehenden Vorschlag für Surround-Tonwiedergabe geeignet ist.

### Hamasaki 22.2 Wiedergabeordnung



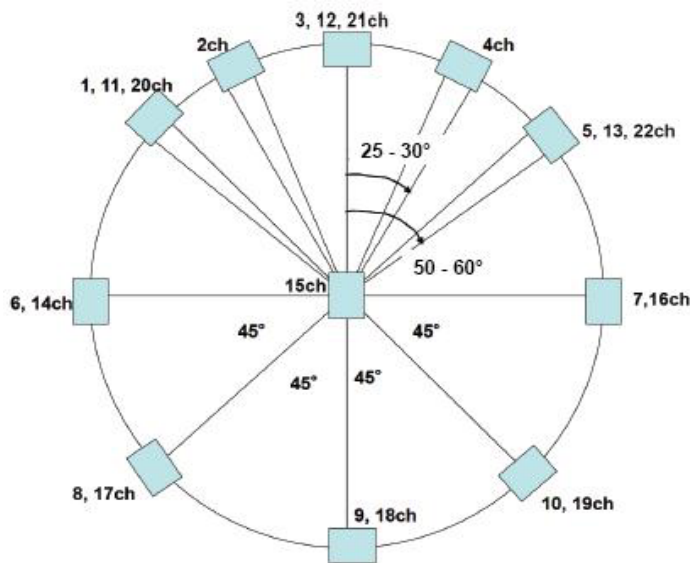
**Abb. 6.1:** 22.2 Mehrkanal-Tonwiedergabesystem (Fig. 1 aus [Hamasaki et al., 2007])

Das in Abb. 6.1 dargestellte 22.2 Surround-Mehrkanalwiedergabesystem nach Hamasaki ist in 3 Layern strukturiert: der mittlere Layer verwendet insgesamt 5 Front-Lautsprecher für eine präzisere Lokalisation in der vorderen Horizontalebene (L, Center-L, Center, Center-R, R), die beiden LFE-Kanäle (LFE-L und LFE-R), sind im unteren Layer situiert.

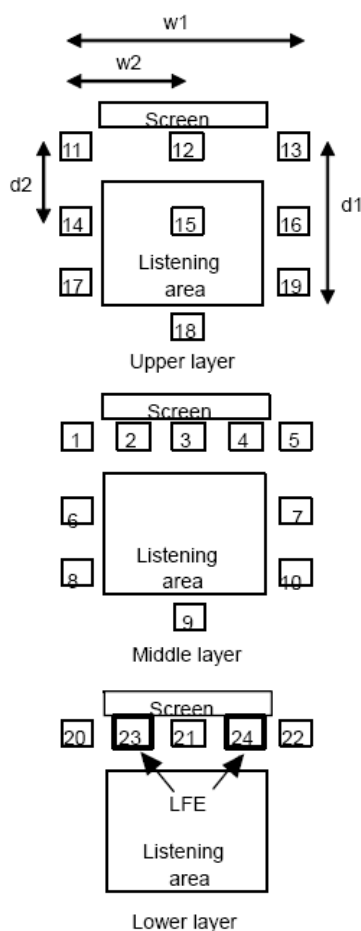
Die genaue Bezeichnung und Nummerierung der einzelnen Kanäle ist der nachfolgenden Tabelle 6.1 zu entnehmen, die winkelmässige Aufstellung der Lautsprecher ist in Abb. 6.2 ersichtlich.

Ein Tonmeister, der eine Surround-Aufnahme für Wiedergabe über eine Lautsprecheranlage im Hamasaki 22.2-Layout machen sollte, steht zurzeit u.a. vor dem Problem, dass bei den meisten Digitalmischpulten die Surround-Panoramisierungsmöglichkeiten bzw. Bus-Strukturen über das 5.1 oder 7.1-Surround Format kaum hinausgehen. Somit müsste das Signal-Routing für ein 22.2-System entweder durch kreativen Umgang bzw. entsprechende Konfiguration bestehender Mischpultarchitekturen gelöst werden, oder als selbst programmierter Patch auf entsprechenden Software-Plattformen (PureData, Max/MSP, etc.).





**Abb. 6.2:** Standard-Ausrichtung der Lautsprecher eines 22.2 Mehrkanal-Wiedergabesystems in der Horizontal-Ebene (Fig. 3 aus [Hamasaki et al., 2007])



Diese Problemstellung ergibt sich auf jeden Fall in Hinblick auf die Wiedergabe eines z.B. rein elektronisch generierten Klangevents über eine 22.2 Surround Anlage.

Anders stellt sich die Problematik dar, soll ein akustisch stattfindendes Ereignis mittels eines passenden Surround-Hauptmikrofonsystems für Wiedergabe über ein 22.2 System aufgezeichnet werden:

Umso begrüßenswerter erscheint es in diesem Zusammenhang, wenn ein für diese Anwendung geeignetes Mikrofonsystem zur Verfügung steht; dieses könnte ggf. aus mehreren BPT-3 Surroundmikrofonen zusammengesetzt sein, wie nachfolgend erläutert wird.

**Abb. 6.3:** Lautsprecher-Anordnung in 3 Layern für ein 22.2 Surround-System (Fig. 2 aus [Hamasaki et al., 2007])



Um ein passendes Signal für Wiedergabe über die inneren Front-Lautsprecher (2, 3, 4; Positionen:  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+30^\circ$ ) des mittleren Layers zu gewinnen, könnten die Kapseln eines BPT-3 Mikrofons beispielsweise mit physikalischen Öffnungswinkeln von  $-50^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+50^\circ$  ausgerichtet werden, wobei sich dann für eine Bedämpfung des Signals des Center-Mikrofons von 14dB, simuliert mittels „Image Assistant 2.1“ (nach [Wittek, 2002/2008]) ein effektiver Aufnahmewinkel von  $60^\circ$  ( $= -30^\circ/0^\circ/+30^\circ$ ) ergibt.

In ähnlicher Form könnte für die Gewinnung der Signale für die hinteren Lautsprecher (8, 9, 10) des mittleren Layers, die jeweils um  $45^\circ$  versetzt sind, physikalische Öffnungswinkel von  $-45^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+45^\circ$  für die Kapseln des BPT3-Mikrofons mit Bedämpfung des Center-Signals um 11,5dB gewählt werden (ergibt nach [Wittek, 2002/2008] einen effektiven Aufnahmewinkel von  $92^\circ$ ), oder aber auch physikalische Öffnungswinkel von  $-30^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+30^\circ$ , bei einer Bedämpfung des Center-Signals mit 12dB, was in einem effektiven Aufnahmewinkel von  $90^\circ$  ( $= -45^\circ/+45^\circ$ ) resultiert (vgl. ebenfalls [Wittek, 2002/2008]).

Für den oberen Layer könnte jeweils ein BPT-3 Mikrofon die Aufnahme von 3 Signalen übernehmen; z.B. mit folgender Wiedergabe-Belegung:

BPT-3 #1: Front-Lautsprecher 11, 12, 13

BPT-3 #2: Seiten-Lautsprecher rechts 13, 15, 19

BPT-3 #3: Seiten-Lautsprecher links 11, 14, 17

BPT-3 #4: Rear-Lautsprecher 17, 18, 19

In diesem Fall würden – passende Raumakustik und Positionierung der BPT-3 Mikrofone vorausgesetzt - ev. die Signale zweier Kapseln ‚benachbarter‘ BPT-3 Mikrofone auf den gleichen Lautsprecher aufgeschaltet werden. (Beispiel: vom BPT-3 Mikrofon #1 das Signal der R-Kapsel, sowie auch das Signal der L-Kapsel des BPT-3 Mikrofons #2 auf den Lautsprecher 13)

Experimentiert werden könnte ev. auch mit einer überlappenden Ausrichtung der BPT-Mikrofone bei der Aufnahme, sowie entsprechender Aufschaltung auf die Lautsprecher, so z.B. betreffend den mittleren Layer:

BPT-3 #5: Signal-Aufnahme für die Lautsprecher 1, 3, 5 (Center)

BPT-3 #6: Signal-Aufnahme für die Lautsprecher 4, 7, 10 (rechts)

BPT-3 #7: Signal-Aufnahme für die Lautsprecher 2, 6, 8 (links)

Wie gezeigt werden konnte, bietet sich ein Einsatz des BPT-Surroundmikrofons im BPT-3 oder BPT-5.1 Modus sowohl für einfache Aufnahmesituationen (z.B. an der Tonangel) bis hin zu sehr aufwändigen Surround-Systemen im Zusammenhang mit Ultra High-Definition TV (UHDTV) - siehe Hamasaki 22.2 - an.

Channel No.	Channel name (Shortened form)	Channel name
1	M-F-L	Middle layer - Front - Left
2	M-F-L/C	Middle layer - Front - Left/Center
3	M-F-C	Middle layer - Front - Center
4	M-F-C/R	Middle layer - Front - Center/Right
5	M-F-R	Middle layer - Front - Right
6	M-S-L	Middle layer - Side - Left
7	M-S-R	Middle layer - Side - Right
8	M-B-L	Middle layer - Back - Left
9	M-B-C	Middle layer - Back - Center
10	M-B-R	Middle layer - Back - Right
11	U-F-L	Upper layer - Front - Left
12	U-F-C	Upper layer - Front - Center
13	U-F-R	Upper layer - Front - Right
14	U-S-L	Upper layer - Side - Left
15	U-S-C	Upper layer - Side - Center
16	U-S-R	Upper layer - Side - Right
17	U-B-L	Upper layer - Back - Left
18	U-B-C	Upper layer - Back - Center
19	U-B-R	Upper layer - Back - Right
20	L-F-L	Lower layer - Front - Left
21	L-F-C	Lower layer - Front - Center
22	L-F-R	Lower layer - Front - Right
23	LFE-L	LFE - Left
24	LFE-R	LFE - Right

**Tab. 6.1:** Kanal-Bezeichnung und Belegung für ein 22.2 Mehrkanal-Wiedergabesystem (Tab. 2 aus [Hamasaki et al., 2007])

## **Literaturverzeichnis:**

Blumlein, A. D. (1931): „Improvements in and relating to Sound-transmission, Sound-recording and Sound-reproducing Systems“, British Patent No. 394,325 (14.12.1931)

Cohen, E. and Eargle, J. (1995): “Audio in a 5.1 Channel Environment”, Preprint #4071, 99<sup>th</sup> AES-Convention in New York, Oct. 1995

Eargle, J. (2004): “The Microphone Book” (Second Edition), Focal Press (2004)

Hamasaki, K., Nishiguchi, T., Okumura, R., Nakayamai, Y. and Ando, A. (2007): “22.2 Multichannel Sound System for Ultra High-Definition TV”, Preprint, SMPTE Technical Conference, Oct. 2007

Martin, G. (2005): “A New Microphone Technique For Five-Channel Recording”, Preprint 6427, 118th AES-Convention, Barcelona 2005

McKinney, D., and Rumsey, F. (1997): “Coincident Microphone Techniques for Three Channel Stereophonic Reproduction”, Preprint #4429 (E2) zur 102. AES-Convention in München, März 1997

Pfanzagl-Cardone, E. (2002): “In the light of 5.1 Surround: Why AB-PC is Superior for Symphony -Orchestra Recording”, Preprint 5565, 112th AES-Convention München, 2002

Pfanzagl-Cardone, E. (2005): “3.0 Microphone for Surround-Recording”, Innovation Patent No. 2005100255, IP Australia (Australian Patent Office), March 24<sup>th</sup>, 2005

Pfanzagl-Cardone, E. (2006): “Hauptmikrofon für Surroundaufnahmen”, Gebrauchsmuster Nr. 20 2005 017 798.9, Deutsches Patent- und Markenamt, 2.2.2006

Pfanzagl-Cardone, E. (2006): “Microphone for Surround-Recording”, Utility Patent Application No. US11/279,154, United States Patent and Trademark Office, April 10<sup>th</sup>, 2006 (Patent pending)

Pfanzagl-Cardone, E. (2006): “Microphone for Surround-Recording”, Utility Model Registration No. 3128257, JPO (Japan Patent Office), 13.12.2006

Pfanzagl-Cardone, E. (2007): ““Hauptmikrofon für Surroundaufnahmen”, Gebrauchsmuster Nr. 9616, Österreichisches Patentamt, 15.12.2007

Pfanzagl-Cardone, E. and Höldrich, R. (2008): “Frequency-dependent Signal-Correlation in Surround- and Stereo-Microphone Systems and the Blumlein-Pfanzagl-Triple (BPT)”, Preprint 7476, 124th AES Convention, Amsterdam 2008

Pfanzagl-Cardone, E. (2010): “BPT-Surroundmikrofon im Praxistest” (Teil 1), *MEDIA BIZ*, Nr.164, S. 44-46, Nov. 2010

Streicher, R. and Dooley, W. (1985): “Basic Microphone Perspectives – A Review”, *J. Audio Eng. Soc.*, Vol. 33, No.7/8, July/August 1985

Williams, M. (1992): “Frequency Dependent Hybrid Microphone Arrays for Stereophonic Sound Recording”, Preprint # 3252, 92<sup>nd</sup> AES-Convention, 1992

Wittek, H. (2002/2008): “Image Assistant 2.1” Java-Applet auf Website [www.hauptmikrofon.de](http://www.hauptmikrofon.de) ; Link: <http://www.hauptmikrofon.de/ima2-folder/ImageAssistant2.html> (Stand der Recherche: Nov. 2010)

Woszczyk, W. R. (1992): “ Microphone Arrays Optimized for Music Recording“, *J. Audio Eng. Soc.*, vol. 40, no. 11, Nov. 1992

**Anhang:**

(siehe Folgeseiten)



Australian Government

IP Australia

# Letters patent

Patents Act 1990

I, Fatima Beattie, the Commissioner of Patents, hereby grant an

## ***Innovation Patent***

No. 2005100255

to

Edwin Pfanzagl-Cardone of Goellstrasse 8/1, Salzburg, Austria, 5020, Austria

for the Innovation Patent titled

3.0 Microphone for Surround-Recording

invented by Pfanzagl-Cardone, Edwin

This Innovation Patent is granted for a term of eight years commencing from 24 March 2005.

This Innovation Patent can not be enforced unless and until it has been examined by the Commissioner of Patents and a Certificate of Examination has been issued. See sections 120(1A) and 129A of the Patents Act 1990, set out on the reverse of this document.

This Innovation Patent claims priority from:

Type of claim:	Number:	Priority Date:	Filed with:
----------------	---------	----------------	-------------



Signed and Sealed at  
Canberra in the Australian Capital Territory  
this 12th day of May, 2005

Fatima Beattie  
Commissioner of Patents

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

## URKUNDE

über die Eintragung des

## Gebrauchsmusters

Nr. 20 2005 017 798.9

**IPC**

H04R 1/32 (2006.01)

**Bezeichnung**

Hauptmikrofon für Surroundaufnahmen

**Gebrauchsmusterinhaber**

Pfanzagl-Cardone, Edwin, 53797 Lohmar, DE

**Tag der Anmeldung**

15.11.2005

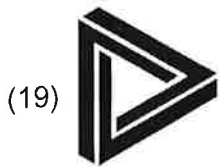
**Tag der Eintragung**

02.02.2006



Der Präsident des Deutschen Patent- und Markenamts

Dr. Schade



(12)

## Gebrauchsmusterschrift

(21) Anmeldenummer: GM 93/05 (51) Int. Cl.<sup>8</sup>: H04R 5/027  
(22) Anmeldetag: 2005-02-21 H04R 3/00  
(42) Beginn der Schutzdauer: 2007-10-15  
(45) Ausgabetag: 2007-12-15

(73) Gebrauchsmusterinhaber:  
PFANZAGL-CARDONE EDWIN  
A-5020 SALZBURG, SALZBURG (AT).

(72) Erfinder:  
PFANZAGL-CARDONE EDWIN  
SALZBURG, SALZBURG (AT).

### (54) HAUPTMIKROFON FÜR SURROUNDAUFNAHMEN

(57) Hauptmikrofon zur Aufnahme von Surround-Signalen mittels 3 Mikrofonkapseln (1, 2, 3) mit jeweils achterförmiger Richtcharakteristik, die vertikal übereinander auf einer Achse angeordnet sind, wobei deren Winkel zueinander (in der Horizontale) einstellbar ist.

Diese 3 Kapseln sind in einem Gehäuse kombiniert, wobei die physikalischen Abstände der 3 Schallwandler (Mikrofonmembranen) möglichst gering gehalten werden, um eine unverfälschte Abbildung der Schallquelle bei Wiedergabe über ein geeignetes Surround-Lautsprechersystem zu erzielen.

Das im Anspruch beschriebene Hauptmikrofonsystem kann z.B. die 3 Front-Signale Links, Mitte, Rechts für eine Surround-Anordnung liefern, oder auch für die Gewinnung von Signalen für die Speisung der rückwärtigen Surround-Kanäle (LS, RS und - falls gewünscht bzw. vorhanden - eines hinteren Surround-Mittenskanals) verwendet werden.

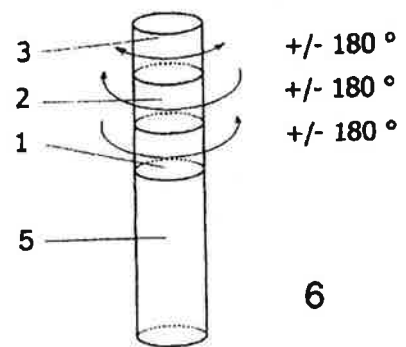


Fig. 3





実用新案登録証  
(CERTIFICATE OF UTILITY MODEL REGISTRATION)

登録第 3 1 2 8 2 5 7 号  
(REGISTRATION NUMBER)

考案の名称 (TITLE OF THE DEVICE)

サラウンド録音用マイクロホン

実用新案権者 (OWNER OF THE UTILITY MODEL RIGHT)

オーストリア ザルツブルグ ギョエルシュトラッセ 8 / 1、5 0 2 0  
国籍 オーストリア共和国  
エドウィン ファンザーゲル カルドネ

考案者 (CREATOR OF DEVICE)

エドウィン ファンザーゲル カルドネ

出願番号 (APPLICATION NUMBER)

実願 2 0 0 6 - 0 0 4 7 3 2

出願年月日 (FILING DATE)

平成 1 8 年 5 月 2 2 日 (May 22, 2006)

この考案は、登録するものと確定し、実用新案原簿に登録されたことを証する。  
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE UTILITY MODEL IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成 1 8 年 1 2 月 1 3 日 (December 13, 2006)

特許庁長官 (COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)

中 嶋

