

**Aufnahme- Mikrofonierungstechniken für
3/2 Surround Sound**

**Seminararbeit zur Lehrveranstaltung
Hochschulorchester Aufnahmetechnik im
Studienjahr 2000/ 2001**

**Martin Schörkmaier
9530506**

Betreuer: DI Alois Sontacchi, IEM

Inhaltsverzeichnis:

1 Einführung	3
1.1 Was versteht man unter 3/2?	3
2 Grundsätzliches zu den drei Frontkanälen	3
2.1 Wozu dient der Center Kanal?	3
2.2 Dreifach Phantomschallquellen	4
3 Grundsätzliches zu den Surroundkanälen	4
3.1 Wozu Surroundkanäle?	4
3.2 Verzögerung der Surroundkanäle	4
4 Dreikanalige Front Hauptmikrofone	5
4.1 INA 3 Anordnung	5
4.2 Nah koinzidente Anordnung	6
4.3 Decca Tree	7
4.4 Fünf- Mikrofon Anordnung	8
4.5 Zwei Separate Zweikanalige Hauptmikrofone	9
4.6 Optimierte Dreiecksanordnung nach Theile	10
5 Raummikrofone	11
5.1 Vier Mikrofon Anordnung (Atmo Kreuz)	11
6. 3/2 Surround Sound Hauptmikrofone	12
6.1 Fukuda Tree	12
6.2 INA 5	13
6.3 Brauner ASM5 Adjustable Surround Microphone	14
6.4 Soundfield Mikrofon System	15
6.5 Schoeps/ Areitec System:	16
6.6 Zehn Mikrofonanordnung der Academie de Paris (CNSMDP)	17
Literaturverzeichnis	18
Abbildungsverzeichnis	18

1. Einführung:

Vorliegende Arbeit soll einen Überblick über den derzeitigen Stand der Forschung (Sommer 2001) bzw. über einige ausgewählte Lösungsansätze im Bereich 3/2 Hauptmikrofonierungsarten schaffen.

1.1 Was versteht man unter 3/2?

3/2 steht für 3 diskrete Frontkanäle

L....Left
C....Center
R....Right

sowie 2 Surroundkanäle

LS....Left Surround
RS....Right Surround

Alle im Folgenden besprochenen Verfahren sind kompatibel zum 5.1 Standard, wobei das Subwoofersignal (.1) des LFE Kanals in Ermangelung eines eigenen „Subwoofermikrofons“ entweder bei der Nachbearbeitung des aufgenommenen Materials aus den 5 Mikrofonkanälen gewonnen wird, oder gegebenenfalls bei Musikproduktionen aufgrund der vollen Frequenzbandbreite der übrigen Kanäle auch weggelassen werden kann.

2. Grundsätzliches zu den drei Frontkanälen:

2.1 Wozu dient der Center Kanal?

Der Centerkanal ersetzt die Phantommitte bei stereophoner Wiedergabe mit einer real existierenden Schallquelle. Die Vorteile liegen darin begründet, dass sich der Bereich der idealen Abhörposition zwischen dem rechten und linken Lautsprecher, der Sweet Spot, vergrößert, und gleichzeitig die direktionale Stabilität eines im Mittelbereich liegenden Signals erhöht wird. Für ein Hauptmikrofon ergeben sich jedoch mit einem zusätzlichen dritten Mikrofon in der Mitte nicht unwesentliche Probleme, die es zu beachten gilt.

2.2 Dreifach Phantomschallquellen:

Bei einem dreikanaligen Hauptmikrofon kommt es aufgrund der je nach Richtcharakteristik nur sehr mangelhaften Kanaltrennung zwischen den einzelnen Mikrofonen zur Ausbildung von drei Phantomschallquellen, von denen zwei im Normalfall unerwünscht sind, weil sie nicht der tatsächlichen Lage der realen Schallquelle entsprechen. Ein zum Beispiel zwischen Center und Rechts liegendes Signal wird auch vom Linken Mikrofon aufgenommen, wodurch sich zwischen L-C und L-R zwei weitere störende Phantomquellen ausbilden. Diese beeinflussen in negativer Weise die Lokalisierbarkeit und führen weiter zu Klangfärbungen durch Kammfiltereffekte. Es ist also auf eine möglichst gute Kanaltrennung bei den Frontkanälen zu achten, was sich zum Beispiel durch geeignete Wahl der Richtcharakteristik (z.B. Super- oder Hypernieren) sowie sorgfältige geometrische Anordnung bewerkstelligen lässt.

3. Grundsätzliches zu den Surroundkanälen:

3.1 Wozu Surroundkanäle?

Die Surroundkanäle dienen dazu, dem Zuhörer zusätzlich Raumeindruck und Atmosphäre zu vermitteln. Er soll vom Klanggeschehen eingehüllt werden, im Idealfall sich mitten im Konzertsaal fühlen. Vom klangästhetischen Standpunkt aus stören in den hinteren Kanälen Nebengeräusche aus dem Publikum wie Husten und dergleichen bei Live Aufnahmen viel weniger, als dies bei reinen Stereoverfahren der Fall wäre. Hierzu muss jedoch gesagt werden, dass gegebenenfalls auch eine vertikale Variabilität der Mikrofonaufhängung von Nutzen sein kann, um zum Beispiel die hinteren Kanäle vom Publikum weg in Richtung Saaldecke drehen zu können. Weiter ist zu beachten, dass die Gesamtenergie des Diffussschalls deutlich höher ausfallen darf, was bei der Platzierung der Mikrofone in Verbindung mit dem Hallradius eine Rolle spielt.

3.2 Verzögerung der Surroundkanäle

Auf die Behandlung der Verzögerung gegenüber dem Hauptmikrofon bei Verwendung von zusätzlichen Stützmikrofonen im aufzunehmenden Klangkörper wird hier bewusst verzichtet, da sich die Berechnungen hier nicht von normalen stereofonen Verfahren unterscheiden. Sehr wohl zu berücksichtigen ist aber auch eine Zeitkompensation der zusätzlichen Surroundkanäle, wenn es gilt Echoeffekte oder unnatürlichen Raumeindruck zu unterdrücken. Echos können entstehen, wenn die Distanz zwischen Surround- und Hauptmikrofon mehr als 10m, also ungefähr 30ms beträgt. Das Hauptmikrofon soll dabei immer als Zeitbasis mit 0ms Verzögerung (Delay) dienen, wobei für Stützmikrofone vor dieser Basis dann entsprechend positive Delay- Werte gelten, für Mikrofone dahinter, sprich Richtung Surroundmikrofone negative Delay- Werte. Da negative Verzögerungszeiten, also ein Vorziehen des Signals in vielen Fällen technisch nicht machbar ist, müssen gegebenenfalls alle Kanäle entsprechend in Richtung positiver Werte korrigiert werden, wobei die zeitlichen Verhältnisse untereinander beibehalten werden müssen.

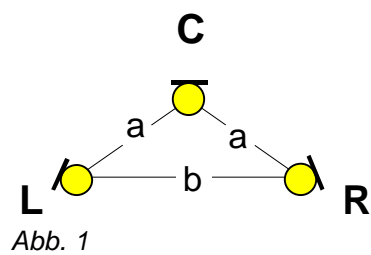
4. Dreikanalige Front Hauptmikrofone:

4.1 INA 3 Anordnung

Die Ideale Nierenanordnung INA3 basiert auf den Williams- Kurven. Je nach Aufnahmewinkel φ verändert sich der Abstand zwischen den Mikrofonen, sowie der Winkel der beiden äußeren Kapseln, welcher immer $\varphi/2$ im Bezug auf den Center beträgt

Richtcharakteristik :	
L	Niere
C	Niere
R	Niere

Mikrofonanordnung:



Aufnahmewinkel φ	a	b
100°	69cm	126cm
120°	53cm	92cm
140°	41cm	68cm
160°	32cm	49cm
180°	25cm	35cm

4.2 Nah koinzidente Anordnung

Bei dieser Anordnung befinden sich die Mikrofone auf einer Linie, mit jeweils 17.5cm Abstand dazwischen. Die beiden äußeren Kapseln sind jeweils um 30° nach außen geneigt. Zur Vermeidung einer zu starken Betonung um den Center Kanal herum weisen sie Supernieren Charakteristik auf.

Richtcharakteristik :	
L	Superniere
C	Niere
R	Superniere

Mikrofonanordnung:

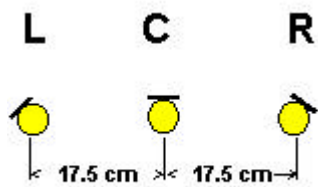


Abb. 2

4.3 Decca Tree

Hier werden die Mikrofone in einem relativ großen Dreieck platziert. Das Ergebnis ist ein offener und sehr räumlicher Klang, jedoch im Bezug auf die Ortung einzelner Quellen ist diese Anordnung eher ungeeignet.

Richtcharakteristik :	
L	Kugel
C	Kugel
R	Kugel

Mikrofonanordnung:

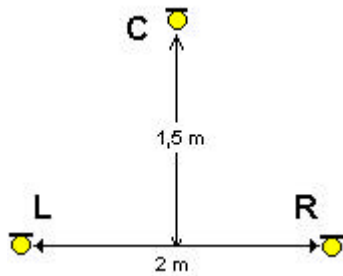


Abb. 3

4.4 Fünf-Mikrofon Anordnung

Eine Interessante Lösung für größere Orchester stellt eine Art Mikrofonarray mit fünf Nieren dar. Durch die zusätzlichen Mikrofone halb links bzw. halb rechts erhält man an diesen Stellen relativ stabile Phantomquellen und somit ein recht ausgewogenes direktionales Klangbild. Nicht empfehlenswert ist jedoch eine Verringerung der der Mikrofonabstände für eventuelle kleinere Ensembles, hier sei auf andere Verfahren wie den Decca Tree verwiesen.

Richtcharakteristik :	
L	Niere
½ L	Niere
C	Niere
½ R	Niere
R	Niere

Anordnung :

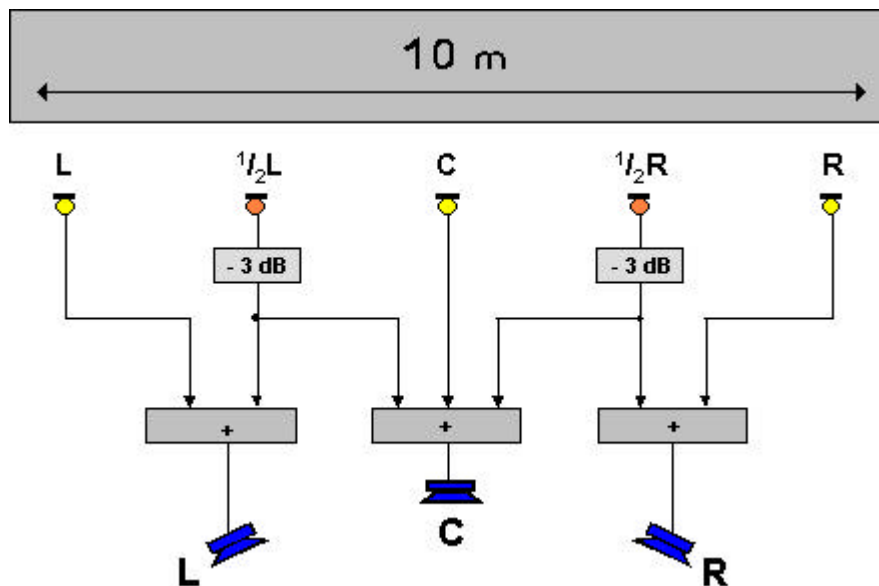


Abb. 4

4.5 Zwei Separate Zweikanalige Hauptmikrofone

Dieser Lösungsansatz nützt die Vorteile von konventionellen zweikanaligen Hauptmikrofonen in Punkto Phantomschallquellen, indem der gesamte aufzunehmende Bereich einfach in zwei gleiche Segmente unterteilt wird. Hierbei gilt allerdings zu beachten, dass sich die beiden Aufnahmewinkel so wenig wie möglich überlappen, ansonsten ist dieses System aber relativ variabel. Gängige Stereoverfahren sind anwendbar, wobei mit zusätzlichen Surroundmikrofonen der Diffusschallanteil bei den Frontkanälen nicht zu hoch ausfallen sollte. Diese Methode ist wegen der großen direktionalen Breite sicher nicht überall einsetzbar, eher ungeeignet ist sie zum Beispiel bei Soloinstrumenten oder kleinen Klangkörpern.

Richtcharakteristik :	
L_L	Niere
L_R	Niere
R_L	Niere
R_R	Niere

Mikrofonanordnung:

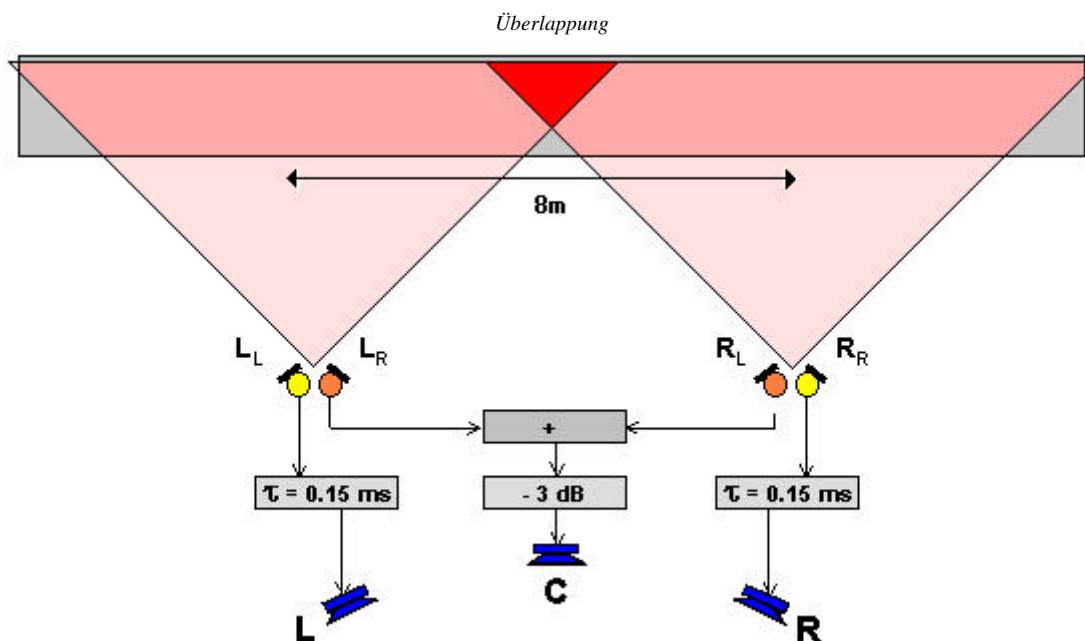


Abb. 5

4.6 Optimierte Dreiecksanordnung nach Theile:

Um das Problem des Übersprechens zu minimieren, werden als äußere Mikrofone Supernieren verwendet. Da diese Richtcharakteristik Schwächen im Bassbereich aufweist, können an der selben Stelle zusätzlich zu den beiden Supernieren zwei mit 100Hz tiefpassgefilterte Kugelmikrofone angebracht werden. Die übrigen Mikrofone sind dann mit einem 100Hz Hochpassfilter zu versehen. Dabei ist auf eine phasengenaue Überlappung zu achten.

Richtcharakteristik :	
L	Superniere
C	Niere
R	Superniere

Aufnahmewinkel j	b
90°	80cm
100°	70cm
110°	60cm

$h=8\text{cm}$

Falls statt der Supernieren nur Nieren verwendet werden, vergrößert sich h auf 12cm.

Mikrofonanordnung:

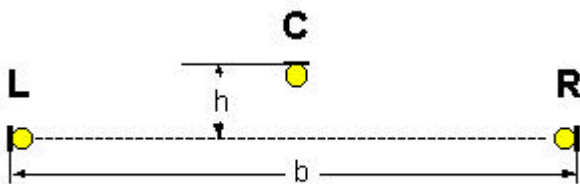


Abb. 6

5. Raummikrofone:

5.1 Vier Mikrofon Anordnung (Atmo Kreuz)

Dieses vierkanalige Raummikrofon erlaubt in Verbindung mit einem beliebigen Dreikanalhauptmikrofon sehr variable Aufstellmöglichkeiten, sowohl was die Position als auch die geometrische Anordnung des Quadrates betrifft. Die beiden mit L_B und R_B bezeichneten Kanälen werden den Frontkanälen L und R zugemischt, die mit LS und RS bezeichneten den entsprechenden Surroundkanälen. Wegen der fehlenden festen Beziehung zum Frontmikrofon kann das Raummikrofon in Bereichen untergebracht werden, wo sowohl ein optimaler Raumeindruck vorherrscht, also weit im diffusen Schallfeld, als auch Störgeräusche aus dem Publikum und dergleichen wenig ins Gewicht fallen. Zu beachten sind hierbei natürlich entsprechende Verzögerungsmaßnahmen. Grundsätzlich können die verwendeten Mikrofone Charakteristiken von Niere bis Kugel aufweisen. Reine Nierenanordnungen mit einem Abstand von $d= 20- 25$ cm (hier spricht man von einem Atmo Kreuz) eignen sich gut für realistische Abbildungen von Ereignissen wie Applaus, während weiter ($d= 60$) angeordnete Kugeln ein diffuseres Klangbild mit einer Verschmierung der Schallquellen (Lautsprecher) ergibt. Hier bleibt viel Raum für eigene Experimente.

Richtcharakteristik :	
L_B	Niere bis Kugel
R_B	Niere bis Kugel
L	Niere bis Kugel
R	Niere bis Kugel

Abstand d: 20- 60 cm.

Anordnung:

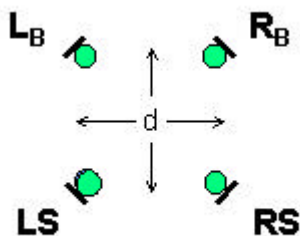


Abb. 7

6. 3/2 Surround Sound Hauptmikrofone

6.1 Fukuda Tree

Als Frontmikrofon findet sich hier ein modifizierter Decca Tree. Wegen der weiten Abstände lässt sich kein wirklicher Aufnahmewinkel definieren. Die zusätzlichen Kugeln LL und RR sollen einen besseren Eindruck des Orchesters vermitteln und eine Verbindung zwischen vorne und hinten herstellen.

Richtcharakteristik :	
L	Niere
C	Niere
R	Niere
LS	Niere
RS	Niere
LL	Kugel
RR	Kugel

Anordnung:

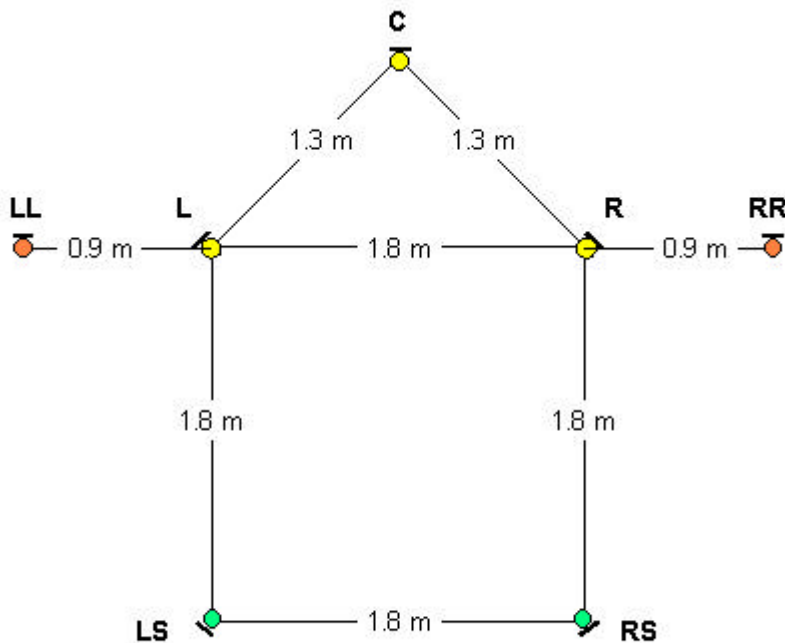


Abb. 8

6.2 INA 5

Ein sehr breites Spektrum verschiedener Aufnahmewinkel lässt sich mit dieser Anordnung abdecken, welche eine Erweiterung des INA 3 Verfahrens darstellt. Die Mikrofonwinkel und Abstände lassen sich aus Tabellen entnehmen, welche auf den Williams Kurven aufbauen. Nachfolgend sind drei Beispielsetups beschrieben, welche ohne elektrische Verzögerungsmaßnahmen auskommen. Für weitere Tabellen sei ausdrücklich auf [2] verwiesen.

Richtcharakteristik :	
L	Niere
C	Niere
R	Niere
LS	Niere
RS	Niere

Anordnung:

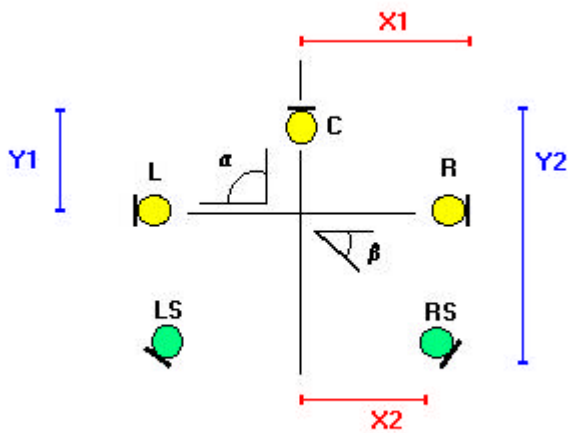


Abb. 9

Aufnahmewinkel vorne: +/- 50°

X1	58,5 cm
X2	51,5 cm
Y1	17 cm
Y2	44 cm
a	90°
b	50°

Aufnahmewinkel vorne: +/- 60°

X1	42,5 cm
X2	36,5 cm
Y1	17 cm
Y2	46,5 cm
a	90°
b	58°

Aufnahmewinkel vorne: +/- 72°

X1	30,5 cm
X2	24 cm
Y1	17 cm
Y2	58,6 cm
a	90°
b	70°

6.3 Brauner ASM5 Adjustable Surround Microphone

Das von Brauner in Zusammenarbeit mit der Firma SPL entwickelte Surroundmikrofon ASM5 basiert auf der INA 5 Anordnung. Es besteht aus einem verstellbaren Kreuz, an dessen Enden 5 drehbare Großmembranmikrofonkapseln mit stufenlos verstellbarer Richtcharakteristik sitzen. Zusätzlich wird mit dem SPL Atmos 5.1 ein Aufnahme und Abhörmischpult angeboten, mit dem sich auf der einen Seite das ASM5 fernsteuern lässt und auf der anderen Seite durch eine Abhörmatrix bereits bei der Aufnahme eine Kontrolle der Signale über Surroundkopfhörer möglich ist. Die Idee hinter diesem Konzept ist ein einfach zu positionierendes Surroundmikrofon anzubieten, das in Verbindung mit dem speziellen Mischpult eine Art „Plug and Play“ Lösung darstellt.

Anordnung:

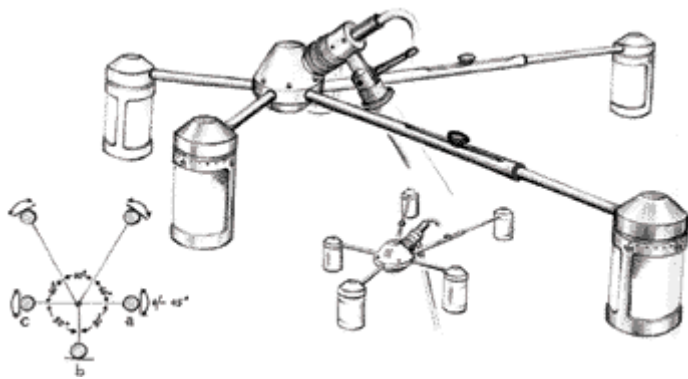


Abb. 10

SPL Atmos 5.1 und Brauner ASM 5:



Abb. 11

6.4 Soundfield Mikrofon System

Das Soundfield Mikrofon System verfolgt eine ganz andere Philosophie als die bisher vorgestellten Systeme. Das Mikrofon besitzt im Inneren 4 Kapseln, welche in Tetraederform angeordnet sind und so für die drei Raumkoordinaten X (vorne- hinten), Y (links- rechts) und Z (oben- unten) sowie einen Referenzpunkt W (für die Position im Raum) verantwortlich sind. Diese 4 Komponenten werden als B- Format bezeichnet. Der zweite wichtige Teil des Soundfield Systems ist ein Prozessor, mit dem sich die Mikrofoneigenschaften steuern lassen, was auch nachträglich bei bereits bestehenden B-Format- Aufnahmen möglich ist. Dies sind Eigenschaften wie Mikrofonhöhe, Rotation des Mikrofons sowie Position des Mikrofons entlang der X- Achse und die Richtcharakteristik des ganzen Systems, welche sich quasi virtuell mit Hilfe des Prozessors verändern lassen. Durch zusätzliche Decoder ist auch eine Kompatibilität des B- Formats zu 5.1 oder ähnlichen Surroundformaten gegeben.

B- Format:

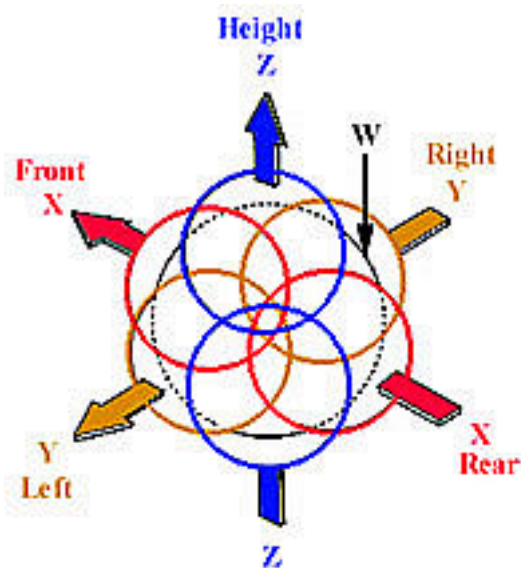


Abb. 12

MKV Mikrofon und Prozessor:



Abb. 13

6.5 Schoeps/ Areitec System:

Dieses System basiert auf dem Kugelflächenmikrofon KFM 360 von Schoeps, welches mit zwei Druckempfängern in Ohrabstand bestückt ist. Das Mikrofon wird mit zwei Kapseln mit Achter Charakteristik erweitert, welche direkt neben den Druckempfängern sitzen und eine vorne- hinten Orientierung aufweisen. Auch hier wird zusätzlich ein spezieller Prozessor verwendet, um die Richtcharakteristik der „Virtuellen Mikrofone“ nachträglich zu verändern.

KFM 360 Kugelmikrofon mit zus. Achter CCM 8L und Prozessor DSP- 4:



Abb. 14

6.6 Zehn Mikrofonanordnung der Academie de Paris (CNSMDP)

Für dieses Setup werden 10 Mikrofone mit Kugelcharakteristik in einem Kreis mit einem Radius von 2.04m aufgestellt. Die Winkel zwischen den einzelnen Mikrofonen betragen 0° , $\pm 36^\circ$, $\pm 72^\circ$, $\pm 108^\circ$, $\pm 144^\circ$ und 180° . Es werden Kugelmikrofone aufgrund der höheren Linearität im Frequenzbereich verwendet. Auf ein entsprechendes Panning der Mikrofone im Bezug auf ihre Position im Raum ist genau zu achten (z.B: 180° Mikrofon genau zwischen den beiden Surroundlautsprechern LS und RS). Mit einer solchen Mikrofonanordnung soll die Lokalisierbarkeit von lateralen Quellen verbessert werden.

Literaturverzeichnis:

- [1] Theile, Günther: Multichannel natural music recording based on psychoacoustic principles; IRT, Germany, 2001
- [2] Williams, Michael; Le Du, Guillaume : The quick reference guide to multichannel microphone arrays using cardioid microphones; Convention Paper 5336, 110th AES Convention, 2001 Amsterdam
- [3] Kaminki, Peter: Mehrkanal Mikrofonierung, Flügel Aufnahme von Universal Recording; Production Partner Nr.1, 2000, Seite 38-42, MM- Musik- Media- Verlag, Köln
- [4] Wilke, Ralf: Surround Table, Experten Gespräch; Keyboards, Recording und Computer Nr 12, 2000, Seite 54-60, MM- Musik- Media- Verlag, Köln
- [5] Williams, Michael; Le Du, Guillaume : Multichannel microphone array design; Convention Paper 5157, 108th AES Convention, 2000 Paris
- [6] Shoeps GmbH: <http://www.schoeps.de/>
- [7] Soundfield: <http://www.soundfield.com/>
- [8] SPL electronics GmbH: <http://www.soundperformancelab.com/>
- [9] Conservatoire de Paris: Comparative experiment of Multichannel sound recording systems, 108th AES Convention, 200 Paris

Abbildungsverzeichnis:

- Abbildung 1- 8 aus [1]
- Abbildung 10- 11 aus [8]
- Abbildung 12- 13 aus [7]
- Abbildung 14 aus [6]