

# Surroundaufnahme: Probleme und Lösungen

Thomas Görne, HAW Hamburg

3. Januar 2010

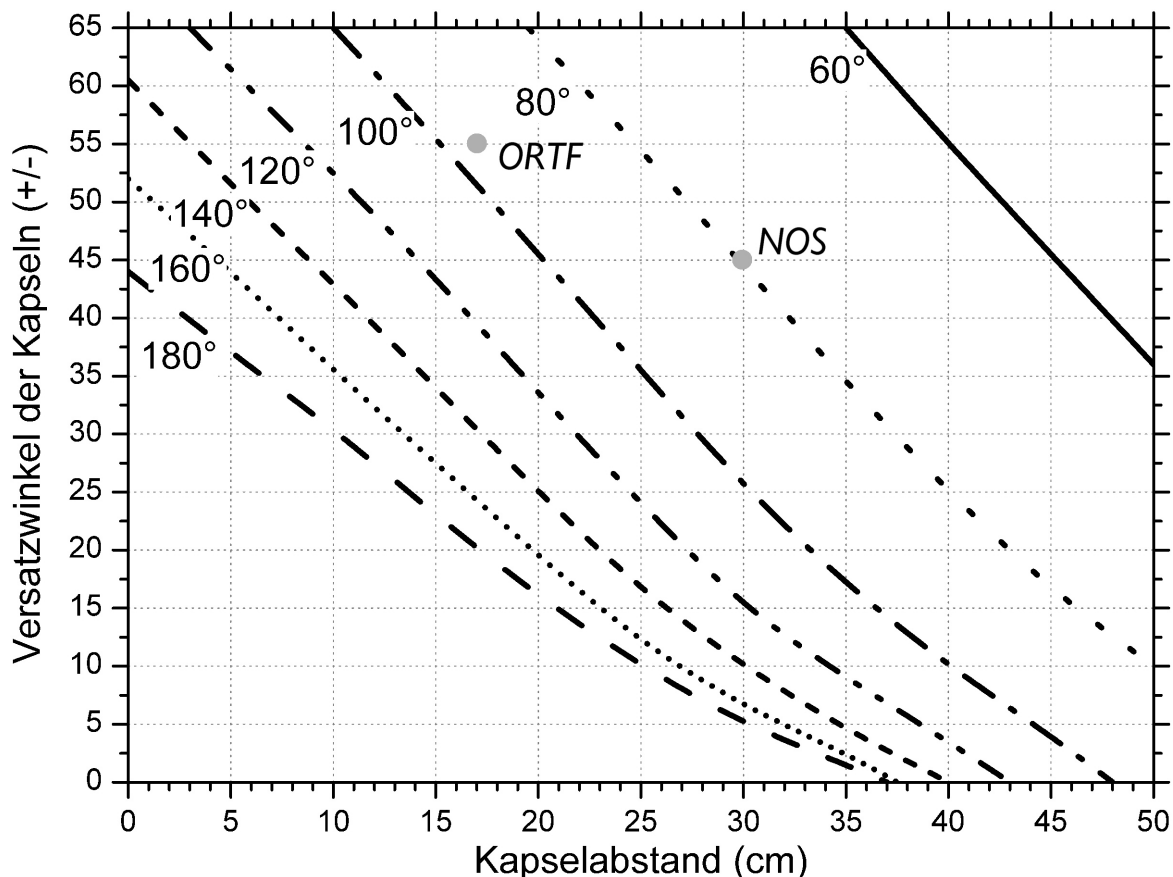


Abbildung 1: Kurven gleichen Aufnahmewinkels für ORTF-ähnliche Stereoanordnungen (engl. „near coincident pairs“) mit Nierenmikrofonen nach Williams (1987). Der Versatzwinkel ist der Winkel, um den jede Kapsel aus der Haupteinfallrichtung herausgedreht wird. Der Öffnungswinkel zwischen den beiden Mikrofonen ist demnach der doppelte Versatzwinkel. Alle auf einer Kurve liegenden Stereoanordnungen haben den gleichen Aufnahmewinkel. Auf der x-Achse (Versatzwinkel  $0^\circ$ ) finden sich die AB-Anordnungen, auf der y-Achse (Kapselabstand 0 cm) die XY-Anordnungen.

## Stereo-Aufnahmewinkel

Die oben dargestellten *Williams-Kurven* ermöglichen eine Abschätzung des Zusammenhangs zwischen Kapselabstand, Öffnungswinkel

der Kapseln (= doppelter Versatzwinkel) und dem Stereo-Aufnahmewinkel.

Ein XY mit zwei Nieren im Winkel von knapp  $90^\circ$  (Versatzwinkel knapp  $45^\circ$ ) hat demnach einen Aufnahmewinkel von  $180^\circ$ , ge-

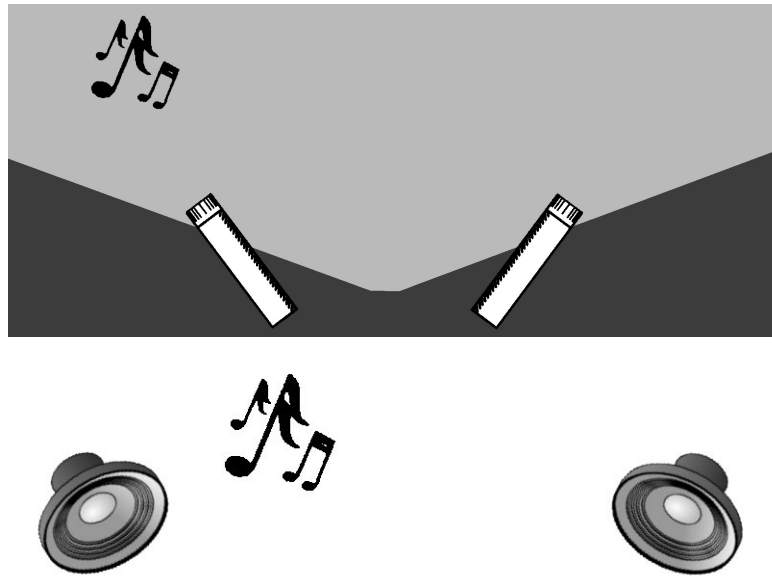


Abbildung 2: Zweikanalige Aufnahme und Wiedergabe; die relative Position der Schallquelle innerhalb des Stereo-Aufnahmewinkels bestimmt bei der Wiedergabe die Position der Phantomschallquelle zwischen den Lautsprechern

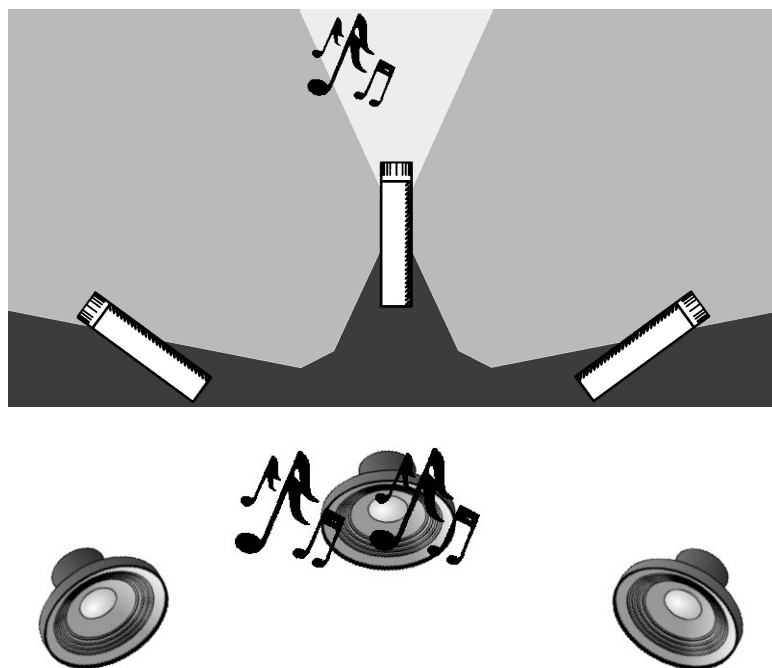


Abbildung 3: Dreikanalige Aufnahme und Wiedergabe mit überlappenden Aufnahmebereichen der Stereopaare LC und CR; doppelte und dadurch unscharfe Phantomschallquelle bei der Wiedergabe

nau wie ein AB im Abstand von 37 cm oder wie zwei Nierenmikrofone mit einem Abstand von 17 cm und einem Winkel von  $\pm 20^\circ$ .

Schallquellen innerhalb des Aufnahmebereichs werden bei der Wiedergabe als Phantomschallquellen zwischen den zwei Lautsprechern der Stereobasis abgebildet (Abb. 2). Alle Quellen *außerhalb* des Aufnahmebereichs landen im linken oder rechten Lautsprecher.

Je *größer* Öffnungswinkel und Abstand zwischen zwei Mikrofonen sind, desto *kleiner* wird der Aufnahmewinkel („Zoom-Effekt“). Bei kleinen Öffnungswinkeln zwischen den beiden Mikrofonen ist der Aufnahmewinkel in der Regel größer als der Öffnungswinkel (siehe Beispiel in Abb. 2). Dreht man die Mikrofone sehr weit nach außen, dann kann der Aufnahmewinkel auch kleiner werden als der Öffnungswinkel.

Achtung: Die Prognose des Aufnahmewinkels nach Williams gilt nur für zweikanalige Aufnahme und Wiedergabe und nur für frontale Ortung! Und: die Williams-Kurven sollten nicht als Dogma betrachtet werden — sie basieren auf gemittelten Ergebnissen psychoakustischer Experimente. Die Phantomschallquellenortung hängt aber nicht nur von Laufzeit- und Pegeldifferenzen, sondern auch vom Signal selber ab, d.h. unterschiedliche Stereosignale mit gleichen Pegel- und Laufzeitdifferenzen werden u.U. in unterschiedlichen Richtungen geortet.

### Aufnahmewinkel und Phantomquellen bei mehr als zwei Mikrofonen

Typische Anordnungen für die 3/2-Surroundaufnahme (5.1-Surround) bestehen aus drei oder fünf Mikrofonen. Benutzt man drei Mikrofone („LCR-“ oder „Front-Array“), muss man ggf. die Signale für die Surroundkanäle LS und RS mit abgesetzten separaten Raummikrofonen aufzeichnen.

Das LCR-Array lässt sich als doppelter Stereoaufbau interpretieren: Sowohl das Mikrofonpaar L und C als auch das Mikrofonpaar C und R haben jeweils einen eigenen Aufnahmebereich, der bei der Wiedergabe zwischen den entsprechenden Lautsprechern dargestellt wird und zu doppelten Phantomschallquellen führen kann. Darüber hinaus bilden auch L und R bei Aufnahme und Wie-

dergabe ein Stereopaar und können eine weitere Phantomschallquelle erzeugen.

Mit einem planlos aufgebauten dreikanaligen Front-Array ist die Wahrscheinlichkeit einer technisch schlechten Surround-Aufnahme sehr groß: Bei überlappenden Aufnahmewinkeln von LC und CR (Abb. 3) werden mittige Quellen unscharf wiedergegeben, weil sie in beide Aufnahmebereiche fallen. Schlimmstenfalls gibt es für eine einzige aufgenommene Schallquelle bei der Wiedergabe drei verschiedene Phantomschallquellen, jeweils zwischen den Lautsprechern L und C, C und R sowie L und R. Und auch wenn sich die Aufnahmebereiche von LC und CR *nicht* überlappen, kann es zu einer solchen mehrdeutigen, unscharfen Ortung kommen.

### Lösungsmöglichkeiten für die LCR-Aufnahme

Um die drei Frontkanäle einer Surroundaufnahme ohne die o.g. Fehler aufzuzeichnen, gibt es drei mögliche Lösungen:

1. Die Aufnahme mit einem LCR-Array, bei dem *Öffnungswinkel und Aufnahmewinkel zwischen den Mikrofonen gleich* sind. Musterlösungen dafür sind die INA-Anordnungen bzw. die (identischen) Anordnungen nach Williams.
2. Die Aufnahme mit einem LCR-Array, bei dem die Abstände zwischen den drei Kapseln so groß sind, dass die *Mikrofon-signale praktisch unkorreliert* sind. Prototyp hierfür ist der Decca-Tree.
3. Die *zweikanalige Aufnahme*, z.B. mit einem überbreiten AB mit „Loch in der Mitte“, und die *Versorgung des Center-Kanals mit einem separaten Stütz- oder Solistenmikrofon*.

**Variante 1:** Die INA- und Williams-Anordnungen („Ideale Nieren-Anordnung“) basieren auf Nieren-Mikrofonpaaren, bei denen gemäß der Williams-Kurven Öffnungs- und Aufnahmewinkel gleich sind, also z.B.  $80^\circ$  Öffnungswinkel und 32 cm Abstand oder  $60^\circ$  Öffnungswinkel und 37 cm Abstand zwischen je zwei benachbarten Mikrofonen im LCR-Array. Dadurch schließen die Aufnahmeberei-

che von LC und CR nahtlos aneinander an, und die Abbildung wird technisch fehlerfrei.

Den gleichen Ansatz nahtlos aneinander grenzender Aufnahmebereiche verfolgen Anordnungen wie OCT nach Theile („Optimized Cardioid Triangle“) oder SONC nach Slotte („Sharpness–Optimized Near Coincident“).

Beispiele für solche LCR–Arrays sind in Tabelle 1 und Abbildung 4 aufgeführt.

**Variante 2:** Ist der Abstand zwischen den Kapseln im LCR–Array so groß, dass die Signale dekorreliert sind, so gibt es ebenfalls keine Probleme mit unscharfen Phantomquellen. Es entsteht ein eher unpräzises, aber häufig sehr prachtvolles Klangbild. Prototyp für solche Aufbauten ist der seit den 1960er Jahren gebräuchliche Decca–Tree aus drei Druckempfängern (Abb. 5), der sich ebenso gut für die Stereoaufnahme eignet (in diesem Fall wird das Center–Mikrofon zu gleichen Teilen auf die Kanäle L und R zugemischt).

Um dekorellierte Mikrofonsignale mit Druckempfängern zu erhalten, kann man sich an zwei Faustregeln halten:

- Der Kapselabstand sollte größer sein als der Hallradius<sup>1</sup> des Aufnahmeraums,

- der Kapselabstand sollte größer sein als die Wellenlänge<sup>2</sup>.

In einem großen Aufnahmeraum wird man daher den Decca–Tree eher größer aufbauen, im kleinen Aufnahmeraum eher kleiner.

Dekorrelation erhält man auch durch den Einsatz von gerichteten Mikrofonen, die in unterschiedliche Richtungen zeigen. Beispiele dafür sind zwei Nieren „Rücken an Rücken“, oder zwei Achten im Winkel von 90° (Blumlein–Anordnung).

**Variante 3:** Bei der Surround–Produktion klassischer Musik wird häufig ganz auf den Center–Kanal verzichtet. Dadurch können alle üblichen Stereotechniken benutzt werden, und es gibt keine Probleme durch den zusätzlichen dritten Wiedergabekanal. Möchte man den Center–Kanal trotzdem nutzen, so bietet es sich an, eine besonders wichtige Stimme (Gesang, Soloinstrument) mit einem separaten Mikrofon aufzunehmen und auf den Center zu legen.

Anmerkung: Die Aufnahme einer Solostimme mit einem weit vom Stereoaufbau abgesetzten Stützmikrofon liefert ein dekorelliertes Center–Signal — siehe Variante 2.

## Literatur

Görne, T.: *Mikrofone in Theorie und Praxis*, Elektor. 8., überarb. und erw. Aufl. 2007.

Griesinger, D.: „The Psychoacoustics of Listening Area, Depth, and Envelopment in Surround Recordings, and their relationship to Microphone Technique“, Proc. 19th Int. Conf. Audio Eng. Soc. (Schloss Elmau), 2001.

Hamasaki, K., Shinmura, T., Akita, S., & Hiyama, K.: „Approach and Mixing Technique for Natural Sound Recording of Multichannel Audio“, 19th Int. Conf. Audio Eng. Soc. (Schloss Elmau), 2001.

Julstrom, S.: „An Intuitive View of Coincident Stereo Microphones“, *Journ. Audio Eng. Soc.*, Vol. 39 (9), 1991.

Rumsey, F. & McCormick, T.: *Sound and Recording*, Focal Press, 4. Aufl. 2002.

Slotte, B.: „Sharpening the image in 5.1 surround recording“, Prepr. 118th Conv. Audio Eng. Soc. (Barcelona), 2005.

Theile, G.: „Natural 5.1 Music Recording Based on Psychoacoustic Principles“, Proc. 19th Int. Conf. Audio Eng. Soc. (Schloss Elmau), 2001.

Williams, M.: „Unified theory of microphone systems for stereophonic sound recording“, Prepr. 82nd Conv. Audio Eng. Soc. (London), 1987.

Williams, M.: *Microphone Arrays for Stereo and Multichannel Sound Recording Vol. 1*, Editrice Il Rostro 2004.

<sup>1</sup> $r_H = 0.057\sqrt{V/T}$ . Je größer der Raum und je kürzer die Nachhallzeit, desto größer sein Hallradius. Typische Werte sind 0.5 m für kleine Räume bis zu 4 m für große Konzertsäle

<sup>2</sup>Bei gegebenem Mikrofonabstand ist daher die Korrelation der Kapselsignale bei tiefen Frequenzen größer als bei hohen Frequenzen.

Aufnahmewinkel	Versatzwinkel	Kapselabstände (vgl. Abb. 4)		
<b>INA</b> „ideale Nieren-Anordnung“ (L, C, R: Nieren)...				
100°	L, R ± 50°	a = 29 cm	b = 1.26 m	
120°	L, R ± 60°	a = 27 cm	b = 92 cm	
140°	L, R ± 70°	a = 24 cm	b = 68 cm	
160°	L, R ± 80°	a = 21 cm	b = 49 cm	
180°	L, R ± 90°	a = 17.5 cm	b = 35 cm	
<b>SONC</b> „Sharpness-Optimized Near-Coincident“ (L, C, R: Nieren)				
100°	L, R ± 52.5°	a = 16 cm	b = 82 cm	Center-Pegel -2.9 dB
120°	L, R ± 52.5°	a = 15.5 cm	b = 61 cm	Center-Pegel -2.6 dB
140°	L, R ± 52.5°	a = 15 cm	b = 45 cm	Center-Pegel -2.3 dB
160°	L, R ± 52.5°	a = 13.5 cm	b = 33 cm	Center-Pegel -1.9 dB
180°	L, R ± 52.5°	a = 12 cm	b = 24 cm	Center-Pegel -1.1 dB
<b>OCT</b> „Optimized Cardioid Triangle“ (L, R: Supernieren, C: Niere oder Kugel)				
100°	L, R ± 90°	a = 8 cm	b = 78 cm	
120°	L, R ± 90°	a = 8 cm	b = 60 cm	
140°	L, R ± 90°	a = 8 cm	b = 46 cm	
<b>OCT-2</b> wie OCT, aber mit a = 40 cm und mit einem Center-Delay von 1 ms				
<b>Williams</b> (L, C, R: breite Nieren; mit Nieren: siehe INA)				
160°	L, R ± 80°	a = 24.5 cm	b = 58 cm	

Tabelle 1: Anordnungen von drei Mikrofonen für die Kanäle L, C und R bei der Surround-Aufnahme.

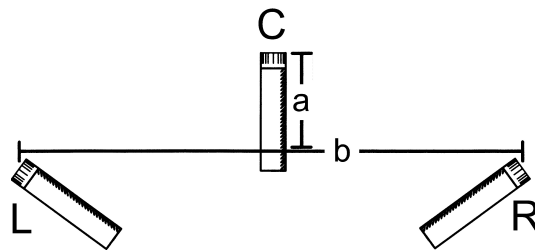


Abbildung 4: Aufbauschema für dreikanalige Front-Arrays zur Surround-Aufnahme, Maße siehe Tabelle 1

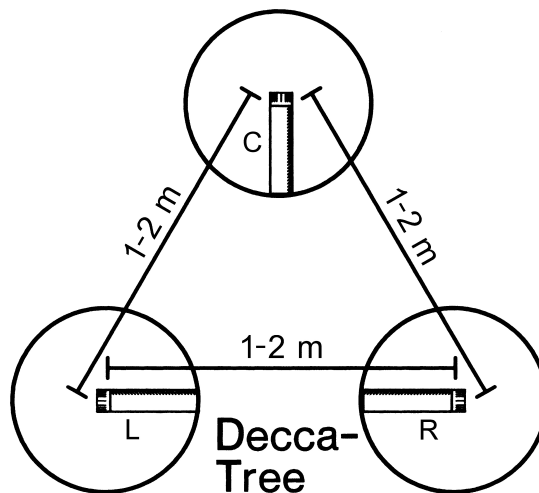


Abbildung 5: Großes Laufzeit-Array für die LCR-Aufnahme (Decca-Tree)