

Mikrofonierung von Sportevents

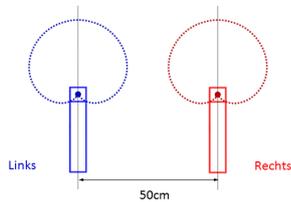
1 Die Anfänge der Sportübertragung

Zu Beginn der Sportberichterstattung im Fernsehen war der Sendeton noch in Mono. Wie beispielsweise bei der ersten Fußball-WM 1930 in Uruguay. Mit der Entwicklung des Ikonoskops welches erstmalig bei den Olympischen Spielen 1936 in Berlin eingesetzt wurde, entwickelte sich die Fernsehtechnik zwar auf der Bildebene weiter, auf der Tonebene wurde jedoch nach wie vor auf Mono gesetzt. So war dies auch 1954 beim legendären Wunder von Bern der Fall. Doch nicht nur im Fußball wurde diese Übertragungstechnik eingesetzt, auch beim Tennis und beim Autorennen nahm man das Geschehen mit mehreren Mikrofonen aufzunehmen und eine daraus erstellte Monomischung synchron zum Bild zu senden (vgl. Walter Bruch; Manfred von Ardenne).

Nachdem 1967 durch den Knopfdruck Willy Brandts das Fernsehbild in Deutschland Farbe bekommen hatte, fand dieses in weiten Teilen der Republik großen Anklang und man machte sich auch an die Weiterentwicklung des Sendetons. Doch erst 1981 wurde das Zweikanaltonverfahren in Deutschland eingeführt. Vom Institut für Rundfunktechnik entwickelt, sendete das ZDF am 13. September 1981 die erste Sendung mit Stereoton. Das Erste folgte am 29. August 1985 zur Internationalen Funkausstellung in Berlin. Von da an war der Stereoton nicht mehr aus dem Fernsehen wegzudenken und obwohl es heute von Dolby ProLogic 4.0 Quadrophonie über Dolby ProLogic 5.1 Surround bis hin zu 3D-Sound mit Dolby Atmos weiterführende Sendetonverfahren gibt, schauen die meisten Konsumenten ihre Fernsehsendungen bis heute mit Stereoton (vgl. NDR; ZDF; ARD).

2 Stereo-Mikrofonieverfahren

2.1 AB-Verfahren

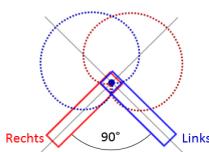


Zeichnung 1:

<https://thomwettstein.com/stereo-mikrofonierung/>

Bei der AB-Mikrofonierung stellt man zwei Mikrofone parallel in einem Abstand von ungefähr 50 cm zueinander auf. Idealerweise werden Mikrofone mit Kugelcharakteristik verwendet um die Vorteile des Druckempfängers zu nutzen, aber auch die Richtcharakteristik Niere kommt häufig zum Einsatz. Beim AB-Verfahren trifft der Schall zeitverzögert zuerst auf das eine und dann auf das andere Mikrofon. Die verschiedenen Laufzeiten zwischen A und B ergeben die Ortung im Stereobild. Die Ortbarkeit der Schallquelle ist niedriger als bei der Intensitätsstereofonie, jedoch ist die Tiefenstaffelung besser. Zudem ist dieses System nicht monokompatibel (vgl. Theile et al. 2014: 256)

2.2 XY-Verfahren

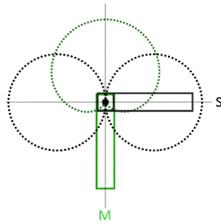


Zeichnung 2:

<https://thomwettstein.com/stereo-mikrofonierung/>

Die XY-Mikrofonierung ist ein berühmter Vertreter der Intensitätsstereofonie und arbeitet nach dem Prinzip der Lautstärkeunterschiede zwischen dem Schall, der auf das linke Ohr und dem, der auf das rechte Ohr trifft. Hierfür werden zwei Mikrofone mit Nierencharakteristik im 90°-Winkel zueinander angeordnet. Der Schall wird somit entweder auf dem linken oder dem rechten Mikrofon lauter aufgenommen, was die Ortung ergibt. Im Gegensatz zum AB-Verfahren ist XY monokompatibel (vgl. Theile et al. 2014: 252).

2.3 MS-Verfahren

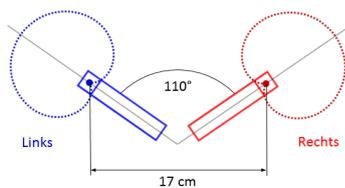


Zeichnung 3:

<https://thomwettstein.com/stereo-mikrofonierung/>

Bei der MS-Technik wird das Mittensignal vom Seitensignal getrennt und kann separat bearbeitet werden. Somit kann die Stereobreite nachträglich verändert werden. Hierfür wird für das Mittensignal ein Mikrofon mit Kugel- oder Nierencharakteristik verwendet und im Winkel von 90° dazu für das Seitensignal ein Mikrofon mit der Charakteristik einer Acht. Die aufgenommenen Signale müssen im Nachhinein dematriziert werden, um wieder ein normales Signal für links und rechts zu erhalten. Das linke Signal (L) ergibt sich hierbei aus der Summe des Mitten- und Seitensignals ($L = M + S$). Das rechte Signal (R) wiederum aus der Differenz von Mitte und Seite ($R = M - S$) (vgl. Görne 2002: 107)

2.4 ORTF-Verfahren



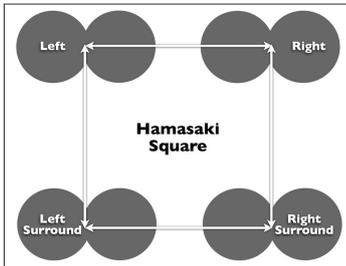
Zeichnung 4:

<https://thomwettstein.com/stereo-mikrofonierung/>

Das ORTF-Verfahren wurde vom französischen Rundfunk eingeführt und ist eine Mischung zwischen Laufzeit- und Intensitätsstereofonie, wobei die Intensitätsstereofonie überwiegt. Zwei Mikrofone mit Nierencharakteristik werden in einem Winkel von 110° und einem Kapselabstand von 17cm aufgestellt (vgl. Theile et al. 2014: 265).

3 Surround-Mikrofonieverfahren

3.1 Hamasaki Square



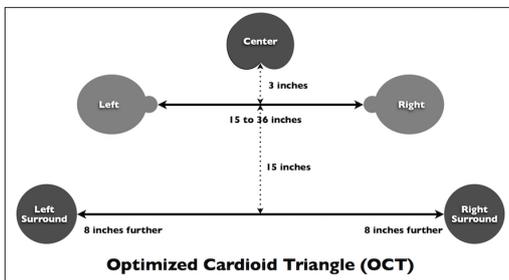
Zeichnung 5:

<https://bobbyowsinskiblog.com/2016/07/27/4-surround-sound-miking-techniques/>

16/07/27/4-surround-sound-miking-techniques/

Das Hamasaki-Quadrat wurde von Kimio Hamasaki für den Japanischen Rundfunk entwickelt und stellt eine Spezialform des IRT Kreuzes dar. Statt Mikrofonen mit Nierencharakteristik kommt hier die Achtercharakteristik zum Einsatz. Somit wird der von vorne eintreffende Schall, der beispielsweise von der PA kommt, weitestgehend ausgeblendet (vgl. Los Senderos; Owinski).

3.2 Optimized Cardioid Triangle (OCT)



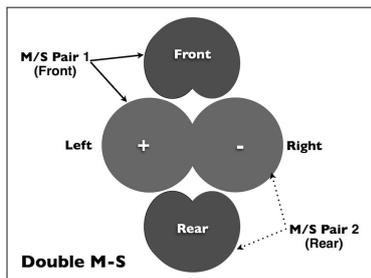
Zeichnung 6:

<https://bobbyowsinskiblog.com/2016/07/27/4-surround-sound-miking-techniques/>

/27/4-surround-sound-miking-techniques/

Die OCT-Technik von Günther Theile besteht aus zwei Supernieren für den linken und rechten Kanal. Diese sind 40 bis 100cm voneinander entfernt um möglichst wenig Übersprechen aufzunehmen. Für den Mittenkanal wird eine Niere verwendet, die mittig 8cm nach vorne ragt. Für die linken und rechten Surroundkanäle werden 40cm weiter hinten und nochmals 20cm weiter nach außen versetzt entweder zwei nach hinten zeigende Nieren oder Kugeln verwendet. Diese Methode bietet eine gute Lokalisationsschärfe und eine natürliche Wiedergabe (vgl. Los Senderos; Owinski).

3.3 Doppel-MS

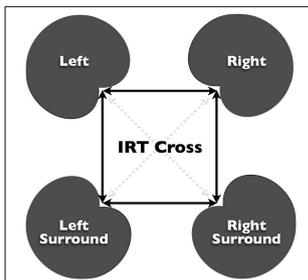


Zeichnung 7:

<https://bobbyowsinski.com/2016/07/27/4-surround-sound-miking-techniques/>

Das Doppel-MS- Verfahren erweitert das einfache MS- Verfahren um ein rückwärtiges Mikrofon mit Nierencharakteristik. Das System ist relativ kompakt und besitzt den Vorteil, dass die Nachbearbeitung der Signale wie bei einfachem MS möglich ist (vgl. Wuttke; Owinski).

3.4 IRT-Kreuz



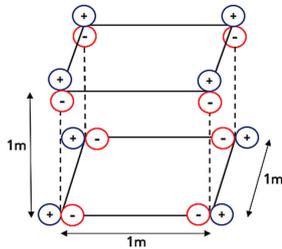
Zeichnung 8:

<https://bobbyowsinski.com/2016/07/27/4-surround-sound-miking-techniques/>

Das IRT-Kreuz wurde von Günther Theile für das Institut für Rundfunktechnik entwickelt und stellt eine Doppel-ORTF-Anordnung dar, wobei der Öffnungswinkel der Mikrofone nur 90° beträgt, anstelle der 110° beim ORTF.. Durch einen größeren Abstand von 25 cm zueinander wird dies jedoch wieder kompensiert (vgl. Wuttke; Owinski).

4 3D-Mikrofonieverfahren

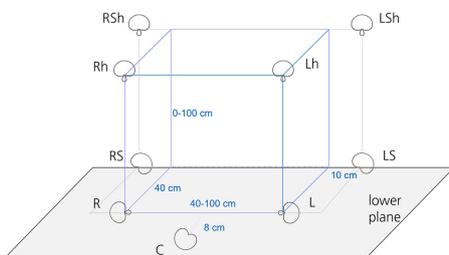
4.1 Hamasaki Cube



Zeichnung 9: <https://www.abbeyroad.com/news/abbey-road-head-of-audio-products-mirek-stiles-writes-about-what-spatial-audio-means-for-actual-recording-2487>

Der Hamasaki-Würfel ist das Hamasaki-Quadrat um die Höherebene erweitert. Bei der Höherebene zeigen die vier Mikrofone mit Achtercharakteristik nach oben um den Diffusschall von oben und unten aufzunehmen. Der Direktschall wird weiterhin stark ausgeblendet (vgl. Abbeyroad).

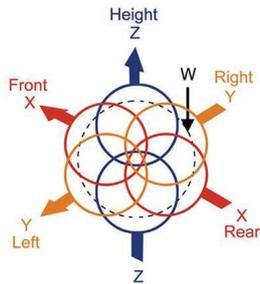
4.2 OCT-3D



Zeichnung 10:
<https://schoeps.de/en/products/surround-3d/oct-3d.html>

Beim OCT-3D-Verfahren handelt es sich um eine OCT-Anordnung mit erweiterter Höherebene. Hierfür werden für Höhenkanäle vier weitere Supernieren eingesetzt, die einen Meter über den Kanälen links, rechts hinten links und hinten rechts angeordnet sind (vgl. Wittek).

4.3 Ambisonics



Zeichnung 11:

<https://www.tvtechnology.com/opinions/ambisonics-bformat-for-immersive-audio>

Das Ambisonics-System ist eine Abwandlung der Doppel-MS, jedoch werden hier im Normalfall keine Mikrofone mit Achtercharakteristik verwendet. Ein Ambisonics Mikrofonarray besteht in der Regel aus vier Nieren, die Tetraederförmig so nahe an einem Punkt wie nur möglich angeordnet werden. Auch hier ist eine Matrizierung notwendig. Die Monokompatibilität wird durch das addieren aller Nieren erreicht, was eine Kugel (hier W) zur Folge hat. Die X-Achse wird durch vorne minus hinten erreicht. Die Y-Achse durch links minus rechts und die Z-Achse durch oben minus unten (vgl. Soundandrecording)

4.4 ORTF-3D



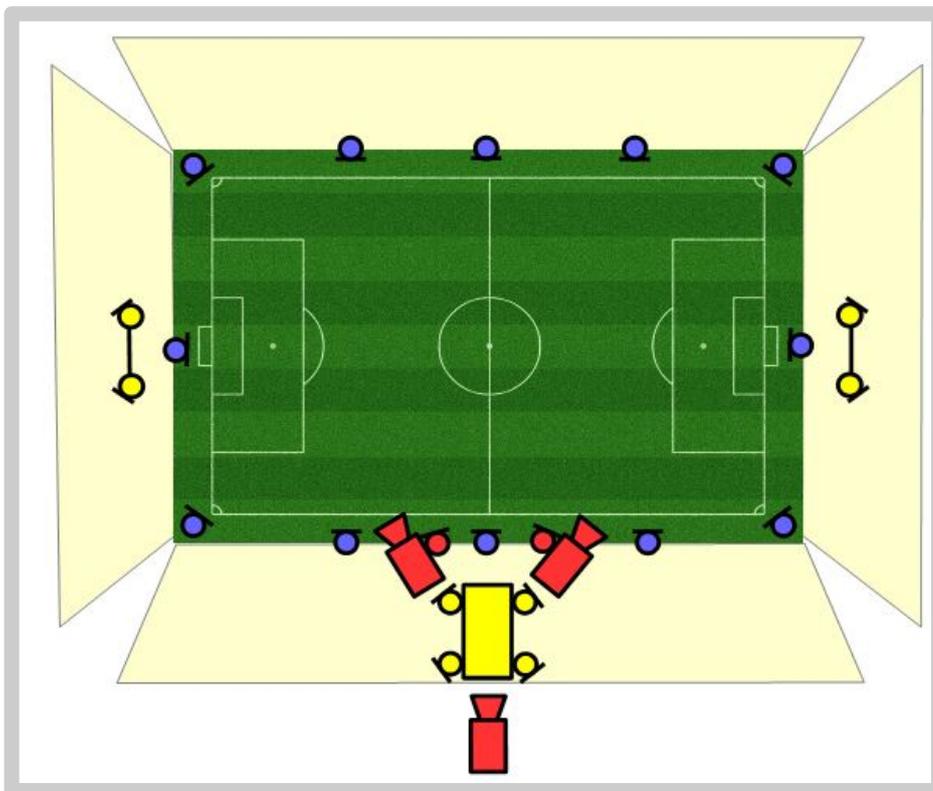
Zeichnung 12:

<https://schoeps.de/en/products/surround-3d/ortf-3d/ortf-3d-indoor-set.html>

Das ORTF-3D-System ist die Erweiterung des ORTF-Surround um die Höhenebene, welche hier durch vier schräg nach oben zeigenden Suppennieren direkt über der unteren Ebene realisiert wird (vgl. Wittek).

5 Das 4-Ebenen Prinzip

Felix Krückels erwähnte in seinem Vortrag „Dolby Atmos for Live Sport“ für den Aufbau der TV Mischung das 4-Ebenen Prinzip. Hierbei wird unterschieden zwischen der Stadionatmo, welche hauptsächlich das Geschehen auf der Tribüne wie Fangesänge einfängt und zudem eine Grundatmo bietet. Hinzu kommt auf der zweiten Ebene das Geschehen auf dem Spielfeld. Bei Ballsportarten wird hier gerne das Ballgeräusch aufgenommen, so wie die Reaktionen der Spieler. Hinzu kommen auf Ebene drei und vier die Kameramikrofone und eventuelle Tonangeln, Anstecker und co. Um die Sportübertragung für den Zuschauer interessanter zu gestalten, wird im Laufe der Sendung die Gewichtung der einzelnen Ebenen verlagert. Laufen die Spieler zu Beginn auf den Platz, soll der Zuschauer mitten im Geschehen sein, also wird das Mikrofon der Kamera verwendet, die den Spielern am nächsten ist. Wird im späteren Verlauf ein Tor geschossen, wird die Atmo-Ebene hervorgehoben. Ist im Stadion die Stimmung auch mal abgebbt, so kann man immer noch die Ballgeräusche hervorheben. Hierbei wird nie eine Ebene alleine präsentiert, sondern es müsse nach dem Yin und Yang Prinzip immer das eine durch das Andere existieren (vgl. Krückels; Wittek).



Zeichnung 13: Spielfeld mit Mikrofonpositionen nach Krückels

5.1 Atmo

Die Atmo-Ebene besteht bei Stadionsportarten meist aus einem Hauptmikrofon welches den 3D Sound einfängt, unterstützt durch seitliche Stereostützen (im Bild oben gelb dargestellt). Dadurch lässt sich das Stadion über seine komplette Breite abbilden. Als Hauptmikrofon kommt eines der oben gezeigten 3D-Anordnungen zum Einsatz, meist jedoch ein ORTF-3D. Für die Stützen muss dann nur noch ein normales ORTF verwendet werden und die Grundatmo ist komplett (vgl. Krückels; Wittek).

5.2 Spielfeld

Auf der Spielfeldebene werden meist Richtmikrofone eingesetzt (im Bild oben blau dargestellt), die um den Rand des Spielfeldes verteilt werden. Je nach dem in welchem Bereich sich der Ball befindet, werden die nächstgelegenen Mikrofone geöffnet um einen bestmöglichen Direktschallanteil zu erhalten. Hier erhält man oft Unterstützung durch automatisierte Systeme (vgl. Krückels; Wittek).

5.3 Kamera

Auf den Kameras am Spielfeldrand befinden sich oftmals zusätzliche Mikrofone (im Bild oben rot dargestellt). Da diese Kameras dem Ball nachgeführt werden, werden unter anderem die Ballgeräusche direkt mit aufgenommen. Doch auch wenn die Spieler auf das Spielfeld laufen, ist immer eine Kamera mit dabei, die dann direkt den Ton mit aufnimmt (vgl. Krückels; Wittek).

5.4 Weitere

Zu den bisherigen drei Ebenen gesellen sich noch weitere Klangquellen, wie die Stadion PA, über die Ansagen gemacht und auch die Nationalhymnen abgespielt werden. Auch gibt es oft nach dem Spiel Interviews mit den Spielern, wobei meist eine Tonangel und verschiedene Anstecker oder Handmikros verwendet werden (vgl. Krückels; Wittek).

6 Spezialmikrofone

Um dem Zuschauer ein optimales Erlebnis zu bieten gibt es etliche Weiterentwicklungen des oben genannten Grundaufbaus für Sportübertragungen.

6.1 Parabolmikrofone

Durch den Einsatz eines Parabolspiegels mit dem Mikrofon im Brennpunkt, wird die Richtwirkung des Mikrofons erhöht. Der Signal-Rauschabstand wird durch Ausblendung von Störgeräuschen verbessert, was zu einer Erhöhung des Nutzpegels führt. Gerne wird diese Technik für die Kameramikrofone verwendet, da diese dem Geschehen auf dem Spielfeld nachgeführt werden. Somit lassen sich beispielsweise die Ballgeräusche direkter einfangen (vgl. Schoeps).

6.2 Automatisch nachgeführte Mikrofone

Um das Geschehen auf dem Spielfeld direkter aufnehmen zu können, wurde an der Nachführung von Mikrofonen geforscht. Wenn von den vielen Richtmikrofonen am Rand des Spielfelds nur jeweils die am nächsten zum Ball liegenden geöffnet werden sollen, musste dies ursprünglich von Hand erledigt werden, was einen eigenen Arbeitsplatz in Anspruch nahm. Alternativ hätten auch immer alle Mikrofone offen bleiben können, was die Störgeräusche erhöht hätte. Felix Holderer und Jürgen Huber haben sich in ihren Diplomarbeiten zusammen mit dem Institut für Rundfunk den nachführbaren Mikrofonen gewidmet. Dazu verwendeten sie ein stark richtendes Mikrofon, welches über einen Steuerungsrechner nachgeführt wurde. Dieser wiederum erhielt über ein Ball-Tracking-System die Koordinaten des Balls auf die er dann den Remotehead des Mikrofons steuerte (vgl. Holderer; Huber).

6.3 Lawo Kick mit Sennheiser Ambeo

Eine Weiterentwicklung der richtenden Systeme stellt das Lawo Kick in Verbindung mit dem Sennheiser Ambeo Mikrofonarray dar. Das Ambeo System besteht hierbei aus vielen Richtmikrofonen, die kreisförmig angeordnet sind. Die Software Kick von Lawo übernimmt hierbei die Ansteuerung des Arrays. Mithilfe eines Balltracking-Verfahrens wird die Position an das Kick-System geliefert. Dieses regelt dann welche Mikrofone des Arrays geöffnet werden und zu welchen Anteilen. Nach vorheriger Einrichtung der Mikrofonpositionen in der Software funktionieren die Fades zwischen den einzelnen Mikros nahtlos und Störgeräusche werden weitestgehend ausgeblendet (vgl. Lawo; Sennheiser).

Literaturverzeichnis

Görne, Thomas (2002): *Mikrofone in Theorie und Praxis*, 6. Aufl., Aachen: Elektor-Verlag.

Theile, Günther; Dickreiter Michael; Graul, Wolfram; Camerer, Florian und Spikofski, Gerhard (2014): Tonaufnahme und Tonwiedergabe, in: Dickreiter, Michael; Dittel, Volker; Hoeg, Wolfgang; Wöhr, Martin (Hrsg.), *Handbuch der Tonstudioteknik*, Bd.1, 8. Aufl., Berlin: de Gruyter Sauer Verlag, S. 217-369.

Walter Bruch: <http://www.fernsehmuseum.info/walter-bruch.html>

Manfred von Ardenne: <https://www.ndr.de/geschichte/koepfe/Manfred-von-Ardenne-Herr-des-Fernsehens,manfredvonardenne101.html>

NDR: <https://www.ndr.de/geschichte/chronologie/Farbfernsehen-Als-TV-in-Deutschland-bunt-wurde,farbfernsehen100.html>

ZDF: <https://www.zdf.de/zdfunternehmen/geschichte-des-zdf-100.html>

ARD: <http://web.ard.de/ard-chronik/index/2574>

Thom Wettstein:<https://thomwettstein.com/stereo-mikrofonierung/>

Bobby Owinski: <https://bobbyowsinski.com/2016/07/27/4-surround-sound-miking-techniques/>

Jörg Wuttke: <https://www.ingwu.de/mikrofontechnik/mikrofonaufsaetze/30-16-gedanken-zu-surround-aufnahmen.html#vergleich>

Los Senderos Studio: <https://lossenderosstudio.com/article.php?subject=17>

Abbeyroad: <https://www.abbeyroad.com/news/abbey-road-head-of-audio-products-mirek-stiles-writes-about-what-spatial-audio-means-for-actual-recording-2487>

Helmut Wittek:

https://schoeps.de/fileadmin/user_upload/user_upload/Wittek_AES_3D_24.05.2018_web.pdf

<http://ambient.de/wp-content/uploads/2016/11/>

[SCHOEPS_SportMicrophones_Wittek_092016_1473527311.pdf](https://schoeps.de/fileadmin/user_upload/user_upload/Wittek_AES_3D_24.05.2018_web.pdf)

Soundandrecording: <https://www.soundandrecording.de/tutorials/technische-hintergruende-des-3d-sounds/>

Schoeps: <https://schoeps.de/produkte/spezialmikrofone/parabolspiegel/parabolspiegel-set.html>

Felix Holderer: <https://curdt.home.hdm-stuttgart.de/PDF/Holderer.pdf>

Johann Jürgen Huber: <https://curdt.home.hdm-stuttgart.de/PDF/Huber.pdf>

Lawo Kick: <https://www.lawo.de/de/produkte/audio-production-tools/kick.html>

Sennheiser Ambeo: <https://de-de.sennheiser.com/mediaroom/ambeo-auf-der-ibc-214797#>

Felix Krückels - Dolby Atmos Webinar:

<https://www.gotostage.com/channel/c2648aaadb440c19c9cfa8b48a79002/recording/5f44eed005964de4bba60d8f3a30fb20/watch?source=CHANNEL>

(Alle Weblinks Stand 31.08.2020)