

Hochschule der Medien

Studiengang: Audiovisuelle Medien

Zur Erlangung des akademischen Grades „Bachelor of Engineering“



Anwendungen für KI in Digitalmischpulten bei Fußball-Bundesliga-Übertragungen und die damit verbundene Automatisierung von Arbeitsprozessen

vorgelegt von:

Christian Simbürger

Matrikelnummer: 33241

E-Mail: chris.simbuenger@web.de

vorgelegt am:

14.01.2020

Erstprüfer: Prof. Oliver Curdt

Zweitprüfer: Jonathan Ziegler

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Christian Simbürger, ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „Anwendungen für KI in Digitalmischpulten bei Fußball-Bundesliga-Übertragungen und die damit verbundene Automatisierung von Arbeitsprozessen“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden. Ich habe die Bedeutung der ehrenwörtlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§ 26 Abs. 2 Bachelor-SPO (6 Semester), § 24 Abs. 2 Bachelor-SPO (7 Semester) der HdM) einer unrichtigen oder unvollständigen ehrenwörtlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

Stuttgart, den 14.01.2020

Christian Simbürger

Kurzfassung

Die Arbeit beschäftigt sich mit den möglichen Einsatzgebieten von KI in Produktionsmischpulten bei Fußball-Bundesliga-Übertragungen. Des Weiteren werden einfache Automationsprozesse herausgearbeitet. Als wissenschaftliche Methode wurde das empirische Experteninterview gewählt. Die Arbeitsprozesse der Toningenieure wurden analysiert. Standardisierte Prozesse wurden von persönlichen Präferenzen abgegrenzt. Daraus hat sich ergeben, dass die Standardisierung in der Fußball-Liveübertragung weit fortgeschritten ist und man daraus zahlreiche Automationsgebiete ableiten kann. Hierzu zählen Delaykompensation, Autogainfunktion, dynamische Equalizer für Closeballoptimierung, tieferes Produktionsverständnis für das Mischpult, intelligente Stageboxen, Kamerabezug für die Kick-Software und lauthheitsbasierte Mischautomatationen. KI-Anwendungen sind weiterhin für die automatische Signalkategorisierung und die SIR-Verbesserung nötig. Dafür gibt es gemäß der Experten großen Bedarf.

Abstract

The following work deals with possible applications of AI in production consoles for soccer broadcasts, with focus on the German national league "Bundesliga". Furthermore, simple automation processes are worked out. The empirical expert interview was chosen as the scientific method. The working processes of the sound engineers were analyzed. Standardized processes were distinguished from personal preferences. This showed that standardization is well advanced and that numerous automation areas result from it. These include delay compensation, autogain function, dynamic equalizers for closeball optimization, deeper production understanding for the mixing console, intelligent stageboxes, camera reference for the kick software and loudness-based mixing automation. AI applications continue to be needed for automatic signal categorization and SIR enhancement. According to the experts, there is a great need for this.

Danksagung

Ich möchte mich bei allen, die an meiner Bachelorarbeit maßgeblich beteiligt waren, herzlichst bedanken. Besonderer Dank geht an Prof. Oliver Curdt, Jonathan Ziegler und Leon Schröder für die Betreuung meiner Arbeit.

Außerdem gilt mein Dank der Sportcast GmbH für die Bereitstellung von notwendigen Forschungsmaterialien. Ebenso möchte ich mich bei der Firma Lawo AG und stellvertretend dafür bei Christian Struck für die Vermittlung von Experten bedanken. Bedanken möchte ich mich auch bei den Experten: Felix Krückels, Stefan Ebert, Norbert Garske, Alexander Knatz, Torsten Streithof, Johannes Hegele und Matthias Eberhardt, die sich bereit erklärt haben mich bei meiner Arbeit zu unterstützen.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung	2
Kurzfassung	3
Abstract	3
Danksagung	4
Inhaltsverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	8
1. Einleitung	9
2. Künstliche Intelligenz als Assistenz von Kreativschaffenden	10
3. Audio-Übertragungsformate	12
3.1. Stereo	12
3.2. Surround 5.1	13
3.3. 3D Objektbasierte Übertragungsformate	14
3.4. Abhörsituation im Übertragungswagen	15
4. Akustische Gegebenheiten in Fußballstadien	17
4.1. Übersprechen durch Beschallung	19
4.2. Pegelverhältnisse der Schallquellen zueinander	19
5. Tagesablauf bei der Audioproduktion eines Bundesligaspiels	20
6. Methodenerklärung Experteninterview	21
6.1. Experteninterview als empirische Erhebungsmethode	22
6.2. Konzipierung des Interviewleitfadens	23
6.3. Transkription der Experteninterviews	24
6.4. Auswertung der Experteninterviews	25
6.4.1. Themenblock 1: Mikrofonierungsstandards	26
6.4.2. Themenblock 2: Mischungsstandards	27
6.4.3. Themenblock 3: Persönliche Note	32
6.4.4. Themenblock 4: Weiterführende Fragen	35
6.4.5. Zusammenfassung der Ergebnisse	37
7. Liveübertragung in der Fußball-Bundesliga	38
7.1. Mikrofonierungsstandards	38
7.1.1. Mikrofonauswahl	39
7.1.2. Mikrofonaufbau	41
7.1.2.1 Hauptmikrofon	42
7.1.2.2 Stützmikrofone	43
7.1.2.3 Closeballmikrofone	44
7.1.2.4 Kameramikrofone	46

7.2. Mischungsstandards	47
7.2.1 Sendepiegelstandards	47
7.2.2. Audioprogramme	47
7.2.3. Mikrofonvorverstärkung	48
7.2.4. Kanalbelegung	49
7.2.5. Kanalbenennung	50
7.2.6. Kanalgruppierung	51
7.2.7. Kanalkonfiguration Subgruppen	54
7.2.8. Kanalbearbeitung	55
7.2.8.1. Panorama	55
7.2.8.2. Insert-Effekte	57
7.2.8.3. Entzerrung	58
7.2.8.4. Dynamikbearbeitung	62
7.2.9. Masterbus-Effekte	63
7.3. Persönliche Note des Toningenieurs	63
7.3.1. Routing	64
7.3.2. Kanalbenennung und Kanalbelegung	64
7.3.3. Kanalbearbeitung	65
7.3.4. Mischung	65
8. Anwendungsprozesse für Automatisierungen und KI	66
8.1. Sinnvolle und einfache Automatisierungen	66
8.1.1. Delaykompensation	66
8.1.2. Autogainfunktion	67
8.1.3. Dynamischer Equalizer	68
8.1.4. Tieferes Produktionsverständnis für das Mischpult	69
8.1.5. Intelligente Stageboxen	70
8.1.6. Kamerabezug für die Kick-Software	70
8.1.7. Lautheitsbasierte Mischautomatationen	71
8.2. Anwendungsfelder für KI	72
8.2.1. Klassifizierung der Eingangssignale	72
8.2.2. Intelligente Kompressoren und Equalizer	73
8.2.3. Verbesserung der SIR	73
9. Fazit	74
10. Ausblick	74
Literaturverzeichnis	76
Abbildungsverzeichnis	81

Anhang	82
A1 Interviewleitfaden	82
A2 Mikrofonierungsplan	83
A3 Fußball-Bundesliga Kameraplan	85
Transkripte	86

Abkürzungsverzeichnis

AfV	Audio follows Video
APK	Audioproduktionskonzept der Sportcast GmbH
C	Hauptlautsprecher Mitte im Surround (Center)
dB	Dezibel, Einheit des Leistungspegels
dBTP	dB True Peak
DFL	Deutsche Fußball Liga
EBU	Europäische Rundfunkunion
EVS	Firmenname, auch geläufig für Slow-Motion-Server-Einspieler
HP	Hochpassfilter
IT	Internationaler Ton
ITU-R	International Telecommunication Union Radiocommunication
ISTV	International Sound Television
KI	Künstliche Intelligenz
L	Hauptlautsprecher links im Surround (Left)
LFE	Tieftonlautsprecher (LFE, „Low Frequency Effects“)
Ls	Hauptlautsprecher links hinten im Surround (Left surround)
LU	Loudness Unit
LUFs	Loudness Unit, bezogen auf Full Scale
MCIS	Multi Channel International Sound
PA	Public Address, Beschallungsanlage
PFX	Pitcheffects (Closeballmikrofonabkürzung)
R	Hauptlautsprecher rechts im Surround (Right)
RIS	Radio International Sound
Rs	Hauptlautsprecher rechts hinten im Surround (Right surround)
SCF	Side-Chain-Filter
SFI	Super-Flash-Interviews
SIR	Signal to Interference Ratio
SNR	Signal-to-noise ratio
ST	Sendeton (nationaler Ton)
Ü-Wagen	Übertragungswagen

1. Einleitung

Künstliche Intelligenz hält immer mehr Einzug in unser tägliches Leben. Als Sprachassistenten und Sicherheitsalgorithmen ist die KI längst ein fester Bestandteil unseres Alltags. Die Forschung auf diesem Gebiet schreitet rasant voran und immer mehr Bereiche des alltäglichen Lebens werden dadurch beeinflusst. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen schwacher und starker KI.¹ Die Fortschritte beschränken sich vor allem auf den Bereich der schwachen KI. Jene ist stets auf einen speziellen Anwendungsbereich optimiert und nur in diesem Bereich ist der Algorithmus lernfähig. Im Gegensatz dazu ist eine starke KI in der Lage menschenähnliche Intelligenz zu entwickeln.² Die Forschung dazu befindet sich allerdings noch in ihren Anfängen. Abseits der Erfolge auf dem Gebiet der schwachen KI wird zunehmend Aufmerksamkeit für die ethischen und moralischen Fragen, die mit der Technologie einhergehen, generiert. Im Allgemeinen lässt sich über die möglichen lang- und kurzfristigen Folgen streiten. Festgehalten werden kann aber, dass sich dadurch bisher ungeahnte Möglichkeiten ergeben. Nun gilt es diese Vorteile der Technologie dem Menschen in allen Bereichen zunutze zu machen. Die Anwendungsbereiche sind hier mannigfaltig und nicht nur in der Technik zu verorten. Künstlerische Arbeitsfelder bieten dafür großes Potenzial. Die KI kann auch im Bereich des Audio Engineerings ein nützliches Tool sein. Deshalb widmet sich diese Arbeit im Folgenden der Frage, ob dadurch auch der Arbeitsalltag eines Toningenieurs vereinfacht werden kann. Dies wird am Beispiel einer Fußball-Liveübertragung diskutiert. Es gilt redundante und wiederkehrende Tätigkeiten zu isolieren und deutlich von den individuellen Tätigkeiten der Toningenieure abzugrenzen. Dadurch werden wiederkehrende Prozesse erkannt. Diese können dann wiederum automatisiert werden. Anschließend kann der Anteil der administrativen Arbeit für den Toningenieur reduziert werden. Als Folge bleibt mehr Zeit für die künstlerisch-ästhetischen Prozesse. Diese künstlerischen Entscheidungen werden auch nicht in naher Zukunft von Maschinen ersetzt werden können. Durch diese Technologie wird der Toningenieur folglich entlastet und hat mehr Zeit für die tatsächliche Mischung. Der Toningenieur der Zukunft wird viel mehr ein Soundsupervisor sein. Er ist in der Lage, künstlerische Entscheidungen anhand technischer Parameter zu setzen. Dadurch kann die Produktivität eines einzelnen Toningenieurs gesteigert werden. Es entsteht das Potenzial, die Mischungen bei identischer Arbeitszeit detaillierter auszuarbeiten. Davon profi-

¹ Vgl. Wenke Apt, Kai Priesack: Künstliche Intelligenz - Technologie Anwendung Gesellschaft, Volker Witt-pahl (Hrsg.), in: iit Themenband, 2019, [online] <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-58042-4.pdf>, S. 222.

² Vgl. ebd., S. 222.

tiert letztendlich die Qualität des Sendeprogramms und nicht zuletzt der Endkonsument.

2. Künstliche Intelligenz als Assistenz von Kreativschaffenden

KI-Anwendungen sind nichts Neues in vielen künstlerischen Berufsfeldern. Sie können einfache und repetitive Tätigkeiten schneller und effektiver erledigen als ein Mensch. Dadurch schaffen sie Entlastung. Beispielsweise gibt es KI basierte Applikationen, welche mit hoher Geschwindigkeit Vordergründe von Hintergründen in Bildern freistellen können.³ Dies findet vor allem in Design-Berufen starke Anwendung. Auch im Bereich der bildenden Kunst gibt es bereits Algorithmen, die als Helfer der Kunstschaffenden fungieren. Der Maler Roman Lipski trainiert eine KI mit seinen Kunstwerken dahingehend, dass sie in der Lage ist, seinen persönlichen Stil zu imitieren.⁴ Die KI kann dann selbst Bilder in seinem Stil generieren. Diese sollen seine Arbeit aber nicht ersetzen. Er nutzt sie als kreative Inspirationsquelle in Blockadephase. Dies ermöglicht ihm zugleich viel kreativer und produktiver zu sein. Hier wird KI schon erfolgreich als Helfer und nicht als Substitut des Kunstschaffenden eingesetzt.

Weitere Forschungsprojekte in diesem Themenfeld treibt das Google-AI-Magenta-Team voran. Es handelt sich hierbei um ein open source Projekt, welches die Vorteile von maschinellem Lernen für Kreativschaffende nutzen will.⁵ Das Magenta-Team hat beispielsweise Plugins für Ableton Live entwickelt, welche mithilfe von neuronalen Netzen Melodien vervollständigen oder bereits vorhandene mit einem Rhythmus untermalen können.⁶ Dies alles geschieht auf der Basis eines zugeführten Midifiles. Des Weiteren arbeitet das Team an einer KI namens NSynth Super, diese analysiert die Charakteristika zweier unterschiedlicher Sounds und kreiert aus den gleichen Charakteristika einen völlig neuen Sound.⁷ Auch gibt es bereits online Mastering KI's, die automatisiert und kostengünstig vertriebsfertige Master erzeugen.⁸ In ähnlicher Form betreibt auch iZotope eine Reihe von Mastering Plugins, welche automatisiert individuelle Preset-

³ Vgl. Kaleido AI GmbH: Remove Image Background, in: removebg, [online] <https://www.remove.bg/> [18.10.2019].

⁴ Vgl. Barbara Wiegand: Roman Lipski malt mit Künstlicher Intelligenz, in: NDR Kultur, [online] <https://www.ndr.de/kultur/Roman-Lipski-malt-mit-Kuenstlicher-Intelligenz,romanlipski102.html> [18.10.2019].

⁵ Vgl. Google AI: Magenta, in: Google AI, [online] <https://ai.google/research/teams/brain/magenta/> [14.10.2019].

⁶ Vgl. Google AI: Magenta Studio, in: Google AI, [online] <https://magenta.tensorflow.org/studio> [18.10.2019].

⁷ Vgl. Google AI: NSynth Super, in: Google AI, [online] <https://nsynthsuper.withgoogle.com/> [15.10.2019].

⁸ Vgl. Mastering: in: LANDR, [online] <https://www.landr.com/de/> [15.10.2019].

Einstellungen anhand des vorhandenen Audiomaterials erstellen.⁹ Hierbei handelt es sich nur um einen Auszug der Anwendungen, die zeigen, wie man sich diese Technologie für Kreativschaffende zu Nutze machen kann. In der KI-Forschung im Bereich des Audioproduktionsmischpultes gibt es unter anderem aktuell zwei im späteren Verlauf kombinierbare Ansätze. Es wird sowohl an Algorithmen zur Erkennung und Isolierung des Nutzsignals in einem vorhanden Mikrofonsignal geforscht, als auch an der Klassifizierung des anliegenden Signals. Jener Isolierungs-Algorithmus kann zur Optimierung der SIR (Signal to Interference Ratio) genutzt werden. Diese ist beispielsweise bei einer Fußballübertragung für die Trennung von Closeballsound zu Publikumssound im Stadion von Relevanz. Weiterführend ist dies aber auch für jede Anwendung, bei der das Übersprechen von Signalen ein Problem darstellt, von großer Bedeutung. Eine Kombination beider Algorithmen ist auch denkbar. Durch eine vorgeschaltete Anhebung der SIR können die Ergebnisse des Klassifizierungsalgorithmus deutlich verbessert werden.

Auch Moritz Kirste sieht die Chancen für den Menschen in dieser Technologie und bringt den Begriff der Augmented Intelligence auf.¹⁰ Er sieht die KI als Unterstützung des Menschen. „KI-Technologien gelten in vielen Bereichen als bahnbrechend, da sie die kognitiven Leistungen des Menschen reproduzieren oder sogar übertreffen können. Menschliche Leistungen ließen sich somit durch KI ersetzen. Die Forschung im Bereich der Augmented Intelligence als Ergänzung zur KI geht jedoch davon aus, dass sich menschliche und computergesteuerte kognitive Technologien im Idealfall positiv ergänzen.“¹¹ Damit plädiert er dafür, die KI als Unterstützung und nicht als Ersatz des Menschen anzusehen. Letztendlich werden in der Zukunft immer mehr Tätigkeiten von KI übernommen werden können. Dadurch entstehen vielfältige Chancen, den Menschen zu unterstützen. Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Audiokreativbereich großes Potenzial für den Einsatz von KI, als Assistenz der Kreativschaffenden, hat. In der Zukunft wird es viel Forschung und Entwicklung in diesem Bereich geben. Die Anwendungsfelder sind groß und vielversprechend.

⁹ Vgl. iZotope, Inc.: Ozone 9, in: iZotope, [online] https://www.izotope.com/en/products/ozone.html?gclid=Cj0KCQjw3JXtBRC8ARIsAEBHg4nm754wMVt0ShP2-K3nHEim-zORD3aNy7I6ZYx-tqzuOG3Jl-ERGY1kaAu54EALw_wcB [15.10.2019].

¹⁰ Vgl. Moritz Kirste: Künstliche Intelligenz - Technologie Anwendung Gesellschaft, Volker Wittpahl (Hrsg.), in: iit Themenband, 2019, [online] <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-58042-4.pdf>, S. 58.

¹¹ Ebd, S. 58.

3. Audio-Übertragungsformate

Nachfolgend wird ein kurzer Überblick bezüglich der Audio-Übertragungsformate bei einer Fußball-Bundesliga-Liveübertragung gegeben. Insbesondere wird auf die Abhörsituation in den Tonregionen der Übertragungswägen eingegangen. Aktuell werden die meisten Fußballproduktionen in Surround und Stereo produziert. Dabei kommen sowohl automatische Down- als auch Upmixtools zum Einsatz. Diese können Mischungen von ihrem Ursprungsformat in ein gewünschtes Zielformat überführen. Dies funktioniert allerdings nur problemlos, wenn die Richtlinien der Production Guideline eingehalten werden.¹² Dort ist für alle Produktionen der öffentlich-rechtlichen Sender verbindlich festgehalten, welche Standards erfüllt werden müssen. Die Downmixkompatibilität ist sehr wichtig, da eine Großzahl der Endkonsumenten nicht die dazu mitgelieferte Stereo PCM Mischung abhören. Stattdessen wird ein durch das Endgerät automatisch erstellter Downmix des 5.1-Surroundaudiosignals gehört. Dies ist ein Grund mehr auf die Einzelheiten der Formate einzugehen. Im Anschluss werden drei Formate näher betrachtet. Diese sind Stereo, 5.1-Surround und objektbasierte Übertragungsformate.

3.1. Stereo

Stereo ist ein gängiges Übertragungsformat. Die Mehrheit der Zuschauer nutzt aktuell dieses Format. Es ist sehr weit verbreitet und gehört zum aktuellen öffentlich-rechtlichen Rundfunkstandard. Auch die Abhörsituation in den Übertragungswägen ist für dieses Format grundsätzlich ausgelegt. Die Tradition von Stereo reicht weit zurück. Die erste stereofone Ausstrahlung der öffentlich-rechtlichen Sender geht auf das Jahr 1958 zurück.¹³ Der Begriff Stereo wird als Synonym für eine zweikanalige Übertragung verwendet.¹⁴

¹² Vgl. Michael Eberhard, Erich Ebert, Dr. Elmar Hergenröder, Max Kiefer, Daniel Matejka, Wolfgang Ort, Askan Siegfried: Production Guideline - Mehrkanalton im Fernsehen, in: IRT - Richtlinien zur Herstellung von Fernsehproduktionen, 2013, [online] https://www.irt.de/fileadmin/media/Neue_Downloads/Publikationen/Technische_Richtlinien/Produktion_Guideline_MKT_im_Fernsehen_1_.pdf [18.10.2019].

¹³ Vgl. Petra Witting-Nöthen: Die Einführung der Stereofonie im Rundfunk, in: Geschichte im Westen (GiW), Jg. 15, 2000, [online] http://www.brauweiler-kreis.de/wp-content/uploads/GiW/GiW2000_2/GiW_2000_2_WITTING-NOETHEN_STEREOFONIE.pdf, S. 195.

¹⁴ Vgl. Thomas Görne: Tontechnik, 2. Aufl., München: Carl Hanser Verlag, 2008, S. 295.

3.2. Surround 5.1

Das erste Mal wurde Surround in der heutigen Kanalbenennung (L, C, R, Ls, Rs und LFE) 1990 mit dem Film "Dick Tracy" in die Kinos gebracht.¹⁵ Grundlegend wird der Aufbau dieses Übertragungsformates in der unten stehenden Abbildung visualisiert. Surround wurde, im Vergleich zur konventionellen Zweikanal-Stereophonie, um einen weiteren Center-Kanal (C), zwei Surround-Kanäle (Ls, Rs) und einem Tieffrequenz-Effekt-Kanal (LFE) erweitert.¹⁶ Dieser Standard wird auch 3/2-Stereo-Standard genannt.¹⁷ Er enthält die Lautsprecher L-C-R und die Surround-Lautsprecher Ls und Rs nach der ITU-R Recommendation 775-3.¹⁸

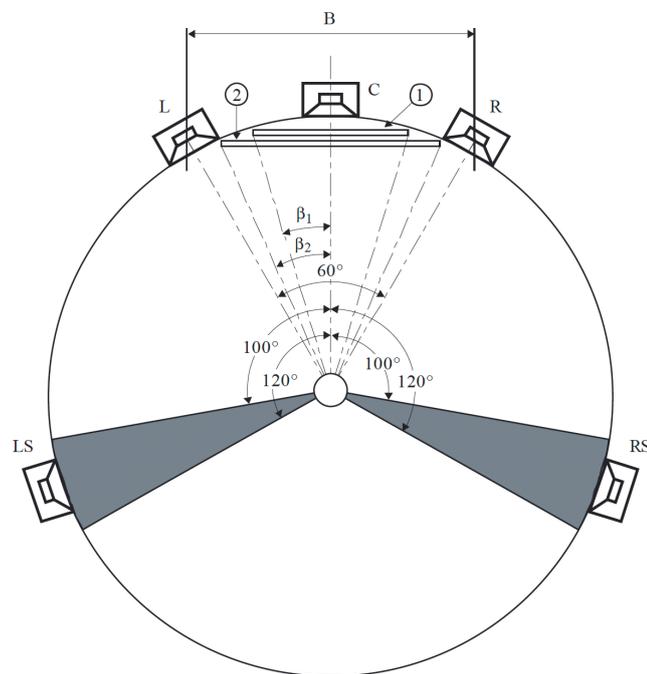


Abbildung 3-1: 3/2-Referenz-Lautsprecheranordnung¹⁹

¹⁵ Vgl. Andreas Friesecke: Die Audio-Enzyklopädie - Ein Nachschlagewerk für Tontechniker, 2. Aufl., 2014, [online] <https://www.degruyter.com/viewbooktoc/product/212940> [08.10.19], S. 781f.

¹⁶ Vgl. Günther Theile: Mehrkanal-Standard, in: Michael Dickreiter, Volker Dittel, Wolfgang Hoeg, Martin Wöhr (Hrsg.), Handbuch der Tonstudioteknik Band 1, 8. Aufl., Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH, 2014, S.279.

¹⁷ Vgl. Johannes Webers: Handbuch der Tonstudioteknik für Film, Funk und Fernsehen, 9. Aufl., Poing: Franzis Verlag GmbH 2007, S. 231.

¹⁸ Vgl. International Telecommunication Union Radiocommunication Sector: Recommendation ITU-R BS. 775-3 Multichannel stereophonic sound system with and without accompanying picture, in: BS Series-Broadcasting service (sound), 2012, [online] https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.775-3-201208-I!!PDF-E.pdf [21.10.2019], S. 4.

¹⁹ Ebd, S. 4.

Um eine Surround-Mischung anzufertigen ist eine Abhörsituation gemäß der Aufstellung von Surround-Lautsprechern nach der Richtlinie ITU-R BS.755 nötig.²⁰ Dieses Übertragungsformat ist der aktuelle Standard in der Fußball-Bundesliga-Übertragung. Jedes Spiel wird in Surround produziert und ausgestrahlt. Parallel dazu werden natürlich auch noch andere Formate, wie Stereo, ausgeliefert. Grundsätzlich hat die Surround-Mischung Priorität, da beispielsweise die Stereo-Mischung aus einem Downmix der Surround-Mischung gebildet wird. In den Ü-Wägen sind standardmäßig eingemessene Surround Abhöranlagen installiert.

3.3. 3D Objektbasierte Übertragungsformate

Objektbasierte Übertragungsformate spielen aktuell noch keine große Rolle im Tagesgeschäft des Fußball-Broadcastings. Nach Torsten Streithof (freiberuflicher Toningenieur) bleibt dies wohl auch in naher Zukunft noch so. Er zweifelt den Nutzen dieser Technologie in Bezug auf den Mehrwert für eine Sportproduktion noch an.²¹ Felix Krückels (Professor for Broadcast Production and System Design an der hd_a Darmstadt) hingegen sieht in dieser Technologie großes Potenzial.²² Mit der Einführung des MPEG-H-Formates²³ wird es neue Möglichkeiten im Bereich des 3D-Audios geben. Auch objektbasiertes Audio wird hiermit möglich. In Bezug auf die Anwendungsfelder verweist Felix Krückels auf das Thema 3D-Soundbar. Mit dieser Technologie ist es nun möglich Surround- und 3D-Mischungen in die Wohnzimmer zu bringen. „Man kann fast davon ausgehen, dass kein neuer UHD/HDR fähiger Fernseher mehr ohne eine Soundbar verkauft wird.“²⁴ Als Beispiel lässt sich hier die Ambeo Soundbar von Sennheiser aufführen.²⁵ Auch mobile Endgeräte sind in der Lage diese Formate abzuspielen. Teilweise verfügen Smartphones auch über binaurales Rendering. Dies wird automatisch bei gesteckten Kopfhörern aktiviert. Damit kann Multichannel-Audio wie 3D oder Surround in ein Stereosignal mit der gleichen Raumauflösung umgewandelt wer-

²⁰ Vgl. International Telecommunication Union Radiocommunication Sector, 2012.

²¹ Vgl. Streithof, I2, S. 14, Z. 34f.

²² Vgl. Krückels, I1, S. 4, Z. 11-35.

²³ Vgl. Walter Fischer: Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis - MPEG-Quellcodierung und Multiplexbildung, analoge und digitale Hörfunk und Fernsehstandards, DVB, DAB/DAB+, ATSC, ISDB-T, DTMB, terrestrische, kabelgebundene und Satellitenübertragungstechnik, Messtechnik, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2016, [online] <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-53896-4.pdf> [28.10.2019], S. 174.

²⁴ Krückels, I1, S. 4, Z. 18ff.

²⁵ Vgl. Sennheiser electronic GmbH & Co. KG: Ambeo Soundbar, in: Sennheiser electronic GmbH & Co. KG [online] https://de-de.sennheiser.com/ambeo-soundbar?gclid=CjwKCAjwo9rtBRAdEiwA_WXcFjS85-VeUeWi2lAPqVAqPuxw3zD-k-SjimgzxB5v_kU629qbW0R9sNRoCRaEQAvD_BwE&gclid=aw.ds [28.10.2019].

den.²⁶ Dies wird durch auf die Ohrmuschel abgestimmte HRTF-Faltung umgesetzt. Dadurch gewinnt 3D-Audio auch beim Endkonsumenten an Relevanz. Aktuell werden bereits verschiedene Sportereignisse in 3D produziert. Dazu zählt der World Cup 2018.²⁷ Außerdem produziert die Firma Sky bereits in England ein bis zwei Fußballspiele in der Woche in Dolby Atmos.²⁸ Auch diverse Endgeräte sind bereits Dolby Atmos fähig. So wirbt beispielsweise Samsung mit einem Dolby Atmos Audiomodus in ihrer Galaxy Smartphone-Reihe.²⁹ Dieser Modus ist laut Hersteller sowohl für die Kopfhörer- als auch die Stereolautsprecher-Wiedergabe geeignet. Die Funktionalität dieses Features bestätigt auch der Experte Felix Krückels.³⁰ Es bleibt abzuwarten, ob sich diese Technologie langfristig etabliert und zum neuen Broadcast-Standard wird. Aktuell ist festzustellen, dass auf diesem Gebiet viel Fortschritt und Forschung stattfindet. Diese Entwicklung beschränkt sich nicht mehr nur auf den theoretischen Bereich, sondern ist längst in der praktischen Testphase angekommen. Es ist durchaus möglich, dass die Endgeräte bald selbst fähig sein werden, mit den Audio-Objekten umzugehen. Dies bedeutet, dass die Objekte bis zum Endgerät übermittelt werden und erst dort in ein konkretes Audiosignal im Zielformat gewandelt werden.

3.4. Abhörsituation im Übertragungswagen

Standardmäßig sind die Ü-Wägen mittlerweile mit Abhörlautsprechern im Surround-Standard bestückt. Dadurch kann eine passende Abhörsituation sowohl für das Zielformat Surround als auch für Stereo gewährleistet werden. Grundsätzlich muss bei Sportübertragungen immer sowohl ein internationaler Ton (IT) als auch ein Nationaler Sendeton (ST) produziert werden.³¹ Im IT sind nur akustische Quellen enthalten, die auch im Bild zusehen sind.³² „Dies gilt auch, wenn der Sprechende kurzzeitig nicht im Bild ist (aus dem Off kommt). Nur so kann ein anderer Kommentar oder Sprecher mit

²⁶ Vgl. Jeroen Breebaart, Jürgen Herre, Lars Villemoes, Craig Jin, Kristofer Kjörning, Jan Plogsties, Jeroen Koppens: Multi-Channel Goes Mobile: Mpeg Surround Binaural Rendering, in: AES 29th International Conference, Seoul, Korea, 04.09.2006 [online] <http://www.jeroenbreebaart.com/papers/aes/aes29.pdf> [28.10.2019].

²⁷ Vgl. Fraunhofer IIS: Dedicated to the progress of China 3D Audio, in: Frauenhofer Audio Blog [online] <https://www.audioblog.iis.fraunhofer.com/fraunhoferiis-china-3d-audio> [28.10.2019].

²⁸ Vgl. Krückels, I1, S.3, Z. 20f.

²⁹ Vgl. Samsung: Wie aktiviere ich Dolby Atmos auf meinem Galaxy Smartphone?, In: Samsung [online] <https://www.samsung.com/de/support/mobile-devices/wie-aktiviere-ich-dolby-atmos-auf-meinem-galaxy-smartphone/> [28.10.2019].

³⁰ Vgl. Krückels, I1, S. 5, Z. 5-10.

³¹ Vgl. Institut für Rundfunktechnik: TPRF-HDTV 2016: Technische Richtlinien zur Herstellung von Fernsehproduktionen in HDTV für ARD, ZDF und ORF, in: IRT - Richtlinien zur Herstellung von Fernsehproduktionen, 2016, [online] https://www.irt.de/fileadmin/media/Neue_Downloads/Publikationen/Technische_Richtlinien/TPRF_HDTV_2016_Stand_Nov_2016.pdf [18.10.2019].

³² Vgl. Institut für Rundfunktechnik, 2016, S.18.

neuer Länge zugemischt werden.“³³ Die IT-Fassung enthält also keine Sprachinhalte, weder Kommentatoren und Moderatoren, noch Übersetzer. Der Sinn und Zweck des IT ist es, eine Mischung frei von Sprache zu produzieren, welche dann von allen Ländern für ihre jeweilige Berichterstattung genutzt werden kann. Der ST hingegen bezieht sich auf den nationalen Markt. Dementsprechend werden hier die Kommentatoren und Moderatoren zugemischt. Auch ist es nicht selten der Fall, dass sich das internationale Bild von dem nationalen Bild unterscheidet. Ziel des internationalen Bildes ist es immer, eine objektive Berichterstattung des Sportevents zu gewährleisten. Wohingegen das nationale Bild mehr auf die national relevanteren Mannschaften und Spieler eingeht. Je nach Produktionsgröße gibt es getrennte Ü-Wägen für den IT und den ST. Es ist aber auch durchaus möglich, dass beides aus einem Wagen geleistet werden muss. In diesem Fall wird häufig das Mischpult zweigeteilt, sodass zwei Toningenieure parallel arbeiten können. Der Eine kann die fest installierten Lautsprecher zum Abhören nutzen, der Andere muss auf Kopfhörer zurückgreifen. Es ist weiterhin üblich, bei der Produktion in Surround, die Mischung auch in diesem Format abzuhören. Der Stereomix wird häufig parallel via Downmix erstellt. Hier nochmals der Verweis, dass eine Großzahl der Endkonsumenten in diesem Falle nicht den mitgelieferten Stereo-PCM-Ton (dezidierte Stereo-Mischung) abhören. Letztendlich wird stattdessen ein von ihrem Endgerät erstellter Downmix der Surround-Mischung, die der Toningenieur im Ü-Wagen überprüft hat, gehört. Laut des Audioproduktionskonzepts der Sportcast GmbH müssen im Ü-Wagen folgende Quellen via direktem Zugriff auf die Abhörmonitore gelegt werden können: der MCIS-5.1-Mix, der ISTV-Stereomix, der Dummy-5.1-Mix, der Dummy-Stereomix, der Sky-Return-5.1-Mix und der Sky-Return-Stereomix.³⁴ Hierbei handelt es sich um die Erstellung des IT. Der MCIS ist der Surround-IT. Der ISTV ist der stereo Downmix des MCIS. Die beiden Dummymixe entsprechen jeweils dem MCIS und ISTV, nur ist hier ein Platzhaltekomentator beigemischt, um die Mischungsverhältnisse mit Kommentator gegen zu hören.³⁵ Die Sky-return-Mischung ist der entsprechende ST.

Ein großes Thema bei der Abhörsituation sind die Lärm- und Störpegel, die in einem Ü-Wagen herrschen. Es ist nicht der Fall, dass der Toningenieur nur seine zu überwachenden Mischungen abhört. Gleichzeitig muss er während des ganzen Fußballspiels das Dauerkommando des Regisseurs abhören, um auf dessen Bildschnitte tonseitig

³³ Institut für Rundfunktechnik, 2016, S.18.

³⁴ Vgl. Sportcast GmbH: Audioproduktionskonzept für die Bundesliga und 2. Bundesliga ab der Saison 2019/2020 Version 1.0, 06.09.2019, [internes Dokument], S. 33.

³⁵ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 16.

reagieren zu können.³⁶ Das Problem hierbei ist nicht die reine Sprache, sondern der konstante Nebengeräuschpegel des Mikrofons vom Regisseur.³⁷ Dies bezieht sich auf die Produktion des IT. Bei der Produktion des ST kommt noch ein weiteres Dauerkommando dazu.³⁸ Dadurch wird der Grundlärmpegel im Abhörraum des Ü-Wagens deutlich angehoben. Hinzu kommen noch die regelmäßigen Kommandoanfragen.³⁹ Bei Topspielen in der ersten Bundesliga wird für die IT-Mischung ein extra Soundsupervisor direkt von Sportcast beauftragt.⁴⁰ Dieser kann sich dann voll auf die Mischung konzentrieren. Alle anderen Tätigkeiten, wie die Kommandoanlage bedienen, werden von den Ü-Wagen-Toningenieuren übernommen.⁴¹ Dies ist aber nur bei Topspielen der Fall, häufig ist der Toningenieur im Ü-Wagen auch zuständig für die Kommunikation aller Beteiligten untereinander. Dies nimmt einen Großteil seiner Zeit in Anspruch. Er muss das Intercomsystem verwalten und betreuen. Stefan Ebert ordnet die Priorität der Kommandoanlage höher ein, als die der eigentlichen Mischung. Grund hierfür sei die Wichtigkeit der Kommunikation untereinander für eine reibungslos funktionierende Produktion.⁴² Ohne funktionierende Kommandoanlage kann keine Fernsehproduktion gelingen. Dies sind wichtige Randfaktoren, welche die Abhörsituation trotz eingemessener Surroundabhöranlage deutlich erschweren.

4. Akustische Gegebenheiten in Fußballstadien

Dieses Kapitel behandelt die Gegebenheiten, mit welchen ein Toningenieur bei der Übertragung eines Fußball-Bundesligaspiels konfrontiert wird. Dies soll dem tieferen Verständnis für die folgenden Erörterungen dienen. Die akustischen Gegebenheiten sind in allen Stadien aufgrund der abweichenden Bauweisen etwas unterschiedlich, dennoch soll hier auf die Gemeinsamkeiten eingegangen werden. Gravierende Unterschiede zwischen den verschiedenen Spielstätten werden ebenso aufgezeigt. Jedes Stadion unterscheidet sich in seiner Bauweise von den Anderen. Der grundsätzliche Aufbau bleibt aber weitestgehend gleich. Die meisten Stadien in der ersten Fußball-Bundesliga sind mittlerweile reine Fußballstadien. Eine Ausnahme hierbei bildet das Olympiastadion in Berlin. Es handelt sich um eine Mehrzweckarena mit Laufbahn um

³⁶ Vgl. Ebert, I3, S. 24, Z. 15f.

³⁷ Vgl. ebd., Z. 18ff.

³⁸ Vgl. ebd., Z. 24ff.

³⁹ Vgl. ebd., Z. 26f.

⁴⁰ Vgl. Streithof, I2, S. 13f.

⁴¹ Vgl. ebd., S. 14, Z. 25f.

⁴² Vgl. Ebert, I3, S. 24f.

den Fußballplatz herum.⁴³ Auch unterscheiden sich die Stadien stark in ihrer Lärmkulisse. In Dortmund und Schalke sind die Fans erfahrungsgemäß über das gesamte Spiel deutlich lauter, als beispielsweise in München.⁴⁴ Die dezentrale Beschallungsanlage ist eine Gemeinsamkeit, die alle Stadien aufweisen. Diese wird für die örtliche Musikeinspielung in den Pausen und für den Stadionsprecher genutzt. Sie stellt die Toningenieure vor eine unlösbare Laufzeitproblematik, welche in Kapitel 4.1 näher behandelt wird.

In Berlin ist es aufgrund der Laufbahn möglich, zur Abnahme der Fankurven, die ORTF-Anordnung in korrektem Abstand von zehn Metern hinter dem Tor zu platzieren.⁴⁵ In allen anderen Stadien der aktuellen Fußball-Bundesliga werden die Fankurvenstützmikrofone an der Zehnmetermarke der Seitenlinie, ausgehend von der Torlinie, mit Nullachse auf die Fankurve zeigend ausgerichtet. Hierzu siehe auch Abbildung 7-6. Dies markiert die optimale Position der Fankurvenstützmikrofone unter Einbezug der räumlichen Gegebenheiten. In der Praxis ist auch diese Kompromisslösung leider nicht immer ohne weiteres möglich. Hier kommen Faktoren, wie die Sicherheitsbestimmungen und Publikumsbeschwerden, aufgrund von dadurch eingeschränkter Sicht, hinzu. Demzufolge kann die optimale Position je nach Stadion nicht immer eingehalten werden. Es werden lediglich Kompromisslösungen gefunden. Die Nachhallzeiten der Stadien werden zunehmend relevanter. Dies ist auf die moderne, eher geschlossene Bauweise der Stadien zurückzuführen.⁴⁶ Früher waren die Stadien vorwiegend als Freifeld anzusehen. Nachhallzeiten spielten hier keine große Rolle.⁴⁷ Die exakten Nachhallzeiten werden allerdings auch heute nicht erhoben und spielen nach Stefan Ebert weiterhin keine große Rolle.⁴⁸ Grund dafür ist, dass im Stadion keine Sprache beschallt wird, welche interessant für den Fernsehzuschauer ist. Es existiert lediglich die Pausenmusik und der Stadionsprecher, der aber mehr als reine Klangfarbe angesehen wird.⁴⁹ Die zunehmenden Nachhallzeiten verschlechtern allerdings die SIR der Closeballmischung. Das wiederum liegt an der langen Nachhallzeit des Publikums in geschlossenen Stadien.⁵⁰

⁴³ Vgl. Krückels, I1, S. 6, Z. 27f.

⁴⁴ Vgl. ebd., Z. 22-34.

⁴⁵ Vgl. Sportcast GmbH., 2019, S. 7.

⁴⁶ Vgl. Krückels, I1, S. 6, Z. 16ff.

⁴⁷ Vgl. ebd., Z. 18f.

⁴⁸ Vgl. Ebert, I3, S. 22, Z. 5f.

⁴⁹ Vgl. ebd., S. 21f.

⁵⁰ Vgl. Krückels, I1, S. 6, Z. 21f.

4.1. Übersprechen durch Beschallung

Ein großes Thema bei der Fußball-Liveübertragung ist natürlich auch das im Stadion installierte Beschallungssystem. Aufgrund der vielen Aufhängepunkte der Stadion-PA-Anlage gibt es massive Laufzeitunterschiede des gleichen Signals an verschiedenen Positionen im Stadion. Dies wird durch die vielen unterschiedlichen Mikrofonpositionen noch verstärkt. Durch diese verschiedenen Laufzeiten entstehen bei der Mischung dieser Mikrofonsignale Phasenversätze und daraus resultierend klangliche Verfärbungen durch Kammfiltereffekte. Diese kann man durch die zeitliche Verzögerung der Einzelkanäle reduzieren. Aufgrund der Stadiongeometrie können diese aber niemals komplett verhindert werden. Grundsätzlich ist wichtig, die Pegel zueinander zu betrachten. Des Weiteren können diese Effekte durch die Wahl von Richtcharakteristik und Position der Mikrofone gezielt minimiert werden. Der Zeitversatz und der damit verbundene Kammfiltereffekt des Stadionsprechers über die PA-Anlage ist Teil des realen Hörerlebnisses. Die Liveübertragung hat zum Ziel, dieses visuelle und auditive Erlebnis möglichst realitätsnah abzubilden. Damit ist dieser Effekt bis zu einem gewissen Punkt erwünscht und ein Teil des natürlichen Stadiongefühls. Meist liegt das Signal, mit welchem die PA bespielt wird, auch direkt im Ü-Wagen an und kann somit als Direktsignal in die Mischung mit einbezogen werden. Dadurch werden die hörbaren Reflexionen maskiert und als Rauminformation wahrgenommen. Gleichzeitig steigt die Verständlichkeit des PA-Signals.

4.2. Pegelverhältnisse der Schallquellen zueinander

Interessant ist es, den Closeballmix zu betrachten. Bei dem Closeballsound handelt es sich um den entstehenden Klang, wenn ein Spieler den Ball tritt. Um diesen einzufangen werden mehrere Mikrofone rund um das Spielfeld platziert. Diese werden anschließend dynamisch zusammengemischt, um die Signale von den Mikrofonen präsent zu haben, die sich in der Nähe des Balls befinden. Dies soll bei konstantem Leistungspegel geschehen. Dadurch wird das Nutzsignal maximiert und das Störsignal minimiert. In diesem Fall wird das Publikum als Störsignal angesehen, da für die Abnahme dieser Geräuschkulisse andere Mikrofone zuständig sind. Hier zeigt sich deutlich, dass es für den späteren Prozess wichtig ist, wie die Pegelunterschiede zwischen dem Nutzsignal und dem Störsignal aussehen. Dadurch wird maßgeblich beeinflusst, wie einfach es einer KI möglich sein wird, diese Signale voneinander zu unterscheiden. Die Firma Lawo AG hat für den Closeballmix eine automatische Software namens Kick

entwickelt, die auf Bilderkennungsdaten basiert.⁵¹ Diese Daten erfassen zu jeder Zeit des Spiels, wo sich der Ball auf dem Spielfeld befindet. Auch werden Spieleransammlungen, wie bei einer Ecke, erkannt.⁵² Durch manuelle Eingabe bekommt die Software Daten zu Richtcharakteristik und Position der für den Closeballmix vorgesehenen Mikrofone. Außerdem ist es möglich, aus künstlerischen Gründen, einzelne Mikrofone zu priorisieren. Aus diesen Daten berechnet die Software Kick, welche Mikrofone zu welcher Zeit wie stark im Mix vertreten sein müssen, um einen konsistenten Closeballmix zu bekommen. Diese Funktion kann sowohl nativ bei LAWO Pulten, als auch als Hardwarelösung in Kombination mit Mischpulten anderer Hersteller genutzt werden.

Festzuhalten ist, dass das SIR je nach Lautstärke der Fankurve im Stadion variieren kann. In diesem Fall ist das Publikum als Störpegel anzusehen. Nach Felix Krückels kann dies in Stadien, wie dem Signal Iduna Park in Dortmund mit erfahrungsgemäß sehr lauter Fankurve, problematisch werden.⁵³ In einem solchen Fall wird die Closeballgruppe in der Mischung zurückgenommen. Damit lässt sich der Publikumssound konsistenter gestalten und schmälert dadurch das Surroundhauptmikrofon nicht. Jedes Mal, wenn die Closeballmikrofone in der Nähe der lauten Fankurve zugemischt werden, entstehen dadurch klanglich Veränderungen im Hauptmikrofon.⁵⁴ Die Surroundatmosphäre bricht zusammen durch den hohen Monoanteil des Publikumssignals im Closeballmix. Das Publikum wirkt nicht länger groß und breit in der Surround-Mischung, sondern klein und mono aus der Phantommitte. In leiseren Stadien hingegen, wie in der Allianz Arena in München, ist dies nicht der Fall. Es ist festzustellen, dass die SIR bei der Closeballmischung stark von der Lautstärke der jeweiligen Fankurve abhängt. Grundsätzlich erreicht dieser aber einen Pegel, bei dem es nötig wird, eine Korrektur an der Mischung vorzunehmen.

5. Tagesablauf bei der Audioproduktion eines Bundesligaspiels

In diesem vorangestellten Kapitel soll der Standard-Tagesablauf eines Toningenieurs bei einer Audioproduktion eines Fußball-Bundesligaspiels skizziert werden. Dies dient dem tieferen Verständnis der nachfolgenden Analyse. Um repetitive Arbeitsschritte im Tagesgeschäft eines Toningenieurs isolieren zu können, muss erst der Tagesablauf

⁵¹ Vgl. Lawo AG: Kick, in: Lawo, [online] <https://www.lawo.de/de/produkte/audio-production-tools/kick.html> [17.10.2019].

⁵² Vgl. Streithof, I2, S. 15, Z. 22-27.

⁵³ Vgl. Krückels, I1, S. 6, Z. 21-26.

⁵⁴ Vgl. Streithof, I2, S. 8.

detailliert analysiert werden. Grundsätzlich ist, wie bereits thematisiert, zwischen Topspielen und normalen Spielen zu unterscheiden. Bei Topspielen wird ein Soundsupervisor von Sportcast beauftragt und ist nur für die Mischung des IT zuständig. Bei allen anderen Spielen kommen weitere Aufgaben zur Erstellung der Mischung hinzu. Dazu zählt die Betreuung der Kommandoanlage und das Bauen von Sprechstellen, sowie der gesamte Auf- und Abbau des Materials. Mit dem Bauen der Sprechstellen ist hier die Mikrofonierung und technische Einrichtung von Kommentatorplätzen gemeint. Es werden bei jedem Spiel alle Mikrofone neu aufgestellt und verkabelt. Das Hauptmikrofon ist in den meisten Stadien der 1. Bundesliga festinstalliert und unter dem Stadionsdach befestigt.⁵⁵ Außerdem sind in einigen Stadien Tunnelmikrofone fest verbaut. Es gibt mehrere Produktionsfirmen, die im Auftrag der Sportcast die Bundesligaspiele produzieren. Diese Firmen haben alle unterschiedliches Equipment. Dies bezieht sich vor allem auf die Mikrofone und das Produktionsmischpult, welches im Ü-Wagen installiert ist. Derzeit sind nur Mischpulte der Firmen Lawo und Stage Tec verbaut.⁵⁶ Daraus ergibt sich, dass es keinen standardisierten Patchplan gibt und dieser zwischen den Firmen variieren kann. Übliche Praxis ist es, dass gespeicherte Showfiles anderer Kollegen eines vorherigen Spiels als Basis für die nächste Produktion genutzt werden.⁵⁷

Aus praktischen Gründen greifen die meisten Produktionsfirmen auf zwei Stageboxen zurück. An der Einen liegen alle Signale der linken Stadionhälfte, an der Anderen die Signale der rechten Stadionhälfte an. Grundsätzlich ist hier zu beachten, dass nur die pulteigenen Vorverstärker und Wandler der Stageboxen akzeptiert werden. Nicht erlaubt sind die Kamera-internen Vorverstärker und Wandler. Dies wird vor allem aus Audio-Qualitätsgründen gemacht, da die pulteigenen Vorverstärker und Wandler von Lawo oder StageTec deutlich bessere Signale liefern.⁵⁸ Deshalb werden alle Signale, wenn möglich, parallel geführt und nicht im Videosignal embedded.

6. Methodenerklärung Experteninterview

Dieses Kapitel behandelt die Gründe für die Wahl der nachfolgend genutzten Forschungsmethode. Außerdem wird auf die Konzeption des dafür notwendigen Leitfadens eingegangen. Die Entwicklung bis hin zu den endgültigen Forschungsfragen wird dargestellt. Am Ende dieses Kapitels gibt es eine Zusammenfassung der geführten Ex-

⁵⁵ Vgl. Krückels, I1, S. 2, Z. 18-22.

⁵⁶ Vgl. ebd., Z. 26.

⁵⁷ Vgl. ebd., Z. 31.

⁵⁸ Vgl. ebd., S. 10, Z. 5-8.

perteninterviews. Diese ist frei von Interpretationen und erfüllt somit den Anspruch einer reinen Zusammenfassung.

Als empirische Methode wurde das Experteninterview gewählt, somit ist es möglich auf das praxisbezogene Wissen der Experten zurückzugreifen. Es handelt sich bei diesem Forschungsgebiet um die Neueinführung einer Technologie, die am Markt Akzeptanz finden soll. Davon hängt maßgeblich ab, ob die Technologie auch wirtschaftlich eine Zukunft hat. Die Interviewpartner sind zugleich die späteren Nutzer. Sie werden zukünftig mit KI-gestützten Produktionsmischpulten in Übertragungswägen arbeiten. Deshalb erhofft man sich von ihnen anwendungsbezogenes Praxiswissen aus erster Hand. Dieses wird ein nützlicher Bestandteil für die Konzipierung des Endproduktes sein.

6.1. Experteninterview als empirische Erhebungsmethode

Es wurde die empirische Erhebungsmethode des Experteninterviews gewählt. In quantitativen Interviews, im Gegensatz zu qualitativen Interviews, ist die Standardisierung der Interviewfragen wichtiger Bestandteil eines aussagekräftigen Forschungsergebnisses. Hierbei muss sichergestellt werden, dass alle Befragten die gleichen Ausgangsbedingungen vorfinden.⁵⁹ Dies muss bei qualitativen Interviews nicht erfüllt sein. Es ist nicht notwendig, dass bei jeder Befragung die exakt gleichen Frageformulierungen gestellt werden. Bogner sagt dazu: „Wichtig ist es, die Befragten gleichermaßen ‚zum Reden zu bringen‘ hinsichtlich der forschungsrelevanten Fragestellungen – in welcher genauen Formulierung dies geschieht, kann und sollte je nach Gesprächspartner und Interaktionssituation durchaus variieren.“⁶⁰ Da es sich außerdem um systematisierende Experteninterviews handelt, ist hierbei das Erkenntnisziel eine weitreichende Erhebung von Sachwissen.⁶¹ Dies kann individuell in Gesprächen durch Modifizierung der Fragen gewährleistet werden. Dadurch, dass man nicht strikt an einen festen Ablauf gebunden ist und der konzipierte Interviewleitfaden nur als Gesprächsstütze dient, ist es möglich genauer auf die einzelnen Experten und ihre spezifischen Fachgebiete einzugehen. Die offenere Gestaltung in der Gesprächssituation mildert die Asymmetrie zwischen Befragtem und Fragenden.⁶² Zusammenfassend wird als wissenschaftliche Methode in

⁵⁹ Vgl. Alexander Bogner, Wolfgang Menz, Beate Littig: Interviews mit Experten - Eine praxisorientierte Einführung, Wiesbaden: Springer-Verlag, 2014, S. 28.

⁶⁰ Bogner, et al., 2014, S.28.

⁶¹ Vgl. Bogner, et al., 2014, S. 24.

⁶² Vgl. Siegfried Lamnek, Claudia Krell: Qualitative Sozialforschung, 6. überarb. Aufl., Weinheim: Beltz Verlag, 2016, S. 318.

dieser Arbeit die empirische Erhebung von qualitativen Experteninterviews genutzt. Genauer handelt es sich um systematisierende Experteninterviews nach Bogner.⁶³

6.2. Konzipierung des Interviewleitfadens

Die Konzipierung des Leitfadens ist zentraler Bestandteil eines wissenschaftlichen Interviews. Nach Bogner hat der Leitfaden zwei zentrale Funktionen: zum einen die Strukturierung der Interviewfragen, zum anderen soll er als Hilfsmittel und Leitfaden in der konkreten Interviewsituation dienen.⁶⁴ Um diese Kriterien zu erfüllen, müssen zu Anfang die Fragen geordnet und strukturiert werden. Anschließend müssen sie in eine logische Reihenfolge gebracht werden. Dies ist wichtig, um bei dem späteren Interview eine stringente Argumentationskette zu erhalten.⁶⁵

Im weiteren Verlauf werden Themenblöcke gebildet, die jeweils ein Unterthema behandeln. Die Fragen werden dann themenspezifisch auf die Unterblöcke aufgeteilt. Aus den Themenblöcken und deren Zusammenfassung können dann die konkreten Forschungsfragen abgeleitet werden.

Hierbei soll herausgefunden werden, welche Tätigkeiten bei einer Fußball-Bundesliga Tonmischung wiederkehrend sind. Daraus werden dann die standardisierten Prozesse isoliert. Die kreativen und individuellen Geschmacksentscheidungen der Toningenieure werden davon abgegrenzt. Es ergeben sich folgende Forschungsfragen:

- (1) Welche Arbeitsprozesse sind bei einer Fußballmischung repetitiv und welche davon sollten automatisiert werden?
- (2) Was ist die kreative und individuelle Komponente jedes Toningenieurs in der Mischung?

Die folgenden vier Themenblöcke werden abgeleitet:

- (1) Mikrofonierungsstandards
- (2) Mischungsstandards
- (3) Persönliche Note bei der Mischung
- (4) Weiterführende Fragen

Anschließend werden die detaillierteren Fragen den Themenblöcken zugeordnet. Dies dient als Leitfaden für die späteren Interviews. Zu beachten ist, dass es kein starrer

⁶³ Vgl. Bogner, et al., 2014, S. 24.

⁶⁴ Vgl. ebd., S.27.

⁶⁵ Vgl. Robert Kaiser: Qualitative Experten- Interviews Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung, Wiesbaden: Springer-Verlag, 2014, S.53.

Leitfaden sein soll, weil qualitative Experteninterviews eingesetzt werden. Er soll nur eine Gesprächshilfe darstellen, um das Interview logisch strukturieren zu können. Eine Abweichung von den notierten Fragen ist ausdrücklich erwünscht.

6.3. Transkription der Experteninterviews

Die Experteninterviews wurden entweder als Audio- oder Videodatei aufgenommen und gespeichert. Vorab wurde die Einverständniserklärung für die Aufzeichnung der Gespräche von den Experten eingeholt. Die Interviews wurden anschließend transkribiert. Die Wahl des Transkriptionssystems wurde gemäß der Forschungsfragen zur adäquaten Abbildung der Kommunikationsprozesse getroffen.⁶⁶ Zu Anfang der Transkription befindet sich ein einheitlicher Transkriptionskopf, angelehnt an Susanne Fuß und Ute Karbach's Grundlagen der Transkription.⁶⁷ Die Audiodateien wurden mithilfe des KI-gestützten online-Spracherkennungsprogramms f4x von Audiotranskription transkribiert.⁶⁸ Dieses System ist eine Kooperation mit dem Fraunhofer IAIS. Es befand sich zu der Zeit der Transkription in der Betaphase. Die Daten werden dort DSGVO-konform verarbeitet und ausschließlich auf ISO-27001 zertifizierten Servern in Deutschland bearbeitet. Auf Grundlage dieser Transkription wurden alle Transkripte nochmals händisch durchgearbeitet und korrigiert. Bei der Transkription selbst wurde auf Sprechpausen und Füllwörter, welche nicht zum Inhalt beitrugen, verzichtet. Außerdem wurde auf die Transkription von unvollständigen Aussagen, die im Nachhinein neu angesetzt wurden, verzichtet. Auf Räusperer und ähnliche nonverbale Geräusche wurde ebenso verzichtet. Lediglich lachen wurde mit der Abkürzung „(lacht)“ notiert. Ferner wurden die Interviews vom Dialekt befreit, solange dieser nicht wichtiger Bestandteil der Aussage war. In den Transkriptionen ist durch das jeweilige Kürzel kenntlich gemacht, welcher Gesprächsteilnehmer gerade das Wort hat. Um eindeutig zitieren zu können wurde das Transkript mit Zeilennummern versehen. Falls ein Interviewpartner vorab darum gebeten hatte gewisse Teile des Gesprächs nicht zu veröffentlichen, wurden diese in der Audiodatei zensiert und nicht transkribiert.

⁶⁶ Norbert Dittmar: Transkription: ein Leitfaden mit Aufgaben für Studenten, Forscher und Laien, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2009, S. 209.

⁶⁷ Vgl. Susanne Fuß, Ute Karbach: Grundlagen der Transkription - Eine praktische Einführung, Opladen & Toronto: Verlag Barbara Budrich, 2014, [online] <https://www.utb-studi-e-book.de/Viewer2.0/pdfviewer/index/viewer?isbn=9783838541853&access=ccf8c2bb82ecc2fdb8086e5020a99b8d&code=94bc2e64ed-fa656759425e01f78f7814&q=&lang=de&key=&page=&label=A&prodId=1093&hash=4008d70b2107a4bdc1953c1f29f76c0a&token=4008d70b2107a4bdc1953c1f29f76c0a×tamp=94bc2e64ed-fa656759425e01f78f7814>, S. 79-83.

⁶⁸ Vgl. Audiotranskription: f4x Spracherkennung für Interviews, in: Audiotranskription, [online] <https://www.audiotranskription.de/Spracherkennung> [07.11.2019].

6.4. Auswertung der Experteninterviews

Es folgt eine Übersichtstabelle der geführten Experteninterviews mit Namen und Berufsbeschreibung. Jedem Interview und Experten wird ein Kürzel zugewiesen, welches im Anschluss aus Gründen der Übersichtlichkeit verwendet wird. Meine Gesprächsanteile wurden mit dem Kürzel „CS“ gekennzeichnet.

Interview	Kürzel	Name	Berufsbeschreibung
I1	FK	Felix Krückels	Professor for Broadcast Production and System Design an der hd_a Darmstadt Zuvor 15 Jahre lang in der Industrie tätig u. a. bei Lawo als Produktmanager und Business Development Manager
I2	TS	Torsten Streithof	Freiberuflicher Toningenieur seit 20 Jahren mit Schwerpunkt Fernsehen
I3	SE	Stefan Ebert	Freier Toningenieur seit 30 Jahren, hat in Düsseldorf Ton und Bild studiert, Projekte: Bundesliga für Sportcast, Verstehen Sie Spass?, Heute Show, Bambi, etc.

Abbildung 6-1: Experteninterview Übersichtstabelle

Nach Kaiser gibt es noch kein allgemein gültiges Auswertungsverfahren für Experteninterviews. Es gibt lediglich methodologisch begründete Verfahren, die zur Systematisierung der Ergebnisse dienen und zwingend auf das spezifische Forschungsvorhaben adaptiert werden müssen.⁶⁹

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden anhand der im Interviewleitfaden definierten Themenblöcke die Ergebnisse der Experteninterviews zusammengefasst. Hierbei handelt es sich um eine reine Zusammenfassung. Die Interpretation dieser Ergebnisse wird in den darauf folgenden Kapiteln vorgenommen. Dies wird aus Gründen der Nachvollziehbarkeit und Trennung von Befragungsergebnissen und deren Interpretation gemacht.

Themenblock eins und Themenblock zwei beschäftigen sich mit der folgenden übergeordneten Forschungsfrage: Welche Arbeitsprozesse sind repetitiv? Welche davon soll-

⁶⁹ Vgl. Bogner, et al., 2014, S.71.

ten automatisiert werden? Themenblock drei widmet sich der Forschungsfrage, was die kreative und individuelle Note jedes Toningenieurs bei einer Fußball-Bundesliga-Mischung ausmacht. Der letzte Themenblock beinhaltet grundlegende, weiterführende und technische Fragen. Der detaillierte Interviewleitfaden mit allen Unterfragen ist im Anhang A1 zu finden.

6.4.1. Themenblock 1: Mikrofonierungsstandards

Ein Standard-Patch in den Stadien gibt es laut den Experten FK und SE nicht. Hier herrscht Einigkeit.

„SE: [...] was ist ein Patch? Welches Mikro auf welcher Stagebox landet? Das gibt es nicht.“⁷⁰

„FK: Die Bestückung der Stagebox ist bei jeder Firma unterschiedlich gehandhabt. Das hängt wirklich von den logistischen Gegebenheiten bei jeder Firma ab. Das hängt davon ab, wie die Signalführungen jeweils von der Stagebox zum Ü-Wagen, zum Tonpult und zur Intercomanlage sind. Das gibt es nicht.“⁷¹

Im Themenblock der Mikrofonierungsstandards verweisen alle befragten Experten auf das Audioproduktionskonzept der Firma Sportcast⁷² und bestätigen dessen Gültigkeit.

„TS: Es gibt eine Vorgabe, jetzt die dritte Saison ist das wirksam. Vorher wurde nur einfach eine Anzahl spezifiziert an Mikrofonen. Da war der Spielraum noch ein bisschen größer. Jetzt seit drei Saisons haben wir für die beauftragende Firma Sportcast einen Standard entwickelt. Wie das im Prinzip zumindest für Erstligaübertragungen jeder Ü-Wagen machen soll.“⁷³

„FK: [...] standardisiert sind die Mikrofonpositionen und die Mikrofontypen.“⁷⁴

„FK: Genau die Bundesligaproduktion hat Mikrofontypen vorgesehen, bis hin zu sogar, dass der gleiche Mikrofontyp für ein Spiel verwendet werden muss. Das ist bindend für alle.“⁷⁵

⁷⁰ Ebert, I3, S. 3, Z. 36f.

⁷¹ Krückels, I1, S. 10, Z. 17-21.

⁷² Vgl. Sportcast GmbH, 2019.

⁷³ Streithof, I2, S. 2, Z. 16-21.

⁷⁴ Krückels, I1, S. 10, Z. 21f.

⁷⁵ Ebd, S. 11, Z. 1ff.

„SE: [...] es gibt die Anforderungen, wo jedes Mikrofon zu stehen hat. Auch wie es ausgerichtet werden soll und wie die Mikrofone zusammengefasst werden sollen.

CS: Das entspricht genau dem, was in dem Audioproduktionskonzept steht?

SE: Richtig.

CS: Und das wird auch so umgesetzt, und das ist bindend?

SE: Genau das ist bindend.“⁷⁶

Bei der Mikrofonauswahl wird ebenso die Gültigkeit des Audioproduktionskonzepts durch alle Experten bestätigt.

„SE: Wir haben in dem Audioproduktionsplan letztlich Mikrofone ausgeschlossen und vorgeschrieben. Wir haben jetzt keinen absolut speziellen Typ vorgeschrieben. Aber wir haben eine Auswahl vorgeschrieben, weil wir natürlich auch mit den Beständen umgehen mussten, die schon vorhanden waren.“⁷⁷

„TS: [...] Aber nein, das ist eigentlich aus unserer Sicht nicht erforderlich bei guter Mikrofonauswahl, die wir ja vorgegeben haben.“⁷⁸

„FK: [...] standardisiert sind die Mikrofonpositionen und die Mikrofontypen.“⁷⁹

Grundsätzlich ist zu konstatieren, dass im Themengebiet Mikrofonierungsstandards das „Audioproduktionskonzept für die Bundesliga und 2. Bundesliga ab der Saison 2019/2020“⁸⁰ die bindenden Normen zusammenfasst. Es wird im folgenden mit APK abgekürzt.

6.4.2. Themenblock 2: Mischungsstandards

Im Themenblock Mischungsstandards wurden kohärente Aussagen zu der Standardkanalbenennung von den Experten getätigt. Alle Experten stellen fest, dass die Kanalbenennung in der Praxis stark abweichen kann.

⁷⁶ Ebert, I3, S. 3f.

⁷⁷ Ebd., S. 4, Z. 7-11.

⁷⁸ Streithof, I2, S. 5, Z. 11ff.

⁷⁹ Krückels, I1, S. 10, Z. 21f.

⁸⁰ Vgl. Sportcast GmbH, 2019.

„CS: [...] Gibt es Standards bei der Mischpult-Kanalbenennung?

SE: Ja, die werden aber nicht stringent eingehalten, leider.“⁸¹

„CS: [...] Die Kanalbenennung ist ja auch relativ vorgegeben in dem Produktionskonzept. Das weicht in der Praxis wahrscheinlich ab, oder?

TS: Definitiv, das weicht ab. Ja klar.“⁸²

FK weist darauf hin, dass die Gruppenbenennung hierbei eine Ausnahme bildet und dass die Standardisierung einer einfacheren Arbeitsübergabe unter den Toningenieuren dienen soll.

„CS: Die Kanalbenennung ist in dem Dokument auch relativ vorgegeben. Ist das eine Richtlinie oder ist das für jeden persönlich änderbar?

FK: Ja also beides. Es macht nicht viel Sinn das vollständig zu ändern. Das ist auf jeden Ü-Wagen leicht angepasst. Beim einen sind noch die physikalischen Quellen im Namen untergebracht. Bei den anderen aus irgendwelchen Gründen noch irgendwelche andere Anhängsel mit dran. Aber die Hauptnamen wie MCIS für die Haupt-5.1-Summe oder Crowd für die Publikumssubgruppe sind eigentlich auf allen Ü-Wagen gleich benannt. Dies dient einfach dazu, dass die große Truppe von bestimmt 20-30 Toningenieuren, die die Bundesliga produzieren, sich auskennen und zurechtfinden.“⁸³

Auch die Closeballmikrofonbenennung ist grundsätzlich weitestgehend standardisiert, nach FK.

„FK: Genau die sind eigentlich auch standardmäßig benannt. Aber auch hier hat der ein oder andere auch noch den Stageboxnamen mit im Namen.“⁸⁴

Die Sortierung und Auflegung der Einzelkanäle auf der Oberfläche des Pultes unterliegt dem individuellen Geschmack des einzelnen Toningenieurs. Dies bestätigten SE und FK.

⁸¹ Ebert, I3, S. 4, Z. 18f.

⁸² Streithof, I2, S. 5, Z. 26-29.

⁸³ Krückels, I1, S. 15, Z. 14-24.

⁸⁴ Krückels, I1, S. 15, Z. 28ff.

„SE: [...] Ja, das ist wirklich grundverschieden, könnte man sagen.“⁸⁵

„FK: Das ist sehr individuell. Da hat jeder so seine eigene Vorstellung, wie er ergonomisch am besten arbeitet.“⁸⁶

Die Kanalgruppierung, wie bereits von FK beschrieben, wird nach APK Vorgaben umgesetzt.

„SE: Das findest du im Audioproduktionsplan. Da gibt es Closeballs, den Stadium-Feed und solche Sachen. Da brauchen wir, glaube ich, gar keine Zeit zu verlieren. Und das ist auch stringent. Das zieht sich wirklich durch.“⁸⁷

„FK: Also mit den Kanalgruppen, das ist schon so eine Art Vorgabe.“⁸⁸

„TS: [...] Das heißt, da greife ich auch der nächsten Frage gleich voraus, die Dinge haben sogar jetzt von uns vorgegeben bekommen ihre Namen und es gibt eine klare Gruppenzuweisung.“⁸⁹

Die Kanalbearbeitung ist in die Unterfragen Panorama, Insert-Effekte, Entzerrung und Dynamikbearbeitung untergliedert. Im Themengebiet Panorama herrschte weitestgehend Einigkeit unter den Experten. Nur in einzelnen Details unterscheiden sich die Aussagen untereinander.

„TS: Das Panning ist relativ statisch. [...] Aber natürlich gibt es da einen Spielraum bei der Surround-Mischung. Also bei der Ambiencegruppe, da kann ich natürlich gucken, ob die beiden Zusatzstereos ein bisschen nach hinten pane oder ob ich die ganz in die Mitte pack nach links und rechts, vorn und hinten.“⁹⁰

„FK: Ja, da gibt es relativ klare Vorgaben. Da ist auch nicht so wahnsinnig viel Abweichungen möglich. Das Stützmikrofon für den linken Fanblock, gehört auf

⁸⁵ Ebert, I3, S. 5, Z. 27.

⁸⁶ Krückels, I1, S. 16, Z. 10f.

⁸⁷ Ebert, I3, S. 5, Z. 37-40.

⁸⁸ Krückels, I1, S. 11, Z. 8.

⁸⁹ Streithof, I2, S. 3, Z. 2-5.

⁹⁰ Streithof, I2, S. 3, Z. 32-38.

*die linke Seite und das Stützmikrofon für einen rechten Fanblock, gehört auf die rechte Seite.*⁹¹

„CS: [...] Wie sieht es bei der Kanalbearbeitung bezüglich des Pannings der Kanäle aus?

*SE: Die ist vorgegeben. Ja, es gibt einen Sonderfall, aber in der Regel ist die vorgegeben.*⁹²

Bezüglich der Insert-Effekte weichen die Aussagen der Experten voneinander ab. FK plädiert auf das strikte PlugIn-Verbot mit einziger Ausnahme des Transientendesigners.

*„FK: [...] Gerne wird aber auch die PlugIn Verwendung übertrieben in der Musik übrigens auch. Und wir haben uns dazu entschlossen, die PlugIns erst einmal vollständig zu entfernen. Jetzt in dieser Saison haben wir diesen Transientendesigner mit hinzugenommen.*⁹³

TS und SE sind der Meinung, dass dieses Verbot nicht bindend ist und noch Spielraum besteht andere PlugIns auszuprobieren.

*„TS: Ja und ja (lacht). Es ist vorgeschrieben und natürlich probiert man. Das wollen wir auch nicht generell verhindern.*⁹⁴

*„SE: Das ist eine Empfehlung. Das stimmt so nicht.*⁹⁵

Das Themengebiet Entzerrung wird im APK detailliert behandelt. Die dort festgehaltenen Parameter stellen laut den Experten eine gute Grundbasis dar. Diese wird anhand der einzelnen Parameter im laufenden Betrieb noch angepasst.

*„SE: Also das sind Empfehlungen. Was wir gemerkt haben und was wir eigentlich wirklich anders gemacht haben durch das Audioproduktionskonzept, wir haben die Kollegen darauf hingewiesen, mehr in den Gruppen zu equalisieren, nicht zu sehr im Einzelsignal. Und haben da erstaunlich gute Erfahrungen mit gemacht.*⁹⁶

⁹¹ Krückels, I1, S. 14, Z. 16-19.

⁹² Ebert, I3, S. 8, Z. 16-20.

⁹³ Krückels, I1, S. 12, Z. 10-14.

⁹⁴ Streithof, I2, S. 4, Z. 26f.

⁹⁵ Ebert, I3, S. 8, Z. 36.

⁹⁶ Ebert, I3, S. 18, Z. 18-23.

„TS: [...] Das heißt, dieses Konzept ist eine Standardisierung, von der man ausgehend beginnen sollte. Und da muss man natürlich trotzdem pro Stadion individuell noch ein bisschen reagieren.“⁹⁷

FK greift hier voraus und antwortet direkt auf die Fragen bezüglich der Dynamikbearbeitung .

„FK: Auch da gibt es Guidelines und dann gibt es auch einfach aus der Erfahrung heraus von vielen Toningenieuren Standards, mit welchen Mitteln man welches Ergebnis erzielt. Und wir haben da so ein paar Richtlinien, paar Guidelines, entsprechend mit in den Produktionsplan eingearbeitet. Die, man kann fast sagen weltweit, zu guten Ergebnissen führen.“⁹⁸

Die beiden anderen Experten schließen sich hier FK im Bereich Dynamikbearbeitung an.

„TS: Nee, im Groben wird das eins zu eins umgesetzt. Man hat natürlich dann, weil am Tag der Mischung wird man selbstverständlich da nochmal individuell eingreifen.“⁹⁹

„SE: Also was wir in den Closeballs machen ist absolut sinnig. Das ist mal Fakt, das funktioniert. [...] Das sind aber weiterhin Richtlinien, das war auch so ein bisschen die Reaktionen am Anfang, als dieses Papier dann veröffentlicht wurde. [...] Und das auch absolut weiterhin erforderlich ist, dass da ein Mensch davor sitzt, mit geschulten Ohren und dann auch wirklich eingreift.“¹⁰⁰

Als Masterbus-Effekte werden lediglich Limiter verwendet, welche eine rein technische Funktion erfüllen. Dies wird von allen Experten konstatiert.

„FK: Ja da muss man unterscheiden zwischen Bearbeitungseffekten klanglicher Natur oder Ingenieurswerkzeugen, dass das Signal sauber bleibt. Ein Limiter ist natürlich in jedem Ausgang vom Mischpult immer mit drin oder sollte mit drin

⁹⁷ Streithof, I2, S. 3, Z. 22-25.

⁹⁸ Krückels, I1, S. 11f.

⁹⁹ Streithof, I2, S. 3, Z. 20ff.

¹⁰⁰ Ebert, I3, S. 20, Z. 17-38.

*sein. [...] Ansonsten gibt es keine Bearbeitungsmodule, die in einer Summe vorgeesehen sind.*¹⁰¹

*„TS: Richtig. Exakt, ganz genauso. [...] In dem Multichannel IS selber gibt es nur maximal einen Limiter und der macht hart irgendwo bei minus zwei, minus drei zu. Und dann ist es gut.“*¹⁰²

*„SE: Nein, wird nicht verwendet. [...] Im Fußball findet das nicht statt.“*¹⁰³

Zusammenfassend sind sich die Experten einig, dass die Kanalbenennung und -belegung etwas Individuelles ist, wohingegen sich die Kanalgruppierung nach den Vorgaben des APK richtet. Bei der Kanalbearbeitung wird sich, mit Ausnahme der Insert-Effekte, an die Richtwerte des APK gehalten. Diese dienen als Ausgangspunkt und werden individuell auf die jeweilige Situation angepasst. Masterbus-Effekte gibt es keine, außer dem einer rein technischen Funktion dienenden Limiter.

6.4.3. Themenblock 3: Persönliche Note

Die persönliche Note gestaltet sich bei der Kanalbenennung nach FK durch Erweiterung der im APK vorgegebenen Namen.

*„FK: [...] Beim einen sind noch die physikalischen Quellen im Namen untergebracht. Bei den anderen aus irgendwelchen Gründen noch irgendwelche andere Anhängsel mit dran.“*¹⁰⁴

TS verweist hingegen darauf, dass bei den Closeballs die ortsbezogenen Namen oft verwendet werden. Diese ermöglichen eine schnellere Zuordnung der Mikrofonsignale als die Indexschreibweise (PFX 1-17).

„TS: [...] Am Ende auf der Oberfläche liegen dann Bezeichnungen, die entweder wirklich so wie bei uns Pitch FX eins, zwei, drei, vier und fünf heißen. Oder aber,

¹⁰¹ Krückels, I1, S. 12f.

¹⁰² Streithof, I2, S. 6, Z. 16-21.

¹⁰³ Ebert, I3, S. 21, Z. 3ff.

¹⁰⁴ Krückels, I1, S. 15, Z. 17-20.

was die meisten machen und was ich auch sehr sinnvoll finde, ist zu sagen, ich nenn das halt 40 gegen links und Hintertor rechts vorne oder so.“¹⁰⁵

Bei der Kanalbelegung sieht es ähnlich aus, hierzu äußerte sich FK detaillierter. TS und SE bestätigten lediglich, dass dies individuell gehandhabt werde.

„FK: Das ist sehr individuell. Da hat jeder so seine eigene Vorstellung, wie er ergonomisch am besten arbeitet. Der eine hat die Hauptgruppen gerne in der rechten Hand, der andere in der Linken. Wobei das möglichst selten vorkommt. Kamerawege, die man mal anfassen muss, sind ganz unterschiedlich aufgelegt. Ich tendiere dazu, möglichst viel zentral zu haben. Dafür in mehreren Pages zu arbeiten. Dann kann ich schön im Sweetspot sitzen bleiben und alles gut verfolgen. Da habe ich das Gefühl eine bessere Kontrolle zu haben. Andere Kollegen legen gerne alles von links nach rechts sehr breit auf.“¹⁰⁶

Detaillierter auf die persönliche Note bei der Einstellung des Panoramas geht TS ein. FK und SE sehen das Panorama als hauptsächlich statisch bezüglich der Vorgaben an.

„TS: [...] Eher per Hyperpanning verschoben. [...] Aber man gewinnt dadurch manchmal ein bisschen mehr Platz für die, leider mono laufenden, Closeballs vorne. Also wenn ich die Fans ganz leicht nach hinten verschiebe, das heißt in der vollen Breite leicht nach hinten pane, dann kann ich eventuell vorne wieder ein bisschen Platz für Closeballs gewinnen.“¹⁰⁷

Die persönliche Note bei der Entzerrung besteht vor allem darin, die APK-Vorgaben auf die individuelle Situation und das Stadion anzupassen.

„FK: [...] Es ist aber natürlich absolut legitim es dem Mikrofon entsprechend anzupassen. Der eine hat ein MK60, der andere hat ein 8060er und der dritte vielleicht sogar ein CMIT von der Firma Schoeps. Die haben alle leicht andere Klang Charakteristiken. [...] Aber es ist ausdrücklich erwünscht, wenn notwendig, das natürlich zu tun. Immense Abweichungen würden mich sehr wundern.“¹⁰⁸

¹⁰⁵ Streithof, I2, S. 5, Z. 36-40.

¹⁰⁶ Krückels, I1, S. 16, Z. 10-19.

¹⁰⁷ Streithof, I2, S. 4, Z. 9-16.

¹⁰⁸ Krückels, I1, S. 16f.

„SE: [...] Also je nach Stadion und je nachdem, wo ich stehe und was da passiert, weiche ich da auch deutlichst davon ab. [...] Also gerade im Stadion haben wir immer viel mit der Bandenwerbung zu kämpfen und auch mit den Fluchtwegen, dass wir da nicht unbedingt die beste Position für die Stereostützen, zum Beispiel kriegen. [...] Und dann weiche ich auch davon ab. Oder wenn ich zum Beispiel genau weiß, ich habe in diesem einen speziellen Kick-Mikrofon wirklich den absoluten Trommler oder den Vorsänger von den Ultras [...], dann greife ich in dieses einzelne Mikrofon durchaus ein und ziehe dann die Frequenzen raus.“¹⁰⁹

„TS: [...] Und da muss man natürlich trotzdem pro Stadion individuell noch ein bisschen reagieren. Mit Filtern, mit Delayzeiten und ähnlichem.“¹¹⁰

Bei den Insert-Effekten bringt SE einige Vorschläge, welche in Zukunft eventuell eine Rolle in der Fußballübertragung spielen könnten.

„SE: [...] im Bereich Komprimierung ist das Plugin Powair von Soundredix. Das ist ein intelligenter Loudnesskompressor, [...]. Der Riesennachteil, das Ding hat eine immense Laufzeit, [...]. Damit scheidet er für uns aus. Weil wir werden asynchron.“¹¹¹

„SE: [...] Da gibt es ein Plugin das nennt sich Lowender. [...] Der hat ein besonderes Gateverhalten eingebaut und triggert dann einen Subfrequenten-Punch, einen künstlichen, dazu. [...] Du hast immer unterschiedliche Attackformanten von dem tatsächlichen Schuss und du gibst ihnen halten eine Menge Druck untenrum mit, den du so nicht haben kannst, weil der Schuss vielleicht zu weit davon entfernt stattfindet, beziehungsweise weil du dadurch die Trommeln zu weit rein holen würdest. Wenn du jetzt in diese Richtung noch weiter suchst, dann gibt noch diesen Slate Drum Trigger.“¹¹²

Der Multibandkompressor ist nach TS ein Plugin, welches Anwendung findet.

„TS: [...] Natürlich kann da jeder, wenn er meint, noch eine Multibandkompression auf die Ambiencegruppe machen. Das mag ihm überlassen sein und wenn es

¹⁰⁹ Ebert, I3, S. 18f.

¹¹⁰ Streithof, I2, S. 3, Z. 24ff.

¹¹¹ Ebert, I3, S. 10f.

¹¹² Ebert, I3, S. 16, Z. 17-40.

der Sache dienlich ist und die Mischung gut ist, kann man da nichts dagegen sagen.“¹¹³

Bei der Dynamikbearbeitung geht keiner der Experten näher auf die persönliche Note ein. Es wird nur bestätigt, dass die im APK vorgegebenen Kompressoreinstellungen gut funktionieren.¹¹⁴ Hierbei handelt es sich vor allem um die Closeballkompression, welche den Closeballsound verstärken und das Übersprechen des Publikums minimieren soll.¹¹⁵

Insgesamt ist zu sagen, dass die Kanalbenennung und -belegung individuell ist. Bei der Kanalbearbeitung werden die Standardparameter auf die gegebene Situation vorort angepasst.

6.4.4. Themenblock 4: Weiterführende Fragen

Nachhallzeiten spielen bei einer Fußballübertragung keine Rolle. Dies bestätigen alle drei Experten.

„TS: Reflexionen im Stadion sind generell so stark unkontrollierbar, so diffus und so vielschichtig, dass man reine Nachhallzeiten eigentlich nicht groß bearbeiten kann.“¹¹⁶

„SE: [...] und deswegen messe ich eigentlich in den Stadien die Nachhallzeiten nicht. Ich wüsste auch nicht wofür.“¹¹⁷

„FK: Da achten wir nicht drauf. Nachhallzeiten beachten wir nicht.“¹¹⁸

Laufzeiten spielen hingegen schon eine Rolle. Vor allem die Laufzeiten zwischen der Hauptmikrofon-Anordnung und den Fanstützen werden von den Experten ausgeglichen.

„TS: [...] Was man wohl machen muss, ist natürlich Laufzeiten zu beachten zwischen PA und Surroundmikrofon und Fanmikrofon. Aber alleine das, weil so eine

¹¹³ Streithof, I2, S. 5, Z. 20-23.

¹¹⁴ Ebert, I3, S. 20, Z. 16f.

¹¹⁵ Streithof, I2, S. 8f.

¹¹⁶ Ebd, S. 10, Z. 4ff.

¹¹⁷ Ebert, I3, S. 22, Z. 5f.

¹¹⁸ Krückels, I1, S. 6, Z. 39.

PA natürlich auch aus tausend verschiedenen Lautsprechern rauskommt, ist ein sehr, sehr komplexes System. Wo man also immer Kompromisse machen muss und immer versuchen muss pro Stadion das bestmögliche herauszufinden. Wo bei das also nie ganz bis zum Ende, bis zur Perfektion, getrieben werden kann.“¹¹⁹

„SE: [...] Was ich tatsächlich messe sind die Entfernungen von Fanatmos zur Hauptanordnung. Und muss dann natürlich auch immer den Kompromiss eingehen, was passiert jetzt mit meiner Beschallung? Das ist aber sehr diffizil.“¹²⁰

Die Abhörsituation im Ü-Wagen ist auf Surround ausgelegt und wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst.

„FK: Genau. Wir machen, das hast du ja im Produktionsplan bereits gesehen, eine komplette Surround Produktion.“¹²¹

„SE: [...] Das ist ein ganz wichtiger Teil, der uns das Leben ganz schwer macht. Weil wir zum Beispiel permanent den Regisseur mithören müssen.“¹²²

„CS: [...] Im Ü-Wagen ist die Abhörstation ja auf 5.1 ausgerichtet. TS: Ja. [...] Das Arbeiten unter einem zusätzlich einprasselnden Dauerkommandos irgendeines Regisseurs, das sind wir gewöhnt. Das ist leider nicht verhinderbar.“¹²³

Darüber, ob 3D-Übertragungsformate in der Zukunft eine Rolle spielen werden, sind sich die Experten nicht einig.

„TS: Es gibt regelmäßig Vorstöße und ich würde behaupten, dass es in näherer Zukunft noch nicht so eine große Rolle spielt.“¹²⁴

„FK: [...] Es ist sehr groß Thema, aber es ist noch in der Experimentierphase [...]. Wir haben den ganzen World Cup im letzten Jahr vollständig in Moskau in quasi Atmos, aber eher gesagt in 5.1 plus vier plus nochmal sechs Objekte produziert.

¹¹⁹ Streithof, I2, S. 10, Z. 6-13.

¹²⁰ Ebert, I3, S. 22, Z. 7-10.

¹²¹ Krückels, I1, S. 5, Z. 17f.

¹²² Ebert, I3, S. 24, Z. 14ff.

¹²³ Streithof, I2, S. 12, Z. 16-28.

¹²⁴ Streithof, I2, S. 14, Z. 34f.

*[...] Die Kollegen aus England, Sky, machen ein bis zwei Spiele pro Woche komplett in Atmos und streamen das über irgendwelche Internetplattformen raus.*¹²⁵

Nachhallzeiten spielen in Stadien keine Rolle, Laufzeiten werden von den Experten hingegen schon ausgeglichen. Die Abhörsituation in den Ü-Wägen ist nicht optimal, da durch Dauerkommandos und Kommandoanfragen ein Grundlärmpiegel im Abhörraum herrscht. Über die Zukunftsrelevanz von 3D-Audioformaten im Fußballbroadcasting sind sich die Experten uneinig.

6.4.5. Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass das APK ein sehr guter Anhaltspunkt für die Standardisierung ist. In nahezu allen Punkten berufen sich die Experten auf die dort notierten Richtlinien. Einen Standard-Patch gibt es nicht. Dies liegt an den Stadiengegebenheiten und den unterschiedlichen Equipmentgegebenheiten der Produktionsfirmen. Die Mikrofonierungsstandards und die Mikrofonauswahl werden strikt nach dem APK durchgeführt. Mit der Kanalbenennung wurde im APK eine Grundlage geschaffen, die es ermöglicht, dass alle Toningenieure untereinander eine gemeinsame Basis zu ihrer Verständigung haben. Es wird damit sichergestellt, dass eine schnelle Einarbeitung und Arbeitsübergabe möglich ist. Die Benennungen können in der Praxis abweichen. Die Kanalbelegung ist etwas sehr individuelles. Jeder Toningenieur hat seine eigene Arbeitsweise. Die Kanalgruppierung ist sowohl von der Namensgebung als auch von den zusammengefassten Mikrofonsignalen standardisiert und ist so auf jedem Ü-Wagen wiederzufinden. Hier werden die APK-Vorgaben umgesetzt.

Im Bereich des Panoramas und der Entzerrung werden individuelle Anpassungen an die örtlichen Gegebenheiten nicht ausgeschlossen. Alle Experten sind sich einig, dass die APK-Vorgaben als Startwerte geeignet sind. Dies wird auch in der Praxis umgesetzt.

Die Dynamikeinstellungen, welche im APK vermerkt sind, finden Anwendung und funktionieren. Im Themengebiet der Insert-Effekte gehen die Meinungen auseinander. Hier werden die APK-Vorgaben, deren zufolge nur der Transientendesigner auf der Closeballgruppe erlaubt ist, nicht stringent eingehalten. Es bleibt weiterhin Spielraum, um PlugIns in der Mischung zu verwenden, solange die Endmischung den Qualitätsansprüchen gerecht wird. Kreative Masterbus-Effekte werden nicht verwendet. Es werden lediglich Limiter verwendet, die eine rein technische Funktion in allen Ausgängen des

¹²⁵ Krückels, I1, S. 3, Z. 13-23.

Pultes erfüllen. Nachhallzeiten spielen bei der Fußballproduktion keine Rolle und werden nicht erfasst. Laufzeiten hingegen werden beachtet. Es geht sowohl um die Synchronität des Tones zum Bild, als auch um die Verzögerung der Stützmikrofone auf die Hauptmikrofon-Anordnung. Die Abhörsituation im Ü-Wagen ist auf eine 5.1-Produktion ausgelegt. Störfaktoren sind Kommandoanfragen und das Dauerkommando des Regisseurs. 3D-Übertragungsformate sind aktuell noch kein Standard. Es gibt allerdings vermehrt Testproduktionen.

Darüber, ob dies in der Zukunft eine große Rolle in der Sportübertragung spielen wird, sind sich die Experten noch uneinig.

7. Liveübertragung in der Fußball-Bundesliga

In diesem Kapitel geht es um die TV-Übertragungen von Fußballspielen in der 1. Bundesliga. Genauer werden die audiotecnischen Aspekte betrachtet. Es werden die, aus den oben zusammengefassten Experteninterviews, gewonnenen Informationen interpretiert. Dies geschieht anhand der Differenzierung zwischen Standards und der persönlichen Note der Toningenieure bei der Mischung. Vorangestellt ist das Kapitel über die standardisierten Prozesse. Danach folgt das Kapitel, welches sich mit den individuellen Prozessen auseinandersetzt. Grundlegend ist zu sagen, dass die von den Experten getätigten Aussagen analysiert, verglichen und interpretiert werden. Da die Produktion der Fußball-Bundesliga von der Sportcast GmbH, einem Unternehmen der Deutschen Fußball Liga (DFL), durchgeführt wird, gibt es für die Audioproduktion ein verbindliches Konzept. Dieses nennt sich „Audioproduktionskonzept für die Bundesliga und 2. Bundesliga ab der Saison 2019/2020“.¹²⁶ Die im Folgenden isolierten Prozesse sollen die praxisbezogenen Grundlagen für eine weitere Entwicklung einer KI in diesem Anwendungsfeld darstellen.

7.1. Mikrofonierungsstandards

Es gibt für die Fußball-Bundesliga einen von der DFL und dem Rechtheverwerter Sportcast GmbH festgelegten Produktionsstandard. An diesen müssen sich alle Produktionsfirmen halten. Im APK Unterkapitel zwei, Mikrofonierung¹²⁷, ist genau vorgeschrieben, an welchen Positionen im Stadion Mikrofone aufgestellt werden müssen. Zudem ist diesbezüglich eine Toleranz angegeben, die es bei der Aufstellung einzuhalten gilt.

¹²⁶ Vgl. Sportcast GmbH, 2019.

¹²⁷ Vgl. ebd., S. 3-9.

Dies ist der Tatsache geschuldet, dass jede Spielstätte eine unterschiedliche Infrastruktur aufweist. Des Weiteren sind dort nähere Spezifikationen zu den zu verwendenden Mikrofonen zu finden.

Es gibt vier Ebenen bei einer Fußballmischung, die zu jeder Zeit deutlich zu hören sein sollen. Die Mikrofonsignale lassen sich in folgende Gruppen einteilen: Publikumsound, Closeballsound, Kamerasound und Sprache. Unter letztere Kategorie fallen Moderatoren, Kommentatoren sowie Interviewer. Jeder Ebene wird eine dezidierte Funktion in Bezug auf den Transport der Atmosphäre im Stadion in die Wohnzimmer der Zuschauer zugesprochen. Der Publikumsound soll dem Beobachter ein immersives Klangerlebnis ermöglichen und ihn in das Stadion versetzen. In diese Gruppe werden sowohl das Hauptmikrofon, als auch die Fankurvenstützmikrofone subsumiert. Durch den Closeballsound soll der Zuschauer so nah wie möglich an das Sportereignis herangeführt werden. Zu dieser Kategorie gehören alle siebzehn Spielfeldmikrofone, die um den Fußballplatz positioniert sind. Der Kamerasound ist dafür zuständig, die Emotionen der Spieler und Trainer einzufangen. Hierzu zählen alle Mikrofone, die auf Kameras montiert sind.¹²⁸ Auf der Ebene der Sprache soll das Sportereignis inhaltlich und sprachlich kommentiert werden.

7.1.1. Mikrofonauswahl

Das APK gibt für die Mikrofonauswahl sehr genaue Richtlinien vor. Es werden für das Hauptmikrofon konkrete Mikrofonvorschläge gemacht. Nachfolgend aufgeführte Mikrofone kommen zum Einsatz. Das aufgeführte IRT Kreuz wird nach Günther Theile definiert.¹²⁹ In den meisten Stadien der 1. Bundesliga ist aktuell ein Doppel ORTF von Sportcast fest installiert.

Surround-Arrays	Hersteller	Anmerkung
Doppel ORTF	Schoeps	
ORTF 3D	Schoeps	Nur ein Layer
Doppel MS	Schoeps	
d:mensionTM 5100	DPA	Mobiles Surroundmikrofon

¹²⁸ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 2-13.

¹²⁹ Vgl. Günther Theile: Was ist Atmo? Grundlagen zur natürlichen Aufnahme und Wiedergabe, in: VDT-Seminar, 14./15.07.2012, [online] https://www.hauptmikrofon.de/atmo/Theile_Was_ist%20_Atmo.pdf [24.10.2019], S. 5f.

Surround-Arrays	Hersteller	Anmerkung
IRT Kreuz	n/a	Nach G. Theile

Abbildung 7-1: Auflistung Hauptmikrofone¹³⁰

Die Stützmikrofone sind für die Abnahme der zwei Fankurven gedacht. Das Äquivalenzstereofonieverfahren ORTF¹³¹ ist dafür vorgeschrieben. Dadurch wird eine Mischung aus Tiefenstaffelung und Lokalisationsschärfe erreicht. Folgende Mikrofone werden vom APK empfohlen:

Mikrofone	Hersteller	Anmerkung
MK4	Schoeps	Niere
MSTC 64 U	Schoeps	ORTF Array
KM140	Neumann	Niere
KM145	Neumann	Niere
KM184	Neumann	Niere
MKH40	Sennheiser	Niere
MKH8040	Sennheiser	Niere

Abbildung 7-2: Auflistung Stützmikrofone¹³²

Aktuell sind siebzehn Closeballmikrofone vorgeschrieben. Wenn möglich sollen die gleichen Mikrofonmodelle verwendet werden. In Ausnahmefällen ist es möglich, bestimmte Mikrofone miteinander zu mischen. „Sennheiser MKH8060 und MKH8070 können problemlos mit Schoeps CMIT und SuperCMIT gemischt werden.“¹³³ Das Mikrofon Sennheiser MKH 416 wird ausdrücklich ausgeschlossen und darf für die Closeballmikrofonierung nicht verwendet werden.

Mikrofone	Hersteller	Anmerkung
CMIT 5	Schoeps	
SuperCMIT	Schoeps	
MiniCMIT	Schoeps	

¹³⁰ Sportcast GmbH, 2019, S. 6.

¹³¹ Vgl. Stefan Weinzierl: Handbuch der Audiotechnik, Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2008, S. 582f.

¹³² Sportcast GmbH, 2019, S. 6.

¹³³ Ebd., S. 8.

Mikrofone	Hersteller	Anmerkung
MKH60	Sennheiser	Nur als bewegtes Mikrofon auf Kameras
MKH8060	Sennheiser	Nur als bewegtes Mikrofon auf Kameras
MKH8070	Sennheiser	Nur als bewegtes Mikrofon auf Kameras

Abbildung 7-3: Auflistung Closeballmikrofone¹³⁴

Für die AfV-Mikrofone (Audio follows Video) ist das Intensitätsstereofonieverfahren MS vorgeschrieben. Bei diesem Verfahren kann die Breite und die Räumlichkeit des dekodierten Stereosignals, je nach Mischungsverhältnis von Seiten- zu Mittensignal, am Mischpult nachträglich verändert werden.¹³⁵ Es werden folgende Modelle im APK vorgeschlagen.

Mikrofone	Hersteller	Anmerkung
MKH 418-S	Sennheiser	Oder vergleichbare
AT BP4029	Audio-Technica	In Schalterstellung MS

Abbildung 7-4 Auflistung AfV-Mikrofone¹³⁶

7.1.2. Mikrofonaufbau

Der Mikrofonaufbau wird anhand der oben eingeführten vier Ebenen aufgezeigt. Für die Positionen der einzelnen Mikrofone gibt es genaue Vorgaben. Diese werden anschließend genauer erläutert. Insgesamt sind für die Erstellung der internationalen Mischung (ohne Kommentator) ungefähr einunddreißig Mikrofone im Einsatz. Dabei werden die ORTF Stützmikrofone, die AfV MS-Mikrofone und das Hauptmikrofon jeweils nur als ein Mikrofon gezählt. Streng genommen sind in diesen Arrays mehrere Mikrofone enthalten. Die Positionen sind in der Abbildung 7-5 veranschaulicht.

¹³⁴ Sportcast GmbH, 2019, S. 8.

¹³⁵ Vgl. Thomas Görne: Tontechnik - Hören, Schallwandlung, Impulsantwort und Faltung, digitale Signale, Mehrkanaltechnik, tontechnische Praxis, 4. Aufl., München: Carl Hanser Verlag, 2015, S. 305f.

¹³⁶ Sportcast GmbH, 2019, S.9.

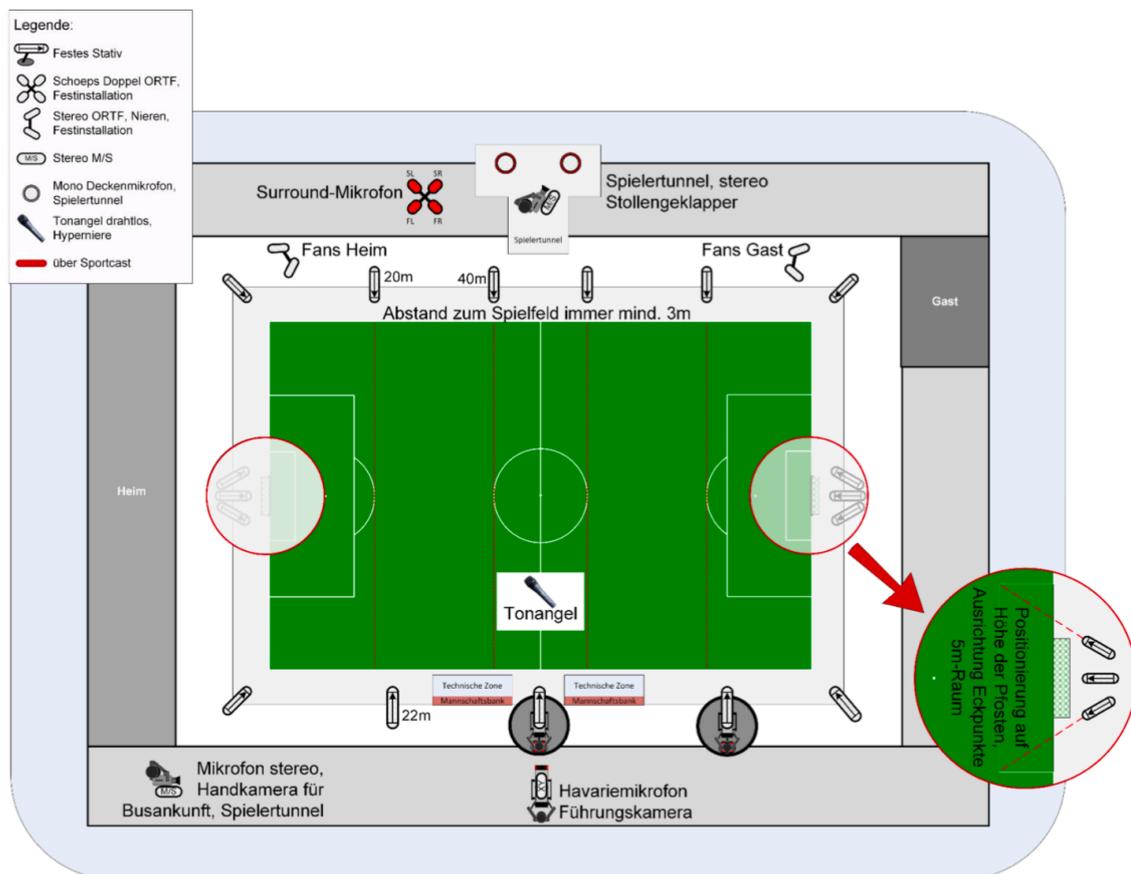


Abbildung 7-5: Mikrofonplan Fußball-Bundesliga¹³⁷

Die einzelnen Ebenen und die zugehörigen Mikrofonpositionen werden in den folgenden Unterkapiteln genauer ausgeführt.

7.1.2.1 Hauptmikrofon

Die erste Ebene nennt sich Publikumssound. Sie setzt sich aus dem Hauptmikrofon und den beiden Stützmikrofonen zusammen. Das Hauptmikrofon ist standardisiert ein Doppel ORTF von Schoeps. Dieses ist in fast allen Fußball-Bundesliga-Stadien fest installiert. Eine Ausnahme ist die Allianz Arena in München. Dort hängt ein ORTF 3D, von welchem nur ein Layer für die Surround Produktion benutzt wird. Weitere Ausnahmen bilden die Aufsteiger in die 1. Bundesliga.¹³⁸ Bei diesen Vereinen ist kein Hauptmikrofon im Stadionsdach fest installiert. Das Hauptmikrofon muss unter dem Dach, auf Höhe der Mittellinie, auf der belebteren Haupttribünenseite, angebracht sein. Ein Mindestabstand von fünfzehn Metern zum Publikum muss eingehalten werden. Ein Rycote

¹³⁷ Sportcast GmbH, 2019, S. 3.

¹³⁸ Vgl. Ebert, I3, S. 23, Z. 29.

Type Wind- und Regenschutz ist für alle Mikrofone Pflicht.¹³⁹ Dadurch werden konsistente und technisch saubere Signale bei jeglichen Wetterverhältnissen sichergestellt. Der Mindestabstand von fünfzehn Meter rührt daher, dass das Publikum als diffuse Menge und nicht als diskrete Schallereignisse dargestellt werden sollen. Ab dieser Entfernung wird aus den einzelnen Schallquellen ein großes Klangereignis. Die Positionierung des Hauptmikrofons kann in den einzelnen Stadien von der beschriebenen Optimalposition abweichen. Gründe dafür können mangelnde Befestigungspunkte oder die ungünstige Lage zu einem Linearray an der vorgeschriebenen Position sein.

7.1.2.2. Stützmikrofone

Die Stützmikrofone dienen zur Unterstützung der Fanlokalisierung und Wahrnehmung.¹⁴⁰ Sie werden auf das Hauptmikrofon verzögert und zugemischt. Richtwert ist eine Verzögerung um fünfzig Meter, welche ungefähr einer zeitlichen Verzögerung von 150 ms entspricht.¹⁴¹ Es ist zu erwähnen, dass die Verzögerungswerte in den genutzten Digitalmischpulten sowohl als Zeitwert, als auch als Entfernungswert eingestellt werden können. Es handelt sich außerdem um eine rein entfernungs-basierte Verzögerung der Stützmikrofone zu dem Hauptmikrofon.¹⁴² Bei dieser zeitlichen Verzögerung wird ein Referenzpunkt im Publikum nicht berücksichtigt. Dieser Delaywert wird je nach Stadion angepasst.¹⁴³ Ebenso gilt, dass keine diskreten Einzelschallquellen erwünscht sind, sondern es soll das Klangereignis Fankurve als Ganzes abgebildet werden. Laut APK muss ein Mindestabstand von Mikrofon zu Fankurve von zehn Metern eingehalten werden. Dies ist aufgrund der Beschaffenheit der Fußballstadien nicht immer mit einer Position hinter dem Tor möglich. Ist dies der Fall, sollen die beiden ORTF an der hinteren Seitenlinie positioniert werden. Sie sollen den Abstand von zehn Metern von der jeweiligen Torauslinie einhalten. Die Nullachse der ORTF ist auf die Mitte der jeweiligen, zu mikrofonierenden Fankurve auszurichten.¹⁴⁴ Hierfür siehe auch Abbildung 4-1: Fankurvenstützmikrofonaufbau in kleineren Stadien. Die ursprüngliche Positionierung der Stützmikrofone hinter dem jeweiligen Tor ist in den aktuellen Bundesligastadien nur im Olympiastadion in Berlin möglich.¹⁴⁵ Dieses hat aufgrund der Mehrfachnutzung eine Rennbahn um das Fußballfeld. Dadurch kann der Mindestab-

¹³⁹ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S.6.

¹⁴⁰ Vgl. ebd., S. 7.

¹⁴¹ Vgl. Krückels, I1, S. 8, Z. 11f.

¹⁴² Vgl. Streithof, I2, S. 12, Z. 9-15.

¹⁴³ Vgl. Krückels, I1, S. 8, Z. 29f.

¹⁴⁴ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 7.

¹⁴⁵ Vgl. ebd., S. 7.

stand von fünfzehn Metern zur Fankurve auch mit einer Positionierung hinter dem Tor eingehalten werden.

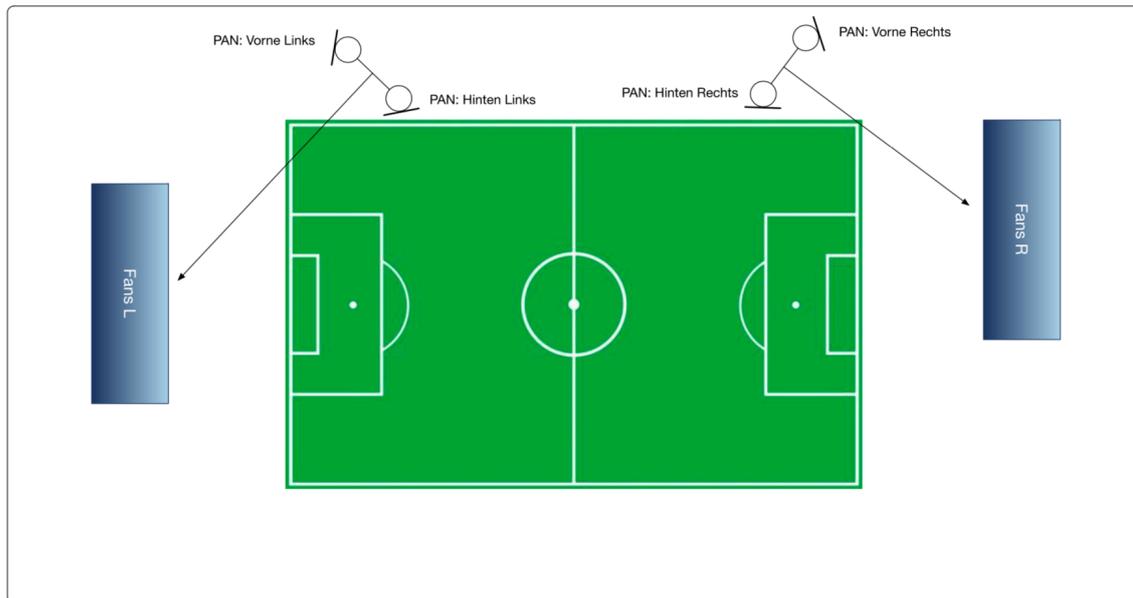


Abbildung 7-6: Fankurvenstützmikrofonanbau in kleineren Stadien¹⁴⁶

7.1.2.3. Closeballmikrofone

Seit der Bundesliga-Saison 2017/18 besteht die Closeballmikrofonierung aus siebzehn Mikrofonpositionen. In derselben Saison wurde auch die Software Kick¹⁴⁷ zur automatisierten Closeballmischung verpflichtend eingeführt.¹⁴⁸ Die folgende Abbildung zeigt die Positionen der Closeballmikrofone mit entsprechender Positionsbenennung.

¹⁴⁶ Sportcast GmbH, 2019, S. 7.

¹⁴⁷ Vgl. Lawo AG, o. J.

¹⁴⁸ Vgl. ebd., S.8.



Abbildung 7-7: Closeballmikrofon-Benennung¹⁴⁹

Grundsätzlich wird das Spielfeld immer aus der Perspektive der Hauptkamera betrachtet. Diese steht immer auf der Spielfeldseite der Trainerkabinen. Die Seitenauslinie auf der Seite der Trainerkabinen wird als „vorne“ bezeichnet, die gegenüberliegende als „hinten“. Daraus ergeben sich auch die im Folgenden benutzten Begriffe „links“ und „rechts“. HL entspricht „hinten links“, sowie VR „vorne rechts“. HT ist die Abkürzung für „hinter Tor“. Es gibt vier Eckenmikrofone (Ecke VL, Ecke HL, Ecke HR, Ecke VR), an jeder Ecke des Spielfeldes eine. Außerdem sechs Hintertormikrofone (HT L Vo, HT L Mi, HT L Hi, HT R Vo, HT R Mi, HT R Hi), hinter jedem Tor befinden sich drei Stück (hinten, mitte, vorne). Außerdem drei Mikrofone an der vorderen Seitenauslinie (22m VL, Mitte, 22m VR) und vier Mikrofone an der gegenüberliegenden hinteren Seitenauslinie (20m HL, 40m HL, 40m HR, 20m HR). Alle Mikrofone werden im Optimalfall mit einem Mindestabstand von 3 m zum Spielfeld positioniert. Diese werden auf kleinen Stativen auf einer Höhe von 25 cm aufgestellt. Sie müssen exakt waagrecht zur Spielfläche ausgerichtet sein.¹⁵⁰ Mikrofone, die an der Seitenauslinie des Spielfeldes platziert sind (22m VL, 20m HL, 40m HL, 40m HR, 20m HR, 22m VR, Mitte), müssen mit

¹⁴⁹ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 3.

¹⁵⁰ Vgl. ebd., S. 3.

dieser und ihrer Nullachse einen rechten Winkel bilden.¹⁵¹ Die Nullachse bezeichnet die Schalleinfallrichtung, bei der das Mikrofon nach seiner Richtcharakteristik die geringste Dämpfung aufweist. Die Mikrofone der hinteren Seitenauslinie bilden mit ihrer Nullachse Tangenten zu den jeweiligen Kreisen bzw. Halbkreisen der Spielfeldmarkierungen (siehe Abbildung 7-7).¹⁵² Die Nullachse der Eckenmikrofone muss genau die Winkelhalbierende des von Torauslinie und Seitenauslinie aufgespannten rechten Winkels bilden und somit einen Winkel von 45° zu jeweils der Torauslinie und der Seitenauslinie aufweisen.¹⁵³ Ausnahmen hierbei bilden die beiden Mikrofonpositionen „22m VR“ und „Mitte“ (siehe Abbildung 7-5 und Abbildung A2), welche auf Kameras montiert werden. Die Mikrofone werden im Abstand von mindestens 10 cm zu dem jeweiligen Kameraobjektiv befestigt.¹⁵⁴ Die beiden äußeren Hintertormikrofone (HT L Hi, HT L Vo, HT R Hi, HT R Vo) sind im Abstand von 3,5 m zum jeweiligen mittigen Hintertormikrofon aufgestellt (HT L Mi, HT R Mi). Ihre Nullachse ist auf die jeweilige Ecke des Fünfmeteraumes gerichtet. Die zwei mittigen Hintertormikrofone bilden zusammen eine Achse, welche den Spielfeldmittelpunkt exakt schneidet. Eine tabellarische Aufstellung der Mikrofonpositionen mit der entsprechenden Mischpultbeschriftung findet sich im Anhang unter Abbildung A2.

7.1.2.4. Kameramikrofone

Auf fast allen AfV-Kameras sind M/S-Mikrofone installiert. Einige davon werden mehrfach am Mischpult aufgelegt. Zum einen die matrizierten M/S-Signale für den AfV-Mix und zum anderen die reinen Mittensignale.¹⁵⁵ Dies ist nur bei Kameras der Fall, die zugleich im Closeballmix verwendet werden (Mitte - Kamera 4, 22m VR - Kamera 5, siehe Abbildung 7-7). Das Mittensignal kann somit im Closeballmix verwendet werden, wohingegen das matrizierte M/S-Signal für den AfV-Mix verwendet wird. Auf den Kameras 4 und 5 wird häufig kein M/S montiert, lediglich nur die Closeballmikrofonie. Des Weiteren sind auf den Kameras 15 und 16, welche hintertors für die Super-Slotion-Aufnahmen genutzt werden, Mikrofone installiert. Diese dienen als Havarie für den Closeballmix-Hintertor und werden im Videosignal embedded übertragen.¹⁵⁶ Diese Mikrofone werden in den Closeballmix einbezogen, wenn die Hintertormikrofone ausfallen.

¹⁵¹ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 3.

¹⁵² Vgl. ebd., S. 9.

¹⁵³ Vgl. ebd., S. 8.

¹⁵⁴ Vgl. ebd., S. 8.

¹⁵⁵ Vgl. ebd., S. 9.

¹⁵⁶ Vgl. ebd., S. 12.

7.2. Mischungsstandards

In diesem Kapitel werden die aus den Experteninterviews gewonnen Erkenntnisse bezüglich der Mischungsstandards dargelegt. Es handelt sich um jene Prozesse, welche bei allen Fußball-Bundesligamischungen gleich sind. Jede der nachfolgenden Tätigkeiten hat sich als Branchenstandard durchgesetzt. Dies muss nicht bedeuten, dass diese Arbeitsschritte von der DFL vorgegeben sind. Es kann sich auch um, durch Gewohnheit und allseitige Akzeptanz etablierte, inoffizielle Standards handeln. Diese sind für den Forschungszweck nicht minder interessant. Gerade aus dieser praxisbezogenen Erhebung von Sachwissen kann viel abgeleitet werden.

7.2.1 Sendepiegelstandards

Laut der EBU R 128-2011 muss das Fernsehprogramm eine Lautheit von -23 LUFS einhalten. Bei Liveübertragungen ist eine Abweichung von $\pm 1,0$ LU erlaubt. Gleichzeitig darf der maximale Spitzenpegel von -1 dBTP nicht überschritten werden. Die Messung soll ohne Gewichtung einzelner Mixbestandteile vorgenommen werden. Die dafür zu verwendenden Messgeräte sind genau definiert.¹⁵⁷

7.2.2. Audioprogramme

Wie bereits in Kapitel 3.4. Abhörsituation im Übertragungswagen diskutiert, ist zwischen dem IT und dem ST zu unterscheiden. Im Folgenden wird die Produktion des IT genauer betrachtet. Dieser wird von der Sportcast GmbH stellvertretend für die DFL produziert und kann von Sendern in verschiedenen Paketen eingekauft werden. Häufig wird er erst anschließend mit dem entsprechenden Kommentar versehen. Es gibt allerdings auch Pakete, die direkt mit Kommentar verkauft werden. Grundsätzlich werden vier verschiedene Hauptaudioprogramme erstellt.

Programmname	Abkürzung
DFL IT Surround	MCIS
DFL IT Stereo	ISTV (Downmix aus MCIS)

¹⁵⁷ Vgl. EBU UER: Empfehlung R 128 - Lautheitsaussteuerung, Normalisierung und zulässiger Maximalpegel von Audiosignalen, in: EBU, 2011, [online] https://tech.ebu.ch/docs/r/r128_2011_DE.pdf [15.10.2019], S.4f.

Programmname	Abkürzung
DFL Radio IT Stereo	RIS
BS/Ka4	RIS / Mic Kamera 4

Abbildung 7-8: Audio Programme¹⁵⁸

Der MCIS (Multi Channel International Sound) bildet die Surround-Hauptmischung. Sie besteht aus der Publikums-Surroundgruppe, der AfV-Stereogruppe, die Closeball-Monogruppe, der EVS-Surroundgruppe, der Upmix-Gruppe und anderen direkten Signalen, wie der Coin-Toss-Angel.¹⁵⁹ Der automatische Downmix davon ist der DFL IT Stereo, auch ISTV (International Sound Television) genannt. Der RIS (Radio International Sound) besteht aus dem Downmix der Publikumsgruppe und der Closeballgruppe. Letztere wird hierbei, im Vergleich zum MCIS mit ca. -10dB zugemischt.¹⁶⁰ Dies dient der Platzschaffung für den Radiokommentator. Außerdem ist es der Tatsache geschuldet, dass im Radio kein Bildbezug gegeben ist. Die Schussgeräusche verlieren dadurch an Relevanz. Es werden natürlich noch viele weitere kleine Programme produziert. Dabei handelt es sich meist um isolierte Kamerasignale, die direkt mit dem kamerabezogenen Audiosignal aufgezeichnet werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es möglich ist, einzelne Kameras und Einstellungen bei der DFL als Sender einzukaufen. Diese sind für die aktuelle Betrachtung nicht von Relevanz, da sie meist ohne große Bearbeitung direkt auf die Aufzeichnungswege, an der Mischung vorbei, aufgenommen werden. Deshalb wird auf die genauere Betrachtung dieser Audioprogramme an dieser Stelle verzichtet.

7.2.3. Mikrofonvorverstärkung

Die Mikrofonvorverstärkung bildet die Basis einer weiteren Bearbeitung des Audiosignals. Hier muss das eingehende Signal auf den passenden Arbeitspegel gebracht werden. Ist die Vorverstärkung nicht richtig ausbalanciert, beispielsweise zwischen den Closeballmikrofonen, kann eine Mischautomation nicht korrekt arbeiten. Die Mikrofonvorverstärkung wird nachfolgend auch als Gain bezeichnet. Das APK enthält für die Gainstruktur Richtwerte.¹⁶¹ Aus bereits angesprochenen Gründen ist es wichtig, dass die Closeballmikrofone bei gleichem Mikrofontyp auch gleiche Vorverstärkungswerte

¹⁵⁸ Sportcast GmbH, 2019, S.14.

¹⁵⁹ Vgl. ebd., S. 18.

¹⁶⁰ Vgl. ebd., S.18.

¹⁶¹ Vgl. ebd., S. 10-13.

Jeder Toningenieur gestaltet seine Pultoberfläche individuell. Das bestätigen alle Experten. Mit der in Abbildung 7-9 gezeigten Oberfläche kann jeder Toningenieur arbeiten.

7.2.5. Kanalbenennung

Die Kanalbenennung variiert je nach Produktionsfirma und Toningenieur. Es gibt allerdings Beschriftungsmuster, die jeder Toningenieur nachvollziehen kann und weiß um welches Signal es sich handelt. Dies ermöglicht eine gemeinsame Arbeitsbasis, die auf Wunsch von jedem Einzelnen nach persönlichem Geschmack individualisiert werden kann. Es ist üblich, dass gespeicherte Mischpultshowfiles vergangener Spiele für die Übertragung anderer Spiele weiterverwendet werden.¹⁶⁸ Durch die Standardisierung der Kanalbeschriftung kann sichergestellt werden, dass ein Weiterarbeiten durch einen anderen Toningenieur schnell gewährleistet werden kann. Damit ist die Notwendigkeit einer einheitlichen Beschriftung gegeben. Im APK gibt es Vorschläge zur Kanalbenennung. Dazu siehe Anhang Abbildung A2 Mikrofonierungsplan. Bei einigen Produktionsfirmen findet sich in den Kanalnamen auch die jeweilige Stageboxinputnummer wieder.¹⁶⁹ Da diese je nach Anbieter variieren, werden sie im Folgenden nicht berücksichtigt. Die Closeballmikrofone können gut durch die bereits eingeführte Beschriftung eindeutig zu ihrer Position zugeordnet werden (siehe Abbildung 7-7: Closeballmikrofonbenennung). Die Publikumsmikrofone können durch folgende Abkürzungsvorschläge klar beschriftet werden:

Mikrofon	Index	Benennung
Hauptmikrofon	S1	Main Mic/ Main Surround 5.0
Linke Fankurve	S2	Fan L / Fans Team A
Rechte Fankurve	S3	Fan R / Fans Team B

Abbildung 7-10: Publikumsmikrofone Benennung

Die Mikrofone, welche in die Gruppe der AfV-Signale einzuordnen sind, werden nach ihrer zugehörigen Kamera benannt. Die Kameras sind standardmäßig durchnummeriert (siehe Abbildung A3 Kameraplan).

¹⁶⁸ Vgl. Krückels, I1, S. 10.

¹⁶⁹ Vgl. Krückels, I1, S. 15, Z. 17-20.

Mikrofon	Index	Benamung
Kamera 3	SCFX 3	Cam 3
Kamera 4	PFX 17	Cam 4
Kamera 5	PFX 16	Cam 5
Kamera 11	SCFX 11	Cam 11
Kamera 14	SCFX 14	Cam 14

Abbildung 7-11: AfV-Mikrofonbenennung¹⁷⁰

Des Weiteren gibt es noch einige Einzelmikrofone, welche nicht diesen drei Gruppen zugeordnet werden können. Beispielsweise die Tunnelmikrofone und das Coin-Toss-Radio-Mic. Sie werden nach ihrer Funktion benannt. Der exakte Wortlaut kann hier je nach Ingenieur variieren. Mit der genannten Bezeichnung ist aber jeder Toningenieur in der Lage zu erfassen, um welche Quelle es sich hierbei handelt. Wie Stefan Ebert sagt: „Die Bundesliga lebt.“ Es gibt stetig neue Signale die dazukommen. Die folgende Tabelle erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie soll einen Einblick geben, welche zusätzlichen Signale bei einer Fußball-Bundesligaproduktion anliegen können.

Mikrofon	Index	Benamung
Aerial camera system	SCFX SP	ACS
Kamerakran	Special	Polecam
Funkmikrofonangel	SMic1	Angel / Coin-Toss (Radio-Mic)
Spielertunnel 1	SMic2	Tunnel1
Spielertunnel 2	SMic3	Tunnel2

Abbildung 7-12: Unkategorisierte Mikrofone¹⁷¹

7.2.6. Kanalgruppierung

Es werden grundsätzlich von jedem Toningenieur kohärente Audiokanäle in Gruppen zusammengefasst. Der Closeballmix ist hierfür ein passendes Beispiel. Die dafür um das Spielfeld platzierten Mikrofone werden in einer Gruppe zusammengefasst. Dies ist unabhängig davon, ob der Closeballmix händisch oder via Softwaresteuerung erstellt wird. Grundsätzlich gibt es sieben Hauptsubgruppen, die bei einer Fußballmischung

¹⁷⁰ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 12.

¹⁷¹ Vgl. ebd., S. 13.

erstellt werden. Diese Gruppen können wiederum untereinander in weitere Gruppen aufgeteilt sein. Die Abbildung 7-13 bietet eine Übersicht der Gruppen mit den jeweiligen Signalen, welche in diesen zusammengefasst werden.

Gruppenname	Inhalt
Crowd 5.1	Hauptmikrofon und Sützmikrofone
Closball	Alle 17 Closeballmikrofone und die Haveriemikrofone
AfV St	Alle Kameramikrofone
Stadium Clean 5.1	Closeball, AfV St, Crowd5.1 und Various Inputs
UPMix	EVS St
EVS 5.1	Serverzuspieler in 5.1
EVS St	Serverzuspieler in Stereo

Abbildung 7-13: Subgruppenbenennung¹⁷²

Der Zusammenhang der Gruppen zueinander ist im folgenden Blockdiagramm nochmals dargestellt.

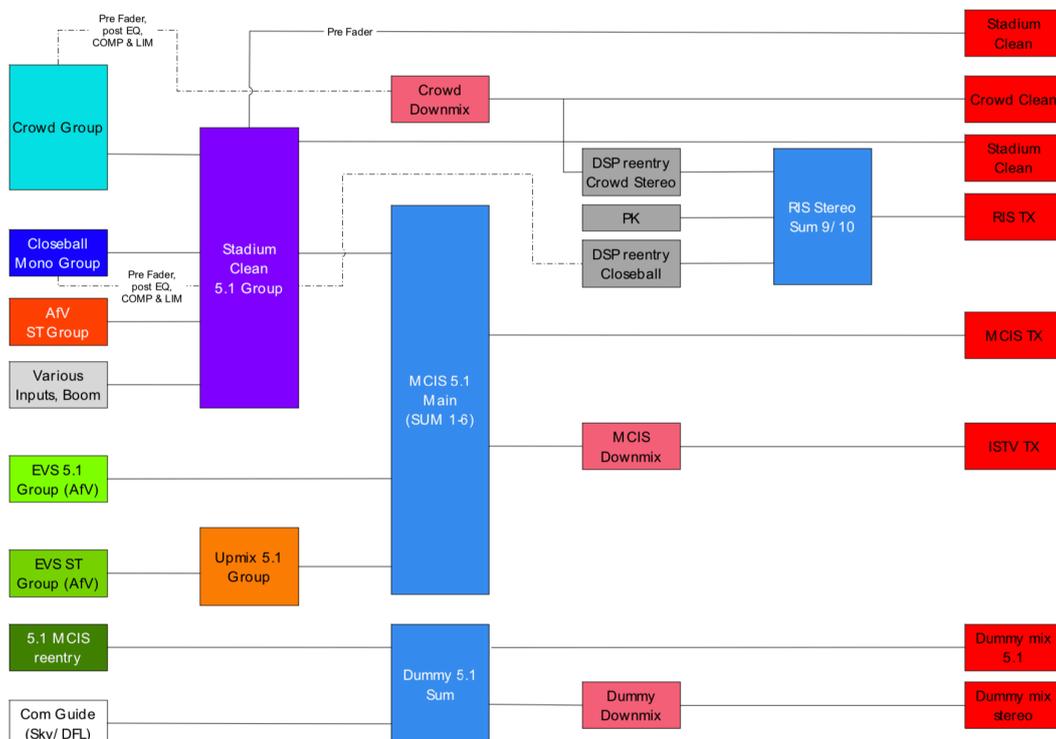


Abbildung 7-14: Blockdiagramm Signalfluss im Mischpult¹⁷³

¹⁷² Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 13/17.

¹⁷³ Ebd., S. 17.

Die Crowd-5.1-Gruppe setzt sich aus dem Hauptmikrofon und den Stützmikrofonen zusammen. Sie ist wiederum Teil der Stadium-Clean-5.1-Gruppe, welche direkt auf die MCIS Summe geroutet ist. Der Directoutput kann pre-Fader, aber post EQ, Kompressor und Limiter als Signal für den Downmix des Publikumssounds genutzt werden. Dieser wird beispielsweise für den RIS benötigt. Die Closeballmonogruppe fasst alle Closeballmikrofone zusammen. Diese ist sowohl Teil der Stadium-Clean-5.1-Gruppe und dadurch auch des MCIS, als auch des RIS. Hierbei kann auch der Directoutput pre-Fader, aber post EQ, Kompressor und Limiter für den RIS Feed genutzt werden. Die AfV-Gruppe ist Teil der Stadium-Clean-5.1-Gruppe. Unter „various inputs“ fallen alle Inputs, die in Abbildung 7-12 aufgeführt sind.

Die EVS-5.1-Gruppe vereint alle Surroundkanäle der EVS-Einspieler unter sich und hängt eng mit der EVS-Stereo-Gruppe zusammen, welche alle Surroundkanäle der EVS-Einspieler umfasst. Hierbei handelt es sich um die zugehörigen Tonspuren verschiedener eingespielter Bildwiederholungen. Diese werden bei einer Fußballübertragung in das Livebild eingespielt. Dazu zählen auch die Slow-Motion-Aufnahmen. Für diese Einspieler werden mehrere Serverzuspieler für die verschiedenen Kameras verwendet. Diese Serverzuspieler werden EVSen genannt, weil sie unter anderem von der Firma EVS hergestellt werden. Es handelt sich um einen Firmeneigennamen, welcher sich als branchenübliche Bezeichnung für Slow-Motion-Zuspieler und auch Echtzeit-Servereinspielungen etabliert hat. Bei einer Fußballübertragung gibt es mehrere dieser EVSen. Auf diesen wird zusammen mit dem Bild einmal der entsprechende Stadium-Clean-5.1-Feed und getrennt davon das kamerabezogene Mikrofon abgesteckt aufgezeichnet.¹⁷⁴ Jede EVS hat folglich eine Surround-Tonspur und eine Stereo-Tonspur. Da es bei einer Bundesligaproduktion mehrere dieser EVS-Einspieler gibt, werden sie einfach in Gruppen zusammengefasst (EVS 5.1, EVS St, vgl. auch Abbildung 7-9: Fader 1-20 auf Layer 3). Die Einzelspuren in diesen Subgruppen werden via AfV gesteuert. Wenn eine EVS-Zuspielung in das Livebild eingespielt wird, geht automatisiert der entsprechende EVS-5.1- und Stereofader auf. Der Toningenieur kann durch das Mischungsverhältnis der beiden EVS-Gruppen-Masterfader bestimmen, ob er mehr Publikumsatmo oder Kameradirektsignal hören möchte.¹⁷⁵ Dies ist situationsabhängig. Bei Slow-Motion-Einspielern wird kein Sound über die EVS-Kanäle eingespielt. Es läuft der lineare Echtzeitton aus dem Stadion weiter.¹⁷⁶ Entscheidet sich der Toningenieur für das kamerabezogene stereo Audiosignal bei einer EVS-Einspielung, würde die Mi-

¹⁷⁴ Vgl. Ebert, I3, S. 6, Z. 31f.

¹⁷⁵ Vgl. ebd., S.6f.

¹⁷⁶ Vgl. ebd., S. 7, Z. 32-35.

schung kurzzeitig stereo werden. Dies wird durch die UPMix-Gruppe verhindert. Hierbei werden alle EVS-Stereoeinspieler auf Surround upgemixed. Der Dummymix, wie in Kapitel 3.4 bereits beschrieben, setzt sich aus dem MCIS und einem Platzhaltekommentator zusammen und dient zur Kontrolle der Mischung bei zugemischtem Kommentator. Ein Downmix dieses Signals wird als Stereoreferenz genutzt. Der MCIS Stereo-downmix ist der ISTV.

7.2.7. Kanalkonfiguration Subgruppen

Die Kanalkonfiguration der Subgruppen ist im Wesentlichen gleich aufgebaut. Sie unterscheiden sich erst nach dem Filter- und Equalizer-Modul.

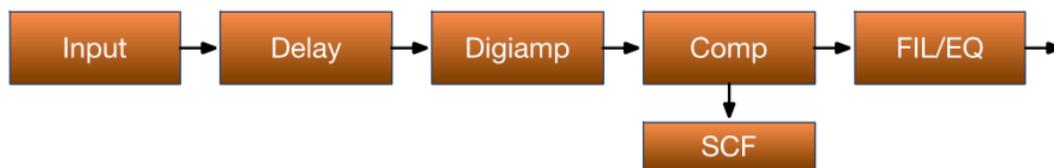


Abbildung 7-15: Kanalkonfiguration Gemeinsamkeiten¹⁷⁷

Die Kanalkonfiguration der Subgruppen ist wichtig, da fast alle Kanalbearbeitungen auf der Ebene der Gruppen ausgeführt werden.¹⁷⁸ Nach dem Input kommt direkt das Delaymodul, gefolgt von der digitalen Vorverstärkung. Anschließend der Kompressor, welcher über einen Sidechainfilter (SCF) verfügt.¹⁷⁹ Danach kommen Filter und Equalizer. Im Folgenden unterscheiden sich die Signalzüge der einzelnen Gruppen. Die AfV-Gruppe und die Publikumsgruppe haben beide einen Limiter vor dem Directoutput auf -1dbFS. Dieser greift das Signal direkt hinter dem Equalizer und vor dem Fader ab.¹⁸⁰ Der Limiter ist folglich nicht in der Signalkette, welche in die Subgruppe Stadium-Clean-5.1 geht. Bei der Closeballgruppe ist der Limiter auf -1dbFS direkt hinter dem Equalizer und wird gefolgt von dem Insert Punkt für den in Kapitel 7.2.8.2. besprochenen Transientendesigner. Der Directoutput greift das Signal hinter dem Insert und vor dem Fader ab. Hier ist der Limiter folglich im Kanalzug, welcher in die Gruppe mündet und dadurch auch auf dem Directoutput. Der Limiter vor dem Insert-Punkt dient zum Schutz vor digitaler Verzerrung im PlugIn bei Signalspitzen. Das APK empfiehlt hierfür die

¹⁷⁷ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 22.

¹⁷⁸ Vgl. Ebert, I3, S. 18, Z. 18-22.

¹⁷⁹ Vgl. ebd., S. 19-24.

¹⁸⁰ Vgl. ebd., S. 24.

Look-Ahead-Zeit minimal länger einzustellen als die Attack-Zeit.¹⁸¹ Grundsätzlich sollen die Limiter erst an den physikalischen Ausgängen des Pultes sein, da sie rein technische Geräte sind und nicht zur Klanggestaltung eingesetzt werden.¹⁸²

7.2.8. Kanalbearbeitung

In diesem Kapitel wird näher auf die Bearbeitung der einzelnen Kanäle eingegangen. Hierzu werden in den Unterkapiteln die Parameter für Panorama, Insert-Effekte, Entzerrung und Dynamikbearbeitung genauer betrachtet. Die Sportcast hat dazu in ihrem Audioproduktionskonzept verbindliche Vorschriften und unverbindliche Richtlinien zusammengefasst.¹⁸³

7.2.8.1. Panorama

Ein Fußballspiel und generell ein Sportereignis wird tonseitig immer in Bezug auf den Blickwinkel der Hauptkamera dargestellt. Die Panoramaeinstellungen folgen diesem Prinzip. Nach Felix Krückels und Stefan Ebert entsprechen die Panoramaeinstellungen in der Praxis strikt dem APK.¹⁸⁴ Alle im Bild zu verortenden Signalquellen werden entsprechend der visuellen Darstellung in der Hauptkamera im Panorama verteilt. Dies ist unabhängig vom Zielformat. So wird ein Schallereignis, welches im Stereo links stattfindet auch im Surroundmix links stattfinden. Hierbei kann sich allerdings die Raumtiefe der Panoramaposition verändern, da diese Information nicht in gleichem Maße in Stereo abgebildet werden kann. Eine Besonderheit hierbei stellt der Closeballmix dar. Dieser findet grundsätzlich in der Panoramamitte statt. Hierbei ist aber mit Blick auf die Downmixkompatibilität von Surround-Mischungen zu beachten, dass jener entweder hundert Prozent in der Phantommitte oder hundert Prozent auf dem Center Kanal stattfindet. Sogenannte Divergenz würde den Downmix negativ beeinflussen. Nach den Expertenaussagen wird sich für die Phantommitte entschieden.¹⁸⁵ Auch das APK trifft eine klare Entscheidung: „Die Closeballgruppe wird in die Phantommitte vorne positioniert.“¹⁸⁶ Stefan Ebert merkt an, dass es in der Praxis bei der Individualisierung des IT passieren kann, dass der Kommentator nicht zugemischt wird, sondern lediglich der Center-Kanal ausgetauscht wird. Dies hätte zur Folge, dass der Closballmix komplett

¹⁸¹ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 23.

¹⁸² Vgl. Streithoff, I2, S. 6, Z. 23.

¹⁸³ Vgl. Sportcast GmbH, 2019.

¹⁸⁴ Vgl. Ebert, I3, S. 8, Z. 19f und Krückels, I1, S. 14, Z. 16f.

¹⁸⁵ Vgl. Ebert, I3, S. 8, Z. 23.

¹⁸⁶ Sportcast GmbH, 2019, S. 24.

verschwinden würde, wenn man ihn nicht stattdessen in die Phantommitte platzieren würde.¹⁸⁷ Die Stereomikrofonierung der jeweiligen Fankurven wird standardmäßig, passend zum Blickwinkel der Hauptkamera, im Stereo-, beziehungsweise Surroundbild verteilt. Das ORTF der Fankurve links wird auf die Surroundlautsprecher L und Ls gepannt. Der linke Kanal des ORTF wird zu hundert Prozent auf den Ls-Lautsprecher gelegt. Der rechte ORTF-Kanal dementsprechend auf den linken Surroundkanal. Das ORTF der rechten Fankurve verhält sich dazu punktsymmetrisch, am Mittelpunkt der Surroundanordnung gespiegelt. Der linke ORTF-Kanal liegt auf dem rechten Surroundkanal und der rechte ORTF-Kanal auf dem Rs-Surroundkanal. Hierzu siehe auch die folgende Abbildung.

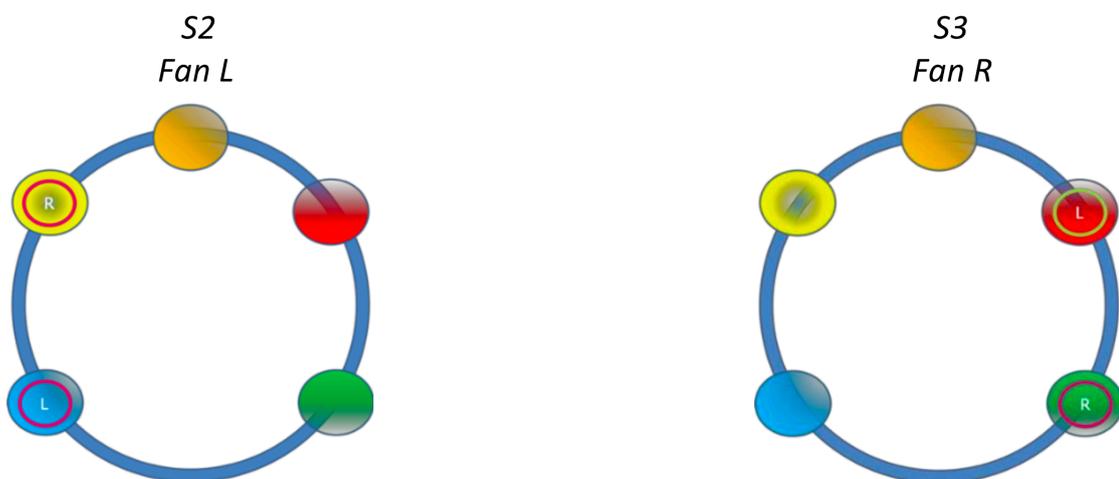


Abbildung 7-16: Panning Publikumseingangskanäle¹⁸⁸

Kommentatoren, Moderatoren und generell Sprache wird im Surround aufgrund der eindeutigen Ortung immer ausschließlich auf den Center Kanal gelegt. Bei Stereo werden diese Audioquellen in der Phantommitte platziert. Dies bedeutet, dass die Signale sowohl auf dem linken, als auch auf dem rechten Kanal gleich laut sind. Somit bildet sich eine Phantomschallquelle in der Mitte der beiden Lautsprecher. Diese Mittenortung ist nicht stabil. Bewegt man sich auf der horizontalen Achse vor den Lautsprechern, kippt die Ortung schnell auf eine Seite. Die kamerabezogenen Stereosignale der AfV-Gruppe werden im 5.1-Panorama ausschließlich vorne im LR-Panorama positioniert. Es gibt keinen Anteil im Center und im LFE.¹⁸⁹ Außerdem findet kein Upmix dieser Signale statt. Die Surround-EVS-Einspieler werden direkt auf die entsprechenden Surroundkanäle der Mischung gelegt. Die Stereo-EVS-Einspieler hingegen werden

¹⁸⁷ Vgl. Ebert, I3, S. 8, Z. 28f.

¹⁸⁸ Sportcast GmbH, 2019, S. 20.

¹⁸⁹ Vgl. ebd., S. 25.

durch die Upmixgruppe auf 5.1 gemischt.¹⁹⁰ Die Upmixgruppe wird linear auf die Surroundkanäle gelegt.

7.2.8.2. Insert-Effekte

Unter Insert-Effekten versteht man Audioeffekte, die in einen Signalzug eingeschliffen werden und nicht als Send-Effekte beschickt werden. Im Anschluss werden die Standards diesbezüglich dargelegt. In der Fußball-Bundesliga gilt laut APK ein striktes PlugIn Verbot bis auf Weiteres. Die einzige Ausnahme bildet ein Transientendesigner, der für die Closeball-Monogruppe zulässig ist.¹⁹¹ Hintergrund hierfür ist laut Felix Krückels, dass gerade junge Toningenieure inflationär auf PlugIns zurückgreifen. Daraus resultiert aber nicht zwangsläufig eine objektiv bessere Mischung.¹⁹² Ziel der DFL ist es, eine möglichst konsistente Soundqualität über die Gesamtheit der Fußballübertragungen zu gewährleisten. Aus diesem Grund werden im APK die Richtlinien abgesteckt, nach welchen dies gelingen kann. Für den Ballkick wird dort der Trans-X von Waves vorgeschlagen.¹⁹³ Hierfür wird auch ein Preset für die Parametereinstellungen mitgeliefert. Grundsätzlich kann durch den Einsatz eines Transientendesigners die SIR vom Publikumssound zum Ballkicksound erhöht werden. Es handelt sich bei den Ballkicks um Transienten, die aus dem Grundpegel des Publikums hervorstechen. Durch die Verstärkung dieser wird also der Nutzsignalpegel im Vergleich zum Störsignalpegel dynamisch erhöht.

Des Weiteren soll einem solchen Insert-Effekt standardmäßig ein Limiter vorgeschaltet werden, um digitales Clipping bei Signalspitzen zu vermeiden. Dieser Limiter darf zu jeder Zeit nur einen Maximalpegel von -1dBTP passieren lassen. Vorausschauend ist zu sagen, dass die Fußballmischung möglicherweise in der Zukunft um weitere PlugIns erweitert werden kann. Gerade auf dem Gebiet der Signalisolierung ist noch ein enormes Verbesserungspotenzial vorhanden. Wichtig hierbei ist stets die Konsistenz der verschiedenen Mischungen zueinander zu wahren. Neueinführungen müssen also als Standard Einzug in das APK halten und bindend für alle Toningenieure sein.

Grundsätzlich herrscht auf dem Themengebiet PlugIns zwischen den Experten Uneinigkeit. Felix Krückels ist der Meinung, dass der Transientendesigner wichtig für einen besseren Closeballsound ist und bis auf Weiteres andere PlugIns nicht erwünscht

¹⁹⁰ Vgl. Streithof, I12, S. 17, Z. 34.

¹⁹¹ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 23.

¹⁹² Vgl. Krückels, I1, S. 12.

¹⁹³ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 23.

sind.¹⁹⁴ Stefan Ebert hingegen zweifelt den ästhetischen Nutzen des Transientendesigners an und bringt neue PlugIns ins Spiel, welche die Qualität einer Fußballmischung steigern können.¹⁹⁵ Er sieht die Nachteile des Transientendesigners darin, dass der Klang der einzelnen Ballkicks zu homogen wird und es diesbezüglich auch schon Zuschauerbeschwerden gab.¹⁹⁶ Auch Torsten Streithof schließt andere PlugIns nicht kategorisch aus.¹⁹⁷

7.2.8.3. Entzerrung

Es hat sich herausgestellt, dass in punkto Entzerrung nicht viele Standards existieren. Die meisten Tätigkeiten sind eng mit persönlichen Präferenzen der einzelnen Toningenieure verknüpft.¹⁹⁸ Im APK gibt es lediglich Richtlinien, die nicht bindend sind. Die Richtwerte geben eine Grundlage vor, auf welcher jeder Toningenieur seine Mischung aufbauen kann.

Die Entzerrung der Surroundsubgruppe-Crowd wird nicht in den Einzelkanälen, sondern direkt in der Gruppe, vorgenommen. Dies gilt auch für die Dynamikbearbeitung.¹⁹⁹ Klangliche Unterschiede der Mikrofone untereinander auszugleichen, bildet hierbei eine Ausnahme. Dies sollte aber bei korrekter Aufstellung und bei gleichen Mikrofonmodellen nicht notwendig sein. Grundsätzlich sollte vor diesem Schritt erst versucht werden, den Fehler weiter vorne in der Signalkette auszumachen und zu beheben. Bei den folgenden Entzerrungswerten handelt es sich nach Torsten Streithof um Richtwerte.²⁰⁰

¹⁹⁴ Vgl. Krückels, I1, S. 12.

¹⁹⁵ Vgl. Ebert, I3, S. 10.

¹⁹⁶ Vgl. ebd., Z. 10-13.

¹⁹⁷ Vgl. Streithof, I2, S. 4, Z. 26f.

¹⁹⁸ Vgl. Ebert, I3, S. 18, Z. 28ff.

¹⁹⁹ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 19.

²⁰⁰ Vgl. Streithof, I2, S. 3, Z. 20-26.

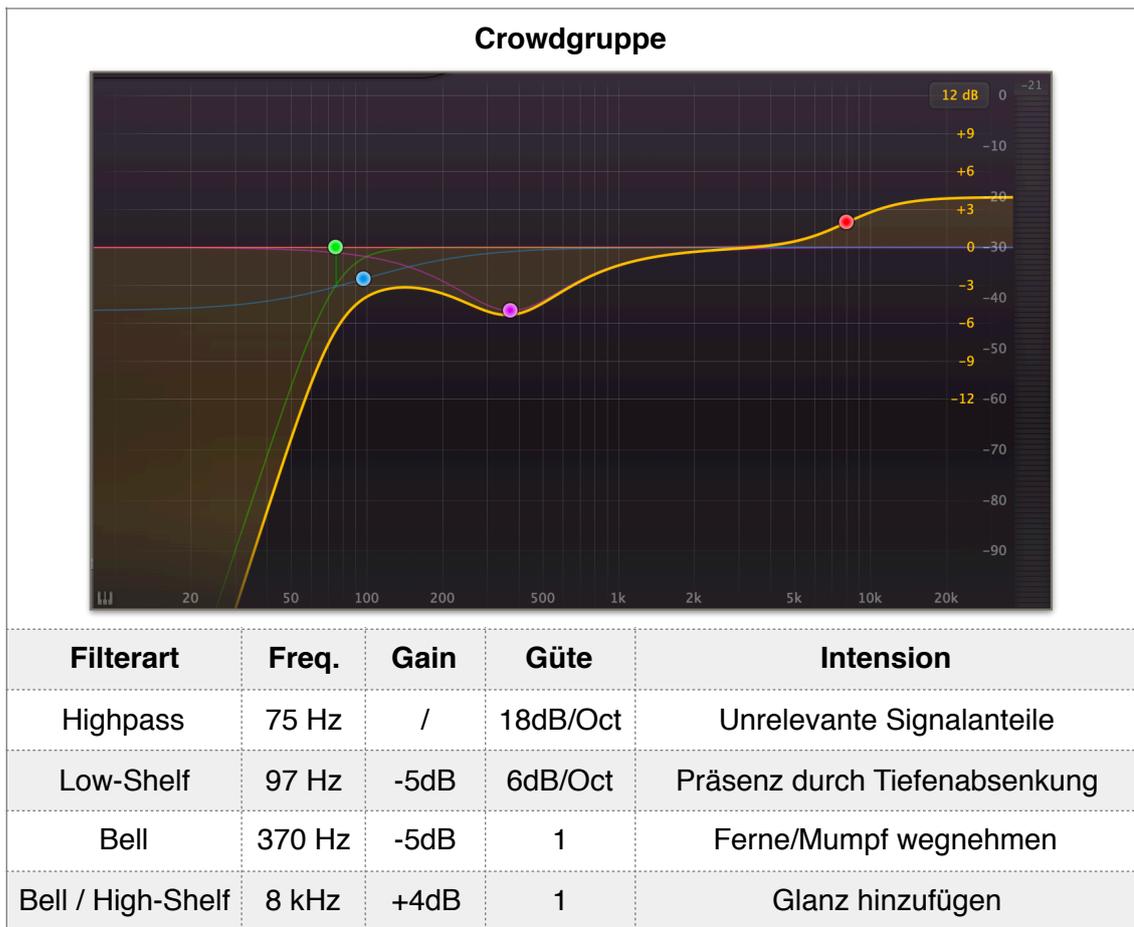


Abbildung 7-17: Entzerrungsrichtwerte Crowdgruppe²⁰¹

Mit dem Hochpassfilter bei 75Hz werden tiefe Signalanteile entfernt. Diese sind nicht für die Mischung relevant. Durch die Absenkung der Tiefen, durch den Kuhschwanzfilter bei 97Hz, wird die Präsenz des Publikums erhöht. Der Bandfilter bei 370Hz entfernt den Mumpf und die Ferne des Publikumssignals. Dies ist nötig, da die Mikrofone einen deutlichen Abstand zur Schallquelle haben. Mit dem Bandfilter bei 8kHz wird dem Signal Glanz hinzugefügt. Dieser wurde ebenfalls durch die Entfernung gedämpft und wird deshalb wieder hinzugegeben.

Bei der Entzerrung der Closeballmikrofone ist das Ziel die Charakteristika des Ballkicksounds hervorzuheben und gleichzeitig das Störsignal Publikum auszublenden. Dass der Klang des Publikums mit zunehmender Entfernung sich immer mehr einem Rauschen annähert, erschwert diese Aufgabe ungemein.²⁰² Dazu kommt, dass Kernfrequenzen des Ballkicksounds sich mit Kernfrequenzen des Publikumssounds decken. Beispielsweise findet der „Druck“ des Ballkicksounds in dem gleichen Frequenzbereich

²⁰¹ Sportcast GmbH, 2019, S. 19.

²⁰² Vgl. Ebert, I3, S. 15, Z. 14f.

wie die Trommler aus dem Publikum statt.²⁰³ Dadurch ist man gezwungen einen Kompromiss zwischen erhöhtem Übersprechen von Störsignalen und der Anhebung der gewünschten Soundcharakteristika des Closeball einzugehen. Hierfür bietet Stefan Ebert einen kreativen Lösungsansatz. Für ihn ist durchaus denkbar sich diesen „Druck“ synthetisch zu generieren und damit dieser Problematik aus dem Weg zu gehen. Er schlägt vor, mithilfe des Gater-Effekts jedem Closeballtransienten einen tieffrequenten Ton synthetisch beizumischen.²⁰⁴ Nachfolgend ist die APK Empfehlung grafisch veranschaulicht.

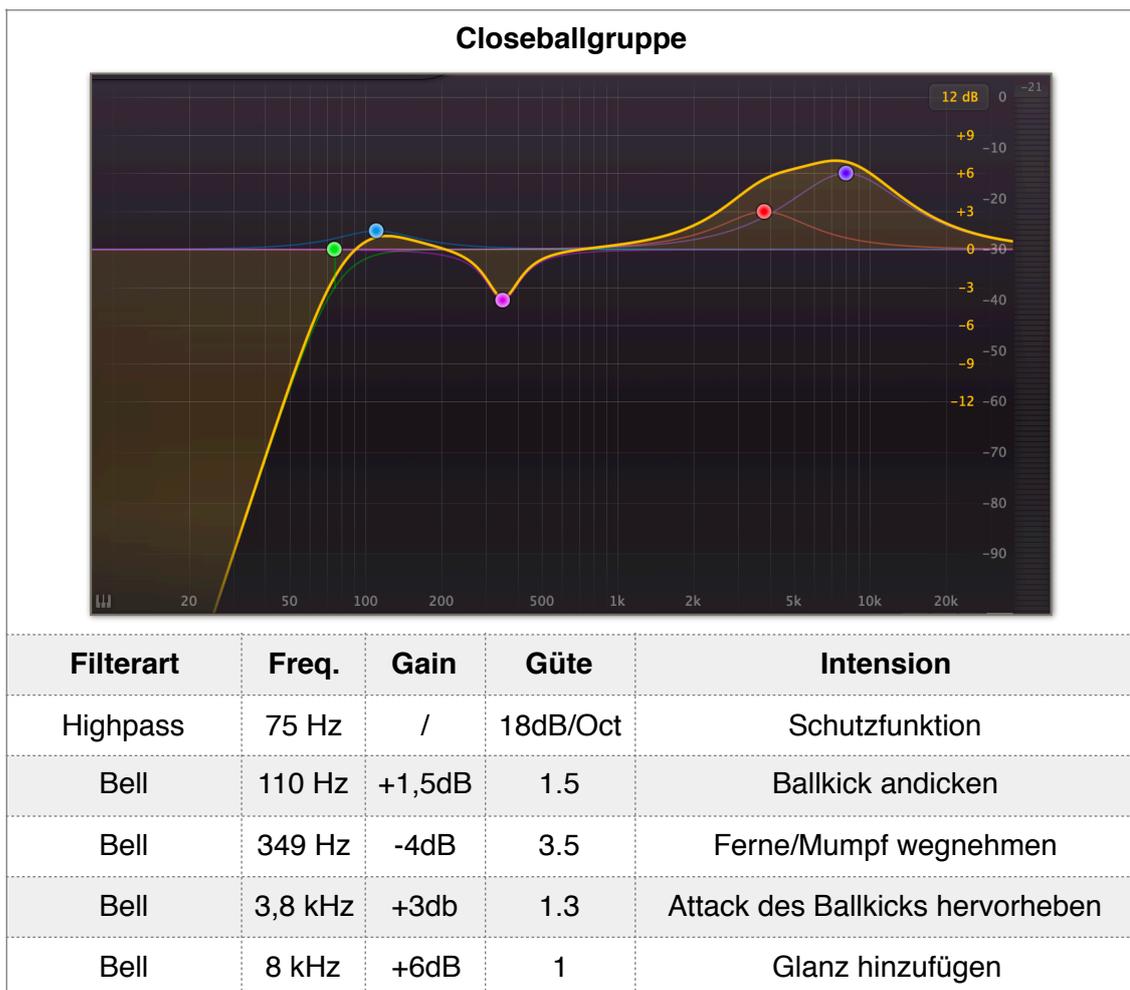


Abbildung 7-18: Entzerrungsrichtwerte Closeballgruppe²⁰⁵

Der Hochpassfilter bei 75Hz erfüllt eine reine Schutzfunktion vor tieffrequentem Störsignal. Wenn die PA im Stadion spielt, wird dieser Filter sogar teilweise bis 120Hz hochgesetzt. Dies ist bei den Aufwärmenszenen vor dem Spiel der Fall. Dadurch wird das tief-

²⁰³ Vgl. Ebert, I3, S. 15f.

²⁰⁴ Vgl. ebd., S. 16, Z. 20-23.

²⁰⁵ Sportcast GmbH, 2019, S. 22f.

frequente Rumpeln der PA auf den Ballkickmikrofonen minimiert. Zum Spiel hin wird dieser Hochpassfilter wieder auf den oben angegebenen Wert gesetzt. Bei 110Hz wird der Ballkicksound modern in den tieferen Frequenzen breiter gemacht. Hier ist eine Analogie zur Bassdrum eines Schlagzeugs möglich. Bei 349Hz wird das Gefühl von Entfernung heraus gefiltert. Die Attack des Ballkicks liegt bei 3,8kHz und wird dort auch breitbandig angehoben. Dies ist der Konsonantenbereich für Nähe. Mit 8kHz bei einer Güte von eins wird wieder etwas Glanz hinzugefügt. Die letzten beiden Filter können auch mit einer großen Glocke realisieren werden.

Die Entzerrung der AfV-Gruppe findet in den Einzelkanälen statt, „sodass die Servermaschinen (EVS) fertig eingestellte Signale für das spätere Payout aufzeichnen.“²⁰⁶

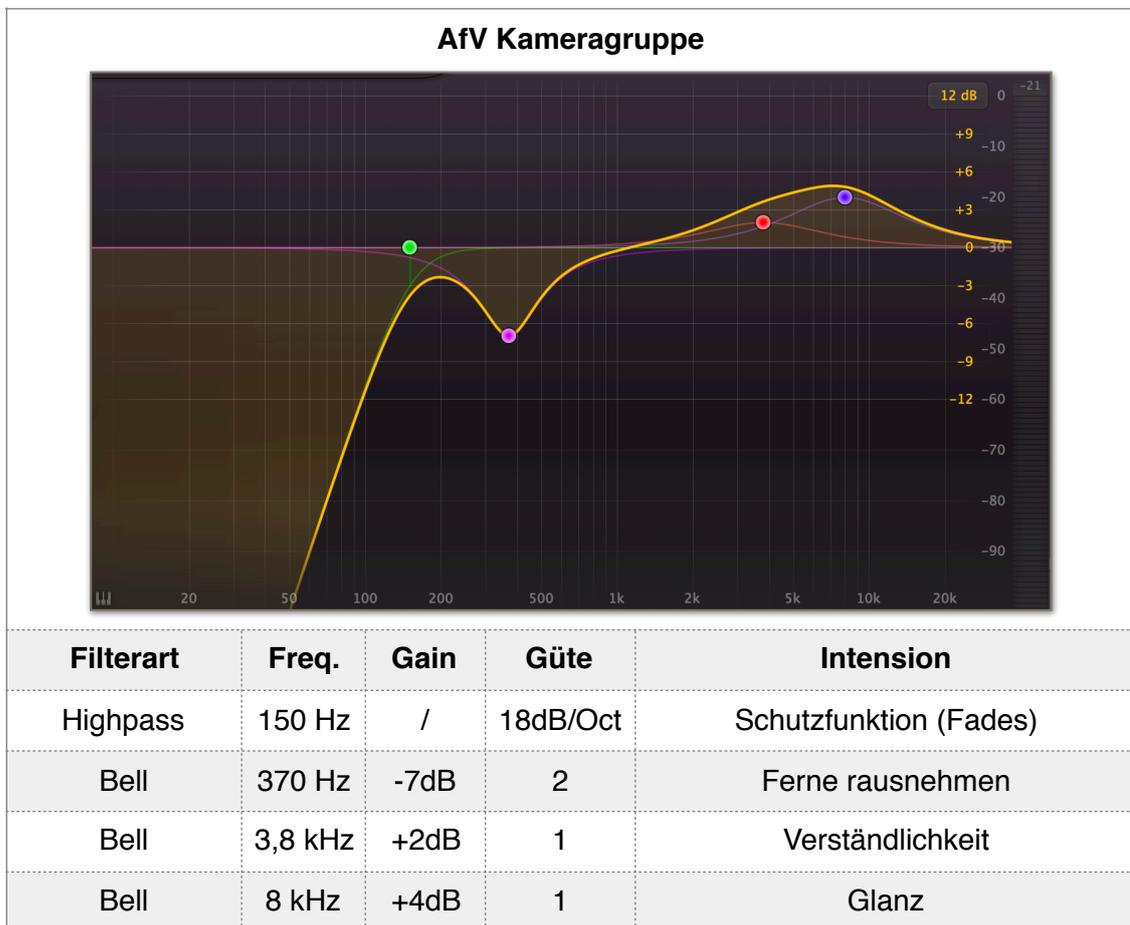


Abbildung 7-19: Entzerrungsrichtwerte AfV Kameragruppe²⁰⁷

Der Hochpassfilter bei 150Hz erfüllt eine reine Schutzfunktion. Je mehr Tiefen ein Signal hat, desto hörbarer werden Fades dieser Signale zueinander. Da die AfV-Signale

²⁰⁶ Sportcast GmbH, 2019, S. 24.

²⁰⁷ Ebd, S. 24.

automatisiert in die Livemischung bildbezogen zugemischt werden, ist es sehr wichtig, dass die Fades möglichst nicht hörbar sind. Hierzu kann der Hochpassfilter auch schon bei 170Hz angesetzt werden. 370Hz entsprechen wieder dem Frequenzbereich, der für Entfernung zuständig ist. Dieser wird mit -7dB deutlich abgesenkt. Bei 3,8kHz wird dem Signal Verständlichkeit hinzugefügt, da es auf diesen Kameras auch häufig Sprachinhalte gibt. Beispielsweise ein Trainerschrei oder Gespräche im Spielertunnel. Auch hier wird bei 8kHz wieder Glanz hinzugefügt, der über die Entfernung verloren geht.

7.2.8.4. Dynamikbearbeitung

Bei einem Fußballspiel ist der Dynamikbereich der einzelnen Mikrofone sehr groß. Um diesen für die Mischung einzuschränken, werden von allen befragten Toningenieuren Kompressoren verwendet. Dabei ergaben sich folgende Gemeinsamkeiten im Gebrauch. Kompressoren werden nur auf den Gruppen verwendet, nicht in den Einzelkanälen. Dies hat sich als sinnvoll herausgestellt.²⁰⁸ Hierdurch wird auch Pumpen in den Einzelkanälen vermieden. Es ist zu jeder Zeit nachvollziehbar, woher es kommt, wenn es auftreten sollte. Eine Vielzahl von Kompressoren besitzen eine Look-Ahead-Funktion. Diese ist für den Liveeinsatz nicht geeignet, da sie mit Latenz behaftet ist. Um synchron zum Bild zu bleiben und um bei der Mischung der Gruppen keine Kammfiltereffekte zu erzeugen, wird von dieser Funktion kein Gebrauch gemacht. Im Folgenden sind die im APK vorgeschriebenen Kompressionseinstellungen zusammengefasst.

Gruppe	Ratio	Threshold	Attack	Release	SCF	Look Ahead
Crowd	4:1	-20dBFS	45ms	600ms	HP 120Hz, 18db/oct	0ms
Closeball	4:1	-22dBFS	60ms	300ms	HP 120Hz, 18db/oct	0ms
AfV	4:1	-22dBFS	30ms	200ms	HP 120Hz, 18db/oct	0ms

Abbildung 7-20: Kompressoreinstellungsrichtlinien nach APK²⁰⁹

Die Kompressoreinstellungen für die Crowdgruppe sollen nach Felix Krückels dafür sorgen, dass die Dynamik des Publikums in die Komfortzone des Zuschauers gebracht wird. Hier wird lediglich der Dynamikbereich des Publikums eingeschränkt. Die Kompression auf der Closeballgruppe hingegen dient nicht der Komprimierung des Closeballsounds, sondern soll das Übersprechen des Publikums auf diese Mikrofone unterdrücken und somit die SIR anheben. In der AfV-Gruppe dient die Einstellung dazu, die

²⁰⁸ Vgl. Krückels, I1, S.16, Z. 23-38.

²⁰⁹ Sportcast GmbH, 2019, S. 19-25.

oft sehr unterschiedlichen Signale, die hier ankommen, auf einen ähnlichen Pegel zu bekommen. Deshalb wird auch eine schnelle Attack-Zeit verwendet. Diese kommen durch die wechselnde Einsatzumgebung, beispielsweise der Handkameras, zustande. Sie bieten sowohl Bilder im Spielertunnel als auch im Stadion an. Dadurch ist es möglich, dass man sich im Spielertunnel eventuell mit dem Mikrofon direkt neben den sich abklatschenden Spielern befindet. Dies kann enorme, unerwartete Pegelspitzen erzeugen, welche dringend durch einen Limiter abgefangen werden müssen.

7.2.9. Masterbus-Effekte

Mit Masterbus-Effekten sind diejenigen Effekte gemeint, welche die Toningenieure auf ihre Endmischung legen. In der Musikproduktion ist es üblich auf seiner Mastersumme beispielsweise nochmals zu komprimieren. In der Fußballübertragung spielt dies noch keine Rolle. In den Gesprächen mit den Experten stellte sich heraus, dass es aktuell keine Anwendung von Effekten in den Masterbussen gibt.²¹⁰ Dies ist auch auf das PlugIn-Verbot mit Ausnahme des Transientendesigners zurückzuführen.²¹¹ In jedem Sendeausgang befindet sich jedoch immer ein Limiter mit -1dBTP. Dies garantiert die Anlieferung eines sendekonformen Tonsignals.

Stefan Ebert verweist auf einige intelligente PlugIns, die in seinen Augen einen Mehrwert für die Sportmischungen bringen könnten.²¹² Diese scheitern aktuell noch an der Umsetzbarkeit, da sie zumeist mit Latenz behaftet sind und nicht nativ in den aktuellen Produktionsmischpulten genutzt werden können.

7.3. Persönliche Note des Toningenieurs

Dieses Kapitel widmet sich der persönlichen Note aller Toningenieure bei einer Fußballmischung. Die Aussagen der Experten werden interpretiert. Ziel dieses Kapitels ist es, klar darzustellen, wo sich die Grenze zwischen Standard und individuellem Geschmack bei der Mischung befindet. Daraus kann für die spätere Anwendungskonzeption abgeleitet werden, für welche Prozesse die Automatisierung gewünscht ist.

²¹⁰ Vgl. Streithof, I2, S. 6, Z. 13-16.

²¹¹ Vgl. Krückels, I1, S. 12, Z. 4-14.

²¹² Vgl. Ebert, I3, S. 9-17.

7.3.1. Routing

Das Routing der Mikrofonssignale ist ein nicht einheitlicher Prozess. Dieser richtet sich stark nach den Gegebenheiten des Materials der einzelnen Produktionsfirmen.²¹³ Beispielsweise werden häufig zwei Stageboxen verwendet, um die analogen Signalwege zu verkürzen.²¹⁴ Hierbei werden die Kabelwege immer an das entsprechende Stadion angepasst. Signale die deshalb die Stagebox wechseln, werden auf der Kreuzschiene digital umgepatched. Dadurch kann der pultinterne Signalfluss beibehalten werden.²¹⁵ Es gibt stetig Neuerungen in der Fußball-Bundesliga. Wie es Stefan Ebert treffend formulierte: „Die Bundesliga lebt, das heißt wir haben jede Woche oder alle zwei Wochen irgendwelche Änderungen.“²¹⁶ Die Inputliste wächst um weitere Sprechstellen oder Plätze, an welchen SFI (Super-Flash-Interviews) stattfinden.²¹⁷ Die Produktion ist also ständig im Wandel und muss von den Toningenieuren bei Bedarf um neue Signale erweitert werden. Da ist der Einzelne gefragt. Diese spontanen Neuerungen werden aktuell in keiner Guideline behandelt. Der Umgang damit hängt individuell von den Toningenieuren ab.

7.3.2. Kanalbenennung und Kanalbelegung

Die Kanalbenennung und die Kanalbelegung sind sehr individuelle Vorgänge. Mit dem APK wurde hier eine Grundlage für eine gemeinsame Basis geschaffen. Diese soll allen Toningenieuren ermöglichen die Arbeit der Kollegen direkt übernehmen zu können.²¹⁸ Alle Experten bestätigen jedoch, dass die Benennung und die Auflegung sehr individuell stattfindet.²¹⁹ Die im APK festgehaltenen Benennungen werden beispielsweise um eigene Suffixe erweitert. Die Kanalauflegung kann mit der Gestaltung des eigenen Arbeitsplatzes verglichen werden. Jeder hat hier seine persönlichen Arbeits- und Sortierungsmuster, um ergonomisch arbeiten zu können.²²⁰

²¹³ Vgl. Krückels, I1, S. 10, Z. 17-21.

²¹⁴ Vgl. ebd., Z. 30-34.

²¹⁵ Vgl. ebd., Z. 34f.

²¹⁶ Ebert, I3, S. 4, Z. 26f.

²¹⁷ Ebd, Z. 28ff.

²¹⁸ Vgl. Krückels, I1, S. 15, Z. 16-24.

²¹⁹ Vgl. Ebert, I3, S. 4, Z. 19.

²²⁰ Vgl. Krückels, I1, S. 16, Z. 10-13.

7.3.3. Kanalbearbeitung

Die individuelle Komponente bei der Kanalbearbeitung hinsichtlich der Entzerrung beschränkt sich auf den Klangausgleich verschiedener Mikrofone untereinander.²²¹ Beispielsweise wird je nach Stadion in einzelnen Closeballmikrofonen ein Filter gesetzt, um das Übersprechen durch eine nahe gelegene Trommel abzusenken.²²² Bei der Dynamikbearbeitung wird von den Toningenieuren ebenso auf die individuelle Situation im Stadion eingegangen. Größtenteils werden allerdings die Vorgaben des APK umgesetzt.²²³ Delayzeiten zwischen dem Hauptmikrofon und den Stützmikrofonen werden nach den interviewten Experten aktuell noch unterschiedlich gehandhabt. Jeder hat auf diesem Gebiet seine eigene Methode, wie er die Delays ermittelt. Die Einen setzen die Delaywerte nach Gehör, die Anderen messen reelle Entfernungen der Mikrofone zueinander mit Hilfe eines Lasermessgerätes.²²⁴ Hierbei handelt es sich um eine reine Längenmessung der Entfernung zwischen den Mikrofonen ohne Bezug auf einen Referenzpunkt. Bei der Panoramasetzung gibt es kleine Spielräume, die von den Experten genutzt werden. Manche Toningenieure weichen von den APK-Vorgaben in Bezug auf das Publikumspanning ab. Beispielsweise die Stereostützen werden mittels Hyperpanning leicht nach hinten gelegt.²²⁵ Dadurch werden die Rearsurroundspeacker (Ls, Rs) im Pegel angehoben und subjektiv der Surroundindruck erhöht.

7.3.4. Mischung

In der Endmischung gibt es einige Details, die dem persönlichen Geschmack der Toningenieure geschuldet sind. Dazu zählt die Entscheidung bei EVS Rückspielern, welcher der beiden Rückspielkanäle für die Mischung ausgewählt wird. Jeder EVS Rückspieler besitzt den 5.1-Stadium-Clean-Feed und das kamerabezogene Stereosignal, welches durch die Upmixgruppe auf 5.1 hochgemischt wird. Beim Rückspielen dieser kann der Toningenieur durch die Entscheidung, welche der beiden Gruppen er öffnet, den Sound nach persönlichem Geschmack variieren.²²⁶ Dies spielt vor allem vor und nach dem Spiel eine Rolle, da dort Echtzeiteinspielungen für die Playouts oder die Liveübertragung gemacht werden. Während des Spiels gibt es lediglich Slomo-Einspieler, die keinen Ton zurück spielen. Es ist weiterhin üblich, dass die Publikumsgruppe je

²²¹ Vgl. Streithof, I2, S. 3, Z. 20-26.

²²² Vgl. ebd., S. 7, Z. 21ff.

²²³ Vgl. ebd., S. 3, Z. 20.

²²⁴ Vgl. ebd., S. 12, Z. 9-15.

²²⁵ Vgl. ebd., S. 3, Z. 32-39.

²²⁶ Vgl. ebd., S. 18, Z. 4-8.

nach Lautstärke des Publikums durch die digitale Verstärkung im Kanalzug der Gruppe angehoben oder abgesenkt wird. Dadurch wird sichergestellt, dass sie den dahinter befindlichen Kompressor immer mit einer ähnlichen Lautheit anfährt.²²⁷ Das Mischungsverhältnis der Closeballgruppe zu der AfV-Gruppe, der Publikumsgruppe und den weiteren Einzelkanälen ist individuell. Das APK schreibt vor, dass der Gruppenfader der Publikumsgruppe immer statisch auf 0dB während des Spiels sein muss. Einstweilige Eingriffe in die Lautheit der Gruppe sollten nur über die digitale Verstärkung in dem entsprechenden Kanalzug der Gruppe vorgenommen werden.²²⁸

8. Anwendungsprozesse für Automatisierungen und KI

Es hat sich herausgestellt, dass in einer Fußballproduktion die Standardisierung weit fortgeschritten ist. Es gibt viele Prozesse die technisch exakt definiert sind und anhand von Parametern erfasst werden können. Es gibt eine Vielzahl von Prozessen, die automatisiert werden können. Die Komplexität dieser Automationen bedarf häufig keines lernfähigen Algorithmus und kommt somit ohne KI aus. Es gibt aber auch Problemstellungen, die nur mit einer KI zufriedenstellend gelöst werden können. Im Anschluss werden beide Optimierungsbereiche beleuchtet. Es wird zwischen sinnvollen Automatisierungen und den Anwendungsfeldern einer KI unterschieden.

8.1. Sinnvolle und einfache Automatisierungen

In diesem Kapitel werden die zu automatisierenden Arbeitsbereiche dargestellt, welche ohne KI gewährleistet werden können. Es hat sich herausgestellt, dass hier eine Vielzahl von Arbeitsschritten relevant sind.

8.1.1. Delaykompensation

Der erste große Themenbereich bezieht sich auf die Delaystruktur einer Liveübertragung. Eine Fülle von Faktoren spielt hierbei eine Rolle. Es geht sowohl um die Korrektur eines zeitlichen Versatzes zwischen Bild und Ton als auch um das Einmessen der Sendeleitungen. Der Bild-Ton-Versatz könnte beispielsweise durch eine mobile App gelöst werden. Hierfür ist es nötig, dass das Mischpult sowohl Video als auch Audiodaten verarbeitet, was in den aktuellen Lawo Konsolen bereits der Fall ist. Allerdings bis

²²⁷ Vgl. Krückels, I1, S. 17, Z. 14-21.

²²⁸ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 30.

jetzt in einer sehr komprimierten Videoqualität. Die App sendet sowohl ein Testbild als auch einen Testton. Es wird ein synchrones Zeitevent beispielsweise in Form eines weiß blinkenden Displays gepaart mit einem Uniform White Noise benötigt. Der interne Bild-Ton-Zeitversatz des mobilen Endgerätes muss mit einberechnet werden. Diese App kann vor die Kameras gehalten werden und das Pult errechnet sich den Bild-Ton-Versatz direkt aus diesen Daten. Einstweilige Signalverzögerungen im Signalfluss des Mischpultes müssen mit einkalkuliert werden.

Ein weiterer interessanter Lösungsansatz wäre es, den momentanen Zeitversatz durch ein Wasserzeichen in dem Kamerabild zu hinterlegen. Dieser könnte auch fester Bestandteil der Bildmetadaten werden. Dies kann durch eine enge Vernetzung von Bild- zu Audioproduktionsequipment gewährleistet werden. Dadurch würde ein Echtzeitmonitoring der Delayzeiten möglich werden und somit ein Echtzeitausgleich. Das zweite große Thema in diesem Bereich bildet das Einmessen der Sendeleitungen. Dies nimmt einen Großteil der Arbeitskraft in einem Ü-Wagen in Beschlag. Dieser Prozess des Synchronisierens der Sendeleitungen kann mit einfachen Algorithmen automatisiert werden. Beispielsweise könnte man an beiden Enden der Sendeleitung Signalprozessoren installieren, welche sich standardisierte Testbilder und Testtöne zusenden und anhand eines Testprotokolls die Sendeleitung auf die technischen Parameter einmessen. Dies könnte als Testmodus ablaufen, während das Personal im Ü-Wagen anderen Tätigkeiten nachgehen kann. Anschließend wird ein Protokoll mit den Fehlermeldungen ausgeworfen.

8.1.2. Autogainfunktion

Für die Gains aller Mikrofone gibt es im APK Richtwerte.²²⁹ Laut Expertenaussagen wird der Gain, wenn er einmal richtig eingestellt ist, nicht mehr angefasst.²³⁰ Es gibt bereits in den Radiomischpulten Crystal und Sapphire von der Firma Lawo eine sogenannte Autogain-Funktion.²³¹ Jene pegelt Mikrofonsignale automatisch ein. Laut Felix Krückels ist eine solche Anwendung für die Fußballübertragung sehr nützlich, da grundsätzlich mit statischen Gains gearbeitet wird.²³² Gainänderungen in den Einzelkanälen während der laufenden Übertragung sind nicht erwünscht, da diese hörbar

²²⁹ Vgl. Sportcast GmbH, 2019, S. 10-13.

²³⁰ Vgl. Krückels, I1, S. 17, Z. 10-21.

²³¹ Vgl. Lawo AG: Smarte AutoMix und Autogain-Features für Radio-Mischpulte von Lawo, in: Lawo, [online] https://www.lawo.com/de/aktuell/news/nbsp/smarte_automix_und_autogain_features_fuer_radio_mischpulte_von_lawo.html [04.11.2019].

²³² Vgl. Krückels, I1, S. 19f.

sein könnten. Das würde bei der Closeballmischung durch Kick die Ergebnisse stark beeinträchtigen.

Wenn man die einzelnen Mikrofone einer Liveübertragung in den Gruppen Publikums-sound, Closeballmix und AfV betrachtet, kann man untereinander Lautheitsbeziehungen herstellen. Vorausgesetzt wird, dass die Modelle der einzelnen Mikrofone der Closeballgruppe identisch sind und mit der gleichen Vorverstärkung versehen sind. Die automatisierte Mischung durch Kick arbeitet mit konstantem Leistungspegel bei ihren Fades. Dadurch ist die Dynamik dieser Gruppe direkt proportional zu der Dynamik des Publikums und des Ballkicksounds im Stadion. Bei gleichbleibender Verstärkung ist dies auch für die Publikumsgruppe der Fall. Somit kann eine Lautheitsbeziehung zwischen beiden Quellen hergestellt werden. Dieser Wert kann in LU angegeben werden. Mit diesem Wert kann man das Mischungsverhältnis untereinander anhand eines Parameters definieren. Ebenso verhält es sich mit den Lautheitsverhältnissen der anderen Signalquellen. Durch die Festlegung dieser LU-Werte zueinander kann ein Sound-supervisor die Rahmenbedingungen für eine aktive Autogainfunktion mit direktem Bezug auf die Endmischung setzen. Wichtig hierbei ist, dass der Toningenieur den Zeitrahmen vorgibt, über welchen die Autogainfunktion automatisch den Mittelwert integriert.²³³ Der Pegel des Publikums schwankt immens. Vor dem Spiel ist er deutlich geringer als während des Spiels. Die Gains der Mikrofone ändern sich während einem Spiel und von Spiel zu Spiel nicht. Wenn diese einmal korrekt eingestellt sind, bleiben sie konstant.²³⁴ Einzig die Publikumlautstärke variiert von Stadion zu Stadion. Um diese Variable auszugleichen wird der digitale Trim in der Subgruppe Crowd genutzt um mit ähnlichem Pegel den Kompressor anzufahren.²³⁵ Wenn man die Lautheit der einzelnen Signale definiert, wie auch die maximale Sendepegellautheit, dann kann man fixe Gains dafür einstellen. Dadurch wird eine Autogainfunktion möglich. Diese ist von den Experten erwünscht.²³⁶

8.1.3. Dynamischer Equalizer

Bei der Entzerrung der Closeballgruppe wurde bereits thematisiert, dass man mit statischen EQ-Einstellungen an natürliche Grenzen stößt. Beispielsweise, wenn sich der gewünschte „Druck“ eines Ballkicks in demselben Frequenzband wie der Trommel-

²³³ Vgl. Krückels, I1, S. 19f.

²³⁴ Vgl. ebd., S. 17, Z. 10-14.

²³⁵ Vgl. ebd., S. 17, Z. 14-19.

²³⁶ Vgl. ebd., S. 20, Z. 7.

sound des Publikums befindet. Hier reicht ein statischer EQ nicht mehr aus, da man dadurch beide Signale anheben würde. Gewollt ist aber eine bessere Signaltrennung von Publikum und Closeball. Optimal wäre kein Publikumsound auf den Closeballmikrofonen. Dies ist aber physikalisch ohne digitale Signaltrennungsalgorithmen nicht möglich. Eine Lösung für das Problem der statischen Equalizer ist ein dynamischer Equalizer. Dieser benötigt einen intelligenten SCF. Selbiger muss sowohl auf Transienten als auch auf die Kernfrequenzen des Ballkicks reagieren. Nur wenn das Signal in allen genannten Bereichen stattfindet, muss es sich um einen Ballkick handeln. Dann soll der Equalizer die gewünschte Klangbearbeitung vornehmen, und zwar mit einer sehr kurzen Attack-Zeit und einer mittleren Releasezeit, um folgende Publikumsgeräusche wieder zu dämpfen. Hierbei ist auch eine, extra für Ballkicks oder andere Kicksounds bei Sportübertragungen entworfene Signalkette vorstellbar. Exemplarisch ist eine Mischung von einem intelligenten Gate, einem Multibandkompressor, einem dynamischen EQ und einem synthetischen Klangerzeuger vorstellbar. Das Gate ist zur Anhebung der SIR da und soll Signale nicht hart abschneiden, sondern durch eine sinnvoll gewählte Range wie ein Downwardexpander fungieren. Das Gate muss, um die richtigen Signalanteile abzusenken, auch auf die Kernfrequenzen eines Ballkicks in seinem SCF reagieren. Der nachfolgende Kompressor soll Transienten durchlassen und danach absenken. Dies kann durch eine mittlere bis kurze Attack-Zeit und eine lange Release- und Holdzeit erreicht werden. Der anschließende dynamische EQ ist dazu da, die SIR weiter zu steigern und die Kernfrequenzen des Ballkicks nur dann anzuheben, wenn ein solcher vorliegt. Als Folge daraus kann eventuell die dynamische, nah am Spielfeld befindliche Mischung verloren gehen. Damit sind die verbalen Emotionsausbrüche der Spieler und Trainer auf den Closeballmikrofonen gemeint. Dies muss anhand von Tests im Einzelfall bewertet werden.

8.1.4. Tieferes Produktionsverständnis für das Mischpult

Das APK und die Expertenmeinungen haben gezeigt, dass eine Fußballproduktion in ihrer Standardisierung weit fortgeschritten ist. Die Tendenz, dass diese in naher Zukunft weiter ausgebaut wird, ist deutlich zu erkennen. An diesem Punkt ist es möglich, dem Mischpult ein tieferes Verständnis für die aktuelle Produktion zu geben. Im Bereich der Fußballübertragung kann dies zuerst durch ein vorgefertigtes Produktionsfile geschehen. Alle Kanalnamen und pultinternen Routings sind vorgegeben, auch die Bildung und Benennung der Subgruppen. Außerdem gibt es für die Kanalbearbeitung aller Kanäle passende Startwerte. Des Weiteren ist es sinnvoll, dem Pult die anliegenden

Signale nicht mehr als Inputnummern zu übergeben, sondern als Objekte oder Klassen. Beispielsweise gibt man dem Mischpult die Information, dass das Objekt Fans L auf den Kanälen zehn und elf der Stagebox anliegt. Das Mischpult kann daraus direkt alle internen Routings und Kanalbearbeitungen entsprechend des APK ableiten. Diese Klassifizierung des Sendeformates wird für künftige KI-Anwendungen im Mischpult zwangsläufig nötig sein. Nur so kann ein tieferes Verständnis für die produzierte Sendungsart generiert und anhand dieser sinnvolle Entscheidungen getroffen werden.

8.1.5. Intelligente Stageboxen

Weiterführend dazu sind intelligente Stageboxen relevant. Diese tauschen nicht nur Audiosignale mit dem Mischpult, sondern auch Metadaten über die anliegenden Kanäle aus. Das Routing bei einer Liveproduktion wird dadurch deutlich erleichtert. Hierzu gibt es mehrere vorstellbare Lösungswege. Das Pult weiß, welche Objekte oder Inputs bei der Produktion benötigt werden und kann diese an den entsprechenden Stageboxeingängen via Display anzeigen. Die dort angezeigten Namen sind deckungsgleich mit den vom Toningenieur individualisierten Beschriftungen, damit eine Diskussionsbasis gegeben ist. Es muss möglich sein, dass der Tontechniker beim verkabeln die Kanäle neu zuweist, für den Fall, dass sich etwas aufgrund von örtlichen Begebenheiten an dem Patchplan ändert. Dies kann über eine mobile App gelöst werden. Hierzu ist ein Router in der Stagebox nötig. Grundsätzlich werden die Möglichkeiten der Metadaten bei der Audioübertragung aktuell noch zu wenig ausgeschöpft. In der Videotechnik wird deutlich mehr via Metadaten übermittelt.

8.1.6. Kamerabezug für die Kick-Software

Gegenwärtig sind die auditive und visuelle Ebene im Fußball noch ein Stück weit voneinander getrennt. Der Ton erzählt andere Entfernungen und Blickwinkel, als es das Bild macht. Dies liegt vor allem an den extremen Teleobjektiven und beweglichen Kameras, die im Bild verwendet werden. Es ist nicht möglich, mit dem Ton eine ähnliche Zoomfunktion zu erreichen. Deshalb unterscheiden sich das gezeigte Bild und der dazu gehörte Ton oft deutlich voneinander. Um den Bild-Ton-Bezug zu verbessern, ist ein Ansatzpunkt, tieferegehende Kamera-Metadaten in die Kickautomation und AfV-Automation einzubinden. Dazu werden folgende Kamera-Metadaten benötigt: Welche Kamera ist aktuell geschnitten? Welchen Blickwinkel zeigt diese Kamera? Was für eine Zoomstufe hat die Kamera aktuell? Durch diese Parameter kann der Bildausschnitt ge-

nau definiert werden und damit können auch die Mikrofone entsprechend geöffnet werden. Somit wird es möglich ein bildbezogenes Sporterlebnis zu produzieren. Zukünftig ist auch anzustreben, den Ballkick von mono auf stereo zu erweitern. Dabei kann die bildbezogene Panoramaeinstellung ein großer auditiver Gewinn sein. Ein wichtiger Teil dabei ist, mithilfe von Mikrofonarrays im Audiobereich, das Variieren der Aufnahmenähe zu ermöglichen. Damit kann auch die Tonebene weiter in das Spielfeld hineinzoomen. Vorstellbar ist, das Ganze ähnlich wie eine Kameraoptik aufzubauen. Hierbei handelt es sich um Wellen, die im bestimmtem Maße gebrochen werden, um eine Vergrößerung zu erreichen. In der Audiotechnik wird lediglich mit deutlich größeren Wellenlängen gearbeitet.

8.1.7. Lautheitsbasierte Mischautomatiken

Wie bereits beschrieben, ist es aufgrund der fixen Lautheitsvorgabe von -23 LUFS im Broadcastingbereich sehr gut möglich, eine lautheitsbasierte Mischautomation zu gestalten. Hierbei müssen nur die Lautheitsverhältnisse der Subgruppen zueinander definiert werden.²³⁷ Die Closeballgruppe kann zum Beispiel immer die gleiche, relative Lautheit zur Crowdgruppe haben. Der Kommentator kann immer 3 LU über dem Stadium-Clean-Feed liegen.²³⁸ Diese Verhältnisse können auch je nach Zielpublikum anhand der Lautheiten zueinander definiert werden. Die ARD beispielsweise will mehr Sprachverständlichkeit und setzt deshalb den Mischautomationswert für die Lautheit des Kommentators zum IT auf +7 LU.²³⁹ Dadurch können ästhetische Entscheidungen immer noch in die Mischung einfließen. Die vorgegebenen Lautheitswerte, anhand der künstlerischen Parameter einzustellen, kann allerdings von einer Mischautomation viel akkurater geleistet werden. Ein weiterer Randaspekt der Mischautomation kann außerdem sein, vorgegebene Standards zu kontrollieren und einzuhalten. Beispielsweise sollte das Übersprechen des Publikums auf das Kommentatormikrofon zu keiner Zeit lauter in der Endmischung sein als die surround Publikumsatmo aus dem IT.²⁴⁰ Dies sind rein technische Vorgaben, die gut durch eine Automation übernommen werden können.

²³⁷ Vgl. Krückels, I1, S. 22, Z. 5ff.

²³⁸ Vgl. ebd. S. 23, Z. 2-15.

²³⁹ Vgl. ebd., S. 22, Z. 13ff.

²⁴⁰ Vgl. ebd., S. 22, Z. 19-40.

8.2. Anwendungsfelder für KI

Anschließend an das Kapitel der sinnvollen und einfachen Automatisierungen werden jetzt die KI-Anwendungsfelder dargestellt. Die hier betrachteten Anwendungsfelder der KI können auf alle anderen Audioproduktionen übertragen werden und bilden nicht nur für die Sportübertragung einen großen Vorteil.

8.2.1. Klassifizierung der Eingangssignale

Eine künstliche Intelligenz kann auf diskrete Eingangssignale geschult werden und diese dann anhand von neuronalen Netzen mit Wahrscheinlichkeiten bestimmen. Daraus kann eine Klassifizierung abgeleitet und Standardparameter für die weitere Bearbeitung vorgeschlagen werden. Es ist für den ganzen Produktionsablauf zuträglich, wenn das Mischpult ein tieferes Verständnis für die Eingangssignale entwickelt. Grundsätzlich ist es aber für den Anfang schon hilfreich, wenn anhand der Klassifizierung die Vorschläge für Presets oder Namensgebungen vorausgewählt werden können. Am Beispiel einer Fußballübertragung gestaltet sich diese automatische Klassifizierung durch eine KI jedoch schwierig. Es sind eine Vielzahl von Mikrofonen nicht durch ihr Eingangssignal unterscheidbar, sondern durch ihre physische Position im Stadion. Beispielsweise die Closeballmikrofone sind alle für das gleiche Klangereignis installiert, unterscheiden sich lediglich in der Position zu diesem. Diese Anwendung ist für eine Musikliveproduktion einfacher durchzuführen. Hier hat jedes Mikrofon eine klare Signalquelle, welche von der KI erkannt werden kann. Wenn eine KI die anliegenden Signale identifiziert hat, können diese direkt benannt und mit den passenden Kanalbearbeitungen und Subgruppenzuweisungen versehen werden. Dies ist in der Fußball-Liveübertragung wiederum einfacher möglich, da es hier klare Standards und Abläufe für die weitere Bearbeitung der erkannten Eingangssignale gibt. Mit der Heritage-D Konsole von Midas wird ein solches KI gestütztes System erstmals auf dem Markt kommen.²⁴¹ Diese ist für Livemusik ausgelegt und aufgrund der zu geringen Kanalanzahl nicht für aktuelle Fernsehproduktionen geeignet.

²⁴¹ Vgl. Ask.Audio: Midas To Launch The World's First AI And Cloud Based Mixing Console Platform, in: Ask.Audio, [online] <https://ask.audio/articles/midas-to-launch-the-world-s-first-ai-and-cloud-based-mixing-console-platform> [07.01.2020].

8.2.2. Intelligente Kompressoren und Equalizer

Ein weiteres Anwendungsfeld sind KI-gestützte Signalbearbeitungen. Wenn eine KI gelernt hat, wie das Endsignal aussehen soll, ist sie deutlich schneller darin, die dafür benötigten Parameter einzustellen. Dies gilt sowohl für Kompressionseinstellungen als auch für EQ-Einstellungen. Es ist unabhängig davon, ob diese statisch oder dynamisch sind. In der Fußballübertragung wird die Entzerrung und Dynamikbearbeitung vor allem für technische Zwecke genutzt, weniger für Ästhetische. Dadurch ist hier ein hohes Maß von Standardisierungspotenzial vorhanden. Beispielsweise der Ausgleich von Klangfarben unterschiedlicher Mikrofone ist ein rein technischer Vorgang und kann von einer KI gelöst werden.

8.2.3. Verbesserung der SIR

Ein großes Problem in der aktuellen Sportübertragung stellt das Übersprechen und die daraus resultierenden Schwierigkeiten in der Mischung dar. Eine Verbesserung des Übersprechens der Signale untereinander ist laut den Experten wünschenswert.²⁴² Dadurch kann die Qualität der Mischung deutlich angehoben werden. Unter Umständen ist es mit diskreten und von Publikumsübersprechen befreiten Closeballsounds möglich, diese nicht mehr nur mono, sondern stereo zu übertragen. Dadurch können Kamera-bezug und Spielbezug verbessert werden. Der Closeball könnte dann je nach Position in der Hauptkamera im Stereopanorama verteilt werden. Auch ein Pegelunterschied von der hinteren zur vorderen Spielfeldhälfte wäre denkbar. Hierzu ist allerdings eine weiterführende Studie sinnvoll, welche untersucht, wie die Darstellung des Closeballs noch immersiver werden kann. Durch die bessere Signaltrennung schafft man studi-ähnlichere Bedingungen, wie man es beispielsweise aus der Musikproduktion kennt. Dies öffnet eine Vielzahl neuer Möglichkeiten. Durch eine solche KI-Technologie kann auch das Übersprechen des Stadions im Kommentatormikrofon minimiert oder ganz ausgelöscht werden. Das ist ein immenser Gewinn für die Fußballmischung nach Felix Krückels.²⁴³ Wenn der Kommentator zu laut beigemischt wird, wird dadurch die 5.1-Atmosphäre des IT deutlich durch das laute mono Übersprechen des Publikums aus der Mitte geschmälert. Dies ist dann nicht mehr der Fall, egal wie laut man den Kommentar zumischt. Die Verbesserung der SIR ist nicht nur bei Sportübertragungen von großer Bedeutung. Durch einen Fortschritt auf diesem Gebiet durch KI-Technologien

²⁴² Vgl. Streithof, I2, S. 9, Z. 13.

²⁴³ Vgl. Krückels, I1, S. 23, Z. 33-39.

profitieren viele Anwendungsbereiche. Hier ist sowohl die Sprachsteuerung aufzuführen, als auch die Livemusikproduktion und sämtliche Fernsehformate, die mit Übersprechen zwischen Schallquellen zu kämpfen haben.

9. Fazit

Abschließend ist zu konstatieren, dass es großes Potenzial für weitere Automatisierungen im Bereich der Fußball-Bundesliga-Übertragung gibt. Es existieren bereits einige dieser Anwendungen. Hierzu zählt sowohl die Kick-Software als auch die AfV-Automation. Diese Automatisierungen kommen ohne KI Einsatz aus. Es hat sich herausgestellt, dass dies für die meisten Prozesse der Fall ist. Im Bereich der Nutzsignalisolierung und der intelligenten Klassifizierung von Eingangssignalen ist KI dennoch relevant. Hier steckt ein großes Potenzial in dieser Technologie. Davon können nicht nur die Sportübertragungen profitieren, sondern auch viele andere Audiotechnikbereiche. Hierzu zählen sämtliche Liveaudioproduktionen wie beispielsweise Konzerte, Talkshows und Showformate. Auch intelligente Filter und Kompressoren sind ein Thema. Die Standardisierung ist durch das APK weit fortgeschritten. In den Experteninterviews hat sich diese Standardisierung in weiten Teilen als praxisnah herausgestellt. Daraus lässt sich schlussfolgern, dass einfache Automationen anhand dieser Vorgaben praktikabel sind. Hierzu wurden einige Anwendungsprozesse herausgearbeitet, die sich für eine Automatisierung anbieten. Hierzu zählen Delaykompensation, Autogainfunktion, dynamische Equalizer für Closeballoptimierung, tieferes Produktionsverständnis für das Mischpult, intelligente Stageboxen, Kamerabezug für die Kick-Software und lautheitsbasierte Mischautomationen. Alle diese Bereiche sind mit nicht lernfähigen Algorithmen lösbar und bedürfen keiner KI.

10. Ausblick

In der Zukunft wird Automatisierung im Broadcasting eine noch größere Rolle spielen, als sie es schon aktuell tut. Dies schlägt sich nicht nur im Tonbereich, sondern auch im Videobereich und allen anderen Teilbereichen des Broadcastings nieder. Dadurch wird langfristig ermöglicht, dass immer mehr Inhalte produziert werden können. Einzelne Toningenieure werden möglicherweise zukünftig noch mehr Produktionen gleichzeitig betreuen können. Durch den Einsatz von Automation ist es lediglich nötig, eine Kontrollfunktion einzunehmen. Das Berufsbild wird sich von dem ausführenden Toningen-

nieur hin zu einem Soundsupervisor entwickeln.²⁴⁴ Diese setzen die kreativen Parameter und Rahmenbedingungen für Mischautomatiken und überwachen jene. Hierbei wird auch die Qualität kontrolliert. Die Kontrollinstanz Mensch wird dadurch auf keinen Fall abgeschafft. Auch wird es dadurch nicht weniger Bedarf an Arbeitskraft auf diesem Sektor geben, lediglich die Aufgabenbereiche werden sich verschieben. Der Markt verlangt nach immer mehr Inhalten und diese können durch die Möglichkeit, dass ein Ingenieur mehrere Produktionen gleichzeitig betreuen kann, geschaffen werden. KI-Technologie wird in der Zukunft fester Bestandteil der Broadcastingtechnik werden. Hierfür gibt es mannigfaltige Anwendungsmöglichkeiten. In dieser Arbeit wurden jene im Tonsektor zu verortenden Anwendungen thematisiert. Die Broadcastingbranche befindet sich im stetigen und schnellen Wandel der Technik. Sie ist immer offen für neue Technologien und das daraus resultierende Potenzial, welches sie sich zu Nutzen macht. Nur wer stets am Zahn der Zeit ist, wird sich auf Dauer in dieser Branche etablieren können.

²⁴⁴ Vgl. Krückels, I1, S. 21, Z. 23-29.

Literaturverzeichnis

Alexander Bogner, Wolfgang Menz, Beate Littig: Interviews mit Experten - Eine praxisorientierte Einführung, Wiesbaden: Springer-Verlag, 2014.

Andreas Friesecke: Die Audio-Enzyklopädie - Ein Nachschlagewerk für Tontechniker, 2. Aufl., 2014, [online] <https://www.degruyter.com/viewbooktoc/product/212940> [08.10.19].

Ask.Audio: To Launch The World's First AI And Cloud Based Mixing Console Platform, in: Ask.Audio, [online] <https://ask.audio/articles/midas-to-launch-the-world-s-first-ai-and-cloud-based-mixing-console-platform> [07.01.2020].

Audiotranskription: f4x Spracherkennung für Interviews, in: Audiotranskription, [online] <https://www.audiotranskription.de/Spracherkennung> [07.11.2019].

Barbara Wiegand: Roman Lipski malt mit Künstlicher Intelligenz, in: NDR Kultur, [online] <https://www.ndr.de/kultur/Roman-Lipski-malt-mit-Kuenstlicher-Intelligenz,roman-lipski102.html> [18.10.2019].

DFL Deutsche Fußball Liga GmbH: MEDIENRICHTLINIEN für die Spiele der Bundesliga und 2. Bundesliga - Gültig ab der Saison 2017/18, in: DFL, [online] <https://www.dfl.-de/wp-content/uploads/sites/2/2018/11/Anhang-XI-Medienrichtlinien-ab-Spielzeit-2017-2018.pdf> [04.01.2020].

EBU UER: Empfehlung R 128 - Lautheitsaussteuerung, Normalisierung und zulässiger Maximalpegel von Audiosignalen, in: EBU, 2011, [online] https://tech.ebu.ch/docs/r/r128_2011_DE.pdf [15.10.2019].

Fraunhofer IIS: Dedicated to the progress of China 3D Audio, in: Fraunhofer Audio Blog [online] <https://www.audioblog.iis.fraunhofer.com/fraunhoferiis-china-3d-audio> [28.10.2019].

Google AI: Magenta, in: Google AI, [online] <https://ai.google/research/teams/brain/magenta/> [14.10.2019].

Google AI: Magenta Studio, in: Google AI, [online] <https://magenta.tensorflow.org/studio> [18.10.2019].

Google AI: NSynth Super, in: Google AI, [online] <https://nsynthsuper.withgoogle.com/> [15.10.2019].

Günther Theile: Mehrkanal-Standard, in: Michael Dickreiter, Volker Dittel, Wolfgang Hoeg, Martin Wöhr (Hrsg.), Handbuch der Tonstudioteknik Band 1, 8. Aufl., Berlin/Boston: Walter de Gruyter GmbH, 2014.

Günther Theile: Was ist Atmo? Grundlagen zur natürlichen Aufnahme und Wiedergabe, in: VDT-Seminar, 14./15.07.2012, [online] https://www.hauptmikrofon.de/atmo/Theile_-_Was_ist%20_Atmo.pdf [24.10.2019].

Institut für Rundfunktechnik: TPRF-HDTV 2016: Technische Richtlinien zur Herstellung von Fernsehproduktionen in HDTV für ARD, ZDF und ORF, in: IRT - Richtlinien zur Herstellung von Fernsehproduktionen, 2016, [online] https://www.irt.de/fileadmin/media/Neue_Downloads/Publikationen/Technische_Richtlinien/TPRF_HDTV_2016_Stand_Nov_2016.pdf [18.10.2019].

International Telecommunication Union Radiocommunication Sector: Recommendation ITU-R BS.775-3 Multichannel stereophonic sound system with and without accompanying picture, in: BS Series Broadcasting service (sound), 2012, [online] https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.775-3-201208-!!!PDF-E.pdf [21.10.2019].

iZotope, Inc.: Ozone 9, in: iZotope, [online] https://www.izotope.com/en/products/ozone.html?gclid=Cj0KCQjw3JXtBRC8ARIsAEBHg4nm754wMVt0ShP2-K3nHEim-zORD3aNy7l6ZyX-tqzuOG3JIERY1kaAu54EALw_wcB [15.10.2019].

Jeroen Breebaart, Jürgen Herre, Lars Villemoes, Craig Jin, Kristofer Kjörning, Jan Plogsties, Jeroen Koppens: Multi-Channel Goes Mobile: Mpeg Surround Binaural Rendering, in: AES 29th International Conference, Seoul, Korea, 04.09.2006 [online] <http://www.jeroenbreebaart.com/papers/aes/aes29.pdf> [28.10.2019].

Johannes Webers: Handbuch der Tonstudioteknik für Film, Funk und Fernsehen, 9. Aufl., Poing: Franzis Verlag GmbH 2007.

Kaleido AI GmbH: Remove Image Background, in: removebg, [online] <https://www.remove.bg/> [18.10.2019].

Lawo AG: Kick, in: Lawo, [online] <https://www.lawo.de/de/produkte/audio-production-tools/kick.html> [17.10.2019].

Lawo AG: Smarte AutoMix und Autogain-Features für Radio-Mischpulte von Lawo, in: Lawo, [online] https://www.lawo.com/de/aktuell/news/nbsp/smarte_automix_und_autogain_features_fuer_radio_mischpulte_von_lawo.html [04.11.2019].

Mastering: in: LANDR, [online] <https://www.landr.com/de/> [15.10.2019].

Michael Eberhard, Erich Ebert, Dr. Elmar Hergenröder, Max Kiefer, Daniel Matejka, Wolfgang Ort, Askan Siegfried: Production Guideline - Mehrkanalton im Fernsehen, in: IRT - Richtlinien zur Herstellung von Fernsehproduktionen, 2013, [online] https://www.irt.de/fileadmin/media/Neue_Downloads/Publikationen/Technische_Richtlinien/Produktion_Guideline_MKT_im_Fernsehen_1_.pdf [18.10.2019].

Moritz Kirste: Künstliche Intelligenz - Technologie Anwendung Gesellschaft, Volker Wittpahl (Hrsg.), in: iit Themenband, 2019, [online] <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-58042-4.pdf>.

Norbert Dittmar: Transkription: ein Leitfaden mit Aufgaben für Studenten, Forscher und Laien, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2009.

Petra Witting-Nöthen: Die Einführung der Stereofonie im Rundfunk, in: Geschichte im Westen (GiW), Jg. 15, 2000, [online] http://www.brauweiler-kreis.de/wp-content/uploads/GiW/GiW2000_2/GiW_2000_2_WITTING-NOETHEN_STEREOFONIE.

Robert Kaiser: Qualitative Experten- Interviews Konzeptionelle Grundlagen und praktische Durchführung, Wiesbaden: Springer-Verlag, 2014.

Samsung: Wie aktiviere ich Dolby Atmos auf meinem Galaxy Smartphone?, In: Samsung [online] <https://www.samsung.com/de/support/mobile-devices/wie-aktiviere-ich-dolby-atmos-auf-meinem-galaxy-smartphone/> [28.10.2019].

Sennheiser electronic GmbH & Co. KG: Ambeo Soundbar, in: Sennheiser electronic GmbH & Co. KG [online] https://de-de.sennheiser.com/ambeo-soundbar?gclid=CjwK-CAjwo9rtBRAdEiwA_WXcFjS85VeUeWi2lAPqVAqPuxw3zD-k-SjjmgzxB5v_kU629qb-W0R9sNRoCRaEQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds [28.10.2019].

Siegfried Lamnek, Claudia Krell: Qualitative Sozialforschung, 6. überarb. Aufl., Weinheim: Beltz Verlag, 2016.

Sportcast GmbH: Audioproduktionskonzept für die Bundesliga und 2. Bundesliga ab der Saison 2019/2020 Version 1.0, 06.09.2019 [internes Dokument].

Stefan Weinzierl: Handbuch der Audiotechnik, Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2008.

Susanne Fuß, Ute Karbach: Grundlagen der Transkription - Eine praktische Einführung, Opladen & Toronto: Verlag Barbara Budrich, 2014, [online] <https://www.utb-studie-book.de/Viewer2.0/pdfviewer/index/viewer?isbn=9783838541853&access=ccf8c2b-b82ecc2fdb8086e5020a99b8d&code=94bc2e64edfa656759425e01f78f7814&q=&lang=de&key=&page=&label=A&prodId=1093&hash=4008d70b2107a4bdc1953c1f29f76c0a&token=4008d70b2107a4bdc1953c1f29f76c0a×tamp=94bc2e64edfa656759425e01f78f7814>.

Thomas Görne: Tontechnik, 2. Aufl., München: Carl Hanser Verlag, 2008.

Thomas Görne: Tontechnik - Hören, Schallwandlung, Impulsantwort und Faltung, digitale Signale, Mehrkanaltechnik, tontechnische Praxis, 4. Aufl., München: Carl Hanser Verlag, 2015.

Walter Fischer: Digitale Fernseh- und Hörfunktechnik in Theorie und Praxis - MPEG-Quellcodierung und Multiplexbildung, analoge und digitale Hörfunkund Fernsehstandards, DVB, DAB/DAB+, ATSC, ISDB-T, DTMB, terrestrische, kabelgebundene und SatellitenÜbertragungstechnik, Messtechnik, Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2016, [online] <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-642-53896-4.pdf>.

Wenke Apt, Kai Priesack: Künstliche Intelligenz - Technologie Anwendung Gesellschaft,

Volker Wittpahl (Hrsg.), in: iit Themenband, 2019, [online] <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-662-58042-4.pdf>.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1: 3/2-Referenz-Lautsprecheranordnung	13
Abbildung 6-1: Experteninterview Übersichtstabelle	25
Abbildung 7-1: Auflistung Hauptmikrofone	40
Abbildung 7-2: Auflistung Stützmikrofone	40
Abbildung 7-3: Auflistung Closeballmikrofone	41
Abbildung 7-4 Auflistung AfV-Mikrofone	41
Abbildung 7-5: Mikrofonplan Fußball-Bundesliga	42
Abbildung 7-6: Fankurvenstützmikrofonaufbau in kleineren Stadien	44
Abbildung 7-7: Closeballmikrofon-Benennung	45
Abbildung 7-8: Audio Programme	48
Abbildung 7-9: Mischpultkanalbelegung	49
Abbildung 7-10: Publikumsmikrofone Benennung	50
Abbildung 7-11: AfV-Mikrofonbenennung	51
Abbildung 7-12: Unkategorisierte Mikrofone	51
Abbildung 7-13: Subgruppenbenennung	52
Abbildung 7-14: Blockdiagramm Signalfluss im Mischpult	52
Abbildung 7-15: Kanalkonfiguration Gemeinsamkeiten	54
Abbildung 7-16: Panning Publikumseingangskanäle	56
Abbildung 7-17: Entzerrungsrichtwerte Crowdgruppe	59
Abbildung 7-18: Entzerrungsrichtwerte Closeballgruppe	60
Abbildung 7-19: Entzerrungsrichtwerte AfV Kameragruppe	61
Abbildung 7-20: Kompressoreinstellungsrichtlinien nach APK	62
Abbildung A2: Mikrofonierungsplan	83
Abbildung A3: Fußball-Bundesliga Kameraplan	85

Anhang

A1 Interviewleitfaden

Interview Leitfaden

Einleitung

Vorstellung und Einverständniserklärung zur Aufzeichnung
Wie ist Ihr Name, wo arbeiten Sie und was ist ihr Arbeitsgebiet?

Forschungsfragen:

- (1) Welche Arbeitsprozesse sind bei einer Mischung repetitiv und welche davon sollten automatisiert werden?
- (2) Was ist die kreative und individuelle Komponente jedes Toningenieurs in der Mischung?

Zu (1) Mikrofonierungsstandards

- (1) Gibt es einen Standard-Patch für alle Stadien?
- (2) Gibt es einen offiziellen/inoffiziellen Mikrofonierungsstandard?
- (3) Gibt es Besonderheiten bei der Mikrofon Auswahl?
- (4) Gibt es hier einen Variationsspielraum für den Toningenieur?

Zu (1) Mischungsstandards

- (1) Gibt es einen Standard für die Kanalbenennung?
- (2) Gibt es einen Standard für die Kanalbelegung?
- (3) Gibt es einen Standard für die Kanalgruppierung (Subgruppen)?
- (4) Gibt es einen Standard bei der Kanalbearbeitung? (Panning, Insert Effekte, Entzerrung, Dynamikbearbeitung)
- (5) Gibt es einen Standard bei den Masterbus-Effekten?

Zu (2) Persönliche Note

- (1) Was ist die persönliche Note bei der Kanalbenennung?
- (2) Was ist die persönliche Note bei der Kanalbelegung?
- (3) Was ist die persönliche Note bei der Kanalbearbeitung? (Panning, Insert Effekte, Entzerrung, Dynamikbearbeitung)

Weiterführende Fragen

- (1) Typische Nachhallzeiten und Laufzeiten im Stadion?
- (2) Wie wird der gegebene Abhörraum im Ü-Wagen genutzt in Bezug auf die Übertragungsformate (z.B. 5.1/Stereo wird auf ver-dacht ein Downmix erstellt oder wird immer beides kontrollge-hört?)
- (3) Spielen 3D-Übertragungsformate aktuell eine Rolle?

A2 Mikrofonierungsplan

Index	Mikrofonname	Mikrofonposition
S1	Hauptmikrofon ORTF 5.1	Mitte Stadion, Haupttribüne, vom Dach oder an K1 Position mit großem Stativ
S2	FAN L	2,5m Stativ, Linke Fanseite, mind. 10m Abstand Publikum
S3	FAN R	2,5m Stativ, Rechte Fanseite, mind. 10m Abstand Publikum
PFX 1	22m VL	Seitenauslinie vorn, 22m von der linken vorderen Eckfahne
PFX 2	Ecke VL	Linke vordere Ecke
PFX 3	HT L Vo	Torauslinie links, 3,5m vorne, in Richtung 5er Ecke gerichtet (35°)
PFX 4	HT L mi	Mittig hinter Tor links
PFX 5	HT L Hi	Torauslinie links, 3,5m hinten, in Richtung 5er Ecke gerichtet (35°)
PFX 6	Ecke HL	Linke hintere Ecke
PFX 7	20m HL	Seitenauslinie hinten, 20m von der linken Eckfahne
PFX 8	40m HL	Seitenauslinie hinten, 40m von der linken Eckfahne
PFX 9	40m HR	Seitenauslinie hinten, 40m von der rechten Eckfahne
PFX 10	20m HR	Seitenauslinie hinten, 20m von der rechten Eckfahne
PFX 11	Ecke HR	Rechte hintere Ecke
PFX 12	HT R Vo	Torauslinie rechts, 3,5m vorne, in Richtung 5er Ecke gerichtet (35°)
PFX 13	HT R mi	Mittig hinter Tor rechts
PFX 14	HT R Hi	Torauslinie rechts, 3,5m hinten, in Richtung 5er Ecke gerichtet (35°)
PFX 15	Ecke VR	Ecke vorne rechts
PFX 16	22m VR	Seitenauslinie vorne, 22m von der rechten vorderen Eckfahne (Kamera 5 Position)
PFX 17	Mitte	Mittellinie vorne
SCFX 3	Cam 3	M/S auf der Kamera

Index	Mikrofonname	Mikrofonposition
SCFX 11	Cam 11	M/S auf der Kamera
SCFX 14	Cam 14	M/S auf der Kamera
SCFX 15	SSL L	SSL Hinter Tor L (Havarie)
SCFX 16	SSL R	SSL Hinter Tor R (Havarie)
SCFX SP	ACS	An der ACS = aerial camera system
Special	Polecam	Nach Verfügbarkeit Mic drauf. Einige Polecams unterstützen einen Mikrofonweg an der Kamera. Das Signal wird entsprechend Embedded übertragen.
SMic1	Boom/Angel	Coin Toss
SMic2	Tunnel1	Spielertunnelmikrofon 1
SMic3	Tunnel2	Spielertunnelmikrofon 2

Abbildung A2: Mikrofonierungsplan²⁴⁵

²⁴⁵ Sportcast GmbH, 2019, S.10-13.

A3 Fußball-Bundesliga Kameraplan



Kamera	Standort	Optik
KA1	Führung, Mitte hoch	24 x 7.2 mm Box
KA2	Führung nah, Mitte hoch	72 x 9.3 mm
KA3	16m flach links, Steadicam	21 x 7.6 mm/WW
KA4	Mitte flach, SSL, Spezial-Rundschiene Orbiter	86 x 9.3 mm
KA5	16m flach rechts, Spezial-Rundschiene Orbiter	72 x 9.3 mm
KA6	16m hoch links	60 x 9 mm
KA7	16m hoch rechts	60 x 9 mm
KA8	Sonderkamera Hintertor (Pole, Birdy oder Tower)	21 x 7.6 mm/WW
KA9	Reverse Hintertor flach links	86 x 9.3 mm
KA10	Reverse halbhoch, SSL; alternativ Position KA10a	86 x 9.3 mm
KA11	Halbhoch II, SSL; ggf. Reverse; alternativ Position KA11a	86 x 9.3 mm

Kamera	Standort	Optik
KA12	Hintertor flach rechts, Handkamera	21 x 7.6 mm
KA13	Hintertor flach rechts, SSL, 6-fach	86 x 9.3 mm
KA14	Hintertor hoch rechts	60 x 9 mm
KA15	Chip am Tor links	WW
KA16	Chip am Tor rechts	WW
KA17	Torlinienkamera links	Signalübernahme TLT
KA18	Torlinienkamera rechts	Signalübernahme TLT
KA19	Beauty Shot	WW/SuperWW
KA20	Chipkamera Spielertunnel	WW
KA21	Chipkamera Spielertunnel	WW

Abbildung A3: Fußball-Bundesliga Kameraplan²⁴⁶

²⁴⁶ DFL Deutsche Fußball Liga GmbH: MEDIENRICHTLINIEN für die Spiele der Bundesliga und 2. Bundesliga - Gültig ab der Saison 2017/18, in: DFL, [online] <https://www.dfl.de/wp-content/uploads/sites/2/2018/11/Anhang-XI-Medienrichtlinien-ab-Spielzeit-2017-2018.pdf> [04.01.2020], S. 59.

Transkripte

Alle Transkripte der Experteninterviews können auf Anfrage digital zugänglich gemacht werden. Bitte kontaktieren sie mich hierfür via Mail: chris.simbauerger@web.de