

Optimierung einer Broadcast Audio Processing Chain um eine optimale Audioqualität beim Streaming des Chaos Communication Congress im CCH Hamburg zu erreichen

Simon Giotta
AEDF 915
133409
SAE Institute Zürich

Wortanzahl: 7'150

Abgabedatum: 25. Juni 2016
Abgabeversion: 1.0

Version: 1.1

Inhaltsverzeichnis

1. <u>Einleitung</u>	3
1.1. Der Chaos Communication Congress (C3)	4
1.2. Aktuelles Audio-Setup	5
2. <u>Untersuchung</u>	7
2.1. Loudness	7
2.2. Synchronität von Bild und Ton	9
2.3. Audio-Monitoring	11
2.4. Video-Monitoring	12
2.5. Die Hausverkabelung	13
2.6. Digitale Signalführung	17
2.7. Übersetzerton	20
2.8. Qualität des Haustons	21
3. <u>Fazit</u>	22
3.1. Zusammenfassung	22
3.2. Auswertung	22
A. <u>Anhänge</u>	23
Bibliographie und Quellenverzeichnis	23
<i>Bücher</i>	23
<i>Papers</i>	23
<i>Standards</i>	23
<i>Webseiten</i>	23
<i>Handbücher</i>	24
<i>Datenblätter</i>	24
Bildverzeichnis	24
Verweis auf digitalen Anhang	24
Eigenständigkeitserklärung	25

1. Einleitung

Seit etwa einem Jahr helfe ich beim CCC Video Operation Center (VOC) mit. Das VOC ist eine Gruppe Freiwilliger, meist aus dem Medienbereich, die sich um das Recording und Livestreaming von Talks auf Events des Chaos Computer Club eV. kümmert. Dabei betreue ich primär Audio im Saal/AV Departement.

Am 32. Chaos Communication Congress (32C3, Dezember 2015) kümmerte ich mich mit anderen um die Zentrale Audioregie (ZAR), in der Saal- und Übersetzertone aus den 4 Sälen zusammenläuft und für den Livestream aufbereitet wird.

An diesem Event traten diverse Audioprobleme auf. Unter anderem war die Audioqualität im Livestream, aus welchem auch die Recordings generiert wurden, für die meisten technisch Beteiligten nicht zufriedenstellend. Der Pegel war sehr inkonsistent und es gab verschiedene Ton-Ausfälle.

Ziel dieser Facharbeit ist es, die dafür Grundlagen zu legen, dass die Qualität des Streamtons am 33C3 professionelle Broadcastansprüche erfüllt.

Dazu will ich ausarbeiten, wie wir die Ansprüche, welche wir an unseren Streamton haben, optimal erfüllen können. Insbesondere möchte ich mich dabei auf eine gleichbleibende Lautheit und angenehme Sprachverständlichkeit fokussieren, so dass mehrstündiges Zuhören gut möglich ist. Ich werde ausserdem auf verschiedene audioteknische Probleme, die am 32C3 zu unbefriedigender Audioqualität führten, eingehen.

1.1. Der Chaos Communication Congress (C3)

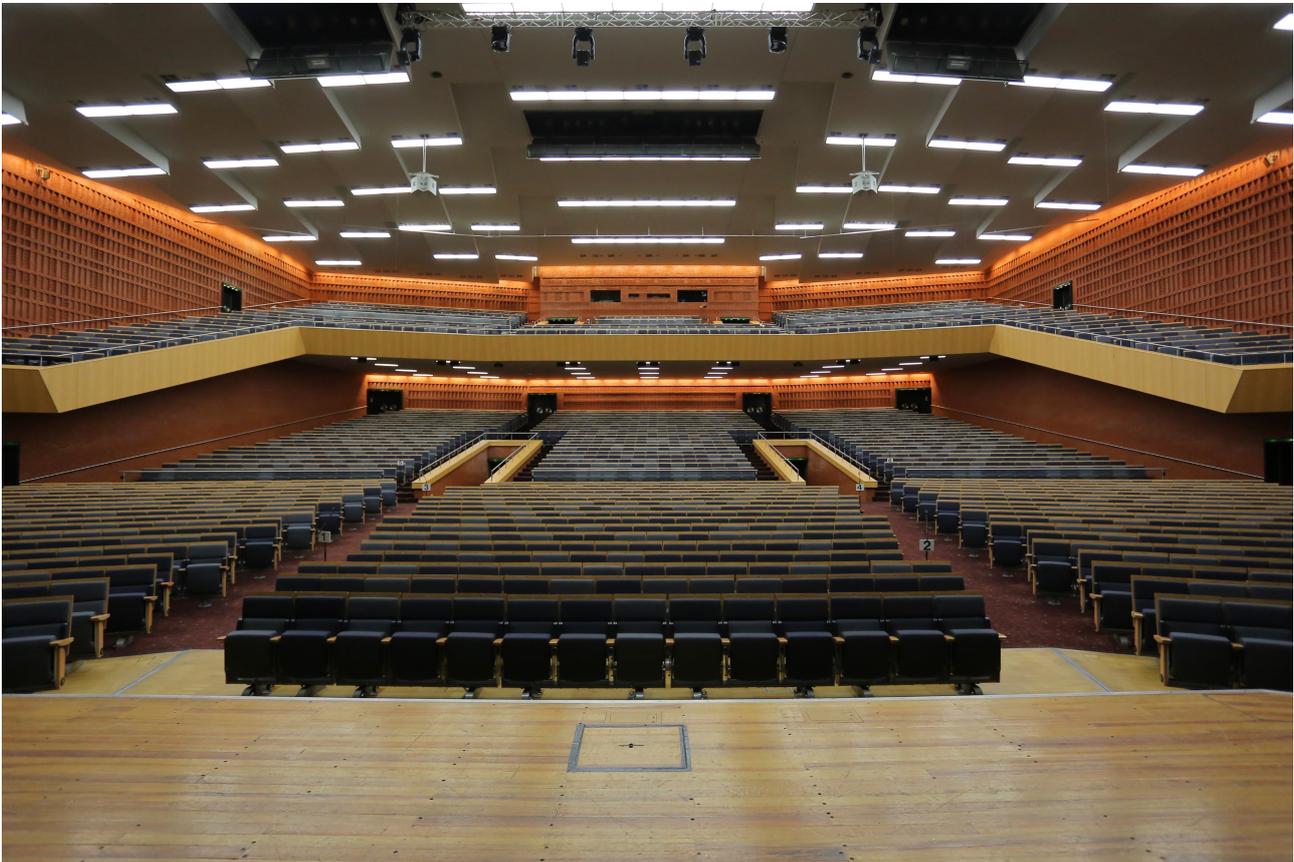
Der C3 ist der seit 1984 jährlich stattfindende Kongress des Chaos Computer Club e.V. (CCC)
Die offizielle Webseite beschreibt den 32C3 folgendermassen:

“The 32nd Chaos Communication Congress (32C3) is an annual four-day conference on technology, society and utopia. The Congress offers lectures and workshops and various events on a multitude of topics including (but not limited to) information technology and generally a critical-creative attitude towards technology and the discussion about the effects of technological advances on society.”

(32C3: 32nd Chaos Communication Congress [online], CCC 2015)

Der C3 findet jeweils vom 27. bis zum 30. Dezember statt, seit der 29. Ausführung im Congress Center Hamburg (CCH). Zum 33C3 werden ca. 13'000 Menschen, die Maximalkapazität des Hauses, erwartet. Das CCH ist eines der grössten Kongresszentren Deutschlands, der C3 einer der grössten Kongresse. Entsprechend hoch sind die technischen und organisatorischen Herausforderungen, im Allgemeinen wie auch spezifisch für das Live-Streaming.

Während der Veranstaltung finden jeweils von 11 Uhr morgens bis ca. 1 Uhr nachts Vorträge und Workshops statt. Erstere werden durch das VOC aufgezeichnet und live gestreamt, sowohl lokal in das eventeigene LAN und Telefonnetz, als auch über ein Content Delivery Network (CDN) in das Internet. Am 32C3 wurden die Internet Streams von bis zu 7000 Menschen gleichzeitig geschaut. Die Aufzeichnungen werden auf <https://media.ccc.de> öffentlich archiviert. Die Vorträge finden jeweils in den Sälen 1, 2, G und 6 des CCH statt. Diese fassen jeweils ca. 3'500, 2'500, 1'500 und 650 Personen.



Saal 1 des Congress Center Hamburg, Sicht von der Bühne.

(Simon Giotta, 2015)

1.2. Aktuelles Audio-Setup

Die Vorträge werden von TechnikernInnen des CCH auf *Soundcraft Vi6* und *Yamaha CL* Konsolen für den jeweiligen Saal gemischt. Von den Saalpulten wird jeweils via Auxbus eine mono-Version des FOH-Mixes ausgespielt und via Hausverkabelung in die sogenannte Alte Regie, in der das VOC seine Zentrale Audioregie (ZAR) eingerichtet hat, gepatcht. Die Alte Regie befindet sich im 4. OG., verfügt über Sichtfenster in die beiden Hauptsäle und verschiedene Patchmöglichkeiten dahin, sowie in andere Teile des Gebäudes. Das VOC selbst nutzte am 32C3 Saal 15 als Büro und Zentrale.

Am C3 werden alle Vorträge durch das c3lingo-Team simultan übersetzt. Dafür waren am 32C3 in Saal 1 und 2 je zwei, in den anderen Sälen eine Übersetzerkabine eingerichtet, deren Signal aus der jeweiligen Übersetzeranlage über die Hausverkabelung in die Alte Regie gepatcht wurde.

In der ZAR wird der Ton aller Säle, insgesamt zehn Spuren, auf einem *Soundcraft Vi1 Digitalpult* für den Livestream gemischt, sowie für das lokale DECT-Netz mit gut 4000 Teilnehmern aufbereitet. Diese können mit ihren Telefonen die Vorträge, insbesondere die simultanübersetzte Version, live mithören:

“If you are on the Eventphone DECT network, you can dial in to various streams:
8011 for Saal 1, 8012 for Saal 2, 8014 for Saal G, and 8016 for Saal 6.”

(Live Interpretations at 32c3 [online], CCC Event Weblog 2015)

Die Anforderung für den Streamton war eine ausgeglichene und gleichzeitig ausreichende Lautheit sowie eine Zielgeräte-gerechte Kompression. Zusätzlich sollte in der übersetzten Tonspur ein Anteil geduckter Saalton enthalten sein, damit die Zuschauenden und -hörenden dem Geschehen im Saal folgen können.

Der Originalton im Telefonnetz wurde entsprechend dem G711.1 Standard in der Bandbreite beschnitten und zur besseren Verständlichkeit weiter komprimiert, der Übersetzerton ebenso. Anders als im Stream enthielt der Übersetzerton im DECT-Netz der besseren Verständlichkeit halber keinen Originalton.

“[...] for 8-kHz sampling the output may produce signals with a bandwidth ranging from 50 up to 4000 Hz.”

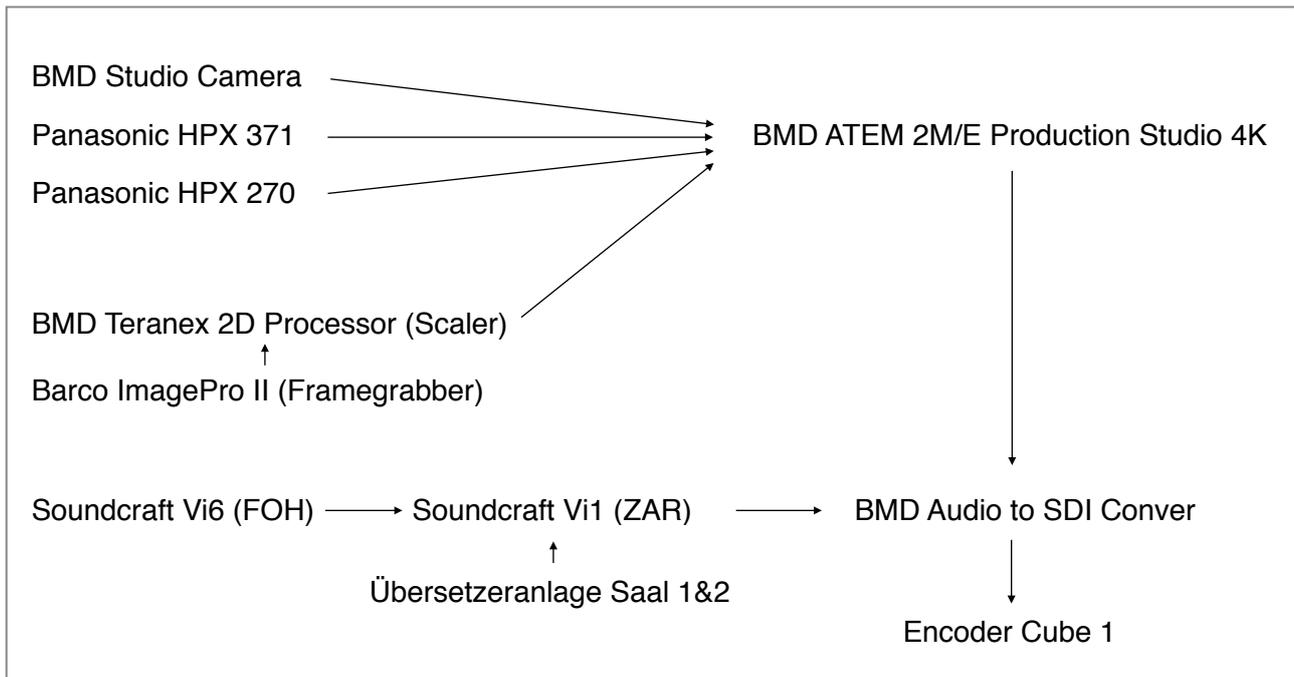
(ITU-T, G.711.1, 09/2012, S. i)

Von der Alten Regie aus wurde der Streamton via XLR-Hausverkabelung auf SDI-Embedder geschickt, welche sich bei den Encodern der jeweiligen Säle befanden. Das Videosignal wurde in den Sälen auf *Blackmagic Design ATEM*-Bildmischern gemischt und von dort via HD-SDI auf die Encoder geschickt.

Bei den Encodern handelt es sich um konventionelle PCs, die, ausgerüstet mit SDI-Capture-Karten, das kombinierte Video- und Audiosignal aufzeichnen und für den Livestream encodieren.

In der Illustration umseitig ist der Signalfluss, am Beispiel von Saal 1, auch noch schematisch dargestellt.

Ich erwarte, dass das Setup am 33C3 dem hier beschriebenen Setup des 32C3 entsprechen wird. Dieses Setup wurde stets vom Vorjahr übernommen, optimiert und erweitert, beispielsweise durch das Hinzufügen weiterer Säle und den Umstieg von SD auf HD. Aufbauend darauf versuche ich in dieser Arbeit, problematische Punkte aufzuzeigen und Verbesserungen auszuarbeiten.



Vereinfachtes A/V-Signalflusschema von Saal 1 am 32C3.



Die Zentrale Audioregie des VOC am 32C3. (Simon Giotta, 2015)
 Im Vordergrund das Soundcraft Vi1, im Hintergrund Soundcraft
 Compact Stagebox, Patchpanel und Plasmafernseher.
 Der Raum ist die Alte Regie.

2. Untersuchung

Erst möchte ich untersuchen, welche Loudness für unsere Anwendung sinnvoll ist, und wie wir diese erreichen können.

Wie ich bereits erwähnt hatte, traten während des 32C3 verschiedene Probleme auf, die zu unbefriedigender Audioqualität oder Ausfällen geführt haben. Im weiteren Verlauf werde ich die Hauptprobleme beschreiben und versuchen, Lösungen für den 33C3 vorzuschlagen.

2.1. Loudness

Das VOC wünscht sich eine gleichbleibende Lautheit der Inhalte, insbesondere innerhalb eines Talks, respektive Videos, und zwischen verschiedenen SprecherInnen.

Man ist sich auch einig, dass es sinnvoll ist, eine bestimmte Programm-Lautheit, wie sie beispielsweise in der Norm EBU R128 beschrieben wird, anzustreben.

“Laut EBU 128 ist das Ziel ein Signal, das sich bei -23LU_{FS} befindet. Dieser Zielwert wird als 0LU definiert und soll in der Praxis auf $\pm 1\text{LU}$ eingehalten werden. Die Toleranz ist in erster Linie für Live-Material gedacht, da aufgezeichnetes Material sehr genau auf -23LU_{FS} eingepegelt werden kann.”

(Frieseke 2014, S. 876)

Die hauptsächliche Zielplattform unserer Streams und Releases sind mobile Geräte, insbesondere Laptops, Tablets und Mobiltelefone. Entsprechend wird unser Streamton überwiegend auf sehr eingeschränkten Lautsprechern und auf Kopfhörern wiedergegeben.

Eine Programm-Lautheit von -23LU_{FS} — respektive etwas weniger, da der Programminhalt primär aus Sprache besteht — kann auf mobilen Endgeräten insofern problematisch sein, als dass diese den Inhalt womöglich dann nicht mit ausreichendem Pegel wiedergeben können.

In einem im Internet gerne zitierten, und auch meiner Meinung nach sehr empfehlenswerten Paper hat Thomas Lund von der *TC Electronic A/S* dies untersucht und Richtlinien erarbeitet:

“To optimize audio quality, Target level should not be raised more than needed. -16LU_{FS} for Mobile TV is a reasonable choice. Some programs need restriction in LRA and PLR, but "sausage processing" must be avoided so distinction between foreground and background sounds isn't washed out, even when delivered to Mobile TV.

[...]

Using standard headphones, devices from Apple were not only found to be the best sounding, they also offered the highest gain. Headphone gain is a crucial element of sound quality in order for programs and music tracks not having to be hyper-compressed before transmission. If all Mobile TVs and Pods were from Apple, the need for a higher Target level than -24LU_{FS} in Mobile broadcast wouldn't be strong.

With other less capable systems to take into account, however, it has been justified how a Program Loudness of -16LU_{FS} is an informed choice still allowing for high quality playback without much dynamics processing.”

(Lund 2013, S. 7)

Aktuell nutzt das VOC den Service *Auphonic*, um seine Tonspuren, welche an kleineren Events direkt vom FOH in eine Kamera gespielt werden, im Nachhinein automatisch zu normalisieren.

Von *Auphonic* gibt es einen Weblogeintrag, der sich ebenfalls mit dem Thema Loudness für mobile Zielgeräte befasst. Die Essenz:

“For audio consumed on mobile devices, we recommend -16 LU_{FS}, which is also the default value in the production form. If you are unsure as to which value to use, we suggest you try this one first.”

(Loudness Targets for Mobile Audio, Podcasts, Radio and TV [online], Auphonic 2013)

Auphonic verweist dabei auch auf eine Empfehlung der AES, *Technical Document AES TD1004.1.15-10 (Version 1.0: 19 October, 2015)*. Darin empfehlen die Autoren für mobile Streams eine Lautheit zwischen -20 LU_{FS} und -16 LU_{FS} bei einem maximalen TruePeak von -1.0 dB.

- “It is recommended that the Target Loudness of the stream not exceed -16 LU_{FS}: to avoid excessive peak limiting, and allow a higher dynamic range in a program stream.
- It is recommended that the Target Loudness of a stream not be lower than -20 LU_{FS}: to improve the audibility of streams on mobile devices.
- It is recommended that short-form programming (60 seconds or less) be adjusted by constraining the Maximum Short-term Loudness to be no more than 5 LU higher than the Target Loudness: This ensures that commercials and similar short-form content are consistent with the stream loudness.
- It is recommended that the maximum peak level not exceed -1.0 dB TP: to prevent clipping when using lossy encoders.”

(Byers, Johnston, Kean, Lund, Orban, Wisbey 2015, S.1)

Basierend auf diesen Quellen erscheint ein Loudness Target von -16 LU_{FS} für unsere Anwendung sinnvoll.

Erreichen können wir dies manuell mit den integrierten dynamikbearbeitenden Effekten des *V1*, unter Zuhilfenahme externer Meter. Auf diese gehe ich im Kapitel ‘Audio Monitoring’ näher ein.

Automatisch softwarebasiert zu pegeln ist eine Option, die im Vorfeld des 32C3 bereits im VOC besprochen wurde. Beispielsweise könnten alle Streams in einem *Avid Pro Tools* mit entsprechenden Plugins aufbereitet werden. Auf Grund der fehlenden Ausfallsicherheit und der nötigen Hardware, wie PC und Interface, sowie Lizenzen haben wir uns damals dagegen entschieden. Diese Defizite bestehen weiterhin, was diese Option ausschliesst. Speziell für Broadcastanwendungen existiert Hardware die, die Lautheits-Normalisierung grösstenteils übernimmt, beispielsweise der *TC-Electronic Loudness Pilot*. Dieser verfügt auch über Relais, welche im Problemfall das Signal analog durch das Gerät schlaufen, sowie ausreichend Kanäle, um alle Spuren in einem Gerät zu normalisieren. Gegen diese Lösung spricht jedoch der Preis, sowie die Tatsache, dass wir ein relativ gleichmässiges Signal verarbeiten, was gut manuell realisierbar ist. Folglich bleiben wir dabei, die Lautheit durch klassisches Mischen manuell zu kontrollieren.

2.2. Synchronität von Bild und Ton

In unserem Setup werden die Audio- und Videosignale separat verarbeitet und vor dem Encoder in einem SDI-Audio-Embedder zusammengeführt.

Problematisch dabei ist, dass die Verarbeitung der Teilstreams unterschiedlich lange dauert. Konkret dauert die Verarbeitung in den Bildmischern erfahrungsgemäss etwa 50-100ms (wenige Frames), während das *Vi1* laut Handbuch auch bei Einsatz einer Stagebox unter 2ms zur Audioverarbeitung benötigt. Deshalb muss der Streamton vor der Zusammenführung mit dem Videosignal entsprechend verzögert werden.

Im 'Handbuch der Tonstudioteknik, Band 2' widmen die Autoren ein Kapitel dieser Problematik: (15.2.2, Synchronität und Bild-Ton Versatz)

“Während der Produktion sollte an keinem Punkt der Kette eine Abweichung von mehr als 5 ms Ton vor Bild (voreilender Ton) und 15ms Ton nach Bild (nacheilender Ton) bestehen [EBU Tech. 3311].”

(Dickreiter, Dittel, Hoeg, Wöhr 2008, S.860)

Bis anhin wurde die zeitliche Angleichung von Bild und Ton mit Output Delay im *Vi1* und *Einklatschen* gelöst. Am 32C3 funktionierte das sehr schlecht, aus organisatorischen wie auch technischen Gründen. Es fehlte eine konkrete Planung der Sync-Checks, weshalb diese nur vereinzelt überhaupt durchgeführt wurden. Zudem war es zum Einstellen des Delays notwendig, Bild und Ton im endgültigen Stream zu vergleichen. Dieser hat eine Latenz von ca. 30 Sekunden, was das manuelle Justieren sehr mühsam und zeitraubend macht. Dass das zu diesem Zeitpunkt teilweise bereits im Saal sitzende Publikum das Einklatschen jeweils als Aufforderung verstand, wild zu applaudieren, vereinfachte dies nicht.

Deshalb stelle ich mir dazu die Frage, ob sich das A/V Offset in unserem Fall technisch ermitteln lässt. Dies scheint mir allerdings mit dem zur Verfügung stehenden Equipment schwierig. Beispielsweise kann kein Bildsignal via dem Framegrabber auf der Bühne eingespielt werden, da dieser selbst nochmals leicht verzögert. Ein abgefilmtes Bild, die andere Option, lässt sich wohl nur schwer automatisch analysieren. Eine Möglichkeit bestünde in der Verwendung eines Geräts, das ein Bild- und Audiosignal latenzfrei via SDI und XLR ausspielt. Damit könnte jeweils ein Signal, beispielsweise Klicken oder Timecode, ausgespielt und am Ende der Processing Chain verglichen werden, je nach Signal manuell oder automatisch.

Das 'Handbuch der Tonstudioteknik' dazu:

“Bei Fernsehübertragungen erfolgt die Prüfung meist mit einer elektrischen Klappe (ECT, Electronic Clapper Board). Hier sendet ein Signalgenerator Lichtblitze mit dazu synchronisierten Klickgeräuschen aus, die entweder von Kamera und Mikrofon aufgenommen oder direkt über Audio- und Videoanschlüsse übertragen werden können.”

(Dickreiter, Dittel, Hoeg, Wöhr 2008, S.861)

Über ein solches Gerät, ob konkret ECT oder etwas Vergleichbares, verfügt das VOC meines Wissens allerdings nicht. Das Budget für Anschaffung von Hardware ist sehr beschränkt. Womöglich verfügt allerdings eine der Organisationen, welche dem VOC für den C3 jeweils Equipment zur Verfügung stellen über entsprechende Synchronisationsgeräte. Dies ist abzuklären.

Eine einfache, aber zeitraubende, Option ist, eine Testaufnahme mit Klappe zu machen, diese in einem Videoschnittprogramm zu öffnen, darin den Zeitversatz abzulesen, diesen wiederum im Pult einzugeben und danach mit einer weiteren Klappe nachzuprüfen.

Ein beim Film gängiges Verfahren ist die Synchronisierung via Timecode, wie beispielsweise in Holmans 'Sound and Film for Television' beschrieben ist:

“In film sound production use of time code, a clapperboard slate showing a running time code is closed and at the moment of closure the displayed time code freezes. A time code generator, set to the same time and running parallel to the one in the slate, is included either internal to the sound recorder or as an external time code generator. The frame on which the sticks have just closed and banged is noted as the sync point for the picture and sound.”

(Holman 2010, S. 131)

Für uns ist dies aber keine Option, da bei uns Bild- und Tonsignal interlaced aufgezeichnet, direkt gestreamt und im Normalfall auch für die Releases nicht von Hand bearbeitet werden. Das VOC nutzt das unten dargestellte Ticket Tracking System, um die Postproduktion zu automatisieren.

Für diese Facharbeit relevant ist, dass sich die Synchronität gut durch Delay im ZAR Pult herstellen lässt. Wie der Versatz ermittelt wird, hängt unter anderem vom Aufbau-Zeitplan des 33C3, der verfügbaren Hardware und den Video-Experten im VOC ab.

Wird ein Video-Monitoring wie in Kapitel 2.4. beschrieben umgesetzt, würde dies die Problematik stark vereinfachen, da dann das endgültige, kombinierte Bild-Ton Signal in der ZAR zu Verfügung stehen würde.

The screenshot shows the '32C3 TICKET TRACKER' interface. At the top, there are tabs for 'Recording', 'Cutting', 'Encoding', 'Releasing', and 'Released'. Below this, there are two main sections for tickets. The first section is for ticket '7550 Opening Event', which is 'staged' on 'Day 1' at '11:00' in 'Hall 1'. It lists several audio tracks with their status: 'Recording' (finalized), 'TS| HD-Master MP4' (released), 'TS|(l) HD, WebM' (released), 'TS|(l) MP3' (released), 'TS|(l) MP3 2nd language' (gone), 'TS|(l) Opus' (released), 'TS|(l) Opus 2nd language' (gone), 'TS|(l) SD, MP4' (released), and 'TS|(l) SD, WebM' (released). The second section is for ticket '7565 Keynote', which is also 'staged' on 'Day 1' at '11:30' in 'Hall 1'. It lists the same set of audio tracks with identical statuses. Each track has an 'edit' button and a right-pointing arrow.

Ticket ID	Event Name	Status	Day	Time	Hall	Action
7550	Opening Event	staged	Day 1	11:00	Hall 1	edit >
	Recording	finalized				edit >
	TS HD-Master MP4	released				edit >
	TS (l) HD, WebM	released				edit >
	TS (l) MP3	released				edit >
	TS (l) MP3 2nd language	gone				edit >
	TS (l) Opus	released				edit >
	TS (l) Opus 2nd language	gone				edit >
	TS (l) SD, MP4	released				edit >
	TS (l) SD, WebM	released				edit >
7565	Keynote	staged	Day 1	11:30	Hall 1	edit >
	Recording	finalized				edit >
	TS HD-Master MP4	released				edit >
	TS (l) HD, WebM	released				edit >
	TS (l) MP3	released				edit >
	TS (l) MP3 2nd language	gone				edit >
	TS (l) Opus	released				edit >
	TS (l) Opus 2nd language	gone				edit >
	TS (l) SD, MP4	released				edit >
	TS (l) SD, WebM	released				edit >

Ein Blick in den 32C3 Ticket Tracker des VOC. Ein Ticket entspricht der Aufnahme eines Vortrags. Die Tickets werden automatisch bereitgestellt und zum encoden auf diverse Rechner verteilt. Manuell müssen einzig In- und Outpoints gesetzt, sowie die fertigen encodings geprüft werden.

2.3. Audio-Monitoring

Am 32C3 gab es auf dem *Vi1* pro Ausgangssignal einen Bus. Entsprechend standen auf dem Pult jeweils ein Peak-Meter pro Eingangs- und Ausgangssignal zur Verfügung. Das *Vi1* verfügt über keinerlei Loudness-Meter und wir hatten auch keine solchen extern zur Verfügung. Dies hat das Erreichen einer konstanten Lautheit sehr erschwert.

Um am 33C3 eine gleichbleibende Lautheit zu erreichen, sind wir auf Loudness-Meter angewiesen, optimalerweise eins pro Stream-Audiokanal. Das wären vier Stück für den Originalton und sechs für die Synchronübersetzungen.

Diese externen Meter müssen in Sichtweite des Pultes stehen und damit verbunden werden. Denkbar wäre zum Beispiel ein weiterer Flachbildschirm im Sichtfeld des Mixers, auf dem die Meter, zum Beispiel zehn Instanzen *iZotope Insight* angezeigt werden.

Bei einer Besprechung mit einem anderen Mitglied des VOC kam konkret folgende Lösung auf:

Als Software-Loudness Meter setzt man den *TC-Electric LM6n* ein. Dieser nutzt das bewährte Interface, das TC-Electric auch in ihren Hardware-basierten Loudness-Metern hat und ist als Plugin in allen gängigen Formaten erhältlich. Das Plugin unterstützt eine beliebige Anzahl Instanzen sowie die Aufzeichnung von Lautheits-Statistiken. Letzteres ist für die Nachbearbeitung des Events durchaus interessant. Ausserdem stellt TC-Electric das LM6n als 14-tägige, voll funktionsfähige Demoversion zur Verfügung. Somit können wir dieses Meter ohne finanzielles Risiko am 33C3 erproben. Das Plugin würde entweder als AAX innerhalb einer Avid ProTools Instanz oder standalone als VST in einem VST Plugin Host betrieben.

Bei einer Software-Lösung ist allerdings die Anbindung des darunterliegenden Computers an das *Vi1* nicht ganz unproblematisch. Wird, wie im Kapitel 'Hausverkabelung' beschrieben, die Stagebox ausserhalb der Alten Regie platziert, ist es schwierig, 10 der 16 Ausgänge am *Vi1* für Monitoring zu reservieren. Die naheliegende Option, einfach ein 10-Kanal-Interface an den Monitoring-Computer anzuschliessen, wird somit erschwert. Entweder man nimmt längere Kabelwege in Kauf oder benötigt eine weitere *Vi-Output-Karte*.

Eine alternative Option wäre, den Monitoring-PC mit einem glasfaserfähigen MADI-Interface auszustatten und direkt über den AUX-Anschluss der MADI-Karte im *Vi1* anzubinden.

Es existieren natürlich auch verschiedenste Hardware-basierte Loudness-Meter. Allerdings passen diese, auch mietweise, nicht in unser Budget und sind für unsere Anwendung auch eher überdimensioniert.

Für das Post-Stream Monitoring wurde uns ein Webinterface gebaut, welches alle 4 Videostreams und dazugehörige Audio Pegel-Meter auf einem Bildschirm anzeigt. Dies erlaubt es uns, die endgültigen Streams einfach zu prüfen und, sollte irgendwo ein Problem auftreten, dies schnell zu erkennen.

2.4. Video-Monitoring

In der ZAR stand am 32C3 ein Plasmafernseher, auf dem die RTMP Streams direkt von den Encodern in den Sälen angezeigt wurden. Diese haben allerdings eine Verzögerung von ca. 5 Sekunden, was es sehr schwer macht, ein Audiosignal einem Saal zuzuordnen. Zudem waren diese Streams nicht sonderlich stabil, was zu Ausfällen geführt hat. Dabei musste jeweils der Saalton ganz ohne Relation zum Geschehen im Saal gemischt werden.

Somit ist es erstrebenswert, zum 33C3 in der Alten Regie ein Echtzeit-Bild aus den Sälen zu haben. Dies ist grösstenteils relativ einfach umzusetzen. Für die Säle 1 und 2 können die im Kapitel 'Hausverkabelung' beschriebenen RGBHV-Kabel von der Alten Regie zu den Hinterbühnen genutzt, oder alternativ HD-SDI Kabel von den Encodern zur Alten Regie gelegt werden. In Saal 6 steht ein Bildmischer mit integriertem SD-Downkonverter, wodurch mit SD-SDI die FBAS-Hausverkabelung genutzt werden kann.

Problematisch ist einzig Saal G, dieser bedarf weiterer Abklärungen, da der dort genutzte Bildmischer nur HD und 4K ausgibt. Es ist nicht sicher, ob der Signalweg über die HD-SDI fähigen RGBHV-Kabel vom Saal bis zur Alten Regie möglich und nicht zu lang ist. Es dürfte allerdings reichen, das HD-SDI-Signal in einem der zwischenliegenden Patchräume zu reclocken. Andernfalls könnte mit einem externen SDI-Scaler gearbeitet werden. Mit einem SD-SDI-Signal sollte die Hausverkabelung problemlos genutzt werden können.

In der Alten Regie können, mit einem Split-Screen Rechner, in unserem Fall voraussichtlich den *MultiView 4* von *Black Magic Design*, die Videosignale zusammengefasst auf einem Fernseher angezeigt werden. Alternativ bestünde die Option, eine vorhandene SDI Matrix als Input Switcher zu nutzen.

Das endgültige SDI-Signal in der Alten Regie zur Verfügung zu haben, hat für die Audiotechnik einen weiteren Vorteil: Dadurch, dass bei den Encodern das Audiosignal bereits eingebettet ist, kann die Synchronität von Bild und Ton sowie die Qualität von letzterem in Echtzeit geprüft werden. Dies ist sehr nützlich, da es die im Kapitel 'Synchronität zum Bild' beschriebene manuelle Justierung des Delays sehr vereinfacht. Zudem erlaubt uns dies, einfach nachzuprüfen ob die Audio-Rückleitungen in die Säle korrekt funktionieren.

2.5. Die Hausverkabelung

Die Hausverkabelung des CCH besteht aus diversen NF Multicore ('XLR'), Multimode Glasfaser, 75Ω FBAS und RGBHV Video, sowie Trennklinke Leitungen. Ein Grossteil davon wurde 2006 im Zuge der Erweiterung des CCH neu gebaut.

FBAS ist ein älteres, analoges Videosignal:

“FBAS-Signal (Farbbild-, Austast- und Synchronsignal) ist eine im deutschsprachigen Raum verwendete Bezeichnung für ein Farbfernsehsignal, das neben den im BAS-Signal enthaltenen Signalkomponenten zusätzlich alle für die Farbbilddarstellung erforderlichen Signalanteile [...] beinhaltet.”

(Gwozdek 2002, S. 153)

RGBHV ist ein ebenfalls älteres, analoges Fünf-Komponenten-Signal welches laut eines Mitglieds des VOC ausserhalb der älteren professionellen Projektionstechnik kaum verbreitet war.

Da dies später relevant wird, möchte ich erst einmal genauer auf die verlegten Kabeltypen eingehen. Dazu sprach ich mit Thomas Hagedorn von der *Amptown System Company*, welche beim Umbau 2006 die Medientechnik baute. Er war damals in der Projektleitung und jetzt so nett, sich die Zeit zu nehmen, uns die Verkabelung zu erläutern.

Die verbauten Kabel sind alle von der Firma *Klotz Interfaces*. Für die FBAS-Leitungen wurden Kabel vom Typ *V10/66D* verbaut. Die RGBHV Kabel sind *CV5/A3*. Dies sind Multicore-Kabel mit fünf Koaxial-Videoadern und drei symmetrischen Audio-Aderpaaren. Für die NF-Verkabelung wurden Multicore der PW Serie, in Ausführungen von vier bis vierzig Aderpaaren, verbaut.

Am 32C3 waren, da die zwei grössten Säle je zwei Übersetzerspuren zur Verfügung hatten, sämtliche NF-Leitungen in die Alte Regie belegt. Problematisch war, dass mindestens eine sich während des Kongresses als defekt herausstellte und keine weiteren Leitungen zur Verfügung standen. Zudem waren an den meisten Eingängen des *Vi1* Entkoppler nötig.

Das VOC verfügt selbst über das erwähnte *Soundcraft Vi1*, mit je 16 analogen Ein- und Ausgängen und einer MADI-Karte für Glasfaser. Dazu über eine *Soundcraft Compact Stagebox*, ausgestattet mit 32 analogen Eingängen, 16 analogen Ausgängen und ebenfalls einer optischen MADI-Karte. Am 32C3 standen beide in der Alten Regie.

Hier gibt es verschiedene Optionen, wie das vorhandene Equipment so eingesetzt werden kann, dass sich die beschriebenen Probleme minimieren oder ganz vermeiden lassen.

Im CCH gibt es die sogenannte Tonwerkstatt, ein Raum, der als zentraler Knotenpunkt für Audio- sowie Videopatches dient. Darin laufen diverse Leitungen aus dem ganzen CCH zusammen. Möglicherweise könnte man die Stagebox dort platzieren, um die 8 NF-Leitungen, die von dort in die Alte Regie führen, zu umgehen und zudem mehr Patchmöglichkeiten zu haben.

Dafür müsste die Stagebox via Glasfaser an das Pult in der Alten Regie angebunden werden. Ich hab diese Option mit einer Person vom CCC Network Operation Center (NOC), der die Glasfaser Verkabelung im Haus gut kennt, besprochen.

MADI benötigt zur Übertragung über Glasfaser zwei 1310nm Singlemode Glasfaserkabel:

A fibre interface should be used as specified according to ISO/IEC 9314-3. It should be a graded- index fibre with a core diameter of 62,5 nm, nominal cladding diameter of 125 nm and a numerical aperture of 0,275, at a wavelength of 1300 nm.

(AES Standards Committee, AES10-2008 (r2014), S. 15)

Im CCH liegen nur Multimode Fasern, was allerdings kein Problem ist, da diese mit so genannten Conditioning Patches verbunden werden können.

Aktuell sind während des C3 alle vier intakten Fasern, welche in die Alte Regie hochführen, besetzt. Allerdings sollten sich zum 33C3 zwei frei machen lassen, vorausgesetzt, dass das VOC in der ZAR nicht mehr als 1x10G oder 2x1G Ethernet Bandbreite benötigen wird. Dies ist auf jeden Fall ausreichend, da in der Alten Regie nur noch der Backup-Server sowie persönliche Rechner stehen. Für diese reicht eine Anbindung von einem Gigabit. Am 31C3 war der Storage-Server noch über die Alte Regie angebunden, weshalb damals eine Bandbreite von zehn Gigabit und mehr benötigt wurde.

Das grösste Problem ist allerdings die Signalführung. Um von der Alten Regie Daten via Glasfaser bis in die Tonwerkstatt zu übertragen, müssen durch das Haus verteilt 7 Patches pro Faser gesteckt werden. Dazu meinte die Person vom NOC, equinox:

“Ob das streckenmässig funktionieren wird, kannst du selber überlegen ;) (mit *der* Menge von Patches und 125 Mbaud würde ich 50/50 ansetzen) ‘Saal3 Empore’ <-> ‘Garderobenfoyer’ ist wohl gemerkt ‘wir legen da Faser über den Gang und durchs Foyer’ ”

(equinox (NOC), pers. comm. (IRC), 7. Jun. 2016)

Von da her ist diese Option eher ungeeignet.

Alternativ bestünde die Möglichkeit, die Stagebox mittels MADI über Koaxialkabel anzubinden. Im CCH liegen diverse FBAS Leitungen zwischen der Alten Regie und der Tonwerkstatt. Erfahrungsgemäss lässt sich über die FBAS Verkabelung im Haus SD-SDI übertragen, HD-SDI hingegen nicht. So nutzte das VOC diese vor der Umstellung auf HD zur Übertragung von SD-SDI Signalen. Betrachten wir zunächst die Spezifikationen:

“MADI:

Multi Channel Audio Digital Interface. [...] Die Datenrate beträgt netto maximal 98,304 Megabits pro Sekunde, brutto etwa 125 Megabits pro Sekunde. Dabei kommen entweder Anschlüsse über BNC-Stecker oder über Lichtwellenleiter zum Einsatz.”

(Mücher 2008, S. 289)

“SD-SDI:

Standard Definition Serial Digital Interface. [...] SDI-Signal mit einer Datenrate von 270 Megabits pro Sekunde. Zieht man die Austastlücken ab, in denen sich das Embedded Audio-Signal befindet, beträgt die Nettodatenrate noch rund 207 Megabits pro Sekunde.”

(Mücher 2008, S. 397)

“HD-SDI:

High Definition Serial Digital Interface. [...] SDI-Signal mit einer Datenrate von 1,485 Gigabits pro Sekunde. Zieht man die Austastlücken ab, in denen sich u.a. das Embedded Audio-Signal befindet, beträgt die Nettodatenrate z.B. für die Fernsehnorm 1080i/25 noch rund 1 Gigabit pro Sekunde.”

(Mücher 2008, S. 238)

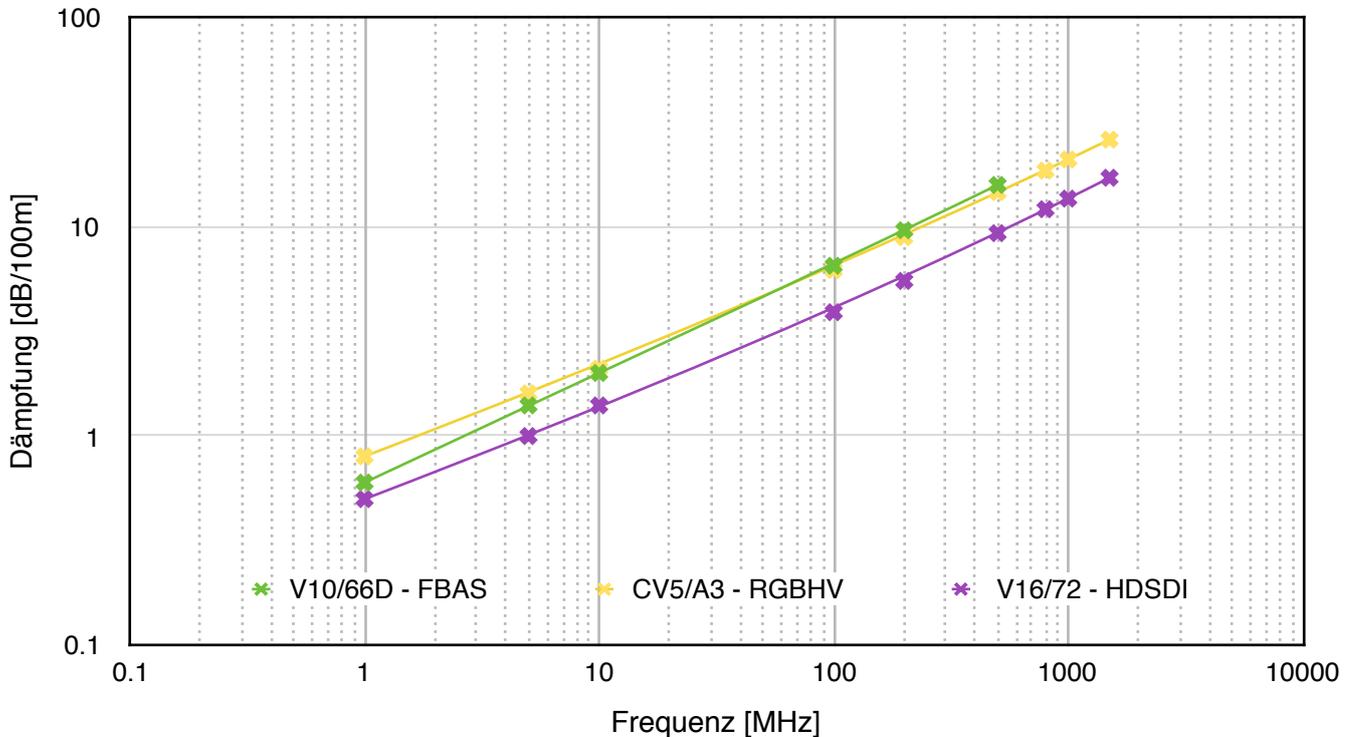
Vergleicht man diese Datenraten sollte MADI problemlos über die FBAS Verkabelung übertragen werden können, obwohl diese nicht annähernd dafür spezifiziert ist. Zum Vergleich:

“Bei der Planung einer Kabelstrecke [für analoges Bildsignal] [...] sollte von einer durchschnittlichen Videofrequenz von 5 MHz ausgegangen werden.”

(Gwozdek 2002, S.189)

Zu beachten ist, dass deshalb auf kurze Kabelwege zu achten ist. Besonders lange Strecken müssen im Vorfeld getestet werden.

Dämpfungsverluste der Videokabel im CCH Hamburg,
mit HD-SDI als Vergleich



An dieser Stelle möchte ich die Spezifikationen der verlegten Videokabel genauer anschauen. In obigem Diagramm sind die frequenzabhängigen Dämpfungswerte der verbauten *V10/66D*- und *CV5/A3*-Kabel aus den jeweiligen Datenblättern eingezeichnet. Dazu als Referenz die Dämpfungswerte eines für HD-SDI spezifizierten Kabels des gleichen Herstellers. Auffallend ist, dass das *CV5* in der verbauten 'long distance' Ausführung konstant etwa die 1.6 fache Dämpfung des HD-SDI Kabels sowie die gleiche Bandbreite aufweist. Bei genauerer Betrachtung des Datenblattes zeigt sich dann auch, dass dieses nicht nur für RGBHV, sondern tatsächlich auch für HD-SDI spezifiziert ist.

Dies bedeutet einerseits, dass sich MADI problemlos darüber übertragen lassen sollte. Andererseits bedeutet dies für das Kapitel 'Video-Monitoring', dass es nicht nötig sein dürfte, HD-SDI-fähige Kabel durch das Treppenhaus zu legen. Generell ist diese Erkenntnis sehr erfreulich, da wir bis anhin davon ausgingen, dass sich HD-SDI nicht über die Hausverkabelung übertragen lässt.

Erwähnenswert ist auch, dass die erforderliche Impedanz für alle erwähnten Standards 75Ω ist, was die Verwendung der Leitungen erst ermöglicht.

Ich wurde allerdings darauf aufmerksam gemacht, dass es für das *Soundcraft Vi1* keine BNC-MADI-Karten gibt. Folglich würde man für diese Lösung zwei MADI Glasfaser-BNC Konverter, wie beispielsweise die *MADI Router* von *RME* benötigen.

Eine dritte Option besteht darin, die Stagebox auf die Hinterbühnen von Saal 1 zu stellen. Dafür müsste ein Simplex Glasfaserpaar von der Alten Regie bis zur Hinterbühne gelegt werden. Am 32C3 wurde bereits HD-SDI über diese Strecke gelegt. Es müssen etwa 50 Meter Kabel verlegt und 2-3 Brandschutztüren passiert werden. Dies stellt jedoch kein Problem dar, da diese alle über Kabeldurchführungen verfügen.

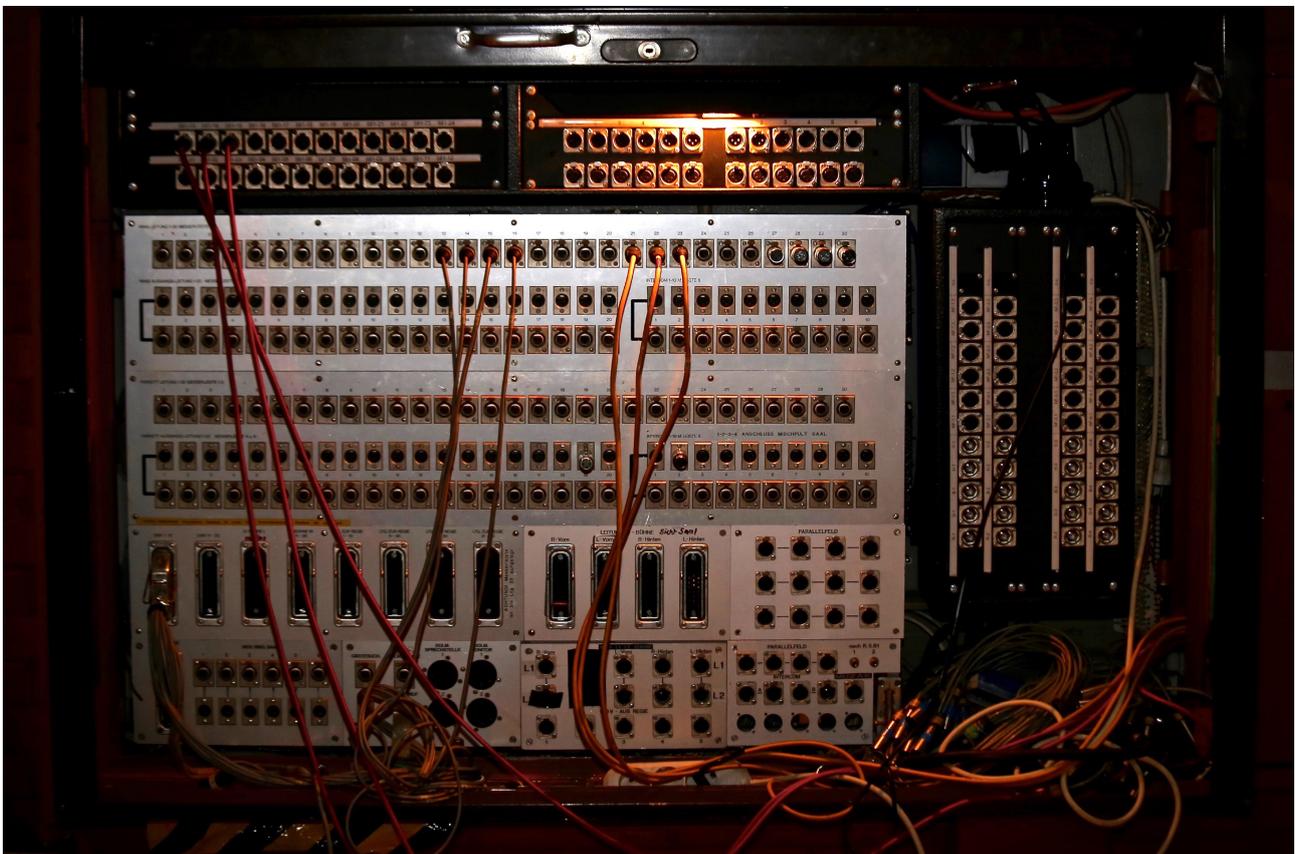
Der gesamte Kabelweg ist ausserdem ausserhalb der Zugänglichkeit normaler BesucherInnen, was eine gewisse Betriebssicherheit gewährleistet.

Von der Hinterbühne aus, unter anderem vom unten abgebildeten Patchpanel aus, ausreichend NF-Multicore überall ins Haus hin, insbesondere zu Saal 2, dem FOH Pult von Saal 1 sowie der Tonwerkstatt.

Zudem gibt uns dieses Setup die Möglichkeit, mit einem entsprechenden Modul in der Stagebox die Audiosignale direkt via AES/EBU in die SDI-Audioembedder zu senden, was uns zwei Wandlungen und potenzielle Brummprobleme erspart.

Im Vergleich scheint die letzte Option die Beste zu sein. Sie ist von der Verkabelung her relativ unkompliziert, realistisch und benötigt auch keine anderen MADI-Karten.

Nicht zu vernachlässigen ist zudem die Tatsache, dass die Hinterbühnen für uns jederzeit zugänglich sind. Um in die Tonwerkstatt zu gelangen, sind wir hingegen auf die Begleitung und Schlüssel der Haustechnik angewiesen.



Eines der Patchpanel auf der Hinterbühne von Saal 1. (Simon Giotta. 2015)

2.6. Digitale Signalführung

Aktuell überlegt sich das ZAR-Team, am 33C3 die Audiosignale nach Möglichkeit digital zu übertragen, primär über AES3 ('AES/EBU').

Zwar ist die NF-Verkabelung im Haus hochohmig, und somit nicht zur Übertragung von AES3 geeignet, da der Standard bei der Übertragung via differenzielle Kabel mit XLR-Steckern einen Wellenwiderstand von 110Ω voraussetzt. Allerdings kann AES3 auch asymmetrisch über 75Ω -Koaxialkabel übertragen werden, wie es im Standard *AES3-4-2009* beschrieben ist:

“Provision is made in this standard for adapting the balanced terminals to use 75 Ohm coaxial cable [...]”

(AES Standards Committee, *AES3-4-2009 (r2014)*, S.14)

Folglich können wir mit Hardware, die über entsprechende Anschlüsse verfügt, oder mit Impedanzwandlern die reichlich vorhandenen FBAS-Leitungen zur AES3-Signalübertragung nutzen. Neben der Impedanz liegt hier sogar auch der genutzte Frequenzbereich von etwa sechs Megahertz nahe an den ca. fünf Megahertz, für die die Verkabelung dimensioniert wurde. Somit entspricht die FBAS-Verkabelung auch der Anforderung des Standards:

“The interconnecting cable shall be coaxial and have a characteristic impedance of $75\Omega \pm 3\Omega$ over the frequency band from 0,1 MHz to 128x frame rate (6,0 MHz in the case of 48 kHz). See AES-2id-2006 for a discussion of design principles. It should be well screened.”

(AES Standards Committee, *AES3-4-2009 (r2014)*, S.15)

Vergleicht man diese Anforderungen mit den technischen Daten des *Klotz V10/66D*, so sieht man, dass diese diese Anforderungen bei weitem erfüllt. So sollten sich die AES3 Signale problemlos auch über lange Distanzen übertragen lassen.

Somit können Audiosignale direkt in den Sälen digitalisiert und zu Stagebox und Pult und von da auch wieder digital zurückübertragen werden.

Die *Blackmagic Design Mini Converter Audio to SDI* bei den Encodern in Saal 1 und 2 unterstützen AES3-Input direkt. So können jeweils die drei Tonspuren— eine Originaltonspur und zwei Übersetzungen — über je zwei AES3-Verbindungen rückübertragen werden.

Die *Soundcraft Vi6* Pulte in Saal 1 und 2 haben keine AES3- oder AES10 ('MADI')-Karten verbaut. Da sich die Saalpulte wie auch die gemeinsame Übersetzeranlage der zwei Säle in relativer Nähe zu sowohl der Hinterbühne als auch der Alten Regie befinden, lohnt es sich für uns nicht, bei den Pulten zu wandeln, zumal wir dafür auch zusätzliche Hardware benötigen würden.

In Saal G und 6 werden keine Embedder eingesetzt, da nur eine Übersetzer- und damit total zwei Audiospuren eingebettet werden müssen, was direkt über die Audio-Eingänge der Bildmischer gemacht werden kann. Diese sind allerdings analog und unterstützen kein AES3. Allerdings ist bei diesen Sälen aufgrund der langen Kabelwege eine digitale Übertragung, sowohl von und zu Pult/ Stagebox interessant. Somit muss im Saal sowohl Analog-Digital wie Digital-Analog gewandelt werden.

Uns steht ein *TC-Electronic Finalizer 96K* zur Verfügung, welcher sich als bidirektionaler Stereowandler einsetzen lässt und nicht anderweitig benötigt wird. Dieser wird in Saal G eingesetzt, da wir am 32C3 starke Probleme mit den NF-Kabelwegen dahin hatten.

Für Saal 6 benötigen wir einen weiteren AD/DA Wandler. Eine günstige Option wäre hier beispielsweise der *Behringer ULTRAMATCH PRO SRC2496*. Allerdings wäre ohne zusätzliche Hardware eine analoge Anbindung des Saals auch denkbar, da dieser Kabelweg in der Vergangenheit sehr gut funktioniert hat.

Wird die Audioübertragung digital gelöst, so muss sichergestellt werden, dass alle digital verbundenen Geräte korrekt synchronisiert sind. Als Master Clock hierfür dient die eingebaute Clock des *Vi1*. Die Verwendung einer externen Clock wurde in Betracht gezogen und verworfen. Die meiste Synchronisation findet bei unserer Anwendung über AES3 oder AES10 statt, womit die Clock hauptsächlich das *Vi1* takten würde und somit nicht nötig ist.

Die Synchronisierung zwischen *Vi1* und Stagebox erfolgt über AES10 ('MADI'), wobei sich laut Handbuch die Stagebox zur Clock des Pultes synchronisiert. Dies, obwohl AES10 eigentlich nicht selbst-synchronisierend ist:

“Beim MADI-Format handelt es sich im Gegensatz zu den Zweikanal-Formaten AES/EBU und SPDIF nicht um eine selbst-synchronisierende Schnittstelle. [...] Als Steckverbindung sind BNC-Stecker vorgesehen, zusätzlich muss auf einer getrennten Leitung ein AES/EBU-Signal oder Wordclock mit TTL-Pegel zur Synchronisation übertragen werden.”

(Bremm 2004, S. 129)

Im Standard ist auch explizit aufgeführt, dass alle Geräte separat synchronisiert werden müssen:

“Each transmitter and receiver shall be provided with an independently distributed master synchronizing signal. This signal shall be in accordance with AES11. Alternatively, a video reference signal may be used in accordance with the timing reference point provisions of AES11.”

(AES Standards Committee, AES10-2008 (r2014), S. 12)

Das gilt aber explizit nicht für 'Master-Slave' Verbindungen:

“This clause covers the sample synchronization of transmitters and receivers relative to a master synchronizing signal. It does not apply in the case of a master-slave connection only.”

(AES Standards Committee, AES10-2008 (r2014), S. 11)

Im *Information document AES-10id-2005* ist dies weiter ausgeführt:

“Where an encoder-decoder pair are operated in isolation, a master reference can be derived from either and fed to both in the manner of a DARS signal.”

(AES Standards Committee, AES-10id-2005 (r2011), S. 10)

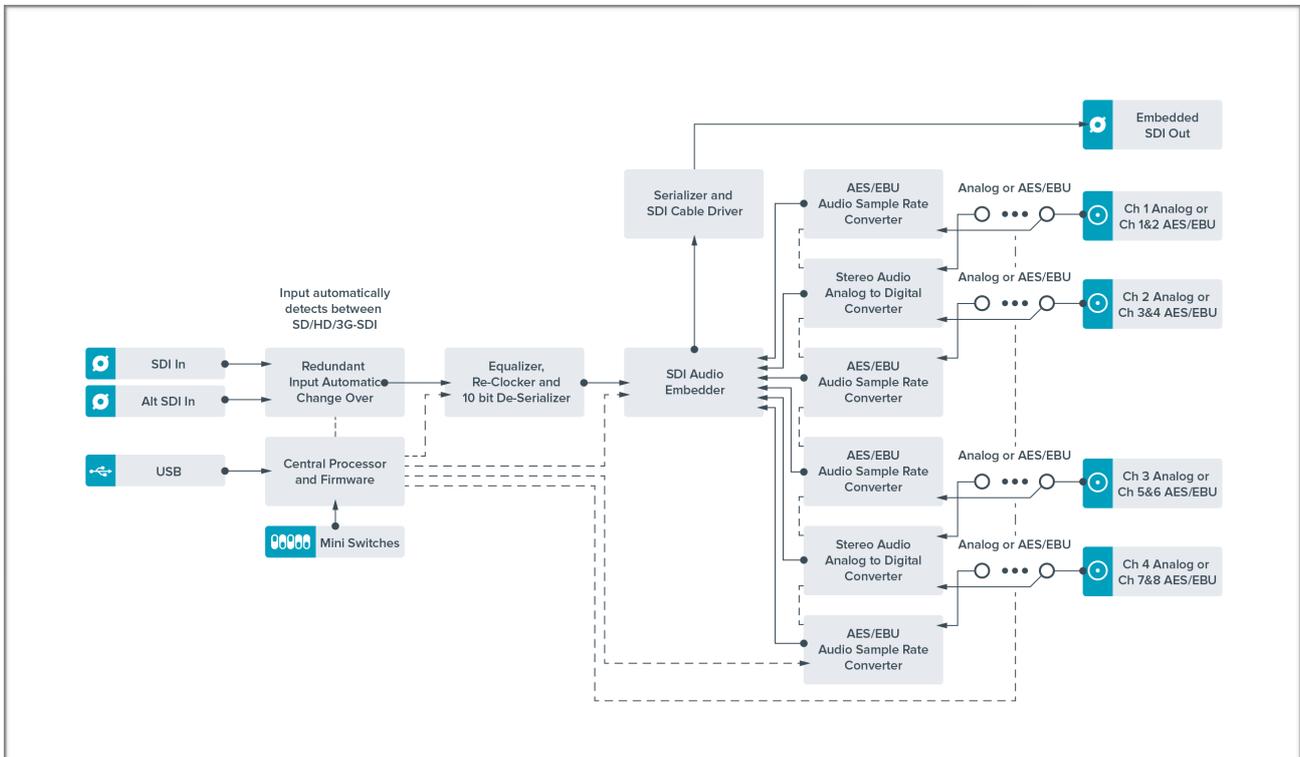
Ein Dokument von *Soundcraft* mit technischen Informationen zu den *Vi* Erweiterungskarten dazu:

“In slave mode, the card extracts the system clock from the incoming MADI signals and provides it to the entire remote I/O box.”

(Soundcraft, *Vi Series Standard & Optional I/O Cards* [online], 2012, S.14)

Bei der Übertragung über CAT5e nutzt *Soundcraft* in ihrer proprietären Implementierung demnach ein dediziertes Aderpaar zur Synchronisation. Bei der Übertragung via Glasfaser wird das Clock-Signal aus dem MADI-Signal gewonnen, was nach Studium der Standards auch Sinn ergibt.

Bei der Übertragung in die Embedder (*Blackmagic Design Audio to SDI Converter*) erhalten diese sowohl die Clock des SDI-Signals als auch jene der AES3 Audiosignale. Diese sind nicht synchronisiert, da dafür die Synchronisierung aller Säle notwendig wäre. Hier besteht die Gefahr eines Two-Clock-Problems: Die Clock des *Vi1* läuft zwangsweise nicht genau gleich schnell wie jene des Bildmischers des jeweiligen Saales.



Funktionsdiagramm des *Blackmagic Design Audio to SDI Converter*. (Blackmagic Design Pty. Ltd)

Das Funktionsdiagramm des *Converters* zeigt, dass er an allen AES3-Eingängen über Sample Rate Converter verfügt. Damit kann der Embedder das Audiosignal vom Takt des *Vi1* auf jenen des SDI-Signals anpassen. Folglich können die Audiosignale auch ohne Synchronisation der Audio- und Videopipelines problemlos digital in die Embedder übertragen werden.

Da die Wandler in den Sälen G und 6 sowohl AES3 zum Pult senden als auch davon empfangen, können sie zu der vom Pult kommenden AES3-Verbindung synchronisiert werden. Allerdings sind sowohl der *TC-Electric Finalizer*, der *Behringer Ultramatch* wie auch die *Soundcraft AES/EBU*-Karten alle Sample Rate Conversion (SRC) fähig. Somit müssten diese theoretisch nicht synchronisiert werden, da sie alle 48kHz-48kHz SRC können. Eine korrekte Synchronisation empfiehlt sich natürlich trotzdem, gerade da eine solche in unserem Setup nur einer korrekten Konfiguration der Wandler bedarf.

2.7. Übersetzerton

Die Übersetzieranlage des CCH nutzt Headsets. Die Übersetzer tragen diese erfahrungsgemäss sehr unterschiedlich, zum Teil einseitig oder um den Hals. Das führte dazu, dass sich die Pegel zwischen verschiedenen ÜbersetzerInnen, die oft zu zweit einen Vortrag übersetzen und sich dabei abwechseln, teilweise stark änderte. Auch haben die Panels der Übersetzieranlage verschiedenste Regler. Es kann durchaus geschehen, dass dabei zur Anpassung der Kopfhörerlautstärke am Mic-Preamp gedreht wird.

Es wurde intern schon angesprochen, ob es sinnvoll wäre, die Übersetzieranlage komplett zu umgehen und direkt Tischmikrofone in den Übersetzerkabinen aufzustellen. Dies hätte den Vorteil, dass die Mikrofonposition fix wäre und die Mikrofone direkt der Kontrolle der ZAR unterliegen würden. Allerdings brauchen die ÜbersetzerInnen trotzdem den Saalton, sowie eventuell sich selbst auf den Kopfhörern. Dies würde zu einem relativ komplexen Setup führen. Zudem würde das Problem, das einige ÜbersetzerInnen ihre Kopfhörer gerne einseitig oder um den Hals tragen, so nicht gelöst. Auch bei reinen Kopfhörern ist das problematisch, da es zu Übersprechen des Kopfhörersignals auf die Mikrofone führt.

Eine technische Lösung für dieses Problem scheint mir schwierig. Zielführender dürfte eine klare Richtlinie für die Übersetzenden sein, in Form einer Instruktion sowie eines Merkblattes in den Kabinen. Dabei müssten folgende Punkte behandelt werden:

- Korrektes Tragen des Headsets bzw. Kopfhörers
- Positionierung des Mikrofons
- Bedienung des Kontrollpanels

Dazu wäre es möglicherweise sinnvoll, nach Personalwechseln von den ÜbersetzerInnen einen 'Soundcheck' einzufordern. Beispielsweise so, dass diese bei Beginn ihrer Schicht jeweils die ZAR anrufen, probeweise sprechen und sich ein *OK* einholen. Somit hatte das Personal der ZAR die Möglichkeit, allfällige falsche Einstellungen in den Übersetzerkabinen rechtzeitig anzupassen, sowie falls nötig den ÜbersetzerInnen beim Einstellen ihres Kopfhörermixes zu helfen. Dieses Verfahren würde zudem auch zu einem stärkeren Austausch zwischen VOC/ZAR und dem Translator-Team führen. Das wäre wünschenswert, denn am 32C3 fand praktisch keine Kommunikation zwischen den Teams statt. Ein ungefähr sechsständiger Ausfall einer Übersetzerspur wäre mit besserer Kommunikation grösstenteils vermeidbar gewesen.



Eine der Übersetzerkabinen des CCH am 31C3, im Hintergrund Saal 1. (Sebastian Liskén, 2014)

2.8. Qualität des Haustons

Die Signale, die die Haustechnik in die ZAR sendet, entsprechen dem FOH-Mix der jeweiligen Säle und werden nicht weiter aufbereitet. Das war am 32C3 insofern problematisch, als dass Bearbeitungen, wie beispielsweise ein falsch eingestelltes Gate oder ein fehlender HPF, im Stream-Mix sehr störend waren. Diese Fehler konnten auch nicht ohne weiteres in der ZAR korrigiert werden.

Eine technische Lösung hierfür scheint mir schwierig. Die ZAR hat nicht die Kapazität, die Mikrofone aller Säle ein zweites Mal zu mischen. Dafür wären vier Streamtonregionen, eine pro Saal, erforderlich. Zwar würden solche diverse Vorteile mit sich bringen. Das VOC hätte zum Beispiel die Möglichkeit, die Signale von Anfang an für die Wiedergabe auf integrierten Lautsprechern und Kopfhörern zu mischen und jeder Saal würde von einer eigenen Person betreut. Allerdings verfügt das VOC bis jetzt nicht über die Hardware und insbesondere nicht über ausreichend fachkundiges nicht anderweitig benötigtes Personal, um separate Audioregionen zu realisieren.

Somit bleibt uns aktuell nur, den HaustechnikerInnen zu kommunizieren, was wir für Anforderungen an den Mix, welchen sie uns in die ZAR hochsenden, haben. Im Folgenden werde ich die wichtigsten Punkte auführen und kurz beschreiben:

- Noisegates
Am 32C3 kam es mehrfach vor, dass Gates auf den Sprechermikrofonen falsch eingestellt waren. Das mag im Saal nicht weiter störend gewesen sein, im Stream jedoch sehr. Entsprechend sollten die Haustechniker vorsichtig sein, allfällige Gates nicht zu hart oder hörbar einzustellen.
- Saalmikrofone manuell regeln
In den Sälen stehen am C3 jeweils Mikrofone, damit Publikumsfragen im Saal wie im Stream verstanden werden können. Am 32C3 waren diese meist mit Gates versehen, dafür durchgehend offen. Bei Applaus, Gelächter oder Ähnlichem im Publikum öffneten diese Gates jeweils. Auch dies hat im Saal wohl nicht weiter gestört, in den Aufnahmen jedoch sehr. Deshalb wäre unser Wunsch, dass die HaustechnikerInnen die Saalmikrofone jeweils von Hand bedienen.
- HPF
Es kam am 32C3 verschiedenfach vor, dass auf den Mikrofonen der Sprecher keine Hochpass-Filter gesetzt waren. Im Saal war dies leicht störend. Im Stream war dies jedoch definitiv ein Problem, da der Hörkomfort auf Kopfhörern sehr litt. Besonders nach weiterer Kompression, wie sie für den Stream gemacht wurde. Auch war es uns nicht einfach möglich, einen HPF über den gesamten Streamton zu setzen, da wir damit auch den Laptop-Ton, also etwa eingespielte Musik, beschnitten hätten.
- Pausenmusik
Der CCC hat eine Pausenmusik — ursprünglich aus dem Berliner Congress Center — die traditionell während den Talkpausen im Stream, zum Teil auch in den Sälen, gespielt wird. Am 32C3 erhielten die HaustechnikerInnen die Musik, sowie die Anweisung, diese in den Pausen einzuspielen. Dies funktionierte schlecht, zum Teil wurde unsere Musik zwar eingespielt, oft aber die Pausenmusik des CCH oder gar keine. Entsprechend wurde zeitweise Pausenmusik durch die ZAR eingespielt, was zu Problemen führte als zum Beispiel ein Talk oder dessen Ansage bereits lief, dies aufgrund des fehlenden Bildes in der ZAR aber noch nicht bemerkt wurde. Dieses Jahr muss dies offensichtlich vorab besser kommuniziert werden.

Es bietet sich an, diese Punkte in Form eines Riders niederzuschreiben und diesen der Haustechnik im Vorfeld zukommen zu lassen, sowie an den FOH Mischplätzen auszulegen. Zudem kann in Betracht gezogen werden, gewisse Anforderungen vorgängig vertraglich festzulegen.

3. Fazit

3.1. Zusammenfassung

Zum Erreichen einer konstanten und einheitlichen Lautheit habe ich erst mittels Literaturrecherche ein optimales Loudness Target ausgearbeitet. Für unsere Zielgeräte, Kopfhörer oder in Mobilgeräte verbaute Lautsprecher, ist es optimal, eine Lautheit von -16LU_{FS} anzustreben. Dann habe ich ausgearbeitet, wie wir ein Metering bauen könnten, welches uns erlaubt, dieses Ziel konsistent zu erreichen.

Die Synchronisierung von Bild und Ton, die in unserem Setup nötig ist, da wir diese auf unterschiedlichen Wegen verarbeiten, stellte sich als schwierig, respektive zeitaufwändig, heraus. Dies, da entweder die Auswertung einer Aufnahme nötig ist, oder der Streamton mit einer Latenz von 30 Sekunden als Kontrolle dienen muss.

Allerdings würde uns das angesprochene Videomonitoring, ausser dass es uns das Mischen stark vereinfacht, erlauben, direkt das kombinierte Bild-Tonsignal zu sehen und die Synchronisation so einfach und in Echtzeit von Hand zu justieren.

Ich habe ausgearbeitet, dass wir das Problem der knappen NF-Leitungen in die Alte Regie umgehen können, indem wir die Stagebox auf der Hinterbühne von Saal 1 aufbauen.

Auch konnte in Erfahrung bringen, welche Typen Signalkabel im CCH verbaut sind, und habe festgestellt, dass die RGBHV-Kabel HD-SDI fähig sind.

Darauf habe ich die Möglichkeit besprochen, ein Grossteil der Signale digital, mit AES3, über die FBAS-Verkabelung zu übertragen. So wäre die Signalführung gegen Probleme, die bei langen analogen Übertragungswegen auftreten, immun. Gerade bei der digitalen Signalführung waren die entsprechenden AES-Standards sehr informativ.

Zuletzt habe ich ausgearbeitet, wie wir die Qualität des Saal- und Übersetzertons optimieren können. Hier zeigte sich, dass die technischen Optimierungsmöglichkeiten limitiert sind, aber eine korrekte Instruktion der Techniker und Übersetzer zu Verbesserungen führen kann.

3.2. Auswertung

Ich bin der Meinung das in der Einleitung beschriebene Ziel dieser Arbeit erreicht zu haben. Es wurde Loudness-Target, sowie verschiedene Optimierungen um dies zu erreichen ausgearbeitet. Dazu wurden insbesondere in den Kapitel 'Übersetzerton' und 'Qualität des Haustons' Verbesserungen vorgeschlagen, die das Zuhören angenehmer gestalten und über längere Zeit ermöglichen. Auch wurde ausführlich besprochen wie das technische Setup, insbesondere die Signal-Übertragungswege, angepasst werden kann, so dass Ausfälle und Brummprobleme vermieden werden können

Das Schreiben dieser Arbeit war definitiv spannend und hat bei mir zu diversen Erkenntnisgewinnen geführt. Ich bin zuversichtlich, dass sich vieles daraus zum 33C3 umsetzen lassen wird, gerade auch da wir jetzt über genauere Informationen zu den verbauten Kabeln verfügen. Persönlich war ich sehr erfreut festzustellen, dass die RGBHV-Verkabelung für HD-SDI spezifiziert ist, da wir davon ausgingen, höchstens SD-SDI über die Hausverkabelung übertragen zu können.

Aktuell überlegt sich das VOC, am 33C3 einen eigenentwickelten Software-Bildmischer einzusetzen. Der Einsatz von *Voctomix* würde den Signalfluss stark ändern. Ein Grossteil würde jedoch relevant bleiben, wenn auch die Kapitel zu Synchronität, Video-Monitoring und Hausverkabelung teilweise nicht mehr zutreffend wären.

A. Anhänge

Bibliographie und Quellenverzeichnis

Bücher

- Bremm, P. 2004, *Das digitale Tonstudio*, PPVMEDIEN, Bergkirchen.
- Dickreiter, M., Dittel, V., Hoeg, W., Wöhr, M. 2008, *Handbuch der Tonstudioteknik*, K. G. Saur, München.
- Frieseke, A. 2014, *Die Audio Enzyklopädie*, 2. Auflage, De Gruyter Saur, Berlin.
- Gwozdek, M. 2002, *Lexikon der Videoüberwachungstechnik*, 3. Auflage, Hüthig, Heidelberg.
- Holman, T. 2010, *Sound for Film and Television*, Focal Press, Burlington MA.
- Mücher, M. 2008, *Broadcast Fachwörterbuch*, 16. Auflage, Verlag BET, Hamburg.

Papers

- Byers, Johnston, Kean, Lund, Orban, Wisbey, October 2015, *Recommendation for Loudness of Audio Streaming and Network File Playback*, AES, New York
- Lund, T. 2013, *Audio for Mobile TV, iPad and iPod*, TC Electronic A/S, Risskov, Denmark

Standards

- AES Standards Committee, 2009 (reaffirmed 2014), AES3-4-2009 (r2014), *AES standard for digital audio – Digital input-output interfacing – Serial transmission format for two-channel linearly represented digital audio data Part 4: Physical and electrical*, Audio-Engineering Society, New York.
- AES Standards Committee, 2008 (reaffirmed 2014), AES10-2008 (r2014), *AES Recommended Practice for Digital Audio Engineering – Serial Multichannel Audio Digital Interface (MADI)*, Audio-Engineering Society, New York.
- AES Standards Committee, 2005 (reaffirmed 2011), AES-10id-2005 (r2011), *AES information document for digital audio engineering - Engineering guidelines for the multichannel audio digital interface, AES10 (MADI)*, Audio-Engineering Society, New York.
- ITU-T, 09/2012, *Recommendation ITU-T G.711.1: Wideband embedded extension for ITU-T G.711 pulse code modulation*, International Telecommunication Union, Genf.

Webseiten

- Unbekannt, 2015, *Live Interpretations at 32c3 [online]*, CCC Events Weblog, Verfügbar unter: <https://events.ccc.de/2015/12/26/live-interpretations-at-32c3/> [Abgerufen: 6.5.2016]
- Unbekannt, 2015, *32C3: 32nd Chaos Communication Congress [online]*, CCC Verfügbar unter: https://events.ccc.de/congress/2015/wiki/Main_Page [Abgerufen: 6.5.2016]
- Auphonic / 'flo', 2013, *Loudness Targets for Mobile Audio, Podcasts, Radio and TV [online]*, Auphonic Blog, Verfügbar unter: <https://auphonic.com/blog/2013/01/07/loudness-targets-mobile-audio-podcasts-radio-tv/> [Abgerufen: 8.5.2016]
- Soundcraft, 05/2012, *TECHNICAL INFORMATION Vi Series Standard & Optional I/O Cards [online]*, Verfügbar unter: <http://soundcraft.com.s3.amazonaws.com/downloads/user-guides/Vi-Series-Cards-0512-web.pdf> [Abgerufen: 21.5.2016]
- Fairydust FM, 2015, *32C3 Sendung #7*, Verfügbar unter: https://fairydust.fm/files/fairydust_fm_32c3_7.mp3 [Abgerufen: 24.5.2016]

Handbücher

Soundcraft, 2012. *Vi Series Standard & Optional I/O Cards [online]*. Verfügbar unter: <http://soundcraft.com.s3.amazonaws.com/downloads/user-guides/Vi-Series-Cards-0512-web.pdf> [Abgerufen: 24.5.2016]

Soundcraft, 2011. *Compact Stagebox User & Installation Guide*. Verfügbar unter: <http://soundcraft.com.s3.amazonaws.com/downloads/user-guides/BD10.947004-CSB-UG-V1.pdf> [Abgerufen: 24.5.2016]

Soundcraft, 2010. *Vi1 User Guide*. Verfügbar unter: <http://soundcraft.com.s3.amazonaws.com/downloads/user-guides/Soundcraft-Vi1-User-Guide-0113.pdf> [Abgerufen: 24.5.2016]

TC-Electronic, k.D. *Finalizer PLUS/96K Handbuch Rev 1.4*. Verfügbar unter: http://cdn-downloads.tcelectronic.com/media/216622/tc_electronic_finalizer_96k_manual_german.pdf [Abgerufen: 24.5.2016]

Datenblätter

Klotz Interfaces, 2016. *AV-Composite - 5 x Video + 3 x Audio - long distance [online]*. Verfügbar unter: <https://shop.klotz-ais.com/6199-cv5a3.html> [Abgerufen: 6.24.16].

Klotz Interfaces, 2015a. *Klotz PW...-X Studio Multicore Polywire Datenblatt*.

Klotz Interfaces, 2015b. *Klotz V16/72.. HD-SDI - Digital Video Cable Datenblatt*.

Klotz Interfaces, 2014. *Klotz V10/66D.. Analog Video Cables - 75Ω Datenblatt*.

Bildverzeichnis

Blackmagic Design Pty. Ltd, k.D., *Funktionsdiagramm des Blackmagic Design Audio to SDI Converter*, Verfügbar unter: <https://images.blackmagicdesign.com/images/products/miniconverters/models/functional-diagrams/audio-to-sdi@2x.png?v=1460999814> [Abgerufen: 21.5.2016]

Sebastian Lirken, 2014, *Eine der Übersetzerkabinen des CCH am 31C3*, privat.

Verweis auf digitalen Anhang

Auf der beiliegenden CD finden sich diese Arbeit als PDF, sowie die referenzierten Papers, Webseiten, Handbücher und Datenblätter.

Eigenständigkeitserklärung

Name, Vorname: Giotto, Simon

Studierendenummer: 133409

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit bzw. Leistung eigenständig, ohne fremde Hilfe und nur unter Verwendung der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle sinngemäss und wörtlich übernommenen Textstellen aus der Literatur bzw. dem Internet habe ich als solche kenntlich gemacht.

Mir ist bekannt, dass im Falle einer Täuschung (Plagiat) die Abschlussarbeit mit 'nicht bestanden' bewertet wird.

Ort, Datum: Zürich, 25. Juni 2016

Unterschrift