

Bernburg
Dessau
Köthen



Hochschule Anhalt
Anhalt University of Applied Sciences



Fachbereich
Elektrotechnik, Maschinenbau
und Wirtschaftsingenieurwesen

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Engineering (B. Eng.)

Christian Gottfried Klein

Vorname Nachname

Medientechnik, 2009, 4051801

Studiengang, Matrikel, Matrikelnummer

Thema:

**Die Modernisierung einer Produktions-
und Layoutregie des Mitteldeutschen
Rundfunks**

Prof. Dr.-Ing. Steffen Strauß

1. Prüfer/in

Prof. Dr.-Ing. Michael Brutscheck

2. Prüfer/in

16.03.2015

Abgabe am

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre/n ich/wir, dass die Arbeit selbständig verfasst, in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt wurde und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel und Quellen, einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software, verwendet wurden.

Köthen, 16.03.2015

Ort, Datum

Unterschrift/en der/des Studierenden

Sperrvermerk

Sperrvermerk:

ja

nein

wenn ja:

Der Inhalt der Arbeit darf Dritten ohne Genehmigung der/des (Bezeichnung des Unternehmens) nicht zugänglich gemacht werden. Dieser Sperrvermerk gilt für die Dauer von X Jahren.

Köthen, 16.03.2015

Ort, Datum

Unterschrift/en der/des Studierenden

Angaben

zum

Unternehmen

Logo des Unternehmens



Name des Unternehmens

Media & Communication Systems (MCS) Sachsen-Anhalt GmbH

Abteilung

Hörfunk-Technik

Name des Betreuers

Dipl.-Ing. Rainer Müller

Kontaktdaten

Anschrift des Standortes, an dem die Arbeit verfasst wurde

MCS Sachsen-Anhalt GmbH
Stadtparkstraße 8, 39114 Magdeburg

E-Mail-Adresse des Betreuers

Rainer.Mueller@mdr.de

Kurzfassung

Der Autor dieser Arbeit mit dem Thema: „Die Modernisierung einer Produktions- und Layout-Regie des Mitteldeutschen Rundfunks“ ist Christian Klein, Student der Medientechnik in Köthen (Matrikel 2009).

Die vorliegende Arbeit wurde als Projekt bei der Media & Communication Systems (MCS) GmbH Sachsen-Anhalt in der Abteilung Hörfunk angefertigt und baut auf der vorangegangenen Praktikumsarbeit auf, in der bereits die Vorauswahl des Mischpultes diskutiert wurde. Sie beschäftigt sich mit der Modernisierung der Produktionsregie – die Regie 3 – im Landesfunkhaus des MDR in Magdeburg. In ihr werden allgemeine Anforderungen an eine Produktionsregie im Hörfunkbereich aufgelistet, die anschließend auf die zu modernisierende Anlage bezogen werden.

Es folgt eine Beschreibung der Neugestaltung und der damit verbundenen Ideen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf der technischen Ausstattung und der neuen Möbelgestaltung.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung zum Thema	1
2	Anforderungen an die Regieanlage	3
2.1	Allgemeine Anforderungen	3
2.2	Räumliche Anforderungen.....	6
2.3	Die akustische Gestaltung der Regie	7
2.4	Weitere Spezifikationen des Mischpultes.....	10
2.5	Der Einsatz und die Funktionsweise des Dante-Protokolls	13
2.6	Verwendete Programme (AutoCAD, Toolbox)	14
3	Die Neugestaltung des Regiekomplexes	18
3.1	Die Regie 3.....	18
3.1.1	Die Möbel	18
3.1.2	Die Anordnung und technischen Neuerungen der Geräte	22
3.2	Das Studio 2	27
3.2.1	Die Möbel	27
3.2.2	Die Anordnung der Geräte und Steckfelder	29
3.3	Das Layout-Studio.....	30
3.4	Das G&D KVM- System	33
4	Zusammenfassung und Ausblick	35
	Abkürzungsverzeichnis	i
	Abbildungsverzeichnis	iii
	Literaturverzeichnis	iv
	Anhang	v
A.	Audio- und APC-Verkabelung	
B.	Hörfunk KVM-R3	
C.	R3 Steuerung	
D.	Gestellansichten vom Technikraum 2	

1 Einleitung zum Thema

Die regelmäßige Modernisierung eines Hörfunkstudios ist für den Erhalt der Betriebs- und Sendesicherheit einer Radiostation essentiell. Durch die Modernisierung können neue Funktionen und Leistungsmerkmale realisiert werden, die eine bessere Anbindung an die sich ständig ändernde technische Studioumgebung und deren neuen technischen und funktionellen Anforderungen ermöglichen.

Das Ziel dieser Arbeit ist die Ausarbeitung eines Modernisierungskonzeptes für die Produktions- und Layoutregie im Landesfunkhaus des MDR in Magdeburg. Im Anschluss soll das ausgearbeitete Konzept praktisch umgesetzt werden.

Die Erneuerung der Regieanlage ist aus vielen unterschiedlichen Gründen notwendig geworden. Bei der heutigen technischen Entwicklungsgeschwindigkeit und dem damit verbundenen Angebot von immer neuen Geräten, Schnittstellen und Problemlösungen veralten technische Standards immer schneller.

So erfordert die Anbindung an bereits modernisierte Studios, Zuspäher und andere Technik des Landesfunkhauses sowie die immer weiter übergreifende informationstechnische Vernetzung von Geräten und Anlagen eine Erneuerung der veralteten Regieanlage.

Auf dem Stand der Technik zu bleiben hat außerdem den Vorteil, dass durch die neuen möglichen Leistungsparameter, die neue Mischpulte aufgrund ihrer besseren Hardware und der umfangreicheren Programmiermöglichkeiten bieten, immer neue Funktionen und auch Bedienungserleichterungen zur Verfügung gestellt und genutzt werden können.

Nach langjährigem Betrieb sprechen auch die wirtschaftlichen Aspekte für eine Erneuerung. Wie in vielen Betrieben üblich werden Investitionen, in diesem Fall in Hörfunktechnik, mit der Zeit abgeschrieben. Sobald der Investitionswert geltend gemacht wurde wird im Regelfall wieder neu investiert, wobei hier nicht tief greifender auf diesen wirtschaftlichen Vorgang eingegangen werden soll. Im öffentlich-rechtlichen Rundfunk beträgt die Zeitspanne für eine Modernisierung im Durchschnitt etwa acht Jahre. In dieser Zeitspanne haben sich auch die Anforderungen an den Produktions- und Sendebetrieb geändert, sodass auch aus diesem Gesichtspunkt Bedarf an einer Modernisierung besteht. Es gibt also sowohl technische, nutzerbasierte als auch

wirtschaftliche Gründe, die für eine regelmäßige Erneuerung und damit verbundene Aufrüstung einer Regieanlage sprechen.

2 Anforderungen an die Regieanlage

Wenn man von den Anforderungen an eine Regieanlage spricht, lässt sich dies im Allgemeinen recht schnell zusammenfassen: Sie muss funktionell, effektiv und ergonomisch sein. Die Nutzer wollen sich schnell zurechtfinden und sollen sich auch an einem langen Tag an ihrem Arbeitsplatz wohlfühlen. Diese Punkte zu erfüllen sind das Ziel und die Aufgabe eines Planers. Dafür gilt es, einiges zu beachten. Bei der Planung einer neuen Regieanlage dürfen nicht nur die akustischen und technischen Anforderungen und Gegebenheiten eine Rolle spielen. Ebenso wichtig sind Gedanken zur Arbeitsplatz-Ergonomie. Dazu zählen unter anderem Faktoren wie die ökonomische Positionierung der Geräte sowie die Position der Regie im Gebäude, um ein effizientes Arbeiten mit kurzen Wegstrecken zu unterstützen. Ebenso stellen sich Fragen nach der Beleuchtung des Arbeitsplatzes wie z. B., ob Tageslicht erwünscht oder hinderlich ist (z.B. bei der Arbeit in einem Fernsehstudio), genügend Tageslicht zur Verfügung steht oder wie es mit der Frischluftzufuhr in den Räumen aussieht, nur um einige Themengebiete anzuschneiden.

Während bei einem Neubau alle Möglichkeiten offenstehen, kann es sich bei einer Modernisierung anders verhalten. Sie beschränkt sich häufig auf die verbaute Technik und Arbeitsprozesse, die erneuert werden sollen.

Im vorliegenden Fall gibt es ebenso einige Faktoren, die nicht verändert werden können. Dazu gehört unter anderem die Raumaufteilung. Die Gebäudekonstruktion lässt hierbei nur schwer andere Möglichkeiten als die momentane Aufteilung zu (siehe dazu Kapitel 2.2).

2.1 Allgemeine Anforderungen

Zu Beginn einer Planung muss man einen Überblick über die Funktionsanforderungen erstellen, um die unterschiedlichen Aufgaben der Regieanlage erfassen zu können. Neben den Anwendungsgebieten sind auch die Vorstellungen und Wünsche der Techniker und der Moderatoren zu beachten. Die folgende Auflistung basiert auf den Wünschen und Anregungen einiger Mitarbeiter des MDR und der MCS:

- In der Regie und im Studio sollen jeweils zwei TV-Geräte platziert werden, am besten über eine Wand- oder Deckenhalterung. Eines soll zur ARD-Programmeinsicht dienen, während das andere über eine KVM (Keyboard, Video,

Maus)- Strecke an das Guntermann & Drunck (G&D) CAT-Center angeschlossen werden soll, um beliebige Anzeigen auf das Gerät schalten zu können.

- Die Werbung als separates System wurde abgeschafft. Sie wurde in den Sendeplan und den OnAir- Control Server (OAC) des dira!- Systems implementiert, also ist dafür keine externe Hardware mehr erforderlich.
- Das Hauptabhören in der Regie 3 verfügt über ein 5.1 Surround- System für die Mischung von 5.1 Projekten. Da die Hardware bereits vorhanden ist kann das System auch weiterhin in Betrieb bleiben.
- Die Abhörlautsprecher des Technikerplatzes sollten nicht mehr durch die Bedienoberfläche und die Monitore verdeckt werden, um ein gutes Abhören zu ermöglichen.
- Einige der Zuspieler sind nicht mehr nötig, wie z. B. DAT oder MD, andere können noch bestehen bleiben, wie die CD-Player. Hier kann Platz in der Regie und an Mischpulteingängen eingespart werden. Anstelle des DVD Players ist der Einbau eines Blu-ray Players als Zuspieler sinnvoll.
- Die externe KDO-Bedieneinheit (Riedel) wird im ganzen Funkhaus betrieben und muss in der Regie 3 bestehen bleiben.
- Der Layout-Arbeitsplatz benötigt ein Update von Pro Tools (PT) auf die neue Version 10/11. Damit verbunden fällt gleich auch eine Hardwareerneuerung an, bei der das System komplett erneuert werden sollte.
- Weiterhin besteht Bedarf an der Aktualisierung der Amplitude- Software und an Restaurations- Plug-Ins für dieses Programm.
- Eine neue Bedienkonsole am Layout- Arbeitsplatz benötigt keine Fader (Schiebepotentiometer) mehr, da die alten so gut wie nicht genutzt wurden. Als Alternative für die abgesetzte Bedieneinheit kann ein Pro Tools Hardwarecontroller dienen. Interessant wird dieser Gedanke bei Aufnahmen von Bands oder anderen größeren Projekten, die gleich über Pro Tools aufgezeichnet und bearbeitet werden sollen.

Neben den aufgelisteten Anforderungen gibt es den Wunsch, die Regie 3 ebenfalls an das Studio 1 anzuschließen, wenn bei größeren Aufnahmeprojekten, z. B. dem Aufzeichnen einer Band, das anliegende Studio 2 von den platztechnischen Gegebenheiten nicht ausreicht. Da in den Regien 1 und 2 seit einiger Zeit hauptsächlich im Selbstfahrerbetrieb gesendet wird, ist das Studio 1 nicht mehr so stark ausgelastet.

Für diese Idee wären jedoch erweiterte Umbaumaßnahmen nötig. Es müsste z.B. ein Durchbruch von der Regie 3 zum Studio 1 erfolgen um ein schallisolierendes Fenster einzubauen, das eine Einsicht aus der Regie in das Studio ermöglicht. Das Fenster sollte in diesem Fall so eingebaut werden, dass von der zukünftigen Mischpult- Position ein ungehinderter Einblick in das Studio möglich wäre. Durch eine Tür in den Flurabschnitt vor der Regie 3 besteht bereits ein möglicher Zugang.

Als Alternative mit wesentlich geringerem Bauaufwand wäre eine kombinierte Installation aus Kameras und Bildschirmen denkbar, um wenigstens eine Sichtverbindung zwischen beiden Räumen zu ermöglichen.

Die Verwendung eines Layout- Studios im Hörfunk-Bereich mag etwas seltsam anmuten, da dieser Begriff doch eher aus dem Bild- und Fernsbereich bekannt ist. Die Produktion von Trailern, Jingles und Füllelementen, also akustischen Gestaltungselementen, wird auch im Arbeitsbereich des Radios als Layout bezeichnet. Eine Layout- Produktion kann von den Gegebenheiten und der Komplexität gut und gerne einer Musikproduktion gleichen. Aus diesem Grund bestehen an den Layout- Arbeitsplatz umfangreichere Funktionsanforderungen, als ein normaler Schnittplatz erfüllen muss. So muss der Layout-Platz über einen mehrspurfähigen Editor verfügen. Im LFH in Magdeburg steht dafür ein Pro Tools- Arbeitsplatz zur Verfügung.

Bisher wird die Abmischung mit Pro Tools lediglich über Maus und Tastatur realisiert. Im Zuge der Modernisierung soll eine Hardwarekonsole zugekauft werden, um eine intuitivere Bedienung und schnellere Abmischung realisieren zu können.

Aufgrund der stetig steigenden Auslastung des Layout-Arbeitsplatzes kommt es immer häufiger zu Einschränkungen in der Produktionskapazität. Aus diesem Grund kam der Gedanke eines separaten Layout-Raumes auf. Als Aufnahmemöglichkeit für größere Projekte ist sinnvoller Weise der Arbeitsplatz in der Regie 3 zu erhalten, weil hier bereits eine Anschlussmöglichkeit des Pro Tools- Systems besteht. Für die Abmischung der Projekte wird jedoch ein eigenständiger Layout- Produktionsraum immer nötiger, da die Auslastung der Regie von beiden Seiten immer mehr zugenommen hat. Ein ungestörtes Abhören über Lautsprecher ist so fast nicht mehr möglich. Ohne ein Monitoring über Lautsprecher ist eine hohe Qualität der Abmischung nur schwer zu erreichen.

Zusätzlich sei anzumerken, dass für die Zukunft die Einführung eines weiteren Cartwall- Bedienelementes, dem sogenannten Motion- Mix, geplant ist. Der Vorteil dieses Systems gegenüber dem momentan in Betrieb befindlichen Cartplayer ist, dass Musikbetten nach jedem Takt ohne einen hörbaren Wechsel ineinander übergeblendet werden können. Zur Auswahl stehen verschiedene Einblendungs-, Haupt- und Ausblendelemente. Aufgrund

dieser Möglichkeit erfordern die Motion- Mix Elemente aber einen Mehraufwand in der Produktion, da sie taktgenau im musikalischen Sinne produziert werden müssen. So ist abzusehen, dass die Auslastung des Layout- Arbeitsplatzes noch mehr zunehmen wird. In Anbetracht dieser Punkte ist die Planung eines eigenständigen Layout- Raumes durchaus als sinnvoll zu erachten.

2.2 Räumliche Anforderungen

Die räumlichen Anforderungen befassen sich mit den Regie- und Studioräumen als solchen und den dazugehörigen Möbeln.

Ein Umbau der Regiemöbel wird notwendig, da neue Technik mit anderen Maßen installiert werden soll. Die Möbel sollen speziell an die neuen Gegebenheiten angepasst werden. Die Gestaltung soll offener und freundlicher sein, als bei den aktuellen Möbeln. Durch die neuen Möbel wird mit großer Wahrscheinlichkeit ebenfalls einen Umbau der Boden- und Teppich- Fliesen erforderlich sein, da Kabelauslässe an anderen Positionen erforderlich sind. Für die TV-Geräte in Regie und Studio ist eine Neuverlegung der dafür benötigten Strom- und Bildversorgung nötig. Dies erfordert Baumaßnahmen an der akustischen Isolierung der Räume. Aufgrund neuer Zuspieler und neuer Technik wird sich das Verlegen neuer Kabel nicht vermeiden lassen. Bei dieser Gelegenheit sollen alte Kabel zurückgezogen werden, um nicht mehr genutzte Kabel aus dem Doppelboden zu entfernen.

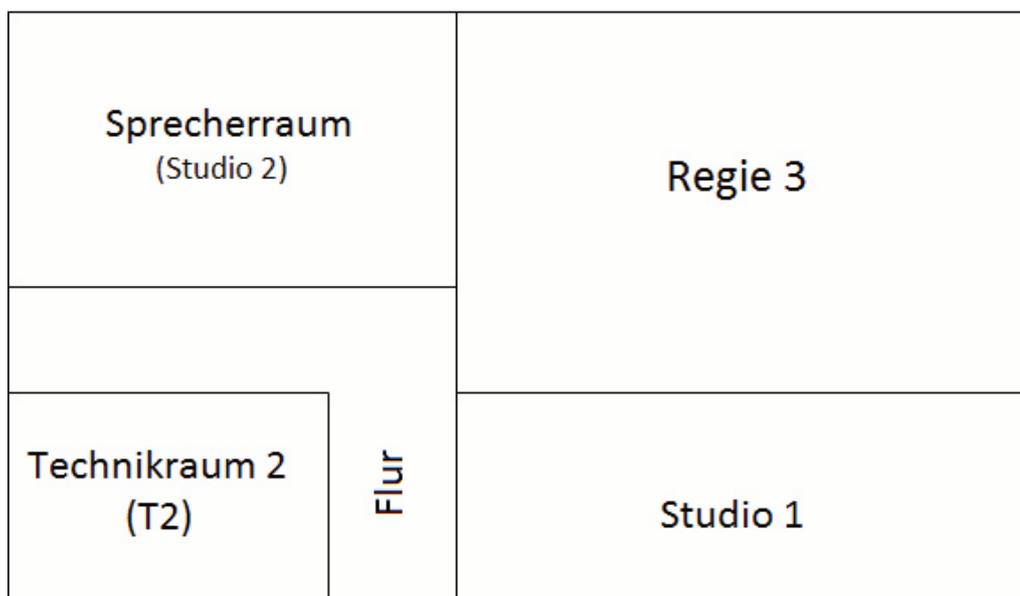


Abbildung 1: Übersicht Regiekomplex**

In der Abbildung 1 ist eine einfache Ansicht des Regiekomplexes dargestellt. Hinsichtlich dieser Abbildung ist anzumerken, dass der Fokus auf den betreffenden Räumlichkeiten liegt und das Studio 1 hier nicht komplett dargestellt ist.

2.3 Die akustische Gestaltung der Regie

In der Produktionsregie soll die Möglichkeit des Surround- Abhörens erhalten werden. Hierfür werden die bisher verwendeten Lautsprecher in einem neuen Setup weiter verwendet.

Für die Anordnung von Lautsprechern existieren genormte Positionierungsstandards. In diesen Standards sind unter anderem die horizontalen Positionierungswinkel auf dem Abhörkreis, die Neigungswinkel der Lautsprecher und deren Installationshöhe vorgeschrieben. Die Abbildung 2 zeigt die empfohlene Installationsanordnung laut ITU-R BS755.2. In der Abbildung steht B für die Lautsprecher Basisweite und L - Links, R - Rechts, C - Center, LS – Links Surround, RS – Rechts Surround für die jeweiligen Wiedergabekanäle [2 – ITU-R BS.775-2, S.3].

Der Abstand der einzelnen Lautsprecher zum sogenannten Sweet Spot – dem Punkt des optimalen Hörens – sollte identisch sein. Als Orientierung dafür dient der Radius des Abhörkreises. Falls der Abstand, oder die Positionierung der Lautsprecher durch ungünstige Raumgegebenheiten vom vorgeschriebenen Standard abweichen, wird eine Verzögerung der betreffenden Lautsprechersignale vorgeschrieben. Als Kompensation einer Abweichung bei der 5.1 Anordnung (3/2- Format) wird eine Verzögerung der Wiedergabe von $\frac{2,94 \text{ ms}}{\text{m}}$ vorgeschrieben, den der betroffene Lautsprecher zu nahe am Sweet Spot positioniert ist [3 – HdTST, Dickreiter, S. 281].

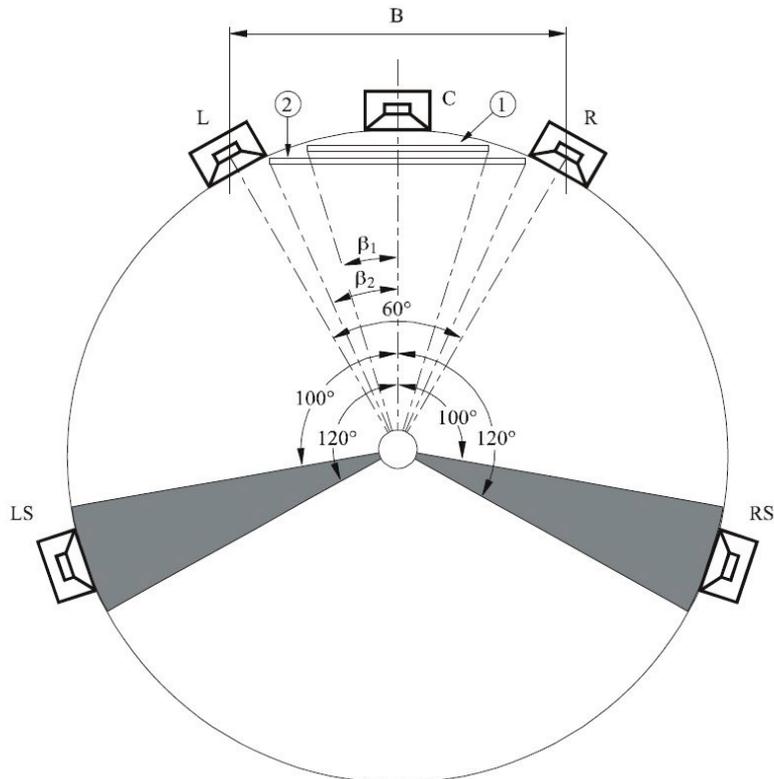


Abbildung 2: Abhörkreis 3/2-Format laut ITU-R BS.775-2 [2]

Eine Positionierung des Subwoofers in der Ecke eines Raumes ergibt in der Regel den günstigsten Frequenzgang eines Raumes. Dies kann merkliche Bassverstärkungen zur Folge haben, da die tiefen Frequenzen in dieser Konstellation gut an die Eigenresonanzen des Raumes (Moden) angekoppelt werden. Meistens ist jedoch der optimale Aufstellort subjektiv zu bestimmen. Es ist darauf zu achten, dass der Sweet Spot keine zu große Entfernung zu den Frontlautsprechern aufweist. Dies ist wichtig, damit der Toningenieur im Bereich der ersten Reflexionen sitzt, um die tiefsten Frequenzen wahrnehmen zu können. Eine Positionierung hinter diesen Reflexionen hat den Wahrnehmungsverlust von tiefen Frequenzen zur Folge, da diese durch die Reflexionen ausgelöscht werden.

Im vorliegenden Fall ist eine Variation der vorgeschriebenen Positionierung des 3/2-Systems geplant. Eine heutzutage häufig angewendete Alternative in Bezug auf die Surround-Positionen ist es, den Winkel zur Mittelachse – zum Center – auf 135° zu vergrößern. Durch diese Vergrößerung des Surround-Winkels wird der Abhörkreis besser geschlossen. Auf diese Weise wird eine bessere Ortung umliegender Phantomquellen erreicht [4]. Außerdem begünstigt diese Änderung eine weitergehende Nutzung der Lautsprecher. Neben dem 5.1-Betrieb der Abhörmonitore hat die Anordnung der AWS- und Samplitude Arbeitsplätze eine weitere Idee angestoßen. Durch den

Erneuerungsprozess soll die Regie vor allem übersichtlicher und ergonomischer gestaltet werden. Damit verbunden ist eine effektive Nutzung der verfügbaren Werkzeuge, um unnötigen Platzverlust möglichst zu vermeiden. Dafür wäre es sinnvoll, die bereits verwendeten Abhörmonitore durch eine Umschaltfunktion mehrfach nutzbar zu machen. Die Idee ist dabei in den Tisch integrierte Kopfhöreranschlussfelder (KHASF) zu installieren. Von diesen Bedienfeldern soll jeweils eines am AWS- Arbeitsplatz und am Samplitude- Arbeitsplatz installiert werden. Die KHASFs stellen folgende Funktionen zur Verfügung:

Zum einen können die Lautsprecher zum Abhören auf die einzelnen Arbeitsplätze umgeschaltet werden. Am AWS-Platz soll die Umschaltung von R (5.1) auf L (stereo AWS) und RS (5.1) auf R (stereo AWS), am Samplitude- Platz von L (5.1) auf R (stereo Sampl.) und LS (5.1) auf L (stereo Sampl.) erfolgen. Weiterhin lässt sich über ein Potentiometer die Lautstärke regeln. Die dafür benötigten Tasten werden über General Purpose Input/Output (GPIO)- Kontakte und die Potentiometer über Analog Control Input (ACI)- Kontakte an das Mischpult angeschlossen. Des Weiteren enthalten sie eine Anschlussmöglichkeit für jeweils zwei Kopfhörer über 6,3 mm Klinke, deren Lautstärken über ein gemeinsames Potentiometer geregelt werden können, und mehrere USB-Schnittstellen für den Anschluss von externen Geräten an die AWS und den Samplitude-PC.

Eine mögliche Ansicht dieser Anschlussfelder, die in 19“-Schienen eingebaut werden sollen, ist in der Abbildung 3 dargestellt. Das erste Anschlussfeld ist für den AWS-Arbeitsplatz gedacht, an dem beide AWS- Systeme auf die Abhöreinrichtung geschaltet werden sollen. Das Anschlussfeld für den Samplitude- Schnittplatz benötigt theoretisch weniger Tasten, jedoch ist es denkbar, dass weitere Funktionen dazukommen können. Aus diesem und aus produktionstechnischen Gründen wurde das gleiche Design beibehalten.

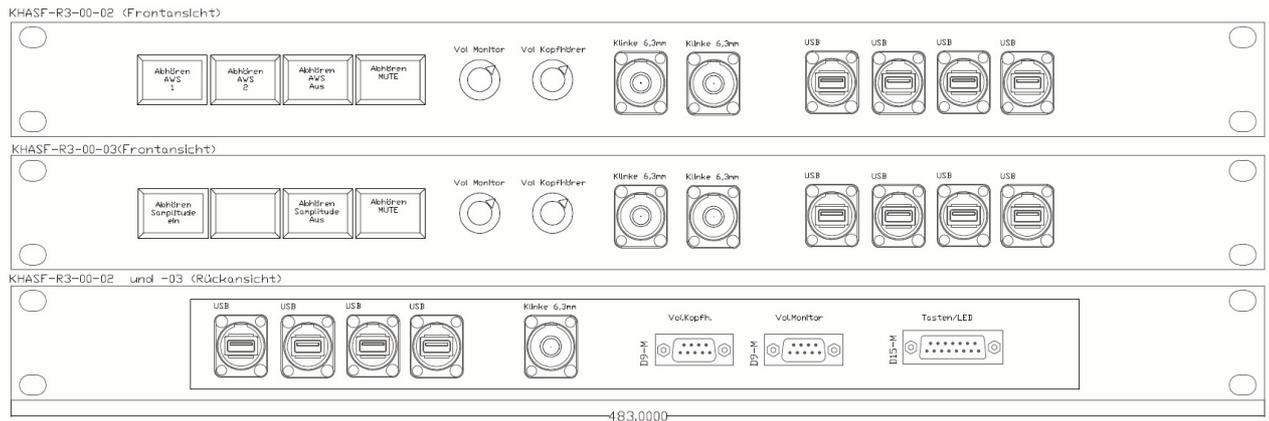


Abbildung 3: Mögliche Ansicht der Kopfhöreranschlussfelder*

Diese Umschaltung macht jedoch nur Sinn, wenn die LS und RS Lautsprecher im Winkel von 135° zum Center installiert werden. Bei den vorgeschriebenen 120° würde die Anordnung der Lautsprecher kein vernünftiges Stereobild ermöglichen, da die LS/RS-Lautsprecher zu nahe an den Schnittplätzen positioniert wären.

Eine Ansicht der geplanten Lautsprecherpositionen ist im Kapitel 3.1 in der Abbildung 7 ersichtlich.

Die vom Hersteller angegebenen Hörabstände und Abstrahlwinkel der verwendeten Studiolautsprecher sind bei der Planung ebenfalls zu beachten, um die Abstrahleigenschaften der Lautsprecher voll auszunutzen. Für die einzelnen Lautsprecher gelten folgende Entfernungen als optimal [5]:

- RL 903: 1,5 – 3,0 m
- RL 904: 1,5 – 3,0 m
- RL 905: 1,5 – 3,0 m
- RL 906: 1,0 – 2,6 m
- MO-1: 0,6 – 2,0 m
- MO-2: 1,5 – 2,6 m

2.4 Weitere Spezifikationen des Mischpultes

In der vorangegangenen Praktikumsarbeit, in der das Mischpult bereits beschrieben wurde, wurden jeweils zwei Varianten für die Bedienoberfläche und die I/O- Module vorgeschlagen. Nach aktuellem Stand werden die I/O- Konfiguration mit dem Dante-Interface und die Bedienoberfläche mit der TFT- Overbridge, die erste der vorgeschlagenen Varianten, favorisiert.

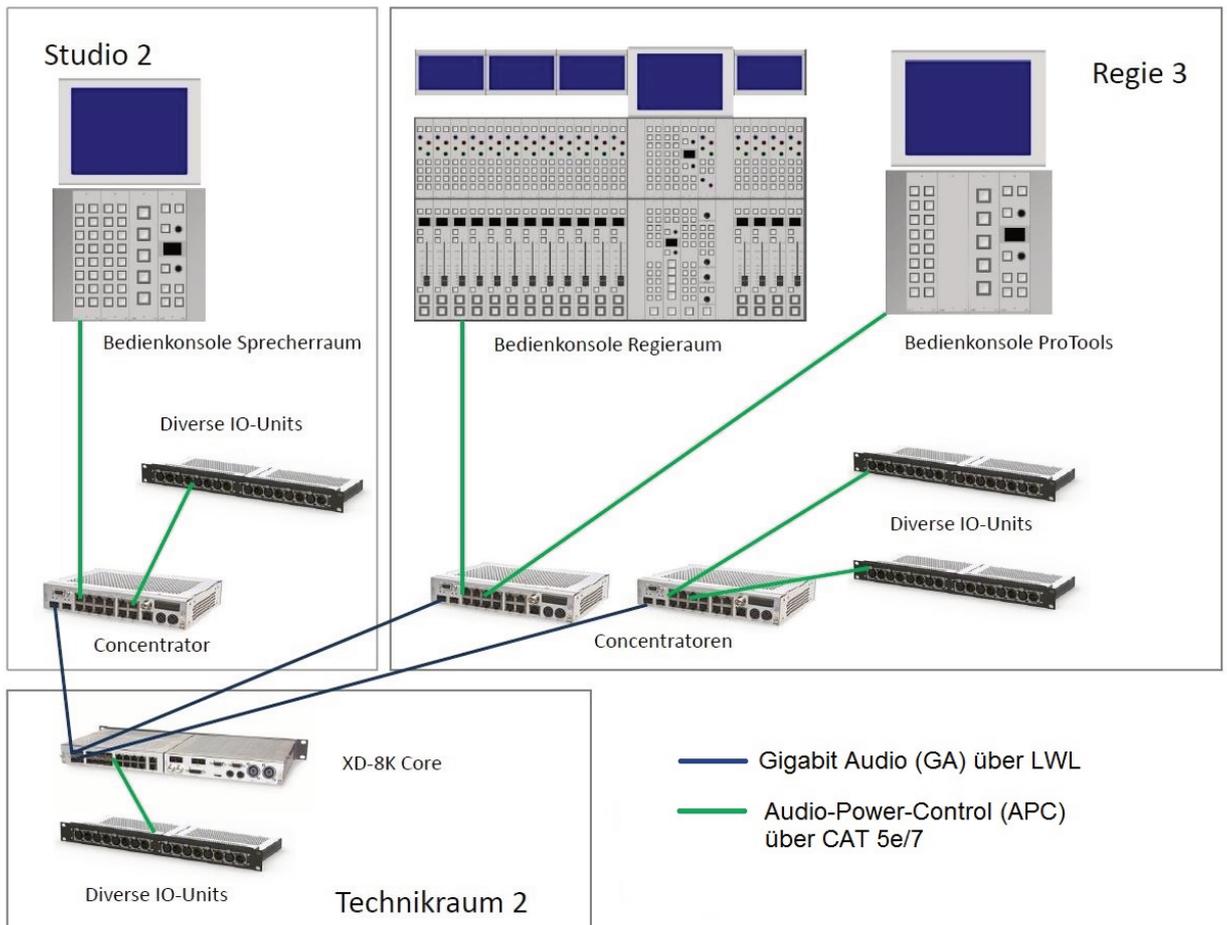


Abbildung 4: Aufbau & Prinzip des DHD 52/MX**

Die verschiedenen Bedienoberflächen für die Regie 3, das Studio 2 und den Pro Tools-Arbeitsplatz sind aus der vorangegangenen Abbildung ersichtlich, die ebenfalls die Aufbauphilosophie der neuen DHD-Generation verdeutlicht. Die Bedienoberflächen-Ansichten wurden mit der Toolbox erstellt, die Bilder der Mischpult-Einheiten sind von der DHD Firmenwebsite bezogen [6]. In der Abbildung Grün dargestellte Verbindungen sind Audio-Power-Control (APC)-Verbindungen. Dabei handelt es sich um einen eigens von DHD entwickelten Übertragungsstandard, der eine simultane Übertragung von Audiosignalen, Stromversorgung und Steuersignalen über ein CAT5e/7-Kabel ermöglicht. Die APC-Kabel verbinden die Concentratoren mit den I/O-Einheiten, den Hardwaremodulen der Bedienoberfläche und den TFTs.

Bei den Blau dargestellten Verbindungen handelt es sich um Gigabit-Audio (GA)-Leitungen, die über LWL-Kabel realisiert werden. Die GA-Schnittstellen dienen als Verbindung zwischen dem XD-Core und den einzelnen Concentratoren und haben einen maximalen Durchsatz von jeweils 512 Audiostreams.

Für eine sendefähige Regie sind die Themen Redundanz und Ausfallsicherheit sehr wichtig. So wurden in der Regie 3 mögliche Ausfall-Wahrscheinlichkeiten so gut, wie irgend möglich minimiert. Die Stromversorgung des 52/MX ist über den Core und die Concentratoren umgesetzt. Jeder Concentrator und auch der Core besitzt zwei Netzteile, von denen beide auf andere Phasen der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV) des Funkhauses aufgelegt sind. Auch die GA-Verbindungen ins Studio und die Regie sind doppelt vorhanden, falls eine Glasfaserverbindung unterbrochen werden sollte. Falls allerdings ein Concentrator ausfallen sollte, muss dieser ausgetauscht werden, da die I/O- und Bedienmodule nur über eine APC- Verbindung verfügen und somit nicht doppelt angeschlossen werden können. Jedoch sind die Concentratoren auf eine sehr hohe Ausfallsicherheit geprüft. Dennoch besteht also keine komplette Redundanz des Systems, da diese aus technischen Gegebenheiten des Produktes nicht umsetzbar ist.

Für einige benötigte Funktionen müssen zusätzliche Software- Lizenzen erworben werden. Hierzu zählt unter anderem das Software- Lizenz- Paket DHD 52-8581 – Enhanced DSP Processing. Dieses schaltet Funktionen, wie die Umschaltung zwischen einer Wort- und Musiksumme und das 5.1- Abhören, frei.

Für die MADi- Anbindung des XD- Cores an die Hauptkreuzschiene sind die Submodule 52-1821 (Multi-Mode) oder 52-1825 (Single Mode) für jeden Slot erforderlich. Für die Anwendung im LFH werden die Multi-Mode Module benötigt, da im hausinternen MADi- System der Multimode-Standard verwendet wird.

Für die vorgeschlagenen Bedienoberflächen werden aufgrund der Anzahl der Fader dem Wunsch einer Doppelbelegung und dem geforderten Funktionsumfang zwei DSP- Module (52-7460) benötigt. Für den Fall, dass diese Rechenleistung im Laufe der Zeit einmal knapp werden sollte, lassen sich noch bis zu zwei weitere DSP- Karten nachrüsten.

Für die Anordnung der DHD-Module gibt es zwei Ideen. Eine geht von einer Anordnung mit der geringsten möglichen Entfernung zu den Zuspielern und Lautsprechern aus, die andere von einem zentralen Standpunkt in der Regie, um einen besseren Zugriff auf die einzelnen Module zu ermöglichen.

Im Laufe der Planung hat sich eine Mischform dieser Varianten durchgesetzt. Die I/O- Module deren GPIO- Einheiten verwendet werden, sollen einen gemeinsamen Installationsort erhalten, um die Kabellängen zu den Steueranschlussfeldern so kurz, wie möglich zu halten. Die daraus resultierenden Kabellängen für die Audio- Strecken bleiben

raumintern unter 20 m – sie sind also immer noch als kurz zu deklarieren. Die I/O-Module, die nicht an die Steueranschlussfelder angeschlossen werden müssen können so nahe wie möglich an den jeweiligen Zuspielern installiert werden. Eine Übersicht über den gesamten Mischpultaufbau und die Zuspieler ist im Anhang in der Zeichnung "Audio- und APC-Verkabelung" dargestellt.

2.5 Der Einsatz und die Funktionsweise des Dante-Protokolls

Für die I/O- Konfiguration wird die Variante mit dem Dante- Interface bevorzugt. Bei Verwendung dieses Interfaces können mindestens vier AES Module und ein APC-Concentrator eingespart werden. Außerdem können mit dieser Variante pro Dante-Interface bis zu 512 Up- und Down- Streams realisiert werden. Diese große Anzahl an Streams, kann jedoch ausschließlich mit den Standard-Abtastfrequenzen von 44,1 und 48 kHz bei einer Wortbreite von 24 Bit erreicht werden. Mit steigender Abtastrate und Wortbreite sinkt die Anzahl der realisierbaren Audiostreams proportional ab.

Mit dem DHD Dante- Interface lassen sich 48 stereo Up- und Down- Streams realisieren. Die Anzahl der Streams ist aufgrund der DHD eigenen APC- Ports beschränkt, die maximal 48 Audiokanäle übertragen können.

Die Anbindung von Client- PCs, mit der Dante- Virtual- Soundcard (DVS), erfolgt über die Standard Ethernet- Schnittstelle und lässt sich über Router verteilen. Auch über WLAN kann eine Audio- Echtzeitübertragung realisiert werden. Jedoch muss der Router über eine Quality of Service (QoS)- Konfigurierbarkeit verfügen, denn auf diesem System basiert das Dante- Netzwerk.

Quality of Service bedeutet, dass den Datenpaketen im Netzwerk eine Prioritätenklasse zugeordnet wird. Anhand dieser Klasse wird vom Router und den anderen, ebenfalls QoS-fähigen, Netzwerkkomponenten eine Prioritätsliste erstellt. Diese Liste bestimmt in welcher Reihenfolge die Pakete weitergesendet werden, welche also priorisiert werden. Durch diese Funktion kann Dante in einem normalen Ethernet- Netzwerk betrieben werden und benötigt kein separates Netzwerk.

Bei dieser Art von System kann es jedoch trotzdem zu Problemen kommen, nämlich dann, wenn eine parallele Anwendung derselben Priorität, z. B. eine Audio over IP (AoIP)-Verbindung, im selben Netzwerkabschnitt wie Dante betrieben wird. In diesem Fall kann es zu einer verzögerten Übertragung – einer Latenzbildung – kommen, da Pakete mit gleicher Priorität in der Reihenfolge in der sie eintreffen (in order of appearance) weitergeleitet werden [7 – SEM, Ausgabe 04/2013, S. 14 ff].

Bei der Nutzung des Dante- Systems für den Sendebetrieb ist also darauf zu achten, dass im Fall der Verwendung des Ethernet- Netzwerkes für mehrere Anwendungen Dante die höchstmögliche Priorität zugeordnet wird, um Latenzen so gut wie möglich auszuschließen.

Bei der Verwendung von Dante im LFH wird trotzdem ein eigenes Netzwerk für das System angelegt. Auf Anfrage teilte die Firma DHD mit, dass im Steuernetzwerk der Mischpulte keine Zweitsysteme betrieben werden sollten um Probleme bei der Steuerung auszuschließen. Trotz des separaten Systems ist die vereinfachte Verkabelung immer noch ein Vorteil, da durch ein CAT 5e/7- Kabel immer noch bis zu 48 Audiokabel eingespart werden können.

Es ist aus Kostengründen durchaus sinnvoll, so viele Zuspieler wie möglich an das Dante- System anzuschließen, um die Anzahl an benötigten I/O- Modulen zu minimieren. Neben dem Pro Tools- System und dem Samplitude Rechner sollen, sofern möglich, auch die dira!- Sendeabwicklung und der Cartplayer über das Dante- Interface an das Mischpult angeschlossen werden.

Aus diesem Grund wurde eine Anfrage an die Firma SCISYS gestellt, ob die Audioanbindung des OAC und des Cartplayers auch über Dante erfolgen kann.

Prinzipiell wurde dies nicht verneint, jedoch wurde diese Konfiguration in der Praxis offiziell noch nicht getestet. Hierzu ist also zu prüfen, ob die Systeme Kompatibilitätsprobleme aufweisen, die zu einer Leistungsbeeinträchtigung führen würden. Zur Prüfung dieser Konfiguration wird SCISYS ein mobiles DHD- Mischpult mit einem Dante-Interface zur Verfügung gestellt.

2.6 Verwendete Programme (AutoCAD, Toolbox)

Wichtig für eine Planung sind neben den eigentlichen Ideen, auch die verwendeten Werkzeuge. Dazu zählen heutzutage hauptsächlich Computerprogramme, die zur Visualisierung von konkreten Gedanken genutzt werden können. Bei einer Vielzahl an Anwendungsgebieten gibt es eine ebenso große Auswahl an möglicher Software. Für die Tabellen, Listen und Beschreibungen wurden die standardisierten Programme Word und Excel des MS- Office- Paketes genutzt. Für die Verkabelungspläne und die Raum- und Gestell-Ansichten fand das Programm AutoCAD 2014 LT Anwendung. Dabei handelt es sich um ein vektorbasiertes Zeichnungs-Programm. Es wird hauptsächlich für technische Zeichnungen verwendet und ist sehr weit verbreitet.

Im Verlauf der Planung hat sich herausgestellt, dass als neues Audiomischpult das 52/MX der Firma DHD zum Einsatz kommen wird. Die zum Mischpult dazugehörige Konfigurationssoftware von DHD ist die Toolbox (aktuelle Version 5.7.8). Sie ist ein praktisches und leicht verständliches Werkzeug. Mit der Toolbox lässt sich ein Mischpult komplett konfigurieren, von der I/O- Belegung über die Logikfunktionen bis hin zu der Tastenbelegung und den TFT- Views.

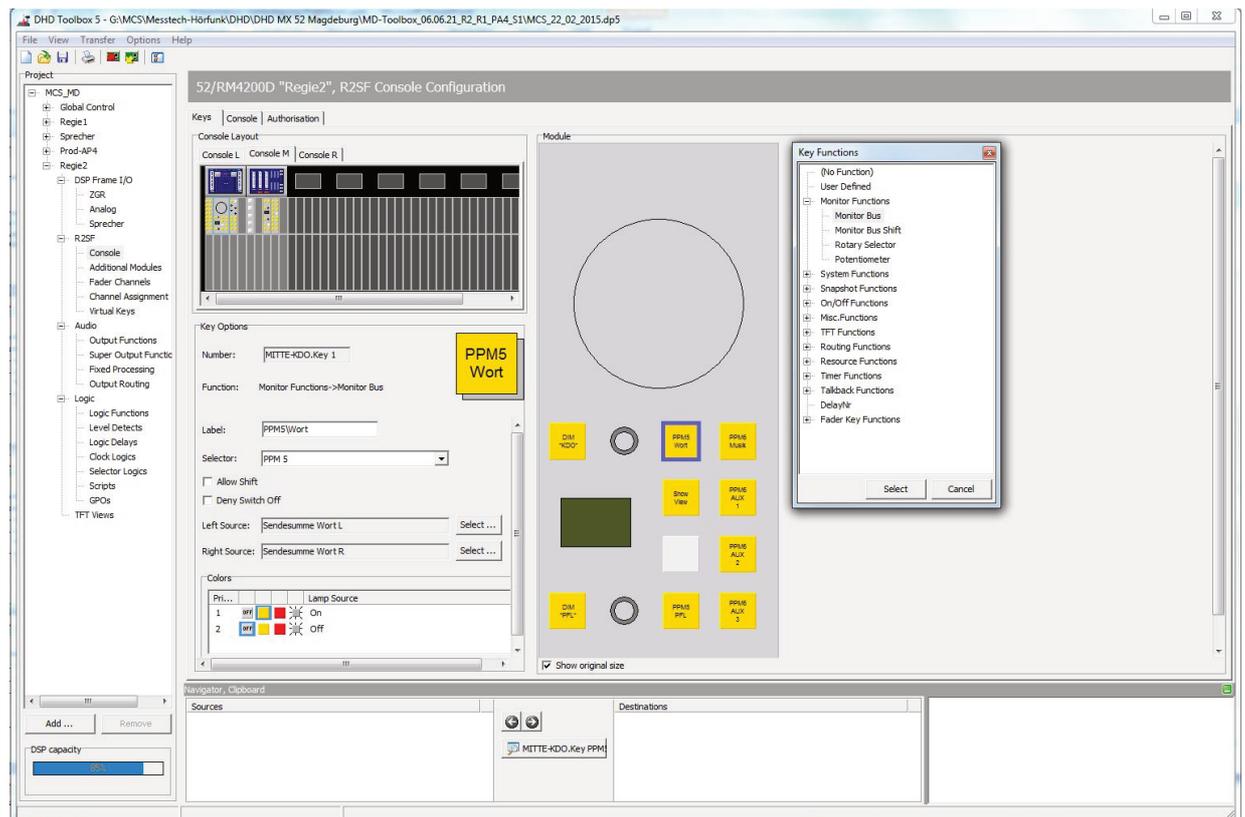


Abbildung 5: Fenster-Ansicht Toolbox (Screenshot)

Die Abbildung 5 zeigt einen Screenshot der Benutzeroberfläche der Toolbox. Es ist möglich mehrere Mixer, also mehrere Mischpulte, in einer Projektdatei unterzubringen. Dies ermöglicht den Einsatz von globalen Funktionen und globaler Logik, die für alle im Projekt angelegten Mixer gelten können. Zum Einsatz kommen solche Funktionen beispielsweise bei der Kommandoverbindung (KDO) zwischen den Regien und dem Studio. In diesem Fall muss klar geregelt sein, welche Regie in das Studio einsprechen darf, um ungewollte Störungen durch ein versehentliches Drücken der KDO- Taste auszuschließen. So wird vor der internen Freigabe des KDO- Befehls überprüft, ob die Regie auf das Studio geschaltet ist und so die Berechtigung für diesen Befehl hat. Eine Projektdatei wird durch die links dargestellte Baumstruktur unterteilt. Auf der ersten

Ebene lassen sich die Geräte bzw. die Mixer auswählen. Die nächste Strukturebene unterteilt sich in die Reiter:

- DSP Frame und I/O- Belegung
- R2SF, die Konsolenkonfiguration und die Modulansicht
- Audio, das Audiorouting mit der Audiobearbeitung
- Logik, die Logikfunktionen
- und TFT- Views, die Konfiguration der Bildschirm-Fenster.

Bevor man jedoch mit der Konfiguration der Einzelheiten beginnen kann, muss das gewünschte Hardwaresetup virtuell nachgebaut werden.

Dazu findet sich unter der Konsolenkonfiguration eine virtuelle Mischpultwanne, die mit allen verfügbaren Mischpultmodulen bestückt werden kann. Bei der DSP- Frame-Verdrahtung verhält es sich ähnlich. Hier steht eine Auswahl an I/O- Einheiten zur Verfügung, die in einer Listenform zusammengestellt werden können. In dieser Liste wird ebenfalls bestimmt, an welchen APC- Port eines Concentrators das jeweils ausgewählte I/O- Modul angeschlossen wird. So lässt sich das Mischpult eins zu eins in das Programm übertragen.

Im I/O- Reiter werden alle Ein- und Ausgänge des erstellten Mixers aufgelistet und können nach der geplanten Verwendung beschriftet werden. Dies verbessert die Übersicht für das spätere Einbinden der Quellen in Audio- und Logikfunktionen erheblich. Unter dem Reiter Audio finden sich viele Möglichkeiten die Signalwege zu konfigurieren. Hier können Output-Funktionen, wie z.B. Monitorfunktionen und Summenbildungen, erstellt und mit Hilfe des Output-Routing die Mischpultausgänge belegt werden.

Durch die Logikfunktionen werden die Bedingungen für Funktionstasten und Schaltzustände des Mischpultes bestimmt. Kurz gesagt, ermöglicht dieses Tool die Erstellung von eigenen Funktionen, mischpultinternen Abläufen und definierten Zuständen.

Es lassen sich auf allen Touch-Displays verschiedene TFT-Views, also Anzeige-Fenster, darstellen. Diese Fenster können unter dem gleichnamigen Reiter erstellt und angepasst werden. Hierzu gibt es zahlreiche Anzeigen, wie PPMs, Effektparameter und frei positionierbare Tasten, die mit beliebigen Funktionen belegt werden können.

Sowohl Funktionstasten der Bedienoberfläche sowie der TFT-Views können, dank vieler vordefinierter Funktionen, sehr einfach an die Wünsche des Benutzers angepasst werden. Im Grunde wählt man die betreffende Taste in der Konsole oder dem View einfach aus und legt die gewünschte Funktion per Drag & Drop aus dem

Funktionsauswahl-Fenster auf die entsprechende Taste. Um eine nutzerdefinierte Funktion zu erzeugen belegt man die jeweilige Taste mit der Funktion „User Defined“. Viel mehr als die Taste auf Knopfdruck zum Leuchten zu bringen ist damit jedoch noch nicht erreicht. Die eigentliche Funktion der Taste muss in den Logikfunktionen definiert werden, indem der Impuls des Tastendrucks als Bedingung für eine gewünschte Reaktion gesetzt wird. So lässt sich nahezu jede erdenkliche Funktion erstellen, die noch nicht von DHD zur Verfügung gestellt wird.

3 Die Neugestaltung des Regiekomplexes

Für die Neugestaltung des Regiekomplexes wurden im vorangegangenen Kapitel einige Vorgaben zusammengetragen. In diesem Abschnitt wird zuerst der Ist-Zustand erläutert und anschließend die dazugehörigen Verbesserungen bzw. Problemlösungen aufgezeigt. Einer der Grundgedanken für die Anschaffung neuer Möbel war, dass die Regie und das Studio übersichtlicher gestaltet werden sollen. Die alten Möbel waren in einem kastenartigen, sehr massiven System entworfen. Im alten Aufbau gab es viele Gestelle, die mit der neuen Mischpult- und Zuspüler- Technik überflüssig werden. Diese würden, unnötig Platz verbrauchen und lediglich als Licht- und Sichtblocker fungieren. Auch bei der Zusammenstellung der noch benötigten Zuspüler wurde Einsparpotential deutlich. Die neuen Möbel sollen offener und freundlicher wirken. Für die detaillierte Möbelplanung wurde eine Kooperation, in Form eines einwöchigen Praktikums, mit der Firma HFE, mit Firmensitz in Leipzig, durchgeführt. In dieser Woche wurden die Grundideen für die Möbelplanung in ein erstes Modell umgesetzt.

Die baulichen Gegebenheiten des Funkhauses begünstigen keine nachträgliche Umgestaltung der Raumfunktionen. Die Studio- und Regieräume, sowohl im Fernseh- wie im Hörfunkbereich, sind in separaten Betonwürfeln untergebracht. So sind Anbauen oder ein Durchbruch von Wänden keine realistischen Optionen die Räume zu vergrößern oder die Aufteilung zu verändern. Aus diesem Grund wird auf Vorschläge für eine anderweitige Verwendung und Aufteilung der Räumlichkeiten in erster Linie verzichtet.

3.1 Die Regie 3

3.1.1 Die Möbel

Die Raumaufteilung des Regiekomplexes von R3 und S2 kann aus platztechnischen Gründen nicht verändert werden, da das Studio zu klein ist, um eine regietaugliche Abhörsituation zu ermöglichen. Darum beschränkt sich die Möbelplanung auf eine optimierte Anordnung der Gestelle und Arbeitsplätze.

Momentan befinden sich vier Arbeitsplätze in Betrieb: Der Aufnahme- und Schnittplatz mit Mischpult und der AWS 1, ein Schnittplatz an der AWS 2, der Samplitude- Platz und der Layout-Platz, mit dem Pro Tools- Schnittplatz

Wenn alle Plätze zur selben Zeit benötigt werden, ist jedoch bei der momentanen Anordnung ein Arbeiten an allen Plätzen nur eingeschränkt möglich.

Die folgende Abbildung zeigt den Grundriss der Regie 3 mit dem Regietisch.

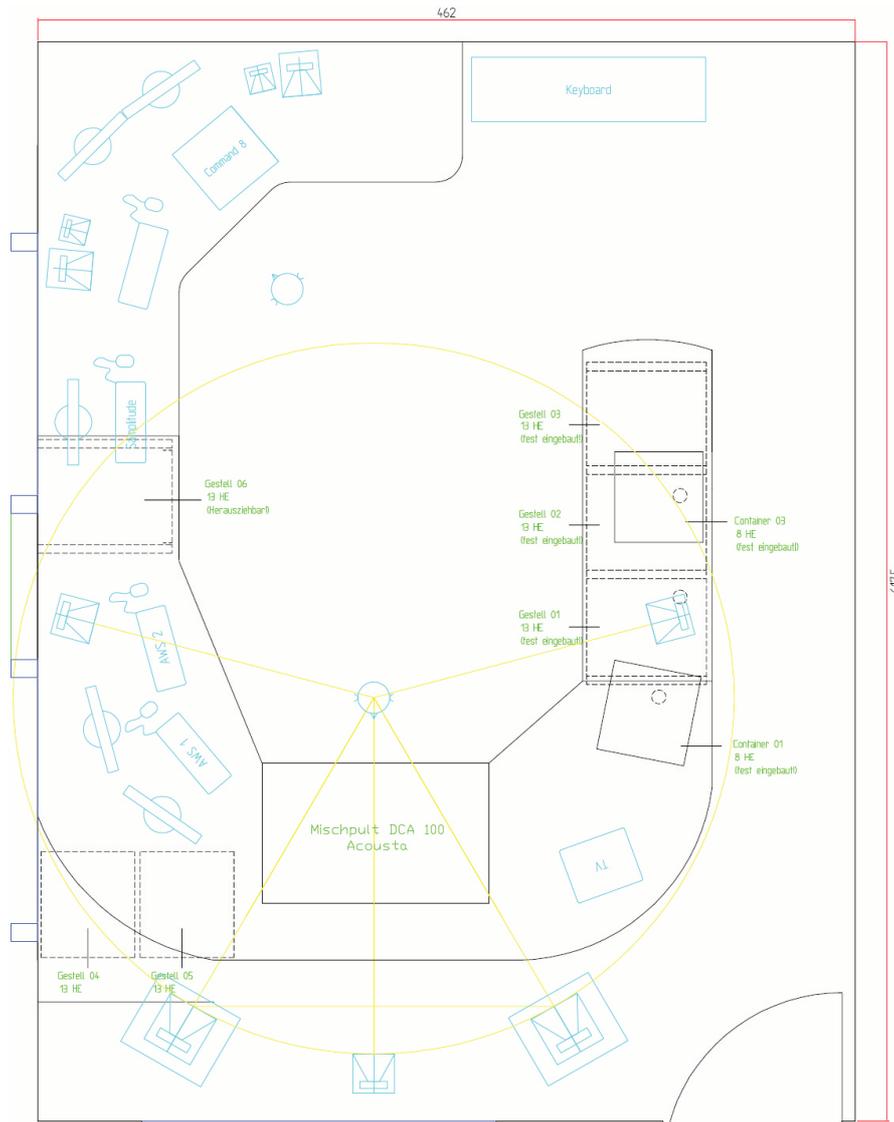


Abbildung 6: Grundriss Regie 3 mit alten Möbeln*

Der alte Tisch gleicht einer G-Form. Die jeweiligen Arbeitsplätze sind über die Tischlänge verteilt. Im rechten Tischausläufer (frontal gesehen) sind mehrere Gestelle für die Zuspüler und Anschlussfelder enthalten. Diese Gestelle bieten auf der einen Seite viel Platz für Geräte, auf der anderen nehmen sie viel Raum ein und stellen keinen nutzbaren Arbeitsplatz zur Verfügung. Für ein angenehmes Arbeiten an der AWS 2 und dem Samplitude- Schnittplatz sind diese beiden grundsätzlich zu klein. Durch den Untertisch-Container zwischen den beiden Schnittplätzen ist die Beinfreiheit sehr stark eingeschränkt. Längere Arbeitsprozesse werden dadurch schnell unangenehm.

Auch wenn eine Optimierung der Arbeitsplätze geplant ist, können manche Gerätepositionen nicht ohne weiteres geändert werden. So lässt sich das Mischpult nicht verschieben, da sonst die Einsicht durch das Fenster ins Studio nicht mehr gegeben wäre. Aus diesem Grund wurde die Mischpultposition in den neuen Entwürfen nahezu

identisch gehalten. Durch die kleinere Mischpultwanne ist es jedoch möglich, den Arbeitsplatz mehr zum Fenster einzurücken. Die Abbildung 7 zeigt den Grundriss der Regie 3 mit den neu geplanten Tischen.

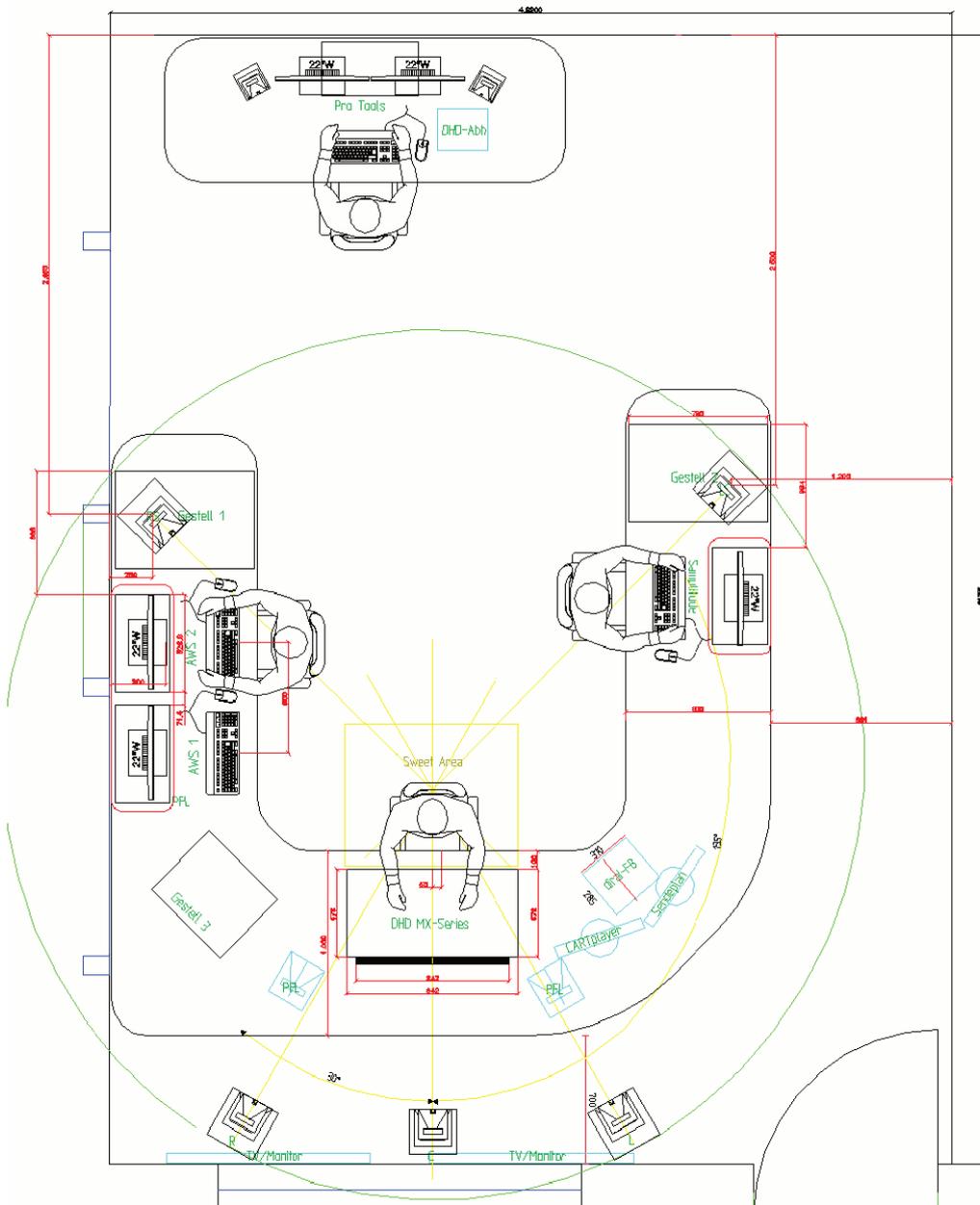


Abbildung 7: Grundriss Regie 3 mit neuen Möbeln*

Auch wenn sich die Grundform der beiden Tische ähnelt, birgt das neue Design doch entscheidende Vorteile gegenüber der alten Variante. Wie aus dem Grundriss ersichtlich, gibt es einen deutlichen Raumgewinn für jeden Arbeitsplatz. Durch das Aussortieren von nicht mehr zeitgemäßen Zuspielern wird deutlich Raum gewonnen, da für die Unterbringung der verbleibenden Geräte drei Gestelle ausreichen. Die Gestelle 1 und 2 sind als Untertischgestelle geplant und bieten Platz für jeweils 14 Höheneinheiten (HE).

Das Gestell 3 soll auf dem Regietisch nahe dem Mischpult platziert werden und stellt 5 HEs zur Verfügung. Der dadurch gewonnene Raum soll für den Samplitude-Schnittplatz verwendet werden, der bisher sehr eingeeengt zwischen dem Layout- und den AWS-Schnittplätzen positioniert ist.

Wie in der Abbildung 7 zu erkennen, wurde der Layout-Platz als eigenständiger Tisch geplant, um ein optimaleres Raumangebot für die Arbeitsplätze zu schaffen. Durch den separaten Tisch sind die Arbeitsplätze auch optisch voneinander getrennt. In den allgemeinen Anforderungen wurde schon darauf eingegangen, dass für die zukünftigen Layout-Arbeiten ein eigenständiger Arbeitsplatz entstehen soll. Vorausschauend sei hier erwähnt, dass der Aufnahme-Platz des Layout-Bereiches in der Regie 3 verbleibt. Für die Abmischung wird jedoch ein separater Arbeitsplatz geplant – dieser Punkt wird in Kapitel 3.3 näher behandelt.

So können durch diesen Aufbau theoretisch bis zu vier Leute gleichzeitig in der Regie arbeiten. Auch die Maße des Tisches wurden optimiert und an die neuen Gegebenheiten angepasst. So konnte das Raumangebot innerhalb und außerhalb der U-Form vergrößert werden. Unter anderem wurde der Durchgang im Eingangsbereich der Regie auf einen Meter vergrößert und der Innenbereich durch angepasste Rundungen auf beiden Seiten erweitert. Damit man sich die vorgeschlagenen Ideen besser vorstellen kann wurden neben den Grundrissansichten auch dreidimensionale (3D) Ansichten der Möbel erstellt. Die Abbildung 7 zeigt das 3D Model des Regietisches. Zu sehen sind außerdem die vorgesehenen Monitore, für AWS, Samplitude und Sendeabwicklung und eine formale Ansicht der gewünschten Mischpult-Variante.



Abbildung 8: 3D-Modell des Regietisches***

Die Farben der neuen Möbel wurden ebenfalls geändert. Anstatt des in den anderen Regien vorherrschenden Grautones wurde für die Gestelle und den Unterbau das MDR-Blau des Firmenlogos vorgeschlagen. Dieser Umgestaltungsvorschlag hat bei den Mitarbeitern der MCS und des MDR großen Anklang gefunden.

Bei diesen Zeichnungen und Abbildungen handelt es sich um Entwürfe, die noch modifiziert und bis zur endgültigen Installation angepasst werden können.

3.1.2 Die Anordnung und technischen Neuerungen der Geräte

Bisher stehen die 5.1- Abhörmonitore auf Lautsprechergestellen und dem Tisch. In Zukunft sollen sie von der Decke abgehängt werden um ebenfalls Stellplatz zu sparen (vergleiche Abbildungen 6 und 7). Für die Kanäle L, R, LS und RS sollen Geithain RL 903K und für den C ein Geithain MO2 verwendet werden. In der geplanten Installation betragen die Abstände zu den einzelnen Lautsprechern ca. 1,7 bis 2,1 m. Somit werden die empfohlenen Hörabstände eingehalten. Für die Frontlautsprecher und die geforderten TV- Geräte wurden zwei mögliche Installationsvarianten ausgearbeitet:

In der ersten Variante wird eine stehende Trägerkonstruktion vorgeschlagen. Zwei große Träger, die mit dem Betonboden verschraubt sind, halten einen Querträger auf Höhe der Oberkante des Sichtfensters. Zusätzlich zur Bodenbefestigung sind die Träger am oberen Ende an der Wand befestigt, um ein Schwingen zu unterbinden. An dem Querträger sind die geforderten TV- Geräte und die Lautsprecher für die L-, R- und C- Kanäle befestigt.

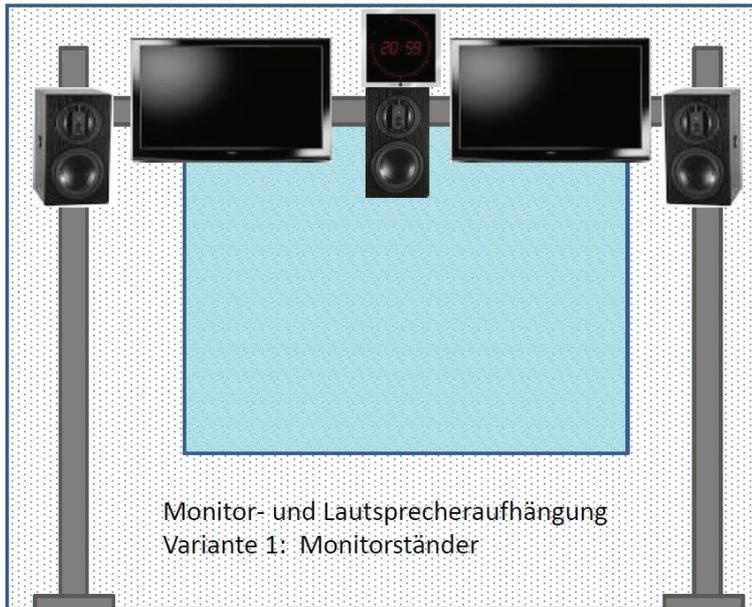


Abbildung 9: Monitorhalterung Variante 1**

Als Alternative wird eine Deckenkonstruktion vorgeschlagen, bei der der Querträger mit Halterungen von der Decke abgehängt wird (Abbildung 10). Die Installationshöhe soll in beiden Fällen identisch sein, um die Einsicht in das Studio nicht zu beeinträchtigen. Für die Unterkante der Geräte ist eine Sicherheits- Installationshöhe von zwei Metern nicht zu unterschreiten.

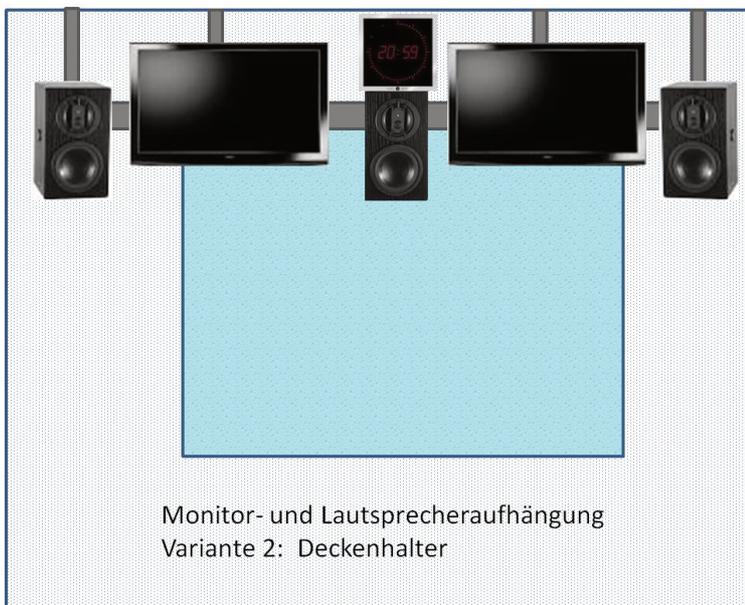


Abbildung 10: Monitorhalterung Variante 2**

Beide Varianten haben sozusagen komplementäre Vor- und Nachteile. Ein Vorteil der ersten Variante ist die stabile, schwingungsfreie Konstruktion der Befestigung. Ein Vorteil

der zweiten Variante, der gleichzeitig ein Nachteil der ersten darstellt, ist, dass es keine Trägerkonstruktionen zwischen dem Tisch und dem Sichtfenster gibt, die den Weg versperren können.

Nachdem die Zuspieler, die als nicht mehr zeitgemäß und notwendig deklariert sind, aussortiert wurden, verbleiben dennoch einige ältere Geräte in der Regie. Der Hintergedanke dabei ist, neben dem „Zentralen Überspiel und Tonträger Raum“, eine Möglichkeit zu haben, O-Töne oder Beiträge von älteren Medien in das Audio-Netzwerk einspielen zu können. Wie in den Abbildungen 7 und 8 erkennbar, sind zwei Untertischgestelle geplant, in denen die Zuspieler platziert werden sollen, die nicht regelmäßig benötigt werden. Für die häufiger genutzten Geräte steht ein Gestell auf dem Tisch (Gestell 3), in unmittelbarer Nähe zum Mischpult, zur Verfügung. Zu den häufiger genutzten Geräten gehören in erster Linie die CD-Player und ein Röhrenverstärker, der für besondere Gesangs- und Sprachaufnahmen verwendet werden soll. Voraussichtlich seltener verwendet sind z.B. der Blu-ray Player, der Tuner und die alten Zuspieler, wie DAT (Digital-Audio-Tape) und Kassette.

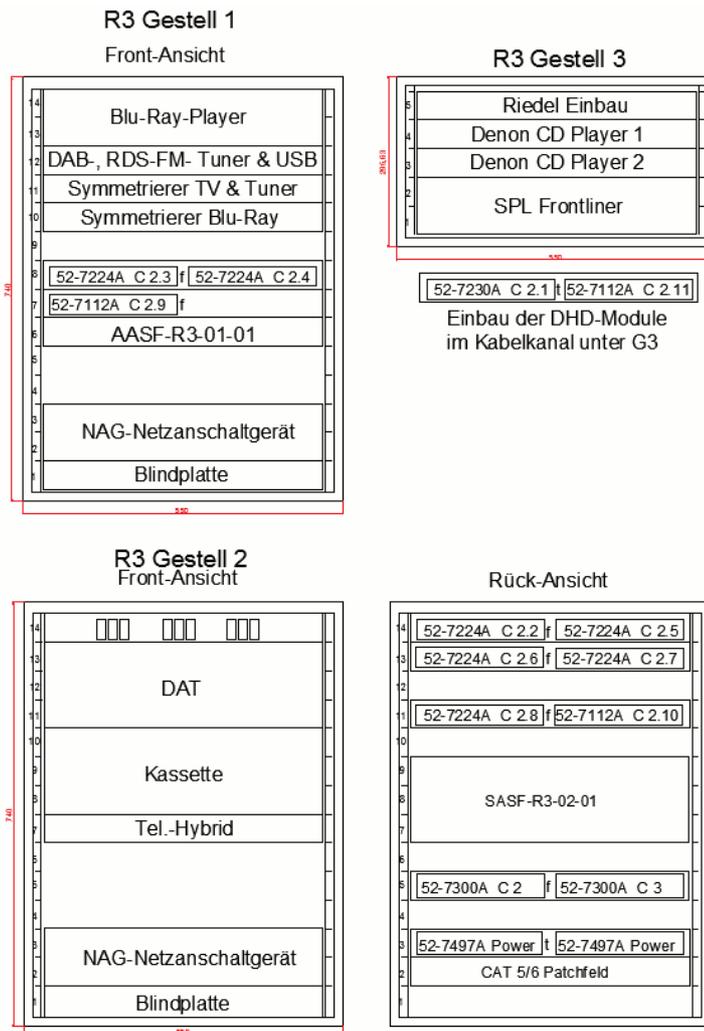


Abbildung 11: Anordnung der Zuspieler in den Gestellen*

In den beiden Untertischgestellen – Gestell 1 ist am Fenster positioniert, Gestell 2 am Gang (vergleiche Abbildung 7) – sind ebenso die Netzanschaltgeräte (NAG) verbaut. Die NAGs sind an das allgemeine Stromnetz des Hauses und die beiden USVs angeschlossen. Sie verbinden die technischen Geräte der Regie mit dem, je nach Ausfallsicherheit, benötigten Stromnetz. In der Abbildung 12 sind die DHD-Module mit ihrer Herstellernummer und der Anschlussbezeichnung eingetragen. Bei einem „52-7224A C 2.5“ handelt es sich um ein Analog I/O-Modul, das am fünften APC-Port des Concentrators 2 angeschlossen ist. Die Audio-Querverbindungen zwischen den Räumen werden als analoges Anschlussfeld (AASF) bezeichnet.

Wie schon in Kapitel 2.4 angedeutet, sollen die I/O-Module, die für die Versorgung der Steueranschlussfelder benötigt werden, zentral platziert sein. Dafür bietet sich das Gestell 2 an, weil es von vorne, wie hinten gut erreichbar ist und beidseitig über 19“-Einbauschienen verfügt (Siehe Abbildung 12). Die Steueranschlussfelder (SASF) dienen dazu, die GPIO-Kontakte des Mischpultes, die lediglich über 9-polige Sub-D-Stecker

ausgeführt sind, an die zu steuernden Geräte anzuschließen. Diese Geräte können, aufgrund verschiedener Steckverbinder oder anderer Pin- Belegung, meist nicht direkt mit dem Pult verbunden werden. Dafür sind die SASFs entworfen, auf denen die GPIO-Kontakte der DHD-Module auf die jeweils passenden Stecker- Typen und -Belegungen der Geräte aufgelötet werden. Sie dienen quasi als Adapter.

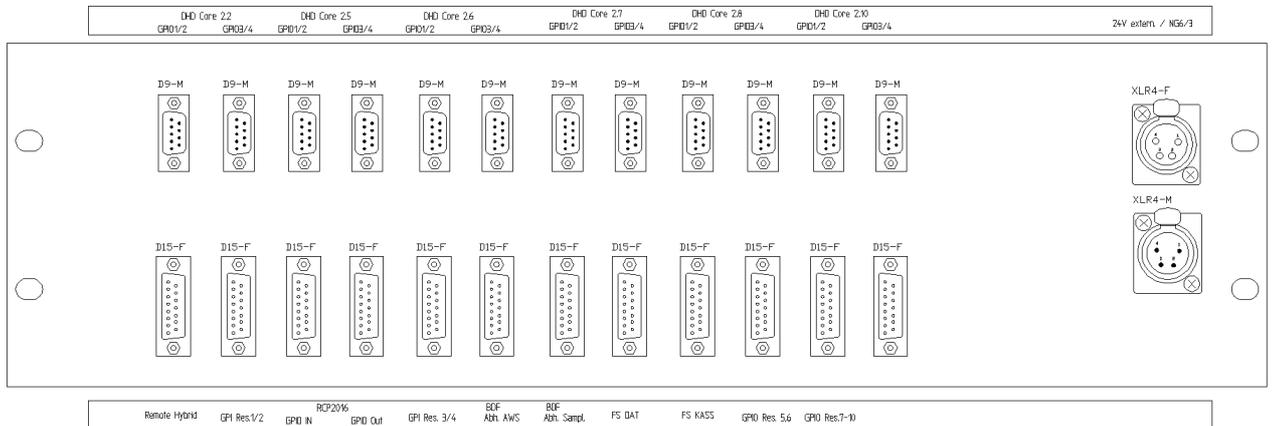


Abbildung 12: Ansicht eines Steueranschlussfeldes*

Von diesen SASFs wird jeweils eines in der Regie und im Technikraum benötigt – das dargestellte Steckfeld soll in der Regie installiert werden.

Im Verlauf der Arbeit wurde die Anbindung des Cartplayers und der digitalen Sendeabwicklung über eine Dante-Schnittstelle diskutiert. Um diese Installation umzusetzen wurde die Firma SCISYS beauftragt einen Kompatibilitätstest ihrer Systeme mit dem Dante-System durchzuführen. Dafür wurde Technik der MCS bereitgestellt. Der Test wurde laut SCISYS erfolgreich abgeschlossen. Die Audioverbindung ließe sich nach einer Konfigurationsänderung nicht nur über die AES- Strecken sondern auch über Dante realisieren. Weiterhin wurde neben der Anbindung an das Dante-System auch über eine alternative Steuerschnittstelle nachgedacht. Bisher wurden die Steuerbefehle zwischen dem Mischpult und dem OAC über eine RS232- Verbindung ausgetauscht. Eine Änderung dieser Steuerung auf eine Ethernet-Verbindung wird als nützlich angesehen, da im Zuge der Modernisierung einige CAT- Patchfelder zwischen den Technikräumen eingezogen werden sollen. Also wurde ebenso diese Anfrage an SCISYS gestellt und der Sachverhalt von der Firma getestet. Auch auf diese Anfrage wurde positiv geantwortet. So wird die Steuerung zwischen der Sendeabwicklung, dem Cartplayer und dem Mischpult in der Regie 3 im neuen Setup über eine Ethernet-Verbindung laufen.

3.2 Das Studio 2

3.2.1 Die Möbel

Auch im Studio ist die Umgestaltung der Möbel gewünscht, sowohl aus funktionellem Blickwinkel als auch aus dem Gesichtspunkt eines einheitlichen Möbeldesigns. Durch die Halbkugelform des alten Studiotisches (siehe Abbildung 8) gibt es keine festgelegte Anordnung der Gäste- Plätze. Dies hatte zur Folge, dass die Sprecher meist nicht an einer bestimmten Position saßen und bei jeder Aufnahme die Mikrofone erneut ausgerichtet werden mussten.

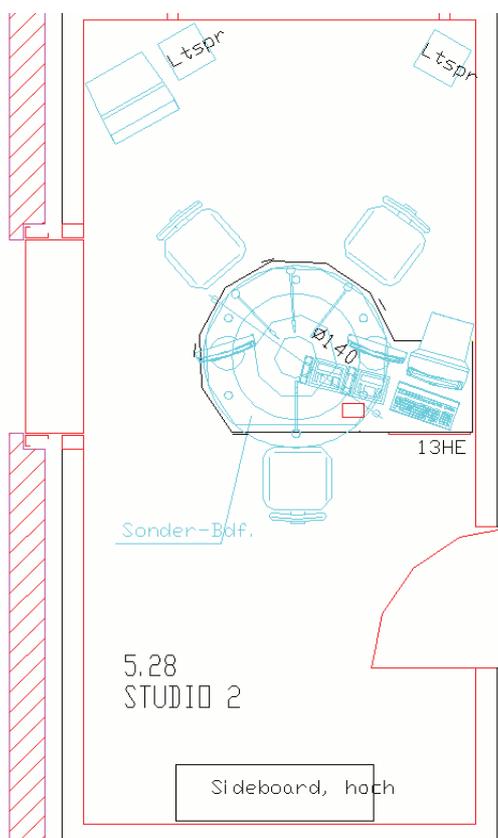


Abbildung 13: Grundriss Studio 2 mit alten Möbeln*

Im neuen Entwurf (Abbildung 9) ist die Platzaufteilung durch die Tischform eindeutig vorgegeben. Dies erleichtert nicht nur die Mikrofonierung für die Techniker, sondern stellt nun vier vordefinierte Plätze zur Verfügung. Außerdem bietet der neue Tisch bei nahezu identischem Platzbedarf mehr Nutzfläche. Der Platz für den Sprecher 1 bzw. den Moderator wurde mit Blickrichtung zum Sichtfenster geplant, um besonders im Fall einer Live-Sendung aus der Regie 3 die visuelle Kommunikation mit dem Techniker zu ermöglichen.

Im Studio 2 sollen zwei TV- Geräte installiert werden. Hier kommen wieder die beiden Installationsvorschläge aus der Regie zur Geltung – So sollen auch hier die Monitore und Lautsprecher an einem Träger befestigt werden. Die Varianten sind in diesem Fall wie in der Regie zu treffen. Wird in der Regie 3 eine Deckenhalterung gewählt, soll im Studio ebenfalls eine Deckenhalterung umgesetzt werden.

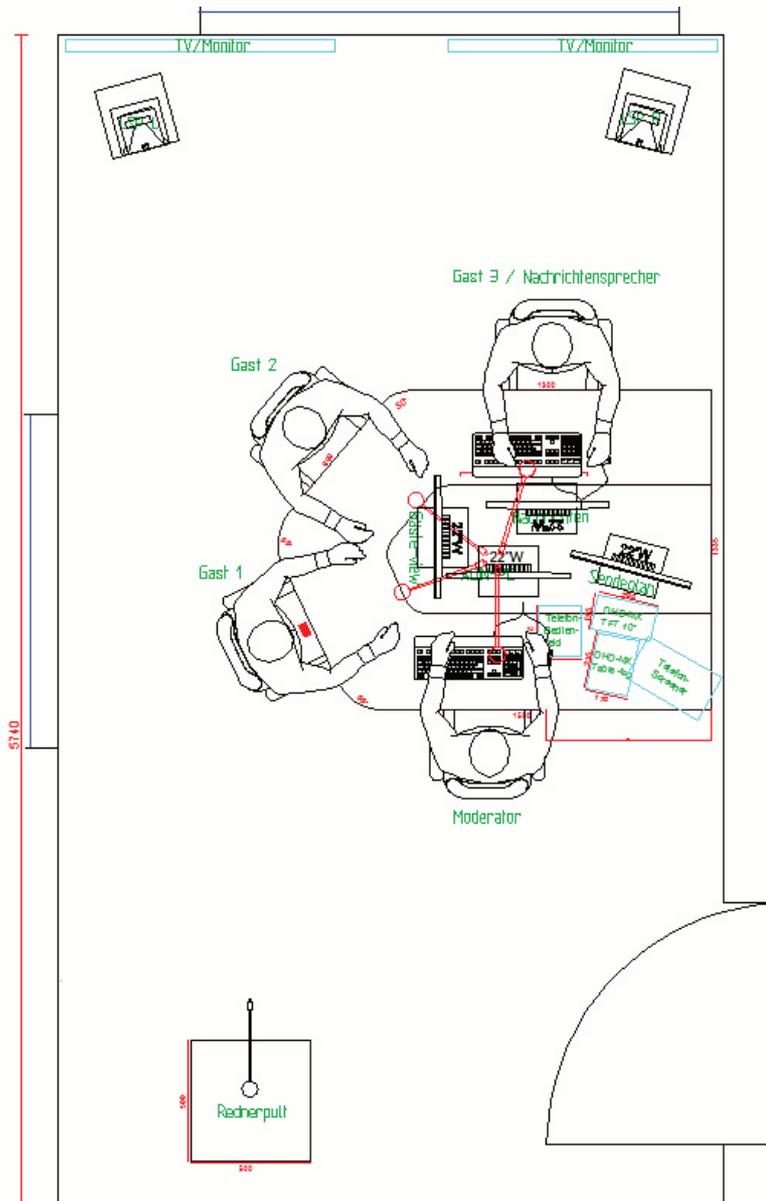


Abbildung 14: Grundriss Studio 2 mit neuen Möbeln*

In der Abbildung 10 ist das 3D- Modell des Studiotisches dargestellt. Es verdeutlicht den geplanten Tischaufbau, in dem die Kopfhöreranschlussfelder im Studio untergebracht werden sollen. Diese stellen an allen Plätzen eine Klinkenbuchse und ein dazugehöriges Potentiometer für die Lautstärkeregelung zur Verfügung. An den Plätzen vom Moderator

und vom Nachrichtensprecher sind zusätzlich noch Steckdosen enthalten, um zusätzliche Geräte, wie z.B. Laptops, versorgen zu können.



Abbildung 15: 3D-Modell des Studiotisches***

Neben dem Studiotisch wird auch das Rednerpult dem neuen Design angepasst. Die Höhe des Pultes bleibt weitestgehend konstant, genauso wie die Konstruktion auf Rollen beibehalten wird.

3.2.2 Die Anordnung der Geräte und Steckfelder

Im Studio sollen auch nach der Modernisierung vier Mikrofone am Tisch verfügbar sein. Zusätzliche Mikrofone und Instrumente sollen über I/O- Module oder Steckfelder an das Mischpult angeschlossen werden können. Auch im Studio ist ein Untertischgestell geplant, in das der APC- Concentrator und die I/O- Module optimaler Weise eingebaut werden sollen, um den mechanischen Schutz des versorgenden LWL- Kabels zu gewährleisten. Bisher sind die zusätzlichen Steckfelder im Rednerpult untergebracht. Der Anschluss der Steckfelder an das Mischpult erfolgt durch direkte Kabel, die durch einen Bodentank vom Studio in den Technikraum gelegt sind. So kann die Verkabelung des Rednerpultes bei größerem Platzbedarf im Studio abgezogen werden, um es ohne große Probleme aus dem Raum entfernen zu können. Diese Funktion wird auch in der neuen Installation erhalten. Die DHD- I/O- Module werden im Untertischgestell verbaut. Von diesem Gestell aus können bei Bedarf XLR- Kabel an die vorgesehenen Steckfelder angeschlossen werden (siehe Abbildung 16), um z.B. einen im Rednerpult eingebauten

Kopfhörerverstärker mit Signalen zu versorgen. Hierzu ist zu prüfen, ob die Verkabelung des Pultes einzeln oder mit einem Kabelschlauch erfolgen sollte. Dies gilt insbesondere für den Abschnitt, in dem die Kabel über dem Boden verlegt werden, also vom Bodentank bis zum Pult. Bei der Umsetzung ist darauf zu achten, dass das Pult beweglich ist und deshalb ausreichende Kabellängen und eine flexible Verlegung der Kabel vorgesehen werden. Für spezielle Aufnahmen soll ein Steckfeld im Tischgestell installiert werden, das mit den beiden Eingängen des Röhrenverstärkers, der SPL Frontliner, verbunden ist. Das Steckfeld soll über einen Mikrofon- und einen Instrumenten- Eingang verfügen.

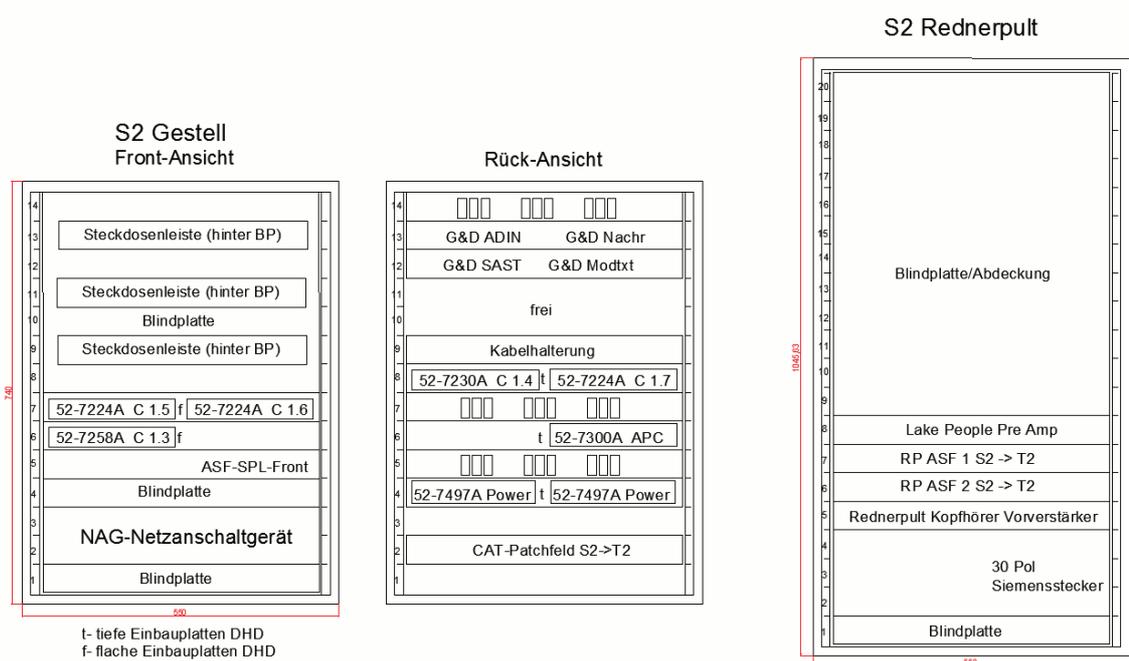


Abbildung 16: Gestellansicht im Studio*

3.3 Das Layout-Studio

Da die Layout-Produktionen immer komplexer und aufwendiger werden ist für diesen Bereich ein eigenständiger Arbeitsplatz notwendig geworden. Bisher befindet sich der Layout-Arbeitsplatz in der Produktionsregie des LFH. Bei dieser Doppelnutzung der Regie kommt es immer öfter zu Überschneidungen in der Raumbelugung und so für beide Plätze zu einer Einschränkung der Arbeitsqualität. In Zukunft werden weitere Veränderungen, wie die Verwendung neuer Technik für das Einspielen der Jingles, Drops und Bumper, dazu führen, dass die Auslastung des Layout-Arbeitsplatzes immer mehr ansteigt. Aus diesem Grund wurden mögliche Lösungen und alternative

Umsetzungsideen gesucht. Im Folgenden soll ein Vorschlag näher erläutert werden: Die Umfunktionierung eines Produktionsarbeitsplatzes als zukünftiges Layout- Studio. Neben den Sende- und Produktionsregionen stehen im LFH vier Produktionsarbeitsplätze zur Verfügung. Jeder dieser Plätze ist mit einer AWS, einigen Zuspielern sowie einem Mikrofon ausgestattet, um kleinere Schnittaufgaben und Vertonungen durchführen zu können. Die Produktionsarbeitsplätze 1-3 sollen ohnehin im Jahr 2015 modernisiert werden. Diese Tatsache hat dazu geführt, dass eine Umfunktionierung eines Produktionsplatzes als zukünftiges Layout- Studio ins Gespräch kam. Schnell hat sich der Produktionsarbeitsplatz (PA) 2, aufgrund der Raumgröße als Favorit herauskristallisiert. Er bietet genug Platz für einen Tisch und ein dazugehöriges Gestell, in dem die Zuspieler platziert werden können. Der Grundriss des PA 2 ist in folgender Abbildung dargestellt:

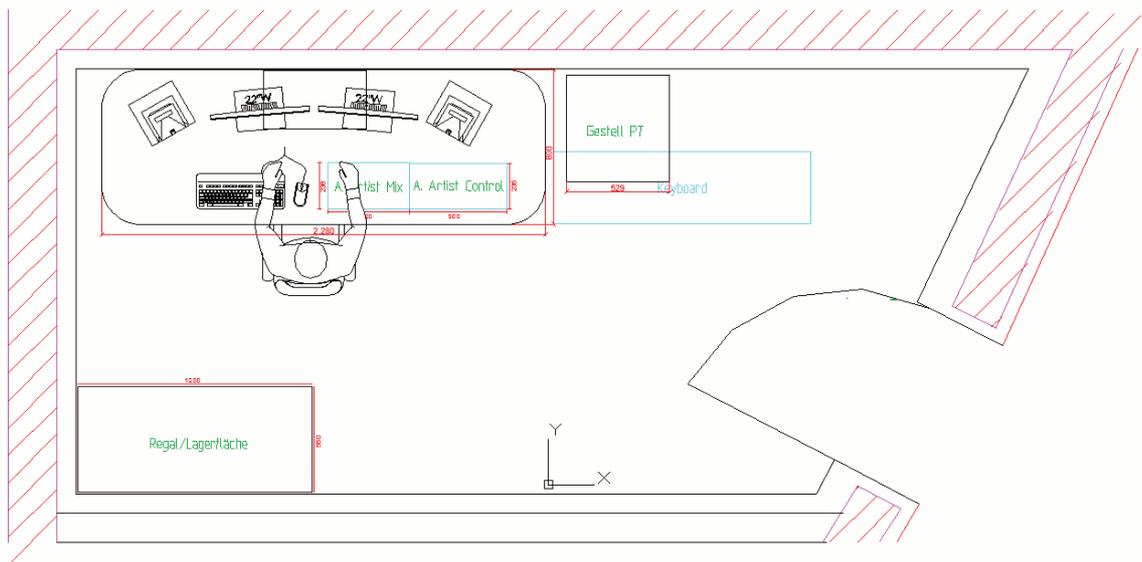


Abbildung 17: Grundriss des Layout- Arbeitsplatzes*

Aufgrund der besseren Aufnahmefähigkeiten in der Regie bleibt der bisherige Layout- Platz dort bestehen. Der neue Arbeitsplatz soll zur Mischung und als qualitativ hochwertiger Abhörplatz dienen. Es werden also zwei Layout- Arbeitsplätze entstehen, einer mit dem Hauptaufgabenbereich Recording, der andere mit dem Bereich der Mischung und Produktion.

Aufgrund der suboptimalen Raumgegebenheiten des PA2, dessen hauptsächlicher Kritikpunkt das fehlende Tageslicht ist, soll der Layout- Platz nicht fest installiert, sondern mobil ausgelegt werden. Er soll schnell auf- und abbaubar und gut transportierbar sein. Aufgrund dieser Anforderungen wurde der Layout- Tisch mit einem separaten Gestell geplant. Es steht auf Rollen und ist mit dem Tisch über einen Kabelschlauch verbunden

(siehe Abbildung 18). Das Gestell soll an beiden Seiten über 19"- Einbauschiene verfügen, um Schwerlastböden für eine AWS und einen Mac- Pro einbauen zu können.



Abbildung 18: 3D-Modell des Layout-Arbeitsplatzes***

Da das momentane Pro Tools- System schon etwas veraltet ist, wurde die Forderung nach einem Update der Soft- und Hardware laut. Für die beiden Layout-Plätze wurden im Laufe der Planung neue Mac- Pro- Systeme mit der aktuellen Pro Tools- Version zusammengestellt. An der Hardware sollte in diesem Fall nicht gespart werden, um eine möglichst langfristige Leistungsstabilität zu gewährleisten. Neben der leistungsstarken Hardware soll eine speziell auf Pro Tools abgestimmte Bedienkonsole das Arbeiten an den Layout- Plätzen verbessern. Bei einem Preis- Leistungs- Vergleich wurde die Wahl schnell eingegrenzt und fiel auf die AVID Artist- Control- Konsole. Sie wird über eine Thunderbolt- Schnittstelle an den Mac- Pro angeschlossen und stellt die wichtigsten Funktionen von Pro Tools als Hardware-Knöpfe sowie vier Fader zur Verfügung. Im Layout- Studio soll die Artist- Control- um eine Artist- Mix- Konsole erweitert werden. Diese Konsole stellt weitere acht Fader und einige Tasten zur Verfügung, die für den Mastering- Platz nützlich sind. Alle in den Konsolen eingebauten Schieberegler sind Motorfader, mit einer feineren Abstufung als die der aktuellen Bedienkonsole, die über MIDI angesteuert wird. Mit diesen Bedienkonsolen soll die Mischung von Layout- Elementen schneller und intuitiver umsetzbar sein.

Auf der Sende- Seite wird dafür eine so genannte CPU, auf der Empfängerseite eine CON benötigt. Diese Geräte können entweder direkt verbunden werden und so als KVM-Verlängerung dienen, beispielsweise um den PC- Lüfter- Lärm in einem Studio auszuschließen, oder an das Center angeschlossen werden. Übertragen werden je nach Gerätetyp mindestens eine Bildstrecke, Maus und Tastatur und eventuelle USB-Strecken. So gibt es auch Geräte, die nur für 1zu1- Verbindungen ausgelegt sind und die nicht an eine Matrix angeschlossen werden können. Die KVM- Geräte werden benötigt, weil eine solche Verlängerung nicht einfach über lange DVI- / VGA- und USB- Kabel umgesetzt werden kann. Dafür ist die, an diesen Schnittstellen anliegende Spannung zu gering. Über große Kabellängen fällt die Spannung zu stark ab, um eine funktionstüchtige Verbindung zu ermöglichen. So kann es bei USB schon bei Kabellängen über 5 m, der maximal zulässigen Länge für diesen Standard, zu Problemen führen. Ein beispielhafter Aufbau einer 1zu1 Strecke, also einer KVM- Verlängerung, ist in Abbildung 20 dargestellt.

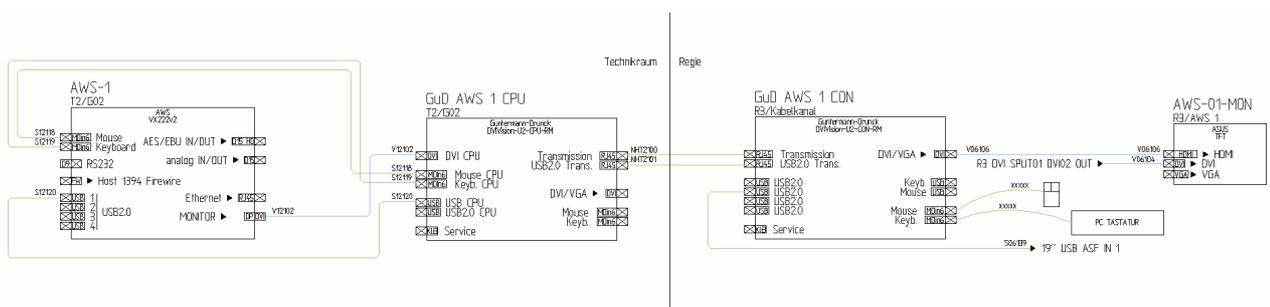


Abbildung 20: Aufbauprinzip KVM- Verlängerung*

Das Video- und das USB- Kabel sowie Maus und Tastatur des betreffenden Rechners werden an die CPU angeschlossen. Die CPU und CON sind über CAT 5e/7- Kabel miteinander verbunden – neue Geräte benötigen nur noch eine CAT- Verbindung, ältere benötigen eine extra- Strecke für die USB- Übertragung. Am Arbeitsplatz sind lediglich der Monitor, die Bedienelemente und die CON vorhanden. So ist ein weiterer Vorteil eines solchen Systems die Einsparung von Geräten am Arbeitsplatz. Die Computer der AWS-, Samplitude-, und Pro Tools- Schnittplätze befinden sich im Technikraum und sind über KVM- Verlängerungen in die Regie geschaltet. Die CPUs dieser 1zu1- Strecken verfügen über die Option eine zweite CPU parallel anzuschließen. Dies eröffnet die Möglichkeit die Schnittplätze der R3 auf das CAT- Center aufzulegen und sie so, auf die TV- Geräte zu schalten. Wenn nun z. B. eine größere Aufnahme mit dem Pro Tools- System realisiert werden soll, kann der Schnittplatz, mit Anzeige und Bedienung, direkt zum Mischpult geschaltet werden. Bei alltäglichen Aufnahmen kann der gleiche Vorgang auch mit der AWS 1 erfolgen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Modernisierung einer Regieanlage von einem einfachen Update der verwendeten Technik bis hin zu einer kompletten Umgestaltung der Regie führen kann. Im vorliegenden Fall wurden neue Möbel entworfen und weitreichende Änderungen an der Technik geplant, besonders im Hinblick auf das neue Audiomischpult. Von einer ehemals zentralen Anordnung aller Mischpultmodule im Technikraum ist der Sprung auf eine dezentrale Platzierung der einzelnen Komponenten erfolgt. Besonders im Hinblick auf die Verkabelungsarbeiten und Kabellängen ist diese Entwicklung sehr zu begrüßen, da die raumübergreifenden Verbindungen auf ein Minimum reduziert wurden.

Mit der immer weiter voranschreitenden Digitalisierung lässt sich auch im Rundfunk ein Anstieg der IT- basierten Lösungen feststellen. Übertragungssysteme, die auf dem IP-Standard aufbauen, wie Dante oder Ravenna, finden immer weitere Verbreitung und bieten eine erhebliche Hardware- Vereinfachung an. Diese Entwicklung macht sich auch im vorliegenden Erneuerungs- Prozess bemerkbar. So wurden im Laufe der Planung unter anderem die Audio- Anbindungen der Samplitude- und Pro Tools- Plätze in der Regie auf AoIP umgestellt. Auch im Bereich der Steuerungs- Schnittstellen gab es IP- basierte Veränderungen. Systeme wie die Sendeabwicklung und der Cartplayer können nun statt über eine serielle RS232- über eine Ethernet- Schnittstelle angesteuert werden und auch die Steuerung der Pro Tools- Bedienkonsole wird nicht mehr länger über MIDI betrieben. Für zukünftige Projekte ist absehbar, dass sich dieser Trend auch im LFH in Magdeburg immer weiter durchsetzen wird.

Die Modernisierung der Regie 3 wurde im ersten Quartal 2015, auf Grundlage dieser Planung, durchgeführt.

Abkürzungsverzeichnis

ACI	Analog Control Input – Steuerungsschnittstelle
A/D	Analog/Digital
AES	Audio Engineering Society – Schnittstelle für digitale Audioübertragung
AFL	After-Fader-Listening – Mischpultfunktion
AKS	Audiokreuzschiene
AoE	Audio over Ethernet – Schnittstelle für digitale Audioübertragung
ARD	Arbeitsgemeinschaft der öffentlich rechtlichen Rundfunkanstalten der Bundesrepublik Deutschland
AUX	Auxiliary – Hilfs-/Zusatz-/Neben-Kanal
AWS	Audio-Work-Station
CAN	Controller Area Network – serielles Bus-System
CAT	Category – Klassifizierung von Kabeln
CPU	Central Processing Unit - Prozessor
D/A	Digital/Analog
Dante	Digital Audio Network Technology
DHD	Deubner Hoffmann Digital – Mischpult- Hersteller
DSP	Digital Signal Processing / Digitaler Signalprozessor
DVI	Digital Visual Interface – Schnittstelle für Videoübertragung
EBU	European Broadcast Union – Schnittstellen-Standard
EQ	Equalizer – Mehrband-Filter zur Tonbearbeitung
FBP	Funktionsbedienpult
GPIO	General Purpose Input/Output – Steuerschnittstelle
HDMI	High Definition Multimedia Interface – Multimedia-Schnittstelle
HKS	Hauptkreuzschiene
ID	Identifikation
I/O	Input/Output
IP	Internet Protocol
IT	Informations-Technologie
ITU	International Telecommunication Union
KDO	Kommando – Einsprech-Funktion
KHASF	Kopfhöreranschlussfeld
KVM	Keyboard, Video, Mouse

LFH	Landesfunkhaus
LSP	Lautsprecher
LWL	Lichtwellenleiter – Übertragungsstandard auf Lichtwellenbasis
MADI	Multi- Channel- Audio-Digital-Interface – Audioschnittstelle
MCS	Media & Communication Systems
MDR	Mitteldeutscher Rundfunk
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
NAG	Netzanschaltgerät
NAS	Network Attached Storage
OAC	ON- AIR- Control – Produkt der Firma SCISYS
PA	Produktionsarbeitsplatz
PFL	Pre- Fader- Listening – Mischpultfunktion
PGM	Programm
PPM	Programme Peak Meter
R3	Regie 3
S2	Studio 2
SASF	Steueranschlussfeld
T2	Technikraum 2
TDM	Time Division Multiplex – Übertragungsstandard
TFT	Thin-film Transistor – Dünnschichttransistor
USB	Universal Serial Bus – Schnittstelle
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VGA	Video Graphics Array – Schnittstelle zur Bildübertragung
XLR	EXtern Live Return – Standard für elektrische Stecker

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht Regiekomplex**	6
Abbildung 2: Abhörkreis 3/2-Format laut ITU-R BS.775-2 [2]	8
Abbildung 3: Mögliche Ansicht der Kopfhöreranschlussfelder*	10
Abbildung 4: Aufbau & Prinzip des DHD 52/MX**	11
Abbildung 5: Fenster-Ansicht Toolbox (Screenshot)	15
Abbildung 6: Grundriss Regie 3 mit alten Möbeln*	19
Abbildung 7: Grundriss Regie 3 mit neuen Möbeln*	20
Abbildung 8: 3D-Modell des Regietisches***	22
Abbildung 9: Monitorhalterung Variante 1**	23
Abbildung 10: Monitorhalterung Variante 2**	23
Abbildung 11: Anordnung der Zuspieler in den Gestellen*	25
Abbildung 12: Ansicht eines Steueranschlussfeldes*	26
Abbildung 13: Grundriss Studio 2 mit alten Möbeln*	27
Abbildung 14: Grundriss Studio 2 mit neuen Möbeln*	28
Abbildung 15: 3D-Modell des Studiotisches***	29
Abbildung 16: Gestellansicht im Studio*	30
Abbildung 17: Grundriss des Layout- Arbeitsplatzes*	31
Abbildung 18: 3D-Modell des Layout-Arbeitsplatzes***	32
Abbildung 19: Gestellansicht Layout-Arbeitsplatz*	33
Abbildung 20: Aufbauprinzip KVM- Verlängerung*	34

(*) Übersichten und Grafiken erstellt mit AutoCAD LT 2014

(**) Grafiken erstellt mit MS Power Point

(***) Grafiken erstellt mit AutoCAD 2010 und HFE

Literaturverzeichnis

- [1] Website der Media & Communication Systems (MCS) Sachsen-Anhalt GmbH:
www.mcs-sachsen-anhalt.de/mcs-wir-ueber-uns.html

- [2] Empfehlung ITU-R BS.775-2
http://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.775-2-200607-S!!PDF-E.pdf

- [3] Michael Dickreiter, Volker Dittel, Wolfgang Hoeg, Martin Wöhr:
Handbuch der Tonstudioteknik (HdTST), Band 2

- [4] Jochen Veith:
laut dem Vortrag „Steigende Komplexität versus fallende Qualität“ (Audio- und Acoustic Consulting) auf der Tonmeistertagung 2014

- [5] Website der Firma Geithain:
www.me-geithain.de/index.php/de/studio/produkte/aktiv-lautsprecher

- [6] Website der Firma DHD:
www.dhd-audio.de

- [7] Friedemann Kootz:
StudioEmagazin, Ausgabe 4/2013 „Grundlagenwissen“

Anhang

Im Anhang befinden sich die ausführlichen Verdrahtungs- bzw. Verkabelungspläne. Diese Pläne wurden mit AutoCAD 2014 LT erstellt.

A. Audio- und APC-Verkabelung

Stellt die Audio und APC-Verkabelungen des Regiekomplexes dar

B. Hörfunk KVM-R3

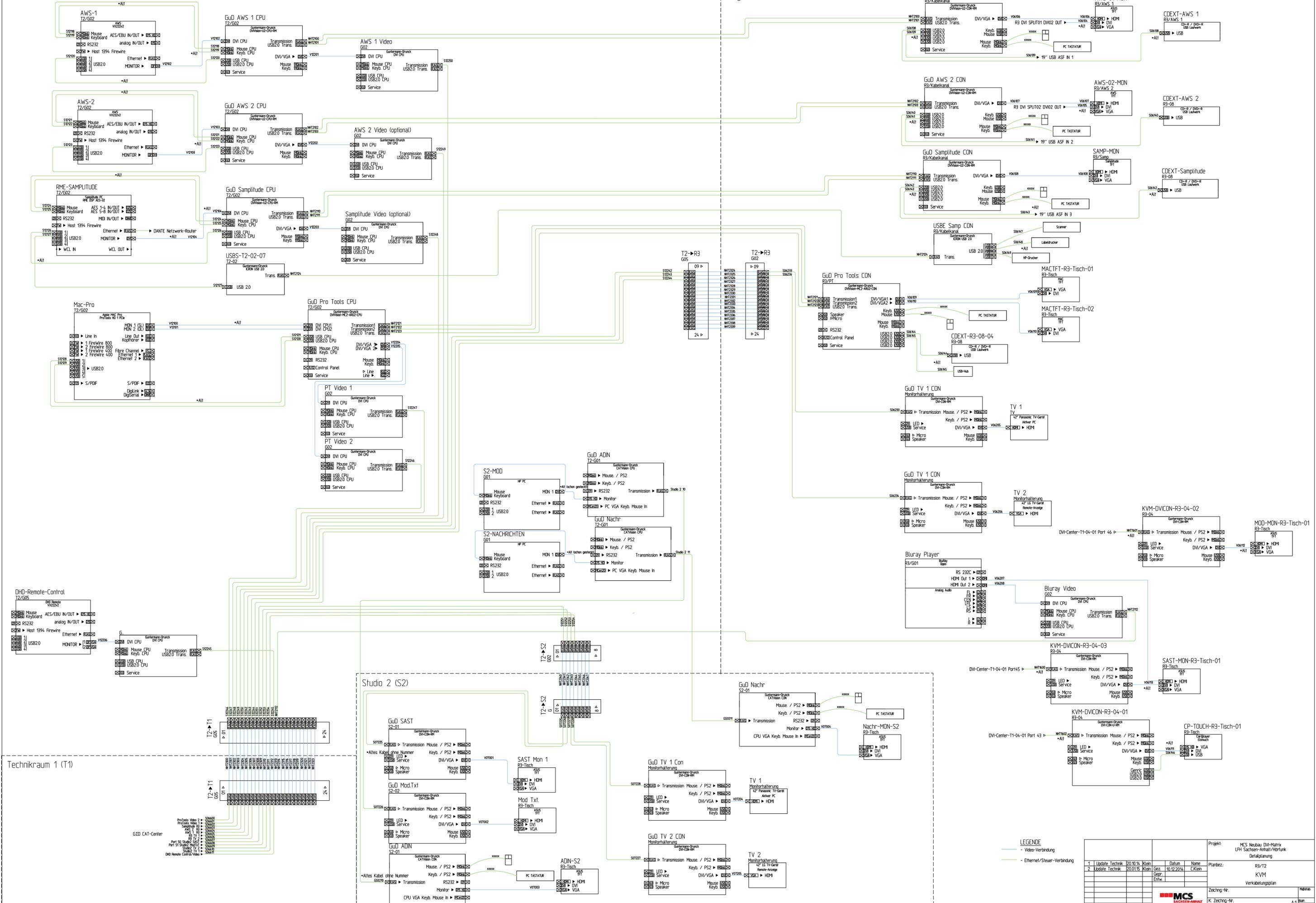
Enthält die die KVM- und Ethernet-Verkabelung des Regiekomplexes

C. R3 Steuerung

Zeigt die Steuerungs-Verkabelung des Regiekomplexes auf

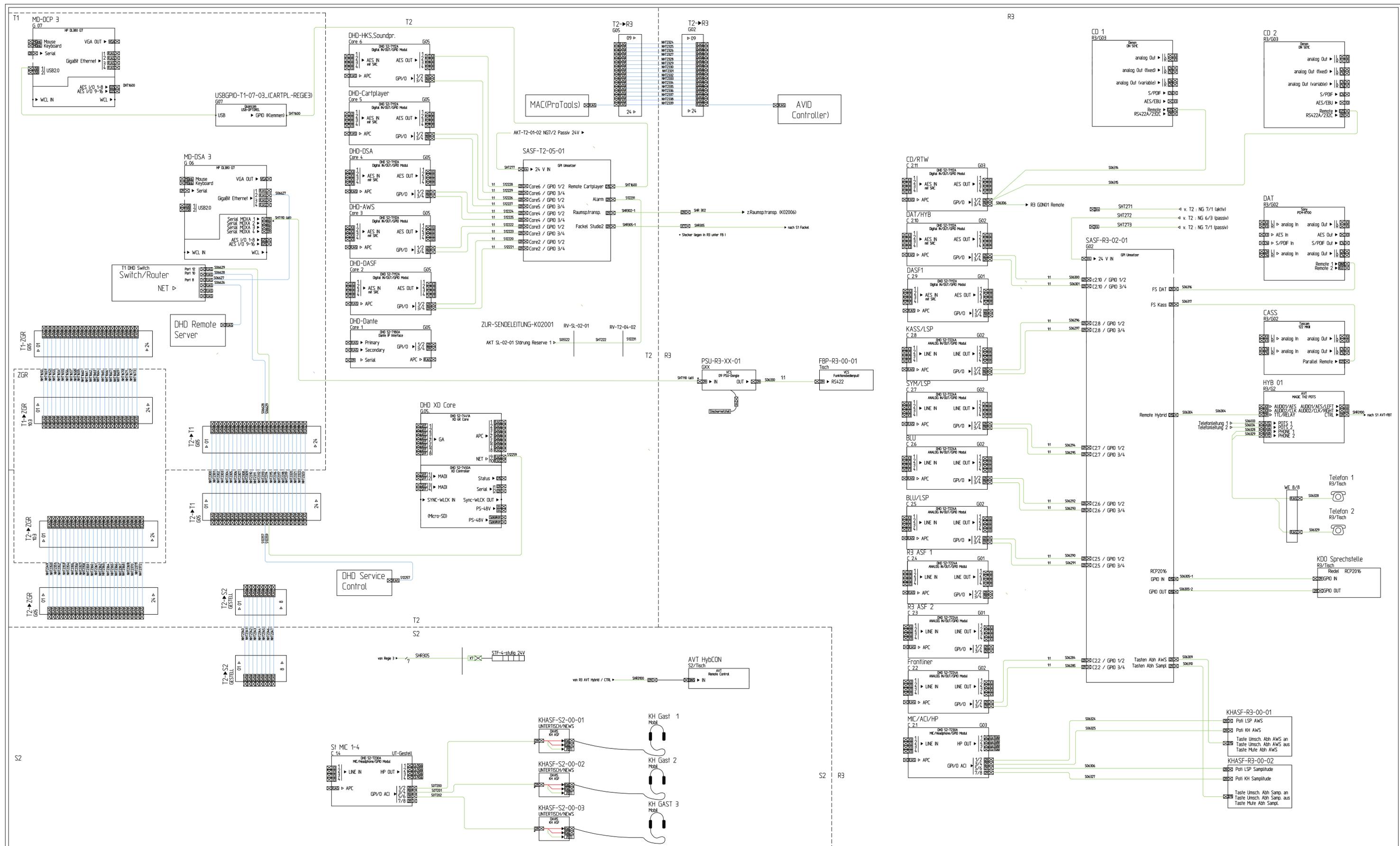
D. Gestellansichten vom Technikraum 2

Enthält die Gestellansichten des Technikraumes, um eine Übersicht über den kompletten Mischpult- Einbau zu bekommen.



LEGENDE
 - Video-Verbindung
 - Ethernet/Steuer-Verbindung

Projekt: MCS Neubau DVH-Matrix LfH Sachsen-Anhalt/Hofbank Detailplanung		Planbez: R3/T2		Verkabelungsplan		Muster	
1 Update Technik R0.01/4 Klein		Datum Name		K. Zeichnung-Nr.		A1	
2 Update Technik R0.01/5 Klein		Gez. 10.12.2014 CKlein		Zusl. Änderung		Datum Name	
3		Entw.		MCS SACHSEN-ANHALT		A1	



LEGENDE
 - Ethernet-Verbindung
 - Steuerungssignal

Projekt: MOR Neubauprogramm LFH Sachsen-Anhalt/Hörfunk Technische Ansicht		Planbez.: R3/S2/T2/T1	
Verkabellungsplan Steuerung / Netzwerk		Zeichnung-Nr. R3/S2/T2/T1	
Zust./Änderung		Datum/Name	
24.11.14 R.Müller		24.11.2014 Christian K.	
24.11.2014 R. Müller		Entw.	
MCS SACHSEN-ANHALT		Projekt-Nr. R3/S2/T2/T1	
K. Zeichnung-Nr.		Blatt: 10	
A0		Gesamt: 10	

* Incl. Audio Gate Verkabellungsplan Audio

