

Planung eines multifunktionalen Tonstudios

Bachelorarbeit

im Studiengang

Audiovisuelle Medien (B.Eng.)

vorgelegt von

Tobias Rager

Matr.-Nr.: 33290

am 28.05.2020

Hochschule der Medien Stuttgart

Erstprüfer: Prof. Dr. Frank Melchior

Zweitprüfer Prof. Oliver Curdt

Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Tobias Rager, ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit mit dem Titel: „Planung eines multifunktionalen Tonstudios“ selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken entnommen wurden, sind in jedem Fall unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht oder in anderer Form als Prüfungsleistung vorgelegt worden.

Ich habe die Bedeutung der ehrenwörtlichen Versicherung und die prüfungsrechtlichen Folgen (§ 26 Abs. 2 Bachelor-SPO (6 Semester), § 24 Abs. 2 Bachelor-SPO (7 Semester), § 23 Abs. 2 Master-SPO (3 Semester) bzw. § 19 Abs. 2 Master-SPO (4 Semester und berufsbegleitend) der HdM) einer unrichtigen oder unvollständigen ehrenwörtlichen Versicherung zur Kenntnis genommen.

Tübingen, den 28.05.2020

Tobias Rager

Abstract

Die TOS Gemeinde Tübingen e.V. (evangelische Freikirche) unterstützt einen kleinen ehrenamtlich geführten Radiosender und hat ein provisorisch eingerichtetes Videostudio, zur Produktion einer Serie, die wöchentlich auf den verschiedenen Social Media Kanälen der Gemeinde erscheint. Diese beiden Abteilungen befinden sich zwar schon im selben Gebäude, jetzt sollen aber neue Studioräume für Ton- und Filmproduktionen für diese und auch weitere Medien-Formate entstehen. Das Zimmer zwischen dem Film- und dem Tonstudio soll zum Regie- und Kontrollraum für beide Abteilungen umgebaut werden.

Sämtliche Ausspielwege, wie Radio, Fernsehen, Online-Live-Stream, aber besonders die populären Onlineplattformen wie YouTube, InstaTV oder Podcast sollen bedient werden. Eine Anbindung an die Mediensysteme in der Veranstaltungshalle im Nachbargebäude über eine passende Netzwerkverbindung wäre denkbar. Musikproduktionen von Aufnahme über Mischung zum fertigen Master sollen dort stattfinden können.

Da die Installation hauptsächlich von Spendengeldern getragen wird, ist es Ziel des Projektes, den größtmöglichen Nutzen mit möglichst niedrigem Budget zu erreichen, dabei aber Qualitätsstandards nicht zu senken.

Diese Bachelorarbeit behandelt die Planung des Bereichs Tontechnik im Studio und gibt lediglich Ausblick auf die Anbindung an das Filmstudio und die weitere Anwendungsmöglichkeiten.

Die Besonderheit beim Bau dieses Tonstudios liegt darin, dass es nicht nur für Audioproduktionen (Musik und Sprache), sondern auch für Live-Radiosendungen und zur Unterstützung von Filmproduktionen genutzt werden soll.

Abstract Englisch

The TOS Gemeinde Tübingen e.V. (Evangelical Free Church) supports a small volunteer-operated radio station and has a provisionally furnished film studio for the production of a weekly series on the various social media channels of the community. These two departments are already in the same building, but now new studio rooms for sound and film productions for these and other media formats are to be created. The room between the film and sound studio is to be converted into a control room for both departments.

All different channels, such as radio, television, online live stream, but especially the popular online platforms such as YouTube, InstaTV or podcast should be used. A connection to the media systems in the event hall in the neighboring building via a suitable network connection would be conceivable. Music productions from recording to mixing to the finished master should be able possible there.

Since the installation is mainly funded by donations, the project aims to achieve the greatest benefit with the lowest budget possible, but not to lower quality standards.

This bachelor thesis deals with the planning of the recording studio area and only gives an outlook on the connection to the film studio and the other possible applications.

The peculiarity of the construction of this recording studio is that it should not only be used for audio productions (music and speech), but also for live radio broadcasts and to support film productions.

Inhaltsverzeichnis

Ehrenwörtliche Erklärung	1
Abstract.....	2
Abstract Englisch.....	3
Abkürzungsverzeichnis.....	7
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis.....	8
Vorwort	9
1. System Engineering.....	10
1.1. Das SE-Konzept	11
1.2. Systemdenken.....	12
1.2. Das System: multifunktionales Tonstudio	12
1.3. Vorgehensmodell	19
1.3.1. Vom Groben ins Detail: Top-down.....	19
1.3.2 Variantenbildung.....	19
1.3.3. Das Prinzip der Gliederung in Projektphasen	20
1.3.4. Problemlösungszyklus	21
2. Ist-Zustand	22
2.1. Ist-Zustand: sortiert nach Anwendungsfällen.....	22
2.2. Blockschaltbild Radio Ist-Zustand	23
2.3. Lageplan und Raummaße	24
2.4. Ein perfekter Tag im Radio.....	27
3. Vorplanung.....	29
3.1. Welche Anwendungsfälle gibt es in diesem Tonstudio?	29
3.1.1. Radio	29
3.1.2. Musikproduktion und Sprachaufnahmen:	30
3.1.3. Videoproduktion:	31
3.2. Welche Anforderungen und Ziele ergeben sich daraus?	32

3.2.1. Radio:.....	32
3.2.2. Musikproduktion und Sprachaufnahmen:	32
3.2.3. Videoproduktion:.....	33
3.3. Lösungssuche.....	35
3.3.1. Kosten.....	35
3.3.2. Zeit:.....	36
3.4. Auswahl	37
4. Hauptplanung	39
4.1. Zielsetzung.....	39
4.1.1. Anforderungen- und Prioritätenliste.....	41
4.1.2. Budget	42
4.2. Lösungsansätze.....	43
4.2.1. Raumaufteilungen	43
4.2.2. Software	45
4.2.3. Equipment	48
4.2.4. Schalldämmung und Umbau	53
4.2.5. Raumakustik	64
4.2.6. Budget	75
4.3. Auswahl	76
5. Detailplanung	78
5.1. Softwarelösungen.....	78
DAW Samplitude	78
mAirList.....	79
5.2. Technischer Aufbau	80
Blockschaltbild.....	80
Mischpult: Allen & Heath Qu 16.....	81
Stagebox: MC164 Multicore	82
Abhörmonitore.....	82

Steckfeld: Rean NYS SPP-L1	83
5.3. Bauliche Maßnahmen	84
5.3.1. Schalldämmung.....	84
5.3.2. Absorber.....	85
5.3.3. Diffusoren	85
6. Aufbau und Inbetriebnahme.....	88
6.1. Zeitplanung	88
6.2. Ausblick	88
7. Abschluss.....	90
7.1. Zusammenfassung	90
7.2. Ergebnis.....	91
7.3. Fazit	91
Quellenverzeichnis.....	92
Bücher	92
Internetquellen	92
Anhang	92

Abkürzungsverzeichnis

MTS: multifunktionales Tonstudio

SE: System Engineering

DAW: Digital Audio Workstation (dt. Digitaler Ton Arbeitsplatz – Software)

EK: Einkaufspreis (bezogen auf aktuelle Angebote)

Aux: (Aux-Weg, Aux-Ausgang, etc.) engl. Auxiliary (dt. Neben-/Zusatz/Hilfs-) meint alle zusätzlichen Ausgänge/Wege am Mischpult über die eine andere Mischung ausgegeben werden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: SE in geordneter Form als „SE-Männlein“(Acél, 2005, Bild 1)	11
Abbildung 2: graphische Systemübersicht des multifunktionalen Tonstudios	13
Abbildung 3: Vorgehensprinzip „Vom Groben zum Detail“ (Haberfellner, 2018, S.54).....	19
Abbildung 4: Stufenweise Variantenbildung (Haberfellner, 2018, S.58)	20
Abbildung 5: Problemlösungszyklus (Haberfellner, 2018, S.70).....	21
Abbildung 6: Blockschaltbild: Radio im Ist-Zustand	23
Abbildung 7: Lageplan und Raummaße	25
Abbildung 8: Foto 1: Radioarbeitsplatz	25
Abbildung 9: Foto 2: Radiostudio	26
Abbildung 10: Foto 3: Videostudio.....	26
Abbildung 11: Foto 4: Videoschnittraum und Büro	27
Abbildung 12: Raumaufteilung Variante 1	43
Abbildung 13: Raumaufteilung Variante 2	44
Abbildung 14: Schalldämmung Variante 1	55
Abbildung 15: Schalldämmung Variante 2	57
Abbildung 16: Schalldämmung Variante 3	59
Abbildung 17: Schalldämmung Variante 4	61
Abbildung 18: Positionierung der Absorber im Studio.....	67
Abbildung 19: Positionierung Diffusoren im Studio	70
Abbildung 20: Positionierung Akustikelemente	72
Abbildung 21: Wasserfalldiagramm, Radiostudio Ist-Zustand, Messung mit REQ.....	73
Abbildung 22: Studio ohne Schalldämmung mit Akustikelementen.....	74
Abbildung 23: Blockschaltbild Detailplanung.....	80
Abbildung 24: Bauplanskizze Schallisolierung und Entkopplung	84
Abbildung 25: Diffusor 1 und 2 (Hifi, 2020).....	86

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ist-Zustand.....	22
Tabelle 2: Raummaße für Kalkulation.....	25
Tabelle 3: Varianten für Mischpulte: Inhalte von Produktvergleich (Thomann, 2020).....	49
Tabelle 4: Stagebox-Varianten aus Kalkulation: eigene.....	51
Tabelle 5: Kalkulation zu Schalldämmung Variante 1.....	56
Tabelle 6: Kalkulation zu Schalldämmung Variante 2.....	58
Tabelle 7: Kalkulation zu Schalldämmung Variante 3.....	60
Tabelle 8: Kalkulation Schalldämmung Variante 4.....	63
Tabelle 9: Kalkulation für Absorber Variante 1.....	66
Tabelle 10: Kalkulation für Absorber Variante 2.....	66
Tabelle 11: Preisvergleich für Diffusor Variante 1.....	71
Tabelle 12: Kalkulation für Diffusor Variante 2.....	71
Tabelle 13: Kalkulation für Diffusor Variante 3.....	71
Tabelle 14: Nachhallzeit.....	72
Tabelle 15: Budgetplan.....	75

Vorwort

Ich habe mich Aufgrund meiner persönlichen Vorliebe für Musikproduktion entschieden, meine Bachelorarbeit über die Planung eines multifunktionalen Tonstudios zu schreiben, in dem ich nach der Umsetzung selbst einmal arbeiten kann. Dass diese Arbeit nicht nur ein Thema ist, das mich interessiert, sondern auch einen praktischen Nutzen für meine Gemeinde und den kleinen Radiosender bietet, deren Mitarbeiter ich persönlich kenne, freut mich besonders. Da ich mit dieser christlichen Kultur aufgewachsen bin, in der die Musik aber auch der gesamte Medienauftritt oftmals mehrere Schritte hinterherhinkt, wünsche ich mir mit diesem Projekt, einen Weg aus dieser Schwäche heraus zu bahnen.

Die Recherche, das Vergleichen verschiedener Produkte und konkretes Planen, hat mir detailreichen Aufschluss über viele Themen gegeben, die ich zuvor nur aus der Theorie kannte.

Die Idee für die Planung eines multifunktionalen Tonstudios kam vom technischen Leiter der Medienproduktionen der christlichen Gemeinde. Er hat seinen Arbeitsplatz in den betreffenden Räumlichkeiten und deshalb natürlich auch ein persönliches Interesse am Gelingen dieses Projekts. Die Planung musste aber auf den Bereich Tontechnik begrenzt werden und wurde schließlich ganz selbständig von mir durchgeführt. Die erarbeiteten Vorschläge wurden im Laufe der Planung immer wieder besprochen.

Besonderer Dank geht daher an den technischen Leiter der TOS Gemeinde Tübingen e.V. Matthias Rowley und an Hans-Peter Besteck, Leiter von Radio helle Welle. Sie haben mich in die aktuelle Lage einbezogen, deshalb konnte diese Arbeit so konkret ausgestaltet werden und hat deshalb in der Umsetzung einen großen Nutzen.

Dank geht auch an Prof. Dr. Frank Melchior und Prof. Oliver Curdt, die diese Bachelorarbeit betreut haben und auch Erst- und Zweitprüfer sind, sowie an meine Freunde, die die Bachelorarbeit für mich korrekturgelesen haben.

1. System Engineering

System Engineering ist eine Methode, komplexe Zusammenhänge funktional zu erfassen und besser kalkulieren zu können. Ziel ist es, Planungsfehler zu minimieren und alle relevanten Einflussgrößen zu beachten. Jede Art der Projektplanung muss sich immer vereinfachter Modelle bedienen, die höchstens ein Versuch sind, die Realität wahrheitsgetreu abzubilden.

Die Anwendung dieser Methodik auf das konkrete Projekt der vorliegenden Arbeit (MTS) erfolgt anhand des Buches „Systems Engineering Grundlagen und Anwendung“ von Reinhard Haberfellner, Oliver de Weck, Ernst Ficke und Siegfried Vössner (14. überarbeitete Auflage, 2018).

Das [...] Konzept will eine Methodik darstellen, die bei der Bearbeitung von Problemen hilft, gleichgültig, welcher Art diese sind. Als Problem soll dabei die Differenz zwischen dem, was vorhanden ist (=IST) und der Vorstellung von einem SOLL verstanden werden[...].“ (S.9)

Im ersten Schritt wird der Ist- und Sollzustand genau erfasst und beschrieben, alle Einflussgrößen analysiert und Rahmenbedingungen herausgearbeitet. Die angezeigte Differenz wird schrittweise zunächst grob und dann immer konkreter und detaillierter mit möglichen Lösungsvarianten aufgefüllt: von einer Blackbox (siehe Abb.) zu einem konkreten Plan. So kann zuletzt eine eindeutige Entscheidung für einen dieser Lösungswege getroffen und dieser nach einer finalen Detailplanung auch genauso ausgeführt werden.

1.1. Das SE-Konzept



Abbildung 1: SE in geordneter Form als „SE-Männlein“(Acél, 2005, Bild 1)

Das Problem wird beschrieben im Ist-Zustand. Es gilt herauszufinden, was der Kern des Problems ist und daraus Zielanforderungen zu formulieren, die dann im Problemlösungsprozess mit Hilfe von Methoden aus Projektmanagement und Systemgestaltung zu konkreten Lösungen weiterentwickelt werden. Dieser Prozess folgt der SE-Philosophie, die sich besonders im Systemdenken und ihren Vorgehensmodellen zeigt.

1.2. Systemdenken

Was ist ein System? Die Wortbedeutung, wie man sie im deutschen Duden findet, lautet:

Gesamtheit von Objekten, die sich in einem ganzheitlichen Zusammenhang befinden und durch die Wechselbeziehungen untereinander gegenüber ihrer Umgebung abzugrenzen sind.

(Duden, 2020)

Das Wort System steht für Konnektivität. Wir meinen damit jede Ansammlung miteinander in Beziehung stehender Teile. Was wir als System definieren, ist deshalb ein System, weil es miteinander in Beziehung stehende Teile umfasst und in gewisser Hinsicht ein Ganzes bildet.

(S.Beer 1963 Kybernetik und Management . Frankfurt/M: S.Fischer)

1.2. Das System: multifunktionales Tonstudio

Übertragen auf MTS besteht das Problem darin, dass für die verschiedenen Anwendungsfälle (Radiobetrieb, Musikproduktion, Ton für Videoproduktionen) mit ihren technischen Anforderungen, nur ein begrenzter Raum und nur ein begrenztes Budget zur Verfügung stehen. Momentan sind die beiden Bereiche Radio und Video im selben Gebäude aber technisch und logistisch noch voneinander getrennt. Für die Musikproduktion gibt es noch gar keinen eigenen Raum. Der Ist-Zustand ist in den verschiedenen Bereichen durch improvisierte Lösungen geprägt. Einen zu Grunde liegenden technischen Plan gibt es nicht.

Der Lösungsansatz ist also die Planung eines Multifunktionalen Tonstudios. Diese Arbeit beschränkt sich auf die Planung, weil die zeitliche Ausdehnung der Umsetzung die zeitliche Begrenzung der Bachelorarbeit sprengt. Außerdem beschränkt sie sich innerhalb des Gesamt-Studio-Projekts inhaltlich auf das Fachgebiet Tontechnik. Dabei wird in dieser technischen Planung ein besonderer Schwerpunkt auf die Multifunktionalität, also die vielseitige Nutzung der einzelnen Elemente gelegt. Es soll eine möglichst große Schnittmenge der Nutzbarkeit zwischen Elementen der unterschiedlichen Bereiche geben.

Das Studio soll also nicht mehr nur als Radioarbeitsplatz, sondern auch für Musikproduktionen und die dafür notwendige Tontechnik auch für die Videoproduktionen genutzt werden können. Dabei sollen durch die vielseitige Nutzbarkeit der Räumlichkeiten und des Equipments alle konkreten Anforderungen der einzelnen Bereiche bestmöglich abgedeckt und Kosten eingespart werden.

Systemdarstellung

Alle Bereiche des Tonstudios, die nicht als eigenständiges System funktionieren oder nur in Verbindung mit anderen Komponenten des Systems ihren Zweck erfüllen oder einfach innerhalb der Systemgrenze (Tontechnik) liegen, sind die Elemente des Systems. Darüber hinaus gibt es Umfeldelemente. Das sind für sich selbst stehende und selbstständig funktionierende Einheiten, die in Verbindung mit dem Hauptsystem (MTS) stehen, aber nicht relevant für dessen Betrieb sind. Weitergehend gibt es auch Umsysteme, für die Gleiches gilt, die aber eine komplexere Struktur haben, weil es sich um selbstständige, unabhängige Systeme handelt, die ohne das Hauptsystem funktionieren aber mit ihm in Verbindung stehen.

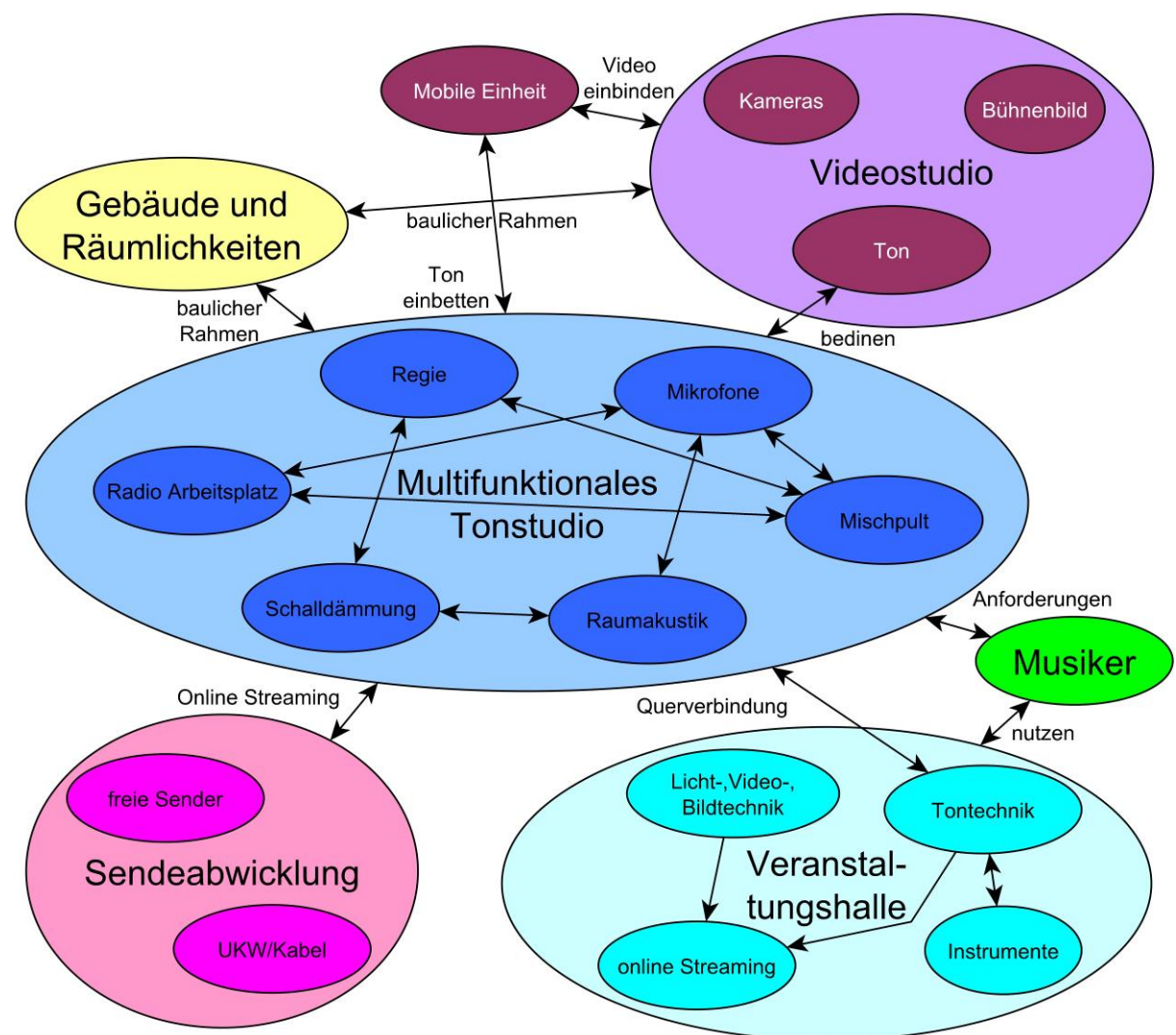


Abbildung 2: graphische Systemübersicht des multifunktionalen Tonstudios

Themengebiete und Elemente:

Übertragen auf das Multifunktionale Tonstudio sind die Themengebiete, die Bereiche die technisch betrachtet, überdacht, bearbeitet und erneuert werden müssen. Das sind die einzelnen Elemente des betrachteten Systems: Komponenten oder Teile, die mit ihren Eigenschaften Funktionen im System erfüllen. Diese Eigenschaften und Funktionen lassen sich meist in konkreten Zahlen ausdrücken. Die Elemente können aber auch wiederum für sich als (Unter-)Systeme betrachtet werden. Die Elemente sind untereinander durch Beziehungen verbunden. Diese Beziehungen lassen sich ebenfalls konkret beschreiben. (SE, S. 28)

Zu diesen Themengebieten bzw. Elementen gehören Mikrofonierung, Akustik, Schallisolierung, Radio Arbeitsplatz, Regie, Software (Streaming, Sendeplanung, Schnitt) und Anbindung der Tontechnik an das Videoproduktionssystem.

Die Systemgrenze dieses Projekts ist die Tontechnik. Das heißt, alles was nicht zum Bereich der Tontechnik gehört, wird nicht bis ins Detail behandelt.

Charakteristisch ist, dass innerhalb der Systemgrenzen ein größeres (stärkeres, wichtigeres) Maß an Beziehungen besteht bzw. wahrgenommen wird als zwischen System und Umfeld. (SE, S.29)

Untersysteme:

Wenn ein Element eines Systems im Detail betrachtet wird, kann es auch als ein eigenes System dargestellt werden. Das ist ein Untersystem. Es dient einer übersichtlicheren Darstellung des Hauptsystems, und gleichzeitig einer präziseren Abbildung von Details auf einer tieferen Ebene.

Radio-Arbeitsplatz (siehe unten, Abb. Nr.2)

Der Radio-Arbeitsplatz ist ein eigenes geschlossenes System, das jetzt schon ohne Weiterentwicklung oder Erweiterung funktioniert. Das soll auch in Zukunft so sein. Allerdings soll es so in das MTS integriert werden, dass es von den Vorteilen profitiert und auch weitestgehend für die anderen Anwendungsfälle nutzbar gemacht werden kann.

Umfeldelemente:

Unter Umfeldelementen versteht man die Elemente, die außerhalb der Systemgrenzen liegen, also außerhalb der Tontechnik des Tonstudios, aber gleichzeitig eine Beziehung oder Verbindung zu dem System oder einen Einfluss auf das System haben.

Mobile Einheit:

Für diverse Videoprojekte, Livestreams und Sendungen ist ein Mobiles Video und Ton Setup immer wieder im Einsatz. Es gab schon verschiedene Ansätze diese Anwendung zu vereinfachen und zu optimieren, also die Qualität zu steigern. Sehr einfach ist dieses Ziel mit einem Handy und einer Videotelefonie-Anwendung zu erreichen. Dabei ist man aber immer von einer guten Internetverbindung abhängig, und hat in jedem Fall starke Qualitätsverluste. Empfangen kann man das Signal über einen Laptop, dem man über Video- und Audio-Schnittstellen Ton und Bild abnimmt und den Rückweg zuführt. Eine bessere Variante, die aber natürlich nur auf geringere Distanz funktioniert, sind Funkstrecken für Bild und Ton. So können auf demselben Gelände beispielsweise kurzfristig neue Kulissen und Szenen in Sendungen eingebunden werden.

Gebäude und Räumlichkeiten:

Das Gebäude, in dem sich das Tonstudio befindet, ist mit Sanitäreinrichtungen im Erdgeschoss ausgestattet, wobei sich das Ton- und das Videostudio im ersten Stockwerk befinden. In jedem Zimmer gibt es einen oder mehrere Heizkörper. Außerdem sind ältere Fenster mit einer Schalldämmung von -40db verbaut. Das Gebäude befindet sich in einem Industriegebiet neben einem Parkplatz, auf dem gelegentlich LKWs rangieren, und einer Mülldeponie. Von dort hört man regelmäßig Lärm, teilweise noch bei geschlossenem Fenster.

Musiker:

Es gibt einen großen Pool von Musikern (Sänger, Instrumentalisten, Komponisten, Künstler) und unter ihnen besonders Bandleiter, die ein großes Interesse an einem guten Tonstudio haben, weil damit ihre Musik besser produziert werden kann.

Umsysteme:

So wie die Umfeldelemente sind Umsysteme außerhalb der Systemgrenzen, doch funktionieren eigenständig, aber stehen in Beziehung zum Hauptsystem.

Sendeabwicklung

Das Sendesignal des Radioprogramms wird vom Streaming-Rechner direkt auf die Webseite live übertragen. Zu den Sendezeiten dienstags, mittwochs und donnerstags zwischen acht und neun Uhr wird das Signal vom Online-Stream direkt abgegriffen und auch auf UKW und Kabel übertragen. Das geschieht aber im Schaltraum des Senders für alle freien Radios dieses Kanals.

Videoproduktionen:

Das Tonstudio befindet sich im selben Gebäude wie das Videostudio („Media House“). Die beiden Räume sind nur durch einen Flur und eine einfache Tür getrennt. Es bietet sich an, die Audiotechnik des Tonstudios aus der Regie für die Videoproduktionen mit zu nutzen. Es werden mehrere Ansteck-Mikrofone (Lavalier), möglicherweise ein Raum-Mikrofon und verschiedene Zuspielwege benötigt. Die Möglichkeit, alles einzeln mit zu schneiden und eine Live-Mischung zu erstellen, ist erforderlich. Auch die baulichen Maßnahmen zur Schalldämmung und für bessere Akustik im Tonstudio und der Regie können auf den Bereich des Videostudios ausgeweitet werden. Das würde für eine bessere Akustik sorgen und den Raum bei einer Musikproduktion als weiteren Aufnahmerraum qualifizieren.

Das Videostudio verfügt bereits jetzt über einen Green Screen, ausreichende Beleuchtung, 3 Lavalier Mikrofone, einen Boom, verschiedene Möbel (Sofas, Stühle), bisher eine Kamera (zwei weitere sind in Planung) und mehrere Schnittplätze. Bislang wurde dort noch nicht live gesendet, das soll sich in Zukunft ändern, was eine Bildregie unabdingbar macht. Diese ist bisher im selben Raum wie die Tonregie geplant. Das macht nur deshalb Sinn, weil entweder eine Videoproduktion oder eine Musik-/Tonproduktion in den Räumlichkeiten stattfinden wird und nie beides gleichzeitig.

Veranstaltungshalle (benachbartes System)

Neben dem sogenannten „Media House“ wo sich das Radio (zukünftig Tonstudio) und das bisher noch provisorische Videostudio befinden, sind die Veranstaltungsräume der Freikirche, das TOS Gemeinde- und Konferenzzentrum, mit einem umfangreichen Mediensystem mit Beschallung, Videoprojektionen auf LED-Wand, Beamern, einem Dante Audio Netzwerk mit zwei Allen &

Heath Mischpulten der SQ-Serie, Kameras, Livestreaming u.v.m. Bisherige Musikproduktionen fanden in dieser Veranstaltungshalle statt. Dort ist permanent alles für die Bands aufgebaut, mit mikrofoniertem Schlagzeug in einer eigenen Kabine, Piano, Anschlüssen für Gitarren und weitere Instrumente, Mikrofonen und Kopfhörer-Monitor-System. Das alles wird dort für Veranstaltungen an jedem Wochenende verwendet, kann aber auch sehr gut für Musikaufnahmen genutzt werden. Die Problematik dabei war des Öfteren schon das Übersprechen auf den Gesangs- oder zusätzlichen Instrumentenmikrofonen. Besonders das Schlagzeug ist trotz Kabine immer noch auf diesen Mikrofonen zu hören. Eine gemeinsame synchrone Aufnahme in der Halle und dem neuen Tonstudio wäre möglich, wenn man eine direkte Netzwerkverbindung zu dem Dante Audio Netzwerk der Veranstaltungshalle zu dem System des Tonstudios verlegt.

Systembetrachtung

Jedes System bestehend aus Elementen und Beziehungen lässt sich unter verschiedenen Gesichtspunkten, gewissermaßen durch eine Art Filter betrachten und beschreiben. Dadurch treten bestimmte Eigenschaften bzw. Merkmale von Elementen bzw. deren Beziehungen untereinander in den Vordergrund. Jede derartige Beschreibung soll als Aspekt des Systems bezeichnet werden.

Die folgende Gliederung stammt von einer Beispielvorlage aus der Vorlesung der HdM von Frank Melchior über System Engineering und wurde gefüllt mit den Inhalten dieser Planungsarbeit.

Umfeldorientiert

- Institutionelle Einbettung:
 - o Das Radio helle Welle ist ein freier ehrenamtlich geführter Sender.
 - o Die Video- und Musikproduktionen sind der TOS Gemeinde Tübingen e.V. zuzuordnen.
- Bauliche Rahmenbedingungen
 - o Zwei nebeneinander liegende Räume
 - o Eine Raum-in-Raum-Konstruktion ist möglich, aber vielleicht nicht nötig.
 - o Lager- und Platzmanagement des Radios muss neu organisiert werden.
 - o Regieraum kann nur zur Hälfte für Ton eingeplant werden.
- Bestehende Infrastruktur
 - o Der Radioarbeitsplatz befindet sich im Studioraum.
 - o Der Regieraum wird bisher als Schnittraum mit drei Arbeitsplätzen genutzt.
- Nutzungsbedingungen

- Das MTS muss für die verschiedenen Anwendungsfälle optimiert sein.
- Eine Schalldämmung zwischen den Räumen ist für die langfristige, häufigere Nutzung nötig, da nur so parallele Arbeiten im Haus stattfinden können.
- Schalldämmung nach außen ist möglicherweise auch wegen LKW-Verkehr und alter Bauweise nötig.
- Anforderungen des Arbeitsalltags im Media House müssen gewährleistet werden: Zeiten, Ruhe, Zugang, Systemkompatibilität, mehrfache/vielfältige Nutzung

Wirkungsorientiert

- Signalquellen und -senken
 - Mikrofone, Instrumente, Dante Verbindung zu Veranstaltungshalle und mobile Station
 - Monitore (Abhöre, Kopfhörer und Bildschirme)
- Anwendungsszenarien
 - Radioproduktionen: Sendungen, Interviews, Büroarbeit
 - Videoproduktionen: Livesendungen, Interviews, Videoschnitt, Organisationsarbeit
 - Musikproduktionen: Recording, Mixing, Mastering
- Integrationsziele
 - Multifunktional bedeutet, dass der vorbereitete Aufbau und die Einstellungen allen Anwendungsfällen so genügen, dass keine große Umstellung nötig ist.

Strukturorientiert

- Arbeitsabläufe
 - Di, Mi, Do, 8-9 Uhr Live-Radiosendung mit Vor- und Nachbereitung
 - Zusätzliche, flexibel terminierte Studiozeiten im Radio
 - Arbeitsalltag bei Videoproduktionen: täglich 8h, 1mal pro Woche Dreh im Studio
 - Projektbasierter Einsatz
- Arbeitsplätze
 - Video: Schnittplätze, Bild-Regie, Video-Studio
 - Ton: Regie und Studio
- Signalfluss und Signalverarbeitung
 - Anbindung an Nachbarnetzwerk
 - Streaming
 - Radio/Fernsehen

1.3. Vorgehensmodell

Dem Vorgehensmodell liegen vier Grundgedanken zugrunde, die als kombiniert zu verwendende Komponenten betrachtet werden sollen. (S.53)

1.3.1. Vom Groben ins Detail: Top-down

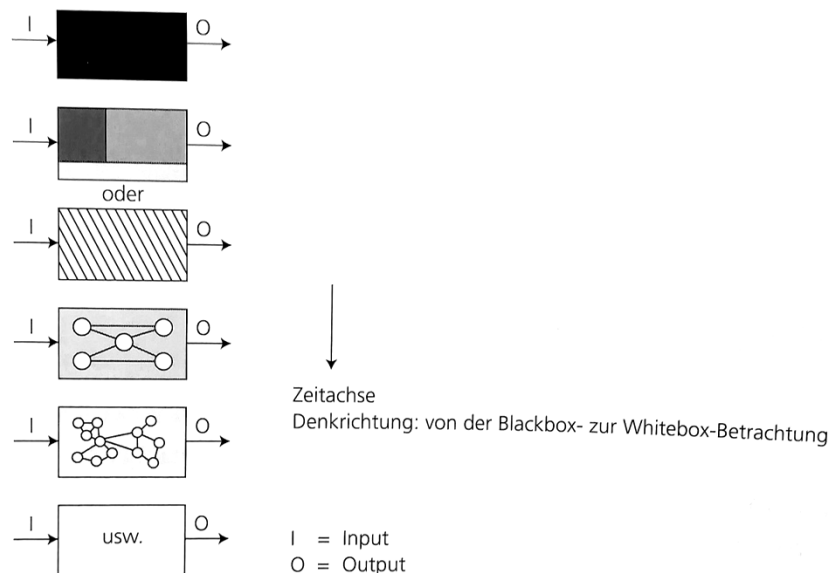


Abbildung 3: Vorgehensprinzip „Vom Groben zum Detail“ (Haberfellner, 2018, S.54)

Man beginnt mit der sogenannten Blackbox, die für das ungelöste Problem steht und bei der nur der Name und die Ein- und Ausgangsgrößen bzw. die Beziehungen zu anderen Elementen des Systems bekannt sind. Diese Blackbox aufzuhellen ist Ziel der nächsten Schritte. Mit jedem weiteren Schritt geht man auf eine tiefere Ebene des Systems, bis schließlich alle Detailfragen geklärt sind und die Blackbox zu einer klaren durchsichtigen Whitebox geworden ist. Abb.2.2 (S.54)

Die Rahmenbedingungen für das MTS sind bereits im vorherigen Kapitel beschrieben. Die genauen Anforderungen der einzelnen Anwendungsfälle werden jetzt behandelt. In den folgenden Kapiteln geht es darum, die Detailfragen stufenweise zu klären.

1.3.2 Variantenbildung

Für praktisch jede Aufgabenstellung bzw. jedes Problem gibt es mehrere Lösungsmöglichkeiten. Ein wichtiges Vorgehensprinzip des SE besteht deshalb darin, sich nicht mit der erstbesten Lösungsidee zufriedenzugeben, sondern sich einen möglichst umfassenden Überblick über Lösungsvarianten zu verschaffen, die auf einer bestimmten Betrachtungsstufe denkbar sind. (S.57)

Variantenbildung ist auf verschiedenen Ebenen und in verschiedenen Phasen eines Projekts möglich: Varianten von Lösungsprinzipien (Ebene 1), Gesamtkonzepten (Ebene 2) und Detailkonzepten (Ebene 3).

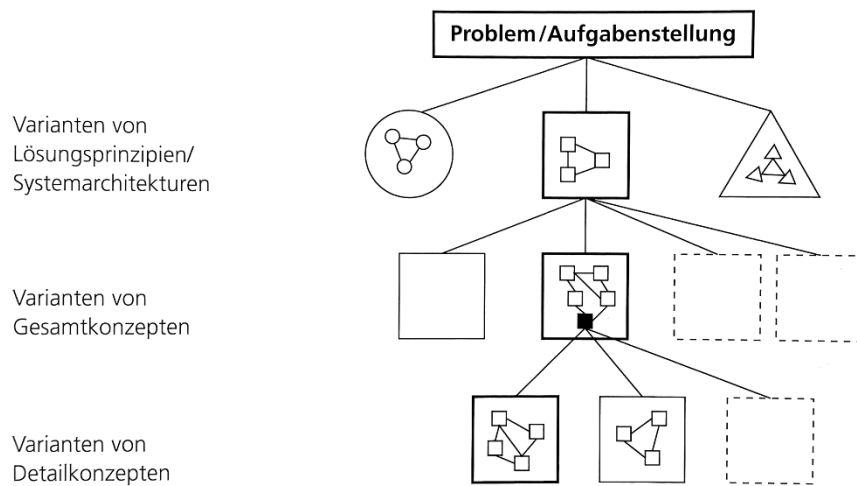


Abbildung 4: Stufenweise Variantenbildung (Haberfellner, 2018, S.58)

Die Entscheidung, welches das Lösungsprinzip für die Aufgabenstellung dieses Projekts ist, steht bereits im Titel: „Planung eines multifunktionalen Tonstudios“. Es wird also nicht drei verschiedene Studios geben, die auf die spezifischen Anforderungen der einzelnen Anwendungsfälle zugeschnitten sind, sondern ein gemeinsamer Studiokomplex, der multifunktional gestaltet wird, bei dem also viele Elemente mehrfach genutzt und trotzdem die Anforderungen aller Anwendungsfälle erfüllt werden. Die Suche nach der Gemeinsamkeit der drei Bereiche zieht sich durch die gesamte Planungsarbeit durch.

1.3.3. Das Prinzip der Gliederung in Projektphasen

Die Idee, die Entwicklung und Realisierung einer Lösung in einzelne Phasen zu untergliedern, die logisch und zeitlich voneinander getrennt werden, stellt eine Konkretisierung und Erweiterung der erläuterten Vorgehenskomponenten Vom Groben zum Detail und Variantenbildung dar. (S.61)

Diese Projektphasen nach ihrer zeitlichen Reihenfolge sind: 1. Anstoß, 2. Vorstudie, 3. Hauptstudie, 4. Detailstudien, 5. Systembau, 6. Systemeinführung und Übergabe des Objekts und 7. Abschluss des Projekts.

Diese Arbeit befasst sich nur mit der Planung des MTS, beinhaltet also nur Projektphase eins bis vier. Danach geht es weiter mit der Umsetzung, die zwar nicht mehr Gegenstand dieser Arbeit ist, aber dennoch thematisiert werden soll. Die Umsetzung gliedert sich ebenfalls in eine Reihe

von Phasen deren Reihenfolge aus technischen und logischen, aber auch aus finanziellen Gründen so sein muss. Das wird in der Hauptplanung noch deutlich.

1.3.4. Problemlösungszyklus

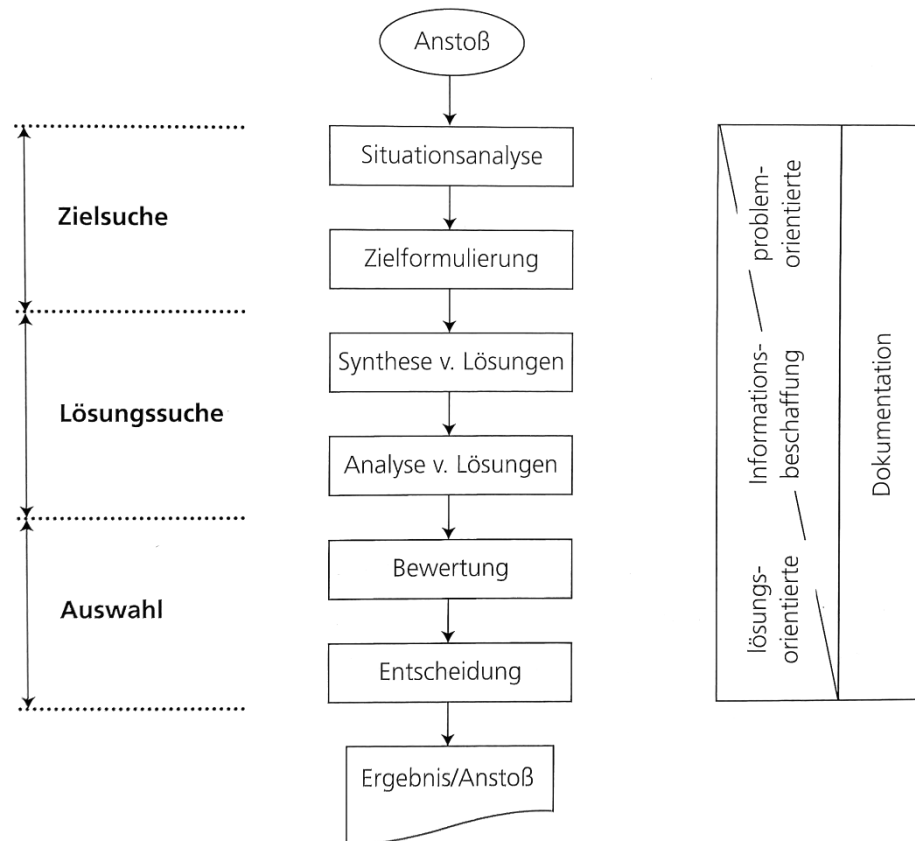


Abbildung 5: Problemlösungszyklus (Haberfellner, 2018, S.70)

In den folgenden Kapiteln wird dieser Zyklus bezogen auf das Projekt zwei Mal durchlaufen: einmal in der Vorplanung und einmal in der Hauptplanung. Dabei durchlaufen viele der einzelnen Elemente des Systems diesen Prozess zudem für sich selbst. Der Zyklus wiederholt sich also mehrfach auf unterschiedlichen Ebenen.

2. Ist-Zustand

In diesem Kapitel soll der Ist-Zustand des Studiokomplexes beschrieben werden. Damit wird ein Überblick über den Ausgangspunkt der Planung geschaffen.

2.1. Ist-Zustand: sortiert nach Anwendungsfällen

Die folgende Tabelle ist eine knappe Übersicht verschiedener Eckdaten der einzelnen Anwendungsbereiche, für die der Studiokomplex nutzbar gemacht werden soll, und stellt so den Ausgangspunkt dar.

	Radiostudio	Musikproduktion	Videostudio
Räumlichkeiten	Vorhanden (Eisenbahnstr. 128/1 72072 Tübingen)	Keine (bisher nur Veranstaltungsräume und Homestudio)	Vorhanden (Eisenbahnstr. 128/1 72072 Tübingen)
Grundfläche	12,16 m ²	/	16,98 m ²
Dämmung	ausreichend (Note 4)	/	ausreichend (Note 4)
Akustik	mäßig (Note 3)	/	mäßig (Note 3)
Equipment			
Mikrofone	RE-20 Großmembran- Mikrofon	Shure, Neumann, Sennheiser, etc.	Rode VideoMic Pro, Lavalier
Telefon-Hybrid	EA 815/1		Skype, Zoom, etc.
Zuspieler	2 CD Spieler, PC, Smartphone o.ä.		PC oder Mac
Mischpult	Yamaha MG 16/4 (analog)	Allen & Heath SQ6/SQ5 (digital)	/
Multibandkompressor	Behringer Combinator	Behringer Combinator	
Audio Interface	Focusrite Scarlett 2i2	Dante	iPhone Lightning
Verstärker/Receiver	Technics SA-203		
Abhöre	Yamaha NS-10M Studio	divers	
Finanzierung	Ehrenamt und Fördergelder	Ehrenamt und Spenden	Ehrenamt, Angestellte und Spenden
Budget	2 000€ pro Jahr	bis 5 000€ für Projekt	bis 5 000€ für Projekt
Helfer	Handwerker, Techniker, Ingenieure, Musiker, Ehrenamtliche		
Software	Cutmaster(Win98), Audacity	Pro Tools (privat)	Adobe Premiere
Streaming	Realtek		OBS (Open Broadcast Software)

Tabelle 1: Ist-Zustand

Der Radiobetrieb spielt dabei eine entscheidende Rolle, denn gerade dieser Raum wird in der Planung des MTS stark verändert. Der aktuelle Radiobetrieb läuft schon viele Jahre mit diesem Aufbau und wurde nur gelegentlich verändert oder angepasst.

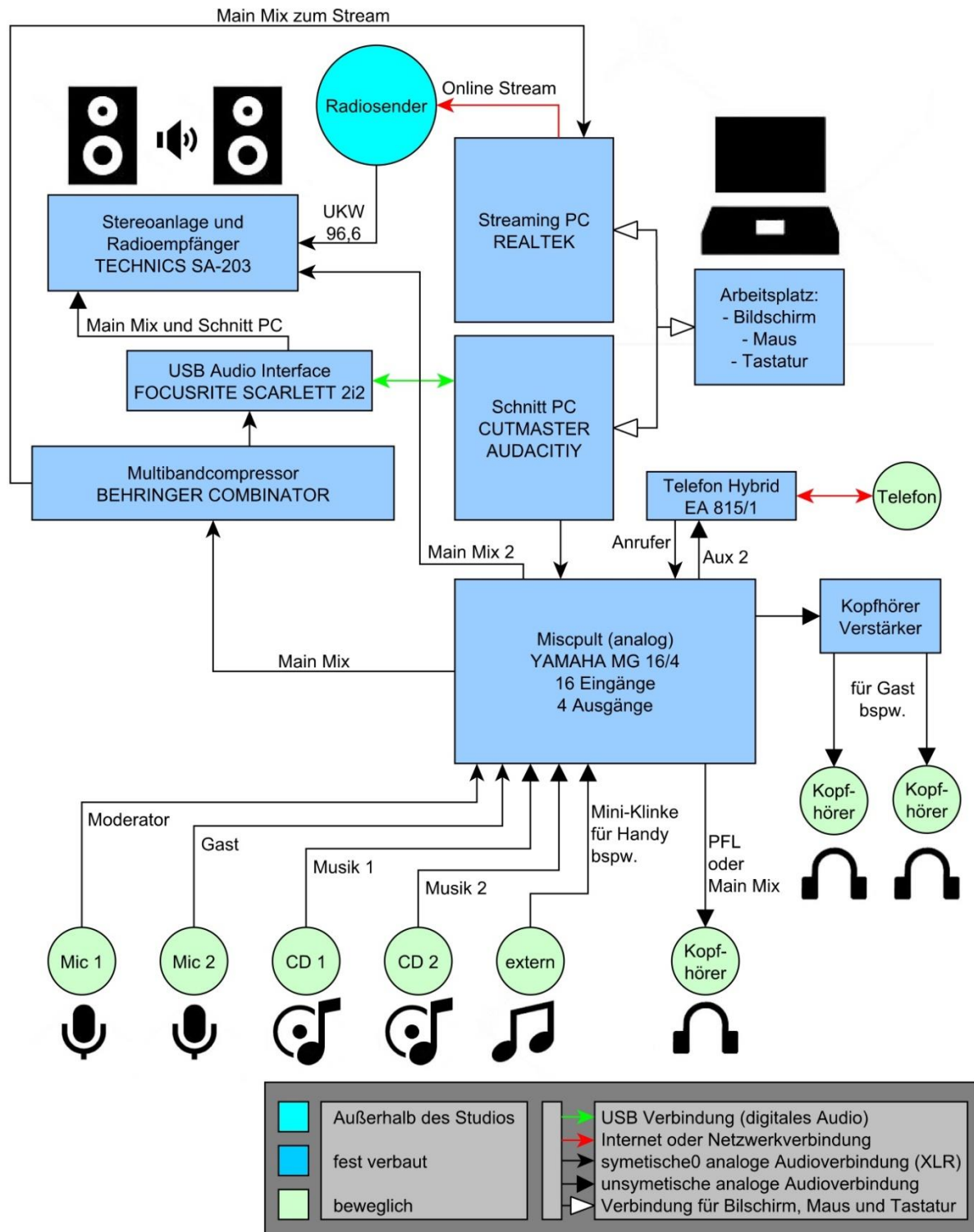


Abbildung 6: Blockschaltbild: Radio im Ist-Zustand

2.3. Lageplan und Raummaße

Die Räumlichkeiten liegen im ersten Stockwerk eines alten Speditionsgebäudes direkt an einer großen Lagerhalle. Vor dem Gebäude gibt es eine große Einfahrt, in der teilweise LKWs und Transporter rangieren. Auf einem angrenzenden Gelände befindet sich eine Mülldeponie mit Schrottplatz.

Man gelangt über das flurlose Treppenhaus durch eine einfache Bürotür in das Videostudio, das zugleich Durchgang zum späteren Regieraum und Radiostudio ist. An der gesamten Außenwand befinden sich nahezu durchgängig Fenster. Deswegen kann es bei starker Sonneneinstrahlung in den Studioräumen sehr warm werden.

Im Regieraum befinden sich aktuell mehrere Arbeitsplätze für Videoschnitt. Die Nachbearbeitung der meisten aktuellen Videoproduktionen finden dort statt. Auch die Logistik und Planung geht hauptsächlich von dort aus. Diese Bereiche sind noch stark miteinander verknüpft, weil außer einem 100% angestellten Mitarbeiter die anderen nur tagesweise dort sind.

Im Radiostudio befindet sich der Radioarbeitsplatz mit Mischpult, Mikrofonen, Schnittrechner, Abhöre usw. (s.o.) und auf der anderen Seite auch viele Archivmaterialien, Unterlagen des Vereins, ein zweiter Schreibtisch, eine Kaffeemaschine etc.

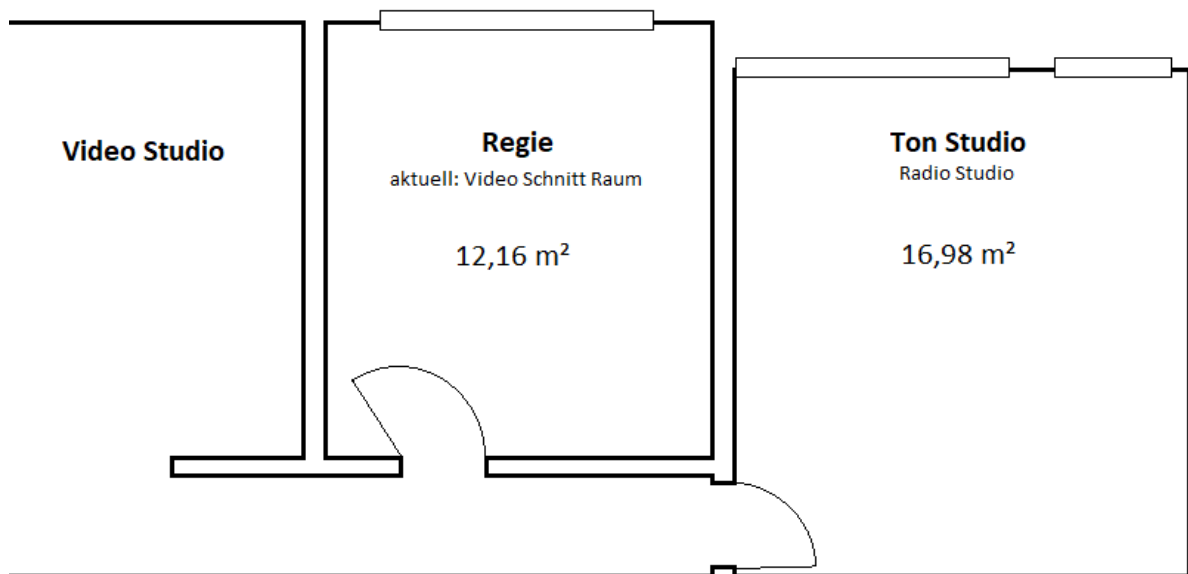


Abbildung 7: Lageplan und Raummaße

Raummaße	in cm			in m²
	Länge	Breite	Höhe	Grundfläche
Tonstudio	440	386	249	16,98
Regie	362	336	249	12,16

Tabelle 2: Raummaße für Kalkulation



Abbildung 8: Foto 1: Radioarbeitsplatz

Radioarbeitsplatz im Tonstudio mit Mischpult, Streaming- und Schnitt-Computer, CD-Spielern, Abhörmonitoren, Telefon Hybrid, Multiband-Kompressor etc.



Abbildung 9: Foto 2: Radiostudio

Radiostudio mit Arbeitsplatz vor der trennenden Wand zwischen Regieraum und Studio.



Abbildung 10: Foto 3: Videostudio

Videostudio mit Greenscreen, rechts Flur zu Regieraum und Tonstudio.



Abbildung 11: Foto 4: Videoschnittraum und Büro

Aktueller Videoschnittraum mit drei Arbeitsplätzen und späterer Regieraum.

2.4. Ein perfekter Tag im Radio

Der folgende Absatz ist ein fingierter Bericht über den Arbeitsablauf im Radiostudio, der auf dem aktuellen Ist-Zustand basiert.

Morgens vor der Sendung kommt der Radiomoderator ins Studio. Der 24/7-Online-Stream, der beständig auf der Webseite des Senders zu hören ist, läuft. Pünktlich um 8 Uhr wird dieses Signal dann auf die Sendeleitung auf UKW und Kabel weitergeleitet. Deshalb wird dieser Stream, der aktuell auf dem Schnittrechner läuft, von einer passenden Startmusik, mit der der Moderator die Sendung an diesem Morgen beginnen möchte, abgelöst. Seine Musik kann er dabei von einem der beiden CD-Spieler, oder über den Schnittrechner oder mobile Geräte wie Smartphone oder MP3-Player abspielen. Die Dauerschleife des 24/7-Streams wird also beendet und die Sendung gestartet. Am Lautsprecher-Verstärker, der zugleich ein Radio-Receiver ist, kann er überprüfen, ob das gesendete Programm auch fehlerfrei ankommt. Er empfängt es mit einer Zeitverzögerung von etwa einer Minute. Nun begrüßt er die Zuhörer und spielt weitere Musik ein. Dann moderiert er ein voraufgezeichnetes Interview an, das in der vorigen Woche passend zum Thema aufgenommen wurde. Den Beitrag hat er extra gekürzt und alle Versprecher mit einem

einfachen Audio-Bearbeitungsprogramm entfernt. Parallel zum Beitrag und der Musik wird noch eine Umfrage zusammengeschnitten, die er anschließend vorstellt. Zum Abschluss kommt ein Redebeitrag des Moderators, der das Thema nochmals zusammenfasst und abrundet. Am Ende der Sendung nach der letzten Musik kommt noch Werbung einer lokalen Metzgerei, die den Sender unterstützt. Der Inhaber hat kurz vor der Sendung telefonisch mitgeteilt, welche besonderen Angebote es am Mittagstisch geben wird. Dieser Satz wird in die vorproduzierte Werbung eingefügt. Das ganze Stück wird so abgespielt, dass es genau dann fertig ist, wenn die Sendeleitung vom nächsten freien Sender übernommen wird. Nun startet der Radiomitarbeiter wieder die Dauerschleife des 24/7-Streams und verlässt normalerweise das Studio. Diesmal hat er aber einen Gast eingeladen, mit dem er zu dem Thema der kommenden Sendung ein Interview aufzeichnet und es gleich schneidet. Für Gäste gibt es extra ein zweites Mikrofon. Sein Kollege kann den Beitrag gleich bei der nächsten Sendung mit einbauen.

3. Vorplanung

Die Vorplanung oder Vorstudie beinhaltet jeweils den ersten Schritt bzw. die erste Phase der genannten Vorgehensmodelle.

Sie soll das zu lösende Problem und die möglichen Lösungsprinzipien aufzeigen, dabei Probleme und Chancen erfassen, sowie die Systemgrenzen und die nötigen Anforderungen aufzeigen. Wenn bereits in dieser Phase abzusehen ist, dass sich aus finanziellen oder technischen Gründen keine geeignete Lösung ergibt, steht ein Abbruch des Projekts zur Diskussion. (Haberfellner, 2018, S.62)

3.1. Welche Anwendungsfälle gibt es in diesem Tonstudio?

Das multifunktionale Tonstudio soll verschiedene Aufgaben erfüllen. In diesem Abschnitt soll die Gesamtsituation analysiert und die Rahmenbedingungen erfasst werden. Sie dienen im späteren Verlauf als Argumentationsgrundlage bei Entscheidungen für oder gegen mögliche Varianten. Jeder Teilanalyse folgt abschließend eine Bestandsübersicht, bevor es zur nächsten Teilanalyse übergeht.

3.1.1. Radio

Drei Mal pro Woche (Dienstag, Mittwoch und Donnerstag von 8-9 Uhr) wird eine Radiosendung live aus dem Studio über Kabel, Rundfunk und Online-Streaming übertragen. Außerhalb dieser Zeiten läuft ein Online-Stream mit aktuellen und älteren Beiträgen, der sich nach gewisser Zeit wiederholt, aber regelmäßig überarbeitet wird.

Bestand:

- Radio-Arbeitsplatz (geschlossenes System) im Studio (nicht Regieraum)
- Analoges Mischpult (jede Wiedergabemöglichkeit muss manuell gesteuert werden)
- Streaming- und Schnittrechner
- 24/7-Stream über Playlist (bisher keine automatisierte Sendeplanung)
- Schnittsoftware (Amplitude testweise)
- Mikrofone (bereits vorhanden, s.o.)
- Wiedergabegeräte (CD-Spieler, PC, Mobilgeräte)
- Keine akustischen Maßnahmen
- Video-Streaming auf der eigenen Homepage oder Facebook wurde wieder eingestellt

3.1.2. Musikproduktion und Sprachaufnahmen:

Die Bands der lokalen Gemeinde, der auch die Veranstaltungshalle, das Videostudio so wie der Radiosender untergeordnet sind, haben bisher ihre Musikaufnahmen in der Veranstaltungshalle mit der dortigen Audiotechnik durchgeführt. Die Veranstaltungshalle bietet hierbei viele Vorteile gegenüber einem Studio:

- Die Bands sind in einer gewohnten Umgebung, da sie jedes Wochenende dort spielen.
- Die Instrumente sind bereits aufgebaut und angeschlossen (bspw. Drums mikrofoniert).
- Für die Aufnahme können bereits etablierte Voreinstellungen in den Mischpulten für die Bands verwendet werden.
- Es können Live-Konzerte mit Publikum aufgenommen werden.

Der große Nachteil bei dieser Art von Aufnahme ist, dass auch wenn man die Veranstaltungshalle wie ein Studio nutzt, auf jedem anderen Mikrofon immer ein starkes Übersprechen des Schlagzeugs mit aufgezeichnet wird. Das ist trotz abgetrennter Schlagzeugkabine unvermeidlich. Deshalb kommt der Einsatz von Großmembranmikrofonen mit ihrer höheren Empfindlichkeit nicht in Frage, denn das würde das vorhandene Problem zusätzlich verstärken.

Daher bietet sich für eine hochwertige Aufnahme das Overdub-Verfahren an, bei dem im Tonstudio die einzelnen Sänger und Instrumente nacheinander einspielen und den Rest der Band nur auf ihrem Kopfhörer hören. Eine Mischform aus beiden Verfahren (Live und Overdub) wäre denkbar. Die Umsetzung könnte folgendermaßen aussehen.

Das Schlagzeug und alle weiteren Instrumente, die nicht mit Mikrofonen, sondern bspw. eingebauten Tonabnehmern aufgenommen werden, könnten in der Veranstaltungshalle zusammen mit einer Gesangs-Pilotspur aufgenommen werden. Doch alle weiteren Instrumente und die Sänger würden dann im klanglich optimierten Aufnahmeraum (Tonstudio) ohne Übersprechen und mit jedem beliebigen, besseren Mikrofon aufgenommen werden.

Bisher gab es keinen geeigneten Arbeitsplatz für die Audibearbeitung (Mixing und Mastering) innerhalb der Gemeinderäumlichkeiten. Auch bei einer Aufnahme in der Veranstaltungshalle war das Abhören der gelungenen Aufnahme nicht authentisch möglich. Der geplante Regieraum oder auch der Aufnahmeaum selbst wären eine perfekte Umgebung für einen solchen Arbeitsplatz. Aufnahme und Bearbeitung würden nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich viel näher zusammen liegen. Die bisherigen Produktionen wurden nach der Aufnahme von Privatpersonen im Home-Studio oder externen Dienstleistern fertig bearbeitet.

Bestand:

- Kein eigener Aufnahmerraum
- Nur Live-Aufnahmen oder semiprofessionellen Aufnahmerräumen
- DAW (Pro Tools, private Lizenz)

3.1.3. Videoproduktion:

Das Videostudio produziert wöchentlich Online-Sendungen zwischen 20-60 Minuten. Diese bestehen aus Redebeiträgen der Moderatoren, Archivaufnahmen und Interviews mit Studiogästen, die vor Ort dabei oder per Videokonferenz online zugeschaltet sind. Hierbei gibt es zwei verschiedene Formate (Sendungen). Davon ist eines länger (60 Minuten) und das andere kürzer (20 Minuten). Das kürzere Format ist zweisprachig und wird vorproduziert (Deutsch – Englisch). Deshalb sind Moderator und Übersetzer beide vor der Kamera und wechseln sich ab. Der Ton wird über ein Rode Nieren Mikrofon aufgenommen, das oberhalb der Kamera positioniert und auf die Sprecher gerichtet ist. Die klanglichen Einstellungen und Mischung erfolgen in der Nachbearbeitung.

Das längere Format wird live und einsprachig (Deutsch) gesendet. Es gibt einen zweiten Stream mit englischer Simultanübersetzung. Diese Sendung wird aktuell nicht im Videostudio, sondern in der benachbarten Veranstaltungshalle produziert, da dort bereits ein funktionierendes System für Online-Live-Streams eingerichtet ist.

Bestand:

- Rode Niere fest installiert
- Aufnahmesetup mit Adapter über iPhone
- Ein-Mann-Bedienung
- Technik und Wissen für Live-Streams in Veranstaltungshalle

3.2. Welche Anforderungen und Ziele ergeben sich daraus?

Zwischen dem Ist-Zustand und dem erwünschten Ziel ergibt sich eine Differenz. Ziel ist es diesen Unterschied zu begleichen. Bei jedem Zielansatz werden die dafür nötigen Anforderungen übersichtlich aufgeführt.

3.2.1. Radio:

Die räumliche Beschaffenheit soll verbessert werden. Das gilt für die Raumakustik wie auch für die Schalldämmung. Die Bedienung für die Radiomoderatoren soll verbessert werden. Dafür braucht es ein neues Schnittprogramm, ein Programm zur Sendeplanung und evtl. ein neues Mischpult. Um den Ablauf der Sendung zu vereinfachen, kommen zur Wiedergabe der einzelnen Zuspielwege, Hotstart oder Faderstart in Frage.

Anforderungen:

- Radio-Arbeitsplatz (geschlossenes System) im Studio (nicht Regieraum)
- Selbstfahrerpult (digital, Faderstart, Hotstart)
- Streaming- und Schnittrechner (zwei verschiedene PCs notwendig?)
- Sendeplanung (Radiomax, Airtime, mAirList)
- Schnittsoftware (Tracks live, Audacity, Audition, Multitrack)
- Mikrofone (bereits vorhanden)
- Wiedergabegeräte (CD-Player, PC, Mobilgeräte)
- Akustische Maßnahmen (Raum-in-Raum-Konstruktion, Absorber)

3.2.2. Musikproduktion und Sprachaufnahmen:

Der Aufnahmerraum muss für Sprach-, Gesangs- und weitere Musikaufnahmen akustisch und klanglich optimiert sein. Es sollte möglichst keine Störgeräusche geben. Die Musiker, Künstler, Sänger und Sprecher müssen auf ihren Kopfhörern die gewünschte Mischung hören können sowie den Tontechniker aus der Regie (Talkbackfunktion). Die Arbeitsumgebung soll gemütlich sein und dem Künstler ein Gefühl vermitteln. Es sollte Sichtkontakt zur Regie hergestellt werden können (bspw. Webcam und Monitor statt Fenster). Die Zahl der Querverbindungen vom Aufnahmerraum zum Pult in der Regie sollte bezüglich der Anzahl der Kanäle, mindestens für eine Schlagzeugaufnahme ausreichen. Um sicher zu gehen sollten deshalb 16 QVs vom Studio in die Regie verlegt werden. In umgekehrter Richtung braucht es ausreichende QVs für die Kopfhörer-Monitore der Künstler und auch eine Verbindung zur Abhöre im Studio, sodass die gelungene Aufnahme aus der Regie im Studio laut abgespielt werden kann bzw. auch Kommandos vom Talkback zu hören sind. Das wäre mit 2-4 Aux-Wegen umsetzbar. Es werden also 4-8 QVs von der

Regie ins Studio benötigt. Der Kabelkanal sollte einerseits schalldicht, andererseits aber für das Verlegen neuer Kabel geeignet sein. Eine Möglichkeit wäre den Kabelkanal außen durch den Flur zu legen. So muss kein extra Loch durch die Wand gebohrt werden und der Kabelkanal bleibt leicht zugänglich.

Die Regie wie auch das Studio sollten einen geeigneten Arbeitsplatz für die Nachbearbeitung bieten. Je nachdem welche Abteilung (Video oder Radio) gerade die Räumlichkeiten besetzt, kann die andere Abteilung immer noch auf den anderen Raum ausweichen. Die Rechner an beiden Arbeitsplätzen müssen mit dem Server auf dem die Projekte gespeichert werden verbunden sein, sodass von überall am selben Projekt gearbeitet werden kann. Deshalb braucht auch der Regieraum eine gute Schalldämmung und akustische Optimierung. Er sollte insoweit abgeschirmt sein, dass im Videostudio parallel ungestört gedreht werden könnte.

Anforderungen:

- Regieraum und Studio entkoppeln (Raum in Raum)
- Mikrofonvorverstärker für einen Kanal
- Mischpult (als Audiointerface)
- DAW (ProTools oder Samplitude)
- Multicore durch die Wand
- Fenster in Wand zum Studio oder Bildübertragung mit Webcam?
- Raumakustik (Absorber, Abhörmonitore optimal positionieren, Abhörposition)
- Inputs für Musik- und Videoproduktion (8ips für Musik, 8ips für Video)
- Kopfhörer Verstärker
- Talkback
- Abhöre im Studio

3.2.3. Videoproduktion:

Die oben beschriebene Ton-Regie für die Musikproduktion soll für Videoproduktionen ebenso einsetzbar sein. Dazu gehören folgende Funktionen: eine Mehrspuraufnahme der einzelnen Eingangssignale; eine Live-Mischung, die als Sende-Ton verwendet werden kann und eine einfache Bedienung durch Laienmitarbeiter, da nicht immer ein Tontechniker bei Sendungen vor Ort sein kann. Das Videostudio soll in Zukunft in der Lage sein, live zu senden. Es wurden bereits neue Funk-Mikrofone angeschafft. Es handelt sich um sogenannte Lavalier- oder Ansteckmikrofone. Für die Videoproduktion sollten standardmäßig acht Kanäle im Mischpult reserviert sein. Außerdem muss ein entsprechendes Standardsetup abgespeichert werden, in dem angepasste Voreinstellungen für die Mikrofone und Zuspelwege (Musik, Videos, etc.)

eingerrichtet sind, sodass nur noch die Pegel überprüft und die Lautstärken nach Bedarf angepasst werden müssen. Die Möglichkeit den Ton direkt in der Kamera einzubetten, kann über zusätzliche Ausgänge oder Monitorwege realisiert werden. Das Mischpult sollte über eine App des Herstellers ferngesteuert werden, sodass die Videoproduktion im Zweifelsfall wie bisher von einer Person durchgeführt werden kann, die parallel zur Kamera über ein Tablet auch den Ton steuern kann.

Auch zum Videostudio sollte es einen Talkbackkanal zur Kommunikation geben, dieses kann ggf. auch mit einem künftigen Intercom verbunden werden. Es müssen mindestens fünf QVs vom Videostudio in die Ton-Regie und möglicherweise vier QVs von der Ton-Regie in das Videostudio für Monitore und Sendetonübertragung verlegt werden. Die akustische Optimierung des Videostudios und auch die gute Anbindung an die Ton-Regie, qualifiziert es als weiteren Aufnahmeaum für Musikproduktionen.

Für den Fall, dass ein Tontechniker die Produktion, sei es eine Live-Sendung oder eine Voraufzeichnung, begleitet, sollte er auf einem Bildschirm das Kamerabild oder zumindest das einer Webcam sehen, um so das Geschehen im Studio mitverfolgen zu können.

Anforderungen:

- Mischpult (mindestens 8 Kanäle)
- Mikrofone (Raum-/Atmomikrofone, Ansteckmikrofone, Boom)
- Presets (für einfache Bedienung)
- Mixdown direkt an Kamera oder Audio Embedder
- Remote Controll für "Ein-Mann-Bedienung" bspw. über Smartphone App
- Talkback ins Videostudio
- Regie entkoppeln
- Kamera Bild auf Monitor (oder "Überwachungskamera" im Videostudio)

3.3. Lösungssuche

Um das bestmögliche Ergebnis für dieses Projekt zu erhalten, ist es nützlich, mögliche Varianten zu sondieren. Diese müssen aber nicht bis ins Detail geplant und ausgestaltet werden, wenn sich schon zu einem früheren Zeitpunkt zeigt, dass diese Varianten zu aufwendig, zu teuer oder unrealistisch für den hier beschriebenen Anwendungsfall sind. In diesem Abschnitt geht es um Varianten von Lösungsprinzipien oder Lösungsansätzen. Dabei wird ein Leitsatz oder ein Prinzip gesucht, dem nach in der weiteren Planung entschieden werden kann.

3.3.1. Kosten

Es gibt drei mögliche Varianten in Bezug auf die Kosten des Projekts.

Hier nur grob skizziert:

Variante 1: möglichst niedriger Kostenaufwand für ein gutes Ergebnis

Bei dieser Variante steht das kleine Budget im Vordergrund. Die Entscheidungen fallen auf die kostengünstigsten Varianten mit ausreichenden Funktionen. Für das MTS würde das folgendes bedeuten:

Die Wand zwischen Studio und Regie und die Türen werden schallgedämmt. Es wird kein Fenster in dieser Wand eingebaut, sondern jeweils Bildschirm und Kamera für den Sichtkontakt in beiden Räumen installiert. Der Radioarbeitsplatz bleibt unverändert. Eine neue Schnittsoftware und ein Programm für die Sendeplanung werden angeschafft. Absorber zur Verbesserung der Raumakustik werden selbst gebaut. Anstelle eines neuen Mischpults für die Musikaufnahmen wird ein Audiointerface mit acht Eingängen verbaut. Die Kabelkanäle werden durch die Türen bzw. den Flur verlegt, um kein Loch durch die Wand bohren zu müssen, das dann wieder aufwändig gedämmt werden müsste.

Variante 2: bestmögliches Ergebnis bei ausgereiztem Budget

Bei dieser Variante ist das Ziel das Bestmögliche aus dem gegebenen Budget heraus zu holen. Die Funktionalität und der Nutzen stehen im Vordergrund bei der Entscheidung. Die Kosten dürfen den Budgetplan nicht übersteigen, doch dieser soll voll ausgeschöpft werden. Für das MTS würde das folgendes bedeuten:

Das Studio wird in eine einfache Raum-in-Raum-Konstruktion umgebaut. So ist noch eine weitere Türe zwischen Regieraum und Aufnahmezimmer. Es wird kein Fenster in dieser Wand eingebaut, sondern jeweils Bildschirm und Kamera für den Sichtkontakt in beiden Räumen installiert. Es wird ein Mittelklasse Mischpult als Audiointerface für die Musikaufnahmen und

Videoproduktionen verwendet. Der Radio-Arbeitsplatz wird um einen Hotstart-Taster erweitert. Es gibt eine neue Schnittsoftware und ein Programm für die Sendepanung. Absorber zur Verbesserung der Raumakustik werden selbst gebaut. Die Kabelkanäle werden durch die Wand verlegt. Die Kabelkanäle und Türen bekommen eine ordentliche Schalldämmung.

Variante 3: bestmögliches Ergebnis bei offenem Budgetplan

Bei dieser Variante wird ausschließlich auf Funktionalität und Nutzen geachtet. Die Kosten stellen keine Begrenzung für die Planung dar. Der Budgetplan wird anhand der entstehenden Ausgaben erstellt. Die Finanzierung spielt eine untergeordnete Rolle. Es soll eher gezeigt werden, was möglich ist. Für das MTS würde das folgendes bedeuten:

In Studio- und Regieraum wird jeweils eine eigene Raum-in-Raum-Konstruktion gebaut. Die herkömmlichen Türen werden durch Schallschutztüren ersetzt. Für den Sichtkontakt zwischen den beiden Räumen wird eine Glasscheibe eingesetzt. Neben einem neuen Mischpult, das als Controller für die DAW verwendet werden kann, gibt es einen separaten Mikrofonvorverstärker und ein neues Mischpult für den Radioarbeitsplatz mit einer Faderstart-Funktion. Eine festinstallierte Kamera kann für Livestreams der Radiosendung genutzt werden. Die Kabelkanäle werden durch die Wand verlegt und bekommen eine extra Schalldämmung. Es werden hochwertige Absorber und Diffusoren eingekauft, um Studio und Regie damit auszustatten. Das Equipment wird generalüberholt und um einige hochwertige Mikrofone für Musikaufnahmen erweitert.

3.3.2. Zeit:

Da es sich bei der christlichen Gemeinde und dem freien Radiosender um Vereine handelt, die größtenteils durch Spendengelder und ehrenamtliche Mitarbeit getragen werden, spielt die zeitliche Abfolge eine große Rolle. Wenn die gesamte Planung innerhalb eines kurzen Zeitraums umgesetzt werden soll, müssen auch die finanziellen Mittel unmittelbar zur Verfügung stehen. Da viele der gewünschten Erneuerungen in Eigenarbeit umgesetzt werden sollen, ist fraglich, ob genügend Mitarbeiter für diese Zeit zur Verfügung stehen. Deshalb spielt auch der Zeitpunkt eine Rolle. Außerdem sollte der Radiobetrieb und die Videoproduktionen trotz Umbau weiterhin stattfinden können. Dafür gibt es ebenfalls mehrere Varianten für Lösungsansätze aus zeitlicher Perspektive.

Variante 1: Umbau innerhalb kürzester Zeit

Sobald die Planung abgeschlossen ist, beginnt der Umbau. Das ist nur möglich, wenn ausreichend Gelder und Helfer vorhanden sind. Vorteil wäre, dass der aktuelle Betrieb nur kurz aussetzen müsste und sehr schnell die Vorteile des verbesserten Tonstudios nutzbar wären.

Variante 2: Umbau und Weiterentwicklung in Etappen

Der Umbau erfolgt in Etappen. Zunächst wird mit den aktuell zur Verfügung stehenden Geldern neues Equipment und Software gekauft, die dann schon eingerichtet und genutzt werden kann. Sobald dann wieder genügend Gelder und Helfer zur Verfügung stehen, kann das Studio ausgeräumt und vollständig umgebaut werden. Der Umbau zur Schalldämmung sollte dabei zuerst durchgeführt werden, damit der aktuelle Betrieb nicht lange aussetzen muss.

Variante 3: Umbau erst, wenn das Geld da ist

Für den Fall, dass keine Gelder und Helfer zur Verfügung stehen, muss die Umsetzung des Projektes zeitlich aufgeschoben werden. Ein großer Nachteil wäre, dass die Planungen bei zu langem Aufschieben überholt sein könnten, weil sie sich am aktuellen Stand der Technik und auch an aktuellen Preisen orientiert.

3.4. Auswahl

Unter den Kostenvarianten fällt die Auswahl auf Variante 2, weil Variante 3 zu teuer ist und Variante 1 die Zielsetzung dieses Projekts nicht erfüllen würde. Variante 2 könnte an manchen Stellen auch zu teuer, aber in Kombination mit einer Umsetzung in Etappen trotzdem umsetzbar sein. Möglicherweise muss manchmal ein preiswerteres Produkt gewählt werden.

Für die Zeitplanung kommt nur Variante 2 in Frage, weil diese Methode am besten auf die Umstände angepasst ist und die Kostenplanung entspannt. Auch bei bisherigen Weiterentwicklungen war es von Vorteil etappenweise vor zu gehen. Manche Anschaffungen wurden schon gemacht, während andere noch auf sich warten ließen. So wurden bereits im Zwischenschritt Teilverbesserungen erreicht.

Aus diesen beiden Prinzip-Varianten ergibt sich das Vorgehensprinzip für die Hauptplanung des Projekts: **Bestmögliches Ergebnis bei ausgereiztem Budget und Umsetzung in Etappen.**

Zum Abschluss der Vorstudie sollten folgende Fragen beantwortet sein: (Haberfellner, 2018, S.64f)

- *Ist die Aufgabenstellung bzw. das Problem klar genug definiert?*
 - Das multifunktionale Tonstudio muss den jeweiligen Anforderungen der Abteilungen Radio-, Musik- und Videoproduktion individuell genügen, dabei aber eine möglichst große Schnittmenge beim technischen Equipment (Bestand oder Neu) und den Räumlichkeiten aufweisen.

- *Ist der Gestaltungsbereich als jener Bereich, innerhalb dessen Veränderungen vorgenommen werden sollen bzw. dürfen, ausreichend definiert, bekannt und sinnvoll abgegrenzt?*
 - Die Tontechnik ist Systemgrenze. Es geht um den Bau des Tonstudios und die Ausstattung mit dem nötigen Equipment und Programmen für diverse Tonproduktionen.
 - Räumlich ist der Gestaltungsbereich auf Regie- und Studioraum begrenzt.
- *Sind die Ziele im Sinne der Anforderungen an die Lösung klar(Funktion, wirtschaftlich, personell, zeitlich usw.)?*
 - Der Radiobetrieb soll verbessert, Musikproduktion ermöglicht und Videoproduktionen tontechnisch unterstützt werden. Dies soll mit möglichst geringen Kosten aber auf hohem technischem Niveau und ohne Qualitätseinbußen realisiert werden. Der zeitliche Rahmen zur Umsetzung der Erneuerungen und Umbauten ist variabel, aber an die Bedingung geknüpft dass der Radiobetrieb weiter laufen kann.
- *Besteht eine ausreichende Übersicht über grundsätzlich denkbare Varianten?*
 - Die verschiedenen möglichen Varianten für Kosten- und Zeitmanagement sind in diesem Kapitel abgebildet (siehe oben).
- *Ist damit die Entscheidung für ein bestimmtes Lösungsprinzip möglich? Kann dieses logisch nachvollziehbar begründet werden?*
 - Siehe oben
- *Sind die kritischen Annahmen bzw. Komponenten bekannt?*
 - Die Weiterentwicklung der Räumlichkeiten zu einem Tonstudio, in dem professionelle Musikproduktionen gemacht werden können, macht erst ab einem gewissen qualitativen Standard Sinn. Wenn aber die finanziellen Mittel für dieses Niveau nicht ausreichen, wird das Projekt keinen nennenswerten Fortschritt bringen, sondern den Ist-Zustand aller höchstens aufpolieren.
 - Die Anforderungen der drei verschiedenen Abteilungen können je nach Wunsch nahezu unendlich weiter geführt werden. Die technische Vereinigung auf dieselben Räume und Equipment, Programme etc. wird gleichermaßen schwieriger. Die besondere Herausforderung besteht also darin, die Anforderungen auf das wichtigste zu begrenzen und dann in einem umfassenden System zu erfüllen.

4. Hauptplanung

Der Zweck der Hauptstudie besteht darin, auf Basis des in der Vorstudie gewählten Lösungsprinzips (Architektur, Rahmenkonzepts) die Struktur des Gesamtsystems zu konkretisieren und zu verfeinern. Es entstehen Gesamtkonzepte (Varianten), die einer fundierten Beurteilung der Funktionstüchtigkeit, Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit, etwaiger negativer Auswirkungen möglicher Lösungen u.a. ermöglichen sollen. (Haberfellner, 2018, S.65)

4.1. Zielsetzung

Im Folgenden werden Zielsetzungen für verschiedene Aspekte oder Bereiche des Studios unter Berücksichtigung gegebener Umstände hergeleitet. Sie schaffen die Grundlage für das weitere Vorgehen.

Raumaufteilung

Bisher waren die Videoproduktionen einerseits und der Radiobetrieb andererseits logistisch und technisch voneinander getrennt. Dabei befinden sich beide Abteilungen im selben Studiokomplex. Das soll sich jetzt ändern. Doch die Planung des MTS wurde basierend auf einer Idee begonnen, die einmal überdacht werden sollte. Diese Idee war, dass das mittlere Zimmer (Regieraum) als eine Kombination aus Bild und Ton Regie genutzt werden solle. Das kann aber unter Umständen Konflikte mit sich bringen, da Anforderungen dieser Arbeitsbereiche teilweise sehr unterschiedlich sind. Deshalb muss diese ursprüngliche Idee zur Raumaufteilung auf ihre Nützlichkeit hin überprüft werden. Kann die Tonregie möglicherweise in einen anderen Raum verlegt werden?

Software

Aus einer Vorauswahl von DAWs und Tonbearbeitungsprogrammen muss die passende Software für Radio- und Musikproduktionen ausgewählt werden. Ziel ist es, eine Software zu finden, die für die Anwendungen beider Abteilungen geeignet ist. Dadurch können möglicherweise Kosten gespart werden. Um Radiobeiträge erstellen zu können, muss man aufnehmen, schneiden und mischen können, wofür meist zwei bis maximal vier Spuren benötigt werden. Bei einer Musikproduktion kann der Bedarf je nach Größe des Projekts auch bei mehr als 100 Audiospuren liegen. Für eine vollwertige Musikproduktion muss die DAW geeignet sein für Mehrspuraufnahmen, Schnitt und Nachbearbeitung, Mischen und Mastern. Außerdem sollten neben den integrierten Effekten auch Plug-Ins erlaubt sein, um immer Erweiterungsmöglichkeiten offen zu haben und flexibel auf die konkreten Anforderungen des

Projekts reagieren zu können. Alle gängigen Audioformate müssen erlaubt sein, Interfaces und Midi-Geräte müssen erkannt und integriert werden können.

Equipment

Um eine Mehrspuraufnahme für Musikproduktionen zu ermöglichen ist, ein Audiointerface notwendig. Das ist eine Schnittstelle, die die analogen Audiosignale einzeln an die DAW weitergibt. Es gibt auch eigens dafür vorgesehene Produkte bspw. das Scarlett 18i20 3rd Gen (EK: 515€) von Focusrite mit acht integrierten Mikrofoneingängen, das auch mit einem Scarlett OctoPre Dynamic (EK: 595€) mit weiteren acht Mikrofoneingängen erweitert werden kann. Doch vergleicht man diese Funktionen mit digitalen Mischpulten mit integriertem USB Audio Interface, erhält man für einen gewissen Aufpreis das Gleiche und eine Vielzahl von weiteren Funktionen zusätzlich, die auch der Erfüllung der restlichen Anforderungen im MTS nutzen. Deshalb wird die Variante einer Interface oder Pre-Amp ähnlichen Lösung nicht weiter verfolgt. Ziel ist es, das passende Digitalmischpult zu finden, das mindestens 16 eigene Mikrofonverstärker, ein integriertes Audio Interface und einen möglichst niedrigen Einkaufspreis hat.

Schalldämmung und Akustik

Es braucht günstige, pragmatische Lösungen für die Schalldämmung und den Raumklang in Regie und Studio. Da der einfache Kauf von Fertig-Lösungen meist mit hohen Kosten verbunden ist, muss ein Vergleich mit Eigenbau-Varianten hergestellt werden. Lärm von außen soll innen nicht mehr zu hören sein und die Musik von innen soll nach außen oder in den Regieraum neben an auch nicht mehr durchdringen.

Mikrofone

Jedes Tonstudio braucht gute Mikrofone. Bei bisherigen Musikproduktionen wurden die eigenen Mikrofone der Gemeinde, aber auch immer wieder (gewerblich oder privat) ausgeliehene verwendet. Es steht also eine Reihe von qualitativ hochwertigen Mikrofonen zur Verfügung, die gelegentlich für Produktionen verwendet werden könnten. Darüber hinaus können sie wie bisher auch ausgeliehen werden. Um einen regelmäßigen Betrieb von Musikproduktionen zu gewährleisten, müssen gute Mikrofone vor Ort sein. Eine günstige aber gute Wahl wären Mikrofone wie z.B. das Rode NT1-A (EK: s189€) und das Shure SM7 B (EK: 379€). Ziel ist es, möglichst gute Audioqualität zu einem günstigen Preis zu erhalten. Deshalb kommen viele der namhaften Hersteller mit ihren Studiomikrofonen momentan nicht für den Kauf in Frage. Doch

die Entscheidung über die Auswahl der richtigen Mikrofone wird auf einen späteren Zeitpunkt verschoben, weil vorerst eine günstigere Möglichkeit durch den Verleih besteht.

Radio

Zur Sendeplanung wird ein Programm benötigt, das zugleich als Player dient, sodass in Zukunft auch der 24/7 Stream des Radios auf ihrer Webseite, professioneller gestaltet werden kann. Um eine bessere Bedingung zu ermöglichen braucht es ein Mischpult mit Fader- oder Hotstart-Funktion. Ziel sollte auch hier ein möglichst preiswertes Ergebnis sein.

4.1.1. Anforderungen- und Prioritätenliste

Die Priorität steht hier für die Notwendigkeit der Erfüllung der Anforderungen (1=sehr wichtig), kann aber auch für die zeitliche Relevanz bei Aufbau in Etappen stehen (1= muss zuerst realisiert werden).

Bezeichnung	Anforderungen	Priorität
Raumaufteilung	effizient, multifunktional	2
Software	Vollwertige DAW, multifunktional für Radio einsetzbar	1
Equipment	möglichst preiswert, aber hohe Qualität	
Mischpult	USB-Audio-Interface, 16 Mikrofonverstärker, Effekte, Speicher	1
Stagebox	zwei 16/4 oder 16/8 Stageboxes um Video und Tonstudio mit Regie zu verbinden	2
Steckfeld	normalisiert, Anschlüsse für alle In- und Outputs im Studiokomplex	3
Radio	Braucht eigenes Equipment	
Radioautomations-Software	Sendeplanung, Auto-Play, mehrere Player, Musikdatenbank	1
Radio Pult	2 Mic Inputs, Faderstart, Hotstart, Telefon Hybrid, 4 verschiedene Stereo Inputs für Musik	2
Schalldämmung	Studio schalldicht, Regie optional	3
Akustik		
Absorber	günstig (kaufen/selbst bauen), Nachhall reduzieren, Raumklang optimieren	2
Diffusoren	günstig (kaufen/selbst bauen), Raumklang optimieren	3

4.1.2. Budget

Es muss ein Budgetplan erstellt werden, der zeigt, welche Gelder in welchem Zeitraum zu welchem Zweck zur Verfügung stehen. Um diesen zu vervollständigen, müssen die Zahlen im Verlauf der Umsetzung des Projekts immer wieder angepasst werden. So kann dann auch planerisch nachgesteuert werden. Ziel ist es, in der Planungsphase eine klare Aussage darüber zu erhalten, ob das Projekt mit dem gegebenen Budget umsetzbar ist.

4.2. Lösungsansätze

Dieser Abschnitt zeigt für die verschiedenen Elemente des MTS unterschiedliche Varianten zur Lösung auf und nennt Gründe, warum die Entscheidung für eine bestimmte Variante getroffen wurde.

4.2.1. Raumaufteilungen

Die Frage ist, welcher Raum wie genutzt und wie diese Aufteilung optimiert werden kann. Der erste Raum in diesem Aufbau ist das Videostudio. Wenn man durch das Treppenhaus läuft, ist das Videostudio nur noch durch eine Tür davon getrennt. Es gibt also keinen Flur oder Vorraum. Das Videostudio ist zugleich der Durchgang oder Flur zum Regie- und Studioraum. Der geplante Regieraum wird aktuell noch als Büroraum mit verschiedenen Videoschnittplätzen genutzt und soll als Bild- und Ton-Regie für Video-Livestreams, die in Zukunft im Videostudio stattfinden, eingerichtet werden. Dabei orientiert sich die räumliche Aufteilung auch am Aufbau des Studiokomplexes insgesamt: Die Bild Regie wird in Richtung Videostudio und die Ton Regie in Richtung Tonstudio ausgerichtet sein. Das Tonstudio, welches bisher nur als Radiostudio genutzt wird, befindet sich am Ende des Durchgangs noch hinter dem Regieraum.

Variante 1: Regie und Studio in den zwei verschiedenen Räumen, Radio im Studio

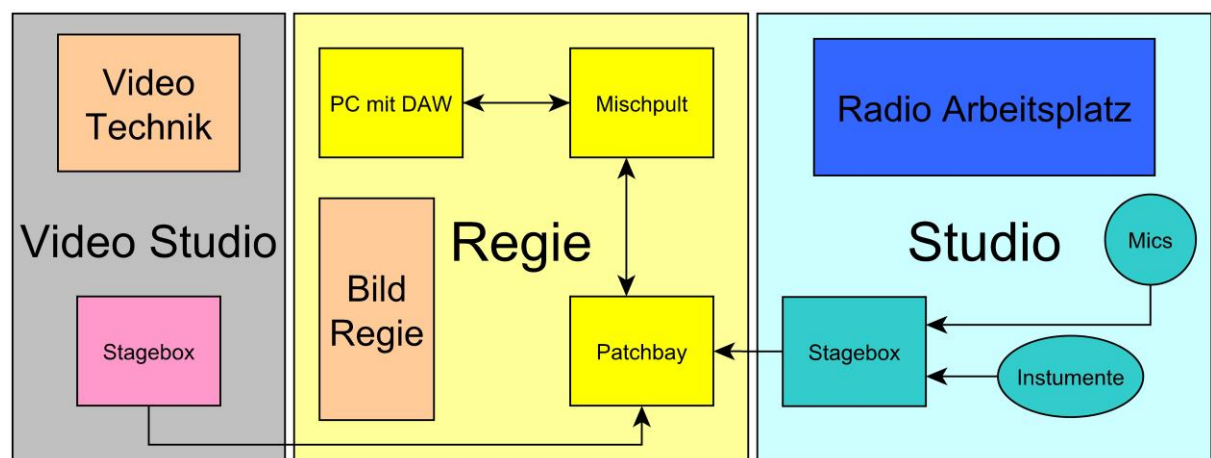


Abbildung 12: Raumaufteilung Variante 1

Diese vorerst kurzfristig erdachte Anordnung, die aufgrund der bisherigen Nutzung naheliegend erscheint, muss auf ihre Nützlichkeit hin überprüft werden. Denn befinden sich Ton- und Bild-Regie in einem Raum, ist das eine größere Belastung für Bildmischer und Tontechniker. Da der Tonschaffende keine Ruhe hat und nicht genau hören kann, wenn direkt neben ihm über Intercom o.ä. gesprochen wird, dreht er möglicherweise seine Abhörlautstärke hoch, was wiederum den Bildmischer bei seiner Arbeit stören könnte. Die Stimmung ist leichter gereizt und die Mitarbeiter müssen sich viel stärker konzentrieren, was anstrengend sein kann.

Variante 2: Aufnahme und Regie im Studio

Das beschriebene Szenario führt zu der Überlegung, die Raumaufteilung anders zu gestalten. Im Studioraum wird nach wie vor der Radioarbeitsplatz eingerichtet, der bereits viele Elemente einer Ton Regie mit sich bringt. Der Radio Arbeitsplatz kann also auch so erweitert und der Raum so ausgebaut werden, dass er als Ton Regie genutzt werden kann. Somit ist im Regieraum nur noch die Bildregie.

Die Radiotechnik wird mit der Tontechnik für Musikproduktion kombiniert und auch für diese genutzt.

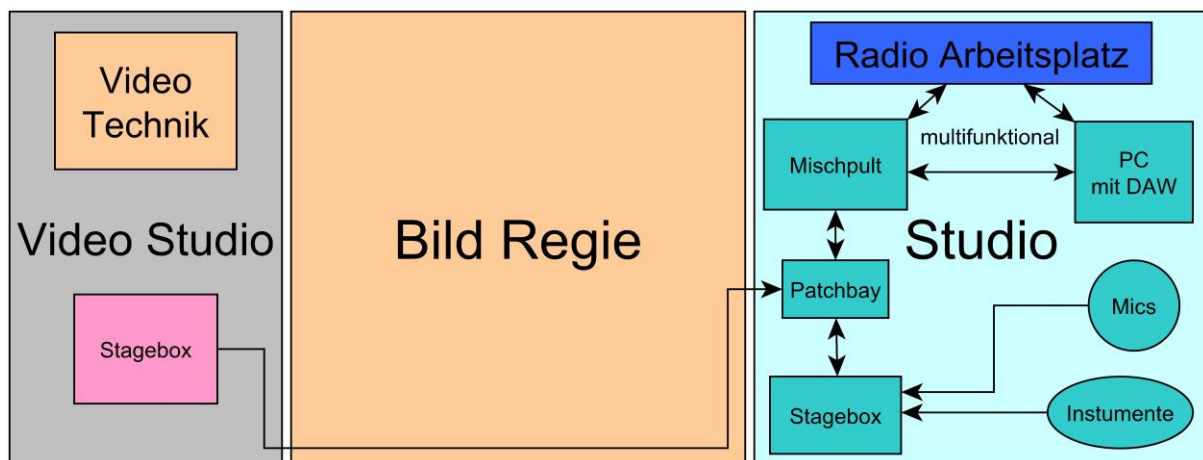


Abbildung 13: Raumaufteilung Variante 2

Gegen diese Anordnung steht die mangelnde Multifunktionalität in Bezug auf Musikproduktionen. Es gibt zwar auch Beispiele für Ein-Raum-Studios, in welchen Regie- und Aufnahmeraum vereint sind, doch eine Aufnahme mit mehreren Instrumenten oder einem größeren Aufbau, wie bspw. einem Schlagzeug, wäre schon aus Platzgründen in diesem Raum nicht mehr möglich. Außerdem ist gerade bei einer Aufnahme mit hohem Lautstärkepegel eine akustische Überprüfung des Signals wichtig. Das ist bei einer Abhöre mit Kopfhörern im selben Raum unmittelbar neben dem lauten Schlagzeug bspw. nicht gegeben. Für eine solche Lösung bräuchte es entsprechend gute Kopfhörer und mehr Platz im Studio, doch für die geplante Nutzung des Studios für Musikproduktionen mit Bands mit mehreren Künstlern gleichzeitig, stellt sich diese Anordnung und Nutzung der Räume als ungeeignet heraus. In diesem Fall müssen die Anforderungen für die gewünschten Musikproduktionen als wichtiger angesehen werden, da es in diesem Bereich um erhebliche Einbußen in der Funktionalität geht. Das trifft auf die Arbeit in der Regie bei einer Livesendung nicht zu, die auch nach Variante 1 funktional ist, und deren möglicher Konflikt auch anders behoben werden kann. Der Tontechniker, der den Sendeton mischt, kann phasenweise oder auch ständig mit Kopfhörern arbeiten. Es handelt sich bei den geplanten Livesendungen auch um Produktionen mit einer überschaubaren Zahl an

Kanälen: maximal drei Mikrofone, ein Video Zuspeler (1xStereo) und ein Anrufer der per Videokonferenz zugeschaltet ist (1xMono, 1xAux). Das ist ein klanglich weniger anspruchsvolles Szenario als bei einer Musikproduktion, bei der ein abgetrennter Regieraum von großer Bedeutung sein kann.

Die Planung wird demnach nach der Anordnung aus Variante 1 fortgeführt.

4.2.2. Software

Ein zentrales Element in einem Tonstudio ist die Digital Audi Workstation, kurz DAW. Sie bildet das Kernstück bei Aufnahmen und beim Editieren, Mischen und Mastern. Ähnliches gilt für den Radiobetrieb. Hier ist ein gutes Schnittprogramm sehr wichtig. Es werden Beiträge produziert, Sprachaufnahmen und Musik neu kombiniert, Interviews gekürzt und für die Sendung aufbereitet, Störgeräusche und Versprecher entfernt und vieles mehr. Das führt dazu, dass selbst für einen kleinen freien Sender kein Freeware Audiotbearbeitungsprogramm wie Audacity, ausreicht, sondern eine bessere Software benötigt wird. Die meisten DAWs sind nicht für Radioanwendungen entwickelt worden, bieten aber alle nötigen Werkzeuge und Arbeitsmethoden, um die oben genannten Anforderungen zu erfüllen.

Die Multifunktionalität besteht also darin, mit einer passenden DAW die Anforderungen beider Anwendungsbereiche vollständig zu erfüllen. Musik- und Radioproduktionen können mit derselben DAW durchgeführt werden.

Pro Tools

In vielen Tonstudios, aber auch bei öffentlich rechtlichen Sendern oder an Hochschulen taucht Pro Tools von AVID als Standard-Software für Musikproduktionen auf.

Pro Tools kann für Mehrspuraufnahmen jeglicher Art genutzt werden. Dabei kann das Programm selbst als Taktgeber eingesetzt werden, indem ein Click Track zum Musiker ausgegeben wird. Auch Overdubs also nachträgliche oder zusätzliche Aufnahmen zu einem bereits eingespielten Stück, sind möglich. Die Latenzen kommen je nach Schnittstelle (USB, Ethernet) und Rechenleistung der einzelnen Soundkarten in Rechner und Mischpult in einen nicht wahrnehmbaren Bereich. Es gibt zahlreiche Hilfswerkzeuge für Tonschnitt (Editing). Mischen und Mastern gehören zu den Kernkompetenzen. Die Anwendungsbereiche beschränken sich aber nicht nur auf Musikproduktionen. Es kommt auch oft bei Video- und Filmproduktionen zum Einsatz. Mit der Video-Playback Funktion kann es zum Nach-Synchronisieren von Sprache im Film, oder zur Nachvertonung von Geräuschen oder für kreative Arbeiten wie Filmmusik genutzt werden. Es läuft auf den gängigen Betriebssystemen (Windows, MAC OSX, Linux) und ist

kompatibel für sämtliche Audio Schnittstellen. Auch Erweiterungen durch Plug-Ins sind möglich, aber mit den enthaltenen Effekten kann auch schon gearbeitet werden. (Avid, 2020)

Ein Vorteil beim Einsatz von Pro Tools ist, dass die Tontechniker, die die Musikproduktionen durchführen werden zum größten Teil bereits mit der Software vertraut sind.

Samplitude

So wie Pro Tools von AVID gehört auch Sequoia von MAGIX zu den Standardprogrammen für Musikproduktionen und wird besonders für Klassik Aufnahmen bevorzugt verwendet. Samplitude ist das zweitgrößte Produkt der DAW Serie von MAGIX und beinhaltet eine Vielzahl der Funktionen von Sequoia, ist aber preislich in einem vergleichbaren Segment mit Pro Tools.

Samplitude ist so wie Pro Tools eine DAW die drauf ausgelegt ist sämtliche Audioproduktionen, von der Aufnahme über Schnitt, Mischung und Bearbeitung bis hin zum Mastering zu unterstützen. Seien es nun Video- oder Musikprojekte oder auch einfache Sprachbeiträge. (Magix, 2020)

Magix hebt sich durch einige Funktionen von anderen DAWs ab, weil sie in ihren Programmen teilweise einer anderen Logik folgen. Einzigartig ist bei Samplitude der Takecomposer (einfache Auswahl aus mehreren Aufnahmen desselben Titels), der Fadeeditor (Schnitte und Fades sehr fein und übersichtlich bearbeiten auch über die ganze Session gleichzeitig) oder die Clip basierten Effekteinstellungen (verschiedene Clips derselben Spur können mit völlig unterschiedlichen Effekten bearbeitet werden, ohne sich gegenseitig zu beeinflussen).

Samplitude läuft nur auf Windows Betriebssystemen, was für diesen Anwendungsfall aber kein Nachteil ist, weil bereits Windows Rechner vorhanden sind. Problematisch wird es nur, wenn dort auch mit Pro Tools gearbeitet werden soll und dafür ein Mac angeschafft werden würde. Pro Tools ist auch für Windows kompatibel. Mit einem leistungsstarken Windows Computer könnte man nicht nur flexibel zwischen den Programmen wechseln, sondern findet auch preiswertere Angebote, was eher den finanziellen Zielen des Projekts entspricht.

Ein Nachteil ist die fehlende Erfahrung der Tontechnikmitarbeiter mit dem Programm. Mit dem Umgang mit Pro Tools sind einige von ihnen bereits vertraut, was weniger Einarbeitungszeit bedeuten würde. Doch die grundlegenden Anwendungen und der Aufbau der DAW sind bei beiden Programmen ähnlich.

Preislich unterscheiden sich die beiden Programme nur geringfügig bei den verschiedenen Versionen.

Multitrack

Das Radio Schnittprogramm Multitrack von DAVID Systems, das auch bei öffentlich-rechtlichen Sendern, wie dem SWR verwendet wird, ist speziell zur einfachen Produktion von Radiobeiträgen gemacht. Die Bedienung ist leicht zu erlernen und sorgt für ein schnelles, zeiteffektives Arbeiten. Doch übersteigt der Einkaufspreis trotz Journalisten-Rabatt den der beiden DAWs um mehr als das doppelte.

Da es sich als schwierig erwies, ein preiswertes Audioschnitt- und Bearbeitungsprogramm zu finden, entstand die Idee, eine multifunktionale Lösung zu schaffen. Lieber investiert man in eine DAW, die ebenso wie teure Radio-Schnittprogramme viel Geld kosten, aber im Gegensatz zu diesen nicht nur die Anforderungen des Radiobereichs, sondern gleichzeitig auch für die Musikproduktionen abgedeckt.

So haben diese Software und das eigens dafür angeforderte Angebot von DAVID Systems doch indirekt zur Lösung beigetragen. Denn damit wurde die Entscheidung getroffen, das Geld lieber in eine DAW zu investieren. Aufgrund der oben genannten Vorteile fiel die Entscheidung auf Samplitude. Die Software wurde nach einem einmonatigen Test der Radiomitarbeiter gekauft und wird seither als Schnittprogramm für Interviews und andere voraufgezeichnete Radiobeiträge verwendet.

Freeware oder andere einfache Audio-Schnittprogramme, wie Audacity wurden auch getestet, doch erfüllten sie die Anforderungen nicht.

mAirList

mAirList ist die Radioautomations-Software des gleichnamigen Unternehmens und wird von vielen freien Radiostationen verwendet und empfohlen. Es ist in gewisser Weise das Standardprogramm für viele freie Radios. Mit seinen zahlreichen Funktionen bietet es alles Nötige für ein vollwertiges Radioprogramm und ist trotzdem im unteren bis mittleren Preissegment.

In der Produktbeschreibung heißt es u.a.: (mAirList, 2018)

Playlist mit Live- und Automations-Funktion

Die Playlist enthält die Audiodateien, die während der Sendung über die Haupt-Player abgespielt werden. Dies kann entweder manuell (Live-Assist-Modus) oder automatisch (Auto-Modus) geschehen, wobei Sie jederzeit zwischen den Modi umschalten können.

Die Anzahl der Haupt-Player ist unbegrenzt – im Normalfall und für den Live-Betrieb verwendet man mindestens zwei und leitet die Signale auf zwei getrennte Soundkarten-Ausgänge, die jeweils mit einem Kanal auf dem Mischpult verbunden sind.

Weitere Funktionen sind Graphischer Cue-Editor, Mix Editor, Event-Verwaltung, Protokollierung, Voice-Tracking, eigene Erweiterungen programmieren mit mAirListScript, usw.

Außerdem verfügt das Programm über eine **eingebaute Musikplanung**

Die mAirListDB enthält den Mini Scheduler, der zufalls-/rotations-basierte Sendepläne bzw. Musiklisten erzeugt. Zu diesem Zweck können Sie beliebig viele Stundenuhren und Musikvorlagen definieren und diese zu verschiedenen Wochentagen und Tageszeiten frei miteinander kombinieren. Die auf diese Weise automatisch erzeugten Sendepläne können im Sendeplan-Editor jederzeit nachbearbeitet werden.

Bei dem Programm unterscheidet der Hersteller zwei Versionen: Standard (EK: 476€) und Advanced (EK: 714€). Für den aktuellen Betrieb würde die Standardversion genügen, doch wenn man dieses Programm mit einem Mischpult, beispielsweise der Webstation von D&R (1.090€) kombinieren möchte, ist die Advanced-Version notwendig.

4.2.3. Equipment

Die DAW stellt in gewisser Weise das Zentrum bei Musikproduktionen dar, aber mindestens genauso wichtig ist, wie das Audiosignals dorthin gelangt. Bei der Wahl des Equipments muss sehr genau zwischen Preis und Qualität abgewogen werden. Es gibt eine Vielzahl erschwinglicher Produkte, deren günstiger Preis sich dann aber durch gewisse Einschränkungen oder fehlende Eigenschaften erklärt. Andere Produkte namhafter Herstellern sind bekannt für ihre gute Qualität und es fehlt an keiner gewünschten Funktion, doch sprengen sie preislich schnell den Rahmen des Budgets.

Mischpulte

Wenn man die Anwendungsfälle für die Tontechnik in der Regie beachtet, ergeben sich eine Reihe von Anforderungen, die sich mit Hilfe eines Mischpultes alle erfüllen lassen. Dazu gehören Mikrofonverstärker, Klangbearbeitung, Mischen, Multitrack Recording in DAW, Abhören, verschiedene Kopfhörermischungen erstellen und Talkbackfunktion.

Name	SQ5	M32R Live	Qu-16 Chrome	X32 Compact	Model 24	StudioLive 16.0.2 USB
Hersteller	Allen & Heath	MIDAS	Allen & Heath	Behringer	Tascam	PreSonus
Kategorie	Digitalmixer	Digitalmixer	Digitalmixer	Digitalmixer	Kleinmixer	Recording Mischpult
Gewicht	15,45 kg	20,15 kg	15,19 kg	20,65 kg	13,69 kg	10,51 kg
Abmessung	440 x 514,9 x 198 mm	478 x 617 x 208 mm	440 x 500 x 186 mm	213 x 631 x 512 mm	577 x 529 x 106 mm	406 x 397 x 140 mm
Preis	2.444,00 €	1.889,00 €	1.569,00 €	1.279,00 €	925,00 €	834,00 €
Mikrofon-eingänge	16	16	16	16	16	12
Klinke Inputs	5	6	21	6	22	16
Ausgänge	14	16	12	16	9	11
Busse	12	25	16	16	3	4
Interface	USB 32x32	USB 32x32	USB 18	USB 32	USB 24	USB 18x16
Fader	16+1	16+1	16+1	16+1	17+4	12+5
Kanalzahl	48	32	16	32	17	16
Motorfader	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Effekte	gut	gut	gut	gut	ausreichend	befried.
DAW Controller	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Stagebox	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein

Tabelle 3: Varianten für Mischpulte: Inhalte von Produktvergleich des Händlers (Thomann, 2020)

Die hier miteinander verglichenen Mischpulte lassen sich in drei verschiedene Kategorien einteilen. Sie sind preislich sortiert, absteigend von links nach rechts. Das erste Pult, SQ5 von Allen & Heath steht für sich, denn es übertrifft die anderen Pulte in den meisten Eigenschaften, auch preislich. Die zweite Gruppe besteht aus Digitalpulten, die auch als DAW Controller verwendet werden können und motorisierte Fader haben. Sie befinden sich auch preislich in einem überschaubaren Bereich zwischen 1000 und 2000 Euro. Die letzte Gruppe beschreibt die günstigste Variante, die die Anforderungen für die beschriebenen Anwendungsfälle knapp aber ausreichend erfüllt.

Das SQ5 von Allen & Heath ist für die Tontechnikmitarbeiter, die bei Musikproduktionen oder Video-Live-Sendungen damit arbeiten, bereits bekannt. Denn in der benachbarten Veranstaltungshalle wird genau dieses Pult für die Sendetonmischung der Online-Live-Streams verwendet. Es ist über ein Dantenetzwerk mit dem SQ6 verbunden, das für die Beschallung der Veranstaltungshalle verwendet wird. Ein weiterer großer Vorteil dieses Pultes, das ohnehin schon alle anderen Varianten in den meisten Funktionen übertrifft, ist also, dass die Mitarbeiter mit der Bedingung bereits vertraut sind und eine Erweiterung mit einer Dantekarte zur Netzwerkanbindung ins Nachbargebäude zu einem späteren Zeitpunkt möglich wäre. Der große Nachteil bei diesem Digitalmischpult besteht aber darin, dass es das geringe Budget zu großen Teilen beanspruchen würde und viele Funktionen für die aktuellen Anwendungen vorerst überflüssig sind.

Die drei nächsten Digitalmixer erfüllen die Anforderungen der verschiedenen Anwendungsfälle gut. Sie unterscheiden sich im Preis und einigen Eigenschaften, die aber nicht ausschlaggebend für die Umsetzung des Projekts sind. Allerdings unterscheiden sie sich stark in der Bedienung und in der Systematik. Das Qu16 ähnelt der SQ5 und SQ6 Bedienungslogik sehr, was einen großen Vorteil für die Tontechnikmitarbeiter darstellt, denen diese vertraut ist. Ein Nachteil könnte darin bestehen, dass das Pult auf 16 Kanäle begrenzt ist. Die beiden anderen Digitalmixer von Midas und Behringer haben doppelt so viele. Doch für die bisher geplanten Anwendungsfälle werden die 16 Kanäle ausreichen.

Die beiden letzten Mischpulte von Presonus und Tascam liegen im Preissegment unter 1000 Euro und gelten nicht mehr als Digitalmixer, sondern werden als Kleinmixer (Tascam Model 24) und Recording Mischpult (Studio Live 16) bezeichnet. Obwohl das Presonus Studio Live 16 das günstigste Pult ist, übertrifft es die anderen im Preis-Leistungsverhältnis. Es bietet, neben unterstützenden Apps und Steuersoftware für Smartphone, Tablet und Rechner jeweils auch gute Effekte für die einzelnen Kanäle, Aux-Wege und Gruppen. Der Workflow schneidet in vielen Bewertungen besonders gut ab und ist darüber hinaus einigen Mitarbeitern der Tontechnik bereits bekannt, weil ein größeres Modell dieser Reihe vor dem aktuellen Allen & Heath SQ6 in der Veranstaltungshalle für die Beschallung genutzt wurde. Ein Nachteil im Vergleich zu den höherklassigen Pulten ist, dass das Studio Live 16 keine motorisierten Fader hat und auch nicht als DAW Controller verwendet werden kann. Das ist zwar nicht relevant, um die Anforderungen der verschiedenen Anwendungsfälle im MTS zu bewältigen, doch beschränkt es die Weiterentwicklung hin zu komfortablerem und auch effizienterem Arbeiten bei Aufnahmen und vor allem auch Mischen und Mastern.

Stageboxes

Eine digitale Stagebox, die nur durch ein Netzkabel mit dem Mischpult verbunden ist, bringt eine hohe Flexibilität mit sich. Sie kann einfach ausgesteckt und bspw. in einem anderen Raum angeschlossen werden. Die Netzkabel sind leicht und flexibel. Diese digitalen Stageboxes erweitern die Pulte mit zusätzlichen Mikrofoneingängen und Mikrofonverstärker. Je nach Pult können so auch noch mehr Inputs gleichzeitig verarbeitet werden. Sie sind aber meistens herstellerspezifisch konzipiert. Das heißt, dass nur die eigens für das Pult vorgesehene Stagebox auch kompatibel ist. Deshalb gibt es hier nicht viele Varianten zur Auswahl. Eine digitale Stagebox ist aufgrund ihrer erweiterten Funktionen und ihres komplexeren Aufbaus auch wesentlich teurer als eine einfache analoge Stagebox mit Multicore Kabel.

Eine solche analoge Stagebox funktioniert im Gegensatz zur digitalen Stagebox ganz ohne eigene Soundkarte, Netzwerktechnik oder extra Stromversorgung. Es handelt sich eigentlich nur um zusammengefügte XLR-Kabelverlängerungen, die übersichtlich angeordnet sind. Das zusammengefügte Kabel ist zwar etwas störrisch, hat aber auch einen handlichen Durchmesser, sodass kein allzu großer Kabelkanal nötig ist, der wiederum die Schallisolierung beeinträchtigen könnte.

Die Entscheidung fällt aus Kostengründen auf eine analoge Lösung.

Kategorie	Produkt	Hersteller	Preis	Info
Stagebox (digital)	AR2412	Allen & Heath	943,00 €	dsnaake(Netzwerkverbindung) in Kombination mit SQ5 oder Qu16
Stagebox (digital)	S16	Behringer	525,00 €	AESSO (Netzwerkverbindung) in Kombination mit Behringer oder Midas
Pre-Amp (digital)	Scarlett OctoPre Dynamic	Focusrite	595,00 €	Erweiterung für 18i20 bei Interface-statt Mischpult-Lösung
Stagebox (analog)	MTS 164 - SB	the sssnaake	59,00 €	Analog, 16//4//, extra Multipinnkabel nötig
Stagebox (analog)	NC Stageboc 20 in 4	neutrick	69,00 €	Analog, 20//4//, ohne Kabel, muss verlötet werden
Multicore (analog)	MC164 Multicore	the sssnaake	149,00 €	Analog, 16//4//, mit 30m Kabel

Tabelle 4: Stagebox-Varianten aus Kalkulation: eigene

Aus der vergleichenden Betrachtung der Tabelle heraus, fällt die Auswahl auf die analoge Stagebox mit Multicore-Kabel in der letzten Zeile. Das MC164 Multicore von the sssnake, hat 16 XLR-Verbindungen in die eine und vier in die andere Richtung. Das passt gut zu dem oben beschriebenen Anwendungsfall als Querverbindung jeweils zu Video und Tonstudio. Diese Lösung ist preiswert und pragmatisch.

Steckfeld (engl. Patchbay)

Das Mischpult hat 16 Mikrofoneingänge, die aber in Standardanwendungsfällen nicht im Regieraum, sondern in Ton- und Videostudio benötigt werden. Diese Anschlüsse werden mit den Multicorekabeln in die benachbarten Räume verlängert. Wenn nun aber doch ein Tonsignal aus dem Regieraum mit aufgenommen oder live eingespielt werden soll, müssen diese ohne großen Umbau angeschlossen werden können. Das wird durch ein normalisiertes Steckfeld realisiert.

Grundsätzlich werden die Eingänge immer unten und die Ausgänge immer oben an einem Steckfeld angeschlossen. (Scholz, 2015, S.205)

Das Steckfeld muss mindestens 16 Anschlüsse aus den beiden Studioräumen zum Mischpult an die Mikrofonverstärker weiterverbinden. Außerdem müssen mehrere Aux-Wege für die Kopfhörermischungen vom Pult mit den Stagboxes in den Studioräumen verbunden werden. Das sind die festen Standard Querverbindungen.

Steckfelder können auf unterschiedliche Weise verschaltet werden. Das bedeutet, dass die Verbindung von der oberen zu der unteren Reihe unterschiedlich sein kann. Üblich ist das normal beschaltete (normalisierte) Steckfeld. Dabei sind die oberen und unteren Buchse miteinander verbunden, solange kein Kabel eingesteckt wurde. (Scholz, 2015, S.205)

Die Verbindung von Studio zu Regie ist also standardmäßig vorhanden. Sobald aber ein anderes Signal auf den Mikrofoneingang gesteckt wird ist diese Verbindung aufgehoben und eine neue hergestellt. Auf diese Weise könnte selbst der Regieraum als Aufnahmeraum genutzt werden, bspw. bei einer Aufnahme mit einer ganzen Band.

Eine mögliche Variante für die Verschaltung des Steckfeldes wäre außerdem halb-normalisiert. Dabei kann nicht nur ein anderes Signal auf den Eingang gesteckt werden und somit das normale Signal unterbrochen, sondern das ankommende Signal kann abgegriffen (gesplittet) und trotzdem normal weitergeleitet werden.

Welche Art von Anschlüssen auf dem Steckfeld verbaut wird (XLR, Klinke, Mini-Klinke), ist Geschmackssache. Es gibt Vor- und Nachteile, doch technisch macht es keinen Unterschied.

Radio Mischpult

Die Anzahl der Hersteller für Radiomischpulte in einem für dieses Projekt realistischen Preissegment ist begrenzt. Die meisten größeren Hersteller bieten meist auch nur größere Lösungen an, die für den Anwendungsfall hier überdimensioniert wären.

Der Hersteller D&R bietet eine Reihe von kleinen Radiomischpulten an, die die gesuchten Funktionen wie Fader- oder Hotsart eingebaut haben. Es ist jeweils immer auch eine Lösung für die Einbindung eines Anrufers per Telefon Hybrid oder VoIP(Skype o.ä.) vorgesehen. In dieser Produktreihe ist die Webstation von D&R (EK: 1.090€) am besten für diesen Radioarbeitsplatz geeignet, denn es ist über das integrierte USB Audio Interface, sehr einfach mit der Radioautomations-Software mAirList zu verbinden und dient dann in vielen Funktionen als dessen Controller. Das sorgt für die Radiomitarbeiter für eine einfache übersichtliche und intuitive Bedienung und verschafft ihnen mehr kreativen Freiraum und Zeit, sich auf die Inhalte zu konzentrieren.

4.2.4. Schalldämmung und Umbau

Eine gute Schalldämmung, also die weitgehende Unterbindung des Schallübergangs in andere Räume, ist sowohl zwischen Studio- und Regieraum als auch zwischen gesamtem Studiokomplex und benachbarten Räumen notwendig. (Henle, 2001, S.43)

Das gilt gerade auch bei den beschriebenen Räumen, die keine guten schalldämmenden Eigenschaften haben und deshalb beispielsweise der Lärm von der Mülldeponie trotz geschlossenem Fenster im Studio noch zu hören ist.

Die Schalldämmung unterscheidet sich von den akustischen Maßnahmen (vgl. nächster Abschnitt) bereits in der Zielsetzung. Absorber und Diffusoren dienen dazu den Klang innerhalb eines Raumes zu verbessern. Dabei hindern sie den Schall beim Übergang in benachbarte Räume nur geringfügig oder gar nicht. Eine gute Schalldämmung dagegen kann je nach Aufbau im ersten Schritt auch eine negative Auswirkung auf die Nachhallzeit und damit auf den Raumklang haben, wegen der harten Oberflächen der Schallschutzplatten. Der Schall wird dann weitestgehend am Schallübergang gehindert, doch möglicherweise innerhalb des isolierten Raumes stark reflektiert. Auf den Bau einer Raum-in-Raum-Konstruktion müssen also meist einige akustische Maßnahmen folgen.

Eine verbesserte Schalldämmung in einem Raum wird dadurch erreicht, dass der Raum vollständig entkoppelt wird. Das bedeutet, dass keine starre Verbindung mehr zwischen Innen und Außen besteht. Jedes Teil dazwischen, sei es Dämmmaterial wie Steinwolle oder

Schallschutzplatten auf Ständerprofilen, dämpft den Schall durch die akustischen Eigenschaften des Materials, aber auch durch freies Schwingen im entkoppelten Zustand. Eine Starre Verbindung überträgt den Schall direkt und ungedämpft. Ein Nagel, eine Schraube, ein Fenstersims, ein Heizungsrohr oder eine Wand dürfen die Entkopplung nicht überbrücken. Um einen Raum vollständig zu entkoppeln, ist eine Raum-in-Raum-Konstruktion notwendig. Mit gewöhnlichen Trockenbaumaterialien und ein paar zusätzlichen akustischen Elementen wie Gummimatten lässt sich dieser Umbau einfach realisieren.

Eine Vorläufige Planung (vgl. Kalkulation_MTS.xlsx), die auf den gegebenen Raummaßen und einer Recherche der verschiedenen Materialien und ihren Preisen basiert, verschafft einen schnellen Überblick über den Aufwand und die Kosten verschiedener Varianten. Sie unterscheiden sich dabei stark in Preis und Ergebnis. Auszüge aus dieser Kalkulation finden sich im folgenden Abschnitt.

Variante 1: Nur Wand zwischen Studio und Regie, wird auf Studioseite gedämmt

In Variante 1 des Baus zur Schalldämmung des Studios wird vor allem nur Regie und Studio akustisch voneinander getrennt, indem die Zwischenwand zusätzlich gedämmt und verstärkt wird. Außerdem werden die beiden Türen zwischen den Räumen durch ferst verschlisseßbare Terrassentüren ersetzt. Sie weisen sehr gute schalldämmende Eigenschaften auf – besser als einfache Zimmertüren und sind besonders günstig.

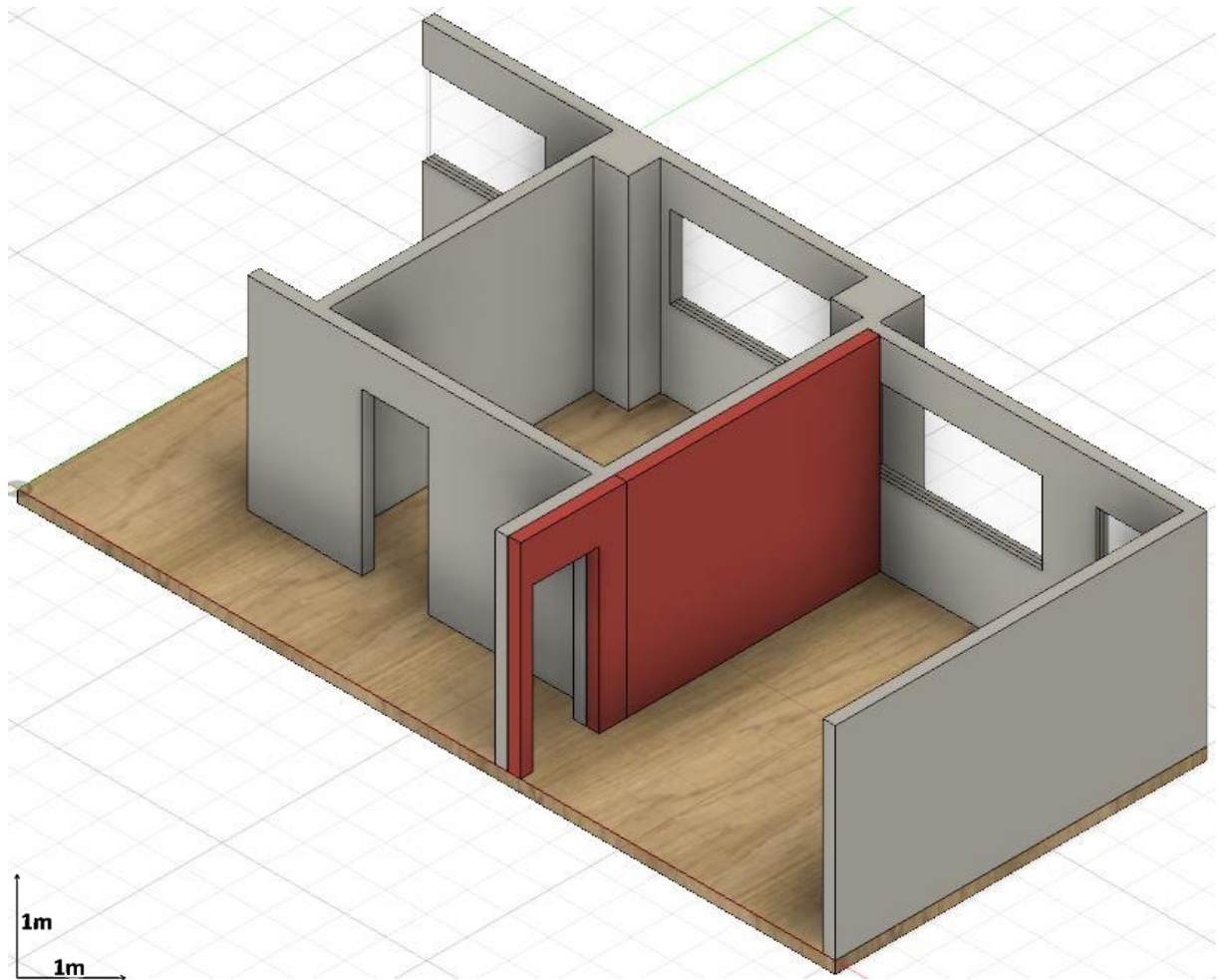


Abbildung 14: Schalldämmung Variante 1

Wände und Boden zur Schalldämmung sind in der 3D-Darstellung rot – zur besseren Erkennung.

Das bringt eine gewisse Verbesserung. Wenn bspw. ein Schlagzeug oder Blechbläser im Studio aufgenommen werden, kann durch die verbesserte Isolierung und Schalldämmung zwischen den Räumen das aufgenommene Audiosignal auf der Abhöre in der Regie besser bewertet werden, weil kein direkter Schall mehr durch die Wand oder den Weg über den Flur durch die Türen dringen kann wie zuvor. Trotzdem wird man bei diesem Pegel noch etwas hören, weil Decke, Boden und Wände den Schall weiterhin aus dem Studio in die Regie übertragen. Außerdem dringt Schall und Lärmbelastung von außen in das Studio über die Fensterfront und die Wände ein. Direkt dort liegt ein großer Parkplatz, wo teilweise LKWs oder Transporter rangieren. Auf dem Nachbargelände schießt eine große Mülldeponie an, von wo auch immer wieder Lärmbelastung kommt.

Diese Variante wäre also günstig aber nicht effizient genug. Es wäre ein Fortschritt, aber die eigentlichen Probleme in diesen Räumlichkeiten wären nicht behoben.

Kategorie	Produkt	Hersteller	Einzelprei s	Bedarf	Gesamtprei s
Steinwolle	100 mm Steinwolle WLG 040	Rockwool	4,29 €	14	60,69 €
Gipskartonplatt e	GKF 2000 x 600 x 12,5mm Schallschutzplatte	KNAUF	6,08 €	27	165,95 €
Profil	UW-dB Rahmenprofil KNAUF 100x40mm Länge:2,00m	KNAUF	1,87 €	12	21,62 €
Profil	CW-dB Ständerprofil KNAUF 100x50mm Länge:2,60m	KNAUF	2,12 €	49	103,47 €
Schrauben	Gipsfaserplattenschraub e 3,9x35 mm phosphatiert, 250 Stück	Dresselhau s	3,95 €	1	3,95 €
Schrauben	Schnellbauschraube Bohrspitze TB 3,5x25 mm 250 Stück	KNAUF	9,35 €	1	9,35 €
Gummi	10.000 x 50 x 8mm Gummigranulat, Rolle	My Plast	2,69 €	12	31,10 €
Türe	Balkontür Kunststoff 1-flg. ARON Basic weiß 800x2000 mm DIN Links	ARON	145,00 €	1	145,00 €
Gesamtkosten					541,13 €

Tabelle 5: Kalkulation zu Schalldämmung Variante 1

Die Farbe der Tabelle findet sich in der vollständigen Kalkulation für diese Variante wieder. Es handelt sich hier um eine Überschlagsrechnung, in der viele der benötigten Baumaterialien in ihrer jeweiligen Menge und zu einem aktuellen (günstigen) Marktpreis zusammengerechnet wurden. Das Ergebnis stellt einen groben Richtwert der Materialkosten dar, der stichhaltig ist und zur Entscheidung beitragen kann. Zu einem späteren Zeitpunkt kann diese Vorplanung aber auch zu einer vollständigen Kalkulation erweitert werden.

Variante 2: Raum-in-Raum-Konstruktion im Studio

Bei Variante 2 wird eine Raum-in-Raum-Konstruktion im Studio eingebaut, so dass dort zwei Räume entstehen: Ein schmaler Raum in Verlängerung des Flurs, wo weiterhin Stauraum für die Materialien des Radiosenders zur Verfügung steht; ein zweiter Raum als Studio, dessen Abmessungen akustisch optimiert sind und der komplett entkoppelt ist. Dazu gehört die Trockenbauwände und die abgehängte Decke auf Gummimatten zu legen und zu verkleben (nicht schrauben), mit Steinwolle zu dämmen und mit Schallschutzplatten zu beplanken, den Raum luftdicht zu verschließen, zweite Fenster vor erste Fenster zu setzen, und die

Terrassentüre als Schallschutztüre einzusetzen. Der Boden wird mit Steinwolle Dämmplatten ausgelegt und ein neuer Holzboden wird schwimmend darauf in sich verschraubt aber ohne direkte Verbindung zum unteren Boden oder den Wänden.

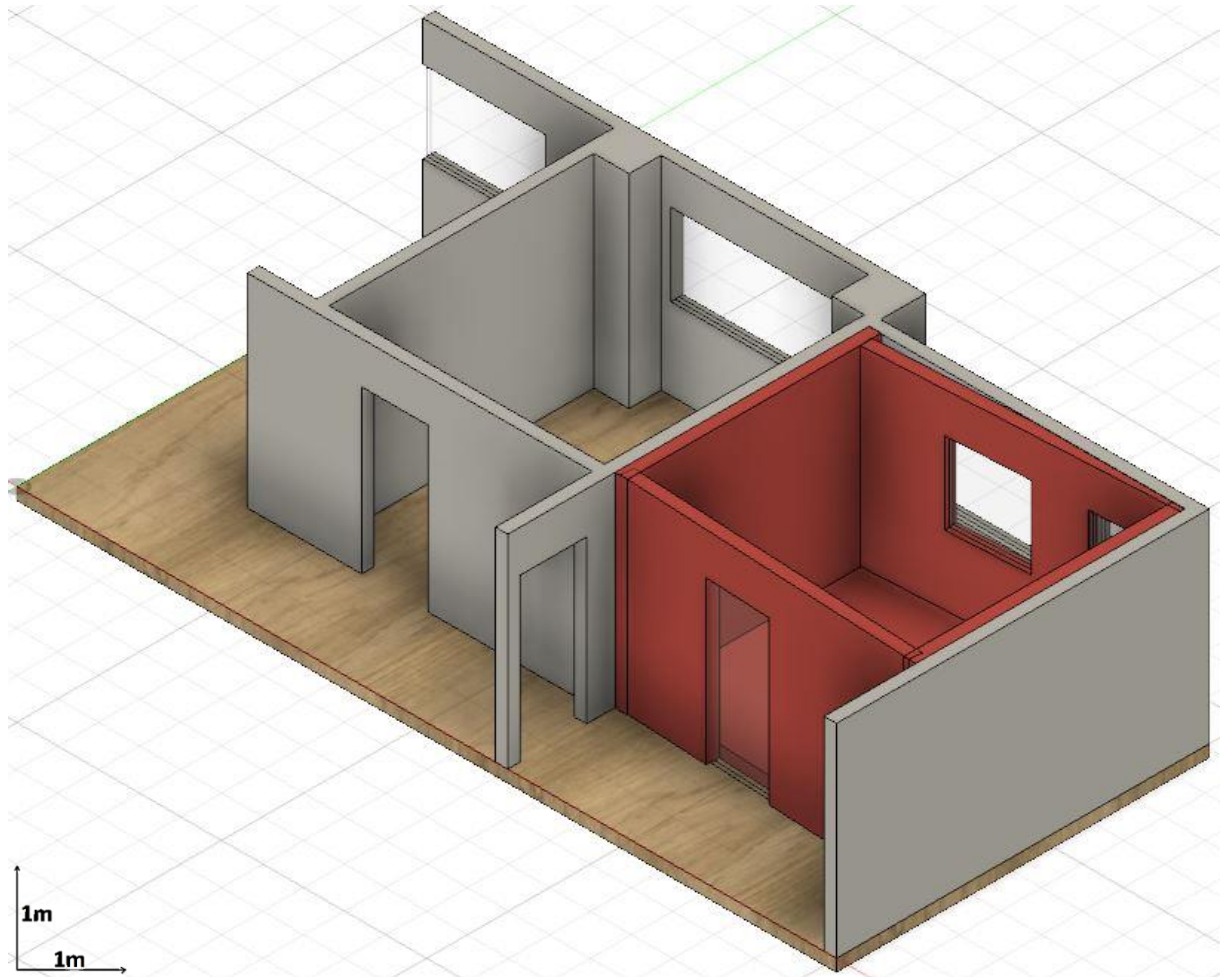


Abbildung 15: Schalldämmung Variante 2

Schalldämmung in rot. Terrassentüren in Studiokabine und Regieraum.

Diese Umbauvariante isoliert den Studioraum nahezu vollständig. Lärmbelastung von außen durch Fahrzeuge oder Mülldeponie und von innen, von Videostudio oder Regieraum wird am Schalldurchgang gehindert. Gesang und Instrumente können im Studio unter den optimierten Bedingungen ganz ohne Störgeräusche aufgenommen werden.

Der Kostensprung von Variante 1 auf 2 ist verhältnismäßig groß. Das kommt daher, dass die zu isolierende Fläche um ein vielfaches größer ist als zuvor und für Boden und Decke weitere, teilweise auch teurere Materialien benötigt werden. Dennoch ist das Kosten-Nutzenverhältnis bei dieser Variante am besten. Die Kosten bleiben in einem realisierbaren Rahmen in Bezug auf das geringe Budget.

Kategorie	Produkt	Hersteller	Einzel- preis	Bedarf	Gesamtpreis
Steinwolle	100mm Steinwolle WLG 040	Rockwool	4,29 €	69	296,37 €
Gipskartonplatte	GKF 2000 x 600 x 12,5mm Schallschutzplatte	KNAUF	6,08 €	137	833,97 €
Profil	UW-dB Rahmenprofil KNAUF 100x40mm Länge:2,00m	KNAUF	1,87 €	34	64,34 €
Profil	CW-dB Ständerprofil KNAUF 100x50mm Länge:2,60m	KNAUF	2,12 €	204	431,74 €
Randstreifen	Akustic ES1 ISOVER Glaswolle Randstreifen 1250x100mm Stärke 10mm	ISOVER	0,88 €	15	12,81 €
Schrauben	Gipsfaserplattenschraube 3,9x35 mm, 250 Stück	Dresselhaus	3,95 €	3	15,80 €
Schrauben	Schnellbauschraube Bohrspitze TB 3,5x25 mm, 250 Stück	KNAUF	9,35 €	3	37,40 €
Gummi	10.000 x 50 x 8mm Gummigranulat, Rolle	My Plast	2,69 €	35	93,85 €
Balkenschuh	80 x 120 mm, Typ A, 1 Stück	Gah Alberts	2,10 €	17	34,86 €
Konstruktions- vollholz	60x100x3000 mm Fichte/Tanne NSI	Konsta	3,53 €	24	84,86 €
Dämmplatte Boden	Akustic EP3 WLG 040 Stärke 40mm	ISOVER	16,95 €	16	268,19 €
Holz Boden	OSB3 Verlegeplatte 15x1250x2500 mm E1 ungeschliffen	Kronospan	5,92 €	31	181,42 €
Türe	Balkontür Kunststoff 1-flg. weiß 800x2000mm	ARON	145,00 €	1	145,00 €
Fenster	Kunststofffenster 1-flg. weiß 1000x1000mm	ARON	99,00 €	1	99,00 €
Fenster	Kunststofffenster Festverglasung weiß 1000x1000mm	ARON	91,00 €	1	91,00 €
Gesamtkosten					2.690,61 €

Tabelle 6: Kalkulation zu Schalldämmung Variante 2

Variante 3: Raum-in-Raum-Konstruktion in Studio und Dämmung auf Regie Seite)

Variante 3 beinhaltet die Raum-in-Raum-Konstruktion aus Variante 2 und wird um eine weitere Wandisolierung im Regieraum ergänzt. Das sorgt dafür, dass auch bei größerer Lautstärke die akustische Trennung von Regie und Studio aufrecht gehalten wird.

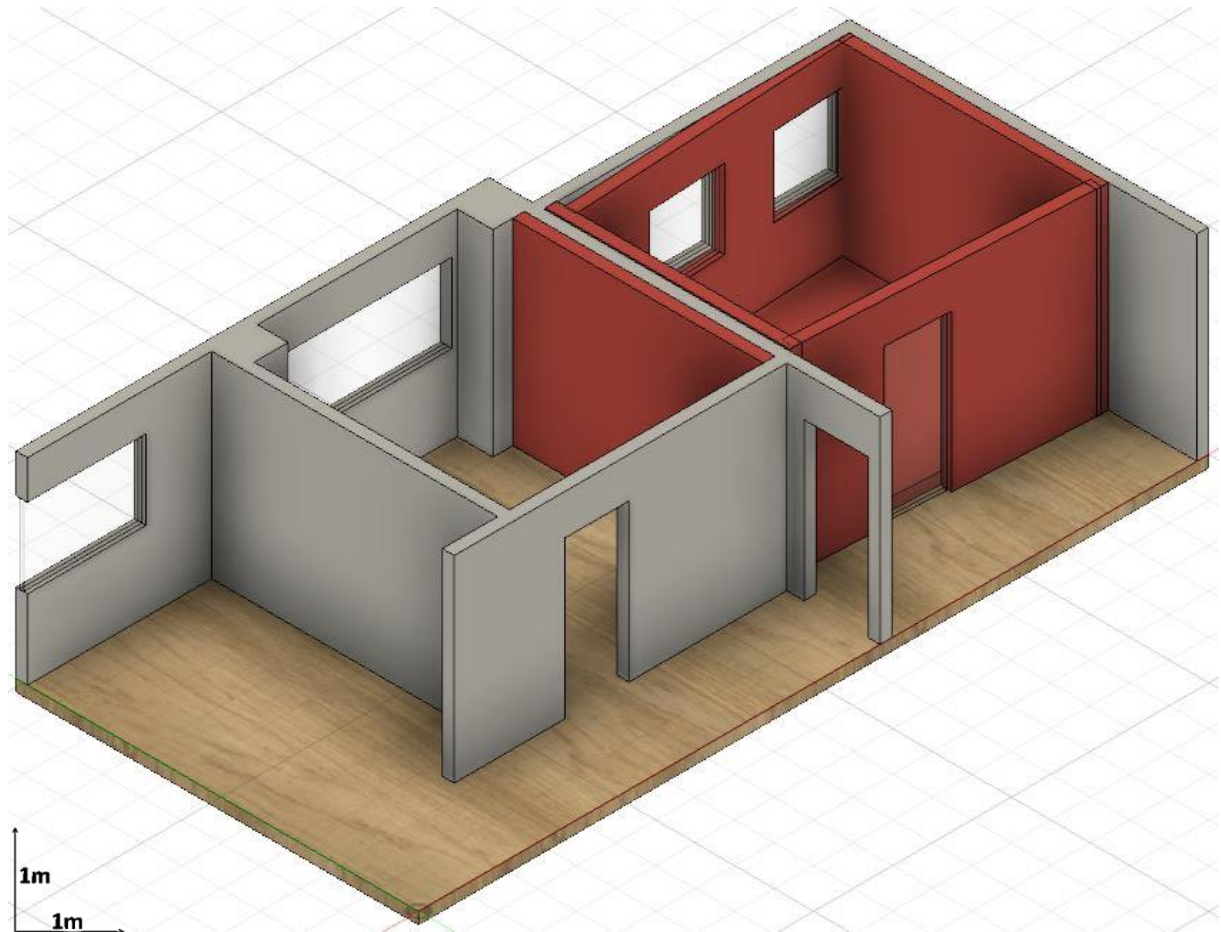


Abbildung 16: Schalldämmung Variante 3

Schalldämmung in rot. Zusätzliche Wand in Regieraum.

Der Kostenunterschied von Variante 2 auf 3 ist gering, genauso wie der zusätzliche Nutzen, der diese Erweiterung bringt. Diese Variante kann als Option in Betracht gezogen werden, wenn die Qualität des Umbaus aus Variante 2 mangelhaft wäre. Dann können mit Variante 3 mögliche Fehler aus dem vorangegangenen Bauabschnitt ausgeglichen werden.

Kategorie	Produkt	Hersteller	Einzelpreis	Bedarf	Gesamtpreiss
Steinwolle	100mm Steinwolle WLG 040	Rockwool	4,29 €	79	339,44 €
Gipskartonplatte	GKF 2000 x 600 x 12,5mm Schallschutzplatte	KNAUF	6,08 €	157	956,06 €
Profil	UW-dB Rahmenprofil KNAUF 100x40mm Länge:2,00m	KNAUF	1,87 €	43	80,59 €
Profil	CW-dB Ständerprofil KNAUF 100x50mm Länge:2,60m	KNAUF	2,12 €	256	541,88 €
Randstreifen	Akustic ES1 ISOVER Glaswolle Randstreifen 1250x100mm Stärke 10mm	ISOVER	0,88 €	15	12,81 €
Schrauben	Gipsfaserplattenschraube 3,9x35 mm, 250 Stück	Dresselhaus	3,95 €	4	15,80 €
Schrauben	Schnellbauschraube Bohrspitze TB 3,5x25 mm, 250 Stück	KNAUF	9,35 €	4	37,40 €
Gummi	10.000 x 50 x 8mm Gummigranulat, Rolle	My Plast	2,69 €	44	117,22 €
Balkenschuh	80 x 120 mm, Typ A, 1 Stück	Gah Alberts	2,10 €	17	34,86 €
Konstruktionsvollholz	60x100x3000 mm Fichte/Tanne NSI	Konsta	3,53 €	24	84,86 €
Dämmplatte Boden	Akustic EP3 WLG 040 Stärke 40mm	ISOVER	16,95 €	16	268,19 €
Holz Boden	OSB3 Verlegeplatte 15x1250x2500 mm E1 ungeschliffen	Kronospan	5,92 €	31	181,42 €
Türe	Balkontür Kunststoff 1-flg. weiß 800x2000mm	ARON	145,00 €	1	145,00 €
Fenster	Kunststofffenster 1-flg. weiß 1000x1000mm	ARON	99,00 €	1	99,00 €
Fenster	Kunststofffenster Festverglasung weiß 1000x1000mm	ARON	91,00 €	1	91,00 €
Gesamtkosten					3.005,52 €

Tabelle 7: Kalkulation zu Schalldämmung Variante 3

Variante 4: Raum-in-Raum-Konstruktion in Regie und Studio

Diese Variante zeigt einen Umbau, wie er in den meisten professionellen Tonstudios vorgenommen wird. In beide Räume (Regie und Studio) wird eine Raum-in-Raum-Konstruktion gebaut. Die Räume werden also doppelt voneinander getrennt. Jeder Raum wird einzeln entkoppelt. Wände und Decken der beiden Räume werden nicht parallel, sondern bewusst in einem andern Winkel ausgerichtet, damit keine stehenden Wellen entstehen. Trotzdem muss auf eine Liniensymmetrie – senkrecht zur Frontwand, wo die Abhörmonitore stehen – geachtet werden, damit ein symmetrisches Klangbild erhalten bleibt. Wände und Decke öffnen sich von der Abhörposition weg. Der Winkel in den vorderen Ecken beträgt 93° . Der Bereich auf den der Schall trifft muss, um als erste Reflexion zur Abhörposition zu gelangen, wandert so hinter den Abhörmonitor. Der Raumklang wird dadurch diffuser.

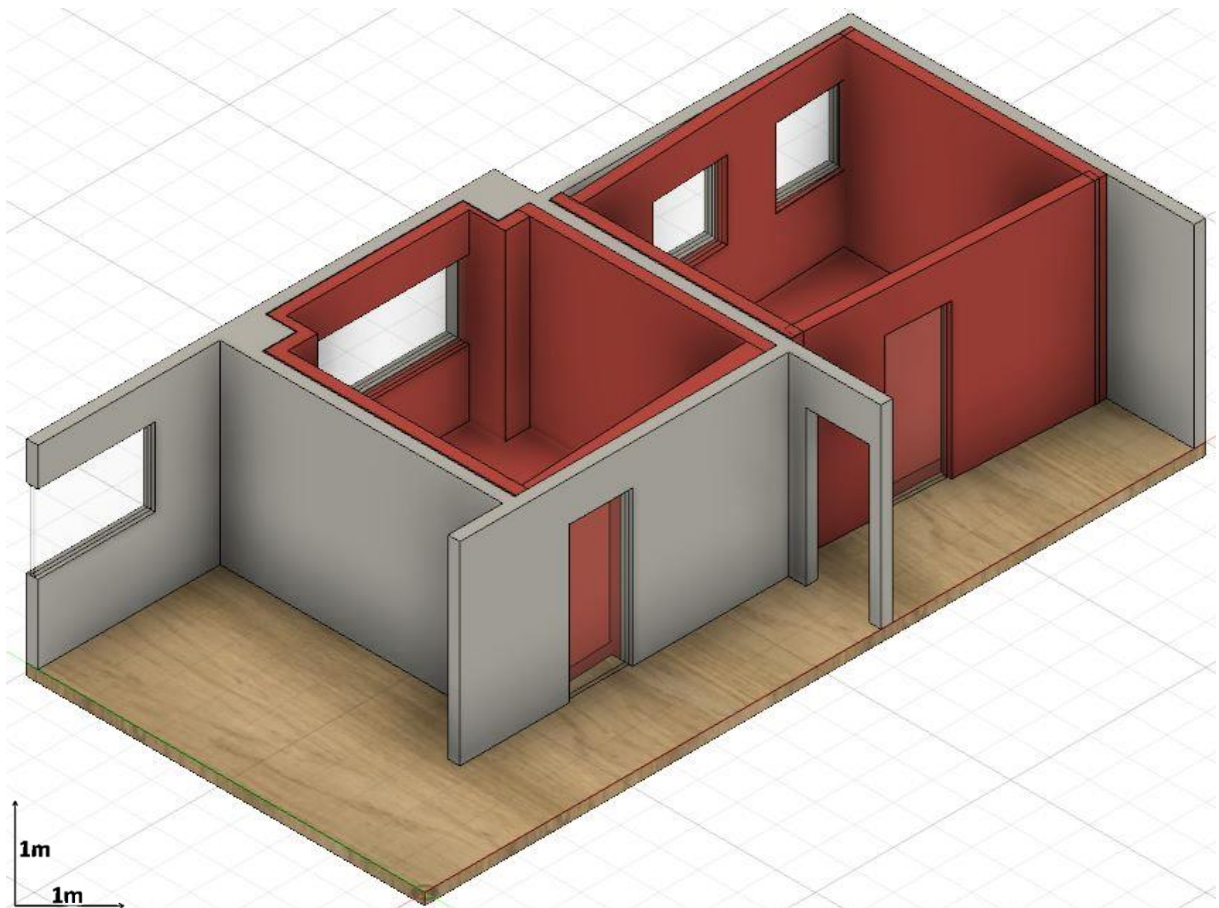


Abbildung 17: Schalldämmung Variante 4

Schalldämmung in rot. Beide Räume entkoppelt. Wände schräg zueinander.

Hier werden viele Quadratmeter Wandfläche isoliert und die Trockenbaukonstruktionen verkleinern die Räume erheblich. Diese Variante bringt also nicht nur hohe Kosten, sondern auch erhebliche Platzeinbußen mit sich. Da auch noch Akustikelemente angebracht werden, die den

Raum nochmals verkleinern, muss zwischen dem Nutzen und den Einbußen abgewogen werden. Möglicherweise kann durch den Einbau von neuen Fenstern und einer Schallschutztür schon genügend Schalldämmung im Regieraum geschaffen werden. Eine professionelle Klangbeurteilung ist auch ohne die Schalldämmung möglich, wenn der Raum akustisch optimiert ist (siehe unten) und keine Lärmbelastung besteht. Die Video- und Tontechnik, die in diesem Raum kommt, wird viel Platz einnehmen. Es muss also zwischen Schalldämmung und Platzverlust abgewogen werden.

Auch die Variante 4 kann zu einem späteren Zeitpunkt noch als Erweiterung oder Verbesserung von Variante 2 realisiert werden. Die Erfahrungswerte werden zeigen, ob die Schallbelastung diesen Ausbau erfordert.

Kategorie	Produkt	Hersteller	Einzel- preis	Bedarf	Gesamt- preis
Steinwolle	100mm Steinwolle WLG 040	Rockwool	4,29 €	125	537,93 €
Gipskartonplatte	GKF 2000 x 600 x 12,5mm Schallschutzplatte	KNAUF	6,08 €	250	1.518,68 €
Profil	UW-dB Rahmenprofil KNAUF 100x40mm Länge:2,00m	KNAUF	1,87 €	51	95,67 €
Profil	CW-dB Ständerprofil KNAUF 100x50mm Länge:2,60m	KNAUF	2,12 €	404	856,49 €
Randstreifen	Akustic ES1 ISOVER Glaswolle Randstreifen 1250x100mm Stärke 10mm	ISOVER	0,88 €	28	24,60 €
Schrauben	Gipsfaserplattenschraube 3,9x35 mm, 250 Stück	Dresselhaus	3,95 €	6	27,65 €
Schrauben	Schnellbauschraube TB 3,5x25 mm, 250 Stück	KNAUF	9,35 €	6	65,45 €
Gummi	10.000 x 50 x 8mm Gummigranulat, Rolle	My Plast	2,69 €	68	183,97 €
Balkenschuh	80 x 120 mm, Typ A, 1 Stück	Gah Alberts	2,10 €	31	65,10 €
Konstruktions- vollholz	60x100x3000 mm Fichte/Tanne NSI	Konsta	3,53 €	48	170,26 €
Dämmplatte Boden	Akustic EP3 WLG 040 Stärke 40mm	ISOVER	16,95 €	30	515,59 €
Holz Boden	OSB3 Verlegeplatte 15x1250x2500 mm E1	Kronospan	5,92 €	60	354,23 €
Türe	Balkontür Kunststoff 1-flg. weiß 800x2000mm	ARON	145,00 €	2	290,00 €
Fenster	Kunststofffenster 1-flg. weiß 1000x1000mm	ARON	99,00 €	1	99,00 €
Fenster	Kunststofffenster Festverglasung weiß 1000x1000mm	ARON	91,00 €	1	91,00 €
Fenster	Kunststofffenster 2-flg. weiß 1000x1600mm	ARON	321,05 €	1	321,05 €
Gesamtkosten					5.216,68 €

Tabelle 8: Kalkulation Schalldämmung Variante 4

Die Kosten in Bezug auf das Budget sprechen bei dieser Variante eindeutig dafür, dass dieser Umbau gar nicht oder erst zu einem späteren Zeitpunkt realisiert werden kann.

4.2.5. Raumakustik

Der spezifische Klang eines Raums wird hauptsächlich von der Dauer und dem Frequenzgang des Nachhalls bestimmt. (Henle, 2001, S.398)

Diese Nachhallzeit wird beeinflusst durch die Größe des Raums, die Beschaffenheit und Ausrichtung der Wände, des Bodens und der Decke, der Einrichtung und der im Raum befindlichen Gegenstände und deren Beschaffenheit und natürlich auch von der Position der Schallquelle und des Schallempfängers (Ohr oder Mikrofon).

Die Beschaffenheit der Wände im schallgedämmten Studioraum besteht aus verputzt und gestrichenen Schallschutzplatten (siehe oben). Ihr durchschnittlicher Absorptionsgrad liegt bei ca. 0,1. Der Holzboden weist einen Absorptionsgrad von 0,05 auf. Ziel ist eine Nachhallzeit T60 zwischen 0,2 und 0,4s. Allerdings lässt das sich nicht pauschal sagen. Wichtiger als eine verkürzte Nachhallzeit ist ein ausgewogener Frequenzgang des Nachhalls. Die Nachhallzeit sollte außerdem auch nicht zu kurz sein, weil dies unnatürlich und auf Dauer sehr unangenehm ist. Die gewünschte Optimierung wird mit einem Absorptionsgrad von ungefähr 0,3 erreicht (Faustregel). Es sollten also 30% der Fläche mit Absorbern ausgestattet werden, die einen durchschnittlichen Absorptionsgrad von 0,8-0,9 aufweisen, sodass die Absorber zusammen mit Wand Fenstern und Boden einen durchschnittlichen Absorptionsgrad von 0,3 erreichen.

Einige Forderungen für einen Regieraum [...], die – wie auch der Raum letztlich gestaltet wird – eingehalten werden sollten:

- *Keine stehenden Wellen, also möglichst auch keine parallelen Wände (alternativ dazu können entsprechende Absorber eingebaut werden)*
- *Symmetrische Raumgestaltung und damit symmetrisches Schallfeld*
- *Möglichst diffuses Schallfeld*
- *Keine störenden frühen Reflexionen*
- *Ausgeglichene Nachhallzeit bei allen Frequenzen*

(Henle, 2001, S.402)

Stehende Wellen treten in der Praxis häufig in kleinen Räumen auf und können die Aufnahme oder Wiedergabe von Musik in erheblichen Maße beeinträchtigen. In kleinen Studio- und Aufnahmerräumen müssen daher geeignete Maßnahmen getroffen werden. Dazu gehören die Verwendung von Absorbern sowie die Veränderung von Wand- und Deckenflächen. (Henle, 2001, S.39)

Absorber

Bei der Absorption wird einer Schallwelle Energie entzogen und damit die Schwingung der Luftmoleküle gedämpft. Die Folge ist, dass die Schallwelle nur teilweise oder überhaupt nicht mehr reflektiert wird. (Henle, 2001, S. 41)

Für die absorbierende Wirkung sind die Eigenschaften des Materials verantwortlich. Weiche und poröse oder kleinteilige Materialien absorbieren besser als härtere. Harte glatte Oberflächen haben meist keine oder je nach Material nur eine geringe absorbierende Wirkung. Sie reflektieren den Schall bis zu 100%. Ob ein Material eine Schallwelle vollständig absorbiert oder teilweise doch noch reflektiert wird, ist frequenzabhängig. Je dicker ein Material ist, desto besser sind seine absorbierenden Eigenschaften zu tiefen Frequenzen hin.

Absorber mit einer Stärke von mindestens 14 cm gelten als Breitband Absorber. So ergibt sich bei selbst gebauten Absorbern dieser Stärke ein angenommener Absorptionsgrad von 0,9 von 200 Hz bis 20 kHz.

Bassfallen müssen mindestens 40-50 cm Tiefe haben um gute Absorptionseigenschaften zu tiefen Frequenzen hin aufweisen zu können.

Studio: 2 vorne, 2 links, 2 rechts, 1 oben, 4 Ecken; Regie: 2 Vorne, 1 rechts, 4 Ecken, 1 oben

Im Tonstudio werden insgesamt zehn Absorber angebracht. Davon sind vier Bassfallen, die in den vier Ecken des Raumes aufgestellt werden. An die Frontwand hinter den Studiomonitoren kommen zwei Absorber nebeneinander. An die rechte und linke Wand kommt neben die Abhörposition jeweils ein Absorber. Vor den Fenstern und der Glastür hängen Vorhänge. Weiter hinten an der rechten Wand ist auch noch ein Absorber vorgesehen. An die Decke oberhalb der Abhörposition wird ebenfalls ein Absorber angebracht.

Im Regieraum kommen, wie im Studio, in alle Ecken Bassfallen. An die Decke kommt ein, an die Frontwand zwei und an die rechte Wand neben der Abhöre ein Absorber. Auf der linken Seite erstreckt sich die Fensterfront beinahe über die gesamte Wandlänge. Deshalb hängt dort ein schwerer Vorhang vor dem Fenster.

Der Boden wird mit Teppich ausgelegt. Vorhänge und Teppich haben eine gute absorbierende Wirkung. Mit Hilfe der Vorhänge kann auch eine Variation im Raumklang erzeugt werden, indem sie auf oder zu gezogen werden. Weil die harten Glasscheiben den Schall sehr gut reflektieren, gibt es wieder mehr Reflexionen im Raum.

Varianten 1: Absorber kaufen

Kategorie	Artikel	Hersteller	Stückpreis	Bedarf	Preis
Absorber	Basotect G+ Schaumstoff 100cm x 50cm x 10cm, hellgrau	Basotct	59,80 €	20 Stk	1.196,00 €
				Gesamt	1.196,00 €

Tabelle 9: Kalkulation für Absorber Variante 1

Variante 2: Absorber selber bauen

Kategorie	Artikel	Hersteller	Stückpreis	Bedarf	Preis
Stoff	Baumwollmix - 140 cm breit - leicht Grau	Stoff4You	4,89 €	17	83,13 €
Steinwolle	Rockwool Trennwandplatte Sonorock 140 mm Steinwolle WLG 040	Rockwool	6,29 €	12	77,87 €
MDF für Rahmen	MDF-Platte E1 2440x1220x18 mm (Zuschnitt online reservierbar)	Hornbach	11,05 €	7	76,02 €
				Gesamt	237,02 €

Tabelle 10: Kalkulation für Absorber Variante 2

Positionierung

Die Absorber müssen genau in den Problemzonen aufgestellt oder aufgehängt werden. Das sind im Bassbereich die Ecken, weil dort gerade die tiefen Frequenzen durch ihren großen Energieanteil doppelt und dreifach (zwei Wände, eine Decke) reflektiert und so verstärkt werden. Deshalb werden die sogenannten Bassfallen in den Ecken positioniert. Sie sind besonders dick. Nur durch eine Materialstärke von mindestens 40 cm können auch tiefere Frequenzen absorbiert werden.

Ein weiterer Bereich, der oft klangliche Probleme macht, ist die Wand hinter den Abhörmonitoren. Durch den Abstand der Monitore zur Wand kann man eine bestimmte Frequenz auslöschen und eine andere, nämlich die doppelte der ersten Frequenz, anheben. Das trifft auf die Frequenz zu, deren Wellenlänge dem Abstand vom Monitor zur Wand entspricht. Diese Frequenz wird angehoben. Denn die Reflexion die von der Wand wieder auf der Höhe der Lausprechermembran ankommt, ist genau in Phasenlage. So wird die Schallwelle verstärkt. Das Gegenteil ist der Fall, bei der Frequenz, deren halbe Wellenlänge dem Abstand zwischen Wand und Lautsprecher entspricht. Die Schallwelle und ihre Reflexion von der Rückwand sind phasenverkehrt und löschen sich gegenseitig aus. Diese Frequenz wird schwer oder gar nicht zu hören sein. Schiebt man die Box näher an die Wand, wird die passende Wellenlänge kleiner, die

entsprechende Frequenz also höher. Lautsprecher haben nur zu tiefen Frequenzen eine radiale Abstrahlcharakteristik, also auch nach hinten. Zu hohen Frequenzen hin werden sie immer mehr nach vorne gerichtet. Kommt man der Wand allerdings zu nahe, heben sich alle Frequenzen im Bassbereich zunehmend an, wegen des Grenzflächeneffekts, wie auch in den Raumecken. Die Studiomonitore sollten also so weit weg von der Wand stehen, dass es diese Anhebung nicht gibt, aber so nah, dass die räsonierende Frequenz noch von einem Breitbandabsorber absorbiert werden kann. Es werden also Absorber hinter den Studiomonitoren benötigt. Sie müssen an den Positionen angebracht werden, wo die ersten Reflexionen die zum einen oder andern Ohr gelangen würden, entstehen. Das kann man mit Hilfe eines Spiegels leicht herausfinden. Eine Person setzt sich auf die Abhörposition und schaut auf einen Spiegel den eine zweite Person langsam an der Wand entlang bewegt. Sobald er dort einen der beiden Studiomonitor sieht, hat man die richtige Position für den Absorber gefunden. Dasselbe gilt auch für die Seitenwände. Auch dort müssen Absorber genau dort angebracht werden, wo die ersten Reflexionen herkommen würden.

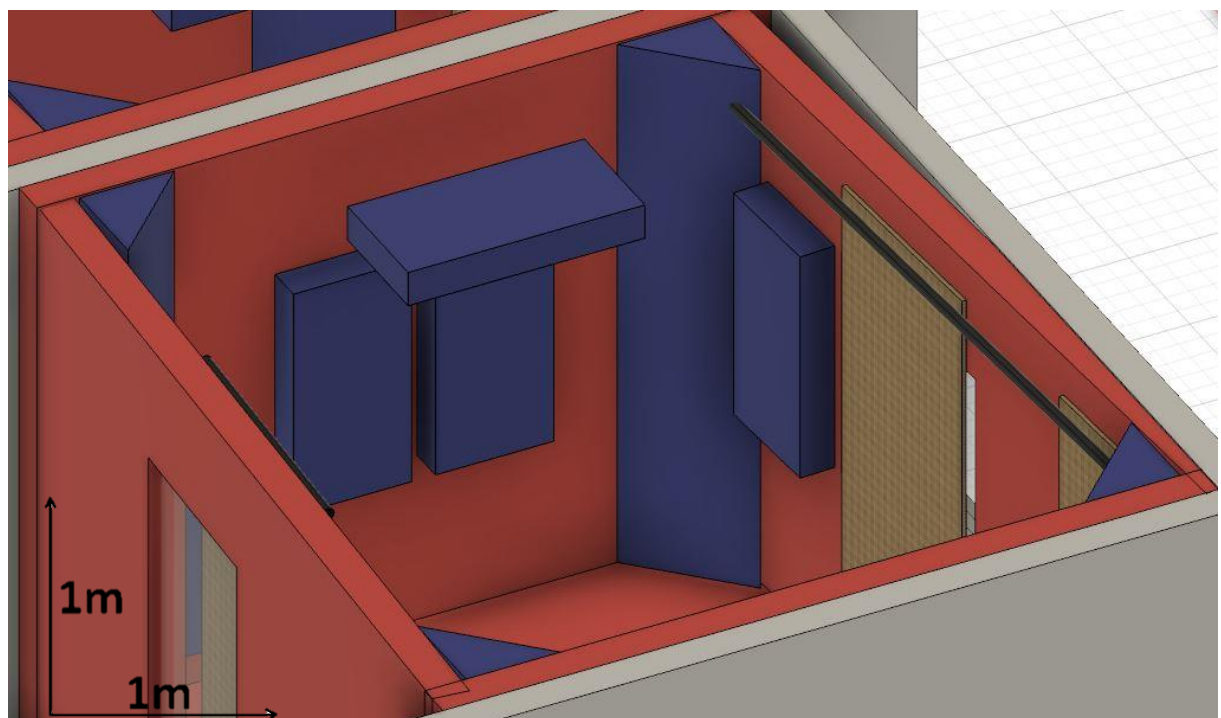


Abbildung 18: Positionierung der Absorber im Studio

Absorber im Tonstudio: Schalldämmung in rot, Absorber in blau.

In modernen Musikproduktionen (Pop, Rock) ist es üblich den Gesang möglichst trocken auf zu nehmen, um im Nachhinein noch alle Freiheiten zu haben mit unterschiedlichen Hallräumen und Effekten arbeiten zu können. Bei Sprachaufnahmen kann ein gewisser Raumklang erwünscht sein. Denn eine zu trockene Aufnahme würde unnatürlich klingen. Da es also unterschiedliche

Anforderungen an den Studioraum gibt, ist es sehr nützlich, dass man die Absorber von der Wand auch abnehmen und die Vorhänge öffnen kann, sodass die schallharten Fenster frei liegen und wieder für mehr Reflexionen im Raum sorgen. Dasselbe gilt für die Diffusoren. Der Raumklang der Aufnahme kann also im Tonstudio durch die Positionierung im Raum und auch durch den veränderten Einsatz der Akustikelemente beeinflusst werden.

Helmholzresonator

Eine besondere Variante der Absorber, die besonders bei tiefen Frequenzen nützlich sein kann, sind Helmholzresonatoren, auch Resonanzabsorber genannt. Sie helfen vor allem tief-frequente Resonanzen und Raummoden die aufgrund der Raummaße entstehen zu absorbieren.

Als Voraussetzung für eine stehende Welle muss der Abstand zwischen den reflektierenden Flächen eine halbe Wellenlänge oder ein ganzzahliges Vielfaches davon betragen. (Henle, 2001, S.39)

Ein Helmholzresonator funktioniert wie ein Masse-Feder-System. Die Resonanzfrequenz kann sehr leicht angeregt werden. Im Einsatz als Absorber sind sie im Gegensatz zu anderen nicht aus porösem, sondern festem Material z.B. Holz, Gipskarton oder Pressspan und zu allen bis auf eine Seiten luftdicht verschlossen. Dort gelangt der Schall ins Innere. Auch so ein Absorber kann selbst gebaut werden, muss dann aber in der Konstruktion und auch im Fine Tuning später genau für die entsprechende Frequenz mit direkten Messungen eingestellt werden.

Die problematischen Frequenzen im umgebauten Tonstudio sind 48Hz, 96Hz, 122Hz.

Im Regieraum sind es 50Hz, 94Hz, 137Hz.

Diffusoren

Diffusoren streuen den Schall. Man unterscheidet dabei zwischen 1D und 2D Diffusoren. 1D Diffusoren streuen den Schall nur auf einer Ebene, also in einer Dimension. Sie bestehen meist aus Holz oder Schaumstoff und streuen durch ihre besonderen Abmessungen der Oberfläche den Schall. Der 2D Diffusor streut dagegen in zwei Dimensionen, also in alle Richtungen. Der klassische Skyline Diffusor, meist aus Holz bestehend, genauer gesagt aus unterschiedlich langen quadratischen Klötzen die nach einem bestimmten Muster zusammengeleimt sind. Die Anordnung erscheint im ersten Moment willkürlich, doch sie beruht auf einer akustischen Berechnung.

Auf der Internetseite von HiFi Loudspeaker Design (www.mh-audio.nl) sind einige nützliche akustische Kalkulatoren zu finden. So lassen sich dort die Abmessungen und Baupläne für einen

Diffusor anhand der oberen und unteren Grenzfrequenz berechnen. Aber auch anders herum lassen sich mit gegebenen Eckdaten wie Holzklotzbreite und maximale Länge die obere und untere Grenzfrequenz sowie die weiteren nötigen Abmessungen berechnen. Weil die Schallschutzwand und auch die vorhandene Bausubstanz nicht zu sehr belastet werden sollte, sind die Abmessungen für den Diffusor in dieser Kalkulation auf eine maximale Tiefe von 20 cm begrenzt. Das sorgt aber dafür, dass die unter Grenzfrequenz auf 860 Hz hoch wandert. Die Breite der Holzklötze liegt aus preislichen Gründen bei 6x6 cm. Was dazu führt, dass die obere Grenzfrequenz auf 2867 Hz absinkt (Hifi Loudspeaker Design, 2020)

Der Kalkulator berechnet vier verschiedene Längen, die sich in dem Aufbau immer wieder wiederholen. Wie die einzelnen Längen genau angeordnet werden müssen, lässt sich aus einer quadratischen Matrix ablesen. Die Länge des einzelnen Diffusors beträgt in diesem Fall 72 cm. Deshalb werden beim diesem Eigenbau 8-11 dieser Elemente gebaut und dann zu großflächigeren Diffusoren zusammengefügt.

Insgesamt sollen drei große Diffusoren an Wänden und Decke angebracht werden: Zwei im Tonstudio an der Rückwand gegenüber der Abhöre und einer an der Decke über dem Bereich, wo Aufnahmen stattfinden werden. Der dritte Diffusor wird an der Rückwand der Regie geplant und ist im Gegensatz zu den beiden andern Diffusoren im Studio nicht quadratisch sondern länglich. Er besteht aus zwei oder drei der oben beschriebenen Elemente.

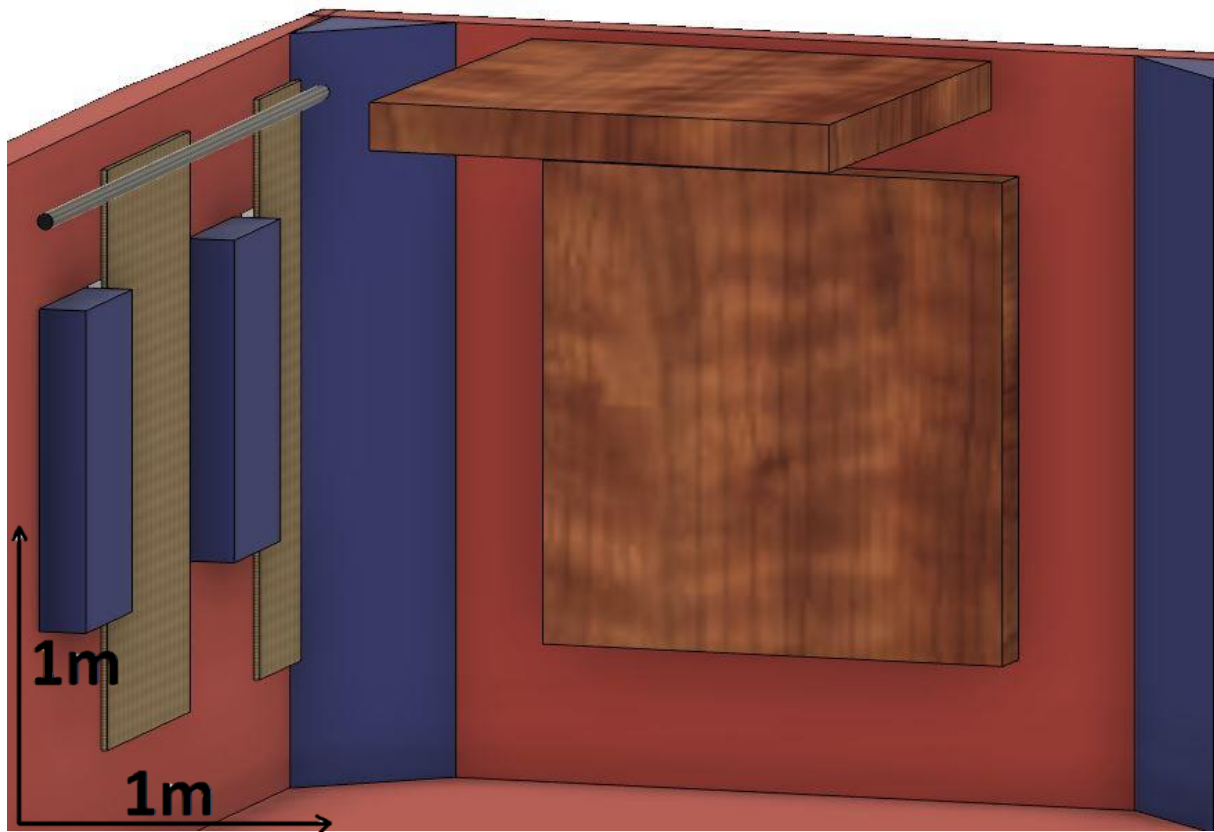


Abbildung 19: Positionierung Diffusoren im Studio

In der Abbildung sind die beiden Diffusoren im Tonstudio zu sehen. Sie sind farblich gekennzeichnet durch ihre Holztextur.

Die Diffusoren werden jeweils an der Rückwand (gegenüber der Abhöre) von Studio und Regieraum angebracht. Diese Stellen sind am weitesten von der Abhöre entfernt und deshalb nicht so sehr im Fokus für die Positionierung der Absorber. Auch hier muss etwas mit den ersten Reflexionen gemacht werden. Der Diffusor sorgt dafür, dass der auftreffende Schall gestreut wird also in viele verschiedenen Richtungen reflektiert wird, was das Problem der Reflexion auch löst, aber ohne den Raum zu trocken zu machen, also zu überdämpfen. Ein zu stark gedämpfter Raum wirkt unnatürlich, deshalb verschafft der Diffusor dem Raum angenehme, nicht störende Reflexionen. Das fühlt sich gut an beim Arbeiten, vor allem wenn viele Stunden in dem Raum verbracht werden. Gerade weil die Decke durch die Raum-in-Raum-Konstruktion niedriger geworden ist, sollte diese nicht blank und schallhart bleiben. Deshalb sind für die Decke im Tonstudio auch zwei Absorber und ein Diffusor vorgesehen. Der Diffusor an der Decke befindet sich auch im hinteren Bereich des Raumes, nahe der Rückwand, wo der erste Diffusor hängt. So entsteht dort ein Bereich, der für Aufnahmen geeignet ist, die nicht so trocken sein sollen.

Variant 1: Diffusoren kaufen

V1 kaufen: 3 Stk. (Decke und Rückwand (Studio und Regie) je 2x2m)

Kategorie	Name	Hersteller/Lieferant	Preis	Bedarf	Preis
Diffusor	Akustischer Diffusor / Akustikmodul / 3d Holzpaneel	ebay, Wien, Österreich	29,90 €	108	3.229,20 €
Diffusor	Hofa Diffusor Natur	Thomann, Hofa	69,00 €	48	3.312,00 €
Diffusor	the t.akustik Diffusor Manhattan eps set	Thomann, the t.akustik	79,00 €	13,5	1.066,50 €
				Gesamt	1.066,50 €

Tabelle 11: Preisvergleich für Diffusor Variante 1

Selbst wenn man die günstigste Variante von Absorber wählt, sind die Kosten immer noch um ein vielfaches höher als beim Eigenbau.

Variante 2: Diffusoren selber bauen groß

V2 selber bauen, 150x150cm, 2 Stk. (Decke und Rückwand), 150*50cm 1 Stk. (Regie)

Kategorie	Name	Hersteller/Lieferant	Preis	Bedarf	Preis
MDF Platte	Fixmaß Dünn-HDF Platte roh 1600x600x5 mm	Hornbach	8,85 €	9	88,50 €
Kantholz	Kantholz 60x60x2000 mm Fichte/Tanne	Konsta/Hornbach	1,35 €	148	199,80 €
Holzleim	Ponal Holzleim Fix & Fest 500 g	Ponal/Hornbach	10,89 €	1	10,89 €
				Gesamt	299,19 €

Tabelle 12: Kalkulation für Diffusor Variante 2

Variante 3: Diffusoren selber bauen kleiner

V3 selber bauen, 144x144cm (Decke), 2 Stk. 72x216cm (Rückwand)

Kategorie	Name	Hersteller/Lieferant	Preis	Bedarf	Preis
MDF Platte	Fixmaß Dünn-HDF Platte roh 1600x600x5 mm	Hornbach	8,85 €	6	61,95 €
Kantholz	Kantholz 60x60x2000 mm Fichte/Tanne	Konsta/Hornbach	1,35 €	133	180,90 €
Holzleim	Ponal Holzleim Fix & Fest 500 g	Ponal/Hornbach	10,89 €	1	10,89 €
				Gesamt	253,74 €

Tabelle 13: Kalkulation für Diffusor Variante 3

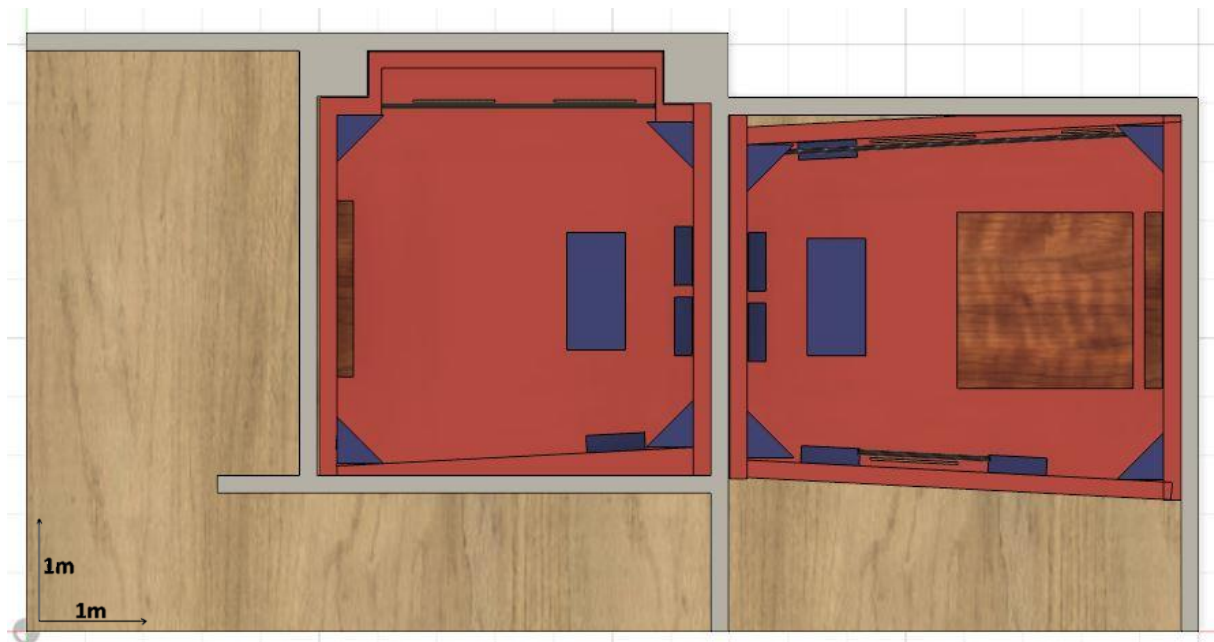


Abbildung 20: Positionierung Akustikelemente

Anordnung der Akustikelemente nach den genannten Angaben und Variante 4 zur Schalldämmung.

Nachhallzeit

Optimale Raummaße bei einer Raumhöhe von 2,49 m

Berechnung mit: <http://www.mh-audio.nl/Acoustics/RoomDim.html>

		Soll	Ist	Umbau V2 (s.o.)
Studio	Höhe	2,49 m	2,49 m	2,29 m
	Breite	2,85 m	4,40 m	2,80 m
	Länge	3,37 m	3,86 m	3,56 m
	T60	0,5 sec	1,47 sec	?
Regie	Höhe	2,49 m	2,49 m	=
	Breite	3,83 m	3,62 m	=
	Länge	3,19 m	3,36 m	=
	T60	0,3 sec	1,26 sec	?

Tabelle 14: Nachhallzeit

Die Nachhallzeit ist für Regie und Studio nach Umbau V2 nicht berechnet, da die Akustik Elemente den Raum weitestgehend optimieren werden. Dann müssen Messungen gemacht und die Maßnahmen daraufhin angepasst werden.

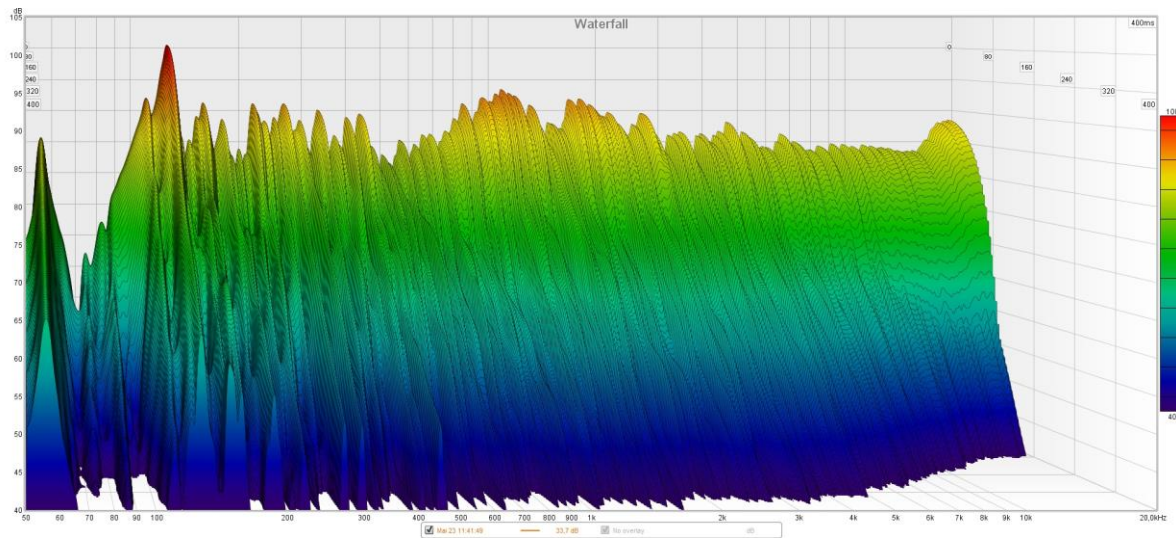


Abbildung 21: Wasserfalldiagramm, Radiostudio Ist-Zustand, Messung mit REQ

Das ist ein Wasserfalldiagramm einer Raummessung mit Room EQ Wizard im Ist-Zustand des Radiostudios. Es zeigt, dass die Nachhallzeit zu tiefen Frequenzen hin problematisch ist und eine störende Resonanz bei 124 Hz vorhanden ist.

Um eine Nachhallzeit T_{60} von unter 0,3 Sekunden zu erhalten, müssen Absorber aufgehängt werden. Wie viel Quadratmeter Absorber Fläche benötigt werden, lässt sich berechnen, indem man 0,3 mit den Quadratmetern der Grundfläche des Raumes multipliziert.

Absorber im Studio = $4,40 \text{ m} \times 3,86 \text{ m} \times 0,3 = 5,10 \text{ m}^2$ benötigte Absorber Fläche

Absorber im Regieraum = $3,62 \text{ m} \times 3,36 \text{ m} \times 0,3 = 3,65 \text{ m}^2$ benötigte Absorber Fläche

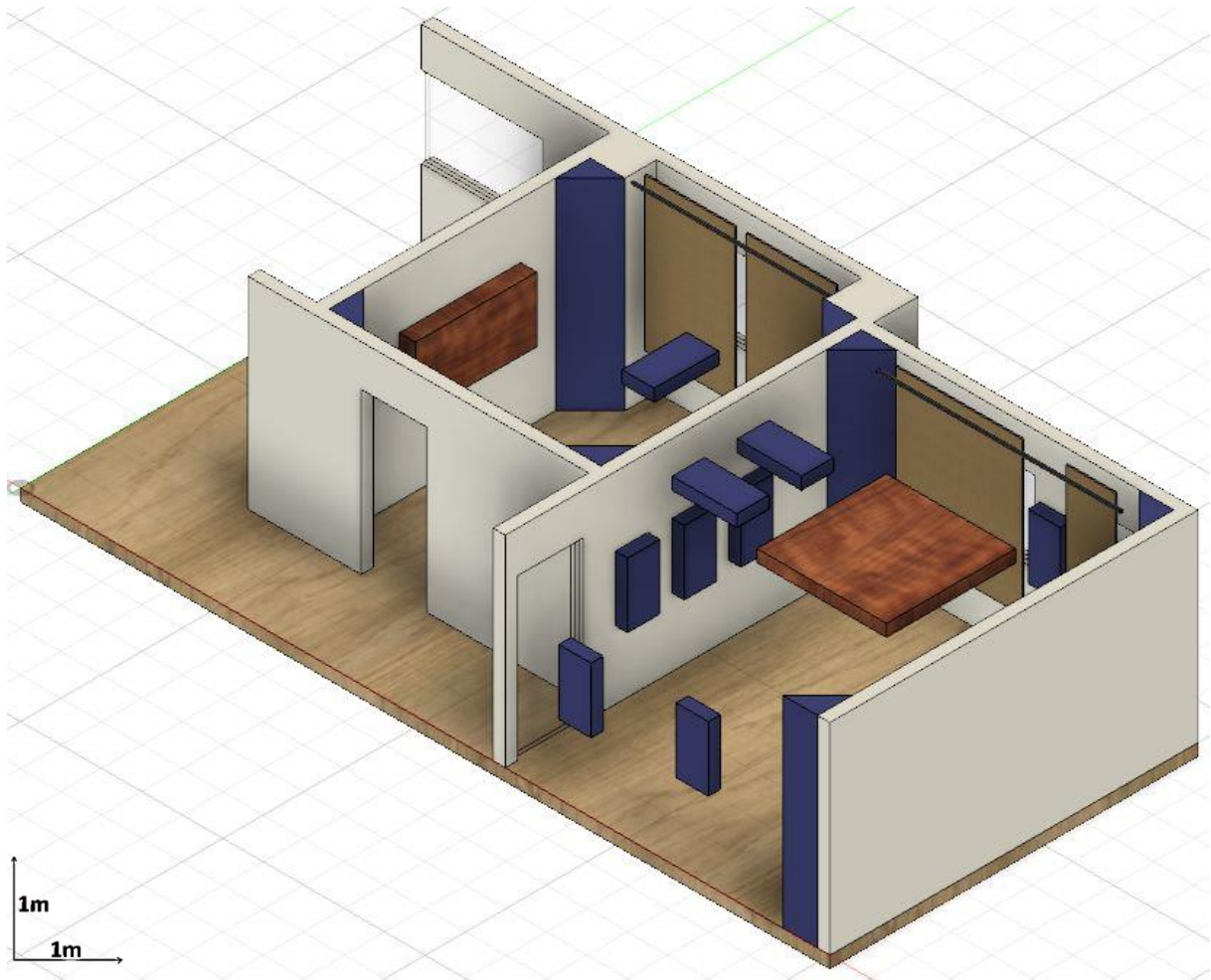


Abbildung 22: Studio ohne Schalldämmung mit Akustikelementen

In der ersten Phase der Umsetzung des Projekts können bereits die selbst gebauten Akustikmodule in den noch ungedämmten Räumen aufgehängt werden. Mit dem bereits gekauften Equipment kann bereits ein gewisser Studiobetrieb beginnen.

4.2.6.Budget

Dieser Budgetplan zeigt auf einen Blick alle bisher genannten Kosten, der voraussichtlichen Auswahl der Varianten und das zur Verfügung stehende Budget, das teilweise zeitlich gebunden und auch noch nicht offiziell für dieses Projekt freigegeben ist.

Einnahmen		Ausgaben	
Radiosender 2020	2.000 €	DAW Samplitude	399 €
		mAirList	714 €
		D&R Webstation	1.090 €
Radiosender 2021	2.000 €	Akustikmodule	500 €
		Schalldämmung V2	2.691 €
Gemeinde für Musik	5.000 €	Allen & Heath Qu16	1.569 €
		2x MC164 the sssnake	298 €
		2x Steckfeld	110 €
Gemeinde für Video	1.000 €	Shure SM7 B	397 €
		Rode NT1-A	189 €
Summe	10.000 €	Summe	7.957 €

Tabelle 15: Budgetplan

Im ersten Moment scheint das ein sehr gutes Ergebnis zu sein, doch beinhaltet dieser Budgetplan nur die bisher aufgeführten Ausgabeposten ohne Puffer. Zu den Bereichen, die auf jeden Fall noch Kosten verursachen werden, gehören alle Arten von Kabeln, Raumlicht, Farbe und Spachtelmasse für Wände, Teppich, Möbel wie Studioracks. Sie tauchen vorerst nicht auf, weil sie für die grundlegenden Entscheidungen, wie etwa das Studio geplant wird, nicht relevant sind. Sie sollten aber dennoch nicht außer Acht gelassen werden.

4.3. Auswahl

Variante 1 ist bei der Raumaufteilung besser geeignet, weil der Nachteil bei einer Mischung von Bild und Ton Regie geringer ist, als der Nachteil für Musikproduktionen, wenn Regie und Aufnahmeraum derselbe sind.

Samplitude wird nicht nur aktuell bereits von den Radiomitarbeitern als Aufnahme- und Schnittprogramm für ihre Beiträge verwendet, sondern ist eine hochwertige DAW, mit besonderen Funktionen die Aufnahmen, Schnitt, Musikproduktion, Mischen und Mastern besonders unterstützen. Deshalb fiel die Wahl auf Samplitude.

Das Qu16 Digitalmischpult von Allen & Heath erfüllt die Anforderungen für das MTS. Es hat 16 Mikrofoneingänge, kann als Audio Interface und darüber hinaus auch als Midi-Controller für die DAW verwendet werden, hat Motorfader, ist netzwerkfähig, es befindet sich im mittleren Preissegment und die Bedienung ist vielen Tontechnikmitarbeitern vertraut. Diese Gründe führen zur Entscheidung für das Qu16.

Analoge Stageboxen sind günstiger und erfüllen ihren Zweck. Das MC164 Multicore von the sssnake muss nicht gelötet werden, beinhaltet ein 30 m Kabel, 16 Hin- und vier Rückwege. Es erfüllt die Anforderungen.

Ähnliches gilt für die Auswahl des passenden Steckfeldes. Das Rean NYS SPP-L1 hat 24 symmetrische halb-normalisierte Kanäle mit Klinkebuchsen. Es erfüllt die Anforderungen und ist vergleichsweise günstig.

Das Radio Mischpult Webstation von D&R übertrifft die Anforderungen an manchen Stellen sogar. Es ist aber auch das Günstigste der Produktreihe und ohne Konkurrenz in diesem Bereich, da es kaum Hersteller für solche Radiomischpulte für den kleinen Bedarf gibt. Es hat Hotstart, Faderstart, ist über USB mit dem Rechner verbunden und fungiert so auch als Controller für die Radioautomationssoftware. Auch wenn es sehr teuer ist, fällt die Wahl auf dieses Mischpult, weil es die Anforderungen erfüllt.

Die Schalldämmung ist im Studio wichtiger als im Regieraum. Der Regieraum kann zu einem späteren Zeitpunkt auch noch ausgebaut werden. Die Variante 2 mit dem Bau einer Raum-in-Raum-Konstruktion wird deshalb gewählt, weil sie das beste Kosten-Leistungs-Verhältnis aufweist.

Absorber und Diffusoren kaufen ist um ein vielfaches teurer und die Gestaltungsmöglichkeiten beim Eigenbau vielseitig. Gerade bei Diffusoren wird der Eigenbau viel Zeit in Anspruch nehmen,

jedoch wiegt das die eingesparten Kosten in diesem Fall nicht auf. Deshalb werden die Akustikelemente nicht gekauft, sondern nach Anleitung selbst gebaut werden.

5. Detailplanung

Die bisherige Planung hat die Grundlage für die weiteren Detailfragen geschaffen. Alle Details, seien es Softwarelösungen oder die Strukturierung der Signalwege des Systems, müssen genau geplant werden. Selbiges gilt für den Eigenbau der Schalldämmung und der Akustik Elemente. Dafür wird eine konkrete Anleitung benötigt. Andere Bereiche wie die Einrichtung der Räume, Aufbau der einzelnen Arbeitsplätze und deren akustische Optimierung oder die Stromverkabelung in den neu entstehenden Räumen beim Umbau bleiben vorerst außen vor. Sie werden genau behandelt wenn ihre Rahmenbedingungen durch die vorangegangenen Arbeitsschritte klarer werden und teilweise auch von Fachleuten anderer Bereiche übernommen, bspw. Elektriker.

5.1. Softwarelösungen

Die neue Software muss installiert, eingerichtet und getestet werden. Eine große Auswahl von vielen neuen Funktionen, kann dazu führen, dass man den Überblick verliert. Deshalb ist es wichtig den Nutzern, seien es die Radiomitarbeiter, Musiker oder Tontechniker, eine genaue Anleitung in die Hand zu geben, die sie für ihren jeweiligen Anwendungsfall einweist.

DAW Samplitude

Die neue DAW Samplitude von Magix, die bereits im aktuellen Radiobetrieb als Schnittsoftware zur Produktion der Radiobeträge genutzt wird, soll zugleich zur Aufnahme und weiteren Bearbeitungen bei den Musikproduktionen dienen.

Die großen Funktionen, die in der Produktbeschreibung genannt werden und auch von jeder DAW erwartet werden, sind: Recording, Editing, Musikproduktion, Mixing und Mastering. (Magix, 2020)

Neben vielen hauseigenen Effekten sind auch zahlreiche Plug-In-Erweiterungen möglich.

Um Samplitude mit dem digitalen Mischpult Qu16 über die USB Verbindung fernsteuern zu können, also das Pult als Midi-Controller zu nutzen, müssen die entsprechenden Treiber installiert sein und die Kanäle im Pult auf Midi umgestellt werden. Die Soft-Keys am Pult können mit entsprechenden Befehlen in der DAW verknüpft werden.

mAirList

Es handelt sich wie oben bereits beschrieben, um eine Radioautomations-Software, welche Sendeplan, Player, Recorder, und vieles mehr in sich vereint. Wenn das Programm sowie die entsprechenden Treiber installiert sind und die D&R Webstation angeschlossen ist, kann am Pult bei fünf von sieben Kanälen der Input „USB“ gewählt werden. Zwei dieser Kanäle sollten für die Player A und B in mAirList reserviert werden. Über die Einstellung kann man das Pult und die genannten Kanäle direkt mit diesen Playern verknüpfen und dann auch die Hotstart- und Faderstart-Funktionen nutzen. Über die USB-Verbindung liegt auch die Sendesumme am Rechner an und wird vom Programm aus direkt gestreamt.

5.2. Technischer Aufbau

Blockschaltbild

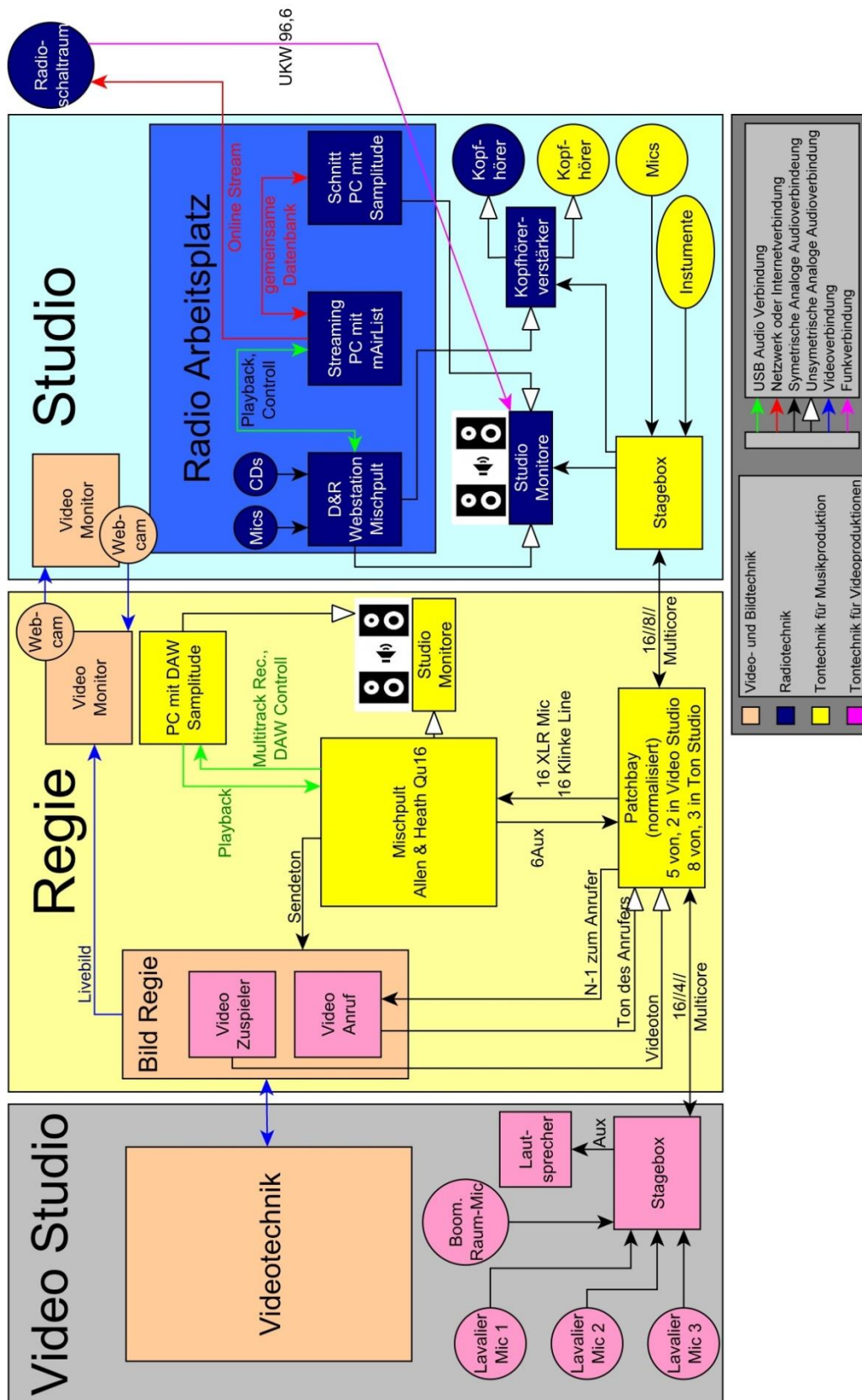


Abbildung 23: Blockschaltbild Detailplanung

Mischpult: Allen & Heath Qu 16

Die 16 Mikrofoneingänge werden über das Steckfeld normalisiert mit den beiden Stageboxes in den Studioräumen verbunden, dass standardmäßig acht Mikrofoneingänge im Tonstudio und fünf im Videostudio zur Verfügung stehen. Der Bereich Musikproduktion (Tonstudio) und der Bereich Videoproduktion erhalten gleichmäßig verteilt jeweils acht der insgesamt 16 zur Verfügung stehenden Kanäle. Falls das für eine Produktion nicht ausreicht, können am Steckfeld über die restlichen Querverbindungen die Mikrofoneingänge des andern Bereichs dem eigenen Raum hinzugefügt werden.

Für die Videoproduktion werden vorerst nur fünf Eingänge im Videostudio bereitgestellt, denn die drei weiteren werden in der Regie für den Video Ton eines in die Live-Sendung eingebundenen Videos, das vom Regieraum aus zugespielt wird, benötigt. Dabei handelt es sich um ein Stereo Signal, das zwei Kanäle in Anspruch nimmt. Der letzte übrige Kanal wird für das Audiosignal eines Videoanrufs benötigt, der als Live-Video-Schalte über eines der aktuellen Video-Konferenz-Programme wie Skype, Zoom oder Face Time in die Sendung eingebunden wird. Im Videostudio werden für Moderatoren und Studiogäste in der Sendung 1-3 Mikrofoneingänge für Lavalier-/Ansteckmikrofone benötigt. Je nach Anwendungsfall können auch ein oder zwei Raummikrofone oder ein Boom angeschlossen werden.

Im Tonstudio wird bei einer Gesangs- oder Sprachaufnahme nur ein Mikrofoneingang benötigt. Bei einer Schlagzeugaufnahme dagegen alle acht oder mehr Kanäle. Für eine größere Produktion ist es auch möglich die Musiker auf die verschiedenen Räume zu verteilen und so eine kleine Band zeitgleich einspielen zu lassen. Die beiden Stagboxes dienen als Verteiler und machen eine solche Aufteilung leicht realisierbar.

Das Qu 16 besitzt sieben Monitorwege. Davon sind drei in Stereo und vier in Mono. Es gibt insgesamt zwölf Ausgänge, die auch unterschiedlich belegt werden können. Um alle Abhören in den unterschiedlichen Räumen mit den nötigen Signalen zu beliefern, müssen einige dieser Ausgänge fest vergeben werden. Andere können als Monitorwege für individuelle Kopfhörermischungen flexibel eingesetzt werden. Der Main Mix geht direkt als Sende Ton zur Bildregie, wo das Audiosignal in den Live-Stream, synchronisiert mit dem Bild eingebettet wird. An den „Alt“ Ausgang werden direkt die Studio Monitore angeschlossen. Das Level dieses Ausgangs kann separat gesteuert werden was sehr nützlich für die Abhöre ist. Zwei Stereoausgänge werden vom normalisierten Steckfeld über die Stagebox ins Tonstudio weiter geleitet. Ein Stereo-Aux-Weg wird dort an die Studiomonitore angeschlossen, sodass dort das Talkback vom Pult, aber wahlweise auch der letzte Take der Aufnahme, ein Playback oder eine

Rohmischung zu hören sein kann. Die zweite Stereoverbindung ist für die individuelle Kopfhörermischung des Musikers, Instrumentalisten oder Künstlers im Studio. Falls noch eine zweite Person mit einspielt, die eine eigene Kopfhörermischung braucht, ist das über einen weiteren Mono-Aux-Weg realisierbar, der vom Pult ins Studio weiter verbunden ist.

Stagebox: MC164 Multicore

Die Wahl fiel bei der Stagebox auf das MC164 Multicore mit 16 Hin- und vier Rückwegen. Sie wird in zweifacher Ausführung gekauft, eine im Tonstudio und eine im Videostudio eingebaut. In der zweiten Umsetzungsetappe, in der die Raum-in-Raum-Konstruktionen realisiert werden, können die Stageboxes auch fest in der Wand verbaut werden. Ein Nachteil dieser Version war es, dass sie nur vier Rückwege hat, die für Kopfhörermischungen und Abhöre o.ä. verwendet werden können. Das lässt sich aber leicht mit Hilfe von Adaptern und entsprechender Umleitung am Steckfeld lösen, indem man einen der 16 Hinwege zu einem Rückweg macht. Für die Anbindung ans Steckfeld, weiter zum Mischpult und zurück werden 44 XLR-Female auf symmetrische Klinke und 24 XLR-Male auf symmetrische Klinke Adapter-Patch-Kabel benötigt. Acht Hinwege werden über das normalisierte Steckfeld direkt vom Tonstudio mit den Mikrofoneingängen 1-8 am Qu16 Mischpult verbunden. Fünf Hinwege aus dem Videostudio werden auf dieselbe Weise mit den Mikrofoneingängen 9-13 verbunden. Die andern Hinwege liegen am Steckfeld an, laufen aber ins Leere und können Wahlweise auf die Eingänge des jeweils anderen Bereichs gesteckt werden. Die Verteilung der einzelnen Ausgänge am Mischpult, muss noch im Detail festgelegt werden, kann aber am Steckfeld auch jederzeit flexibel angepasst werden.

Abhörmonitore

Da die Abhöre in beiden Räumen im Nahfeld stattfindet, sollten keine 3-Wege-Systeme als Abhörmonitore gewählt werden, da sich bei diesen auf eine kurze Distanz noch keine einheitliche Wellenfront bildet. Dasselbe gilt für Studiomonitore mit einem Tieftöner größer als 10“. Außerdem verstärkt zu viel Energie im Bass Bereich nur die Probleme mit Raummoden in kleinen Räumen.

Die im Radiostudio bereits vorhandenen Yamaha NS-10M Studiomonitore können weiterhin verwendet werden, da es sich um ein Zwei-Wege-System handelt, das für eine Nahfeldabhöre immer noch geeignet ist. Bei der Positionierung sollte eine Aufhängung von der Decke in Erwägung gezogen werden, was aufgrund der Raum-in-Raum-Konstruktion einfacher realisierbar ist. Das hat den Vorteil, dass weder Tischplatte noch Decke problematische Reflexionen

abgeben, denn die ersten Reflexionen auf diesen Flächen gelangen aufgrund des Winkels nicht mehr zum Ohr.

Eine einfachere Möglichkeit ist es, die Studiomonitore auf dafür vorgesehen Schaumstoffkeile zu stellen. So können sie auf dem Tisch positioniert, auf die Abhörposition ausgerichtet und gleichzeitig vom Tisch entkoppelt werden. Das sind zwei sehr wichtige Punkte für eine optimale Abhöre in Studio oder Regie. Die Studiomonitore müssen gut entkoppelt und die Hochtöner genau auf die Ohren ausgerichtet sein. Es sollte unbedingt vermieden werden, dass sie sich auf halber Raumhöhe befinden. Sie würden die stehende Welle (mit doppelter Raumhöhe als Wellenlänge) stark anregen.

Eine dritte Möglichkeit zur Positionierung sind massive Monitorstative die je nach Ausführung mit Sand gefüllt werden, um sie zu beschweren. Sie liegen ebenfalls auf Gummimatten auf und sorgen durch ihre große Trägheit für eine Entkopplung. So können Sie ebenso von der Tischplatte abgehoben und weiter von der Abhörposition entfernt positioniert werden.

Die Studiomonitore bilden zusammen mit der Abhörposition ein gleichzeitiges dreieckbilden. Dann stimmt das Stereobild. Je enger dieses Dreieck ist, desto kleiner ist der Sweetspot, also der Punkt an dem optimal gehört werden kann. Dieser Punkt sollte ungefähr bei einem Drittel der Raumlänge liegen, um mögliche klangliche Verfälschung durch stehende Wellen zu vermeiden.

Steckfeld: Rean NYS SPP-L1

Für das Steckfeld wurde das NYS SPP-L1 von Rean ausgewählt. Es hat 24 Kanäle, die alle symmetrisch und halbnormalisiert sind. Der Steckertyp ist Klinke. Deshalb werden auch die oben bereits erwähnten Adapter Kabel benötigt. Das Geräteformat ist so gewählt dass es in ein 19“ Rack verbaut werden kann.

Halbnormalisiert bedeutet, dass das Signal, sobald auf der Rückseite alle Ein- und Ausgänge gesteckt sind, immer von oben nach unten durch verbunden ist. Sobald in einen Ausgang in der oberen Zeile etwas eingesteckt wird, wird dieses Signal gesplittet und trotzdem noch nach unten durch verbunden und so wie zuvor. Das ist bei einem normalisierten Steckfeld nicht möglich. Deshalb ist dieses Modell noch nützlicher, denn auch wenn bisher noch kein für einen Splitter aufgekommen ist, kann es zu einem späteren Zeitpunkt noch hilfreich sein. Sobald in die untere Zeile etwas gesteckt wird, ist die Verbindung unterbrochen.

Es werden drei dieser Rean Patchbays (24 Kanäle) benötigt. Sie müssen leicht zugänglich, vorzugsweise genau auf dem Tisch in der Regie in einem Rack verbaut werden. Eine Beschriftung auf dem Gerät und eine genau Dokumentation der Kanalbelegung sind unbedingt notwendig.

5.3. Bauliche Maßnahmen

5.3.1. Schalldämmung

Durch die Raum-in-Raum-Konstruktion im Studio soll der Schall des Lärms von außen und der Instrumente oder des Gesangs von innen am Durchgang durch die Wand gehindert werden.

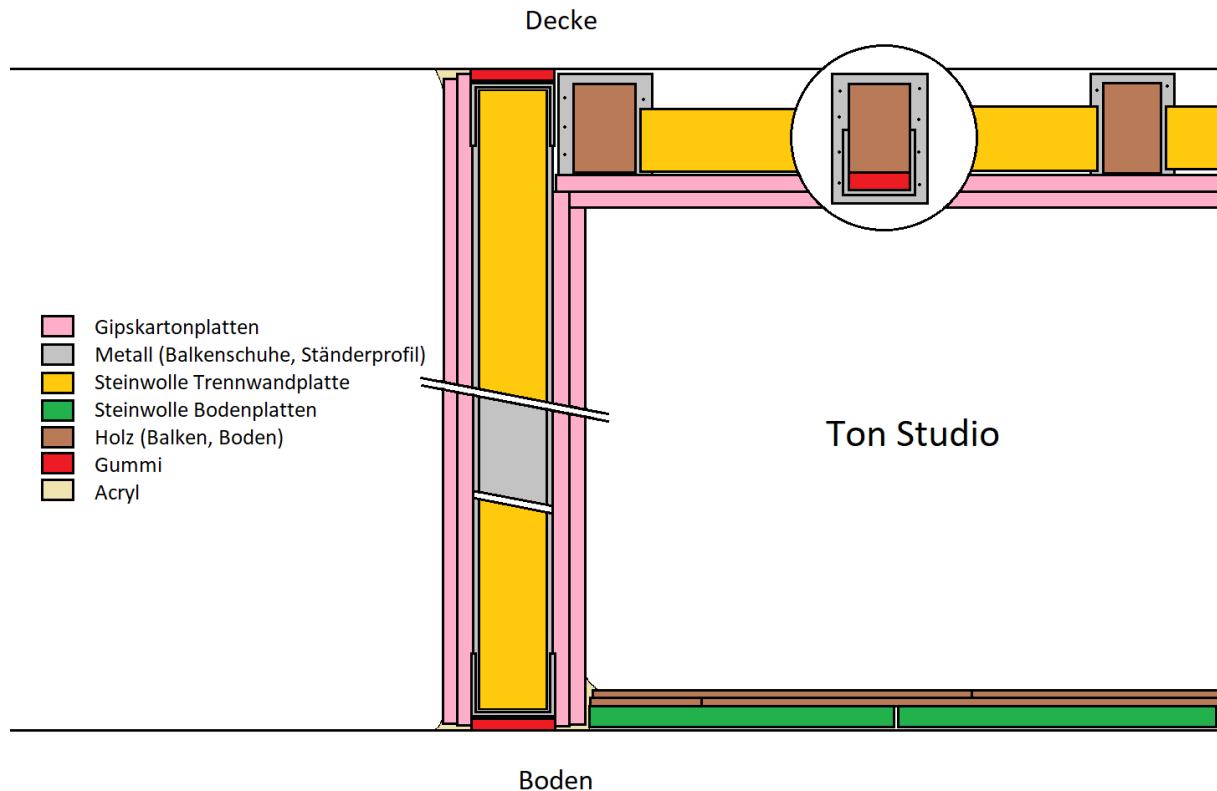


Abbildung 24: Bauplanskizze Schallisolierung und Entkopplung

Eine derartige Isolierung des Schalls ist nur durch vollständige Entkopplung möglich. Deshalb ist eine Konstruktion wie die hier abgebildete die einzige Lösung. Die Materialien finden sich auch in den Kalkulationen für die Schalldämmung im vorherigen Kapitel.

Die Skizze zeigt den Querschnitt von Wand, Boden und Decke der Raum-in-Raum-Konstruktion. Keine Verbindung zu Boden oder Decke ist starr. Die Ständerprofile werden auf Gummi Matten und diese wiederum an Decke und Boden geklebt. Auch in die Balkenschuhe werden solche Matten geklebt. Der Holz Boden wird schwimmend auf Steinwolleplatten gelegt und in sich verschraubt. Die Gipskartonplatten werden an die entkoppelten Ständerprofile geschraubt berühren aber selbst weder Decke noch Boden. Die Fuge zwischen Wand und Boden wird mit Acryl oder Silikon verschlossen. Nur so kann eine Entkopplung und damit verbesserte Schallisolierung gewährleistet werden.

5.3.2. Absorber

Die selbst gebauten Akustikelemente können in der aktuellen räumlichen Aufteilung und ebenso auch nach dem Umbau im neuen Studioraum eingesetzt werden.

Die Abmessungen für die selbst gebauten Absorber sind von den Produkten (Basotect) aus der Kaufvariante übernommen. Höhe: 100cm, Breite: 50cm, Tiefe: 14cm.

Zuerst muss ein Holzrahmen, der aus Kostengründen aus MDF gebaut wird, mit den angegebenen Maßen zusammengeschraubt werden. Dieser Rahmen wird von vorne mit Stoff bespannt, der auf Rückseite fest getackert wird. Der Stoff kann vorher bedruckt oder anschließend auch noch bemalt werden, dann dienen die Absorber auch als Dekorationselemente. Es sollte dabei aber immer darauf geachtet werden, dass der Stoff schalldurchlässig bleibt. Die Steinwolle wird zugeschnitten und zum Schutz der Gesundheit in einer Tüte oder Müllsack luftdicht verpackt und in den Holzrahmen geklemmt. Auf die Rückseite werden Haken geschraubt, die zur Befestigung an Wand und Decke dienen.

An Diffusoren und Absorber können im Nachhinein noch LED-Streifen angebracht werden. Das sorgt im Studio für indirektes Licht und das richtige Ambiente für die Aufnahme.

5.3.3. Diffusoren

Damit die Diffusoren auch in einem brauchbaren Bereich die erwünscht streuende Wirkung erzielen, darf man sie baulich nicht zu klein dimensionieren. In der vorangegangenen Planung wurde aus Kostengründen mit einem Kantholz von 6x6cm gerechnet. Das führte allerdings dazu, dass die obere Grenzfrequenz auf 2867 Hz herabsank. Ähnliches gilt auch für die Tiefe des Absorbers, die aufgrund der Positionierung an der Decke nicht sehr groß gewählt werden darf. Deshalb stieg die unter Grenzfrequenz bei einer maximalen Diffusor Tiefe von 10 cm auf einen Wert von 1720 Hz.

Deshalb ist es unbedingt notwendig die Diffusoren für Rückwand und Decke unterschiedlich zu dimensionieren. Da der Diffusor an der Decke nicht zu tief sein darf, damit der Raum nicht zu klein wird, wird hier eine maximale Länge von 15 cm gewählt. Die Raumhöhe beträgt nach dem Umbau nur noch 2,29 m und deshalb darf der Diffusor nicht dicker sein. Die Abmessung der Kanthölzer wird dafür kleiner gewählt – 4x4 cm, um die obere Grenzfrequenz weiter nach oben zu verschieben. Der Wirkungsbereich eines Diffusors mit diesen Grenzwerten liegt dann zwischen 1147 und 4300 Hz.

Der Diffusor für die Rückwand wird aus Kostengründen mit dem günstigeren 6x6 cm Kantholz, dafür aber mit einer größeren maximalen Länge (25 cm) gebaut. Dadurch liegt sein

Wirkungsbereich zwischen 688 und 2867 Hz. So wird durch die Kombination dieser beiden Diffusoren ein möglichst großer Frequenzbereich optimal gestreut reflektiert.

Der Diffusor wird nach der Anleitung von HiFi Loudspeaker Design (www.mh-audio.nl) hergestellt. Die Abmessungen und obere und untere Grenzfrequenzen wurden mit dem auf ihrer Webseite integrierten Rechner für Diffusoren kalkuliert. Die folgenden Abbildungen zeigen beide Eckdaten der selbst gebauten Diffusoren aus dem Kalkulator von Hfi Ludspeakter Design.

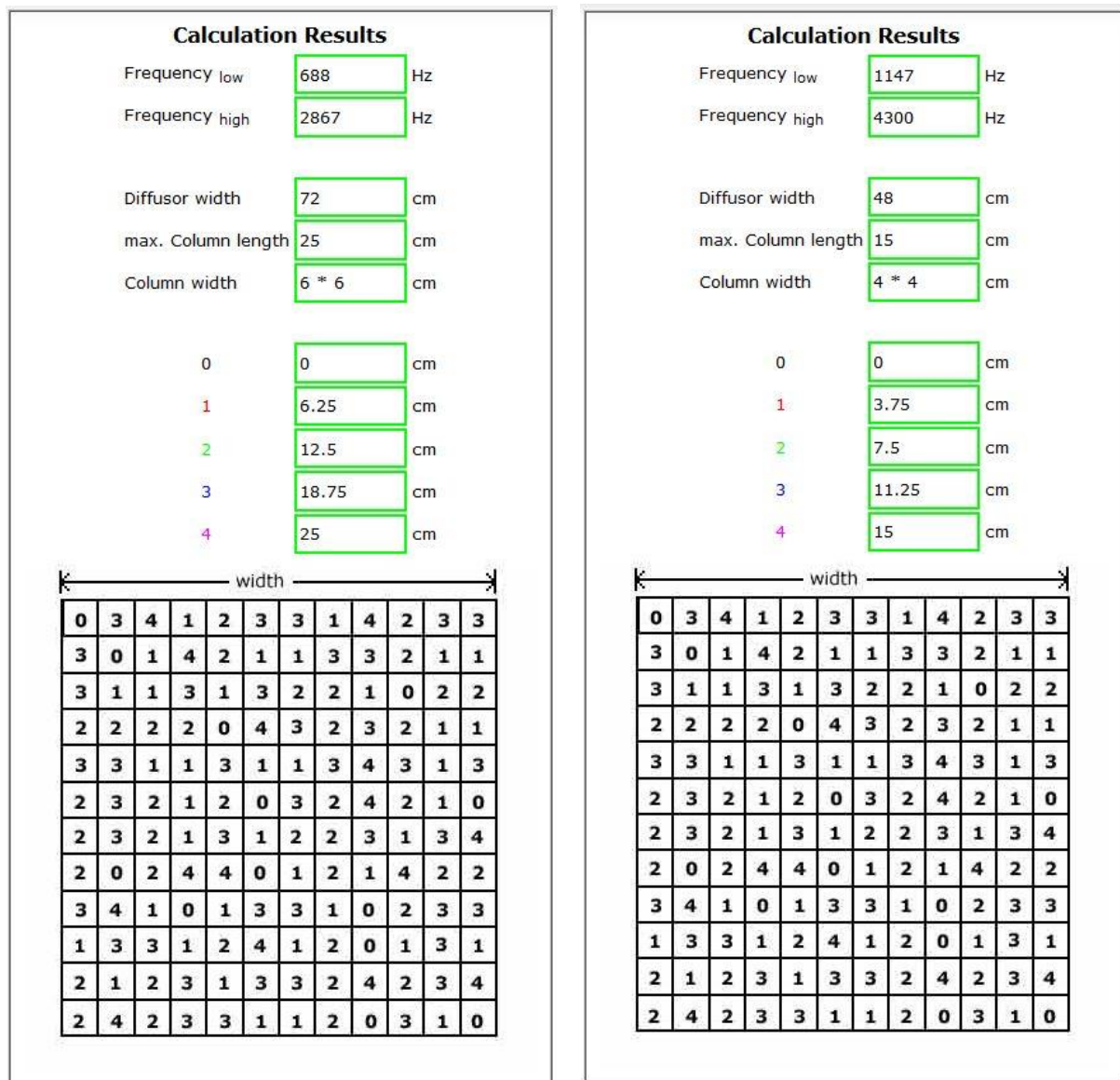


Abbildung 25: Diffusor 1 und 2 (Hifi, 2020)

Der Eigenbau der Diffusoren kostet viel Zeit, da die Holzklötze einzeln auf die entsprechenden Längen zugesägt und dann abgeschliffen werden müssen. Für die Arbeiten sind entsprechende Werkzeuge notwendig. Es ist sinnvoll dazu in eine Werkstatt zu gehen.

Da im Regieraum gegenüber der Abhöre voraussichtlich die Kontrollbildschirme für die Bildregie, so wie ein entsprechender Arbeitsplatz mit Möbeln eingerichtet wird, kann ggf. auf den Diffusor, der dort angedacht war, verzichtet werden. Einerseits wird an dieser Wand kein Platz mehr für ihn sein und andererseits würden die Bildschirme den Diffusor verdecken, sodass die Streuung keine Rolle mehr spielt. Doch die Bildschirme und Möbel werden auch eine streuende Wirkung auf den Schall haben, die den Raumklang diffuser macht. Das wird nicht der Wirkung des Diffusors entsprechen, aber im besten Fall ausreichen.

6. Aufbau und Inbetriebnahme

Die Umsetzung erfolgt in Etappen. Zunächst wird das neue Equipment angeschafft. Das Budget des Radios ist damit für das laufende Jahr ausgeschöpft (s.o.). Doch im Budgetplan für das folgende Jahr sind wieder Kapazitäten für die Umsetzung der Schalldämmung frei. Bereits der Umstieg auf die neue Software mAirList und der Einsatz des neuen Mischpultes bietet viel Spielraum, für inhaltliche Weiterentwicklung des Sendebetriebs und Kreativität der Radiomoderatoren.

Der Umbau der Räumlichkeiten zur Verbesserung der Schalldämmung wird also voraussichtlich auf nächstes Jahr verschoben. Doch der Bau der Akustikelemente kann trotzdem schon beginnen, dafür werden Gelder der Gemeinde in Anspruch genommen. Die Akustikelemente können bereits im ungedämmten Studio eingesetzt werden und später umgehängt oder umgestellt werden.

Das schrittweise Vorgehen erfolgt auch im Bereich der Musikproduktion. Auch wenn das Equipment erst nach und nach gekauft werden kann, können bereits im Zwischenschritt Produktionen beginnen. Sobald das Mischpult als Kernstück da ist, kann alles andere ausgehend davon aufgebaut werden.

Die zeitliche Abfolge beim Kauf und Einbau lässt auch Raum für Änderungen der nachfolgenden Schritte. So kann auch während der Umsetzungsphase entsprechend der aktuellen Lage zwischen den Varianten gewählt werden. Einflussgrößen, bei denen die Entwicklung zuvor nicht absehbar war, sind dann auch konkreter kalkulierbar, z.B. Zahl der benötigten Kabel, Schrauben, Farbe usw.

6.1. Zeitplanung

Zeitplanung in Etappen um Kosten zu verteilen und um im Umsetzungsprozess noch zwischen Varianten abwägen und ggf. nachsteuern zu können:

1. Software Variante 1-3 (April-Juni 2020)
2. Equipment V1-5 (Juni – September 2020)
3. Raumakustik V1-2 (Juni – Dezember 2020)
4. Schalldämmung V1-6 (Januar – Juni 2021)

6.2. Ausblick

Der Bedarf eines Videostudios, das ein Programm live senden kann, wächst aktuell. Durch diese Entwicklung wird die Bereitschaft dafür finanzielle Mittel freizugeben größer. Das befördert den Kauf von Equipment und den Umbau. Der besondere Vorteil liegt in der Multifunktionalität.

Bspw. wird sich die Investition in das neue Mischpult doppelt lohnen, weil das Video Streams einerseits und Musikproduktionen andererseits ermöglicht.

Es bedarf einer guten Kommunikation der verschiedenen Abteilungen untereinander, um einen reibungslosen Ablauf bei der gemeinschaftlichen Nutzung der Räume gewährleisten zu können. Deshalb endet die Planungsaufgabe im Gesamtprojekt „Media House“ nicht im Technischen. Nutzungszeiten und Projektplanungen müssen eng miteinander abgestimmt werden. Das gilt für die Umsetzungsphase so wie die optimierte Nutzung nach Abschluss.

7. Abschluss

Die Umsetzung der Planung des multifunktionalen Tonstudios wird sich voraussichtlich über zwei Jahre hin ziehen. Die hier vorliegende Planung verschafft einen schnellen Überblick über die verschiedenen Anforderungen und die möglichen Kosten. Sie dient dazu, dass Entscheidungsträger eine fundierte Auswahl unter den verschiedenen Varianten machen können.

7.1. Zusammenfassung

Die Methodik zur Planung war das System Engineering, das durch Aufteilung in verschiedene Elemente, Betrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven und Planung anhand der unterschiedlichen Vorgehensmodelle und dem Problemlösungszyklus eine strukturierte Anleitung vorgab.

Ausgangspunkt war der Ist-Zustand, in dem Radiostudio und Videostudio zwar im selben Gebäude, aber technisch und logistisch voneinander getrennt sind.

Die Problematik bestand darin aus den bereits vorhandenen Ressourcen und dem kleinen Budget von Radio-Verein und Gemeinde einen Studiokomplex zu planen, in dem die Anforderungen von drei Abteilungen vollständig bedient werden, indem möglichst viel Equipment bereichsübergreifend und vielseitig eingesetzt werden und die Räume für die jeweils anderen Abteilungen mit benutzt werden. Es geht dabei um die Bereiche Radio, Video- und Musikproduktion.

Dabei wurde nach einer möglichst guten Lösung gesucht, die das Budget nicht sprengt und ggf. in Etappen umgesetzt werden kann, um einen finanziellen Engpass zu überbrücken, aber trotzdem schon voran zu kommen.

Das Abwägen der verschiedenen Varianten ergab, dass im Radiostudio ein neuer schallgedämmter Studioraum entstehen soll, in dem weiterhin der Radioarbeitsplatz ist, der durch eine neue Radioautomations-Software und das Mischpult Webstation von D&R ergänzt wird, in dem aber auch Musikaufnahmen gemacht werden können, die vom Regieraum nebenan gesteuert werden. Die Tontechnik im Regieraum kann auch für die Videoproduktionen eingesetzt werden. Dazu gehört vor allem das digitale Mischpult Qu16 von Allen & Heath, das auch als Controller für die DAW genutzt werden kann. Die DAW Samplitude zeichnet sich besonders für Musikproduktion aus, wird aber auch zum Erstellen von Radiobeiträgen verwendet. Viele neue Anschaffungen können also multifunktional genutzt und damit Kosten gespart werden.

Die Umsetzung in Etappen ermöglicht, dass die Umsetzung des gesamten Projekts nicht bis nächstes Jahr warten muss, sondern die ersten Erneuerungen sofort umgesetzt werden können.

Die Kombination der verschiedenen Bereiche im MTS war ein Erfolg, weil die Planung eine günstige aber trotzdem gute Lösung aufzeigen konnte. Die ausgewählte Kombination der beschriebenen Varianten ist mit einem Budget von 10.000 Euro umsetzbar. Das gilt solange, der Aufbau und die Inbetriebnahme durch ehren- und hauptamtliche Mitarbeiter erfolgt.

Eine Schwäche ist, dass aus Kostengründen nicht immer auf beste Qualität geachtet werden konnte. Z.B. wird die Regie erstmal nicht schallisoliert, was bei möglicher Lärmbelastung einen sehr großen Qualitätsverlust darstellt. Ein anderer möglicher Nachteil ist, dass die Räume für dieses Projekt eigentlich zu klein sind, weil man, sobald eine Raum-in-Raum-Konstruktion gebaut wird, sehr viel Platz verliert. Ein Aspekt, der bei dem Lösungsprinzip der möglichst hohen Multifunktionalität, um Kosten zu sparen, nicht bedacht wurde, ist, dass das Wachstum der einzelnen Bereiche bei dieser räumlichen und inhaltlichen Verdichtung kaum möglich ist. Falls einer der Bereiche mehr Zeit oder Platz im Studio braucht, muss ein anderer zurück treten. Im aktuellen Betrieb ist das kein Problem und gut machbar, doch wenn bspw. eine Musik- und eine Videoproduktion zeitgleich bevor stehen, muss man sich einigen, welcher Bereich den Vorrang hat.

7.2. Ergebnis

Die Planung hat ergeben, dass ein multifunktionales Tonstudio, welches alle Abteilungen entsprechend ihrer Anforderungen bedient, in diesen Räumlichkeiten auch mit kleinem Budget von 10.000 Euro möglich ist. Die Umsetzung kann anhand des erarbeiteten Plans beginnen. Das SE-Prinzip hat die methodische Grundlage geschaffen und der Planung eine übersichtliche Struktur verliehen.

7.3. Fazit

Die Planung des multifunktionalen Tonstudios war erfolgreich. Das zeigt sich einerseits darin, dass die Umsetzung in Teilen bereits beginnen konnte, und andererseits, weil sich eine große Zahl von Elementen als tauglich für eine multifunktionale Nutzung gezeigt hat. Dadurch konnten Kosten und Platz gespart werden.

Quellenverzeichnis

Bücher

Haberfellner, R., Fricke, E., de Weck, O., & Vössner, S. (2018). *Systems Engineering. Grundlagen und Anwendung* (14. überarb. Aufl.). Radolfzell, Deutschland: Orell Füssli Verlag.

Acél, P. (2005). *System-Engineering und Simulation*. Zürich, Schweiz: Dr. Acél & Partner AG

Beer, S. (1963). *Kybernetik und Management*. Frankfurt am Main, Deutschland: S.Fischer

Scholz, F. C. (2015). *Audiotechnik für Mediengestalter*. Göttingen, Deutschland: Walter de Gruyter GmbH

Henle, H. (2001). *Das Tonstudio Handbuch* (5. überarb. Aufl.). München, Deutschland: GC Carstensen Verlag

Internetquellen

Duden – Die deutsche Rechtschreibung. (2020). *System*. Abgerufen am 27.Mai 2020, von <https://www.duden.de/rechtschreibung/System>

Thomann. (2020). *Produktvergleich*. Abgerufen am 27.Mai 2020, von <https://www.thomann.de/>

Avid. (2020). *Pro Tools*. Aufgerufen am 27. Mai 2020, von <https://www.avid.com/pro-tools>

Magix. (2020). *Samplitude Pro X5*. Aufgerufen am 27. Mai 2020, von <https://www.magix.com/de/sem/samplitude-pro-x/>

mAirList.(2018). *mAirList Radio Automation*. Aufgerufen am 27. Mai 2020, von <https://www.mairlist.com/de/produkte/radio-automation/>

Hifi Loudspeaker Design. (2020). *Acoustic Calculations*. Abgerufen am 27.Mai 2020, von <http://www.mh-audio.nl/Acoustics.html#top>

Anhang

01 Kalkulation_MTS.xlsx

02 Bilder, Grafiken und Skizzen (.jpg)

03 3D-Modelle erstellt mit Fusion 360 (.f3d)

Kopien der Webseiten (.html)