



HTL - Perg
Höhere Abteilung für EDV und Organisation

Diplomarbeit

**Hardware – Softwarekonzept und Implementierung
einer Multimediaanlage für die HTL-Perg**

Projektteam: Andreas Herndl
 Markus Schiller
Projektbetreuer: Prof. DI Richard Kainerstorfer

In Zusammenarbeit mit der HTL-Perg
Betreuer Prof. DI Richard Kainerstorfer

Bearbeitungszeitraum: 29.06.2015 – 08.04.2016

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichern wir, die vorliegende Arbeit selbständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer, als der von uns angegebenen Quellen angefertigt zu haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommen wurden, sind als solche gekennzeichnet.

Perg, _____ Unterschrift _____

Andreas Herndl

Perg, _____ Unterschrift _____

Markus Schiller

Danksagung

Wir bedanken uns bei allen Personen, die uns bei der Erstellung dieser Diplomarbeit unterstützt und motiviert haben.

Besonderer Dank gilt unserem Betreuer Herrn Prof. DI Richard Kainerstorfer, welcher uns diese Diplomarbeit erst ermöglicht hat, stets eine Antwort auf unsere Fragen hatte und uns fachlich unterstützte.

Weiters bedanken wir uns bei Herrn Prof. DI Dr. Michael Buchberger, der in vielen Stunden, auch in seiner Freizeit, maßgeblich zum Gelingen der Softwarekonfiguration beigetragen hat.

Bei Herrn Prof. Ing. Clemens Hofbauer, Herrn Prof. Dipl.-Päd. Ing. MSc Johann Pree, Herrn Prof. Ing. Werner Schöller, Herrn Clemens Denzinger und unserem Schulwart Herrn Leonhard Haderer, welche uns in vielen Situationen zur Seite standen und sogar in den Ferien Arbeiten, für die wir nicht ausreichend qualifiziert waren, für und mit uns verrichteten, wollen wir uns natürlich auch herzlich bedanken.

Außerdem möchten wir uns bei unseren Eltern für zahlreiches Korrekturlesen der Arbeit und ihre moralische Unterstützung bedanken.

1. Inhaltsverzeichnis

1.	Inhaltsverzeichnis.....	1
2.	Einleitung [Schiller]	7
2.1.	Diplomanden.....	7
2.1.1.	Andreas Herndl [Herndl]	7
2.1.2.	Markus Schiller.....	7
2.2.	Kurzfassung	8
2.3.	Abstract.....	10
3.	Entstehung [Schiller]	12
3.1.	Thema	12
3.2.	Ausgangssituation & Aufgabenstellung	12
3.3.	Projektauftrag	12
4.	Planung [Schiller]	13
4.1.	Projektstrukturplan [Herndl & Schiller]	13
4.2.	Zielbestimmung	14
4.2.1.	Musskriterien	14
4.3.	Produkteinsatz	14
4.3.1.	Anwendungsbereiche	14
4.3.2.	Zielgruppen	17
4.4.	Produktumgebung	18
4.5.	Produktkonfiguration.....	19
4.5.1.	Gesamtübersicht.....	19
4.5.2.	Schaltkasten-Detailplan	20
4.5.3.	Regiewagen-Detailplan	20
4.6.	Produktfunktionen.....	21
4.6.1.	Ansteuerung Fernseher & Projektoren.....	21
4.6.1.1.	Variante 1 – HDMI über Mini-PC Fernseher & Projektoren.....	21
4.6.1.2.	Variante 2 – Wireless-HDMI über Mini-PC Fernseher & Projektoren.....	21
4.6.1.3.	Variante 3 – Wireless-HDMI über Notebook Fernseher & Projektoren	22
4.6.1.4.	Weitere Funktion der Fernseher.....	22

1. Inhaltsverzeichnis

4.6.2.	Steuerung über Tablet	22
4.6.3.	Steuerung über Notebook	22
4.6.4.	Ansteuerung Kamera	23
4.6.4.1.	Variante 1 – Ethernet Kamera.....	23
4.6.4.2.	Variante 2 – WLAN Kamera.....	23
4.6.4.3.	Variante 3 – HDMI Kamera	23
4.6.5.	Ansteuerung Soundkarten	23
4.6.5.1.	Variante 1 – Ethernet.....	24
4.6.5.2.	Variante 2 – USB und Ethernet	24
4.6.5.3.	Variante 3 – USB und optische Audiokabel.....	24
4.6.6.	Ansteuerung Audioanlage.....	24
4.6.7.	Ansteuerung Mikrofone, Mischpult und Feedback-Destroyer	25
4.6.8.	Ansteuerung beweglicher Scheinwerfer	25
4.7.	Komponentenliste.....	26
4.8.	Qualitäts-Zielbestimmungen.....	26
4.8.1.	Benutzerfreundlichkeit	26
4.8.2.	Zuverlässigkeit.....	26
4.8.3.	Sonstige Qualitäts-Zielbestimmungen	27
4.9.	Globale Testfälle (Szenarien)	28
4.10.	Entwicklungs-Konfiguration	29
4.10.1.	Software, Hardware, Orgware	29
4.11.	Projekthandbuch [Herndl]	30
4.12.	Zeitplanung	34
5.	Beschreibung der Technologien [Herndl]	35
5.1.	Aufbau.....	35
5.1.1.	AVB – Audio/Video Bridging	35
5.1.2.	ASIO – Audio Stream Input/Output	35
6.	Realisierung.....	36
6.1.	Audio.....	36
6.1.1.	Lautsprecher	36

1. Inhaltsverzeichnis

6.1.1.1.	Zwei mobile Lautsprecher [Herndl]	36
6.1.1.2.	16 fixe Lautsprecher [Schiller].....	37
6.1.2.	Mischpult [Herndl]	44
6.1.2.1.	Allgemeine Beschreibung Mischpult.....	44
6.1.2.2.	Konnektivität Mischpult.....	44
6.1.3.	Feedback Destroyer [Herndl]	46
6.1.3.1.	Allgemeine Beschreibung Feedback Destroyer	46
6.1.4.	Soundkarten [Schiller].....	47
6.1.4.1.	Allgemeine Beschreibung Soundkarten	47
6.1.4.2.	Konnektivität Soundkarten	47
6.1.4.3.	AVB-Switch Soundkarten	50
6.1.4.4.	Verkabelung Soundkarten.....	51
6.1.4.5.	Verwendung Eingangssoundkarte MOTU 24Ai.....	53
6.1.4.6.	Verwendung Ausgangssoundkarte MOTU 24Ao	53
6.1.5.	Mikrofone [Herndl]	54
6.1.5.1.	Regiemikrofon.....	54
6.1.5.2.	Vier mobile Mikrofone	55
6.2.	Video	57
6.2.1.	Hauptprojektor [Schiller]	57
6.2.1.1.	Allgemeine Beschreibung Hauptprojektor.....	57
6.2.1.2.	Konnektivität Hauptprojektor	58
6.2.1.3.	Verwendung Hauptprojektor	65
6.2.2.	Zweitprojektor [Schiller]	66
6.2.2.1.	Allgemeine Beschreibung Zweitprojektor.....	66
6.2.2.2.	Konnektivität Zweitprojektor	66
6.2.2.3.	Verwendung Zweitprojektor.....	70
6.2.3.	Zwei mobile TVs [Schiller]	71
6.2.3.1.	Allgemeine Beschreibung zwei mobile TVs.....	71
6.2.3.2.	Konnektivität zwei Mobile TVs.....	73
6.2.3.3.	Verwendung der Fernseher	79

6.2.4.	Wireless-HDMI [Schiller]	80
6.2.4.1.	Allgemeine Beschreibung Wireless-HDMI	80
6.2.4.2.	Konnektivität Wireless-HDMI.....	80
6.2.4.3.	Verkabelung Wireless-HDMI.....	81
6.2.4.4.	Verwendung Wireless-HDMI.....	81
6.2.5.	Kamera [Herndl].....	82
6.2.5.1.	Allgemeine Beschreibung Kamera	82
6.2.5.2.	Optischer Zoom.....	82
6.2.5.3.	SDI-Serial Digital Interface	82
6.2.6.	Smartboard [Herndl]	83
6.2.6.1.	Allgemeine Beschreibung Smartboard	83
6.3.	Licht [Herndl]	84
6.3.1.	Moving Head	84
6.3.1.1.	Allgemeine Beschreibung Moving Head	84
6.3.2.	Scheinwerfer	85
6.4.	Regie.....	86
6.4.1.	Notebook [Schiller]	86
6.4.1.1.	Allgemeine Beschreibung Notebook.....	86
6.4.1.2.	Konnektivität Notebook.....	86
6.4.2.	Tablet [Herndl]	87
6.4.2.1.	Allgemeine Beschreibung Tablet.....	87
6.4.2.2.	SSD – Solid State Drive	88
6.4.2.3.	Software	89
6.4.3.	Regiewagen & Schaltkasten [Schiller].....	90
6.4.4.	Mini-PC [Herndl]	92
6.4.4.1.	Allgemeine Beschreibung Mini-PC.....	92
6.4.4.2.	Konnektivität Mini-PC	93
6.4.4.1.	DisplayPort	93
6.4.4.2.	Verwendung Mini-PC	94
6.4.4.3.	Multichannel-Audio	95

1. Inhaltsverzeichnis

6.5.	Künftige Implementierung [Herndl].....	96
6.5.1.	Layout Audio	96
6.5.2.	Layout Licht	98
6.5.3.	Layout Visuell	99
7.	Testbereich.....	100
7.1.	Testen [Herndl]	100
7.1.1.	VGA-Verbindung Zweitprojektor	100
7.1.1.1.	Störungsbereiche	100
7.1.1.2.	VGA-Kabel	100
7.1.2.	Anschluss an Mini-PC	101
7.1.2.1.	DVI-I.....	101
7.2.	Inbetriebnahme [Schiller]	102
7.2.1.	Tag der offenen Tür.....	102
7.2.2.	Filmabend.....	102
7.2.3.	Abschlusspräsentation der Fachschule.....	102
7.2.4.	Proben für Projektabschlusspräsentation	102
8.	Qualitätskriterien	103
8.1.	Sicherung.....	103
9.	Evaluierung	104
9.1.	Persönliches Resümee	104
9.2.	Zustand [Schiller]	105
9.3.	Zukunftsaussicht [Schiller]	107
9.3.1.	Pseudologistikzentrum.....	107
9.3.2.	Positionsbestimmungen mit GPS.....	107
9.3.3.	Einbau von Haustechnik.....	107
9.3.4.	Solaranlage und Energiegewinnung.....	107
9.3.5.	Ausbau der Lautsprecheranlage	107
9.3.6.	Implementierung einer Kamerasoftware	108
9.3.7.	Verbesserung der Steuerung der Anzeigeräte	108
10.	Literatur- & Quellenverzeichnis	109

11.	Abbildungsverzeichnis	111
12.	Anhang	115
12.1.	Diplomanden.....	115
12.1.1.	Andreas Herndl	115
12.1.2.	Markus Schiller.....	115
12.2.	Verfassungsnachweise	116
12.2.1.	Herndl.....	116
12.2.2.	Schiller.....	116
12.3.	Projektstrukturpläne.....	117
12.3.1.	Übersicht Ebene 1	117
12.3.2.	Audio Ebene 3	118
12.3.3.	Video Ebene 3	119
12.3.4.	Licht Ebene 3	120
12.3.5.	Regie Ebene 3.....	121
12.3.6.	Verbindungen Ebene 3.....	122
12.3.7.	Software Ebene 2	123
12.3.8.	Projektmanagement Ebene 2	124

2. Einleitung [Schiller]

2.1. Diplomanden

2.1.1. *Andreas Herndl [Herndl]*

Persönliche Daten

Geburtsdatum und -ort	8. Mai 1997, Linz
Staatsbürgerschaft	Österreich
Religionsbekenntnis	Römisch-katholisch

Kontakt

Telefon	+43 681 103 438 68
E-Mail	herndl96@gmail.com



2.1.2. *Markus Schiller*

Persönliche Daten

Geburtsdatum und -ort	17. Jänner 1997, Amstetten
Staatsbürgerschaft	Österreich
Religionsbekenntnis	Römisch-katholisch

Kontakt

Telefon	+43 660 151 00 71
E-Mail	Markus.Schiller7@gmail.com



2.2. Kurzfassung

Aufgabenstellung:

Bei Projektpräsentationen und anderen Events in der Aula der HTL Perg traten durch das schlechte Zusammenspiel der Komponenten und das Fehlen von entsprechender Software, oft viele Probleme, beispielsweise in Form von unschönen Übergängen beim Wechseln von einer PowerPoint-Präsentation auf Live-Demonstrationen, auf. Auch waren der Ablauf der dargestellten Handlungen auf der Bühne und akustische Inhalte für das weiter hinten befindliche Publikum nur schwer wahrzunehmen.

Um diesen Problemen entgegenzuwirken, soll ein Hardwarekonzept einer Multimediaanlage für stilvolle und unterbrechungsfreie Events in der Aula geplant und umgesetzt, sowie ein Entwurf einer dazugehörigen Software zum Steuern der Aggregate angefertigt werden. Dieses Konzept umfasst die Auswahl und Charakterisierung der Komponenten, Beschreibung der Schnittstellen, das Planen verschiedener Szenarien sowie Verkabelung, Montage und Anschließen der Lautsprecher, Fernseher, Projektoren und weiterer Aggregate.

Realisierung:

Zur akustischen Unterstützung von Events und klaren Beschallung des Veranstaltungsraumes werden 16 Lautsprecher an der Decke der Aula montiert. Die bereits vorhandenen Funkmikrofone werden durch zwei weitere kabellose Handmikrofone von hoher Qualität ergänzt. Sämtliche Präsentationsmedien (Projektoren, Flachbildschirme, Smartboard, Webcams, Moving Heads, ...) der neuesten technischen Generation (drahtloses Multistreaming, etc.) werden als Komponenten der Diplomarbeit geplant und implementiert. So können Präsentationen, Grafiken, Live-Demonstrationen, Programmcode und weitere grafische Inhalte deutlich dargestellt werden.

Um das Bühnenbild auch für die hinteren Reihen des Publikums besser sichtbar zu machen, wird dieses durch eine Kamera auf zwei Fernseher übertragen, welche links und rechts neben den Zuschauern positioniert werden. Die Kamera wird auch zur Aufzeichnung von Events für Marketingzwecke und Steigerung der Onlinepräsenz der HTL-Perg verwendet. Die Anlage wird durch Moving Heads komplettiert, um Präsentationen durch Lichteffekte optimal zu unterstützen. Die obigen Punkte werden implementiert, verkabelt und müssen reibungsfrei miteinander zusammenspielen.

Ergebnis:

Das Hardwarekonzept wurde in der HTL Perg (www.htl-perg.ac.at) installiert und in Betrieb genommen. Dieses kann auch durch Laien, die nur über geringes EDV-Wissen verfügen, bedient werden. Die später für die Anlage verantwortlichen Professoren wurden kurz eingeschult, um die technischen Hintergrundaspekte kennenzulernen.

2. Einleitung [Schiller]



Abb. 1 – Aula der HTL Perg vor der Projekt- und Diplomabschlusspräsentation

2.3. Abstract

Definition of task:

During project presentations and other events in the hall of the Higher Technical Institute Perg problems often occurred because of the bad interaction of components and absence of required software, for example unpleasant transitions from PowerPoint presentations to live demonstrations. Also sequences of illustrated actions on stage and acoustic contents were hardly recognizable for people in the back of the audience.

In order to counteract these problems, a hardware concept for a multimedia system for stylish and interruption-free events in the hall has to be planned and implemented. In order to control the devices, a dedicated software shall be designed. This concept contains the selection and characterization of the components, description of interfaces, planning of different scenarios and also the cabling, mounting and connecting of speakers, televisions, projectors and more.

Implementation:

To provide acoustic support and clear sound exposure for the event location, 16 speakers will be installed on the ceiling of the hall. The already existing pair of wireless headsets will be supplemented by two high quality wireless microphones. The latest generation (wireless multistreaming) of presentation media devices (projectors, flat-TVs, webcams, moving heads ...) are planned and implemented as components of the diploma thesis in order to display presentations, graphics, live demonstrations, program code and other graphical contents in high quality.

In order to clearly show the stage to people in the back of the audience, the stage will be recorded by a camera and broadcasted to two televisions, which are set on the left and right of the audience. The camera will also be used to record events for marketing purpose and increase of the online presence of the Higher Technical Institute Perg. The final piece of equipment is a moving headlight to optimally support presentations with light effects.

Result:

The hardware concept was implemented and brought into service in the Higher Technical Institute Perg (www.htl-perg.ac.at). It can also be used by people who are not IT professionals. Professors who will be responsible for the equipment in the future were trained to get to know the necessary technical background.



Abb. 2 – Hall of the Federal Higher Technical Institute Perg before the project and diploma thesis final presentation

3. Entstehung [Schiller]

3.1. Thema

Die Arbeit umfasst die Auswahl und Charakterisierung der benötigten Komponenten, Beschreibung der Schnittstellen, das Planen von verschiedenen Szenarien sowie die Verkabelung, das Montieren und Anschließen der Lautsprecher, Fernseher, Projektoren und weiterer Aggregate. Des Weiteren enthält sie den Entwurf einer Software zur Steuerung der Komponenten. Die Multimediaanlage muss auf alle Stockwerke erweiterbar sein. Um dies zu gewährleisten wird eine vollständige Spezifikation zum Hardware- und Softwarekonzept erstellt.

3.2. Ausgangssituation & Aufgabenstellung

Ursprünglich erfolgten Projektpräsentationen und andere Events in der Aula ohne spezieller Software für Präsentationen mit mehreren Bildschirmen. Dadurch ergaben sich oftmals unschöne Übergänge z.B. beim Wechseln von einer PowerPoint-Präsentation auf den Programmcode oder zwischen verschiedenen PowerPoint-Präsentationen. Des Weiteren war der Ablauf der dargestellten Handlungen auf der Bühne für das weiter hinten befindliche Publikum nur schwer ersichtlich. Auch akustische Inhalte waren schwer wahrzunehmen, da die Lautsprecheranlage nicht über ausreichend Leistung verfügte, um den Raum klar und deutlich zu beschallen.

Die Aufgabenstellung der Diplomarbeit liegt in der Planung und Umsetzung eines Hardwarekonzepts und des Entwurfes einer dazugehörigen Software für eine Multimediaanlage, damit Präsentationen stilvoller und ohne Unterbrechungen ablaufen. Um den vorhin genannten Problemen entgegenzuwirken, wird durch eine Kamera das Bühnenbild auf zwei Fernseher, welche neben den Zuschauern platziert werden, übertragen. Zur akustischen Unterstützung von Events werden 16 Lautsprecher an der Decke der Aula montiert.

3.3. Projektauftrag

Um die Durchführung dieser Vorhaben zu ermöglichen, erfolgte der Projektauftrag seitens der HTL-Perg durch Herrn Prof. DI Richard Kainerstorfer.

Auftraggeber

Name	HTL-Perg
Telefon	0 72 62/53 9 26
E-Mail	office@htl-perg.ac.at

Projektbetreuer

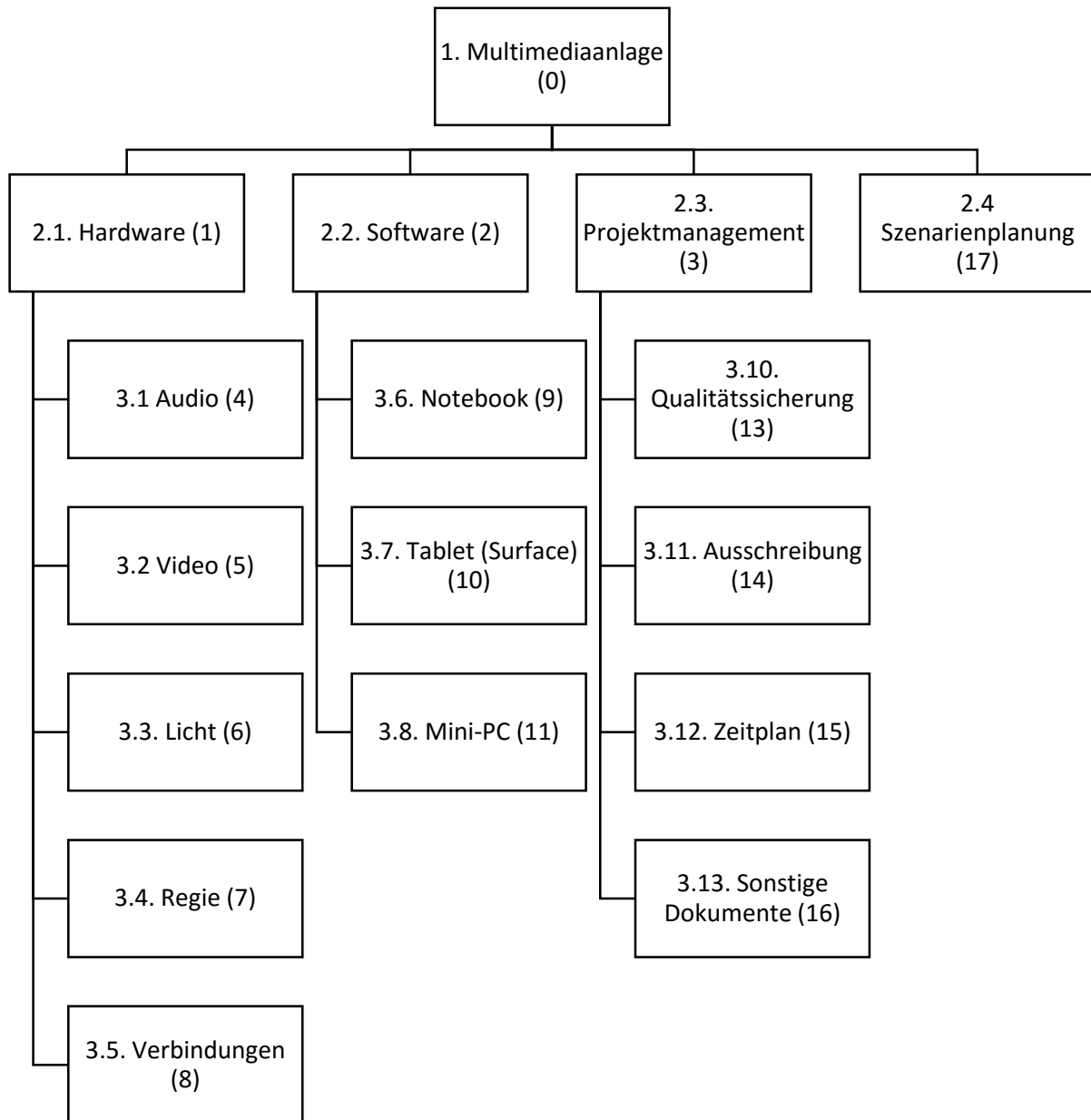
Name	Prof. DI Richard Kainerstorfer
E-Mail	r.kainerstorfer@htl-perg.ac.at

Diplomanden

Name	Andreas Herndl
Name	Markus Schiller

4. Planung [Schiller]

4.1. Projektstrukturplan [Herndl & Schiller]



Die Erweiterungen zu Ebene 3 des Projektstrukturplans sind im Anhang zu finden. Die Zahlen in den Klammern stellen eine laufende Nummer dar, um die Pfade der untersten Punkte nachverfolgen zu können.

4.2. Zielbestimmung

Ziel der Diplomarbeit ist es, ein Hardwarekonzept für eine Multimediaanlage in der Aula der HTL-Perg zu erstellen und dieses umzusetzen. Des Weiteren soll ein Entwurf einer dazugehörigen Software angefertigt werden, welche zur Steuerung der Komponenten dient. Dieses Konzept soll auch eine optimale Unterstützung für soziale Events der HTL-Perg (z.B. Maturafeier, Tag der offenen Tür) sein und gleichzeitig die Aula als Veranstaltungsraum für externe Partner optimieren.

4.2.1. *Muskriterien*

Alle Komponenten müssen verkabelt sein und funktionieren. Aggregate, welche über einen Computer angesteuert werden können, müssen von dem Mini-PC im Schaltkasten steuerbar sein. Die Projektoren und Fernseher müssen das Bildmaterial eines Notebooks darstellen. Die Anlage muss auch durch Personen, welche nicht in der EDV geübt sind, bedienbar sein. Die Audioanlage muss über alle Geschosse der HTL-Perg erweiterbar sein.

4.3. Produkteinsatz

4.3.1. *Anwendungsbereiche*

Anwendungsbereich	Beschreibung	Nutzen	Tage/Jahr
Tag der offenen Tür	Beim Tag der offenen Tür der HTL Perg wird die Multimediaanlage zur Unterstützung von Präsentationen der Projekte und Diplomarbeiten, mittels Fernseher und Projektoren, verwendet. Über die Audioanlage werden Durchsagen, wie Ankündigungen der Programmpunkte der Veranstaltung, durchgeführt. Die Kamera dient zur Aufzeichnung des Geschehens für spätere Videos zu Marketingzwecken über den Tag der offenen Tür und werden auf die Homepage der HTL Perg hochgeladen.	sehr hoch	1
Projektabschlusspräsentation	Bei Projektpräsentationen der HTL Perg ist die Multimediaanlage zur Unterstützung der Präsentationen der Projekte und zur leichteren Bedienung für die Moderatoren vorgesehen. Man kann z.B. auf den Fernsehern das Logo der Projekte, über den Hauptprojektor eine Präsentation und über den Zweitprojektor den Quellcode von Programmen darstellen. Bei den Projektabschlusspräsentationen wird auch der P@BS Award (Perger Absolventen Award) unter Anwesenheit der Firmen verlost.	sehr hoch	1

4. Planung [Schiller]

Diplomarbeit-präsentationstag	Beim Diplomarbeit-präsentationstag wird die Multimediaanlage ähnlich wie bei den Projektabschlusspräsentationen genutzt.	sehr hoch	1
Präsentationstraining	Bei Präsentationstrainings im Zuge der Unterrichtsgegenstände BWM (Betriebswirtschaft und Management), SOPK (Sozial- und Personalkompetenz) und SYPRE (Systemplanung und Projektentwicklung) wird die Multimediaanlage als praxisnahe Präsentationsumgebung genutzt.	hoch	10
Schülerorganisierte Veranstaltungen	<p>Kino/Filmabend</p> <p>Die gesamte Anlage bietet sich dazu an, Filmabende in der Aula zu veranstalten. Das Bildmaterial wird auf der Leinwand durch den Hauptprojektor dargestellt und die Audioausgabe erfolgt durch die Lautsprecheranlage. Da 16 Lautsprecher genutzt werden, kann mittels spezieller Software eine dreidimensionale Raumfeld Darstellung ermöglicht werden.</p> <p>Talentshow</p> <p>Die Lautsprecheranlage und Mikrofone werden zur besseren Beschallung der Aula verwendet. Dadurch können die Artisten ihre Stimme für das Publikum klar und deutlich verstärken und ihre Talente vorführen.</p> <p>Schülerparlament</p> <p>Für Ansprachen des Schülersprechers stehen ihm die Mikrofone und Lautsprecheranlage zur Verfügung. Auch für eventuell bildlich dargestellte Vorschläge ist die Multimediaanlage von großem Nutzen. Hierfür werden die Projektoren und Fernseher verwendet, um solche Inhalte darzustellen.</p> <p>LAN-Party</p> <p>Bei LAN-Partys werden die Fernseher, Projektoren und die Lautsprecheranlage zur Verfügung gestellt. Durch die beachtliche Größe der Fernseher bieten sich diese an, um Spiele wie FIFA oder Call of Duty mit mehreren Spielern auf einem Bildschirm zu spielen, da kleinere Fernseher das gemeinsame Spielen erschweren. Auch die Projektoren werden für diesen Zweck eingesetzt.</p>	sehr hoch	4

4. Planung [Schiller]

	Um ein außergewöhnliches Spielerlebnis zu garantieren, wird die Lautsprecheranlage genutzt, damit Umgebungsgeräusche der Spiele optimal wiedergegeben werden. Außerdem wird sie auch für die Wiedergabe von Musik verwendet, um die Besucher der LAN-Partys zu unterhalten.		
Maturafeier	Die Lautsprecheranlage und Mikrofone werden bei den Maturafeiern der Maturanten zur Ansprache von Direktoren, Lehrern, Maturanten und weiteren Personen genutzt. Dies ist sowohl bei <i>internen</i> als auch <i>externen</i> Maturafeiern der Fall.	hoch	2
Firmeninformationstag	Beim Firmeninformationstag steht die Multimediaanlage den Firmen zur Verfügung, um vorbereitete Bilder, Videos, PowerPoint-Präsentationen oder Live-Vorführungen auf den Fernsehern oder Projektoren darzustellen und können so ihre Präsenz hervorheben.	hoch	1
Schuljahreseröffnungs- und Abschlussfeiern	Bisher wurden bei den Schuljahreseröffnungs- und Abschlussfeiern zwei Lautsprecher für die Ansprache des Direktors und der Lehrer aufgestellt. Für diesen Zweck kann man nun die Lautsprecheranlage und die Mikrofone verwenden. Vorteil davon ist, dass man sich Aufbauzeit erspart und mehrere Personen gleichzeitig mit den Mikrofonen sprechen können.	hoch	2
Allgemeine klassenübergreifende Informationsveranstaltungen	Bei klassenübergreifenden Informationsveranstaltungen, wie z.B. einem Vortrag über die Einwanderungsproblematik, werden die Projektoren für die Darstellung von Präsentationen und Kurzfilmen verwendet. Damit die Referenten für das Publikum besser hörbar sind, werden die Mikrofone und die Lautsprecheranlage genutzt.	hoch	2

4. Planung [Schiller]

Permanente Information	Die Fernseher können in der Aula positioniert werden und im Dauerbetrieb informative Inhalte anzeigen. Einige Beispiele für die darzustellenden Inhalte wären: <ul style="list-style-type: none"> • Informationen über Gäste, wie Austauschschüler des ERASMUS-Projekts • „Veranstaltungswegweiser“ (z.B. „ECDL-Prüfungen finden um 13:30 Uhr im EDV 4 im 2. Stock statt“) • Stundenplan • Aktuelle Nachrichten , z.B. Neuigkeiten über Flüchtlingskrise 	hoch	75
Hintergrundmusik	In der Mittagspause kann die Lautsprecheranlage für Musikuntermalung genutzt werden. Das bedeutet, Musik wird in akzeptabler Lautstärke in der Aula abgespielt.	mittel	75
Jahresfeiern	Um Präsentationen bei Jahresfeiern abzuspielen, werden der Hauptprojektor und die Fernseher genutzt. Somit sind auch kleine Bilder, welche in der Präsentation gezeigt werden, für den hinteren Bereich des Publikums gut ersichtlich. Für Ansprachen werden die Mikrofone und die Lautsprecheranlage verwendet.	hoch	1
Kabarettabend	Bei Kabarettabenden in der Schule kann die Anlage ähnlich genutzt werden wie bei Talentshows. Das heißt, der Kabarettist verwendet die Mikrofone, um seine Stimme durch die Lautsprecheranlage zu verstärken, damit das Publikum diese klar und deutlich versteht. Der bewegliche Scheinwerfer hebt den Kabarettisten als Mittelpunkt der Handlungen auf der Bühne hervor.	hoch	1
Summe			152

4.3.2. Zielgruppen

Von der Multimediaanlage profitieren die Moderatoren von Events und Präsentationen durch eine leichtere Positionierung des darzustellenden Inhalts auf mehreren Leinwänden bzw. Bildschirmen und der Verwendung qualitativ hochwertiger Mikrofone. Auch Organisatoren von Events profitieren durch geringere Aufbauzeiten und der leichten Bedienung der Anlage.

4.4. Produktumgebung

Die Multimediaanlage befindet sich in der Aula und kann auf alle Geschosse der HTL-Perg erweitert werden. Die Lautsprecher werden an bereits montierten Metallplatten an der Decke befestigt. Die Fernseher werden neben dem Publikumsbereich auf mobilen TV-Standfüßen positioniert. Die Kamera, Projektoren und Scheinwerfer werden auf dem bereits in der Aula befindlichen Stahlträger montiert.



Abb. 3 – Aula HTL-Perg

4.5. Produktkonfiguration

4.5.1. Gesamtübersicht

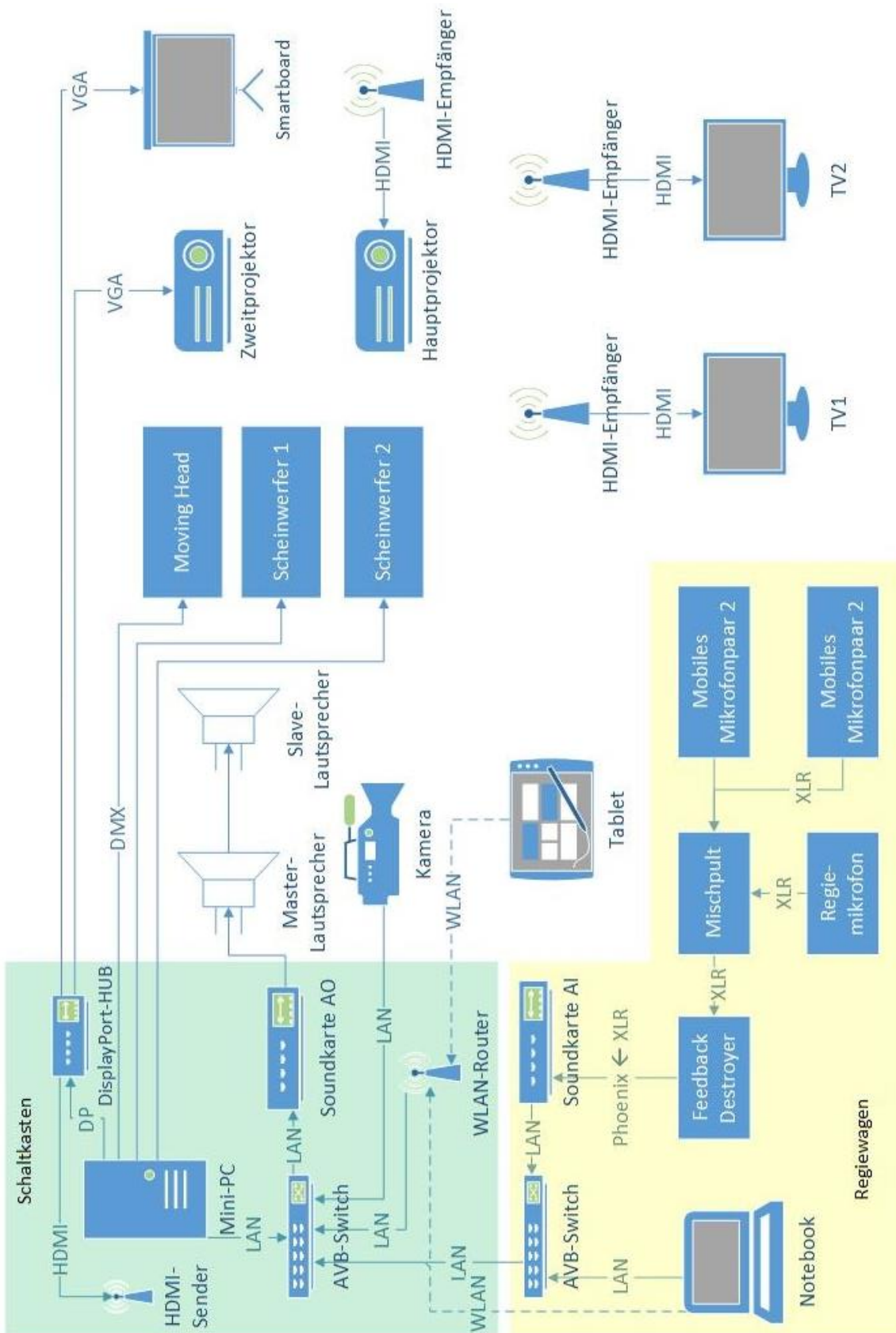


Abb. 4 – Produktkonfiguration Gesamtübersicht

4.5.2. Schaltkasten-Detailplan

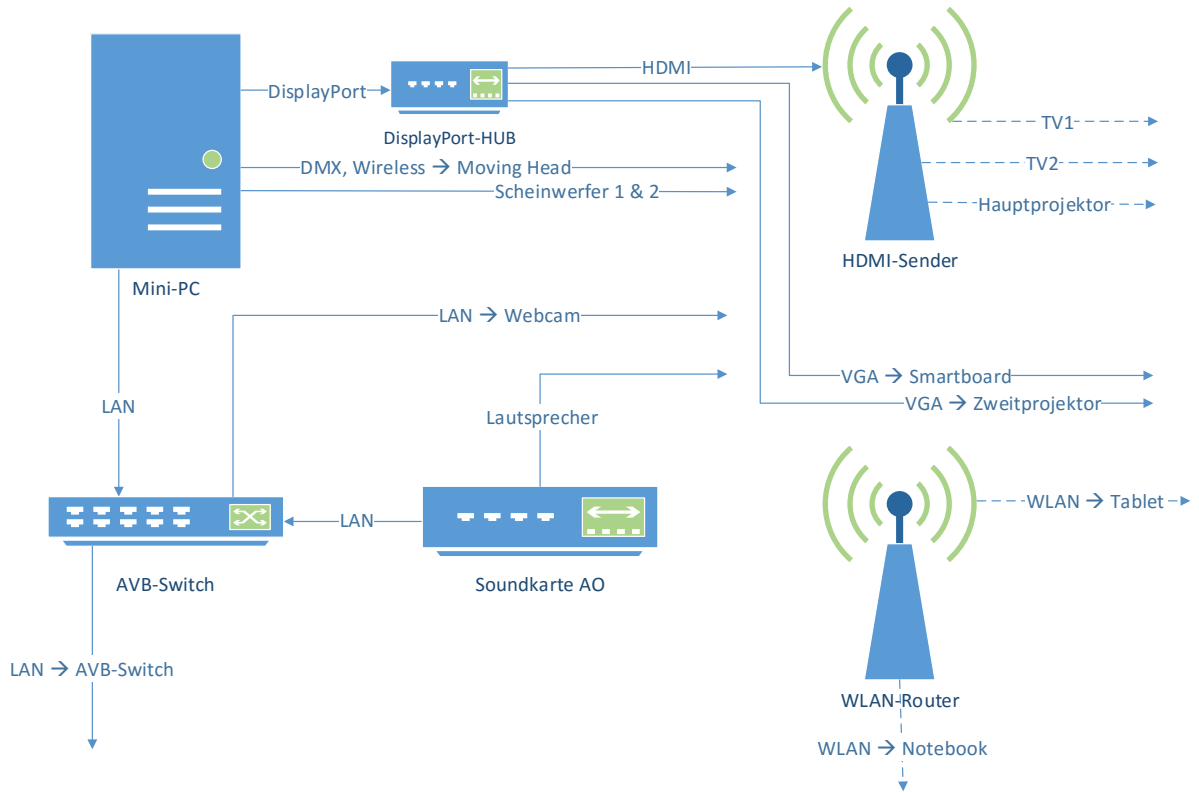


Abb. 5 – Produktkonfiguration Schaltkasten-Detailplan

4.5.3. Regiewagen-Detailplan

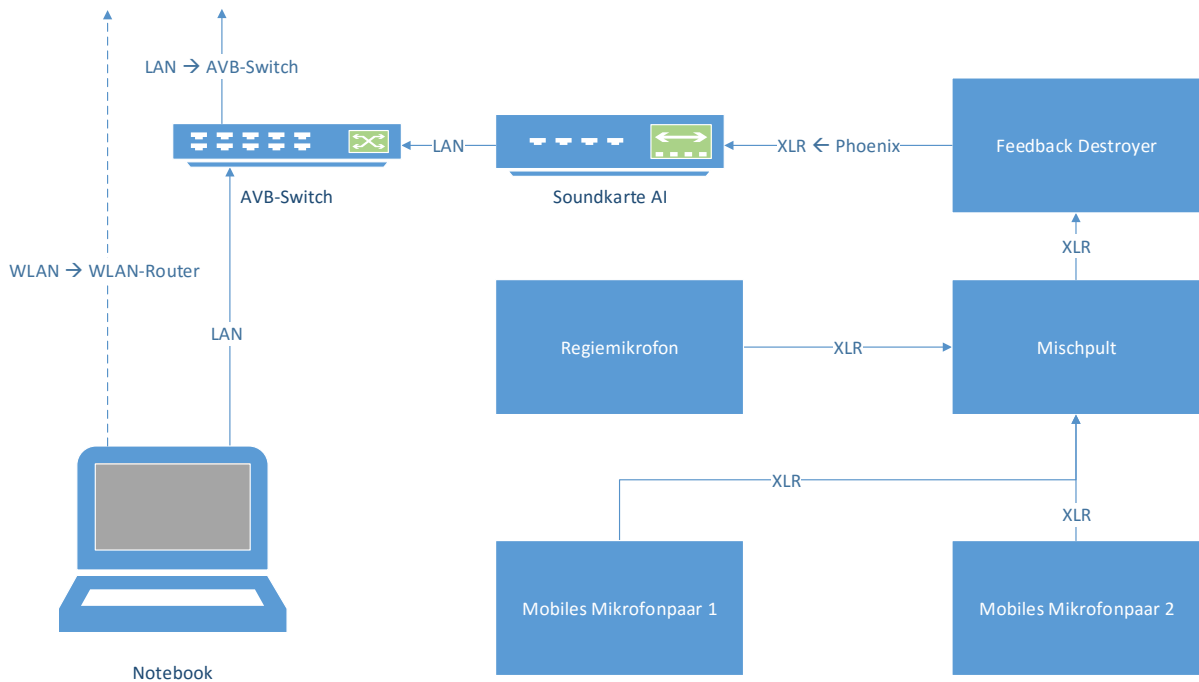


Abb. 6 – Produktkonfiguration Regiewagen-Detailplan

4.6. Produktfunktionen

4.6.1. Ansteuerung Fernseher & Projektoren

Für die Ansteuerung der Fernseher und Projektoren wird ein Mini-PC der Marke Zotac verwendet, welcher das Bildmaterial den einzelnen Anzeigegeräten zuweist. Aufgrund der flexibleren Positionierungsmöglichkeiten der Fernseher und der Überbrückung der maximalen Reichweite von HDMI wurde für die Ansteuerung der Darstellungsgeräte „Variante 3 – Wireless-HDMI über Notebook“ gewählt.

Frage:
Ansteuerung
Fernseher &
Projektoren

4.6.1.1. Variante 1 – HDMI über Mini-PC Fernseher & Projektoren

Der Hauptprojektor und die Fernseher werden über eine HDMI-Verbindung und der Zweitprojektor und das Smartboard über eine VGA-Verbindung angesteuert. Problem hierbei ist, dass man über einen HDMI-Port nicht mehrere Bildschirme ansteuern kann. Hierfür wird ein Mini-PC der Marke Zotac und ein DisplayPort-Hub, welcher die DisplayPort-Anschlüsse des Mini-PCs erweitert, verwendet. An den DisplayPort-Hub werden DisplayPort zu HDMI bzw. zu VGA Adapter angeschlossen, um die Geräte miteinander zu verbinden. Ein weiteres Problem dieser Variante ist, dass die maximale Kabellänge nur eine Kompromisslösung ist, da ein Fernsehgerät eine längere Verbindung benötigt. Dadurch können sich Bildfehler ergeben oder es wird kein Bild angezeigt. Die maximale Reichweite von HDMI-Kabeln könnte durch einen HDMI-Verstärker (siehe Seite 60 Überschrift „6.2.1.2.2.2 HDMI-Verstärker“) überbrückt werden, allerdings ist die Zuverlässigkeit solcher Geräte stark umstritten, da sie meist nicht funktionieren. Vorteil dieser Variante ist, dass man jedem Anzeigegerät separat ein Bildmaterial zuweisen kann. Hierbei entsteht jedoch ein großer Kabelaufwand und es müsste ein Fernzugriff zum Mini-PC verwendet werden, was eine schlechtere Bedienbarkeit zur Folge hätte.

4.6.1.2. Variante 2 – Wireless-HDMI über Mini-PC Fernseher & Projektoren

Wie bei Variante 1 werden ein DisplayPort-Hub, mehrere DisplayPort zu HDMI bzw. VGA Adapter, eine HDMI-Verbindung zum Hauptprojektor und eine VGA-Verbindung zum Zweitprojektor benötigt. An den Mini-PC wird ein HDMI-Sender angeschlossen, welcher das HDMI-Signal drahtlos zu HDMI-Empfängern überträgt. An die Fernseher wird jeweils ein HDMI-Empfänger angeschlossen, um das Signal zu empfangen und auf den Bildschirmen darzustellen. Durch diese Methode wird die maximale Kabellänge von HDMI überbrückt und die Positionierung der Fernseher ist leichter zu verändern. Vorteil dieser Variante ist, dass man jedem Anzeigegerät, bis auf jene, die mit Wireless-HDMI angesteuert werden, separat ein Bildmaterial zuweisen kann. Jedoch wird hierfür zusätzliche Hardware und ein Fernzugriff zum Mini-PC, wodurch eine schlechtere Bedienbarkeit die Folge wäre, benötigt.

4.6.1.3. Variante 3 – Wireless-HDMI über Notebook Fernseher & Projektoren

Bei dieser Variante werden dieselben Wireless-HDMI-Geräte genutzt wie bei Variante 2. Jedoch wird der HDMI-Sender mit dem Regie-Notebook verbunden. Die Notebooks der Schüler werden ebenfalls an den HDMI-Sender angeschlossen. So kann man zwischen der Hauptpräsentation, Programmcode und Live-Demonstrationen wechseln. Zur Darstellung der genannten Inhalte werden lediglich der Hauptprojektor und die Fernseher genutzt. Diese Geräte werden mit jeweils einem HDMI-Empfänger verbunden.



Entscheidung:
Variante 3 –
Wireless
HDMI über
Notebook

4.6.1.4. Weitere Funktion der Fernseher

Die Fernseher sollen im Dauerbetrieb laufen und bevorstehende Veranstaltungen und Events zeigen, aber auch aktuelle News und Neuigkeiten z.B. Informationen aus Nachrichten oder Zeitungen. Sie sollen auch als Wegweiser bei Events verwendet werden, z.B. sollen sie Informationen über Gäste, wie Austauschschüler des ERASMUS-Projekts, oder bei ECDL-Prüfungen die Meldung „ECDL-Prüfung um 13:35 Uhr im EDV 4 im 2. Stock“ anzeigen.

4.6.2. Steuerung über Tablet

Das Tablet „Microsoft Surface Pro 3“ stellt mittels WLAN eine Verbindung zum Schulnetzwerk her. Der Anwender kann so durch die Anwendung „PC Remote Desktop“ bereits geöffnete PowerPoint-Präsentationen abspielen und zwischen einzelnen Folien navigieren. Auch kann, ähnlich wie beim Notebook, ein direkter Fernzugriff zum Mini-PC hergestellt werden, um so von der Bühne aus neue Präsentationen auszuwählen und andere Inhalte darzustellen. Da diese Software Probleme mit dem WLAN-Netz des Mini-PCs verursacht, wird sie nicht verwendet. Das Regienotebook kann durch das Tablet ersetzt werden, da es mit dem Type-Cover als vollwertiges Notebook fungiert. Somit hat es dieselben Aufgaben wie das Regienotebook.



Entscheidung:
Steuerung
über Tablet

4.6.3. Steuerung über Notebook

Mit dem Notebook kann der Anwender PowerPoint-Präsentationen öffnen, um diese auf der Leinwand oder den Fernsehern abzuspielen. Auch andere Inhalte, wie Videos, Live-Demonstrationen oder Programmcodeausschnitte, können dargestellt werden. Auch kann ein Fernzugriff zum Mini-PC im Schaltkasten hergestellt werden, um diesen zu konfigurieren und detailliertere Ansteuerungen der Projektoren und Fernseher durchzuführen. Durch eine Verbindung zum Schulnetzwerk und AVB-Netzwerk kann man mit dem Notebook die Soundkarten über ein Webinterface konfigurieren.



Entscheidung:
Steuerung
über
Notebook

4.6.4. Ansteuerung Kamera

Die Kamera kann durch ein Webinterface gesteuert werden und wird verwendet, um die Abläufe der dargestellten Handlungen auf der Bühne auf den Fernsehern wiederzugeben, damit auch für Personen, welche sich im hinteren Bereich des Publikums befinden, das Bühnenbild besser sichtbar gemacht wird. Für die Verbindung der Kamera mit dem Mini-PC wurde aufgrund der höheren Zuverlässigkeit und besseren Verwaltungsmöglichkeiten „Variante 1 – Ethernet“ gewählt.

4.6.4.1. Variante 1 – Ethernet Kamera

Die Kamera wird über eine Ethernet-Verbindung mit dem Mini-PC verbunden und liefert diesem einen HTTPS-Stream des aufgezeichneten Materials. Der Mini-PC wandelt den Stream in ein Videosignal um und gibt dieses an die gewünschten Darstellungsgeräte weiter.

4.6.4.2. Variante 2 – WLAN Kamera

Alternativ kann man statt einem Ethernet-Kabel auch über WLAN eine Verbindung zum Mini-PC aufbauen. Da eine WLAN-Verbindung jedoch keine so hohe Zuverlässigkeit und Verbindungsstabilität wie eine Kabelverbindung gewährleistet, ist die Verbindung über ein Ethernet-Kabel zu bevorzugen.

4.6.4.3. Variante 3 – HDMI Kamera

Da die Kamera auch über einen HDMI-Port verfügt, kann man das Videomaterial direkt auf dem Fernseher wiedergeben, allerdings erschwert diese Methode die Aufzeichnung für spätere Videos für die Onlinepräsenz der HTL Perg.

4.6.5. Ansteuerung Soundkarten

Die Aufgabe der MOTU 24Ai (Eingang) ist es, analoge Audiosignale vom Feedback Destroyer, wobei dieser die Signale vom Mischpult erhält und dieses wiederum von den Mikrofonen, zu digitalisieren und an die Ausgangssoundkarte weiterzugeben. Die MOTU 24Ao (Ausgang) wandelt die digitalisierten Audiosignale wieder in analoge um und sendet sie an die Lautsprecher, welche die Signale ausgeben. Die Soundkarten werden über ein Webinterface verwaltet, mit dem es möglich ist, Soundeffekte hinzuzufügen oder einzelne Ein- bzw. Ausgänge zu aktivieren oder deaktivieren. Alle 16 Lautsprecher werden mit Phoenix-Verbindungen (siehe Seite 48 Überschrift „6.1.4.2.2 Phoenix-Anschlüsse“) an die Ausgangssoundkarte angeschlossen. Wegen der besseren Konfigurationsmöglichkeiten der Soundkarten durch Erreichbarkeit über das Schulnetzwerk und dem geringeren Kabelaufwand wurde „Variante 1 – Ethernet“ gewählt.



Frage:
Ansteuerung
Kamera



Entscheidung:
Variante 1 –
Ethernet



Frage:
Ansteuerung
Soundkarten

4.6.5.1. Variante 1 – Ethernet

Die Eingangssoundkarte wird mit einem AVB-Switch (siehe Seite 50 Überschrift „6.1.4.3 AVB-Switch“) im Regiewagen und die Ausgangssoundkarte mit einem weiteren AVB-Switch im Schaltkasten verbunden. Der Switch im Regiewagen wird auch an das Notebook angeschlossen und der im Schaltkasten an den Mini-PC. Des Weiteren werden beide AVB-Switches verbunden. Alle Verbindungen mit AVB-Switches werden mit Ethernet-Kabel hergestellt. Diese Methode hat den Vorteil, dass die Soundkarten über das gesamte Schulnetzwerk angesteuert und konfiguriert werden können.



Entscheidung:
Variante 1 –
Ethernet

4.6.5.2. Variante 2 – USB und Ethernet

Eine weitere Möglichkeit, die Soundkarten miteinander zu verbinden und sie zu steuern, wäre mittels USB-Verbindungen. Hierbei werden die Eingangssoundkarte mit dem Notebook und die Ausgangssoundkarte mit dem Mini-PC jeweils über USB verbunden. Die Soundkarten werden mit einem Ethernet-Kabel verbunden, um miteinander zu kommunizieren. Nachteil dieser Variante ist, dass die Soundkarten nicht mehr über das Schulnetzwerk ansteuerbar sind und unter Umständen mehrere Ethernet-Kabel vom Regiewagen zum Schaltkasten führen könnten, da weitere netzfähige Geräte ebenfalls an den AVB-Switch angeschlossen worden wären.

4.6.5.3. Variante 3 – USB und optische Audiokabel

Diese Variante ist im Prinzip ident zu Variante 2, mit dem Unterschied, dass anstelle des Ethernet-Kabels optische Audiokabel verwendet werden. Hierbei führen wieder mehrere Kabel vom Regiewagen zum Schaltkasten. Da die optischen Kabel frei auf dem Boden liegen und sehr empfindlich auf Biegen, Knicken und andere Belastungen sind, ist die Gefahr groß, dass jemand aus Versehen auf sie tritt, dadurch die Glasfasern brechen und die Kabel nicht mehr funktionstüchtig sind. Somit ist diese Variante nicht empfehlenswert.

4.6.6. **Ansteuerung Audioanlage**

Die Lautsprecher werden in zwei Kategorien unterteilt: Master- und Slave-Lautsprecher. Master-Lautsprecher haben einen Verstärker mit mehreren Anschlüssen integriert. Von diesen Anschlüssen werden der Stromeingang (Kaltgerätesteckereingang Typ C18), der sechspolige Audioeingang und der zweipolige Audioausgang, welcher zum Slave-Lautsprecher führt, genutzt. Slave-Lautsprecher haben hingegen nur einen zweipoligen Audioeingang, über den sie mit dem zugehörigen Master-Lautsprecher verbunden werden. Durch eine sechspolige, geschirmte Verbindung werden die Master-Lautsprecher mit der Soundkarte verbunden. Des Weiteren führt vom Schaltkasten ausgehend zu jedem Master-Lautsprecher jeweils ein zweipoliges Stromkabel mit einem Kaltgerätestecker Typ C17, um die Lautsprecher mit Strom zu versorgen. Jeder Master-Lautsprecher wird mit einem Slave-Lautsprecher über ein zweipoliges Audiokabel, welches ebenfalls geschirmt ist, miteinander verbunden. Eine detaillierte Beschreibung ist auf Seite 37 unter der Überschrift „6.1.1.2 16 fixe Lautsprecher“ zu finden.

4.6.7. Ansteuerung Mikrofone, Mischpult und Feedback-Destroyer

Die Mikrofone werden mit einem XLR-Stecker an das Mischpult angeschlossen, um die vom Mikrofon erfassten analogen Audiosignale an das Mischpult zu senden. Dieses wiederum mischt alle Kanäle auf zwei Kanäle zusammen (Stereo) und sendet das Signal weiter an den Feedback Destroyer. Der Feedback Destroyer erkennt akustische Rückkopplungen (siehe Seite 56 unter der Überschrift „6.1.5.2.2 Akustische Rückkopplung“) und schneidet diese weg. Das analoge Audiosignal wird vom Feedback Destroyer weiter an die Eingangssoundkarte gegeben, welche das Signal digitalisiert.

4.6.8. Ansteuerung beweglicher Scheinwerfer

Der bewegliche Scheinwerfer, oder „Moving Head“ genannt, wird über einen DMX zu USB Adapter an den Mini-PC angeschlossen. Über diesen wird der Moving Head gesteuert. Es kann z.B. die Farbe, Helligkeit, Größe und Position des Lichtkegels justiert werden.

4.7. Komponentenliste

Marke	Typ	Kategorie	Anzahl
Itec	Active Box	Lautsprecher	2
APart	SDQ5P	Lautsprecher	16
Yamaha	MG12XU	Mischpult	1
Behringer	FBQ1000	Feedback Destroyer	1
MOTU	24Ai	Soundkarte	1
MOTU	24Ao	Soundkarte	1
MOTU	AVB-Switch	Switch	2
AKG	DST99-S	Mikrofon	1
Sennheiser	XSW-65	Mikrofon	2
AKG	SR45	Mikrofon	2
BENQ	SU964	Projektor	1
Eiki	LC-XG400	Projektor	1
Sony	KDL-75W855C	Fernseher	2
IO-Gear	Wireless 5x2 HD Matrix Pro HDMI Transmitter	HDMI-Sender	1
IO-Gear	Wireless 5x2 HD Matrix Pro HDMI Receiver	HDMI-Empfänger	3
Axis	V5914 PTZ	Kamera	1
Smart	SB680	Smartboard	1
Showtec	Infinity iW-1915 RGBW Wash	Beweglicher Scheinwerfer	1
-	-	Scheinwerfer	2
HP	EliteBook 8730w	Notebook	1
Microsoft	Surface Pro 3	Tablet (Convertible)	1
Zotac	ZBOX EI750	Mini-PC	1
Club 3D	SenseVision MST Hub Quad Monitor	DisplayPort-Hub	1

Tabelle 1 – Komponentenliste

4.8. Qualitäts-Zielbestimmungen

4.8.1. Benutzerfreundlichkeit

Das Produkt muss auch durch Laien, welche nur über geringes EDV-Wissen verfügen, bedienbar sein. Dies soll ermöglicht werden, indem die Benutzeroberfläche der Software einfach und übersichtlich gestaltet wird.

4.8.2. Zuverlässigkeit

Die Komponenten müssen zuverlässig funktionieren, da Fehler ein Event oder eine Präsentation zu unerwünschte Pausen zwingen und diese so gut wie möglich vermieden werden sollen.

4.8.3. Sonstige Qualitäts-Zielbestimmungen

1...sehr wichtig, 2...wichtig, 3...weniger wichtig, 4...nicht wichtig				
	1	2	3	4
Zuverlässigkeit Sehr wichtig, da Fehler ein Event oder eine Präsentation zu ungewollten Pausen zwingen und diese vermieden werden sollen.	x			
Benutzerfreundlichkeit Die Benutzerfreundlichkeit ist von Bedeutung, da das Produkt auch durch Laien, welche nur über geringes Wissen im EDV-Bereich verfügen, bedienbar sein muss.		x		
Effizienz Um die Latenz der Lautsprecher so gering wie möglich zu halten, ist die Effizienz von Hard- und Software sehr wichtig.	x			
Portierbarkeit Die Multimediaanlage ist nicht dafür vorgesehen, an anderen Standorten zum Einsatz zu kommen und somit ist die Portierbarkeit nicht von Bedeutung.				x
Kompatibilität Da die Multimediaanlage nur in der HTL Perg genutzt wird, ist die Kompatibilität weniger wichtig.			x	
Erweiterbarkeit Die Erweiterbarkeit ist sehr wichtig, da nachfolgende Klassen die Multimediaanlage erweitern werden.	x			
Übersichtlichkeit Die Übersichtlichkeit ist von Bedeutung, da die Multimediaanlage erweiterbar sein muss.		x		

Tabelle 2 – Qualitäts-Zielbestimmungen

4.9. Globale Testfälle (Szenarien)

Szenarien → ↓ Aggregate	PowerPoint-Präsentation mit Webcam	PowerPoint-Präsentation mit Codeerklärung	PowerPoint-Präsentation	Moderatoren- ansprache	Film abspielen	Programmcode- präsentation	Maturafeier	Sportveranstaltung im Freien
Hauptbildschirm	PowerPoint	PowerPoint	PowerPoint	HTL-Perg Logo	Film	Programmcode	PowerPoint	-
Nebenbildschirm	Logo	Programmcode	Logo	HTL-Perg Logo	-	Webcam	-	-
TV1	Webcam	Programmcode	PowerPoint	Webcam	-	Programmcode	PowerPoint	-
TV2	Webcam	Programmcode	PowerPoint	Webcam	-	Programmcode	PowerPoint	-
Smartboard	Logo	Logo	Logo	-	-	Logo	-	-
Webcam	Bühne	Bühne	Bühne	Bühne	-	Bühne	Bühne	Sportplatz
Fixe Tonanlage	Handmikrofon 1 & 2	Handmikrofon 1	Handmikrofon 1 & 2	Headset 1 & 2	Film	Handmikrofon 1 & 2	Handmikrofon 1 & 2	Musik
Mobile Tonanlage	-	-	-	-	-	-	-	Handmikrofon 3
Notebook	Regie	Regie	Regie	Regie	Regie	Regie	Regie	Regie
Tablet (Surface)	Vortragender 2 & 3	Vortragender 2	-	-	-	Vortragender 3	-	-
Moving-Head	Vortragender 1, 2 & 3	Vortragender 1	Vortragender 1	Moderator 1 & 2	-	Vortragender 1 & 2	Lichtshow	-
Regiemikrofon	Regie	Regie	Regie	Regie	Regie	Regie	Regie	-
Handmikrofon 1	Vortragender 1	Vortragender 1	Vortragender 1	-	-	Vortragender 1	Vortragender 1	-
Handmikrofon 2	Vortragender 2 & 3	-	Vortragender 2	-	-	Vortragender 2	Vortragender 2 & 3	-
Headset 1	-	-	-	Moderator 1	-	-	-	-
Headset 2	-	-	-	Moderator 2	-	-	-	-
Handmikrofon 3	-	-	-	-	-	-	-	Moderator

Abb. 7 – Szenarienmatrix (dient als mögliche Übersicht aller Szenarien)

4.10. Entwicklungs-Konfiguration

4.10.1. Software, Hardware, Orgware

Zum Testen des Zusammenspiels der Hard- und Software wird ein Notebook und ein Tablet mit dem Betriebssystem Windows 8 oder höher verwendet. Des Weiteren werden die Aggregate, welche später zum Einsatz kommen, auch zum Testen herangezogen.

Mithilfe des Programms GanttProject in der aktuellen Version 2.7.0 wird ein Zeitplan, welcher in Wochen unterteilt ist, mit den zu erledigenden Aufgaben erstellt.

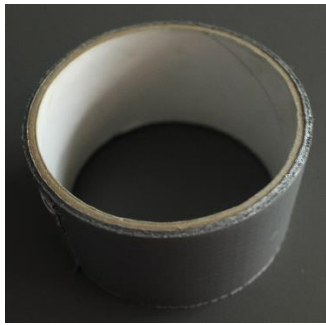
Für den Datenaustausch und die Sicherung von Dokumenten zur Vermeidung von Datenverlust wird der Filehosting-Dienst Google Drive verwendet. Dies ist ein Dienst der Firma Google Inc., welcher es Benutzern ermöglicht, Dateien auf einem Onlinespeicher abzulegen und diese später von verschiedenen Geräten abzurufen. Um wichtige Dokumente zusätzlich abzusichern, wurde auch der Dienst Dropbox der Firma Dropbox Inc. verwendet.

Zur schriftlichen Verfassung der Arbeit wird das Paket Microsoft Office 2013 verwendet. Von diesem Paket werden hauptsächlich die Programme Excel, Word und Visio genutzt. Das Programm Excel wird für die Erstellung von Listen und Tabellen benötigt, Word für die Erstellung eines Projektstrukturplanes, der Diplomschrift und weiterer Dokumente. Visio wird verwendet, um Pläne, wie z.B. die Produktkonfigurationen, zu erstellen.

Zum Anfertigen der Kabelpläne wird der Zeicheneditor AutoCAD der Firma Autodesk verwendet.

4.11. Projekthandbuch [Herndl]

- Schritt 1) Stromstecker für linken Fernseher an die Steckdose zwischen Behinderten-WC und Lehrer-Herren-WC einstecken
- Schritt 2) Stromstecker für rechten Fernseher an die Steckdose unter der Klappe neben der rechten vorderen Stahlsäule einstecken
- Schritt 3) Stromstecker für Regiewagen an die Steckdose unter der Klappe neben der rechten vorderen Stahlsäule einstecken
- Schritt 4) Netzwerkkabel für Regiewagen an die Netzwerkdose zwischen Behinderten-WC und Lehrer-Herren-WC einstecken
- Schritt 5) Kabel am Boden festkleben um Stolpern zu vermeiden (Klebeband in der Schublade des Regiewagens)



- Schritt 6) Strom am Hauptschalter für Strom einschalten (Lehrer oder Schulwart um Schlüssel fragen)



Schritt 8) Projektor und Fernseher einschalten (Fernbedienungen liegen in der Schublade des Regiewagens)



Schritt 9) HDMI-Empfänger an den Fernsehern und am Hauptprojektor einschalten (Fernbedienung auf der Tischfläche des Regiewagens)

Schritt 10) Um die Eingänge am HDMI-Sender umzuschalten, um auf ein zweites verbundenes Notebook umzuschalten werden die RX Tasten auf der Fernbedienung verwendet (Abbildung unten)

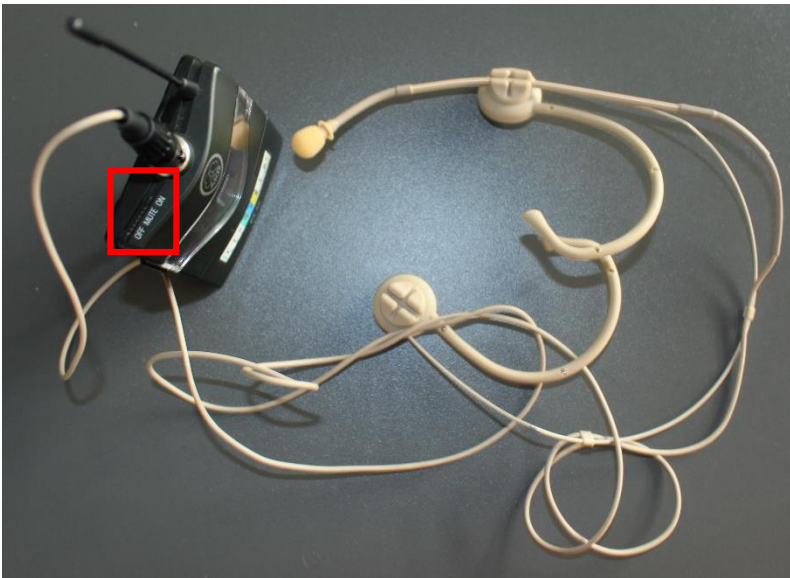


4. Planung [Schiller]

Schritt 11) Notebook an den HDMI-Sender am Regiewagen anstecken

Schritt 12) Notebook an das Audiokabel am Regiewagen anstecken

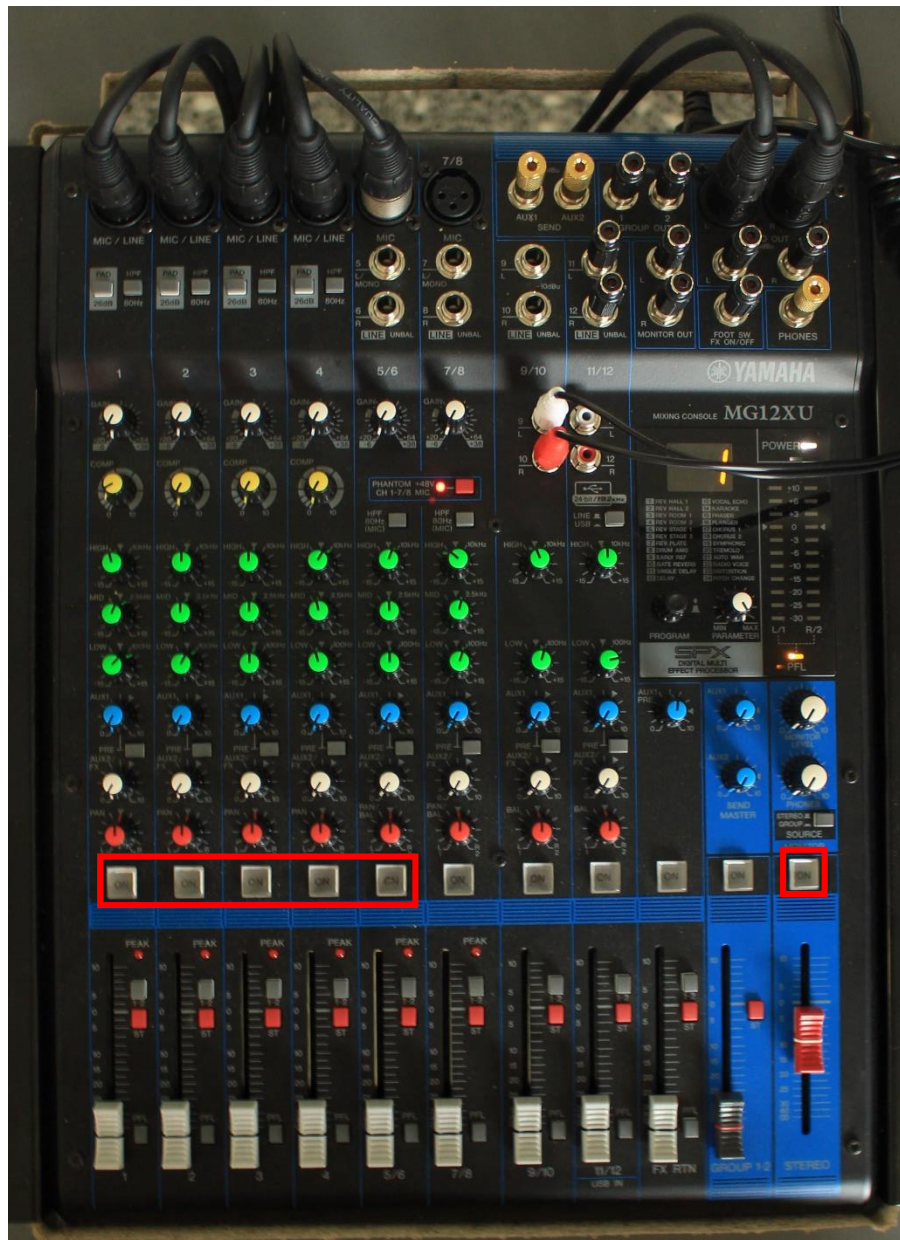
Schritt 13) Mikrofone einschalten (liegen in der Schublade des Regiewagens)



Schritt 14) Mikrofone, Notebooksound sowie Master-Ausgabe am Mischpult rechts unten aktivieren (beschriftet als „Stereo“)

4. Planung [Schiller]

Schritt 15) Die einzelnen Quellen sind mit Markierungen, am Mischpult, beschriftet. Mit den Schiebereglern kann die Lautstärke geregelt werden.



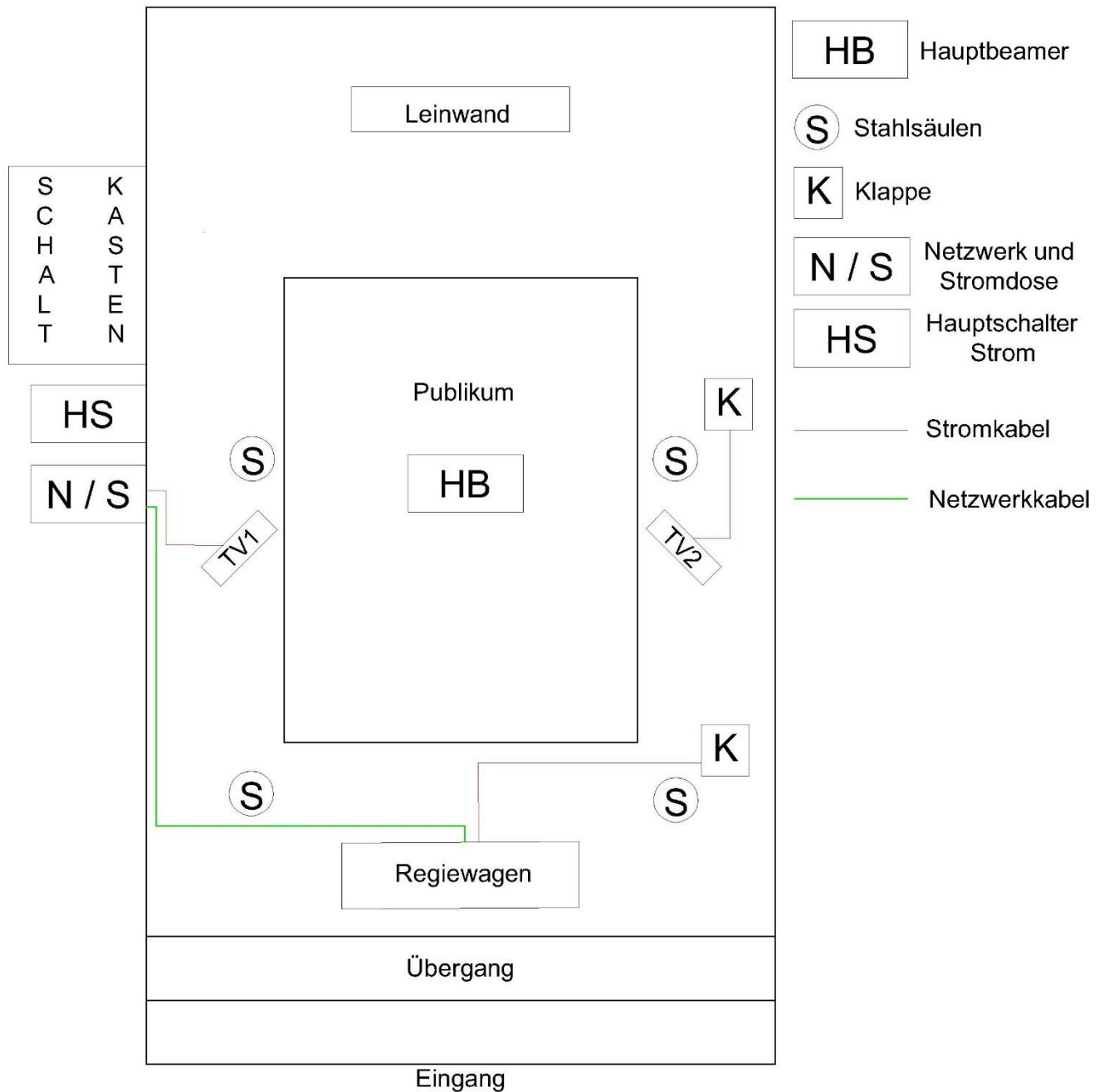


Abb. 8 – Übersichtsplan zur Inbetriebnahme der Multimediaanlage

4.12. Zeitplanung

- 01.07.2015 Projektstart
- 21.09.2015 Hardwarevergleich, Preisvergleich (ABC-Analyse)
- 30.09.2015 Ausschreibung der Komponenten
- 06.10.2015 Komponentenbeschaffung und Detailplanung
- 04.01.2016 Komponenteneinbau
- 26.02.2016 Installation fertigstellen
- 08.04.2016 Projektende mit Fertigstellung Diplomarbeit

5. Beschreibung der Technologien [Herndl]

5.1. Aufbau

5.1.1. *AVB – Audio/Video Bridging*

AVB (Audio Video Bridging over Ethernet) ist eine Sammlung von Standards für die Übertragung von Echtzeit-Inhalten über ein Computernetzwerk. AVB wird oft für große Multimediaprojekte verwendet, kann aber genauso bei kleineren Systemen zum Einsatz kommen. Ein Vorteil von AVB gegenüber anderen Audio- und Videoübertragungstechniken, welche über ein Computernetz betrieben werden, ist die geringe Verzögerung, da bei AVB die Audio- und Videopakete priorisiert behandelt werden. [1]

5.1.2. *ASIO – Audio Stream Input/Output*

ASIO (Audio Stream Input/Output) ist ein Audioübertragungsprotokoll welches von Steinberg entwickelt wurde. Es wird für verschiedenste Plattformen angeboten. Für unsere Multimediaanlage wird Asio4All verwendet, ein ASIO-Treiber für Windows. Nur durch die Hilfe eines ASIO-Treibers ist es möglich die Multi-Channel Fähigkeiten von leistungsfähigen Soundkarten zu nutzen. Dieser Treiber erlaubt es dem Host-System alle Ein- und Ausgänge, die eine Soundkarte zur Verfügung stellt, anzusteuern. [2]

6. Realisierung

6.1. Audio

6.1.1. Lautsprecher

6.1.1.1. Zwei mobile Lautsprecher [Herndl]

6.1.1.1.1. Allgemeine Beschreibung zwei mobile Lautsprecher

Bei den beiden mobilen Lautsprechern mit der Bezeichnung „Itec Active-Box“ handelt es sich um einen Aktiv-Lautsprecher (siehe Seite 37 Überschrift „6.1.1.2.1 Allgemeine Beschreibung 16 fixe Lautsprecher“, ein Aktiv-Lautsprecher entspricht hierbei einem Master-Lautsprecher). Diese können entweder mit einem Akku oder über Netzstrom betrieben werden. Der Akku ermöglicht eine Betriebszeit bis zu acht Stunden, somit sind die Lautsprecher sehr flexibel einsetzbar. In den Lautsprecher integriert ist außerdem ein Funkmikrofonempfänger. Dieser Empfänger ermöglicht es, ohne zusätzliches Mischpult, Musik und Sprache gleichzeitig abzuspielen. Ein zusätzliches, kabelgebundenes Mikrofon kann an der Hinterseite des Lautsprechers angesteckt werden. Des Weiteren sind auf der Rückseite Drehregler für die Mikrofone und Line-In-Eingänge vorhanden. Dies erleichtert das Angleichen der Lautstärke aller Quellen, um ein angenehmes Klangbild zu erzeugen.



Abb. 9 – Itec Active Box [3]



Abb. 10 – Itec Active Box Anschlüsse

Als weiteres Zubehör dieser Lautsprecher sind eine Tragetasche, ein Standfuß sowie ein Funkmikrofon vorhanden. Sie werden z.B. am Sportplatz bei bestimmten Events verwendet. [4]

6.1.1.2. 16 fixe Lautsprecher [Schiller]

6.1.1.2.1. Allgemeine Beschreibung 16 fixe Lautsprecher

Die verwendeten Lautsprecher mit der Typenbezeichnung „SDQ5P“ der Marke APart basieren auf ein 2-Wege Lautsprechersystem, liefern 30 Watt pro Lautsprecher bei einem Frequenzbereich von 45 Hertz (Hz) bis 20 Kilo Hertz (KHz) und einen maximalen Schalldruck von 101 Dezibel (dB) [5]. Bei einem 2-Wege Lautsprechersystem kommen in jedem Lautsprechergehäuse zwei Frequenzweichen und zwei Lautsprecher zum Einsatz, welche sich um verschiedene Frequenzbereiche annehmen. In diesem Fall handelt es sich um einen Tief-/Mittelton-, einen Hochtonlautsprecher und passende Frequenzweichen, die das Audiosignal in Abhängigkeit von der Tonhöhe (Frequenz) auf die Lautsprecher aufteilen, um ein passendes Klangbild zu erzeugen [6].

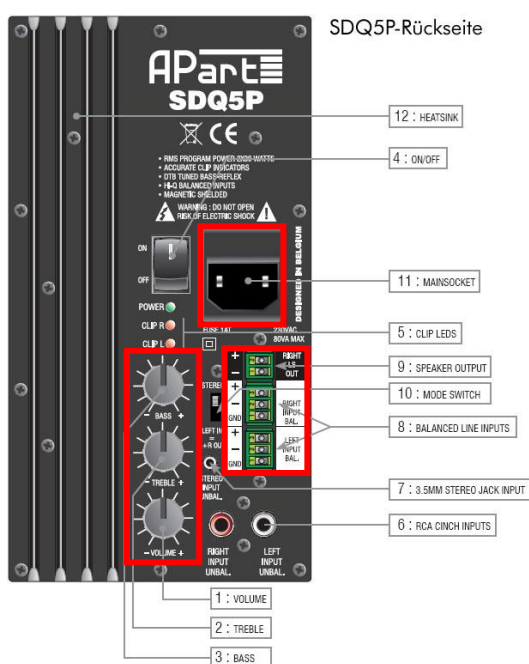


Abb. 11 – Rückseite Master-Lautsprecher [5]

Die Lautsprecher werden in zwei Kategorien unterteilt: Master- und Slave-Lautsprecher. Master-Lautsprecher haben einen Verstärker mit mehreren Anschlüssen integriert. Von diesen Anschlüssen werden der Stromeingang (Kaltgerätesteckereingang Typ C18), der sechspolige Audioeingang (Euroblock) und der zweipolige Audioausgang (Euroblock) genutzt (siehe Abb. 11). Slave-Lautsprecher haben hingegen nur einen zweipoligen Audioeingang, über den sie mit dem zugehörigen Master-Lautsprecher verbunden werden. Da die Euroblock-Verbindungen mit symmetrischen, analogen Audiosignalen arbeiten, werden diese bevorzugt. Eine detaillierte Erklärung zu symmetrischen und unsymmetrischen Signalen ist auf Seite 38 unter der Überschrift „6.1.1.2.2 Symmetrisch vs. Unsymmetrisch“ zu finden.

Durch einen Kippschalter werden die Master-Lautsprecher in der Position ON eingeschaltet. Mit drei Reglern auf der Rückseite werden Bass, Treble und Lautstärke geregelt. Weitere Anschlüsse sind eine Stereo 3,5mm Klinkenbuchse und zwei Chinch-Buchsen. Bei den Chinch-Buchsen ist eine Buchse für den rechten und eine für den linken Lautsprecher vorgesehen. Sowohl die 3,5mm Klinkenbuchse als auch die Chinch-Buchsen sind optionale Audioeingänge, mit welchen man ein unsymmetrisches, analoges Audiosignal an die Lautsprecher geben kann.

6.1.1.2.2. *Symmetrisch vs. Unsymmetrisch*

Bei analogen Audiosignalen wird zwischen symmetrischen und unsymmetrischen Signalen unterschieden. Für jedes dieser Signale gibt es eigene Kabel. Ein unsymmetrisches Kabel hat nur zwei Leiter, einen für das Signal und einen für die Erdung. Die Erdung hat zwei Aufgaben: einen Teil des Audiosignals zu übertragen und das Hauptsignal bis zu einem gewissen Grad von Störsignalen zu schirmen. Wie in Abb. 12 veranschaulicht, wirkt das Kabel selbst wie eine Antenne und nimmt immer noch Umgebungsgeräusche auf. Daher sind solche Verbindungen eher für kürzere Distanzen von vier bis sechs Meter geeignet. [7]

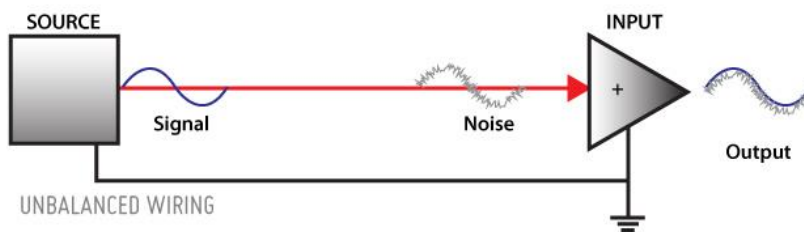


Abb. 12 – Unsymmetrische Übertragung [7]

Symmetrische Kabel haben, im Gegensatz zu den unsymmetrischen, insgesamt drei Leiter, nämlich zwei für das Signal und einen für die Erdung. Beide Signalleiter übertragen eine Kopie des Signals, eines davon ist jedoch um 180 Grad gedreht, wie es in Abb. 13 gezeigt wird. [7]

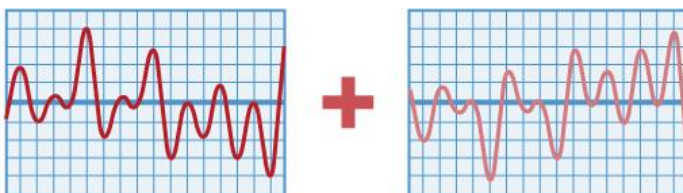


Abb. 13 – Phasenverschiebung um 180 Grad [7]

Ein Störsignal wirkt nun auf beide Leiter gleich und wenn man beide Signale summiert, löscht sich das ursprünglich gesendete Signal vollkommen aus und es bleibt nur das Störsignal übrig (siehe Abb. 14). Wenn man die Signale also subtrahiert, bleibt nur das ursprüngliche Signal ohne Störung übrig. Mithilfe dieser Technik kann man Signale ohne Störgeräusche auf eine Distanz von 15 bis 30 Meter oder mehr übertragen. [7; 8]

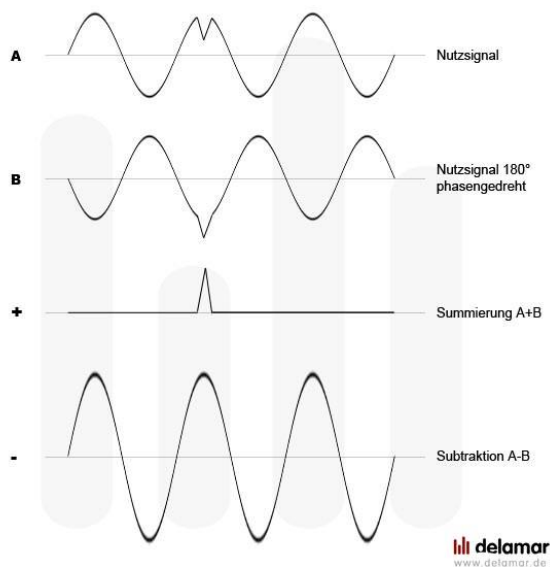


Abb. 14 – Symmetrische Übertragung [8]

6.1.1.2.3. Konnektivität 16 fixe Lautsprecher

Über zwei dreipolige, geschirmte Kabel werden die Master-Lautsprecher mit der Audioausgangs-Soundkarte verbunden und Audiosignale zu den Lautsprechern geliefert. Die Adern der hierfür verwendeten Kabel werden mittels Schlitzschrauben an den Euroblock-Steckern (Abb. 15) befestigt. Die Euroblock-Stecker wiederum werden in die vorgesehenen Audioeingänge an den Master-Lautsprechern eingesteckt.



Abb. 15 – Euroblock-Stecker



Abb. 16 – Phoenix-Stecker



Abb. 17 – Kaltgerätestecker Typ C17/C18 [9]

An der entgegengesetzten Seite dieser Kabel befinden sich Phoenix-Stecker (Abb. 16), welche an die Audioausgangs-Soundkarte angeschlossen werden.

Des Weiteren führt ein zweipoliges Stromkabel mit einem Kaltgerätestecker Typ C18 (Abb. 17) zu jedem Master-Lautsprecher, um so mit Strom versorgt zu werden.

Jeder Master-Lautsprecher wird über ein dreipoliges Audiokabel, wovon nur zwei Pole genutzt werden, mit einem Slave-Lautsprecher verbunden, um das Audiosignal weiterzugeben.

6.1.1.2.4. Kabelplan (Audio) 16 fixe Lautsprecher

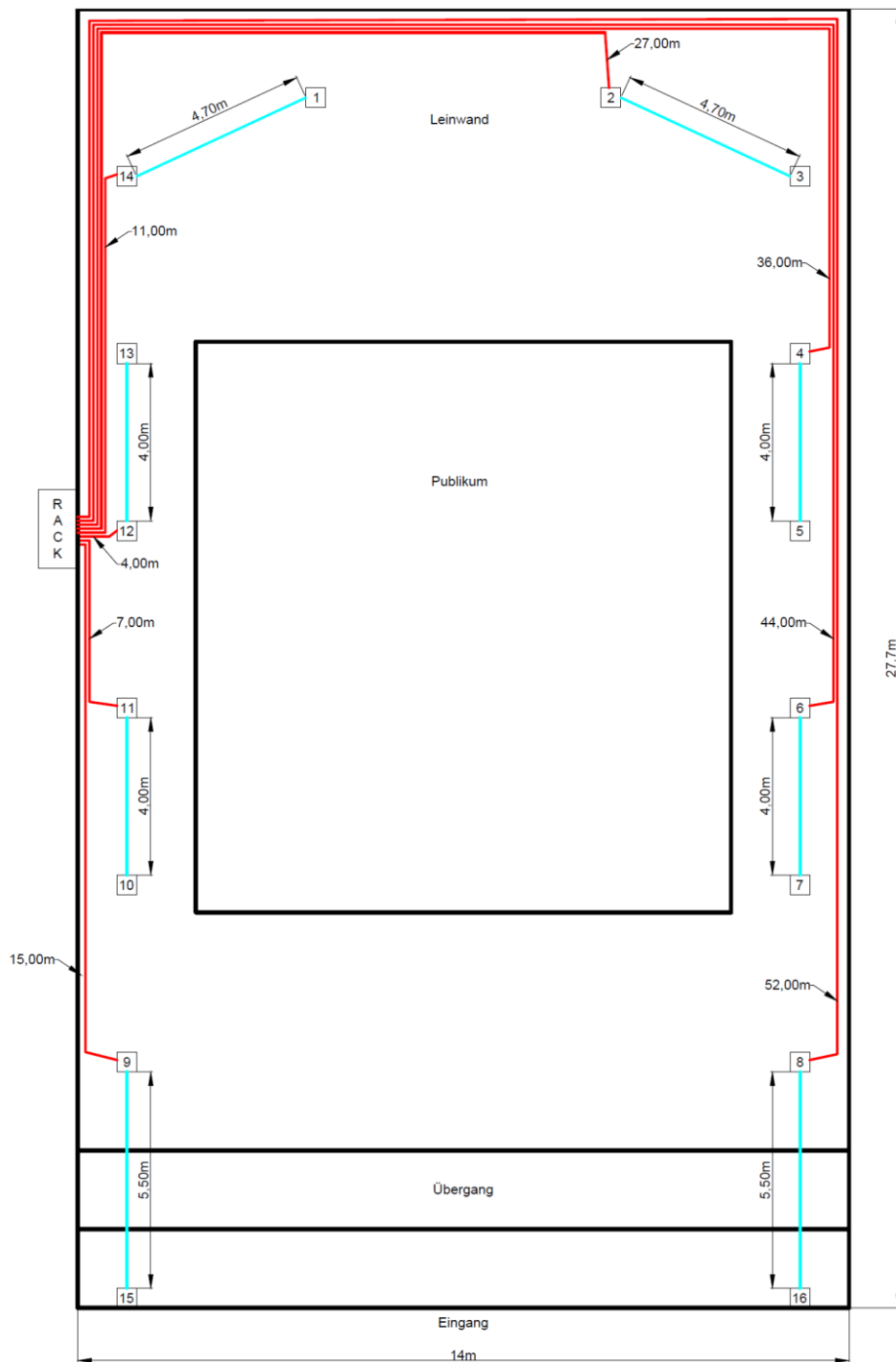


Abb. 18 – Audiokabelplan

Im Audiokabelplan (Abb. 18) sind die **sechspoligen** (rot) und **zweipoligen** (blau) Audiokabel eingezeichnet. Anstatt der sechspoligen Kabel werden jeweils zwei dreipolige Kabel verwendet, um aufgrund der besseren Schirmung eine höhere Audioqualität zu gewährleisten. Es ist zu erkennen, dass vom Elektronischschrank ausgehend zu jedem Master-Lautsprecher jeweils zwei dreipolige Audiokabel führen. Von jedem Master-Lautsprecher weg führt jeweils ein zweipoliges Audiokabel zu dem zugehörigen Slave-Lautsprecher.

6.1.1.2.5. Kabelplan (Strom) 16 fixe Lautsprecher

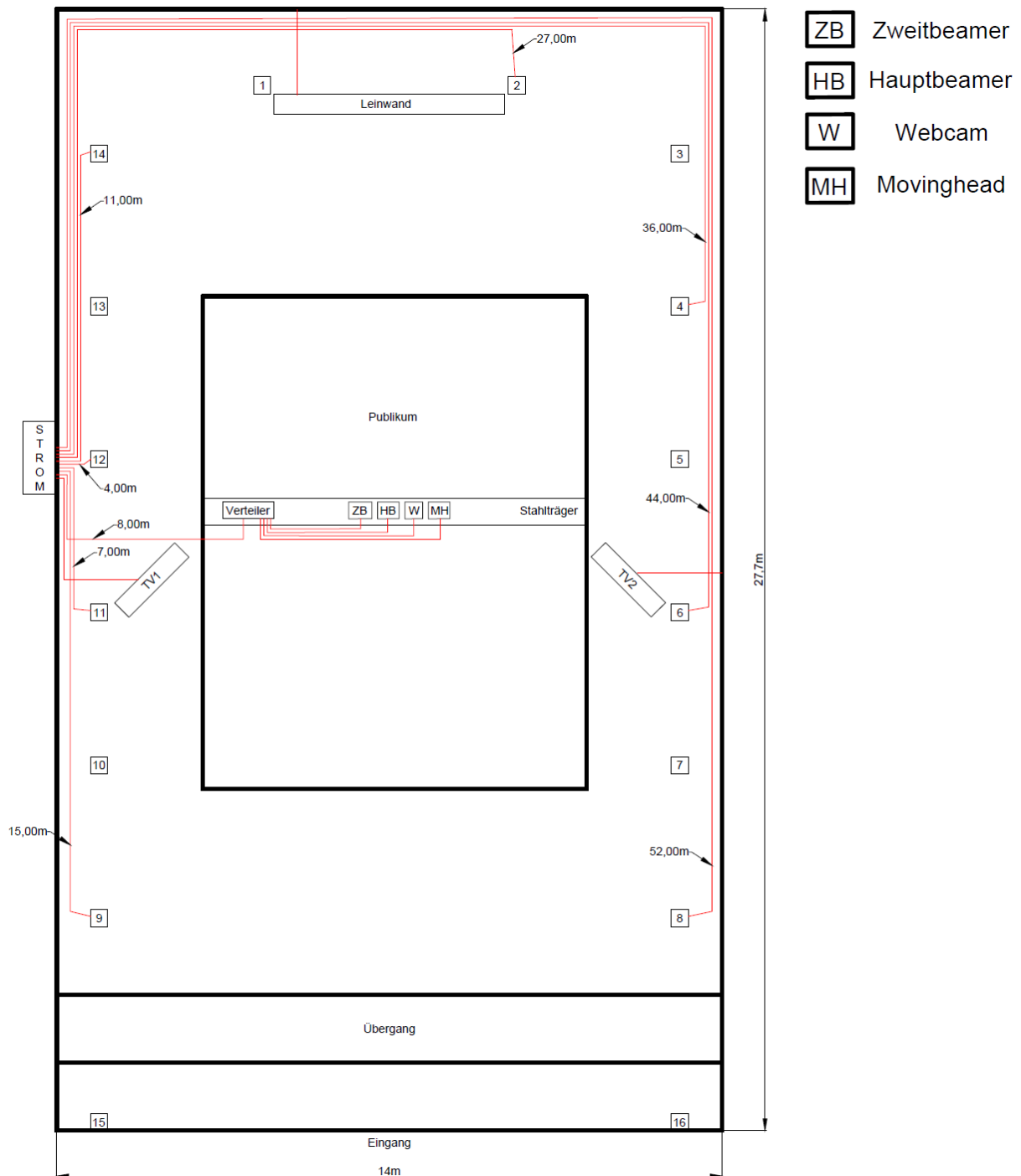


Abb. 19 – Stromkabelplan

Im Stromkabelplan (Abb. 19) sind alle **Stromkabel** (rot) zu den Lautsprechern eingezeichnet. Vom Elektronikschrank ausgehend führt zu jedem Master-Lautsprecher ein zweipoliges Stromkabel, um die Lautsprecher mit Strom zu versorgen.

6.1.1.2.6. *Installation 16 fixe Lautsprecher*

Der erste Schritt zur Installation der Lautsprecher ist das Abmontieren der Blechplatten an den Positionen, an welchen sich die Lautsprecher befinden. An diesen Platten werden Stahlträger geklebt, um die Platten zu stabilisieren und die Halterung für die Lautsprecher daran anzubringen. Zuerst sollten diese Stahlträger geschweißt werden, allerdings verfärbt sich das Blech blau. Um diesem Problem entgegenzuwirken, wird eine Klebelösung gewählt. Im selben Schritt werden auch Löcher in die Platten gebohrt, um die benötigten Kabel zu den Lautsprechern zu führen. Danach werden die Lautsprecherhalterungen an die Platten geschraubt. Um unliebsame Geräusche und Beschädigungen an den Platten vorzubeugen, wird hierbei ein Stück Moosgummi zwischen den Platten und Halterungen eingeklemmt.



Abb. 20 – Kabelschacht

Nach diesen Schritten wird mit dem Verlegen der Audio- und Stromkabel begonnen. Es werden zwei dreipolige-Audiokabel und ein zweipoliges Stromkabel vom Elektronikschrank zu den Master-Lautsprechern und ein Kabel von den Master-Lautsprechern zu den Slave-Lautsprechern verlegt. Hierfür werden die Kabel oberhalb der Platten durchgezogen, in die bereits vorhandenen Kabelschächte (Abb. 20) gelegt und mit Kabelbindern befestigt.

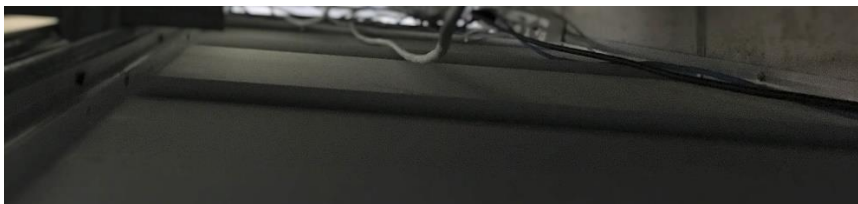


Abb. 21 – Kanten der Platten

Wie in Abb. 21 zu sehen ist, haben die Platten an den Rändern eine Biegung um 90 Grad nach oben. Hier tritt das erste Problem beim Verlegen auf, da die Kabel nur schwer ihren Weg über diese Biegung finden und somit die Arbeit fatal erschwert und verzögert wird. Gelöst wird dieses Problem, indem ein circa zwei Meter langes Rohr als Hilfe benutzt wird. Das Kabel wird durch das Rohr gezogen und an beiden Enden mit Isolierband befestigt und das Rohr anschließend über die Biegung der Platten gehoben.

Nachdem alle Kabel verlegt sind, werden diese mit den Lautsprechern verbunden. Die Kabel werden mit einer automatischen Abisolierzange (Abb. 22) auf zwei Zentimeter abisoliert. Um das Risiko eines Kurzschlusses gering zu halten, werden die Adern der Kabel nur auf einen halben bis einen Zentimeter abisoliert. Die mit den Lautsprechern mitgelieferten Stromkabel werden vom Kaltgerätestecker Typ C18 ausgehend auf circa einen halben Meter gekürzt und ebenfalls abisoliert. Die Adern dieser Kabel werden mit den Adern der Stromkabel mit Verbindungsklemmen (Abb. 23) der Serie 221 von der Marke WAGO verbunden.



Abb. 22 - Automatische Abisolierzange [10]



Abb. 23 - WAGO Serie 221 Verbindungsklemme [11]

Die Adern der Audiokabel werden an den Euroblock-Stecker (Abb. 24) mit Schlitzschrauben befestigt und anschließend in die dafür vorgesehenen Buchsen (Abb. 25) an den Lautsprechern gesteckt. Die Adern der anderen Seite der Audiokabel werden an Phoenix-Steckern (Abb. 26) befestigt und an die Soundkarte angeschlossen.

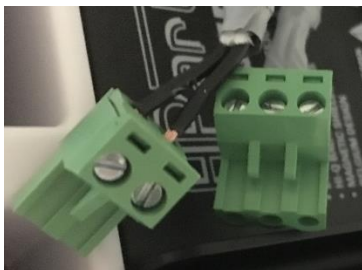


Abb. 24 – Euroblock-Stecker



Abb. 25 – Euroblock-Buchsen und Euroblock-Stecker



Abb. 26 – Phoenix-Stecker

Die Stromkabel werden im Elektronenschrank an die Stromquelle angeschlossen. Diese Aufgabe wird von einem ausgebildeten Elektriker übernommen, da das Hantieren an einer Stromquelle mit 230 Volt lebensgefährlich sein kann.

6.1.2. Mischpult [Herndl]

6.1.2.1. Allgemeine Beschreibung Mischpult

Bei dem hier verwendeten analogen Mischpult handelt es sich um das „MG12XU“ der Marke Yamaha. Dieses hat mehrere analoge Eingänge zum Anschließen von Mikrofonen, Instrumenten, Notebooks und weiterer Quellen mit einem analogen Audioausgang. Am Mischpult selbst können dann Lautstärke und andere Toneigenschaften für jedes Eingabegerät einzeln justiert werden. Dann werden alle Kanäle zu einem Tonsignal zusammengemischt und an einem analogen Stereoaudioausgang ausgegeben. Zum Anschluss der Mikrofone wird meist ein XLR-Anschluss verwendet. Zudem gibt es für Kondensatormikrofone eine Phantomspeisung. Dies ist eine Spannungsversorgung zwischen 12 und 48 Volt. Die Mikrofone werden davon nicht beeinträchtigt, deshalb heißt es auch Phantomspeisung. Sie wird für das Regiemikrofon benötigt und erspart damit einen zusätzlichen Mikrofonverstärker. [12; 13]

6.1.2.2. Konnektivität Mischpult

Das Mischpult hat 12 Kanäle, davon vier als Mono-Eingang und weitere vier als Stereo-Eingang. Kanäle 1-8 eignen sich durch die XLR-Eingänge und Phantomspeisung gut für Mikrofone. Kanäle 9-12 eignen sich für Line-Eingänge und USB (11/12) z.B. für PCs, Smartphones und DVD Player. Kanäle 1-4 werden für die mobilen Mikrofone verwendet, während Kanal 5 für das Regiemikrofon verwendet wird. Für eine andere Audioquelle (z.B. Notebook, etc.) können wahlweise die Kanäle 9/10 oder 11/12 verwendet werden.



Abb. 27 – Yamaha MG12XU

6.1.2.2.1. XLR

XLR ist eine Steckverbindung, die meist in der Studioteknik verwendet wird. Sie kommt aber auch bei teuren Hi-Fi-Produkten zum Einsatz. Am häufigsten werden XLR-Anschlüsse mit drei Polen verwendet. Diese übertragen ein symmetrisches Signal (siehe Seite 38 Überschrift „6.1.1.2.2 Symmetrisch vs. Unsymmetrisch“). [14]

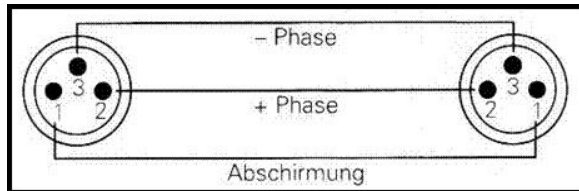


Abb. 28 – Dreipoliger XLR-Anschluss [15]

6.1.3. Feedback Destroyer [Herndl]

6.1.3.1. Allgemeine Beschreibung Feedback Destroyer

Beim Behringer FBQ1000 handelt es sich um einen Feedback-Destroyer, welcher Rückkopplungen erkennt, lokalisiert und filtert. Dies geschieht entweder vollautomatisch oder über eine manuelle Einstellung. Die manuelle Einstellung hat den Vorteil, dass der Klang bei fix montierten Mikrofonen allgemein besser ist und die Rückkopplung erst gar nicht auftreten muss, um gefiltert zu werden. Sie ist aber bei mobilen Mikrofonen nicht verwendbar, da hier Rückkopplungen durch die Bewegung auf verschiedensten Frequenzen auftreten können. Der FBQ1000 hat zwei Audioeingänge bzw. -ausgänge, somit kann man auch eine Quelle manuell filtern und die andere automatisch filtern lassen. Als Ein- und Ausgänge können entweder XLR-Stecker oder 6,35mm Klinkenanschlüsse verwendet werden. Alle Ein- und Ausgänge sind symmetrisch (siehe Seite 38 Überschrift „6.1.1.2.2 Symmetrisch vs. Unsymmetrisch“).



Abb. 29 – Behringer FBQ1000 Feedback Destroyer



Abb. 30 – Feedback Destroyer Anschlüsse

6.1.3.1.1. Midi Anschluss

Hierbei handelt es sich um einen Industriestandard für den Datenaustausch zwischen elektronischen Musikinstrumenten. Beim FBQ1000 wird dieser Anschluss als Ein- und Ausgang genutzt, welche hier jedoch nicht verwendet werden.

6.1.4. Soundkarten [Schiller]

6.1.4.1. Allgemeine Beschreibung Soundkarten

Eine Soundkarte (oder auch Audiokarte) verarbeitet analoge und digitale Audiosignale und wird zur Aufzeichnung, Mischung, Bearbeitung und Wiedergabe von Tonsignalen verwendet. Je nach Verbauungsart werden Soundkarten in interne und externe eingeteilt. Um Störgeräusche durch elektromagnetische Felder im Inneren des Computers zu vermeiden, werden Soundkarten im professionellen Bereich oft in einem externen Gehäuse untergebracht.

In professionellen Tonstudios zum Einsatz kommende Soundkarten, werden auch als Recordingkarten oder Audio Interfaces bezeichnet. Diese unterscheiden sich von herkömmlichen Karten meist darin, dass sie mehrere getrennte Kanäle gleichzeitig aufnehmen und wiedergeben können (full-duplex).

Um das Verschalten verschiedener Effektgeräte möglich zu machen, erlauben die Treiber solcher Audio-Interfaces ein frei definierbares Routing der ein- und ausgehenden Signale. Unter einem Effektgerät versteht man in der Musik ein Gerät oder Software-Plugin, welches zur Veränderung eines Audiosignals dient (z.B. um ein Echo zu erzeugen). Für optimale Qualität unterstützen die Treiber zusätzlich Softwareschnittstellen wie ASIO (Audio Stream Input/Output), welche über eine niedrige Latenz verfügen. Die üblicherweise in Millisekunden angegebene Latenz beschreibt die Verzögerung, die ein Computer benötigt, um ein Audiosignal zu verarbeiten. [16; 17]

Die verwendeten Soundkarten sind die 24Ai (Eingang) und 24Ao (Ausgang) der Marke MOTU („Mark of the Unicorn“) und werden im Bereich der professionellen Tontechnik eingesetzt. MOTU ist ein US-amerikanischer Hersteller von Soft- und Hardware im Bereich Audio und Video.



Abb. 31 – MOTU-Logo [18]

6.1.4.2. Konnektivität Soundkarten

Beide Soundkarten verfügen jeweils über einen 100-240 Volt Stromanschluss, drei standardisierte D-Sub 25 Anschlüsse, sechs 12-polige Phoenix Verbindungen, zwei BNC-Anschlüsse, drei Paar optische Audioeingänge und -ausgänge, einen AVB-Netzwerkanschluss und einen USB 2.0 Anschluss. Insgesamt haben sowohl die 24Ai als auch die 24Ao jeweils 72 Kanäle an Audioeingängen und -ausgängen. Da die Soundkarten ein identes Aussehen und idente Anschlüsse vorweisen, welche sich nur von ihrer Belegung bzw. Verwendung unterscheiden, werden für die 24Ai und 24Ao nur Bilder von einer der beiden Soundkarten verwendet.



Abb. 32 – MOTU 24Ai & 24Ao

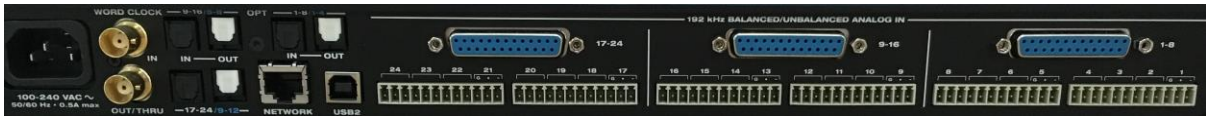


Abb. 33 – MOTU 24Ai & 24Ao Anschlüsse

6.1.4.2.1. D-Sub-Anschluss Soundkarten

D-Subminiature, oder kurz D-Sub, ist eine weitverbreitete Bauform eines Steckersystems für Datenverbindungen, welche bereits im Jahr 1952 entwickelt wurde. Den Namen verdankt dieses Steckersystem seiner D-ähnlichen Form und der für damalige Verhältnisse sehr kleinen Bauweise. [19] Die hier verwendeten 25-poligen Stecker bzw. Anschlüsse wurden ursprünglich als parallele Schnittstelle für Drucker verwendet. Bei der MOTU 24Ao und 24Ai ist der D-Sub 25 Anschluss jeweils dreimal vorhanden und wird als analoger Audioeingang bzw. -ausgang genutzt. Die Zahlen neben den Anschlüssen beziffern die Kanäle, welche über die jeweiligen Stecker angesteuert werden. Je Anschluss können bis zu acht Kanäle genutzt werden.



Abb. 34 – D-Sub 25 Anschluss (25-polig)

6.1.4.2.2. Phoenix-Anschlüsse Soundkarten

Phoenix Anschlüsse, oder auch Euroblock („European-style terminal block“) genannt, haben ihren Namen von der deutschen Firma Phoenix Contact, welcher der Haupthersteller dieser Kombinationen aus Niedervolt Steckverbindung und Terminal Block ist. Unter einem Terminal Block versteht man eine Verbindung, bei der das Kabel mit einer Schraube befestigt wird, um einen elektrischen Kontakt herzustellen. [20] Die Phoenix Anschlüsse sind bei der MOTU 24Ao und 24Ai 12-polig und jeweils sechsmal vorhanden und werden, wie die D-Sub 25 Anschlüsse, als analoge Audioeingänge bzw. -ausgänge genutzt. Es werden 48 Pole der Phoenix Anschlüsse belegt, um alle 16 Lautsprecher anzuschließen, da jeder Lautsprecher drei Pole hat, einen Pluspol, einen Minuspol und einen für die Erdung (Ground).

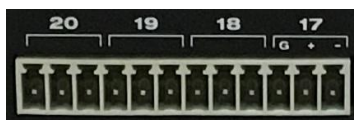


Abb. 35 – Phoenix Anschluss (12-polig)



Abb. 36 – Phoenix-Stecker

6.1.4.2.3. BNC-Anschlüsse, Koaxialkabel und Wordclock Soundkarten

BNC bedeutet ausgeschrieben „Bayonet Neill-Concelman“ und sind Anschlüsse mit einem Bajonettverschluss für koaxiale Kabel, welche schon Ende der 1940er Jahre entwickelt wurden. [21] Bei Koaxialkabel handelt es sich um konzentrische Kabel bestehend aus einem Innenleiter (Seele), einem Isolator (Dielektrikum), einem Außenleiter und einem Kabelmantel (siehe Abb. 38 – Aufbau Koaxialkabel). Der Außenleiter besteht meist aus einer Folienschirmung und einer Geflechschirmung und dient zur Übertragung von Signalen und schirmt den Innenleiter vor Störsignalen. Diese Anschlüsse wurden hauptsächlich für Antennenkabel verwendet, kommen heute aber immer noch in der professionellen Video-, Ton- und Fernsehtechnik zum Einsatz. Im Falle der MOTU 24Ai und 24Ao werden die BNC-Anschlüsse zum Übertragen von Wordclock-Signalen verwendet.

Ein Wordclock-Signal ist im Prinzip ein von einem Wordclock-Generator vorgegebener Takt, in dem die verbundenen Geräte arbeiten sollen. Dieser Takt ist notwendig, um Audio-Datenströme zwischen digitalen Audiogeräten, wie Analog-Digital-Umwandler oder Effektgeräte, synchron zu übertragen. Wie in Abb. 39 zu erkennen ist, wird das Wordclock-Signal (orange Linien) vom Wordclock-Generator (Master) ausgehend an verschiedene miteinander verbundene Geräte, mit der Bezeichnung Slave, übertragen. Die schwarzen Linien stellen das digitale Audiosignal dar, welches zu den jeweiligen Geräten übertragen wird.

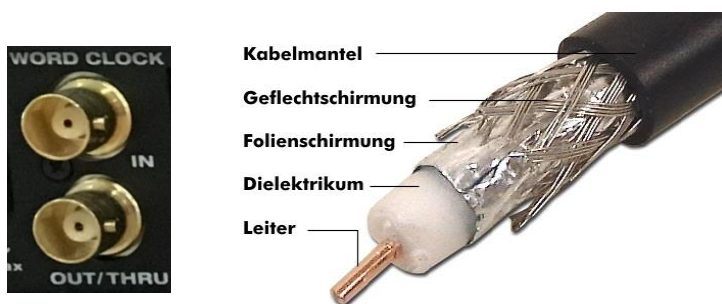


Abb. 37 –
BNC-Anschluss
(Wordclock)

Abb. 38 – Aufbau Koaxialkabel [22]

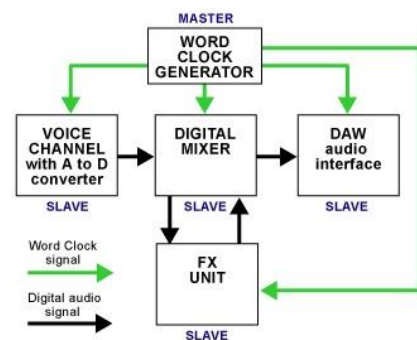


Abb. 39 – Wordclock Beispiel [23]

6.1.4.2.4. Optische Audioeingänge/-ausgänge Soundkarten

Über die optischen Audioeingänge- und -ausgänge der Soundkarten wird ein digitales, optisches Audiosignal über Lichtwellenleiter entweder ein- oder ausgegeben. Lichtwellenleiter bestehen aus Glasfaser und sind sehr empfindlich gegen Biegungen, da die Glasfasern bei zu starker Biegung brechen und somit kein Signal mehr übertragen werden kann. Ein Vorteil gegenüber analogen Leitern ist, dass digitale Signale weniger bis gar keine Störgeräusche aufnehmen, da analoge Leiter sich kontinuierlich ändernde Spannungen, welche durch Störungen verändert werden können,

übertragen und digitale Leiter lediglich Zahlenwerte der Spannungen übertragen. Optische Schnittstellen werden häufig als TOSLINK Stecker bezeichnet, welcher eine ursprünglich von Toshiba entwickelte Verbindung darstellt (TOSHIBA LINK).



Abb. 40 – TOSLINK Stecker

6.1.4.2.5. USB- und Netzwerkanschluss Soundkarten

Über den USB-Anschluss können die Soundkarten direkt von einem Computer aus angesteuert bzw. Audiosignale übertragen werden. Da die Soundkarten jedoch getrennt voneinander verbaut werden, ist man auf eine Netzwerkverbindung angewiesen. Die 24Ai ist in dem 19 Zoll Rack des Regiewagens verbaut und über ein Netzwerkkabel mit einem AVB-Switch, welcher sich ebenfalls auf dem Wagen befindet, verbunden. Auch das Notebook wird mit einem Netzwerkkabel an den AVB-Switch angeschlossen. Im Schaltkasten ist ein weiterer AVB-Switch montiert und mit der 24Ao, dem AVB-Switch des Regiewagens und dem Mini-PC verbunden. Diese Verkabelung hat den Vorteil, dass die Soundkarten über das gesamte Schulnetzwerk steuerbar sind. Ein genauer Verkabelungsplan ist auf Seite 51 unter der Überschrift „6.1.4.4 Verkabelung“ zu finden.

6.1.4.3. AVB-Switch Soundkarten

Die AVB-Technologie (Audio Video Bridging) beschreibt eine Erweiterung eines Netzwerks (z.B. das Schulnetzwerk), welche latenzfreies, voll synchronisiertes Streamen von Audio und Video in Echtzeit über ein Netzwerk ermöglicht. AVB bietet einen echten Audio/Video Standard, welcher die Welten der Netzwerktechnik und der professionellen Audio- und Video-Verarbeitung zusammenfügt.

Um diese Technologie nutzen zu können, wird ein AVB-Switch benötigt, welcher ein Netzwerk um die beschriebene Erweiterung ergänzt. Genauer handelt es sich um einen AVB-Switch der Marke MOTU, welcher eine schnelle und einfache Verbindung mehrerer AVB-Geräte (oder auch andere Switches) durch fünf 1-Gigabit-AVB-Netzwerkanschlüsse erlaubt. Um eine Verbindung mit einem bereits bestehenden Netzwerk herzustellen, bietet der AVB-Switch einen weiteren Netzwerkanschluss. [24]



Abb. 41 – MOTU AVB-Switch



Abb. 42 – MOTU AVB-Switch Anschlüsse

6.1.4.4. Verkabelung Soundkarten

Damit die 24Ai, 24Ao und das Notebook Audiosignale miteinander austauschen können, werden zwei AVB-Switches benötigt. Einer befindet sich am Regiewagen und der Zweite wird im Schaltkasten montiert. Für die Verkabelung werden Netzwerkkabel verwendet. Die 24Ai und das Notebook werden mit dem AVB-Switch am Regiewagen und die 24Ao und der Mini-PC mit dem AVB-Switch im Schaltkasten verbunden. Mit letzterem wird auch eine Verbindung zum Schulnetzwerk hergestellt. Beide AVB-Switches werden ebenfalls miteinander verbunden.

Gründe für dieses Verkabelungssystem sind zum einen, dass so wenig Kabel wie möglich vom Regiewagen zum Schaltkasten führen und zum anderen, dass beide Soundkarten über das gesamte Schulnetzwerk ansteuerbar sind. Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit, einen WLAN-Router an einen der AVB-Switches anzuschließen und es zu ermöglichen, die Soundkarten sogar kabellos mit einem Smartphone, Tablet oder weiteren Notebooks anzusteuern.

Um ein Audiosignal zu den Lautsprechern zu übertragen, werden die Adern der Lautsprecherkabel in die Kabelklemmen der Phoenix-Stecker (siehe Seite 48 Überschrift „6.1.4.2.2 Phoenix-Anschlüsse“) eingeführt und festgeschraubt. Ein Lautsprecher benötigt drei Pole, einen Pluspol, einen Minuspol und einen Pol für die Erdung, um ein symmetrisches Signal zu übertragen (siehe Seite 38 Überschrift „6.1.1.2.2 Symmetrisch vs. Unsymmetrisch“). Die Stecker werden an der Soundkarte an die analogen Audioausgänge angesteckt.



Abb. 43 – An Soundkarte angeschlossene Lautsprecherkabel



Entscheidung:
Verbindung der Soundkarten mit zwei AVB-Switches und Ethernetkabel



Entscheidung:
Verbindung der Lautsprecher mit den Soundkarten durch Phoenix-Stecker

Die Phoenix-Anschlüsse der 24Ai werden als analoge Audioeingänge für die Mikrofone genutzt. Die Empfängereinheiten der vier mobilen Mikrofone und das Regiemikrofon werden an das Mischpult angeschlossen. Über den Stereoausgang des Mischpults wird das Audiosignal der Mikrofone weiter an die 24Ai gegeben. Hierbei werden XLR-Kabel verwendet, welche an einer Seite abgeschnitten, abisoliert und die Adern der Kabel in die Kabelklemmen der Phoenix-Stecker eingeführt und festgeschraubt werden. Diese Stecker werden anschließend in die dafür vorgesehenen analogen Audioeingänge der Soundkarte gesteckt. XLR-Kabel sind dreipolig und übermitteln symmetrische Signale. Da das Mischpult einen Stereoausgang (zwei symmetrische Kanäle) hat, wird ein sechspoliger Phoenix-Stecker benötigt, um das Mischpult mit der Soundkarte zu verbinden.

!
Entscheidung:
Verbindung der Mikrofone bzw. des Feedback-Destroyers mit den Soundkarten durch Phoenix-Stecker

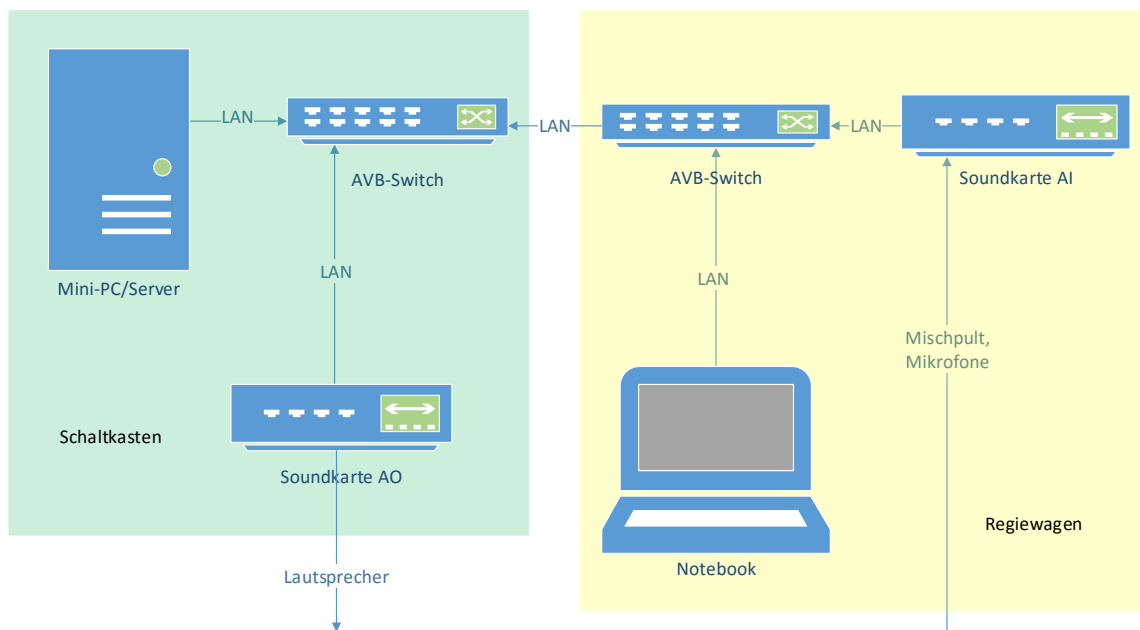


Abb. 44 – Verkabelung Soundkarten

6.1.4.4.1. Alternative Verkabelung Soundkarten

Alternativ kann man auch nur einen AVB-Switch verwenden, jedoch hat dies den Nachteil, dass mehrere Kabel vom Regiewagen zum Schaltkasten führen und somit leichter ein Durcheinander der Kabel entstehen kann bzw. viele Kabel frei auf dem Boden liegen.

Die Soundkarten könnten auch ohne AVB-Switches miteinander verbunden werden, allerdings fällt dann die Funktion, die Audioanlage über das Schulnetzwerk zu erreichen, weg. Diese Verkabelung könnte wie folgt aussehen: Das Notebook wird über USB mit der 24Ai verbunden, diese wiederum mit einem optischen Audiokabel mit der 24Ao. Eine weitere Möglichkeit wäre, anstelle des optischen Kabels, ein Netzkabel zu verwenden.

6.1.4.5. Verwendung Eingangssoundkarte MOTU 24Ai

Die 24Ai digitalisiert die analogen Audiosignale vom Mischpult und sendet die digitalisierten Signale über eine Netzwerkverbindung weiter zum Notebook. Durch das Digitalisieren können die Signale aufgezeichnet, gemischt und bearbeitet werden. Des Weiteren kann man die Moderatoren bei Präsentationen für Marketingzwecke und Werbevideos für die Onlinepräsenz der HTL Perg aufzeichnen. Es können auch weitere Audioquellen an die Soundkarte angeschlossen werden, um deren Audiodaten durch die Lautsprecheranlage wiederzugeben. Zusätzlich kann die 24Ai über ein Webinterface konfiguriert werden. So können z.B. Equalizereinstellungen gespeichert, Eingänge aktiviert und deaktiviert oder Soundeffekte für einzelne Kanäle angewendet werden.

6.1.4.6. Verwendung Ausgangssoundkarte MOTU 24Ao

Die 24Ao konvertiert die digitalen Audiosignale, welche vom Notebook an die Soundkarte gesendet werden, wieder in analoge Audiosignale, um diese mit den Lautsprechern ausgeben zu können. Über ein Webinterface können die Audioausgänge der Soundkarte aktiviert und deaktiviert werden. Durch dieses kann auch zugeordnet werden, welche Töne auf den jeweiligen Lautsprechern abgespielt werden sollen.

6.1.5. Mikrofone [Herndl]

6.1.5.1. Regiemikrofon

6.1.5.1.1. Allgemeine Beschreibung Regiemikrofon

Als Regiemikrofon kommt das DST99-S von AKG zum Einsatz. Es wird auf den Regietisch gestellt und mit einem XLR-Stecker an das Mischpult angeschlossen. Zum genauen Justieren der Mikrofonposition hat es einen Schwanenhals. Dieses Mikrofon wird vom Regisseur verwendet, um Durchsagen bei Veranstaltungen zu machen (z.B. beim Tag der offenen Tür: „Drohnenvorführung in 15 Minuten im Turnsaal“). Das DST99-S eignet sich gut für diesen Einsatz, da es ein Kondensatormikrofon mit Nierencharakteristik ist. Das bedeutet, dass man sehr nahe am Mikrofon und direkt von vorne hineinsprechen muss, damit dieses die Sprache wahrnimmt. Geräusche hinter dem Mikrofon werden nicht wahrgenommen.



Abb. 45 – AKG DST99-S

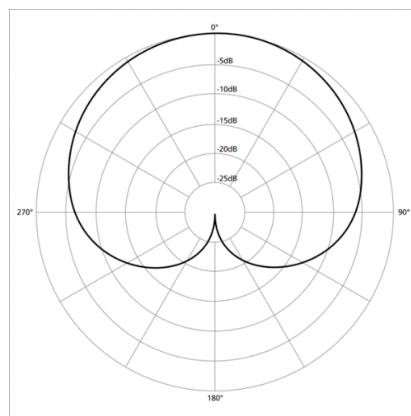


Abb. 46 – Darstellung Nierencharakteristik [25]

6.1.5.1.2. Nierencharakteristik

Bei der Nierencharakteristik nimmt das Mikrofon den Schall bevorzugt aus der Richtung, in die das Mikrofon zeigt, auf. Schall, der von hinten oder seitlich auf das Mikrofon kommt, wird ausgeblendet bzw. abgeschwächt. [25]

6.1.5.2. Vier mobile Mikrofone

6.1.5.2.1. Allgemeine Beschreibung vier mobile Mikrofone

Diese Mikrofone sollen für Sprecher auf der Bühne als mobiles Handmikrofon oder mit einem Mikrofonstandfuß verwendet werden. Genauer handelt es sich bei den Mikrofonen um zwei Sennheiser XSW-65 (Abb. 47) und zwei AKG SR45 (Abb. 49). Die Geräte von Sennheiser können auf einem sehr breiten Frequenzband funken, wodurch es möglich ist, mehrere Mikrofone gleichzeitig zu betreiben, ohne sich gegenseitig zu stören. Beide Mikrofone benötigen jeweils einen Funkempfänger, welche mittels XLR mit dem Mischpult verbunden werden.



Entscheidung:
Verbindung
der Mikrofone
mit dem
Mischpult
über XLR



Abb. 47 – Sennheiser XSW-65 Empfängerinheit und Handmikrofon



Abb. 48 – Sennheiser XSW-65 Empfängerinheit Anschlüsse



Abb. 49 – AKG SR45 Empfängerinheit und Funkmikrofon



Abb. 50 – AKG SR45 Empfängerinheit Anschlüsse

Bei diesen Mikrofonen handelt es sich um Kondensatormikrofone. Diese Technik hat den Vorteil, einen schönen und natürlichen Klang zu erzeugen. Außerdem ist diese Technik sehr rückkopplungssicher. [26]

6.1.5.2.2. Akustische Rückkopplung

Unter einer Rückkopplung versteht man einen störenden Nachhall in einem akustischen System, bei dem sich Lautsprecher und Mikrofon im gleichen Raum befinden. Die vom Mikrofon aufgenommenen Töne werden verstärkt und auf den Lautsprechern abgespielt. Dieser Schall trifft dann immer wieder auf das Mikrofon und wird verstärkt, sodass man am Ende nur noch ein störendes Pfeifgeräusch hört. [27]

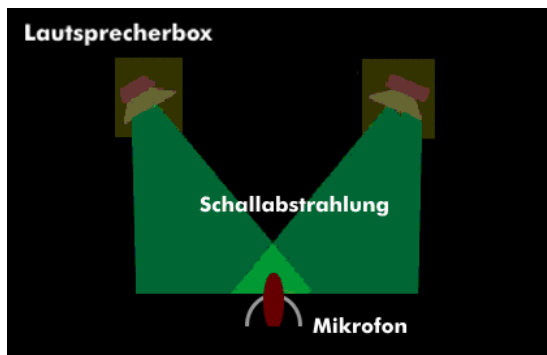


Abb. 51 – Akustische Rückkopplung [27]

6.2. Video

6.2.1. Hauptprojektor [Schiller]

6.2.1.1. Allgemeine Beschreibung Hauptprojektor

Der verwendete Projektor vom Typ „SU964“ der Marke BENQ basiert auf dem Projektionssystem DLP („Digital Light Processing“) und besitzt eine Auflösung von bis zu 1920 x 1200 Pixel bei 1,07 Milliarden Farben mit einem Kontrastverhältnis von 8300:1. [28] Dieses Verhältnis gibt an, um wie viel der hellste Punkt heller ist, als der dunkelste Punkt. In diesem Fall ist der hellste Punkt 8300-mal heller als der dunkelste. Umso höher die Differenz dieser Werte ist, desto schärfer und satter wird das Bild dargestellt. [29]



Abb. 52 – BENQ SU964 [28]

6.2.1.1.1. DLP – Digital Light Processing

Bei „Digital Light Processing“ handelt es sich um eine von der Firma Texas Instruments entwickelte Projektionstechnik, welche das Licht über kleinste quadratische Mikrospiegel auf die Leinwand reflektiert. Diese Mikrospiegel befinden sich auf einem „Digital Micromirror Device“, kurz DMD, und projizieren jeweils einen einzelnen Bildpunkt. DLP-Projektoren werden je nach Einsatzgebiet in Ein-, Zwei-, oder Drei-Chip-Bauweise unterteilt. Bei dem hier verwendeten Projektor handelt es sich um ein Ein-Chip-System. Hierbei wird das farbige Licht über ein Farbrad, welches aus drei Filtern für die Primärfarben Rot, Grün und Blau besteht und sich im Lichtstrahl mit einer Umdrehungsgeschwindigkeit von 3600 Umdrehungen pro Minute bewegt, erzeugt. Um eine bestimmte Farbe auf die Leinwand zu projizieren, wird der Spiegel dieser Farbe im gleichen Moment, in dem der Lichtstrahl das Farbrad passiert, geneigt. Das heißt, die Farbdarstellung erfolgt sequentiell, also nacheinander. [30]

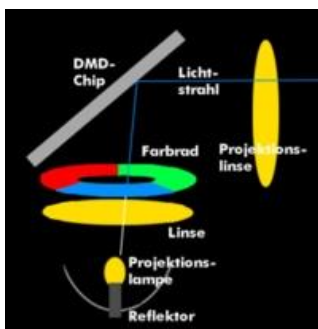


Abb. 53 – Ein-Chip-Bauweise bei DLP-Technik [30]

6.2.1.2. Konnektivität Hauptprojektor

Der Hauptprojektor verfügt über folgende Anschlussmöglichkeiten:

Schnittstelle	Bezeichnung in Abb. 54	Anzahl
VGA-Eingang	Computer 1	1
VGA-Ausgang	Monitor out	1
HDMI-Eingang	HDMI-1 & HDMI-2	2
Analoger Audioeingang	Audio-In	1
Analoger Audioausgang	Audio-Out	1
Komponenten- und RGB-Videoeingang	Computer 2	1 (5x BNC)
Composite-Videoeingang	Video	1
Netzwerkanschluss	LAN HDBaseT	1
USB (Typ Mini-B)	Mini-B	1
12V Trigger	DC-12V	1
RS-232 Kontrollanschluss	RS-232	1

Tabelle 3 – Anschlussmöglichkeiten des Hauptprojektors



Abb. 54 – Hauptprojektor Anschlüsse [28]

6.2.1.2.1. VGA-Eingang und -Ausgang

Bei VGA („Video Graphics Array“) handelte es sich ursprünglich um einen Grafikkarten-Standard, bei dessen Einführung auch ein Anschluss für Monitore vorgesehen war. Die Übertragung erfolgt mit analogen Signalen auf fünf Leitungen, mit jeweils einer Leitung für die Grundfarben (RGB) und zwei für die horizontale und vertikale Synchronisation. Eine graphische Veranschaulichung des Anschlusses und dessen Belegung ist in Abb. 55 zu sehen. Die stufenlos regelbare analoge Spannung auf den Signalleitungen bestimmt die Intensität und damit die Anzahl der Farben, daher begrenzt die Leitungslänge auch die maximale Auflösung. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass bei langen Kabel oder Anschlüssen und Kabel von geringer Qualität analoge Signale geschwächt werden und somit die Bildqualität darunter leidet. [31]

Der VGA-Eingang kann genutzt werden, um Videosignale vom Mini-PC zu erhalten und diese darzustellen. Mit dem VGA-Ausgang kann ein weiterer Projektor oder Bildschirm angeschlossen werden, um auf diesem ein exakt identisches Bild anzuzeigen. Da HDMI jedoch eine höhere Qualität des dargestellten Inhalts gewährleistet, wird VGA beim Hauptprojektor nicht verwendet.

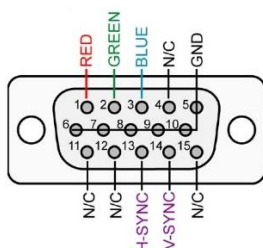


Abb. 55 – VGA-Anschluss Pinbelegung [32]

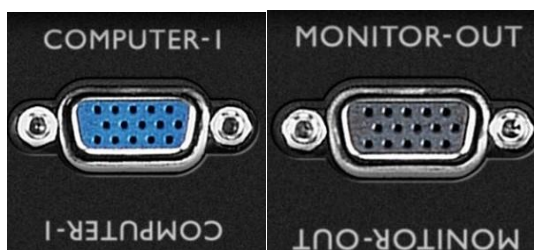


Abb. 56 – VGA-Eingang (links) und Ausgang (rechts) [28]

6.2.1.2.2. HDMI

Da es sich beim „High Definition Multimedia Interface“ (kurz HDMI) um ein digitales Übertragungsmedium für Video- und Audiosignale handelt, verhindert dieses Verluste und Störungen des Signals, wie es bei der Digital-Analog-Wandlung anderer Anschlüsse vorkommt. Ab der derzeit neuesten Version 2.0 der HDMI-Spezifikation ist es möglich, Inhalte mit einer Auflösung von bis zu 4K (4096 x 2160 Pixel) bei einer maximalen Bildwiederholrate von 60 Hz (Bilder pro Sekunde) darzustellen. [33] Beim HDMI-Eingang des Hauptprojektors handelt es sich um einen HDMI-Stecker vom Typ A (siehe Abb. 57) und wird verwendet, um vom Mini-PC gesendete Videosignale zu erhalten, um diese ausgeben zu können.

6.2.1.2.2.1. HDMI-Steckertypen

Bei HDMI wird zwischen verschiedene Steckertypen unterschieden. Diese unterscheiden sich lediglich von der Größe, den Einsatzgebieten und gegebenenfalls von der Anzahl der Pins und deren Belegung. Der Typ B wurde in der Praxis nie eingesetzt. Typ E wird lediglich in der Automotive-Technik verwendet und ist mit einer Verriegelung ausgestattet, damit er sich bei Vibrationen und Erschütterungen nicht aus der Steckvorrichtung löst. [34]





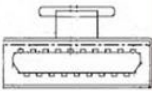
Typ	Typ A	Typ B	Typ C	Typ D	Typ E
Stecker	 Abb. 57 – HDMI Typ A [35]	 Abb. 58 – HDMI Typ B [36]	 Abb. 59 – HDMI Typ C [35]	 Abb. 60 – HDMI Typ D [35]	 Abb. 61 – HDMI Typ E [36]
Anzahl der Pins	19	29	19	19	Nicht bekannt
Größe (in mm)	13,9 x 4,5	21,2 x 4,5	10,4 x 2,5	6,4 x 2,8	Nicht bekannt
Einsatzgebiet	Notebooks, Computer, Grafikkarten, Fernseher, Spielkonsolen, etc.	In der Praxis nicht eingesetzt	Grafikkarten, Notebooks, Tablets, Kameras, etc.	Smartphones, Tablets, Kompakt- kameras, weitere Mobilgeräte	Automotive- Technik

Tabelle 4 – HDMI-Steckertypen [34]

6.2.1.2.2. HDMI-Verstärker

Im Regelfall treten bei HDMI-Kabel mit einer Länge von bis zu zehn Meter keine Qualitätsverluste auf. Sollte ein solches Kabel länger als die besagten zehn Meter sein, kann es zu einem Totalausfall kommen. Für längere Verbindungen werden HDMI-Repeater, zu Deutsch HDMI-Verstärker, benötigt. Diese benötigen in der Regel keine separate Stromquelle. Ein HDMI-Verstärker verbindet zwei HDMI-Kabel miteinander und verstärkt dabei das Signal, sodass dieses beim Signalempfänger verlustfrei ankommt. Die verwendeten Kabel sollten jedoch trotzdem nicht länger als jeweils zehn Meter sein. Wenn man mehrere HDMI-Verstärker und HDMI-Kabel kombiniert, kann eine maximale Reichweite von bis zu 40 Meter erreicht werden. [37] Sollte es beim Hauptprojektor zu einem Totalausfall kommen, könnte dies womöglich an der Länge des verwendeten HDMI-Kabels liegen. Um dem entgegenzuwirken, werden zwei HDMI-Kabel zwischen fünf und sieben Meter Länge und ein HDMI-Verstärker benötigt. Die HDMI-Kabel werden mittels dem Verstärker verlängert und am Mini-PC bzw. DisplayPort-Hub und am Hauptprojektor angeschlossen.



Abb. 62 – HDMI-Verstärker [37]

6.2.1.2.1. Analoger Audioeingang und -ausgang

Mittels der zwei vorhandenen 3,5mm Klinkenbuchsen (siehe Abb. 63) können analoge Audiosignale von externen Quellen eingespielt oder an eine dezidierte Audioanlage ausgegeben werden. Die eingehenden Audiosignale werden über den integrierten 10 Watt Lautsprecher ausgegeben.



Abb. 63 – Analoger Audioeingang und -ausgang [28]

6.2.1.2.2. Composite, Komponenten und RGB Video

Bei einem Composite-Eingang handelt es sich um einen, für die Bildübertragung zuständigen, meist gelben Chinch-Stecker. Hierbei werden alle Bildsignale über einen einzigen Leiter übertragen, daher ist dieser Anschluss anderen Videoanschlüssen, wie z.B. HDMI oder DisplayPort, in Bezug auf die Bildqualität unterlegen. [38]

Komponenten-Eingänge bestehen aus drei Chinch-Anschlüssen in den Farben rot, blau und grün. Bei dieser Technik wird das Videosignal über drei Leitungen übertragen und in Helligkeit (Y), Blaudifferenz (Pb) und Rotdifferenz (Pr) aufgeteilt. Unter Blaudifferenz versteht man die Abweichung von Blau zu Grau und unter Rotdifferenz die Abweichung von Rot zu Grau. Wenn die Beschriftung „YPbPr“ vorhanden ist, handelt es sich um ein analoges, bei „YCbCr“ jedoch um ein digitales Signal. [39] Im Falle des Hauptprojektors jedoch werden anstelle von Chinch-Anschlüssen fünf BNC-Anschlüsse (siehe Seite 49 Überschrift „6.1.4.2.3 BNC-Anschlüsse, Koaxialkabel und Wordclock“) verwendet. Die Anschlüsse mit den Beschriftungen R/Pr/Cr, B/Pb/Cb und G/Y dienen als Komponenten-Eingang. Alle fünf Anschlüsse in Kombination werden für RGB-Video verwendet. Diese Technik ist ident mit der von VGA, daher ist die Anschluss- bzw. Pinbelegung ebenfalls dieselbe. Somit steht die Beschriftung H für horizontale, V für vertikale Synchronisation und R, G und B für die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau.

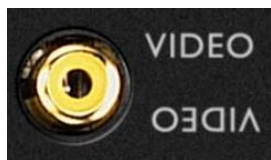


Abb. 64 – Composite Video [28]



Abb. 65 – Komponenten und RGB Video [28]

6.2.1.2.3. Netzwerk, 12 Volt Trigger, USB Mini-B und RS-232 Kontrollanschluss

Über den Netzwerkanschluss kann ein zusätzliches Gerät namens „HDBaseT Wechselmatrix“ angeschlossen werden. Mit diesem können mehrere Quellen, z.B. Video- oder Kontrollquellen, verbunden und über ein Ethernet-Kabel auf eine Distanz von bis zu 100 Metern zum Projektor übertragen werden. Des Weiteren kann man den Projektor über ein Webinterface konfigurieren. Dieselben Konfigurationen können auch mit der mitgelieferten Fernbedienung durchgeführt werden. [40]

Durch das Anschließen eines Gerätes mit einem 12 Volt Gleichstrom Anschlusses an den 12 Volt Trigger, kann dieses automatisch mit dem Einschalten des Hauptprojektors ebenfalls eingeschaltet werden. In den Einstellungen können spezifischere Konfigurationen diesbezüglich vollzogen werden. [41]

Wenn man den Projektor mittels USB mit einem PC verbindet, so kann man mit den Links-und Rechts-Tasten der Fernbedienung des Projektors eine Präsentationssoftware auf dem Computer steuern. Die beiden Tasten entsprechen jeweils den üblichen Maustasten. [42]

Dank des RS-232 Kontrollanschlusses können die Firmware des Projektors aktualisiert oder spezielle Einstellungen mittels Konsolenterminals vorgenommen werden. Da die meisten Hersteller jedoch keine Software hierfür bereitstellen, kann der Endverbraucher nichts mit diesem Anschluss anfangen. [42]



Abb. 66 – LAN-Anschluss [28]



Abb. 67 – 12 Volt Gleichstrom Trigger [28]



Abb. 68 – USB Typ Mini-B [28]



Abb. 69 – RS-232 Kontrollanschluss [28]

6.2.1.2.4. Kabelplan (Video) Hauptprojektor

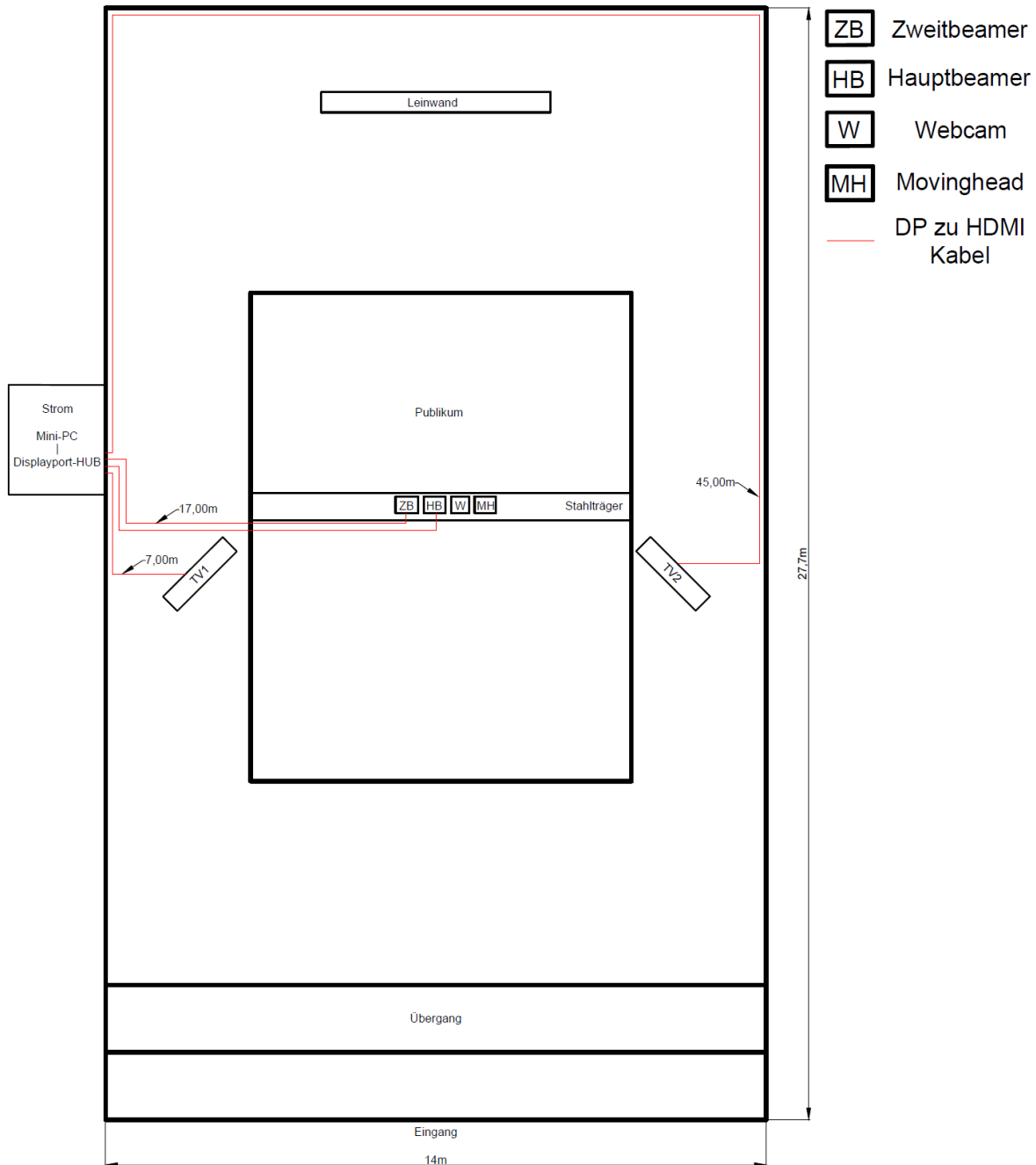


Abb. 70 – Videokabelplan

Das HDMI-Kabel zum Hauptprojektor verläuft über den Stahlträger und der Decke der Aula zum Schaltkasten, wo es mit einem DisplayPort zu HDMI Adapter verbunden wird. Dieser wiederum ist mit einem DisplayPort-Hub verbunden, welcher an einem der DisplayPort-Anschlüsse des Mini-PCs angeschlossen ist.

Da es bei dieser Verkabelung zu einem Problem, durch die eingeschränkte Länge von HDMI-Kabeln, kommen könnte, wird auch der Hauptprojektor, ähnlich wie bei den Fernsehern, mittels einem HDMI-Empfänger angesteuert.

!
Entscheidung:
 Verkabelung des Hauptprojektors durch Wireless-HDMI

6.2.1.2.1. Kabelplan (Strom) Hauptprojektor

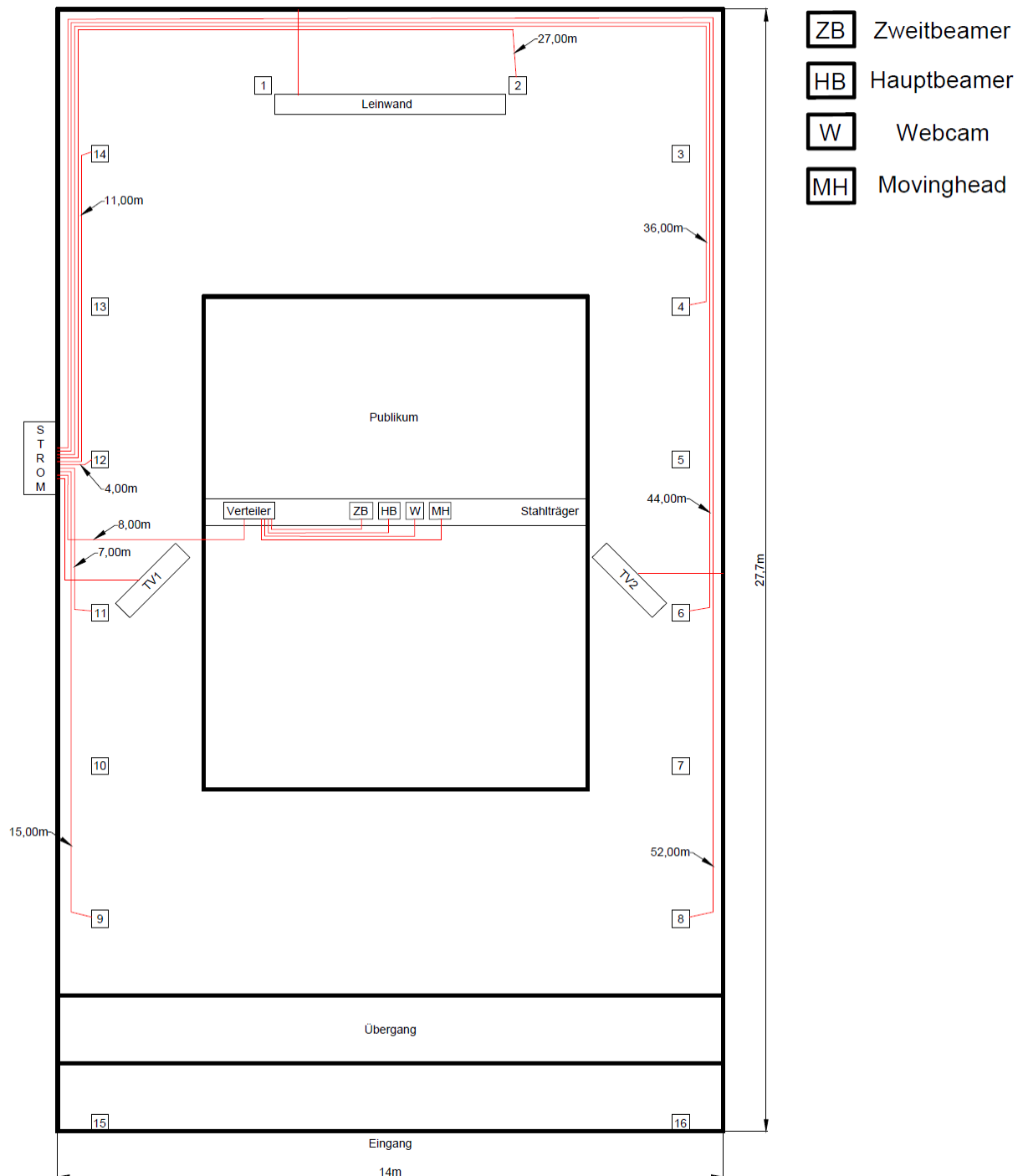


Abb. 71 – Stromkabelplan

Vom Schaltkasten ausgehend verläuft ein Stromkabel entlang der Decke der Aula, weiter auf den Stahlträger zu einem Stromverteiler. Über diesen wird der Hauptprojektor mit der Stromquelle verbunden und mit Strom versorgt.

6.2.1.3. Verwendung Hauptprojektor

Der Hauptprojektor ist eines der wichtigsten Darstellungsgeräte, um Präsentationen vorzuführen. Er wird gemeinsam mit einer elektronischen Leinwand genutzt, um PowerPoint-Präsentationen, Filme, Programmcode, Live-Demonstrationen und weitere grafische Inhalte darzustellen. Unterstützt wird er durch einen zweiten Projektor, welcher weitere Teile der Präsentation parallel zur Hauptpräsentation auf einer zweiten Leinwand anzeigt. Ein solches Szenario bei Projektabschlusspräsentationen könnte wie folgt aussehen: Auf dem Hauptprojektor wird eine PowerPoint-Präsentation abgespielt, während der Zweitprojektor eine Live-Demonstration, des im Zuge des Projektes oder der Diplomarbeit erstellten Programmes, zeigt.

6.2.2. Zweitprojektor [Schiller]

6.2.2.1. Allgemeine Beschreibung Zweitprojektor

Der hier verwendete Projektor ist der „LC-XG400 von der Marke Eiki und verfügt über eine Auflösung von bis zu 1024 x 768 Pixel bei einem Kontrastverhältnis von 1000:1. [43] Er wurde bereits vor der Implementierung der Multimediaanlage als Hauptprojektor für Präsentationen genutzt. Nun wurde er durch einen Benq SU964 ersetzt und wird als Zweitprojektor zur Unterstützung von Präsentationen genutzt.

6.2.2.2. Konnektivität Zweitprojektor

Schnittstelle	Bezeichnung in Abb. 72	Anzahl
VGA-Eingang	Analog	1
VGA-Ausgang	Analog Out	1
DVI-Eingang	Digital (DVI-D)	1
Analoger Audioeingang (Klinke)	Audio 1 & Audio 2	2
Analoger Audioeingang (Chinch)	Audio 3	1
Analoger Audioausgang (Klinke)	Audio Out	1
Komponenten- und RGB-Videoeingang	Input 2	1 (5x BNC)
Composite-Videoeingang	Video	1
S-Videoeingang	S-Video	1
USB (Typ B)	USB	1
Mini-DIN 8-polig	Control Port	1

Tabelle 5 – Anschlussmöglichkeiten des Zweitprojektors



Abb. 72 – Zweitprojektor Anschlüsse

6.2.2.2.1. VGA-Eingang und -Ausgang und DVI-Eingang

Der VGA-Eingang des Zweitprojektors wird für eingehende analoge Videosignale vom Mini-PC verwendet. Diese werden auf der Leinwand dargestellt. Es sind, wie beim Hauptprojektor, zwei VGA-Anschlüsse vorhanden. Einer von beiden wird, wie zuvor beschrieben, für eingehende analoge

Videosignale genutzt und der andere für die Weitergabe dieser Signale an weitere Darstellungsgeräte mit einem VGA-Eingang. Eine detaillierte Beschreibung zu VGA ist auf Seite 58 unter der Überschrift „6.2.1.2.1 VGA-Eingang und -Ausgang“ zu finden.



Abb. 73 – VGA-Eingang (links) & VGA-Ausgang (rechts)

Der DVI-Eingang kann ebenfalls als Videoeingang genutzt werden, allerdings handelt es sich hier, im Gegensatz zu VGA, um einen digitalen Anschluss, daher werden auch digitale Signale übertragen.



Abb. 74 – DVI-Eingang

6.2.2.2.2. Analoge Audioeingänge und -ausgänge

Die analogen Audioanschlüsse des Zweitprojektors können, wie die des Hauptprojektors, als Audioeingang bzw. -ausgang dienen. Eine detaillierte Beschreibung hierzu ist auf Seite 60 unter der Überschrift „6.2.1.2.1 Analoges Audioeingang und -ausgang“ zu finden.



Abb. 75 – Analoge Audioeingänge und -ausgänge

6.2.2.2.3. Komponenten-/RGB-, Composite- und S-Video

Die Komponenten-, Composite- und S-Video-Eingänge können zum Erhalten von Videosignalen verwendet werden, um diese darzustellen. Eine detaillierte Beschreibung zu Komponenten-, RGB- und Composite-Video ist auf Seite 61 unter der Überschrift „6.2.1.2.2 Composite, Komponenten und RGB Video“ zu finden.

S-Video (Separate Video) überträgt die Helligkeit und Farbe getrennt auf einzelnen Leitern. Daher kann es auch zu gegenseitiger Beeinflussung der übertragenen Signale kommen und die maximale Kabellänge sollte nicht mehr als 10 Meter betragen, da es zu Laufzeitunterschieden zwischen Helligkeit und Farbe kommen kann. [44]



Abb. 76 – Komponenten-/RGB-Video (kombiniert)



Abb. 77 – Composite- (oben) & S-Video (unten)

6.2.2.2.4. Mini-DIN-Kontrollanschluss und USB Typ B

Der achtpolige Mini-DIN Kontrollanschluss hat dieselbe Funktion wie der RS-232 des Hauptprojektors und der USB Typ B dieselbe wie der USB Typ Mini-B. Eine Beschreibung zu diesen beiden Anschlüssen ist auf Seite 61 unter der Überschrift „6.2.1.2.3 Netzwerk, 12 Volt Trigger, USB Mini-B und RS-232 Kontrollanschluss“ zu finden.



Abb. 78 – Mini-DIN-Kontrollanschluss



Abb. 79 – USB Typ B

6.2.2.2.5. Kabelplan (Video) Zweitprojektor

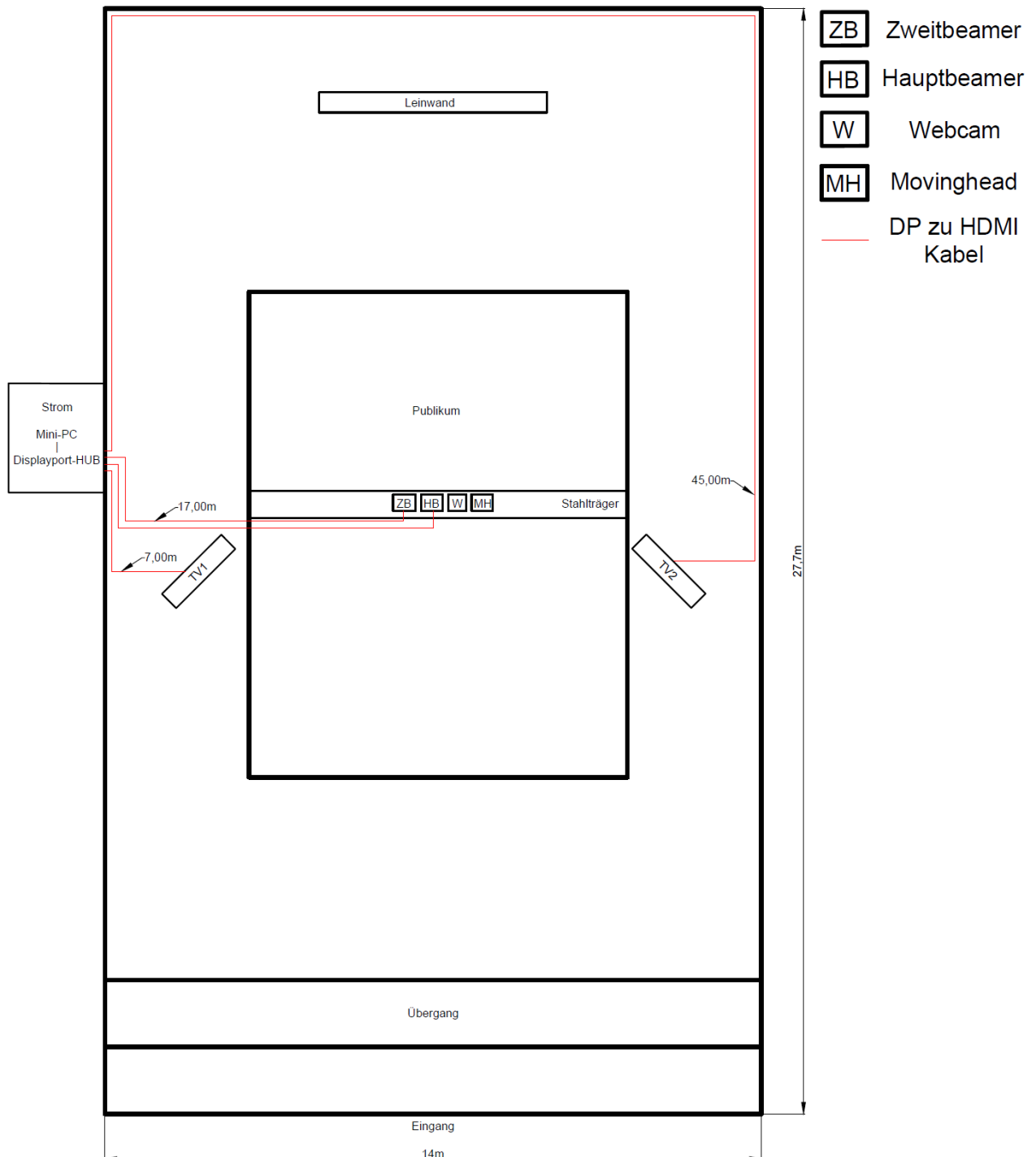


Abb. 80 – Videokabelplan

Vom Schaltkasten ausgehend wird ein VGA-Kabel auf dem Boden verlegt und mit Klebeband befestigt, um Stolpern zu verhindern. Das VGA-Kabel wird an den DisplayPort-Hub, welcher mit dem Mini-PC verbunden ist, durch einen DisplayPort zu VGA Adapter angeschlossen. Das andere Ende wird an den VGA-Eingang des Zweitprojektors angesteckt.

!
Entscheidung:
Verkabelung des Zweitprojektors durch VGA

6.2.2.2.6. Kabelplan (Strom) Zweitprojektor

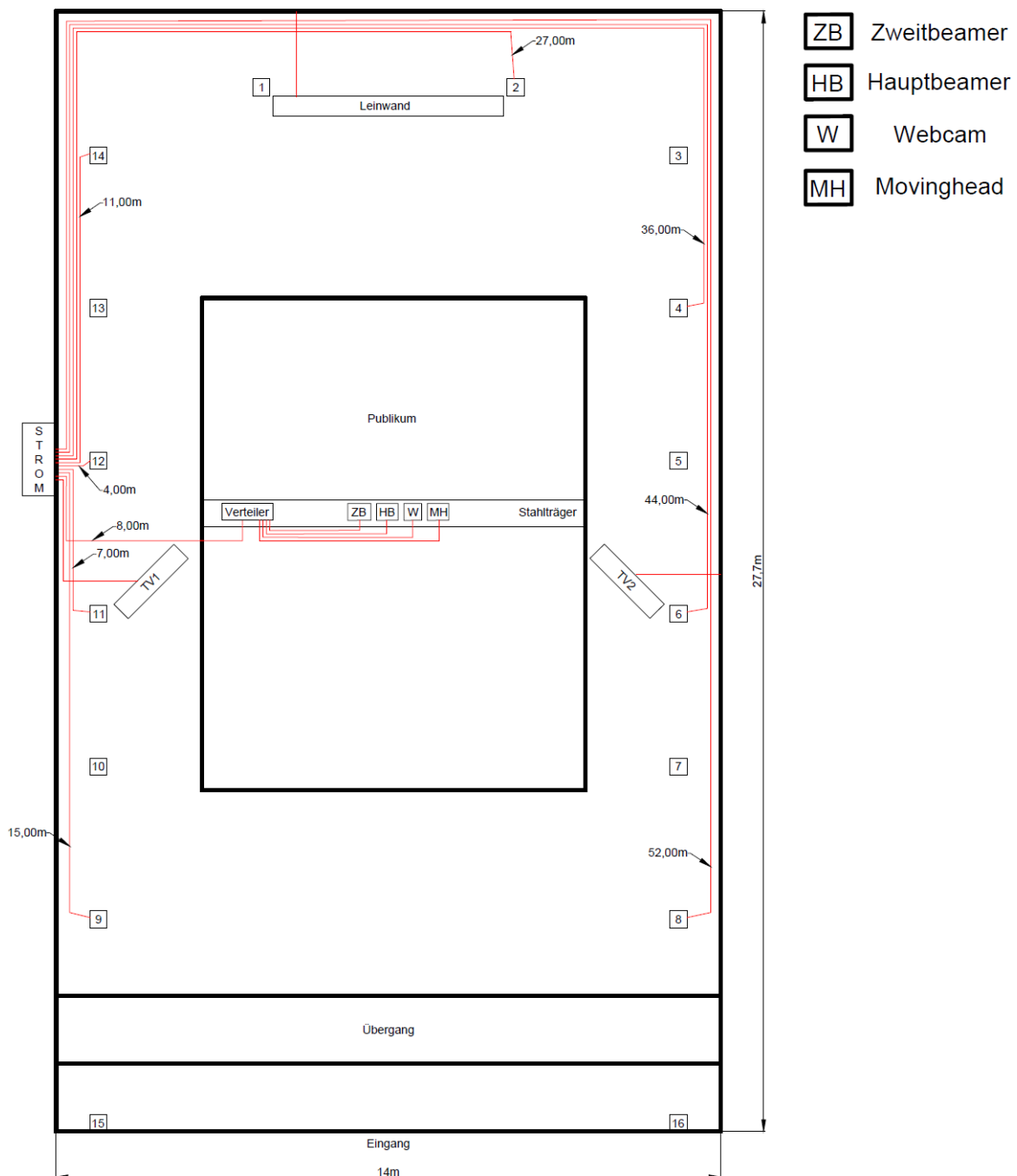


Abb. 81 – Stromkabelplan

Die Stromverkabelung vom Zweitprojektor ist der des Hauptprojektors ident.

6.2.2.3. Verwendung Zweitprojektor

Der Zweitprojektor wird zur Unterstützung von Präsentationen und Vorträgen durch zusätzlicher Veranschaulichung von diversen Präsentationsteilen, ohne die Hauptpräsentation unterbrechen zu müssen, herangezogen. Diese Präsentationsteile können eine Live-Demonstration eines Programmes, Programmcode, Videos oder eine zweite PowerPoint-Präsentation sein.

6.2.3. Zwei mobile TVs [Schiller]

6.2.3.1. Allgemeine Beschreibung zwei mobile TVs

Die Fernseher vom Typ „KDL-75W855C“ der Marke Sony hat eine Bildschirmdiagonale von 75 Zoll mit einer Auflösung von 1920 x 1080 Pixel (FullHD) und verfügt über zwei integrierte Lautsprecher mit je 10 Watt Ausgangsleistung, eine aktive 3D-Funktion und das Betriebssystem Android TV in der Version 5.0.

6.2.3.1.1. 3D-Darstellung

Ein räumlicher Seheindruck entsteht, wenn beide Augen ein leicht versetztes Bild sehen. Anhand der Unterschiede berechnet das Gehirn die Tiefe. Dies machen sich 3D-Fernsehgeräte zunutze, indem der Bildschirm beiden Augen ein unterschiedliches Bild zu sehen gibt. Im Idealfall bekommen beide Augen nichts von dem mit, was das jeweils andere Auge wahrnimmt. Prinzipiell wird bei 3D-Darstellungen zwischen aktivem und passivem 3D unterschieden.

6.2.3.1.1.1. Aktives 3D

Bei aktivem 3D werden batteriebetriebene Shutter-Brillen genutzt, welche abwechselnd die Brillengläser so stark abdunkeln, sodass zu jedem Zeitpunkt immer nur ein Auge Sicht auf den Bildschirm hat, welcher synchron dazu den passenden Inhalt darstellt. Somit nehmen beide Augen, das für sie jeweils vorgesehene Bild wahr (siehe Abb. 82). Da jedes Auge mindestens 60 Bilder pro Sekunde erhalten soll, um ein verzögerungsfreies Bild wahrzunehmen, muss der Bildschirm über ein ausreichend schnelles Panel mit mindestens 120 Bilder pro Sekunde verfügen. Diese 3D-Technik wird bei Plasma-, LCD- und LED-LCD-Fernsehern sowie Projektoren verwendet. [45]

Vorteile

Vorteile dieser Technologie sind die hohe Blickwinkelstabilität und die Darstellung der Bildquelle in voller Auflösung. Somit bietet dieses Verfahren ein klares und scharfes Bild. [45]

Nachteile

Ein Nachteil dieser Technologie ist, dass das Gesamtbild durch die Verdunkelung der Brille etwas dunkler wird, was bei modernen LCD- und LED-LCD-Bildschirmen nicht wirklich ein Problem darstellt, bei Plasmabildschirmen oder Projektoren jedoch schon. Des Weiteren sind die benötigten Brillen für aktives 3D, im Gegensatz zu passiven 3D-Brillen, relativ wuchtig und immer noch teuer. [45]

6.2.3.1.1.2. *Passives 3D*

Die passive 3D-Technologie kommt auch in Kinos zum Einsatz und benötigt Brillen mit integrierten Polfiltern. Durch einen speziellen Filter auf dem Bildschirm wird jede Zeile abwechselnd in eine andere Polarisation gebracht. Diese Filter werden auch in der Brille verwendet, damit das eine Auge alle geraden und das andere alle ungeraden Zeilen wahrnimmt (siehe Abb. 83). Angewendet wird diese Technologie derzeit bei LCD- und LED-LCD-Bildschirmen. [45]

Vorteile

Vorteile dieser Technik, im Gegensatz zur aktiven 3D-Technologie, sind die wesentlich günstigeren, komfortableren Polfilterbrillen und das deutlich hellere Gesamtbild. [45]

Nachteile

Da jedes Auge nur die Hälfte der Zeilen des Bildes wahrnimmt, halbiert sich die Gesamtauflösung für jedes Auge. Dadurch können unscharfe Diagonalen auf dem Bild entstehen und bei großen Bildschirmen oder geringem Betrachtungsabstand sind die schwarzen Zwischenzeilen deutlich erkennbar. Ein weiterer Nachteil ist die niedrige Blickwinkelstabilität, daher muss man einen so niedrig wie möglichen Betrachtungswinkel einhalten, um einen klaren 3D-Effekt wahrzunehmen. [45]

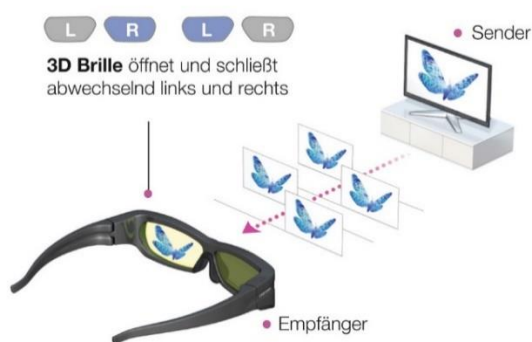


Abb. 82 – Aktives 3D mit Shutter-Brillen [46]

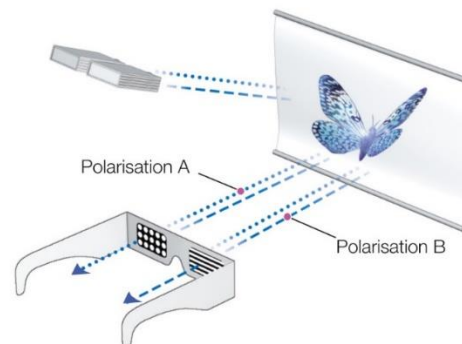


Abb. 83 – Passives 3D mit Polfilterbrille [46]

6.2.3.1.2. *Android TV*

Android TV ist ein von Google Inc. entwickeltes Betriebssystem für Fernsehgeräte. Über den PlayStore, welcher bei Android TV vorinstalliert ist, kann man Apps und Spiele auf dem Gerät installieren und diese mit verschiedenen Controllern und Fernbedienungen z.B. mit einem PlayStation 4 Controller, einer Amazon FireTV Fernbedienung oder mithilfe von speziellen Apps mit einem Smartphone ausführen. Eine weitere Möglichkeit durch das Betriebssystem zu navigieren ist eine innovative Sprachsteuerungssoftware, durch die man mit einfachen Befehlen, wie „Suche nach Batman“ schnelle Suchen nach Filmen und Interaktionen mit Apps ausführen kann. Des Weiteren kann man von einem Computer, Tablet oder Smartphone mit der Cast Funktion, welche in bestimmten Apps und Webseiten wie z.B. YouTube integriert ist, den Bildschirminhalt direkt auf den Fernseher übertragen.

6.2.3.2. Konnektivität zwei Mobile TVs

Die Fernseher verfügen über folgende Anschlussmöglichkeiten:

Schnittstelle	Bezeichnung auf dem Gerät	Anzahl
HDMI-Eingang	HDMI-In 1 (MHL), 2, 3 & 4 (ARC)	4
Composite-Videoeingang	AV 2	1
Komponenten-Videoeingang	Component In	1
HF-Eingang	-	1
SCART-Eingang	AV 1	1
Netzwerkanschluss	LAN	1
USB-Eingang	USB & USB HDD REC	3
Analoger Audioausgang	Audio Out	1
Digitaler Audioausgang	Digital Audio Out	1

Tabelle 6 – Anschlussmöglichkeiten der Fernseher

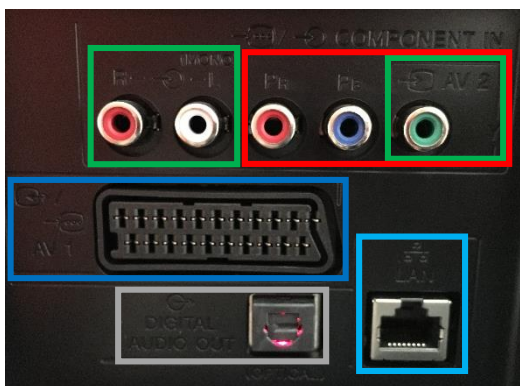


Abb. 84 – **Komponenten** (rot) & **Composite + Ton** (grün) Video, **SCART** (blau), **Dig. Audioausg.** (grau), **LAN** (hellblau)

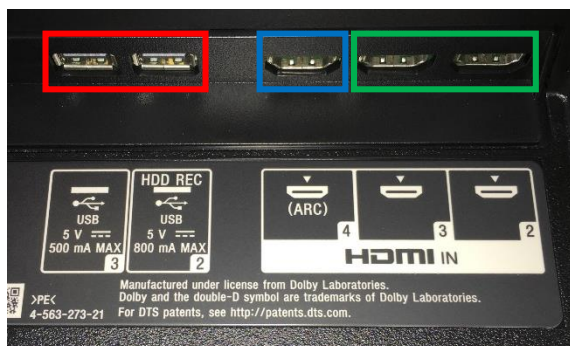


Abb. 85 – **USB** (rot), **HDMI ARC** (blau), **HDMI** (grün)

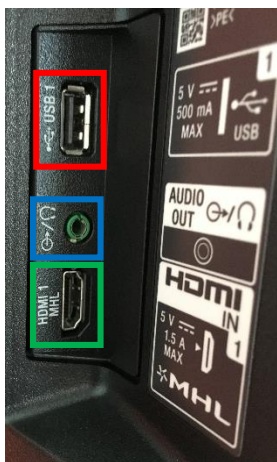


Abb. 86 – **USB** (rot), **Analoger Audioausgang** (blau), **HDMI MHL** (grün)



Abb. 87 – **HF/Koaxial-Eingang** (rot)

6.2.3.2.1. HDMI

Die HDMI-Eingänge der Fernseher werden verwendet, um Videosignale vom Mini-PC zu erhalten und diese darzustellen. Dank des Audio-Rückkanals (Audio Return Channel, kurz ARC) des HDMI-Eingangs 4 ist es möglich, den Ton der Fernsehgeräte ohne zusätzliche Kabel an den Mini-PC weiter zu reichen. [33] Dieser gibt die Audiosignale über das Schulnetzwerk weiter an die Soundkarten und diese wiederum weiter an die Lautsprecher. Diese Funktion wird benötigt, wenn die Fernseher von einem anderen Gerät als dem Mini-PC ein Video- und Tonsignal erhalten und der Ton auf den Lautsprechern ausgegeben werden soll. Der HDMI-Eingang 1 verfügt auch über MHL („Mobile High Definition Link“). Durch MHL können Ton und Bild eines Smartphones auf einem externen Bildschirm abgespielt werden. Ein MHL-Kabel hat auf der Smartphone-Seite einen Micro-USB-Stecker und auf der Bildschirmseite einen HDMI-Stecker. [47] Eine detaillierte Beschreibung zu HDMI ist auf Seite 59 unter der Überschrift „6.2.1.2.2 HDMI“ zu finden.



Abb. 88 – HDMI Eingang 1 mit MHL Funktion



Abb. 89 – HDMI Eingänge 2-4, Eingang 4 mit ARC-Funktion

6.2.3.2.2. Composite und Komponenten Video

Der Composite Video Anschluss dient als Videoeingang und besteht aus einem grünen und zwei zusätzlichen Chinch-Anschlüssen in den Farben Rot und Weiß. Der grüne Anschluss dient zur Übertragung von Videosignalen, der rote und weiße in Kombination liefern ein Stereoaudiosignal oder einzeln genutzt ein Monoaudiosignal. Der Chinch-Anschluss für Videosignale ist, im Gegensatz zu anderen meist gelben Composite Video Anschlüssen, grün, da er gleichzeitig als jener Teil von Komponenten Video fungiert, welcher die Helligkeit überträgt.

Eine detaillierte Beschreibung zu Composite und Komponenten Video ist auf Seite 61 unter der Überschrift „6.2.1.2.2 Composite, Komponenten und RGB Video“ zu finden. Für die Verwendung von Komponenten Video besitzen die Fernseher, im Gegensatz zum Hauptprojektor, lediglich drei Chinch-Anschlüsse (Pr, Pb und Y). Aufgrund der Beschriftungen kann man erkennen, dass es hier um eine analoge Schnittstelle handelt.



Abb. 90 – Composite-Video inkl. Stereoton-Anschlüssen



Abb. 91 – Komponenten Video

6.2.3.2.3. HF/Koaxial und SCART

Ein HF-Einfang wird für das Einspeisen von Radio- oder Fernsehsignalen benötigt, wobei HF für Hochfrequenz steht. Über ein Antennenkabel (siehe Abb. 92), oder auch Koaxialkabel genannt, bestehend aus zwei Leitern werden analoge Bild- und Tonsignale übertragen. [38] Eine detailliertere Beschreibung zu Koaxialkabel ist auf Seite 49 unter der Überschrift „6.1.4.2.3 BNC-Anschlüsse, Koaxialkabel und Wordclock“ zu finden.

SCART ist ein weit verbreiteter analoger Anschluss (siehe Abb. 93), über dessen Leitungen Bild-, Ton- und Steuerungssignale übertragen werden können. Er kommt hauptsächlich bei Fernsehgeräten, Videorecorder sowie bei DVD-Spielern und -Recorder zum Einsatz. Da SCART lediglich die Bezeichnung für den Steckertyp ist, lassen sich auch S-Video- und RGB-Signale übertragen. Diese Signale sind deutlich besser als die von Composite Video, da bei RGB die drei Primärfarben Rot, Grün und Blau jeweils über eine Leitung übertragen werden. Die Technik bei S-Video ist vergleichbar mit der von Komponenten Video, da Helligkeit- und Farbinformationen jeweils über eigene Leitungen übertragen werden. [38]



Abb. 92 – HF- bzw. Koaxialanschluss



Abb. 93 – SCART-Anschluss



Abb. 94 – S-Video Anschluss

6.2.3.2.4. Netzwerk

Um die Fernseher mit einem Netzwerk zu verbinden, ist sowohl WLAN als auch ein herkömmlicher Netzwerkanschluss integriert. Dadurch kann man Software-Updates für die Geräte herunterladen und diese anschließend installieren, aber auch mit dem vorinstallierten Webbrowser Opera Internetseiten aufrufen. Des Weiteren können über YouTube oder Netflix Online-Videos, Filme oder Serien angesehen werden. Da es durch Android TV möglich ist HTTPS-Streams zu empfangen, kann man das von der Kamera aufgezeichnete Videomaterial direkt auf die Fernseher übertragen.

6.2.3.2.5. USB

Da die Fernseher über drei USB-Anschlüsse verfügen, können durch externe Massenspeichermedien (z.B. USB-Sticks, externe Festplatten, ...) Filme und Bilder dargestellt oder auch Audiodateien wiedergegeben werden. Durch eine integrierte Aufnahmefunktion, können Fernsehsendungen aufgezeichnet, auf externen Datenträgern gespeichert und zu einem späteren Zeitpunkt wiedergegeben werden.

6.2.3.2.6. *Analoger und digitaler Audioausgang*

Bei den Audioausgängen handelt es sich um eine analoge 3,5mm Klinkenbuchse und einen digitalen, optischen TOSLINK Anschluss. Eine detaillierte Beschreibung zu TOSLINK Stecker ist auf Seite 49 unter der Überschrift „6.1.4.2.4 Optische Audioeingänge/-ausgänge “ zu finden. Genauer handelt es sich beim analogen Audioausgang um einen kombinierten Anschluss für Kopfhörer, Lautsprecher und Subwoofer. Über diese Ausgänge können dezidierte Audioanlagen als Wiedergabequelle für den Ton der Fernseher verwendet werden.



Abb. 95 – Digitaler Audioausgang



Abb. 96 – Analoger Audioausgang

6.2.3.2.7. Kabelplan (Video) zwei mobile TVs

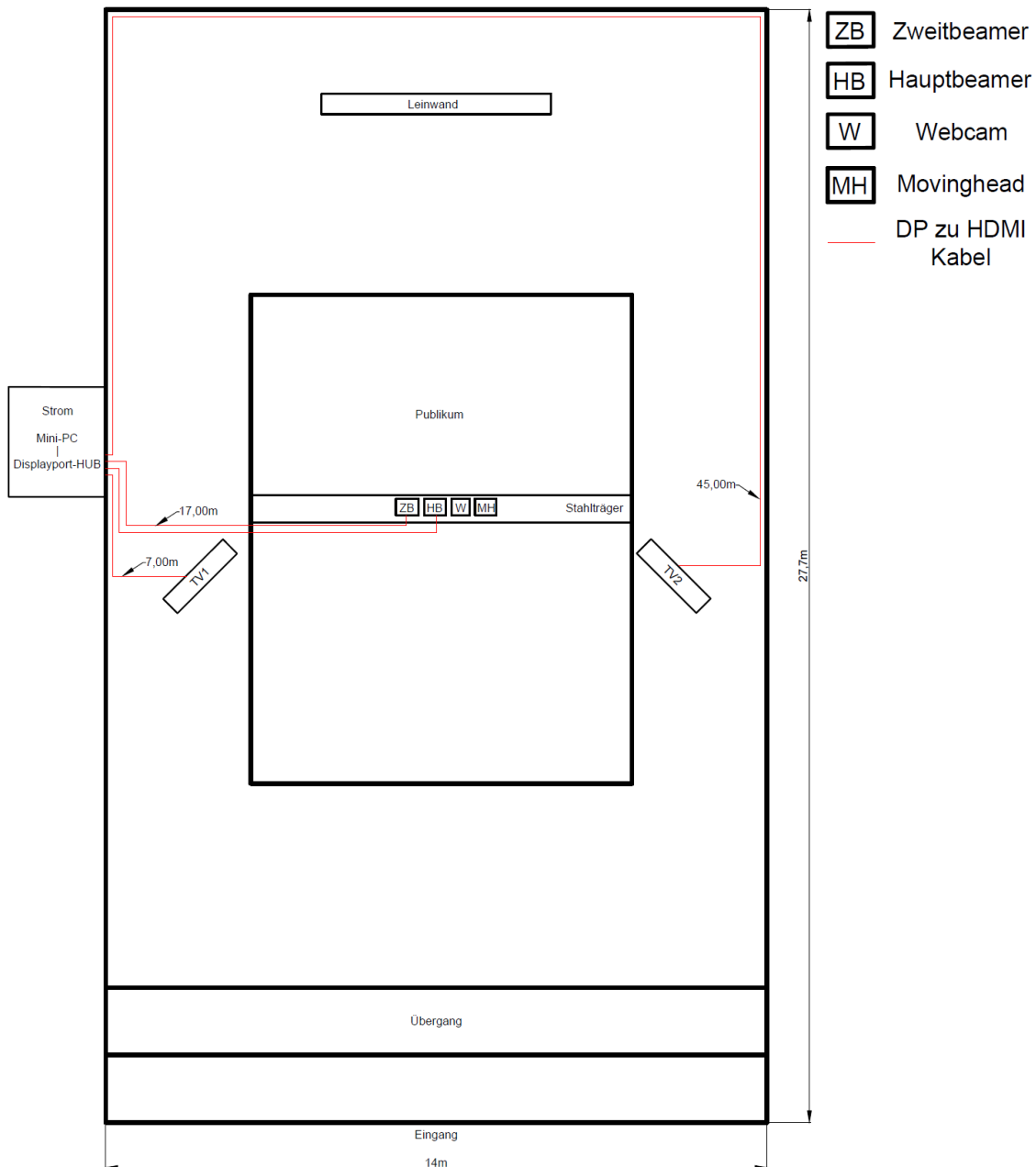


Abb. 97 – Videokabelplan

Die Fernseher werden diagonal zum Publikum aufgestellt und mittels HDMI mit dem Mini-PC verbunden. Hierbei wird zu einer kabellosen HDMI-Übertragung gegriffen, welche sich aus einer Sendeeinheit und mehreren Empfängereinheiten zusammensetzt. Die Sendeeinheit befindet sich im Schaltkasten und wird mit dem Mini-PC durch ein HDMI-Kabel verbunden. Da der Mini-PC jedoch nur über zwei DisplayPort-Anschlüsse und einem DVI-Anschluss verfügt, wird ein DisplayPort-Hub verwendet, um mehr als nur drei Anzeigegeräte mit dem Mini-PC verbinden zu können. An den Hub werden DisplayPort zu HDMI Adapter angeschlossen und an diesem ein HDMI-Kabel, welches zum HDMI-Sender führt. Die HDMI-Empfänger werden an den Fernsehstandfüßen montiert und mit



Entscheidung:
Verbindung der Fernseher durch Wireless-HDMI

jeweils einem HDMI-Kabel mit den Fernsehern verbunden. Eine detaillierte Beschreibung zu den HDMI-Sende- und Empfangseinheiten ist auf Seite 80 unter der Überschrift „6.2.4 Wireless-HDMI“ zu finden.

Da Präsentationen nun über das Notebook erfolgen, wird der HDMI-Sender auf dem Regiewagen montiert und durch ein HDMI-Kabel mit dem Notebook und gegebenenfalls einem Schülernotebook verbunden. Die restliche Verkabelung und Positionierung der Fernseher bleibt gleich.

6.2.3.2.8. Kabelplan (Strom) zwei mobile TVs

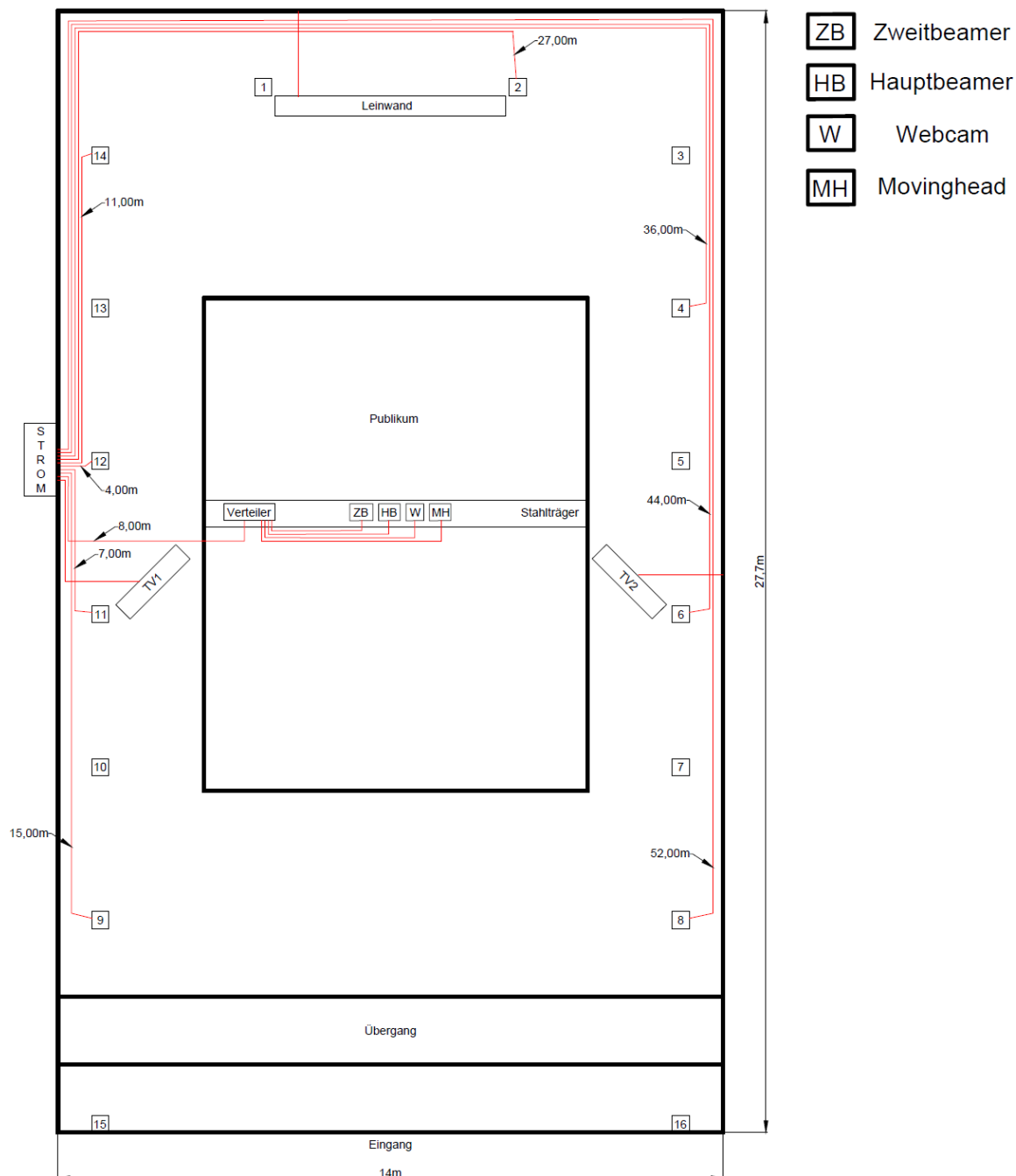


Abb. 98 – Stromkabelplan

Beide Fernseher müssen mit Strom versorgt werden. Vom Schaltkasten ausgehend führt ein Stromkabel direkt zum Fernseher. Ein weiteres Stromkabel wird zwischen den Platten an der Decke der Aula zum zweiten Fernseher verlegt.

6.2.3.3. Verwendung der Fernseher

Der Hauptverwendungszweck der Fernseher ist die Unterstützung von Präsentationen durch zusätzliche Bildschirminhalte. Auf der linken und rechten Seite des Publikums wird jeweils ein Gerät aufgestellt, um für weiter hinten befindliche Personen, die auf den Leinwänden dargestellten Inhalte besser ersichtlich zu machen. Das Bühnenbild, welches von der Kamera aufgezeichnet wird, kann ebenfalls auf die Fernseher übertragen werden. Die Bildübertragung durch die Kamera wird jedoch in zukünftigen Diplomarbeiten implementiert. Weitere Anwendungsbereiche der Fernseher werden auf Seite 14 unter der Überschrift „4.3.1 Anwendungsbereiche“ veranschaulicht.

6.2.4. Wireless-HDMI [Schiller]

6.2.4.1. Allgemeine Beschreibung Wireless-HDMI

Um ein digitales Videosignal drahtlos zu übertragen werden Geräte der Marke „IO-Gear“ verwendet. Bei diesen Geräten handelt es sich um einen HDMI-Sender mit der Bezeichnung „Wireless 5x2 HD Matrix Pro HDMI Transmitter“ und drei HDMI-Empfänger mit der Bezeichnung „Wireless 5x2 HD Matrix Pro HDMI Receiver“.



Abb. 99 – HDMI-Sender



Abb. 100 – HDMI-Empfänger

6.2.4.2. Konnektivität Wireless-HDMI

Der HDMI-Sender verfügt über einen neunpoligen Mini-DIN-Anschluss für Komponenten-Video, fünf HDMI-Eingänge und einen USB Typ Mini-B. Der Sender sendet ein digitales Videosignal, welches von bis zu vier Empfängern empfangen und an die mit ihnen verbundenen Bildschirme weitergegeben werden kann.



Abb. 101 – HDMI-Sender Anschlüsse (Komponenten-Video [blau], HDMI [rot], USB [grün])

Der HDMI-Empfänger hingegen besitzt lediglich einen USB Typ Mini-B und HDMI-Ausgang.

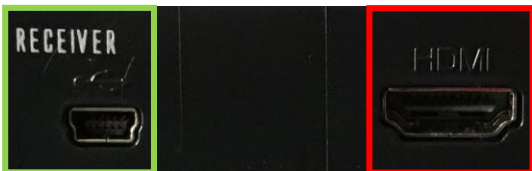


Abb. 102 – HDMI-Empfänger Anschlüsse (USB [grün], HDMI [rot])

6.2.4.2.1. Mini-DIN Komponenten-Video

Dieser Anschluss unterscheidet sich von herkömmlichen Komponenten-Video lediglich vom Steckertyp. Normalerweise werden drei Chinch-Stecker verwendet. Hier kommt jedoch ein achtpoliger Mini-DIN-Stecker zum Einsatz. Eine detaillierte Beschreibung hierfür ist auf Seite 61 unter der Überschrift „6.2.1.2.2 Composite, Komponenten und RGB Video“ zu finden.

6.2.4.2.2. HDMI

Vier der fünf HDMI-Anschlüsse des HDMI-Senders sind Videoeingänge. An diesen kann man verschiedene Bildquellen, wie z.B. ein Notebook, einen PC oder eine Spielekonsole, anschließen und mit der beiliegenden Fernbedienung zwischen diesen Quellen umschalten. Der fünfte HDMI-Anschluss dient als HDMI-Ausgang, durch den man einen Bildschirm oder Projektor verbinden kann, um so das Bildmaterial darzustellen.

6.2.4.2.3. USB Typ Mini-B

Der USB Typ Mini-B der HDMI-Empfänger dient zur Stromversorgung. Bei dem HDMI-Sender hingegen wird er für Softwareaktualisierungen verwendet.

6.2.4.3. Verkabelung Wireless-HDMI

Der HDMI-Sender wird fest auf dem Regiewagen montiert und mit dem Regie-Notebook durch ein HDMI-Kabel verbunden. Notebooks der Schüler werden ebenfalls mit dem HDMI-Sender verbunden, um von der Hauptpräsentation zum Programmcode oder zu einer Live-Demonstration eines Programmes zu wechseln.

Die HDMI-Empfänger werden an den Fernsehstandfüßen montiert und mit den Fernsehern durch HDMI-Kabel verbunden. Der Hauptprojektor wird ebenfalls mit einem HDMI-Empfänger ausgestattet.

6.2.4.4. Verwendung Wireless-HDMI

Wireless-HDMI wird verwendet, um eine flexiblere Positionierung der Fernseher zu ermöglichen und die maximale Kabellänge von HDMI-Kabeln zu überbrücken. Somit können die Fernseher beliebig in der Aula positioniert werden und da auch beim Hauptprojektor die maximale Kabellänge von HDMI-Kabeln ein Problem darstellen könnte, wird auch hier ein HDMI-Empfänger verwendet.



Entscheidung:
Verbindung HDMI-Sender mit Mini-PC und HDMI-Empfänger mit Endgeräten



Entscheidung:
Wahl der drahtlos anzusteuernenden Darstellungsgeräte

6.2.5. Kamera [Herndl]

6.2.5.1. Allgemeine Beschreibung Kamera

Mit der Axis V5914 PTZ Netzwerkkamera soll das Bühnenbild gefilmt und abgespeichert werden können. Dieses Videomaterial kann dann für Marketingzwecke, z.B. auf der HTL-Perg Webseite, verwendet werden. Das Bühnenbild kann außerdem auf die beiden Fernseher übertragen werden, um so das Geschehen auch weiter hinten im Publikum gut verfolgen zu können. Diese Netzwerkkamera bietet eine sehr gute HD-Videoqualität und einen 30-fach optischen Zoom, womit man jede beliebige Szene auf der Bühne vergrößern kann, um somit eine bessere Präsentation zu ermöglichen. Das PTZ im Namen der Kamera steht für „Pan-Tilt-Zoom“, bedeutet also, dass die Kamera sich ferngesteuert neigen, schwenken und zoomen lässt. Nur durch diese Funktion kann ermöglicht werden, immer alles im Blick zu haben, auch wenn etwas neben oder sogar hinter der Bühne geschieht. [48] Die Kamera besitzt einen Stromanschluss, einen Netzwerkanschluss, zwei XLR-Mikrofon-Anschlüsse, einen HDMI-Anschluss, einen SDI-Anschluss sowie Audioeingänge und -ausgänge. Die Kamera mischt das Bild und den über die Audioeingänge eingehenden Ton zusammen und kann entweder über HDMI oder SDI ausgegeben werden. Verwendet wird jedoch nur der Netzwerkanschluss, da dies die Steuerung der Kamera über das Schulnetzwerk und eine flexiblere Positionierung des Bildmaterials auf den verschiedenen Bildschirmen ermöglicht.



Entscheidung:
Verbindung
der Kamera
mit
Ethernetkabel



Abb. 103 – Axis V5914 PTZ Kamera



Abb. 104 – Kamera Anschlüsse

6.2.5.2. Optischer Zoom

Beim optischen Zoom wird eine Vergrößerung eines Bildausschnittes durch die Veränderung der Anordnung der Linsen im Objektiv der Kamera erzielt. Dies geschieht komplett ohne Qualitätsverlust. Diese Technologie benötigt aber mehr Platz und kann Geräusche im Video verursachen, wenn die Motoren im Objektiv nicht leise arbeiten.

6.2.5.3. SDI-Serial Digital Interface

Ist ein digitaler Profistandard zur Übertragung von Videosignalen. Er kann das Videosignal unkomprimiert, also ohne Qualitätsverlust, übertragen. Zur Verbindung wird ein Koaxialkabel mit BNC-Anschluss (siehe Seite 49 Überschrift „6.1.4.2.3 BNC-Anschlüsse, Koaxialkabel und Wordclock Soundkarten“) verwendet. Der große Vorteil zu anderen Techniken liegt in der maximalen Kabellänge von bis zu 300 Meter bei einem 4:3 Signal und bis zu 100 Meter bei einem 16:9 Signal. Bis zu 16 Audiokanäle können gleichzeitig übertragen werden. [49]

6.2.6. Smartboard [Herndl]

6.2.6.1. Allgemeine Beschreibung Smartboard

Bei dem Smartboard mit der Bezeichnung „SB680“ der Marke Smart handelt es sich um eine 77 Zoll große Leinwand mit integriertem Touchscreen. Ein beweglicher Standfuß und eine Halterung für einen Projektor zählen zu den wichtigsten Ausstattungsmerkmalen. Ursprünglich als Ergänzung für einen Klassenraum mit zugehöriger Lernsoftware ausgeliefert, wird es in der Aula lediglich als fünfter Bildschirm verwendet, da ein Touchscreen bei keinen der Szenarien notwendig ist. Diese Leinwand ist genauso flexibel einsetzbar wie die Fernseher, da der Projektor integriert ist. Somit muss nicht bei jeder Positionsänderung der Beamer neu ausgerichtet und eingestellt werden. Über VGA, DVI-I, S-Video oder Composite-Video werden Videosignale übertragen. Tonsignale können mit Chinch-Steckern eingespeist und über die integrierten Lautsprecher wiedergegeben werden. Die Audiofunktion wird hier jedoch nicht verwendet. [50]



Abb. 105 – Smartboard Anschlüsse

6.3. Licht [Herndl]

6.3.1. Moving Head

6.3.1.1. Allgemeine Beschreibung Moving Head

Um die Bühne besser auszuleuchten, den Lichtkegel ferngesteuert lenken und die Farbe justieren zu können, wird ein Moving Head der Marke Showtec verwendet. Genauer das Modell „Infinity iW-1915 RGBW Wash“. Das 1915 im Namen des Modells bezieht sich auf die Leistung, es sind also 19 Stück 15 Watt LED-Lampen verbaut. Dies ergibt eine Gesamtleuchtleistung von 285 Watt. Maximal verbraucht werden bis zu 528 Watt, die restlichen 243 Watt werden für den Antrieb der Motoren benötigt. [51] Die Stellmotoren werden zum Neigen, Schwenken und Zoomen verwendet. Zoomen heißt in diesem Fall, dass der abgestrahlte Lichtkegel verkleinert und heller wird. Das Neigen, Schwenken und Zoomen wird über den Mini-PC gesteuert, welcher mittels einem DMX-Adapter mit dem Scheinwerfer verbunden ist. Mit dem DMX-Standard kann man auch mehrere Geräte hintereinander stecken. Dies nennt man „daisy chaining“. Deshalb hat der Moving Head einen DMX-IN. und einen DMX-OUT-Anschluss. Außerdem verfügt er zusätzlich zum POWER-IN auch über einen POWER-OUT-Anschluss, dadurch benötigt man für mehrere Scheinwerfer nur ein Stromkabel. Das RGBW im Namen steht für „Rot-Grün-Blau-Weiß“. Das heißt, dass jede LED im Scheinwerfer aus vier Bereichen, für jede Farbe, besteht. Durch die Mischung dieser Farben in verschiedenen Leuchtstärken ergeben sich unterschiedliche Farben. Somit ist es möglich, die Bühne in jeder beliebigen Farbe auszuleuchten. Das Wash im Namen des Modells steht eben für diese Vermischung der unterschiedlichen Grundfarben zu einer gewünschten Farbe.



Abb. 106 – Showtec Infinity iW-1915 RGBW Wash Moving Head



Abb. 107 – Moving Head Anschlüsse

6.3.1.1.1. Watt

Watt steht für die elektrische Leistung. Es ergibt sich aus Volt (Spannung) x Ampere (Stromstärke) und beschreibt wie viel Leistung ein Gerät hat. Ein LED-Scheinwerfer mit nur 20 Watt ist also deutlich schwächer bzw. dunkler als ein LED-Scheinwerfer mit 300 Watt.

6.3.1.1.2. Stellmotor

Ein Stellmotor, oder auch Servomotor, ist ein Elektromotor, der mithilfe bestimmter Sensoren die Position ermittelt. Er weiß also, wie weit er gedreht hat. Dies wird benötigt, um die Drehung bei bestimmten Geräten, z.B.: den Lenkeinschlag bei einem Modellauto, zu begrenzen, da ein komplettes Drehen der Räder nicht gewünscht ist, da sonst die Gelenke der Vorderräder brechen würden. Beim Moving Head ist die Drehung durch Kabel bzw. Schleifkontakte beschränkt. Würde er nicht wissen, wie weit er sich schon gedreht hat, würden die Kabel, im Inneren des Scheinwerfers reißen und der Moving Head wäre kaputt.

6.3.1.1.3. DMX Adapter

Der DMX Adapter wird mittels USB am Mini-PC angeschlossen und bietet einen DMX Ausgang. Der Adapter ermöglicht es, den Moving Head mit dem Mini-PC zu verbinden und fernzusteuern.

6.3.2. Scheinwerfer

Zwei Scheinwerfer werden auf den Stahlträger montiert und beleuchten die Bühne. Ihre Einstellung ist fix und kann vom Boden aus nicht geändert werden. Auch die Helligkeit und die Lichtfarbe Gelb kann nicht beeinflusst werden.

6.4. Regie

6.4.1. Notebook [Schiller]

6.4.1.1. Allgemeine Beschreibung Notebook

Bei dem verwendeten Notebook handelt es sich um das „EliteBook 8730w“ der Marke Hewlett Packard. Es verfügt über eine Intel Core 2 Duo T9800 CPU, 4 GB Arbeitsspeicher, eine 128 GB Samsung SSD, eine nVidia Quadro FX 2700X Grafikkarte, einen Fingerabdruckscanner zum Entsperren des Geräts und einen 17 Zoll Bildschirm mit einer Auflösung von bis zu 1920 x 1200 Pixel.



**Abb. 108 –HP EliteBook 8730w
Notebook**



Abb. 109 – Notebook Anschlüsse links (oben) & rechts (unten)

6.4.1.2. Konnektivität Notebook

Das Notebook verfügt über folgende Anschlussmöglichkeiten:

Schnittstelle	Anzahl
HDMI-Ausgang	1
VGA-Ausgang	1
USB	4
eSata	1
DVD-RW-Laufwerk	1
Netzwerkanschluss	1
Mikrofoneingang	1
Audioausgang	1

Tabelle 7 – Anschlussmöglichkeiten des Notebooks

Verwendet wird beim Notebook lediglich der HDMI-Ausgang, der Netzwerkanschluss und falls notwendig die USB-Anschlüsse. Über den HDMI-Ausgang wird das Notebook durch ein HDMI-Kabel mit dem HDMI-Sender verbunden, um Videosignale an den Hauptprojektor und die Fernseher zu übertragen. Die USB-Anschlüsse können für das Übertragen von PowerPoint-Präsentationen, Programmen, Videos oder anderen Daten auf das Notebook genutzt werden. Sofern eine Verbindung zum Schulnetzwerk besteht, werden solche Daten vom Ordner „AulaMedien“ auf dem Netzlaufwerk „storage2“ geladen.

6.4.2. Tablet [Herndl]

6.4.2.1. Allgemeine Beschreibung Tablet

Zur Fernsteuerung von Präsentationen durch den Moderator oder Präsentierenden wird ein Surface Pro 3 Tablet von Microsoft verwendet. Als Betriebssystem kommt Windows 10 zum Einsatz, welches, im Gegensatz zu anderen Betriebssystemen von Tablets, sehr viele Möglichkeiten bietet. Windows ermöglicht es alle Programme, die auch auf normalen PCs laufen, auch auf dem Tablet auszuführen. Bedient wird es mittels des Touchscreens mit dem Finger oder Surface-Pen. Letzterer ermöglicht es auf dem Tablet präzise, wie mit einem normalen Stift auf Papier, zu schreiben. Dies eignet sich zum Notizen erstellen oder um etwas präzise zu bearbeiten, wo der Finger einfach zu dick und unpraktisch zum Bedienen wäre. Des Weiteren gibt es das Type-Cover, welches das Tablet um eine vollwertige, beleuchtete Tastatur und ein Touchpad erweitert. Wenn man den Standfuß, auf der Rückseite des Tablets, ausklappt und das Type-Cover anschließt, wird das Surface Tablet zu einem Notebook. Dieses Prinzip nennt man „Convertible“, da man das Tablet zu einem Notebook „konvertieren“ kann. Klappt man das Type-Cover zu, dient es als Displayschutz, um Kratzer zu vermeiden. Zu den wichtigsten technischen Details zählen ein Intel Core i5 Prozessor, eine 128 GB SSD, zwei Kameras, 4 GB Arbeitsspeicher, eine Intel-HD Grafikkarte, ein Kopfhöreranschluss, Mini-DisplayPort, sowie ein USB-Anschluss. Dadurch kann man das Tablet auch an externe Bildschirme anschließen, sowie USB Geräte verwenden. Als Maus wird zusätzlich eine Microsoft Arc Touch Maus verwendet, welche sich mittels Bluetooth mit dem Tablet verbindet, um ein komfortables Arbeiten, wie auf dem PC, zu ermöglichen.



Abb. 110 – Surface Pro 3 mit Type Cover



Abb. 111 – Surface Pro 3 Anschlüsse

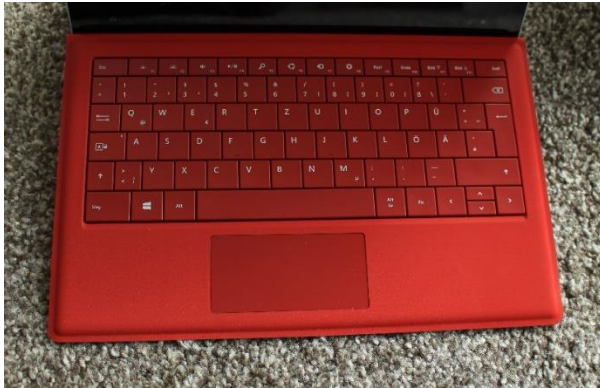


Abb. 112 – Type Cover



**Abb. 113 – Microsoft Arc Touch Maus (oben)
& Surface Pen (unten)**

6.4.2.2. SSD – Solid State Drive

Bei SSDs werden, im Gegensatz zu konventionellen Festplatten, keine Magnetscheiben verwendet, um Daten zu speichern. Eine SSD speichert die Daten auf einem Flash Speicher, welcher aus mehreren Speicherchips besteht. Diese Speicherchips werden vom SSD-Controller überwacht und gesteuert. Dies ist ein Chip, der die Aufgabe hat die Daten auf den Chips zu verteilen, defekte Bereiche bzw. defekte Chips zu erkennen und keine Daten mehr auf diese zu speichern. Jede SSD hat dafür Ersatzspeicher integriert, sodass der Benutzer von einer solchen Fehlfunktion nichts mitbekommt. Der Einsatz einer SSD erlaubt eine kompaktere Bauweise, außerdem benötigt sie weniger Strom, erzeugt weniger Abwärme, ist lautlos im Betrieb, sehr schnell und erschütterungsresistent.

6.4.2.3. Software

Als Software wird Windows 10 Pro 64-bit eingesetzt. Ein 64-Bit System wird benötigt, da man beim älteren 32-Bit-Standard nur bis zu 3 GB Arbeitsspeicher nutzen kann. Um also das volle Potential der Hardware nutzen zu können, muss man auf ein 64-bit System zurückgreifen. Ein Benutzer, mit dem Namen „Multimedia Aula“, wurde für Moderatoren und Präsentierende angelegt. Dieser Benutzer besitzt nicht alle Rechte auf das System, sodass nichts unabsichtlich verstellt werden kann. Beim Systemstart meldet sich das Tablet automatisch mit diesem User an. So wird eine Passworteingabe erspart und das Tablet ist schneller einsatzfähig. Der Benutzer „htl“ hat alle Rechte und wird benötigt, um Einstellungen am Gerät zu verändern.

Als PowerPoint-Fernsteuerung wird die App „PC Remote Windows“ verwendet. Diese ist kostenlos und sehr einfach aufgebaut. Man kann mit ihr die Präsentation starten, zur nächsten bzw. vorigen Folie springen und die Präsentation beenden. Als Alternative würde sich die App „i-Clickr PowerPoint Remote“ anbieten, aber sie ist komplizierter zu konfigurieren und kostenpflichtig. Sie könnte zwar die Folien auf dem Tablet anzeigen und Notizen einblenden, aber das würde die Präsentierenden dazu verleiten, mehr auf das Tablet zu schauen und weniger Blickkontakt mit dem Publikum zu haben. Beide Programme benötigen eine dazugehörige Server-Software auf dem Mini-PC, um einen Zugriff herzustellen.

Da das Notebook zum Abspielen und Steuern von PowerPoint-Präsentationen und eine Präsentationsfernbedienung, welche zum Wechseln zwischen den Folien der Präsentation und als Laserpointer dient, verwendet werden, benötigt man keine weitere Software zum Fernsteuern von Präsentationen, wodurch die im vorigen Absatz beschriebene Lösung nicht mehr relevant ist. Des Weiteren kann der Mini-PC durch diese Software kein WLAN-Netz mehr erstellen, weil die Server-Software das Netz des Mini-PCs stört, da diese einen eigenen WLAN-Zugriffspunkt erstellt.

6.4.3. Regiewagen & Schaltkasten [Schiller]

6.4.3.1.1. Regiewagen

Im Serverrack und der Tischfläche des Regiewagens wurden wichtige Komponenten für die Audioübertragung der Mikrofone und die Videoübertragung für Präsentationen und Live-Demonstrationen verbaut. Durch Rollen an den Tischbeinen kann die Position des Regiewagens verändert werden und durch den Lift der HTL-Perg auch in andere Stockwerke transportiert werden. Vom Regiewagen zum Schaltkasten führen lediglich ein Stromkabel und ein Ethernetkabel, um die Komponenten mit Strom zu versorgen und eine Verbindung zum Schulnetzwerk und AVB-Netzwerk aufzubauen. In der Schublade des Regiewagens werden häufig benötigte Kabel, Werkzeug (Schraubenzieher, Seitenschneider, Schere, etc.) und Fernbedienungen der Fernseher, Projektoren und HDMI-Sender/-Empfänger aufbewahrt.

Folgende Komponenten wurden im Regiewagen verbaut:

- Sennheiser Mikrofonempfänger
- AKG-Mikrofonempfänger
- AKG-Regiemikrofon
- Mischpult
- AVB-Switch
- Eingangssoundkarte (24Ai)
- Feedback Destroyer
- Wireless-HDMI-Sender
- Regienotebook
- Tablet (Surface Pro 3)
- Vier Stromanschlüsse
- Zwei LAN-Buchsen



Abb. 114 – Regiewagen Tischfläche



Abb. 115 - Regiewagen Serverrack (von oben nach unten: Feedback Destroyer, Soundkarte 24Ai, Sennheiser-Mikrofonempfänger, AKG-Mikrofonempfänger)

6.4.3.1.2. Schaltkasten

Der Schaltkasten gilt als ein Verbindungs- und Steuerungszentrum. In diesem befinden sich der Mini-PC, DMX zu USB Adapter, AVB-Switch, die Ausgangssoundkarte (24Ao), Stromanschlüsse und der DisplayPort-Hub. Hier laufen die Kabel der Lautsprecher, der Webcam, des Moving Heads, die sekundären HDMI-Kabel des Hauptprojektors und der Fernseher bzw. VGA-Kabel des Zweitprojektors und Smartboards zusammen. Neben dem Schaltkasten wurden zwei LAN-Buchsen verbaut, welche mit dem AVB-Switch verbunden sind, um den Regiewagen in das Schulnetzwerk und AVB-Netzwerk zu integrieren.

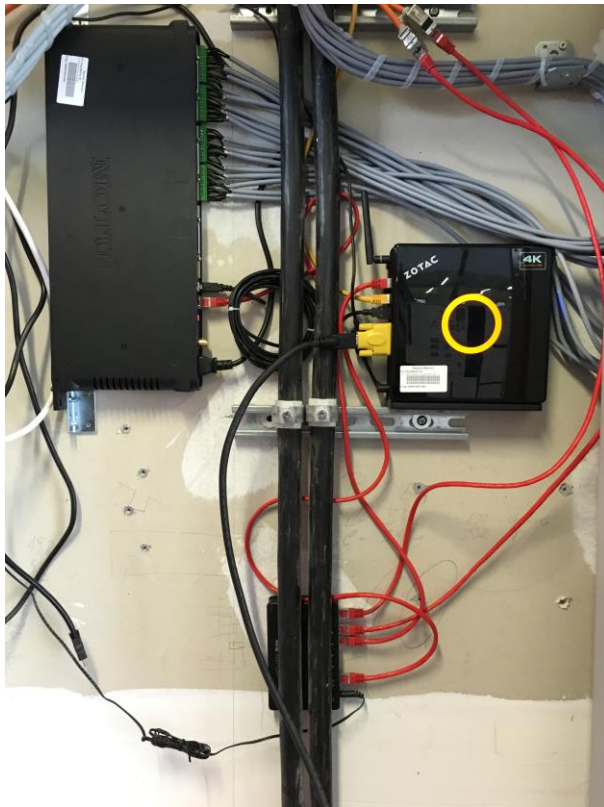


Abb. 116 – Schaltkasten

6.4.4. Mini-PC [Herndl]

6.4.4.1. Allgemeine Beschreibung Mini-PC

Bei der ZBOX EI750 der Marke Zotac handelt es sich um einen Barebone Mini-PC. Barebone bedeutet, dass der PC ohne Arbeitsspeicher und Festplatte ausgeliefert wird. Der Mini-PC wurde daher mit 16 GB Arbeitsspeicher und einer 512 GB Samsung SSD ausgestattet. Als Betriebssystem ist Windows 10 in der 64-bit Version installiert. Als Prozessor kommt beim Mini-PC ein Intel Core i7-4770R zum Einsatz, wobei es sich um eine geschwindigkeitsreduzierte Version der Desktop-CPU Intel Core i7-4770 handelt, sodass sie auch in einem kleinen Formfaktor verwendet werden kann. Bei einer normalen Desktop-CPU würde die Kühlkapazität aufgrund der kleinen Bauform nicht ausreichend sein, die Features blieben allerdings erhalten. Der Mini-PC besitzt zwei 1-Gigabit-Netzwerkanschlüsse, um sich zum einen mit dem Schulnetzwerk, sodass der WLAN-Zugriffspunkt Internet zur Verfügung stellen kann, und zum anderen mit dem AVB-Netzwerk zu verbinden, um Zugriff auf die Soundkarten und das Notebook am Regietisch zu erhalten. Eine Besonderheit des Mini-PCs ist die Intel Iris Pro Grafikkarte, welche eine der leistungsfähigsten integrierten Grafikkarten ist. Sie kann bis zu fünf Bildschirme gleichzeitig ansteuern, was der Hauptgrund ist, warum ein PC mit dieser Grafikkarte für die Multimediaanlage verwendet wird.



Abb. 117 – Mini-PC mit Befestigungsbügel [52]

6.4.4.2. Konnektivität Mini-PC

Auf der Rückseite des Mini-PCs findet man folgende Anschlüsse: einen WLAN-Antennenanschluss, einen optischen Audioausgang, zwei Netzwerkanschlüsse, zwei USB 3.0 Anschlüsse, einen DVI-I-Anschluss, zwei DisplayPort-Anschlüsse sowie ein Anschluss für das Netzteil. Auf der Vorderseite befinden sich ein weiterer USB 3.0 Anschluss sowie analoge Audioanschlüsse, ein SD-Kartenslot und die Power-Taste. Im Lieferumfang ist ein Befestigungsbügel inkludiert, welcher zur Montage des PCs im Schaltkasten verwendet wird.



Abb. 118 – Mini-PC Anschlüsse Vorderseite (oben) & Rückseite (unten) [52]

Um den Mini-PC mit fünf Bildschirmen gleichzeitig zu verbinden, wird ein Displayport-Hub benötigt. In diesem Fall wird ein DisplayPort-Hub mit vier DisplayPort-Anschlüssen der Marke Club3D verwendet. Er erweitert einen der beiden DisplayPort-Anschlüsse auf vier Anschlüsse und ermöglicht es, vier Bildschirme mit dem DisplayPort-Hub und einen mit dem zweiten DisplayPort-Anschluss oder dem DVI-I Anschluss des Mini-PCs zu verbinden. Die Bildschirmanordnung wird im Intel-Displaytreiber angepasst. Hier kann man einzelne Bildschirme spiegeln, um ein identes Bild auf diesen anzuzeigen, z.B.: gleiches Bild auf TV1, TV2 und Nebenprojektor, sowie erweiterter Desktop auf dem Hauptprojektor. Erweiterter Desktop bedeutet in diesem Fall, dass man den Bildschirm als separaten Bildschirm verwenden möchte, um etwas anderes auf diesem anzuzeigen. Zur Ansteuerung der Soundkarten wird der ASIO4ALL-Treiber verwendet. Dieser ist kostenlos und erlaubt es mit mehreren Multichannel-Soundkarten zu kommunizieren, da die Windows-Standardaudiotreiber die Audioausgabe auf vielen Kanälen nicht unterstützt.

6.4.4.1. DisplayPort

DisplayPort ist hauptsächlich eine Schnittstelle zur Übertragung von Audio- und Videosignalen zwischen Computer und Bildschirm. Verantwortlich für die Normung dieses Standards ist die VESA (Video Electronics Standard Association). Diese besteht aus über 200 Firmen. Definiert wird nicht nur ein digitales Übertragungsverfahren, sondern auch die dazugehörigen Steckverbindungen und Kabel. Weiters wird eine Richtlinie zur Herstellung von Adapter, um auch mit älteren Schnittstellen kompatibel zu sein, zur Verfügung gestellt. DisplayPort soll ältere Standards zur Bild- und Tonübertragung ablösen. DisplayPort bietet alle Vorteile von HDMI (siehe Seite 59 Überschrift „6.2.1.2.2 HDMI“) gegenüber anderer Schnittstellen. Nur zusätzlich kann man bei DisplayPort längere Kabel einsetzen. Es bietet eine größere Bandbreite sodass auch Auflösungen von bis zu 8K(7680 x 4320) möglich werden. DisplayPort bietet auch noch die Möglichkeiten ein USB Signal und sogar Strom zu übertragen. Somit kann man z.B. mit einem Kabel seinen Laptop mit einem Monitor verbinden, dieser bekommt dann den benötigten Strom auch über dasselbe Kabel. [53; 54]

6.4.4.1.1. Wichtigste DisplayPort Steckertypen:

Bei DisplayPort unterscheidet man grundlegend zwischen zwei Steckertypen: DisplayPort und Mini-DisplayPort, wobei der wesentliche Unterschied in Größe liegt. DisplayPort besitzt außerdem eine Verriegelung welche Mini-DisplayPort nicht bieten kann. USB Type-C und Slimport nutzen vorhandene Steckertypen um DisplayPort in diese zu integrieren. Es gibt noch viele andere Displayport-Standards wie eDP, iDP und Wireless-DisplayPort, diese sind jedoch meist fest ins System integrierte Lösungen und für den Endnutzer nicht relevant.





Typ	DisplayPort	Mini-DisplayPort	USB Type-C	Micro-USB-Slimport
Stecker	 <i>Abb. 119 – DisplayPort [55]</i>	 <i>Abb. 120 – Mini-DisplayPort [56]</i>	 <i>Abb. 121 – USB Type-C [57]</i>	 <i>Abb. 122 – Micro-USB-Slimport [58]</i>
Anzahl der Pins	20	20	24	5
Einsatzgebiet	Notebooks, Computer, Grafikkarten, Bildschirme	Notebooks, Computer, Grafikkarten, Tablets, Bildschirme	Grafikkarten, Notebooks, Tablets, Smartphones, Bildschirme	Smartphones, Tablets

Tabelle 8 – DisplayPort Steckertypen

6.4.4.1.2. Multi-Stream Transport (MST)

Multi-Stream Transport, kurz MST, ermöglicht es mehrere Displays über ein DisplayPort Kabel mit dem Computer zu verbinden. Dies geschieht entweder über „daisy-chaining“ oder mit einem DisplayPort-MST-Hub. Der Hub wird an einem freien DisplayPort angeschlossen und bietet dann bis zu vier Anschlüsse. Mit jedem Anschluss kann man eine Auflösung von bis zu Full HD (1920 x 1080 Pixel) ausgeben. Beim „daisy-chaining“ hingegen werden MST-fähige Monitore benötigt. Hier schließt man einen Monitor mit einem DisplayPort-Kabel an den Computer. Der erste Monitor hat einen Displayport-Ausgang, an welchen man den nächsten Bildschirm anschließt. Auch hier sind bis zu vier Displays hintereinander mit einer Auflösung von Full HD möglich.

6.4.4.2. Verwendung Mini-PC

Der Mini-PC ist zuständig für die Audioausgabe auf den 16 Lautsprechern. Er fungiert gleichzeitig als WLAN-Zugriffspunkt für die gesamte Aula. Außerdem kann man nur dann auf allen fünf Bildschirmen unterschiedliche Inhalte anzeigen, wenn man alle Bildschirme mit dem Mini-PC ansteuert. Da diese Ansteuerung aber sehr kompliziert in der Bedienung ist, wird mithilfe der Wireless-HDMI Variante (siehe Seite 80 Überschrift „6.2.4 Wireless-HDMI [Schiller]“) die Bedienung vereinfacht. Wenn man alle fünf Bildschirme mit dem Mini-PC ansteuern will, muss man mit einem anderen Rechner einen Fernzugriff über VNC-Viewer mit dem Mini-PC herstellen und die einzelnen Programme auf die Bildschirme aufteilen. Da dies aber nicht für jeden leicht bedienbar ist, wird diese Lösung nur verwendet, wenn es dringend erforderlich ist, auf allen Bildschirmen unterschiedliche Inhalte anzuzeigen.

6.4.4.3. Multichannel-Audio

Bei Multichannel-Audio wird mehr als nur ein Kanal zur Audioausgabe verwendet, um einen räumlichen Klang zu erzeugen. Dies wird z.B. bei Surround-Sound verwendet. Für Surround-Sound benötigt man fünf Lautsprecher, um den Ton für den Hörer aus fünf verschiedenen Richtungen bereitzustellen. Wenn man dann eine Audioquelle mit fünf Kanälen hat kann man durch das Soundsystem einzelne Töne aus verschiedenen Richtungen hören. Bei Filmen z.B. wird das verwendet um den Eindruck zu erwecken das man wirklich vor Ort ist und Geschehnisse im Film nicht nur optisch, sondern auch akustisch, aus verschiedenen Richtungen, dem Betrachter, vermittelt werden können.

6.5. Künftige Implementierung [Herndl]

6.5.1. Layout Audio

Im Tab Audio wird zuerst eine Übersicht der Quellen mit den zugehörigen Lautsprechern angezeigt. In diesem Beispiel wird der Ton vom Tablet nur auf den Lautsprechern 1 und 2 ausgegeben. Der Ton vom Mini-PC wird auf den Lautsprechern 3 bis 14 ausgegeben. Gleichzeitig wird aber auf den Lautsprechern 4 bis 7 und 10 bis 14 der Ton des Mischpults (Mikrofone und weitere externe Quellen) wiedergegeben. Auf dieser Übersichtsseite kann man nichts umstellen.

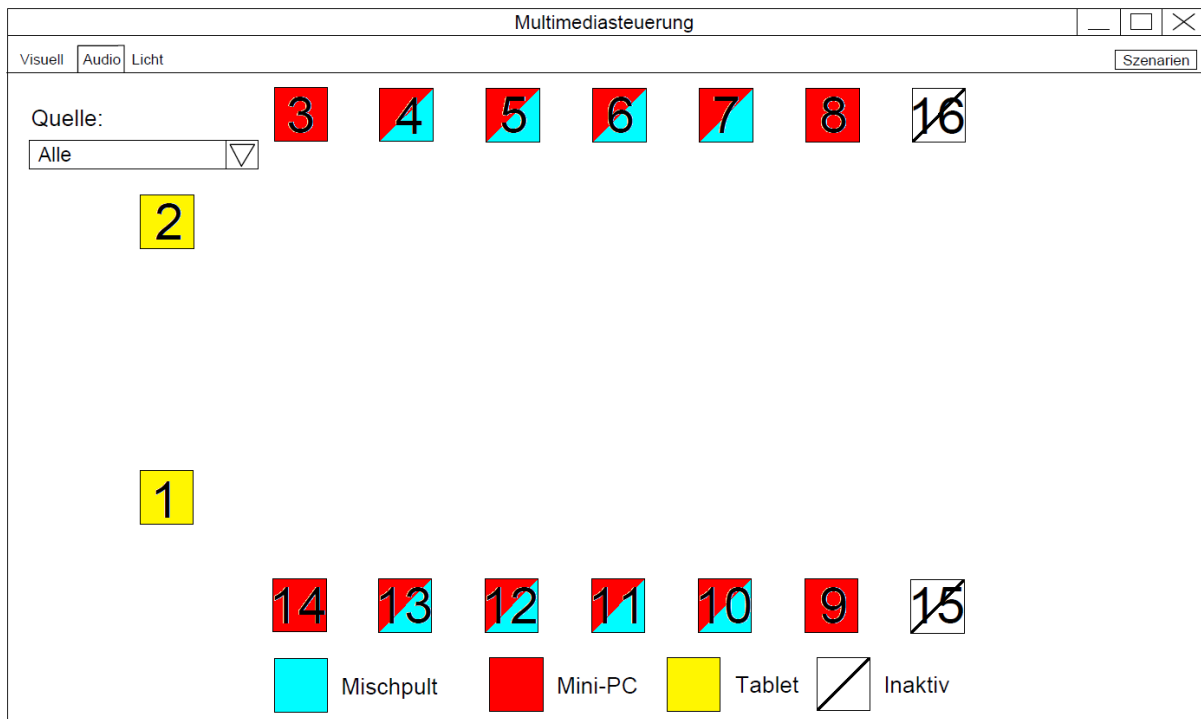


Abb. 123 – Audio Quellenübersicht

Zum Bearbeiten der Konfiguration klickt man auf das Drop-Down-Menü mit der Beschriftung „Quelle“ oben links und wählt eine Quelle an.

6. Realisierung

Bei der ausgewählten Quelle angelangt, in diesem Beispiel das Mischpult, kann man die Ausgabe dieser Quelle auf den einzelnen Lautsprechern konfigurieren. Man klickt einfach auf einen Lautsprecher um diesen zu aktivieren oder deaktivieren. In diesem Beispiel wurden zusätzlich, zur vorherigen Ansicht, noch Lautsprecher 3 und 14 aktiviert.

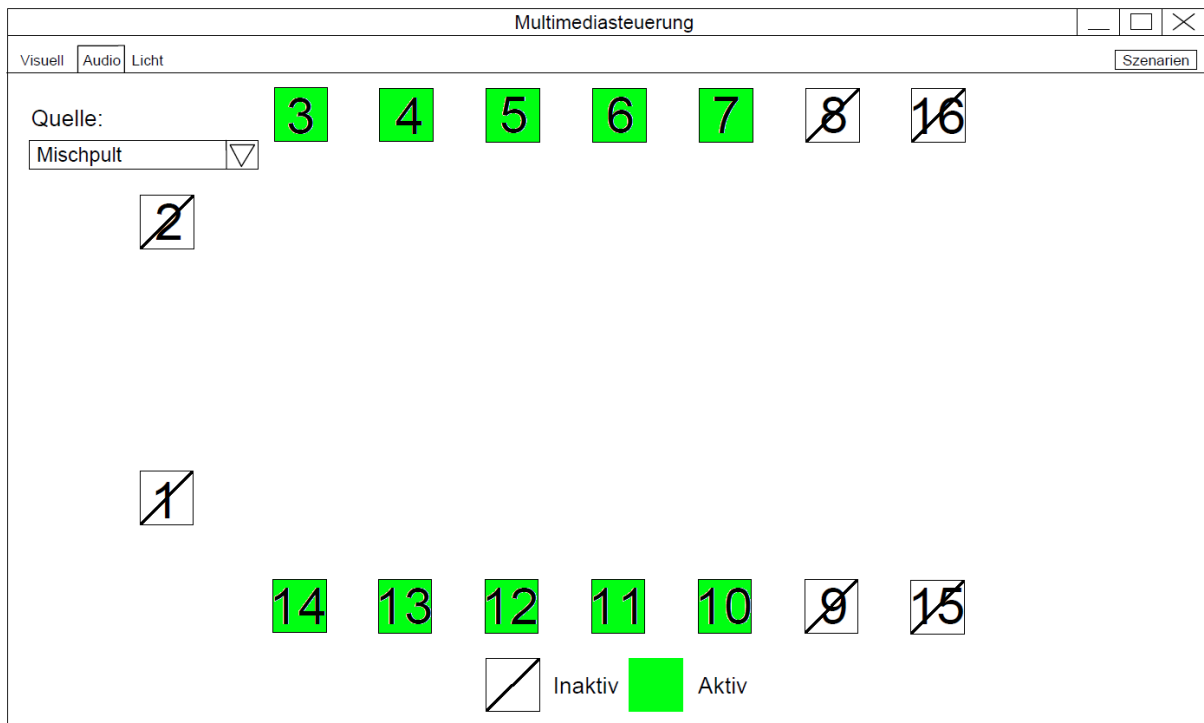


Abb. 124 – Einzelne Quellen konfigurieren

6.5.2. *Layout Licht*

In dem Tab "Licht" kann man den LED-Moving-Head fernsteuern. Hier finden sich alle benötigten Licht-Einstellungen sowie ein großer Power-Knopf um den Scheinwerfer schnell ein- bzw. ausschalten zu können.

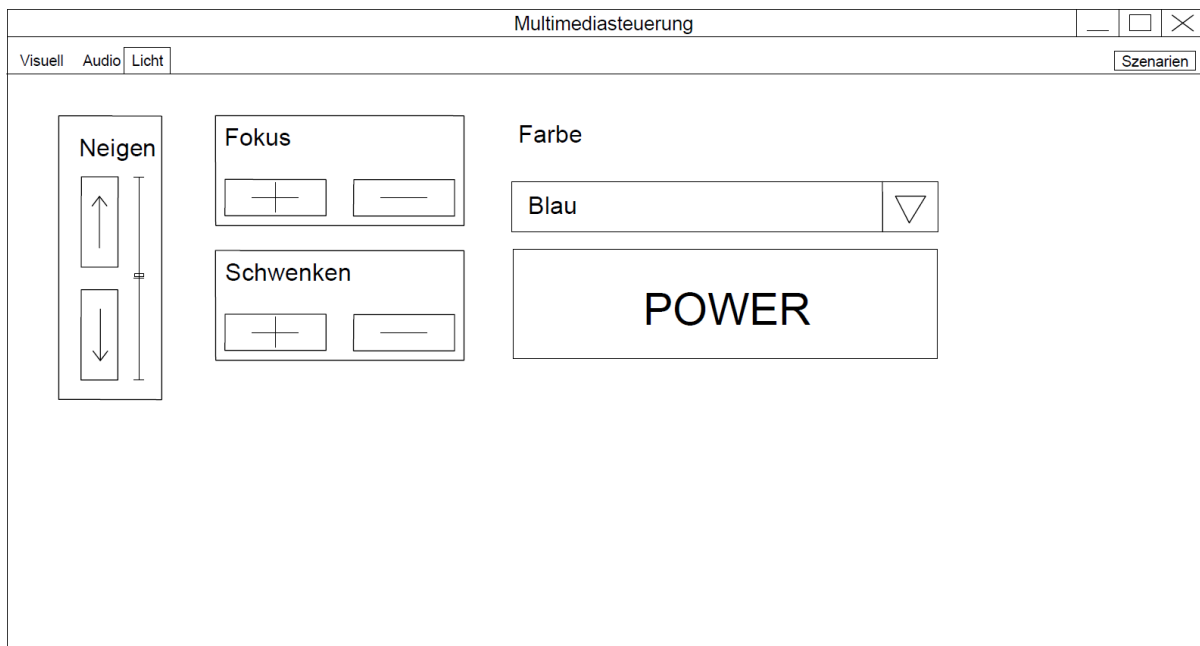


Abb. 125 – Layout Licht

6.5.3. Layout Visuell

Wenn man das Programm startet kommt man in den "Visuell"-Tab. Hier kann man einstellen, was auf welchem Bildschirm angezeigt wird, wobei man bei „Quelle“ voreingestellte Dateien und Programme anwählen kann. Zusätzlich befindet sich in dem Drop-Down der Punkt Benutzerdefiniert, hier kann man nachträglich noch ein Programm oder eine Datei auswählen, welche dann auf diesem Bildschirm gespielt wird. Die Buttons unter dem Drop-Down beinhalten die anderen Bildschirme, wenn man z.B. auf dem TV rechts das gleiche Bild wie auf dem TV links anzeigen will, klickt man im Fenster TV rechts auf TV links. Im Fenster Webcam kann man die Webcam fernsteuern und man sieht ein live-Bild. In dem Punkt Szenarien, oben rechts, können Voreinstellungen für die einzelnen Bildschirme und für die Webcam angewählt werden, z.B.: wenn man Szenario Projektpräsentation wählt werden die Einstellungen wie in der Abbildung unten automatisch eingestellt. Diese Szenarien-Funktion kann entweder nur für den Tab „Visuell“ verwendet werden, oder für alle Tabs. Je nachdem in welchem Tab man sich befindet, soll, vor dem festlegen des Szenarios, auswählbar sein ob man dieses Szenario nur für diesen Tab oder auch für alle anderen verwenden möchte.

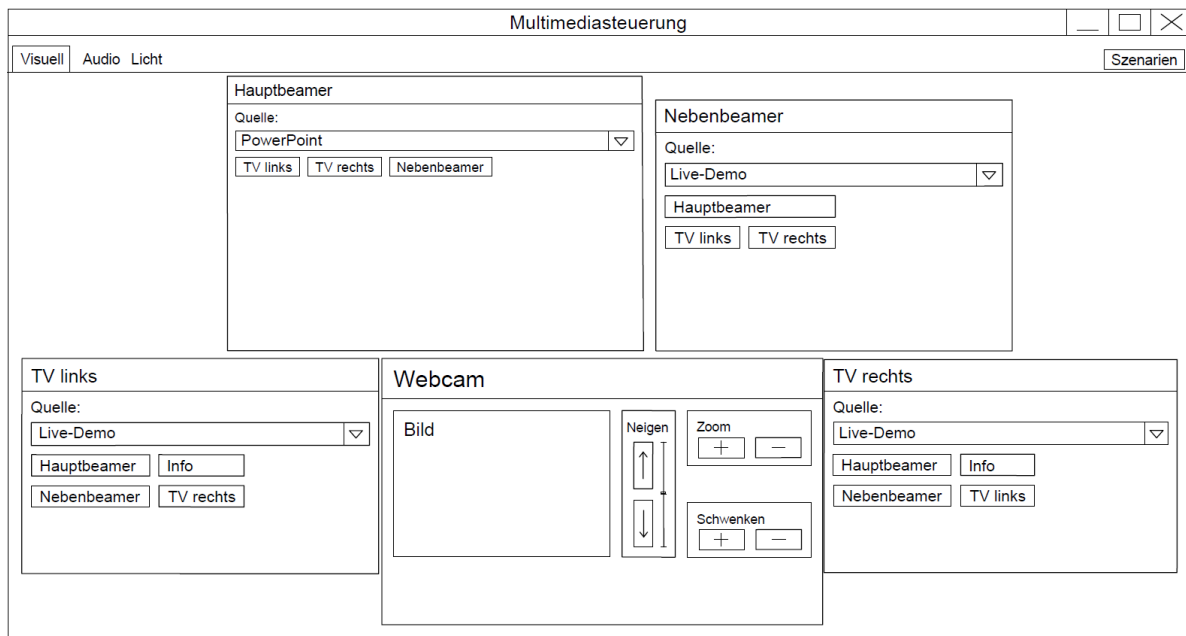


Abb. 126 – Layout Visuell

7. Testbereich

7.1. Testen [Herndl]

7.1.1. *VGA-Verbindung Zweitprojektor*

Die Verbindung zum Zweitprojektor wurde mittels einem VGA-Kabel vom Notebook zum Zweitprojektor getestet. Dabei wurde der Großteil des Kabels nahe der Störungsbereiche gehalten um eine möglichst ungünstige Verlegung des Kabels zu simulieren. Um die volle Ausnutzung der Bandbreite des Kabels zu simulieren wurde ein hochauflösendes Video abgespielt. Dabei wurden keine Auffälligkeiten oder Probleme im übertragenen Bild festgestellt. Ein zu erwartendes flimmerndes Bild oder Übertragungsaussetzer sowie Streifen, usw. wurden durch ein gut geschirmtes Kabel somit erfolgreich vermieden.

7.1.1.1. Störungsbereiche

Als größter potentieller Störungsbereich wurde der Sicherungskasten (inkl. der dicken Stromkabel welche von diesem ausgehen), im Schaltschrank, identifiziert. Andere Störungsbereiche im Schaltkasten, wie Mini-PC, Soundkarte und diverse Netzteile wurden ebenfalls getestet.

7.1.1.2. VGA-Kabel

Das hier getestete VGA-Kabel ist 15 Meter lang und besonders gut geschirmt, da analoge Signale sehr störungsanfällig sind. Selbst, wo große elektromagnetische Felder (auch Induktion genannt), wie in der Umgebung von Netzteilen und in der Nähe von einem Sicherungskasten, entstehen, ist dieses Kabel störungsfrei verwendbar.

Somit ist die Versorgung des Zweitprojektors und des Smartboards ohne Zweifel mit diesem Kabel möglich. Mögliche Alternativen, wie die Übertragung über ein DisplayPort-Kabel wären teurer und müssten extra bestellt werden. Die VGA-Kabel sind bereits im Lager der HTL Perg vorhanden. Obwohl DisplayPort theoretisch eine bessere Bildqualität ermöglichen würde, fällt dieser Qualitätsunterschied beim Zweitprojektor sowie beim Smartboard nicht auf, da diese nur eine geringe Auflösung unterstützen.

7.1.2. Anschluss an Mini-PC

Da der Mini-PC nicht genügend Anschlüsse für alle Bildschirme hat, muss ein DisplayPort-Anschluss durch einen Displayport-Hub erweitert werden. Dieser ermöglicht es statt einem Bildschirm bis zu vier Bildschirme an einem Anschluss zu betreiben. In Summe sind dann fünf Displayport-Anschlüsse sowie ein DVI-I Anschluss am PC vorhanden, wobei die Grafikkarte lediglich bis zu fünf Displays gleichzeitig unterstützt. Somit können beide Projektoren, das Smartboard und beide Fernseher von einem PC angesteuert und mit Bildmaterial versorgt werden. Für den Zweitprojektor und das Smartboard werden DisplayPort zu VGA Adapter verwendet, um sie mit dem Mini-PC zu verbinden. Für die zwei Fernseher und den Hauptprojektor wird eine Funklösung angewendet.

7.1.2.1. DVI-I

DVI-I ist ein älterer Standard zur digitalen Bildübertragung. Er ist in seinen Eigenschaften ident zu HDMI, abgesehen von Audiosignalen, welche bei DVI-I nicht übertragen werden können. Außerdem unterscheidet sich der Anschluss zu dem von HDMI, daher muss hier ein Adapter verwendet werden.

7.2. Inbetriebnahme [Schiller]

7.2.1. *Tag der offenen Tür*

Die Multimediaanlage wurde zum ersten Mal beim Tag der offenen Tür in Betrieb genommen und getestet. Es wurden der Hauptprojektor und die Lautsprecher verwendet. Auf dem Hauptprojektor wurden Videos abgespielt und über die Lautsprecher wurden Durchsagen, wie z.B. „Drohnenflug in 15 Minuten im Turnsaal“, gemacht.

7.2.2. *Filmabend*

Beim Filmabend der HTL-Perg wurde ein Film auf die Festplatte des Mini-PCs kopiert und über den Hauptprojektor abgespielt. Der Ton wurde auf den Lautsprechern mit Surround Sound Technik ausgegeben.

7.2.3. *Abschlusspräsentation der Fachschule*

Die Abschlusspräsentation der Fachschule der HTL-Perg wurde mit der Multimediaanlage durchgeführt. Es wurde ein Mikrofon für die Musikanten aufgestellt und die Moderatoren des Events verwendeten zwei mobile Mikrofone. Auf dem Hauptprojektor wurde eine PowerPoint-Präsentation abgespielt, wobei die Lautsprecher, sowohl den Ton der PowerPoint-Präsentation, als auch die Audiosignale von den Mikrofonen, ausgaben.

7.2.4. *Proben für Projektabschlusspräsentation*

Es wurden mehrere Proben für die Projektabschlusspräsentation durchgeführt. Hierbei wurden der Hauptprojektor, die Fernseher, zwei mobile Handmikrofone und zwei mobile Headsets verwendet. Die Moderatoren der Abschlusspräsentation wurden mit jeweils einem Headset ausgestattet und die Präsentatoren mit den Handmikrofonen. Mit dem Mischpult wurden die Mikrofone geregelt, um eine akustische Rückkopplung zu vermeiden und die Lautstärke angemessen anzupassen. Es wurden verschiedene Szenarien erprobt. In Szenario 1 wurde lediglich der Hauptprojektor verwendet, um eine PowerPoint-Präsentation vom Mini-PC darzustellen. Bei Szenario 2 zeigten der Hauptprojektor und beide Fernseher die gleiche PowerPoint-Präsentation, welche auf dem Mini-PC abgespielt wurde, an. Szenario 3 baut auf Szenario 2 auf, jedoch wurde eine drahtlose Bildübertragung zum Hauptprojektor und den Fernsehern angewandt und das Notebook spielte die Präsentation ab. Der Ton von Präsentationen und Videos wurde mit einem 3,5mm Klinke zu Chinch Kabel an das Mischpult gegeben, um nicht nur die Lautstärke der Mikrofone, sondern auch die Lautstärke von Videos oder der Präsentation über das Mischpult zu regeln.

8. Qualitätskriterien

8.1. Sicherung

Für den Mini-PC, das Notebook und das Tablet wird ein Systemabbild des Betriebssystems erstellt und auf jeweils einem USB-Stick gespeichert. Diese USB-Sticks sind im EDV-Kustodiat bei Herrn Prof. Kainerstorfer erhältlich. Um dieses Abbild wiederherzustellen, muss auf den Geräten das zuvor installierte Betriebssystem erneut installiert werden. Beim Mini-PC und dem Tablet ist das Betriebssystem Windows 10 in der 64-Bit Version installiert. Beim Notebook hingegen ist Windows 8.1, ebenfalls in der 64-Bit Version, installiert. Über die Windows-Systemwiederherstellung können die Abbilder wiederhergestellt werden, um so Konfigurationen, Programme und Dateien nicht wieder neu vornehmen bzw. installieren zu müssen.

Eine Sicherung der Konfigurationen für die Soundkarten und die AVB-Switches liegt bei Herrn Prof. Buchberger auf einem USB-Stick vor. Diese Sicherung muss über das Webinterface der Soundkarten eingespielt werden, um die Einstellungen der Geräte wiederherzustellen.

Ersatzkabel für Mikrofone, Bildschirme und Netzwerkverbindungen sind bei Herrn Prof. Schöller und Herrn Denzinger erhältlich.

9. Evaluierung

9.1. Persönliches Resümee

Am Beginn war diese Diplomarbeit als Projekt mit einem normalen schulischen Umfang geplant. Eine Soft- und Hardwarekomplettlösung war als Ziel definiert. Im Laufe der Arbeit wurden mehr und mehr Ideen und somit auch Komponenten aufgeworfen, sodass schon bald klar war, dass dieses Ziel nicht erreichbar ist. Eine große Herausforderung war, eine entsprechende Abgrenzung zu finden. Schnell wurde uns bewusst, dass wir den grundlegenden Aufbau für weiterführende Diplomarbeiten und Projekte bilden wollten. Dieser umfasste letztlich eine detaillierte Spezifikation der Komponenten und den Einbau und die Verkabelung aller bisher vorgesehenen Geräte.

Da wir uns noch nie so intensiv mit der Verkabelung und Ansteuerung eines Systems, welches eine so hohe Anzahl an Komponenten umfasst, beschäftigten, stellte diese Diplomarbeit eine hohe Herausforderung für uns dar. Besonders schwierig war es, fünf komplett verschiedene Darstellungsgeräte gleichzeitig und unabhängig voneinander anzusteuern, da nur wenige Geräte bzw. passende Software für solche Zwecke existieren.

Ein besonderer Aspekt unserer Arbeit war auch die Arbeit mit verschiedenen Verantwortlichen. Da jeder von ihnen natürlich im Wesentlichen seine Agenden versuchte zu optimieren, führte dies zu zeitlichen Problemen bei uns.

Trotz zahlreicher neuer Herausforderungen und so mancher Probleme, war die Arbeit stets interessant, da der Fokus eher auf Hardware, anstelle von Software, gelegt war. Jedes Mal, wenn wir neue Komponenten in Betrieb nahmen und alles Funktionierte, war die Freude groß.

9.2. Zustand [Schiller]

Die Multimediaanlage wurde in der Aula der HTL-Perg implementiert, getestet und in Betrieb genommen. Folgende Konfigurationen sind zum Zeitpunkt der Übergabe möglich:

Konfiguration 1:

Der Hauptprojektor und die Fernseher wurden mittels HDMI-Kabel mit dem Mini-PC verbunden. Weiters wurden der Zweitprojektor und das Smartboard durch VGA-Kabel an den Mini-PC angeschlossen. Diese Konfiguration ermöglicht es dem Anwender, jeden Bildschirm mit verschiedenem Bildmaterial zu versorgen. Durch einen Fernzugriff zum Mini-PC kann der Anwender mit dem Notebook oder Tablet Präsentationen, Programme o.ä. auf die einzelnen Darstellungsgeräte anzeigen lassen. Ein großer Vorteil dieser Konfiguration ist, dass auf jedem Gerät einen anderen Inhalt darstellen kann. Nachteil hierbei ist, dass jedes Gerät mittels Kabel verbunden werden muss und so die Flexibilität der Positionierung darunter leidet. Auch ist die Steuerung über einen Fernzugriff relativ träge und es können Verbindungsprobleme auftreten. Des Weiteren müssten somit bei Projektabschlusspräsentationen die Programme der Projekt- und Diplomarbeitgruppen auf dem Mini-PC installiert werden, wobei dies sehr aufwendig ist und unerwartete Probleme auftreten können.

Konfiguration 2:

Der Hauptprojektor wird mit einem HDMI-Kabel mit dem Mini-PC verbunden. Der Zweitprojektor hingegen wird durch ein VGA-Kabel oder DVI-Kabel mit dem Mini-PC verbunden. Der HDMI-Sender wird ebenfalls an den Mini-PC angeschlossen. An den Fernseherstandbeinen wird jeweils ein HDMI-Empfänger montiert und durch ein HDMI-Kabel mit dem Fernseher verbunden. Weiters wird ein HDMI-Empfänger auf dem Smartboardstandbein befestigt und durch ein VGA-Kabel mit dem Smartboard verbunden. Bei dieser Konfiguration wird auf dem Smartboard und den Fernsehern ein identisches Bild angezeigt. Auf dem Haupt- und Zweitprojektor jedoch kann ein jeweils ein separates Bild dargestellt werden. Wie bei Konfiguration 1 kann der Anwender das gewünschte Bildmaterial über einen Fernzugriff den Darstellungsgeräten zuweisen. Vorteil hierbei ist, dass sowohl die Fernseher als auch das Smartboard flexibel positioniert werden kann, da diese lediglich ein Stromkabel benötigen. Die relativ träge und möglicherweise instabile Steuerung über einen Fernzugriff bleibt hierbei jedoch bestehen. Auch das Problem mit den Programmen der Projekt- und Diplomarbeitgruppen tritt hierbei auf.

Konfiguration 3:

Das Notebook wird durch ein HDMI-Kabel mit dem HDMI-Sender verbunden. Jeweils ein HDMI-Empfänger wird an den Fernsehstandbeinen und am Hauptprojektor montiert und mit den Geräten verbunden. Auf dem Notebook wird bei Projektabschlusspräsentationen eine PowerPoint-Präsentation abgespielt und auf die Darstellungsgeräte übertragen. Um Programme bzw. Live-Demonstrationen der Projekt- und Diplomarbeitgruppen zu zeigen, wird ein Notebook von jeder Gruppe auf dem Regiewagen platziert und mit dem HDMI-Sender verbunden. Hierfür sind verschiedenste Adapter in der Schublade des Regiewagens vorhanden, um eine Inkompatibilität von Anschlüssen auszuschließen. Für eine Audioübertragung wird ein Kabel mit einem 3,5mm Klinenstecker an das Notebook und zwei Chinch-Steckern an das Mischpult angeschlossen. Wenn nun eine Live-Demonstration gezeigt werden soll, wird mit der Fernbedienung auf den HDMI-Eingang, an dem das Schülernotebook angeschlossen ist, umgeschaltet. Um wieder zurück zur Präsentation zu wechseln, muss man wieder auf den HDMI-Eingang, an dem das Notebook mit der Präsentation angeschlossen ist, zurückschalten. Vorteil hierbei ist, dass so das gesamte System auch von Personen, welche über geringes EDV-Wissen verfügen, bedient werden kann. Jedoch können weitere Geräte, wie der Zweitprojektor oder das Smartboard, nur sehr umständlich verwendet werden.

9.3. Zukunftsaussicht [Schiller]

Diese Diplomarbeit soll eine Grundlage für spätere Diplomarbeiten, welche im Zuge der standardisierten Reife- und Diplomprüfung durchgeführt werden, für die Gestaltung der Aula bieten.

9.3.1. Pseudologistikzentrum

Ein Bereich der Aula kann in ein Pseudologistikzentrum umgewandelt werden. Somit können andere Diplomarbeitgruppen ihre Errungenschaften in der Aula testen und haben so ein direktes Feedback. Ein großer Vorteil hiervon ist, dass sich eine Gruppe mit externen Auftraggeber zum Testen ihrer Produkte nicht immer in die Firma oder das Unternehmen dieses Auftraggebers begeben muss und somit viel Zeit und Mühen erspart werden können.

9.3.2. Positionsbestimmungen mit GPS

Durch den Einbau von moderner GPS-Technologie in der Aula wird es Projekt- und Diplomarbeitgruppen, welche mit Positionsbestimmung über GPS arbeiten, ermöglicht, Apps, Programme oder Maschinen direkt in der HTL-Perg zu testen.

9.3.3. Einbau von Haustechnik

Eine mögliche zukünftige Diplomarbeit könnte den Einbau von Haustechnik enthalten, wie z.B. automatische temperaturabhängige Fenster mit dazugehöriger Software und Temperaturmessungen.

9.3.4. Solaranlage und Energiegewinnung

Durch die Verwendung einer Solaranlage kann eine Diplomarbeitgruppe eine Software für diese implementieren, welche wichtige Daten sammelt und die gewonnene Energie auf den Fernsehern permanent darstellen, um so Langzeitstudien von Energiegewinnung in Bezug auf verschiedene Wetterverhältnisse durchzuführen.

9.3.5. Ausbau der Lautsprecheranlage

Die Lautsprecheranlage ist derzeit auf bis zu insgesamt 24 Lautsprecher erweiterbar. Somit können in allen Stockwerken der Aula ebenfalls Lautsprecher montiert werden. Dies kann durch spätere Diplomarbeiten übernommen werden. Die Anlage kann durch zusätzliche Hardware um noch mehr Lautsprecher erweitert werden. So kann ein vollständiges Durchsagesystem mit einer speziell dafür entwickelten Software implementiert werden.

9.3.6. *Implementierung einer Kamerasoftware*

Um die Kamera für die vorgesehenen Zwecke einsetzen zu können, wird eine Software benötigt. Diese kann im Zuge eines Projekts oder einer Diplomarbeit implementiert werden. Sie soll Mitschnitte erlauben, die Kamera steuern und das aufgezeichnete Bildmaterial in Echtzeit auf die Fernseher übertragen können.

9.3.7. *Verbesserung der Steuerung der Anzeigeräte*

Um alle Anzeigeräte ordnungsgemäß und unabhängig voneinander nutzen bzw. steuern zu können, wird weitere Hardware und Software benötigt. Diese kann in späteren Projekten oder Diplomarbeiten in das Konzept integriert werden. Man soll auf allen Anzeigeräten ein unterschiedliches Bild anzeigen können, bestenfalls drahtlos oder mit so geringen Kabelaufwand wie möglich und ohne Umstecken der Kabel. Für die Software sollen die im Zuge dieser Diplomarbeit angefertigten Softwareentwürfe verwendet werden (siehe Seite 96 unter der Überschrift „6.5. Künftige Implementierung“).

10. Literatur- & Quellenverzeichnis

- [1] <http://electronicdesign.com/communications/understanding-audio-video-bridging>.
- [2] <http://whatis.techtarget.com/definition/ASIO-Audio-Stream-Input-Output>.
- [3] <http://static1.squarespace.com/static/54032fa8e4b017ae41b0c300/t/54215b2be4b08ff99b8ce06f/1411472171974/>.
- [4] <http://www.itec-audio.com/en/products/active-box/>.
- [5] http://www.apart-audio.com/Category/Details5?cat2=APART&cat3=01.LOUDSPEAKERS&cat4=1002_CABINET&cat5=1060_SDQ&productcode=SDQ5P-BL.
- [6] <http://www.hifi-regler.de/>.
- [7] <http://www.aviom.com/blog/balanced-vs-unbalanced/>.
- [8] <http://www.delamar.de/faq/symmetrisch-vs-unsymmetrisch-kabel-eingaenge-ausgaenge-8321/>.
- [9] <https://de.wikipedia.org/wiki/Gerätestecker>.
- [10] <https://de.wikipedia.org/wiki/Abisolierzange>.
- [11] <http://www.wago.de/produkte/produktkatalog/verbindungsklemmen/installationsklemmen/compact-verbindungsklemmen-alle-leiterarten-serie-221/index.jsp>.
- [12] <http://www.soundandrecording.de/tutorials/basis-wissen-mischpult-aufbaufunktionenkonzepte/>.
- [13] <http://www.delamar.de/faq/phantomspeisung-4088/>.
- [14] <http://www.hifi-forum.de/viewthread-42-6.html>.
- [15] <http://www.sound-tuning-spessart.de/Kabel.htm>.
- [16] <https://de.wikipedia.org/wiki/Soundkarte>.
- [17] <http://www.soundandrecording.de/tutorials/basis-wissen-effekt-routing/>.
- [18] http://www.motu.com/marketing/motu_logos/motu_corporate_logo/.
- [19] <https://de.wikipedia.org/wiki/D-Sub>.
- [20] <http://www.rane.com/par-c.html#connectors>.
- [21] <http://www.rane.com/par-b.html#bnc>.
- [22] <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Koaxialkabel-COAX-coaxial-cable.html>.
- [23] <http://www.planetoftunes.com/digital-audio/digital-audio-synchronisations.htm#.VsM-UvLhCUk>.
- [24] <http://www.motu.com/products/avb/avb-switch>.
- [25] <http://www.delamar.de/video-workshops/richtcharakteristik-mikrofon-22647/>.
- [26] <http://www.neumann.com/homestudio/de/was-ist-ein-kondensatormikrofon>.
- [27] <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Akustische-Rueckkopplung-acoustic-feedback.html>.
- [28] <http://www.benq.at/product/projector/su964/>.
- [29] <http://beamer-tests.com/kontrast-aufloesung-und-lumen-begriffserklaerung-fuer-beamer/>.
- [30] <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/digital-light-processing-DLP-DLP-Projektor.html>.
- [31] <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1312021.htm>.

- [32] <http://www.engadget.com/2006/11/14/how-to-turn-a-standard-xbox-360-video-cable-into-a-vga-cable-fo/>.
- [33] <http://www.bluray-disc.de/lexikon/hdmi>.
- [34] <http://www.itwissen.info/definition/lexikon/HDMI-Stecker-HDMI-connector.html>.
- [35] <http://www.cinegearpro.com/cgpro-am-dm-sc-hdmi-a-to-micro-hdmi-d-spring-curl-cable-v1-4-1080p-3d-4k.html>.
- [36] <http://www.bluray-player-software.com/hdmi.htm>.
- [37] <http://www.welches-hdmi-kabel.de/hdmi-verlaengerung-ohne-qualitaetsverlust/>.
- [38] <http://www.computerbild.de/artikel/avf-Ratgeber-TV-Heimkino-Anschlusse-17149.html>.
- [39] <http://www.bluray-disc.de/lexikon/component-video>.
- [40] Benutzerhandbuch BENQ SU964.
- [41] http://denon-de.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/722/~/trigger-ausg%C3%A4nge.
- [42] <http://fotovideotec.de/beamer/index10.html>.
- [43] <http://www.eiki.com/item/lc-xg400lc-xg400l-no-lens/>.
- [44] <http://www.bluray-disc.de/lexikon/s-video>.
- [45] <http://www.cnet.de/41564541/aktives-3d-gegen-passives-3d-welche-fernseher-sind-besser-und-wieso/>.
- [46] http://www.chip.de/artikel/Kaufberatung-Der-optimale-LCD-TV-5_29212405.html.
- [47] <http://www.bluray-disc.de/lexikon/mhl>.
- [48] <http://www.axis.com/global/en/products/axis-v5914>.
- [49] <https://www.movie-college.de/filmschule/kamera/kameratechnik/sdi>.
- [50] https://www.digis.ru/upload/iblock/d41/SB680_%D0%A1%D0%BF%D0%B5%D1%86%D0%B8%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B8_680-specsheetsb680v08jul10.pdf.
- [51] https://www.musicstore.de/en_RS/EUR/Showtec-Infinity-iW-1915-RGBW-Wash-Electronic-Zoom/art-LIG0011159-000.
- [52] <http://www.anandtech.com/show/8405/zotac-zbox-ei750-plus-a-featurerich-iris-pro-minipc>.
- [53] <http://www.displayport.org/>.
- [54] <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/com/1205051.htm>.
- [55] <http://www.voelkner.de/products/536743/300-xl.jpg>.
- [56] https://s.gravis.de/p/z4/apple-mini-displayport-auf-vga-adapter-fuer-macbook-pro-air-weiss_z4.jpg.
- [57] http://www.heise.de/ct/zcontent/15/23-hocmsmeta/1445825004463156/contentimages/Stecker01_86210-bbe-jg_PR.jpg.
- [58] <http://www.whity.ch/typo3temp/pics/1a6e32522e.jpg>.

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 – Aula der HTL Perg vor der Projekt- und Diplomarbeitenabschlusspräsentation	9
Abb. 2 – Hall of the Federal Higher Technical Institute Perg before the project and diploma thesis final presentation.....	11
Abb. 3 – Aula HTL-Perg	18
Abb. 4 – Produktkonfiguration Gesamtübersicht.....	19
Abb. 5 – Produktkonfiguration Schaltkasten-Detailplan	20
Abb. 6 – Produktkonfiguration Regiewagen-Detailplan	20
Abb. 7 – Szenarienmatrix (dient als mögliche Übersicht aller Szenarien)	28
Abb. 8 – Übersichtsplan zur Inbetriebnahme der Multimediaanlage	34
Abb. 9 – Itec Active Box [3]	36
Abb. 10 – Itec Active Box Anschlüsse.....	36
Abb. 11 – Rückseite Master-Lautsprecher [5]	37
Abb. 12 – Unsymmetrische Übertragung [7]	38
Abb. 13 – Phasenverschiebung um 180 Grad [7].....	38
Abb. 14 – Symmetrische Übertragung [8]	39
Abb. 15 – Euroblock-Stecker	39
Abb. 16 – Phoenix-Stecker	39
Abb. 17 – Kaltgerätestecker Typ C17/C18 [9].....	39
Abb. 18 – Audiokabelplan	40
Abb. 19 – Stromkabelplan.....	41
Abb. 20 – Kabelschacht.....	42
Abb. 21 – Kanten der Platten.....	42
Abb. 22 - Automatische Abisolierzange [10].....	43
Abb. 23 - WAGO Serie 221 Verbindungsklemme [11]	43
Abb. 24 – Euroblock-Stecker	43
Abb. 25 – Euroblock-Buchsen und Euroblock-Stecker.....	43
Abb. 26 – Phoenix-Stecker	43
Abb. 27 – Yamaha MG12XU.....	44
Abb. 28 – Dreipoliger XLR-Anschluss [15].....	45
Abb. 29 – Behringer FBQ1000 Feedback Destroyer	46
Abb. 30 – Feedback Destroyer Anschlüsse	46
Abb. 31 – MOTU-Logo [18]	47
Abb. 32 – MOTU 24Ai & 24Ao.....	48
Abb. 33 – MOTU 24Ai & 24Ao Anschlüsse.....	48
Abb. 34 – D-Sub 25 Anschluss (25-polig)	48
Abb. 35 – Phoenix Anschluss (12-polig).....	48
Abb. 36 – Phoenix-Stecker	48

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 37 – BNC-Anschluss (Wordclock).....	49
Abb. 38 – Aufbau Koaxialkabel [22].....	49
Abb. 39 – Wordclock Beispiel [23].....	49
Abb. 40 – TOSLINK Stecker.....	50
Abb. 41 – MOTU AVB-Switch.....	51
Abb. 42 – MOTU AVB-Switch Anschlüsse.....	51
Abb. 43 – An Soundkarte angeschlossene Lautsprecherkabel.....	51
Abb. 44 – Verkabelung Soundkarten.....	52
Abb. 45 – AKG DST99-S.....	54
Abb. 46 – Darstellung Nierencharakteristik [25].....	54
Abb. 47 – Sennheiser XSW-65 Empfängereinheit und Handmikrofon.....	55
Abb. 48 – Sennheiser XSW-65 Empfängereinheit Anschlüsse.....	55
Abb. 49 – AKG SR45 Empfängereinheit und Funkmikrofon.....	55
Abb. 50 – AKG SR45 Empfängereinheit Anschlüsse.....	55
Abb. 51 – Akustische Rückkopplung [27].....	56
Abb. 52 – BENQ SU964 [28].....	57
Abb. 53 – Ein-Chip-Bauweise bei DLP-Technik [30].....	57
Abb. 54 – Hauptprojektor Anschlüsse [28].....	58
Abb. 55 – VGA-Anschluss Pinbelegung [32].....	59
Abb. 56 – VGA-Eingang (links) und Ausgang (rechts) [28].....	59
Abb. 57 – HDMI Typ A [35].....	59
Abb. 58 – HDMI Typ B [36].....	59
Abb. 59 – HDMI Typ C [35].....	59
Abb. 60 – HDMI Typ D [35].....	59
Abb. 61 – HDMI Typ E [36].....	59
Abb. 62 – HDMI-Verstärker [37].....	60
Abb. 63 – Analoger Audioeingang und -ausgang [28].....	60
Abb. 64 – Composite Video [28].....	61
Abb. 65 – Komponenten und RGB Video [28].....	61
Abb. 66 – LAN-Anschluss [28].....	62
Abb. 67 – 12 Volt Gleichstrom Trigger [28].....	62
Abb. 68 – USB Typ Mini-B [28].....	62
Abb. 69 – RS-232 Kontrollanschluss [28].....	62
Abb. 70 – Videokabelplan.....	63
Abb. 71 – Stromkabelplan.....	64
Abb. 72 – Zweitprojektor Anschlüsse.....	66
Abb. 73 – VGA-Eingang (links) & VGA-Ausgang (rechts).....	67
Abb. 74 – DVI-Eingang.....	67
Abb. 75 – Analoge Audioeingänge und -ausgänge.....	67

Abb. 76 – Komponenten-/RGB-Video (kombiniert).....	68
Abb. 77 – Composite- (oben) & S-Video (unten)	68
Abb. 78 – Mini-DIN-Kontrollanschluss	68
Abb. 79 – USB Typ B.....	68
Abb. 80 – Videokabelplan	69
Abb. 81 – Stromkabelplan.....	70
Abb. 82 – Aktives 3D mit Shutter-Brillen [46].....	72
Abb. 83 – Passives 3D mit Polfilterbrille [46].....	72
Abb. 84 – Komponenten (rot) & Composite + Ton (grün) Video, SCART (blau), Dig. Audioausg. (grau), LAN (hellblau).....	73
Abb. 85 – USB (rot), HDMI ARC (blau), HDMI (grün)	73
Abb. 86 – USB (rot), Analoger Audioausgang (blau), HDMI MHL (grün)	73
Abb. 87 – HF/Koaxial-Eingang (rot).....	73
Abb. 88 – HDMI Eingang 1 mit MHL Funktion	74
Abb. 89 – HDMI Eingänge 2-4, Eingang 4 mit ARC-Funktion	74
Abb. 90 – Composite-Video inkl. Stereoton-Anschlüssen	74
Abb. 91 – Komponenten Video	74
Abb. 92 – HF- bzw. Koaxialanschluss	75
Abb. 93 – SCART-Anschluss.....	75
Abb. 94 – S-Video Anschluss	75
Abb. 95 – Digitaler Audioausgang.....	76
Abb. 96 – Analoger Audioausgang	76
Abb. 97 – Videokabelplan	77
Abb. 98 – Stromkabelplan.....	78
Abb. 99 – HDMI-Sender	80
Abb. 100 – HDMI-Empfänger	80
Abb. 101 – HDMI-Sender Anschlüsse (Komponenten-Video [blau], HDMI [rot], USB [grün])	80
Abb. 102 – HDMI-Empfänger Anschlüsse (USB [grün], HDMI [rot])	80
Abb. 103 – Axis V5914 PTZ Kamera	82
Abb. 104 – Kamera Anschlüsse	82
Abb. 105 – Smartboard Anschlüsse	83
Abb. 106 – Showtec Infinity iW-1915 RGBW Wash Moving Head.....	84
Abb. 107 – Moving Head Anschlüsse.....	84
Abb. 108 –HP EliteBook 8730w Notebook.....	86
Abb. 109 – Notebook Anschlüsse links (oben) & rechts (unten)	86
Abb. 110 – Surface Pro 3 mit Type Cover	87
Abb. 111 – Surface Pro 3 Anschlüsse	87
Abb. 112 – Type Cover	88
Abb. 113 – Microsoft Arc Touch Maus (oben) & Surface Pen (unten)	88

11. Abbildungsverzeichnis

Abb. 114 – Regiewagen Tischfläche.....	90
Abb. 115 - Regiewagen Serverrack (von oben nach unten: Feedback Destroyer, Soundkarte 24Ai, Sennheiser-Mikrofonempfänger, AKG-Mikrofonempfänger).....	90
Abb. 116 – Schaltkasten.....	91
Abb. 117 – Mini-PC mit Befestigungsbügel [52]	92
Abb. 118 – Mini-PC Anschlüsse Vorderseite (oben) & Rückseite (unten) [52]	93
Abb. 119 – DisplayPort [55]	94
Abb. 120 –Mini-DisplayPort [56].....	94
Abb. 121 – USB Type-C [57]	94
Abb. 122 – Micro-USB-Slimport [58].....	94
Abb. 123 – Audio Quellenübersicht	96
Abb. 124 – Einzelne Quellen konfigurieren	97
Abb. 125 – Layout Licht.....	98
Abb. 126 – Layout Visuell.....	99

12. Anhang

12.1. Diplomanden

12.1.1. *Andreas Herndl*

Ausbildung

Seit 09/2011	Höhere Technische Bundeslehranstalt Perg
09/2007 - 07/2011	Hauptschule Bad Kreuzen
09/2003 - 07/2007	Volksschule Münzbach

Berufserfahrung

08/2015	Fa. Greisinger GmbH Ferialarbeiter
07/2015	Machland Obst- und Gemüsedelikatessen GmbH Ferialarbeiter
08/2014	Landeskrankenhaus Amstetten Ferialpraktikant IT
08/2013	Stadtwerke Amstetten Ferialpraktikant Büro
07/2012	Fa. Greisinger GmbH Ferialarbeiter

12.1.2. *Markus Schiller*

Ausbildung

Seit 09/2011	Höhere Technische Bundeslehranstalt Perg
09/2007 - 07/2011	Hauptschule für Informationstechnologie Grein
09/2003 - 07/2007	Volksschule Bad Kreuzen

Berufserfahrung

08/2015	Fa. Greisinger GmbH Ferialarbeiter
07/2015	Gemeindeamt Bad Kreuzen Ferialpraktikant Büro
07/2014	Gemeindeamt Bad Kreuzen Ferialpraktikant IT
07/2013	Gemeindeamt Bad Kreuzen Ferialpraktikant Büro

12.2. Verfassungsnachweise

12.2.1. Herndl

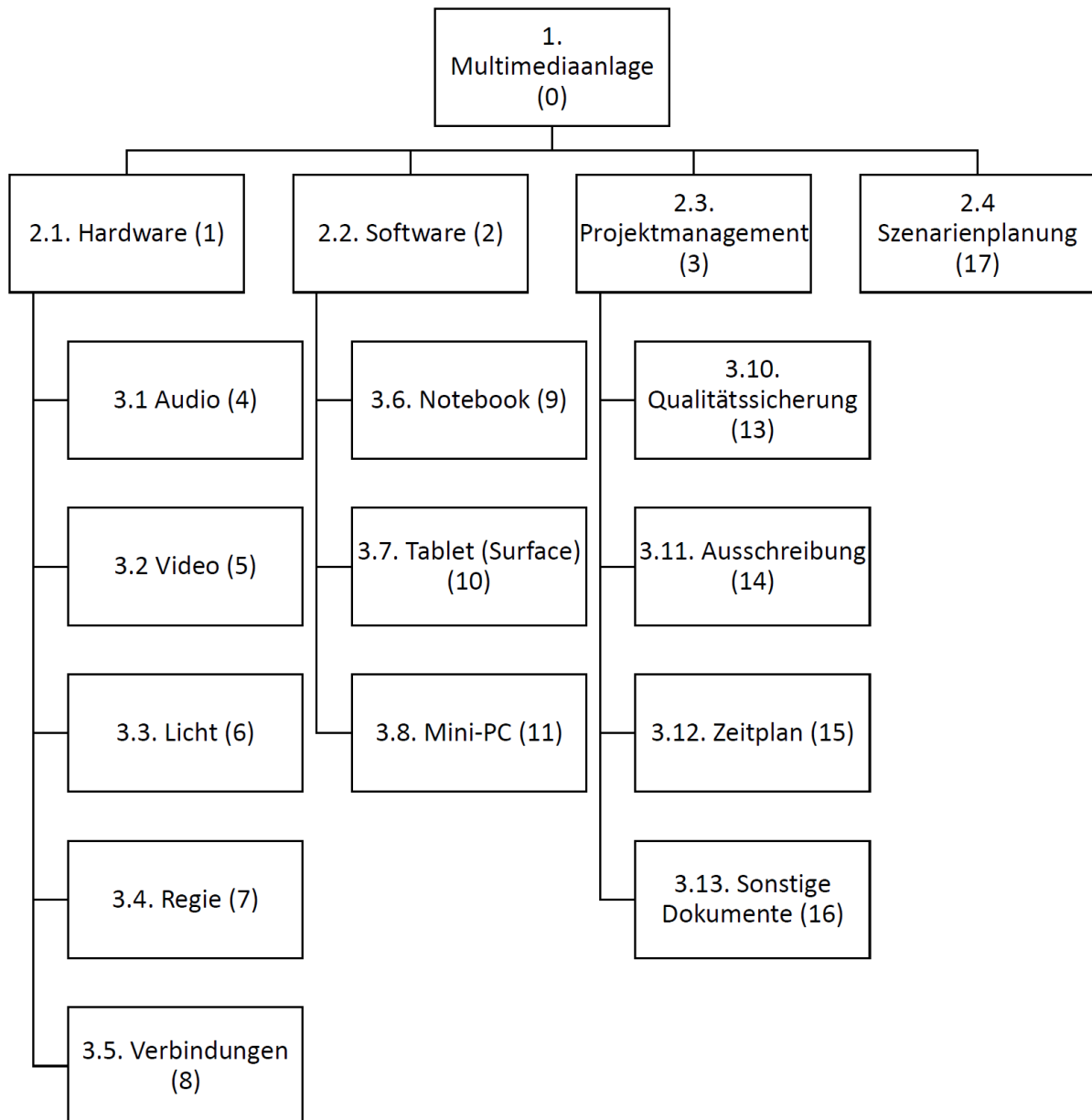
Kapitel	Seite
2.1.1. Andreas Herndl [Herndl]	7
4.1. Projektstrukturplan [Herndl & Schiller]	13
4.1.1. Projekthandbuch [Herndl]	30
5. Beschreibung der Technologien [Herndl]	35
6.1.1.1. Zwei mobile Lautsprecher [Herndl]	36
6.1.2. Mischpult [Herndl]	44
6.1.3. Feedback Destroyer [Herndl]	46
6.1.5. Mikrofone [Herndl]	54
6.2.5. Kamera [Herndl]	82
6.2.6. Smartboard [Herndl]	83
6.3. Licht [Herndl]	84
6.4.2. Tablet [Herndl]	87
6.4.4. Mini-PC [Herndl]	92
6.5. Künftige Implementierung [Herndl]	96
7.1. Testen [Herndl]	100
Kabelpläne	-

12.2.2. Schiller

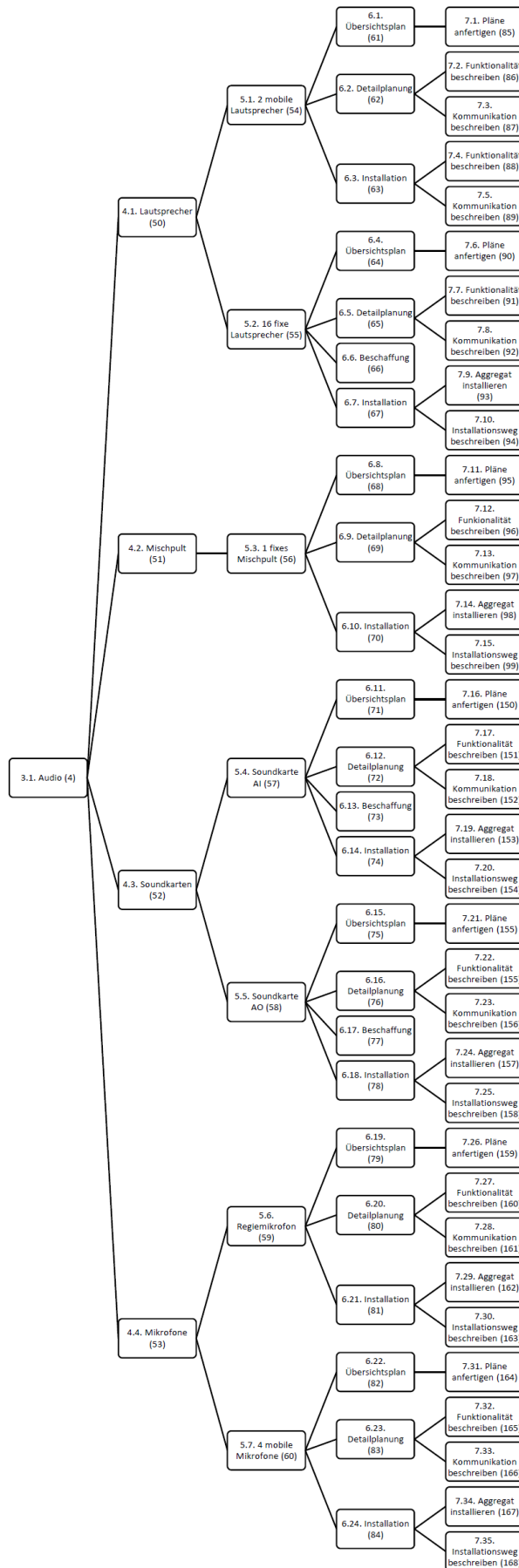
Kapitel	Seite
2. Einleitung [Schiller]	7
3. Entstehung [Schiller]	12
4. Planung [Schiller] (4.1. Projektstrukturplan [Herndl & Schiller])	13
6.1.1.2. 16 fixe Lautsprecher [Schiller]	37
6.1.4. Soundkarten [Schiller]	47
6.2.1. Hauptprojektor [Schiller]	57
6.2.2. Zweitprojektor [Schiller]	66
6.2.3. Zwei mobile TVs [Schiller]	71
6.2.4. Wireless-HDMI [Schiller]	80
6.4.1. Notebook [Schiller]	86
6.4.3. Regiewagen & Schaltkasten [Schiller]	90
7.2. Inbetriebnahme [Schiller]	102
9.2. Zustand [Schiller]	105
9.3. Zukunftsaussicht [Schiller]	107

12.3. Projektstrukturpläne

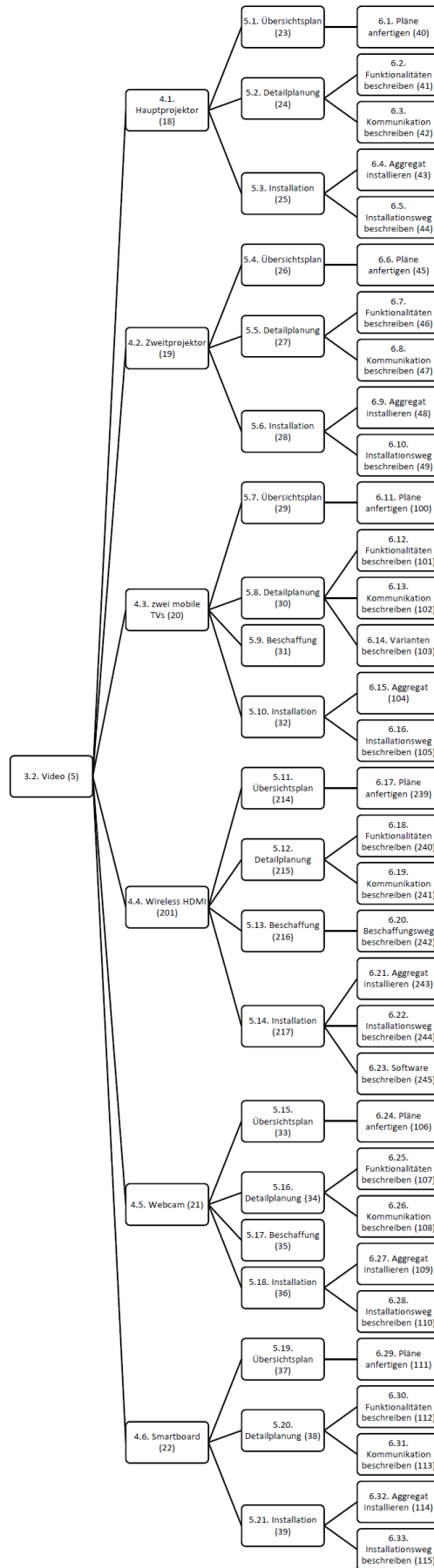
12.3.1. Übersicht Ebene 1



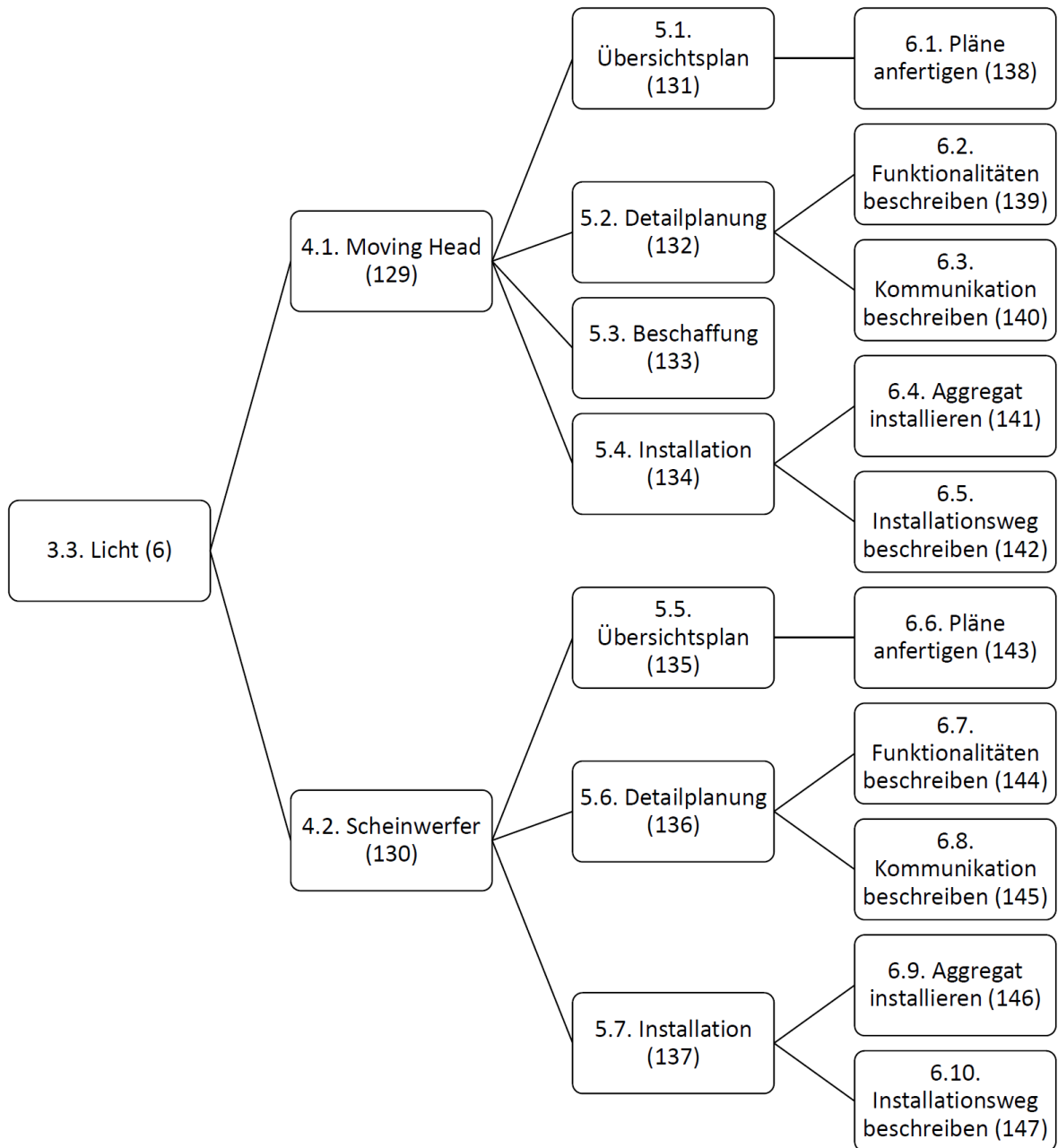
12.3.2. Audio Ebene 3



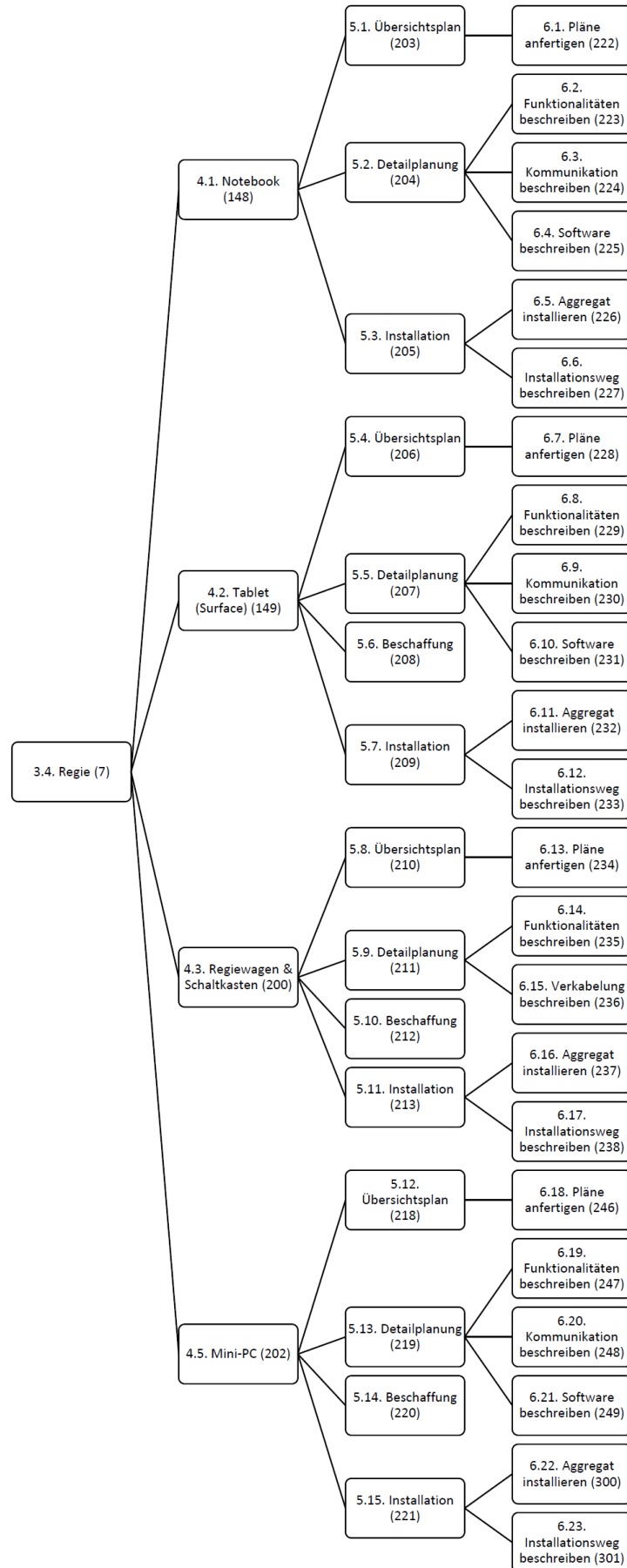
12.3.3. Video Ebene 3



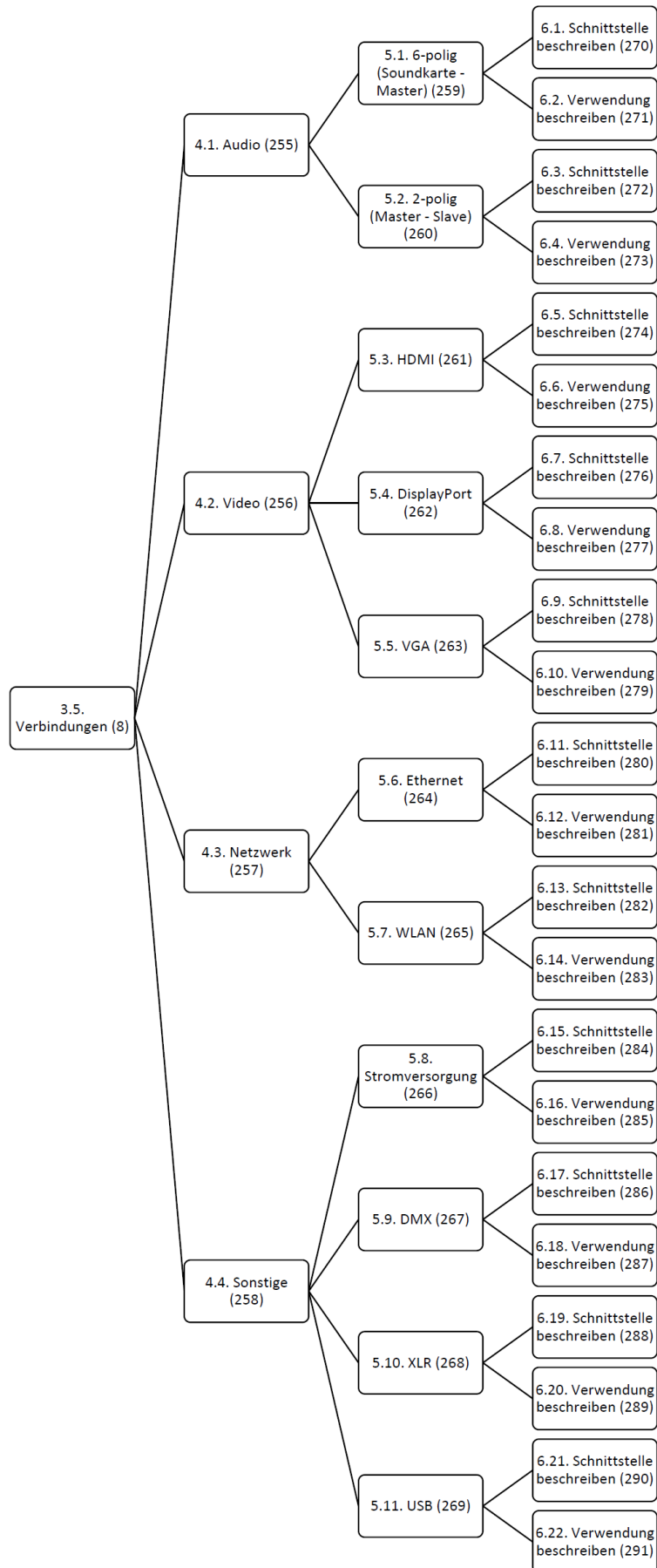
12.3.4. Licht Ebene 3



12.3.5. Regie Ebene 3



12.3.6. Verbindungen Ebene 3



12.3.7. Software Ebene 2



12.3.8. Projektmanagement Ebene 2