



**Konzeption und Umsetzung einer beweglichen,
in Echtzeit steuerbaren Videoinstallation**

Bachelorthesis

zur Erlangung des akademischen Grades B. Sc.

Fabio Thiel

2130578



**Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Design, Medien und Information
Departement Medientechnik**

Erstprüfer: Prof. Wolfgang Willaschek

Zweitprüferin: Dipl.-Des. Julia Fuchs

**Hamburg
26.08.2016**

Abstract

The following thesis explains the development of the installation named Knospe which was presented in the annual exhibition 2016 of the Media Campus Finkenau. Besides the idea that underlies the concept, planning, and realisation are described. Each of those steps include the design of the installation as well as the technical components. Occurring problems and how they were solved is also discussed. Every aspect is outlined from the very beginning to the final result.

Zusammenfassung

Die folgende Thesis erklärt die Entwicklung der Installation Knospe, welche auf der Jahresausstellung 2016 des Mediocampus Finkenau präsentiert wurde. Neben der Idee, die dem Konzept zu Grunde liegt, werden auch Planung und Umsetzung beschrieben. Jeder dieser Schritte beinhaltet sowohl Gestaltung als auch die technischen Komponenten. Auftretende Probleme sowie deren Lösungen werden erörtert. Jeder dieser Aspekte wird von Anfang an bis hin zum Endresultat geschildert.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG – INSPIRATION UND KONZEPT	5
2. PLANUNG	8
2.1 Objektplanung	8
2.1.1 Findung des Materials	8
2.1.1.1 Variante aus Gerüst und Überzug	8
2.1.1.2 Platten als Außenmaterial	9
2.1.2 Entwurf des Korpus	10
2.1.3 Aufbau der Präsentation	16
2.2 Technische Planung	17
2.2.1 Flaschenzug	17
2.2.2 Motoren und Steuerkomponenten	17
2.2.3 Erzeugen von Nebel	18
2.2.4 Technische Planung der Präsentation	19
2.2.5 Befestigung der Projektoren und Erhöhung des Objekts	20
3. UMSETZUNG	21
3.1 Bau des Holzobjekts	21
3.2 Realisierung der Motorsteuerung	24
3.2.1 Programmierung der Steuerung	24
3.2.2 Hardware	25
3.2.3 Installation der technischen Komponenten in das Objekt	27
3.2.4 Installation der Nebelmaschine	29
3.2.5 Optimierung der Komponenten	29
4. PROJEKTION	31
4.1 Entwickeln von Inhalten	31
4.1.1 Konzept	31
4.1.2 Musikauswahl	33
4.1.3 Programmierung	34
4.1.4 Mapping	35
5. PRÄSENTATION AUF DEM LICHTERFEST 2016	36
5.1 Aufbau	36
5.1.1 Technische Probe	36
5.1.2 Einrichten des finalen Veranstaltungsaufbaus	37
5.2 Tag der Veranstaltung und Endresultat	38
6. FAZIT, VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE UND WEITERENTWICKLUNG	40

1. Einleitung – Inspiration und Konzept

Eine der herausragenden Eigenschaften des Studiengangs Medientechnik ist die Verschmelzung von kreativen Inhalten und Technik. Letztere ist dabei nicht nur Mittel zum Zweck, sondern ein entscheidendes Element im Schaffensprozess. Sei es die Wahl von Objektiv und Kamera, die dem Film seinen besonderen Look verleihen oder ein selbstgebautes Effektgerät, welches einen einzigartigen Gitarrenklang gestaltet. Seit einiger Zeit gibt es neben etablierten Branchen wie Film, Fernsehen, Theater und Musik einen weiteren Bereich, in dem immer mehr Projekte umgesetzt werden. Die Rede ist von Videoinstallationen. Dabei wurden schon Fassaden, wie der Bunker auf dem Campus, als Leinwand benutzt, aber auch eigens dafür konstruierte Objekte. Ein Beispiel dafür ist die fünf Meter große Skulptur aus Luftballons, welche auf dem Mittenmang Theaterfestival 2015 als 360 Grad Projektionsfläche diente. Die Arbeit dort war es auch, die eine Faszination dafür hervorrief große Installationen zu erstellen, die vielen Menschen zugänglich sind. Das gab auch den entscheidenden Impuls für die Themenwahl dieser Bachelorarbeit. Es bestand ohnehin schon der Wunsch in solch



Abbildung 1: Videoinstallation auf dem Mittenmang Festival 2015 in Bremen

einem praxisbezogenen Studiengang auch eine praktische Abschlussarbeit zu erstellen.

Auf dem Weg von dieser Grundidee bis zum Konzept, das letztendlich umgesetzt wurde, hielten viele äußere Einflüsse als Inspiration Einzug. Zunächst spielte das Lichterfest 2015 eine entscheidene Rolle. Dort wurden kleine Kristalle, bestehend aus mit Stoff bespannten Holzrahmen, von farbigen LED-Scheinwerfern illuminiert. Das Interessante war dabei, dass es sich um natürlich vorkommende Mineralien handelte, die eine außergewöhnlich klare, geometrische Form aufwiesen. Nicht zuletzt lag es wohl, dass Menschen früher an „[...]Götter und Geister die in Palästen aus Bergkristall wohnten¹“ glaubten. Die zweite inspirierende Begegnung wurde im

¹ Quelle: Tanja Ruprecht-Becker – Magische Steine, <http://www.zeit.de/wohlfuehlen/Magische> (Stand: 21.08.16)

selben Jahr auf dem Fusion Festival gemacht. Dort wurden einige kinetische Skulpturen ausgestellt. Es war schlichtweg faszinierend, wie die maschinenhafte Bewegung den Objekten etwas Lebendiges verlieh. Des Weiteren fiel dort auf auf, dass Nebel als Projektionsfläche genutzt wurde. Durch die unberechenbare Ausbreitung und Bewegung verlieh er dem projizierten Inhalt einen organischen Charakter. Bei der Konzeption wurden all diese Aspekte miteinander kombiniert. Es entstand die Idee den toten Stein mittels Bewegung zum Leben zu erwecken. Damit war eng die Transformation der Form vom Mineralischen zum Organischen verbunden. Um das Geometrische aufzulösen bot es sich an den Kristall in seine einzelnen Elemente zu zerlegen. Erste Skizzen

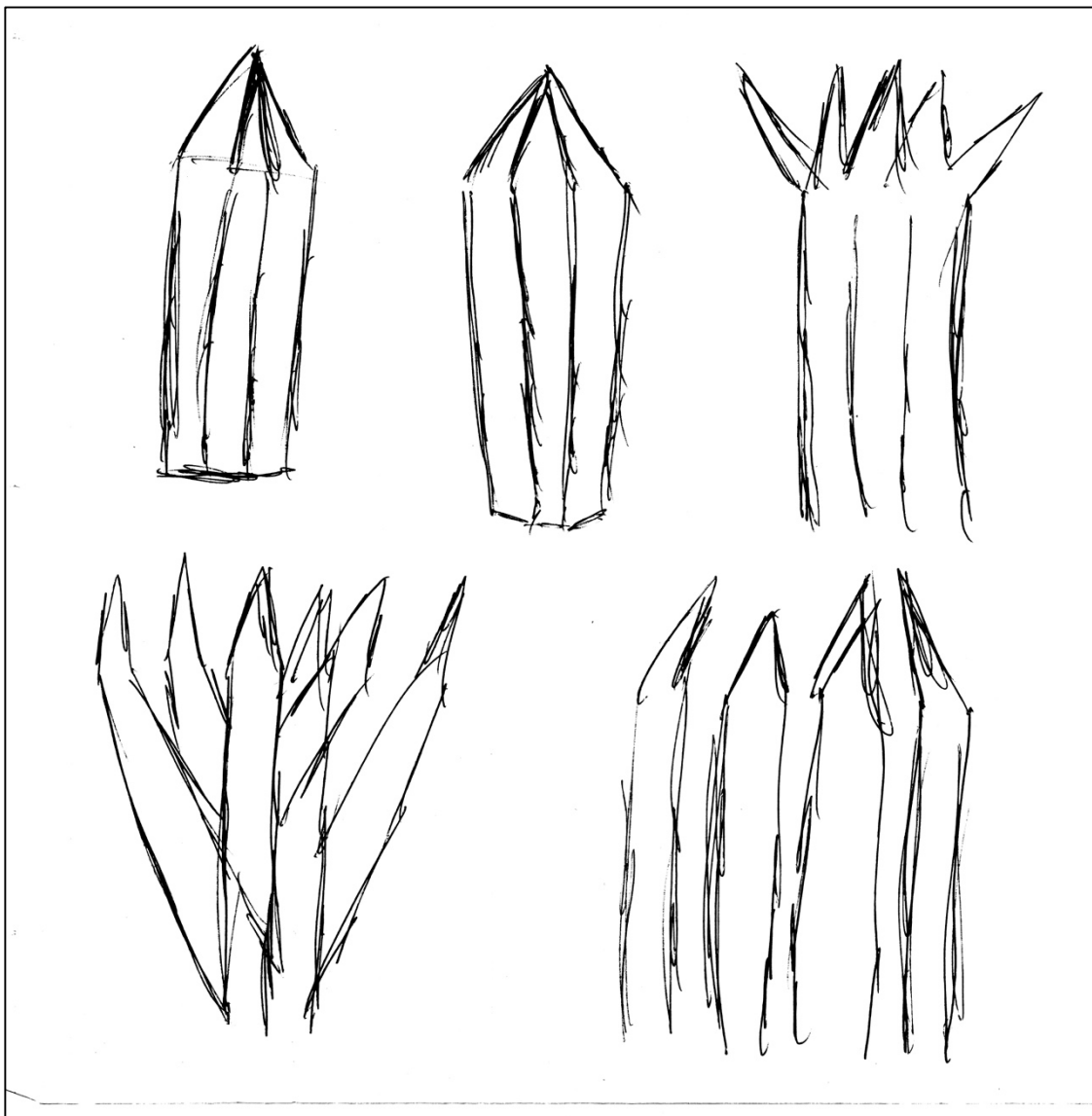


Abbildung 2: Erste Skizzen

vermittelten den Eindruck, dass die gedrehten Seitenflächen des Steins einer Blüte ähnelten, es hier auf Abbildung 2 links unten zu sehen ist. Diese ähnelte in ihrem geschlossenen Zustand als Knospe außerdem der Form des Kristalls. Die Blume als organisches Gegenstück zum Stein wurde damit in das Konzept übernommen. Nebenbei war mit Knospe auch ein passender Titel gefunden.

Darüber hinaus boten die geöffneten Blütenblätter einen Freiraum in ihrer Mitte, wo der Nebel als Projektionsfläche genutzt werden kann. Wie anfänglich erwähnt, beinhaltet der Studiengang Medientechnik oft den kreativen Einsatz von Technologien. So wurde auch dieses Projekt, neben den gestalterischen Aspekten, von dem Wunsch motiviert sich mit bestimmter Hard- und Software auseinanderzusetzen. Im Zentrum davon stand VVVV. Der erste richtige Kontakt mit dem Programm kam auf dem NODE Forum for Digital Arts 2015 zu Stande. Dabei handelt es sich um ein Festival, das sich größtenteils um besagte Software dreht. Die Exponate und Workshops dort gaben einen Einblick in die Möglichkeiten, die VVVV bietet, und schufen eine Begeisterung für das Arbeiten damit. Mit dem Projekt für die Bachelorthesis war nun eine Plattform gefunden, die es ermöglichte weiter in die Materie einzusteigen. Da die Installation auch präsentiert werden sollte, war dafür noch ein geeigneter Rahmen zu finden. Dabei fiel der erste Gedanke direkt auf das Lichterfest, die alljährliche Feier, welche die Jahresausstellung der Fakultät Design, Medien und Information eröffnet. Bei der Veranstaltung war ausreichend Platz vorhanden und da es sich um etwas Hochschulinternes handelte, war davon auszugehen, dass die Technik der HAW dafür geliehen werden kann. Nachdem auch geklärt war, dass etwas Budget des Lichterfests für die Installation aufgewendet werden durfte, konnte das Projekt in Gang gesetzt werden.

Die folgende Arbeit erklärt den Prozess in dem die Installation Knospe entstand. Dabei werden neben technischen und gestalterischen Aspekten auch Planungs- und Organisationsvorgänge erörtert. Dabei sollen die Lösungen auftretender Probleme sowie die Auseinandersetzung mit neuer Materie als zentrale Teile fungieren. Ziel dieser Arbeit ist es den Leserinnen und Lesern einen detaillierten Überblick über das Projekt zu schaffen.

2. Planung

In diesem Kapitel wird der Weg beschrieben, auf dem das Konzept zu einer konkreten Installation wurde. An dieser Stelle muss erwähnt werden, dass die Prozesse von technischer Planung und Objektplanung parallel verliefen und sich gegenseitig beeinflussten. Wie bei jeder projektorientierten Arbeit gab es auch hier einen Fertigstellungstermin und ein begrenztes Budget, was in der Planungsphase besonders von Bedeutung war.

2.1 Objektplanung

2.1.1 Findung des Materials

Bei der Suche eines geeigneten Materials für den Bau der Projektionsflächen standen zwei Auswahlkriterien im Vordergrund. Es sollte vor allem im Hinblick auf den Transport und den Außeneinsatz eine gewisse Stabilität gewährleistet werden. Dabei musste die Gesamtkonstruktion möglichst leicht sein, um den Kraftaufwand für die Motoren gering zu halten. Der Faktor Gewicht spielte bezüglich der Kosten eine besondere Rolle. Ein schwereres, aber günstigeres Material zu verbauen hätte bedeutet stärkere oder sogar mehr Motoren benutzen zu müssen. Diese hätten dann wiederum leistungsfähigere Treiber und eine höhere Spannungsversorgung benötigt. In Anbetracht dessen war es dementsprechend von besonderer Wichtigkeit abzuwägen ob sich durch höhere Ausgaben für das Baumaterial Geld für Mechanik und Elektronik einsparen ließe.

2.1.1.1 Variante aus Gerüst und Überzug

Die erste Überlegung war ein Skelett zu bauen und mit Stoff oder Plane als Projektionsmedium zu bespannen. Bei dieser Vorgehensweise schien der klare Vorteil im geringen Gewicht zu liegen. Auf erste Internetrecherchen folgten Materialsichtungen, bei denen Aluminium, Kunststoff oder Holz eine potentielle Lösung darstellten. Da es für Plastik und Metall keine geeigneten Systeme gab um daraus eine Unterkonstruktion zu erstellen, erwiesen sich diese in der Verarbeitung als zu komplex. Parallel zu diesem Entscheidungsvorgang wurden erste Entwürfe angefertigt.

Abbildung 3 zeigt eine Skizze des angedachten Skeletts eines der sechs, miteinander identischen, Einzelteile. Wie die linke Zeichnung zeigt, zielten die Überlegung darauf ab einen Rahmen zu erstellen und diesen mit Querstreben zu verbinden um Stabilität zu gewährleisten. Während dieses Planungsprozesses zeigte sich aber, dass eine solche Bauweise erhebliche Probleme mit sich bringen würde. Da auch in das Objekt auf den Nebel projiziert werden soll, würden die Mittelstreben sichtbar werden. Der optische Eindruck der Form wäre dadurch stark verändert worden.

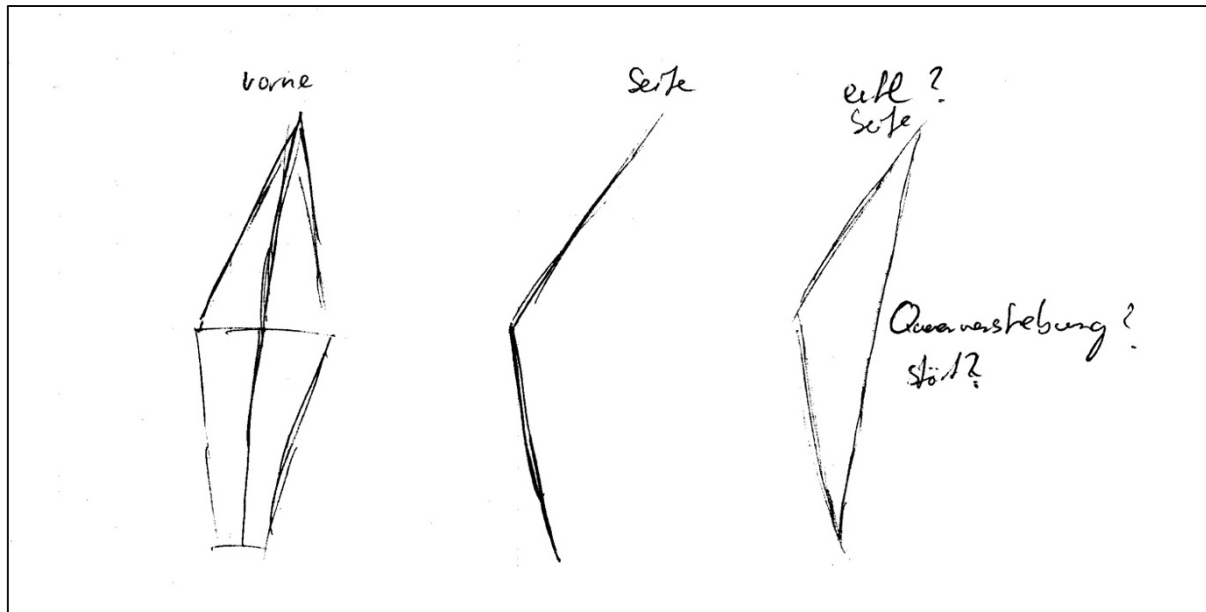


Abbildung 3: Erste Skizze der Unterkonstruktion

Darauf hin stellte die Tatsache, dass generell Licht von hinten auf die Projektionsfläche fallen kann, die gesamte Konstruktion in Frage. Hinzu kamen Zweifel, ob mit dem Spannmateriale ein ordentlicher, planer Überzug zu realisieren sei. Dies hat sich schon bei früheren, weniger komplexen Arbeiten als äußerst problematisch herausgestellt. Außerdem wären sowohl Stoffe als auch Kunststoffplanen zu empfindlich und ein eventuell anfallender Austausch wäre enorm zeitaufwendig gewesen.

2.1.1.2 Platten als Außenmaterial

So wurde das Konzept nach kurzer Zeit von der Idee abgelöst, die Seitenteile aus Platten zu bauen. Dabei fiel die Wahl zunächst auf mitteldichte Holzfaserverplatten, kurz MDF-Platten, da diese auch in geringen Stärken stabil erschienen. Zudem sind sie verhältnismäßig kostengünstig. Nach einer Berechnung des Gewichts stellte sich aber schnell heraus, dass das Material eine zu große Last für die Motoren gewesen wäre. Als eine deutlich leichtere Alternative erwiesen sich Modellbaupappen.

Durch die Witterungsanfälligkeit und den hohen Preis kamen diese aber auch nicht in Frage. Außerdem waren die erhältlichen Maße ungeeignet. Neben Pappe kommen aber auch Sperrhölzer im Modellbau zum Einsatz. Eine besonders leichte Variante ist das Pappelsperrholz. Dieses stellte sich nach einigen Proben und der Berechnung des Gewichts als die beste Lösung heraus. Weil so die Motoren erheblich entlastet werden konnten, wurde auch der höhere Preis dieses Materials relativiert. Dennoch musste unter Anderem wegen dieser Auswahl die gesamte Konstruktion verkleinert werden um Kosten zu sparen. Weitere Faktoren, die zu dieser Entscheidung führten, werden im nächsten Unterkapitel geschildert werden.

2.1.2 Entwurf des Korpus

Wie in Kapitel 1 beschrieben, dienten als Inspiration für das Objekt Kristalle. Für die Planung erwies sich das als vorteilhaft, da man hauptsächlich mit einfachen geometrischen Formen arbeiten konnte. Wie Abbildung 4² zeigt, erinnert die Form eines Bergkristalls aber zunächst nicht besonders an die Knospe der Blume, zu der er sich entfalten soll. Um dies zu erreichen mussten einige Modifikationen vorgenommen werden. Zum einen sind die Proportionen bei dem Mineral anders, denn der Spitz zulaufende Abschnitt ist relativ kurz. Außerdem zeichnet sich die Pflanze durch eine deutliche Wölbung aus, wie man auf Abbildung 5³ sehen kann.



Abbildung 4: Bergkristalle



Abbildung 5: Hibiskusknospe

² Quelle: Naturhistorisches Museum der Bürgergemeinde Bern, (<http://www.nmbe.ch/entdecken/ausstellungen/dauerausstellung/planggenstock-kristalle>, Stand 05.08.16)

³ Quelle: Wikimedia Commons (https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hibiskus-Knospe_kurz_vor_der_Blüte.jpg, Stand 05.08.16)

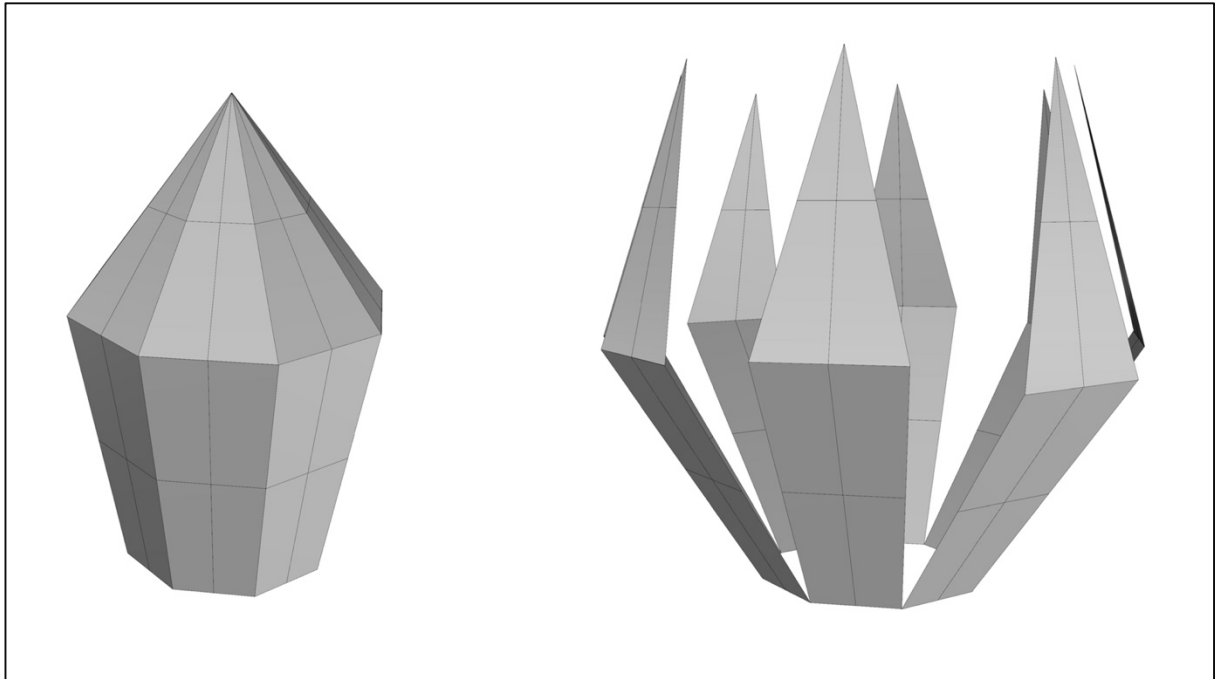


Abbildung 6: Renderings aus der Entwurfsphase

Um eine ästhetisch ansprechende Kombination zu finden wurden erste, virtuelle 3D-Modelle angefertigt. Dies ermöglichte ein einfaches Verändern der Größen und Proportionen. Dabei wurde das Objekt als Hohlkörper angelegt, welcher aus mehreren identischen Flächen besteht. Damit aus dem Kristall eine Blume werden kann, sollten diese sich an ihrer Unterkante nach außen klappen lassen. Zur Verdeutlichung dient Abbildung 6.

Sie zeigt wie die Zusammensetzung konzipiert wurde. Links ist der Korpus im geschlossenen Zustand und auf der rechten Seite mit aufgeklappten Seitenelementen. Um nun möglichst gut eine Blüte mit ihren vielen Blättern zu imitieren, dabei aber nicht zu feingliedrig zu werden fiel die Wahl zunächst auf acht Flächen. Bei der Planung musste nämlich, wie auch bei der Materialsuche, beachtet werden, Stabilität und Leichtigkeit miteinander zu kombinieren. Ein weiterer Faktor war die Mechanik. Je mehr bewegliche Teile hinzu kämen, desto teurer und komplizierter wäre auch der spätere mechanische Aufbau. Dieser Umstand und der, im vorigen Kapitel beschriebene, hohe



Abbildung 7: Modell aus Leichtschaumplatte

Preis des Pappelsperholzes führten zu der Überlegung, dass Objekt auf sechs Seiten zu reduzieren. Dafür sprach auch, dass dieser Schritt viel Arbeitsaufwand und somit Zeit einsparen würde. Allerdings bestand die Befürchtung so den erwünschten optischen Eindruck zu verlieren. Weitere 3D-Zeichnungen und der Bau eines Modells, siehe Abbildung 7, widerlegten dies aber. Da mit dem Wegfallen zweier Seitenteile nun die Gesamtkonstruktion neu modelliert werden musste wurde auch etwas an Höhe eingespart. Um auf dem Lichterfest mit seinen vielen Besuchern aufzufallen sollte die Installation eigentlich 2,50 Meter groß werden. Im Laufe der Veranstaltungsplanung wurde beschlossen, das Objekt auf einem circa 1,80 Meter hohen Podest vorzuführen. Für Sichtbarkeit war somit gesorgt und die Konstruktion wurde 50 Zentimeter kleiner geplant um weiteres Gewicht zu sparen. Da die Form also feststand mussten per CAD-Plan exakte Maße bestimmt werden. Währenddessen fiel auf, dass durch die bestehenden Proportionen Winkel entstanden, die für den Bau problematisch waren, da sie sich mit dem vorhandenen Werkzeug nicht umsetzen ließen. Hier exakt zu arbeiten war aber essentiell um später große Unstimmigkeiten bei der Zusammensetzung des Objekts zu vermeiden.

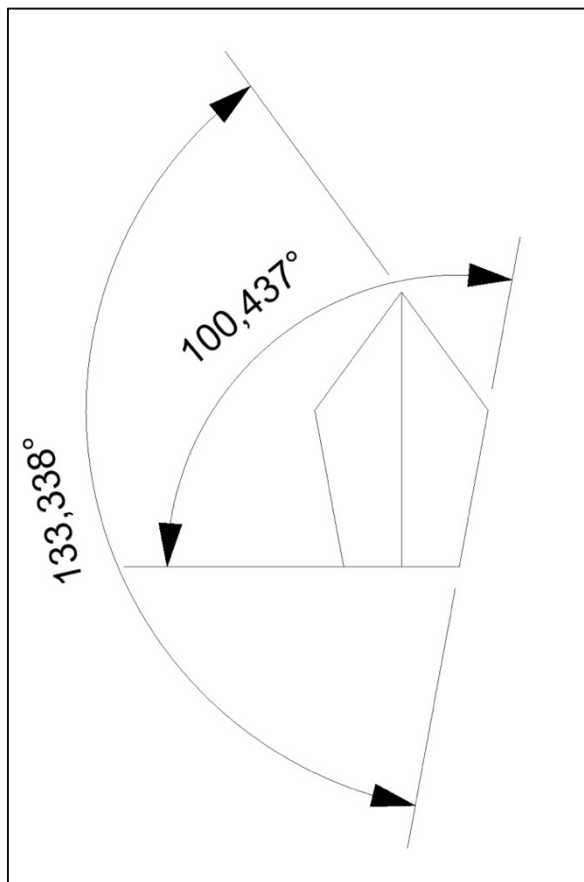


Abbildung 8: Drahtmodell als Seitenansicht mit gemessenen Winkeln

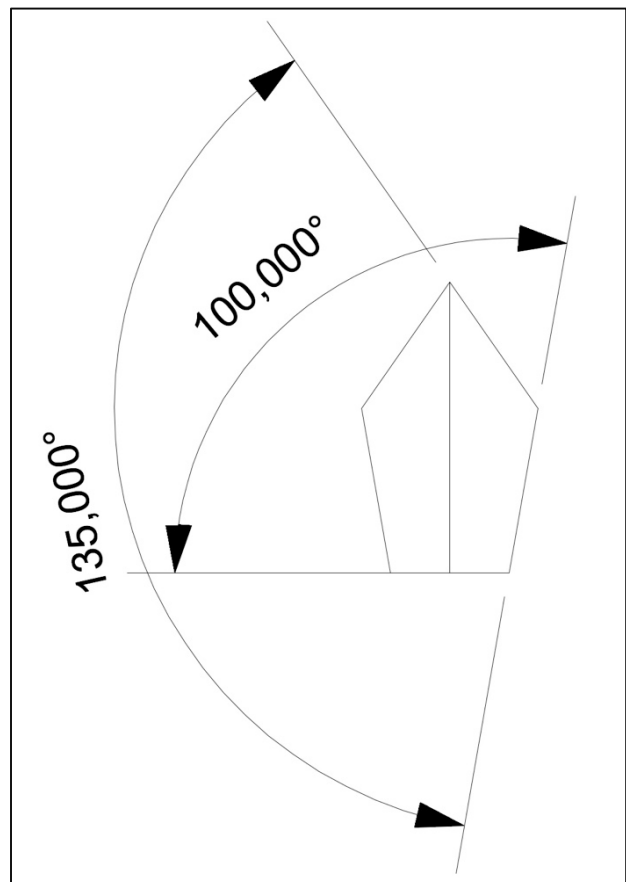


Abbildung 9: Drahtmodell als Seitenansicht mit angepassten Winkeln

Auf den beiden oberen Abbildungen 8 und 9 ist zu sehen, dass die Form sich durch die Korrektur minimal veränderte. Diese Abwandlung fiel im Bezug auf die Ästhetik aber eher positiv auf, weil sie einen etwas schlankeren Eindruck verursachte. Hierbei handelt es sich somit auch um den endgültigen Entwurf, aus dem die Maße entnommen wurden.

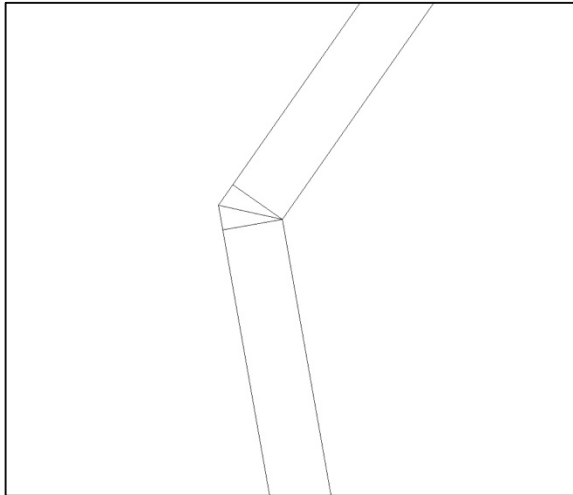


Abbildung 10: Ausschnitt aus der Seitenansicht eines Elements

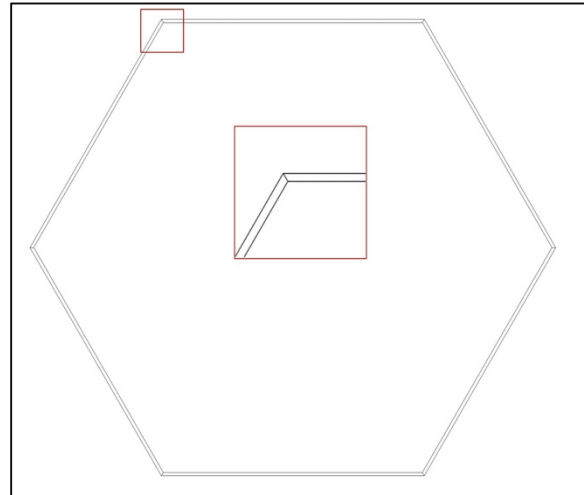


Abbildung 11: Modell zur Erfassung der Winkel für die Zusammensetzung zum Sechseck

Außerdem musste die Materialstärke des Holzes berücksichtigt werden. Um keine Lücken zu verursachen, war es nötig eine Fase in das Holz zu sägen. Dieser Schritt musste besonders akribisch geplant werden, da schon kleine Ungenauigkeiten die Gesamtkonstruktion merklich beeinflusst

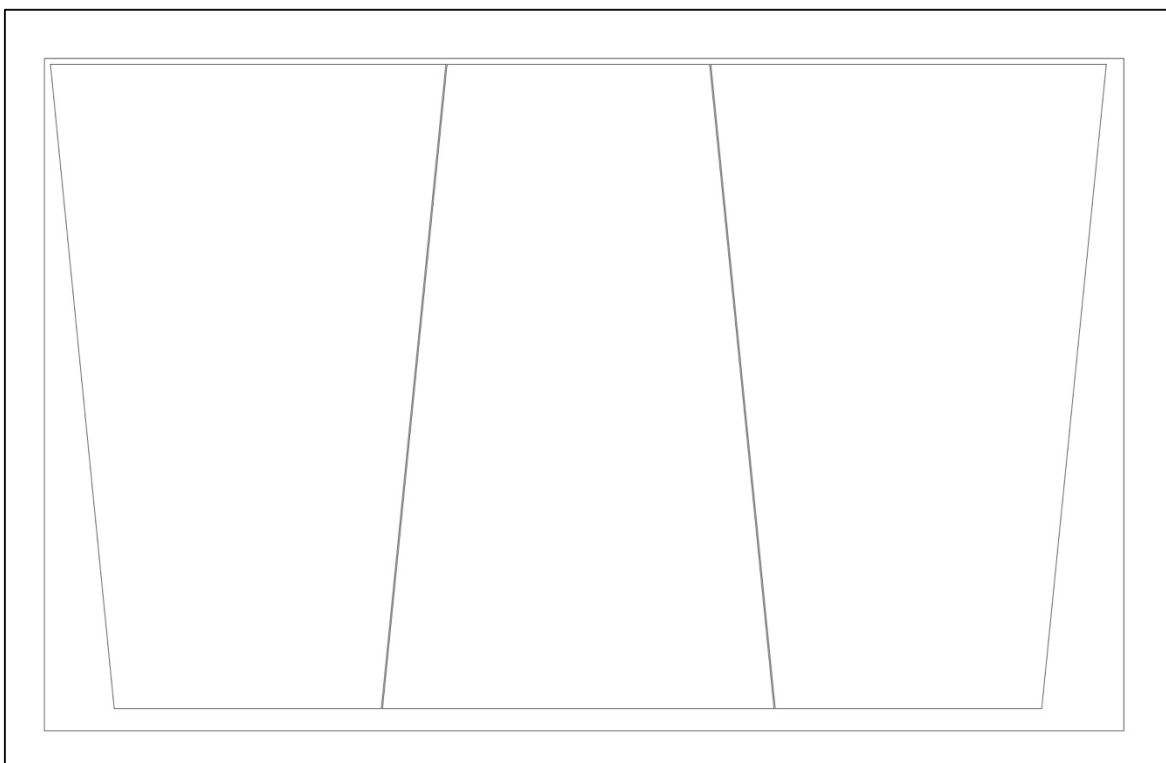


Abbildung 12: Vorlage für das Aussägen dreier Unterteile aus einer 185x140x0,6 Zentimeter großen Platte

hätten. Abbildung 10 und 11 zeigen zwei der Zeichnungen für die Ermittlung der passenden Fasenwinkel. So ließen sich dann auch unter Einbeziehung der Materialstärke die exakten Maße der Einzelteile herausfinden. Um später beim Aussägen möglichst wenig Verschnitt zu verursachen wurde auch dafür eine Vorlage am Computer erstellt. Ein Beispiel dafür ist auf Abbildung 12 zu sehen. Zur Sicherheit war etwas Überschuss bei der Gesamtgröße der Platten eingerechnet. Dieser wurde auch benötigt, da die Platten, wie sich herausstellte, nicht sehr genau zugeschnitten wurden und deren Kanten deshalb nicht verwendbar waren. Als Nächstes war eine Verbindung für die beiden Einzelteile, aus denen jedes Seitenelement bestand, zu finden. Hierbei musste wieder eine

Lösung ausgearbeitet werden, die für ausreichend Stabilität sorgt, ohne viel Gewicht hinzuzufügen. Die Überlegung war zuerst ein Gerüst zu bauen, wie es in Unterkapitel 2.1.1 beschrieben ist. So wäre die Konstruktion aber sehr aufwändig und schwer geworden. Außerdem waren die Sperrholzteile leicht genug, so dass ein starkes Skelett nicht nötig war. Stattdessen sollten nur überkreuzte Querbalken als Verbindung dienen. Diese bestanden aus schmalen Fichtenrahmenhölzern. Bei einem Test des Aufbaus erwies sich die Vertikale Stützlatte als ausreichend, so dass zu Fixierung lediglich zwei weitere kleine Holzstücke benutzt wurden. Zur Veranschaulichung dessen dient die Skizze aus Abbildung 13. In dieser Phase der

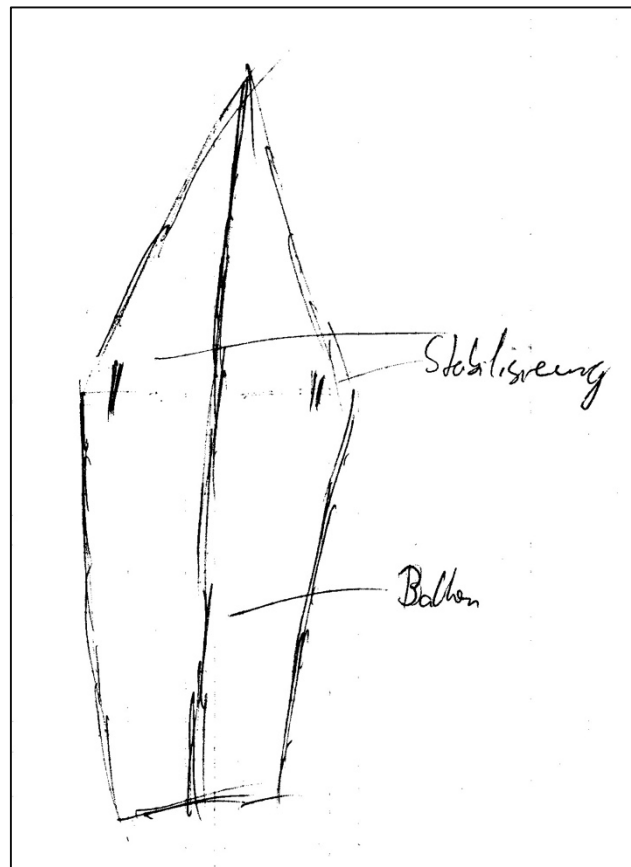


Abbildung 13: Verbindung der Einzelteile skizziert

Planung wurden aus Zeitgründen keine Modelle am Rechner erstellt, da es hier nicht mehr auf millimetergenaues Arbeiten ankam. Bei der Befestigung der Seitenteile war das ebenso der Fall. Um später beweglich zu sein mussten diese mit Scharnieren an einer Halterung geschraubt werden. Dazu wurde ein Sechseck aus circa acht mal sechs Zentimeter starken Holzbalken angedacht, an dem die Blütenblätter mittels Scharnier befestigt werden konnten. Gleichzeitig stellte der Unterbau eine Beschwerung da, die die Installation weniger windanfällig machte. Da, wie später im Kapitel 2.2 technische Planung beschrieben, die Entscheidung fiel Seilzüge für die Bewegung der Seitenelemente zu benutzen, musste auch dafür im Objekt eine Befestigung gefunden werden.

Die Umlenkrollen sollten in ausreichender Höhe angebracht werden, um starke Hebelwirkungen der Seitenteile zu verringern. Denn diese waren so konzipiert, dass sie durch ihr Eigengewicht umklappen und vom Seil gehalten werden. Eine sechseckige Säule in der Mitte der Konstruktion sollte nun als Befestigung der benötigten Rollen dienen. Um diese wiederum mit dem Unterbau aus Balken zu verbinden wurde eine Bodenplatte aus schwerem Holz in das Konstrukt einbezogen. Das Prinzip stellte sich jedoch nach weiteren Überlegungen als problematisch heraus. Ein Holzbalken dieser Größe war nirgendwo zu finden und wäre mit dem verfügbaren Werkzeug nicht entsprechend zu bearbeiten gewesen. Als dann die Entscheidung fiel drei Motoren anstatt sechs zu benutzen, war die Idee der Säule vollkommen hinfällig. Ersatz wurde in einer H-förmigen Befestigung gefunden. Damit konnten links und rechts Seile von den Motoren weggeführt werden. Indem man drei dieser Gestelle mit verschiedenen hohen Querbalken verwendete und jeweils um 60° zueinander verdrehte, konnten die Antriebe für die Seilzüge übereinander untergebracht werden. Gleichzeitig entstanden durch die vertikalen Streben Möglichkeiten eine Verbindung mit der Bodenplatte herzustellen. Zur Veranschaulichung ist auf Abbildung 14 das zugehörige 3D-Modell zu sehen. Auf diesen Bau sollte dann ein weiteres kleines Sechseck geschraubt werden, das zur Befestigung der Umlenkrollen gedacht war. Ein weiterer Vorteil war, dass sich die Latten zusätzlich als Befestigung für die Elektronischen kleinteile benutzen ließen. Die letzte Entscheidung, die es zu fällen gab, betraf die Farbe. Es bedurfte wenig Überlegung zu beschließen, dass die Außenseiten für einen optimalen Reflexionsgrad weiß werden sollten. Umgekehrt musste alles im einen schwarzen Anstrich bekommen um so wenig wie möglich gesehen zu werden. So trivial dieser Beschluss klingen mag, war es doch von Bedeutung die Farbe von vornherein mit in die Planung einzubeziehen, denn diese stellte einen großen Kostenfaktor dar.

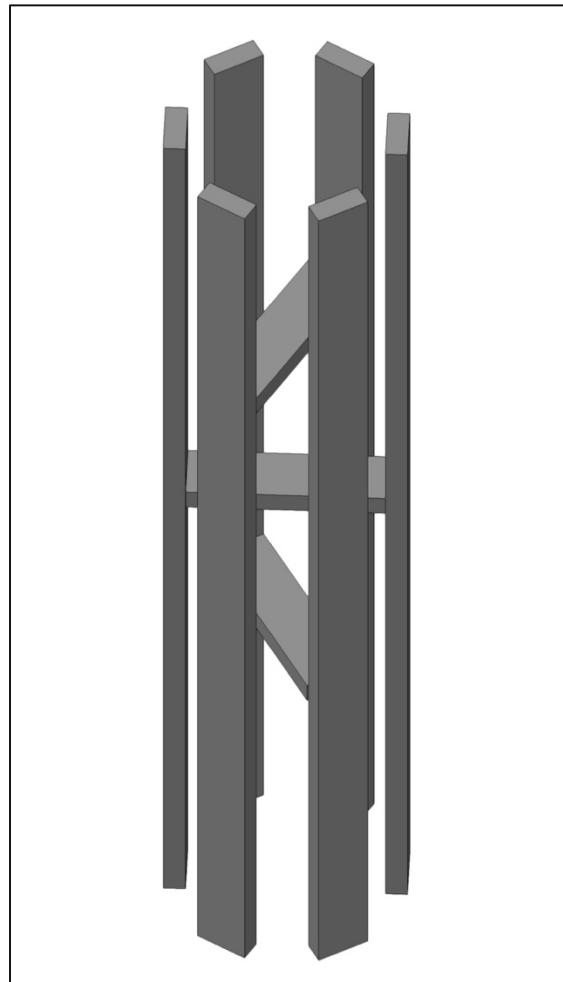


Abbildung 14: 3D-Modell der Innenkonstruktion

2.1.3 Aufbau der Präsentation

Um das Objekt rundherum zu bespielen musste eine geeignete Anzahl an Projektoren gefunden werden. Blickt man genau auf die Kante zwischen zwei Seitenteilen, fällt auf, dass lediglich diese Beiden sichtbar sind. Abbildung 15 zeigt diese Perspektive. Dies führte zu dem Entschluss jeweils zwei Elemente mit einem Beamer zu bespielen. Insgesamt wurden also drei Stück benötigt. Betrachtet man den Kristall als Mittelpunkt mussten sie auf einem Kreis darum jeweils 120 Grad versetzt zueinander positioniert werden. Dabei sei erwähnt, dass die Präsentation keine Eigenständige Veranstaltung war, sondern in das Lichterfest integriert wurde. Weil bei der

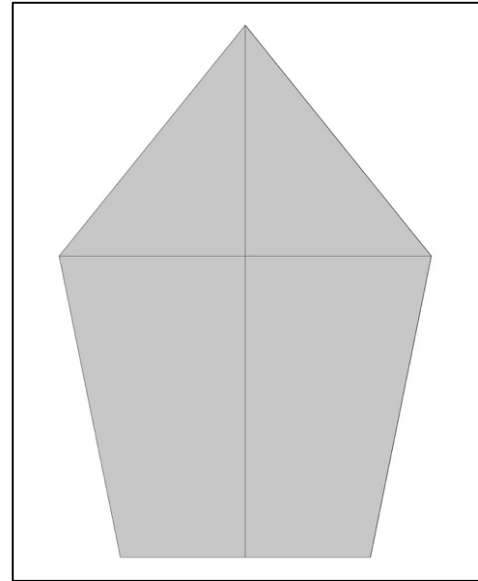


Abbildung 15: Perspektive der Projektoren

Planung Sicherheitsvorschriften, wie zum Beispiel das Freihalten von Rettungswegen, eingehalten werden mussten war der oben beschriebene Aufbau nicht exakt möglich. Abbildung 16 zeigt einen Grundriss des Bereichs in dem das Lichterfest stattfand. In der Mitte, rot eingezeichnet, ist der Ort der Installation. Die schwarzen Quadrate stellen die Projektoren dar. Wie aus dem Plan ersichtlich wird war einer der Beamer merklich weiter entfernt und versetzt. Dadurch wäre eine aufwendige, perspektivische Korrektur nötig gewesen. Es konnte aber zu diesem Zeitpunkt keine andere Lösung gefunden werden. Ein weiterer Aspekt war die Höhe des Aufbaus. Damit die Gäste keinen Schatten im Bild verursachen war angedacht das Objekt 1,80 Meter erhöht auszustellen.

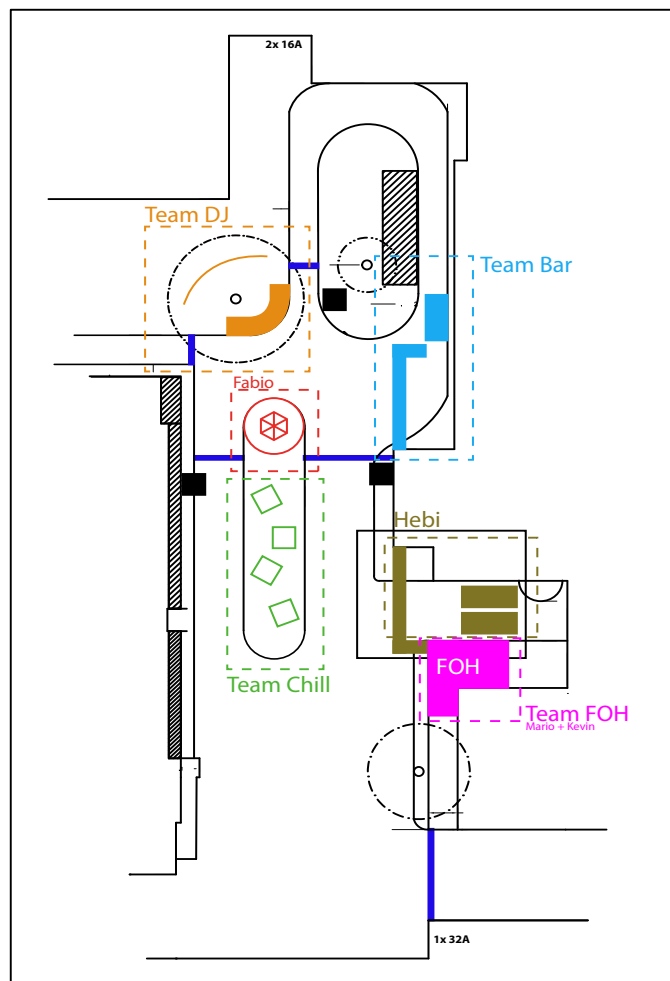


Abbildung 16: Grundriss des Innenhofs mit Veranstaltungsaufbau

2.2 Technische Planung

2.2.1 Flaschenzug

Da sich, wie in 2.2.2 geschildert, relativ schnell ergab die Bewegung durch Schrittmotoren auszulösen, musste ein Weg gefunden werden diese in das Objekt zu integrieren. Die erste Idee bestand darin an der Welle des Motors einen Arm zu befestigen und diesen wiederum mit einem Seitenteil zu verbinden. So ein Bauteil war aber nirgends erhältlich und die eigene Herstellung wäre zu zeit- und kostenaufwändig gewesen. Zwei Teile an einem Motor hätte diesen Aufwand noch um ein Vielfaches erhöht. Ein Seilzug stellte eine kostengünstige und unkompliziertere Alternative dar. Zusätzlich ließen sich an den beweglichen Teilen weitere Rollen anbringen, die nach dem Prinzip des Flaschenzugs den Motor entlasten. Dennoch brachte diese Variante ein erhebliches Problem mit sich. Auch nach längerer Recherche konnte nirgendwo eine Seilrolle gefunden werden, die sich an der Welle des Motors befestigen lies. Glücklicherweise konnte jemand aus dem Bekanntenkreis eine Spezialanfertigung herstellen, welche zudem noch kostengünstig war.

2.2.2 Motoren und Steuerkomponenten

Auf der Suche nach einem Weg, die Skulptur in Bewegung zu versetzen, waren die logische Wahl Elektromotoren. Erste Überlegungen hydraulische oder pneumatische Lösungen zu suchen, erwiesen sich bereits nach kurzer Recherche als ungeeignet, da die Komponenten zu teuer gewesen wären. Durch die Teilnahme an einem Workshop auf dem NODE Festival 2015 war außerdem Vorwissen über den Einsatz von Motoren vorhanden. Ein Dokument aus diesem Kurs stellte auch die Grundlage für den Auswahlprozess dar. Wie dort beschrieben lassen sich Schrittmotoren sehr präzise steuern und liefern bei geringen Geschwindigkeiten ein hohes Drehmoment⁴. Damit waren sie die optimale Wahl für das Vorhaben. Für die Kontrolle mittels VVVV waren noch weitere Komponenten notwendig. Dazu gehörten Mikrocontroller, Schrittmotortreiber sowie eine externe Energieversorgung⁵. In diesem Kapitel soll vor allem die Auswahl der richtigen Bauteile dargestellt werden. Eine Beschreibung der Funktion folgt in Kapitel 3. Dort wird auch erklärt werden, wieso eine geeignete Stromversorgung erst nach diversen Tests gesucht werden konnte. Anfangs sollten sechs Motoren benutzt werden um jedes Seitenteil einzeln bewegen zu können. Wie in Kapitel 2.1

⁴ Quelle: Anhang 1: „Motors+VVVV“ , Seite 24

⁵ Quelle: Anhang 1: „Motors+VVVV“ , Seite 31

beschrieben fand sich aber ein ausreichend leichtes Material, dass es erlaubte die Anzahl auf drei zu reduzieren. Für die Suche nach technischen Komponenten war das eine große Erleichterung, da nun jeweils für die einzelnen Bauteile mehr Budget eingeplant werden konnte. Ein Motor der Firma MOTECH⁶ erwies sich auf Grund der technischen Daten als geeignet und bot außerdem ein praktisches Kabelmanagement. Da die meisten Anderen mit losen Kabelenden geliefert wurden, konnte so wertvolle Zeit für Löten oder Crimpen gespart werden. Als geeigneter Treiberchip erwies sich der Allegro A4988⁷, da er die erforderlichen Ströme und Spannungen für den Motor liefern konnte und dabei über automatische Schutzmechanismen verfügte. Diesen gab es von mehreren Herstellern in verschiedenen Platinen verbaut. Der Big Easy Driver der Firma Sparkfun⁸ war auf Grund der geringen Temperaturempfindlichkeit und doppelten Belegung der Signalein- und Ausgänge die beste Wahl. Nun wurde noch ein Mikrocontroller benötigt. Es kam zu einer schnellen Entscheidung für das Arduino UNO⁹ Board. Dieser stellte eine vertraute Plattform dar und war an der Hochschule verfügbar. Nun bestand noch das Problem, dass die Installation aus circa 25 Metern Entfernung angesteuert werden musste. Die USB Verbindung der Arduinos mit entsprechenden Modulen über Glasfaser- oder Netzkabel zu verlängern kam aus Kostengründen nicht in Frage. Stattdessen wurden günstige Sparkfun RJ45 Breakout¹⁰ Platinen verwendet. Diese ermöglichen es Netzkabel als Verlängerung beliebiger Signale zu verwenden. Der Aufwand durch das Verlöten der Buchsen und Leitungen war gering.

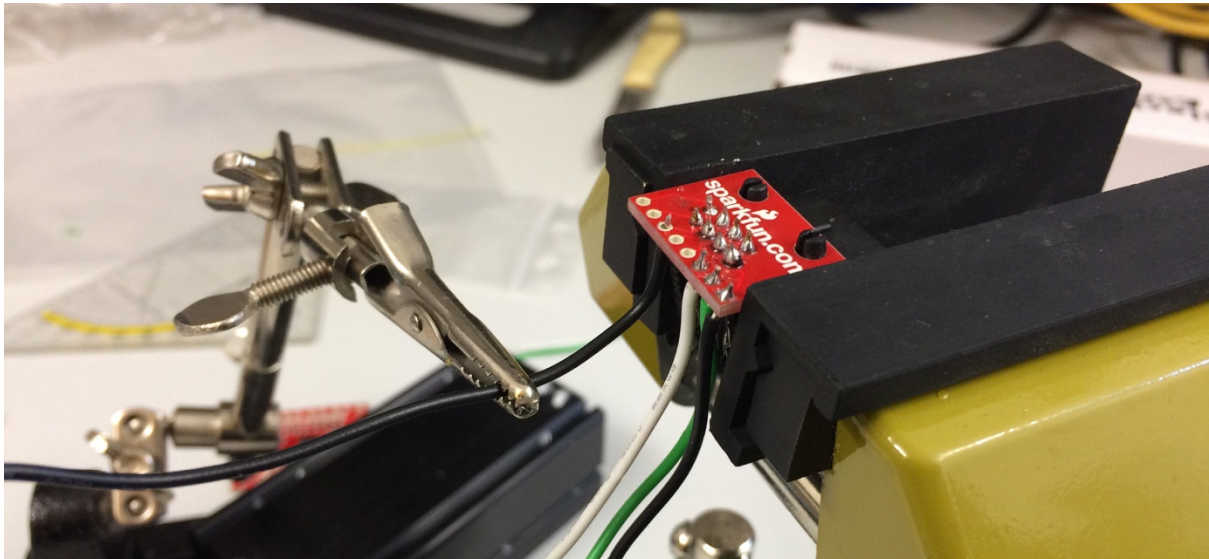


Abbildung 17: Verlöten einer RJ45 Breakout Platine

⁶ siehe Anhang 2: Datenblatt MOTECH Hybrid Stepper Motor MT-1704HS168A-TS

⁷ siehe Anhang 3: Datenblatt Allegro A4988

⁸ siehe <https://www.sparkfun.com/products/12859> (Stand 08.08.16)

⁹ siehe <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (Stand 08.08.16)

¹⁰ siehe <https://www.sparkfun.com/products/716> (Stand 08.08.16)

2.2.3 Erzeugen von Nebel

Wie in Kapitel 1 beschrieben sollte als weitere Besonderheit der Installation Nebel austreten und als zusätzliche Projektionsfläche dienen. Auf Grund ihrer Größe war es nicht einfach Möglich eine Nebelmaschine in das Objekt einzusetzen. Da die Konstruktion aber bei der Veranstaltung auf einem Podest stehen sollte, war die Überlegung die Nebelmaschine darunter zu verstauen. Mit einem flexiblen Rohr, wie es zum Beispiel bei Dunstabzugshauben zum Einsatz kommt, sollte der Rauch durch ein Loch in der Bodenplatte in das Innere des Holzkristalls geleitet werden. Des Weiteren musste die Nebelmaschine angesteuert werden. Damit alles zusammen mit einem Programm kontrolliert werden konnte, sollte auch das über VVVV geschehen. Da das Gerät über einen DMX-Eingang verfügt und die Software in der Lage ist solche Steuersignale zu Senden war nur noch ein Wandler nötig um die Ethernet-Daten in DMX übersetzen.

2.2.4 Technische Planung der Präsentation

Um eine Umsetzung des in Kapitel 2.1.3 angedachten Aufbaus zu ermöglichen musste nun die benötigte Technik zusammengestellt werden. Da das Budget nicht ausreichend war um Geräte bei Verleihern zu mieten, wurde bei diesem Prozess hauptsächlich die Ausstattung der Hochschule miteinbezogen. Ein zentraler Punkt waren die Projektoren. Hierbei war es unabdinglich drei identische zu benutzen. Andernfalls hätten eventuelle Abweichungen der Farbwerte manuell korrigiert werden müssen, insofern das überhaupt möglich gewesen wäre. Bereits zu Beginn der Arbeit wurden also bei den Laboren drei Panasonic PT-EZ580 reserviert. Diese Beamer konnten mit 5400 ANSI-Lumen ein ausreichend helles Bild erzeugen und boten dazu WUXGA Auflösung¹¹. Außerdem ermöglichten sie durch diverse Einstellmöglichkeiten eine flexible Positionierung des Bildes. Um diese drei Projektoren mit Bildmaterial zu versorgen war ein dementsprechend leistungsfähiger Rechner von Nöten, der auch noch über genug Videoausgänge verfügt um zwei weitere Bildschirme zu Steuerung anzuschließen. Des Weiteren war Windows als Betriebssystem erforderlich, eine Voraussetzung für VVVV. Weil es in den Laboren der Hochschule nur einen PC gab, der alle Kriterien erfüllte, fiel der Entscheidungsprozess hier aus. Ein Problem entstand durch die große Distanz zwischen Computer und Projektoren. Dabei mussten zu den jeweiligen Projektoren circa 25, 40 und 70 Meter überbrückt werden. Der Rechner verfügte ausschließlich über Mini-DisplayPort Ausgänge, bei den Beamern gab es DVI oder HDMI

¹¹ Quelle: <http://www.projektoren-datenbank.com> (Stand: 09.08.16)

als geeignete Eingänge. Obwohl die Adaption der Schnittstellen kein Problem darstellte, wäre eine Bewältigung der Strecken unmöglich gewesen. Beispielsweise sind laut HDMI Organisation Kabellängen von über zehn Metern kritisch und stark von der restlichen, verwendeten Hardware abhängig¹². Eine Lösung bot die Umwandlung des DVI- oder HDMI-Signals in ein HD-SDI-Signal. Damit ließen sich Strecken von mehr als 70 Metern zurücklegen¹³. Der Nachteil der sich daraus ergab war, die große Menge an Adaptern und Kleinteilen. Da diese Wandler auch jeweils eine eigene Stromversorgung benötigten, mussten auch diese zusätzlich mit einbezogen werden. Die Signalwege für Nebelmaschine und Motorsteuerung erwiesen sich dagegen als unproblematisch. Dazu mussten nur die zugehörigen XLR- beziehungsweise Netzwerkkabel in ausreichender Länge eingeplant werden.

2.2.5 Befestigung der Projektoren und Erhöhung des Objekts

Um die unter 2.1.3 beschriebene Höhe zu erreichen wurden gemeinsam mit den Organisatoren des Lichterfests Lösungen entwickelt. Als Podest für die Installation war ein Würfel aus Traversen angedacht unter dem auch beispielsweise Lautsprecher und Verstärker, aber auch die benötigte Nebelmaschine Platz finden sollten. Um auch die Projektoren in einer geeigneten Position anzubringen fiel die Wahl zunächst auf Stative. Diese wären aber in der entsprechenden Höhe zu instabil gewesen. Stattdessen wurden Traversentürme eingeplant. An einer daran befestigten Querstange sollten sich wiederum die Beamer anbringen lassen. Zwei der Projektoren verfügten über geeignete Flugrahmen, die man über zwei Halbschellen stabil montieren konnte. Darüber hinaus ermöglichten sie eine genaue Ausrichtung über justierbare Achsen mittels Schraubensystem, zu sehen auf Abbildung 18. Eine Dritter sollte gemietet werden. Es stellte sich aber heraus, dass diese bei Verleihern nicht verfügbar waren. Somit musste die instabilere Lösung mittels einer Aluminiumplatte mit verschweißtem TV-Zapfen und Halbschelle gewählt werden.



Abbildung 18: Verwendeter Flugrahmen

¹² Quelle: <http://www.hdmi.org/learningcenter/kb.aspx#44> (Stand: 09.08.16)

¹³ Quelle: Ulrich Schmidt – Professionelle Videotechnik; 6. Auflage (S. 700, Kapitel 10.0.2 Digitale Signalformen)

3. Umsetzung

Ebenso wie die Planung lief auch die Umsetzung der einzelnen Bereiche parallel ab. Beispielsweise musste oft Technik getestet werden bevor Programmierung oder Holzarbeiten fortgesetzt werden konnten. Ein weiterer Faktor war die Verfügbarkeit von Arbeitsräumen und Hilfskräften. Vor allem der Bau des Korpus konnte nur in der Werkstatt des Produktionslabors stattfinden und war alleine nicht möglich.

3.1 Bau des Holzobjekts

Da dieser Vorgang größtenteils aus Vermessen, Sägen und Schrauben bestand, werden in diesem Unterkapitel nur Besonderheiten sowie auftretende Probleme geschildert. Begonnen wurde mit dem Bau der Seitenelemente. Dazu mussten jeweils sechs trapezförmige und sechs dreieckige Platten aus dem Pappelsperholz gesägt werden. Da die Teile exakt identisch sein mussten kam es beim Anzeichnen auf Präzision an. Das Vorhandene Messwerkzeug war aber oft zu kurz um die Platten von über einem Meter Längen markieren. Um dabei trotzdem keine Abweichungen zu verursachen wurden die Maße oft kontrolliert, was einen hohen Zeitaufwand bedeutete. So nahm dieser Schritt alleine über acht Stunden in Anspruch, das Ergebnis war aber zufriedenstellend und vereinfachte das Sägen.



Abbildung 19: Anzeichnen von Holzplatten

Um die Einzelteile miteinander verbinden zu können sollten als nächstes die dafür angedachten Konstruktionen aus Fichtenrahmenhölzern entstehen. Zu diesem Zweck wurde eine Schablone angefertigt, in der zwei zugeschnittene Latten per Verbindungsstück im 135°-Winkel miteinander verschraubt wurden. Das Zusammensetzen der Komponenten gestaltete sich dank der genauen Vorarbeit recht unkompliziert. Damit die Scharniere stabil an die Seitenteile angebracht werden konnten wurden sie zwischen dem Sperrholz und einem Stück Balken verschraubt. Um gleichzeitig als eine Art

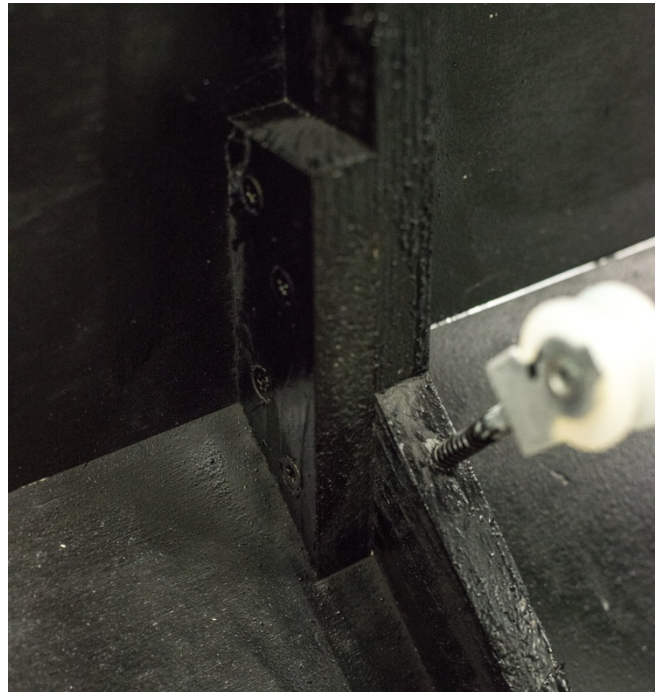


Abbildung 20: Verbindung der Einzelteile durch Balkenkonstruktion

Stopper zu fungieren dieser Block im passenden 100° Winkel angesägt. Da das gesamte Material aber sehr flexibel war, stellte sich diese Maßnahme als unwirksam heraus. Auch bei der Bodenkonstruktion kam es zu Problemen durch die natürliche Verformung des Holzes. Die Einzelteile, die dafür aus einem Balken gesägt wurden, mussten mehrmals angepasst werden, da sie sich anfangs nicht sauber zusammensetzen ließen. Als nächster Schritt folgte der Bau der Motorhalterungen. Dieser Teil verursachte einige Komplikationen. Beim Versuch die Latten direkt mit der Bodenplatte zu verschrauben splitterte das Holz trotz Vorbohren. Wie auf Abbildung 22 zu sehen ist, wurde durch dickere Holzklötze, die als Verbindungsstücke dienen, eine Lösung gefunden. Die erneute Anfertigung der zerstörten Komponenten kostete jedoch viel Zeit. Als letztes mussten die Seitenteile befestigt werden. Dabei fielen kleinste Ungenauigkeiten auf, die zu Unstimmigkeiten bei der Zusammensetzung führten. Durch Korrektur der Position der Scharniere wurde versucht dies auszugleichen. Manchen Lücken bleiben allerdings bestehen. In Anbetracht der Größe des Objekts konnte das in Kauf genommen werden.

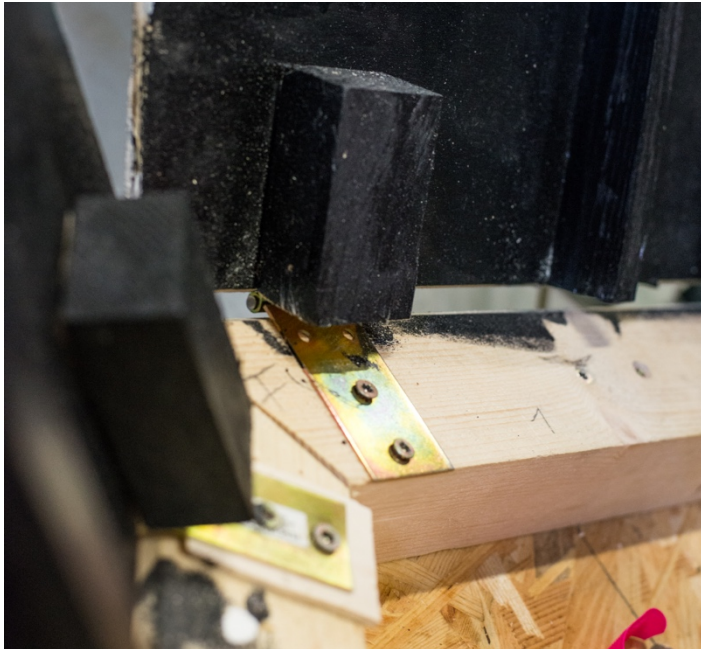


Abbildung 21: Befestigung der Scharniere



Abbildung 22: Motorhalterung mit Bodenplatte

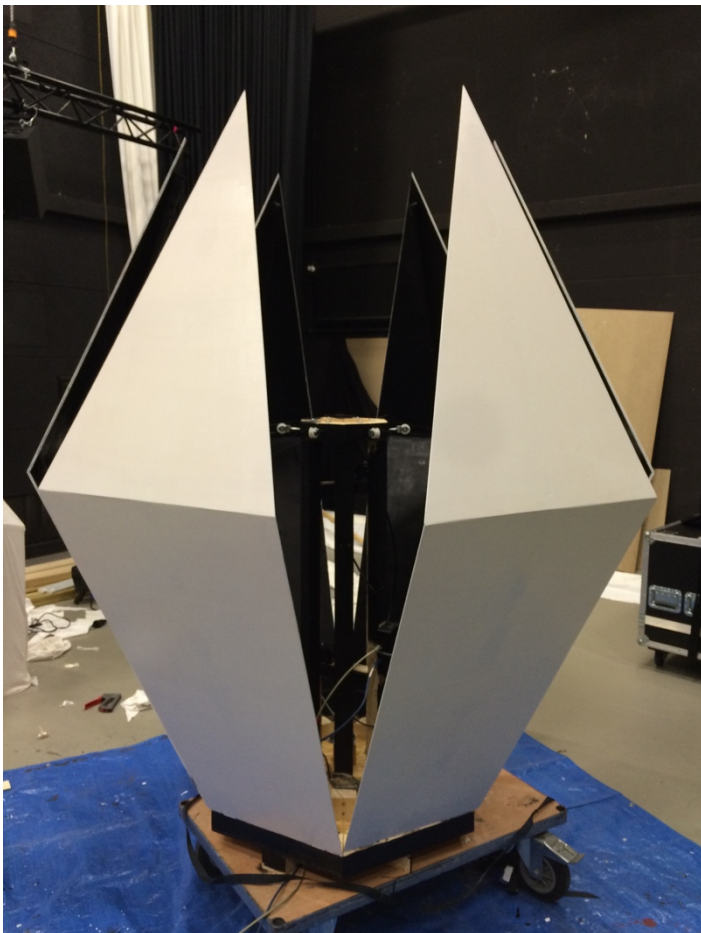


Abbildung 23: Angestrichenes Holzobjekt, geöffnet



Abbildung 24: Holzkorpus ohne Innenlebe, mit Spanngurt und Klebeband fixiert

3.2 Realisierung der Motorsteuerung

3.2.1 Programmierung der Steuerung

Um überhaupt testen zu können, ob die eingeplanten Hardwarekomponenten miteinander harmonieren musste eine Steuerung entwickelt werden. Die Grundlage dafür bildete ein Beitrag auf der VVVV Webseite¹⁴. Hier war der Hinweis zu finden, dass sich RS-232 dafür eignet um mit selbiger Software und Arduino Schrittmotoren anzusteuern. „RS-232 ist [...] eine der am meisten verwendeten seriellen asynchronen Schnittstellen [...] um Daten zwischen zwei elektronischen Geräten hin und her zu schicken [...]“.“¹⁵ Aus VVVV können Daten, beispielsweise Zahlen, mittels der RS232-Node an den Mikrocontroller gesendet werden¹⁶. Diese müssen in der Programmierung des Arduino weiterverarbeitet werden. Die Stepper Library, die in der Programmiersprache implementiert ist, erlaubt es über einfache Befehle Schrittmotoren zu steuern¹⁷. Zunächst muss über den Befehl `Stepper()` definiert werden, welche Pins des Mikrocontrollers verwendet werden, die Erklärung der Verkabelung folgt im nächsten Unterkapitel. Dabei wird dem Motor auch ein Name zugewiesen auf welchen sich dann später im Code die Befehle beziehen. Über das Kommando `step()` wird dem Treiber mitgeteilt den Motor, um die in Klammern genannte Anzahl an Schritten zu drehen¹⁸. Ob die Zahl positiv oder negativ ist entscheidet dabei über die Richtung der Bewegung¹⁹. Um nun die Daten aus VVVV zu implementieren müssen sie mit dem Befehl `Serial.println()` in eine Variable geschrieben werden²⁰. Abbildung 25 zeigt den Teil des Codes, in dem der oben beschriebene Ablauf umgesetzt wurde. Die empfangenen Daten werden hier in die Variable `val` geschrieben. In der darauf folgenden Schleife wird festgelegt, dass sich der Motor beim Empfang einer 1 in die eine Richtung dreht und bei einer 2 in die Andere. Im Falle einer 0 bewegt er sich nicht.

```
Serial.println (val);  
// set the motor speed:  
myStepper.setSpeed(2000);  
  
if (val == 1)  
{  
  myStepper.step(1);  
}  
  
if (val == 2)  
{  
  myStepper.step(-1);  
}  
  
if (val == 0)  
{  
  myStepper.step(0);  
}  
}
```

Abbildung 25: Ausschnitt aus dem Code zur Motorsteuerung

¹⁴ Quelle: <https://vvvv.org/contribution/motors+-+vvvv> (Stand 11.08.16)

¹⁵ Quelle: <http://www.mikrocontroller.net/articles/RS-232#Windows> (Stand 11.08.16)

¹⁶ Quelle: <https://vvvv.org/documentation/hardware> (Stand 11.08.16)

¹⁷ Quelle: <https://www.arduino.cc/en/Reference/Stepper> (Stand 11.08.16)

¹⁸ Quelle: <https://www.arduino.cc/en/Reference/StepperStep> (Stand 11.08.16)

¹⁹ Quelle: <https://www.arduino.cc/en/Reference/StepperStep> (Stand 11.08.16)

²⁰ Quelle: <https://www.arduino.cc/en/Serial/Println> (Stand 11.08.16)

Die Realisierung in VVVV ist auf Abbildung 26 zu sehen. Durch das Anklicken der Schaltflächen wird die jeweilige Zahl gesendet. Wird nichts gedrückt, verschickt die Software permanent eine Null. Dieser Patch ließ sich jetzt unkompliziert erweitern um den Motor beispielsweise automatisch oder aber abhängig von anderen Variablen zu bewegen.

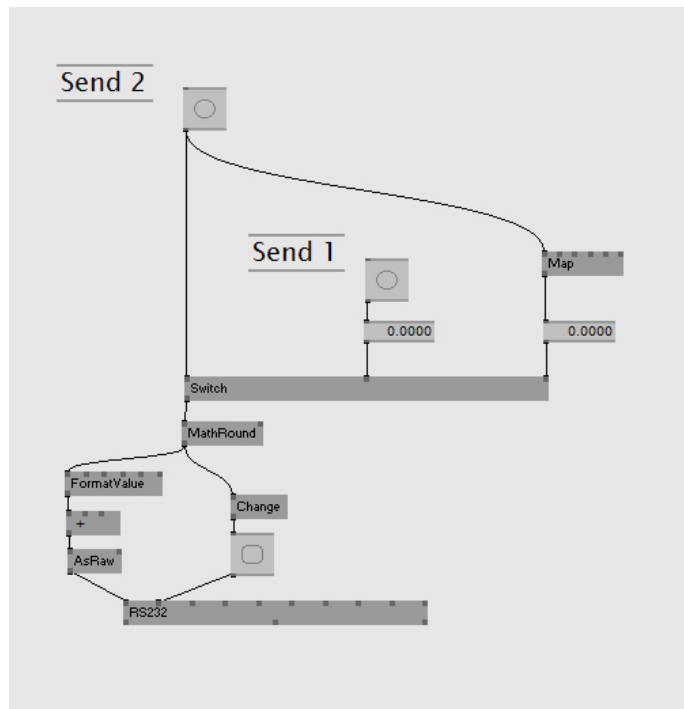


Abbildung 26: Ausschnitt aus dem VVVV-Patch der Motorsteuerung

3.2.2 Hardware

Der nächste Schritt bestand darin, die Komponenten miteinander zu verkabeln. Um das nachvollziehen zu können muss ein Blick auf den Motortreiber, siehe Abbildung 27²¹, geworfen werden. Zunächst seien die Eingänge der Steuersignale betrachtet, welche auf der Abbildung durch den blauen Rahmen gekennzeichnet sind. Für die benötigten Zwecke war es erforderlich den Motor vorwärts und rückwärts drehen zu lassen. Daher war also nur die Belegung der drei Pins auf der rechten Seite von Nöten. DIR steht für Direction²². Hier kommt das Signal an, welches die Drehrichtung des Motors bestimmt. STEP, wie der Name schon sagt, teilt dem Treiber mit, wann er den Motor einen Schritt drehen lassen soll. GND ist Ground, also Masse. Die Pins des Mikrocontrollers, die die jeweiligen Signale ausgeben, wurden in der Programmierung zugewiesen und mussten dann entsprechend mit dem Treiber verkabelt werden. Nun fehlten noch Motor und Spannungsversorgung. Dabei war es sehr wichtig darauf zu achten, niemals eine Spannungsquelle anzuschließen, ohne gleichzeitig einen Motor verbunden zu haben.

²¹ Quelle: https://learn.sparkfun.com/tutorials/big-easy-driver-hookup-guide?_ga=1.40572448.3651283.1461007729#arduino-code (Stand 12.08.16)

²² Alle Belegungen der Pins wurden ebenso der Quelle unter Fußnote 21 entnommen

Da in diesem Fall keine Last vorhanden gewesen wäre, hätte dies den Treiber zerstört. Die vier Anschlüsse für den Motor sind auf Abbildung 27 im gelben Rahmen links zu finden.

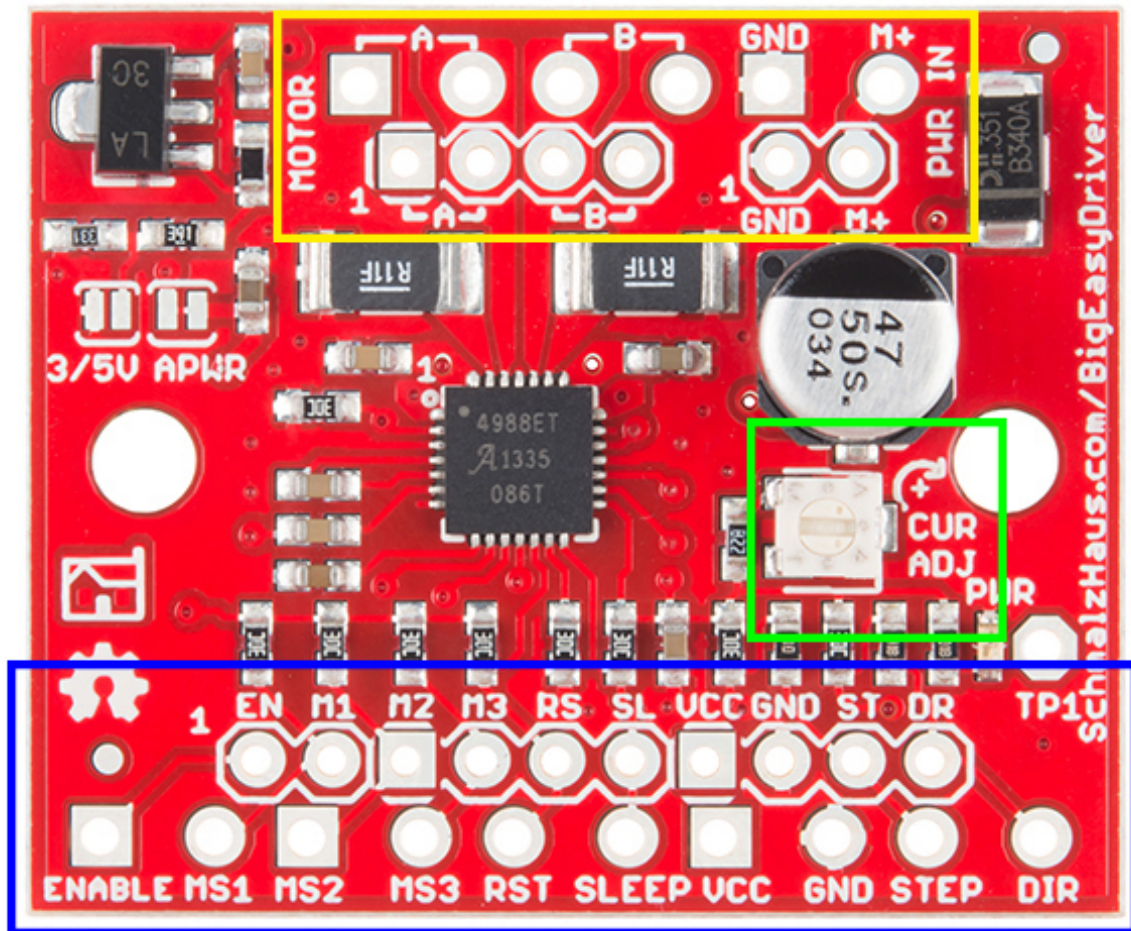


Abbildung 27: Sparkfun Big Easy Driver - der verwendete Motortreiber

Diese mussten jeweils korrekt mit den Spulen A und B des Motors verbunden werden, welche sich mittels Datenblatt²³ ermitteln ließen. Nachdem noch jeweils M+ und GND mit Plus- und Minuspol der Spannungsquelle verkabelt wurden, waren alle Komponenten korrekt angeschlossen. Um nun den Aufbau zu testen, wurden Strom und Spannung entsprechend dem Datenblatt des Motors eingestellt. Dabei zuckte dieser aber permanent und ließ sich nicht ansteuern. Eine Lösung für dieses Problem fand sich auf der Internetseite des Herstellers²⁴. Wie dort beschrieben, ließ sich der Strom über das Potentiometer des Treibers regeln. Auf Abbildung 27 ist dieses im grünen Kästchen zu sehen. Die Abkürzung CUR ADJ steht für Current Adjustment, also Stromanpassung. Durch Drehen des Potentiometers und beobachten des Motors ließ sich nun eine geeignete Stromstärke finden. Diese lag zwar mit circa 600 mA deutlich unter den 1680 mA, die vom Hersteller angegeben waren, die Schaltung funktionierte aber einwandfrei. Von dieser Grundlage ausgehend konnte dann

²³ siehe Anhang 2: Datenblatt MOTECH Hybrid Stepper Motor MT-1704HS168A-TS

²⁴ Quelle: https://learn.sparkfun.com/tutorials/big-easy-driver-hookup-guide?_ga=1.40572448.3651283.1461007729#arduino-code (Stand 12.08.16)

auch ein passendes Netzteil gefunden werden, denn bis dato wurde mit einem geliehenen Labornetzgerät gearbeitet. Das Mean Well RS-25-12²⁵ liefert bei 12 V bis zu 2.1 A und war somit dafür geeignet alle drei benötigten Motoren in einer Parallelschaltung zu betreiben und ließ sogar noch etwas Spielraum. Außerdem verfügt das Gerät über einen Schutzleiter sowie einen Kurzschluss- und Überlastschutz. Dies war äußerst wichtig, denn hätte die Technik bei der Veranstaltung einen Kurzschluss verursacht, beispielsweise feuchtigkeitsbedingt, wäre der gesamte Stromkreis betroffen gewesen.

3.2.3 Installation der technischen Komponenten in das Objekt

Um sicher zu gehen, dass in diesem Aufbau gewährleistet ist, dass der Motor im Stande ist zwei Seitenteile zu bewegen war noch ein Test notwendig. Dazu wurde mittels Federwaage festgestellt, wie hoch die tatsächliche Last, die unter Benutzung des Flaschenzugs aufgewendet wird, ist. Um den Kraftaufwand für den Motor zu simulieren wurde per Seilwinde ein entsprechendes Gewicht angehängt und anschließend mehrmals hochgehoben und abgesenkt. Da der Versuch erfolgreich verlief, konnten die beiden übrigen Motoren und Treiber, sowie das Netzteil, besorgt werden.

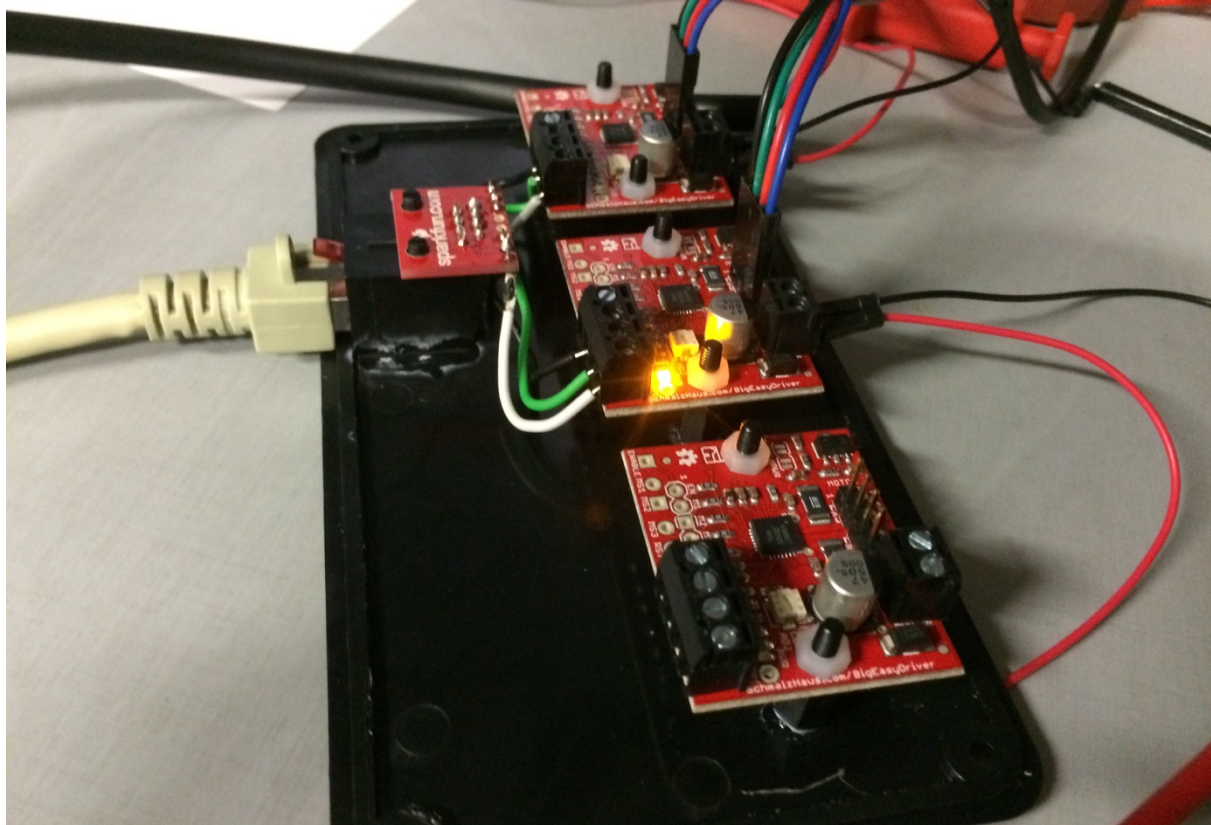


Abbildung 28: Treiberplatinen und eine RJ45-Buchse, verklebt auf dem Boden des Gehäuses

²⁵ siehe Anhang 3: Datenblatt Mean Well RS-25-12

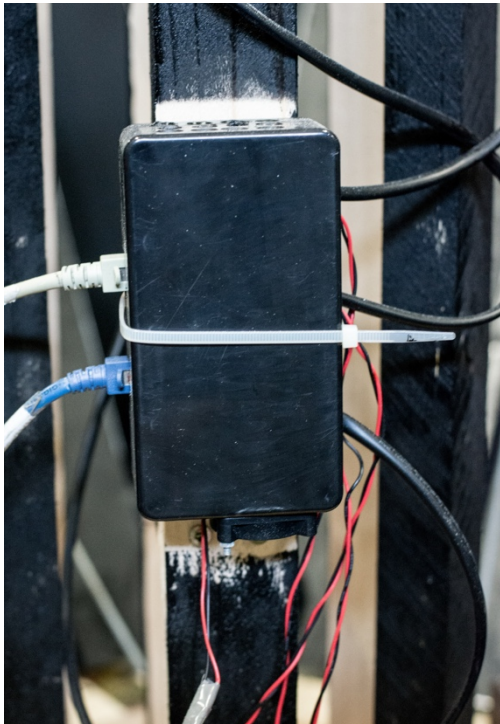


Abbildung 29: Gehäuse mit Kabeln und Lüfter

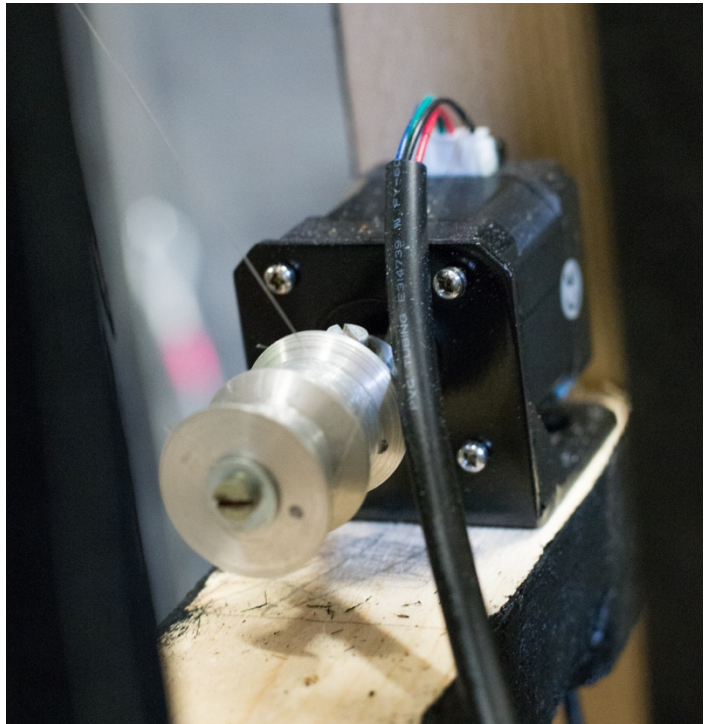


Abbildung 30: Motor mit Schnurrrolle auf Balken befestigt

Um alle Platinen kompakt unterzubringen und vor Nässe zu schützen wurden diese in ein Kunststoffgehäuse verbaut. Wie Abbildung 28 zeigt, wurde im inneren alles fest verkabelt. So konnten auf einer Seite die Netzkabel und auf der anderen die Leitungen zu Spannungsversorgung und Motoren herausgeführt werden. Dies ermöglichte ein An- und Ausstecken ohne dabei an die empfindliche Elektronik zu müssen. Außerdem konnte das Plastikgehäuse an eine der Streben im Inneren des Objekts angebracht werden was eine zusätzliche Zugentlastung für die Kabel darstellte. Um Strom- und Signalleitungen in das Innere der Installation zu legen wurden einfach Bohrungen mit ausreichendem Durchmesser in die Bodenplatte gemacht. Dabei wurde auch gleich ein größeres Loch gesägt, durch das der Nebel eingeleitet werden sollte. Der nächste Schritt war das Einbauen der Motoren. Dank geeigneter Halterungen konnten diese unkompliziert an die dafür vorgesehenen Holzlatten angebracht werden, zu sehen auf Abbildung 30. Bevor nun die Schnurrollen an den Motorwellen befestigt werden konnten, mussten die Angelsehnen darauf aufgewickelt werden. Die Art des Seils wurde gewählt, da es sehr reißfest, aber kaum sichtbar ist. Ein Problem damit ergab sich aber, nachdem es durch die Rollen geführt war und befestigt werden musste. Durch die rutschige Oberfläche ließ es sich nicht richtig verknoten. Als Lösung dienten Unterlegscheiben unter denen die Sehne mit Hilfe von Schrauben eingeklemmt wurde. Da sich beim Befestigen aber die Schnur anfangs im Gewinde verfangen hatte und dabei zerstört wurde, mussten zusätzlich Nägel als Abstandshalter angebracht werden. Abbildung 31 zeigt die gesamte Fixierung.

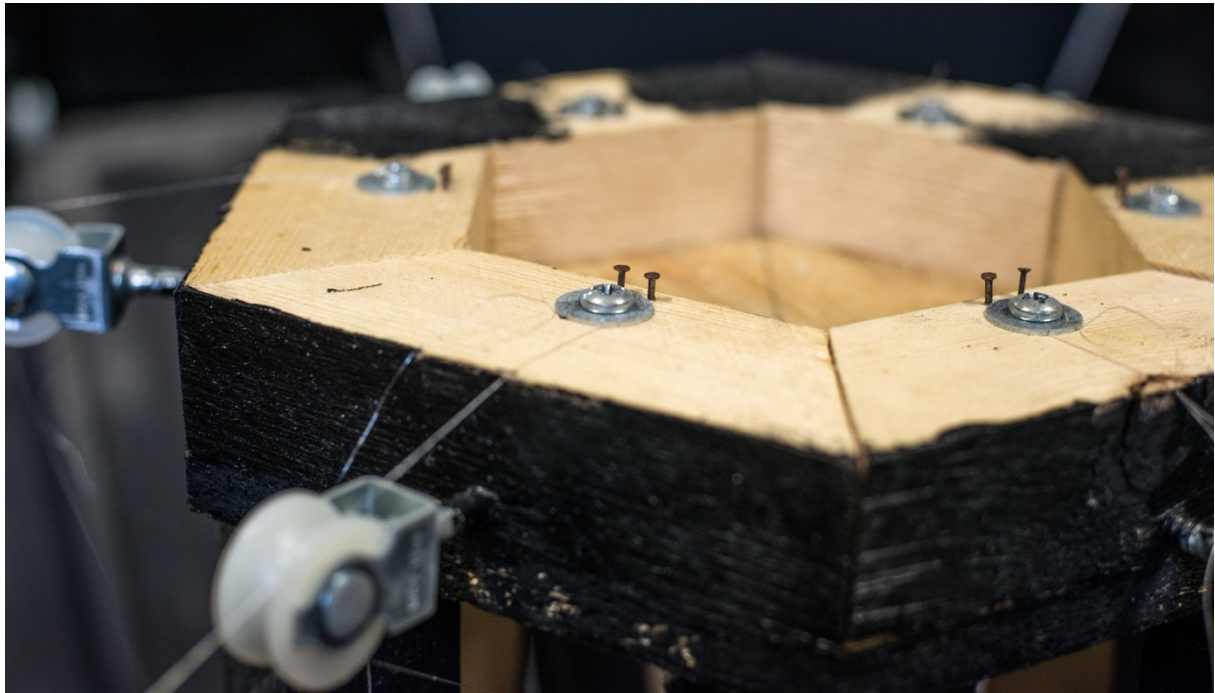


Abbildung 31: Befestigung der Angelsehnen an der Mittelkonstruktion

3.2.4 Installation der Nebelmaschine

Wie bereits in 2.2.3 beschrieben, sollte der Nebel aus der Maschine durch einen großen Schlauch in das Innere des Korpus geleitet werden. Dieser war sehr biegsam, konnte daher einfach unter die Konstruktion geklemmt werden und war gut befestigt. Die Programmierung über VVVV erwies sich ebenfalls als unproblematisch, da hierfür nur ein Befehl notwendig war. Als Ethernet-DMX-Übersetzer wurde die MA 2Port Node aus dem Produktionslabor verwendet. Da aber während der Veranstaltung ohnehin auch ein Lichtstellpult in Betrieb sein sollte, wurde beschlossen die Nebelmaschine damit anzusteuern. So konnte per Knopfdruck Nebel erzeugt werden und der Aufwand der Hardwareinstallation wurde etwas reduziert.

3.2.5 Optimierung der Komponenten

Nachdem alle Teile fertig installiert waren, wurden Tests mit dem beweglichen Objekt gemacht. Dazu gehörte zum Beispiel das ausprobieren 50 Meter langer Netzkabel, die für die Präsentation gebraucht wurden. Außerdem das Ansteuern mehrerer Motoren parallel von einem Mikrocontroller aus. Das funktionierte zwar bei vorigen Tests bereits, wurde aber unter

Berücksichtigung der Kabellängen erneut geprüft. Alle Versuche verliefen positiv, bis jedoch nach circa einer Stunde Betrieb zwei Seitenteile zu Boden fielen. Es war schnell klar, dass dies auf Grund eines Defekts passierte. Bei der Untersuchung der Bauteile stellte sich dann heraus, dass der Chip einer der Treiberplatinen durchgebrannt war. Die Situation stellte ein enormes Problem dar, weil es ohne zu wissen woher der Defekt kam, keinen Sinn machte ein Ersatzteil zu bestellen. Da das Bauteil eigentlich durch Abschaltmechanismen sowohl vor zu hohen Spannungen und Strömen, als auch vor Überhitzen geschützt sein sollte, fand sich dafür auch zunächst keine Erklärung. Auf einen Produktionsfehler zu spekulieren wäre zu riskant gewesen, da die Platinen mitunter die teuersten Komponenten der Installation waren. Überlegungen führten aber schließlich doch zu dem Schluss, dass der Ausfall temperaturbedingt war. Das Gehäuse in dem sich die Platinen befanden war sehr luftdicht, was während des Betriebs zu starker Hitze im Inneren führte. Wie bereits erwähnt waren die Treiber durch vorzeitiges Abschalten durch Überhitzen geschützt. Tritt dieser Fall ein, ist der Motor ohne Spannungsversorgung, was wiederum dazu führt, dass die daran befestigte Last hinunterfällt. Da dies komplett ungebremst passiert, dreht sich die Welle des Motors enorm schnell. Durch die Rotation wird nun eine Spannung induziert, die unter Umständen zu stark für den Treiberchip ist. Maßnahmen, die für ausreichend Kühlung sorgten, sollten diesen umstand künftig vermeiden. Dazu wurde in eine Seite des Gehäuses Löcher gebohrt um Luftzirkulation zuzulassen. In die andere wurde eine Aussparung geschnitten um einen Lüfter davor anzubringen. Dieser benötigte eine 12 V Spannungsversorgung und konnte dank der geringen Leistungsaufnahmen problemlos mit an das Netzteil geschlossen werden. Seit dieser Veränderung funktionierte der Aufbau fehlerfrei. Da trotzdem nicht davon ausgegangen werden konnte, dass in Zukunft kein Bauteildefekt vorkommt, mussten die Seitenteile gesichert werden. Bei dem Vorfall zeigte sich nämlich auch, dass ein Abstürzen der Elemente ein Sicherheitsrisiko für das Publikum dargestellt hätte. Also wurden Stahlseile zwischen den vertikalen Balken im Objektinneren und den Latten der Außenhülle befestigt. Bei einem Ausfall der Motoren hätten diese den Sturz abgefangen.

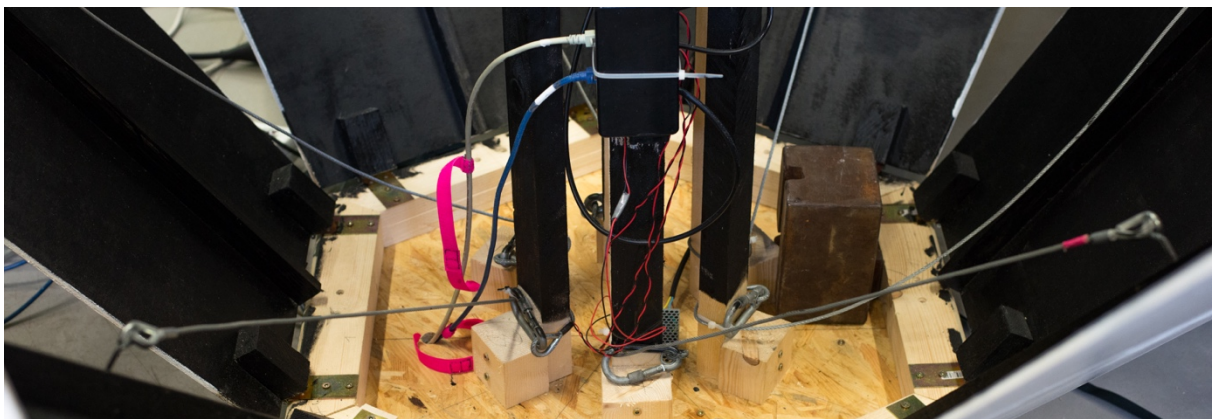


Abbildung 32: Stahlseile im Inneren

4. Projektion

Wie bereits in der Einleitung erwähnt sollte die Projektion ebenfalls in VVVV realisiert werden. Das ermöglichte, dass die Inhalte sowohl automatisiert, als auch in Echtzeit gesteuert generiert werden konnten. Außerdem war es damit auch möglich das Mapping umzusetzen.

4.1 Entwickeln von Inhalten

4.1.1 Konzept

Für diesen Prozess war vor Allem die Form des Objekts ausschlaggebend. Die Überlegung war durch die Projektion eine Illusion zu erschaffen, dass sich diese verändert. Für diesen Effekt wäre es ideal gewesen den Körper durchsichtig erscheinen zu lassen, sodass es wirkt als würde sich etwas im Inneren befinden. Auf Abbildung 33²⁶ ist ein Beispiel zu sehen, wie dies auf einem Würfel umgesetzt wurde. Nach der Auseinandersetzung mit der Erstellung solcher Inhalte, sowie dem dazu notwendigen Mapping, stellte sich heraus, dass diese zu komplex für den vorhandenen Zeitraum waren.

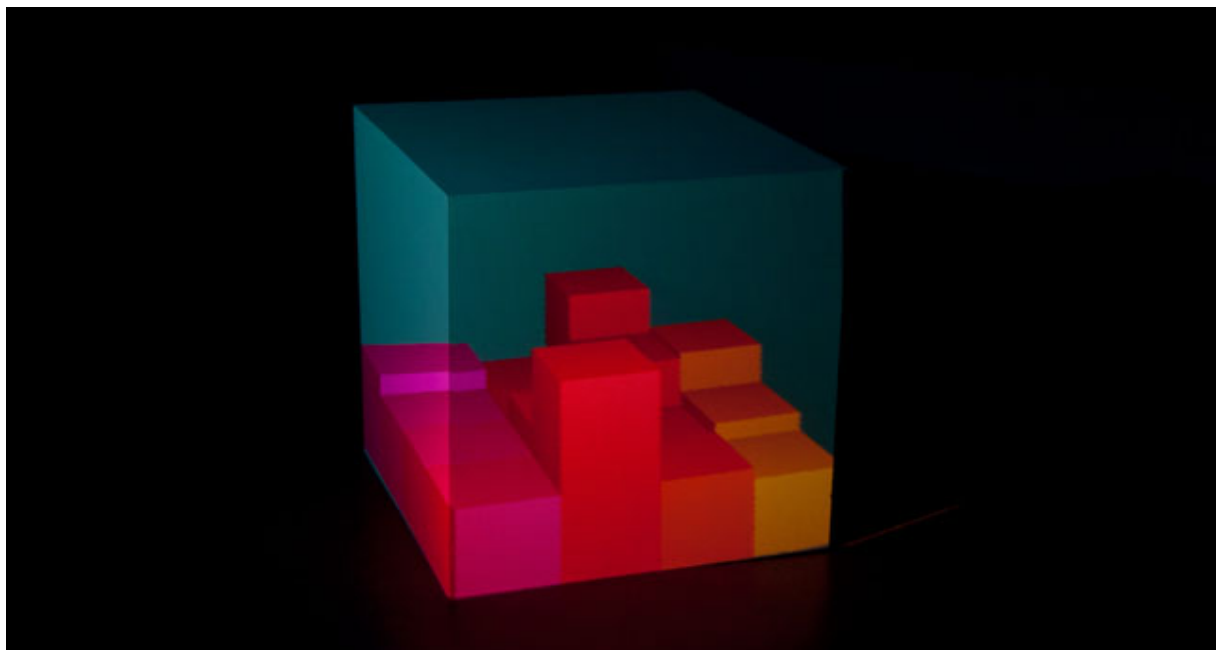


Abbildung 33: 3D-Projektionmapping auf einem Würfel

²⁶ Quelle: <http://prototypinginterfaces.com/6/> (Stand: 15.08.16)

Es wurde beschlossen sich auf zweidimensionale Inhalte zu beschränken. Um einen Eindruck zu bekommen, wie verschiedene Formen auf dem Objekt wirken wurde das 3D-Modell als virtuelle Projektionsfläche in VVVV benutzt. Dabei erschienen Linien als interessanter Ausgangspunkt. Weil sie sich um die Kanten des Objekts bogen und fluchtpunktartig verliefen, verstärkten sie die Form des Korpus. Durch Variation der Stärken und Abstände der Linien konnten außerdem andere Formen nachgebildet werden. Auf Abbildung 34 ist zu sehen, wie durch die Aufteilung der Flächen das Objekt scheinbar in drei Teile zerlegt wird. Um diesen Effekt

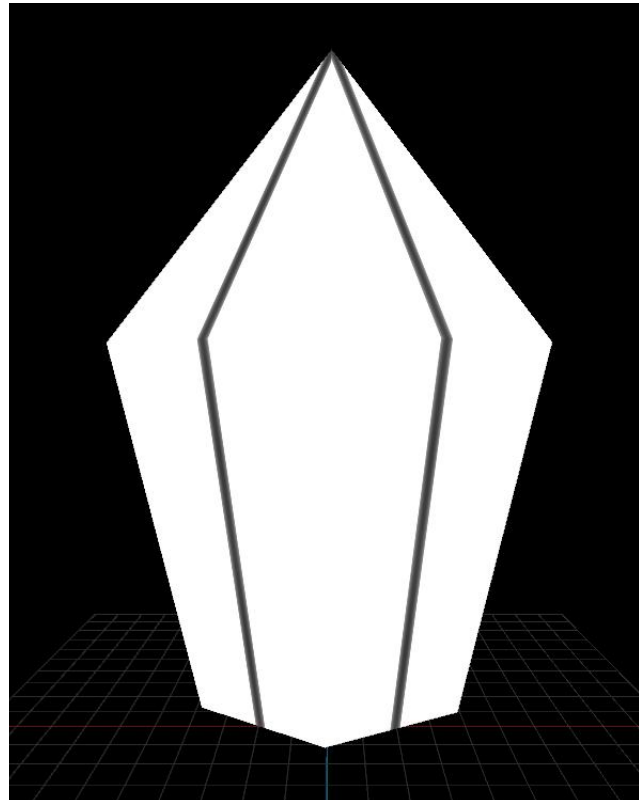


Abbildung 34: Screenshot während der Ideenfindung

mit möglichst starken Kontrasten zu unterstützen fiel hierbei auch die Entscheidung hauptsächlich mit schwarz und weiß zu arbeiten. Basierend auf dieser Grundlage sollte nun ein dramaturgischer Ablauf für die Präsentation entwickelt werden. Dafür war angedacht das Objekt erst anhand der Projektion entstehen zu lassen und später immer feiner aufzugliedern. Rotation der Linien sollte die Perspektive auflösen. Um nun doch wie anfangs gedacht die Illusion von Räumlichkeit zu erzeugen wurde versucht durch Grauverläufe übereinanderliegenden Schichten zu simulieren. Damit sollte der Korpus immer weiter zerlegt werden bis er sich schließlich am Höhepunkt der Präsentation öffnet. Die einzelnen Schritte sind im Storyboard skizziert, welches auf Abbildung 35 zu sehen ist.

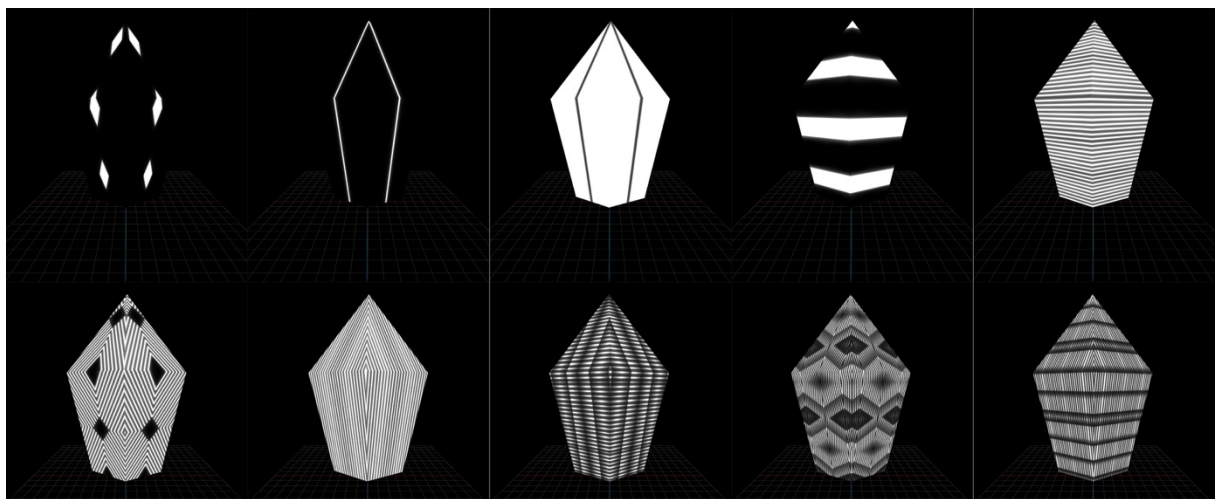


Abbildung 35: Storyboard

Bei der späteren Betrachtung der tatsächlichen Projektion zeigte sich allerdings, dass die Verläufe den gewünschten Eindruck verfehlten. Daher wurden sie aus wieder aus dem Konzept entfernt. Der nächste wichtige Schritt war das Zusammenspiel mit Musik. Der Prozess der Titelauswahl wird im nächsten Unterkapitel erörtert. Um einen gemeinsamen Rhythmus von Bild und Ton herzustellen sollten einzelne Elemente der Projektion passend zum Takt in einer anderen Farbe aufblitzen. Damit dies möglichst heraussticht, wurde hierfür die Farbe rot gewählt. Weiterhin wurde jegliche weitere Animation auf den Klang angepasst. Beispielsweise sorgte die erste Base Drum für ein Zusammenzucken der Einzelteile oder das Erklingen eines Synthesizers lies die einzelnen Linien verschwinden und wiedererscheinen. Mit dem Aussetzen des Beats verlangsamte sich auch die Bewegung der Animation und das Blinken pausierte. Begleitet vom Knarzen der Musik sollte sich nun der Korpus öffnen und bis zum Wiedereinsetzen des Beats hin öffnen und Nebel ausspucken. Um nun mit der Projektion auf den Rauch einen Kontrast zum Geometrischen herzustellen wurden dafür Kreise angedacht, die sich organisch anmutend bewegen sollten. Um nach dem Höhepunkt zum Ende hinzuführen war die Überlegung, dass sich die Projektion auf dem Objekt ähnlich wie sie entstanden ist wieder zusammenschrumpft und letztlich in schwarz übergeht.

4.1.2 Musikauswahl

Bei der Suche nach einem passenden Titel führten, neben eigener Präferenz, viele Faktoren zum Genre der elektronischen Musik. Da die gesamte Veranstaltung über diese Musikrichtung gespielt werden sollte, konnte sich beinahe nahtlos in das Programm eingefügt werden. Außerdem ließen sich die Animationen gut dem klar definierten Viervierteltakt anpassen, der dafür typisch ist²⁷. Es musste nun ein Stück gefunden werden, das dramaturgisch mit der angedachten Projektion harmoniert. Beim Durchsuchen der eigenen Musikbibliothek fand sich dabei der Titel Change the Real von Hc Kurtz. Neben dem geeigneten Spannungsbogen überzeugten die metallisch wirkenden Klänge die zu dem mechanischen Aufbau der Knospe passten. Konträr dazu enthält das Lied auch organisch klingende Anteile, die wie ein Gluckern oder Knarzen anmuten. Das einzige Problem war, dass der Höhepunkt der Stücks erst nach etwa viereinhalb Minuten einsetzte. Dadurch wirkte der gesamte Aufbau etwas in die Länge gezogen. Um die Vorstellung etwas zu raffern wurde eine etwa 45 Sekunden lange, repetitive Passage aus der Mitte des Stücks geschnitten.

²⁷ Quelle: https://de.wikipedia.org/wiki/Techno#Stilistische_Merkmale (Stand 15.08.16)

4.1.3 Programmierung

Da die Inhalte zur Visualisierung in VVVV konzipiert wurden, geschah die Programmierung größtenteils parallel. Wie bereits in 4.1.1 beschrieben diente dabei ein 3D-Modell des Objekts als Grundlage. Darauf wurden als Textur Rechtecke gelegt. Durch Transformation dieser Rechtecke entstanden Linien, welche dann wiederum verformt, verschoben, rotiert oder vervielfältigt werden konnten um die erwünschten Muster zu ergeben. Außerdem sollten sich Farbe und Deckkraft der einzelnen Objekte verändern lassen. Um passend zur Musik zu animieren wurde der Timeliner in VVVV benutzt. Wie der Name schon sagt ermöglicht er es einen Zeitstrahl zu erstellen. Auf diesem können dann Werte für die oben beschriebenen Parameter an Zeitpunkte geknüpft werden. Dieser Vorgang war zwar relativ zeitaufwändig, da jedes Kommando einzeln einprogrammiert werden musste, erwies sich aber als sicherste Möglichkeit für das Zusammenspiel von Musikstück und Videobild. Für repetitive Elemente wurden automatisierte Mechanismen verwendet. Beispielsweise steuerte ein Oszillator das Blinken im Takt. Dessen Betrieb und Geschwindigkeit konnten wiederum über den Timeliner angesteuert werden. Ein weiterer Punkt der von Bedeutung war, war die Synchronität. Da das Musikstück ebenfalls per VVVV ausgegeben wurde, war es möglich den exakten Zeitpunkt, an dem es sich während des Abspielens befindet, auszugeben. Dieser konnte wiederum direkt an die Position des Timeliners weitergegeben werden. Um nach Ende der Präsentation weiterhin die Party zu begleiten musste außerdem noch eine Echtzeitsteuerung realisiert werden. Dazu wurden Steuerelemente in Form von Fadern oder Knöpfen für alle oben genannten Parameter in der Software erstellt. Nach der Vorstellung konnte man dann via Knopfdruck darauf umschalten. Dies erlaubte beispielsweise die Farben der Projektion mit dem Licht abzustimmen oder die Geschwindigkeit passend zur Musik zu regulieren. Die Inhalte für die Nebelprojektion wurden ebenfalls zur Echtzeitsteuerung programmiert. Um einen Schwarm aus Lichtpunkten zu erzeugen wurden etliche Kreise erzeugt, die man mittels Bewegung des Mauszeigers steuern konnte. Dadurch, dass sie verschieden schnell auf die Steuerung reagierten entstand eine Trägheit, die das Ganze organisch wirken lies. An dieser Stelle ist noch zu erwähnen, dass sich der verwendete VVVV-Patch mit auf dem Datenträger dieser Thesis befindet.

4.1.4 Mapping

Für das Mapping der Projektionsflächen konnte ebenfalls das 3D-Modell genutzt werden. Es wurden virtuelle Projektoren in VVVV erstellt. Diese sind frei im Raum bewegbar und erlauben es Parameter wie Neigung, Lens Shift oder Zoom zu variieren. Außerdem lassen sich Größe und Entfernung der Projektionsfläche bestimmen. Blickt der Beamer nun im virtuellen Raum auf das 3D-Objekt, ist es möglich ein Videobild davon aus der Perspektive des simulierten Projektors auf den realen Projektor zu geben. Abbildung 36 zeigt diesen Aufbau. Dabei ist es für das Mapping äußerst wichtig mittels der oben genannten Parameter die richtige Perspektive zu finden. Vor allem da sich bei einem Beweglichen Objekt der Abstand verändert und es zu Verzerrungen kommen kann. Um das zu vermeiden sollte sich das Modell in VVVV exakt in die gleiche Position bewegen wie der Holzkorpus. Insgesamt gestaltete sich das Mapping äußerst aufwendig, da auf Grund der großen Abstände der Projektoren zum Objekt bereits kleine Veränderungen eines Parameters enorme Unterschiede im Bild verursachten.

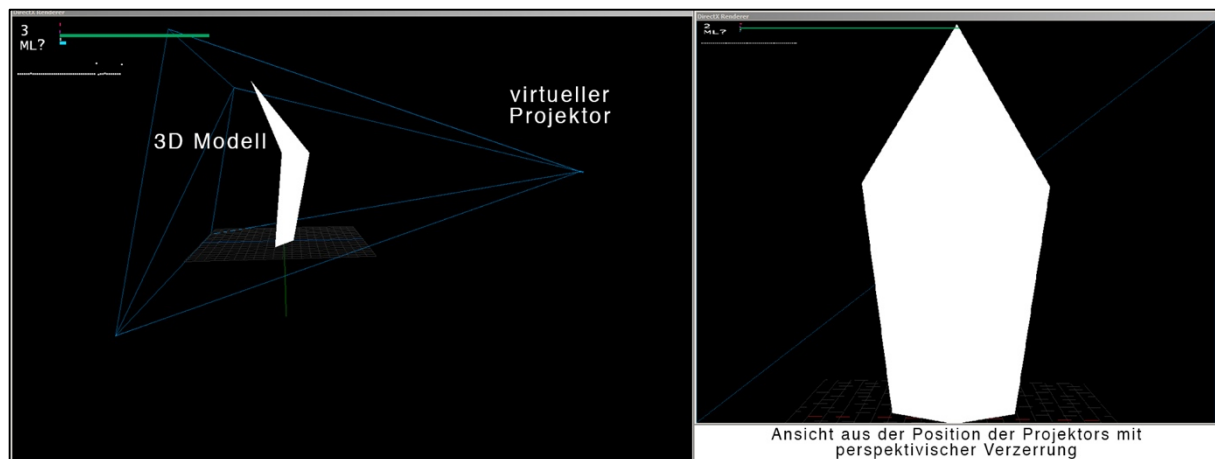


Abbildung 36: Prinzip des Mapping

5. Präsentation auf dem Lichterfest 2016

5.1 Aufbau

5.1.1 Technische Probe

Das Lichterfest 2016 fand am siebten Juli statt. Weil gemietetes Equipment, wie die Traversen, tagesweise bezahlt werden mussten, konnten diese erst einen Tag vor Veranstaltung besorgt werden. Da dies aber für eine technische Probe des Aufbaus zu kurzfristig gewesen wäre, wurde die gesamte Installation bereits am Montag, dem vierten Juli, provisorisch aufgebaut. Das heißt der Rechner und alle Projektoren sowie die Nebelmaschine und das Objekt selbst wurden angeschlossen, wie es für die Präsentation geplant war. Dabei ging es hauptsächlich darum, das Zusammenspiel der benötigten Hardware zu testen. Vor allem Signalwandler waren erfahrungsgemäß Fehlerquellen, die sich oft nicht kurzfristig beheben lassen. Auch bei diesem Testaufbau erwiesen sie sich als problematisch. Um einheitliche Geräte zu verwenden sollten Monitorausgänge für die Projektoren auf HDMI adaptiert werden, damit die Signale anschließend mit durch die SDI-Wandler die langen Strecken fehlerfrei zurücklegen konnten. Da aber nun fünf Monitore, drei Beamer und zwei Bildschirme, angeschlossen waren, stellte sich heraus, dass mindestens ein aktiver Adapter benötigt wird. Anders hätte die Grafikkarte die Anzahl an Geräten nicht ansprechen können. Ein aktiver Mini DisplayPort auf HDMI Adapter war zwar nicht vorhanden, aber dank des rechtzeitigen Tests konnte noch eine Alternative über DVI angeschafft werden. Mit diesem Aufbau funktionierte die Hardware anschließend. Darüber hinaus wurden noch grob die Positionen der Projektoren festgelegt. Von dort aus entstand das erste mal ein testweises Mapping des Gesamtaufbaus das einen guten Eindruck der Installation vermittelte. Dabei bestätigte sich auch die Notwendigkeit einer Erhöhung für das Objekt. Die Test fanden nämlich auf dem Boden statt, wo der Holzkristall mitten auf der großen Freifläche verloren wirkte.

5.1.2 Einrichten des finalen Veranstaltungsaufbaus

Wie bereits im vorigen Kapitel erwähnt, war der endgültige Aufbau erst einen Tag vor Veranstaltung möglich. Zuerst musste der Traversenwürfel errichtet werden, danach die Türme. Auf Grund der Größe nahm dieser Vorgang trotz ausreichender Arbeitskräfte viel Zeit in Anspruch. Vor allem das Aufrichten und Stabilisieren der T-förmigen Traversentürme erwies sich als äußerst aufwendig. Es ergab sich aber ein Vorteil was die Position eines Turms betraf. Anders als hier auf Abbildung 37 eingezeichnet, konnte der obere Beamer weiter nach links versetzt werden, sodass der angedachte Aufbau im 120 Grad Winkel um das Objekt recht genau umgesetzt werden konnte. Nachdem die Projektoren über eine Querstange an den Traversen befestigt waren, konnten diese zur genauen Ausrichtung außerdem noch etwas verschoben werden. Abbildung 38 zeigt den fertigen Aufbau eines Turms. Danach konnte mit dem Verlegen der Kabel begonnen werden. Hierfür kümmerte sich eine Gruppe um die Stromversorgung aus dem Gebäude und eine weitere realisierte parallel die Organisation der Signalleitungen. Nachdem auch die SDI zu HDMI Rückwandler an den Projektoren installiert waren, konnte mit dem Aufbau des FOH begonnen werden. Dort wurde zusätzlich zum eingeplanten Equipment ein Produktionsmonitor mit SDI-Eingang aufgestellt. Dieser war dazu gedacht am Folgetag die Signale überprüfen zu können, da die Bilder der Projektoren bei Tageslicht nicht sichtbar sind.

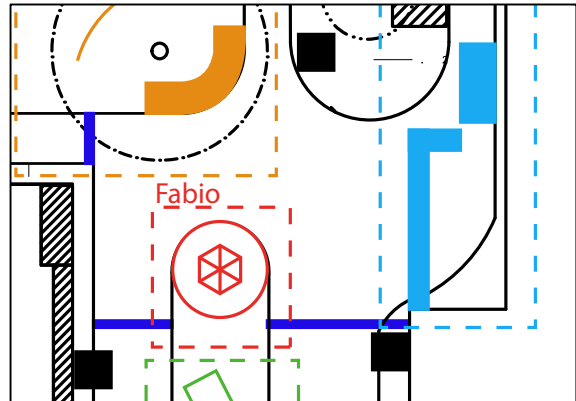


Abbildung 37: Ausschnitt aus dem Grundriss



Abbildung 38: Traversenturm mit Projektor, Scheinwerfern und Lautsprecher

Als letzter Schritt wurde das Holzobjekt auf den Podest gestellt und, damit bei Einbruch der Dunkelheit mit dem Mapping begonnen werden konnte. Dies musste ebenso auf Grund der Helligkeit in der Nacht vor der Veranstaltung passieren. Wie erwartet war dies auch der Teil der am meisten Zeit in Anspruch nahm. Nachdem die Projektoren mittels Neigung und Lens Shift grob ausgerichtet waren, musste die Feinarbeit via Software realisiert werden. Logischerweise konnte der Kristall vom Standpunkt des Rechners aus nicht von allen Seiten betrachtet werden. Deswegen wurde die Position des Bilds per Funk zum FOH durchgegeben und dort am Computer korrigiert. Hierbei musste nicht nur die Form des Objekts beachtet werden, sondern auch die Perspektive der einzelnen Projektoren sowie das Verhältnis der drei Videobilder. Etwa eine Stunde vor Sonnenaufgang war ein zufriedenstellendes Ergebnis erreicht. Nachdem die exakte Position der Konstruktion markiert war, wurde sie wieder nach innen verlagert um für den Rest des Tages vor dem angekündigten Regen geschützt zu sein. Die Technik konnte mit Planen und Plastikfolien wetterfest gemacht werden oder falls möglich bei der Nebelmaschine unter dem Podest untergestellt werden. Lediglich Computer und Monitore wurden auf Grund der Anfälligkeit aufgeräumt. So sollte gewährleistet sein, dass der Aufbau am nächsten Tag direkt für die Präsentation um 22:30 Uhr verwendet werden kann.

5.2 Tag der Veranstaltung und Endresultat

Am siebten Juli ergaben sich aber noch einige Komplikationen. Nachdem der PC wieder angeschlossen war ließ er sich nicht hochfahren. Es sah erst nach einem Defekt aus, aber der Rechner startet eine halbe Stunde später nach etlichen Versuchen wieder. Das Problem konnte nicht gefunden werden und nach dem Öffnen des VVVV Patches hängte er sich immer wieder auf. Die Art des Fehlers war aber bekannt und hing mit der Zuweisung der Renderer in VVVV zu den Monitoren zusammen. Um dies zu verhindern wurde der Aufbau des Systems noch einmal exakt wie am Vortag wiederholt und alle Fenster erneut zugewiesen, woraufhin alles funktionierte. Als die Bilder der Projektoren bei Dämmerung sichtbar wurden fiel aber ein weiteres Problem auf. Einer der Beamer schien auf Grund eines Lautsprechers, der mit an den Turm montiert wurde, um ein deutliches Stück verschoben zu sein. Dies konnte erst bei ausreichender Dunkelheit korrigiert werden. Weil der Präsentationszeitpunkt verschoben wurde, blieb dafür aber noch Zeit. Wegen eines Spiels der Fußball-EM war der Großteil des Publikums nämlich noch im Gebäude und es fiel die Entscheidung erst um 23:30 zu beginnen. Auch in Anbetracht der Helligkeit der Projektoren war dies vorteilhaft, da eine Stunde früher noch sehr viel mehr Sonnenlicht in den Innenhof fiel.

Um Neugier zu wecken wurde das Objekt bis dahin mit einer statischen Projektion illuminiert, die von etwas Nebel, der durch die Schlitze trat, verzerrt wurde. Kurz nach halb zwölf verstummte die Musik des DJs und ein Moment der Stille und Dunkelheit läutete die Präsentation ein. Zu diesem Zeitpunkt hatte sich bereits ein großes Publikum versammelt und die Aufmerksamkeit war auf den Kristall gerichtet, als dieser zu leuchten begann. Während der Vorstellung war es erfreulich zu sehen, dass die Installation den Besuchern zu gefallen schien, denn Viele machten Fotos oder Filmten. Als sich die Knospe beim Höhepunkt öffnete war sogar Beifall aus der



Abbildung 39: Installation vor der Präsentation

Menge zu hören, bis die Präsentation in erneuter Dunkelheit ihr Ende fand. Die Knospe integrierte sich, nun live gesteuert, in die Party. Dabei öffnete und schloss sich das Objekt noch einige male und passte sich in seinen Farben dem Licht der Scheinwerfer an, wie auf Abbildung 41 zu sehen ist. Ein Video der Präsentation befindet sich auf dem Datenträger der Thesis.



Abbildung 40: Installation geöffnet, während der Präsentation



Abbildung 41: geöffnete Knospe nach der Präsentation in Magenta und Grün

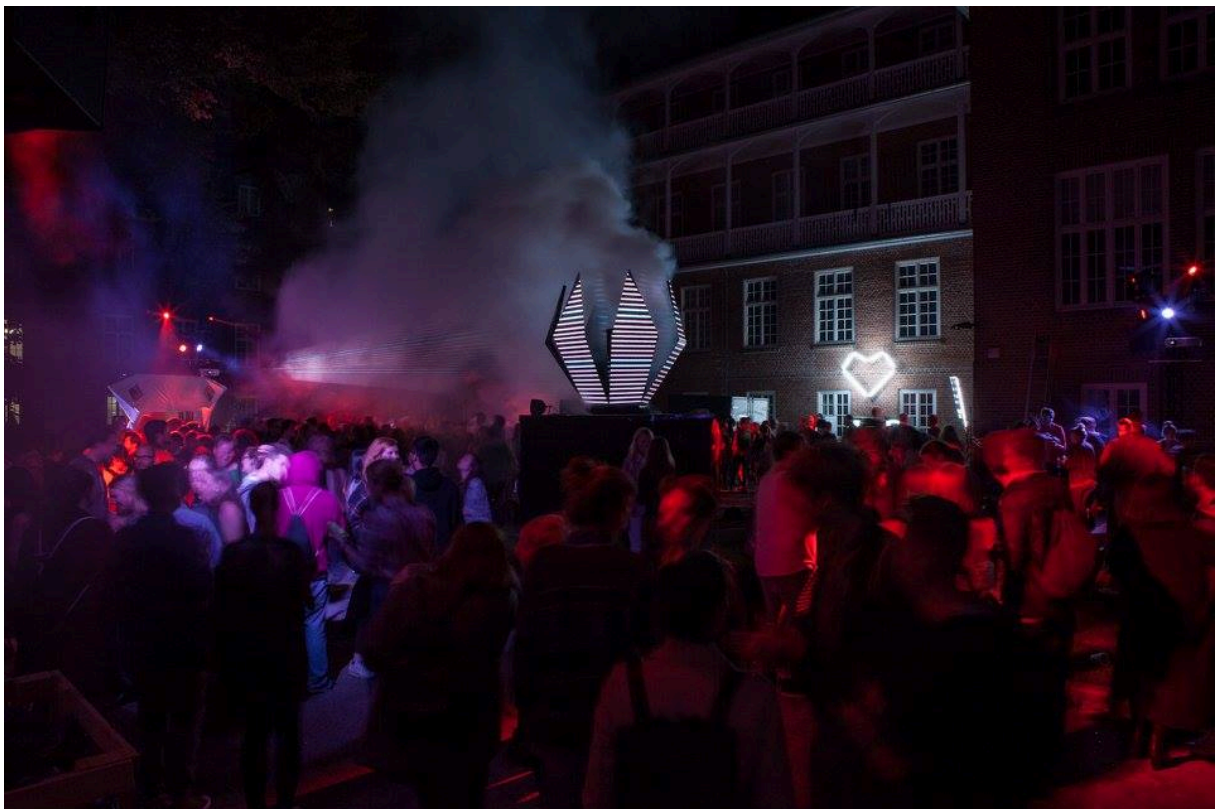


Abbildung 42: Lage der Installation im Innenhof des Campus Finkenau

6. Fazit, Verbesserungsverschlage und Weiterentwicklung

Rückblickend auf die Zeit bis zum Lichterfest war es beeindruckend nach 12 Wochen zu sehen, dass man etwas Eigenes geschaffen hat. Dabei zeichnete sich das Projekt vor allem durch seine Vielseitigkeit aus. Die Einarbeitung in neuen Materie kombiniert mit der Anwendung vorhandenen Wissens schaffte die Motivation, welche letztendlich zur Leidenschaft wurde, die Arbeit zu realisieren. Diese wurde zum Beispiel von Momenten angetrieben, in denen nach Tagen endlich die Lösung eines essentiellen Problems gefunden wurde. Auf dem Weg gab es aber auch Rückschläge. Oft führten Umstände, die nicht eigenmächtig beeinflussbar waren zu Verzögerungen und Planänderungen. Beispielsweise musste mit der Beschaffung des Holzes gewartet werden bis ein geeigneter Transporter zu Verfügung stand. Dieser Termin verschob sich dann auch noch mehrmals. Hier sei auch erwähnt, dass sich das Projekt ohne Helferinnen und Helfer nicht realisieren lassen hätte. Gerade bei praktischen Arbeiten wie dem Bau des Holzobjektes, wäre ein solches Ergebnis nicht möglich gewesen. Auch das Team, das die Planung des Lichterfests übernahm, stellte eine enorme Entlastung dar. Sie übernahmen zum Beispiel die Organisation der Stromleitungen oder die Anmietung der gemeinsam genutzten Veranstaltungstechnik. Darüber hinaus funktionierte die Zusammenarbeit mit ihnen hervorragend. Während des gesamten Arbeitsprozesses kristallisierte sich allerdings auch immer mehr heraus, dass der Umfang zu groß gewählt war. Daher wurde in dieser Ausarbeitung auch oft von Zeitproblemen gesprochen, die zu Reduzierungen führten. Manchmal mussten deshalb aber auch Kompromisse getroffen werden, die das Endprodukt in seiner Wirkung limitierten. Vor allem bei der Entwicklung von Videoinhalten und dem Mapping fiel dies zu Gewicht. Beispielsweise wäre es im Hinblick auf Steuerung und Mechanik möglich gewesen, die Seitenteile der Blume paarweise zu bewegen anstatt alle gleichzeitig. Dafür wäre aber ein erhebliche Mehraufwand an Programmierung notwendig gewesen für den der Zeitrahmen nicht ausreichte. Auch die Mechanik selbst müsste sich für einen eventuellen Dauerbetrieb noch stabiler gestalten und genauer ansteuern lassen. Durch den Termindruck wurden diese Faktoren lediglich so optimiert, dass sie zur Präsentation auf dem Lichterfest zuverlässig funktionierten. Trotz alledem darf nicht vergessen werden, dass es sich dabei um ein Studienprojekt handelte, bei dem sich viel neues Wissen aneignen ließ und wertvolle Erfahrungen gemacht wurden. Des Weiteren besteht noch die Möglichkeit die Installation weiterzuentwickeln und erneut einzusetzen. Zu dem Zeitpunkt zu dem diese Ausarbeitung verfasst wird besteht Kommunikation mit einem Club in Hamburg. Dort würde sich auch eine Möglichkeit bieten das Objekt an den angesprochenen Stellen zu verbessern und anschließend auf Veranstaltungen auszustellen.

Quellenverzeichnis

1. Tanja Ruprecht-Becker – Magische Steine, <http://www.zeit.de/wohlfuehlen/Magische> (Stand: 21.08.16)
2. Naturhistorisches Museum der Bürgergemeinde Bern, <http://www.nmbe.ch/entdecken/ausstellungen/dauerausstellung/planggenstock-kristalle> (Stand 05.08.16)
3. Wikimedia Commons, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hibiskus-Knospe_kurz_vor_der_Blüte.jpg, (Stand 05.08.16)
4. Stephan Müller, Gerrit Kress, Verena Henn, Edgar Martinez – Motors + VVVV (Anhang 1)
5. <https://www.sparkfun.com/products/12859> (Stand 08.08.16)
6. <https://www.sparkfun.com/products/716> (Stand 08.08.16)
7. <https://www.arduino.cc/en/Reference/Stepper> (Stand 08.08.16)
8. <https://www.arduino.cc/en/Serial> (Stand 08.08.16)
9. <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> (Stand 08.08.16)
10. https://learn.sparkfun.com/tutorials/big-easy-driver-hookup-guide?_ga=1.40572448.3651283.1461007729#arduino-code (Stand 12.08.16)
11. <http://www.projektoren-datenbank.com> (Stand: 09.08.16)
12. <http://www.hdmi.org/learningcenter/kb.aspx#44> (Stand 09.08.16)
13. Ulrich Schmidt – Professionelle Videotechnik; 6. Auflage, 2013
14. <https://www.vvvv.org/contribution/motors+-vvvv> (Stand 11.08.16)
15. <https://www.vvvv.org/documentation/hardware> (Stand 11.08.16)
16. <https://www.mikrocontroller.net/articles/RS-232#Windows> (Stand 11.08.16)
17. <http://www.prototypinginterfaces.com> (Stand 15.08.16)
18. https://de.wikipedia.org/wiki/Techno#Stilistische_Merkmale (Stand 15.08.16)

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Videoinstallation auf dem Mittenmang Theaterfestival 2015 in Bremen
- Abbildung 2: Erste Skizzen des Konzepts
- Abbildung 3: Erste Skizze der Unterkonstruktion
- Abbildung 4: Bergkristalle
- Abbildung 5: Hibiskusknospe
- Abbildung 6: Renderings aus der Entwurfsphase
- Abbildung 7: Modell aus Leichtschaumplatte
- Abbildung 8: Drahtmodell als Seitenansicht mit gemessenen Winkeln
- Abbildung 9: Drahtmodell als Seitenansicht mit angepassten Winkeln
- Abbildung 10: Ausschnitt aus der Seitenansicht eines Elements
- Abbildung 11: Modell zur Erfassung der Winkel für die Zusammensetzung zum Sechseck
- Abbildung 12: Vorlage für das Aussägen dreier Unterteile aus einer 185x140x0,6 Zentimeter großen Platte
- Abbildung 13: Verbindung der Einzelteile skizziert
- Abbildung 14: 3D-Modell der Innenkonstruktion
- Abbildung 15: Perspektive der Projektoren
- Abbildung 16: Grundriss des Innenhofs mit Veranstaltungsaufbau
- Abbildung 17: Verlöten einer RJ45 Breakout Platine
- Abbildung 18: Verwendeter Flugrahmen
- Abbildung 19: Anzeichnen von Holzplatten
- Abbildung 20: Verbindung der Einzelteile durch Balkenkonstruktion
- Abbildung 21: Befestigung der Scharniere

Abbildung 22: Motorhalterung mit Bodenplatte

Abbildung 23: Angestrichenes Holzobjekt, geöffnet

Abbildung 24: Holzkorpus ohne Innenleben, mit Spanngurt und Klebeband fixiert

Abbildung 25: Ausschnitt aus dem Code der Motorsteuerung

Abbildung 26: Ausschnitt aus dem VVVV-Patch der Motorsteuerung

Abbildung 27: Sparkfun Big Easy Driver - der verwendete Motortreiber

Abbildung 28: Treiberplatinen und eine RJ45-Buchse, verklebt auf dem Boden des Gehäuses

Abbildung 29: Gehäuse mit Kabeln

Abbildung 30: Motor mit Schnurrrolle auf Balken befestigt

Abbildung 31: Befestigung der Angelsehnen an der Mittelkonstruktion

Abbildung 32: Stahlseile im Inneren

Abbildung 33: 3D-Projectionmapping auf einem Würfel

Abbildung 34: Screenshot während der Ideenfindung

Abbildung 35: Storyboard

Abbildung 36: Prinzip des Mapping

Abbildung 37: Ausschnitt aus dem Grundriss

Abbildung 38: Traversenturm mit Projektor, Scheinwerfern und Lautsprecher

Abbildung 39: Installation vor der Präsentation

Abbildung 40: Installation geöffnet, während der Präsentation

Abbildung 41: geöffnete Knospe nach der Präsentation in Magenta und Grün

Abbildung 42: Lage der Installation im Innenhof des Campus Finkenau

Anhänge

1. Stephan Müller, Gerrit Kress, Verena Henn, Edgar Martinez – Motors + VVVV
2. Datenblatt MOTECH Hybrid Stepper Motor MT-1704HS168A-TS
3. Datenblatt Allegro A4988
4. Datenblatt Mean Well RS-25-12
5. Ulrich Schmidt – Professionelle Videotechnik; 6. Auflage, 2013
6. Video der Veranstaltung
7. Verwendeter VVVV-Patch

Alle Anhänge befinden sich auf der CD.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelor-Thesis mit dem Titel:

Konzeption und Umsetzung einer beweglichen, in Echtzeit steuerbaren Videoinstallation

selbständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln verfasst habe. Alle Passagen, die ich wörtlich aus der Literatur oder aus anderen Quellen wie z. B. Internetseiten übernommen habe, habe ich deutlich als Zitat mit Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke at the bottom.

(Unterschrift)