

Guang



*Guang*  
Masterarbeit  
Su Gao  
Matrikel-Nr. 6614  
Mentor: Prof. Manfred Kraft  
Sommersemester 2014  
Studiengang: Multimedia Design  
Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle

# **INHALT**

0 Einleitung.....	4
1 Das Licht .....	6
2 Die Wirkung des Lichts auf den Menschen .....	7
3 Quelle des Lichts – die Sonne.....	8
3.1 Sonnenfarbe .....	8
3.2 Sonnenstand.....	8
4 Simulation des Sonnenlichts .....	10
4.1 Simulation des Sonnenstands .....	10
4.1.1 Lösung 1.....	11
4.1.2 Lösung 2.....	12
4.1.3 Lösung 3.....	13
4.1.4 Lösung 4.....	14
4.1.5 Lösung 5.....	15
4.1.6 Lösung 6.....	16
4.1.7 Lösung 7.....	17
4.1.8 Auswahl .....	18
4.2 Simulation der Sonnenfarben .....	18
5 Erforschung der Form .....	20
6. Umsetzung .....	22
6.1 Der erste Prototyp.....	22
6.2 Die ende Produkt.....	24
6.2.1 „Motor On Board“ oder nicht.....	24
6.2.2 Schneckengetriebe .....	25
6.2.3 Programmierung der Firmware.....	26
6.2.4 Programmierung der Steuerungssoftware .....	26
6.3 Test log .....	29
7 Fazit.....	30
8 Quelleverzeichnis.....	31

# 0 Einleitung

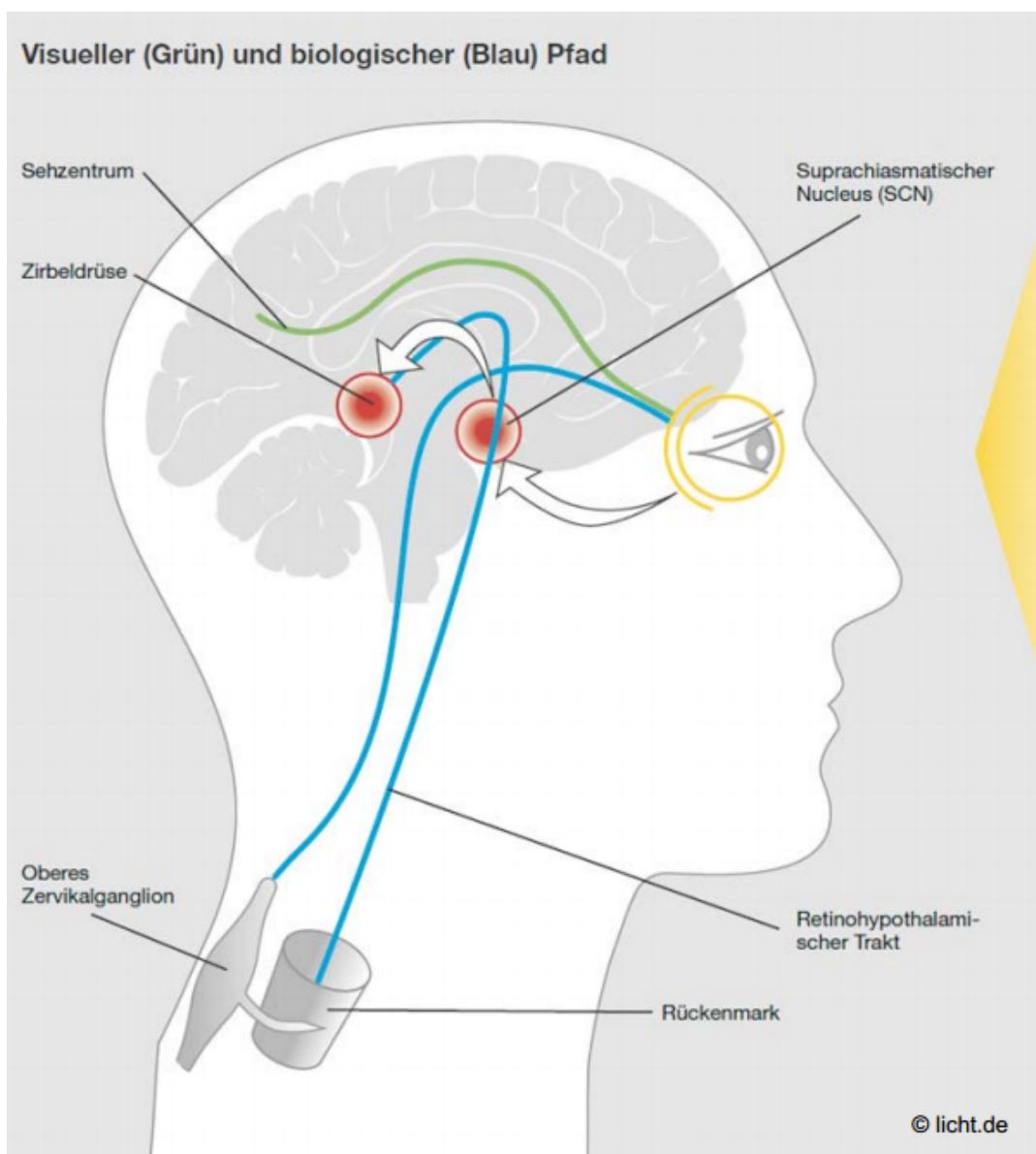
Die Computer-Technik treibt die Industrie und unser alltägliches Leben voran. In der Industrie ersetzen von Computern gesteuerte Roboter immer mehr Arbeitskräfte. In unserem alltäglichen Leben verbessern der Personal-Computer oder das Smartphone unsere Lebensqualität. Im Zuge meines vierjährigen Studiums im Studiengang Multimedia Design habe ich den Charme dieser Entwicklung deutlich erlebt. Aber ich finde, dass nur am Monitor dargestellte Poster, APP, 3D-Animationen und Computer-Spiele etwas „unreal“ sind. Ich möchte für meine Multimedia Design-Arbeit den viereckigen Monitor überschreiten und die programmierte Kunst direkt mit Bewegung und Lichteffekten darstellen. Deswegen ist Robotic mein Lieblingsthema.

Licht beeinflusst den menschlichen biologischen Rhythmus. Die Sonne ist die Hauptlichtquelle. Sie ändert ihre Helligkeit, Farbe und den Stand nach der Tageszeit. Es wäre ganz interessant, einen Sonnesimulator in einem großen Raum zu bauen, durch den ihr Stand, die Helligkeit und die Farbe im Wechsel der Zeit poetisch übertragen werden. Weil sich die Sonnenspur nach der Zeit der Monate ändert, kann der Sonnesimulator auch das Datum vermitteln.

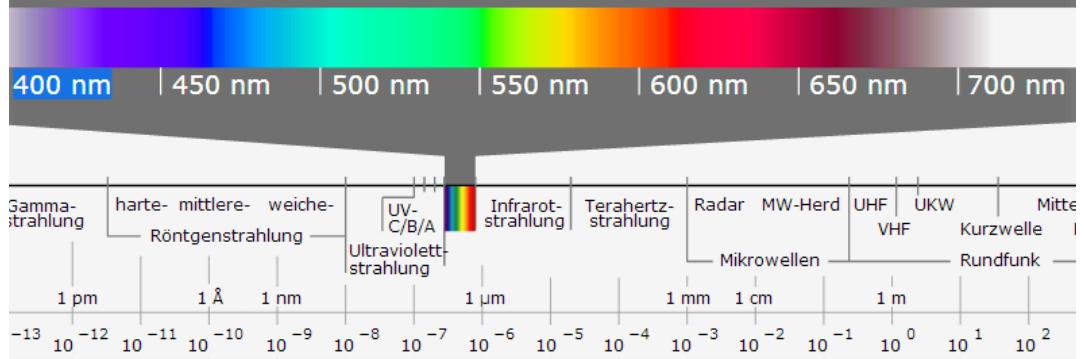


# 1 Das Licht

Licht ist der für das Auge sichtbare Teil der elektromagnetischen Strahlung. Im elektromagnetischen Spektrum umfasst der Bereich des Lichts Wellenlängen von etwa 380 nm bis 780 nm<sup>1</sup>. Licht stellt für Pflanzen neben der Verfügbarkeit von Wasser den wichtigsten Ökofaktor dar, weil es die Energie für die Photosynthese liefert.<sup>2</sup> Deswegen gäbe es uns ohne Licht nicht und ohne Licht gäbe es keine Kunst und überhaupt kein Leben.



## Das für den Menschen sichtbare Spektrum (Licht)



## 2 Die Wirkung des Lichts auf den Menschen

Licht begleitet und prägt die Evolution. Sein Einfluss auf den Menschen und seine biologischen Rhythmen sind zeitgeschichtlich durch die Sonne geprägt. Sie synchronisiert die innere Uhr. Im Zeitalter des künstlichen Lichts ist Licht rund um die Uhr verfügbar. Dadurch können die natürlichen Rhythmen gestört werden. Wissenschaftler vermuten Zusammenhänge bei der Entstehung verschiedener Krankheitsbilder durch eine fehlende Synchronisation der inneren Uhr durch Licht.

Tatsächlich hat man erst 2002 spezielle Ganglienzenellen auf der Netzhaut entdeckt. Diese dienen nicht dem Sehen, sondern takten durch Lichtreize die innere Uhr. Die Dynamik des Tageslichts wird hinsichtlich Intensität und Veränderungen der spektralen Intensitätsverteilung durch das normalerweise verwendete statische Kunstlicht nicht nachgebildet. Die räumliche Verteilung des Kunstlichts ist in Innenräumen hauptsächlich auf die Aufgabe des Sehens ausgerichtet. Nicht zuletzt lassen manche Planungen Lichtkomfort und Wohlbefinden aufgrund energetischer Anforderungen außer Acht.

Beispiele aus der Arbeitswelt zeigen, dass die Arbeit durch gute Beleuchtung effizienter und sicherer und dass Lernen konzentrierter wird. Ebenso unterstützt beispielsweise dynamisches Licht den Wach-Schlafzyklus in Pflegeheimen und Krankenhäusern.<sup>3</sup> Aber die neu entdeckte Wirkung des Lichts kennt noch nicht jeder von uns.

# 3 Quelle des Lichts – die Sonne

Die Sonne ist ein Stern in der Galaxie Milchstraße. Sie ist ein Hauptreihenstern und steht im Zentrum des Sonnensystems, das sie durch ihre Gravitation dominiert. Die Sonne produziert eine Energieabstrahlung, die pro Sekunde das 20.000-fache des Primärenergieverbrauchs seit Beginn der Industrialisierung ausmacht. Die Erde ist einer der Planeten, die die Sonne umkreisen. Die thermonuklear gespeiste Strahlung des heißen Gasballs ist Grundvoraussetzung für die Entstehung und Entwicklung des Lebens auf der Erde.<sup>4</sup>

## 3.1 Sonnenfarbe

Die Sonne sendet Licht in allen Wellenlängen – und damit Farben – des sichtbaren Bereichs aus. Die Addition der Grundfarben ergibt für das menschliche Auge den Eindruck „weiß“. Man spricht von einer additiven Farbmischung. Die Erde besitzt indes eine Lufthülle. Die Moleküle der Luft sind in der Lage, das Sonnenlicht ein wenig aus ihrer Einfallrichtung abzulenken. Physiker sprechen hier von Streuung. Da aber blaues Licht etwas stärker gestreut wird als Licht mit anderen Farben, hat dies zur Folge, dass es dem Licht, welches auf direktem Wege von der Sonne in das Auge eines Betrachters gelangt, ein bisschen an Blau fehlt. Der Mangel an Blau bewirkt, dass wir die Komplementärfarbe wahrnehmen – Gelb. Gemeinsam ergeben Blau und Gelb eben Weiß, ebenso wie Rot und Grün.<sup>5</sup>

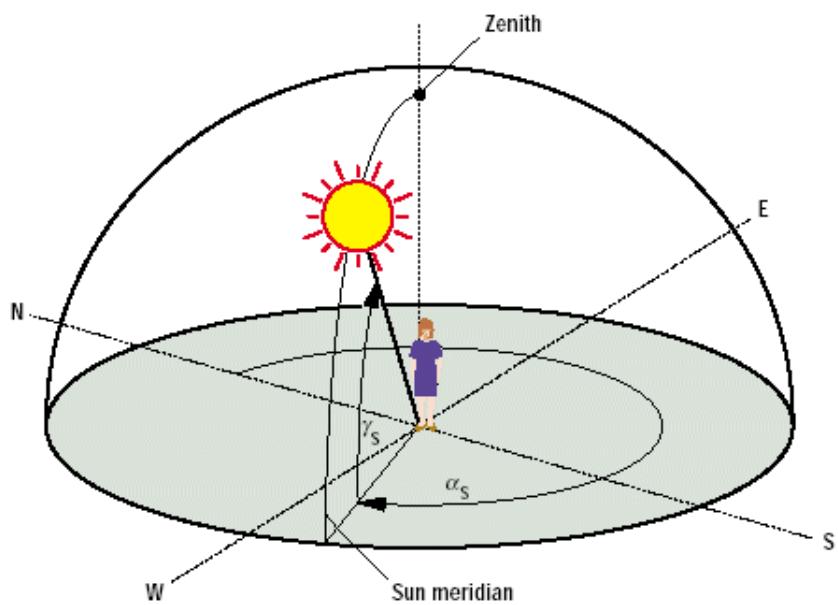
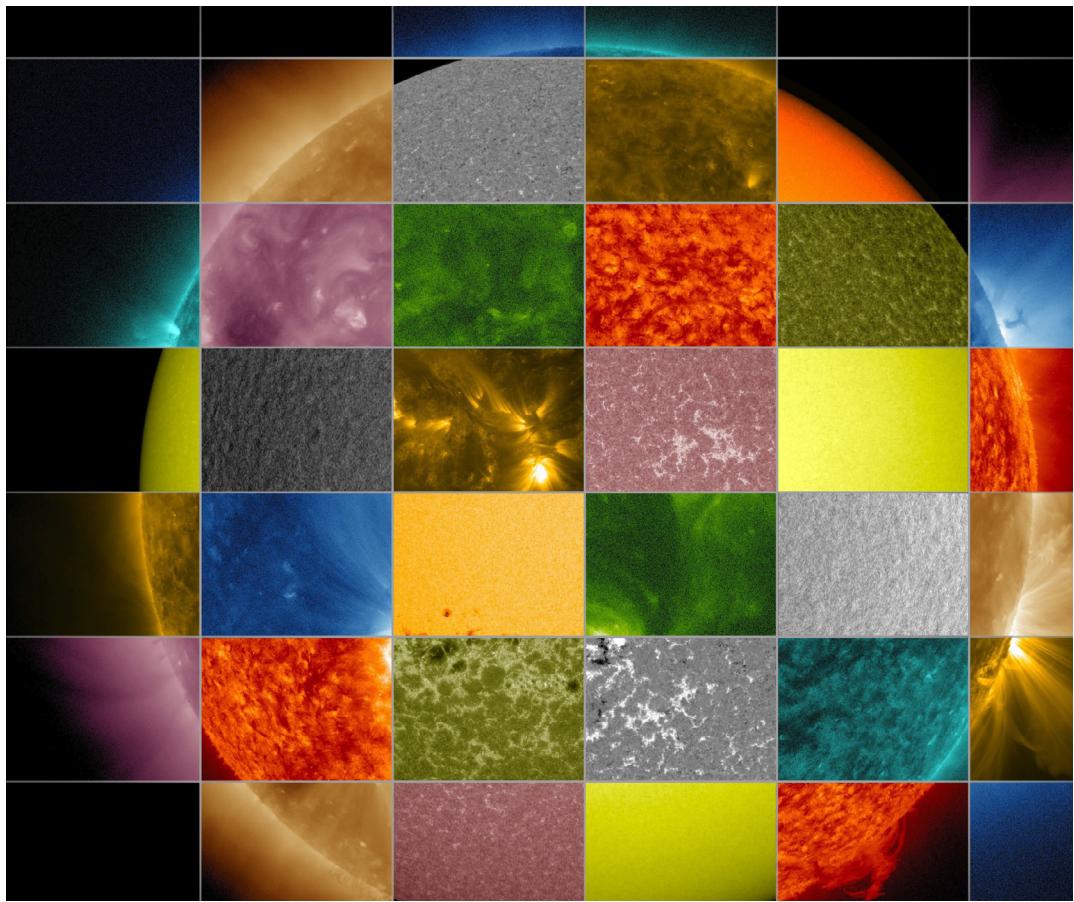
## 3.2 Sonnenstand

Der Sonnenstand ist die scheinbare momentane Position der Sonne über dem Landschaftshorizont eines Standortes. Sie verändert sich infolge der Erdrotation laufend und kann durch zwei Winkel an der Himmelskugel angegeben werden: die Himmelsrichtung und die Höhe (Höhenwinkel) der Sonne.

Der tägliche Sonnenlauf hängt neben dem Standort auch von der Jahreszeit ab und wird durch 3 markante Punkte charakterisiert, die in Mitteleuropa folgende sind: Sonnenaufgang (zwischen Nordost und Südost), mittäglicher Höchststand (im Süden) und Sonnenuntergang (zwischen Nordwest und Südwest).

Den jahreszeitlichen Sonnenlauf bestimmt die geografische Breite des Standorts. Daraus berechnete Sonnenstandsdiagramme zeigen den Verlauf von Höhenwinkel und Horizontalwinkel (Azimut) für ein ganzes Jahr im horizontalen Koordinatensystem. Parameter hierfür sind die Tages- und die Jahreszeit. Sie sind Codierungen von Stundenwinkel und Deklination der Sonne im äquatorialen Koordinatensystem. Mit dem Breitengrad erfolgt die Umrechnung in Himmelsrichtung und Höhenwinkel.

Bei einer Sonnenuhr dienen diese Parameterlinien zum Ablesen der Tageszeit (Stundenlinien) und im eingeschränkten Maß auch der Jahreszeit (Tageslinien)<sup>6</sup>.



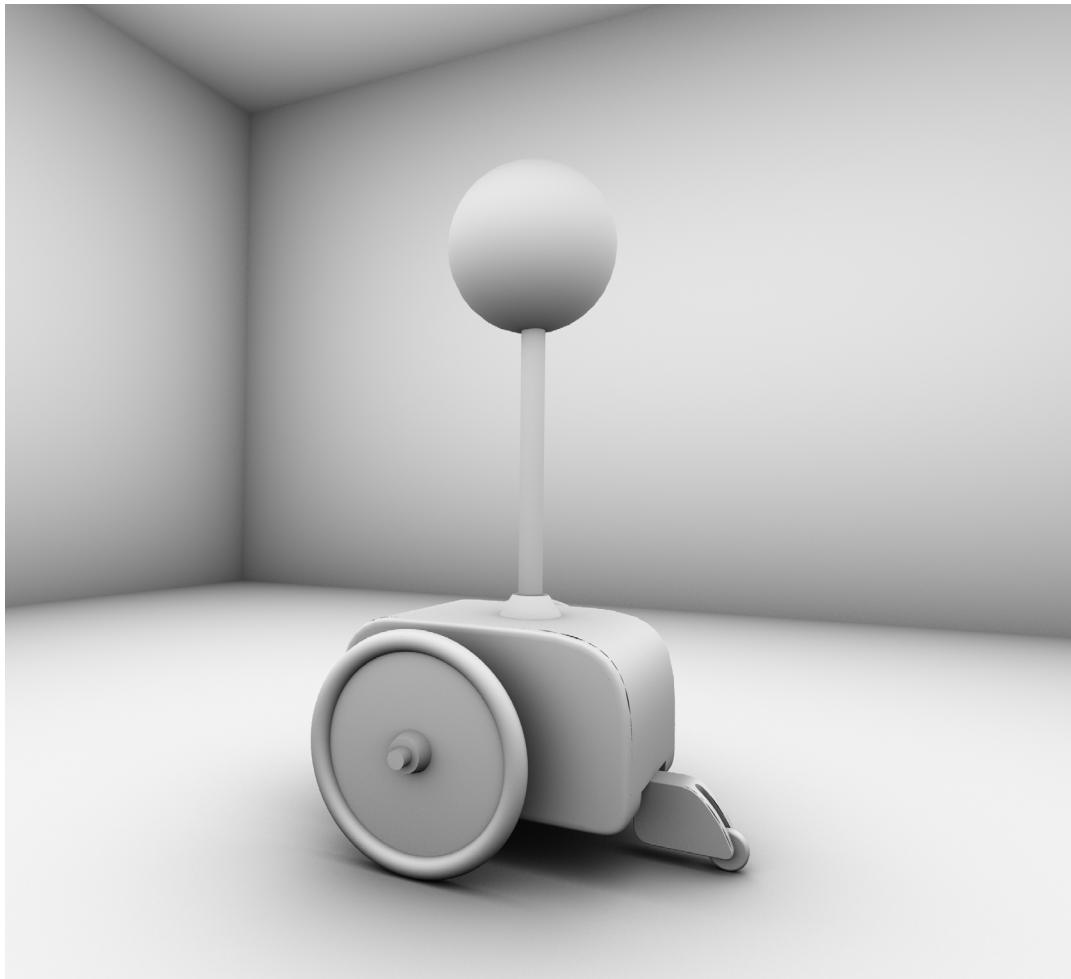
# 4 Simulation des Sonnenlichts

Das Sonnenlicht beeinflusst durch seine Farbe, Helligkeit und den Stand die menschlichen visuellen Funktionen, die emotionale Qualität und die biologische Impulse (die . Es wäre ganz interessant, einen Sonnensimulator zu bauen. Damit sind viele Experimente möglich. Wenn die Installation in einer großen offenen Halle wäre, könnte sie theoretisch durch ihre Lichtfarbe, Helligkeit und ihren Stand die aktuelle Zeit poetisch vermitteln.

## 4.1 Simulation des Sonnenstands

Die Himmelsrichtung und die Höhe (Höhenwinkel) der Sonne ändert den Sonnenstand. Der tägliche Sonnenlauf hängt neben dem Standort auch von der Jahreszeit ab. Serielle Rechnungen basieren auf dem Standort und der Zeit. Es wäre präziser, die veröffentlichten berechneten Daten der Forschungsgemeinschaft direkt zu benutzen. Die Website: <http://cgi.stadtklima-stuttgart.de/mirror/sonne.exe> stellt einen Kalkulator für den Sonnenstand an unterschiedlichen Standorten in Deutschland zur Verfügung. Die Spur des Sonnenstands kann somit berechnet werden. Dann wird der physikalische Sonnensimulator einen Tag lang entlang der Spur bewegt.

Es gibt mehrere Lösungen, um ein Objekt im Raum nach einer definierten Position zu bewegen.



#### 4.1.1 Lösung 1

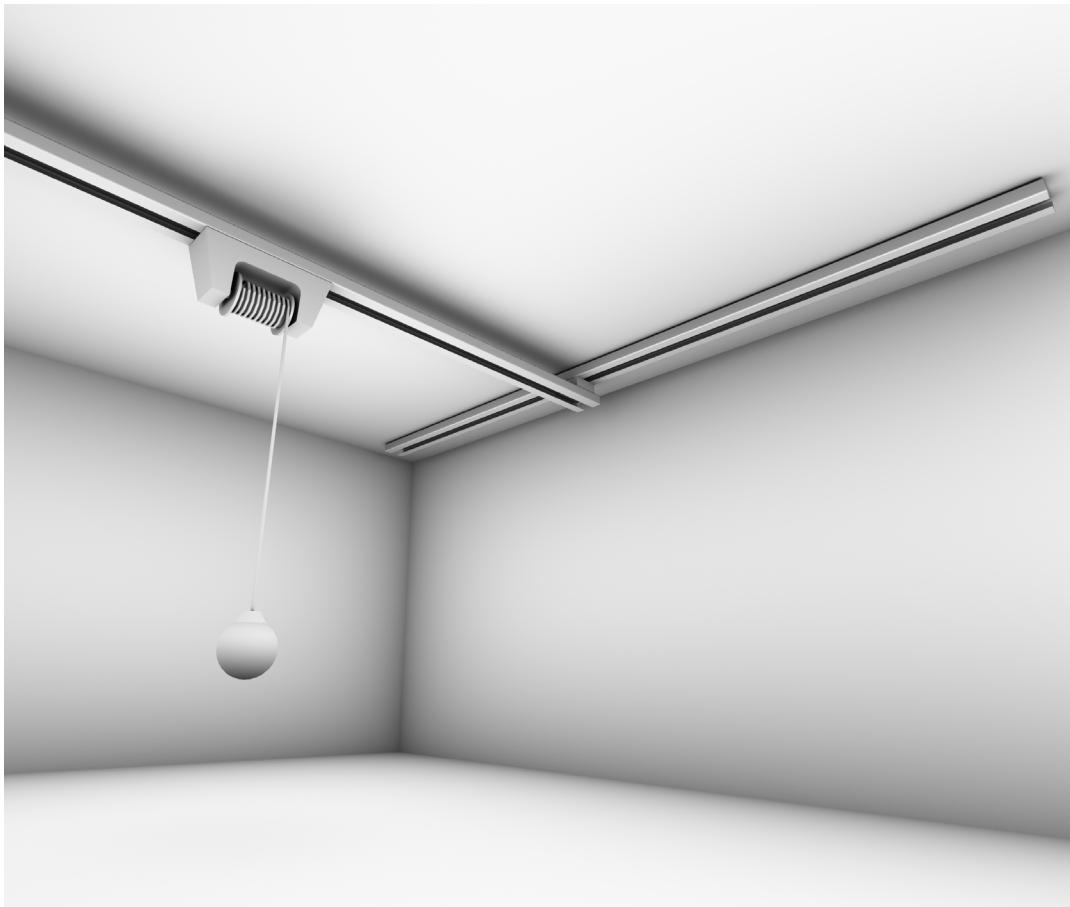
Man legt das Objekt auf einen Wagen. Der Wagen kann sich selbst lenken und bewegen. Er kann dank seiner mechanischen Struktur das Objekt auch heben und senken.

Pro:

- Kompakt, übersichtlich, schneller Einbau möglich
- Es gibt Produkte, die man umbauen kann.
- Unbegrenzte Reichweite auf „XY-Fläche“
- Mit gleichen Kosten hat die Installation hohe Skalierbarkeit.

Contra:

- Es braucht Zeit, bis die Batterie des Wagens geladen ist.
- Die „Z-Achse“ hat eine sehr begrenzte Reichweite.
- Die Installation kann nicht das Objekt direkt auf Besucher stehen.
- Der Raum muss einen Fußboden haben.



#### 4.1.2 Lösung 2

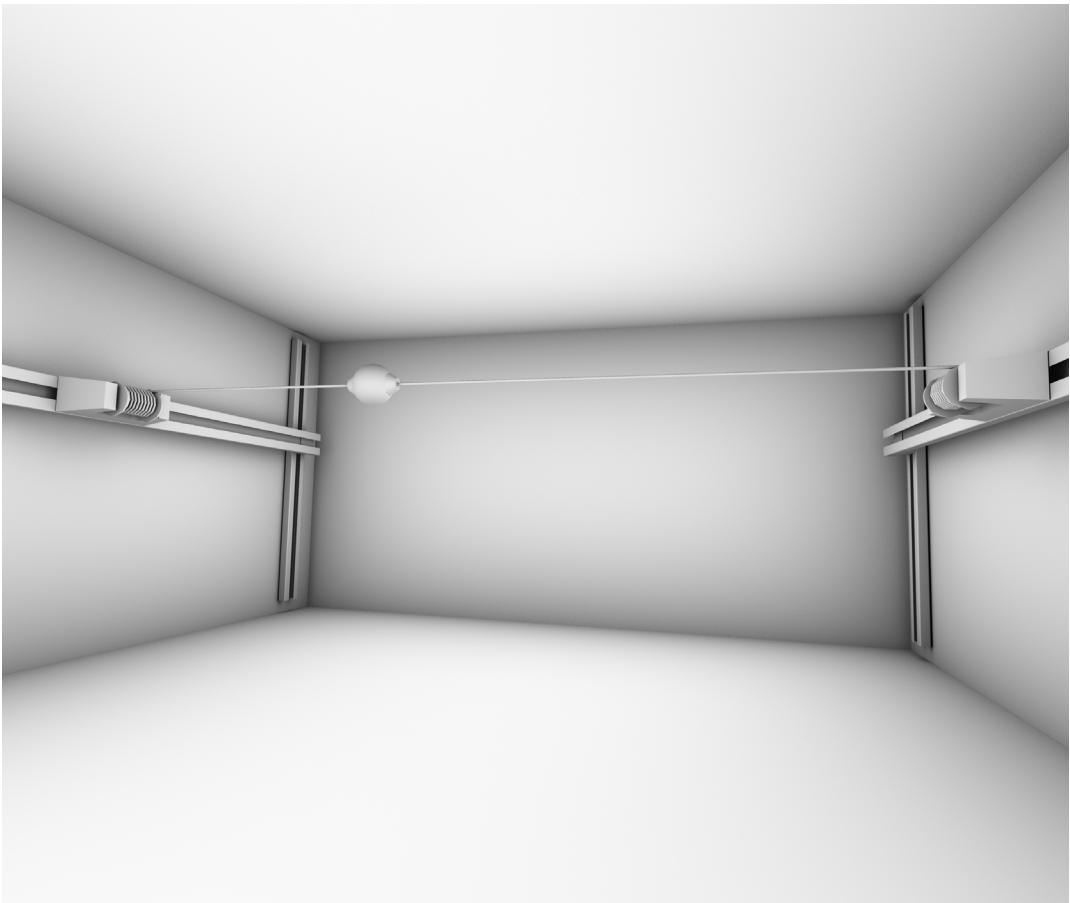
Man hängt das Objekt an einem Seil unter eine Maschine. Die Maschine hat gekreuzte Rutschschienen, die von Motoren angetrieben und gesteuert werden. Eine motorisierte und gesteuerte Spule ändert die Länge des Seiles, mit der das Objekt aufgehängt wird.

Pro:

- Die „Z-Achse“ hat unbegrenzte Reichweite.
- Die Installation kann das Objekt direkt auf die Besucher stehlen
- Im Vergleich zu Lösung 1 ist die Struktur einfacher.
- Einfach zu programmieren und zu kalibrieren.
- Keine Batterie, keine Aufladezeit
- Auch ein schweres Objekt ist trägfähig.

Contra:

- Der Raum muss Decke haben.
- Es ist nicht kosteneffizient, in einer „XY-Fläche“ zu skalieren.
- Viele große Bauteile.
- Es ist ein präziser Einbau erforderlich.



#### 4.1.3 Lösung 3

Das Objekt wird mit zwei Seilen hochgezogen. Diese werden von der an der Wand angebrachten Maschinen gespannt. Die zwei Maschinen haben die gleiche Struktur wie in Lösung 2.

Pro:

Der Raum muss keine Decke und keinen Fußboden haben.

Bei der Installation kann das Objekt direkt auf Besucher stehen.

Contra:

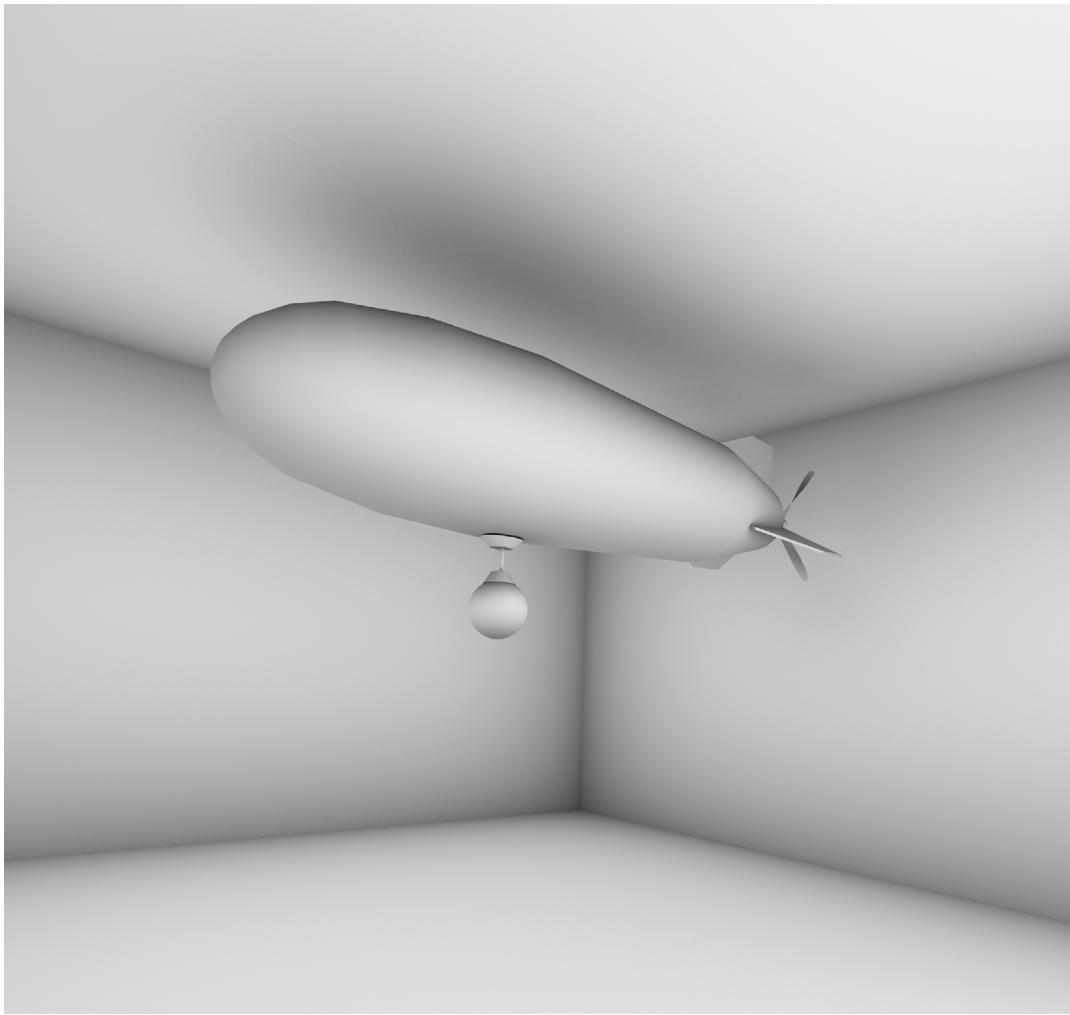
Nur für leichtes Objekt geeignet

Im Vergleich zu Lösung 2 sind mehr Bauteile erforderlich.

Es ist nicht kosteneffizient, in einer „XZ-Fläche“ zu skalieren.

Für die Besucher gibt es aufgrund der Seile mehr Risiko.

Der Raum muss zwei flache Wände haben.



#### 4.1.4 Lösung 4

Man hängt das Objekt unter einen motorisierte Heliumballon. Das Objekt wird durch die Bewegung des Ballons an die definierte Position gefahren.

Pro:

Es sind weniger und kleine Bauteile erforderlich.

Es besteht für die Besucher keine Gefahr durch Seile wie in Lösung 1 und 2

Mit gleichen Kosten ist die Installation sehr hoch skalierbar

Contra:

Nur für leichtes Objekt geeignet

Ladezeit erforderlich

Schwierig zu positionieren und zu steuern

Bauteile wie Ballon und Leichtlufe sind schwer & teuer zu beschaffen.

Der Ballon kann zu groß sein, was den Effekt des Objekts beeinflussen kann.

Wahrscheinlich kurze Lebensdauer



#### 4.1.5 Lösung 5

Man hängt das Objekt unter einen Qual-Kopter. Die Position des Objekts wird durch die Bewegung des Qual-Kopters geändert und gesteuert.

Pro:

Auf dem Markt ist das Produkt erhältlich. Man muss es nur umbauen.

Es bewegt sich im Vergleich zu Lösung 4 schneller.

Mit gleichen Kosten ist die Installation sehr hoch skalierbar.

Keine großen Bauteile erforderlich.

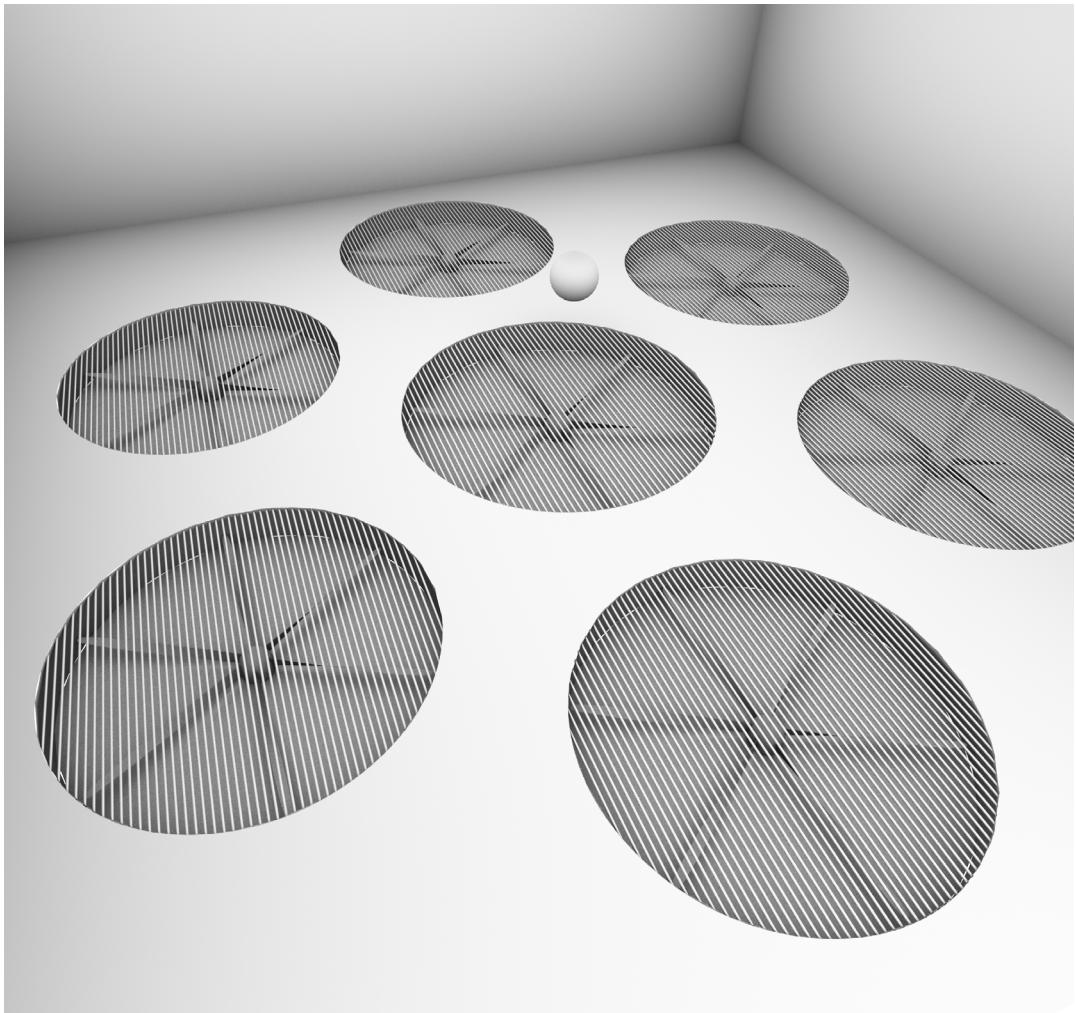
Contra:

Nur für leichtes Objekt geeignet

Der Propeller ist für die Besucher gefährlich.

Lärm

Kurze Flugzeit aufgrund der Lebensdauer der Batterie.



#### 4.1.6 Lösung 6.

Durch die Windkraft von Ventilatoren auf dem Fußboden kann das Objekt im Raum schweben.

Pro:

Es gibt für den Besucher keine Gefahr wegen Seilen oder Propellern.

Idealster visueller Effekt

Contra:

Nicht energieeffizient

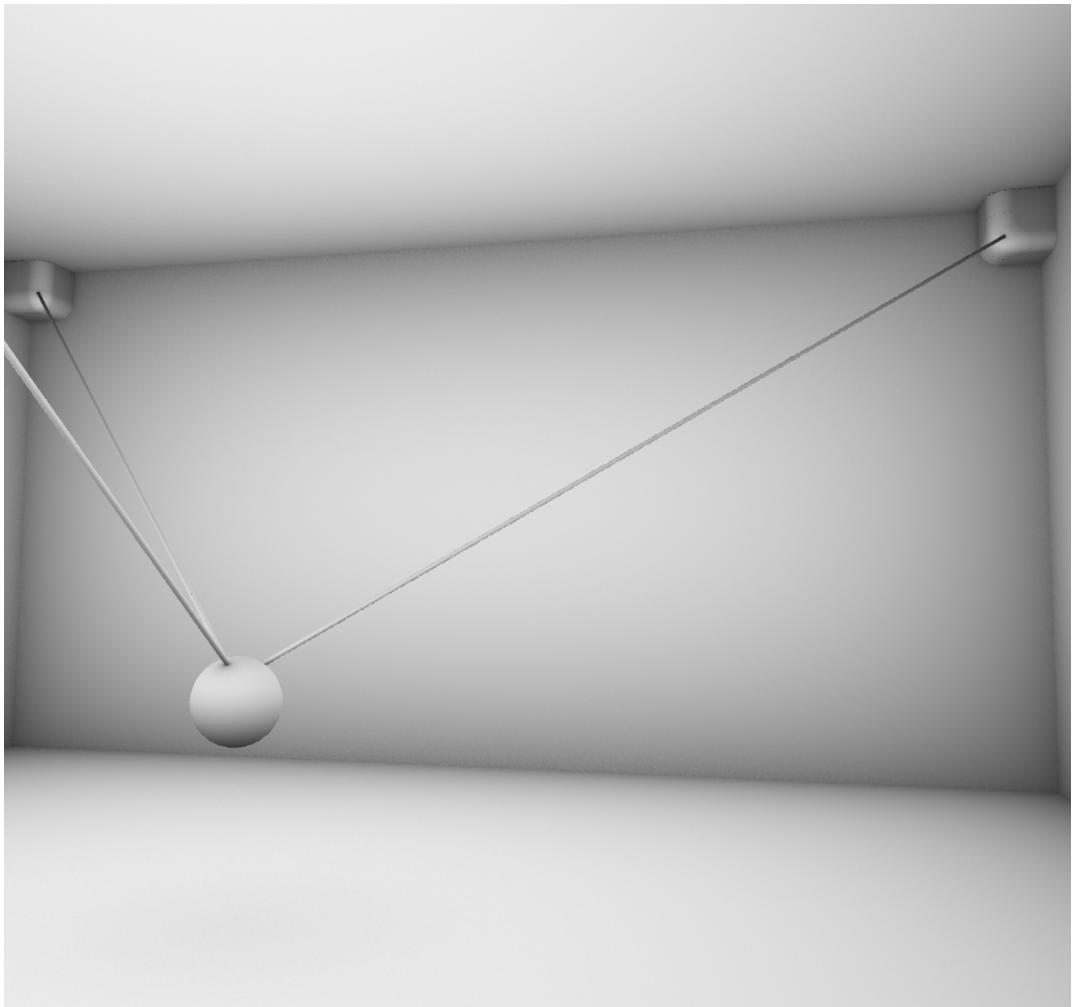
Sehr hohe Kosten (wegen der Menge der Ventilatoren)

Der Raum muss einen Fußboden haben.

Der Fußboden muss stark umgebaut werden.

Lärm

Nicht angenehm für Besucher (wegen der hohen Druckluft)



#### 4.1.7 Lösung 7.

Das Objekt wird mit drei Seilen hochgezogen. Diese werden von dem an der Wand angebrachten Mountpunkt gespannt. Die drei Seile werden motorisiert und gesteuert. So wird die gezielte Position des Objekts durch Änderungen der Seillängen erreicht.

Pro:

Einfache Struktur

Der Raum muss keinen flachen Fußboden, Decke oder Wände haben.

Kosteneffizient zu skalieren

Keine Batterie, keine Ladezeit

Contra:

Auf unterschiedlicher Höhe tragen die Seile unterschiedliche Belastung

Max. ist 1/2 des ganzen Raums erreichbar.

Die Seile sind für die Besucher gefährlich.

Schwere Objekte können nicht nach oben fahren.

#### 4.1.8 Auswahl

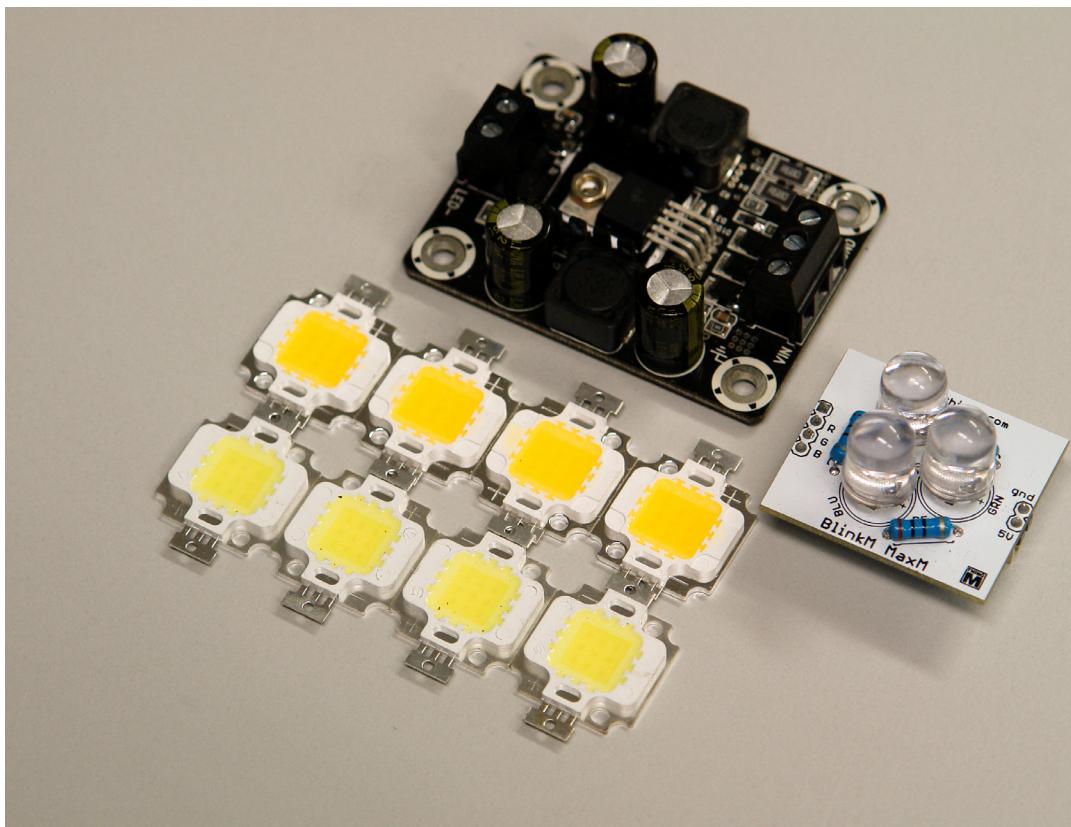
Lösung 7 zeichnet durch die Beschaffbarkeit und die Kosten der Bauteile, einfache Struktur und hohe Skalierbarkeit aus. Ich entschied mich dafür, die Bewegung des Sonnensimulators mit dieser Lösung umzusetzen.

### 4.2 Simulation der Sonnenfarben

Wie bereits erwähnt, strahlt die Sonne sichtbares und unsichtbares Licht ab. Andererseits sehen die Sonnenfarben wegen der Streuung der Lufthülle und des Sonnenstandes unterschiedlich aus. Der Sonnensimulator ist so eingerichtet, dass man mit ihm das menschlich sichtbare Sonnenlicht erleben kann. Deswegen sollte die Lichtquelle des Simulators fähig sein, die Helligkeit und Farbe seiner Lichtquelle einzustellen.

Die Entdeckung und Nutzbarmachung des Feuers in der Frühzeit markierte den Beginn der Beleuchtung. Über die Zeit entwickelten sich daraus weitere Beleuchtungsmittel wie Wachskerze und Öllampe. Thomas Alva Edison meldete schließlich 1879 die Glühlampe zum Patent an und legte damit den Grundstein für die Nutzung moderner Beleuchtungsmittel.<sup>7</sup>

Lampen, die heute in der Beleuchtungstechnik zum Einsatz kommen, sind Glühlampe, Leuchtstofflampe, Quecksilberdampflampe, Natriumdampflampe, LED-Lampe und so weiter. LED-Lampen zeichnen sich durch die längste und beste Lichtausbeute (Effizienz), kurze Einschaltverzögerung sowie die Möglichkeit der Steuerung von Farben und Helligkeit aus. Für den Sonnensimulator entschied ich mich dafür, RGB LED Streifen plus warm- / kaltweiß Hochleistungs-LED einzubauen. RGB LED Streifen inszenieren die bunten Farben der Sonne (rot, violet, blau) mit niedriger Helligkeit im Morgengrauen und in der Dämmerung. Die warm- / kaltweiße Hochleistungs-LED spielt die Hauptrolle. Sie inszeniert die Änderung der Helligkeit und der Farbtemperatur.

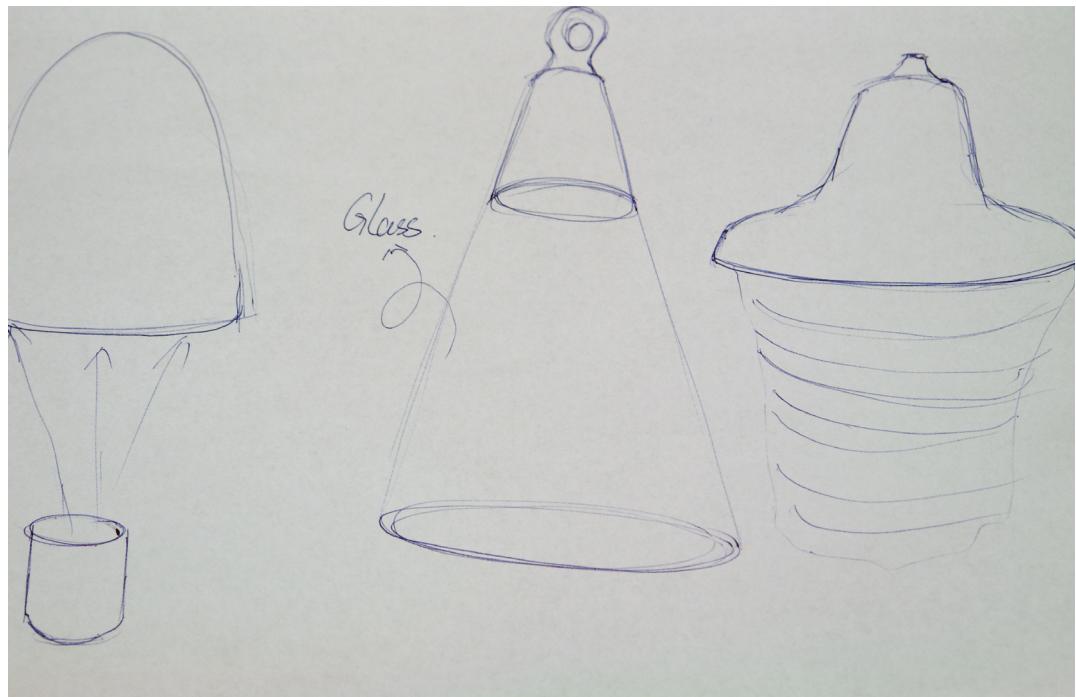


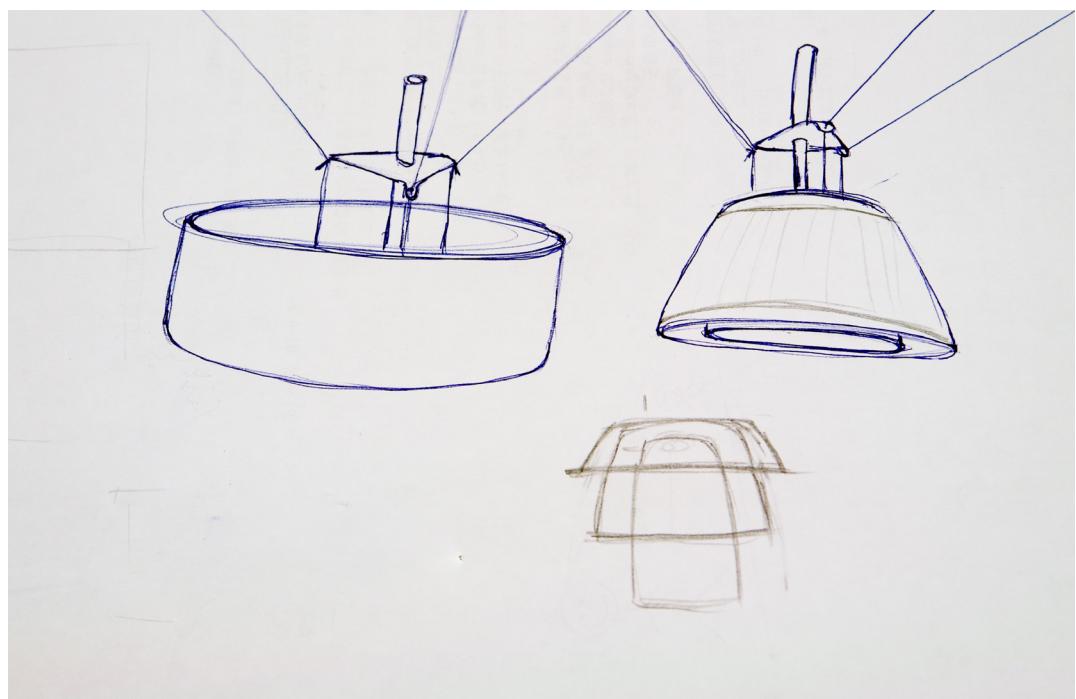
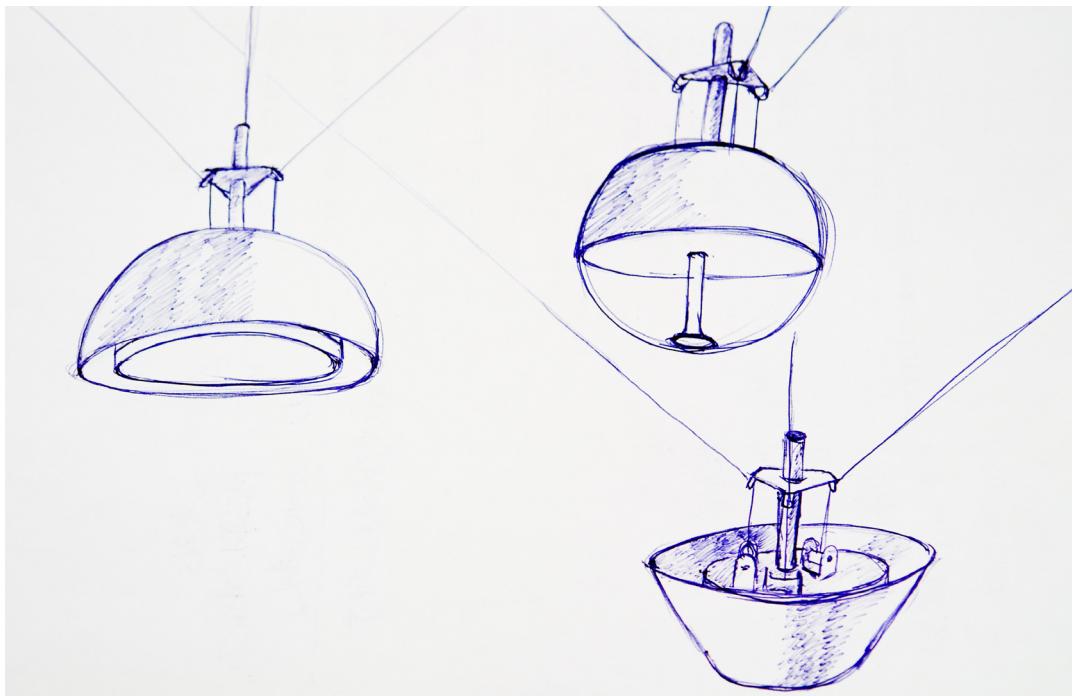
# 5 Erforschung der Form

Man hat am Anfang den Eindruck, dass der Sonnensimulator wie die Sonne aussieht - eine weiße Kugel. Nach ein paar Recherchen im Internet und wegen der technischen Konstruktion verzichtete ich auf diese Idee, sondern skizzierte und erwartete eine noch lebendigere Form.

Gleichzeitig führte ich die technische Konstruktion und ästhetische Gestaltung aus. Die Gestaltung änderte sich langsam in die Richtung, zur eingebauten Technik zu passen.

Die Skizzen sehen so aus:





# 6. Umsetzung

## 6.1 Der erste Prototyp

Der erste Prototyp wird in der Zwischenpräsentation präsentiert. Mit ihm überprüft man die Funktionalität der umgesetzten Kinematik für die Sonnenstandssimulation. (Lösung 7) Das heißt, man gibt die neue Zielposition durch die serielle Schnittstelle ein. Der Controller des Sonnensimulators setzt die Information um. Dann führen die drei Motoren nach den Befehlen des Controllers die umgesetzten Ergebnisse aus.

Der Motor wird auf einen ein Meter hohen Halter montiert. Die drei Halter haben einen Meter Abstand voneinander. Eine 3D-Druck Spule wird auf die Motorachse montiert. Das Seil wird auf die Spule gedreht. Die Köpfe der drei Seile der drei Motoren werden verbunden. Hier wird später das gewünschte Objekt montiert. Der tatsächliche Effekt des ersten Prototyps ist zufriedenstellend.

Man tippt den typischen G-Code-Formatbefehl (zum Beispiel: „G0 X100;“) ein. Dann wird der Seilverbindungspunkt wegen der Änderung der Seilelängen zur richtigen Position entlang einer geraden Linie bewegt.

Durch den ersten Prototyp ergeben sich folgende Erkenntnisse.

1. Je größer die Installation ist, ein desto längeres Seil und eine desto größere Spule braucht man.  
/ Wenn der Seilverbindungspunkt gestiegen ist, ist sogar ein leichtes Objekt eine große Belastung für jeden Motor.
2. Die Montage des Motors auf den Halter entfernt die drei Motoren sehr weit voneinander. Die Verkabelung zwischen Kontrollerboard und Motoren ist ein nicht zu vernachlässigendes Problem.

Wegen dieser Erfahrungen will ich versuchen, für das Endprodukt eine bessere Lösung zu finden.

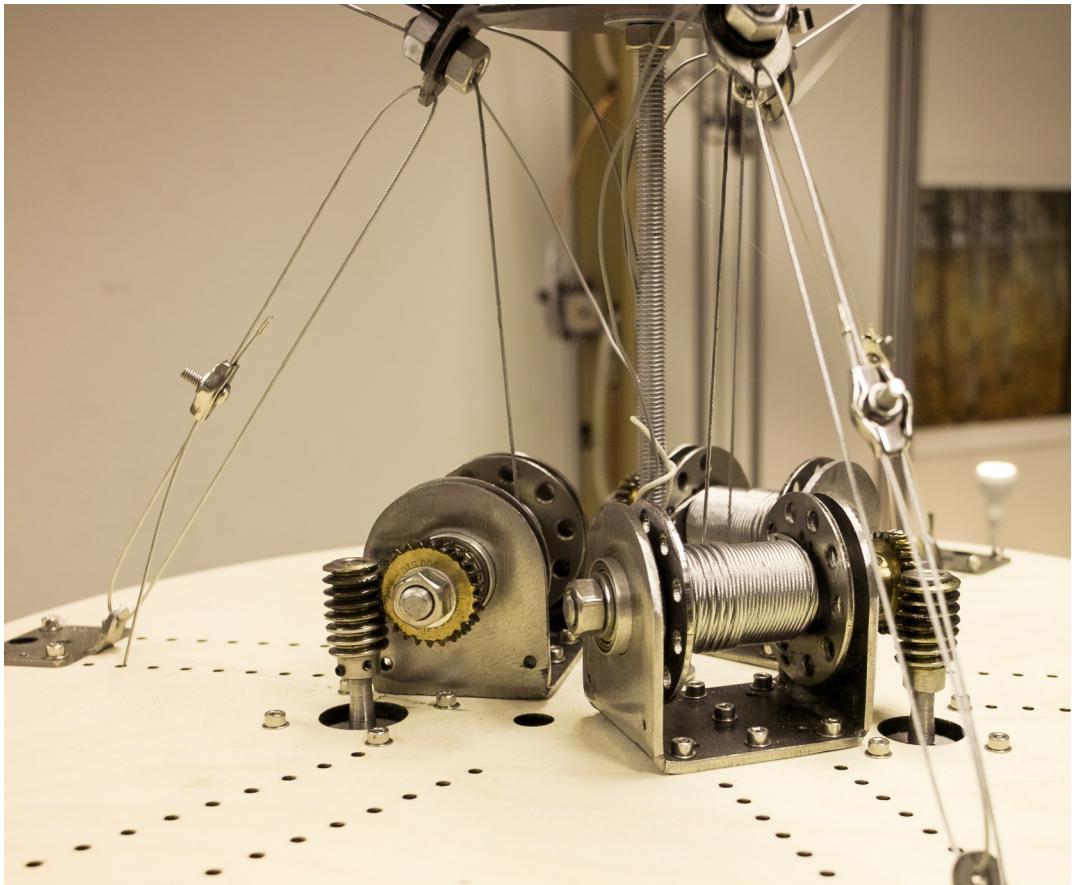


## 6.2 Die ende Produkt

### 6.2.1 „Motor On Board“ oder nicht

Für das Verkabelungsproblem hat mir mein guter Freund Yifan Zhang einen Vorschlag gemacht - Ist es möglich, Bauteile wie Controller, Getriebe und Motoren direkt in den Simulator einzubauen? Der Strom kann einfach über zwei der drei Drahtseile geliefert werden. Die Befehle werden schnurlos gesendet und beantwortet. Nach der Berechnung des Gewichts und der Untersuchung des Charakters des Drahtseils und der schnurlosen Technik entschied ich mich dafür, die „Motor On Board“ Lösung umzusetzen.





## 6.2.2 Schneckengetriebe

Die „Motor On Board“ Lösung ist eine Herausforderung: Man darf keinen großen Motor benutzen, weil dieser zu kraftvoll und zu schwierig ist. Ich brauche ein Getriebe mit hoher Übersetzung und wenig Gewicht. Das Schneckengetriebe ist die ideale Lösung. Die Konstruktion ist von allen Getrieben mit hoher Übersetzung am einfachsten. Deswegen hat sie auch das geringste Gewicht. Die Berechnung ergibt eine 1:25-Übersetzung, um den Anforderungen hier gerecht zu werden.

### 6.2.3 Programmierung der Firmware

Das Firmware des ersten Prototyps besteht aus ca. 600 Zeilen Code. Es gibt keine Beschleunigungskinematik, keine Befehle für die Lichtsteuerung und so weiter.

In der ersten Phase versuchte ich, alle fehlenden Funktionen selbst zu schreiben. Aber die Beschleunigung-Rampe-Umrechnung Teile ist schwierig zu programmieren. Ich hörte nach einer Woche auf. Ich entdecke, dass die Firmware des Delta 3D Drucks eine ähnliche Kinematik wie des Sonnensimulators hat. Deswegen versuchte ich, die Firmware umzaprogrammieren, um die physikalischen Faktoren des Simulators anzupassen. Das funktionierte am Ende zufriedenstellend.

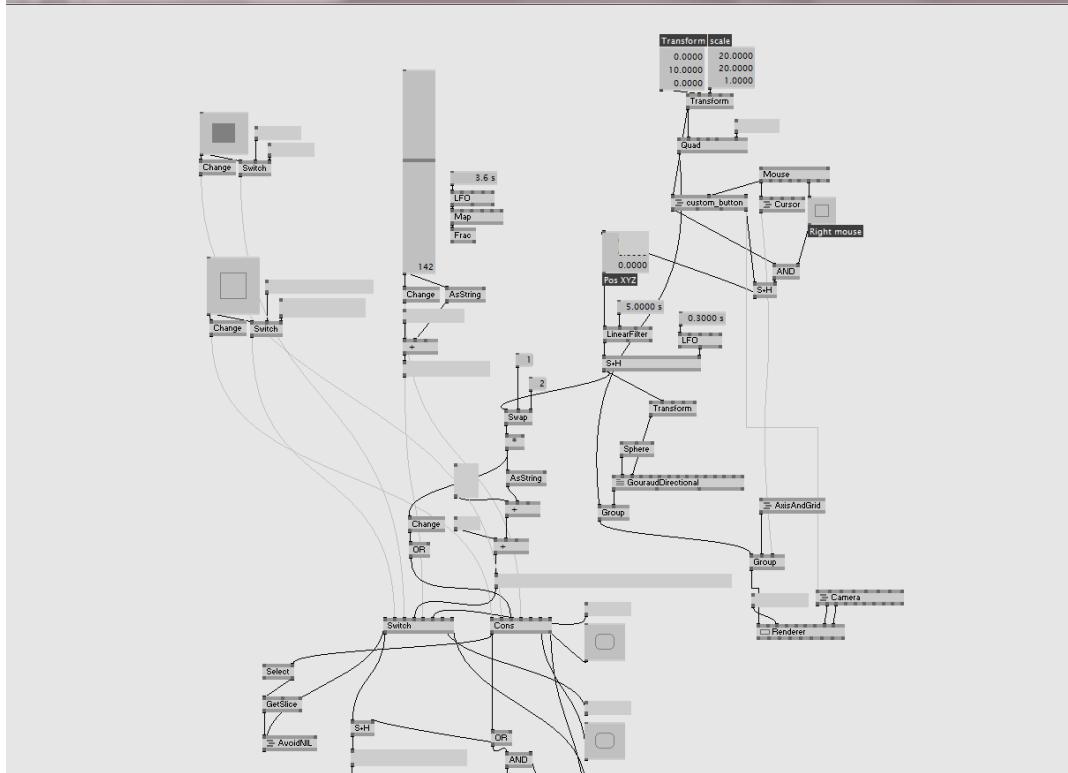
### 6.2.4 Programmierung der Steuerungssoftware

Es gibt zwei Kandidaten, die als Hostsoftware für den Sonnensimulator benutzt werden können: VVVV und Processing.

VVVV hat ein sehr intuitives und hoch effizientes grafisches Programmierungsenvironment. Man kann direkt mit „node“ programmieren und schnell den Effekt realisieren. Aber ist es leider nur für Windows verfügbar. Software mit höherer Komplexität kann von den grafischen UIs nicht stark profitieren.

Processing ist eine Open-Source Software. Es kann auf allen drei Plattformen laufen. Aber es hat weder ein grafisches Programmierungsenvironment, noch steht „node“ zur Verfügung.

Das Processing kann ich mit VVVV besser vergleichen. VVVV ist in meiner Hochschule populär. Ich habe damit Processing bearbeitet. Aber innerhalb von ungefähr 15 Minuten baute mein Kommilitone Felix Herbst mir einen funktionierenden Prototyp, der die meisten geplanten Funktionen hatte. Ich entwickelte daher diesen Prototyp weiter.



Marlin - AtmelStudio (Administrator)

File Edit View VAssistX ASF Project Build Debug Tools Window Help

Arduino 1.0.x Arduino Meg COM4

Marlin\_main.cpp Marlin.h

```

float delta[3] = {0.0, 0.0, 0.0};
#endif

//=====
//=====private variables=====
//=====
const char axis_codes[NUM_AXIS] = {'X', 'Y', 'Z', 'E'};
static float destination[NUM_AXIS] = { 0.0, 0.0, 0.0, 0.0};
static float offset[3] = {0.0, 0.0, 0.0};
static bool home_all_axis = true;
static float feedrate = 1500.0, next_feedrate, saved_feedrate; //this change of feedrate do change the speed of guang. 2000 is start to easy let motor stop.
static long gcode_N, gcode_LastH, Stopped_gcode_LastH;

static bool relative_mode = false; //Determines Absolute or Relative Coordinates

static char cmdbuffer[BUFFSIZE][MAX_CMD_SIZE];
static bool frmnsd[BUFFSIZE];
static int bufindr = 0;
static int bufindwr = 0;
static int bufilen = 0;
//static int i = 0;
static char serial_char;
static int serial_count = 0;
static boolean comment_mode = false;
static char *strchr_pointer; // just a pointer to find chars in the cmd string like X, Y, Z, E, etc

const int sensitive_pins[] = SENSITIVE_PINS; // Sensitive pin list for M42

//static float tt = 0;
//static float bt = 0;

//Inactivity shutdown variables
static unsigned long previous_millis_cmd = 0;
static unsigned long max_inactive_time = 0;
static unsigned long stepper_inactive_time = DEFAULT_STEPPER_DEACTIVE_TIME*1000l;

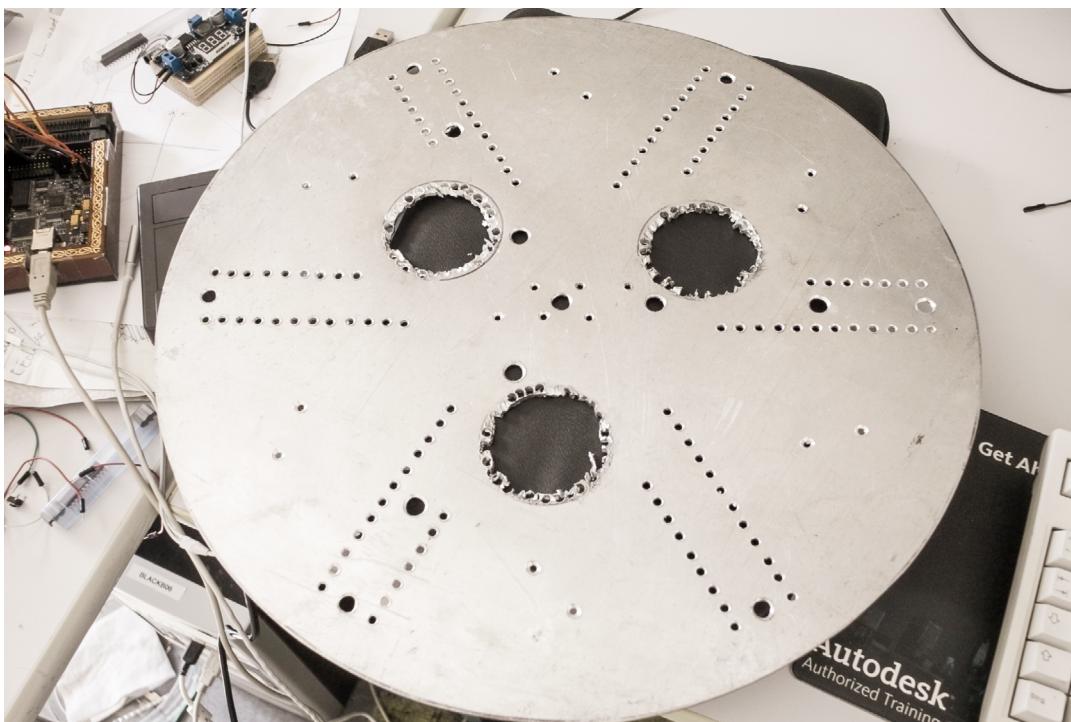
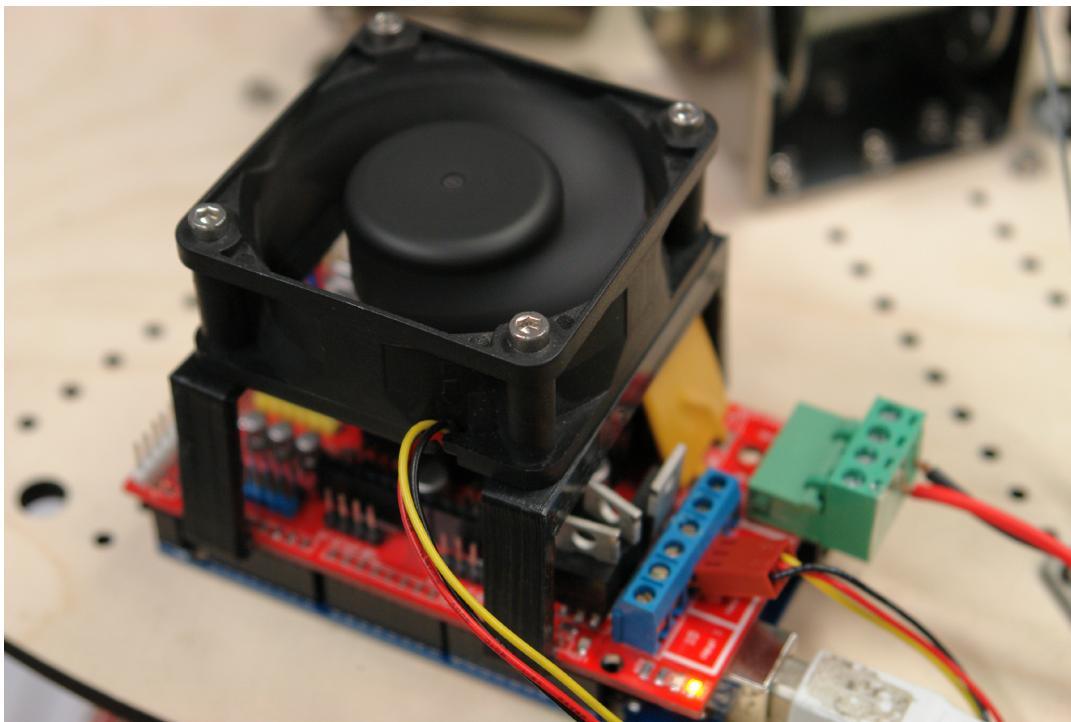
unsigned long starttime=0;
unsigned long stoptime=0;

static uint8_t tmp_extruder;

bool Stopped=false;

#if NUM_SERVOS > 0
  Servo servos[NUM_SERVOS];
#endif

```



## 6.3 Test log

Der effizienteste Weg ist, begleitend zum Aufbau der Installation gleichzeitig alle Teile zu testen. Während der Aufbauzeit habe ich wieder viele interessante Erfahrungen gesammelt.

Die Übersetzung des Schneckengetriebes ist für das Gewicht des Sonnensimulators ausreichend, für das praktisch gebaute Objekt leider nicht. Deswegen kann der Simulator nicht so hoch wie geplant fahren. Ein Baufehler während der Herstellungphase bewirkte, dass ein Schneckengetriebe wegen hoch Belastung kaput war..

Ich schnitt alle gestalten Teile so stark wie möglich auf der Laserbank. Aber was ich vorher nicht wusste, war, dass man Alu-Flächen nicht auf der Laserbank schneiden kann. Deswegen schnitt ich eine Holzschablone für das aus Aluminum gebaute Teil. Mit dem Handwerkzeug fertigte ich dann das Alu-Teil.

Das Motortreiber-Board musste wegen Überhitzung ausgeschaltet werden. Deswegen baute ich noch einen Lüfter mit Durchmesser 60 mm darauf.

# 7 Fazit

Nach sechs Monaten Arbeit hat mir die Produkt gut gefallen (trotzdem noch nicht 100% fertig). Das Projekt macht viele Spass, und gibt mir wieder viele Erfahrungen & Tipp:

## *Zeit-Management ist alles!*

Damit kann man ein Projekt mit großer Komplexität besser in kleinere Teile unterteilen, und die kleinen Aufgaben Schritt für Schritt nach dem Zeitplan ausführen.

## *Immer die anderen fragen!*

Wenn man etwas erreicht, was schon andere vorher erreicht haben, ist das gut. Wenn man viel machen muss, macht man vieles lieber nicht selbst. Man kann die gesparte Zeit und Kraft an anderen Stellen investieren. Das Umbau der 3D-Drucker Software und des Prototyps der Host Software durch Felix haben mich sehr inspiriert.

## *Plan B*

Für alle Bauteile, die man vorher nicht benutzt hat, besteht die Gefahr, dass sie entweder nicht funktionieren oder mit anderer Bauteilen nicht gut zusammenpassen. Deswegen sollte man als alternative Lösung möglicherweise für alle Bauteile noch eine Ersatzlösung oder Quelle bereit haben. Bei diesem Projekt wusste ich zunächst nicht, dass sich die Motortreiber überhitzen können. Zum Glück hatte ich zuhause noch einen Lüfter, und mein 3D Drucker hat die Halterung dafür ausgedruckt. Sonst hätte im Internet und für die Lieferung Zeit investieren müssen.

## *Denken + Machen*

Man kann nicht alles fertig überlegen. Danach setzt man alles auf einmal um . Außerdem ist ein Plan erforderlich. Man muss gleichzeitig beides (Überlegen und Üben) machen. Ich habe von diesem Prinzip in der Testphase stark profitiert.

Ich plane, mit den Erfahrungen aus diesem Projekt ein Beleuchtungsmittel zu gestalten. Dieses kann entweder die Körpersprache oder meine Sprache verstehen und sich nach Befehlen bewegen. Es kann nicht nur den Raum beleuchten, sonder auch Objekte mit wenig Gewicht halten und bewegen, wie z.B. eine Kamera, einen Ventilator oder einen Beamer.

Dieses Gerät möchte ich in Zukunft mit optimierten Materialien, Struktur und Software modulieren, so dass es für Fußballspiele, Theater und Videoaufnahmen einsetzbar ist. In Altenheimen und Krankenhäusern könnte es mit ansprechenden Geräten den Pflegebedürftigen helfen.

# 8 Quelleverzeichnis

1 Licht

<https://de.wikipedia.org/wiki/Licht>

2 Licht als Ökofaktor

<https://de.wikipedia.org/wiki/Licht#Biologie>

3 Die Wirkung des Lichts auf den Menschen

<http://www.zvei.org/Verband/Fachverbaende/Licht/Seiten/Wirkung-des-Lichts-auf-den-Menschen.aspx>

4 Sonne

<https://de.wikipedia.org/wiki/Sonne>

5 Die Farben der Sonne

<http://www.welt.de/debatte/kolumnen/Fuenf-Minuten-Physik/article6059233/Die-Farben-der-Sonne.html>

6 Sonnenstand

<https://de.wikipedia.org/wiki/Sonnenstand>

7 Beleuchtung

<https://de.wikipedia.org/wiki/Beleuchtung>



### *Eigenständigkeitserklärung*

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig 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.

(Unterschrift)

Guang: Master Abschlussprojekt von Su Gao. Betreuer Professor Manfred Kraft.  
Danke: Yi Fan Zhang, Tom Hanke, Martin Schwandt, Felix Herbist, Simon Kirsche,  
Aaron Wilde, Fei Shan.  
Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle 2014