

Faszination Mikroalge

Eine Ausstellung über das
Potential der Mikroalgen anhand
exemplarischer Anwendungen

Bachelorthesis von
Lea Dörr und
Nicole Häring

Abstract

Im Rahmen unserer Bachelorthesis beschäftigten wir uns mit Mikroalgen und entdeckten ihre zahlreichen Algenschaften. Die Faszination, die daraufhin in uns ausgelöst wurde, wird in Form einer informativen Ausstellung nach außen getragen. „Faszination Mikroalge“ lässt den Ausstellungsbesucher anhand exemplarischer Anwendungen das Potenzial der Mikroalgen erfahren.

Ein Leitsystem leitet symbolisch Mikroalgen in die experimentellen Anwendungen der Themen Farbpigmente, Omega-3-Fettsäuren, Antiseptik, Luftreinigung, Biolumineszenz und Energieerzeugung.

01 Algenmeines

- 01.1 Definition
- 01.2 Entstehung und Vorkommen
- 01.3 Algenarten
- 01.4 Chlorella Vulgaris
- 01.5 Interviews
- 01.6 bisherige Anwendungen

02 Algenschaften

- 02.1 Übersicht
- 02.2 Photosynthese
- 02.3 Wachstum
- 02.4 Thermoplastisch
- 02.5 Antiseptik
- 02.6 Omega-3-Fettsäuren
- 02.7 Biolumineszenz
- 02.8 Energieerzeugung
- 02.9 Farbpigmente
- 02.10 Keine Konkurrenz
- 02.11 Biologisch abbaubar

03 Ideation

- 03.1 Ideenfindung
- 03.2 Produktfamilie
- 03.3 Home Farming
- 03.4 Iteration

04 Konzeption

- 04.1 Ausstellungskonzept
- 04.2 Algenmeines
- 04.3 Farbpigmente
- 04.4 Omega-3-Fettsäuren
- 04.5 Antiseptik
- 04.6 Luftreinigung
- 04.7 Biolumineszenz
- 04.8 Energieerzeugung

05 Umsetzung

- 05.1 Modellbau
- 05.2 Farbpigmente
- 05.3 Omega-3-Fettsäuren
- 05.4 Antiseptik
- 05.5 Luftreinigung
- 05.6 Biolumineszenz
- 05.7 Energieerzeugung

06 Verzeichnis

- 06.1 Literaturverzeichnis

01 Allgemeines

- 01. 1 Definition
- 01. 2 Entstehung und Vorkommen
- 01. 3 Algenarten
- 01. 4 Chlorella Vulgaris
- 01. 5 Interviews
- 01. 6 bisherige Anwendungen

Definition

„Unter der Bezeichnung Algen werden von ihrer Erscheinung her vergleichsweise unterschiedliche Organismen zusammengefasst. Die Bezeichnung Algen umfasst keine systematische Gruppe, sondern im Grunde eine bestimmte Lebensform. Gemeint sind relativ einfach gebaute (eukaryotische) Pflanzen, die aus einer Zelle oder auch aus vielen Zellen bestehen können.“ (Koops 2013)

Man unterscheidet die Algen aufgrund ihres Aussehens und ihrer Größe in Makro- und Mikroalgen:



Makroalgen sind die Algen, die das menschliche Auge als einzelne wahrnehmen kann. Sie sind vielzellige, pflanzliche Organismen und können von wenigen Millimetern bis zu 60 Metern groß sein. Makroalgen benötigen einen Haftgrund, beispielsweise einen Felsen um zu wachsen und zu überleben (vgl. Makro- und Mikro-Algen o. J.; Bio-Mikroalgen kultivieren 2018).

Mikroalgen hingegen sind viel kleiner und mit bloßem Auge kaum erkennbar. Man nimmt sie im Wasser eher als grüne Flüssigkeit wahr. Mikroalgen sind einzellige Organismen. Im Gegensatz zu Makroalgen schwimmen Mikroalgen frei im Wasser (vgl. Makro- und Mikro-Algen o. J.; Bio-Mikroalgen kultivieren 2018).

Entstehung und Vorkommen

Algen gibt es seit ungefähr 3,5 Milliarden Jahren. Genau genommen war die erste Alge ein Cyanobakterium, das zu den Blaualgen zählt. Diese reicherten erstmals die mit Ammoniak, Kohlenstoffdioxid, Stickstoff, Methan- und Schwefelgasen verseuchte Atmosphäre mit Sauerstoff an und ermöglichten so die Existenz vieler Lebewesen - auch unsere. Circa eine halbe Milliarden Jahre später entwickelten sich aus der Symbiose einzelliger Mikroorganismen und des Cyanobakteriums eine bunte Vielfalt an Algenarten, die sich ihren jeweiligen Lebenssituationen angepasst haben.

Die Algen waren 2,5 Milliarden Jahre die einzigen Pflanzen auf dieser Welt, bis sich daraus höhere Pflanzen entwickelten (vgl. Decker 2018).

Heute kommen Algen nahezu überall vor, wo Wasser ist. Ihr Vorkommen unterscheidet man in folgende drei Küstenzonen.



Spritzwasserzone

Die Algen sind im trockenen Bereich und bekommen nur teils Wasser beispielsweise durch Spritzwasser ab (vgl. Zwamborn 2019: 15).



Die Gezeitenzone

Die Algen sind je nach Gezeiten teils komplett unter Wasser und teils komplett an der Luft (vgl. Zwamborn 2019: 15).



Die Sublitorale Zone

Hier sind die Algen komplett unter Wasser, teilweise sogar mehrere Meter (vgl. Zwamborn 2019: 15).

Algenarten

Die Algen werden je nach Färbung und Organisation in folgende sechs Gruppen unterteilt:



Grünalgen

Erhalten ihren Namen aufgrund der grünen Färbung.

Sie haben gemeinsame Vorfahren mit den komplexen Landpflanzen und kommen daher hauptsächlich im Süßwasser, allerdings auch im Salzwasser und sogar an Land vor. Zu dieser Gruppe gehören sowohl einzellige als auch mehrzellige Algenarten (vgl. Zwamborn 2019: 12).



Rotalgen

Diese Algengruppe besteht hauptsächlich aus mehrzelligen, rot gefärbten Algen, die im Meer leben.

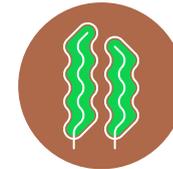
Doch auch in dieser Gruppe gibt es einzelne Ausnahmen an einzelligen Algen, sowie Rotalgen, die Süßwasser und an Land vorkommen. Eine Besonderheit der Rotalge ist die Kalkschalenbildung, die einen wichtigen Beitrag zum Aufbau und der Stabilisierung von Korallenriffen leisten (vgl. Zwamborn 2019: 12).



Braunalgen

Diese Gruppe besteht aus mehrzelligen, braun gefärbten Algen, die fast ausschließlich im Meer vorkommen.

Die Braunalge ist komplex aufgebaut und entwickelt blatt- & stängelähnliche Organe, wie wir sie von Landpflanzen kennen. Sie zeichnet sich als die am schnellsten wachsende Alge der Welt aus (vgl. Zwamborn 2019: 12)



Kieselalge

Die Kieselalge, auch Diatomeen genannt, ist eine einzellige Alge, die mit der Braunalge verwandt ist.

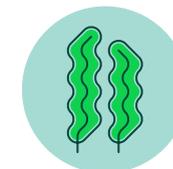
Sie bildet den Hauptbestandteil von Phytoplankton, produziert ca. 50 % der gesamten Biomasse im Meer und erzeugt einen Großteil des Sauerstoffes in der Erdatmosphäre (vgl. Zwamborn 2019: 12f.).



Blualgen

Die Gruppe der Blualgen wird aufgrund der ähnlichen Größe zu den Algen gezählt, obwohl es sich eigentlich um Bakterien handelt. Daher stammt auch die andere Bezeichnung „Cyanobakterien“.

Die Bakterien sind meist von einer Schleimschicht umgeben, die Kalk aus Meerwasser bindet und auf Dauer spezielle Gesteinsformationen, die Stromatolithen, bildet (vgl. Zwamborn 2019: 13).



Panzeralge

Die Gruppe der Panzeralge, auch Dinoflagellat genannt, kommt in unterschiedlicher Gestalt in Süß- und Salzwasser vor.

Sie ist mit kleinen Plättchen besetzt und ist für das Meeresleuchten verantwortlich (vgl. Zwamborn 2019: 13).

Chlorella Vulgaris

Um den Research auszuweiten, haben wir uns eine Mikroalgenkultur der Art ‚Chlorella Vulgaris‘ angelegt. Die Chlorella Vulgaris ist eine einfach zu züchtende Algenart. Sie wächst besonders schnell, da sie besonders viel Chlorophyll und Xanthophyll enthält. Sie ernährt sich heterotroph, das heißt, sie ernährt sich durch die Photosynthese und/oder Nährstoffe. Sie braucht also theoretisch nur eins von beidem (Frick, 2019).

Chlori, wie wir die Mikroalge inzwischen nennen, hat uns unsere komplette Bachelorarbeit begleitet. Sie stand beleuchtet in unserem Büro und ab und an haben wir sie durch Blubbern mit CO₂ versorgt. Sie hat sich sehr schnell vermehrt und wir haben sie öfters mit Wasser auffüllen können. Wir haben gemerkt, dass wir ziemlich schnell einen Bezug aufgebaut und uns um sie wie um eine Zimmerpflanze gekümmert haben. Die Begeisterung nahm kein Ende.



Interviews

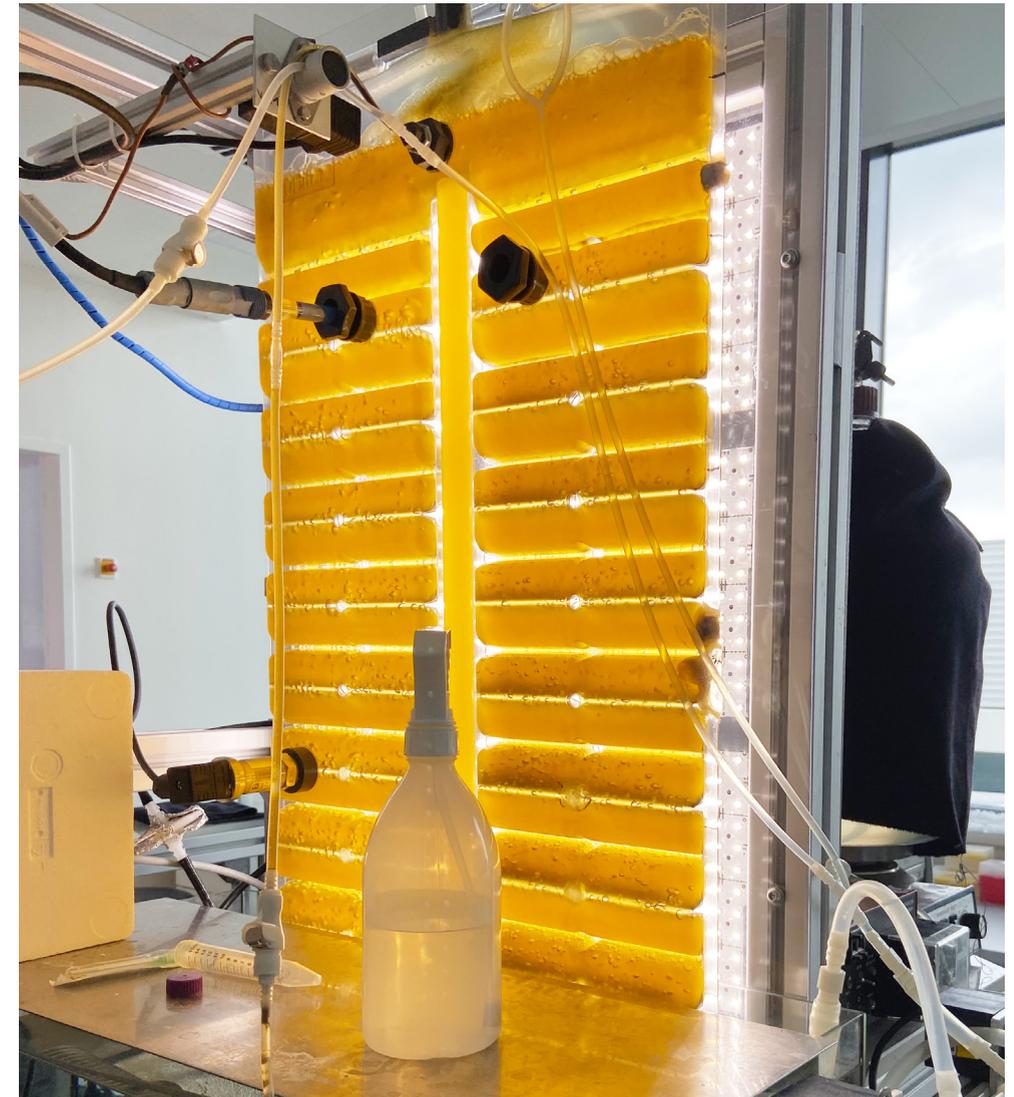
Besichtigung des Fraunhofer-Instituts IGB

Um mehr über Mikroalgen, ihre Kultivierung und ihre Anwendungen zu erfahren, sind wir ins Fraunhofer-Institut Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB nach Stuttgart gefahren. Das Institut befasst sich unter anderem mit der Forschung von Prozessen für die Herstellung verschiedenster Produkte aus Mikroalgen. Unser Ansprechpartner, Konstantin Frick, arbeitet dort als forschender Doktorand. Er führte uns durch die Räumlichkeiten und erklärte uns detailliert jeden Prozessschritt.

Von dichten Kulturen in Photobioreaktoren über kleine Kulturen in Erlenmeyerkolben bis hin zu aufgeschlossenen und eingefrorenen Algen in Pulverform gab es alles zu sehen. Uns beeindruckten außerdem die verschiedensten aus Algen gewonnenen Farbpigmente und -öle, von denen wir sogar Proben mitnehmen durften.



Aufgenommen im Fraunhofer-Institut IGB



Aufgenommen im Fraunhofer-Institut IGB

Folgende Informationen konnten wir für unseren weiteren Projektverlauf mitnehmen:

Zucht und Vermehrung

Zum Kultivieren einer Mikroalge werden Licht, CO_2 , Stickstoffe und Phosphat sowie Mikro-nährelemente benötigt.

Zusätzlich sollte eine ständige Zirkulation der Kultivierung stattfinden, damit jede Zelle mit allem versorgt wird. Das Licht könnte, laut Konstantin, auch eine einfache LED sein und für die Bewegung könnte man eine Aquariumpumpe nutzen. Wichtig ist zudem, dass der pH-Wert konstant bleibt, denn je mehr CO_2 dem Wasser zugeführt wird, desto saurer wird es.

Das Fraunhofer-Institut erreicht eine Vermehrung von 3 gr./l/Tag, was ein sehr guter Wert ist – üblich sind 2 gr./l/Tag. Laut Konstantin wird aus 2 Gramm CO_2 ca. 1 Gramm Biomasse generiert. Die Mikroalgenkulturen werden hier 24 Stunden am Tag beleuchtet.

Aberntung

Man unterscheidet bei der Aberntung zwischen der Batch-Ernte und der kontinuierlichen Ernte. Bei der Batch-Ernte wird die Mikroalgenmasse nach etwa 5-10 Gramm Mikroalgenmasse komplett abgeerntet. Der Nachteil dieser Methode ist, dass sich die Mikroalgen bei zu hoher Konzentration selbst beschatten. Beim kontinuierlichen Ernteprozess wird dauerhaft abgeerntet, bei nicht ganz so hoher Dichte - somit gibt es keine Beschattung. Nachdem die Algen aus dem Wasser gefiltert wurden, kann das Wasser wiederverwendet werden.

An-/Verwendung

Aus den kultivierten Mikroalgen werden zum Beispiel Farbpigmente extrahiert. Dazu werden sie gefiltert und anschließend aufgeschlossen. Die Aufschließung kann chemisch oder mechanisch, zum Beispiel mithilfe einer Kugelmühle oder durch Einfrieren erfolgen. Dann können Pigmente mithilfe von Öl oder Aceton separiert werden.

Die Verwendung der Mikroalgen sieht Konstantin aufgrund der vielen auch noch unerforschten Wirkstoffe der Mikroalgen vor allem im Lebensmittelbereich.



Aufgenommen im Fraunhofer-Institut IGB

Interview über Home-Farming

Durch Konstantin Frick haben wir Kontakt zu seinem Kollegen Matthias Stier aufnehmen können. Er ist Leiter des Themenfelds Bioprozesstechnik am Fraunhofer-Institut IGB und beschäftigt sich zurzeit mit einem interdisziplinären Team aus ganz Europa mit der Realisierung eines Kultivierungssystems für Zuhause. Er ist davon überzeugt, dass Algen für die Lebensmittelindustrie aufgrund vieler (auch noch unerforschter) Nährstoffe in Zukunft sehr wichtig sein werden. Beispielsweise die wichtigen DHA und EPA Fettsäuren oder Fucoxanthin welches als stärkstes Antioxidans angesehen wird und damit im Verdacht steht, krebs- & entzündungshemmend sowie hilfreich gegen Fettleber zu sein.

Das Problem bei der industriellen Kultivierung sieht Matthias vor allem bei der Temperaturanpassung. Man muss immer heizen oder kühlen, um auf die für die Algen lebensnotwendigen Temperaturen zu kommen. Obwohl normale Zimmertemperatur, die Zuhause vorhanden ist, perfekt wäre.

Bei der Zucht in Open-Ponds ist es wiederum schwierig, die Inhaltsstoffe richtig einzustellen. Auch die Kultivierung mit der Sonne ist schwierig, da die Algen erst viel Sonne brauchen aber dann wird es ihnen aber auch schnell zu viel und sie bekommen einen 'Sonnenbrand'.

Es ist außerdem wenig umweltfreundlich, die Kulturen erst zu verarbeiten und dann an den Endverbraucher zu übergeben, obwohl die Mikroalgen auch frisch abgezapft werden können. Zudem oxidieren sie an der Luft und bekommen einen fischigen Geruch, welcher für viele Menschen als sehr unangenehm empfunden wird. Dies kann vermieden werden, indem man die Algen so frisch wie möglich konsumiert.

Folglich ist seine nachhaltige Lösung, die schon verfügbaren, klimatisierten Wohnräume zu nutzen und ein geschlossenes Home Farming System zu entwickeln. Mit diesem könnten Algenprodukte zu 25 % der Herstellungskosten, im Vergleich zu industriellen Zuchten, hergestellt werden.

Außerdem haben wir sehr interessante Einblicke in das Projekt zur Realisierung eines Kultivierungssystems für Zuhause bekommen. Uns wurde angeboten, als Teil des Teams gestalterisch tätig zu werden. Da das Projekt noch unter Geheimhaltung steht, dürfen hiervon leider nichts dokumentieren.

Bisherige Anwendungen

Schon vor langer Zeit wurden Algen für unterschiedlichste Zwecke verwendet, diese Expertise ist aber teilweise abhandengekommen:

Alte Anwendungen

Schon vor fast fünftausend Jahren entdeckte der chinesische Herrscher Shennong die heilende Wirkung von Algen. Ihm zufolge dienten sie zum Gemüter beruhigen, feuchtigkeitsspenden der Haut, Schmerzberückung, Abklingen von Beulen, Heilung von Tumoren, als Mittel gegen Verstopfung, endokrine Erkrankungen, Zysten und chronische Bronchitis (vgl. Zwamborn 2019: 100).

Auch Penoscot-Schamanen aus Nordamerika nutzten gekochten Lappenseetang um ihn dann in seiner geleeartigen Konsistenz auf die Brust von Herzpatienten einzureiben. Die Passamaquoddy-Indianer nutzten getrocknete Dulse Flocken bei Kämpfen als Mittel gegen Ermüdung. Des Weiteren sagte man den Algen nach, dass sie das Sie bei Kolik, Skorbut und dem Abgehen des Mutterleibs helfen sollen (vgl. Zwamborn 2019: 100f.).

Algenbäder

In Spas werden Algenbäder und Thalassotherapie angeboten. Dieses wird mit warmen Wasser und zum Beispiel Sägetang gefüllt. Das Wasser färbt sich hellgrün und leider riecht es auch dem entsprechend nach Meeresfrüchten. Es wirkt aber durchblutungsfördernd, das heißt es regt den Stoffwechsell an, entgiftet und erhöht den Feuchtigkeitsgehalt der Haut. (vgl. Zwamborn 2019: 98).

Kosmetik

Algen werden aufgrund ihren vielen guten Eigenschaften auch in der Kosmetik angewandt: Sie fördern die Durchblutung, liefern Feuchtigkeit, regulieren die Talgdrüsenfunktion, aktivieren die Zellerneuerung und den Stoffwechsel, stärken die Widerstandskraft, wirken entzündungshemmend und entwässern das Gewebe.

Anwendungen in der Kosmetik sind zum Beispiel als Wasserwelle, Haarfestiger, Hautcremes, Salben, Badezusatz, Schönheitsmasken, Rasiercremes und Zahnpasten. Die Mineralien und Spurelemente der Algen haben eine ähnliche Verteilung wie die des menschlichen Körpers (vgl. Behrmann 1976).

Kaliumgewinnung

Aus Algen kann Kalium gewonnen werden, welches in der Seifen- und Glasindustrie genutzt wurde, sowie für die Herstellung von Schwarzpulver. Dies wurde an der französischen Küste bis Anfang des 20. Jahrhunderts praktiziert (vgl. Zwamborn 2019: 102).

Salzgewinnung

Durch das Verbrennen von Tang am Strand kann Salz gewonnen werden. Dazu werden die Algen getrocknet und verbrannt. Die enthaltenen Gase, Öle und das Jod werden ausgespült und aus der Asche einzelne Salze extrahiert (vgl. Behrmann 1976).

Nahrung und Nahrungsergänzung

In der Nahrung kennt man Algen vor allem in der asiatischen Küche, wie beispielsweise Nori-Blätter. Hierbei wird wild wachsendes Nori geerntet, gekocht, zermahlen, getrocknet und gesiebt (vgl. Zwamborn 2019: 117). Agar-Agar hingegen ist das Pendant zur tierischen Gelatine. Es wird aus dem Knorpeltang der Rotalge gewonnen und ist geschmacks-, geruchs- und farblos. Es bindet besser als tierische Gelatine, ist temperaturbeständig und vegan. Es dient aber auch als Klärungsmittel für Bier und Fruchtsäfte. Früher wurde es schon als Pflaster, für Kunstgebisse und Prothesen eingesetzt (vgl. Zwamborn 2019: 119f.).

Der Pfeffertang (*Osmundea pinnatifida*) wird von Köchen auch als Trüffel des Meeres bezeichnet. Es ist salzig, kräftig und hat gleichzeitig einen dunklen, pilzähnlichen Geschmack (vgl. Zwamborn 2019: 123). Zusätzlich werden Nahrungsergänzungsmittel mit Inhaltsstoffen der Alge wie beispielsweise den Omega-3-Fettsäuren in Form von Öl, Kapseln oder Pulver eingenommen (vgl. Omega-3-Fettsäuren: Wirkung, Lebensmittel & Tagesbedarf o. J.).

Viehfutter

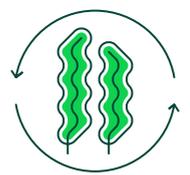
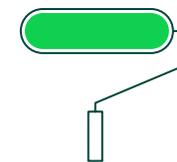
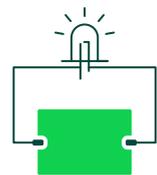
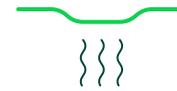
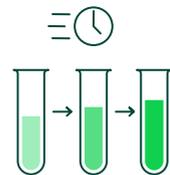
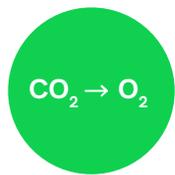
Auch das Vieh profitiert von Algen. Zerkleinerte Algen werden ins Futter gemischt und spenden so Jod, Mineralien und Antioxidantien. Dadurch geben Kühe, Schafe und Ziegen mehr Milch; Schweine setzen mehr Fleisch und weniger Fett an, können Kälte besser aushalten und werden in der Abwehr gegen Parasiten gestärkt. Die gesamte Verfassung des Tieres verbessert sich: Sie bekommen ein glänzendes und gesundes Fell, Schafe bekommen dickere Winterwolle und längeres Haar. Es gibt einen geringeren Verlust an Lämmern und sie wachsen schneller. Pferde werden vor Koliken geschützt, dem Spalten im Huf wird vorgebeugt und Stuten werden fruchtbarer. Hühner bekommen ein kräftigeres Gefieder, brüten besser und legen Eier mit kräftigen Schalen und großem Dotter. Außerdem wird der Methanausstoß der Kühe gemindert (vgl. Zwamborn 2019: 111f.).

02 Algenschaften

- 02. 1 Übersicht
- 02. 2 Photosynthese
- 02. 3 Wachstum
- 02. 4 Thermoplastisch
- 02. 5 Antiseptik
- 02. 6 Omega-3-Fettsäuren
- 02. 7 Biolumineszenz
- 02. 8 Energieerzeugung
- 02. 9 Farbpigmente
- 02. 10 Keine Konkurrenz
- 02. 11 Biologisch abbaubar

Übersicht

Algen besitzen eine Menge guter Algenschaften. Wir haben uns die für uns als Gestalter am relevantesten Algenschaften herausgesucht und werden diese auf den nächsten Seiten genauer erörtern.



Photosynthese

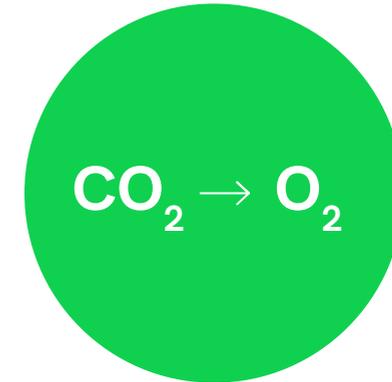
Algen betreiben, wie die meisten Pflanzen, Photosynthese, das heißt, sie wandeln Kohlenstoffdioxid in Sauerstoff um. Dazu benötigen sie lediglich CO₂, Licht und Nährstoffe.

Circa 50 Prozent des Sauerstoffs in unserer Atmosphäre wird von Algen produziert.

Außerdem wandeln Algen die dreifache Menge CO₂ in Sauerstoff als Nutzpflanzen (vgl. Pejic-Pulkowski 2017).

Sinken im Wasser lebende Algen nach ihrer Lebenszeit zu Boden, so binden sie das aufgenommene CO₂ langfristig.

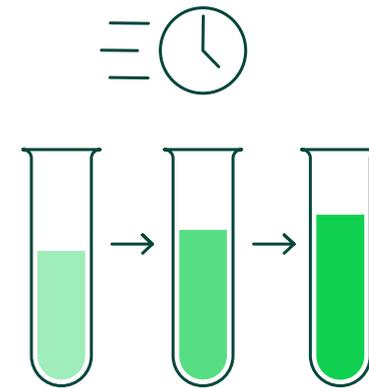
Dadurch bilden Sie mit weiteren Ozeanpflanzen den größten CO₂ Speicher und wirken damit dem Klimawandel bedeutend entgegen (vgl. Wellhöner 2004). Der bei der Photosynthese freigesetzte Sauerstoff ist außerdem essenziell für den Meereshaushalt (vgl. Behrmann 1976).



Wachstum

Mikroalgen vermehren sich sehr schnell. Sie können sich innerhalb von 24 Stunden verdoppeln (vgl. Algae Biomass Organization o. J.). Und damit sind sie um einiges produktiver als Nutzpflanzen, denn bei idealen Bedingungen können bis zu 250 t Biomasse pro Hektar erzeugt werden. Im Vergleich dazu bringen es Ölsaaten nur auf 12- 15 Tonnen (vgl. Jung-hans 1999).

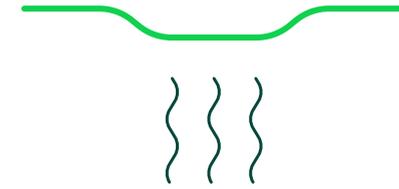
Durch die Photosynthese werden zwei Gramm aufgenommenes CO₂ in ein Gramm wertvolle Biomasse umgewandelt (Frick, 2019). Da Algen nur Licht, Wasser, Kohlenstoffdioxid und eine geringe Menge an Nährstoffen brauchen, sind sie ein nachhaltiger und schnell nachwachsender Rohstoff.



Thermoplastisch

Aus Algen können thermoplastische Kunststoffe hergestellt werden. Algopack, eine französische Firma, stellt seit 2010 Kunststoffgranulat aus industriellen Algenabfällen her. Hierfür werden Braunalgen genutzt. Das Granulat kann wie jeder herkömmliche Kunststoff in jedem thermoplastischen Fertigungsverfahren verarbeitet werden.

Zusätzlich ist er komplett recycelbar und dient anschließend auch noch als Dünger. Die Lebensdauer der Kunststoffe bzw. der Eintritt der Zersetzung kann über ein geheimes Verfahren eingestellt werden. (vgl. Algopack o. J.).



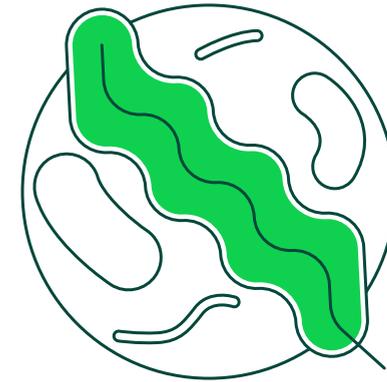
Antiseptik

Verschiedene Forscher haben in Inhaltsstoffen von verschiedenen Algen antiseptische Wirkungen festgestellt:

Zum Beispiel haben Forscher von der Ostsee entdeckt, dass das Cyanobakterium *Anabaena* gegen multiresistente Krankheitserreger wirkt. Geord Lukowski, der Leiter des Instituts für Marine Biotechnologie entwickelte ein neues Verfahren indem er aus diesem Cyanobakterium Nanopartikel generiert und diese in einer Handcreme verarbeitet.

Diese Creme hemmt die Ausbreitung und Übertragung von Bakterien und verhindert sogar die Übertragung des MRSA, einem tödlichen, multiresistenten Keim (vgl. Süddeutsche Zeitung 2017).

Australische Forscher haben außerdem Inhaltsstoffe der Rotalge *Delisea pulchra*, sogenannte Furanone entdeckt die den Ausbruch von Krankheiten wie Cholera, Tuberkulose und Lebensmittelvergiftung verhindert. Furanone stoppen die Kommunikation zwischen den Bakterien und hindert dadurch den Ausbruch der Krankheiten (vgl. DER SPIEGEL 2004).



Omega-3-Fettsäuren

Omega-3-Fettsäuren sind mehrfach ungesättigte Fettsäuren, die der Körper nicht selbst herstellen kann, weshalb sie von außerhalb, über die Nahrung zugeführt werden müssen.

Die wichtigsten Omega-3-Fettsäuren sind Eicosapentaensäure (EPA), Docosahexaensäure (DHA) und Alpha-Linolensäure (ALA).

ALA ist eine pflanzliche Omega-3-Fettsäure welche vor allem in Leinsamen, Chiasamen und Walnüssen sowie in den zugehörigen Pflanzenölen enthalten ist. ALA kann aber nur zu 5-10 Prozent im Körper in die wichtigen EPA und DHA Fettsäuren umgewandelt werden.

EPA und DHA sind marine Omega-3-Fettsäuren, welche durch Algen und fettreiche Kaltwasserfische wie z.B. Lachs aufgenommen werden können. Hierbei ist zu bemerken, dass Fische die Fettsäuren nur enthalten, weil sie sich zuvor von Algen ernährt haben.

Wichtig sind diese Fettsäuren für die normale Funktion unseres Herzens, unserer Sehkraft und unseres Gehirns.

Da wir inzwischen viel weniger Fisch essen und auch dieser oft industriell gezüchtet wird, haben wir einen Omega-3-Fettsäuren-Mangel. Um diesen auszugleichen, sollte man 2000 mg Omega-3-Fettsäuren täglich aufnehmen, was circa 250 Gramm Lachs am Tag entspräche (vgl. Omega-3-Fettsäuren: Wirkung, Lebensmittel & Tagesbedarf o. J.).

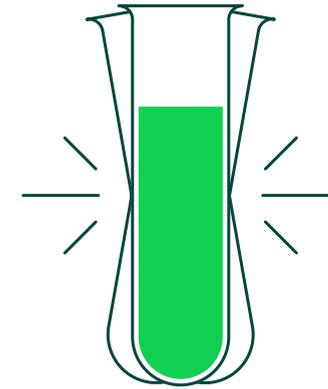


Biolumineszenz

Unter Biolumineszenz versteht man die Lichterzeugung durch Lebewesen. Man kennt dieses Phänomen auch unter dem Begriff Meeresleuchten. Hauptsächlich wird dieses Leuchten im Meer durch Mikroalgen der Gruppe ‚Dinoflagellaten‘ erzeugt. Um das Leuchten wahrnehmen zu können, ist eine große Dichte der Mikroalgen notwendig. Zu idealen Bedingungen (Zeiten und Nährstoffe) gibt es bis zu 100.000 Zellen pro Liter Wasser (vgl. Wengel 2019).

Diese Mikroalgen unterliegen einem zirkadianem Rhythmus. Das heißt, dass sie tagsüber durch die Sonne Energie erzeugen, welche sie nur während des Nachtzyklus in Form von Lichtstößen abgeben kann. Dies geschieht wenn die Algen gestört, also auf irgendeine Art in Bewegung versetzt werden (vgl. Wengel 2019).

Das lichtgebende Substrat nennt sich ‚Luciferin‘ welches mit dem Enzym Luciferase reagiert. Dabei wird Sauerstoff aufgenommen und es entsteht ein Überschuss an Energie, welcher in Form von Licht abgegeben wird. Dank dieses Mechanismus kann 98 Prozent der Energie in Licht umgewandelt werden. Nur 2 % der Energie gehen als Wärme verloren. Zum Vergleich: Eine klassische Glühbirne hat lediglich eine Lichtausbeute von 5 % (vgl. Wengel 2019).

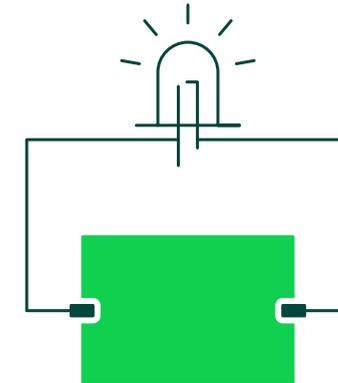


Energieerzeugung

Eine Möglichkeit für die Energieerzeugung durch Algen ist die Biophotovoltaik. Algen können durch ihre photosynthetischen Eigenschaften Licht in elektrischen Strom umwandeln. Bei der Photosynthese werden Elektronen erzeugt, welche zum Teil gesammelt und gespeichert werden können. Diese können dann in Form von elektrischen Strom genutzt werden. Im Vergleich zu synthetischen Solarzellen ist die Leistung deutlich geringer, jedoch haben Forscher der Cambridge Universität eine Algenart (Ehux) so genmanipuliert, dass sie nur noch in etwas 25 % der Elektronen für sich selbst brauchen. Damit haben sie deutlich bessere Werte als mit vergleichbare Biophotovoltaiks erzielt (vgl. Lilli Green 2018).

Eine weitere Möglichkeit für die Energieerzeugung durch Algen ist Biokraftstoff. Dafür gibt es verschiedene Ansätze:

Bei der Photosynthese von Algen entsteht ein Synthesegas, aus dem Methan hergestellt werden kann, mit dem man dann wiederum Energie erzeugen kann. Aus manchen Algenarten kann Öl gewonnen werden, welcher als dieselähnlicher Kraftstoff verwendet werden kann. Zusätzlich ist es möglich, aus den Kohlenhydraten der Algenmasse Bioethanol zu gewinnen (vgl. Lilli Green 2018).



Farbpigmente

Man kann durch das Trocknen und Zermahlen eine breite Farbpalette an Algenfarbpigmenten gewinnen.

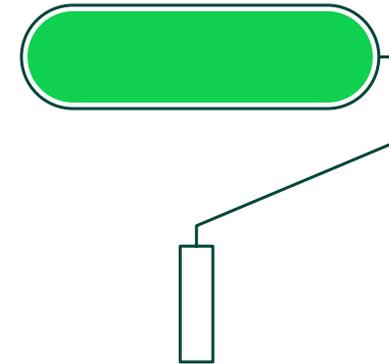
Die färbenden Stoffe sind Eiweiße, sogenannte Phycobiliproteine.

Blau entsteht durch den Stoff Phycocyanin, der z.B. bei der Spirulina vorkommt,

Grün entsteht durch die Anwesenheit von Chlorophyll, z.B. Chlorophytes und Braun entsteht durch Catorinoide als Pigmente, z.B. bei der Ochrophytes.

Durch die charakteristische Zusatzpigmente Phycoerythin (rot) und Phycocyanin (blau) kann durch die Kombination beider ein breites Farbspektrum generiert werden (vgl. Laboratoire de Biarritz 2018).

Mit diesen Farbpigmenten können beispielsweise Textilien gefärbt werden, wobei wie üblicherweise keine umweltbelastenden Chemikalien notwendig sind (vgl. Krenz 2016). Viele Farbpigmente aus Algen sind sogar lebensmittelecht und werden auch schon in der Lebensmittelindustrie zum Färben genutzt. So wird zum Beispiel der einzige natürliche blaue Farbstoff für Lebensmittel aus der Spirulina Alge extrahiert (vgl. Figge 2016).



Keine Konkurrenz

„Eine der größten globalen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts besteht darin, in Zeiten des Klimawandels eine wachsende Weltbevölkerung nachhaltig mit Nahrungsmitteln, Rohstoffen und Energie zu versorgen.“

(Nationale Forschungsstrategie Bioökonomie 2030)

In dieser Strategie liegt der Fokus auf pflanzlicher Biomasse, die aufgrund der photosynthetischen Eigenschaften nachhaltig erzeugt werden kann. Ackerflächen sind allerdings deutlich limitiert und sind durch Düngemittel großen Belastungen ausgesetzt (vgl. DECHEMA Biotechnologie, 2016).

„Eine bisher weitgehend vernachlässigte Option zur Produktion von Biomasse als nachwachsendem Rohstoff ist die photoautotrophe (mithilfe von Sonnenlicht) Kultivierung von Mikroalgen, die ohne Konkurrenz zu landwirtschaftlichen Flächen in Gewässern oder Reaktoren erfolgen kann.“

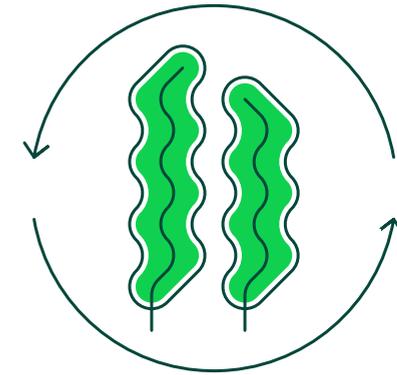
(DECHEMA Biotechnologie, 2016)



Biologisch abbaubar

Wie schon bei der Thermoplastik erwähnt, lassen sich aus Algen Kunststoffe herstellen, die zu 100 Prozent recycelbar sind. Dazu gibt es verschiedene Ansätze: Zum einen das Granulat, das komplett aus Mikroalgen hergestellt wird und nach seinem Gebrauch als Dünger eingesetzt werden kann und zum anderen die Herstellung von Bioplastik aus Agar Agar. Ein isländische Designer Namens Ari Jónsson hat eine Plastikflasche aus Agar Agar hergestellt welche solange sie mit Flüssigkeit gefüllt ist ihre Form erhält und sich, sobald die Flüssigkeit leer ist, komplett zersetzt (vgl. Trisko 2016).

Abgesehen davon ist auch die Biomasse an sich biologisch abbaubar und kann als Dünger für Nutzpflanzen eingesetzt werden. Algen können sogar bei der Verrottung von Materialien auf dem Kompost helfen, da sie diese angreifen (vgl. HAZ 2019).



03 Ideation

- 03. 1 Ideenfindung
- 03. 2 Produktfamilie
- 03. 3 Home Farming
- 03. 4 Iteration

Ideenfindung

Aufgrund der vorhergegangenen Recherche haben wir uns überlegt, wie wir die vielen guten Algenschaften nutzen können.

Uns war es wichtig, das Bewusstsein für die Alge zu wecken und die Menschen zu inspirieren und zu begeistern. Außerdem wollten wir auf jeden Fall eins oder mehrere Produkte gestalten und faktenbasierte und klare Kommunikation schaffen.

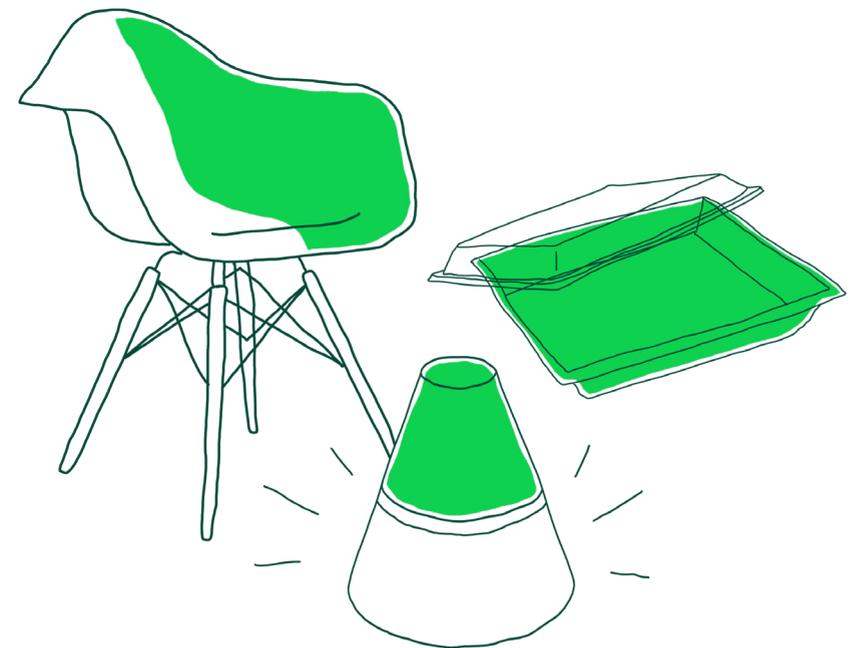
Wir haben uns verschiedene Projekte und Anwendungen der Algen angeschaut, haben verschiedene Interviews geführt, und haben zur Zwischenpräsentation zwei Ansätze vorgestellt: eine Produktfamilie und Home Farming. Wir wollten entweder so viel Anwendungen wie möglich zeigen und so alle erreichen; oder wir fokussieren uns auf ein Kultivierungssystem für Zuhause, um damit einen Impact zu schaffen.



Produktfamilie

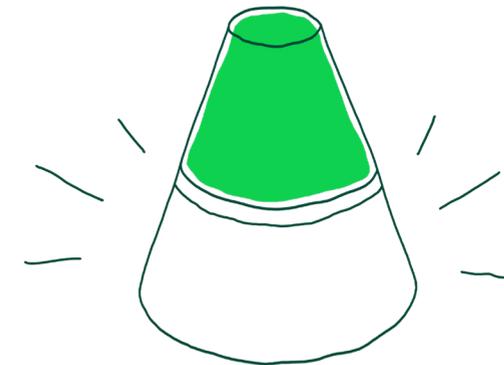
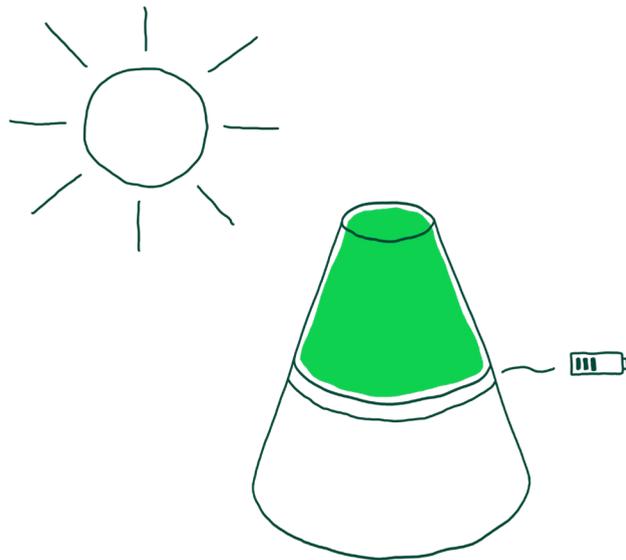
Welche unserer alltäglich genutzten Gegenstände könnten aus Algen sein?

Wie können wir Algen in schon bestehende Produkte integrieren bzw. diese mit Algen ersetzen? Exemplarisch sind denkbare Anwendungen aufgezeigt - die zugehörigen Icons stellen die jeweilige Referenz zu zuvor aufgeführten Algenschäften.



Energieerzeugung

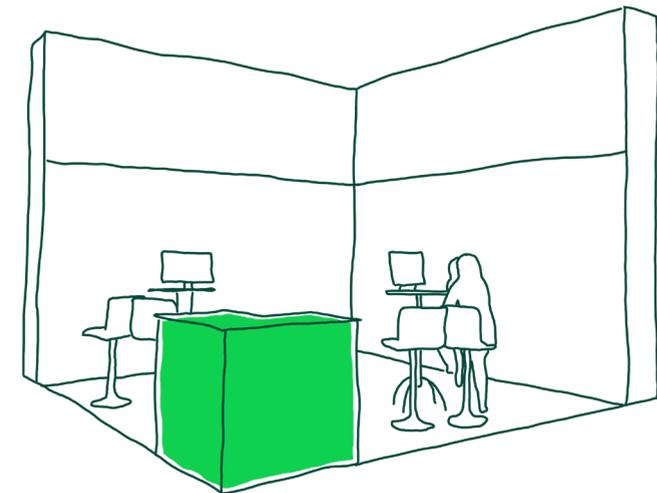
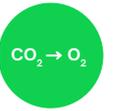
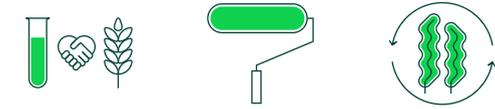
Mit Algen kann, wie bei den Algenschaften beschrieben, eine geringe Menge an Energie erzeugt werden. Diese könnte beispielsweise zum Betreiben einer LED genutzt werden.



Farbpigmente

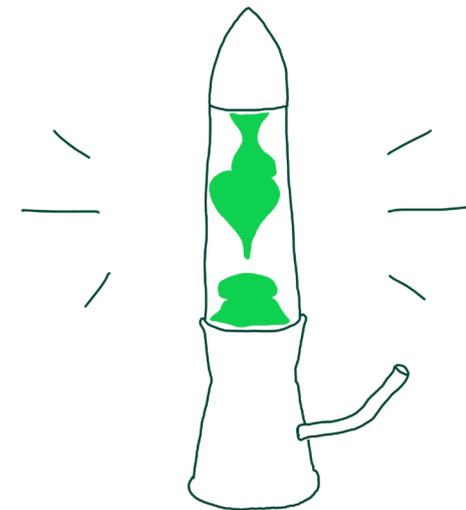
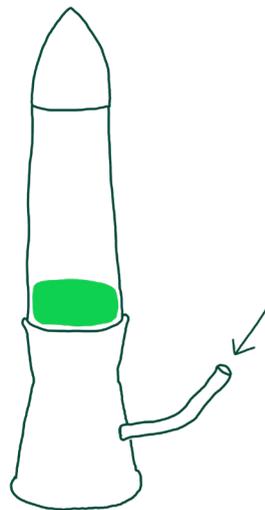
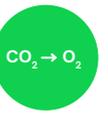
Nach Testings haben wir festgestellt, dass die Farbpigmente mit der Zeit ausbleichen können. Dies könnte man positiv nutzen, indem zum Beispiel Werbegeschenke oder

Messestände eingefärbt werden und später als blanke Gegenstände wieder verwendet oder erneut eingefärbt werden.



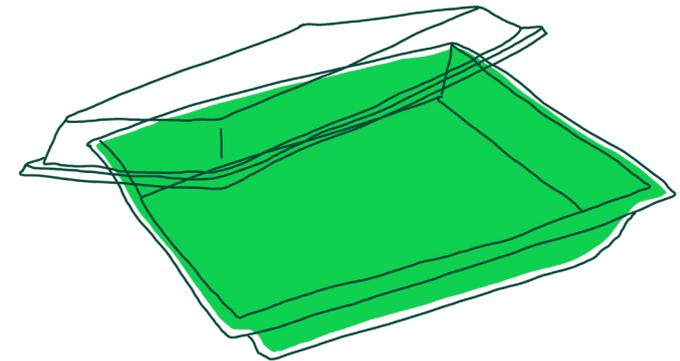
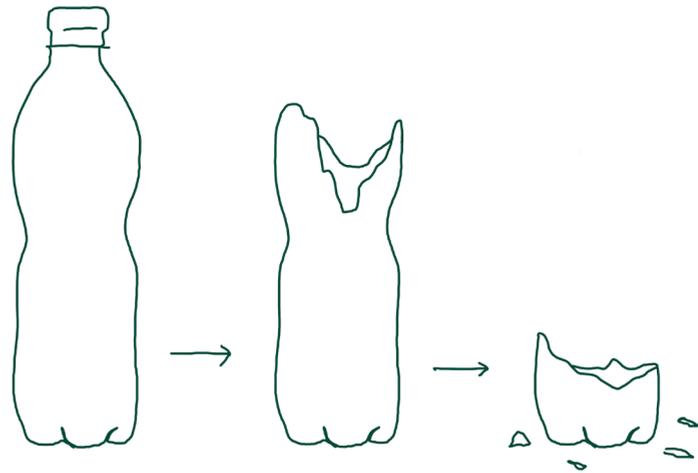
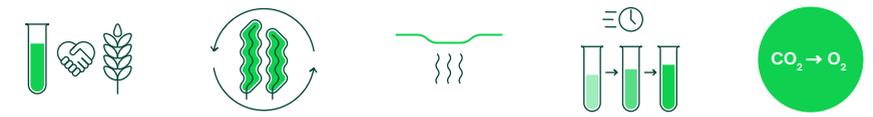
Biolumineszenz

Hier steht die Faszination im Vordergrund.
Der Nutzer kann durch Blubbern eine Störung
in den Algen verursachen und sie somit zum
Leuchten bringen.



Kunststoffe, kurzlebig

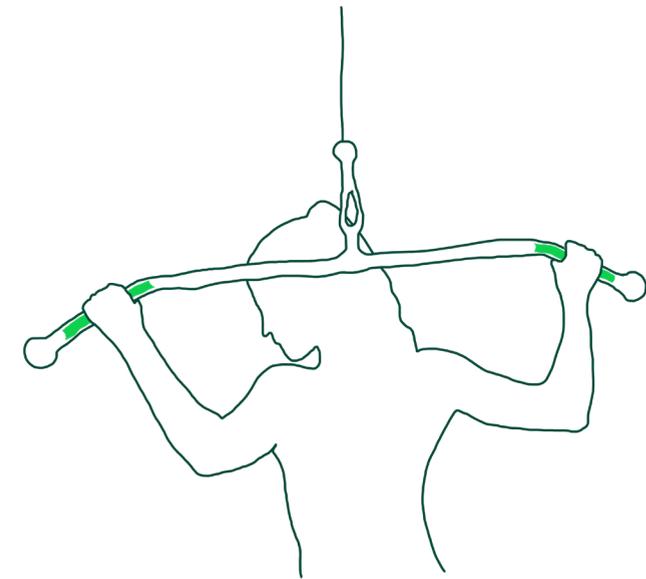
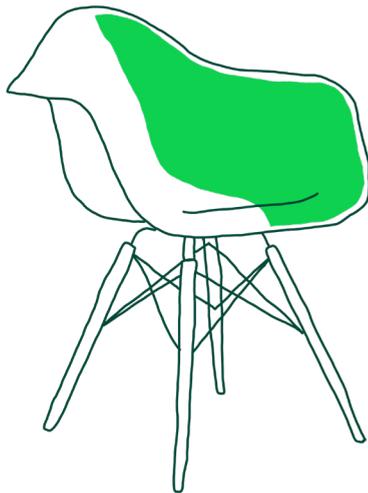
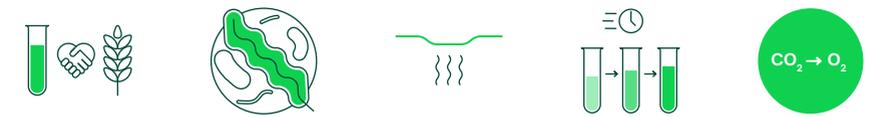
Dadurch, dass Kunststoffe aus Algen schnell biologisch abbaubar sind und es tendenziell immer mehr Einwegprodukte gibt, könnten diese aus Algen hergestellt werden.



Kunststoffe, langlebig

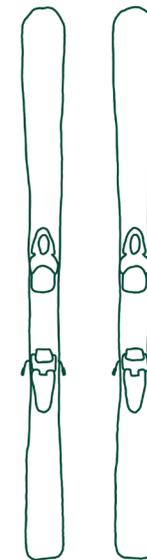
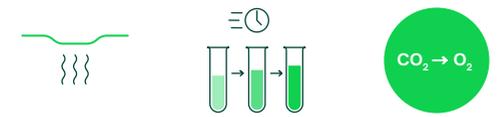
Auch langlebige Kunststoffe können mit Algen hergestellt werden. So könnte also nahezu jeder Gegenstand aus Algen sein. Zusätzlich könnte man sich vorstellen, dass die antiseptischen

Eigenschaften der Alge integriert werden und so die Übertragung von Keimen in öffentlichen Bereichen minimiert wird.



Carbonfasern

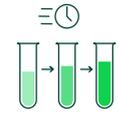
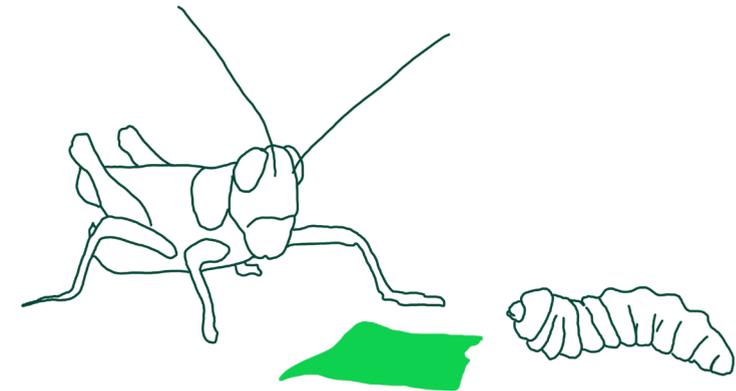
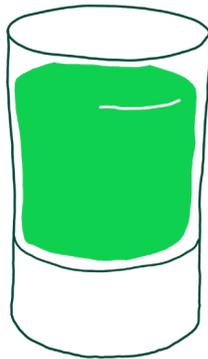
Aus den Ölen der Alge können Carbonfasern hergestellt werden (vgl. Peters 2019). So könnten also Produkte hergestellt werden, die leicht sind und trotzdem eine hohe Festigkeit aufweisen.



Nahrung

Um den fischigen Gerüchen vorzubeugen die bei der Oxidation entstehen, könnte man Algen direkt im flüssigen Zustand zu sich nehmen. Oder aber, wenn man sich die Nahrung der Zukunft anschaut, werden wir

in Zukunft vermutlich Insekten essen. Was wäre, wenn diese zuvor Algen essen und wir somit indirekt mit notwendigen Nährstoffen wie den Omega-3-Fettsäuren versorgt werden?



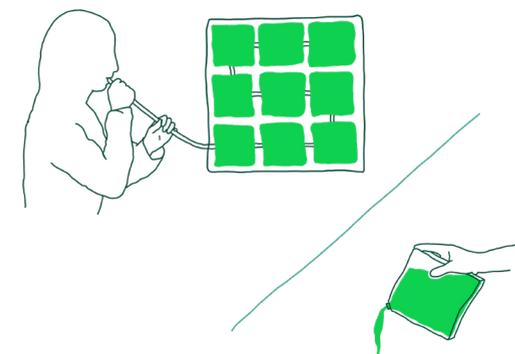
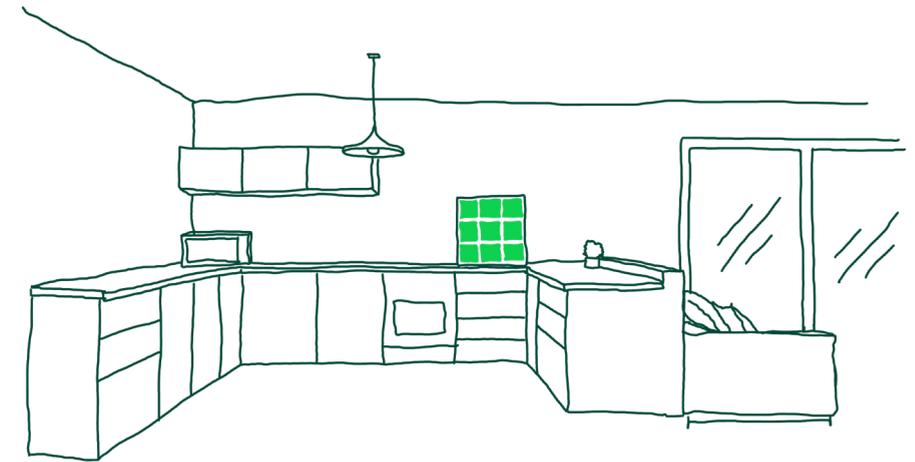
Home Farming

1. Szenario - Privathaushalt

In diesem Szenario werden die Algen in privaten Haushalten für den Eigenverzehr gezüchtet. Um die Algen zu kultivieren, werden die Algen durch das Pusten in einen Schlauch mit CO₂ versorgt und bekommen durch hineinscheinendes Sonnenlicht und/oder Wohnleuchten ihr für die Photosynthese benötigtes Licht.

Die Algen befinden sich in mehreren kleinen Gefäßen und können nach der sogenannten Batch-Ernte abgeerntet werden. So hat man nach der Ernte eines Gefäßes seine Tagesdosis an Algen und kann eine neue Kultur ansetzen, die nach 2 Wochen erntereif ist.

Durch diese Lowtech Variante wird keinerlei Energie gebraucht und der Nutzer hat, ähnlich wie bei höheren Pflanze, den Ikea-Effekt: Er baut eine Beziehung zu den Mikroalgen auf und ist stolz, weil er alles selbst gemacht hat.



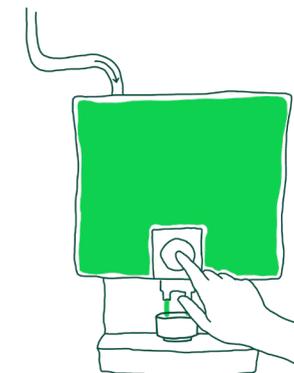
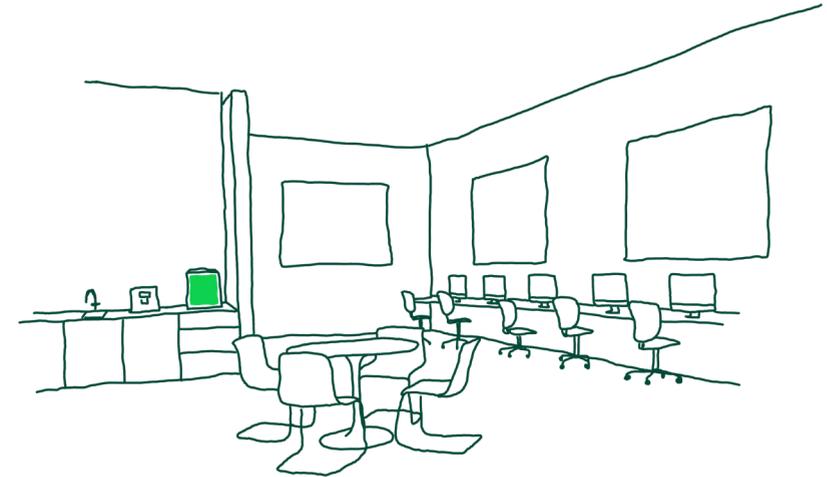
Homefarming

2.Szenario - Office

Aufgrund der leistungsfördernden Wirkung der in den Algen enthaltenen Omega-3-Fettsäuren lag die Anwendung in Büros nahe. In unserem Szenario steht das Kultivierungssystem in der Küchenzeile als Äquivalent zur Kaffeemaschine. Man macht also quasi eine Algenpause, um sein Gehirn wieder in Schwung zu bringen. In diesem Falle wäre das Kultivierungssystem aus hygienischen Gründen automatisiert.

Das Kultivierungssystem würde dann durch eine Pumpe mit Kohlenstoff versorgt werden und mit einer LED beleuchtet. Auch hier gibt es die für die Algen notwendige Zimmertemperatur.

Die Aberntung wäre aufgrund der Nutzerfreundlichkeit und der Verantwortlichkeit kontinuierlich. Man drückt also wie bei einer Kaffeemaschine auf den Knopf und kann sich seine tägliche Dosis Omega-3-Fettsäuren abzapfen.



Iteration

Nachdem wir unsere ersten Ideen überdacht haben, sind wir einen Schritt zurückgegangen, um einen Überblick über unsere bisherige Arbeit zu erlangen mit dem Ziel das Projekt mit Findings und vorhergegangenen Feedbacks zu überarbeiten und weiter zu entwickeln.

Zwar haben wir viel Potenzial in der Arbeit mit Makroalgen gesehen - es allerdings als ökologisch nicht nachhaltig gesehen, uns in Deutschland mit Makroalgen, die nur in Küstenregionen zu finden sind, zu beschäftigen.

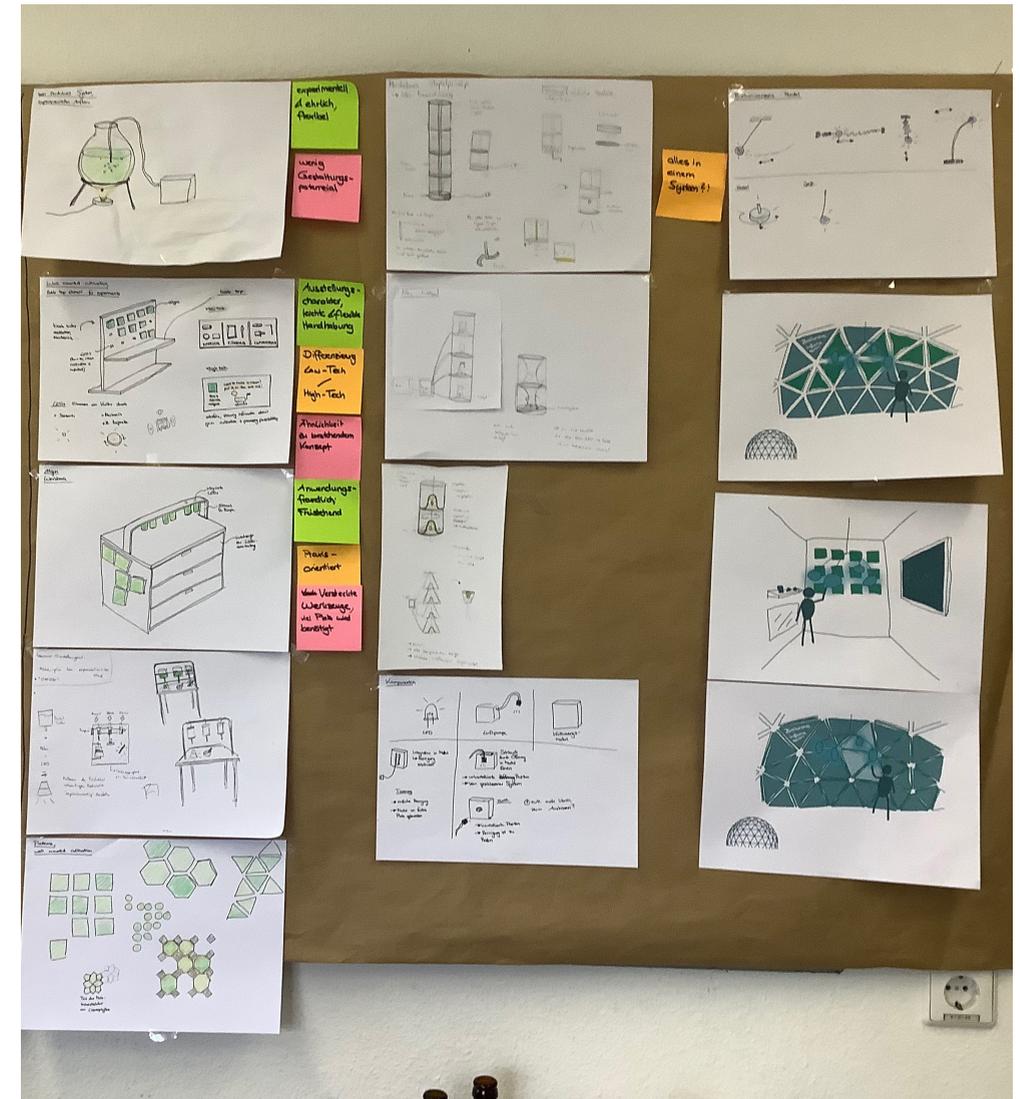
Mikroalgen hingegen sind überall ökologisch und effizient zu kultivieren und somit möchten wir uns gerne ausschließlich mit diesem Bereich befassen.

Zuerst hatten wir den Ansatz, die Kultivierung der Mikroalge in den Vordergrund zu stellen, also ein Kultivierungssystem und was daraus generiert werden kann. Wir hatten an Konzepten von einer Kultivierung im Zuhause bis hin zu einer Kultivierung im Ausstellungskontext gearbeitet. Im Endeffekt waren wir durch diesen Fokus in unserer Arbeit sehr determiniert und haben unser Hauptziel aus den Augen verloren: das breite Potenzial der Mikroalgen zu kommunizieren und damit zu faszinieren.

So wurde uns schnell bewusst, dass wir aus all unseren Konzepten etwas ziehen können, allerdings den Kontext weniger spezifisch gestalten sollten.

Somit kamen wir zu dem Schluss, das Potenzial der Mikroalge im Rahmen einer Ausstellung aufzuzeigen, die den Besucher faszinieren und inspirieren soll.

Die Ausstellung klärt über das Unbekannte - die Mikroalge - auf, sie bietet Informationen zur Kultivierung und macht die spannendsten Algenschäften anhand exemplarischer Anwendungen erlebbar.



04 Konzeption

- 04. 1 Ausstellungskonzept
- 04. 2 Allgemeines
- 04. 3 Farbpigmente
- 04. 4 Omega-3-Fettsäuren
- 04. 5 Antiseptik
- 04. 6 Luftreinigung
- 04. 7 Biolumineszenz
- 04. 8 Energieerzeugung

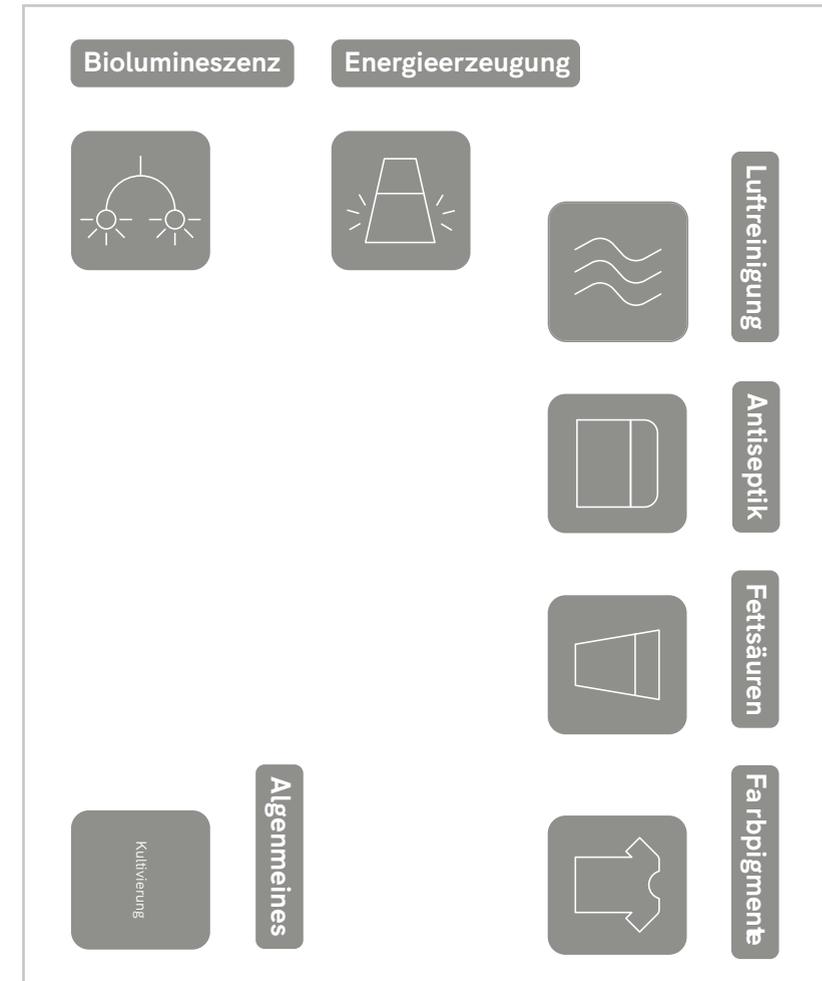
Ausstellungskonzept

Nachdem wir uns für ein Ausstellungskonzept entschieden haben und schon die Grundideen für die Exponate standen, haben wir folgende Anforderungen an die Ausstellung gehabt:

Da unsere Ausstellung im Rahmen der Semesterausstellung der HfG stattfindet und der Platz daher nur begrenzt ist, mussten wir eine Lösung finden, unsere Ausstellung klein zu gestalten aber dennoch die Wirkung der Exponate zu gewährleisten. Außerdem brauchen wir eine teilweise Verdunklung, um das Leuchten der Biolumineszenz wirken zu lassen.

Der Besucher sollte möglichst klar erkennen, um was es in dieser Ausstellung gehen soll und durch die Ausstellung geleitet werden. Die Faszination der Mikroalgen soll klar kommuniziert werden.

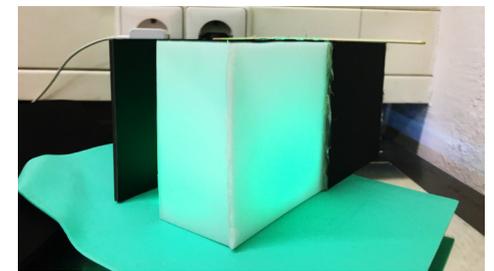
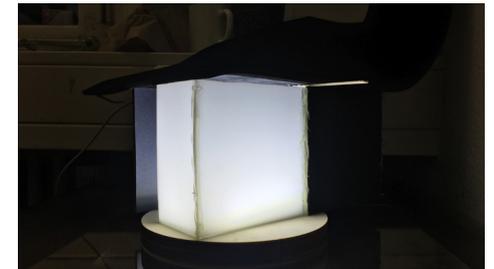
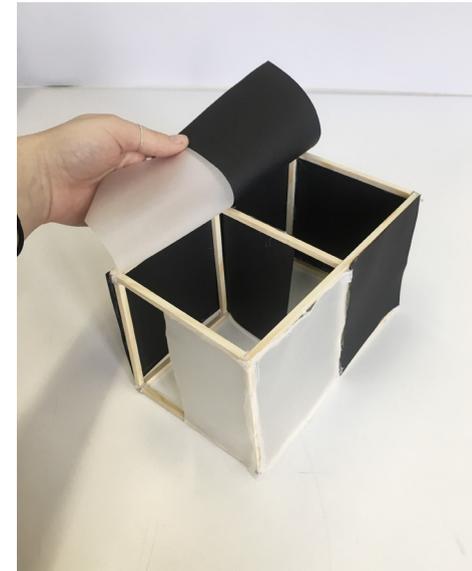
Wir haben diverse Varianten einer offenen Ausstellung skizziert, wie zum Beispiel ein Regalsystem, das mit Tiefen arbeitet. Wir sind aber relativ schnell zu dem Entschluss gekommen, dass die Ausstellung in einem eigenen kleinen Raum stattfinden muss. So können wir das Licht einstellen, einen ganz dunklen Bereich abgrenzen und die Exponate ideal wirken lassen.



Transparenz und Dunkelheit

Anhand von schnellen Mock-Ups testeten wir verschiedene Proportionen der Räumlichkeiten für unsere Ausstellung sowie den Umgang mit Transparenzen und Abschirmung des Lichts. Uns war es wichtig, schon von außen Interesse der Ausstellungsbesucher zu wecken - hierfür bieten sich transparente Wände an. Die grün leuchtende Chlora kann stimmungsvolles Licht durchscheinen lassen und die sich im Inneren befindenden Besucher können erahnt werden.

Durch lichtdichte Abtrennungen im Inneren des Raumes können teils und komplett abgedunkelte Bereiche entstehen, um unseren Ausstellungsexponaten gerecht zu werden. Ein somit entstandener Raum innerhalb des Raumes bietet dem Besucher noch mehr Spannung und Erkundungsmöglichkeiten.

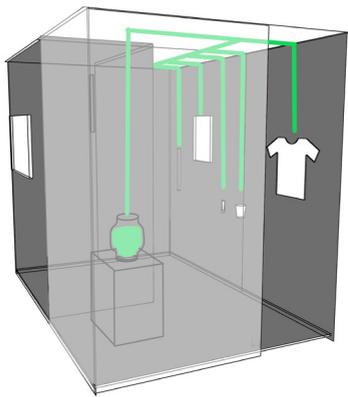


Leitfaden

Die Basis und Einleitung der Ausstellung ist Chlori, die von uns kultivierte Mikroalge *Chlorella Vulgaris*. Anhand dieser Kultur wird Algenmeines erklärt und in die Welt der Algen eingeleitet. Um visuell von Beginn an klar zu machen, dass Algen in all unseren Produkten und Anwendungen zu finden sind und gleichzeitig den Weg durch die Ausstellung zu zeigen, möchten wir einen Leitfaden anbringen.

Dieser Leitfaden stellt ein Rohrsystem dar, das die flüssige Alge im übertragenen Sinne von Chlori in die Produkte leitet.

Die Enden der Rohre führen entweder direkt in die Anwendungen hinein oder können wie im Beispiel der Omega-3-Fettsäuren frisch an der Ausstellungswand abgezapft werden. Zusätzlich können wir an den Enden der Leitfäden typografisch das Themengebiet anbringen.



1 zu 1 Testing

Um ein besseres Gespür für die Räumlichkeiten zu bekommen, haben wir verschiedene Varianten des Raumes 1 zu 1 aufgetaped und versucht, die Themenbereiche sinnvoll zu platzieren. Unser Ziel war es, den beschränkten Platz, den wir zur Verfügung hatten, möglichst effizient zu nutzen und dem Besucher eine spannende Erkundungstour zu ermöglichen. Wir kamen zu dem Entschluss, die Front durch einen Teaser-Film und einer transluzenten Wand durchleuchtender Chlora möglichst

anziehend für Besucher zu gestalten. Der Leitfaden führt über die Köpfe der Besucher im Eingang hinweg zur rechten Seite, an der diverse Produkte an der Wand und auf einem Regalbrett zu finden sind. Ganz hinten, wo es etwas dunkler wird, befindet sich das Thema zur Energieerzeugung, das dort wegen der integrierten LED besser wirken kann. Für die Biolumineszenz wird komplette Dunkelheit benötigt, die durch einen Raum im Ausstellungsraum erzeugt wird.



Konstruktion

Der Ausstellungsraum wird von Wänden, die aus mit Stoff bespannten Holzbalken bestehen, eingegrenzt. Um Ideal abdunkeln zu können, verwenden wir für die Bespannung einen lichtdichten schwarzen Bühnenmolton. Um am vorderen Eck eine einladende und spannende Transparenz zu erreichen verwenden wir an zwei Wänden eine weiße Gaze, die eine organische Anmutung hat.

Die schwarz bespannten Holzrahmen haben teilweise Verstreben integriert, um somit weitere Elemente an den Wänden befestigen zu können.

Innerhalb der Wände werden schwarze Bodenplatten verlegt, in denen Stromkabel u.ä. verlegt werden können.

Die Decke besteht wie auch die Wände aus mit Stoff bespannten Holzrahmen.

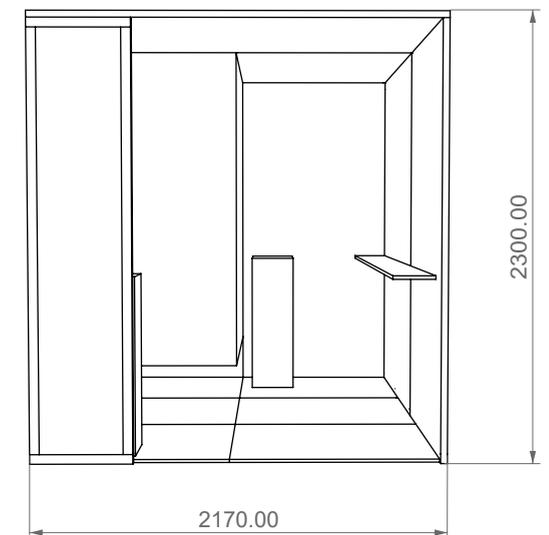
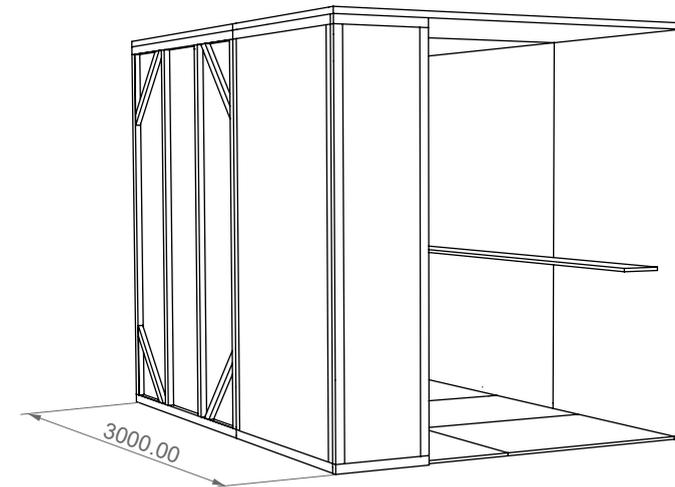
Sie ist in drei Teile geteilt: Zwei sind mit weißem Stoff bespannt, um diffuses Licht aus der Umgebung in den Raum hinein zu lassen.

Für den kleinen integrierten Raum - der Dunkelkammer - wird die Decke schwarz bespannt, um kein Licht hinein zu lassen.

Durch die Aufteilung der Decke ermöglicht sich zwischen den Rahmen die Anbringung von Molton als Vorhang, durch den die Dunkelkammer betreten werden kann.

Die Decke der Dunkelkammer hat einen integrierten Balken, an dem das Produkt für die Biolumineszenz aufgehängt werden kann. Für Chlora und die Energieerzeugung werden zwei Stelen gebaut, die vertikalen Flächen sind durchgängig schwarz, die horizontalen Flächen heben sich durch eine Metallbeschichtung ab.

An der langen Seite wird ein Brett mit derselben Metallbeschichtung befestigt. Hierauf und an der Wand darüber werden die restlichen Themenbereiche ausgestellt.



Algenmeines

Unsere ersten Experimente mit Mikroalgen starteten mit Chlori, die uns durch das ganze Semester begleitete - und auch für unsere Ausstellung wird sie das Herzstück, von der alles ausgeht. Um Chlori zu beleuchten, bauten wir eine Bodenplatte mit integrierter Aquariumsleuchte. Diese sorgt dafür, dass Chlori sich mithilfe der Photosynthese vermehrt. Nebenbei sorgt sie dafür, dass die Umgebung durch die Algen hindurch grün beleuchtet wird. Diesen faszinierenden Anblick nutzen wir, um die Neugierde der Besucher zu erwecken.

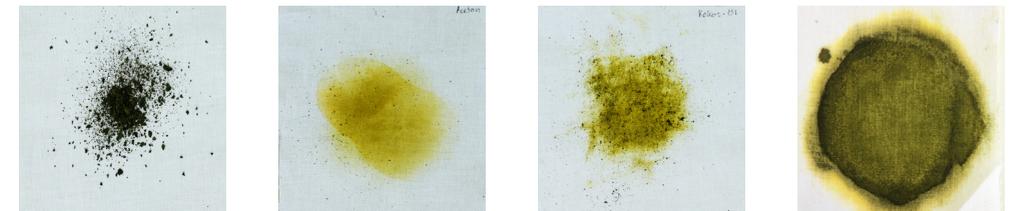
Chlori steht auf einer Stele direkt am Eingangsbereich, um durch die transparente Gaze nach außen wirken zu können. Direkt auf der Stele findet der Besucher eine Einführung und allgemeine Informationen.



Farbpigmente

Schon früh entwickelten wir viel Begeisterung für die Möglichkeit, mit Algen natürliche Färbungen in allen möglichen Farbtönen zu erzielen. Bei der Besichtigung des Fraunhofer-Instituts IGB bekamen wir bereits aufgeschlossene und pulverisierte Algenpigmente mit, mit denen wir direkt die ersten Färbeversuche starteten. Gerne lebten wir diese Algenschaft komplett aus und färbten uns mit Algen-Farbpigmenten T-Shirts für unsere Zwischenpräsentation.

In der Ausstellung möchten wir das Potenzial nicht durch ein zu fertiges Produkt einschränken, sondern durch experimentelles und offenes Aufzeigen des Möglichen inspirieren und informieren. Deshalb zeigen wir die pulverisierten Farbpigmente in einer Petrischale und zeigen zusätzlich eingefärbte Stoffe. Gerne möchten wir exemplarisch auch einen hochwertigen Druck, wie beispielsweise einen Siebdruck zeigen.



Omega-3-Fettsäuren

Unsere Erkenntnisse, nachdem wir uns länger mit der Aufnahme von Omega-3-Fettsäuren beschäftigt hatten, waren folgende:

Die Dringlichkeit, dass der Mensch Omega-3-Fettsäuren zu sich nehmen sollte, um die ideale Funktion des Herzens, der Sehkraft und unseres Gehirnes zu gewährleisten, muss kommuniziert werden.

Wir möchten des Weiteren darüber aufklären, dass wir Omega-3-Fettsäuren nur indirekt über den Fisch, die vermeintlich beste Quelle, aufnehmen. Gerne erreichen wir ein Umdenken der Ausstellungsbesucher, ob man Fische konsumieren muss, wenn man viel einfacher über den direkten Konsum von Algen an die Omega-3-Fettsäuren kommt.

Der fischige Geruch und Geschmack von Algen, der sich durch die Oxidation entwickelt, kann durch den direkten Konsum von frischen Algen umgangen werden.

Deshalb werden wir einen Zapfhahn an die Wand der Ausstellung anbringen, aus dem man sich Chlorella Vulgaris (reich an besagten Fettsäuren) aus dem Leitsystem in ein kleines Glas abzapfen kann.



Antiseptik

Auch bei der Antiseptik haben wir uns gegen ein konkretes Produkt und für eine offene Inszenierung entschieden.

Wir möchten über die antiseptische Wirkung von Algen informieren und ein antiseptisches Gel, das beispielsweise als Handdesinfektion interpretiert werden kann, ausstellen.

Um Reinheit und Faszination auszustrahlen, handelt es sich bei dem Algen-Gel um ein klares Gel, das grün-bläulich leuchtet.



Luftreinigung

Dass Algen Photosynthese betreiben und somit CO_2 in Sauerstoff umwandeln ist wohl eine der stärksten Algenschaften, die bei allen Produkten ein Nebeneffekt ist.

Wir möchten diese Algenschaft nochmals stärker hervorheben und die luftreinigende Wirkung demonstrieren.

Um möglichst viel CO_2 aufnehmen und Sauerstoff abgeben zu können, werden lebende Algen auf eine feuchtigkeitseufnehmende Oberfläche gebracht. Diese muss man etwa alle zwei Wochen bewässern, sodass die Algen darauf überleben können.

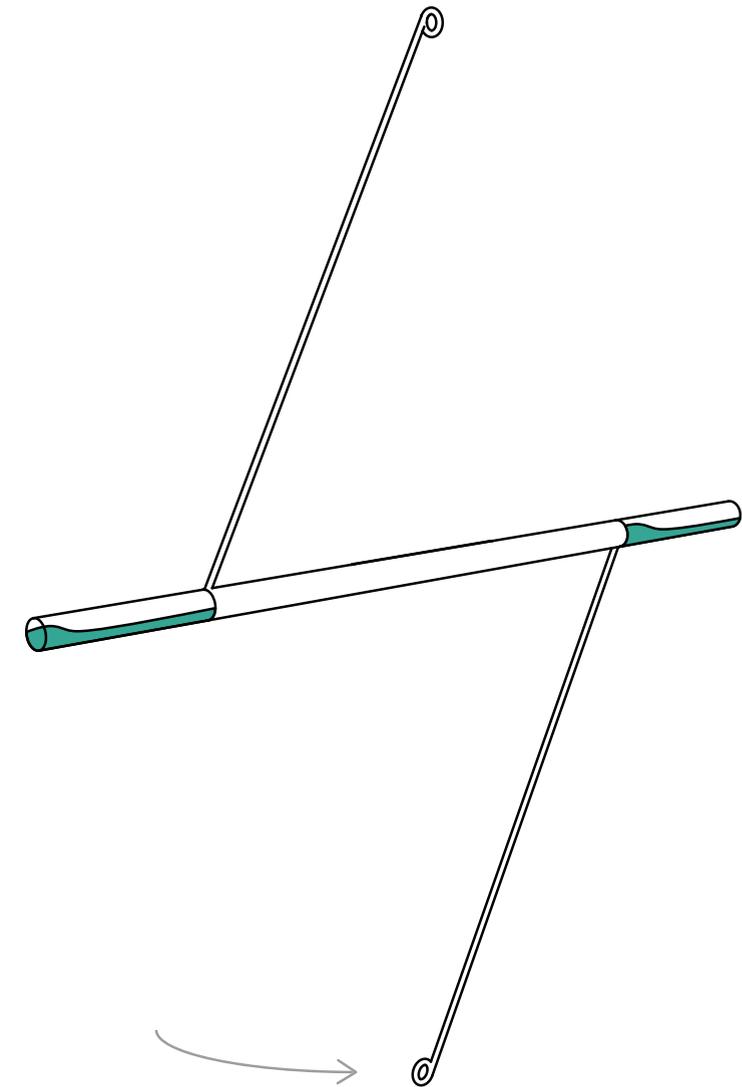
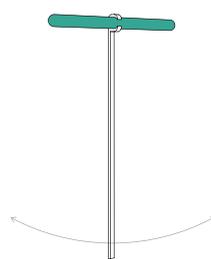
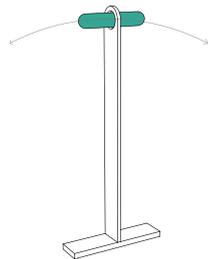
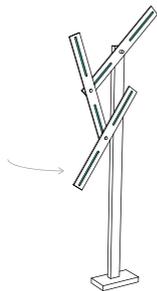
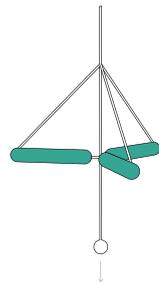
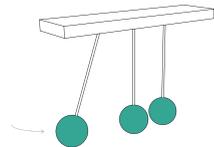
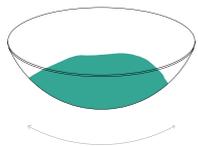
Wir haben uns bei der Oberfläche für eine dreidimensionale Struktur entschieden, sodass die Oberfläche auf kleiner Grundfläche maximiert werden kann. Die Gestaltung bleibt sehr neutral und experimentell, sodass sich der Besucher der Ausstellung die lebendige Algen-Luftreinigung sowohl im eigenen Zuhause wie auch im urbanen Kontext vorstellen kann.



Biolumineszenz

Wir würden die Biolumineszenz als die wohl faszinierendste Algenschaft aller beschreiben. Dies wollen wir in der Ausstellung noch verstärken, in dem sie erst durch die direkte Interaktion mit dem Besucher erfahrbar wird. Um die Algen zum Leuchten zu bringen, muss sie durch eine Bewegung gestört werden. Wir testeten in schnellen Mock-Ups mit Flüssigkeiten viele mögliche Bewegungen, wie etwa Wippen, Federn, Chaospendel, ...

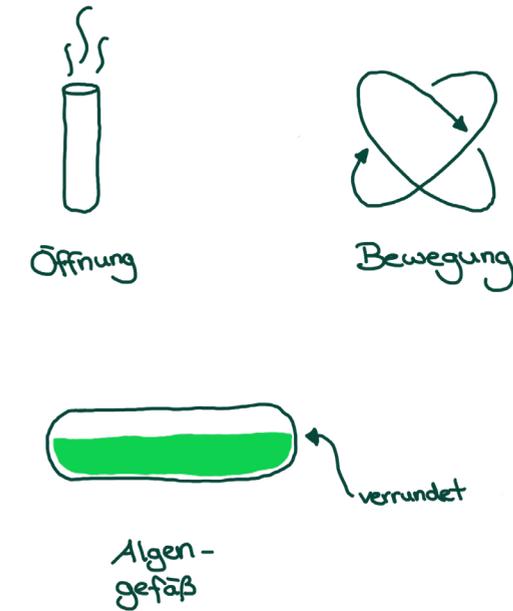
Wir entschieden uns mit einem Pendel weiterzuarbeiten, da es mit der ruhigen und gleichmäßigen Bewegung den Fokus auf die Biolumineszenz lenkt und eine wellenartige Bewegung der Flüssigkeiten erreicht werden kann.



Komponenten

Die Mikroalgen in der Flüssigkeit müssen in ein steriles Glasgefäß gefüllt werden, sodass sie überleben können und Licht für die Photosynthese erhalten können.

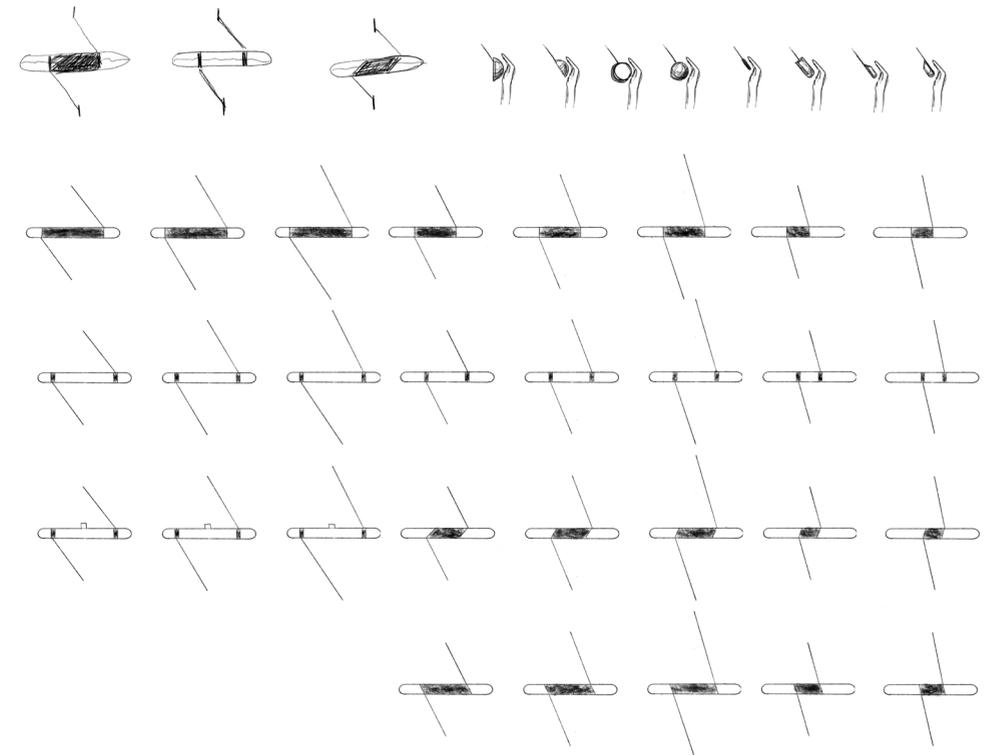
Um eine wellenartige Bewegung der Flüssigkeit zu erreichen, ist eine Totalverrundung an den Enden des Gefäßes ideal. Somit bietet sich die Verwendung von zwei miteinander verbundenen Reagenzgläsern an, die zusätzlich den experimentellen Charakter unterstreichen. Die Gläser müssen abgedichtet sein, um ein Auslaufen der Alge zu verhindern. Allerdings benötigen sie eine Öffnung zum Befüllen, Entleeren und für den Gasaustausch. Das Pendel benötigt eine Rotation, im Idealfall mithilfe eines Kugellagers, um die Reibung zu minimieren. Letztendlich wollen wir noch die Interaktion mit dem Pendel klar machen, indem wir einen Griff anbringen, an dem das Pendel angeschuckt werden soll.



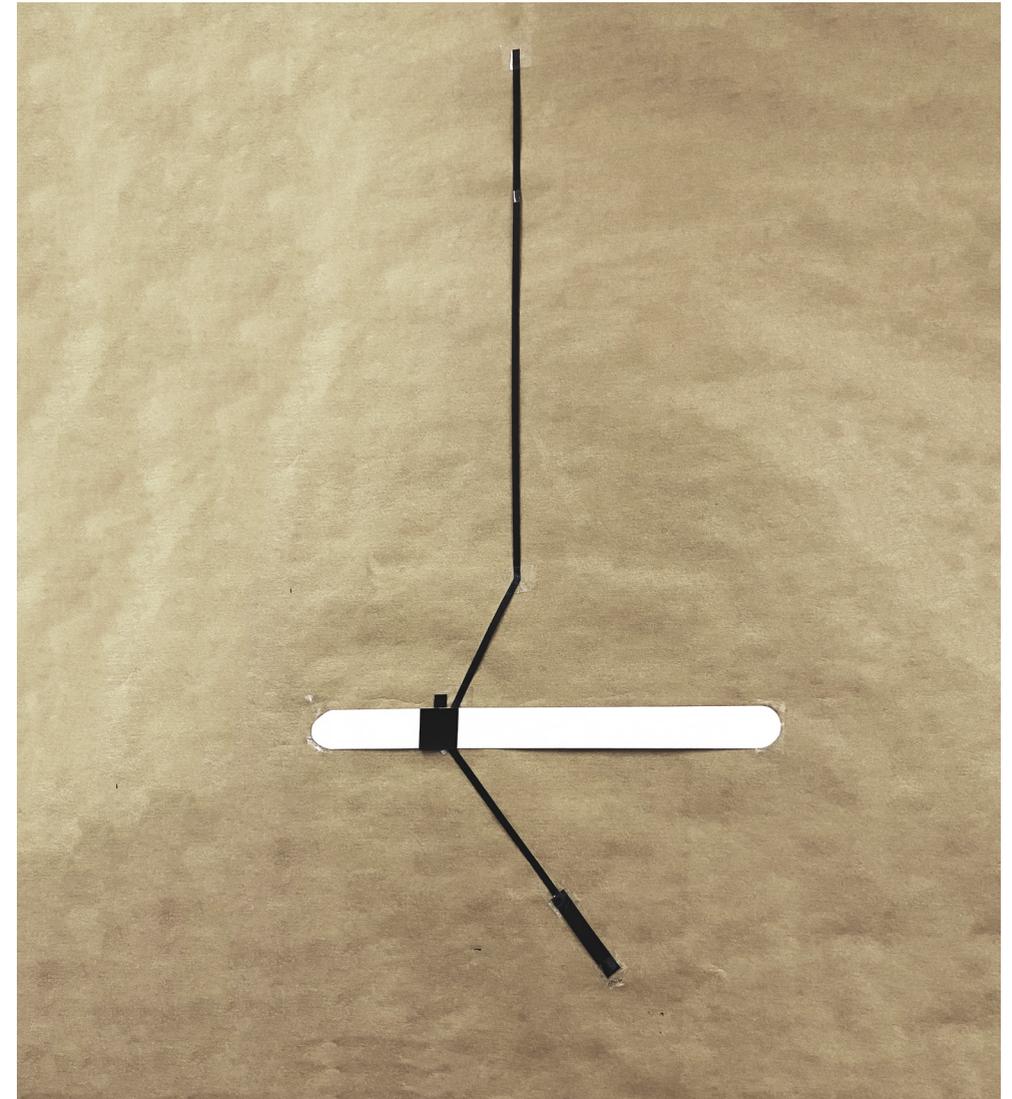
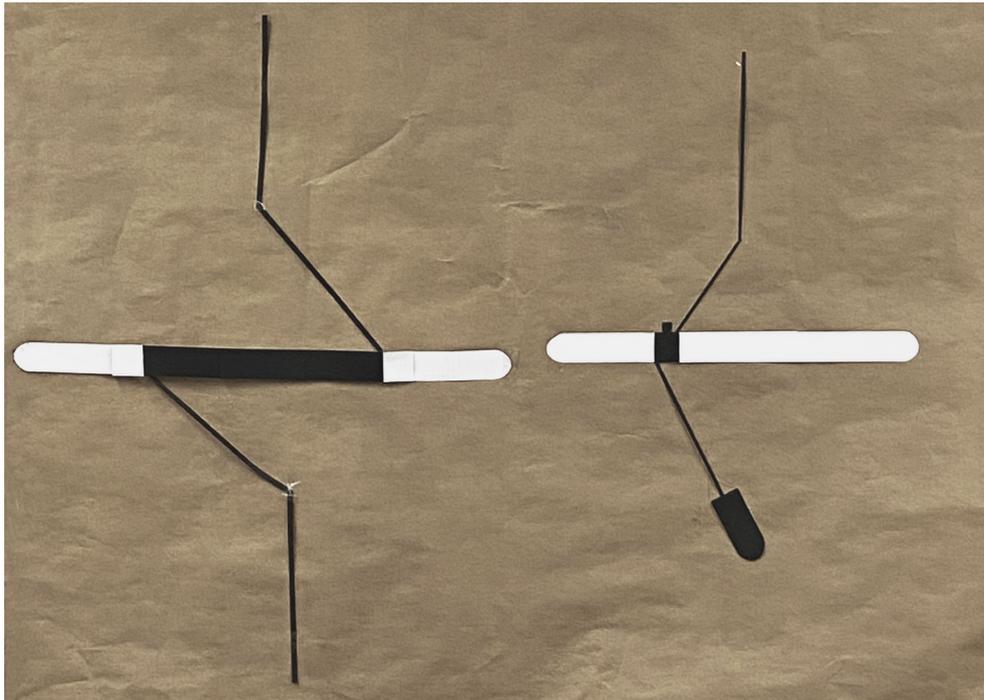
Gestaltung

Die horizontale Platzierung der zwei Reagenzgläser ist gegeben, um unsere gewünschte Bewegung der Algenflüssigkeit zu erreichen. Wir entwarfen verschiedene Varianten, wie die Gläser miteinander und den anderen beiden

Komponenten, der Drehachse und dem Griff verbunden sein können und in welchem Verhältnis sie zueinanderstehen.



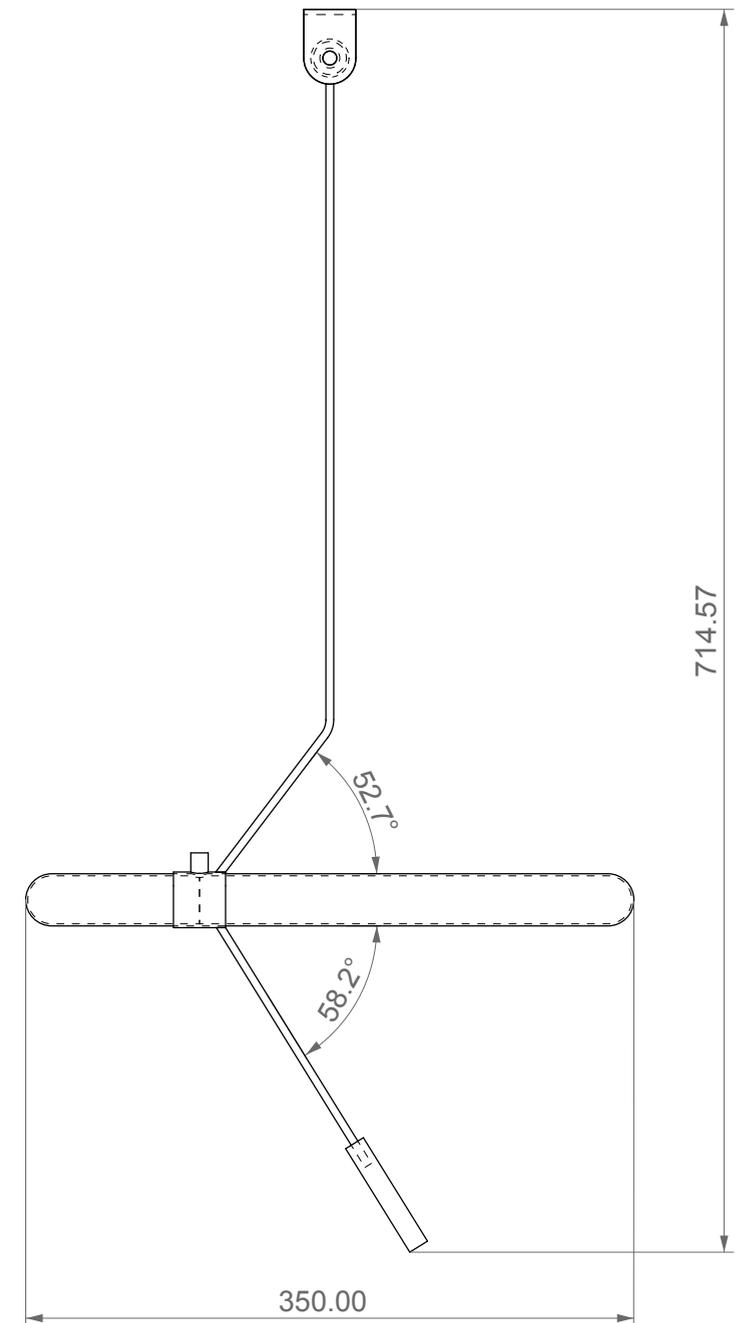
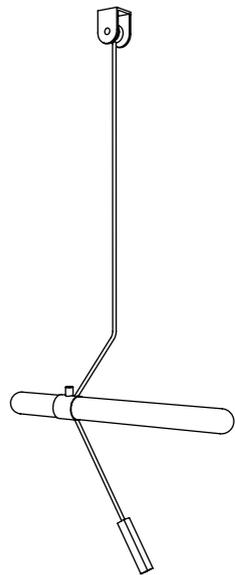
Unser finaler Entwurf wurde eine asymmetrische Variante, die im ruhigen Zustand minimalistisch und dennoch spannend wirkt. Kommt das Pendel in Bewegung, so liegt der Fokus auf den algenbefüllten Gläsern, die maximale Sicht auf die Biolumineszenz geben.



Konstruktion

Auch hier arbeiteten wir mit echten Reagenzgläsern, die gekürzt wurden und mit einer Bohrung für die Öffnung versehen wurden. Die Schnittstelle wird silikoniert, um Dichte zu gewährleisten. Hier werden die Gläser auch in eine 30 mm schmale Manschette aus verchromten Messing gefasst, die ebenfalls eine Öffnung für die Algen vorsieht. Ein angelötetes, gebogenes Rundprofil verbindet die Reagenzgläser mit dem Kugellager, das in einer Aufhängung eingefasst ist.

Von der Manschette geht nach unten hin ein weiteres Rundrohr nach rechts weg, der mit einem geometrischen Griff verbunden ist, sodass eine intuitive Interaktion ermöglicht wird.

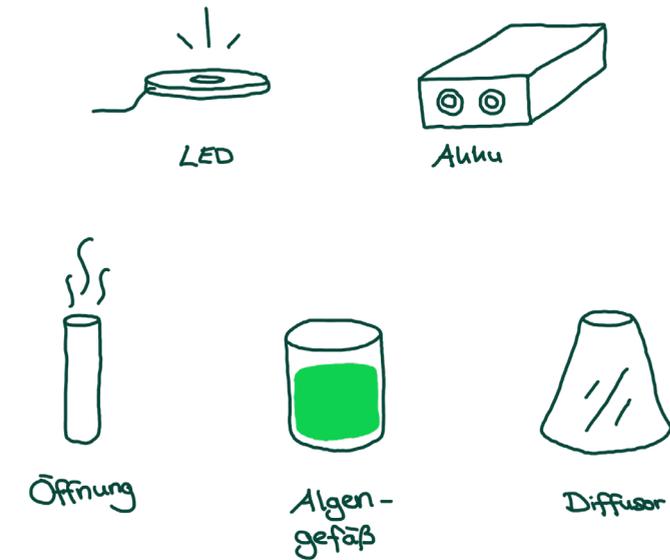


Energieerzeugung

Komponenten

Für ein Objekt für die Energieerzeugung brauchen wir folgende Elemente: eine lebende Alge; eine CO₂-Zufuhr und Sonnenlicht, damit die Alge Photosynthese betreiben kann; einen Akku, der die abgegriffene Energie speichern kann; einen geringen Energieverbraucher, bei dem wir uns für eine LED entschieden haben. Um den experimentellen Charakter beizubehalten und Sonnenlicht an die lebende Alge kommen zu lassen, besteht der Hauptkörper aus einem Reagenzglas, in das die Alge eingefüllt ist. Die CO₂-Zufuhr sollte auf jeden Fall manuell sein, damit die Energieerzeugung CO₂-negativ sein kann und keine weiteren Stromverbraucher involviert sind. Durch ein Mundstück kann der Nutzer Luft in die Alge blubbern.

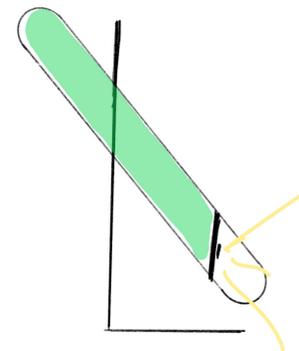
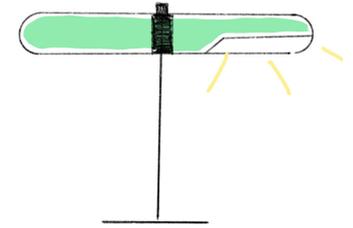
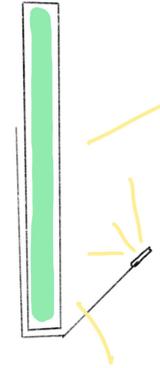
Der Funktion und dem Ablauf der Energieerzeugung folgend, befindet sich unter der Alge ein Akku, der die Energie speichert und darunter eine LED, die den Energieverbraucher darstellt. Als Diffusor der LED nutzen wir ein gekürztes, gesandstrahltes Reagenzglas.

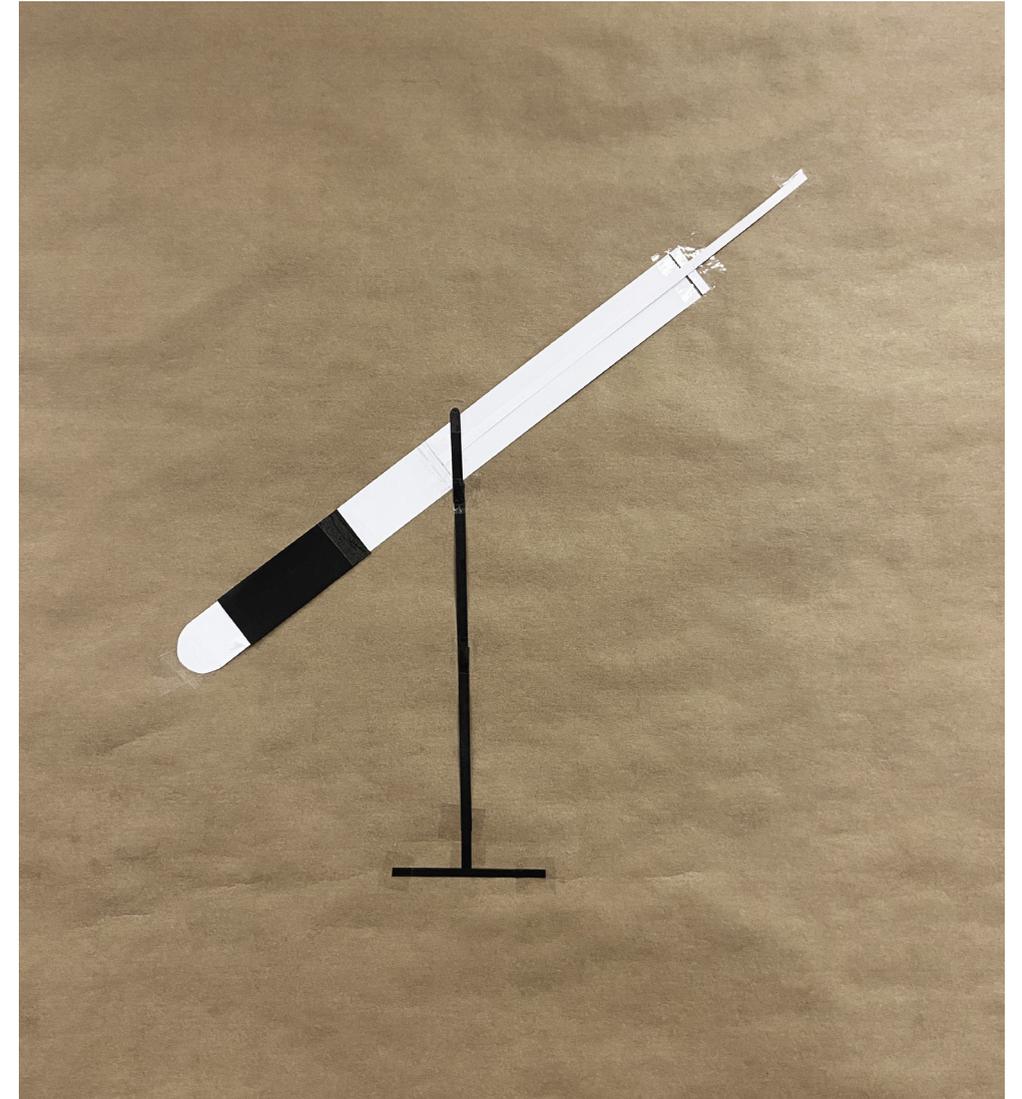
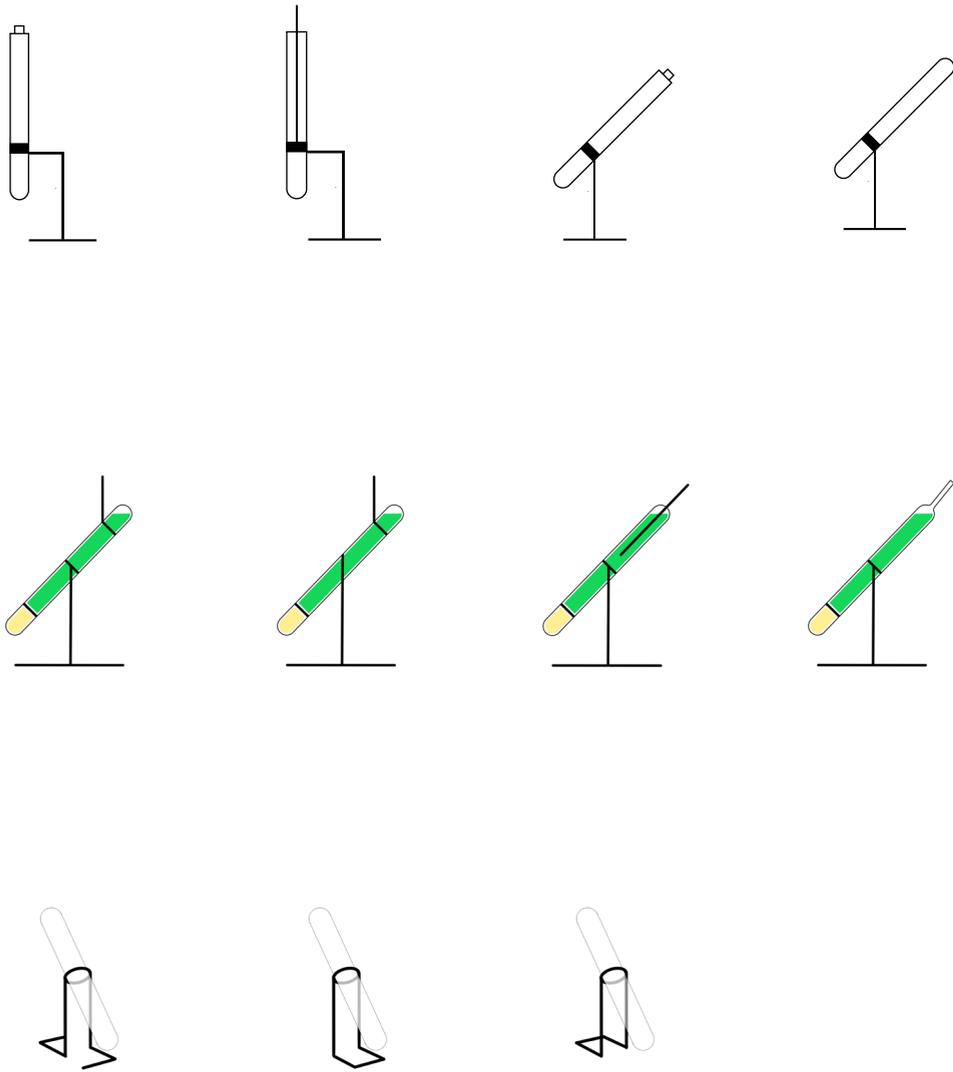


Gestaltung

Die Gestaltung des Energieerzeugungsobjektes war zunächst sehr frei, orientiere sich aber sehr bald an der Gestaltung des biolumineszenten Objektes.

Somit waren die Materialien und die experimentelle Ästhetik sehr bald definiert. Wir beschäftigten uns recht bald mit der funktional sinnvollen Anordnung und ästhetischen Proportionen.





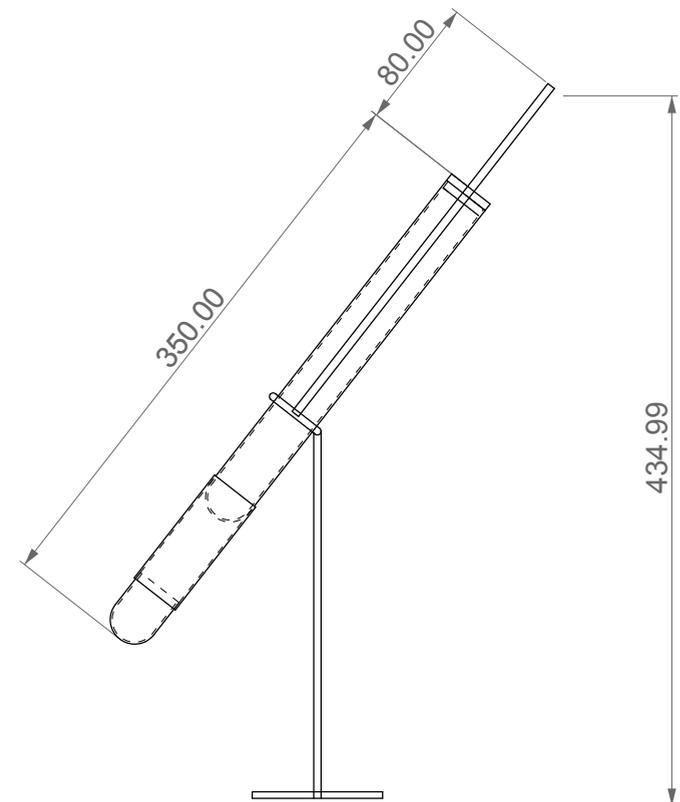
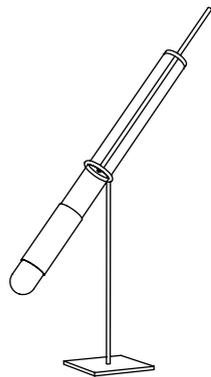
Konstruktion

Wir arbeiteten mit fertigen Reagenzgläsern aus echtem Glas. Gefasst werden die Gläser von Elementen aus Messing, die sich gut verarbeiten und löten lassen und die wir anschließend mit einem Schliff versehen und verchromen ließen.

Die Gläser hatten wir auf die richtige Länge gesägt und mit einer Metallmanschette verbunden, in der sich auch die Elektronik unterbringen lässt.

All diese Elemente werden von einem Ring gefasst, der mit einer soliden Bodenplatte verbunden ist, um der Leuchte einen guten Stand zu geben.

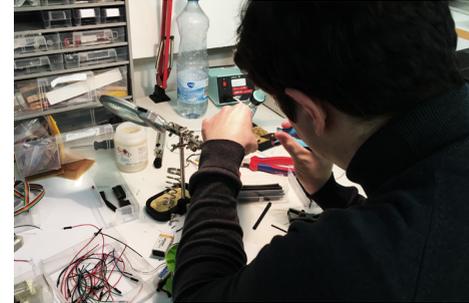
Um das Hineinblubbern zu ermöglichen, befindet sich ein Stopfen mit integriertem Röhren auf der offenen Seite des Reagenzglases.



05 Umsetzung

- 05. 1 Modellbau
- 05. 2 Farbpigmente
- 05. 3 Omega-3-Fettsäuren
- 05. 4 Antiseptik
- 05. 5 Luftreinigung
- 05. 6 Biolumineszenz
- 05. 7 Energieerzeugung

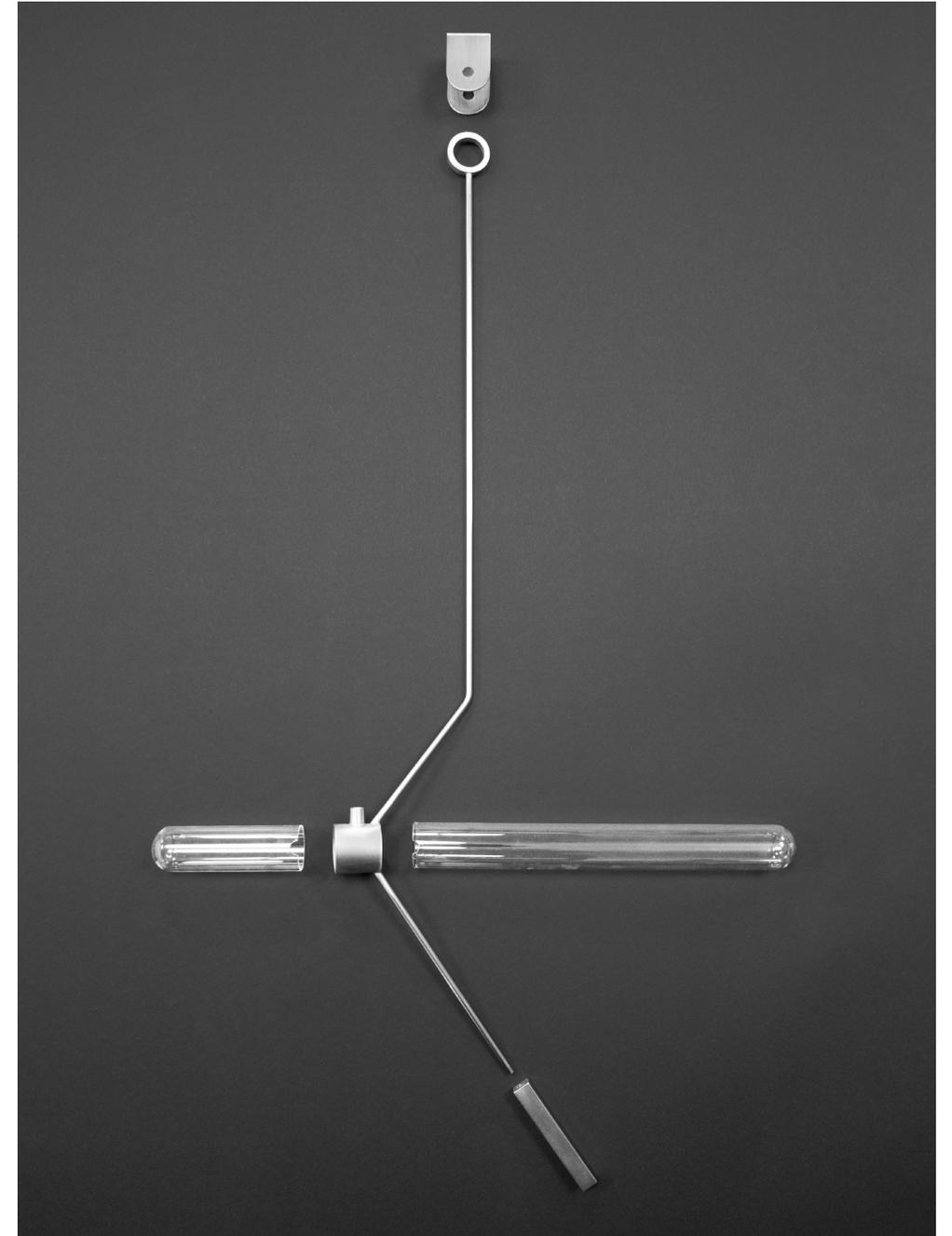
Modellbau





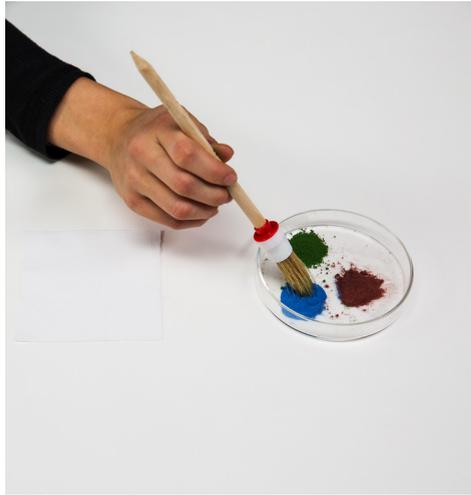


Energieerzeugung, Komponenten



Biolumineszenz, Komponenten

Farbpigmente



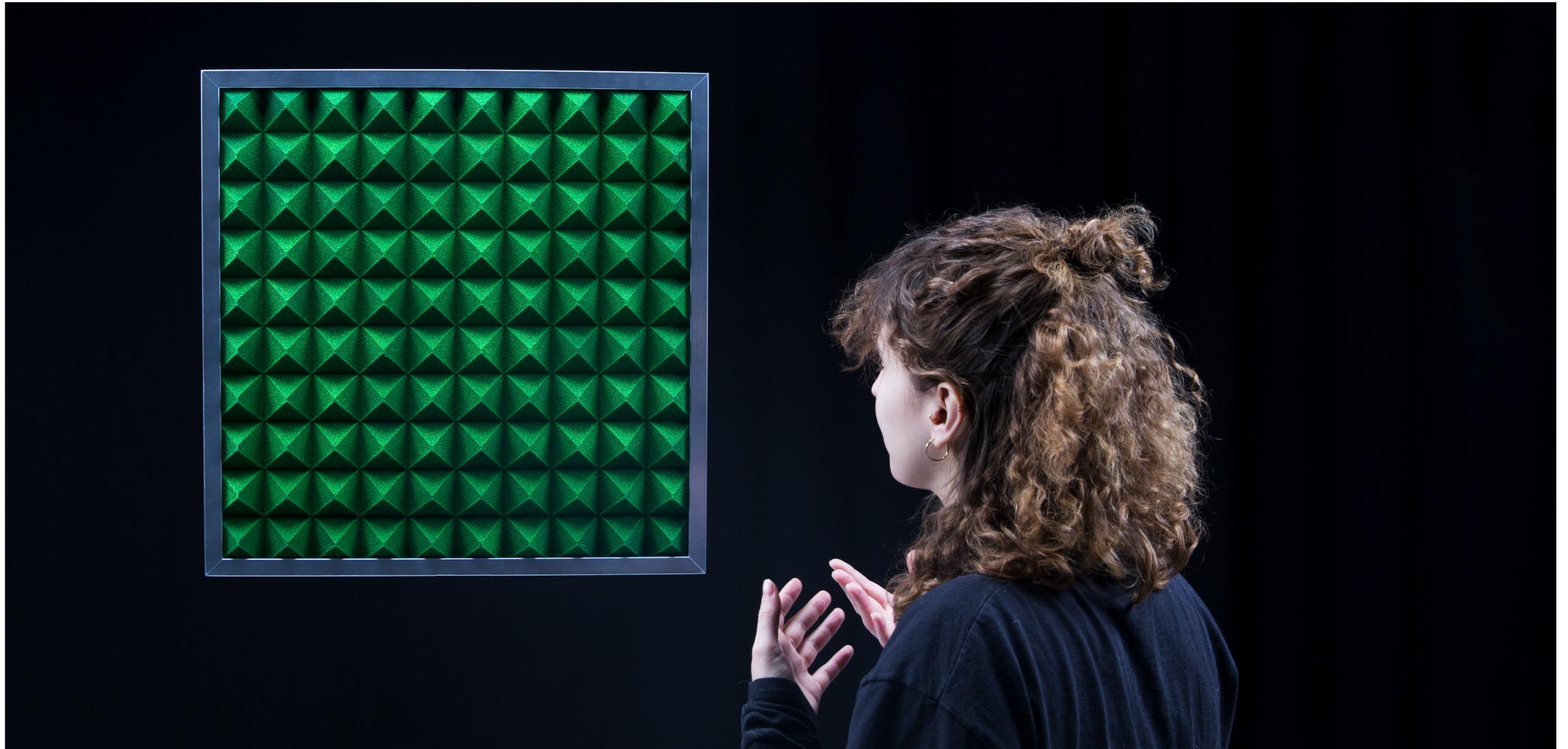
Omega-3-Fettsäuren



Antiseptik



Luftreinigung



Biolumineszenz



Energieerzeugung







Literaturverzeichnis

Koops, Michael (2013): Algen, in: Biologie-Lexikon, [online] <http://www.biologie-lexikon.de/lexikon/algen.php> [20.01.2020].

Makro- und Mikro-Algen (o. J.): in: Neo Med Pharma, [online] https://neomed-pharma.com/epages/f61d84d7-ac96-4fe6-8b64-9f6e616d57ec.sf/de_DE/?ObjectPath=/Shops/f61d84d7-ac96-4fe6-8b64-9f6e616d57ec/Categories/Les_algues_marines/Makro_Mikro_Algen [20.01.2020].

Zwamborn, Miek (2019): Algen: Ein Portrait, 1. Aufl., Berlin, Deutschland: Matthes & Seitz Verlag.

Bio-Mikroalgen kultivieren (2018): in: Ökolandbau.de, [online] <https://oekolandbau.de/bio-im-alltag/einkaufen-und-kochen/produktinfos/lebensmittel/fisch-und-meeresfruechte/algen/> [20.01.2020].

Omega-3-Fettsäuren: Wirkung, Lebensmittel & Tagesbedarf (o. J.): in: NORSAN, [online] <https://www.norsan.de/omega-3-fettsaeuren/> [21.01.2020].

Süddeutsche Zeitung (2017): Alleskönner, in: Süddeutsche.de, [online] <https://www.sueddeutsche.de/wissen/biotechnologie-alleskoenner-1.3707648> [21.01.2020].

Lilli Green (2018): Grüne Energie aus Algen?!, in: Lilli Green, [online] <https://www.lilligreen.de/gruene-energie-aus-algen/> [21.01.2020].

Laboratoire de Biarritz (2018): Woher Kommt die Farbe der Algen?, in: Laboratoire de Biarritz, [online] <https://www.laboratoires-biarritz.com/blog/de/woher-kommt-die-farbe-der-algen/> [21.01.2020].

Bockholt, Karl (2019): Biostimulanzien: Wann Algen aus dem Meer Mehrertrag bringen, in: agrarheute, [online] <https://www.agrarheute.com/pflanze/getreide/biostimulanzien-algen-meer-mehrertrag-bringen-552287> [21.01.2020].

GEA (2019): Wegbegleiter des Wandels in der boomenden Algenindustrie, in: GEA engineering for a better world, [online] <https://www.gea.com/de/news/insights/2019/game-changers-algae-industry.jsp> [21.01.2020].

Algopack (o. J.): Algopack, in: Algopack, [online] <http://www.algopack.com/algoblendgb.php> [21.01.2020].

Wellhöner, Jens (2004): Leise rieselt der Kalk, in: Deutschlandfunk, [online] https://www.deutschlandfunk.de/leise-rieselt-der-kalk.676.de.html?dram:article_id=21741 [21.01.2020].

Pejic-Pulkowski, Svjatlana (2017): Was Sie über Algen wissen sollten, in: geo, [online] <https://www.geo.de/natur/oekologie/4203-rt-kl-algen-was-sie-ueber-algen-wissen-sollten> [21.01.2020].

Goldscheider, Stefanie (2019): Von Algen und Seetang, in: Biothemen, [online] <http://www.biothemen.de/Oekologie/rohstoffe/algen.html> [21.01.2020].

Behrmann, Günther (1976): Algen in unserem Leben, in: Kosmos, 1976, [online] <https://epic.awi.de/id/eprint/23509/1/Beh1976c.pdf>.

Krenz, Leon (2016): Chemiefreie Mode: Berlinerinnen färben Kleidung mit Algen und Johannisbeerschalen, in: ze.tt, [online] <https://ze.tt/chemiefreie-mode-berlinerinnen-faerben-kleidung-mit-algen-und-johannisbeerschalen/> [23.01.2020].

Figge, Katrin (2016): Blaue Gummibärchen - Haribo wagt Farb-Experiment, in: (c) 2017 FUNKE MEDIEN NRW GmbH, [online] <https://www.wr.de/wirtschaft/blau-gummibaerchen-haribo-wagt-farb-experiment-id9272700.html> [23.01.2020].

Junghanss, Burkhard (1999): Kleine Algen groß im Geschäft, in: ingenieur.de - Jobbörse und Nachrichtenportal für Ingenieure, [online] <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/biotechnik/kleine-algen-gross-im-geschaeft/> [23.01.2020].

Algae Biomass Organization (o. J.): Algae FAQ - All About Algae.com, in: AllAboutAlgae.com, [online] <http://allaboutalgae.com/faq/> [23.01.2020].

Decker, Susanne (2018): Algenevolution, in: planet wissen, [online] <https://www.planet-wissen.de/natur/pflanzen/algen/pwiealgenrevolution100.html> [23.01.2020].

Peters, Sascha (2019): Carbonfasern aus Kohlendioxid - Wissenschaftler wandeln Treibhausgas mithilfe von Algen in Kohlenstofffasern, in: HAUTE INNOVATION, [online] <http://www.haute-innovation.com/de/magazin/leichtbau/carbonfasern-aus-kohlendioxid-mit-algen.html> [25.01.2020].

Konstantin Frick, persönliche Korrespondenz, Forschender Doktorand bei Fraunhoferinstitut IGB, 2019 [27.01.2020]



Lecole Döring bedankt sich für die Aufmerksamkeit.

