



4.6 OBJEKT #05 - ORGANIC BRUTALISM

Zeit zu Atmen



Hier wollen wir neue Wege gehen und der überwiegenden Tristesse der am Zeichentisch entstandenen Gebäude neues Leben einhauchen. Wir entwickeln neue Gestaltungselemente, die den ästhetisch brutalen einheitlichen Gebäudeklötzen eine organische Hülle mit verschiedenen Eigenschaften überziehen. Wir entwickeln und forschen an verschiedenen Modulen, die als grüne Gestaltungselemente neue Wege der Gestaltung gehen. Hierfür setzen wir modernste Methoden der digitalen Produktion ein und entwickeln neue Materialien zur urbanen Begrünung. Hier möchten wir uns an Formen aus der Natur bedienen.

4.6.1 DESIGN

Kleider machen Häuser!

Wir forschen und entwickeln an Modulen, die der Gebäudehülle neue Form geben. Hier verfolgen wir verschiedene Ansätze mit neuesten digitalen Gestaltungsmöglichkeiten. Die verschiedenen Module werden am Rechner entworfen und mit einem 3D-Drucker gedruckt, wir experimentieren dabei mit verschiedenen Herstellungsverfahren und Materialien.



GESTALTUNG

Im Designprozess haben wir unterschiedliche Formen gestaltet. Jede Form ist der Handhabbarkeit halber in einem Quadratmeter angelegt. Wir haben uns für die Form, „Voronoi“ entschieden. Es bietet sich für das weitere Verfahren im Laborversuch am besten an. Durch die offene Struktur, können wir die Bepflanzung über eine weitere Substrat-

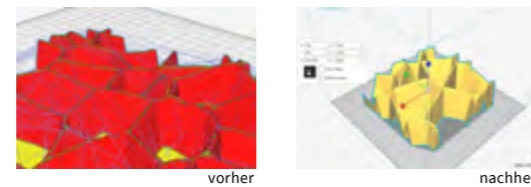
schicht vornehmen oder wir können die Öffnungen direkt als Pflanzgefäß nutzen.

Da wir zu diesem Zeitpunkt nur 3D Drucker mit einer Bearbeitungsfläche von 35cm x 35cm hatten, trennten wir das Gesamtmodul in neun druckbare Module auf.



„Als Voronoi-Diagramm wird eine Zerlegung des Raumes in Regionen bezeichnet, die durch eine vorgegebene Menge an Punkten des Raumes, hier als Zentren bezeichnet, bestimmt werden. Jede Region wird durch genau ein Zentrum bestimmt und umfasst alle Punkte des Raumes, die in Bezug zur euklidischen Metrik näher an dem Zentrum der Region liegen als an jedem anderen Zentrum. Derartige Regionen werden auch als Voronoi-Regionen bezeichnet. Aus allen Punkten, die mehr als ein nächstgelegenes Zentrum besitzen und somit die Grenzen der Regionen bilden, entsteht das Voronoi-Diagramm.“ (vgl. <https://de.wikipedia.org/wiki/Voronoi-Diagramm>)

Zur Gestaltung verwendeten wir CINEMA 4D, was im weiteren Verlauf zu Komplikationen führte, da die Datenmenge durch die Anzahl der Polygone im Modell zu groß geworden ist und wir die Anzahl zum Druck reduzieren mussten. Den Vorgang der Polygonreduktion konnten wir mit Autodesk Meshmixer ausführen.



Hier sieht man zwar deutliche Verbesserungen aber die Bearbeitungszeit und das Ergebnis fordern eine andere Herangehensweise, die wir in Zukunft testen werden. Hierfür wollen wir uns in die Software Rhino 3D einarbeiten um ohne Umwege, druckbare Dateien herzustellen.

Organic Brutalism

experimentelle Module zur Fassadenbegrünung

ANSATZ N° 1

VORONOI- DIAGRAMM AUS DEM 3D DRUCKER

Ein mehrschichtiger Aufbau mit Substratschicht und ein Formgebendes Element.

ANSATZ N° 2

SUBSTRAT AUS DEM 3D DRUCKER

3D gedrucktes Substrat dient selbst als Form- und Bepflanzungselement.

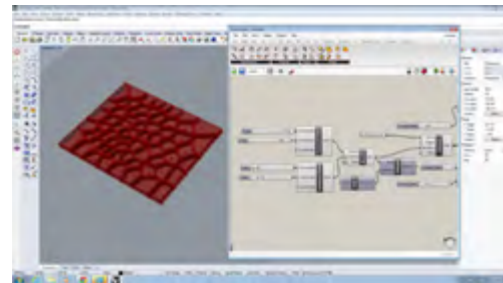


STANDORT

z. Zt. ein Laborexperiment



3D gedrucktes Modell in Form des Voronoi-Diagramms



3D Druck

Besonders die Vielfalt an Gestaltungsmöglichkeiten bei den Formen macht die Anwendung von 3D-Druckern zur Herstellung organischer Strukturen so interessant. Für diesen Versuchsaufbau und den Druck der Voronoi-Formen, wurde ein Drucker mit 35cm x 35cm Druckfläche benutzt. Hier sind verschiedene Modulteile gedruckt und für weitere Untersuchungen herangezogen worden. Als Druckmaterial wurde das Filament PLA benutzt.



PLA

„Polylactide (kurz PLA) sind synthetische Polymere, die zu den Polyester gehören. Aus ihnen wird Kunststoff gefertigt, der aus regenerativen Quellen gewonnen wird (wie beispielsweise Maisstärke). Dies macht PLA zu einem biokompatiblen Rohstoff. 3D-Druck Filament ist oftmals kein reines PLA, sondern ein sogenannter PLA-Blend, dessen Grundstruktur mit Additiven angereichert wird, um bestimmte gewünschte Eigenschaften zu erhalten.“

PLA zeichnet sich vor allem durch seine Biokompatibilität aus, welche den Kunststoff lebensmittelecht macht und im Gegensatz zu ABS beim Druckvorgang mit keinem unangenehmen Geruch einhergeht. Geringe Feuchtigkeitsaufnahme sorgt für einfachere Lagerung und hohe UV-Beständigkeit, sowie schwere Entflammbarkeit sind praktische Eigenschaften für eine Vielzahl von Anwendungen. Im Allgemeinen besitzt PLA mechanisch gute Eigenschaften, wie beispielsweise eine hohe Oberflächenhärte, Steifigkeit und ein hohes E-Modul (Zugfestigkeit), jedoch nur eine mäßige Schlagfestigkeit.“ (vgl. <https://www.filamentworld.de/3d-druck-wissen/was-ist-pla/>)

Der Verbrauch pro Modul von 2,5 kg Filament, hoher Druckzeit und Heizenergie zum flüssig machen des Filaments, waren Gründe, einen alternativen nachhaltigen Weg zu gehen.

ALTERNATIVER WEG

Wir orientieren uns hierbei an dem Keramik oder Beton-druck-Verfahren. Hier können aushärtende Flüssigkeiten als Filament benutzt werden. So kann das im Verhältnis teure PLA durch mineralische Stoffe, wie Lava, Bims, Tuff, Sand und Asche ersetzt werden und somit das Substrat direkt als Form gedruckt werden. Diese Substrate haben den großen Vorteil, dass sie die Rhizogenese unterstützen, das heißt, den gesamten Lebensprozess des Wurzelapparats einer Pflanze. Dies liegt an den vulkanischen Mineralien, besonders der Lapillus (ein Vulkanit), Elemente mit blasiger Konsistenz, was eine größere Wasserrückhaltung bedeutet. Hieraus entsteht ein neues ArtLab-Projekt „Organic Brutalism“. Dieses Verfahren verbraucht keine Heizenergie und ist so auch in der Herstellung nachhaltiger. Als Bindemittel wird Magnesiumoxid zugesetzt. Magnesiumoxid wird auch im Betonbau und für den 3D Druck von Korallenriffen benutzt.

LAVA

„Lava ist im Garten oder für viele Topfkulturen ein sehr vielseitig einsetzbares Substrat. Es wird mitunter als Hauptkomponenten für Kakteenerden oder Hydrokulturen verwendet. Aufgrund der porösen Struktur von Lava hat es hervorragende Wasserleitungseigenschaften. Im Profigartenbau wird Lava auch bei Baumpflanzungen als Bodenverbesserer eingesetzt. Einerseits enthalten Lavakies und Lavasand viele wertvolle Spurenminerale wie Eisen, Magnesium oder Bor, die recht langsam und kontinuierlich im Rahmen von Verwitterungsprozessen freigesetzt werden. Andererseits kann es innerhalb kurzer Zeit die Bodenstruktur verbessern. Lava besticht durch die folgenden Eigenschaften:

- Aufnahme und Speicherung größerer Mengen Wasser
- Verbesserung der Durchlüftung des Bodens
- Optimierung des Wärmehaushalts des Bodens
- Nachhaltige Abgabe von Spurenmineralien“

(vgl. <http://www.duenger-und-erde.de/zuschlagstoffe/lava.html>)

BIMS

„Durch die porige Struktur kann Bims die Durchlüftung des Bodens, die Fähigkeit Wasser zu speichern und die Bodentextur im Allgemeinen optimieren. Bims ist förderlich für das Wurzelwachstum und kann somit die Nährstoffversorgung auf indirektem Wege verbessern. Bims ist ein rein mineralischer Zuschlagstoff vulkanischen Ursprungs. Es gilt als ein leichtes, poröses und glasiges Substrat, welches sich durch eine geringe Dichte auszeichnet.“ (vgl. <http://www.duenger-und-erde.de/zuschlagstoffe/bims.html>)

TUFF

„Bei Tuff handelt es sich um ein Auswurfprodukt von Vulkanen, das sich verfestigt hat. Diese hochwertige Vulkanasche gilt als sehr fruchtbar und stellt die entsprechenden Mineralien der Pflanze sofort zur Verfügung.“ (vgl. <https://www.vulkatec-onlineshop.de/dachbegrueung/Tuff/530000087.html>)

Die Herausforderung hier ist es die optimale Zusammenstellung von natürlichen Materialien und optimaler Drucktechnik zu finden. Hier testen wir verschiedene Gemische und testen Methoden der Fertigung. Diese Modelle untersuchen wir in abgeschlossenen Bilanzräumen, um die tatsächlichen Eigenschaften der neuen Fassadenelemente zu analysieren. Das gedruckte Substrat dient als Oberfläche zur Bepflanzung von verschiedenen Moosarten als Umweltfilter.

4.6.2 KONSTRUKTION

VERSUCHSAUFBAU

Um dieses Verfahren anwenden zu können und einen innovativen Schritt in der Prototypenherstellung von organischen Formen zu wagen, war es die Aufgabe ein passendes System aufzubauen.



Hierfür ist ein spezieller Extruder von Stoneflower benutzt worden. Die Entscheidung traf dieses Modell, da die meisten anderen Druckköpfe mit Druckluft betrieben werden und es noch dazu in Deutschland entwickelt wurde. Die direkte mechanische Zuführung des Materials garantiert eine hohe Druckqualität. Durch die Servomotoren hat das Verfahren genug Kraft, um auch mit dickflüssigen oder cremigen Materialien, noch Stabilität in komplexe Drucke zu bringen. Das Verfahren ist sicher, da es keine Heizelemente benutzt und leise.

Um die Druckfläche auf 1.10m x 1,10m zu erweitern, ist ein neuer 3D Drucker aufgebaut und in Betrieb genommen worden.



Der erste Ansatz ist ein mehrschichtiger Aufbau, mit Substratschicht, wie in Objekt #04 Balkonmodule beschrieben und ein Form gebendes Element. Die Pflanzen wachsen aus der Substratschicht durch die Form.

Der zweischichtige Aufbau verbindet mehrere Vorteile der vorausgegangenen Objekte. Die Substratschicht besteht aus Sphagnum. Der Vorteil hieran ist, dass das Moos im Winter austrocknen darf und somit als Isolation dient und im Sommer über Verdunstungskälte das Gebäude kühlt. Ebenso ist es ein idealer Nährboden für die vielfältigsten Pflanzenwelten.

AUSBLICK

Den zweiten Ansatz, der Druck des Substrats in großen Modulen, ist ein nachhaltiges Folgeprojekt. Hier wird ein neues ArtLab aufgebaut, die ersten Erkenntnisse aus diesem Objekt weiter geführt und daran weiter entwickelt und geforscht.

Ebenso ist der Druck von porösen Tonziegeln, als adiabate Kühlung, durch Verdunstungskälte gedacht. Die porösen Tonziegel dienen als umweltfreundliche Klimaanlage. Die durchlässigen, befeuchteten Tonziegel werden zu Wänden aufgestellt und entziehen der Umgebung durch Verdunstung Wärme, mit der Folge, dass der entsprechende Raum auf effektive Weise gekühlt werden kann.

4.6.3 BEPFLANZUNG

Auf den gedruckten künstlichen Felsen sollen sich Lebewesen ansiedeln und vermehren. Zur Bewachung der Module werden Moose verwendet und hier in verschiedenen Testreihen untersucht.

Wir möchten an dieser Stelle kurz erklären, wie Moose unsere Luft filtern. Viele Wissenschaftler haben sich bereits ausgiebig mit dem Thema beschäftigt. Ein besonderer Freund des Moores war Jan-Peter Frahm. (Quelle: Frahm (2008): Naturpatent Moos. erschienen in Umwelt & Gesundheit 1) Er untersuchte, wie Moose, die im Gegensatz zu anderen Pflanzen keine Wurzeln besitzen die benötigten Nährstoffe aufnehmen. Dabei stellte er fest, dass sie dies mit ihrer ganzen Oberfläche tun. Dazu bedienen sich die Moose eines Tricks, dem Ionenaustausch. Die äußeren Zellwände der Moose sind positiv geladen. Durch diese Ladung werden positive Wasserstoffionen gehalten, die von einer organischen



Säure in der Zellwand produziert werden. Trifft nun ein Regentropfen auf ein Moosblättchen, werden die Wasserstoffionen gegen andere Kationen ausgetauscht. Die Wasserstoffionen gehen in das Wasser und säuern es erheblich an. Nun besteht Feinstaub bis zur Hälfte aus Ammoniumnitrat, welches ein wichtiger Dünger ist. Ammoniumnitrat wird in der Luft aus Ammoniak und Stickoxiden gebildet. In den Städten und entlang von Autobahnen entstammt der Ammoniak den Katalysatoren und die Stickoxide den Auspuffgasen von Dieselfahrzeugen. Gerät nun solcher Feinstaub, der ja aufgrund seiner Partikelgröße (<10µm) Schwebstaub ist, durch Luftbewegung in Kontakt mit einem feuchten Moos, wird er elektrostatisch gebunden. Dadurch wird er der Atmosphäre entzogen und vom Moos verstoffwechselt.

Straßenkreuzung Deutschlands – dem Neckertor eine 100m lange Mooswand aufstellen lies. Ein Jahr lang sollte der Filter-Effekt untersucht werden. 2018 stellte Stuttgart fest, dass sich diese Investition nicht lohnte. Diese Ergebnisse sind für uns insofern interessant, dass wir im Moment schon sagen können, wann Mooswände nicht funktionieren. Die Filterwirkung des Moores beschränkt sich, laut den Ergebnissen der Stadt Stuttgart, auf einen unmittelbar kleinräumigen Nahbereich. Ein weiteres Problem stellte die Barrierewirkung der zusätzlich aufgestellten Mooswand dar, dadurch wurde Luftqualität lokal sogar verschlechtert. Unsere Moosmodule dürfen also nicht als großräumige zusätzliche Wände konzipiert werden, sondern müssen die vorhandene Architektur nutzen. Weiterhin trocknete die Mooswand in Stuttgart im Sommer 2017 soweit aus, dass das Moos, trotz Beschattung und Bewässerung abfiel. Hier muss also in Zukunft intensiv untersucht werden, ob eine Bepflanzung mit Moos nachhaltig funktionieren kann und welche Lichtverhältnisse und Bewässerung dafür notwendig sind.

Die Ergebnisse aus Stuttgart sollen und müssen in der weiteren Planung berücksichtigt werden, weiterhin muss untersucht werden, welche Mengen an Feinstaub wirklich verstoffwechselt werden und ob auch Stickoxide gebunden werden.

[Quelle: Tagesspiegel (2017): Moos gegen Mief. <https://www.tagesspiegel.de/gesellschaft/panorama/feinstaubbelastung-moos-gegen-mief/19490652.html>]

[Quelle: Tagesspiegel (2018): Mooswände helfen nicht gegen Feinstaub. <https://www.tagesspiegel.de/berlin/umwelt-mooswaende-helfen-nicht-gegen-feinstaub/22779056.html>]

Labormessung durch abgeschlossenen Bilanzraum
Da es kaum Untersuchungen im geschlossenen Bilanzraum gibt, konnten wir über dieses Projekt eine Laborumgebung schaffen. Hierfür ist ein Zelt mit Zu- und Abluft aufgebaut worden.

4.6.5 BEWERTUNGSKRITERIEN

MATERIALKOSTEN

HOCH

Da es sich hier um einen reinen Forschungsansatz handelt, sind die Kosten in der Realanwendung nicht abschätzbar. Der benötigte 3D-Drucker 1m x 1m x 1m, kostet in der Anschaffung 8000 EUR. Ein spezieller Extruder,

der, der Fluide drucken kann, kostet in der Anschaffung 1500 EUR. Neben diesen einmaligen Kosten sind die Materialkosten eher gering, da verschiedene Mischungen aus organischem Material gedruckt werden.

KONSTRUKTIONSAUFWAND

HOCH

Die Basiskomponenten wie 3D Drucker im Zusammenspiel mit dem Extruder, setzt umfangreiche Anwendungskennntnisse voraus. Wenn das Basissetup einmal funktioniert, bedeutet das allerdings nicht, dass es für jede Mischung gleich funktioniert, so dass hier viel Zeit für die jeweils richtige Einrichtung eingeplant werden muss.

WARTUNGS-AUFWAND

HOCH

Das Basissetup muss in regelmäßigen Abständen gewartet werden, um so einen reibungslosen Ablauf der Komponenten zu gewährleisten. Mit dem gedruckten Prototypen beginnt der Testlauf einer Langzeitstudie, die Witterungseinflüsse und die Traglast am Gebäude untersucht.

KOSTEN DER BEPFLANZUNG

MITTEL

Die Kosten der Bepflanzung hängen stark von der Auswahl der Pflanzen ab. Bei kleinen Abnahmemengen ist man bei ca. 20€ pro qm. Bei der Abnahme größerer Mengen wird es hier sicherlich günstiger. Die günstigere Variante wäre das Moos selbst vorzuziehen, hierfür bedarf es aber eines hohen Pflegeaufwands und vor allem ausreichend Platz.

BEPFLANZUNGS-AUFWAND

NOCH NICHT ABSCHÄTZBAR

PFLERGE-AUFWAND

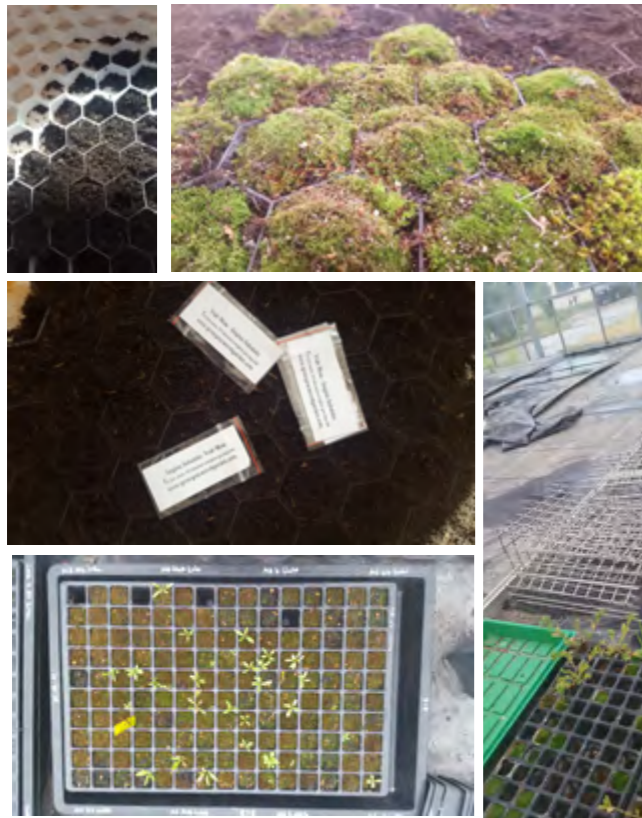
NOCH NICHT ABSCHÄTZBAR

Der Fokus liegt darin den Pflegeaufwand möglichst gering zu halten. Wir wollen ein grünes Stadtbild schaffen und Investoren, wie Wohnungsbaugenossenschaften und Private, nicht durch hohe Investitionskosten abschrecken. Hierfür werden im weiteren Verlauf Pflanzen identifiziert, die mit den Umwelteinflüssen in unseren Regionen gut zurecht kommen und wenig Pflege bedürfen.

4.6.4 FAZIT

Mit diesen ersten Erfahrungen soll in Zukunft die Entwicklung eines Prototypen weiter verfolgt werden um weitere Erkenntnisse über die Realisierbarkeit zu gewinnen. Das Reallabor „Organic Brutalism“ wird dafür als selbstständiges ArtLab-Projekt ausgegliedert. Während des Projektzeitraums entstanden erste Kontakte zur Hochschule Magdeburg Stendal um für die Realisierung alle Gebäudetechnisch relevanten Schritte, wie Genehmigungsverfahren und Traglastberechnungen zu berücksichtigen. Auch wollen wir der Kontakt in Zukunft vertiefen.

Auch die Verwendung geeigneter Pflanzenarten erfordert weiterhin umfangreiche Untersuchungen.



Da das Moos also keinen Boden benötigt, sondern seine Nährstoffe aus der Luft bezieht und auf Oberflächen wie Kies oder Felsen gedeihen kann, ist bestens geeignet für die Anwendung in unseren Modulen.

In Stuttgart war man 2017 sehr euphorisch. Der Tagesspiegel berichtet, dass die Stadt 2017 an der dreckigsten

