



## **Schlussbericht**

### **Fellowship für Innovationen in der Hochschullehre**

**Thema:** **Material Matter Lab (MML)**  
*function follows fiction*  
Smarte Materialien für den Einsatz in der Architektur

**Zuwendungsempfänger:**

Universität Stuttgart - Fakultät 1 Architektur und Stadtplanung  
Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen  
Abteilung: Biobasierte Materialien und Stoffkreisläufe in der Architektur

**Laufzeit:** 01.03.2017 bis 31.08.2018

**Monat der Erstellung:** 11/2018

**Verfasser:** Jun.-Prof. Dr.-Ing. Hanaa Dahy  
Dipl.-Ing. Michaela Mey  
Ing. Arch. Jan Petrs  
M. Arch. Piotr Baszyński



## Material Matter Lab (MML)

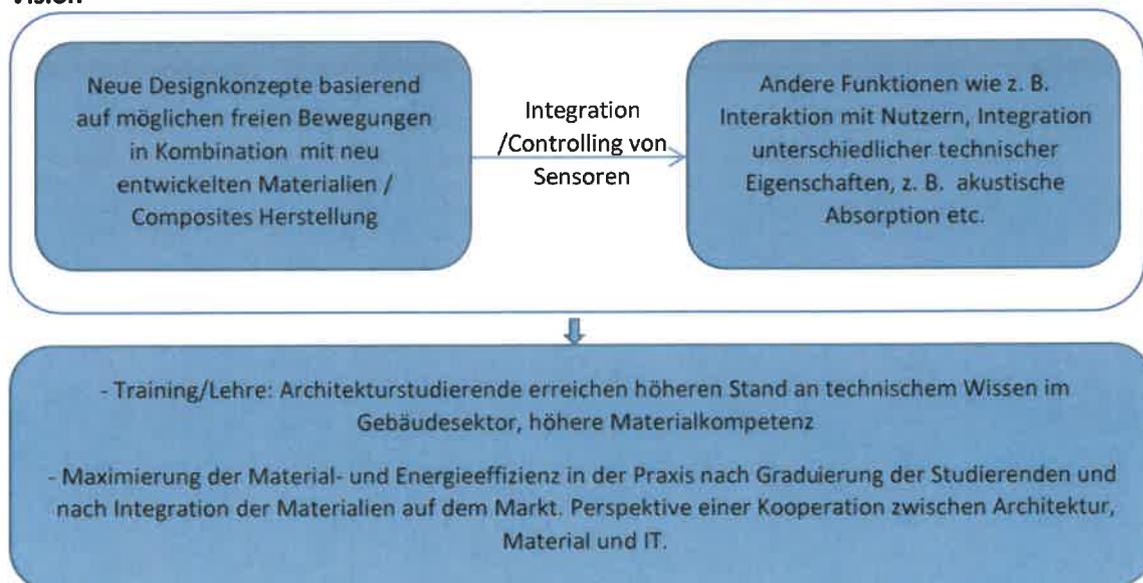
### *function follows fiction*

#### Smarte Materialien für den Einsatz in der Architektur

#### Beschreibung der Lerninnovation

Das Material Matter Lab (MML) wurde ins Leben gerufen, um Studenten im Bereich der Architektur durch eine neue Art von Lehre zu ermöglichen, in ihrem Studium einen Fokus auf fortschrittliche Materialien und Technologien im Prozess von Entwurf zu Realisierung zu legen. Die bisher gängige Praxis in der Lehre an deutschen Universitäten ist, dass sich Architekturstudenten einzig im Entwurf und mittels vereinfachender Modelle mit architektonischer Geometrie beschäftigen, ohne dabei die Fähigkeiten und das Verhalten von Materialien als Gestaltungsparameter miteinzubeziehen. Im Rahmen dieses Fellowships der Baden-Württemberg Stiftung wurden Entwurf und Materialentwicklungen unter Einbeziehung neuester Technologien wie Internet of Things, Sensoren zur Anregung kinetischer Bauteile und neue Formen der Energiegewinnung erkundet, was wiederum gänzlich neue Perspektiven für zukünftige Fragestellungen des architektonischen Entwurfs eröffnet. Die Studenten werden darin bestärkt, genügend experimentelle Erfahrungen zu sammeln, um ihre eigenen Materialentwicklungen auf kluge Weise in ihre Entwürfe zu integrieren und diese Erfahrungen wiederum in eine Vorstellung davon zu überführen, wie die Erforschung und ein umfassendes Verständnis von Materialien und fortschrittlichen Technologien architektonische Geometrie beeinflussen kann. Eines der Leitbilder der Juniorprofessur für Biobasierte Materialien und Materialkreisläufe in der Architektur ist die Notwendigkeit für zukünftige Architekten, mehr unterschiedliche Fähigkeiten und Kenntnisse in ihr Schaffen zu integrieren und einen Paradigmenwechsel zu vollziehen, welcher stark von der Interaktion mit verschiedenen Technologien wie künstlicher Intelligenz und Materialwissenschaft sowie deren positiven Effekte auf die Entwurfs- und Formfindung abhängt.

#### Vision



Verwendung von Sensorik und kontrollierter physikalischer Eigenschaften in neuen architektonischen Systemen, programmiert und installiert durch die Entwerfenden im Rahmen des Fellowships. Quelle: eigene Dokumente des Autors



**Projektbeteiligte:**

- **Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme**  
Prof. Dr.Ing. Michael Weyrich (Institutsleiter)  
[michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de](mailto:michael.weyrich@ias.uni-stuttgart.de)
- **Institut für Photovoltaik**  
Prof. Dr. rer. nat. habil. Jürgen Werner (Institutsleiter)  
[Juergen.Werner@ipv.uni-stuttgart.de](mailto:Juergen.Werner@ipv.uni-stuttgart.de)
- **Institut für Halbleitertechnik**  
Prof. Dr. habil Jörg Schulze (Institutsleiter)  
[schulze@iht.uni-stuttgart.de](mailto:schulze@iht.uni-stuttgart.de)
- **Institut für Signalverarbeitung und Systemtheorie**  
Prof. Dr.-Ing. Bin Yang (Institutsleiter)  
[bin.yang@iss.uni-stuttgart.de](mailto:bin.yang@iss.uni-stuttgart.de)
- **Institut für Elektrische Energiewandlung**  
Prof. Dr.-Ing. Nejila Parspour (Institutsleiter)  
[info@iew.uni-stuttgart.de](mailto:info@iew.uni-stuttgart.de)
  
- **IFB Institut für Flugzeugbau**  
Dr.-Ing. Yves Klett  
[klett@IFB.Uni-Stuttgart.de](mailto:klett@IFB.Uni-Stuttgart.de)  
Dipl.-Ing. Fabian Muhs  
[muhs@IFB.Uni-Stuttgart.de](mailto:muhs@IFB.Uni-Stuttgart.de)
  
- **DITF Deutsches Institut für Textil + Faserforschung**  
Prof. Dr.-Ing. Götz T. Gresser  
[goetz.gresser@ditf.de](mailto:goetz.gresser@ditf.de)  
M.Sc. Larissa Born  
[Larissa.Born@ditf.de](mailto:Larissa.Born@ditf.de)
  
- **FLO|W Studio, Fakultät für Architektur, Czech Technical University Prag**  
Doc.Ing. arch. Miloš Florián, Ph.D  
[florian@fa.cvut.cz](mailto:florian@fa.cvut.cz)  
Wissenschaftliche Mitarbeiter: Ing. arch. Jan Petrš, Ing. arch. Lukáš Kurilla



## Projektverlauf

### 1. MML Seminar im Sommersemester 2017

Das Seminar MML Material Matter Lab im Sommersemester 2017 wurde durchgeführt, um den Studierenden Erfahrungen mit einem Entwurfsprozess zu bieten, welcher – ähnlich dem Industriedesign – stark von den funktions- und materialtechnischen Aspekten einer Entwurfsaufgabe geprägt ist. Im Kontrast zur klassischen Lehrweise des Entwurfs im Architekturstudium an deutschen Hochschulen erhalten die Studenten die Möglichkeit, technologische Entwicklungen detailliert kennenzulernen und diese in ihren Entwurf einfließen zu lassen. Um die Studierenden dabei bestmöglich zu unterstützen, organisierte das BioMat die multidisziplinäre Zusammenarbeit mit Instituten anderer Fachrichtungen der Universität Stuttgart, welche über Expertise in den Bereichen Automation, Energiegewinnungssysteme, Sensorik sowie elektronische und mechanische Systeme verfügen. Diese Zusammenarbeit ermöglichte den Studenten, gute Projekte zu entwickeln und bereits einige der realen Herausforderungen im gesamten Entwicklungsprozess vom Entwurf über Fabrikation zur Anwendung zu meistern.



Diskussion zum Projektfortschritt des MML Seminars im SS 2017. Die Studierenden wurden direkt von Professorin, Lehrassistenten anderer Institute und Wissenschaftlichen Mitarbeitern beraten. Quelle: BioMat Dokumentation



*Links:* Endpräsentation des MML Seminar SS 2017, *Rechts:* BioMat-Team mit teilnehmenden Studenten und Projektbeteiligten nach der Endpräsentation. Quelle: BioMat Dokumentation



**Folgend werden studentische Projekte die innerhalb des Projektes entwickelt worden sind einzeln dargestellt:**

**1. Projekte MML SS 2017**

Studierende:

- Lukas Breitsameter - Kinematische Fassadenelemente
- Kristina Balusikova - Interaktive Fassaden
- Mona Mühlich - Fassadenintegrierte Photovoltaikzellen
- Narges Hamid Lakzaeian - Energiegewinnende Membranen
- Jingying Wang – Interaktive Fassadenelemente

## Einführung

Wirft man einen Blick auf den aktuellen Stand der Architektur, dann ist klar zu erkennen, dass die Baukunst sich gewandelt hat. Im Laufe der Geschichte der Architektur entwickelten sich immer mehr Anforderungen an das Gebäude und so auch an dessen Hülle, die Fassade. Durch den Fortschritt der Technologie wurde es möglich die Fassade beweglich und intuitiv zu gestalten. Dadurch entstanden neue vielseitige Konzepte, die aus Bereichen der Kunst und Wissenschaft, wie z.B. der Biologie abgeleitet werden konnten. Die aktuelle Aufgabe eines Architekten besteht, in Folge dessen, nicht nur darin, bestehende Systeme umzusetzen, sondern auch Ideen zur Weiterentwicklung der Architektur zu schaffen. Hierbei besteht die Schwierigkeit, eine Symbiose aus Funktion und Design zu schaffen, die sowohl in seiner Wirtschaftlichkeit als auch in seiner Nachhaltigkeit überzeugt.

Ziel des Entwurfs „Material Matters Lab - form follows fiction“ war, die Entwicklung eines neuartigen Fassadensystems, welches den Anforderungen der modernen Architektur in Design und Funktion entspricht. Der Leitfaden meines Entwurfs orientiert sich an dem Prinzip einer kinematischen Fassade, welche

es sich intuitiv nach der Einstrahlung der Sonne entweder schließt oder öffnet, um eine angenehme Atmosphäre im Gebäude zu erreichen. Des Weiteren stand neben der Funktion auch die Gestaltung einer neuartigen Fassade im Vordergrund, die ihre Bewegung durch Faltung und Flexibilität erhalten soll.

Das Design wurde von der Kunst des Origami (jap. von oru = falten + kami = Papier) abgeleitet. Hierbei besteht die Kunst darin, aus einem quadratischen Papier zwei- oder dreidimensionale Figuren zu erschaffen. Nach einer intensiven Recherche der verschiedenen Körpern und Faltungstechniken, fiel die Wahl auf die so genannte „Vogelgrundform“ (Abb. 5). Bei der Faltung dieser Form bildet sich nach den ersten Schritten ein komprimiertes Quadrat, das genau die Hälfte der Größe des eigentlichen Blattes aufweist. Durch einen leichten Zug an den gegenüberliegenden Ecken, faltet sich das Objekt zu seiner Ursprungsgröße auf und Folge bei Druck wieder zurück.

Das Ziel der Arbeit war, die Origami-Form zu einer modernen Fassade zu gestalten, die sowohl intuitiv durch Lichtsensoren auf die Sonneneinstrahlung reagiert, als auch je nach Belieben mit dem Smartphone gesteuert werden kann.

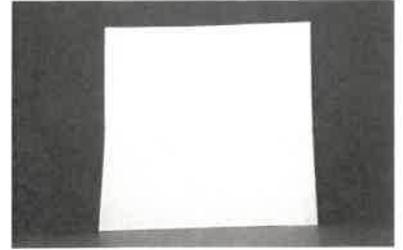


Abb. 1: Panel aufgeflacht

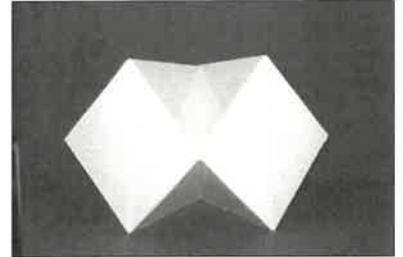


Abb. 2: Panel zusammengefaltet

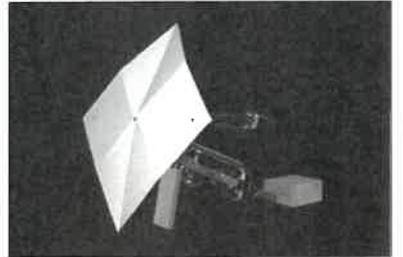


Abb. 3: Prototyp geschlossen

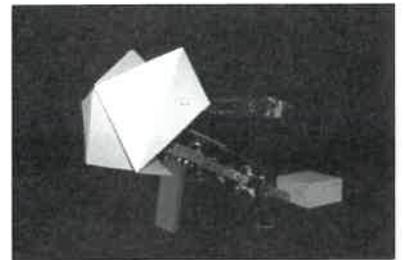


Abb. 4: Prototyp geöffnet

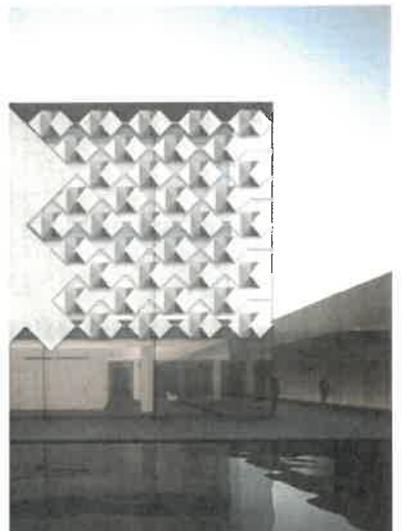


Abb. 9: Fassadenanwendung  
Gebäude: Thaco-Pedro  
Quelle: CGArchitect

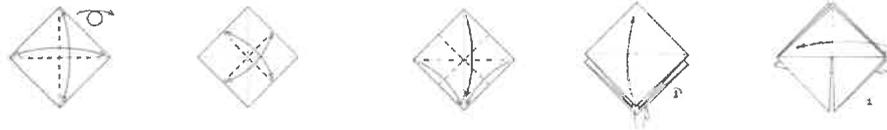


Abb. 5: Faltungablauf



Abb. 6: Origami Faltung

Abb. 7: Fassadenmodell

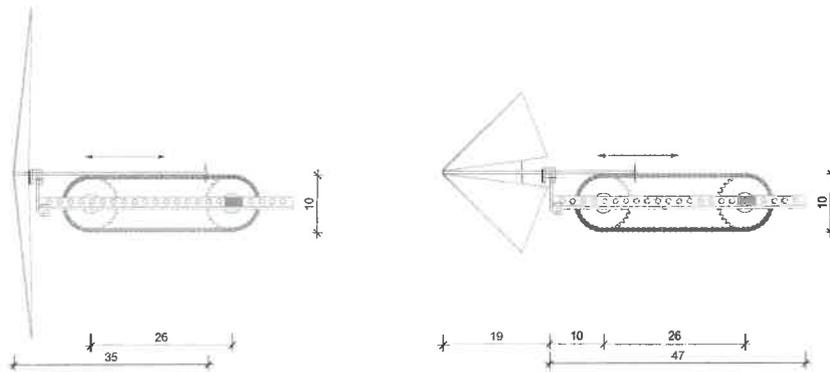


Abb. 8: Detail Mechanismus M 1:5

## Realisation

Nachdem das Konzept in kleinem Maßstab (Abb. 6) überzeugt hatte, kam die Frage auf, welche Materialien sich eignen würden. Voraussetzung für die Verwendung waren Leichtigkeit, Flexibilität und Witterungsbeständigkeit.

Hierbei fiel die Wahl auf zwei verschiedene Varianten. Die erste Möglichkeit war das Arbeiten mit perforierten Aluminiumplatten und Schanieren. Das zweite Konzept beschäftigte sich mit der Umsetzung des Designs mit Duroplasten, das leicht, witterungsbeständig und dank verschiedener Schichten hoch flexibel ist.

Nach mehreren Test der Materialien stellte sich das Duroplast als vorteilhaft heraus, da es individuell an die Bedingungen angepasst werden kann. Desweiteren stellte es sich während des Falzens als äußerst leichtgängig heraus und ähnelte dabei seinem Vorbild der Papierfaltung sowohl in Faltverhalten, als auch im Design. Das Panel besteht dabei aus: 1 Schicht PVC-Folie 500x500 mm, 7 Schichten Faserverbund-Werkstoff bilden die Dreiecke (3 mal Faltbereich 10mm, 2 mal Faltbereich 20mm, 2 mal Faltbereich 30mm), 1 Schicht Elastomer 500x500 mm.

Nachdem das Design feststand, musste der Mechanische und der Technische Bestandteil des Projektes gelöst werden.

Während der Test im kleinen Maßstab kamen zwei Bewegungsarten in Frage. Die Bewegung durch Druck und Zug von den Seiten oder durch einen Stab in der Mitte des Panels zu erreichen. Hierbei musste auch berücksichtigt werden, dass dem Element eine Richtung vorgegeben werden muss, weshalb man es entweder nicht vollständig flach öffnet oder die vertikalen Ecken so befestigt, dass sie nur die Gewünschte Richtung einschlagen können.

Nach Test mit beiden Varianten, fiel die Wahl auf den Mechanismus, welcher die Bewegung durch die Mitte des Elements initialisiert.

Es konnte in Wirtschaftlichkeit und Gewicht überzeugen, da es im Gegensatz zur anderen Variante nur einen Bewegungsmechanismus und einen Motor benötigt. Der Mechanismus besteht aus einem „Kette und Kettenrad“-System, das mit einem Servomotor betrieben wird. Dadurch lassen sich durch die Programmierung verschiedene Stufen der Öffnung festlegen. Der mit dem Element verbundenen Stab öffnet das Panel bei Druck und schließt es bei Zug. Die Steuereinheit des Motors kann per WiFi mit dem Smartphone oder dem Computer verbunden und gesteuert werden. Hierbei kann man zwischen 10 Stufen der Öffnung entscheiden oder den Sensormodus einstellen, in welchem sich das Panel je nach Belichtungsstärke entweder öffnet oder schließt.

Durch diese Variabilität erstrahlt die Fassade je nach dem Willen des Menschen oder der Natur in einem anderen Licht.

# Mirror Swarm

Material Matter Lab    function follows fiction

Kristína Balušíková

Professorin: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Hanaa Dahy  
 Department of Bio-based Materials and Materials Cycles in Architecture (BioMat)  
 at the Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen (itke)  
 in cooperation with:  
 Faculty 5, coordination: Prof. Dr. habil. J. Schulze



Universität Stuttgart



## Introduction

Last two decades some architects have used tools, which are based on nature principles. Thanks to globalization and multidisciplinary, contemporary architecture uses principles based on computing design, engineering, sociology or nature systems. Implementation of these principles brings new possibilities to architecture and design and new ways how to develop it. Design for performance and interaction is specifically designed to bring people from different disciplines together within one project. They could be with different background, they can be engineers, architects, designers or programators. This project is pilot phase of an interactive interior wall. Interaction through servo motors using intelligence to interact with humans, implementing biomimetic principles. Pilot project in collaboration between Faculty of architecture and Faculty 5: Computer Science, Electrical Engineering and Information Technology of University of Stuttgart.

### Project Development

The project is divided in three phases. Phase A contains one module. Understanding how miniservo motors works and developing system for controlling small amount of motors was the first goal. The module is scalable, contains 15 mini servo motors. In phase B will be the module implemented to bigger size - size of mechanical mirror with more than 9 hundred of motors, possible to show mirror picture of person standing in front of the mirror. The last phase C is implementing the system to interior interactive wall, using algorithm for swarm behaviour. Swarm will react to human's movement around the interactive wall so, it will attract to human's position, or drive away.

### Material

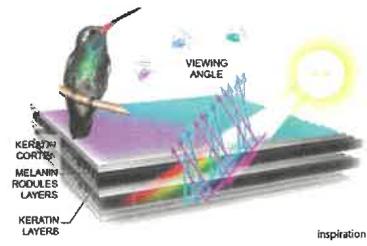
After visiting material libraries MatériO in Prague and Raumprobe in Stuttgart and checking all available materials with dichroic effect the proper one was chosen and ordered from Sibü Design Austria.

### Future Work

Interactive wall consisting of thousands of elements is simulating swarm behaviour through movement. The boid system interacts with people walking around the wall through attraction or driving away.

### Conclusion

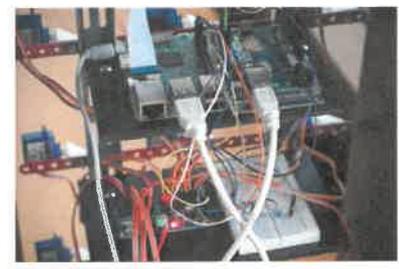
This project was a very interesting experience. New way how to design architecture in cooperation with elektroengineers was very good beginning and example, how study of architecture in this age should look like. The potential of this project for next semester is big. First base system how to develop the interactive wall is designed, in next step we can focus on the precision of mechanical parts, developing structure and interconnecting big amount of motors. This system is usable mainly for interiors. If we think about facade systems, it has potential to develop an interactive facade reacting to the environment.



Inspiration



inspiration



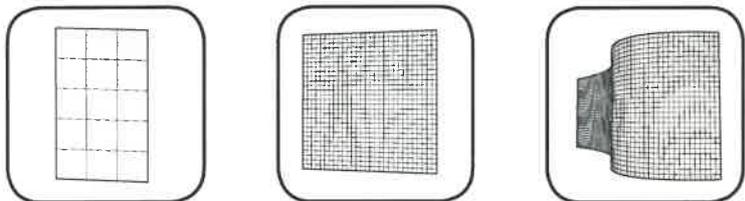
ardimos



material



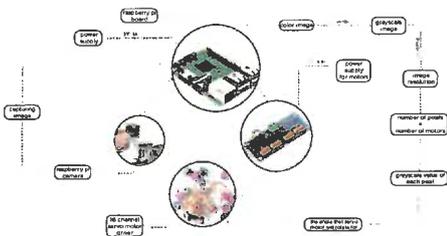
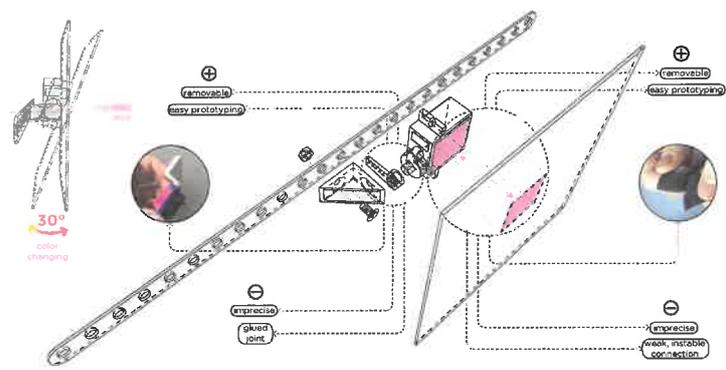
prototype



Phase A: controlling small amount of motors developing one module 15 motors

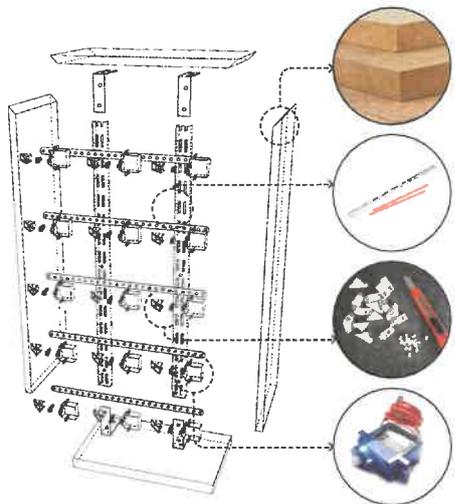
Phase B: implementing module system mechanical mirror 9 hundred of motors

Phase C: interactive wall swarm system integrated thousands of motors



### Algorithm:

1. The Camera captures the image and sends it to the Raspberry Pi.
2. Convert the color image into Grayscale image and adjust the image resolution as required depending on the number of motors.  
 (Number of Pixels == Number of Motors)  
 Example: The prototype has 15 servo motors arrange in the form of 3 X 5.
3. Map the Grayscale values of each pixel to the angle that servo motor will rotate for.  
 Example: Grayscale value range = 0 to 255 Servo motor angle range = 0 to 180 degree  
 Let the grayscale value of Pixel,  $i = 200$ .  
 Then the respective angle  $a = (180/255) * i$   
 $= 0.7 * 200 = 140$  degree
4. Send the angle values to the PWM - channel servo motor driver.  
 The servo motor driver controls the motors.





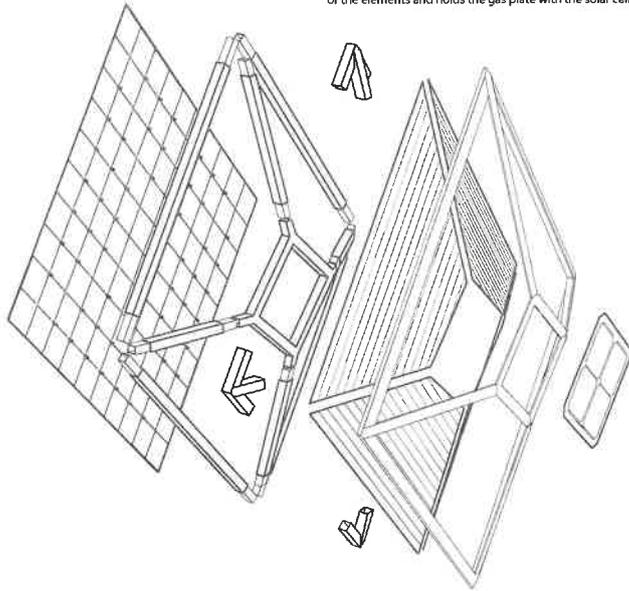
## Introduction

The main aim of the design studio was to develop a facade, focusing on "integrated solar cells". Integrated solar cells can be divided into two areas of interest. The first, integration, prompts the question why should we integrate solar cells into our facade? Clearly we would want to exploit readily available energy already exposed to the surface. Furthermore, how we wish to utilise the energy afterwards is even more interesting. What should be integrated solar cells into? There are tests on integrating invisible solar cells into glass windows on one hand and on the other hand there are whole facades made out of solar cells. In the first case it is not about finding an aesthetic way of integration, but about non visibility with new technical innovations. In the second case we are talking about the use of the own aesthetic the cells have and not mainly about integration. From this line of thinking came the step to integrate the solar cells in a system instead of integrating them in a material itself. The system itself consists of different materials. The second branch of the topic is the solar cell itself. For gaining energy it needs as much sun as possible. As the sun is not fixed to one point, the first intention is the orientation and tracing of the sun. This includes movement we usually get through motors. Our motors run in most cases with electrical energy.

### Developing Patterns

Firstly, the basic structure of the system needed to be developed. The combination of tiling and the natural proportions of the golden ratio led to the aperiodic Pentrose Tiling. There are three types of Pentrose tiling. Here we discuss the Rhombus Tiling. It consists of two diamond shapes with the same side length but different angles. The angles of the wide rhombus are 72, 108, 72 and 108 degree. The narrow one has angles of 36, 144, 36 and 144 degree. What is interesting about them is that the ratio between the angles is the Golden Ratio.

Those two shapes build the base of the pattern of the facade. Also the natural systems gave the inspiration for the technical idea of the energy autonomous solar elements. The system works as a regulator. At day time the facade protects from the sun. But the protection utilises the energy instead of blocking it, thus providing the required light energy during the night. Harvested energy during the day is used to illuminate the facade at night. Each of the elements will light in one colour. The colour can be controlled and changed. In that way the elements functions as a pixel in the facade. The idea is to have each element as a closed circle. With the solar cells the energy is harvested and stored in a small battery over the day. From the battery the LEDs gain the energy to alight the facade at night. The regulation of the colour can be done via the wifi of the mini controller.



Axonometry Element

## Realisation

### Developing Basic Structures

The structure of the elements is made of 30mm by 30mm squared hollow profiles of aluminium. The frame is constructed in pieces, which are stuck together with connection components and fixed with metal pins. Each single facade elements is connected to the element around and fixed to the supporting substructure. On the inner side of the element a steel grid holds the LEDs and allows wires to be passed between them. In addition, the grid does not reduce light. On top of the profiles the textile is held with 2mm by 30mm terminal cover strips. Rolled tubes hold it in place without destroying the textile. The silicon solar cells are laminated on a glass plate which is fixed on the top of the aluminium construction.

### Methods/ Mock Up/ Try outs

#### 1st - solar cells - an autonomous source of energy

For research reasons the electrical installation of the solar cell had been built. It shows how the system of the solar cells work in the facade. The mock up is done in cooperation with the IPV Institute at the University of Stuttgart. They connected and laminated the fragile cells on a glass plate. In each element, there are four single crystallized silicon cells. Output connectors of solar cells are located on the back side and each cell are connected to one another serially. Under full solar radiation (1000W/m<sup>2</sup>), maximum power point voltage(Vmpp) of the module is 2.2V and the current(Imp) is 6A. In solar applications, storage devices are charged by using a maximum power point tracker, also known as optimizer. These devices make some iteration on the maximum power point of solar modules to harness solar energy efficiently and charge the batteries as fast as possible. In this project a simpler method is used since there are some technical limitations in the system, such as the inadequate output voltage of the solar module.

#### 2nd - Control and Changing of Colours

A model of three elements in scale 1 to 5 shows the effect of the changing colors. Here again the cooperation with the electrical and computer engineers worked out very well and opened the path from the idea to a running system of the mock up. There are two wide elements, each of which has eight LEDs and the narrow one has four LEDs. There are 20 LEDs controlled by an Arduino Mega(microcontroller). Each LED has four pins corresponding to, three anodes and a common cathode. The multicolor LED in turn contains LEDs of the colors red, blue and green. This means to control each LED individually four pins in the arduino had been used, three digital ones and the ground. In

### Integration and Combination

The third dimension caters for the addition of the solar cell. The cell is placed prominently in the centre of the diamond, rotated so that the corners align with the diamond. With a difference in height between the base and the solar cell it creates a pyramid with flat top. The four sides are similar to each other.

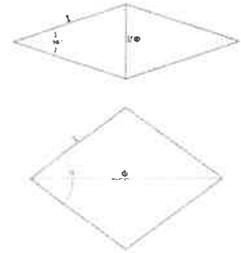
### Sources of Energy

Coming back to the question: "What will the energy be used for?"

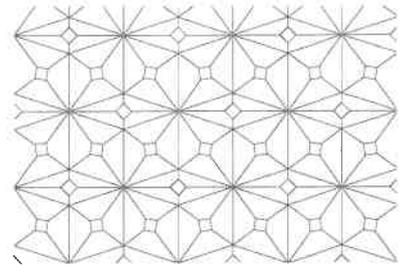
Guided by the inspiration of nature the wish to create an energy-autonomous system became a leading factor. In addition to this the idea of a day and night circle or activity prompted the further developments. The system works as a regulator. At day time the facade protects from the sun. But the protection utilises the energy instead of blocking it, thus providing the required light energy during the night. Harvested energy during the day is used to illuminate the facade at night. Each of the elements will light in one colour. The colour can be controlled and changed. In that way the elements functions as a pixel in the facade. The idea is to have each element as a closed circle. With the solar cells the energy is harvested and stored in a small battery over the day. From the battery the LEDs gain the energy to alight the facade at night. The regulation of the colour can be done via wifi. The information about sunrise and sunset, in a location, can be put on the mini controller for the LEDs.

### New Materials and Technologies

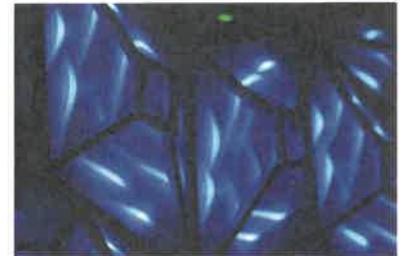
The facade covers a whole building from all sides. To make it possible to have daylight in the building, the majority of the facade needs to be translucent. The best option for a light, translucent material with sun protection is a textile. Another requirement for the main cladding material is to support the lightning. As a matter of efficiency the textile needs to support the light of the LEDs. With the reason to make the most of the energy harvested by the solar cells. The textile spanned on the elements is from company Ettlin developed in cooperation with the ITV Denkendorf. The Ettlin LUX Miracle textile has fibres wovles in that guides the light. This creates a special effect in combination with the LEDs. With only a point light, a curve of light is visible, through the textile. Through a small amount of LEDs already an impressing effect is possible. The textile creates a three-dimensional effect. Passing by the installation the phenomenon shows different variations. The textile is fixed on the aluminium structure. Aluminium is a light, stable and weather resistant material, which perfectly fits the criteria. The frame gives the construction base of the elements and holds the gas plate with the solar cells in the middle.



Pentrose Tilling



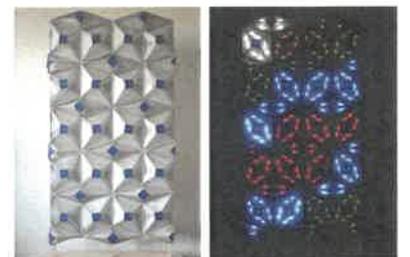
Facade Pattern



Textile Effect



Model Picture Detail



Model Picture Front

order to use the limited number of pins required to control them economically, always two LEDs are connected in parallel. Thus, two LEDs could be controlled with three pins and the cathodes of all LEDs are connected to the two common grounds in the Arduino via current limiting resistors. All in all, the digital pins from pin22 to pin51 are used to control 10 pairs of multicolor LEDs.

#### 3rd -The Model of a Facade

On a surface of about one and a half meter to eighty centimeter a model in 1 to 5 scale exhibits a part of the facade. The scale change allows giving an impression of the overall effect of the facade. The model is made of wood, the textile in question and lighting exposure is lower. The focus of the mock up is on the electronics. With a basic introduction into electronics from Electronic Engineering students, it was possible to build a fully functioning mockup as a lay person. In the mock-up, 5 LEDs are always connected serially. About 40 groups of serially connected LEDs are connected in parallel to a whole circle. The mock-up is made with different colored LEDs to show the visual effect of the facade. The whole system is powered via 12v power supply.

### Outlook - future prospects

The developed facade has several new aspects, that are part of interesting topics now and for the future developments. On aspect is the relation between one single element and its interaction in the context of the over all system. The coloured elements are all working for themselves but their colour is controlled centrally.

This leads to a second feature this projects contains. The elements are energy-autonomous, which means they do not need a power supply but can still be externally controlled. But you still give them external informations. There are already a few examples in our daily surrounding with similar systems, like parking ticket machines or speed limit controller. Still the idea of only giving or taking informations without the need of external power supply is an interesting topic.

Moving back to the design aspect, the coloured elements are centrally controlled. As a conclusion, each of the elements functions as a pixel in the facade. The whole building can be used as a screen. Advertisements could be shown and they would have such a unique style that the impression is one of a piece of art. Impression is the one of a piece of art. Another option would be a transfer of non commercial informations. The weather forecast for the next day could be shown. Or use the option directly for a changing art installation. The possibilities are truly vast and there are many imaginable scenarios the developed facade brings with it.



Night Perspective

# Solar Camping Tent

Material Matter Lab function follows fiction Narges Hamid Lakzaeian

Professorin: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Hanaa Dahy  
 Department of Bio-based Materials and Materials Cycles in Architecture (BioMat)  
 at the Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen (itke)  
 in cooperation with:  
 Dr. rer. nat. habil. Jürgen Werner Institut für Photovoltaik, *ipv*  
 coordination Prof. Dr. habil. J. Schulze Faculty 5



Universität Stuttgart



## Introduction

Harvesting energy from the sun makes a lot of sense in hot desert environments, and the U.S. military has taken advantage of solar technology in the past by developing energy generating solar backpacks and watches for its troops in Afghanistan and Iraq. The idea of this project is applying photovoltaic cells on a simple and small camping tent to provide electricity for people who are using the tent. Referring to U.S. military solar powered cells, the idea is not new. But this project is representing a mobile structure combined with photovoltaic cells to obtain the highest possible efficiency of solar energy by rotating and moving.

### Concept

Following my interest to natural phenomena, the concept of design is inspired from sunflower plant. During the day, young sunflower plants track the sun from east to west. At night the plants turn to face east awaiting the rising sun. Adult sunflowers settle down and just face east. The movement of the sunflower is due to uneven growth. This growth is driven by genes that respond to light and the plant's circadian rhythm. These sun-oriented behaviors give sunflowers advantages. Inspiring with this concept, the project is a sun track gadget to obtain more light and generate electricity. However the gadget move manually not automatic, but the project will be developed in the future to track the sun by monitoring and moving with a motor

### Design Process

The idea was a double skin tent which covers a usual camping tent (first skin). Second skin divided to small movable strips. Then every strips divided to small tensile textiles. At the end there is one big rotating arc with PV cells.

### OPV Cells

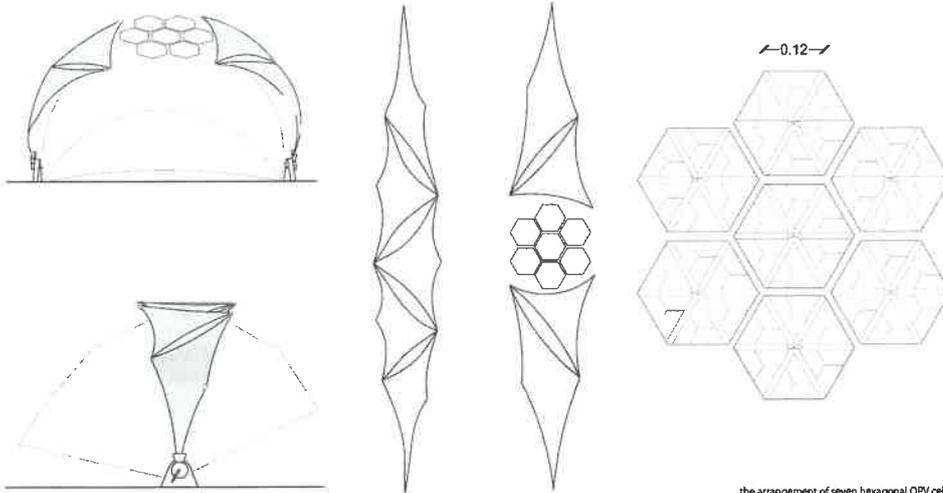
Organic photovoltaic (OPV) materials are technology of the 3rd generation of PV which convert light into electrical power. In contrast to typical inorganic silicon cells, OPV laminates have a flexible structure and are robust against ambient conditions. Thanks to the Freedom of Design of OPV, it can be adapted to almost any surface. OPV uses sustainable, carbon-based "organic" materials. The main difference to inorganic photovoltaics is the operating principle: OPV absorbs light in a bulk, not at a discrete interface.



Young sunflowers turn to face the sun as it moves across the sky



US Military Solar-Powered Tents



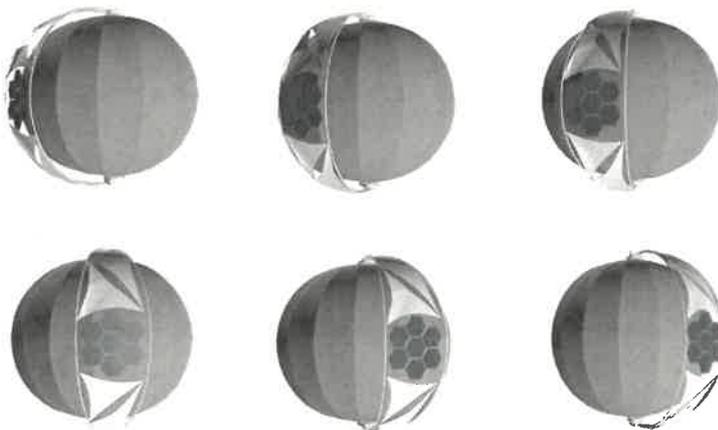
the arrangement of seven hexagonal OPV cells



Solar Tent



OPV Cells



Inspiring Sunflower plant, the structure is a sun track gadget to obtain more light and generate electricity.



# AUFBLÜHENDE FASSADE

Material Matter Lab function follows fiction

Jingying Wang

Professorin: Jun.-Prof. Dr.-Ing. Hanaa Dahy  
Abteilung Biobasierte Materialien und Stoffkreisläufe in der Architektur (BioMat),  
am Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen (ITKE)  
in Kooperation mit:  
Fakultät 5: Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik,  
Koordination: Prof. Dr. habil. J. Schulze



Universität Stuttgart

BioMat.

## Konzeptentwicklung

'An Zukunft denken.'

Als Motor des Entwurfs steht die Integration von Fassadengestaltung mit anderen Fachbereichen wie Sensorik, Informatik und Biomimetik als zentraler Punkt. Entweder in funktionaler Hinsicht oder im ästhetischem Aspekt sollte ein innovative Fassade, geprägt vom Charakter der zeitgenössischen Technik (Industrie 4.0) geplant werden, um ein neues Erscheinungsbild der Architektur zu geben und die immer ansteigende Anforderungen vom Benutzer zu verdecken.

Durch die Untersuchung der gebauten Referenzprojekte ist die Dynamik, die fließende Bewegung des Fassadenelements in meiner Ansicht die größte Anziehungskraft der sogenannten intuitiven Fassade, welche auch weiter als eine der wichtigste Parameter des Entwurfs betrachtet wird.

Ein Foto, in dem ein Man vor einem riesigen Gitterwand aus Backstein steht und von dem Lichteinfall des Innenraum bezaubert reinschaut, hat mir ins Auge gefallen und mich besonders inspiriert.

Das bauphysikalische Eigenschaft der Fassade ist immer von lokalen Anforderungen abhängig. Im Lateinamerika und China z.B ist sogenannte Gitterwand als Gebäudehülle häufig zu sehen. Es braucht nicht unbedingt perfekt gedämmt und geschlossen zu sein. In solchen Situationen stellt der Gitterwand eine vage Begrenzung zwischen Innen- & Außenraum dar, und garantiert dazu natürliche Belüftung und Blendschutz zu dem Gebäuden. Andererseits ist der Zauber des Gitterwands selbst. Durch seinen halboffenen und halbgeschlossenen Charakter ist die Überleitung der Information von innen nach außen bzw. außen nach innen niemals vollständig und unübersichtlich. Das erzeugt Neugier - eine der einzigartige menschliche Natur.

„Was passiert gerade darin?“

Es darf sehr unterschiedliche Antwort geben. Aber das Ziel ist schon mal erreicht, solange irgendeine Frage bezüglich dem Gebäuden gestellt ist. Eine einseitige Reaktion ist geschehen. Mit Hilfe der Sensorik und Motorik darf solche Kommunikation noch verstärkt werden - also dem Gebäude anscheinend eine gewisse Intelligenz zu geben und damit eine Kommunikation zwischen Fassade und den vorbeilaufenden Leuten zu schaffen.

Aber wie genau soll es funktionieren?

Ohne lange Überlegung ist die Antwort da - die Fassade bleibt ruhig offen, bis jemand es annähert und genauer beobachten möchte, schließt es wieder zu. Damit scheint die Fassade ihr eigenes Selbstverständnis besitzen und sich bewusst gegen dem Wunsch der Leuten benehmen.

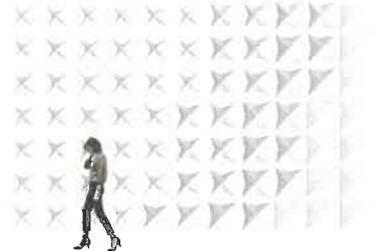
'Gegen dem Wunsch der Leuten' ist die wichtigste Konzept in diesem Entwurf, obwohl der Wille des Menschen in jeder Art von Design immer das Wichtigste zu betrachten und zu folgen ist.

In diesem Fall sind die Menschen dennoch je nach ihre Positionen auf zwei Arten aufgeteilt - innen oder außen dem Gebäudes - nämlich die Benutzer und andere potenzielle Benutzer. Die Neugier von potenziellen Benutzer soll nicht befriedigt und dadurch verstärkt werden, damit denen auch die Idee ankommen kann, in das Gebäude einzutreten und sich die Atmosphäre persönlich zu empfinden.

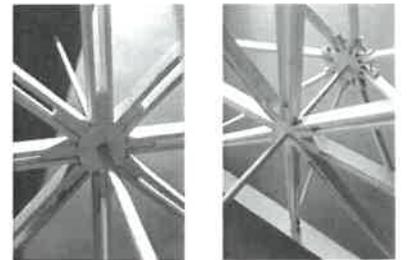
Es bezieht sich natürlich auch auf die Nutzung des Gebäudes. Öffentliche oder halböffentliche Nutzungen wie Museum, Galerie, Artstudio sind optimal geeignet. Außerdem sind sogar Fitness, Restaurant, Coffee Bar oder einfach typischer Treffpunkt innerhalb einem Gebäuden hinter solchem intuitiven Fassade gut vorstellbar.



Fassade geöffnet



Fassade zur Hälfte geschlossen



Detailfotos



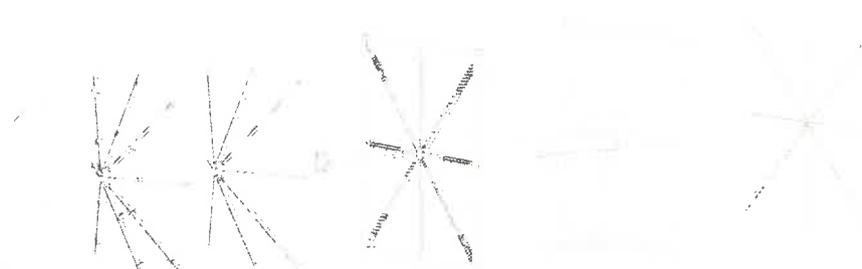
Konstruktion



Detail: Achse



Gesamtansicht Prototyp



Axonometrie

## Konstruktion

Die Bauweise des Schirms erinnert mich an Papierdrachen bzw. an Ölpapierschirm - ein traditioneller Schirm aus in Öl getränktem Papier. Hier sind die Herstellungsschritte besonders interessant und vorbildhaft für eine ähnliche Holzkonstruktion aufzubauen.

Im Allgemeinen kann man den Prozess in vier Schritten unterteilen:

1. geeignetes Holz wählen;
2. Gerüst herstellen: Holz wird gespalten und in Streifen geschnitten. Danach werden darauf Löcher gebohrt, zusammengesetzt. Fäden durch die Bohrung gefädelt und mit dem Schirmhalter und Schirmkopf zusammengebunden;
3. Schirmoberfläche auftragen: Papier wird zurechtgeschnitten und dann auf das Gerüst geklebt. Überstehende Ränder werden gekürzt, Öl aufgetragen und danach unter der Sonne getrocknet. Prinzipiell ist ein Schirm in dieser Phase bereits nutzbar;
4. Bemalen des Schirms mit Bildern.

Im Vergleich zum Regenschirm gibt es noch ein großes Unterschied, dass das Gerüst als stabile Tragkonstruktion der Fassade bedient und auf mit Langloch versehenen Holzleisten befestigt ist.

Der Schirmhalter bewegt dabei in horizontale Richtung nach vor und hinten, währenddessen die acht Träger sich entsprechend in jeweilige Richtung mit Hilfe von Langloch und Schrauben vor und zurück verschieben kann.

3x10mm dicke Flachleiste aus Fichte werden als Träger bzw. die immer zu zweit parallele, mit Langloch versehenes 'Gleis' für Gerüst verwendet. Die Länge und Position des Langlochs ist bedingt durch die Länge des Träger bzw. den Abstand zwischen Schirmkopf und Gleis durch Satz des Pythagoras vorgerechnet.

Bei der zwei Knotenpunkten - Treffpunkt von Träger bzw. von 'Gleisen' werden relativ härtere Multiplexplatte gebraucht, im Holzwerkstatt nach gewünschter Form zugeschnitten. Auf der Flachleiste werden Löcher gebohrt und mit 2mm dicke Seil mit dem Multiplexplatten zusammengesetzt.

Um ein flüssiges Bewegungsprozess zu schaffen, gibt es noch einige Details zu beachten:

1. Der Zwischenabstand des Gleis soll ein bisschen breiter als Dicke der Holzleiste 3mm - also 4mm sein. Das gleiche gilt auch für Schirmkopf - damit die Holzleiste in bestimmter Achse drehen können.
2. Der allerwichtigste Bestandteil - der mittlere Schirmhalter - darf sich nicht durch das Eigengewicht des Schirms nach unten verbiegen. Sonst ist der Kraft von dem Motor nicht gleichmäßig auf acht Achsen weitergeleitet und die Bewegung kann halbwegs verstopft werden.

Die Lösung dagegen ist einerseits ein biegefesten Metallstab als Schirmhalter zu benutzen, andererseits ist ein Behälter für den mittleren Stab sowohl im Schirmkopf als auch im Loch des Hinterteils zu befestigen.



## 2. Ausstellung *Biobasierte Nachhaltige Smarte Materialien*

Als Fortführung des MML Seminars im Sommersemester 2017 wurde vom 06.11.2017 bis 18.11.2017 eine Ausstellung im Foyer des K1, Gebäude der Fakultät 1 Architektur und Stadtplanung, Keplerstraße 11, Universität Stuttgart organisiert. Die Ausstellung zeigte sämtliche Projekte, die im Rahmen des Seminars von den Studierenden entwickelt wurden sowie aktuelle Produkte und Prototypen aus der Materialforschung des BioMat wie beispielsweise Akustikpaneele aus biobasierten Materialien oder Lounge-Möbel, welche aus einem von BioMat neu entwickelten, biobasierten, nachhaltigen Material namens BioFlexi hergestellt wurden. Den Studierenden bot sich hiermit eine gute Gelegenheit, die vorherigen Entwicklungen in ihre eigene Arbeit zu integrieren. Als Forschungsabteilung an der Schnittstelle von Wissenschaft und Industrie lud das BioMat zur Ausstellungseröffnung sowohl Gäste aus dem akademischen Bereich als auch aus der Industrie ein, um deren Feedback zur im Rahmen des Fellowships vorangetriebenen Forschung und Lehre zu erhalten.



Studentische Projekte des MML Seminars im SS 2017 wurden im Rahmen der Ausstellung *Biobasierte Nachhaltige Smarte Materialien* der Öffentlichkeit präsentiert. Quelle: BioMat Dokumentation



Die PLUS-Lounge wurde als Teil der Ausstellung *Biobasierte Nachhaltige Smarte Materialien* im Foyer K1, Gebäude der Fakultät 1 Architektur und Stadtplanung gezeigt. Quelle: BioMat Dokumentation



### 3. Offener Workshop mit der CTU Prag

Als Teil des Material und Struktur Seminars MML – Material Matter Lab, geleitet von Jun.-Prof. Hanaa Dahy, fand ein gemeinsamer Workshop mit Studenten und Architekten der CTU Czech Technical University Prag und Studenten der Bachelor- und Master-Studiengänge in Architektur der Universität Stuttgart sowie dem 3. Semester des ITECH Studienprogramms der Universität Stuttgart statt. Der Workshop erfolgte in Zusammenarbeit mit dem IFB Institut für Flugzeugbau der Universität Stuttgart. Die Veranstaltung vom 15.-20.11.2017 beinhaltete zahlreiche Vorträge der beteiligten Institute, eine Besichtigung der raumproben Materialagentur in Stuttgart sowie einen zweitägigen Formfindungsworkshop zum Thema Faltstrukturen, welcher mit einer Endpräsentation am 20.11.2017 abgeschlossen wurde.

Während dem Intensiv-Workshop hatten die Studierenden die Möglichkeit, nach der Formfindung verschiedener funktioneller Systeme auf Basis von Faltpatterns selbst Prototypen ihrer Entwurfskonzepte anzufertigen. Durch die Teilnehmer wurden abhängig vom definierten Entwurfsziel verschiedenste Ansätze zur Nutzung von Faltsystemen erkundet – sei es um Bewegungen zu ermöglichen, Volumen zu minimieren, Steifigkeit in Sandwich-Kernen zu erreichen oder geometrische Variation zu erzeugen (Übergang des geometrischen Formzustands in einen anderen). Für jeden Fall wurden andere Materialien und Fabrikationsmethoden angewandt; es wurden belastbare oder entfaltbare Strukturen erreicht.



Links: Computational Design Tutorial von Ing. arch. Lukáš Kurilla, Rechts: Endpräsentation der Workshop-Teilnehmer. Quelle: BioMat Dokumentation

#### Die Vorträge lauteten unter anderem:

- Materials, architecture and fabrication von Jun.-Prof. Hanaa Dahy
- Small kinks big effect – function based sandwich cores von Dr.-Ing. Yves Klett und Dipl.-Ing. Fabian Muhs (IFB, Uni Stuttgart)
- Folding mechanisms and robotics von Ing. arch. Jan Petrš (CTU Prague, FLO|W Studio)
- Vortrag zu Simulation und Optimierung von Ing. arch. Lukáš Kurilla (CTU Prague, FLO|W Studio)

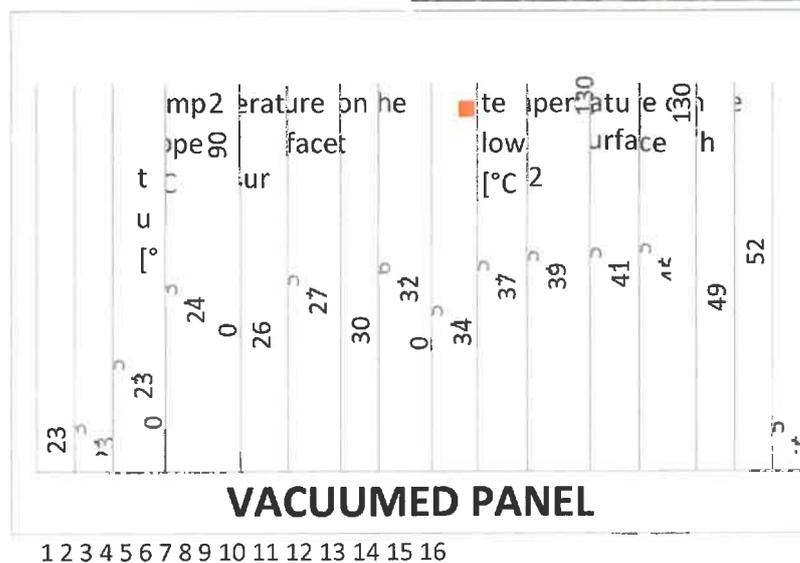
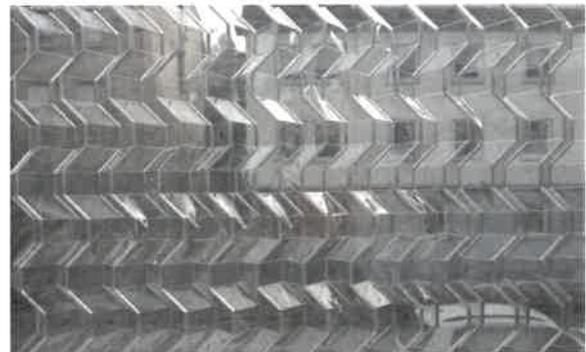
#### Projektbeteiligte:



- **FLO|W Studio, Fakultät für Architektur, Czech Technical University Prag** Doc.Ing.  
arch. Miloš Florián, Ph.D [florian@fa.cvut.cz](mailto:florian@fa.cvut.cz)  
Wissenschaftliche Mitarbeiter: Ing. arch. Jan Petrš, Ing. arch. Lukáš Kurilla



Ein Student der CTU Prag demonstriert das mechanische Verhalten seiner Faltstruktur. *Links*: Entfalteter Zustand erzeugt eine Minimierung des Volumens, *Rechts*: Gefalteter Zustand erzeugt eine Maximierung der Tragfähigkeit. Quelle: BioMat Documentation



Studenten der Uni Stuttgart entwickelten mit Hilfe der Faltstruktur eine Wärmedämmplatte. Quelle: BioMat Dokumentation

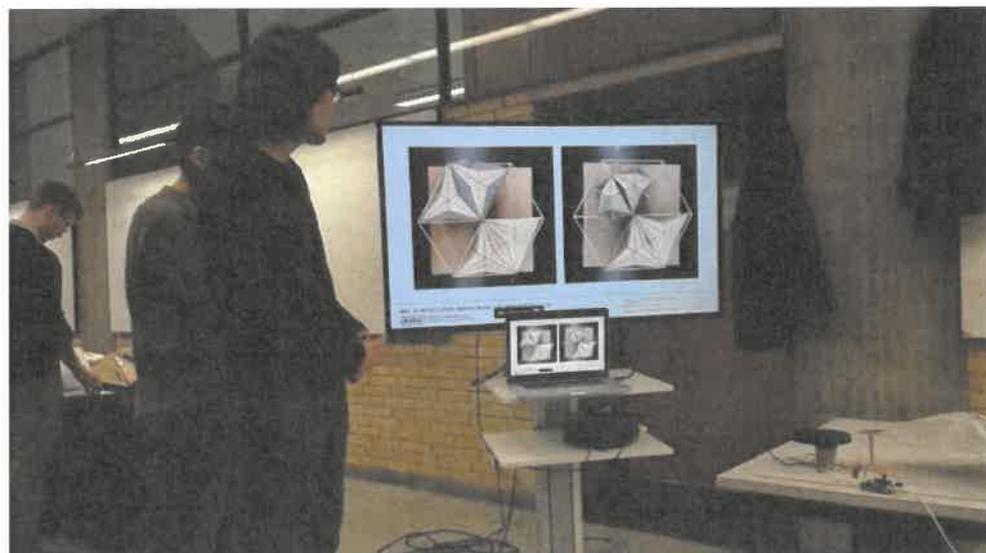


*Vakuum Panel; MML2 ; Quelle: BioMat Dokumentation*

### **Impressionen aus der Abgabe/Presentation des MML WS 2017/2018**

*Folgende Fotos sind bei der Präsentation der Ergebnisse der Studentischen Arbeiten entstanden. Quelle: BioMat Dokumentation*





J.-Prof. Dr.-Ing. Hanaa Dahy - Abschlussbericht 2018



*Präsentation MML2: Studentische Arbeit K. Balusikova : Kinetikwood*

#### 4. Exkursion zu raumPROBE

Als Teil des offenen Workshops mit der CTU Prag wurde eine Exkursion der Studenten beider Universitäten zur Materialagentur raumPROBE in Stuttgart organisiert. raumPROBE versteht sich als Partner der Industrie und konzentriert seine Recherche auf Materialprodukte. Die Teilnehmer des Workshops besichtigten deren Materialdatenbank von über 40.000 Materialmustern unterschiedlichster Werkstoffe, Texturen und Muster. Die Studierenden nahmen ganztägig an Präsentationen der Materialexperten von raumPROBE teil und erkundeten direkt verschiedene Materialien für deren Entwurfskonzepte. Ein breiter Überblick und umfassende Kenntnisse über das Spektrum verschiedener Materialien ermöglicht den Studierenden, mehr Parameter von Materialverhalten und -eigenschaften in deren Entwurfsarbeiten einfließen zu lassen.



*Links: Präsentation und Diskussion mit den Materialexperten von raumPROBE, Rechts: Prof. Milos Florian (CTU Prag) und Studenten diskutieren über Materialmuster bei der Besichtigung von raumPROBE. Quelle: BioMat Dokumentation*



## 5. Hannover Messe

Auf der Hannover Messe 2018 (23. bis 27. April), war BioMat Aussteller auf dem Stand der Universität Stuttgart gemeinsam mit dem Land Baden-Württemberg.

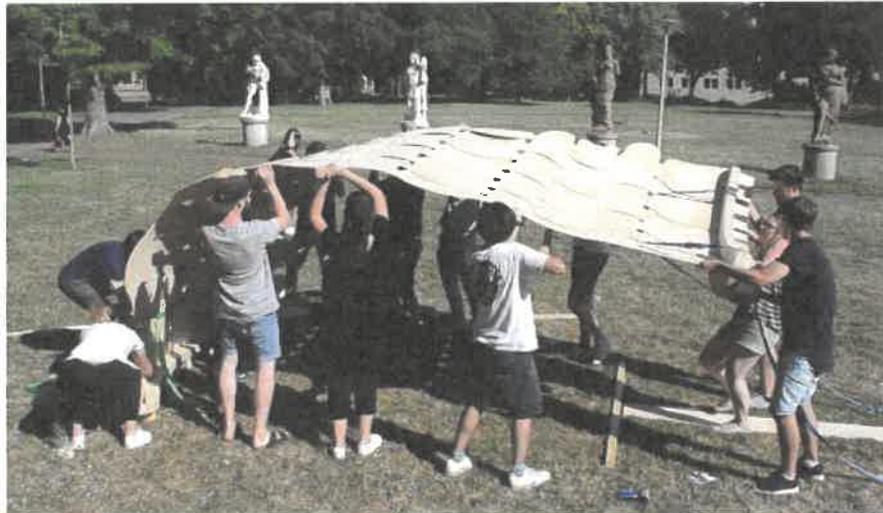
Die Hannover Messe ist die weltweit größte Messe für Industrie, Anlageprodukte, Forschung und Innovation. In diesem Zusammenhang wurden Forschungsentwicklungen neuer, nachhaltiger Materialien sowie ausgewählte studentische Arbeiten zu Materialeigenschaften und architektonischem Design ausgestellt. Die studentischen Arbeiten aus dem "MML" haben ein großes Interesse beim Fachpublikum so wie auch bei der Öffentlichkeit geweckt.



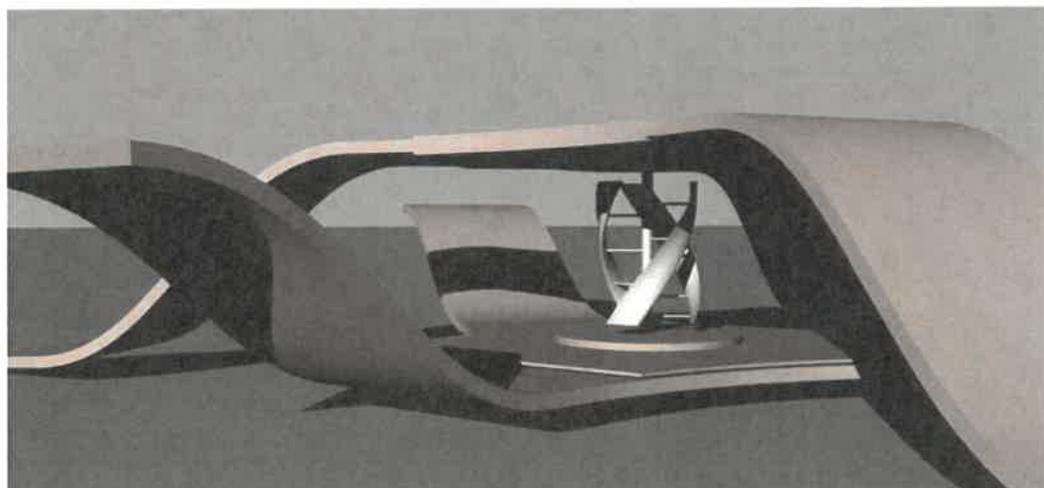
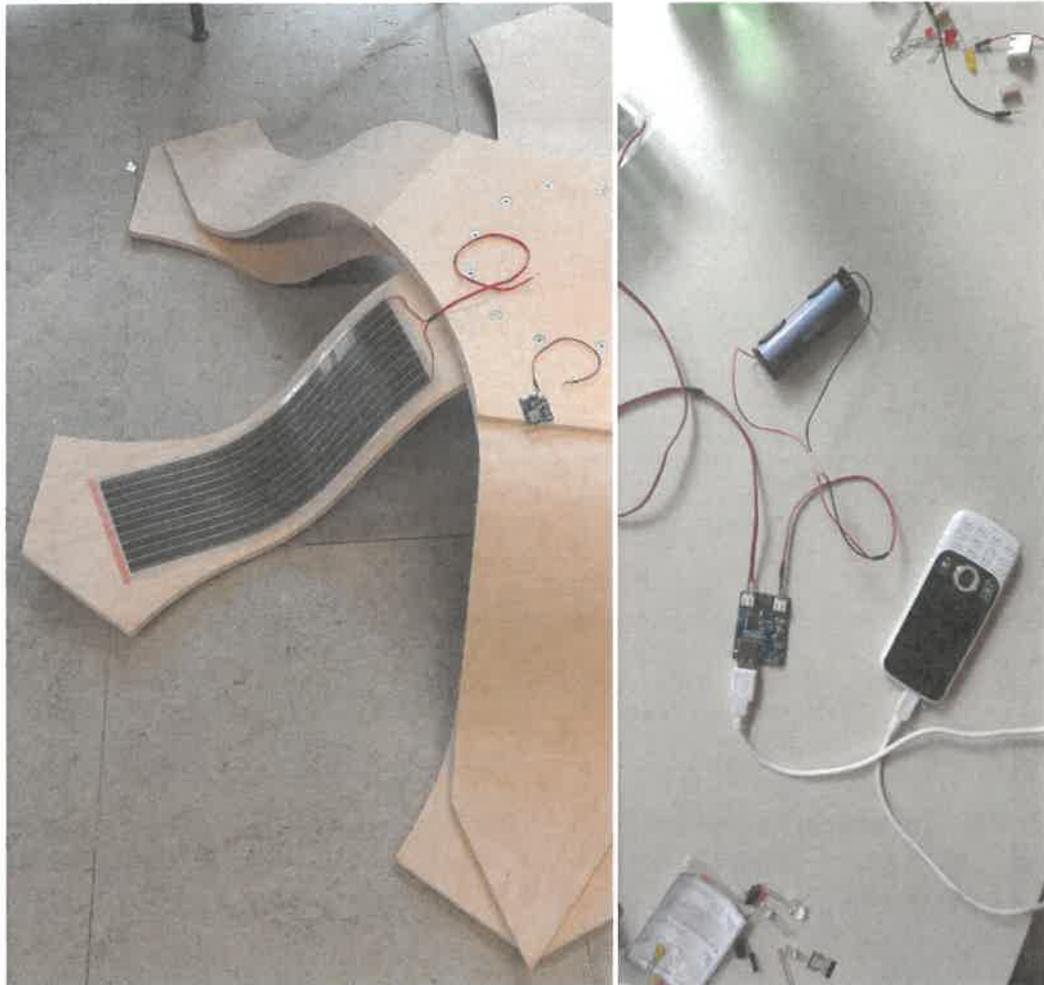
*Prof. Dahy präsentiert Arbeiten der Studenten des MML-Seminars auf der Hannover Messe 2018. Ausgewählte Werke:  
Timo Sippach: Bending Voxel, Kristina Balusikova: Adaptive Wood Structure, Mariana Zolino: Hexagonal Shell Element, Julian Karl: Wave Core Sandwich Panel*

## 6. MML Seminar im Sommersemester 2018

Ein Thema des Sommersemesters 2018 war die Erweiterung des Designs des Biomat-Forschungspavillons, an welchem andere Studenten parallel arbeiteten. Der Pavillon ist eine doppelt gekrümmte, parametrisch geformte Segmentschale aus leichten, einfach gekrümmten Holz- und Biokompositelementen, die von drei gebogenen Holzbalken getragen werden. Das Projekt ist das Ergebnis einer 10-monatigen intensiven Arbeit, basierend auf mehrjähriger Forschung zur Verwendung von biobasierten Materialien und verschiedenen Konzepten für eine nachhaltige Architektur. Die Studenten des MML-Seminars hatten die Aufgabe, innovative Upgrades für das Pavillon zu entwickeln. Sie befassten sich mit Themen wie Soft Robotics, Photovoltaik-Anlagen oder rekonfigurierbaren Strukturen. Während des Semesters führten sie Materialtests, Prototypenbau und Simulationsprozesse ihrer innovativen Ideen durch.



*Die Studierenden Arzum Coban und Viktoria Ivanova entwarfen einen kleinen Pavillon aus biegbarem Holz.*



*Der Student Reza Sadeghi entwickelte einen prototype zur Nutzung der Energiegewinnung durch Solarpaneele*

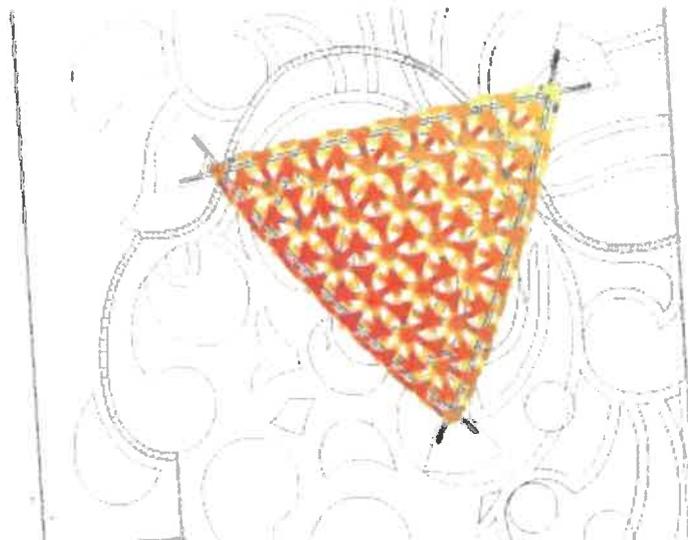


Fig. 10 Sun radiation analysis top view

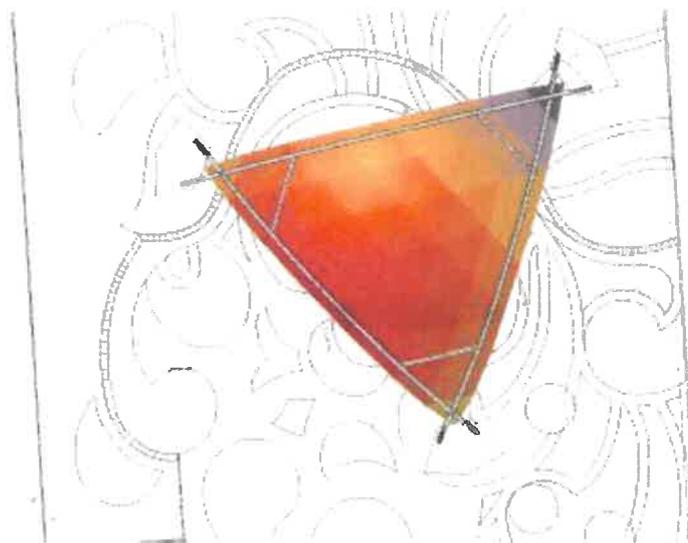
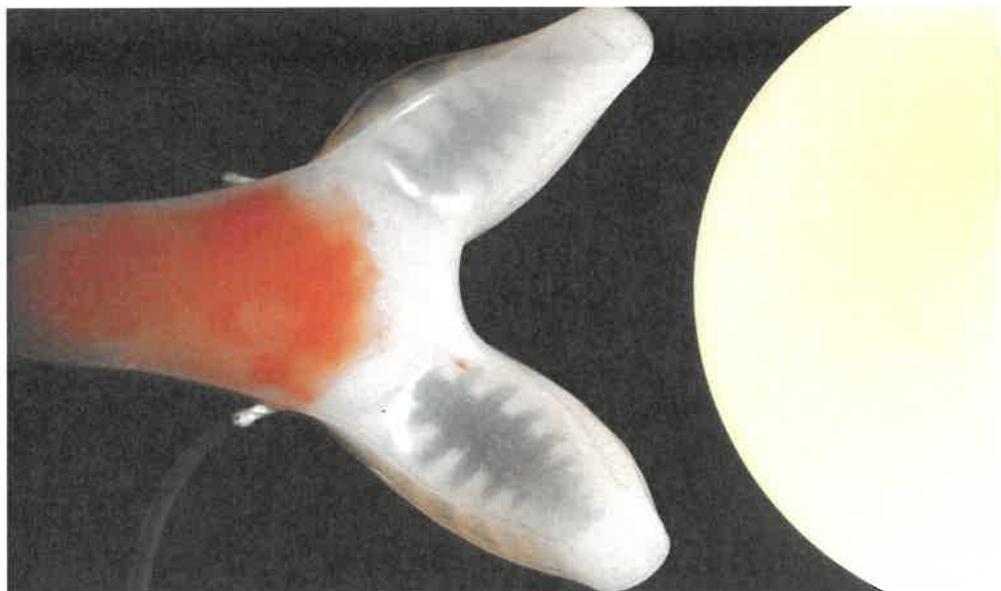
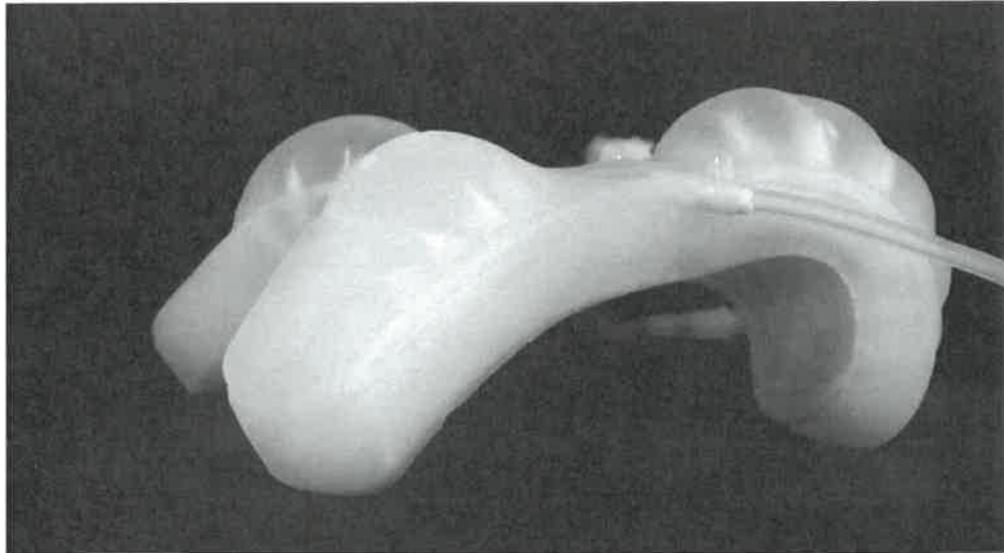


Fig. 11 Sun radiation analysis top view

Fig. 10 and Fig. 11 show the sun radiation on the pavilion at the original location in Stuttgart during one year. It is obvious that parts on the south and south-west of the pavilion get more sun light than parts on the north and north-east. It also shows us that the lower parts of the elements get low sun light than parts on the top of the elements as they are not covered by the shadow of other elements. Fig. 11 shows that the north-east corner of the pavilion gets almost no sun light at all, so this part cannot be considered for covering with solar modules. Based on these analysis the solar foils should be placed on the pavilion elements to ensure the best possible performance and energy production of the solar foils.

Alle Arbeiten wurden im Juli 2018 mit Prototypen im Maßstab 1:1 vorgestellt. Ein Projekt des Seminars wurde als Forschungsarbeit auf der International Conference of Design Computing in Prag präsentiert.



*Student Timo Sippach entwickelte die Soft\_XR, eine mobile Soft-Robot-Explorer-Einheit, die pneumatische Silikonelemente für die Fortbewegung verwendet.*



Um eine sichere architektonische Umgebung für den Menschen zu schaffen, müssen Gebäudestrukturen und -oberflächen ständig überwacht und gewartet werden. Als Schwarmsystem sorgen die mobilen Soft\_XR-Einheiten für eine ständige Gebäudekartierung, insbesondere in gefährlichen oder schwer zugänglichen Bereichen.



*Student Timo Sippach and Tutor Jan Petrs are presenting their research in international conference Design Computing in Prague.*

## 7. Aktuelle themenbezogene Veröffentlichungen

- Horn, R.; Dahy, H.; Gantner, J.; Speck, O. and Leistner, P., "Bio-Inspired Sustainability Assessment for Building Product Development—Concept and Case Study", *Sustainability*, 10(1), 130 (2018), Special Issue "Sustainable Construction" doi:10.3390/su10010130
- Dahy, H., "Efficient Fabrication of Sustainable Building Products from Annually Generated Non-wood Cellulosic Fibres and Bioplastics with Improved Flammability Resistance", *Journal of Waste and Biomass Valorization* (2017), 1-9. <doi: 10.1007/s12649-017-0135-3>
- Dahy, H., "Biocomposite materials based on annual natural fibres and biopolymers – Design, fabrication and customized applications in architecture", *Journal of Construction and Building Materials* 147 (2017), pp. 212 - 220.
- FLO|W Studio – DOWN, selbstbetiteltete Veröffentlichung, 2018.
- ALFA - 01/08 Bulletin Fakultät Architektur CVUT
- PETRŠ, J., DAHY, H., and FLORIAN, M. Soft Robotics in Architectural Context. In: Proceedings of the 1st Conference of Design Computing 2018, Faculty of Architecture, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague, Conference, 11 October 2018. Exhibition 10-17 October 2018.,
- SIPPACH, t., PETERS, J., and DAHY, H. Soft\_XR – Soft Robotic Explorer Unit. In: Proceedings of the 1st Conference of Design Computing 2018, Faculty of Architecture, Faculty of Civil Engineering, Czech Technical University in Prague, Conference, 11 October 2018. Exhibition 10-17 October 2018.,  
**Anhang: Einladung zur Eröffnung der Ausstellung *Biobasierte Nachhaltige Smarte Materialien***



Entwurf „Acoustic Web“  
Saskia Maier  
Robert Steiner

**BioMat.**

Biobasierte  
Nachhaltige  
Smarte  
Materialien

**Ausstellungseröffnung 6.11.2017 18:00 Uhr**

Foyer K1, Keplerstraße 11  
Fakultät 1 Architektur und Stadtplanung  
Universität Stuttgart

BioMat am ITKE

Sehr geehrter Projektpartner,  
sehr geehrte Kollegin, sehr geehrter Kollege,

mit der Ausstellung „BioMat - Biobasierte, Nachhaltige und Smarte Materialien“ präsentieren wir eine Auswahl projektbezogener und studentischer Arbeiten der vergangenen Semester, die hier an der Fakultät für Architektur und Stadtplanung teilweise in Zusammenarbeit mit Industriepartnern und der Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik entstanden sind.

Ich möchte Sie ganz herzlich einladen, diese Ausstellung mit uns am 6.11.2017 um 18:00 Uhr im Foyer des K1 der Universität Stuttgart mit einem kleinen Imbiss zu eröffnen.

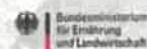
Wir von „BioMat“, einer 2016 gegründeten Abteilung des ITKE, sehen uns in der Verantwortung, auch in der Materialwahl ein umweltbewussteres Denken zu etablieren. Der Bausektor produziert knapp die Hälfte der gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen und verbraucht zudem noch mehr als 60% der globalen Ressourcen. Um das Bauen im Hinblick auf Nachhaltigkeit zukunftsorientiert voranzutreiben, bieten wir unseren Studenten die Möglichkeit, durch „learning-by-doing“-Seminare aktiv an der Erforschung biobasierter, nachhaltiger und smarter Materialien teilzuhaben und sie so zu bereichern. So sind gemeinsam mit ihnen Systeme für Energiegewinnung, Nutzer-soziale Interaktion mit den architektonischen Elementen und andere Konzepte entworfen und realisiert worden.

In diesem Sinne ist es mir eine Freude, Ihnen vom 6.11. bis 18.11.2017 einen Einblick in unsere aktuelle Forschung und die Möglichkeiten, die nachhaltige Materialien und innovative architektonische Systeme bieten, zu geben. Ich freue mich auf Ihren Besuch und Ihr Feedback!

Mit freundlichen Grüßen,

Jun. Prof. Dr.-Ing. Hanaa Dahy

Gefördert durch:



Universität Stuttgart



## **Leitfaden zum Abschlussbericht**

- Die angestrebten Ziele des Projektes wurden erreicht und es wurden während des Projekts keine größeren Probleme festgestellt. Die Studierenden haben sich als sehr interessiert gezeigt. Wir hätten uns gewünscht, noch mehr Studenten diese Möglichkeit zu geben am Seminaren des MML teilnehmen zu können. Alle beteiligten Dozenten, Kollegen und Wissenschaftler waren sehr positiv dem Thema und der Kooperation gegenüber.

- Der positive Effekt der Seminare war die Ausweitung der klassischen Architekturausbildung auf multidisziplinäre Disziplinen und die Zusammenarbeit mit anderen Fachrichtungen und Fakultäten.

MML folgt dem aktuellen Architekturtrend, bei dem die Architektur zu einem kreativen, multidisziplinären Bereich wird. Die Studierenden werden beispielsweise mit der Erstellung/Entwicklung/Design eigener Materialien, selbsttragender Systeme oder Roboter konfrontiert. Wir halten den Zeitpunkt der Lösung, der in den meisten Fällen auf ein Semester begrenzt ist, für negativ. Ein Semester ist allerdings üblicherweise nicht ausreichend, da die meisten multidisziplinären Aspekte für den Studenten neu sind. Daher würden wir gerne weiterhin mit interessierten Studenten innerhalb der Lehre über längeren Zeitraum und in Zusammenarbeit mit anderen Fakultäten Material Matter Lab betreiben.

- Für Innovationen in der Lehre war die Zusammenarbeit mit anderen Disziplinen und Fakultäten, innerhalb der Vorträge und Workshops auf lokaler und internationaler Ebene besonders wichtig. Der interdisziplinäre Austausch wie mit der CTU in Prag, mit Fakultät für Flugzeugbau, mit den Instituten für Fotovoltaik oder Halbleitertechnik und weiteren, eröffnete vielen Studierenden neue Wege und inspirierte sie für innovative Forschung.

Diese Zusammenarbeit funktioniert für beide Seiten sehr gut. Unsere kreativen Architekturstudenten sind auch für technisch orientierte Disziplinen interessant, in dem sie eine Reihe von Sonderideen einbringen können. Auf der anderen Seite kann ein Student der Architektur durch Zusammenarbeit/Beratung zu schnelleren/effektiveren Lösungen geleitet werden.

- Die Ergebnisse des Fellowship MML sind bereit mehrmals der Öffentlichkeit auf Messen und Konferenzen präsentiert worden. Stets bekamen wir positive Rückmeldungen seitens der Öffentlichkeit, sowie von Fachpublikum. Die Studierenden wünschen sich weitere Entwürfe und Seminare, die sich so innovativ und intradisziplinär mit Bereichen in der Architektur und Bauen beschäftigen.