

Transformable Objects

Design-Strategien für
veränderbare Dinge

Burg Giebichenstein
Kunsthochschule Halle
Wintersemester 2023/24

A mannequin is seated on a large, orange, translucent, inflatable object that resembles a beanbag chair. The mannequin is wearing a dark, sleeveless top and dark pants. The background is a plain, light-colored wall.

Themen
Recherchen

Transformable Objects

Transformable Objects

Design-Strategien für veränderbare Dinge

Entwurfsprojekt / Komplexes Gestalten

Studiengang BA Industriedesign und MA Industrial Design

Wintersemester 2023/24

Themen Recherchen

Enzo Agger, Leon Bucher, Ema Correia, Janina Gastauer, Malte Gebhardt,
Franz Kauffmann, Hongki Keam, Yerin Kim, Jaehwan Lee, Marco Mehringer,
Julia Müll, Hanni Nguyen, Jolanda Schultrich, Felix Stockhausen,
Catherina Stuckmann, Eden Szir

Moderation:
Prof. Guido English, Julius Abromeit



Projekt Komplexes Gestalten
im Wintersemester 2023/24
BA Industriedesign (ab 5. Sem.)
MA Industrial Design

Prof. Guido English
Julius Abromeit

Kontakt:
english@burg-halle.de



Ein Gegenstand lässt sich beschreiben durch seine Form, seine Funktion und das Material oder den Verbund aus Materialien, aus denen er gefertigt ist. Was aber, wenn ein Gegenstand seine Form ändern kann?

In diesem Projekt beschäftigen wir uns mit Gegenständen und Objekten, die ihre Funktionalität, ihre Leistungsfähigkeit und Bedeutung daraus beziehen, dass sie sich in einer oder mehrerer ihrer Eigenschaften verändern können.

Transformable Objects

Design-Strategien für veränderbare Dinge



Gegenstände, die sich situativ anpassen können. Gegenstände, die ihr Aussehen, ihre Oberfläche, ihre Form oder Struktur verändern können. Gegenstände, die ihre Funktion ändern. Gegenstände, die ihren Zustand oder ihren Charakter verändern. Gegenstände, deren Material sich ändert oder die sich sogar substanziell in ihrer Stofflichkeit verwandeln.

Wir untersuchen und sammeln die unterschiedlichen Anlässe und Motive für die Veränderbarkeit von Objekten und wir entdecken und klassifizieren die Vielfalt der technischen, mechanischen und konstruktiven Prinzipien. Ebenso wollen wir den Einfluss von Materialien und Materialeigenschaften auf die Veränderbarkeit von Objekten ermitteln. Aus diesen Grundlagen werden Konzepte und Strategien für den Entwurf von veränderbaren Objekten entwickelt und im Projektverlauf bis zum 1:1 Prototypenstadium ausgearbeitet.

Die Nutzungskontexte der zu entwerfenden Objekte sind beliebig wählbar ... zum Beispiel in den Bereichen Wohnen, Arbeiten, Freizeit, Gesundheit, Wohlbefinden, Sport, Sicherheit, Notfall, Katastrophenschutz usw.

Von technischen Objekten und Produkten über architektonische Bauelemente bis zu Möbeln oder Einrichtungsgegenständen steht als Entwurfsinhalt die gesamte Bandbreite der Produkt- und Objektrealitäten zur Verfügung.

In der Einführungswoche (zwischen 2. und 7. Oktober) planen wir eine Exkursion nach Venedig zur Architektubiennale „The Laboratory of the Future“. Die Exkursion wollen wir mit einem Video-Workshop verbinden und kleine Reportagen zu verschiedenen Ausstellungen machen.

input:

- Exkursion Architektubiennale Venedig
- + Video Workshop
- Workshop zu digitaler Simulation/Animation zur Veränderbarkeit von Flächen und Körpern (Rhino, Grasshopper, Blender u.a.)

output:

- Sammlung zu Prinzipien und Anwendungen
- Variantenreihen des Entwurfsprozesses
- Entwurf als 1:1 Prototyp
- individuelle Dokumentation in Film und Print
- Ausstellung im Dachsaal

Übersicht der Recherche-Themen

- 1 – Self-Assembly Lab Part 1 / Yerin Kim
- 2 – Self-Assembly Lab Part 2 / Janina Gastauer
- 3 – Tangible Media Group / Julia Müll
- 4 – Matters of Activity / Jolanda Schultrich

- 5 – Magic of Geometrie / Platonische Körper / Jaehwan Lee
- 6 – Origami (und Kirigami) / Hanni Nguyen

- 7 – origamisimulator.org + schneidplotter / Franz Kauffmann
- 8 – Digitale Simulation, Kinetik und Formänderung / Hongki Keam

- 9 – Soft-Robotic / Felix Stockhausen
- 10 – Compliant mechanism / Leon Bucher
- 11 – Origami-inspired robotic / Malte Gebhardt
- 12 – Chuck Hoberman + Transformable Architecture / Enzo Agger
- 13 – Möbel mit Formveränderung / Ema Correia
- 14 – Collapsibles, Transformables + Co. / Eden Szir
- 15 – Formänderung und Bewegung / Catherina Stuckmann
- 16 – From Fantasy to Reality / Marco Mehringer



Self-Assembly LAB

(Part 1)

Recherchiert von Yerin Kim

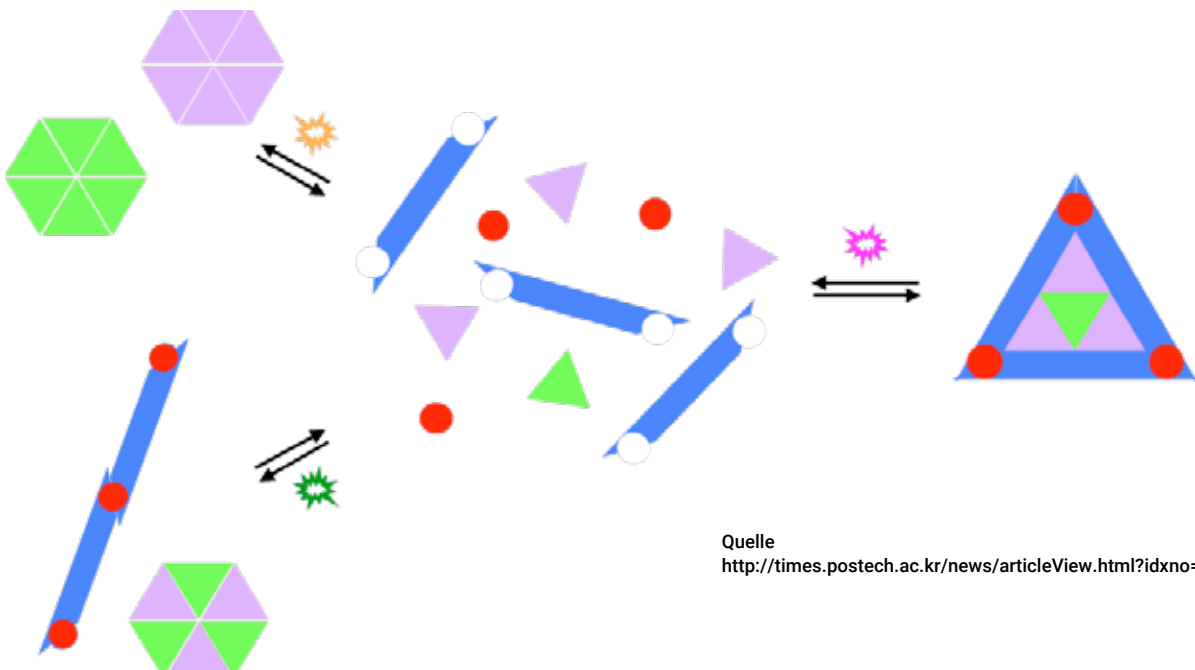
Das Self-Assembly LAB ist das Forschungszentrum des MIT (Massachusetts Institute of Technology), das Materialsysteme untersucht, die sich an eine gegebene Umgebung anpassen, während sie sich selbst transformieren und zusammenbauen.

Ihre Experimente und Projekte lassen sich weitgehend in vier Kategorien einteilen.

1. Self-Assembly & Self-Organization
2. Phase Change Materials
3. Programmable Materials & 4D Printing
4. Transformable Structures

Self-Assembly LAB Teil 1 umfasst Beispiele für die Selbstmontage und Selbstorganisation von autonomen Struktur- und Musterbildungsprozessen ohne äußere Einwirkung und Beispiele für Phase Change Materials, bei denen sich Materialzustände ändern.

Self-Assembly & Self-Organization



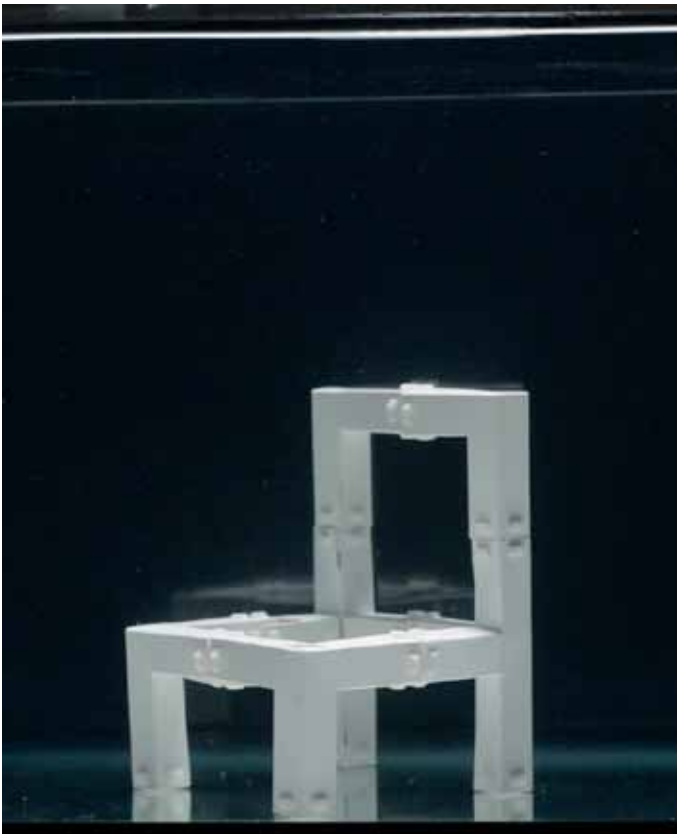
Quelle
<http://times.postech.ac.kr/news/articleView.html?idxno=6176>

Selbstmontage & Selbstorganisation (Self- Assembly & Self- Organization) bedeutet, dass Komponenten, die in Unordnung waren, spontan eine organisierte Struktur oder Form durch Interaktion zwischen den Komponenten ohne externe Anweisung bilden.

Die Self Assembly LAB - Experimente sind eine Reihe von Untersuchungen, die die Selbstorganisation in komplexen, unkontrollierten Umgebungen (Wasser, Luft, Weltraum usw.) untersuchen. Der Kern ihrer Forschung besteht darin, sie mit einfachen Materialien mithilfe der Kräfte der Natur zu aktivieren, wie zum Beispiel mittels Schwerkraft, Wind, Wellen, Temperatur und Sonnenlicht. Das Material wird dann aktiv, verformt sich und fügt sich zusammen.

Fluid-Assembly Chair

Ein Experiment für mit Wellenenergie sich-selbst-montierende Möbel



Das Fluid Assembly Furniture-Experiment zeigt einen Stuhl, der sich selbst in Reaktion auf Wellenenergie zusammenbaut, wenn sechs Teile ins Wasser gelegt werden. Jeder einzelne Bauteil ist einzigartig und hat einen bestimmten Platz in der endgültigen Struktur. Die Stuhlbeine sind nur etwa 15cm lang.

Zu einander passende Einzelteile werden über entsprechend programmierte Magnete mit einander verbunden. Nicht passende Teile werden abgestoßen. Es dauert ca. sieben Stunden, bis dieser Stuhl vollständig zusammengebaut ist.

Das Forschungsteam geht davon aus, dass sich durch die Erhöhung der Kompatibilität der einzelnen Teile die Wahrscheinlichkeit erhöht, den richtigen Bauteil zu finden.



Video

<https://selfassemblylab.mit.edu/fluid-assembly-chair/2018/1/14/9cfy7ma4solezujdkug2k3qyj5wmg>

Aerial Assembly

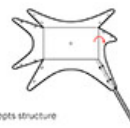
Ein Experiment mit selbstmontierenden Modulen in großer Höhe



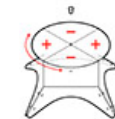
Aerial Assembly ist ein Experiment, das sich auf große Module konzentriert. Dieses Experiment kann mit Hilfe von Windenergie an Orten mit extremen Bedingungen, die für Menschen und Ausrüstung nur schwer erreichbar sind, aufgebaut werden. Jedes 36-Zoll-Modul besteht aus mit Helium gefüllten Wetterballons und Glasfaserrahmen. Nachdem das Helium sich verflüchtigt und das Modul aufgesetzt hat, bleibt das selbstmontierte leichte Strukturgitter bestehen.



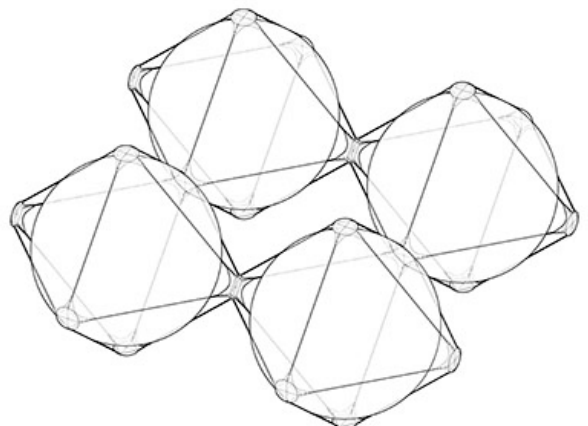
1 flat cut connector



2 fold accepts structure



3 rotating universal connector



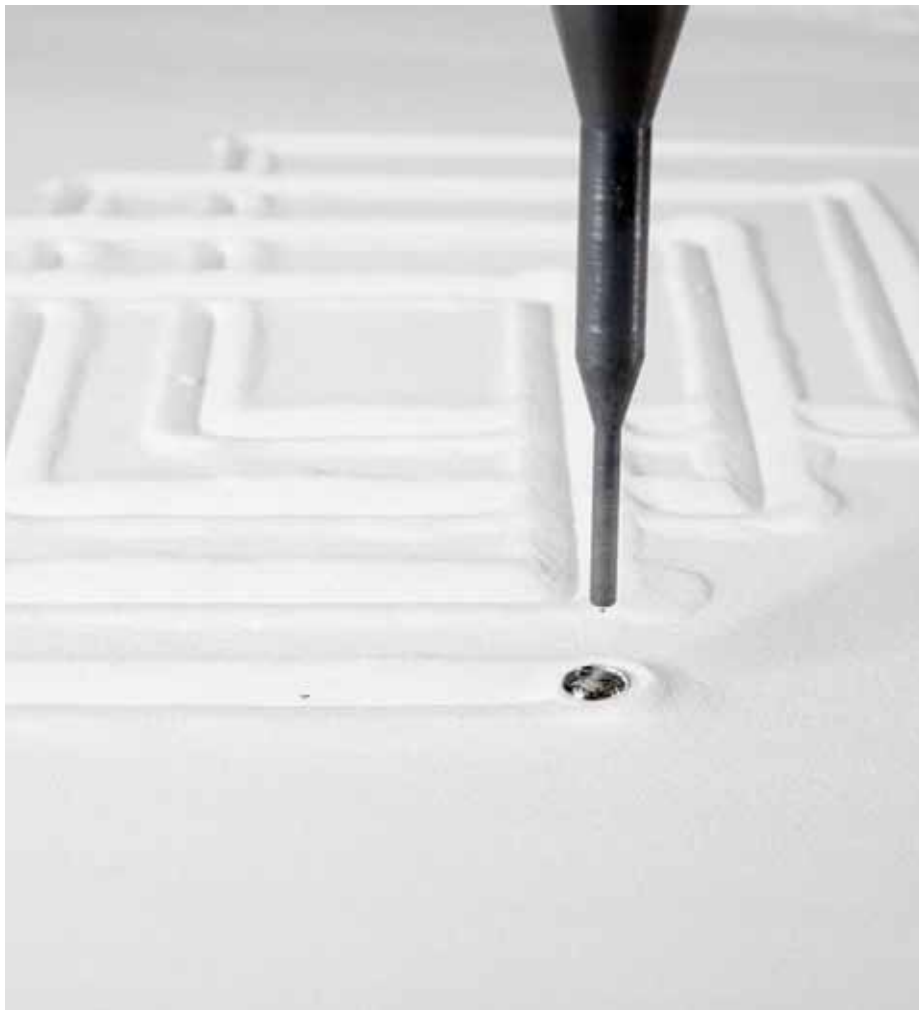


Video
<https://selfassemblylab.mit.edu/aerial-assembly/2018/1/14/evrajbhd1yfj3zeffeuptw02aft3lj>

Phase Change Materials

Ein Phasenwechselmaterial kann definiert werden als eine organische (oder anorganische) Verbindung, die in der Lage ist, Wärmeenergie in latenter Form zu speichern und abzugeben, wenn sie bei nahezu konstanter Temperatur von einem Aggregatzustand in einen anderen übergeht.

Das heißt wie Materialien von fest zu flüssig und von flüssig zu fest übergehen.



Liquid Printed Pneumatics

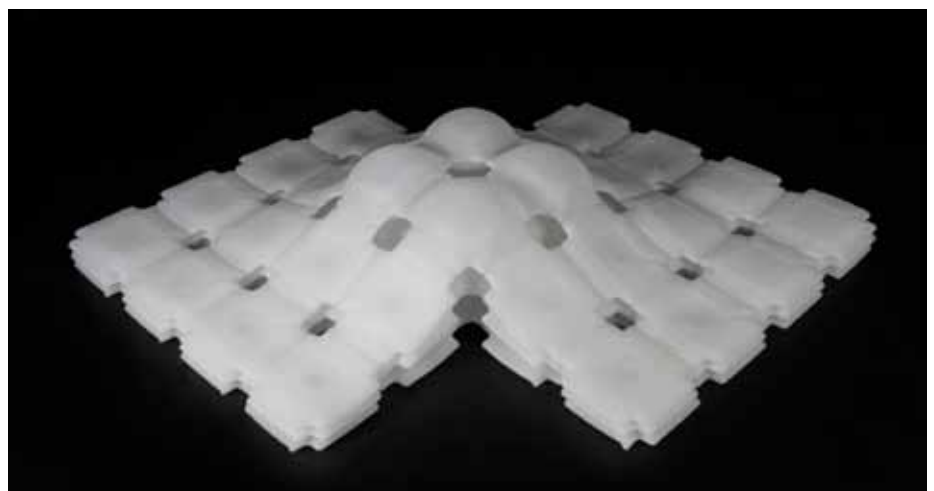
Druckballon-Technologie, die sich selbst verwandelt.



Liquid Printed Pneumatics war ein Gemeinschaftsprojekt mit BMW Design zur Entwicklung des ersten gedruckten aufblasbaren Materials, einer Technologie, die sich selbst transformiert, anpasst und von einem Zustand in einen anderen wechselt.

Das aus Silikon gedruckte Objekt besteht aus 3D-gedruckten luft- und wasserdichten Kammern, die je nach Luftdruck im System ihre Form verändern können. Durch die pneumatische Steuerung kann sich die gedruckte Struktur in eine Vielzahl von Formen verändern und an verschiedene Funktionen anpassen.

Die Vision dieses Projekts ist die Schaffung eines dynamischen Fahrzeuginnenraums, in dem die Sitze versinken, wenn sie nicht benötigt werden oder sich umformen lassen, um den menschlichen Komfort zu erhöhen. Die Polsterung und die Verkleidungsteile können ihre Form verändern und den Fahrgästen dadurch Platz für eine Reihe von Aktivitäten geben, während sie völlig autonom reisen.



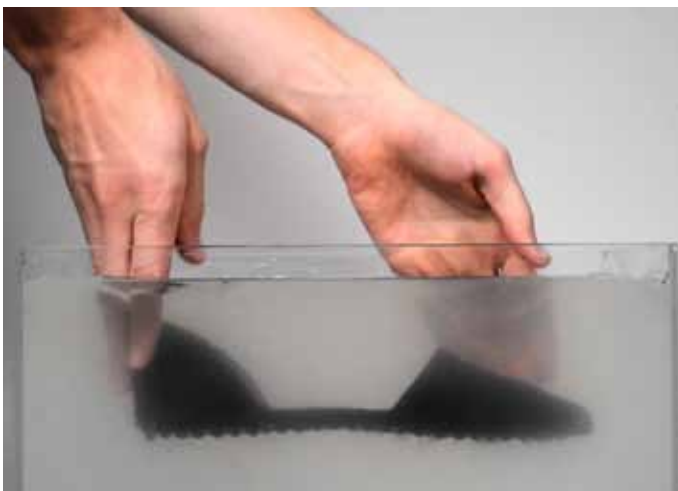
Video
<https://selfassemblylab.mit.edu/liquid-printed-pneumatics/2018/5/19>

Liquid Printed Products

Anwendungend des Rapid Liquid Printing



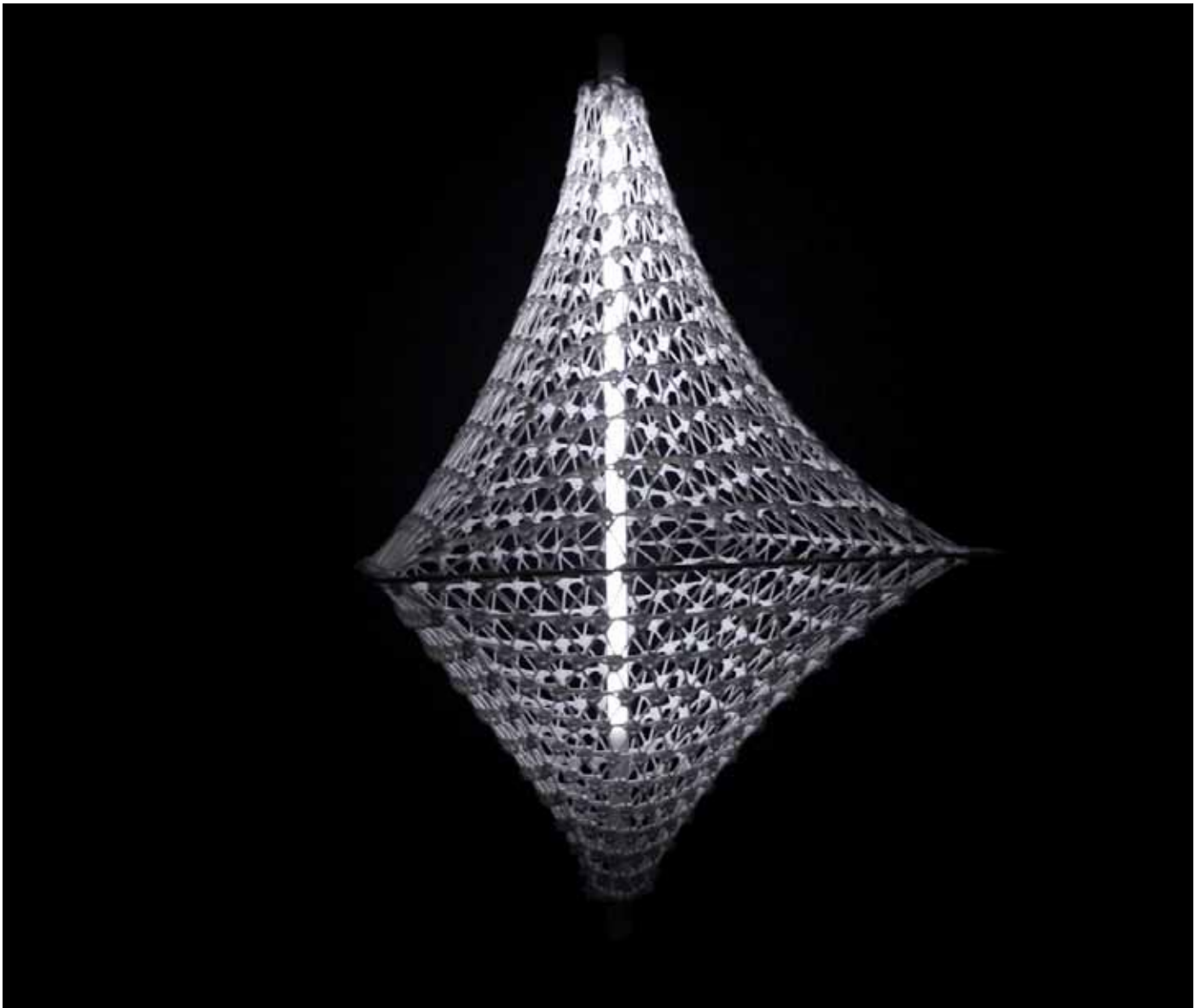
Video
<https://selfassemblylab.mit.edu/liquid-printed-products/2018/1/17/hv761g2vnxyr4n9nvm879vxcxkp525>



In Zusammenarbeit mit dem Self-Assembly Lab des MIT und Christophe Guberan und ermöglicht durch swissnex Boston und Präsenz Schweiz wurde eine futuristische Produktionsanlage vorgestellt, die auf dem Rapid Liquid Printing basiert, einer bahnbrechenden 3D-Drucktechnologie, die in Zusammenarbeit mit Steelcase entwickelt wurde und mit der Objekte fast jeder Größe und Form mit Hilfe eines Roboters und eines Tanks mit Gel schnell hergestellt werden können.

Mit dem Rapid Liquid Printing können großformatige Objekte aus hochwertigen Materialien wie Gummi, Schaumstoff oder Kunststoff innerhalb von Sekunden oder Minuten hergestellt werden, indem sie in eine Gel-Suspension „gezeichnet“ werden. Das sind Beispiele für Tragetaschen, Schuhe und Beleuchtungshüllen.

Video
<https://selfassemblylab.mit.edu/liquid-printed-native-shoes/2>



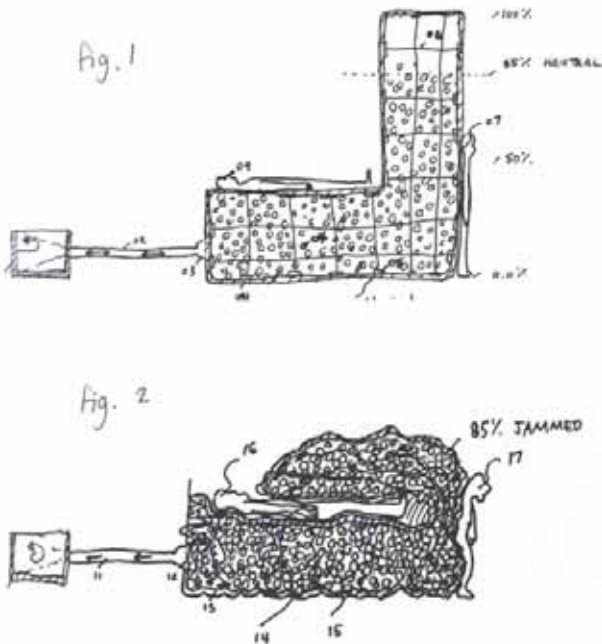
Video
<https://selfassemblylab.mit.edu/liquid-printed-products/2018/1/17/xgk3l4qmf8b1w4urc17d1b2k4y256q>

Beleuchtungshülle

Beleuchtungshüllen wurden in einem 18-Zoll-Tank gedruckt, im Gel suspendiert, dann herausgenommen und mit Wasser gewaschen. Der gedruckte Silikongummi, ein Material, das mit anderen Drucktechnologien kaum herstellbar wäre, ermöglicht es, die Hülle um eine Lichtröhre oder eine andere Struktur zu spannen und so ein Objekt zu schaffen, das weit größer ist, als das ursprüngliche Druckvolumen. Die Dehnbarkeit des Materials minimiert die Größe und Dauer des Drucks und schafft gleichzeitig ein minimales Lager- und Versandvolumen.

Jamming Bodies

morphbare Architekturen



Jamming Bodies Laboratory war eine Zusammenarbeit zwischen Lucy McRae, Skylar Tibbits und dem Self-Assembly Lab des MIT zur Erforschung pneumatischer und stauchbarer architektonischer Hüllen und ihrer möglichen Anwendungen in den Bereichen Gesundheit, Fitness und morphische Architekturen. "Granular Jamming" ist ein Prozess, bei dem ungeordnete Materialien reversibel zwischen flüssigen, festen und halbfesten Zuständen wechseln können.

Im Rahmen des Projekts experimentierten die Forscher des Self-Assembly LABs mit verschiedenen atmenden, formbaren Materialien, die in flexiblen Hüllen sind, die durch eine Pumpe auf- und abgeblasen werden. Außerdem verwandelte es die Galerie in ein zweimonatiges Usability-Labor, um die Auswirkungen von selbstkonfigurierenden und klemmbaren Materialien auf das Gefühl, das Verhalten und die Physiologie des Körpers zu untersuchen.

Quelle

<http://storefrontnews.org/archive/2010s/2015/jb1-0-jamming-bodies/>



Durch die Kombination der Plastizität veränderlicher Organismen mit der Starrheit architektonischer Formen bringt die Architektur und ihren Gegenstand in einen einzigen Raum. Als atmende, wandelbare Wand belebt die Gebäudehülle, indem sie die Atmosphäre um sich herum aufnimmt und wieder abgibt, während sie die Körper, mit denen sie interagiert, komprimiert. Zur Herstellung dieses Effekts wurden Sand und Schaumstoff in den Hüllen verwendet, um einen ähnliche Konsistenz wie bei Styropor zu erzielen, die gleichzeitig aber flexibel bleibt. Durch Verwendung anderer Füllmaterialien im Inneren, lassen sich verschiedene Krafteigenschaften erzielen.

Ziel des Experiments ist es nicht unbedingt, die Architektur neu zu erfinden, sondern sich auf die möglichen psychologischen und physiologischen Auswirkungen dieser Art von Raum zu konzentrieren.

„You would be talking to someone and you would lean up against it, and a few minutes later it has a completely different feel. Somehow you don't even notice the transition until you have a different frame of reference. “

Skylar Tibbits , Founder of Self-Assembly LAB



Video

<https://selfassemblylab.mit.edu/jamming-bodies/2018/1/5/d692j3nlhe2eyk54scd5z7gzb847>



Self-Assembly Lab

(Part 2)

Recherchiert von Janina Gastauer

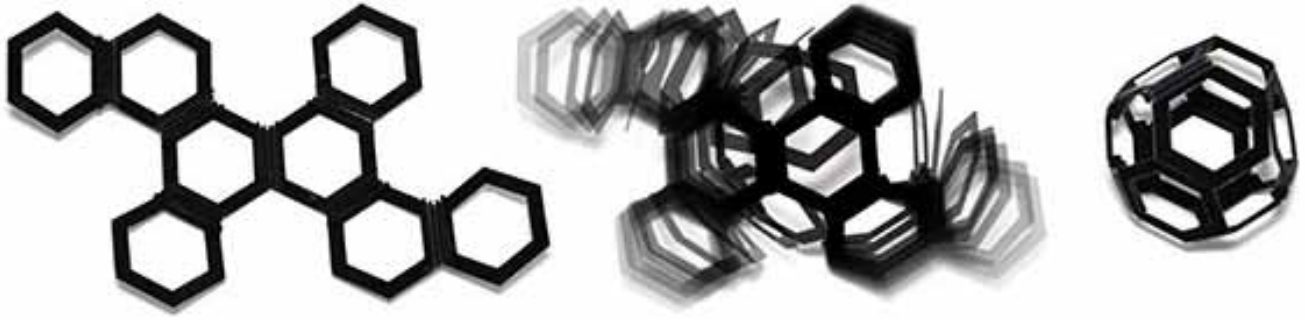
Self-Assembly ist ein Prozess, bei dem ein ungeordnetes System bereits vorhandener Komponenten eine organisierte Struktur oder ein Muster als Folge spezifischer, lokaler Wechselwirkungen zwischen den Komponenten selbst und ohne äußere Anleitung bildet.

Das MIT erforscht und entwickelt in verschiedenen Bereichen Technologien zur Selbstmontage und programmierbaren Veränderbarkeit von Materialien.

Im Folgenden wird auf die Einzelprojekte Programmable Materials, 4D Printing und Transformable Structures eingegangen.

Quellen

<https://www.youtube.com/watch?v=2Lfm1uRPqo8>
<https://www.youtube.com/watch?v=-MsNjNeRFMY>



4D Printing

Das 4D-Printing umfasst Multimaterialdrucke mit dem Stratasys Connex-Drucker, mit der zusätzlichen Möglichkeit, der Formtransformation von einem Zustand in einen anderen, direkt vom Druckbett aus.

Mit einem einzigen Multimaterialdruck kann sich ein Produkt oder ein Mechanismus von einem 1D-Strang in eine 3D-Form, eine 2D-Oberfläche in eine 3D-Form oder von einer 3D-Form in eine andere verwandeln.

*Zeit ist die
vierte Dimension*

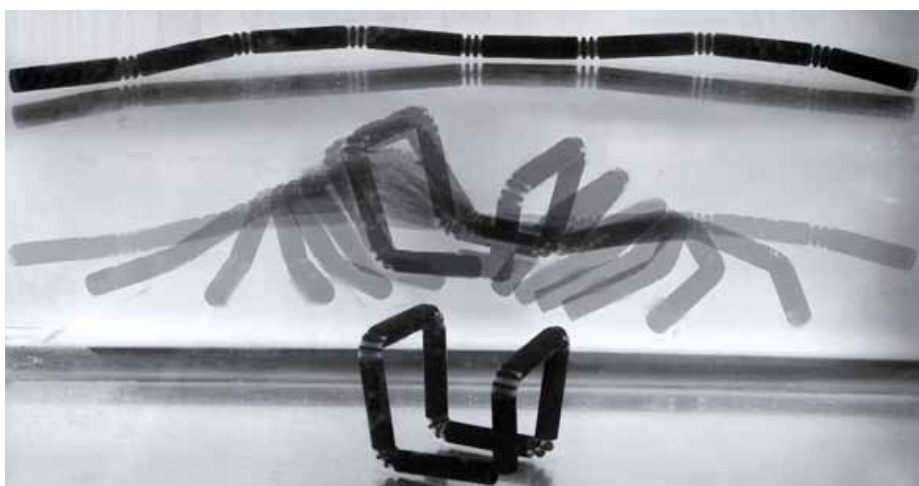


Durch den Einsatz von Wasser, Wärme, Licht oder anderen einfachen Energiequellen bietet diese Technik Anpassungsfähigkeit und dynamische Reaktion für Strukturen und Systeme jeder Größe.



Der 3D Druck besteht aus starren und expandierbaren Elementen neben einander angeordnet.

Wenn der expandierbare Teil, hergestellt aus einem Hydrogel, mit Wasser in Kontakt kommt, expandiert dieser um bis zu 200%, was zu einer Veränderung der Form führt, da sich die starren Elemente neu positionieren.



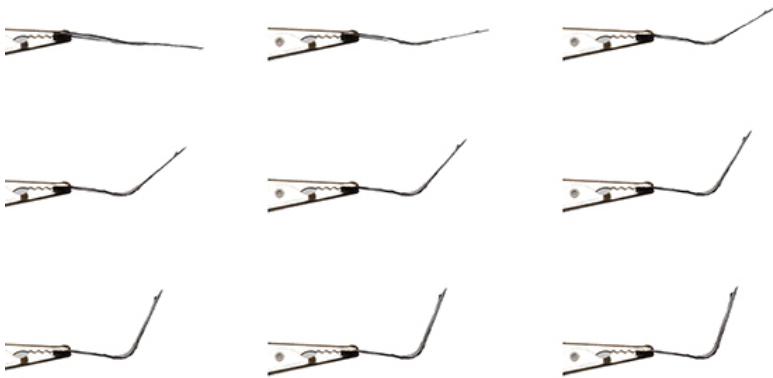
Die expandierbaren Materialien wirken wie Verbindungen, die unter bestimmten Bedingungen aktiviert werden und so dem ganzen Objekt eine neue Form geben.

Je nachdem welche Art expandierbares Material verwendet wird, werden andere Bedingungen benötigt, um dieses anzuregen: Wasser Licht Hitze oder andere Formen von Energie.

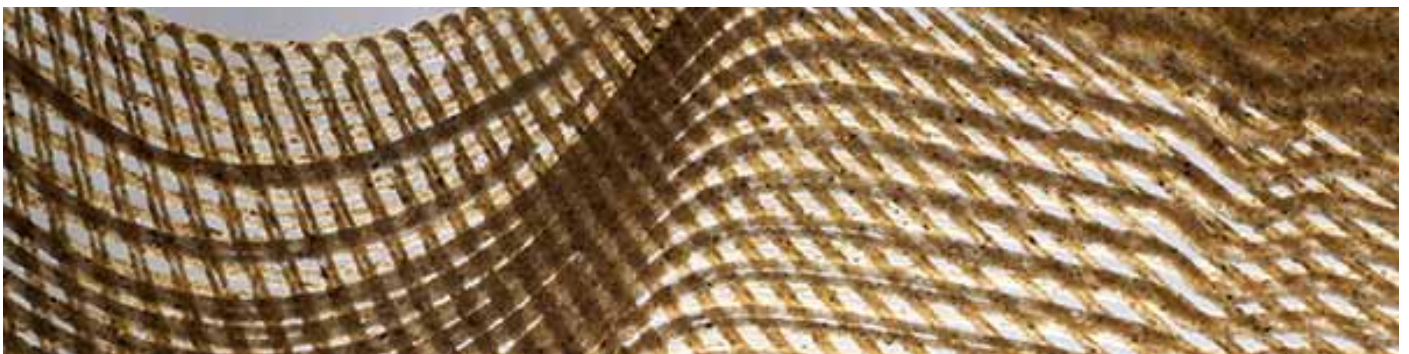
Quellen

- <https://www.youtube.com/watch?v=MyK4BzbxcdU>
- <https://selfassemblylab.mit.edu/4d-printing/2018/1/5/r1vvsqj14ees1d4xd48uowhtnl447d>
- <https://selfassemblylab.mit.edu/4d-printing/2018/1/5/oq15p04kjd3a6t6iylyst1q3yocwwb>

Programmable Materials



Nahezu jeder Industriezweig wünscht sich seit langem intelligentere Materialien



Programmierbare Werkstoffe bestehen aus Materialzusammensetzungen, die so konzipiert sind, dass sie in Form und Funktion hochdynamisch sind, dabei aber so kostengünstig sind wie herkömmliche Werkstoffe, leicht hergestellt werden können und sich flach verpacken und selbst zusammenbauen lassen.

Zu diesen neuen Materialien gehören: sich selbst umwandelnde Kohlenstofffasern, gedruckte Holzmaserungen, maßgeschneiderte Textilverbundstoffe und andere Gummi- und Kunststoffmaterialien, die aus einem einfachen Material programmierbare Funktionen wie Antrieb, Sensorik und Selbstumwandlung bieten.

In jüngster Zeit wurde eine Reihe von Technologien zusammengeführt, um einen Durchbruch bei der Materialleistung zu erzielen. Zu diesen Technologien gehören: 3D/4D-Multimaterialdruck, Fortschritte in der Materialwissenschaft und neue Möglichkeiten der Simulations- und Optimierungssoftware.

Dank dieser Erfolge ist es jetzt möglich, eine breite Palette von Materialien vollständig zu programmieren, um ihre Form, ihr Aussehen oder andere Eigenschaften nach Bedarf zu verändern.



Nahezu jeder Industriezweig wünscht sich seit langem intelligentere Materialien und roboterähnliche Umwandlungen - von der Bekleidungs-, Architektur-, Produktdesign- und Fertigungsindustrie bis hin zur Luft- und Raumfahrt- und Automobilindustrie.

Diese Fähigkeiten erforderten jedoch häufig teure, fehleranfällige und komplexe elektromechanische Geräte (Motoren, Sensoren, Elektronik), sperrige Komponenten, einen hohen Energieverbrauch (Batterien oder Strom) und schwierige Montageprozesse. Diese Einschränkungen haben die effiziente Herstellung dynamischer Systeme, leistungsfähigerer Maschinen und anpassungsfähigerer Produkte erschwert - bis jetzt.



Quellen

- <https://www.youtube.com/watch?v=abGAVzueSUc>
- <https://selfassemblylab.mit.edu/programmable-materials/2018/1/5/ql8f7bkekjztwvncdv1flvqz02ayoa>
- <https://selfassemblylab.mit.edu/programmable-materials/2018/1/5/q5mgrx6fjcrjk2p9ck5cisnnn42apv>
- <https://selfassemblylab.mit.edu/programmable-materials/2018/1/5/r5salk8z7kxu49nwh1b87ow5ewj4r7>



Biased Chains

sind prototypische Kettenstrukturen, die die Montageanweisungen direkt in die Materialteile kodieren und auf eine passive Selbstmontage abzielen.

Dazu fügt man jede Einheit Stück für Stück hinzu und richtet sie entsprechend der entworfenen linearen Faltungssequenz aus, ähnlich, wie bei der ribosomalen Proteinherstellung.

Während der Translation wird die mRNA in einem Ribosom dekodiert, um eine spezifische Aminosäurekette zu erzeugen. Das Polypeptid faltet sich später zu einem aktiven Protein und erfüllt seine Funktionen in der Zelle.





*biased = befangen,
voreingenommen,
unausgewogen*

Als Nächstes wird die Kette stochastisch geschüttelt, sodass jede der Einheiten an ihrem Platz einrastet. Jede Einheit hat eine voreingestellte Richtung und wird auf der Grundlage einer gewünschten Abfolge von Faltungen zusammengesetzt.

Die Faltungen können so angeordnet werden, dass sie eine beliebige Gesamtgeometrie von 2D- und 3D-Linien bis hin zu 3D-Oberflächen und -Volumina formen.



Quellen

<https://www.youtube.com/watch?v=abGAVzueSUc>
<https://selfassemblylab.mit.edu/programmable-materials/2018/1/5/ql8f7bkekjztwvncdv1flvqz02ayoa>
<https://selfassemblylab.mit.edu/programmable-materials/2018/1/5/q5mgrx6fjcrjk2p9ck5cisn42apv>
<https://selfassemblylab.mit.edu/programmable-materials/2018/1/5/r5salk8z7kxu49nwh1b87ow5ewj4r7>

Was können wir von Self-Assembly lernen?

Insgesamt bietet Self Assembly eine Vielzahl von Chancen, die die Effizienz, Präzision und Nachhaltigkeit in verschiedenen Branchen fördern können



Self-Assembly

Self Assembly, also die Fähigkeit von Materialien oder Systemen, sich selbstständig zu organisieren und anzuordnen, bietet in der Gestaltung vielfältige Chancen:

1. Effizienzsteigerung:

Self Assembly kann in der Fertigungsindustrie dazu beitragen, den Ressourcenverbrauch zu reduzieren und die Produktionskosten zu senken, da weniger manueller Eingriff erforderlich ist.

2. Präzision und Reproduzierbarkeit:

Selbstorganisierende Systeme können hochpräzise Strukturen erzeugen, die schwer manuell herzustellen wären. Dies führt zu einer besseren Reproduzierbarkeit von Produkten.

3. Designflexibilität:

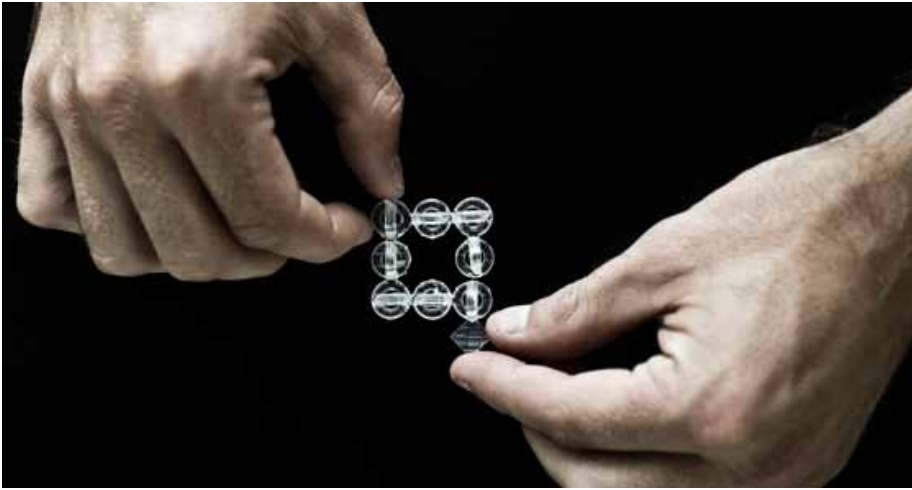
Self Assembly eröffnet neue Möglichkeiten in der Gestaltung, da es erlaubt, komplexere und kreativere Formen und Strukturen zu realisieren.

4. Skalierbarkeit:

Selbstorganisierende Prozesse sind oft gut skalierbar und können auf verschiedene Größenskalen angewandt werden, von der Nanotechnologie bis zur Architektur.

5. Materialeffizienz:

Self Assembly ermöglicht es, Materialien effizienter zu nutzen, da sie nur dort platziert werden, wo sie benötigt werden. Dies trägt zur Reduzierung von Reststoffen und Ressourcenverbrauch bei.



6. Anpassungsfähigkeit:

Selbstorganisierende Systeme können auf Veränderungen in ihrer Umgebung reagieren, was in dynamischen Umgebungen von Vorteil ist. Dies kann beispielsweise in selbstheilenden Materialien oder adaptiven Strukturen genutzt werden.

7. Biologische Inspiration:

Die Natur dient oft als Vorbild für Self Assembly-Techniken. Die Gestaltung kann von biologischen Prozessen und Strukturen lernen, um effizientere und nachhaltigere Lösungen zu finden.

8. Automatisierung:

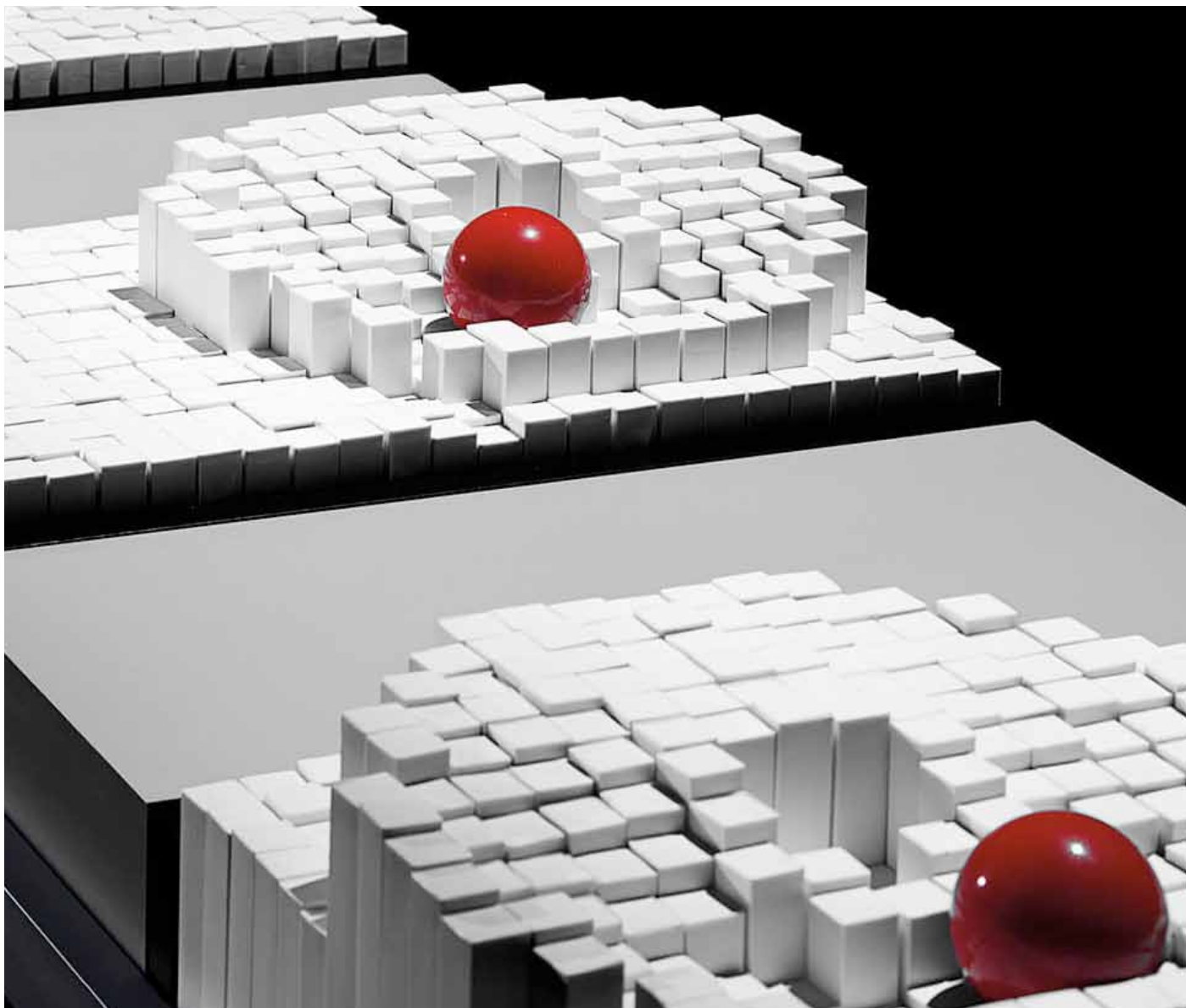
Self Assembly kann in der Automatisierung und Robotik eingesetzt werden, um komplexe Aufgaben autonom auszuführen, was in verschiedenen Branchen von Vorteil ist.

9. Zeiteinsparung:

Die automatische Selbstorganisation kann die Produktionszeit verkürzen, da viele Prozesse parallel ablaufen können, ohne lange Trocknungs- oder Aushärtungszeiten zu erfordern.

10. Neue Anwendungen:

Self Assembly eröffnet neue Anwendungsgebiete in Bereichen wie der Medizin (z. B. bei der Herstellung von Mikrochips für medizinische Geräte) und der Elektronik (z. B. bei der Herstellung von Nanostrukturen für Sensoren).



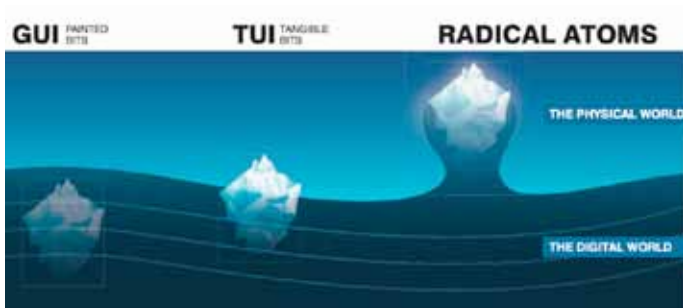
Tangible Media Group

Recherchiert von Julia Müll

Als Forschungsgruppe am MIT Media Lab, konzentriert sich die Tangible Media Group auf die Entwicklung innovativer Technologien zur Verbesserung der Mensch-Computer-Interaktion. Ihr Fokus liegt auf der Schaffung von interaktiven und greifbaren Schnittstellen, die es den Benutzern ermöglichen, digitale Informationen auf eine intuitive und sinnliche Weise zu manipulieren.

Ihre Arbeit basiert auf dem Prinzip der Tangible Bits & Radical Atoms.

Tangible Bits & Radical Atoms



Eisberg Matapher - von Tangible Bits zu Radical Atoms

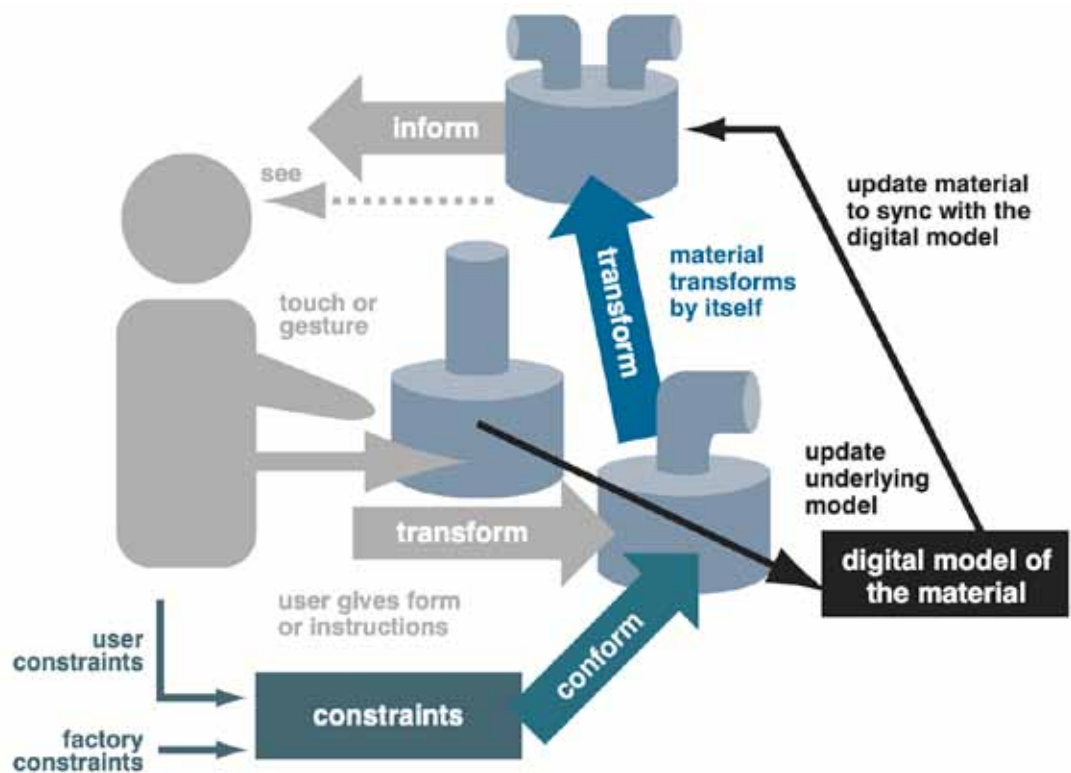
Tangible Bits und Radical Atoms sind zwei innovative Konzepte, die von der Tangible Media Group entwickelt wurden. Tangible Bits bezieht sich auf die Idee, digitale Informationen physisch greifbar zu machen, um eine intuitivere Interaktion zu ermöglichen. Durch die Verwendung von interaktiven Oberflächen können Benutzer digitale Inhalte auf natürliche Weise manipulieren, indem sie physische Objekte berühren, bewegen oder verändern.

Radical Atoms geht noch einen Schritt weiter und erforscht die Möglichkeit, digitale Informationen in materielle Objekte zu integrieren, die ihre Form und Eigenschaften dynamisch verändern können.

Dies eröffnet spannende Anwendungsmöglichkeiten in Bereichen wie adaptiver Kleidung, intelligenten Gebäuden und interaktiven Umgebungen.

„Radical“ kommt von dem Begriff der „freien Radikale“, wie es auch von ChemikerInnen verwendet wird. Sie sind instabil, sehr dynamisch und wandelbar.

Prof Hiroshii ishi, Ars Electronica 2016



Interaktion mit Radical Atoms

Die Vision der Tangible Media Group besteht darin, die Interaktion zwischen Menschen und digitalen Informationen zu revolutionieren, indem sie die Grenzen zwischen der digitalen und der physischen Welt verwischt. Durch die Schaffung von greifbaren und anpassungsfähigen Schnittstellen strebt die Gruppe danach, eine neue Ära der Mensch-Computer-Interaktion einzuleiten und die Art und Weise zu verändern, wie wir mit digitalen Inhalten interagieren.

Bubble Talk

Interactive Art Toolkit for Metaphor
of Modern Digital Chat





Bei Bubble Talk handelt es sich um eine interaktive Installation, bei der die Benutzer mit Hilfe von physischen Blasen digitale Informationen manipulieren können. Die Blasen sind mit Sensoren ausgestattet, die Bewegungen und Berührungen erkennen und in Echtzeit in digitale Aktionen umwandeln.

Die Benutzer können die Blasen auf verschiedene Weise manipulieren, indem sie sie drücken, schütteln oder bewegen. Diese physischen Interaktionen werden dann in digitale Befehle übersetzt, die beispielsweise die Farbe oder Form von auf einem Bildschirm dargestellten Objekten verändern können.

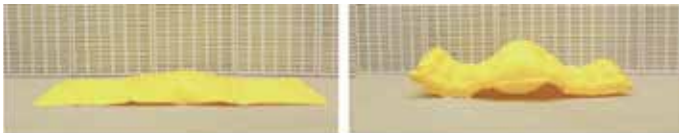
Printflatables

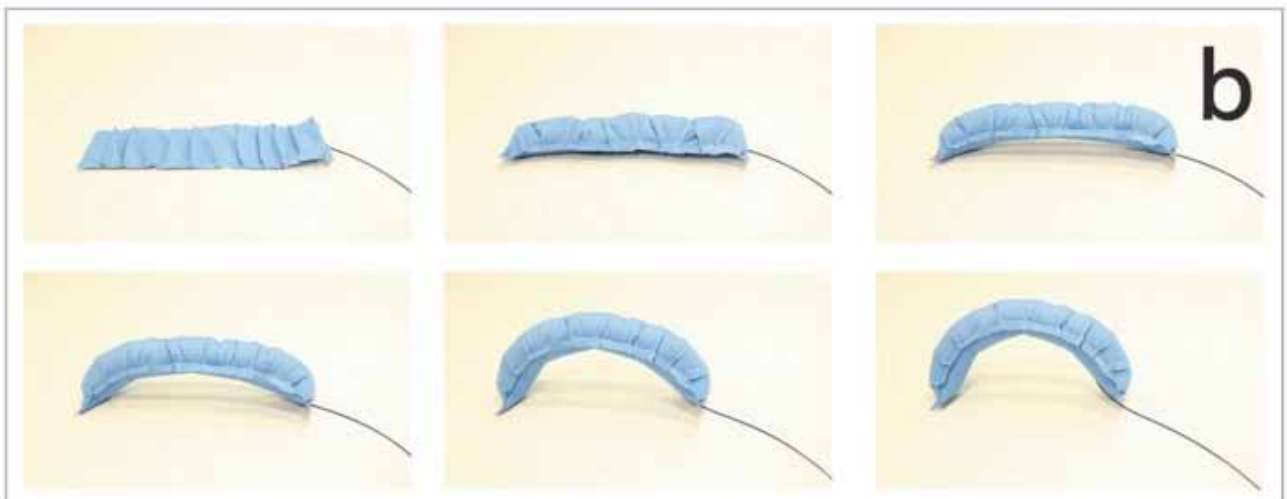
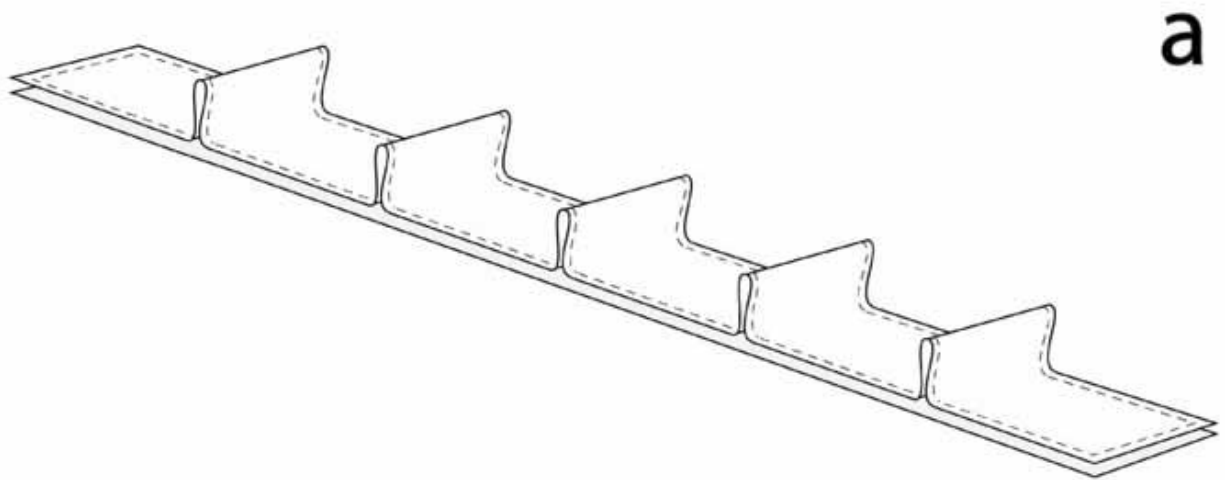
Inflatable Objects

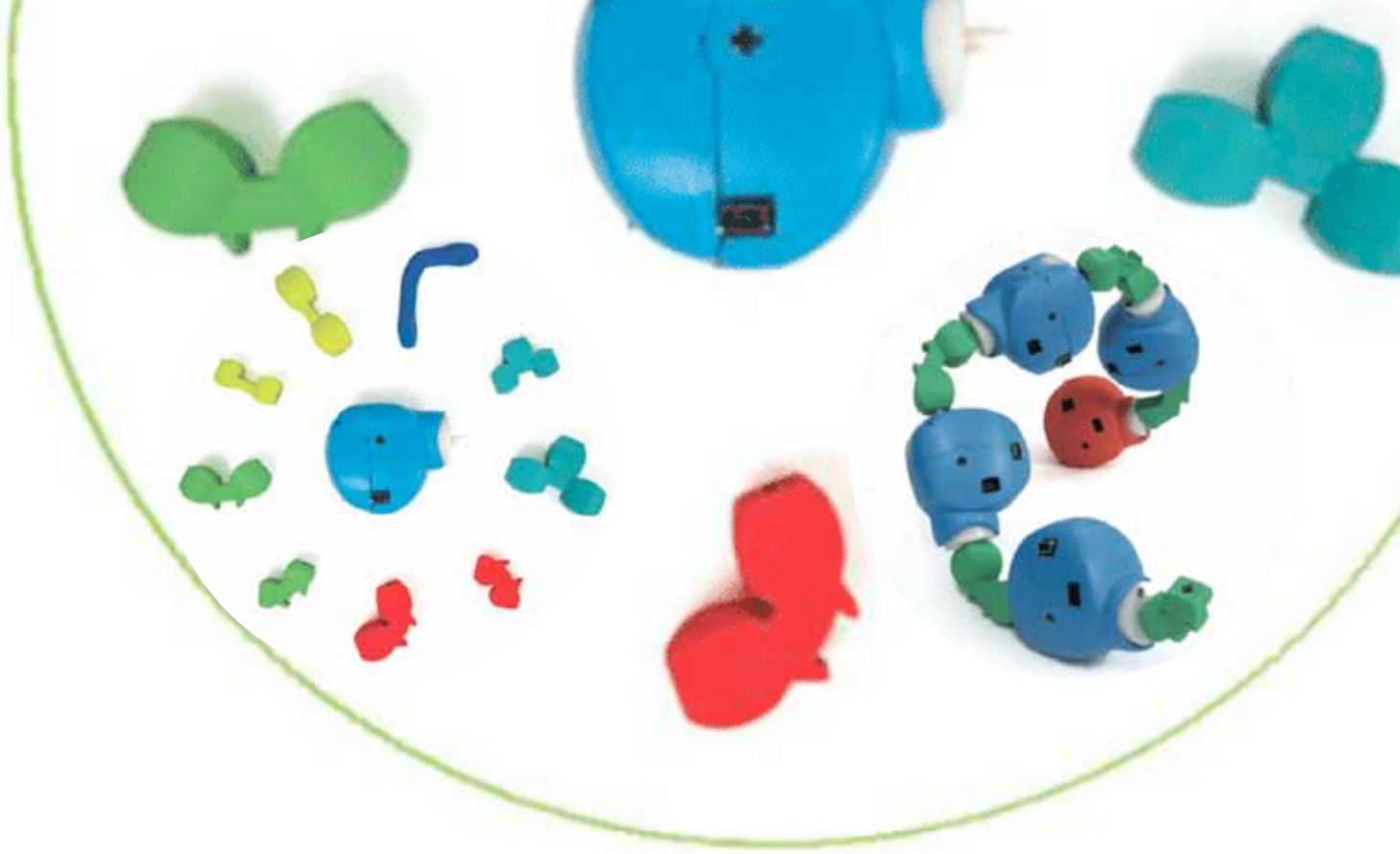


Bei Printflatables handelt es sich um eine innovative Methode, bei der flache, flexible Materialien wie Stoffe oder Kunststofffolien mit Hilfe eines 3D-Druckers bedruckt, heißgepresst und anschließend in aufblasbare Strukturen verwandelt werden.

Weiterführend wurden diese aufblasbaren Formen mit Sensoren und Aktuatoren ausgestattet, um eine Vielzahl von Interaktionsmöglichkeiten zu bieten. Durch Berührung, Druck oder Bewegung können die Benutzer die Form und das Verhalten der Printflatables steuern.







Topobo

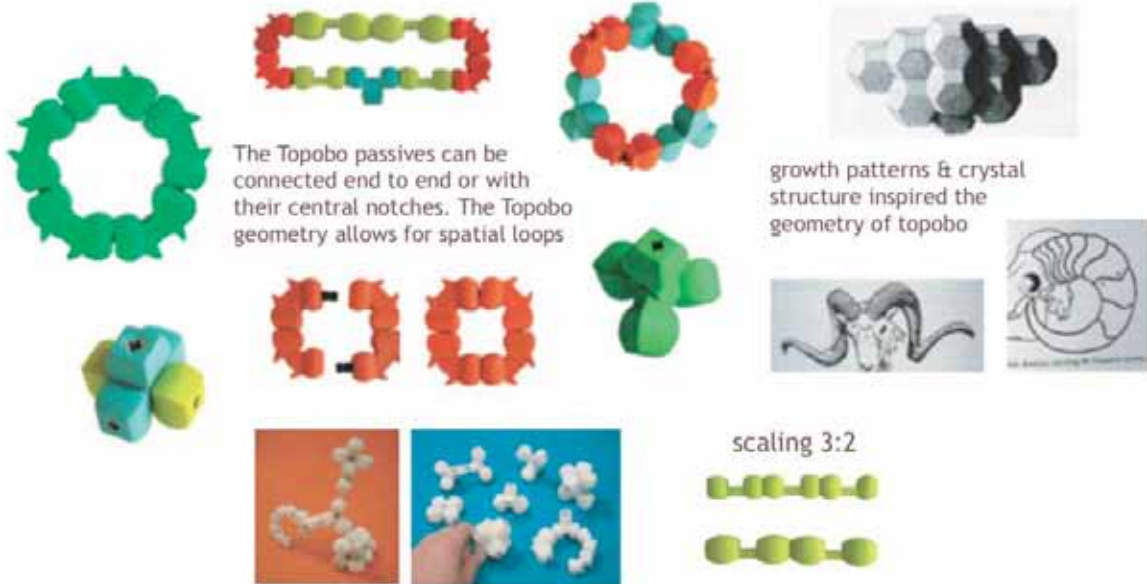
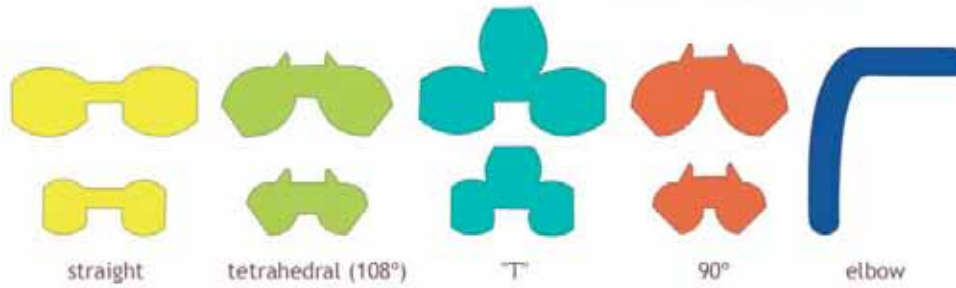
3D constructive assembly system
with kinetic memory

Das Projekt erforscht die Verbindung zwischen physischen Objekten und digitalen Informationen. Topobo besteht aus modularen Bausteinen, die sich miteinander verbinden lassen und sowohl Bewegungen als auch digitale Interaktionen erfassen können.

Die Bausteine von Topobo sind mit Sensoren ausgestattet, die Bewegungen und Verbindungen erkennen können. Durch das Kombinieren und Verbinden der Bausteine können Benutzer verschiedene Formen und Strukturen erstellen, sowie Bewegungen aufzuzeichnen und wiedergeben.



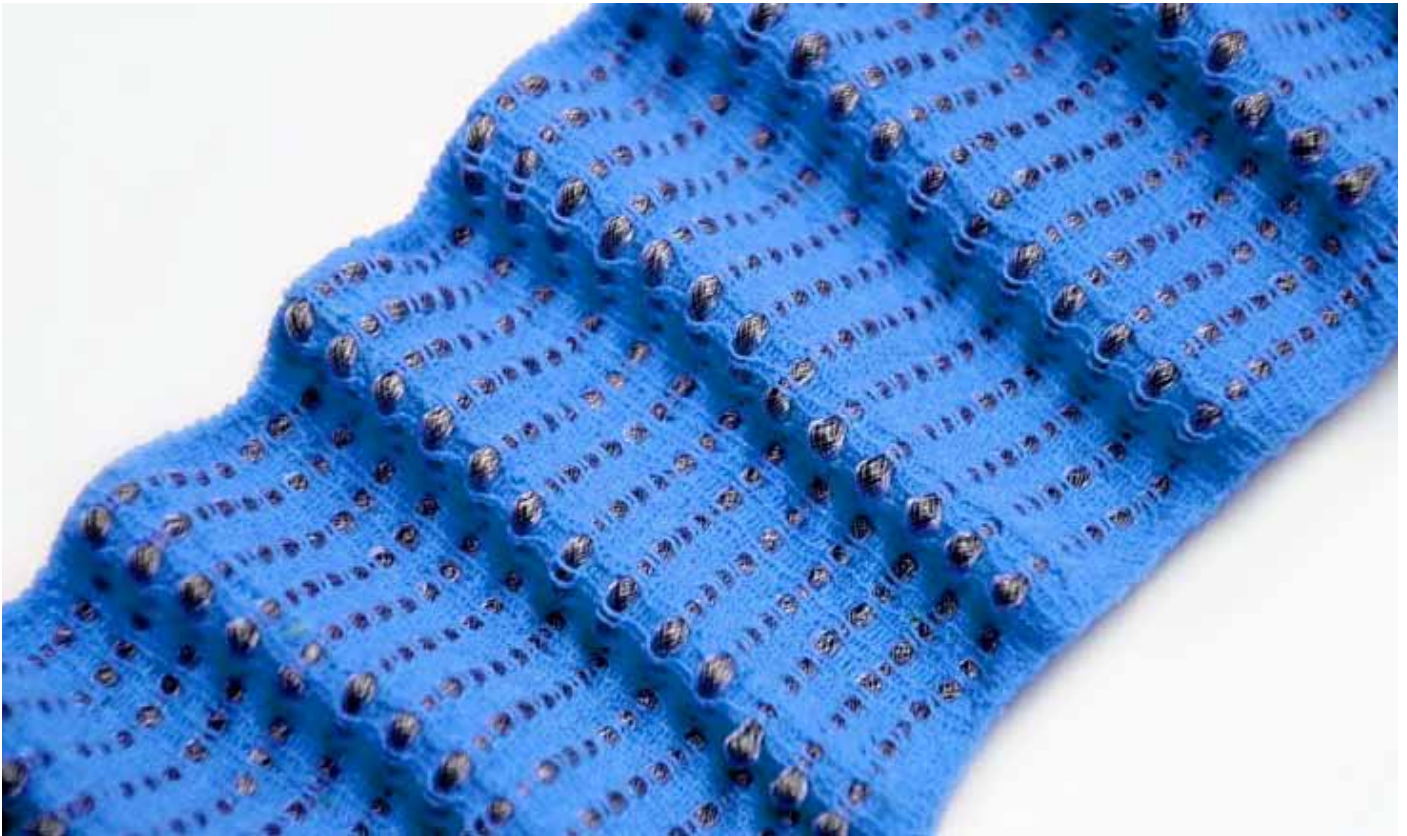
The Passives

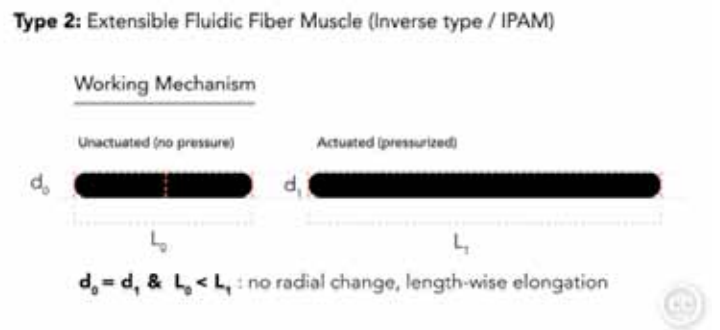
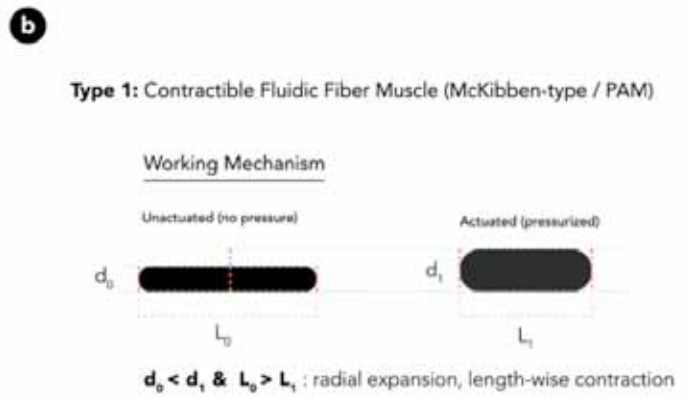
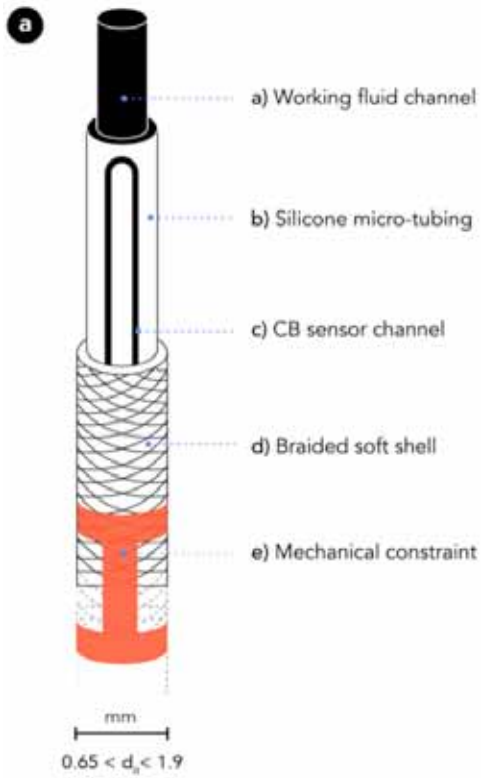


Omni Fiber

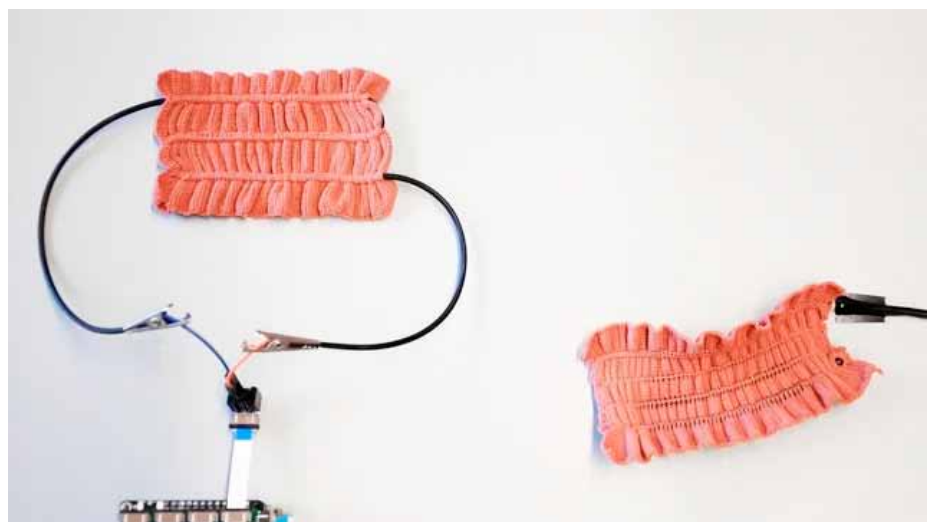
Strain-tunable Fluidic Fiber Actuators for Soft Robotic Textiles and Autonomous Garments

Die Funktionsweise von Omni Fiber basiert auf der Verwendung von leitfähigen Fasern und Sensoren, die in den Stoff eingewebt sind. Diese Fasern ermöglichen es, elektrische Signale zu übertragen und somit eine Verbindung zwischen dem Stoff und digitalen Geräten herzustellen. Durch Berührung, Druck oder andere physische Interaktionen mit dem Stoff können Benutzer digitale Informationen steuern oder manipulieren.





a) Basic fiber architecture, b) Two basic actuation mechanisms



TransFORM

From a piece of still furniture to a dynamic machine



Durch diese Technologie können Benutzer digitale Inhalte auf eine physische und greifbare Weise manipulieren. Zum Beispiel kann ein Benutzer ein physisches Objekt berühren, drücken oder drehen, um digitale Informationen zu steuern oder zu verändern, die mit dem Objekt verbunden sind. Das Objekt kann seine Form verändern, um visuelle oder haptische Rückmeldungen zu geben und dem Benutzer ein immersives Erlebnis zu bieten.



TransFORM ist ein Projekt der Tangible Media Group, das darauf abzielt, die Interaktion zwischen Menschen und digitalen Inhalten zu verbessern, indem es physische Objekte verwendet. Es basiert auf der Idee, dass digitale Informationen in materielle Objekte integriert werden können, die ihre Form und Funktion dynamisch verändern können.

Die Technologie hinter TransFORM besteht aus einer Kombination von Sensoren, Aktuatoren und intelligenten Materialien. Sensoren erfassen die Interaktionen des Benutzers mit den physischen Objekten, während Aktuatoren die Fähigkeit haben, die Form und Eigenschaften der Objekte zu verändern. Intelligente Materialien ermöglichen es den Objekten, auf diese Veränderungen zu reagieren und sich anzupassen.



Matters of Activity

Recherchiert von Jolanda Schultrich

Die Exzellenzstrategie ist ein vom Staat gefördertes Programm, um Spitzenforschung an deutschen Universitäten zu fördern. „Matters of Activity“ ist eines dieser Exzellenzcluster, ausgehend von der Humboldt Universität Berlin bietet der Cluster von 2018 - 2025 Raum für interdisziplinäres Forschen, Experimentieren und Austausch. Auf den folgenden Seiten möchte ich euch „Matters of Activity“ näher bringen und einige Forschungsarbeiten bzw. Projekte vorstellen.

Cluster of
Excellence

**Matters
of Activity**

Image
Space
Material



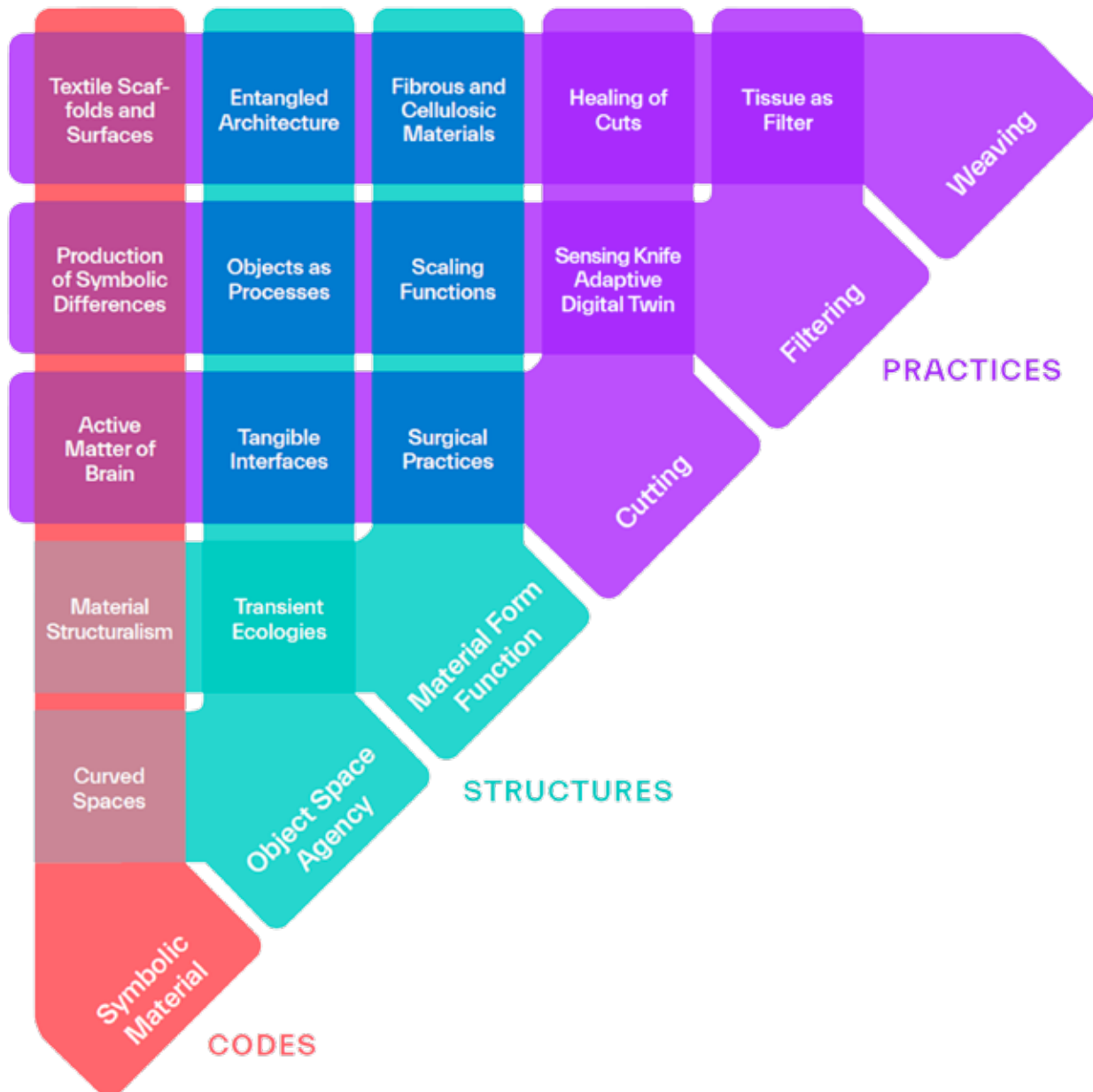
Das Ziel von Matters of Activity

Der Cluster „Matters of Activity“ basiert auf dem 2012 gestarteten Exzellenzcluster Bild Wissen Gestaltung, der systematisch interdisziplinäre Strukturen aufgebaut hat. Zudem erhalten Forschung und Lehre im offenen Humboldt-Labor der Humboldt-Universität Berlin eine öffentliche Plattform, die durch innovative Ausstellungs- und Publikationsformate eine direkte Interaktion mit der Öffentlichkeit ermöglicht. Die umfassende interdisziplinäre Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und die Zusammenarbeit mit den unterschiedlichsten Institutionen aus Kultur, Wirtschaft, Forschung und Gestaltung sollen zudem einen langfristigen Dialog zwischen Grundlagenforschung und Gesellschaft anregen.

Dabei steht besonders das Material im Fordergrund, denn „Matters of Activity“ möchte neben der Förderung von Forschung ein neuen Blick, eine neue Herangehensweise und ein neues Grundverständnis für Materialitäten schaffen. Diese Forschung konzentriert sich auf traditionelle und elementare Praktiken, sowohl natürlicher als auch kultureller Art, wie Weben, Filtern und Schneiden. Diese Praktiken erleichtern die Analyse, das Experimentieren und die Gestaltung neuer Formen von Prozessen, die auf inneren Strukturen und impliziten Codes aktiver Materie beruhen.

Zur Beantwortung der elementaren Frage, wie Materie als aktives Material neu gedacht werden kann und wie die Auswirkungen eines kulturellen Wandels hinsichtlich Materialien zu erkennen sind, hat „Matters of Activity“ eine integrative Forschungsstruktur entwickelt. Drei eng miteinander verknüpften Forschungseinheiten befassen sich mit verschiedenen Ansätzen zur materiellen Aktivität: von der grundlegenden Ebene kultureller und natürlicher materieller Praktiken und den dem Material innewohnenden aktiven Strukturen bis hin zur Idee, dass Materialien als neuartige materielle Codes zu verstehen sind.

Diese Forschungseinheiten bestehen aus sechs Forschungsprojekten, deren innere Architektur ein hohes Maß an interner Konnektivität und Konvergenz ermöglicht.



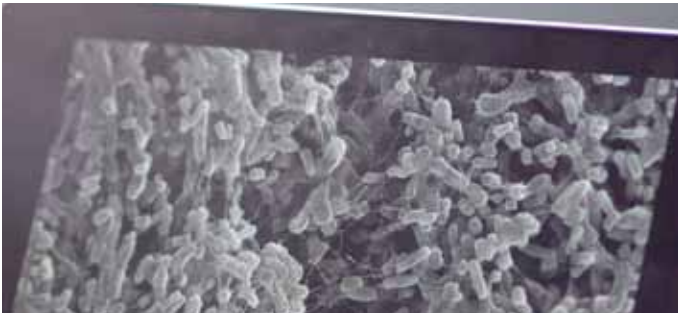
„The material activity we address is not opposed to the digital. It moves beyond the digital age. Such transdigital material is the starting point for a material revolution that works to overcome the dichotomy between the digital and the material, between technology and nature.“

Bacteria Weaving

Bastian Beyer, Skander Hathroubi

„We really tried to collaborate with the micro-organism to build something together – so it’s not only about us as humans, and also not only about collaboration between disciplines, but generating a structure by working with a different life form.“

Bastian Beyer, Architekt



Architekt*innen und Biolog*innen arbeiten in dem Projekt „Bacteria Weaving“ zusammen, um neue und nachhaltige Werkstoffe für die Bauindustrie zu erforschen. Da einige Materialien, die im Bau zum Einsatz kommen, in vielerlei Hinsicht ineffizient sind, suchen die Forschenden nach Alternativen.

Einen Ansatz haben sie in der Züchtung von Bakterien gefunden, die Zellulose produzieren und dies auf eine weniger zeit-, energie- und platzaufwändige Art, als bei herkömmlicher Zellulose, gewonnen aus Holz.

Im Prozess der Forschung werden analoge und digitale Methoden miteinander vereint und Ergebnisse sowohl wissenschaftlich als auch gestalterisch dokumentiert.

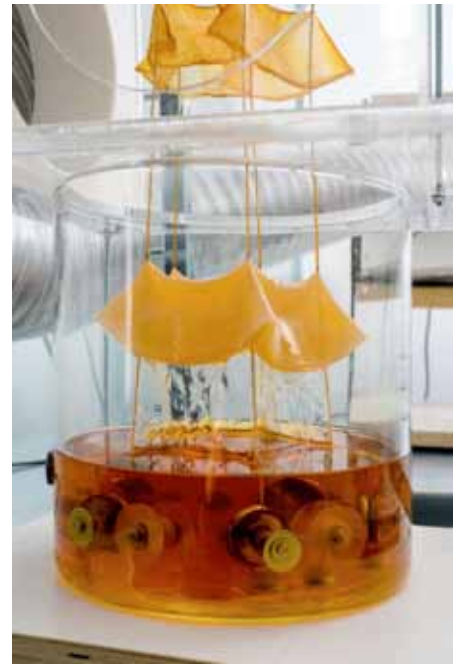
Website: <https://www.matters-of-activity.de/en/research/laboratories/49/humboldt-lab>

Video: <https://www.youtube.com/watch?v=NNBBidWDWwE>



Static growth





Resilient Weave

Natalija Miodragović, Mohammad Fardin Gholami, Prof. Christiane Sauer, Nelli Singer, Daniel Suarez



Die Erprobung von Grenzen der Flexibilität und der Formbarkeit von Materie führen zu neuen Erkenntnissen und zur Erweiterung von Anwendungsmöglichkeiten. In dem Projekt "Resilient Weave" haben Forschende verholzte Pflanzenfasern zu aktiven Strukturen zusammengesetzt, die auf Feuchtigkeit reagieren. Der Herstellungsprozess basiert auf Webtechniken und traditionellen Materialien, was eine Reflexion traditioneller Praktiken ermöglicht.

Im Gegensatz zu dicken Holzästen sind Pflanzenfasern aus Kurzumtriebsplantagen (KUP) - wie Weide und Rattan - elastisch und hydromorph, dh. sie reagieren und verformen sich durch die Aufnahme von Wasser und sind so für die Gestaltung von Strukturtextilien geeignet.

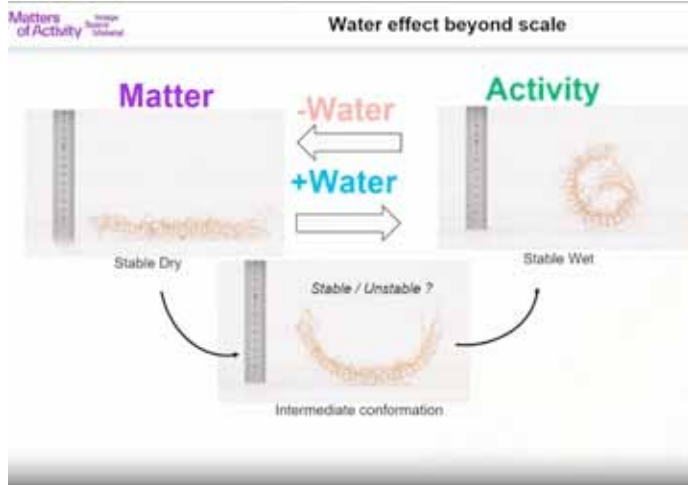
Website:

<https://www.matters-of-activity.de/en/activities/9578/architectures-of-weaving>

<https://kh-berlin.de/projekte/projekt-detail/3390>

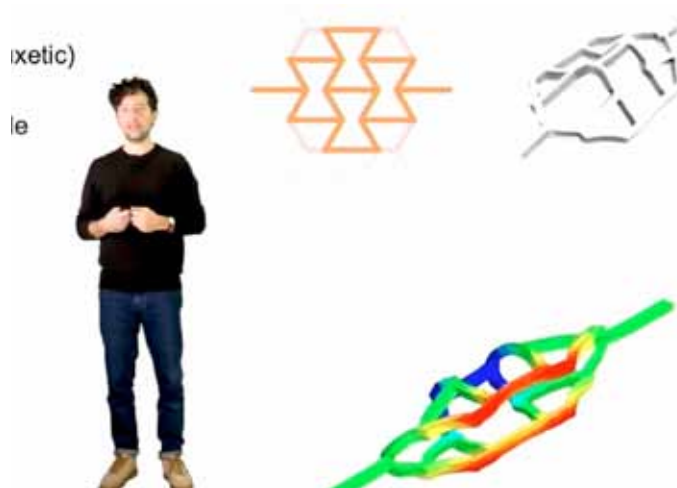
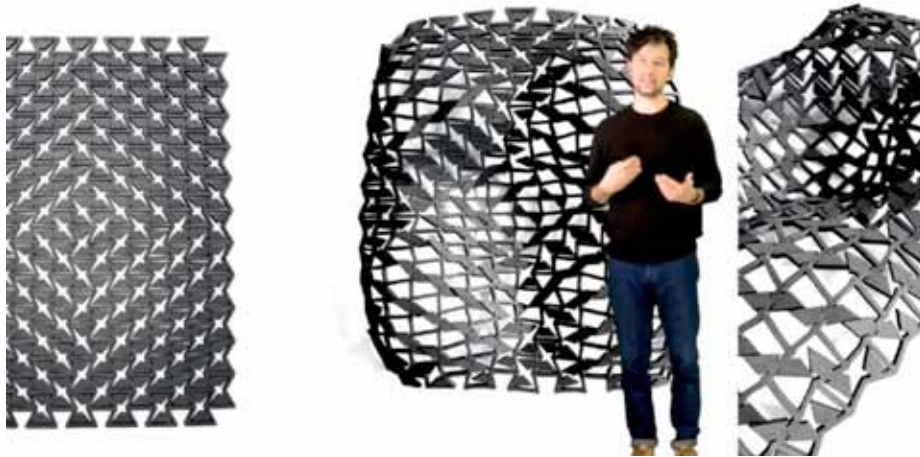
Video:

<https://www.virtualspace.matters-of-activity.de/>



On Material Grammar

Dr. Lorenzo Guiducci, Heidi Jalkh



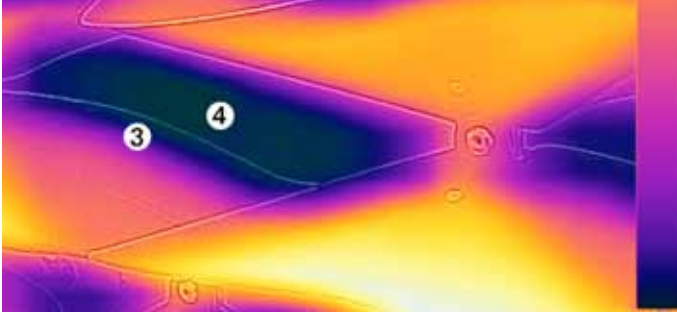
Strukturelle Instabilitäten in dünnen Materialien können sowohl zum Versagen führen, z. B. beim Zusammendrücken einer Getränkedose, als auch schöne morphogenetische Phänomene hervorrufen, wie das Wellen an den Rändern von welkenden Blättern.

In "On Material Grammar" wurden dünne Oberflächen, durch Aussparungen, zu Materialien mit neuen Eigenschaften umfunktioniert, die durch einfaches Ziehen an den Kanten bedient, aktiviert und zurückgesetzt, programmiert und umprogrammiert werden können.

Video: <https://www.virtualspace.matters-of-activity.de/>

Polymorph Textiles

Maxie Schneider, Prof. Dr. Ignacio Borrego, Prof. Christiane Sauer



Das Promotionsprojekt „Polymorph Textiles“, welches von „Matters of Activity“ unterstützt wurde, erforscht die Materialprogrammierung, das Formverhalten und die Reaktion von Materialien auf klimatische Reize. Ziel ist die Erarbeitung einer mehrstufigen Designmethode für selbstformende Textilien mit Formgedächtnis, welche als thermisch aktive Steuerungskomponente eingesetzt werden kann.

Innerhalb des Forschungsteams „Adaptex“ werden die entworfenen Systeme durch physische Umsetzung in Form von Sonnenschutzelementen in Brandenburg und Oman validiert. Diese Sonnenschutzelemente öffnen und schließen sich, indem durch Sonneneinstrahlung die verwendeten Materialien, Blech und Textil, sich aufwärmen oder abkühlen und dadurch verformen. Es entsteht eine Art selbstregulierendes System.

Website:

<https://maxieschneider.com/Polymorph-Textility>

<https://maxieschneider.com/Adaptex>

Video:

<https://vimeo.com/459780095>



Architectural Yarns

Iva Resetar, Maxie Schneider, Jojo Shone, Prof. Christiane Sauer



„Architectural Yarns“ bewegen sich zwischen den Maßstäben von Textilien und Architektur sowie zwischen den Zeitskalen und Lebenszyklen von Bauelementen. Als gestalterische Intervention sind sie weniger auf Dauerhaftigkeit als vielmehr auf Anpassung und Flexibilität der (Wieder-)Verwendung ausgerichtet. Angesichts der Fülle der vorhandenen gebauten und künstlichen Masse ist die architektonische Praxis nicht unbedingt auf neue Gebäude ausgerichtet, sondern erkennt die Sanierung und Nachrüstung bestehender Räume als eine der wichtigsten aktuellen und künftigen Herausforderungen an.

Garne sind „Mischungen“ - hierarchisch strukturierte, flexible Verbundstoffe, die wir maßstabsübergreifend mit biologischen Materialien und Abfallinfrastrukturen verbinden. Durch den Einsatz thermisch aktiver Phase-Change-Materialien oder pflanzlicher Fasern auf Zellulosebasis können sie aktiv auf das Klima einwirken. Durch experimentelles Prototyping werden textile Techniken erforscht, um weiche, provisorische Architekturen zu schaffen - klimatische Vorhänge, Raumteiler oder Innenraumlanschaften. Durch die Verwendung von textilen Bindetechniken wie Stricken, Häkeln und Wickeln erforschen wir strukturelle Baugruppen, die wieder entwirrt und in neue Umgebungen umgestaltet werden können. Die taktile Anleitung zum Konstruieren kann durch abgestufte Materialgeometrien und -eigenschaften physisch in das Garn programmiert werden.

Website:

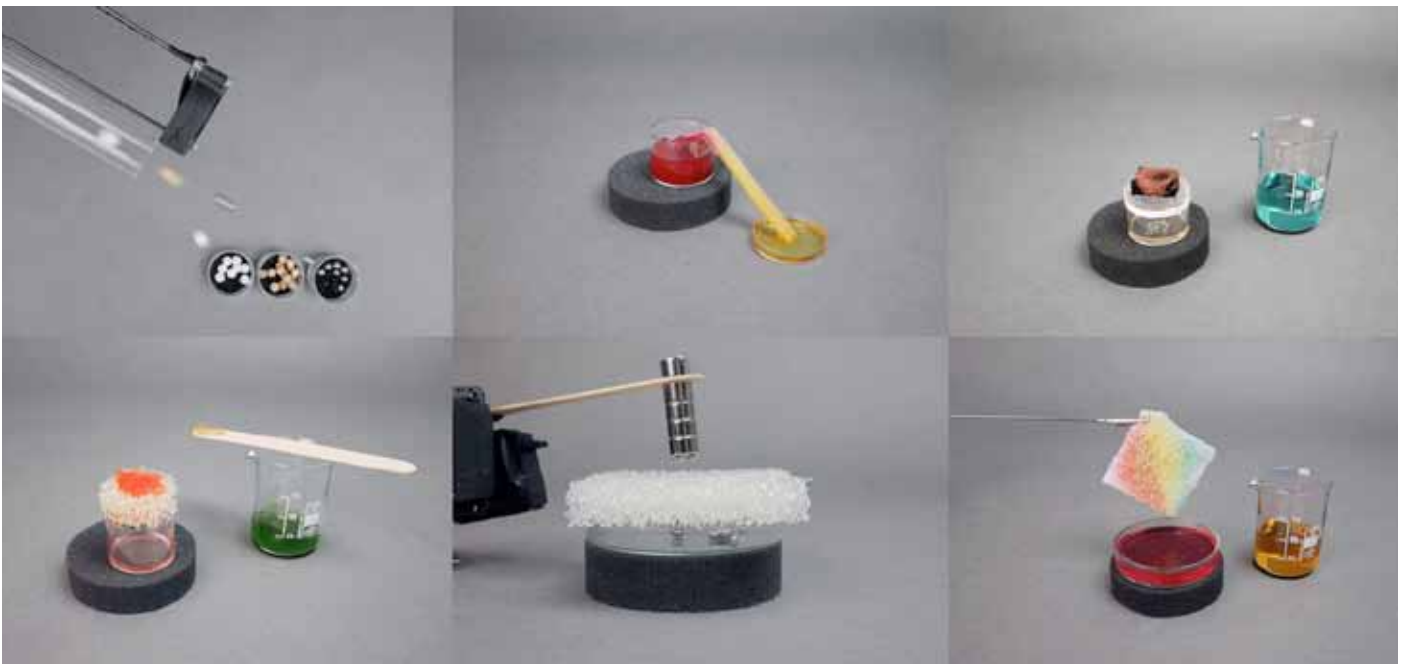
<https://www.matters-of-activity.de/en/posts/12161/architectural-yarns>

Website:

<https://maxieschneider.com/Architectural-Yarns>

Exploring Filtering

Thomas Ness, Veronica Aumann



dem einwöchigen Kurzprojekt „Exploring Filtering“ setzten sich Clustermitglied und Interaktionsdesigner Thomas Ness und Textildesignerin Veronika Aumann ergebnisoffen mit dem Thema Filtering auseinander. Ziel der kreativen Auseinandersetzung mit Filterungsprozessen war es, diese praktisch und greifbar zu erfassen und auszudrücken.

Ausgangspunkt war dabei nicht ein bestimmter Stoff, der gefiltert werden sollte, oder ein bestimmtes Substrat, das gewonnen werden sollte. Vielmehr lag das Interesse auf den eigentlichen Filterprozessen an sich und dem Filter als Objekt. Im „Design Lab“ wurden verschiedene Arten und Methoden von Filterprozessen mit bekannten Prototyping-Materialien und -Techniken praktisch erprobt und in sechs erzählerischen und visuellen Darstellungen umgesetzt.

Das Kurzprojekt fungiert als spielerischer Ausgangspunkt für die weitere Auseinandersetzung mit dem Thema Filtern. Die experimentellen Installationen veranschaulichen verschiedene Filterverfahren und skizzieren gleichzeitig die jeweilige Materialaktivität.

Website: <https://www.matters-of-activity.de/en/activities/2491/exploring-filtering>

Atmosphäre in Making

Clemens Winkler



In dem Projekt „Atmosphäre in the Making“ wird die Luft, die uns alle umgibt, die wir atmen, aber auch verschmutzen, als Material begriffen. Ausgehend von dem Versuch, physische Wolkenprozesse zu formen, abzubilden und zu kontrollieren, wurde in einem Ausstellungsraum eine künstliche Wolke geschaffen. Mit dieser können nicht nur Besucher*innen interagieren, sondern auch geforscht werden. Wie beispielsweise mit der Luftfeuchtigkeit, aber auch mit Messungen können Erkenntnisse erzielt werden, z.B. lässt sich durch die Wolke nachweisen, wie viele Personen sich in der Nähe der Wolke aufgehalten haben.

Video:

<https://www.virtualspace.matters-of-activity.de/>

Website:

<https://tieranatomisches-theater.de/project/stretching-materialities-2021/>



Scaling Nature: Bones & Growth

Dr. Khashayar Razghandi, Peter Franzl, Kunsthochschule Weißensee Berlin



„Scaling Nature“ ist eine Reihe von interdisziplinären, experimentellen und innovativen Lehrveranstaltungen, die von Prof. Christiane Sauer an der Weißensee Kunsthochschule Berlin im Fachbereich Textil- und Flächendesign in enger Zusammenarbeit mit Forschern des Exzellenzclusters „Matters of Activity“ durchgeführt wurden.

„Scaling Nature: Fibres, Muscles, Bones“ war der folgenden Frage gewidmet: Wie verhalten sich natürliche Komponenten als Akteure (Muskeln), Zugelemente (Sehnen) oder strukturelle Gerüste (Knochen)?

„Growth“ ist eine Fortsetzung der im Sommer 2019 eingeführten Reihe „Scaling Nature“. Wachstum - ganz allgemein - kann definiert werden als die Zunahme der Größe eines Organismus im Laufe der Zeit. Dies kann durch Zellteilung, aber auch durch eine Zunahme der extrazellulären Matrix erreicht werden. Während Tiere in der Lage sind, sich durch Umbauprozesse an veränderte Bedingungen anzupassen, z.B. wird ständig Knochenmaterial abgebaut und neu aufgebaut, können Pflanzen nur durch Wachstum reagieren.

Indem „Matters of Activity“ an Fischknochen, den Muskelaufbau von Tierbewegungen und pflanzliche Strukturen forscht und diese Erkenntnisse bündelt und den Studierenden der Hochschule zur Verfügung stellt, lassen sich diese Erkenntnisse auf Gestaltungsformen übersetzen. Durch Konstruktionen, Geometrien und Materialitäten entstehen so neuartige Konzepte für aktive Oberflächen, die für Anwendungen im räumlichen Kontext genutzt werden können.

Website:

<https://kh-berlin.de/projekte/projekt-detail/3102>

Website:

<https://kh-berlin.de/projekte/projekt-detail/3216>







Designing Matter

Professor Dr.-Ing. Karola Dierichs,
Jessica Farmer, BA, Felix Rasehorn,
Dr. Mareike Stoll, Kh Weißensee Berlin

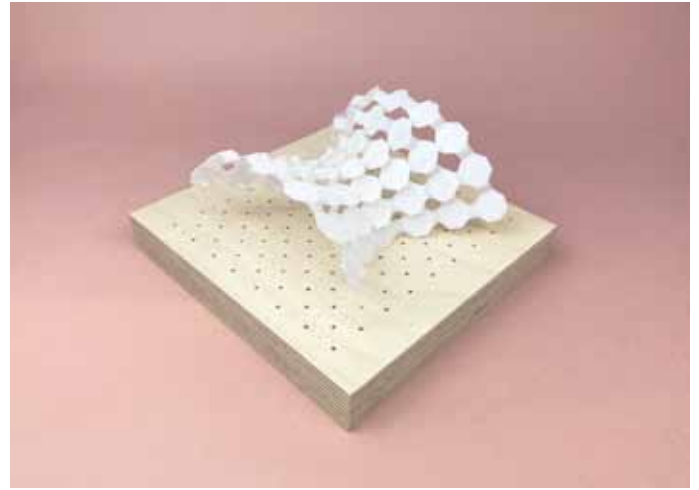


Das MoA Design Research Studio „Designing Matter 2“ untersuchte mosaikartige Flächen als Materialsysteme für textile Architektur und Produktdesign. Eine mosaikartige Oberfläche besteht aus einzelnen Einheiten - Kacheln -, die durch ein Verbindungsmaterial - wie Gewebe - miteinander verbunden sind. Durch die Gestaltung der Materialität und der Geometrie dieser einzelnen Einheiten und ihrer Verbindungen lässt sich die Funktionalität des Gesamtmosaiks kalibrieren. Die Gestaltung von Materie als übergreifendes Konzept bedeutet die Definition der Form und der Materialität der einzelnen Elemente in einem Material, um eine bestimmte Funktionalität zu erreichen. Dieser Prozess ermöglicht es, die inhärenten Eigenschaften eines gegebenen Materials zu nutzen und zu verbessern und letztendlich neue Eigenschaften zu erzeugen. Codes - entweder analog oder digital - werden verwendet, um die Gestaltung des Materials durch eine Systematisierung seiner Form-Funktions-Beziehung umzusetzen.

Website:

<https://www.matters-of-activity.de/en/activities/8967/designing-matter-2>





Self-Shaping Textiles

Lorenzo Guiducci, Agata Kycia





In dem Projekt "Self-Shaping Textiles" werden die Potenziale der 3D-Drucktechnologie in Kombination mit Textilien erkundet und Aspekte wie Leistungsfähigkeit, Modularität und Skalierbarkeit sowie mögliche Anwendungen textiler Strukturen im architektonischen Kontext untersucht. Die Designmethodik nutzt die Elastizität der Stoffe und ihre selbstformenden Eigenschaften, um die Anwendungsmöglichkeiten für Textilien zu erweitern.

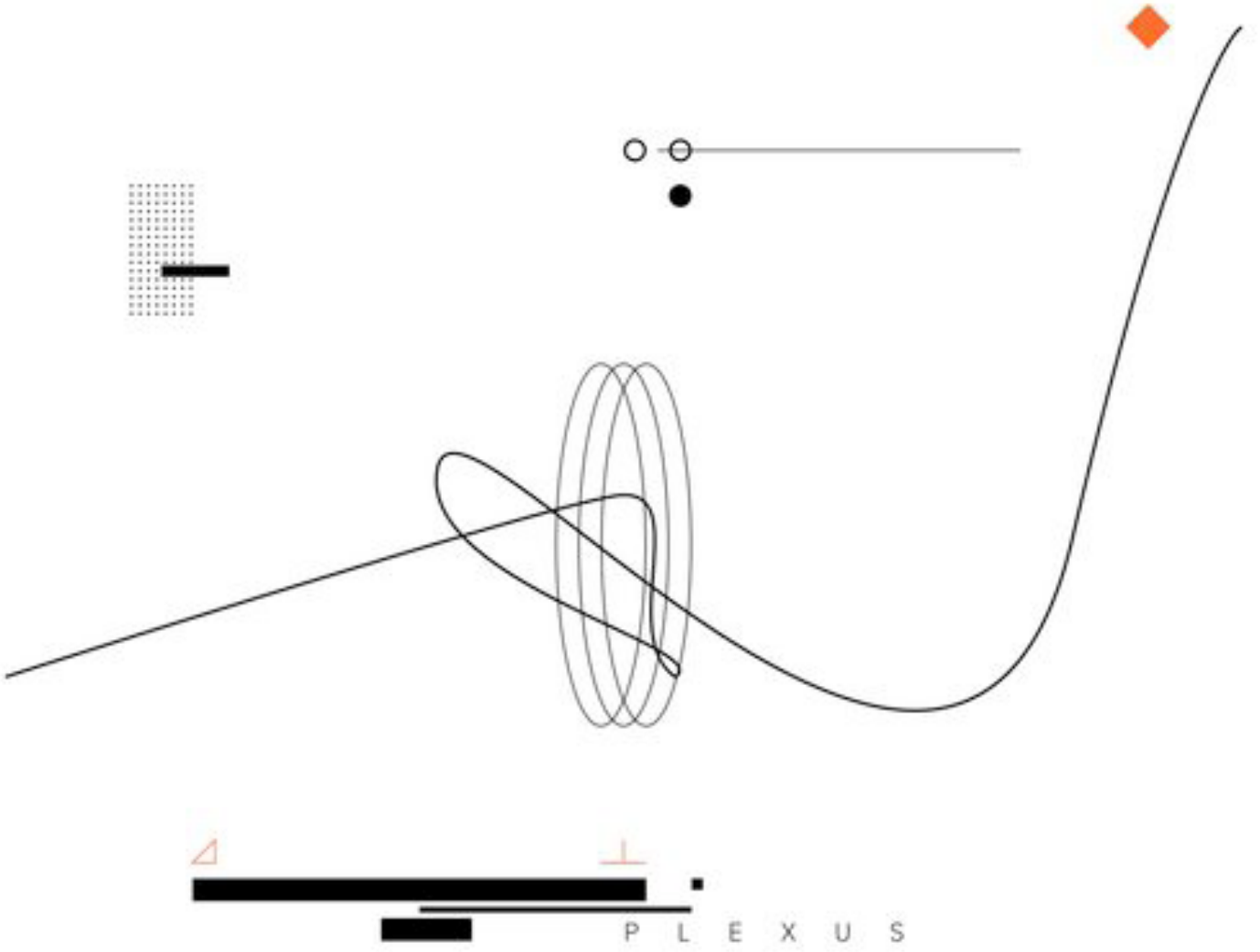
In der Ausstellung "Material Legacies" wurden von "Matters of Activity" unterschiedliche Projekte präsentiert, darunter auch "Self-Shaping Textiles".

Website:

<https://www.matters-of-activity.de/en/activities/8684/design-lab-13-material-legacies>

<https://www.textileprototypinglab.com/casestudies/selfshapingtextiles>

<http://forschungskreis.com/project/self-shaping-textiles-2/>



Plexus by Kit Osorgin

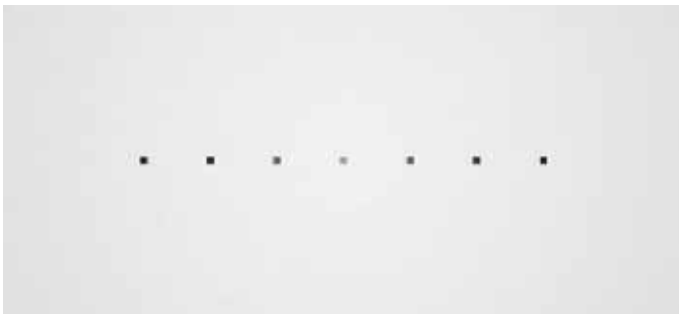
Magic of Geometry

Von den 5 platonischen Körpern bis zum „umstülbaren Würfel“ von Paul Schatz. Beginnen Sie Ihre Recherche bei der Erklärung und geometrischen Darstellung der fünf platonischen Körper und ihrer inhärenten Zusammenhänge und enden Sie bei der Inversionskinematik von Paul Schatz.

Arbeiten Sie gegebenenfalls mit Modellen und zeigen Sie technische Anwendungen bzw. Beispiele mit besonderer Gestaltungs-Relevanz.

Geometrie

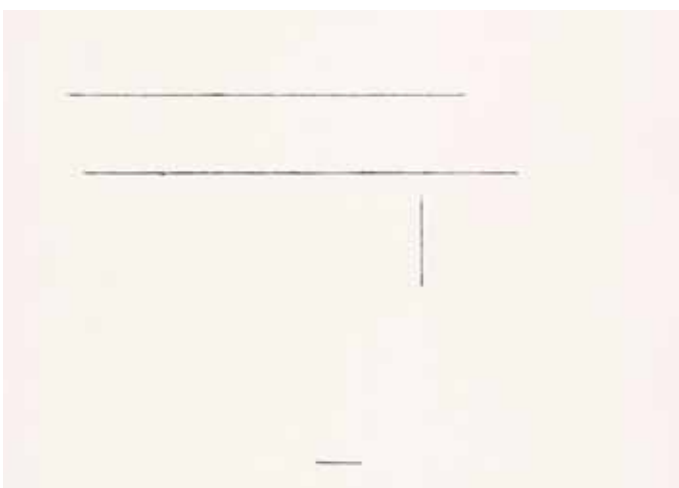
Geometrie bezeichnet die Lehre von zweidimensionalen Figuren wie Punkten, Geraden oder Vielecken sowie dreidimensionalen Körpern wie Kugeln oder Würfeln.



Punkt

Ein Punkt hat keine Ausdehnung, was genauer bedeutet, dass er keine Länge, Breite oder Höhe besitzt.

Die Hauptaufgabe eines Punktes ist es, eine genaue Position auf einer Ebene oder im Raum zu definieren.



Linie

Eine Linie ist ein Strich, der gekrümmt oder gerade verlaufen kann. Sie kann unendlich, aber auch endlich lang sein und verschiedene Formen bilden. Aus der Linie können Geraden, Strecken, Kurven, Kreise und andere Figuren entstehen.



Ebenen

Die Ebene ist ein Grundbegriff der Geometrie. Allgemein handelt es sich um ein unbegrenzt ausgedehntes flaches zweidimensionales Objekt.



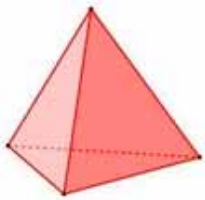
Raum

Während in der klassischen Mathematik unter Raum der dreidimensionale Anschauungsraum verstanden wird, dessen geometrische Eigenschaften vollständig durch Axiome definiert werden, sind Räume in der modernen Mathematik lediglich abstrakte mathematische Strukturen, die auf unterschiedlichen Konzepten des Begriffs der Dimension basieren und deren Eigenschaften nicht vollständig durch Axiome definiert werden

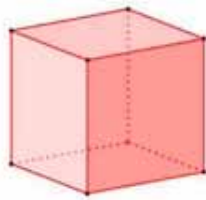
Platonische Körper

Beispiele für die Gestaltung

Tetraeder



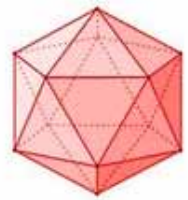
Hexaeder



Oktaeder



Pentagondodekaeder Ikosaeder



Tetraeder

Vierflächner, Oberfläche aus vier Dreiecken

Hexaeder

Sechsfächner, Oberfläche aus sechs Quadraten – der Würfel

Oktaeder

Achtflächner, Oberfläche aus acht Dreiecken

Dodekaeder

Zwölfplächner, Oberfläche aus zwölf Fünfecken – auch Pentagondodekaeder genannt, um auf die Oberfläche aus Fünfecken als seine Besonderheit hinzuweisen

Ikosaeder

Zwanzigflächner, Oberfläche aus zwanzig Dreiecken

Besondere Eigenschaften

1. Die Oberfläche setzt sich aus Flächen zusammen, sie sind Polyeder.
2. Sie sind konvex: Es kommen keine einspringenden Ecken oder Kanten vor.
3. Alle Kanten haben die gleiche Länge.
4. Alle Flächen sind untereinander kongruent: Sie lassen sich durch Drehungen und Verschiebungen ineinander überführen.
5. Alle Ecken haben gleiche Flächenwinkel und Kantenwinkel, alle Flächen sind gleichseitig und gleichwinklig.
6. Alle Ecken haben denselben Abstand vom Körper-Mittelpunkt.
7. Es existiert eine Umkugel, eine Kantenkugel und eine Inkugel. Diese Eigenschaften der platonischen Körper werden in Entwürfen mit geometrischen Formen verwendet.

Ein regelmäßiges Polyeder, ein Objekt, das vollständig aus regelmäßigen Polygonen besteht, die von Platon untersucht wurden.

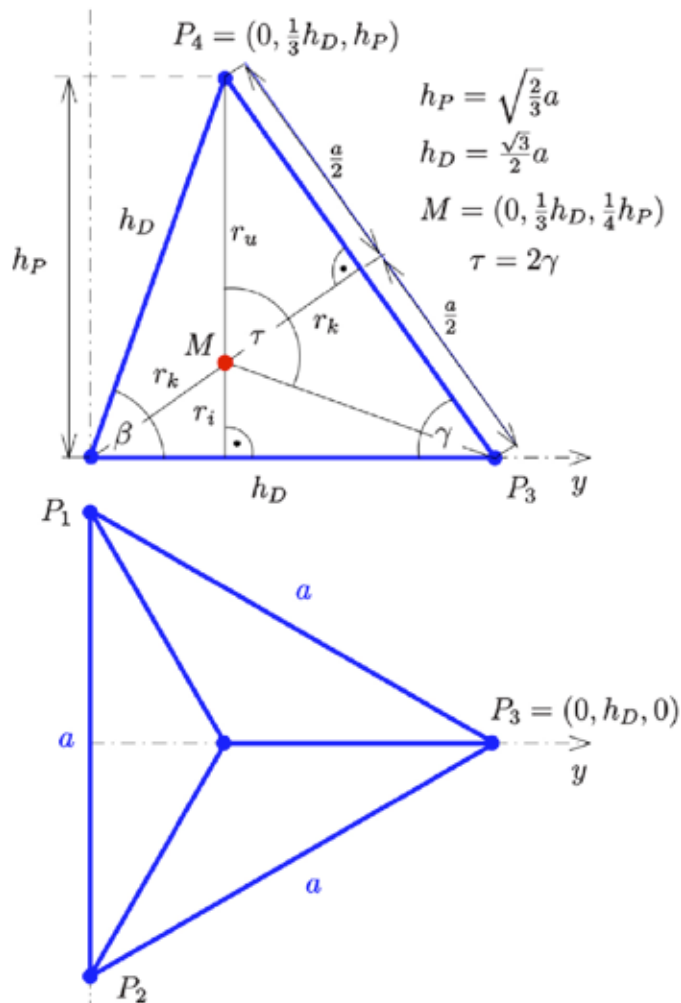
Tetraeder: $a = |\overline{AF}| = \sqrt{\frac{8}{3}} \cdot r_u \approx 1,633 \cdot r_u$

Hexaeder(Würfel): $a = |\overline{BF}| = \sqrt{\frac{4}{3}} \cdot r_u \approx 1,155 \cdot r_u$

Oktaeder: $a = |\overline{AE}| = \sqrt{2} \cdot r_u \approx 1,414 \cdot r_u$

Dodekaeder: $a = |\overline{BN}| = \sqrt{\frac{6 - 2\sqrt{5}}{3}} \cdot r_u \approx 0,714 \cdot r_u$

Ikosaeder: $a = |\overline{AH}| = \sqrt{\frac{10 - 2\sqrt{5}}{5}} \cdot r_u \approx 0,687 \cdot r_u$



Platonische Körper werden mathematisch gebildet.

DiFold

Beispiele für Anwendung

Diese Eigenschaften der platonischen Körper werden in diesem Entwurf genutzt:

3. Alle Kanten haben die gleiche Länge.
4. Alle Flächen sind untereinander kongruent: Sie lassen sich durch Drehungen und Verschiebungen ineinander überführen.
5. Alle Ecken haben gleiche Flächenwinkel und Kantenwinkel, alle Flächen sind gleichseitig und gleichwinklig.
6. Alle Ecken haben denselben Abstand vom Körper-Mittelpunkt.

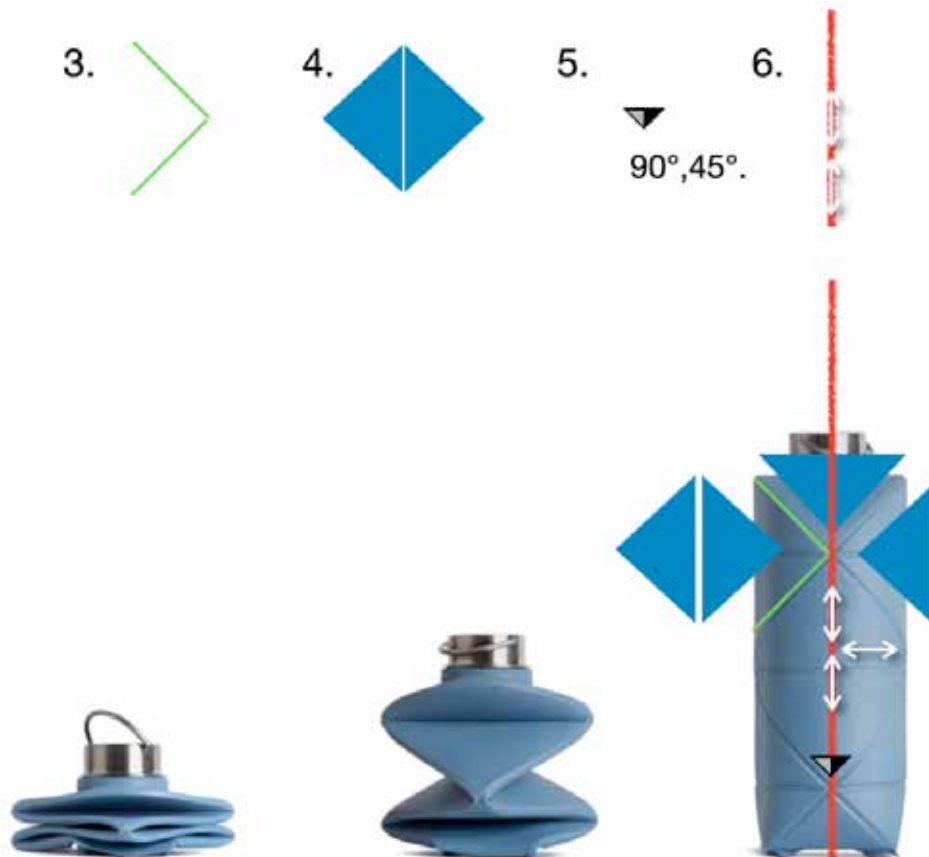


<https://difold.com/>



Die Wasserflasche könnt ihr die Eigenschaften eines platonischen Körper sehen. Diese Variante ist möglich, weil die Ecken die gleiche Länge wie in Eigenschaft 3 haben und jede Seite durch Halbierung des Quadrats entsteht, so dass die einander zugewandten Flächen kongruent sind, was mit Eigenschaft 4 übereinstimmt. Darüber hinaus wurden die Eigenschaften gleicher Flächenwinkel und der Symmetrie um die Mittelachse in den Eigenschaften 5 und 6 bei der Konstruktion der Wasserflasche genutzt.

Anwendung



Da die Flächen, aus denen die Form besteht, im gefalteten Zustand kongruent sind, können wir einen Zustand erreichen, in dem die Winkel Null sind.

Das bedeutet, dass die zweidimensionalen Ebenen, aus denen ein platonischer Körper besteht, als Ebenen ohne Volumen auf der z-Achse existieren, wenn sie über die x- und y-Achse gelegt werden.

Wenn jedoch zwei oder mehr Flächen entlang der z-Achse einen Winkel von mehr als 0 Grad zueinander bilden, haben sie Volumen und können als dreidimensionales Objekt existieren.

Das bedeutet, dass Sie die Form eines Objekts steuern können, indem Sie seinen Winkel ändern.

Hoberman Sphere

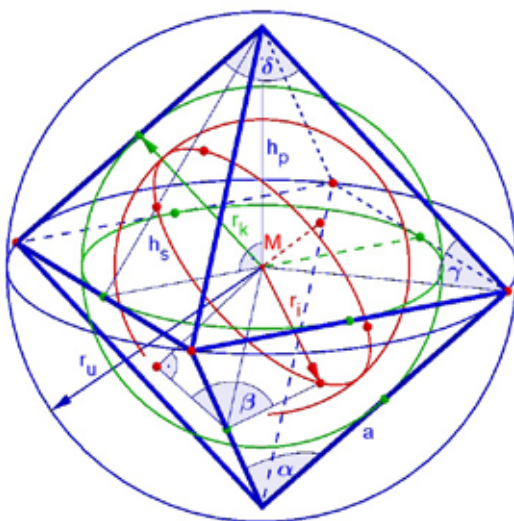
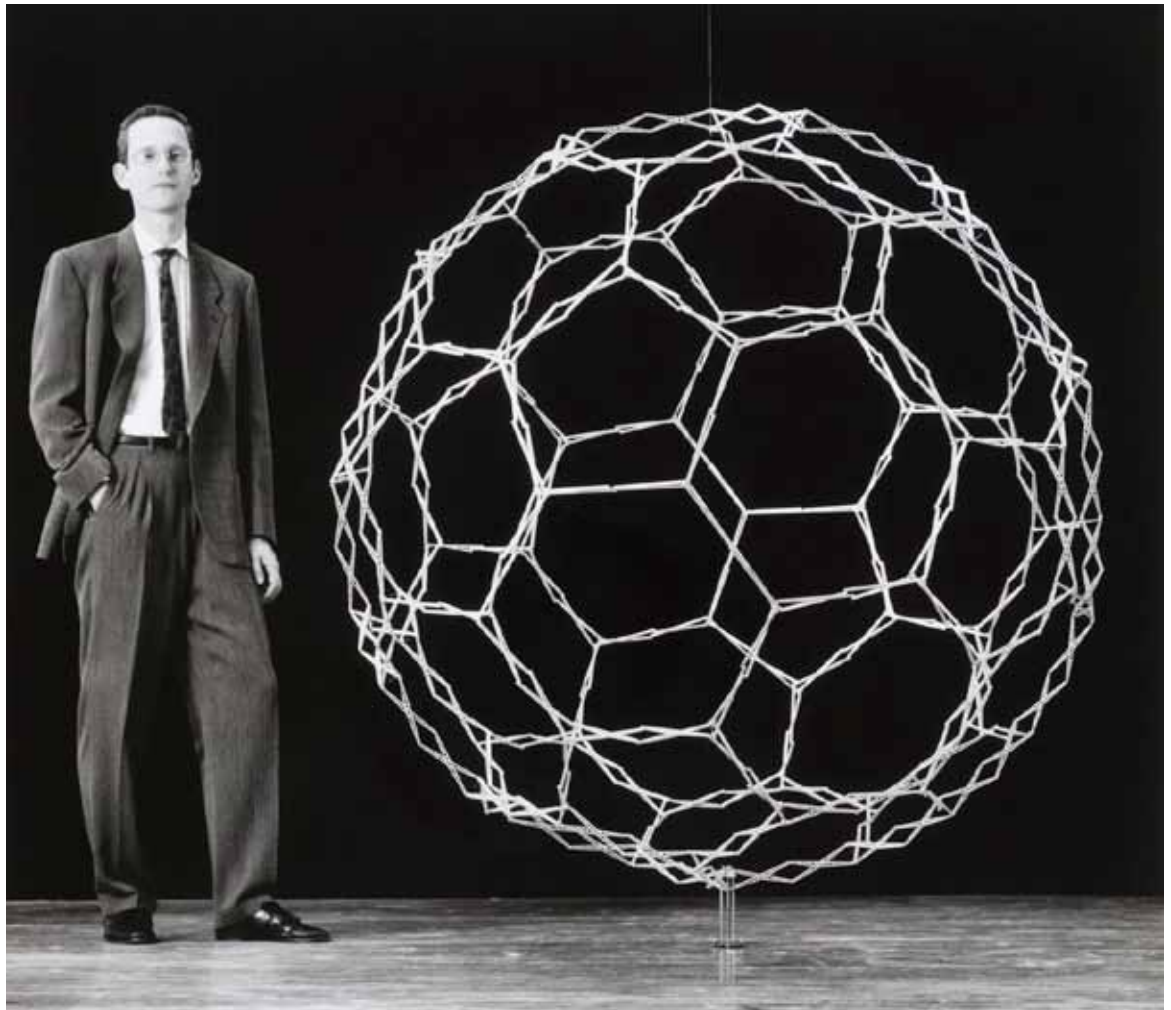
von Chuck Hoberman

Eigenschaften der Hoberman-Kugel

Die Hoberman-Kugel, ist eine kompliziertere Variante des platonischen Körpers. Die Grundform des Objekts basiert auf Dreiecken und Fünfecken, und wie bei den Eigenschaften 3 und 6 sind alle Ecken gleich lang und verformen sich um eine zentrale Achse. Das Besondere daran ist, dass jede Ecke gefaltet und entfaltet werden kann und die Form durch axiale Verschiebung mit Hilfe von festen und transformierten Punkten verändert werden kann. Hoberman-Kugel ist mit der siebten Eigenschaft der platonischen Körper verbunden.



<https://www.hoberman.com/portfolio/original-hoberman-sphere/>



Die Berührende Kugel

7. Es existiert eine Umkugel, eine Kantenkugel und eine Inkugel

Aus der hohen Symmetrie folgt unmittelbar:

Jeder platonische Körper hat

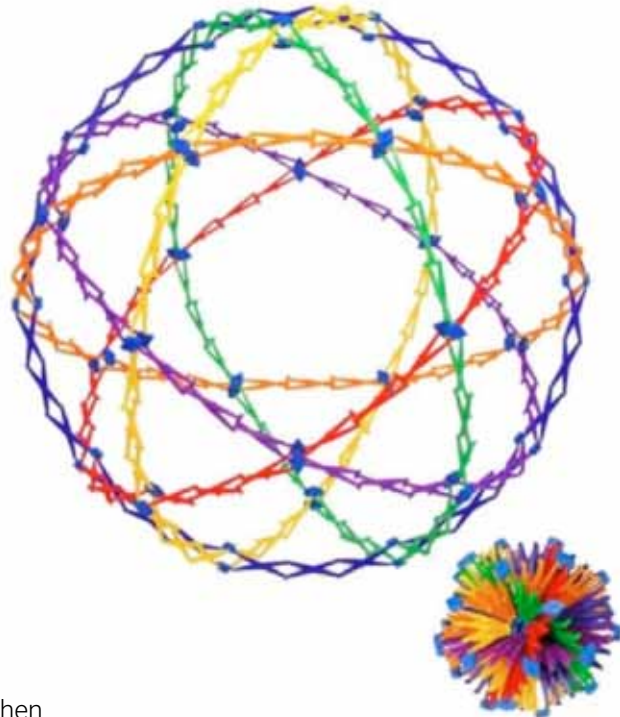
- eine Inkugel, die alle seine Flächen berührt, und
- eine Umkugel, auf der alle seine Ecken liegen, sowie
- eine Kantenkugel, auf der die Mittelpunkte der Kanten liegen.

Der gemeinsame Mittelpunkt dieser drei Kugeln ist der Mittelpunkt des platonischen Körpers.

Diese Eigenschaft, die Berührende Kugeln genannt wird, wenn die fünf platonischen Körper im Inneren einer Kugel angeordnet sind, alle Scheitelpunkte die Oberfläche der Kugel tangieren.

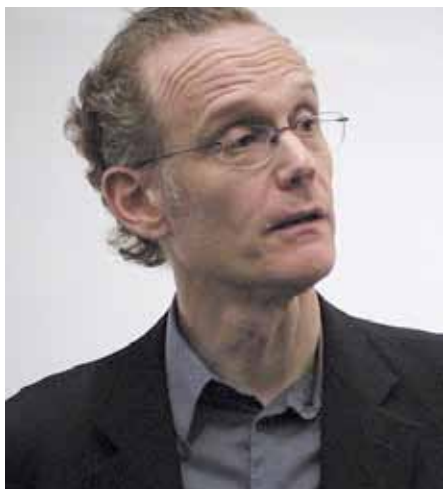
Hoberman sphere

Anwendungen der Hoberman-Kugel



Spielzeug

Eine Hoberman-Kugel ist eine von Chuck Hoberman patentierte isokinetische Struktur, die einer geodätischen Kuppel ähnelt, sich aber durch die scherenartige Wirkung ihrer Gelenke auf einen Bruchteil ihrer normalen Größe zusammenfallen lässt. Bunte Plastikversionen sind als Kinderspielzeug beliebt geworden: Es gibt verschiedene Größen, wobei sich das Originaldesign von 5,9 Zoll (15 cm) Durchmesser auf 30 Zoll (76 cm) ausdehnen kann.



Chuck Hobermann,

Der Erfinder der Hoberman-Kugel, ist ein Künstler, Ingenieur, Architekt und Erfinder, der diese geometrische Herstellungsmethode entwickelt hat und sie in einer Vielzahl von Anwendungen einsetzt, von Spielzeug bis hin zu Architektur und Kunst.

<https://news.mit.edu/2015/interdisciplinary-design-conversations-chuck-hoberman-1021>

Von Spielzeug bis hin zu Architektur und Kunst.



Hoberman Sphere inspired Coppod, a 3D scanning booth

Beijing-based People's Architecture Office designed Coppod, a retractable structure which can be expanded into a 3D scanning booth. Inspired from Hoberman Sphere, the latter can 3D scan and change people or things into 3D printable models.



Hoberman Arch

Der Bogen wurde von Chuck Hoberman entworfen, um als mechanischer Vorhang für die Bühne der Olympic Medal Plaza verwendet zu werden. Es handelt sich um eine halb-kreisförmige Aluminiumstruktur, die sich wie die Iris eines menschlichen Auges öffnet. [3] Das Design des Bogens wurde von den natürlichen Steinbögen Utahs, wie dem Delicate Arch, inspiriert.



BITS AND PIECES

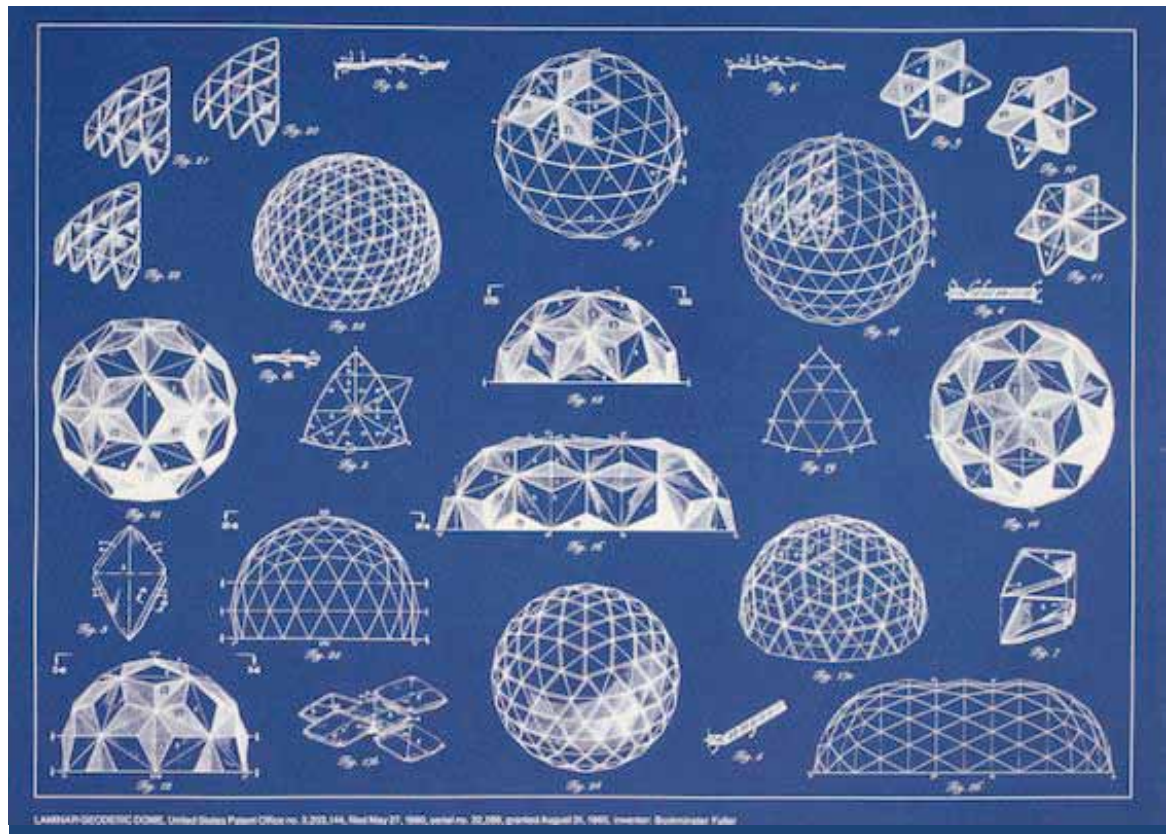
Die Installation besteht aus 108 sogenannten Hoberman-Kugeln, die in der Mitte des Ausstellungsraumes hängen. Die massenproduzierten Kinderspielzeuge bestehen aus unzähligen miteinander verbundenen bunten Kunststoffhebeln und können sich auf ein Vielfaches ihrer Größe ausdehnen. Jede einzelne wird von einem Servomotor bewegt und individuell von einem Mikrocontroller gesteuert, so dass sich organische Wellen durch den Raum zu bewegen scheinen, obwohl sich jede einzelne Plastikkugel lediglich zum richtigen Zeitpunkt ausdehnt und zusammenzieht.

<https://www.greenwichtime.com/news/article/Spheres-of-influence-Hoberman-makes-his-mark-as-4146719.php#photo-3945781>

All pictures © Bresadola+Freese drama-berlin.de

Geodesic dome

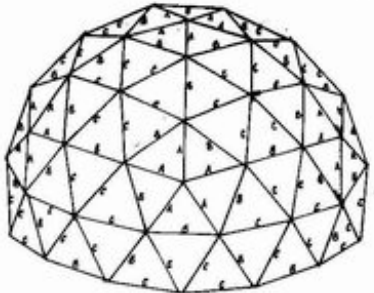
von Richard Buckminster Fuller



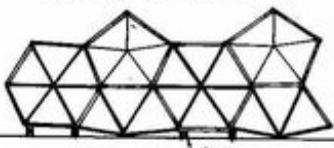
https://de.wikipedia.org/wiki/Buckminster_Fuller

Eigenschaften der Geodesic dome

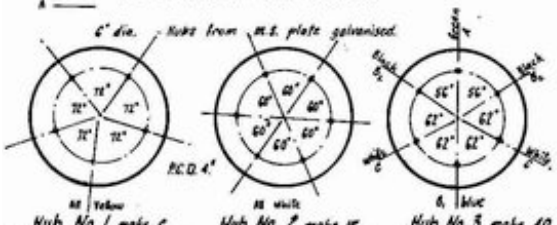
Eine geodätische Kuppel ist eine halbkugelförmige dünn-schalige Struktur (Gitterschale) auf der Grundlage eines geodätischen Polyeders. Die dreieckigen Elemente der Kuppel sind strukturell steif und verteilen die strukturelle Belastung über die gesamte Struktur, so dass geodätische Kuppeln für ihre Größe sehr hohen Belastungen standhalten können.



PLACEMENT DIAGRAM



ASSEMBLY DIAGRAM

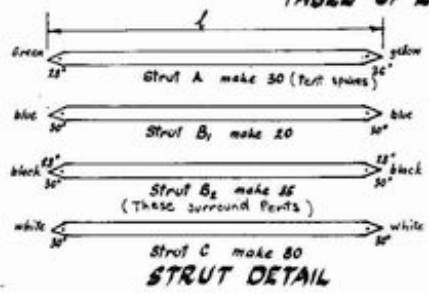


Hub No. 1 make 6
 Hub No. 2 make 18
 Hub No. 3 make 40

Frequency - 3/8 Sphere - Alternate

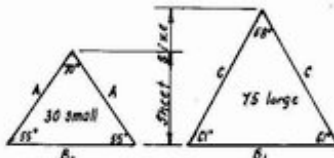
Radius	sq. ft.	264	313	380	452	530	615	705	805	90
ft.	sq. ft.	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ins.	sq. ft.	108	120	132	144	156	168	180	192	204
form factor	Strut Length									
0.3486 = rad. = Z	A	ins.	37.65	41.83	46.02	50.20	54.38	58.57	62.75	66.93
0.4035 = v = B ₁ or B ₂	ins.	43.58	48.42	53.26	58.10	62.95	67.79	72.63	77.47	82.31
0.4124 = C	ins.	44.54	49.49	54.44	59.39	64.33	69.28	74.23	79.18	84.13
Required sheet	large	ins.	39.31	43.68	48.04	52.41	56.78	61.14	65.51	69.88
Width	small	ins.	31.12	34.57	38.03	41.49	44.95	48.40	51.86	55.32

TABLE OF LENGTHS

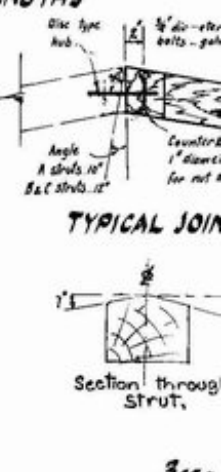


Strut A make 30 (Tert spines)
 Strut B₁ make 20
 Strut B₂ make 25 (These surround Pent.)
 Strut C make 80

STRUT DETAIL

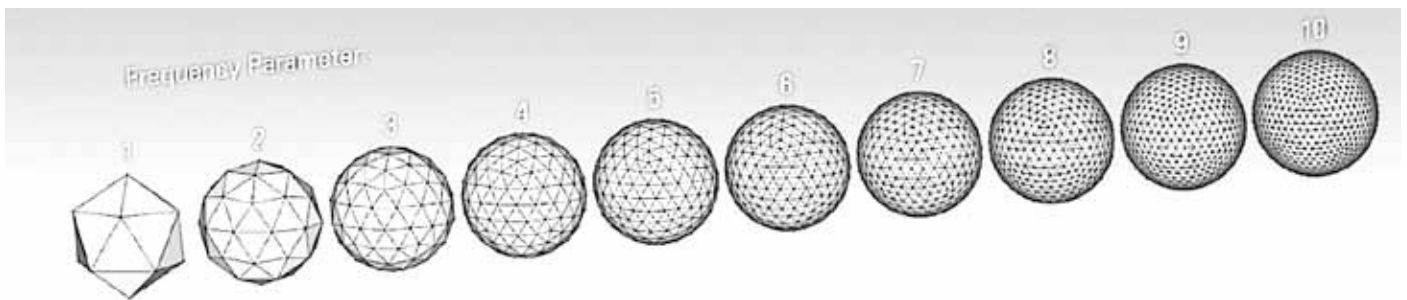


SHEETING



TYPICAL JOIN
Section through STRUT.
 3 1/2" ALTER

<https://www.architecturaldigest.com/gallery/buckminster-fuller-architecture>

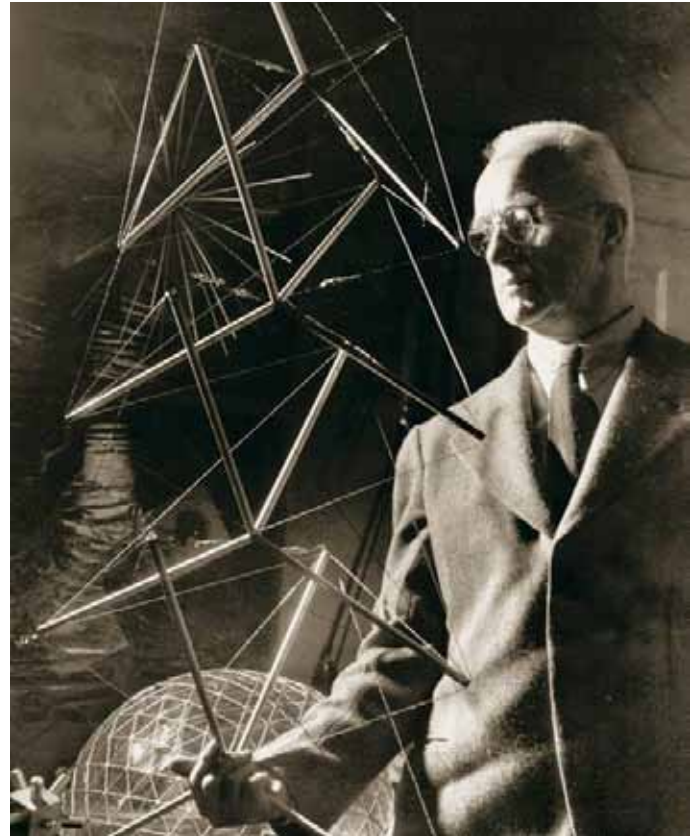


Methoden der Konstruktion

Die Geodesic dome wurde von Richard Buckminster Fuller erfunden und wird als Geodesic Division bezeichnet. Sie wird hergestellt, indem die dreieckigen Flächen eines gleichseitigen Dodekaeder geteilt werden, dass sie sich einer Kugel annähern, je weiter sie geteilt werden. Ab einem bestimmten Punkt der Teilung wird ein gleichseitiges Dreieck zu einem Dreieck, das vom platonischen Würfel abweicht, aber seine geometrische Form beibehält.

Geodesic dome

von Richard Buckminster Fuller

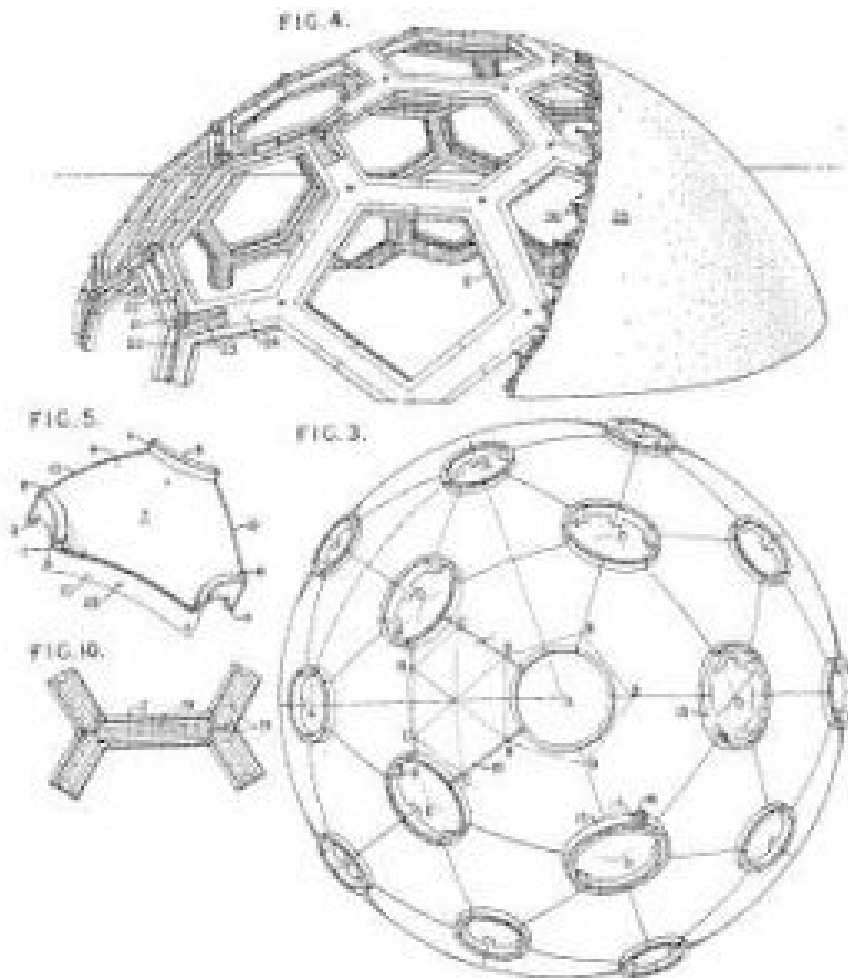


Richard Buckminster Fuller

Bekannt wurde Richard Buckminster Fuller durch seine Domes oder geo-dätischen Kuppeln, auch Fuller-Kuppeln genannt, die man meist auf Ausstellungen, in Science-Fiction-Filmen oder als Teil von Militäranlagen (Radar-kuppeln) sehen kann und die er 1948 mit Studenten am Black Mountain College im Projekt-studium zusammen mit Josef Albers baute. Die bekannteste ist die Biosphère, der Ausstellungspavillon der Vereinigten Staaten an der Expo 67 in Montreal.



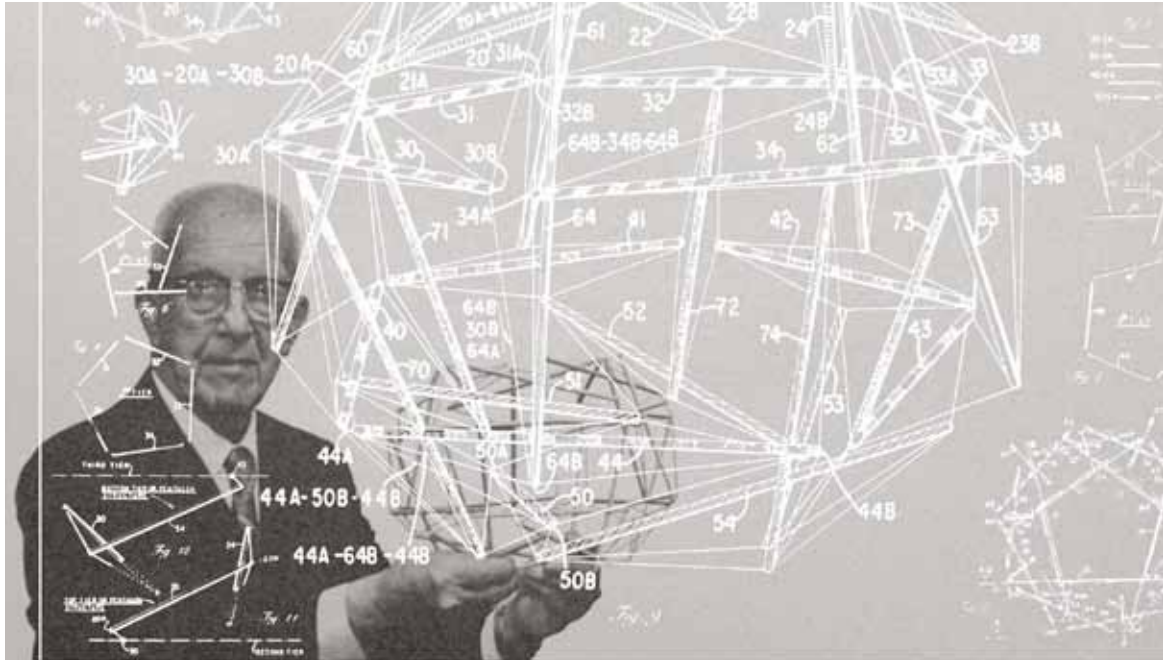
Nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs arbeitete Fuller am Bau erschwinglicher und effizienter Wohnungen, die aus serienmäßig hergestellten Komponenten bestanden. Fuller fühlte sich von kugelförmigen Formen angezogen, da sie bei minimaler Ausnutzung der Fläche viel Platz boten.



Er schuf zunächst ein Netz aus Kreisen auf einer Kugel, indem er Streifen verwendete, deren Mittelpunkte mit dem Mittelpunkt der Kugel zusammenfielen und die bei ihrer Kreuzung Dreiecke bildeten. Er nannte diesen Entwurf geodätische Kuppel, weil Großkreise als Geodäten bekannt sind. Schließlich entwickelte Fuller seinen Entwurf weiter, indem er anstelle von Kreisen Sechsecke und Fünfecke verwendete, um von der Festigkeit und Benutzerfreundlichkeit zu profitieren, die eine dreieckige Form mit sich bringt.

Geodesic dome

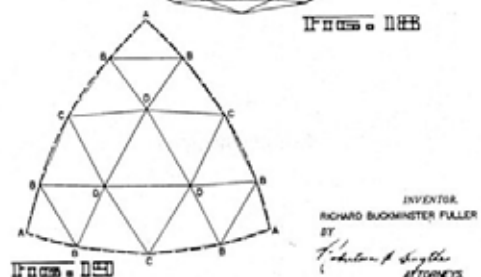
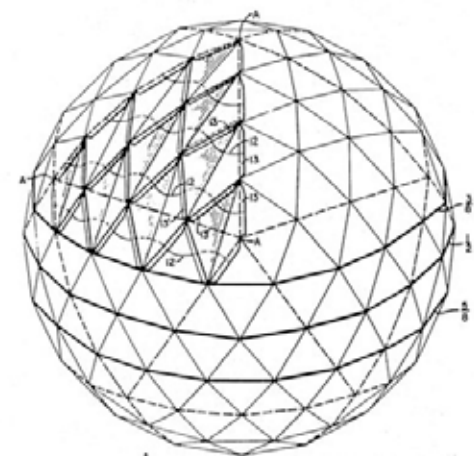
von Richard Buckminster Fuller



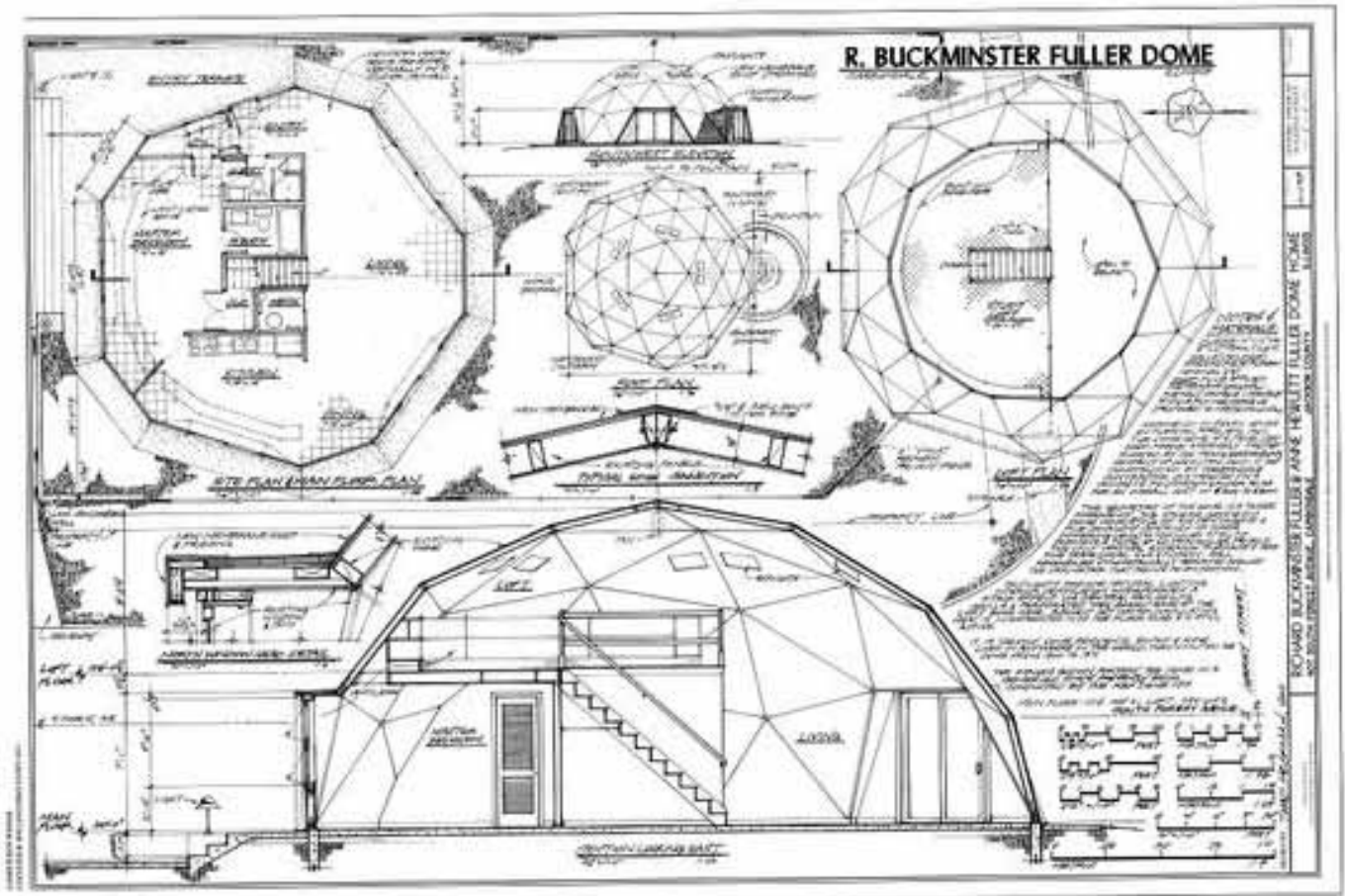
Theorie

Fuller sah als einer der Ersten das Wirken der Natur als durchgängiges systemisches Wirken unter wirtschaftlichen Prinzipien (Material- und Energieeffizienz und die damit verbundene Tendenz zur Ephemerisierung). Als Maß der Verfügbarkeit von (fossiler) Energie prägte er 1940 den Begriff „energy slave“. Ein anderer wichtiger Aspekt war für ihn das Entdecken von nutzbaren Synergien, ein Begriff, den er mitprägte. Aus diesem Grund bemühte er sich in seiner architektonischen Arbeit um eine effizientere Energienutzung.

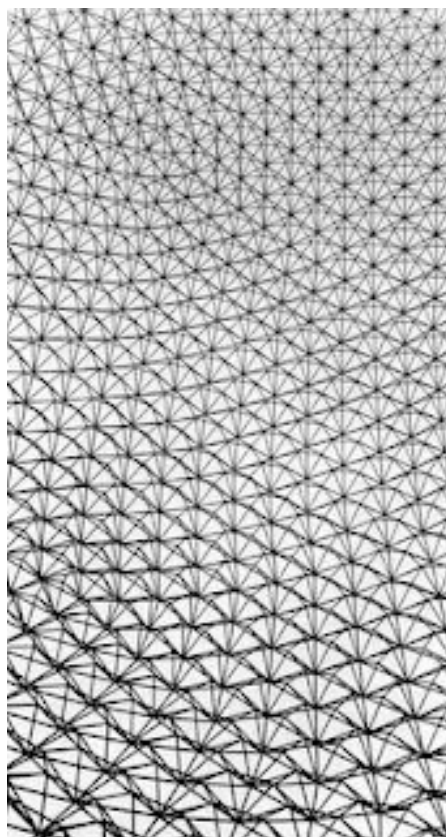
Aug. 31, 1965 R. B. FULLER 3,203,144
LANKAR GEODESIC DOME
Filed May 27, 1960 14 Sheets-Sheet 9



INVENTOR
RICHARD BUCKMINSTER FULLER
BY
Richard B. Fuller
ATTORNEYS



<https://ekodome.com/the-history-behind-geodesic-domes/>
© 2023 EKODOME.



Effizienz

Fullers Erfindung wog 95 % weniger, war optisch beeindruckend und vor allem einfach zu installieren. Er überdachte den Innenhof der Rotunde mit einem Durchmesser von 28 m (93 Fuß) mit seinem neuen Kuppelsystem in nur drei Monaten. Er errichtete eine provisorische Säule in der Mitte des Innenhofs, um die Kuppel während der Bauphase zu stützen, und baute die Struktur dann schrittweise Abschnitt für Abschnitt auf. Der Rahmen bestand aus 12.000 Aluminiumstreben und wog nur 1.700 kg (3.750 lbs). Sobald das gesamte Gerüst fertiggestellt war, wurde jedes Dreieck mit einer durchsichtigen Glasfaserplatte abgedeckt, um die Kuppel zu vollenden.

Der umstülpbare Würfel

von Paul Schatz

4. Die sechs Bauteile des Würfelgürtels müssen vor dem Zusammenkleben einmal auf der Arbeitsfläche ausgebreitet und sortiert werden (siehe Abbildung 2). Dabei stoßen jeweils zwei spiegelbildlich gleiche Teile aneinander.



Abb. 2: Fixierung und Zuordnung der einzelnen Bauteile des Würfelgürtels

6. Der zusammenmontierte Würfelgürtel ordnet sich kreisförmig, sternförmig an (siehe Abbildung 4) und ist jetzt komplett umzustülpen. Setzen Sie den Würfel aus seinen Bauteilen zusammen.



Abb. 4: Die einzelnen Bauteile des Würfelgürtels werden mit dem Gelenkbandpapier im richtigen Abstand zusammengeklebt.

5. Als Verbindungselenke des Würfelgürtels liegt der Mappe Elefantenhautpapier bei. Die Ecken schneiden Sie bitte wie in der Darstellung auf Modellbogen 3 oben rechts zu. Streichen Sie danach mit einem Pinsel Leim in die Innenseite der Tetraederseite ein und fixieren Sie das Gelenkbandpapier bis fast zur gestrichelten Linie. Achten Sie darauf, dass der Abstand der zusammenstoßenden Würfelgürtelteile ca. 1,5 mm beträgt. (Würden die Bauteile zu eng aneinandergeliebt, lässt sich der Würfelgürtel später schlecht umstülpen.)

Von Hand oder mit einer Wischeklammer können Sie das Bauteil an dieser Stelle zusammenhalten, bis der Leim getrocknet ist. Danach nehmen Sie das nächste Würfelgürtelteil und verfahren genauso (siehe Abbildung 3).

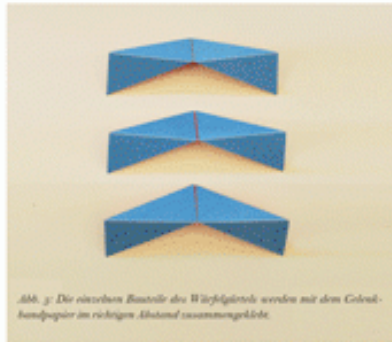


Abb. 3: Die einzelnen Bauteile des Würfelgürtels werden mit dem Gelenkbandpapier im richtigen Abstand zusammengeklebt.

Die Kuboid GmbH wünscht Ihnen viel Erfolg and Freude!
Basel, Februar 2009



Theaterstrasse 4, Postfach 0609
4001 Basel / Schweiz
Tel. +41 6066 261 26 01
Fax +41 6066 263 06 27
www.kuboid.ch
www.paul-schatz.ch

https://de.wikipedia.org/wiki/Paul_Schatz

Paul Schatz

Nach dem Ersten Weltkrieg wandte Schatz sich zunächst einem Maschinenbau-Studium an der Technischen Hochschule München, später der Kunst (Ausbildung als Holzschnitzer, Arbeiten als Bildhauer) und vor allem der Anthroposophie zu. Seiner unkonventionellen Verbindung von Kunst, Philosophie und Technik entspringt die Entdeckung der Inversionskinematik, des Oloids und des umstülpbaren Würfels. Die Umstülpungsbewegung der platonischen Körper entdeckte Schatz 1929 zunächst am Pentagondodekaeder. Die vollständige Umstülpbarkeit des Würfels, dem sich Schatz besonders zugewandt hatte, ist eine bis heute revolutionäre Arbeit, die in der gängigen Lehre vergleichsweise wenig anerkannt ist.



© Ueli Wittorf Der umstülpbare Würfel von Paul Schatz
https://www.geometricdesign.ch/fileadmin/pdf/14_schatz.pdf



<https://www.paul-schatz.ch/>

Morphologische Eigenschaften

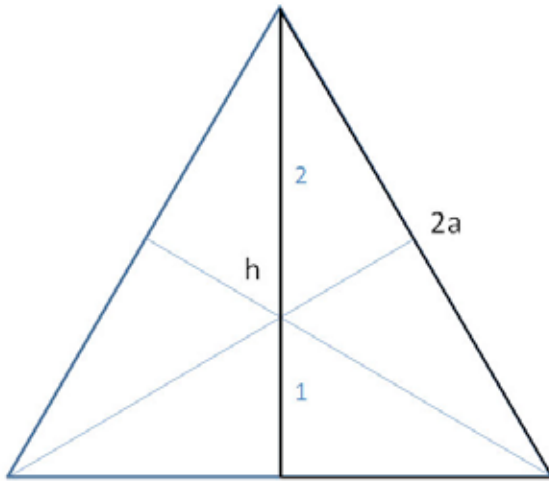
Der Umstülpbare Würfel(-gürtel) ist eine Erfindung von Paul Schatz, der daraus eine Bewegungslehre, die er Inversionskinematik nannte, entwickelte.

Von einem Würfel lassen sich von zwei diagonalen Ecken aus je ein Drittel des Volumens derart entfernen, dass der dazwischen liegende, an Kanten gelenkig zu einer Kette verbundene Rest umstülpbar, das heißt von innen nach außen kehrrbar ist.

Die Kette besteht aus sechs gleichen ungleichförmigen Tetraedern. Ihre gelenkigen Verbindungen befinden sich an ihren Stoßstellen, die sie im Würfel hatten. Die Ketten-Glieder lassen sich gemeinsam um sich selbst (jedes um die eigene Längsachse) drehen. Umstülpbarer Würfel heißt, dass es dabei eine Lage gibt, in der die Glieder wieder einen Hohl-Würfel zum Teil umschließen.

Der umstülpbare Würfel

Mathematische Theorien



Berechnung

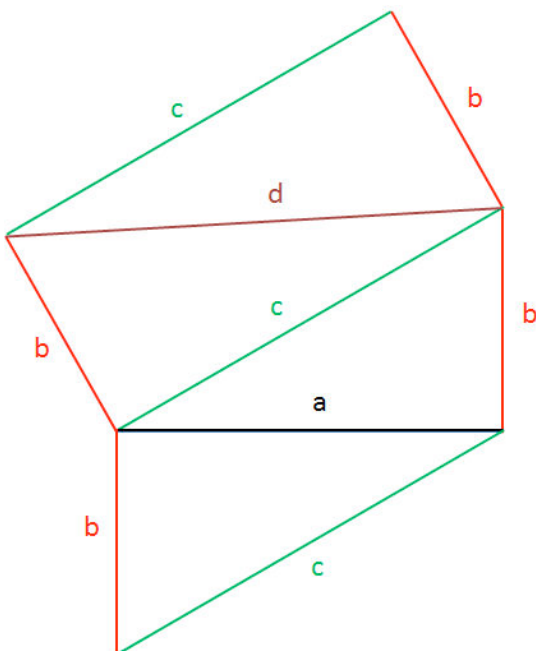
Der Würfelring besteht aus 6 Körpern, von denen je zwei spiegelsymmetrisch sind.

Es sei a die Würfelkante. Nun lassen sich alle anderen Stücke dieses gleichseitigen Dreiecks berechnen, indem wir die rechtwinklige Hälfte berechnen: Die 6 Körper bilden in der obigen Abbildung (links und rechts) eine gleichseitiges Dreieck:

$$4a^2 = h^2 + a^2$$

$$h^2 = 3a^2$$

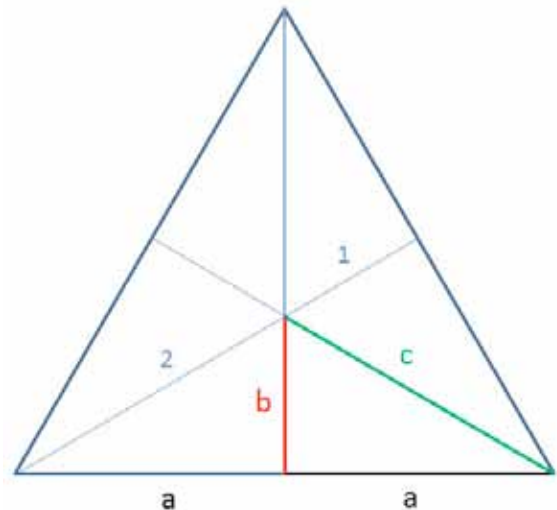
$$h = \sqrt{3a^2} = a \cdot \sqrt{3}$$



Als Inversionskinematik

bezeichnet man die von Paul Schatz aus den umstülpbaren platonischen Körpern entwickelte Bewegungslehre. Seine primäre Entdeckung dabei war die Möglichkeit, einen Würfel in drei Teile gleichen Volumens zu teilen, und zwar in zwei kongruente sogenannte „Riegelkörper“ und den gleichvolumigen, aber völlig anders strukturierten „Würfelgürtel“ oder „Umstülpbaren Würfel“, der eine zwangsläufige Umstülpbewegung in endloser, rhythmisch pulsierender Abfolge durchführt.

https://www.experimentis.de/physikalisches_spielzeug/umstuelpbarer-wuerfel-nach-paul-schatz/



In der räumlichen Kantendarstellung ist einer dieser Drehkörper und die Kanten farbig herausgehoben:

$$b = \frac{1}{3} \cdot h = \frac{a}{3} \cdot \sqrt{3}$$

$$c = \frac{2}{3} \cdot h = \frac{2a}{3} \cdot \sqrt{3}$$

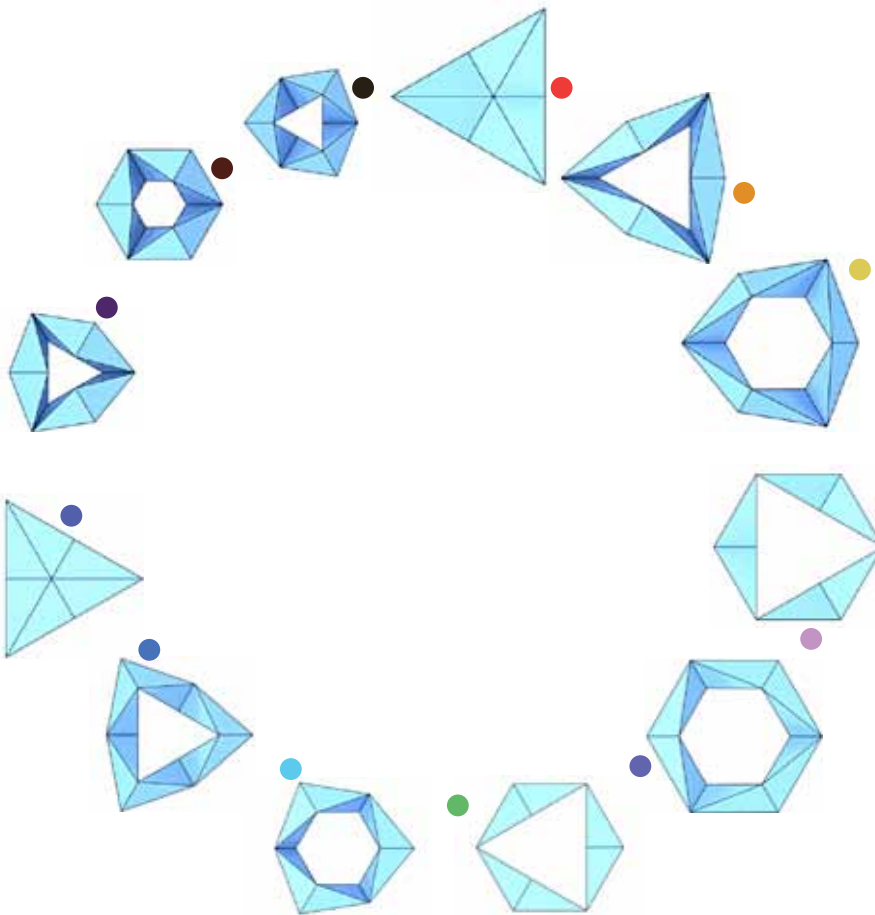
$$d = \sqrt{\frac{4}{9} \cdot h^2 + \frac{1}{9} \cdot h^2} = \sqrt{\frac{5}{9} \cdot h^2} = \frac{h}{3} \cdot \sqrt{5} = \frac{a \cdot \sqrt{3}}{3} \cdot \sqrt{5}$$

$$d = \frac{a \cdot \sqrt{15}}{3}$$

Mathematische Theorien

<https://meinstein.ch/math/umstuelpbarer-wuerfel-von-paul-schatz/>

Der Prozess der Umstülpung



[http://www.3d-meier.de/
Videos/Polyeder/Seite24.html](http://www.3d-meier.de/Videos/Polyeder/Seite24.html)
by Jürgen Meier

Die folgende Bilder zeigen die Draufsicht in verschiedenen Stadien der Drehung, dabei entstehen zum Teil symmetrische Objekte. Der Winkel α wird in Bogenmaß angegeben.

- Bild 1** zeigt den Würfel bei $\alpha=0$. Die Figur ist in der Mitte geschlossen.
- Bild 2** zeigt den Würfel bei $\alpha=0,666$. In der Mitte bildet sich ein Dreieck.
- Bild 3** zeigt den Würfel bei $\alpha=0,959$. In der Mitte bildet sich ein Sechseck.
- Bild 4** zeigt den Würfel bei $\alpha=1,572$ bzw. $\pi/2$. In der Mitte bildet sich ein Dreieck.
- Bild 5** zeigt den Würfel bei $\alpha=2,52$. In der Mitte bildet sich ein Sechseck.
- Bild 6** zeigt den Würfel bei $\alpha=3,14$ bzw. π . In der Mitte bildet sich ein Dreieck.
- Bild 7** zeigt den Würfel bei $\alpha=3,48$. In der Mitte bildet sich ein Sechseck.
- Bild 8** zeigt den Würfel bei $\alpha=3,705$. In der Mitte bildet sich ein Dreieck.
- Bild 9** zeigt den Würfel bei $\alpha=4,712$ bzw. $3\pi/2$. Die Figur ist in der Mitte geschlossen.
- Bild 10** zeigt den Würfel bei $\alpha=5,53$. In der Mitte bildet sich ein Dreieck.
- Bild 11** zeigt den Würfel bei $\alpha=5,666$. In der Mitte bildet sich ein Sechseck. Diese Stellung entspricht den Umrissen des Würfels.
- Bild 12** zeigt den Würfel bei $\alpha=5,793$. In der Mitte bildet sich ein Dreieck.
- Bild 13** zeigt den Würfel bei $\alpha=6,283$ bzw. 2π . Die Figur ist in der Mitte geschlossen.



Origami + Kirigami

Recherchiert von Hanni Nguyen

Aus Papier werde Figur, aus 2D werde 3D.

Origami ist ein weltweit bekannter Begriff und heutzutage weitaus mehr als nur ein altes Handwerk und eine kulturelle Kunstform!

Das Potential, das diese Technik bietet in den Bereichen Wissenschaft, Architektur und Design sind nahezu grenzenlos und mit Sicherheit auch noch nicht ausgeschöpft. . .

*A place where science and
art meet through design ...*

origami 101:

die basics

Die ersten Faltkunstobjekte aus beispielsweise Stoffen, gab es bereits vor der Erfindung des Papiers, etwa um 100 v. Chr.

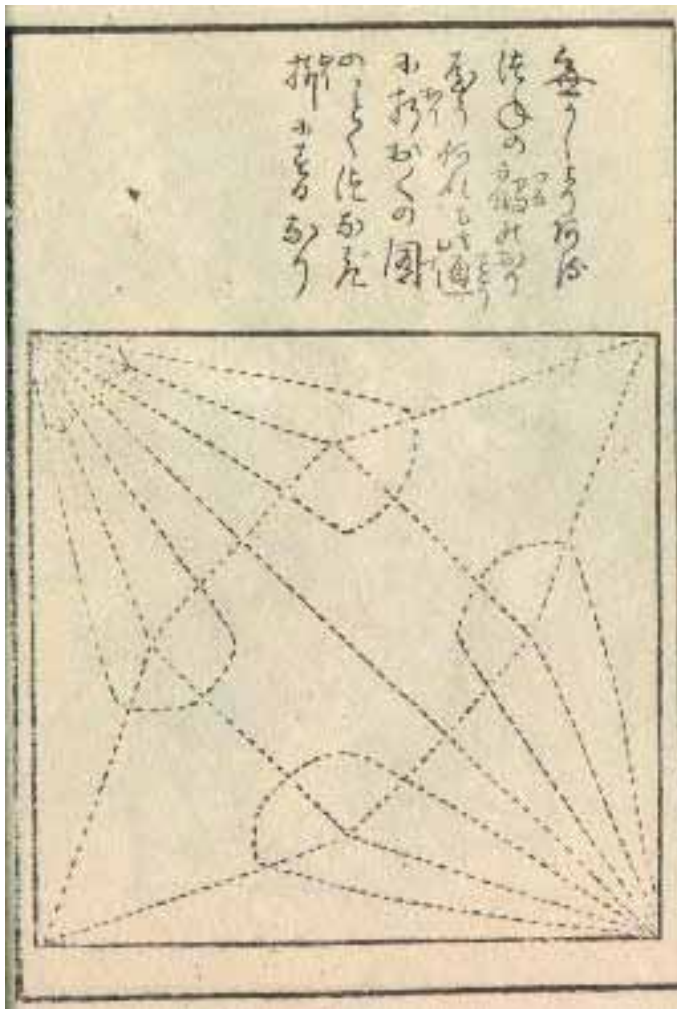
Später im Jahr 610 brachten buddhistische Mönche das Papier von China nach Japan, wo das Papierfalten das erste Mal angewandt wurde.

Zu dieser Zeit war Papier jedoch noch sehr teuer gewesen, weswegen es eher zeremoniellen Faltungen vorbehalten wurde, wie z.B. *shide* oder *noshi*.

Das Origami, so wie es heute existiert und auch der Begriff sind eine moderne Erfindung. Im „Edo-Zeitraum“ [1603 – 1868] war noch der Begriff *orikata* [Art zu Falten] geläufiger.

Friedrich Wilhelm August Fröbel [1782 – 1852], der sogenannte Erfinder des Kindergartens, sah das Falten von Papier als geeignete Beschäftigung und Lehrmethode für Kinder an und führte damit Origami in Deutschland ein. Nach ihm ist der „Fröbel-Stern“, eine beliebte Weihnachtsdekoration, benannt. Durch das Verbreiten seiner Lehren, fand das moderne Origami während der Meiji-Restauration [ab 1868], seinen Weg auch zurück nach Japan, wo in dortigen Schulen und Kindergärten Origami als Freizeitspaß gelehrt wurde.

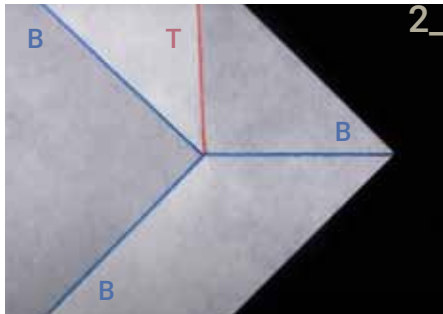
oru [falten]; kami [papier]
kiri [schneiden]



Der Fröbel-Stern

Aus dem Jahr 1797:
Das Buch „Senbazuru orikata“ enthält einfache Erklärungen zum Falten von Papier-Kranichen

origami 101: *alles geregelt*



Origami ist nicht einfach nur Falten von Papier. Es gehören viele Regeln dazu, um die Funktionen der zu faltenden Objekte gewährleisten zu können. Hier sind einige:

- 1_ Anzahl aller Falten muss gerade sein
 - 2_ Bergfalten - Talfalten = 2 oder Talfalten - Bergfalten = 2
[Bergfalte = konvex ; Talfalte = konkav]
 - 3_ Falten, die auf einen Punkt führen = 180°
 - 4_ Layer darf keine Falte überschneiden
- & das ist nur der Anfang...



origami 101:

mehr als nur falten ...

*... from an ancient art form
to modern platform for engineering ...*

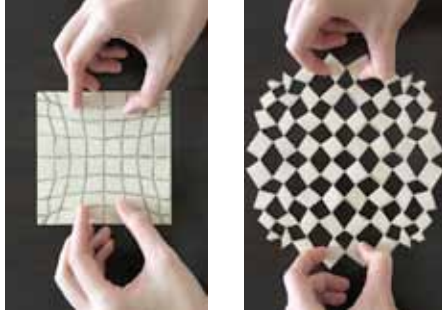
Es existiert mittlerweile eine Vielzahl an Unterkategorien von Origami, die sogar untereinander gemischt werden können.

Mit der Zeit hat sich Origami weiterentwickelt – längst muss man nicht mehr spezielles Origami-Papier nutzen oder gar nur ein einziges Blatt.

- 1_ Klassisches Origami: gefaltet aus einem Papier
 - 2_ Kirigami: Falten mit Einschnitten
 - 3_ Modulares Origami: Mehrere gleiche Teile werden zusammengesetzt zu einem Modell
 - 4_ Tessellations: flache Faltbilder mit sich wiederholenden Mustern
 - 5_ Wetfolding: Falten von leicht angefeuchtetem Papier für besseres Ausformen
 - 6_ Kinetisches Origami: Erstellen von Spiralen, die sich nach Belieben drehen lassen
- & es gibt noch mehr...



klassisch



kirigami



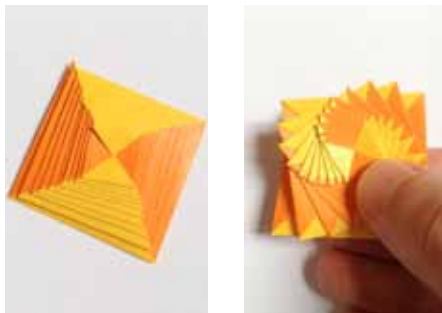
modular, hier: tangrami



tesselations



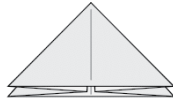
wetfolding



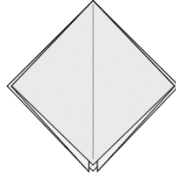
kinetisch

origami 101:

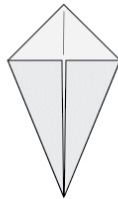
how to?



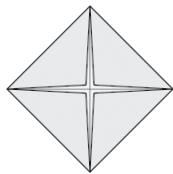
1_



2_



3_



4_



5_



6_

Die sechs klassischen Grundformen werden seit Jahrhunderten benutzt.

Die sechs Grundformen, aus denen die klassischen Origamifiguren entspringen:

- 1_zusammengeschobenes Dreieck
- 2_zusammengeschobenes Quadrat
- 3_Drachenform
- 4_Blintzform
- 5_Vogelform
- 6_Fischform

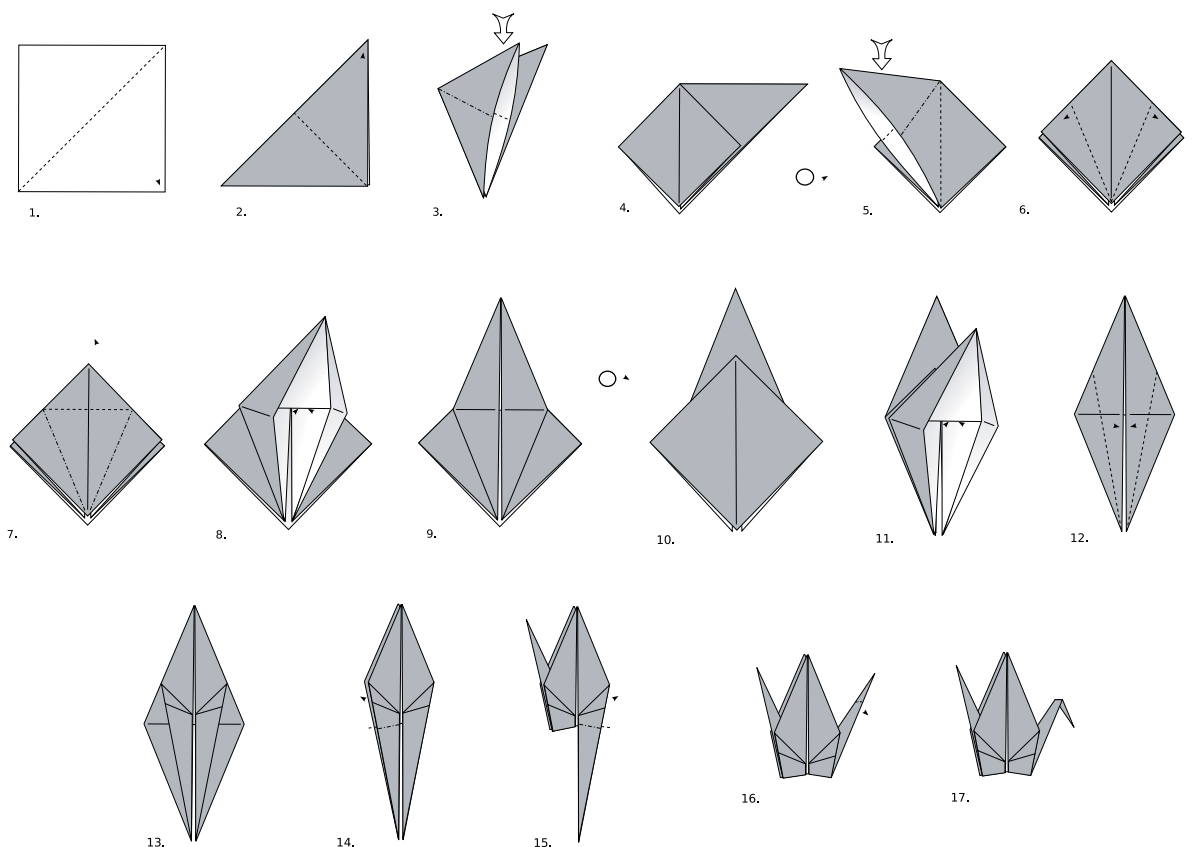
Insgesamt gibt es heutzutage viel mehr Grundformen, die dann für komplexe Figuren ausgelegt sind und bis zu 300 Faltschritte haben können. Ganz im Gegensatz zu den klassischen, bei denen die Komplexität der Modelle eingeschränkt ist und meist nur mit 10 bis 30 Schritte auskommen.

Der „Vater des modernen Origamis“ war Akira Yoshizawa [1911 – 2005]. Durch ihn erlebte die Technik des Papierfaltens in den 50er Jahren eine Art Renaissance. Bis zu diesem Zeitpunkt kannte man nur eine kleine Anzahl von traditionellen Figuren, doch er entwarf etwa 50.000 neue Formen und erfand außerdem eine ganz neue Technik, das *wetfolding*.

Yoshizawa entwickelte zudem ein System aus einfachen systematischen Zeichnungen (Diagramme), um Faltanleitungen für Origami zu erstellen, die weitergegeben und allgemein verstanden werden konnten.

Dieses System ist die Basis für das *Yoshizawa-Randlett-System*, die heute übliche Notation für Faltanleitungen.

Faltanleitung [Diagramm] eines Origami-Kranichs



origami 101:

einige wichtige menschen...



Eric Demaine

_Prof. in Computer Science am MIT;

_Seine Schwerpunkte:
mathematisches Origami und
algorithmische Geometrie

_Wirkte unter anderem mit an
origamisimulator.org



Akira Yoshizawa

_Vater des modernen Origamis

_Entwarf über 50.000 Figuren und
entwickelte Technik Wetfolding

_Erfinder der Diagramme als
Faltanleitungen



Sadako Sasaki

_Leukämiediagnose mit 12 Jahren,
als Folge der Atombombenangriffe

_wollte mit dem Falten 1000 Kraniche
die Krankheit wegwünschen

_Origami-Kranich wurde durch sie
zum internationalen Friedenssymbol
und Widerstand gegen Atomkrieg



Tomoko Fuse

_bedeutendste Origamikünstlerin unserer Zeit

_Schwerpunkte: modulares Origami und Tessellations

_schafft Origami Universen voller Harmonie und Schönheit



Friedrich Fröbel

_Erfinder des Kindergartens

_integrierte Origami in Deutschland



Robert J. Lang

_Physiker & mit bedeutendster Origamikünstler/-theoretiker

_Entwickler von zwei Computerprogrammen, die das Entwerfen eigener Modelle vereinfachen

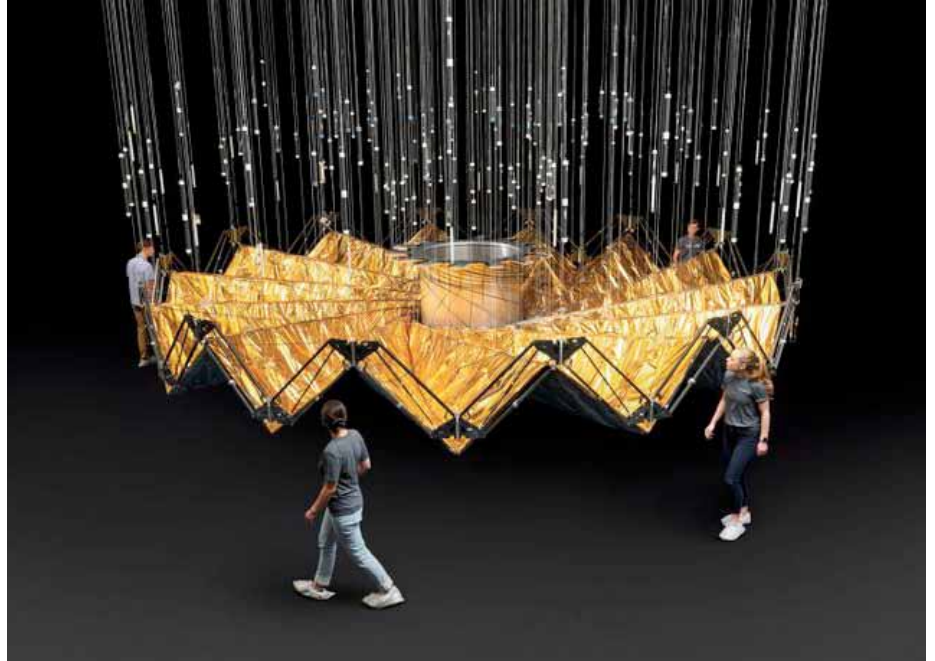


Sam Randlett

_Origamikünstler

_erweiterte und entwickelte Yoshizawas Diagramme weiter

origami:
grenzenloses potenzial ...



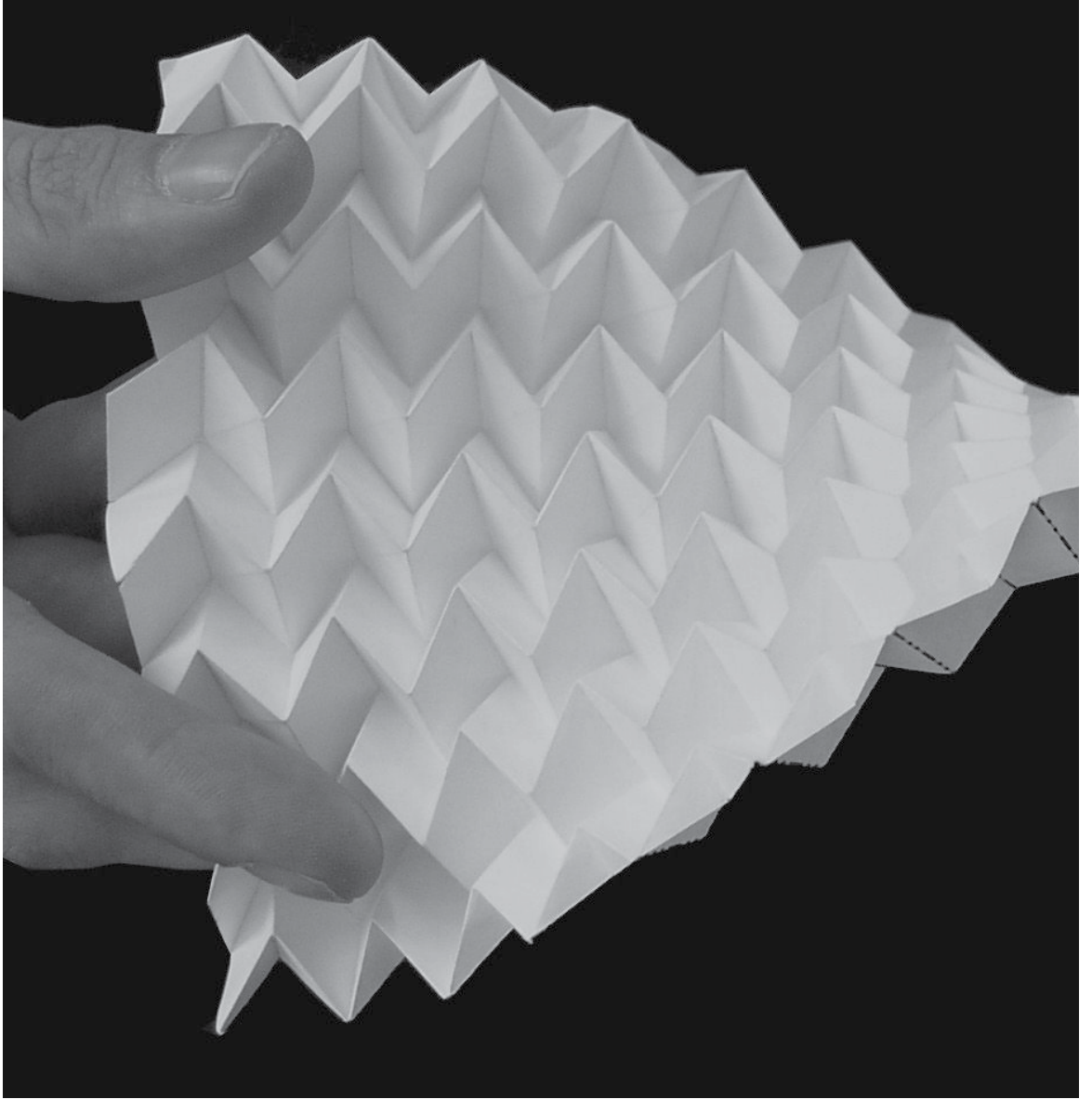
*... used for meaningful tasks and
to solve important problems!*

In den letzten Jahren erfährt Origami auf den Gebieten von Wissenschaft und Technologie stetig verstärkte Aufmerksamkeit.

Beim „Origami Engineering“ werden Techniken und die besonderen Eigenschaften des Origami für die Herstellung und Entwicklung unterschiedlichster Produkte genutzt.

Das traditionelle Hobby wird nun von Forschern aus aller Welt in konkrete Spitzentechnologien transformiert – und das in fast allen erdenklichen Feldern.





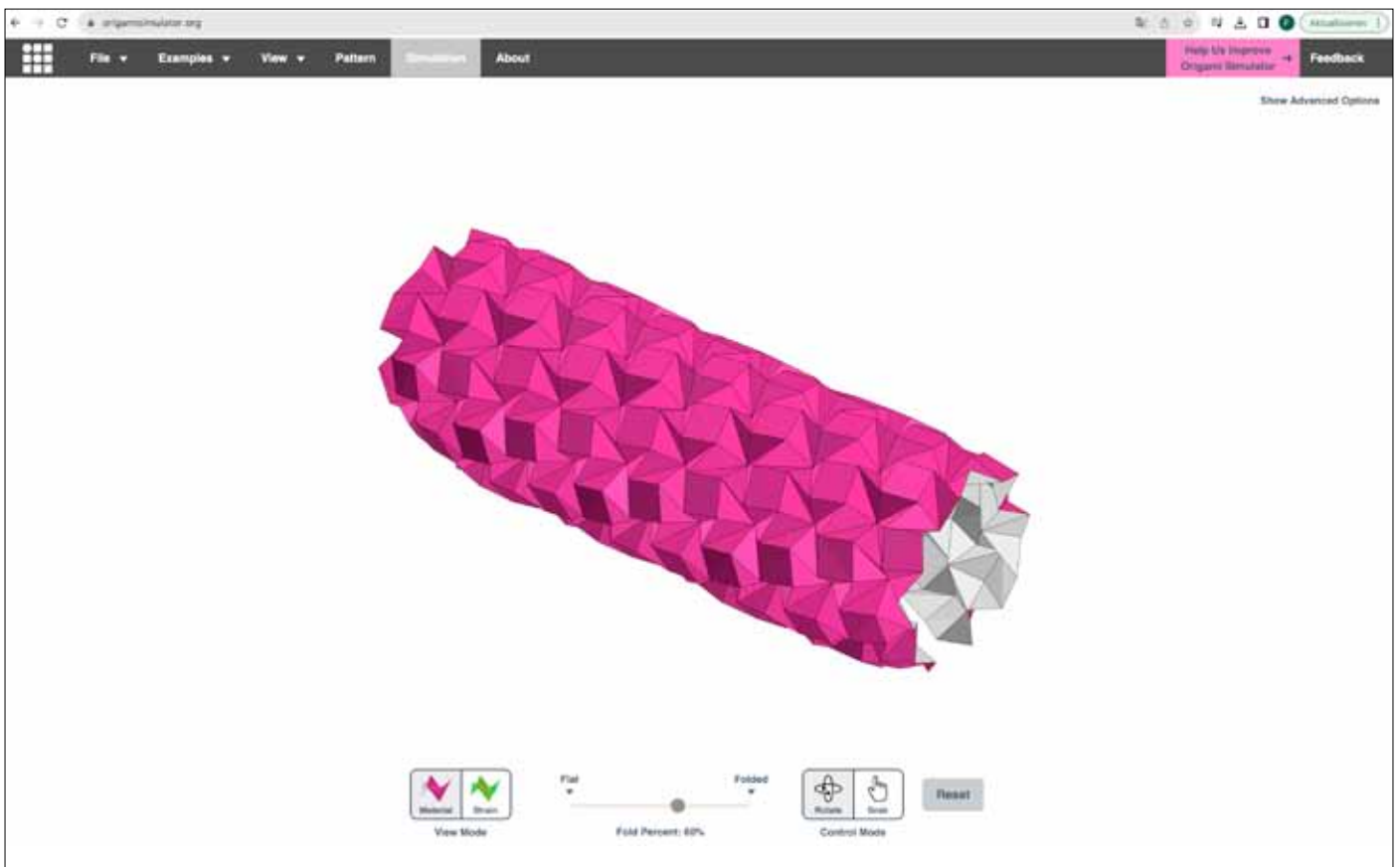
Origami Simulator

+ Cameo Schneideplotter

Recherchiert von Franz Kauffmann

Überblick über das Browserbasierte Programm
Origamisimulator.org und den Desktop Schneideplotter
von Cameo

Origamisimulator.org



Ist ein Browserbasiertes Tool zum generieren von Faltsimulationen, entwickelt von Amanda Ghassaei, Erik Demaine und Neil Gershenfeld. Dieses Tool ermöglicht es eigene Pattern virtuell zu falten und diese in einer interaktiven 3D Ansicht dazustellen.

Examples ▾	View ▾	Pattern	Simulation
Origami >		Flapping Bird	
Tessellations >		Randlett Flapping Bird	
Curved Creases >		Crane (3D)	
Kirigami >		Crane (flat)	
Popups >		Hypar	
Maze Foldings >		Hypar (6 point)	
Pleating >		Square Twist (single)	
Origami Bases >		Square Twist (many angles)	
Simple Folds >		Mooser's Rigid Train	
Bistable >		Paper Airplane	
Problematic Patterns >		Lang Cardinal	

Es gibt eine große Library von bereits erstellten Patterns welche man sich in der 3D und auch 2D Ansicht anzeigen lassen kann.



Außerdem ist es möglich eigene Patterns zu erstellen, diese hochzuladen und dann virtuell zu falten. Damit ist der Origami Simulator ein perfektes Tool um digitale Origami Faltungen zu simulieren.

Schneideplotter Cameo Silhouette

Der Cameo ist ein Desktop Schneideplotter.

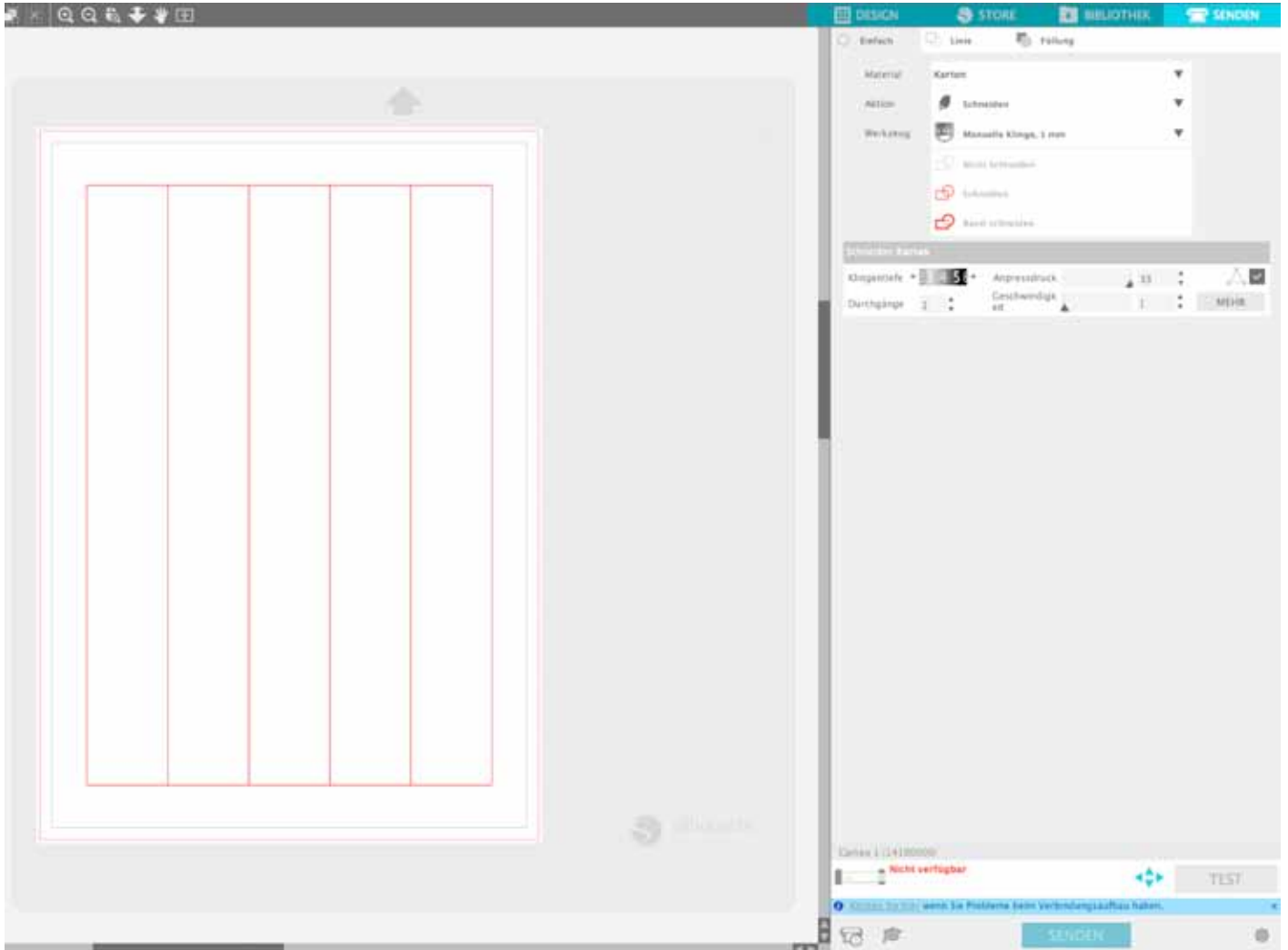
Er schneidet viele verschiedene Materialien, wie zum Beispiel: Vinyl, Aufbügelmateriale (Flex- u. Flockfolien), Karton, Fotopapier, Kopierpapier, Stoff und vieles mehr. Der maximale Schneidebereich liegt bei 30,5 cm x 30,5 cm mit der Standardmatte und 30,5 cm x 3 cm bei Rollenmaterial. Es können Materialien mit einer maximalen Stärke von 0,5mm geschnitten und angeritzt werden. Der Cameo Schneideplotter eignet sich deshalb sehr gut um z.B. Origami Strukturen auszuschneiden und Faltungen vor zu ritzen.



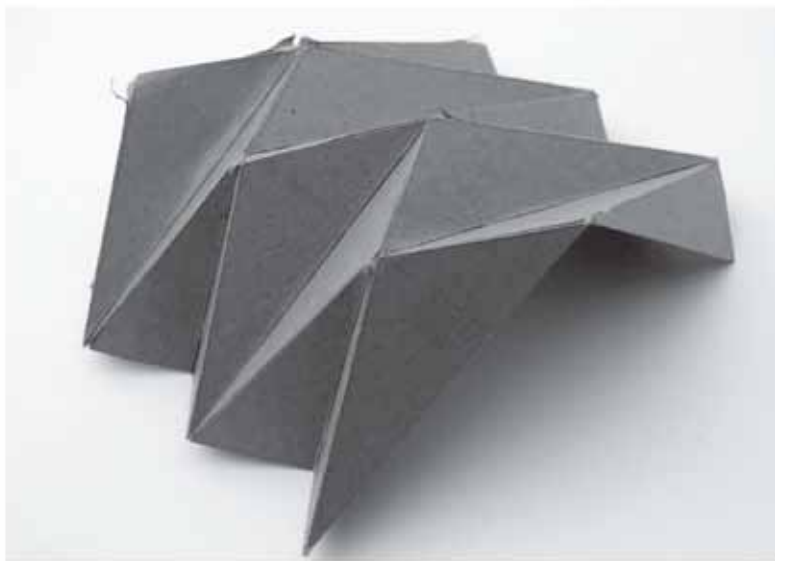
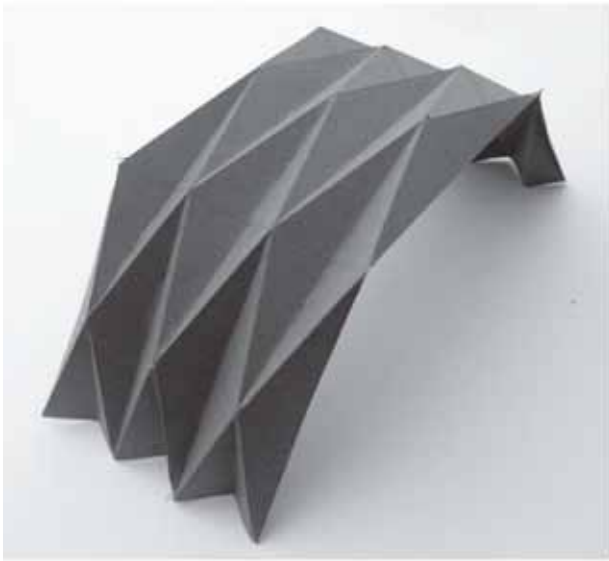


Cameo Silhoutte 4 Schneideplotter mit 2 verschiedenen Schneidvorrichtungen. Diese können kleine Schneidmesser und auch Stifte aufnehmen.

Silhouette Studio



Silhouette Studio ist das von Cameo entwickelte Programm zur Erstellung von Schnittdaten für den Plotter. Im Programm kann man die verschiedenen Parameter des Plotters festlegen und dann an das Gerät übertragen. Im Programm lassen sich die erstellten Pfade mit verschiedenen Einstellungen belegen, so ist es möglich Konturschnitte, Ritzungen und sogar Prägungen in einer Datei zu kombinieren. Das Programm verfügt außerdem über eine Library von Schnittparametern für diverse Materialien.





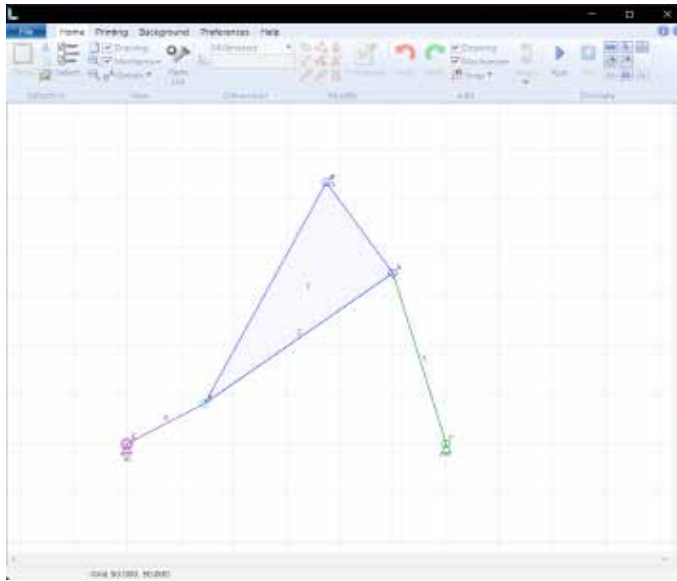
Digitale Simulation von Kinetik und Formänderung

Recherchiert von Hongki Keam

Recherche zur geometrischen Veränderung und
Strukturanalyse von geometrischen Strukturen mithilfe
von Software zu digitaler Simulation.

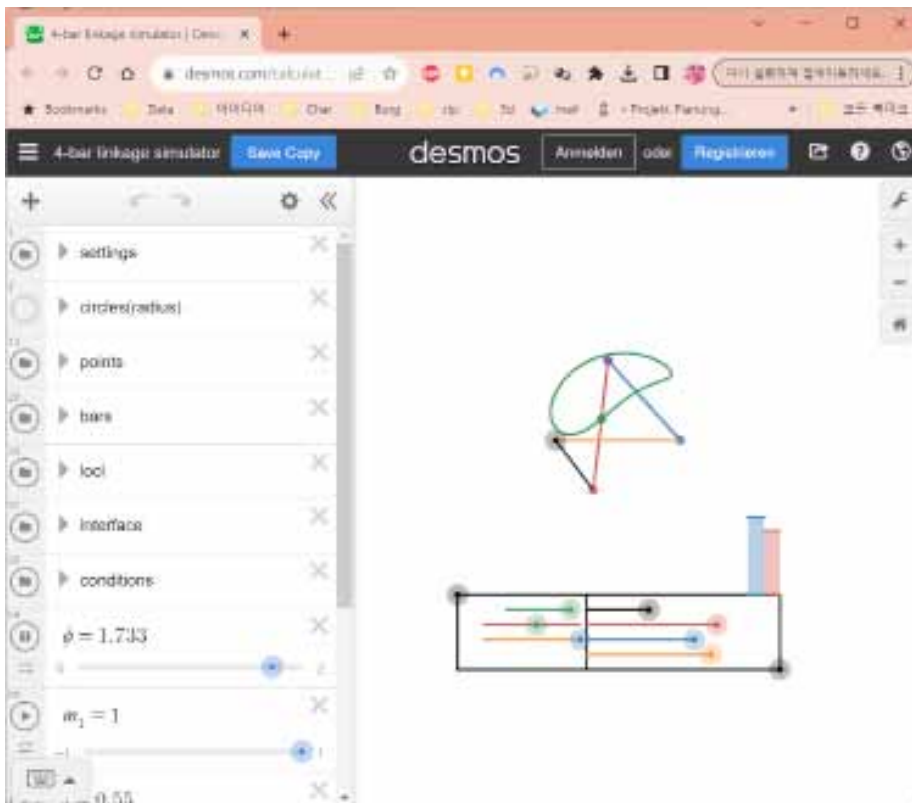
Dynamic-Analysis

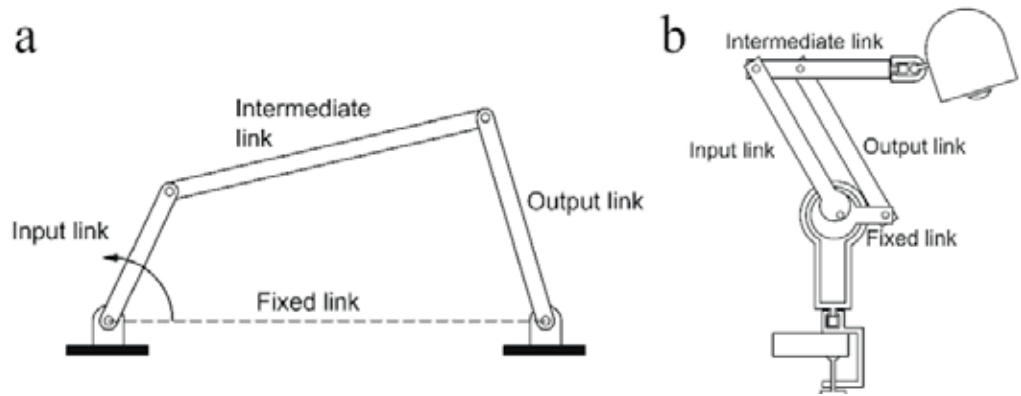
4-Bar Simulation



Der erste Typ ist der Standalone-Typ, der unabhängig von anderen Programmen arbeitet und eine hohe Stabilität und Datenerhaltung in der Simulation gewährleistet. Diese Art von Programm ermöglicht die Speicherung der Simulationsergebnisse in separaten Dateien und bietet eine ausgezeichnete Stabilität. Das Bild auf der linken Seite zeigt die Software namens „Linkage“, mit der Sie nicht nur präzise numerische Eingaben machen können, sondern auch intuitiv Link-Elemente per Drag-and-Drop erstellen können und vielfältige Funktionen bietet.

Die zweite Methode ist die Verwendung von Apps. Die Konstruktion von Verknüpfungen über Apps ermöglicht eine sofortige und intuitive Simulation mithilfe der Finger und bietet hohe Mobilität, da sie auf Smartphones oder Tablet-PCs verwendet werden kann. Besonders die Vielfalt von Apps im App Store bietet eine breite Auswahl, was die Anwendung sehr bequem macht und die Möglichkeit zur gemeinsamen Nutzung mit anderen Personen erleichtert. Die dritte Methode beinhaltet Simulator-Plug-Ins für andere Programme. Das bekannteste und vielfältigste Plug-In ist für das Ingenieurs-Mathematik-Programm Mathlab verfügbar, aber es gibt auch Plug-Ins für CAD-Programme wie Autocad oder Solidworks. Die meisten industriellen CAD-Programme integrieren solche Simulator-Plug-Ins oft direkt. Schließlich gibt es Web-basierte Simulatoren, auf die Sie zugreifen können, indem Sie gängige Webbrowser wie Chrome oder Safari verwenden. Ein bekanntes Beispiel ist Desmos. Diese Webseiten-basierten Simulator-Anwendungen bieten eine breite Kompatibilität und können auf jedem Gerät verwendet werden, das HTML 5.0 unterstützt. Insbesondere gibt es auch Web-basierte Simulatoren, die ähnlich wie Mathlab für das Web entwickelt wurden und als Web-Plug-Ins in Anwendungen wie Geogebra funktionieren.





Wenn der Formprozess für die Produktgestaltung in einem gewissen Maße abgeschlossen ist, tritt die Phase der Überlegung zur Anwendung mechanischer Bewegungen auf. Dazu ist es zunächst notwendig, die Bewegungen in ihrer einfachsten Form zu definieren und zu simulieren. Wenn solche Bewegungen keine Zahnräder oder Zylinder, sondern Verbindungsstücke erfordern, können Simulationen dieser Verbindungsstücke genutzt werden. In der Vergangenheit musste man physische

Modelle erstellen oder komplexe Berechnungen durchführen, um solche Bewegungen zu verstehen. Heutzutage werden digitale Simulatoren hauptsächlich eingesetzt. Diese Verbindungssimulatoren lassen sich in vier Haupttypen einteilen.

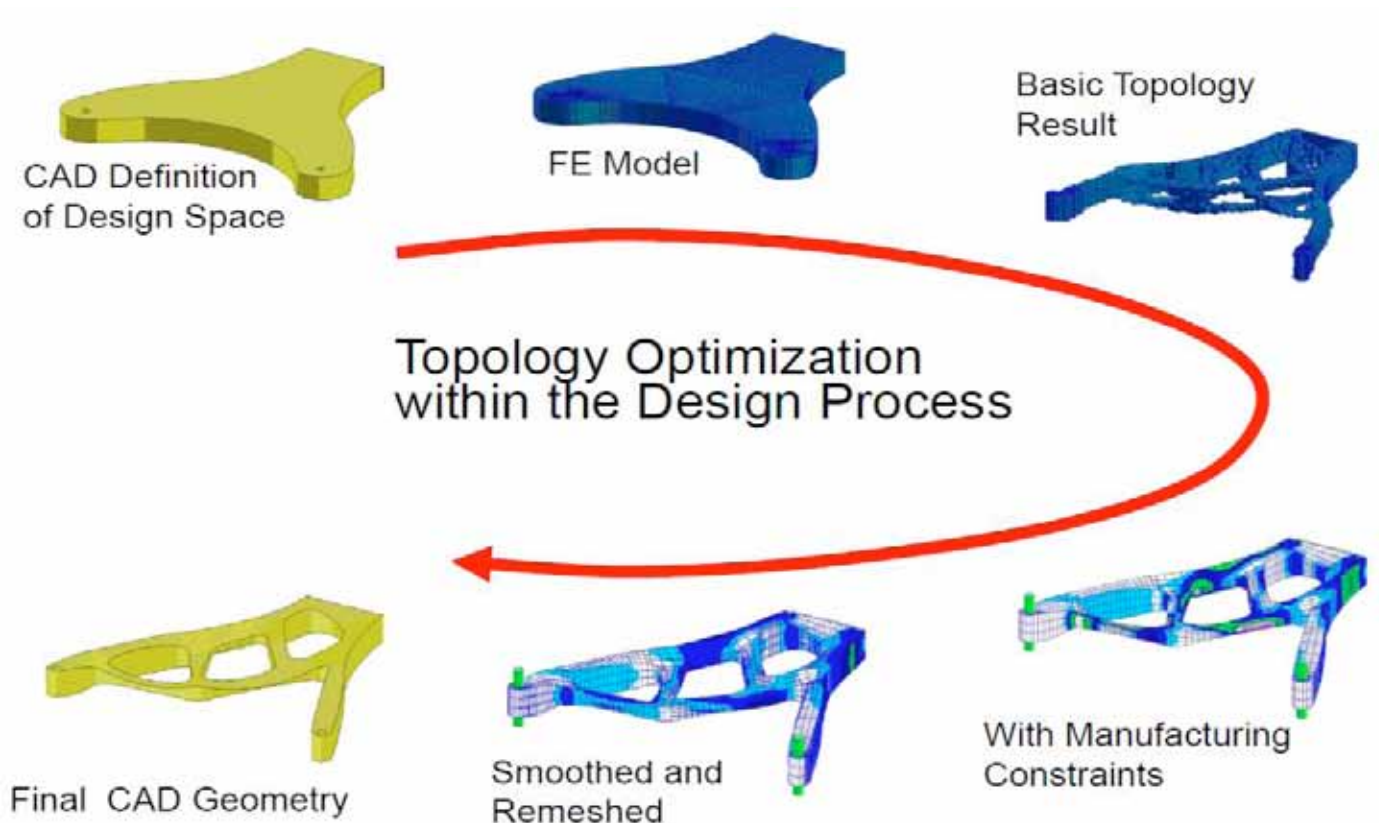
Optimize

Topology Optimization



Im Entwicklungsprozess eines Produkts, nachdem die grundlegenden Bewegungen, wie zuvor erwähnt, abgeschlossen wurden, kommt der Prozess der Modellierung der Komponenten zum Tragen. Sobald die Formen der einzelnen Teile definiert sind, ist eine Optimierung für die Produktion erforderlich. In diesem Optimierungsprozess müssen verschiedene Variablen berücksichtigt werden. Die Dicke und Länge der Teile können je nach der Steifheit des Materials

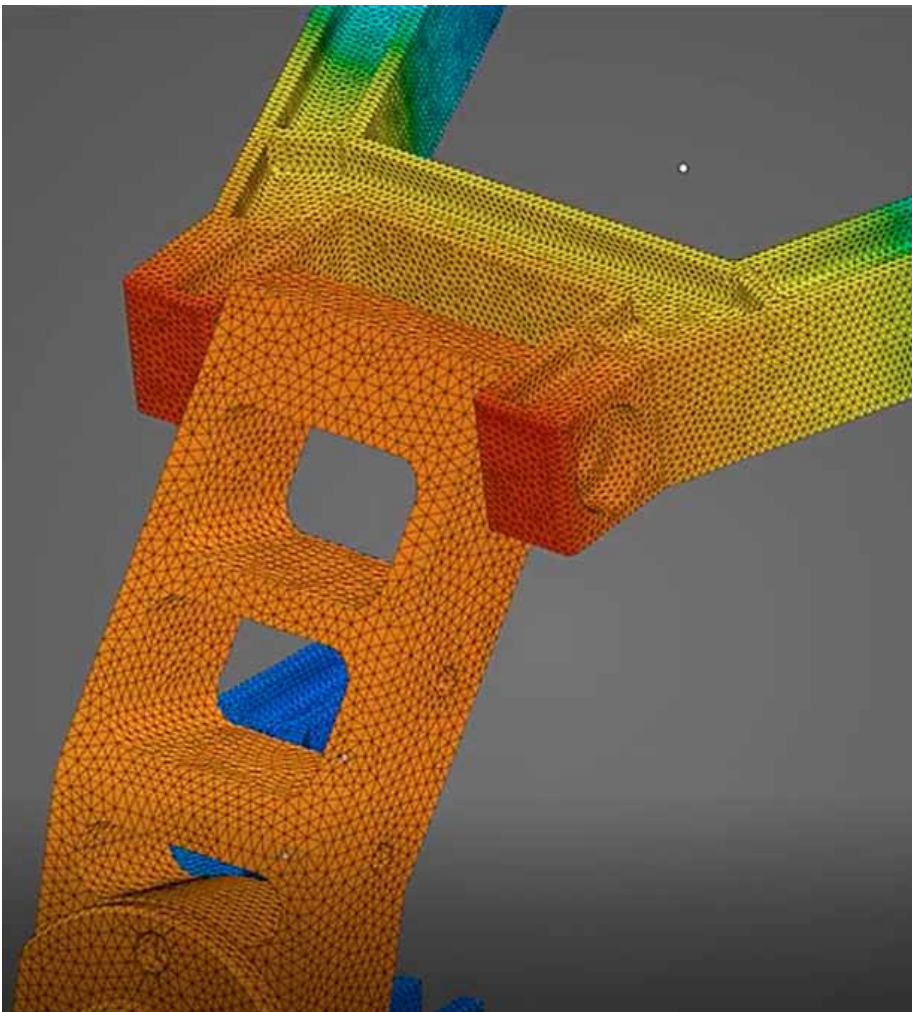
variieren, und die Form kann je nach Produktionsprozess komplexer oder einfacher werden. Es ist notwendig, einen Optimierungsprozess durchzuführen, der den Anforderungen hinsichtlich Lebensdauer des Produkts, Umgebung, Nachhaltigkeit und Umwelt entspricht, abhängig von verschiedenen Variablen.



Die meisten Modellierungsprogramme, die wir verwenden (wie Solidworks, Auto-CAD, Fusion360), bieten die sogenannte Topologieoptimierungsfunktion, mit der Sie Simulationen basierend auf Bearbeitungsmethoden, Materialeigenschaften und den Bewegungskomponenten durchführen können. Allerdings handelt es sich bei diesen Optimierungsfunktionen in CAD-Programmen um generische Funktionen. In der Praxis nutzen Unternehmen oft Plug-Ins, die von Herstellern von Fertigungseinrichtungen angeboten werden, oder spezialisierte Programme.

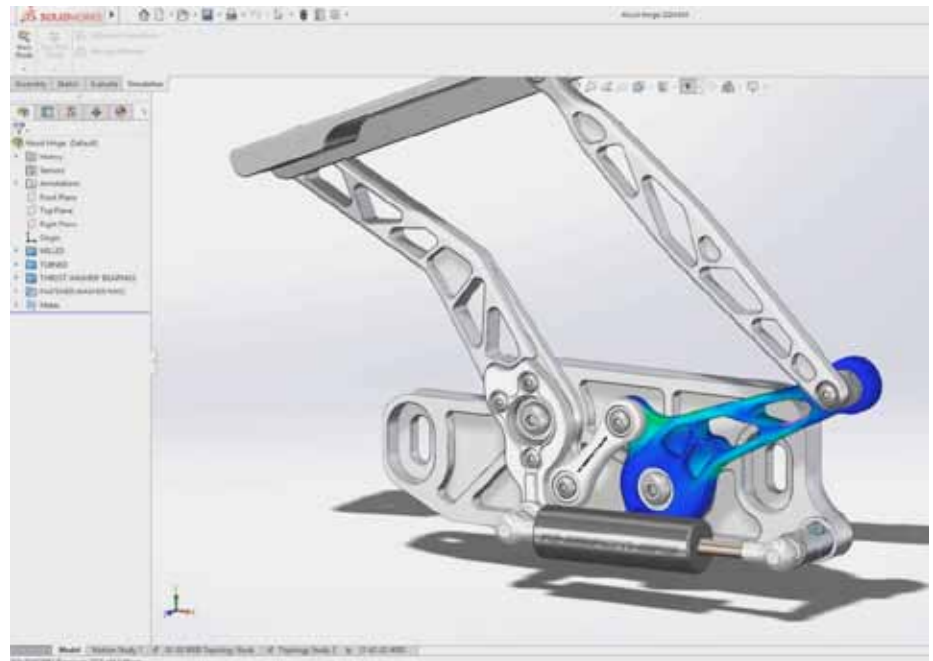
Ein herausragendes Beispiel ist Siemens NX, das speziell auf die Anforderungen der jeweiligen Fertigungseinrichtung zugeschnittene Optimierungsfunktionen bietet. Diese Optimierungen basieren oft nicht nur auf automatisch generierten Werten, sondern werden häufig von Experten basierend auf ihrer Erfahrung angepasst. Diese Experten berücksichtigen automatisch generierte Formen und Daten wie NC-Daten und G-Codes, um die Form zu vereinfachen oder die Bewegungen der Fertigungsmaschinen zu minimieren, um die Bearbeitungszeit zu verkürzen oder die Kosten zu senken.

Finite Element Analysis (FEA) Simulation



Während des Optimierungsprozesses ist die am weitesten verbreitete Methode für Simulationen die Finite Element Analysis (FEA). FEA ist eine numerische Simulationsmethode, die es ermöglicht, Deformationen und Spannungen in Bezug auf die Strukturanalyse zu analysieren. Dies ist ein entscheidendes Element im Kontext von Transformable Objects und dient zur Beurteilung der Stabilität und Haltbarkeit von Designelementen, wodurch Konflikte zwischen Designern und Ingenieuren in der Industrie objektiver beurteilt werden können.

FEA zerlegt die Struktur in kleinere Elemente und durchläuft einen Prozess namens „Meshing“, bei dem die Struktur in diskrete Elemente unterteilt wird. Je kleiner die erzeugten Elemente durch das Meshing sind, desto genauer ist die Simulation. Allerdings führt die Verkleinerung der Elemente zu einer Zunahme ihrer Anzahl, was zu erhöhten Analysezeiten und Kosten führt. Daher ist die Auswahl angemessener Elementgrößen von großer Bedeutung, um das gewünschte Qualitätsniveau des Ergebnisses zu erzielen.



Die untenstehenden Informationen beschreiben eine Methode zur Problemlösung mittels FEA in Siemens' SolidEdge. Natürlich handelt es sich hierbei um eine Analyse- und Simulationsstufe, die eher in den Bereich der Ingenieure fällt als in den der Designer. Dennoch ist es in der tatsächlichen Produktionsphase von großer Bedeutung zu verstehen, wie das eigene Design in den Produktionsprozessen beeinflusst wird.

Wenn Sie dieses Wissen während des Designprozesses berücksichtigen, können Sie sicherstellen, dass Ihre Arbeit so produziert wird, wie Sie es beabsichtigt haben. Während es gewisse Einschränkungen geben kann, wenn Sie solche Aspekte berücksichtigen, ist es dennoch wichtig zu verstehen, dass das Design in der Industrie ohne diese Berücksichtigungen ansonsten möglicherweise nicht realisierbar ist.

SIEMENS

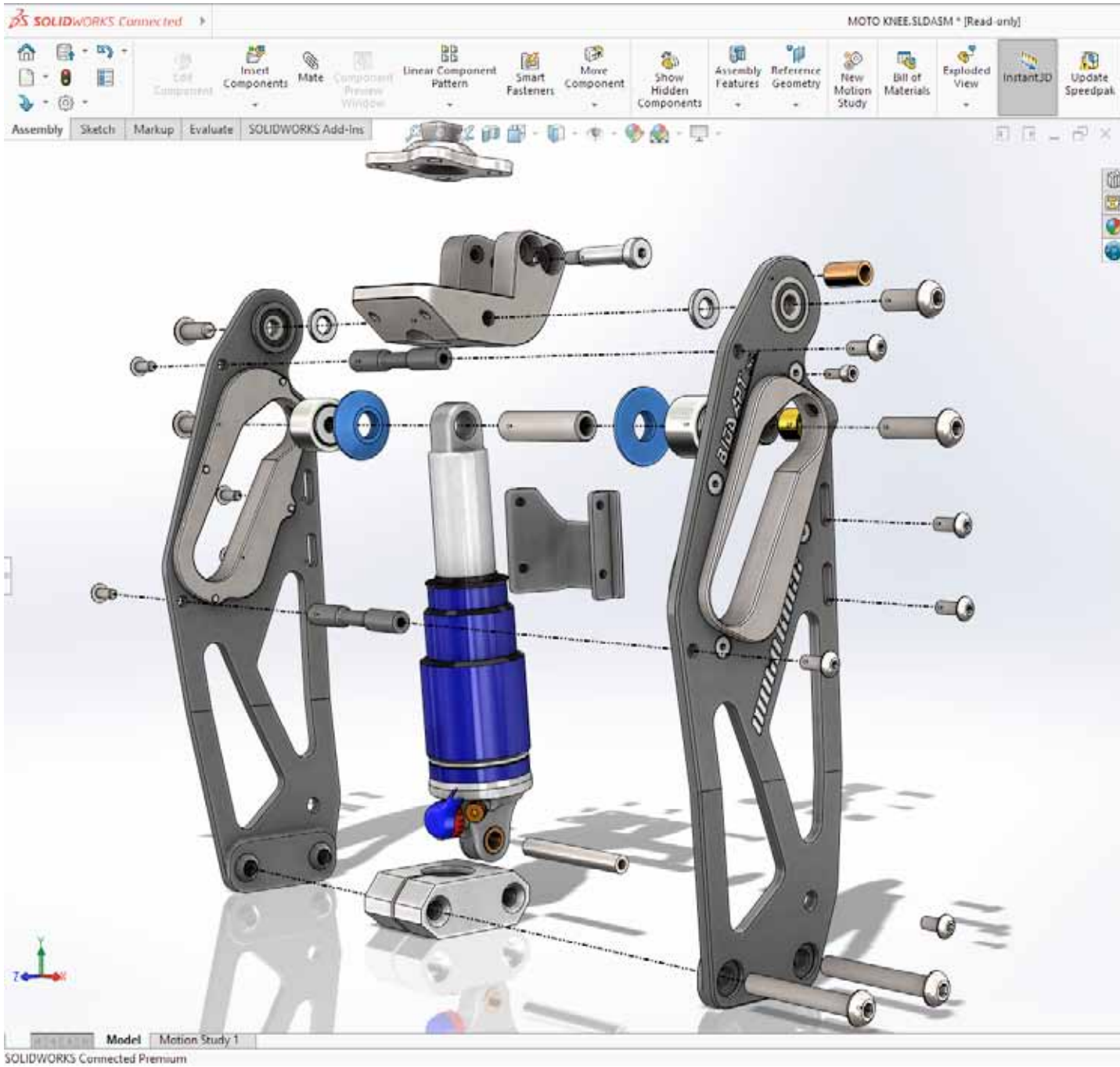
[Blog](#) [Kontakt](#) [Jetzt testen](#)

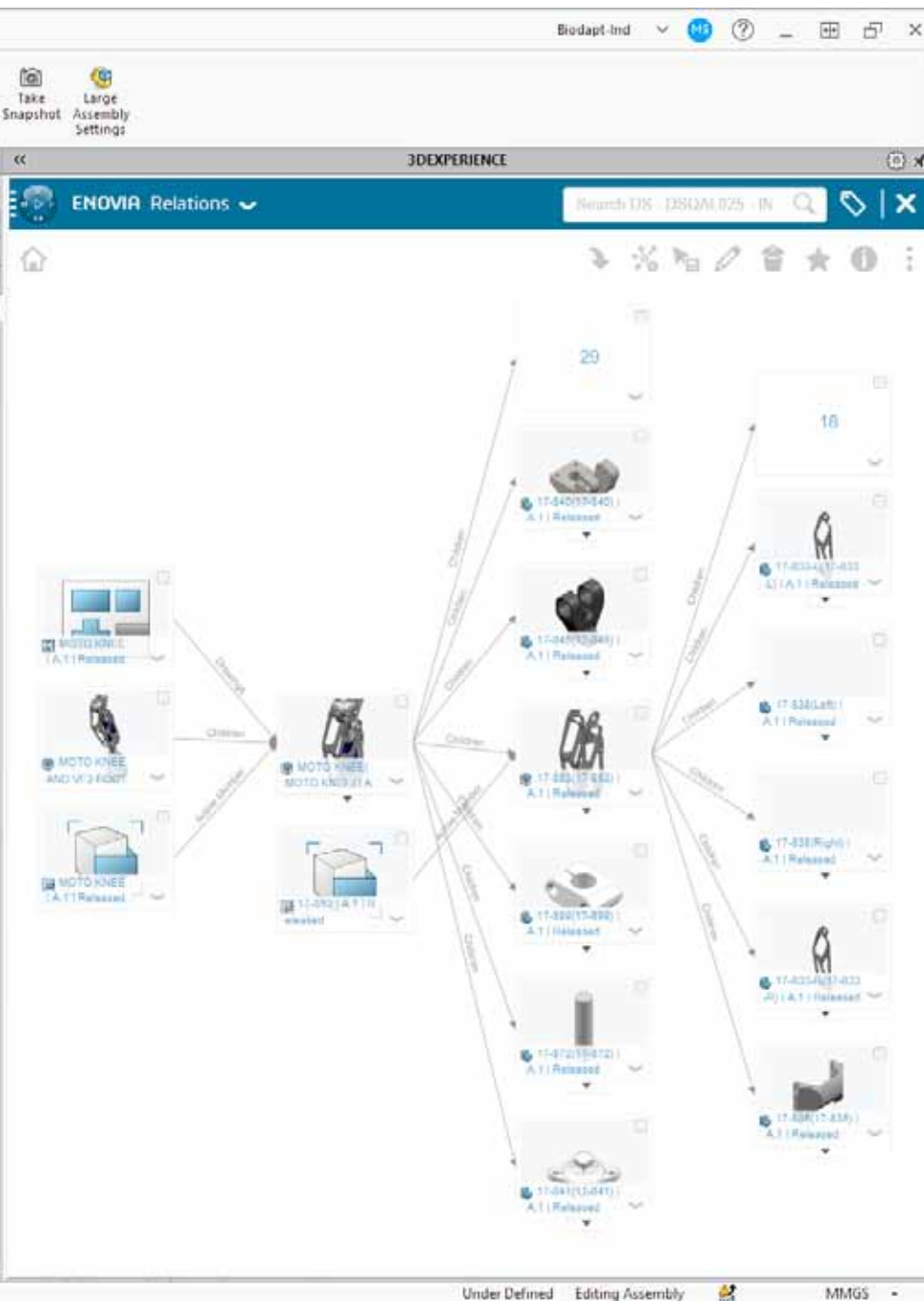
Search for...

Problemlösung durch FEA

- + Volle Bewegungssimulation
- + Spannungsanalyse und -simulation
- + Schwingungssimulation (Berechnung der Normalmoden)
- + Frequenzganganalyse
- + Simulationsberechnung der linearen Knicklast
- + Thermische Simulation

Multibody Simulation (MBS)





BMS (Behavioral Modeling and Simulation) ist letztendlich ein Simulationsprozess, bei dem die zuvor optimierten Einzelteile in der Praxis montiert werden. Während zuvor die FEA-Simulation statischer Natur war, beinhaltet BMS auch die Dynamik. In BMS werden die Einzelteile organisch zusammengefügt, um sicherzustellen, dass es keine Abweichungen in der Bewegung gibt und um die endgültige Form zu analysieren. Dieser Prozess wird auch in Solidworks und AutoCAD als zusätzliche Funktionen angeboten. Obwohl die Assembly-Funktionen in diesen Programmen einfacher sind, zielt BMS darauf ab, realistische Bewegungen zu simulieren, indem Werte wie elektrische Leistung, elektronische Schaltungen und echte Elektromotoren oder Aktuatoren eingegeben werden, um Bewegungen zu simulieren, die denen der Realität entsprechen. Wenn in diesem BMS-Prozess keine Probleme auftreten, ist das Produkt bereit zur Herstellung.

Quellen

4-Bar Linkage basis auf Web

Desmos - <https://www.desmos.com/calculator/egmi3wr0o7?lang=de>

Geogebra - <https://www.geogebra.org/m/BueCG9ch>

Linkage Software

<https://blog.rectorsquid.com/linkage-mechanism-designer-and-simulator/>

Bewegungstutorials für Fusion360 auf Youtube

<https://www.youtube.com/watch?v=NF3cESNLLig>

CAD Software Images

Siemens Solidedge

Siemens NX

Dassault Systemes Solidworks

nVidia FEA Simulation durch Grafikchipset



Soft Robotics

Recherchiert von Felix Stockhausen

Die Soft-Robotik ist ein Teilgebiet der Robotik, das sich mit dem Entwurf, der Steuerung und der Herstellung von Robotern befasst, die aus nachgiebigen Materialien statt aus starren Gliedern bestehen, denn im Gegensatz zu Robotern mit starren Körpern, die aus Metallen, Keramik und harten Kunststoffen gebaut sind, kann die Nachgiebigkeit von Soft-Robotern ihre Sicherheit bei der Arbeit in engem Kontakt mit Menschen verbessern.

Alle weichen Roboter benötigen ein Aktuatorensystem zur Erzeugung von Reaktionskräften, um die Bewegung und die Interaktion mit ihrer Umgebung zu ermöglichen. Aufgrund der nachgiebigen Natur dieser Roboter müssen weiche Aktuatoren in der Lage sein, sich ohne starre Materialien zu bewegen, die wie die Knochen in Organismen wirken würden, oder ohne den Metallrahmen, der bei starren Robotern üblich ist. Dennoch gibt es eine Reihe von Steuerungslösungen für das Problem der sanften Aktuation, die alle ihre Vor- und Nachteile haben. Einige Beispiele für Steuerungsmethoden und die entsprechenden Materialien werden auf den folgenden Seiten vorgestellt.

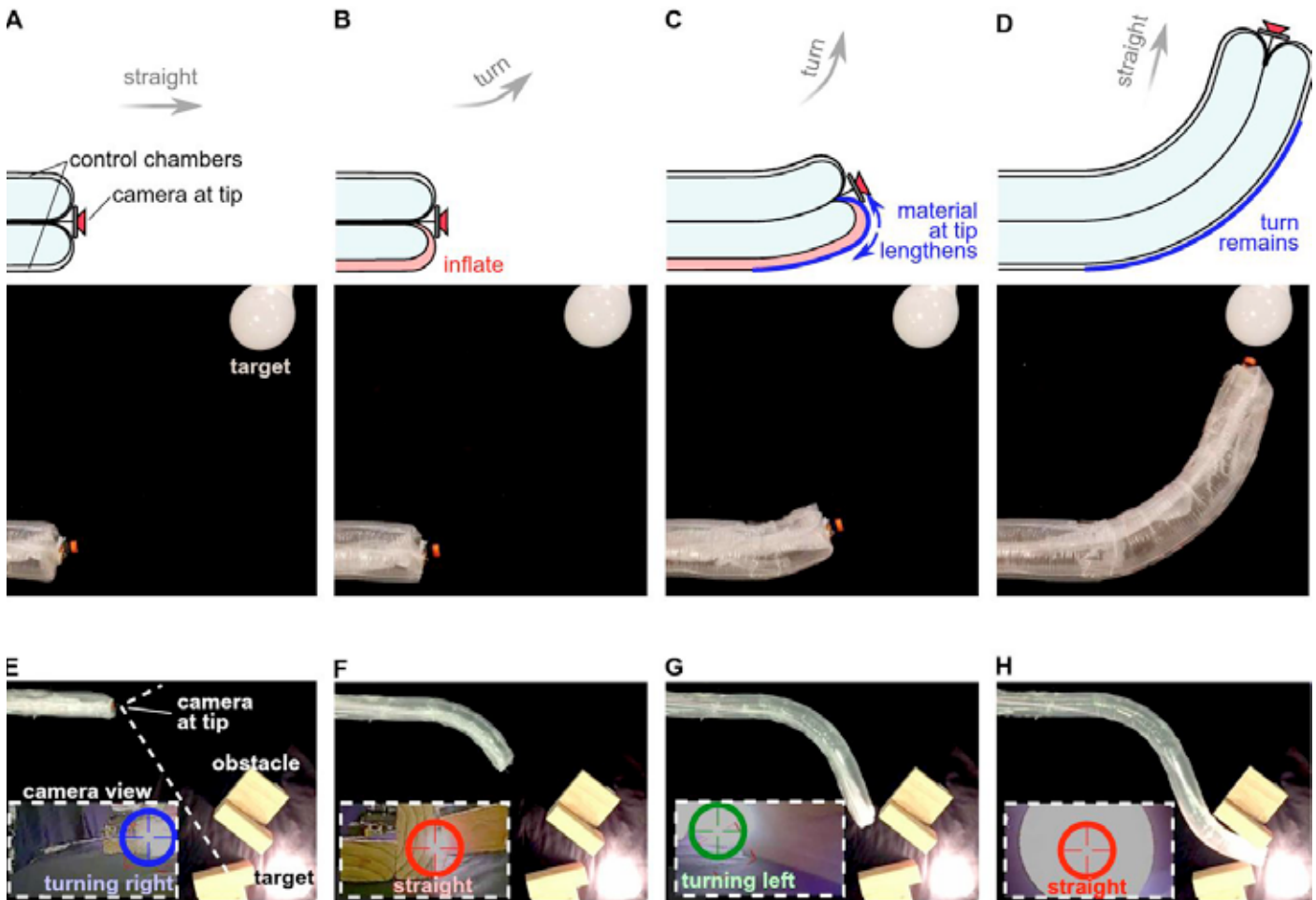
Pneumatische Aktuatoren



Ein Beispiel für pneumatische Aktuatoren ist der gezeigte Soft-Robot von der Stanford University.

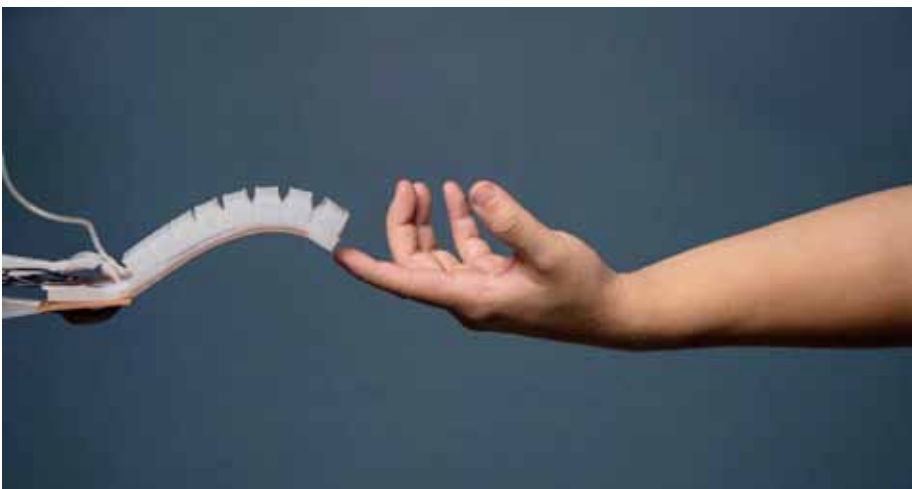
Die grundlegende Idee hinter diesem Roboter ist einfach. Es handelt sich um ein Rohr aus weichem Material, das sich selbst nach innen faltet, ähnlich wie eine auf links gedrehte Socke, und in eine Richtung wächst, wenn sich das Material an der Vorderseite des Rohrs umstülpt, während das Rohr auf die richtige Seite zurückgekehrt. In den Prototypen bestand das Material aus dünnem, preiswertem Kunststoff, und der Roboterkörper hat sich umgestülpt, als die Wissenschaftler Druckluft in das feste Ende gepumpt haben. In anderen Versionen könnte Flüssigkeit die Druckluft ersetzen.





“The body lengthens as the material extends from the end but the rest of the body doesn’t move,” explained Elliot Hawkes, a visiting assistant professor from the University of California, Santa Barbara and lead author of the paper. “The body can be stuck to the environment or jammed between rocks, but that doesn’t stop the robot because the tip can continue to progress as new material is added to the end.”

Pneumatische Netzwerke

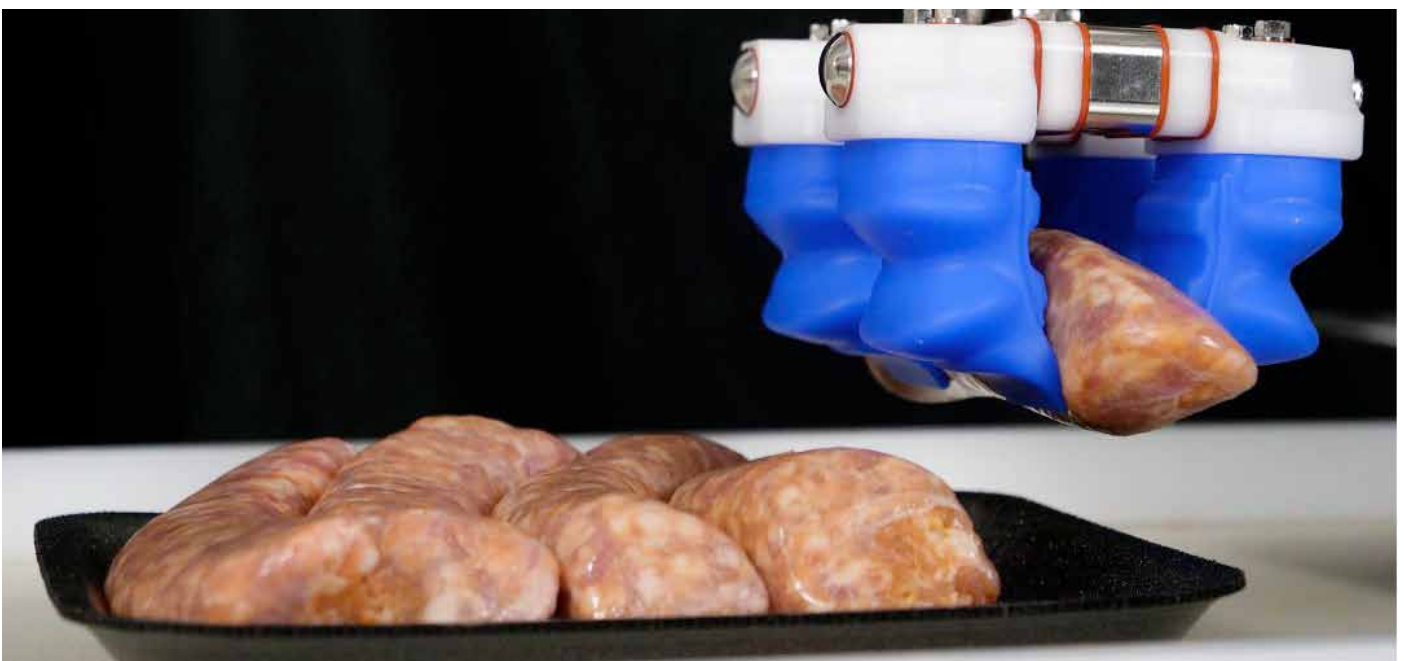


<https://softroboticstoolkit.com/book/pneunets-bending-actuator>
<https://www.softroboticsinc.com/industries/>
https://www.youtube.com/watch?v=_4BTGgJjHog

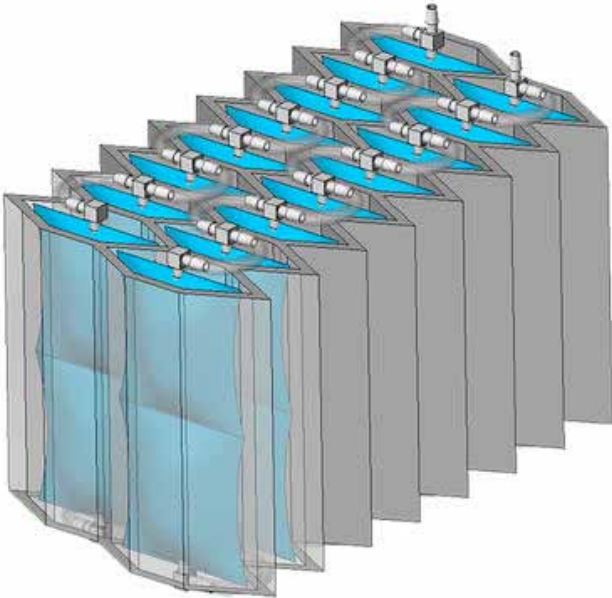
PneuNets (pneumatische Netze) sind eine Klasse von weichen Aktoren, die ursprünglich von der Whitesides Research Group in Harvard entwickelt wurden. Sie bestehen aus einer Reihe von Kanälen und Kammern im Inneren eines Elastomers. Diese Kanäle blähen sich auf, wenn sie unter Druck stehen, und erzeugen so eine Bewegung.

Die Art dieser Bewegung wird durch Änderung der Geometrie der eingebetteten Kammern und der Materialeigenschaften ihrer Wände gesteuert. Wenn ein PneuNets-Aktuator unter Druck gesetzt wird, erfolgt die Ausdehnung in den nachgiebigsten (am wenigsten steifen) Bereichen.

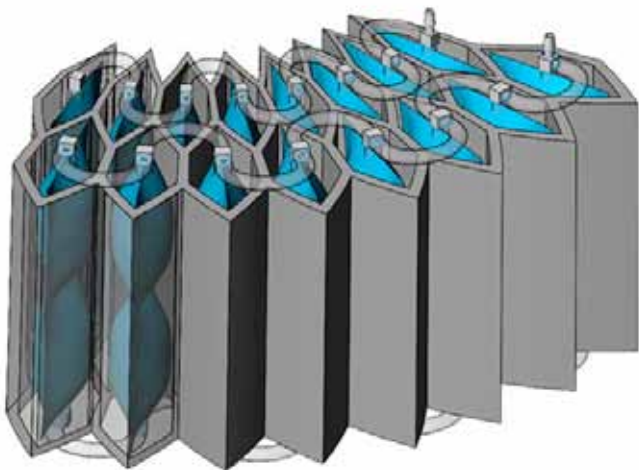
Wenn das PneuNet beispielsweise aus einem einzigen, homogenen Elastomer besteht, tritt die größte Ausdehnung an den dünnsten Strukturen auf. Konstrukteure können das Verhalten des Aktuators vorprogrammieren, indem sie Wandstärken auswählen, die zu einer gewünschten Art von Bewegung führen.



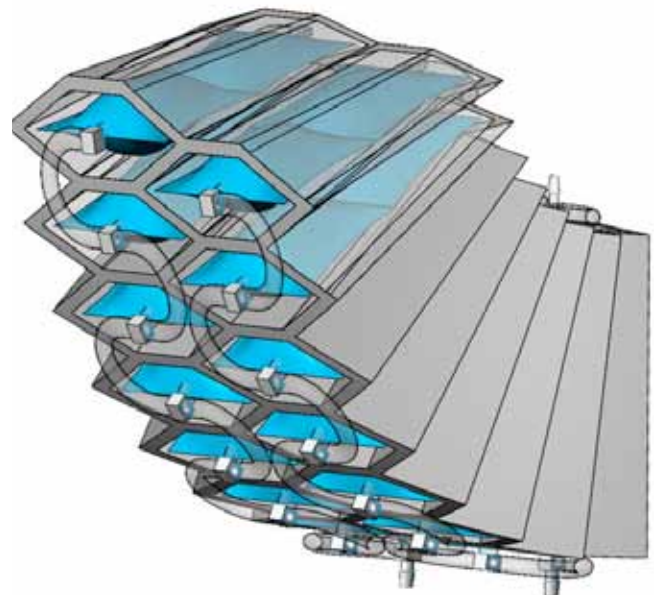
Honeycomb Pneumatic Networks

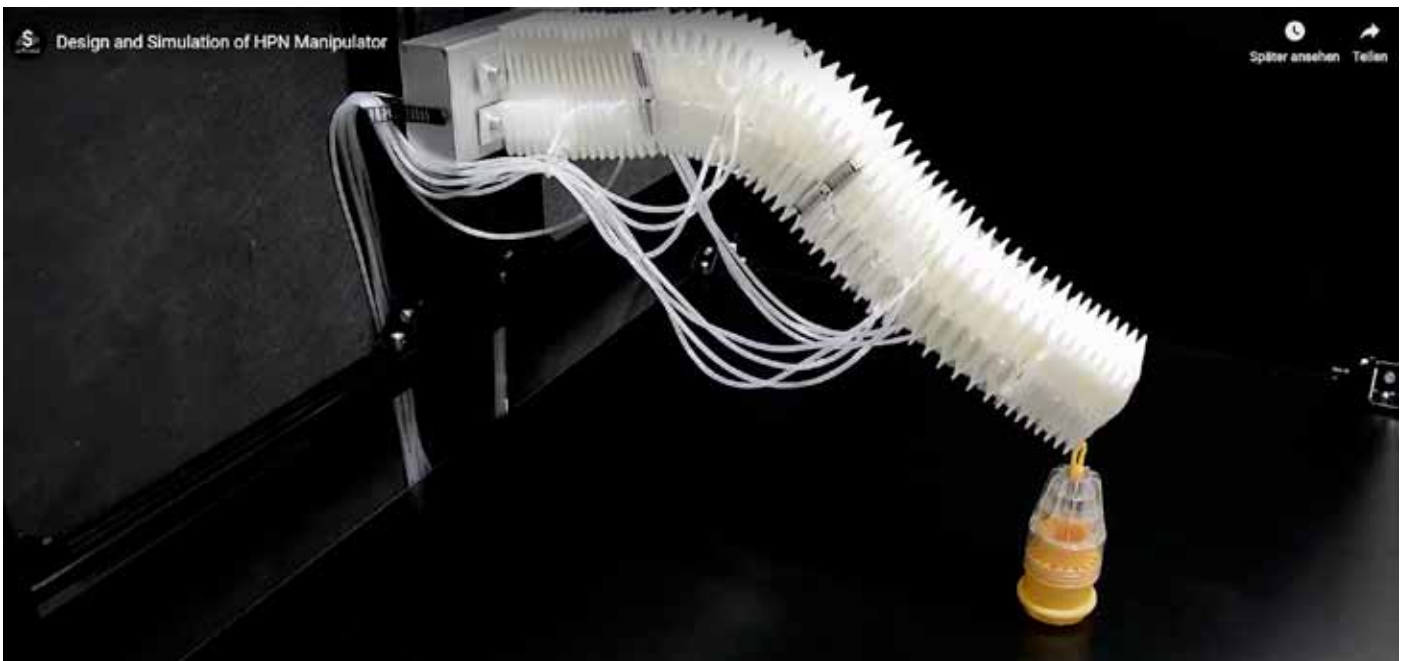
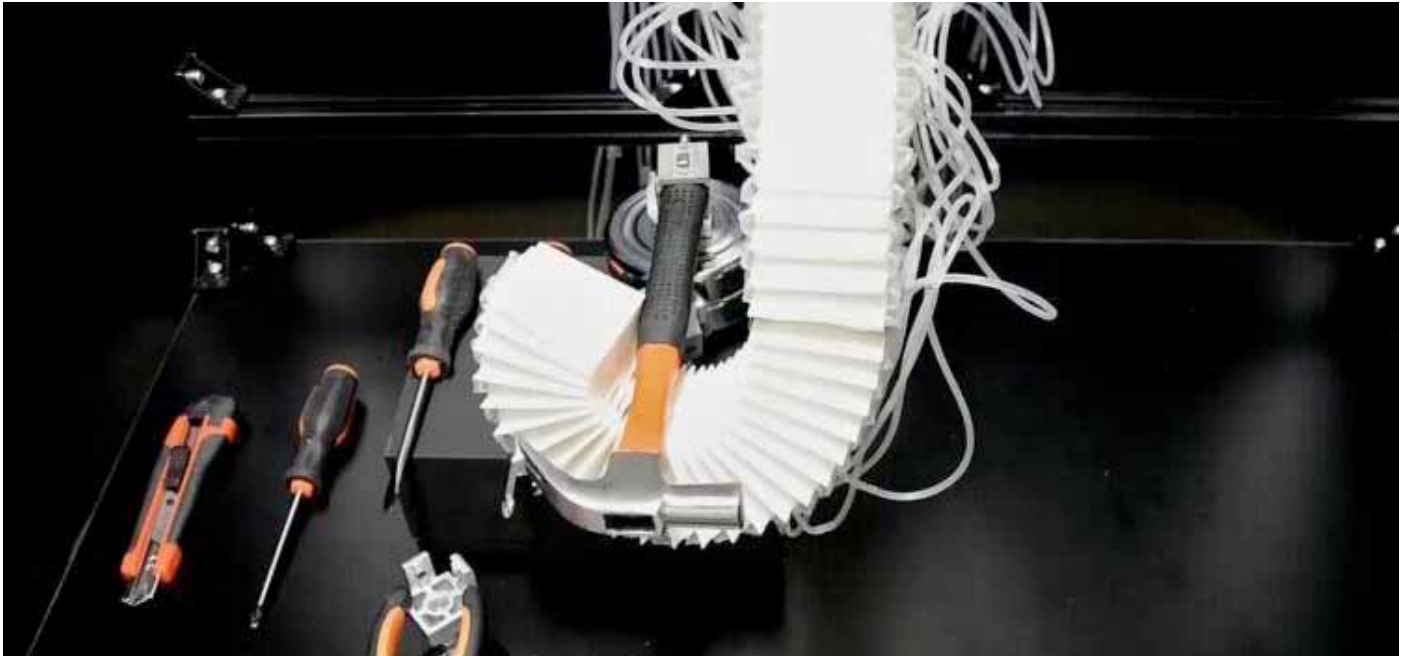


Honeycomb Pneumatic Networks (HPN) ist eine neuartige Struktur, die ein Wabenskelett mit einem pneumatischen Netzwerk kombiniert und dadurch stabile Formen, eine relativ hohe Tragfähigkeit, schnelle Reaktionen und Umweltverträglichkeit bietet. Diese Arbeit wird derzeit vom Multi-Agenten-Systemlabor an der USTC entwickelt.



Die hexagonale Wabe der Honigbiene (Honigwabe) kann Material mit minimaler Dichte, hohen Druck- und Schereigenschaften bieten. Diese Struktur wird in der Luft- und Raumfahrtindustrie, beispielsweise in Flugzeugen und Raketen, weit verbreitet eingesetzt. Dank dieser Eigenschaften verwenden wir die Wabenstruktur, um ein Skelett für innenliegende pneumatische Netzwerke und eine stabile Unterstützung für den gesamten Manipulator bereitzustellen.





<https://www.youtube.com/watch?v=J7eTyOA-mfc&t=134s>
<https://softroboticstoolkit.com/hpn-manipulator>

Faserverstärkte Aktuatoren

Faser-verstärkte Aktuatoren sind eine Klasse von weichen Aktuatoren, die in den letzten Jahren von verschiedenen Forschergruppen weltweit entwickelt wurden.

Das grundlegende Design besteht aus einem elastischen Blaskörper, der mit nicht dehnbaren Verstärkungen umwickelt ist.

Die innere Blase verhält sich wie ein typischer Luftballon; wenn sie aufgeblasen wird, versucht sie, sich in alle Richtungen auszudehnen.

Das Umwickeln der Blase mit nicht dehnbaren Fasern beschränkt ihre radiale Ausdehnung; wenn sie aufgeblasen wird, kann sie sich nur in axialer Richtung ausdehnen. Das Hinzufügen einer Schicht nicht dehnbaren Materials verhindert, dass der Aktuator sich im Bereich dieser Schicht ausdehnt; da eine Seite sich axial ausdehnt und die andere nicht, krümmt sich der Aktuator beim Aufblasen.

1. Core Mold

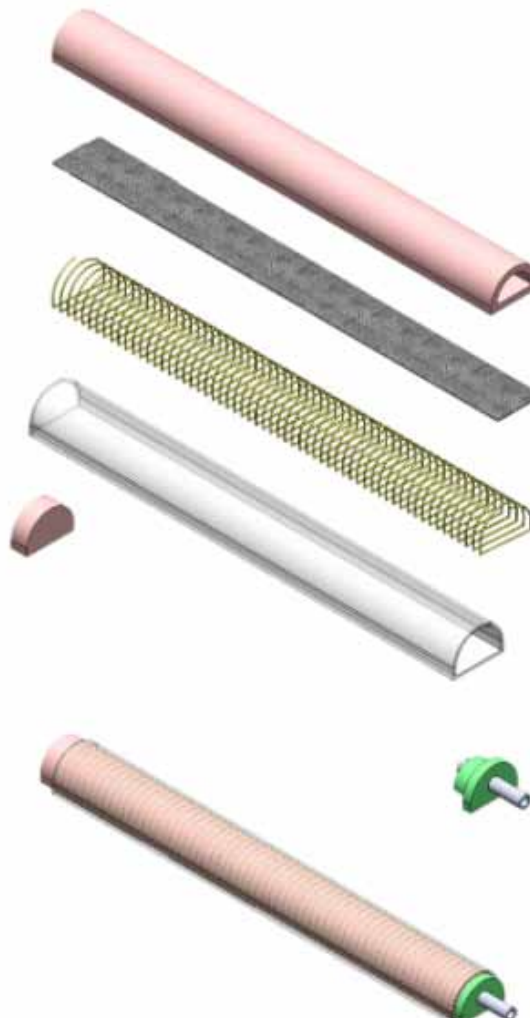
2. Add Strain Layer

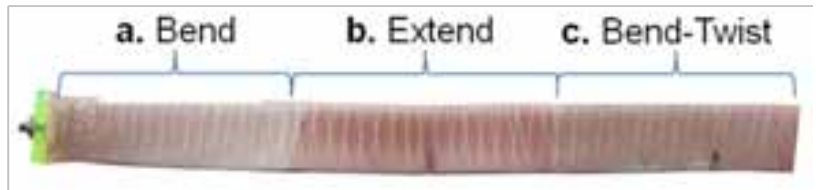
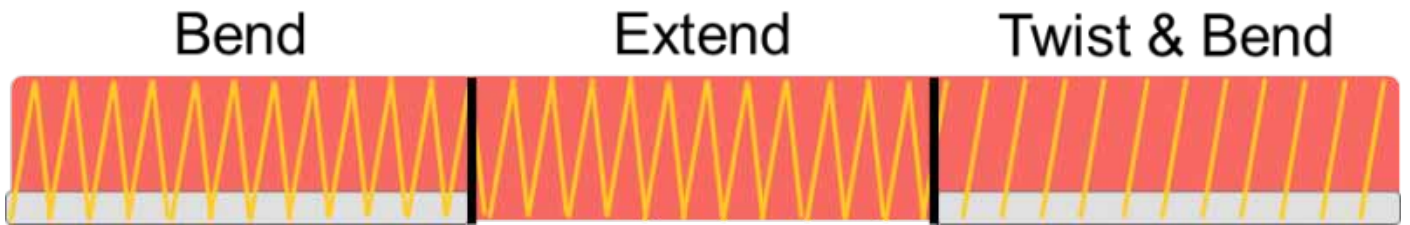
3. Add Wrapping

4. Sheath Mold

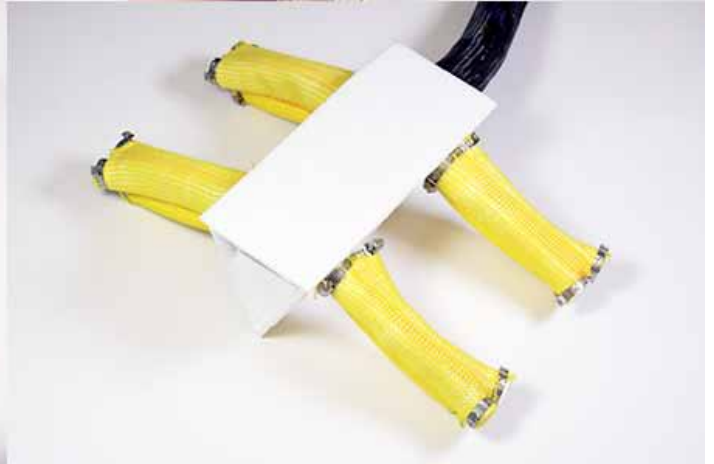
5. Add End Caps

Completed Actuator





Stricktextil Aktuatoren



Wissenschaftler des Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory (CSAIL) des MIT haben eine skalierbare Methode entwickelt, um weiche pneumatische Aktuatoren namens „PneuAct“ computergestützt zu entwerfen und digital zu fertigen.

PneuAct verwendet einen Strickprozess, der maschinell durchgeführt wird und dem Stricken mit einer herkömmlichen Handstricknadel ähnelt, jedoch autonom arbeitet. Ein menschlicher Designer gibt lediglich die Strickmuster und Sensor-Designmuster in der Software an, um zu programmieren, wie der Aktuator sich bewegen wird. Dies kann dann vor dem Druck simuliert werden. Das Textilteil wird von der Strickmaschine gefertigt und kann an einem preiswerten, handelsüblichen Silikonschlauch befestigt werden, um den Aktuator zu vervollständigen.

Der gestrickte Aktuator integriert leitfähiges Garn für die Sensorik, wodurch die Aktuatoren „spüren“ können, was sie berühren. Das Team entwickelte verschiedene Prototypen, darunter einen unterstützenden Handschuh, eine weiche Hand, einen interaktiven Roboter und einen pneumatischen Laufroboter.

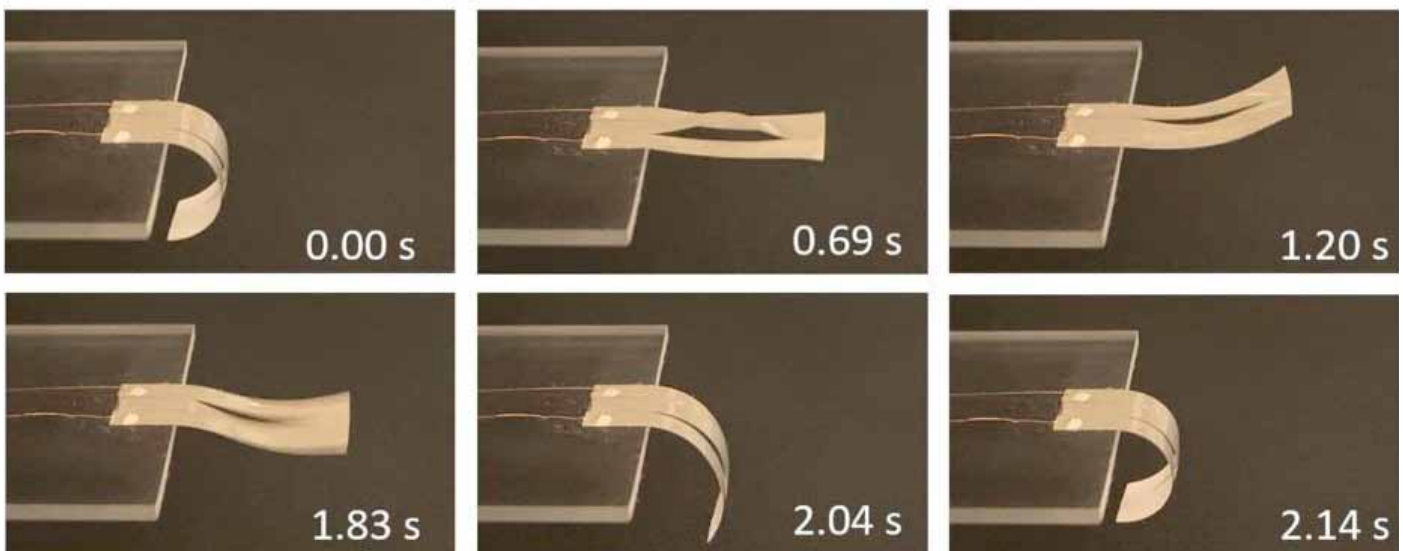


Ein weiteres Beispiel für textil gestrickte Aktuatoren ist der BionicArm von Festo.

Er verfügt über Faltenbälge bestehen aus robustem Elastomer. Jeder einzelne von ihnen ist mit einem speziellen 3D-Textilgestrick ummantelt, das aus zwei Lagen besteht. Direkt auf den Bälgen liegt ein weiches Gestrück, das diese vor Reibung und Abnutzung schützt. Die hochfesten Fäden darüber sind so orientiert, dass sie eine Ausdehnung der Balgstrukturen in die gewünschte Bewegungsrichtung erlauben und gleichzeitig in die anderen Richtungen begrenzen. Dank dieser neuartigen Fasertechnologie lässt sich erst das Kraftpotenzial der gesamten Kinematik ausschöpfen.

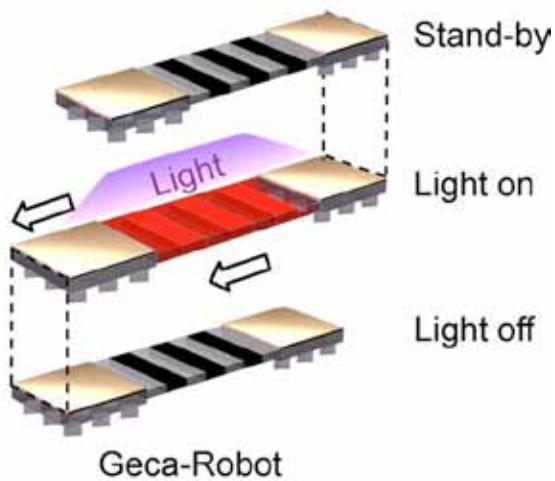
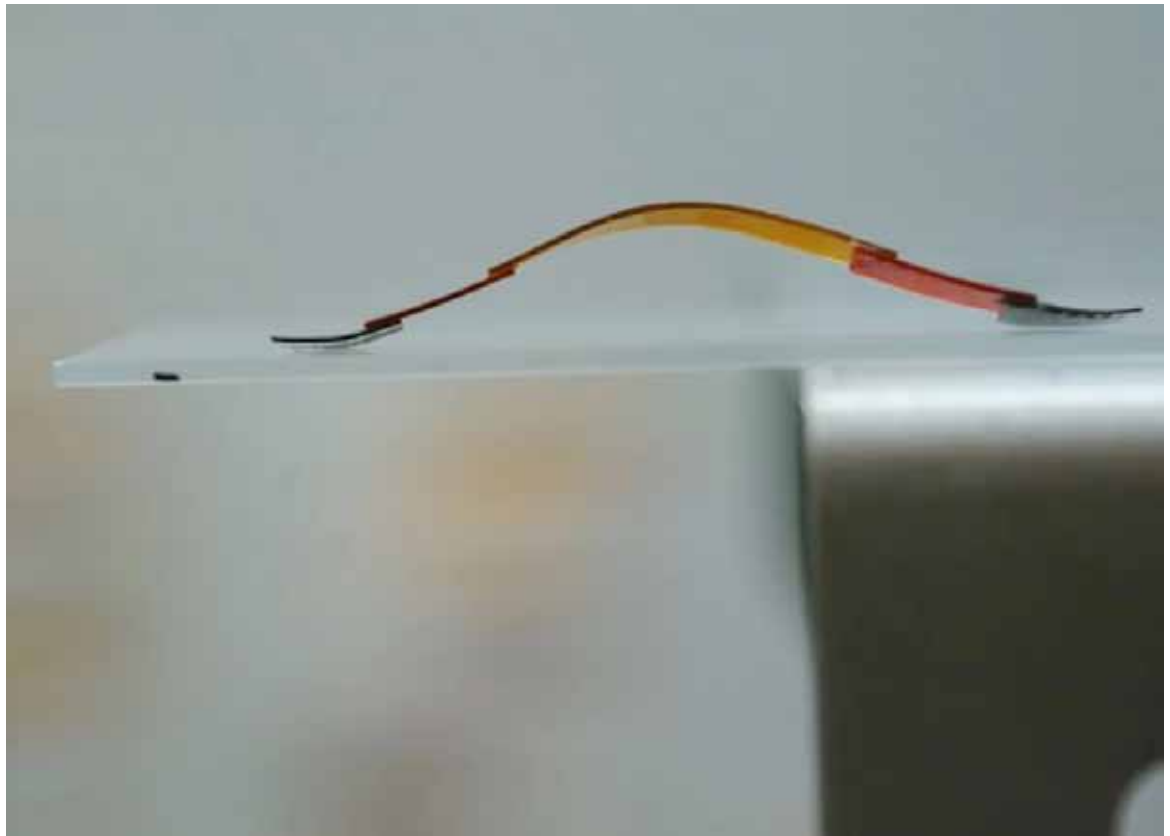
Thermisch- und lichtsensitive Aktuatoren

“What makes this new actuator design work is a structure with a bi-stable design,” said Shuang Wu, first author of the paper and a Ph.D. student at NC State. “Think of a snap hair clip. It’s stable until you apply a certain amount of energy [by bending it over], and then it snaps into a different shape – which is also stable.”



Thermische Aktuatoren reagieren auf Temperaturänderungen, was sie vielseitig einsetzbar macht. Bei Erwärmung oder Abkühlung ändert sich ihr Zustand, was für Anwendungen in der Mikro- und Nanotechnologie sowie in der Medizin von großem Nutzen ist.

Lichtsensitive Aktuatoren hingegen reagieren auf Lichtintensität oder spezifische Wellenlängen des Lichts. Sie werden in optischen Systemen, Sensoren und Aktuatoren eingesetzt, um präzise Bewegungen und Reaktionen auf Lichtsignale zu ermöglichen. Beide Technologien tragen dazu bei, dass Roboter und mechatronische Systeme in der Lage sind, auf ihre Umgebung auf intelligente und gezielte Weise zu reagieren.



The robot, termed as Geca-Robot, is composed of gecko-inspired triangular micropillars as the feet and alternating cuboids of polydimethylsiloxane (PDMS) and graphene-PDMS as the muscle. Geca-Robot is remotely powered by light with wavelengths ranging from ultraviolet to infrared, and moves with a caterpillar-like gait. The gecko-inspired feet allows Geca-Robot to unidirectionally travel on terrains of varying roughness, slope, and dryness with a wide working temperature range, and to carry loads weighing approximately 50 times its own mass. Geca-Robot will inspire the creation of further soft robot designs for various natural terrains.

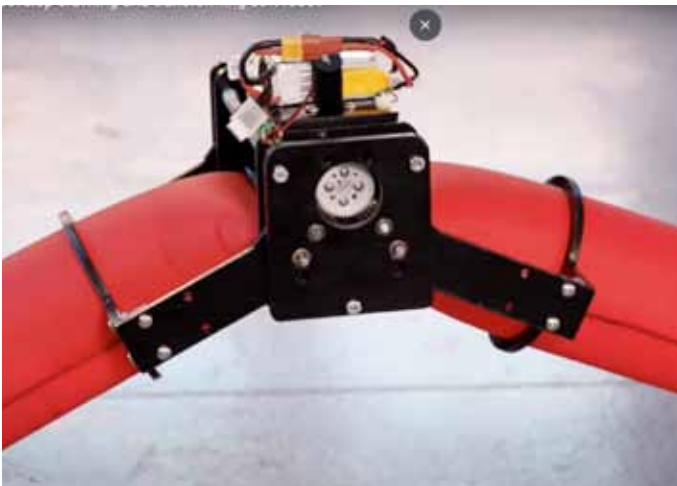


<https://news.stanford.edu/2020/03/18/squishy-shape-changing-bot-roams-untethered/>

Elektrische Servo Aktuatoren

Eine weitere Möglichkeit der Aktuation von Softrobotics ist das verwenden elektrischer Signale und elektrischer Servos.

Forscher der Stanford University haben eine neue Art von Soft-Roboter entwickelt, der Charakteristiken herkömmlicher Robotik mit denen von Soft Robotics verbindet. Die einfachste Version dieses weichen Roboters besteht aus einem aufgeblasenen Schlauch, der durch drei kleine Maschinen läuft, die ihn in eine Dreiecksform quetschen. Während eine Maschine die beiden Enden der Röhre zusammenhält, fahren die beiden anderen an der Röhre entlang und verändern die Gesamtform des Roboters, indem sie seine Ecken bewegen. Die Forscher nennen ihn einen „isoperimetrischen Roboter“, denn obwohl sich die Form drastisch ändert, bleibt die Gesamtlänge der Kanten – und die Luftmenge im Inneren – gleich.





Compliant Mechanisms

Recherchiert von Leon Bucher

„Compliant Mechanisms“ (CMs), „kompliante“ oder „nachgiebige“ Systeme nutzen eine Kombination aus starren und elastisch verformbaren Elementen, um monolithisch (aus einem Guss) eine beabsichtigte Bewegung zu erzielen. Sie lassen sich je nach Komplexitätsgrad leicht bis schwer entwerfen und bergen gegenüber konventionell starren Mechanismen verschiedene Vorteile.

<https://youtu.be/IUe3mGkngs4> - Disney Research zu CMs
<https://pdz.ethz.ch/research/dnt/variable-impedance-elements.html>
https://www.tu-chemnitz.de/mb/mp/forschung/nachgiebige_systeme/index.html.en
<https://compliantmechanisms.byu.edu/about-compliant-mechanisms>

Entwicklung von CMs

<https://www.britishmuseum.org/collection/image/1522906001>



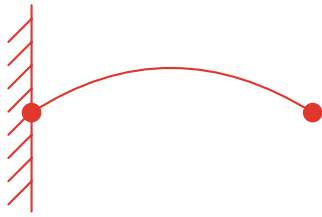
Auch wenn viele der Ergebnisse, auf die man bei der Recherche zum Thema stößt, additiv gefertigt, gefräst oder gelasert sind und beispielsweise aus der Luft- und Raumfahrt stammen, sind CMs keine Erfindung der Neuzeit.

Stattdessen sind Pfeil und Bogen wohl das früheste Beispiel des Prinzips. Auch das Anwendungsfeld ist keineswegs auf das des High-Techs beschränkt, denn da Filmscharniere und viele Kunststoffschnallen und -clips ebenfalls zu den CMs gehören, finden sie sich zahlreich in unserem Alltag wieder.

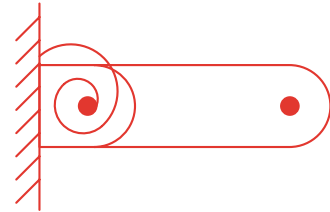
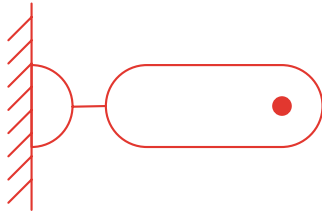
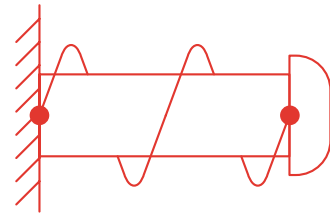


<https://www.beyond-bottles.shop/klappdeckelverschluss-28mm-verpackungseinheit-karton-a-3.500-stk./SW100621>

kompliant

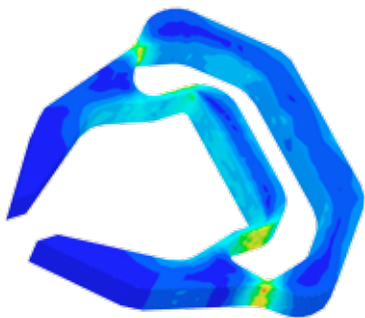


starr



Funktionsweise

CMs sind monolithisch – bestehend aus einem Teil – und besitzen biegsame und starre Abschnitte. Die biegsamen Abschnitte sorgen für den Bewegungsfreiraum des Mechanismus. Dabei sollte sich die Verformung stets im elastischen Bereich bewegen, da der Mechanismus sich sonst dauerhaft verformt und unwirksam wird. Sollen Berechnungen beziehungsweise eine mathematische Modellierung des Mechanismus durchgeführt werden, bedient man sich häufig einer Analogie zu starren Mechanismen, die zum Beispiel aus Federn, Achsen und Gelenken bestehen.



Lange wurden CMs mittels trial and error entwickelt. Mit steigender Rechenleistung der Computer ist es möglich, die Verformung zu simulieren – beispielsweise per Finite-Elemente-Methode.

(In Grasshopper/Rhino kann dafür tOpos verwendet werden: <https://www.food4rhino.com/en/app/topos>)

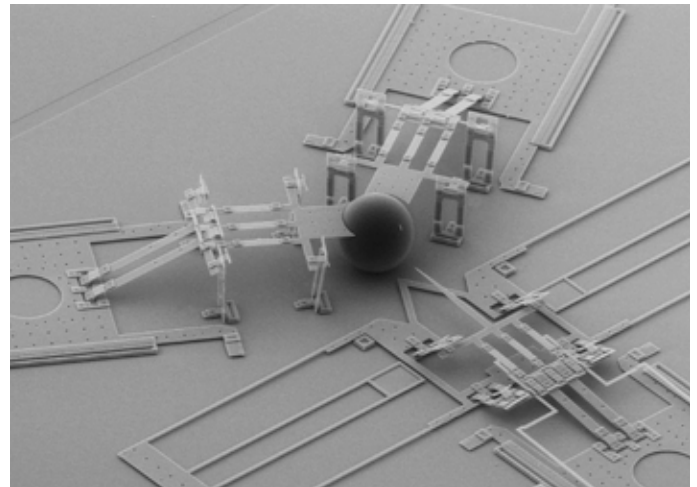
Vorteile von CM

Da CMs häufig nur aus einem Teil bestehen, das sich verformt, können sie die Anzahl der verbauten Teile gegenüber starren Mechanismen drastisch reduzieren. Elemente wie Federn und Achsen fallen weg, wodurch sich mehrere weitere Vorteile ergeben. Zum einen kann diese Vereinfachung in der Herstellung zu einer großen Kosteneinsparung führen, zum anderen auch in der Instandhaltung. Einteilige Objekte haben keine Verbindungen, die aneinander reiben und sich abnutzen oder geschmiert werden müssen. Gleichzeitig führt das zu einer besonderen Eignung der CMs für Extremumgebungen in der Luft- und Raumfahrt, wo Wartung unmöglich oder teuer ist. Weiterhin nützlich für diesen Sektor ist außerdem, dass durch die Teileinsparung das Gewicht stark reduziert werden kann.



Die Ausrichtung der Spiegel des James-Webb-Teleskops wird über einen CM durchgeführt, der bei einer Größe von circa 150mm eine Genauigkeit von unter 8nm besitzt.

<https://www.esmats.eu/amspapers/pastpapers/pdfs/2006/warden.pdf>



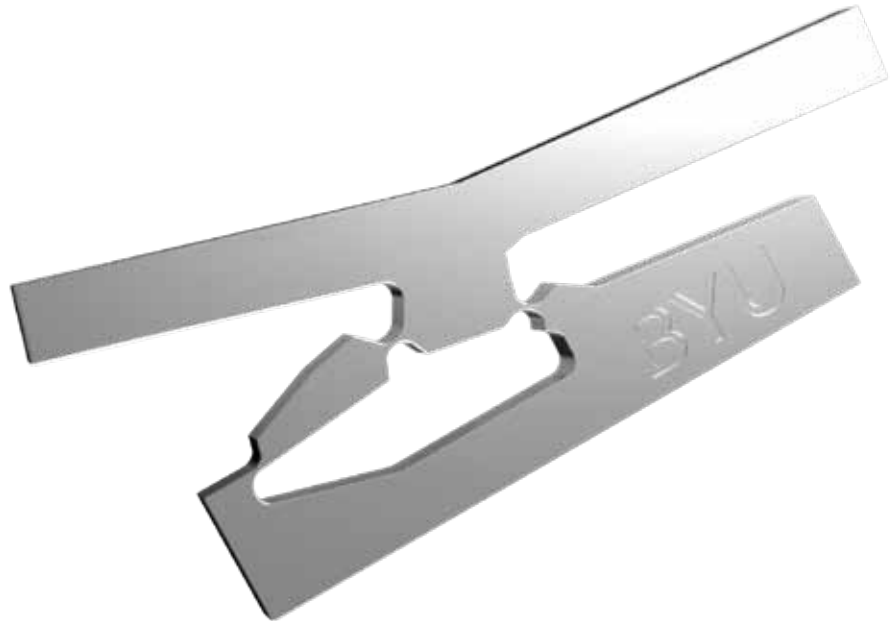
Das Prinzip der CMs ist stark miniaturisierbar.



Nachteile

Eine der größten Herausforderungen in der Nutzung von CMs ist die Analyse und Planung. Es braucht hierfür nämlich ausgiebiges Wissen zu Analysemethoden und Biegeeigenschaften der verwendeten Materialien, um nicht auf trial and error-Vorgehen angewiesen zu sein. Da sich verschiedene Materialien in ihrer Biegsamkeit unterscheiden, müssen die Mechanismen außerdem an das verwendete Material angepasst werden. Materialermüdung kann zudem die Lebensdauer der CMs verkürzen (z.B. besonders bei Filmscharnieren), gerade wenn bei der Verformung die elastischen Grenzen der Teile überschritten werden. Dabei zeigt sich ein weiterer Nachteil von CMs, der dem größten Vorteil – der monolithischen Konstruktion – entspricht, denn wenn der Mechanismus kaputt geht, muss er als Gesamtes ausgetauscht werden.

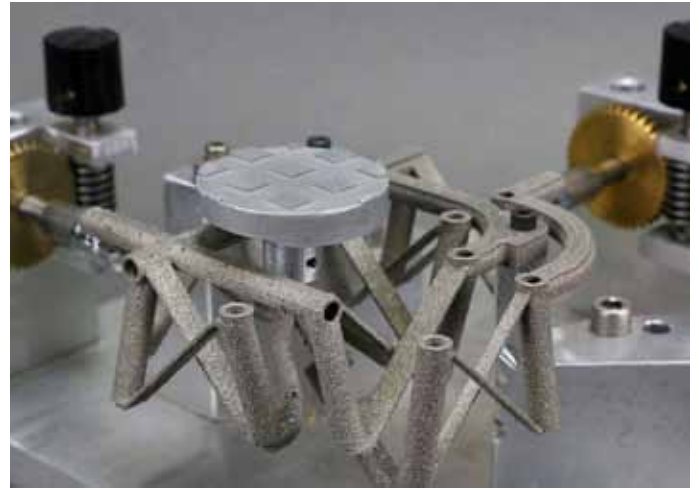
Print it, try it!



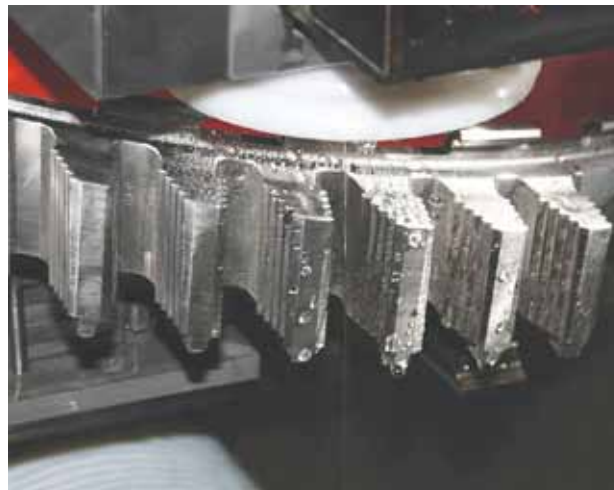
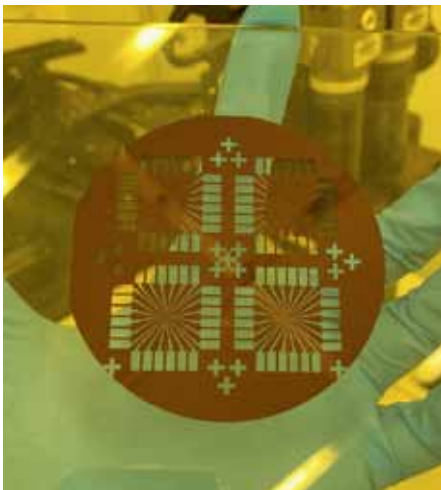
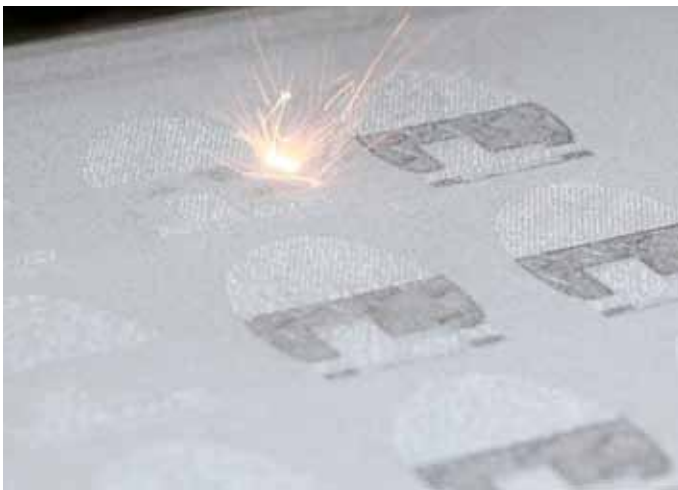
Anschauungsbeispiele der CM-Forschungsgruppe der Brigham-Young University, die im Internet frei verfügbar gemacht sind.

<https://www.thingiverse.com/thing:3488009> - Pliers
<https://www.thingiverse.com/thing:2988576> - Switch

Fertigung

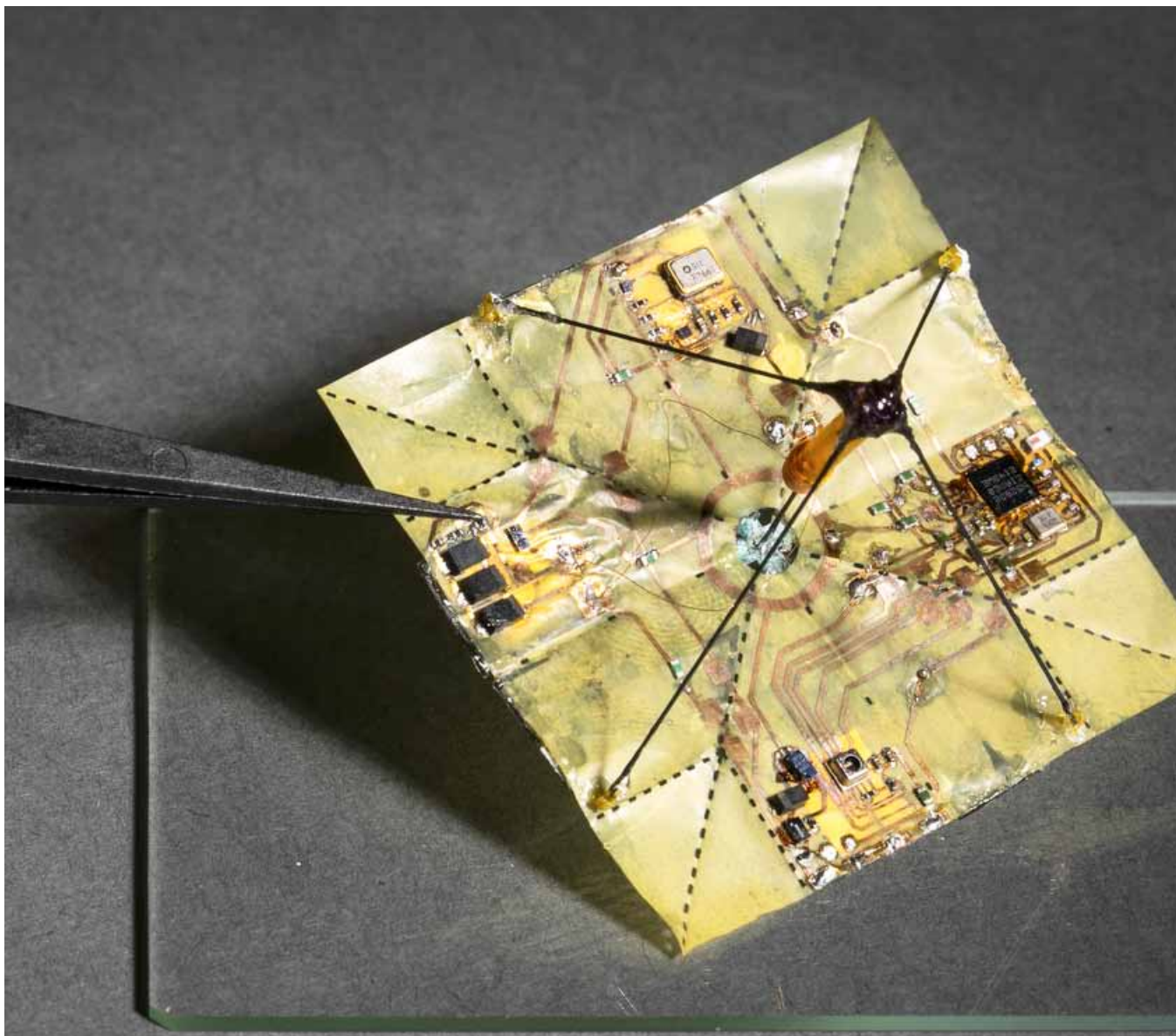


Besonders zweidimensionale CMs lassen sich mit fast allen herkömmlichen Fertigungsmethoden herstellen. Dreidimensionale, wie der oben abgebildete Schwenkmechanismus, erfordern jedoch aufgrund ihrer Hinterschnitte additive Methoden.



Additive Fertigung, Photolithographie, Electric Discharge Machining, Spritzguss.





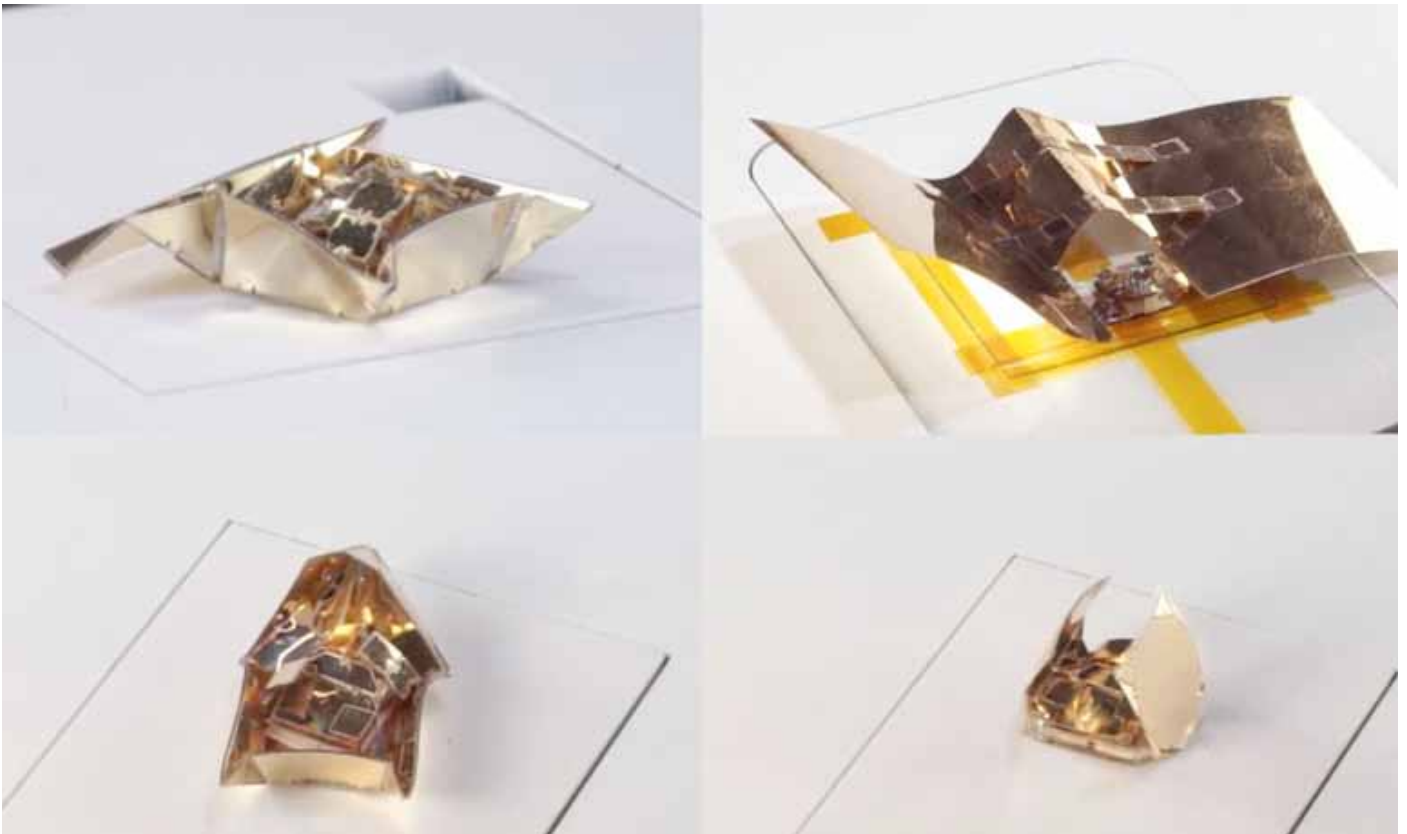
QUELLEN:<https://www.popsci.com/technology/microfluidic-origami-robots/>

Origami Robotics

Recherchiert von Malte Gebhardt

Überblick über die verschiedenen Methoden zur Herstellung und Techniken Origami inspirierter Robotik. Dabei werden diverse Beispiele im folgenden erklärt und aufgezeigt.

Definition von Origami Robotern



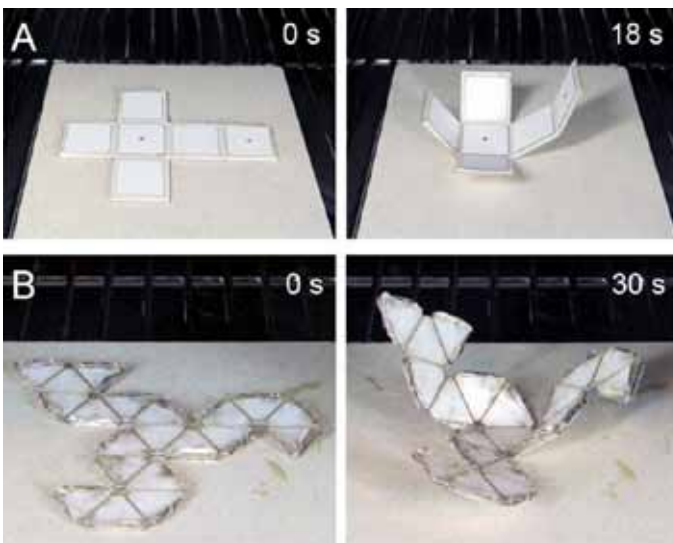
Origami-Roboter beziehen sich in der Regel auf Robotersysteme, die durch das Falten und/oder Entfalten von Komponenten ihre Konfiguration ändern oder Bewegungen ausführen.

<https://www.rijutadighe.com/post/origami-robotics>

<https://wyss.harvard.edu/technology>

<https://www.sciencenews.org/article/origami-metal-robots-magnet>

Selbstfaltung

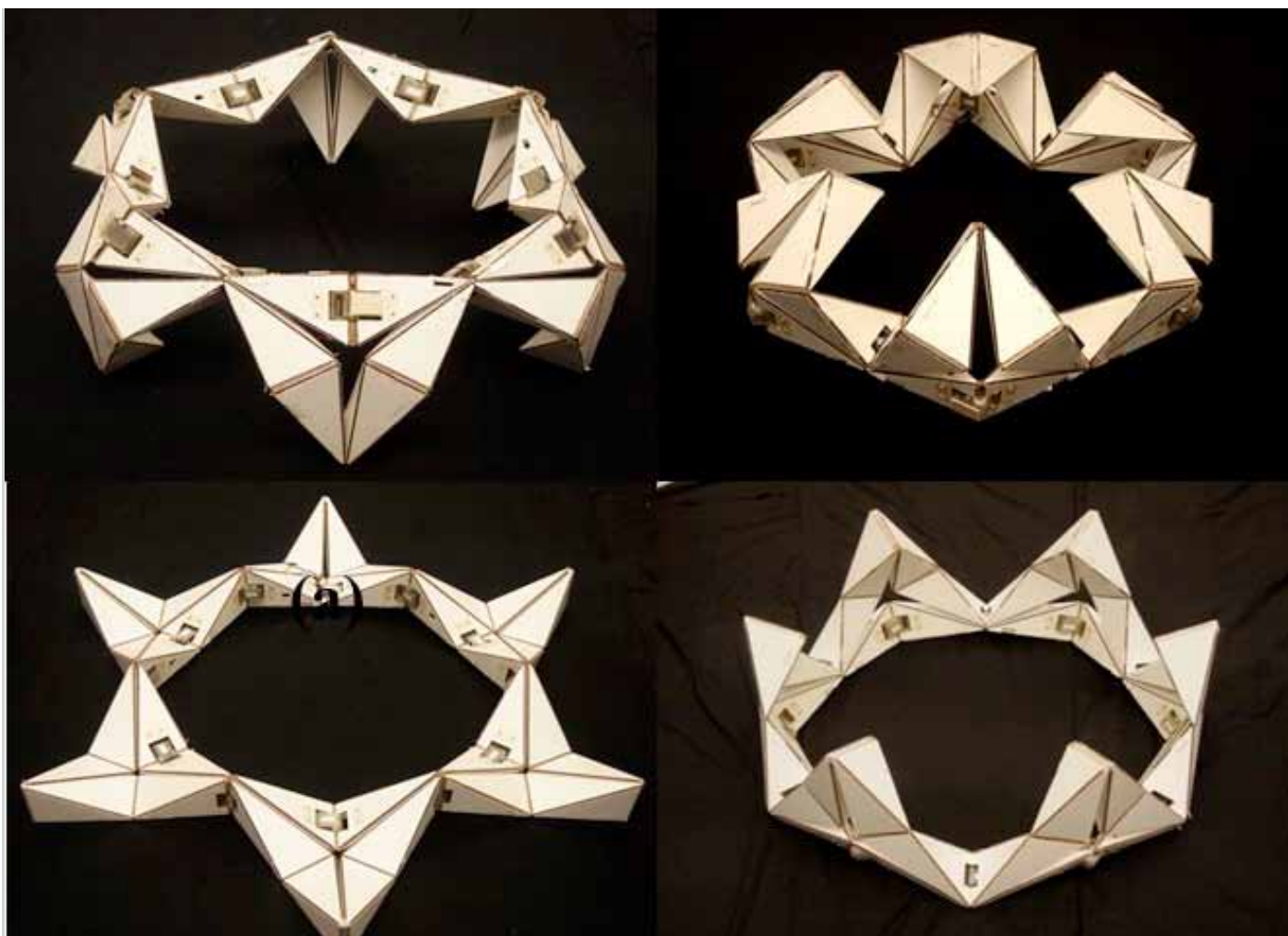


Die Selbstfaltung ist ein in der Natur häufig genutztes Verfahren zur effizienten Herstellung von Strukturen, das bei technischen Systemen angewendet werden kann. Gefertigte Systeme erfordern in der Regel komplexe, teure und zeitaufwändige 3-D-Herstellungsverfahren und komplizierte Infrastrukturen für die Montage und/oder den Einsatz. Selbstfaltende Strukturen sind in der Biologie auf Längenskalen von Nanometern bis Metern zu finden, z. B. organische Moleküle, geflügelte Insekten, Gehirne und Baumblätter. Die Selbstfaltung automatisiert die Konstruktion beliebig komplexer Geometrien.

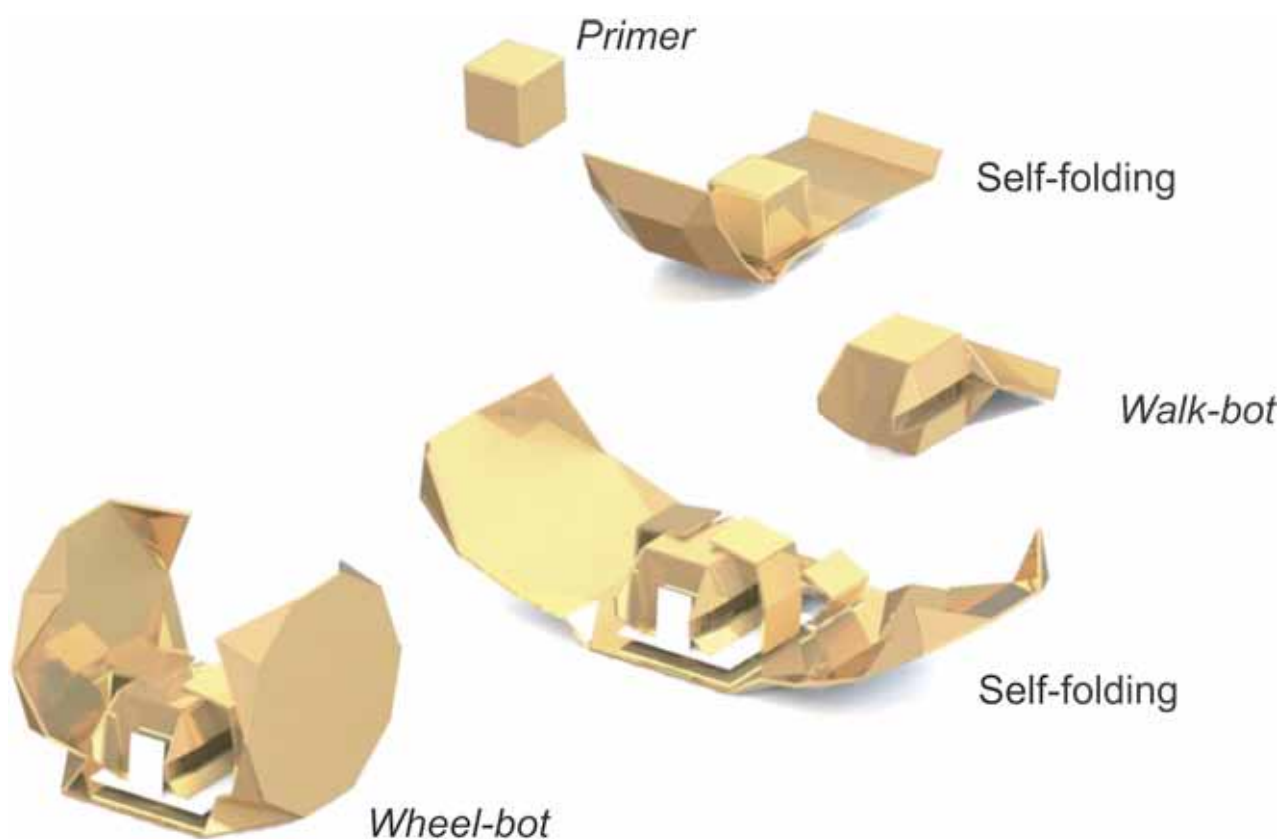


In jüngster Zeit hat die vom Origami inspirierte Faltung auch große Fortschritte bei der Herstellung von Robotern im Millimeter- bis Zentimeterbereich ermöglicht. Die Forschung auf dem Gebiet der Herstellung im kleinen Maßstab hat eine Vielzahl von Selbstfaltungsmechanismen entwickelt.

Arten von Faltungen



<https://engineering.purdue.edu/cdesign/wp/hexamorph-a-reconfigurable-and-foldable-hexapod-robot-inspired-by-origami/>



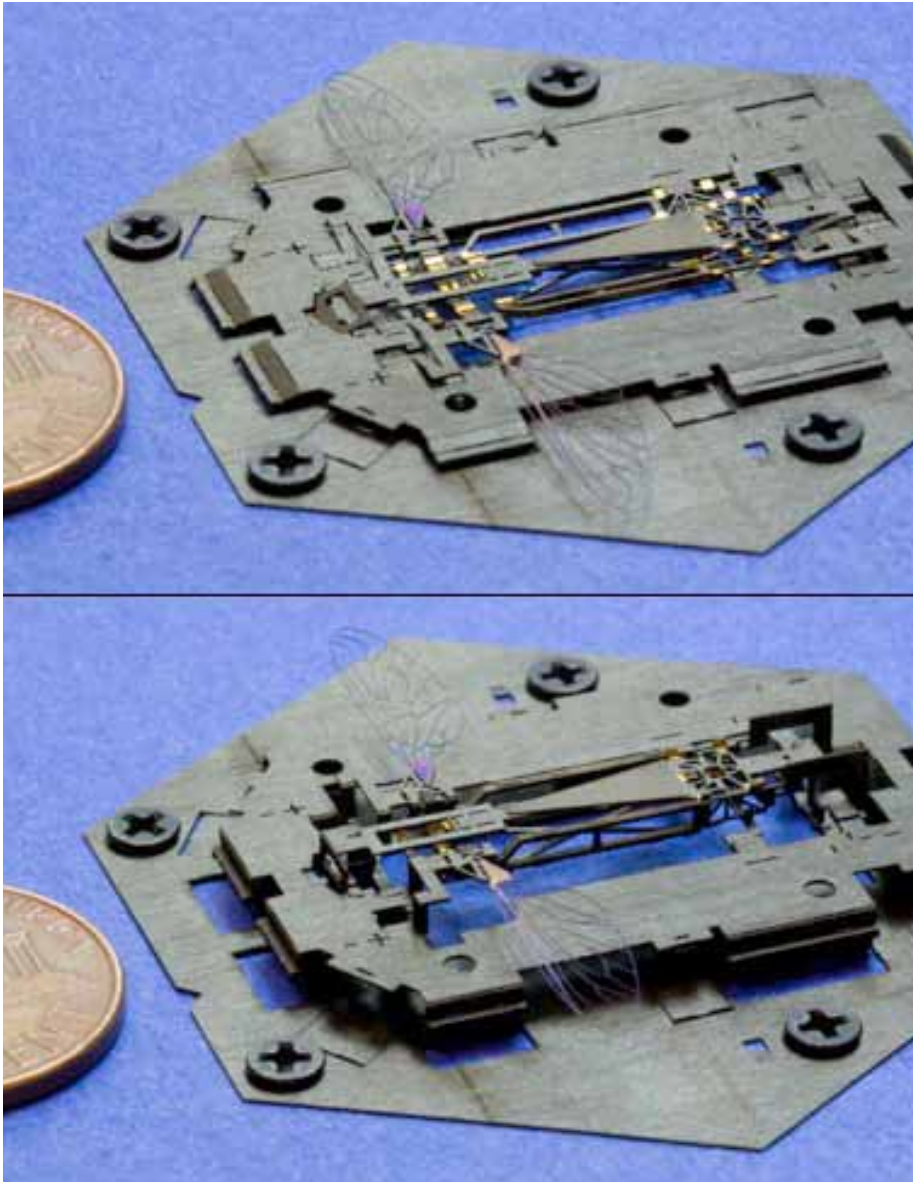
Man unterscheidet Faltungen, die ein Gedächtnis erzeugen und Faltungen, die dies nicht tun. Falten, die ein Gedächtnis erzeugen: Eine Falte, die das strukturelle Gedächtnis des Materials verändert, indem sie das Material über seine Verformungsgrenze hinaus zwingt. Der Faltung bewirkt eine dauerhafte Veränderung der Struktur des Materials. Metalle weisen ebenfalls ein Faltungsgedächtnis auf, ebenso wie verschiedene Polymere. Materialien mit Formgedächtnis sind wichtig, um selbstfaltende Systeme zu ermöglichen. Falten, die das strukturelle Gedächtnis des Materials nicht verändert, sind Materialien mit reversiblen Eigenschaften, wie Elastizität oder Flexibilität.

Origami Roboter



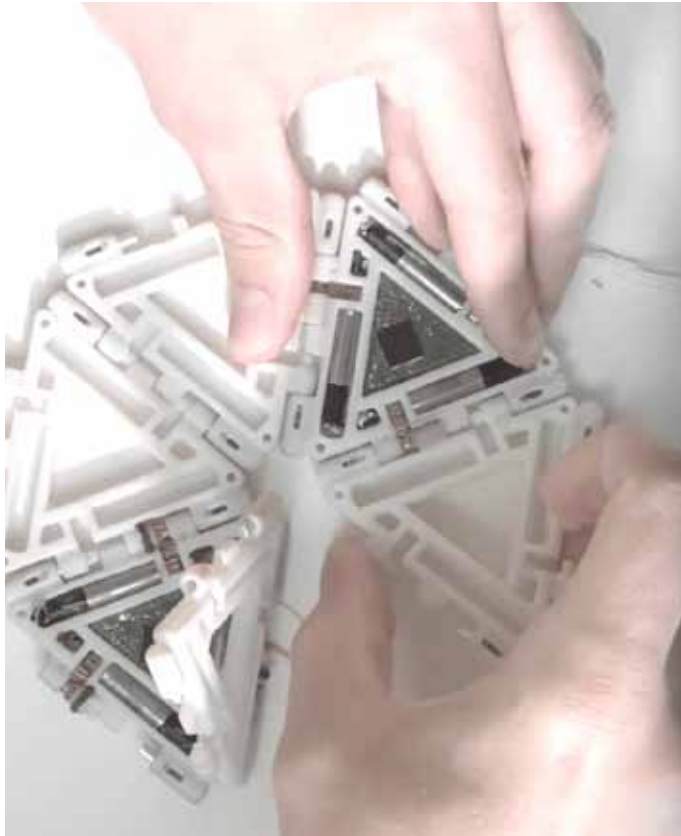
Während herkömmliche mechanische Teile von Robotern in 3-D gefertigt werden, werden bei Origami-Robotern die flachen Körper und Komponenten in 2-D bearbeitet und anschließend in 3-D zusammengesetzt, was eine schnelle, individuelle und kostengünstige Massenfertigung ermöglicht. Zahlreiche Origami-Roboterprototypen weisen eine große Bandbreite an Größenordnungen auf, von mit Hydrogel gefalteten Robotern zur Medikamentenabgabe im Millimeter-Maßstab bis hin zu mobilen Robotern im Zentimeter-Maßstab.





Origami-Roboter ermöglichen das schnelle Prototyping von intelligenten Robotern und Maschinen, die aus dünnen Blättern funktionaler Materialien hergestellt werden. Die auf Multimaterialien basierende Designfreiheit von Origami-Robotern schafft funktionale Vielseitigkeit. Geometrie

<https://www.rg-robotics.com/industrial-robotics-an-introduction-and-beginners-guide/>
<https://www.srf.ch/wissen/origami-roboter-ingenieure-entdecken-die-kunst-des-faltens>
<https://www.nextbigfuture.com/2012/02/pop-up-mems-for-mass-production-of.html>



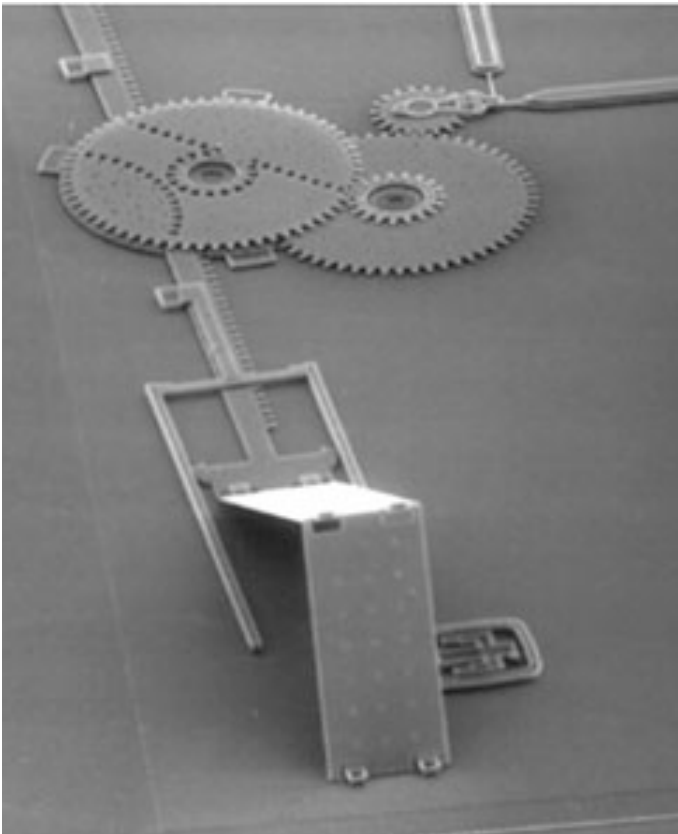
Geometrie

Wie beim Origami besteht eine Robogami-Struktur aus Kacheln (Flächen), die durch Gelenke oder Scharniere (Falten) in einem 2-D-Gitter verbunden sind. Da die Kacheln miteinander verbunden sind, verändert das Falten an einem beliebigen Gelenk die Konfiguration der umliegenden Kacheln und damit die Gesamtform. Im Bereich des Origami-Computings wurden verschiedene Algorithmen zum geometrischen Falten und Entfalten entwickelt, um die Origamiform zu rekonstruieren.

Mechanismen

Robogamis verfügen über eine größere Designvielfalt in Bezug auf funktionelle 3-D-Formveränderungen, die Bewegungen wie Verschiebung, Biegung, Stauchung oder Dehnung ermöglichen. Ein weiteres wichtiges Merkmal der Robogami-Mechanismen ist ihre Fähigkeit, die mechanischen Eigenschaften zu verändern. Robogami-Mechanismen zeigen eine hohe Flexibilität bei der Erzeugung verschiedener Fortbewegungsarten wie Gehen und Krabbeln durch abwechselnde Bewegungen.

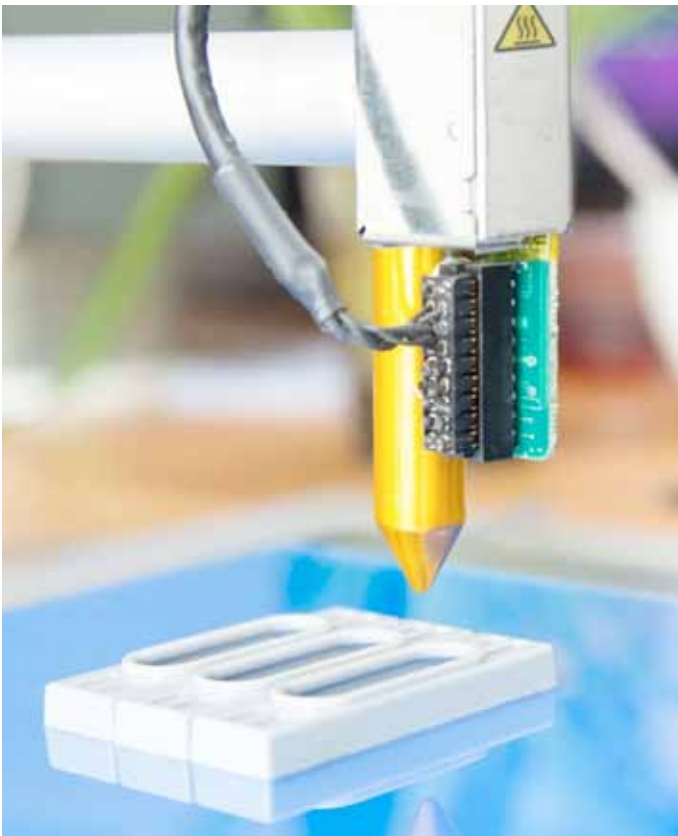




Materialität

Für Origami-Roboter werden vor allem Materialhybride verwendet, die die folgenden Eigenschaften aufweist: strukturelle Steifigkeit auf den ebenen Flächen und gelenkige Flexibilität entlang der Faltlinien.

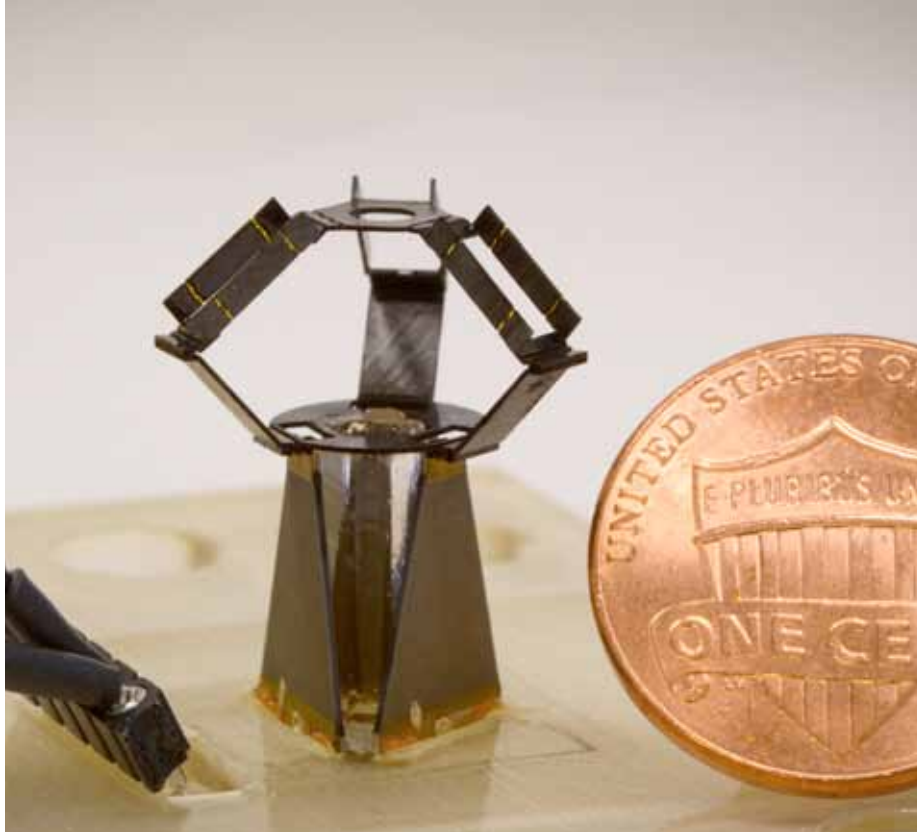
Es gibt Hydrogel-Verbundstoffe mit unterschiedlicher Quellung, wenn sie Wasser ausgesetzt werden und sich falten. Die Verwendung von geschichteten Polymer/Papier-Verbundwerkstoffen mit Formgedächtnis ermöglicht die Selbstfaltung durch Erwärmung. Bei diesen Anwendungen ist es die Verbindung von starren und flexiblen Materialien mit unterschiedlichen Veränderungsgeschwindigkeiten bei Stimuli wie Chemie und Temperatur, die die Betätigung ermöglicht.



Fabrikation

Einige Konstruktionen nutzen additive Verfahren wie 3-D-Drucker, während die meisten von ihnen subtraktive Verfahren einsetzen, bei denen die Mikrobearbeitungstechnologie zum Einsatz kommt, und einige wenige Roboter durch Warmziehen oder Stanzen geformt werden. Die etablierten subtraktiven Verfahren wie die Lasermikrobearbeitung können ein breites Spektrum von Materialien schnell und mit extrem feinen Merkmalen bearbeiten.

Pop-Up MEMS: Origami-Inspirierte Mikrofertigung



Technik zur schnellen Herstellung von Mikrorobotern und elektromechanischen Geräten in großem Maßstab für industrielle und medizinische Anwendungen.

Herkömmliche mikroelektromechanische Systeme (MEMS) sind für die Herstellung von Maschinen mit komplexen 3D-Strukturen oft ungeeignet. In Anlehnung an die Herstellung von laminierten Leiterplatten haben Forscher „Pop-Up“-MEMS-Verfahren für die Massenfertigung entwickelt, mit dem mesoskalige Maschinen von bis zu mehreren Zentimetern Größe hergestellt werden können.

Diese neuen Techniken erlauben es, jedes beliebige Material zu verwenden, einschließlich Polymere, Metalle, Keramiken und Verbundwerkstoffe. Zusammen mit integrierter Elektronik bedeutet dies, dass man vollständige Systeme in jeder dreidimensionalen Form erzeugen können.

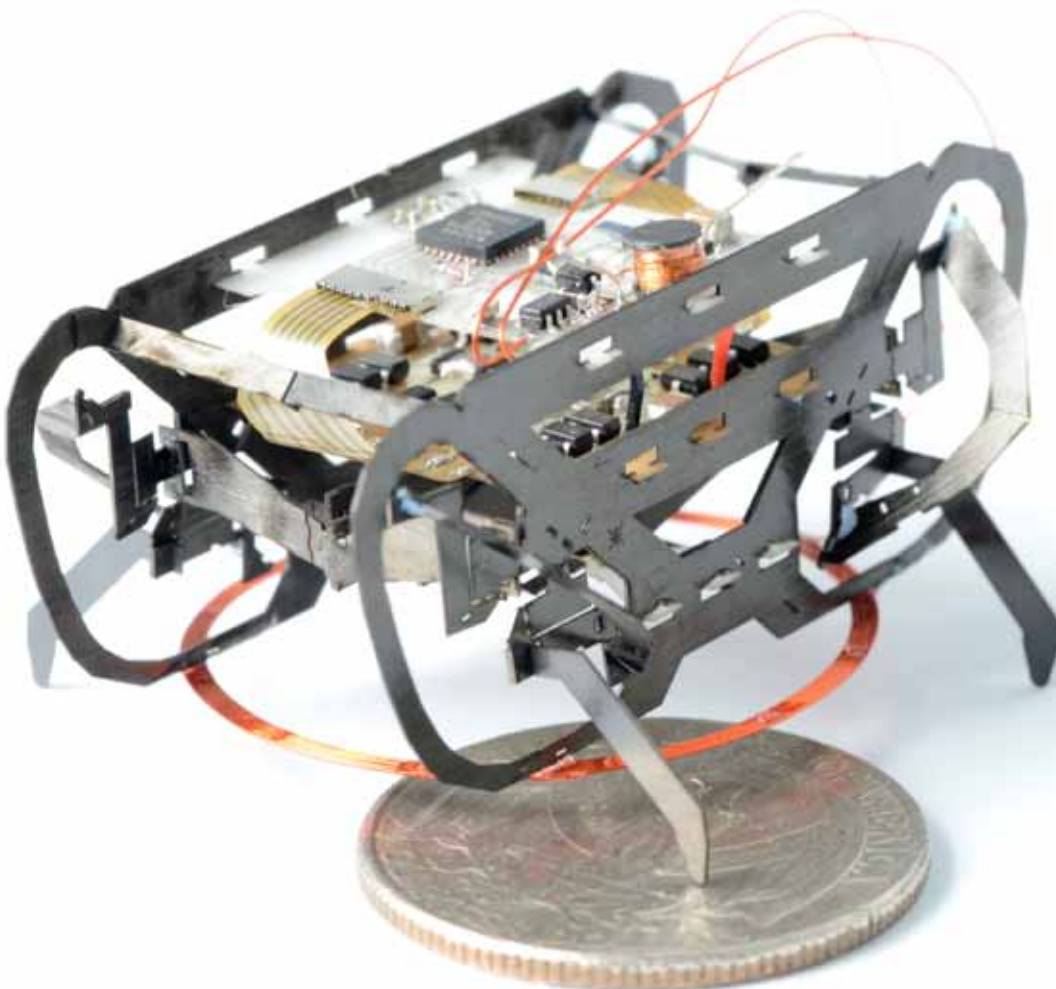


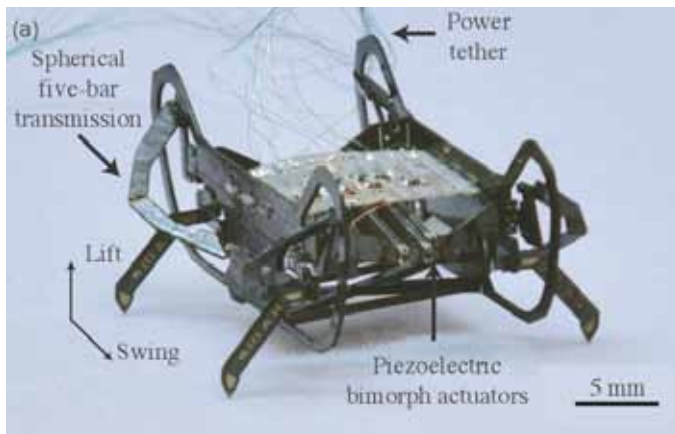
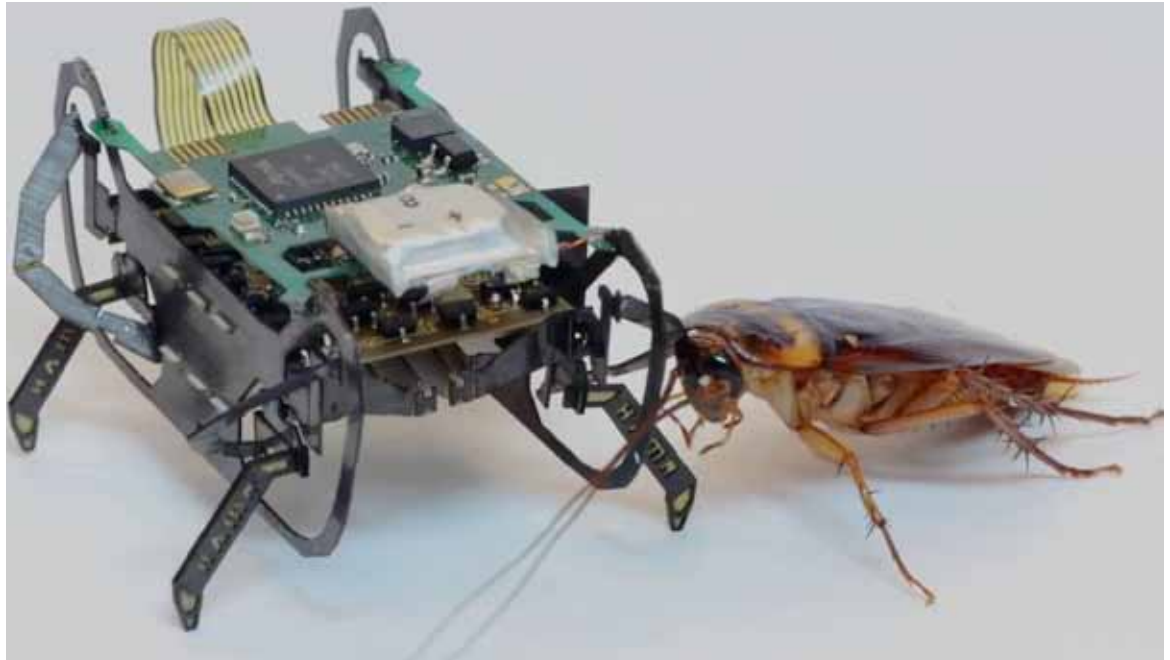
Platten aus verschiedenen lasergeschnittenen Materialien werden geschichtet und zu einer dünnen, flachen Platte zusammengefügt, die sich zu einer kompletten elektromechanischen Struktur aufklappen lässt – ein mühsamer, langsamer und manueller Herstellungsprozess wird dadurch ersetzt.

Die Pop-Up-MEMS-Methode ermöglicht die Herstellung komplexer, gelenkiger Mechanismen und ist zudem effizient. Darüber hinaus können Pop-Up-MEMS-Maschinen mechanische Merkmale im Mikrometerbereich, piezoelektrische Aktoren, integrierte Schaltkreise und eine Vielzahl von Materialien in echten 3D-Strukturen enthalten.

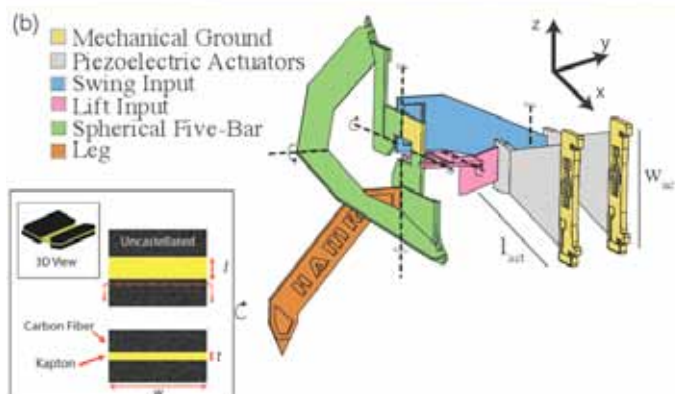
HAMR: Vielseitiger kriechender Mikroroboter

HAMR verfügt über mehr als 60 Gelenke, darunter Hüft- und Beingelenke, die denen von Kakerlaken nachempfunden sind, und wird mit dem Pop-up-Fertigungsverfahren für mikroelektromechanische Systeme (MEMS) hergestellt. Bei der Herstellung wird das leichte, nachgiebige und schadensresistente HAMR zunächst aus einer ebenen Platte gefertigt und dann in seiner 3D-Struktur ausgeklappt. Mit seiner eigenen Batterie ist HAMR in der Lage, selbstständig zu fahren.



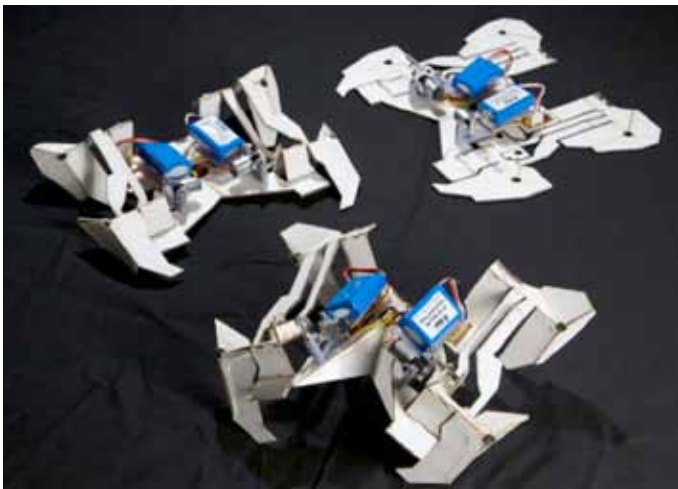
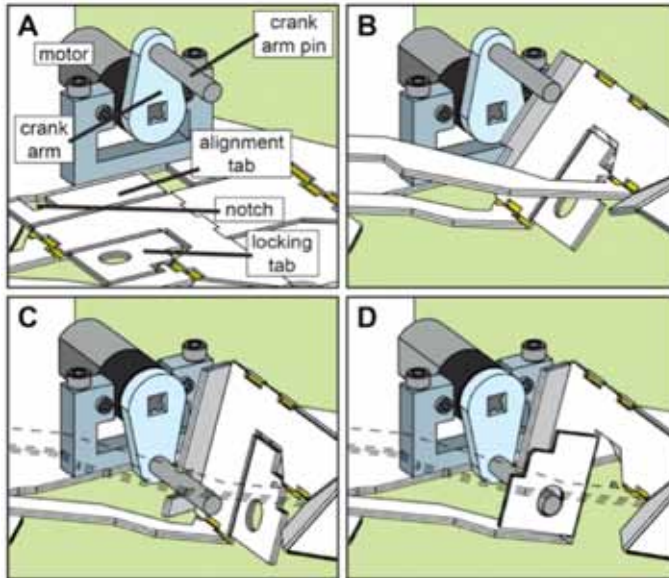


Kleine oder schwer zugängliche Räume können bei Such- und Rettungseinsätzen, Reparaturarbeiten oder bei der Umwelt- und Industrieüberwachung ein Hindernis darstellen. Eine Lösung für diese Probleme könnten kleine Roboter sein, die in der Lage sind, in solchen Räumen zu navigieren, Nutzlast zu transportieren, zu erkennen und zu kommunizieren.



<https://wyss.harvard.edu/technology/hamr-versatile-crawling-microbot/>

Selbstfaltender Roboter



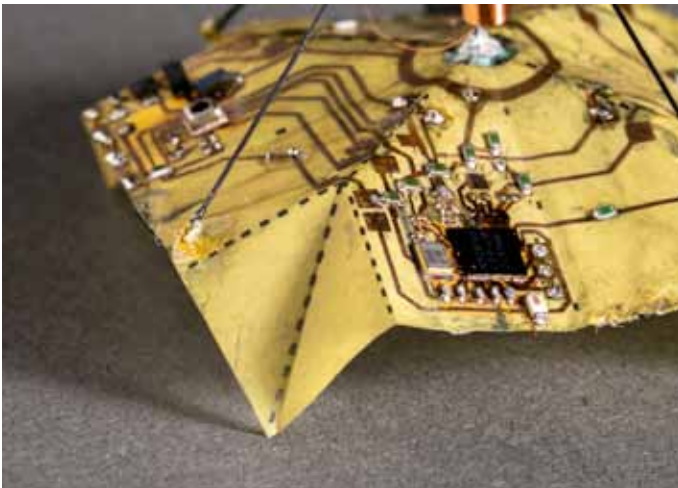
Roboter, der sich innerhalb von vier Minuten zu einer komplexen Form zusammensetzt und autonom wegekriecht. Der Selbstaufbau durch Falten ist nicht nur vom Origami inspiriert, sondern auch von natürlichen Systemen wie der Entfaltung von Blättern, Insektenflügeln und der Proteinfaltung.

Der Roboter besteht aus Papier und Shrinky Dinks (ein Polystyrol), welches auf Wärme reagiert und sich dann zusammenzieht. Der Roboter lässt sich äußerst kostengünstig und schnell herstellen.

<https://spectrum.ieee.org/self-folding-printable-origami-robot>

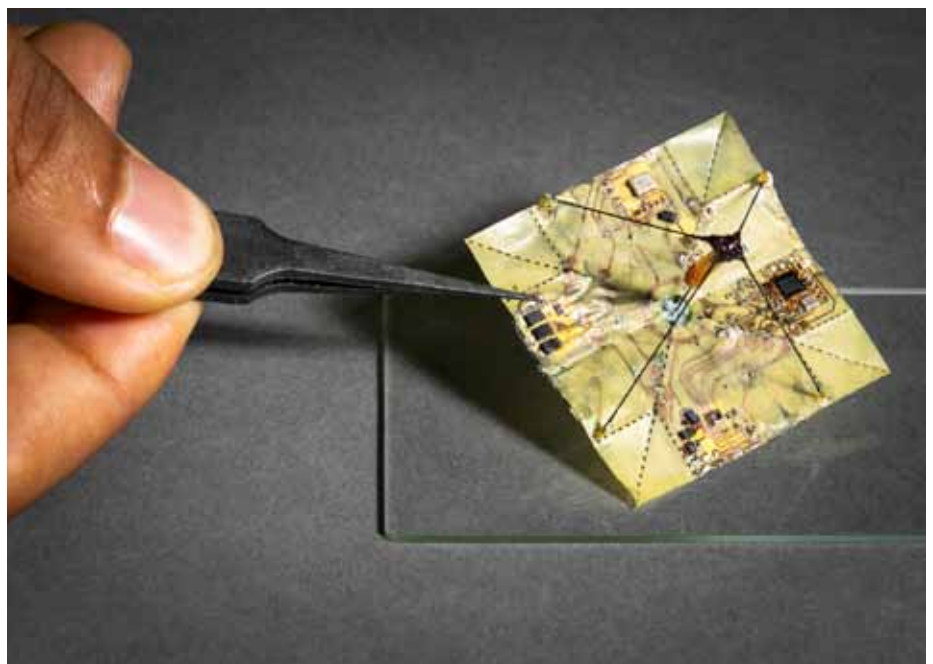


Batterieloser fliegender Roboter

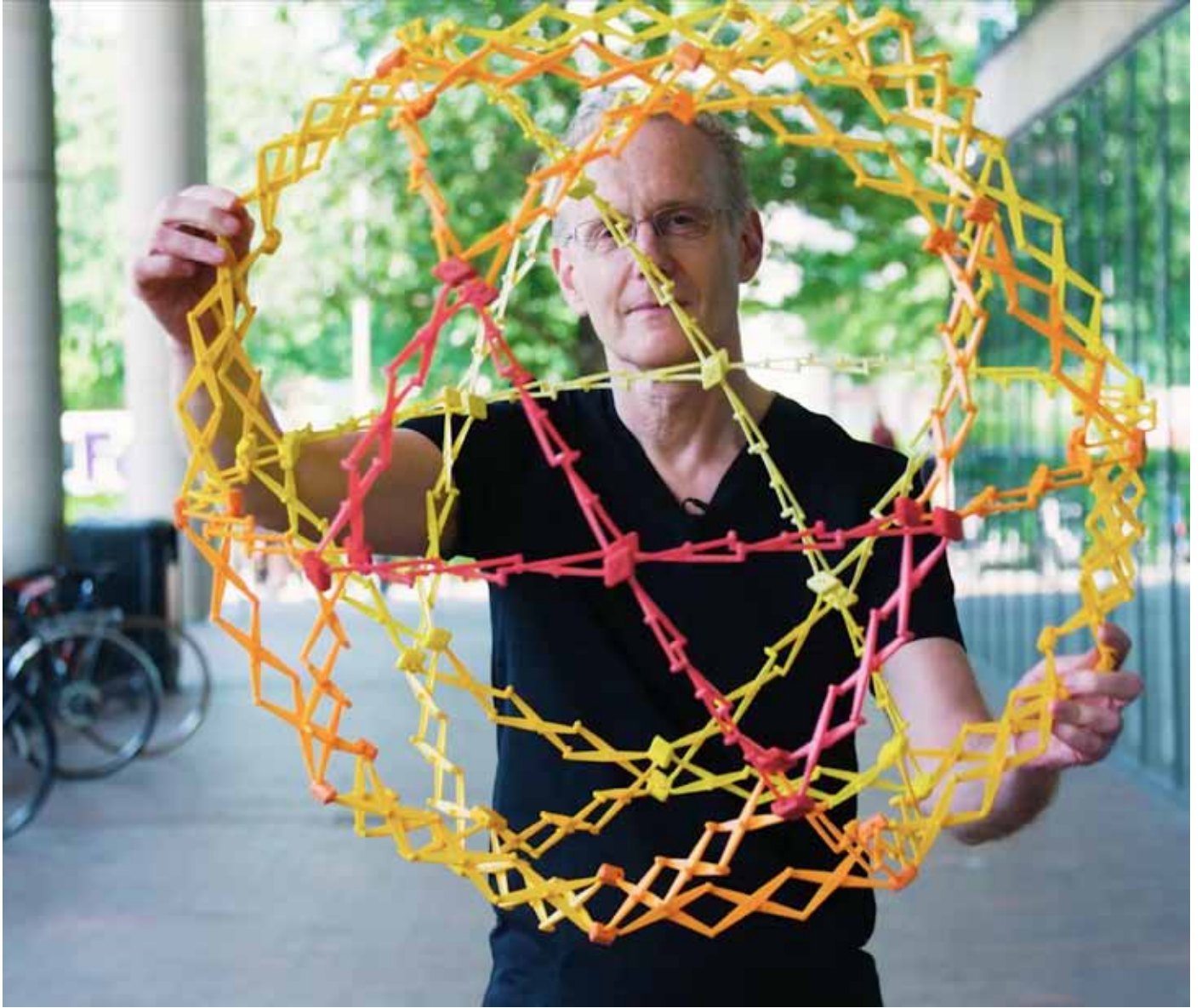


Kleine Roboter, die ihre Form in der Luft ändern können, indem sie während ihres Sinkflugs in eine gefaltete Position „einschnappen“.

Wenn diese „Mikroflieger“ von einer Drohne abgeworfen werden, verwenden sie eine Miura-ori Origami-Faltung, um von einem Taumeln und einer Ausbreitung durch die Luft zu einem geraden Fall auf den Boden zu wechseln. Gesteuert werden die Roboter mit einem eingebauten Drucksensor (der die Höhe schätzt), einem eingebauten Zeitgeber oder einem Bluetooth-Signal.



<https://www.washington.edu/news/2023/09/13/battery-free-robots-use-origami-to-change-shape-in-mid-air/>



Deployable Structures, Transformable Architecture and the world of Chuck Hoberman

Recherchiert von Enzo Agger

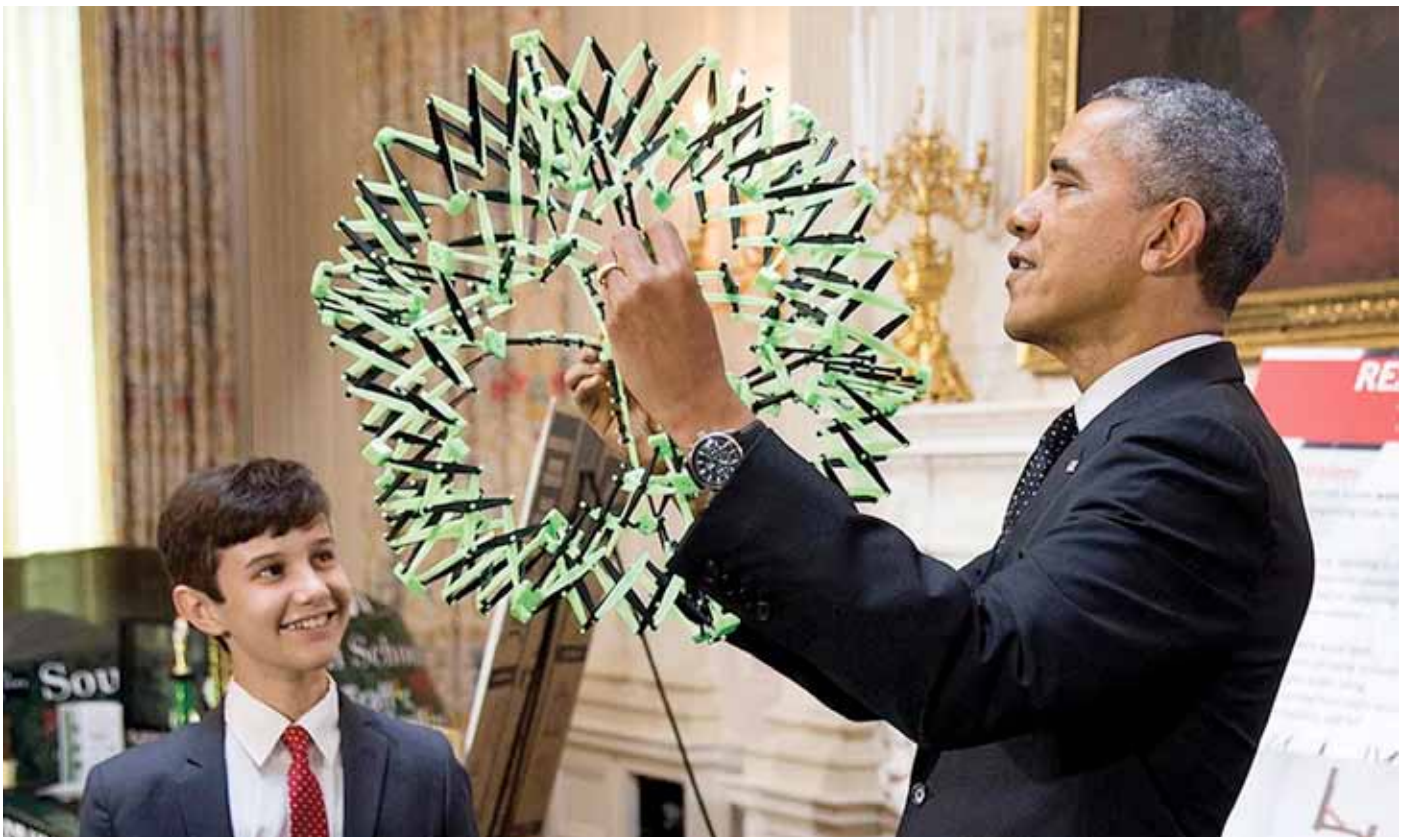
Überblick über Chuck Hobermans Werk, adaptive Fassaden und kinetische Elemente in der Architektur. Chuck Hoberman wurde 1956 geboren und lebt in den USA. Dort hat er Bildhauerei und Maschinenbau studiert und sich auf kinetische Strukturen spezialisiert. Er verbindet in seinen Entwürfen Kunst, Architektur und Technik. In den 90er Jahren hat er die Hoberman Associates gegründet, mit der er an Ausstellungen teilnimmt, Produkte entwirft oder ganze kinetische Architekturen plant und umsetzt. Aktuell unterrichtet er am Wyss Institute der Harvard University. Sein bekanntester Entwurf ist der Hoberman Sphere.

Hoberman Sphere

Der Hoberman Sphere wurde 1995 als Spielzeug eingeführt und patentiert. Der Ursprungsentwurf ließ sich von 15 cm auf 76 cm Durchmesser aufziehen. Inzwischen gibt es ihn in allen erdenklichen Größen. Durch seine faszinierende Technik wurde er schnell weltweit bekannt.

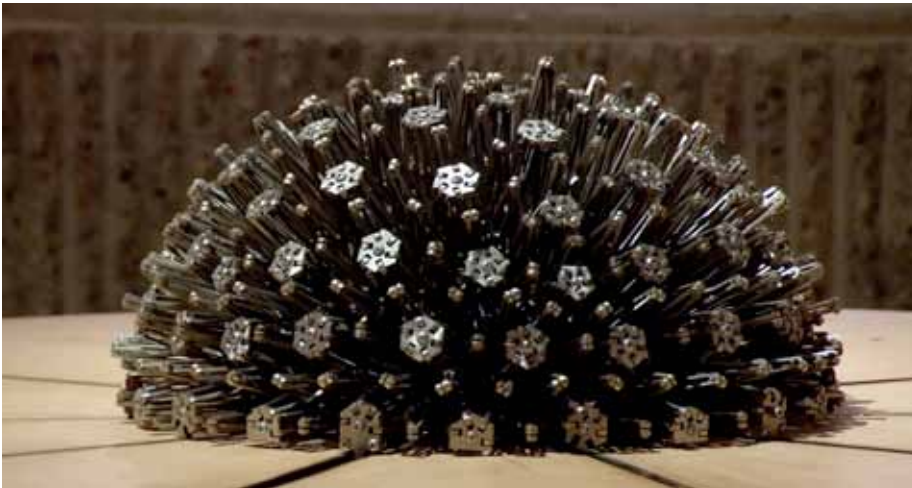
Die zugrundeliegende Mechanik taucht immer wieder in Hobermans Entwürfen auf und beruht auf Scherenmechanismen.





<https://www.hoberman.com/>
https://www.experimentis.de/physikalisches_spielzeug/hoberman-sphere-regenbogenkugel-chuck-hobermann/

Expanding Fabric Dome



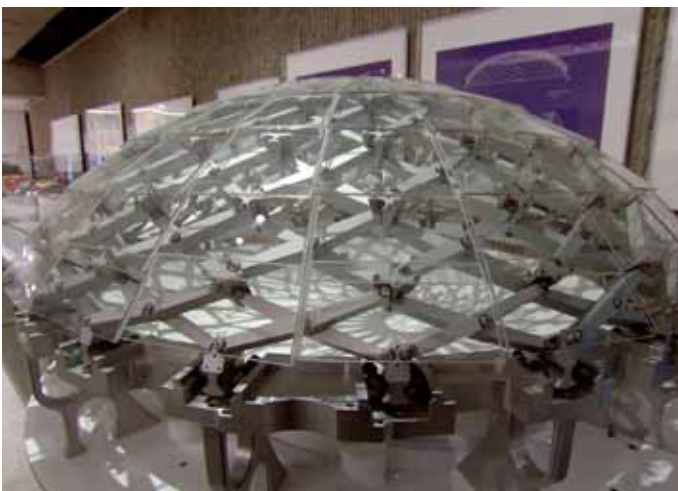
Auf demselben Prinzip wie der Hoberman Sphere beruht auch der Expanding Fabric Dome. Dieser ist allerdings um einiges größer. Er faltet sich von 35 cm zu 122 cm auf und hat auf der Innenseite ein Textil gespannt, sodass eine Art Zelt entsteht.



<https://www.hoberman.com/portfolio/fabric-dome/>

Iris Dome

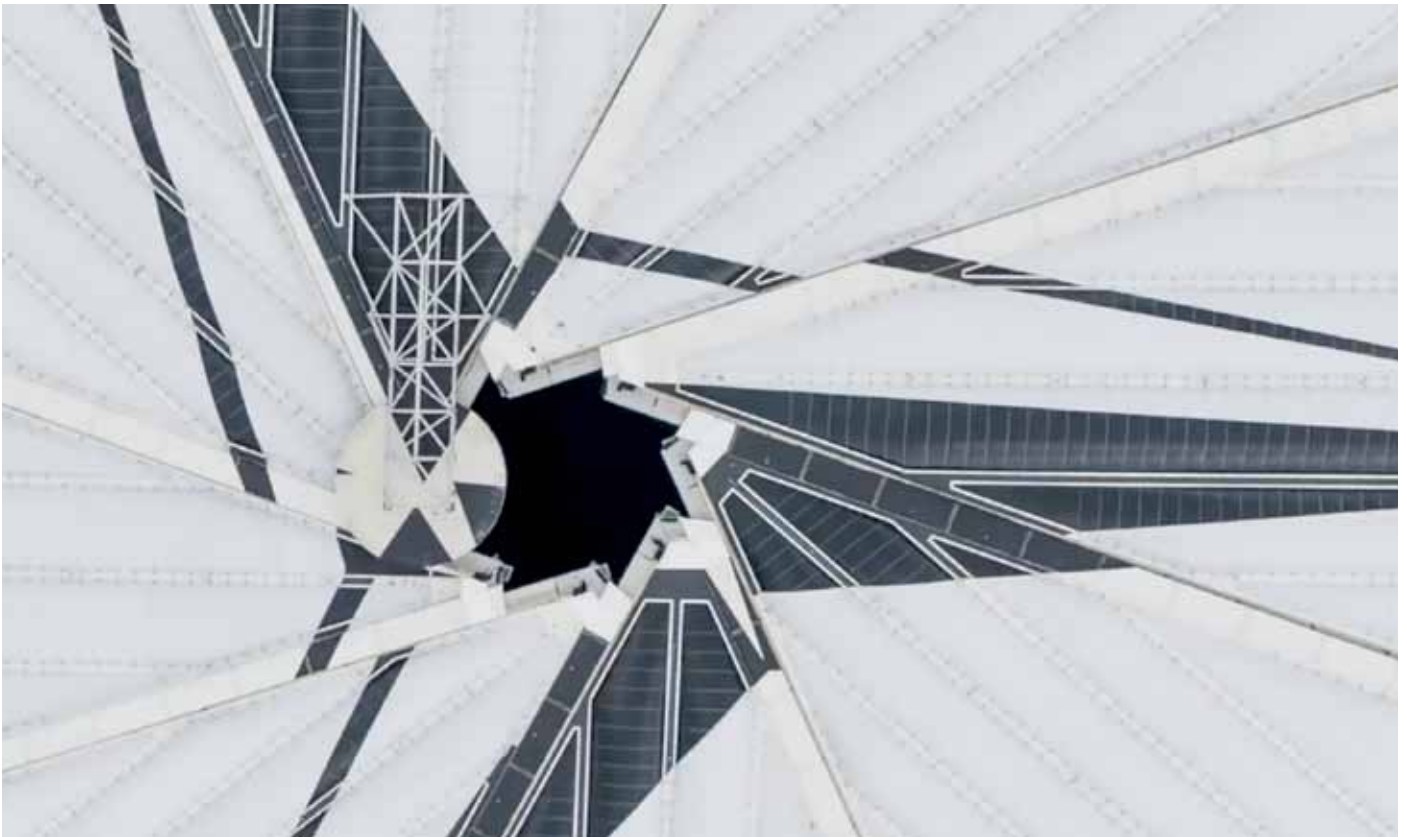
MoMa



Für das MoMA entwarf Hoberman den Iris Dome. Ein Teilsegment fertigte er in Originalgröße an, den gesamten Dome baute er in einem verkleinerten Maßstab. Auf der beweglichen Unterkonstruktion sind starre Abdeckplatten befestigt, die sich beim Schließen übereinander schieben und so eine geschlossene Außenhaut bilden.

Retractable Stadium Roof

Atlanta



Ein sehr großer Entwurf bildet das Stadionsdach in Atlanta. Es besteht aus acht Segmenten, die auf Schienen gleiten und sich öffnen und schließen lassen. Die Optik erinnert hierbei an eine Fotolinse.



<https://www.hoberman.com/portfolio/retractable-stadium-roof/>

Olympic Arch

Olympische Winterspiele 2002



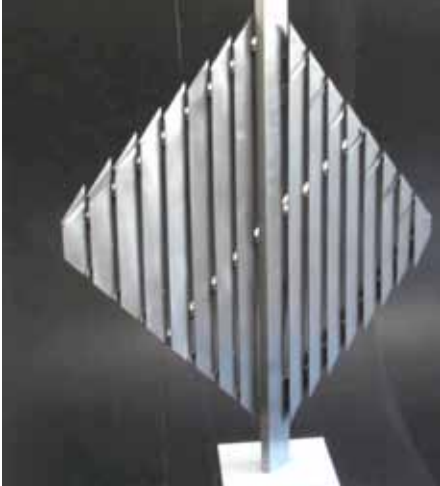
Für die olympischen Winterspiele 2002 in Salt Lake City hat Hoberman eine Art Vorhang konstruiert der die 22 m breite Bühne überspannte. Dieser wurde von zwei Motoren gesteuert und konnte so die Bühne freigeben oder verbergen. Nachts diente er als Projektionsfläche. 2002 handelte es sich um das größte sich entfaltende Gebäude.



<https://www.hoberman.com/portfolio/olympic-arch/> https://en.wikipedia.org/wiki/Hoberman_Arch

Emergent Surface

MoMa



Hoberman hat auch einige kinetische Fassaden entworfen. Eine davon ist Emergent Surface, eine dreidimensional gekrümmte, anpassungsfähige Gebäudehülle. An vertikalen Streben sind Verschattungslamellen angebracht, die sich individuell ansteuern lassen. Dies geschieht durch einen Algorithmus, der historische Daten zur Sonneneinstrahlung mit der Echtzeiterfassung der Lichtverhältnisse kombiniert. Die geöffneten Lamellen bilden eine geschlossene Haut, die die dahinterliegende Fassade verbirgt. Sind die Lamellen eingefahren, bleiben nur die vertikalen Streben sichtbar.



<https://www.hoberman.com/portfolio/emergent-surface/>
<https://transmaterial.net/emergent-surface/>

Dynamic Windows

State University, New York



<https://www.hoberman.com/portfolio/dynamic-windows/>

Für die State University in New York hat er ebenfalls ein steuerbares Verschattungssystem entworfen, das hier jedoch direkt in die Fenster integriert ist. Mehrere perforierte Bleche, die übereinander liegen und sich gegeneinander verschieben, lassen so mal mehr, mal weniger Licht durch.

Origami Satellit

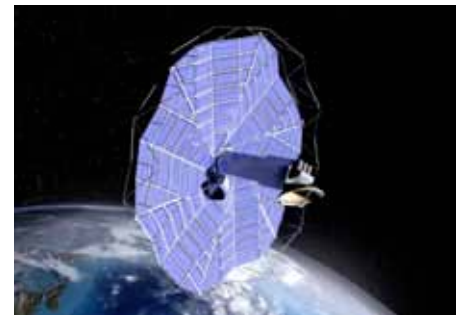
NASA



Die NASA hat sich das Origami-Prinzip zum Vorbild genommen und einen Satelliten entworfen, der sich selbst entfaltet. Das macht den Transport ins All deutlich leichter und kostengünstiger. Nachdem er an seiner Position angekommen ist, faltet er sich von 2,70 m auf 25 m auf. Als Vorbild hierfür diente die Miura-Faltung.



<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/raumfahrt/nasa-origami-falkunst-fuer-solarpanels-im-weltall/>
<https://www.trendsderzukunft.de/solartechnik-nasa-faltet-solarmodule-wie-origami-figuren/>



Ned Kahn



Ned Kahn ist ein Künstler der in seinen Arbeiten oft den Wind mit einbezieht. Dafür hängt er, wie beispielsweise beim Debenham Store in London, tausende kleine Aluminiumplättchen auf, die sich im Wind wiegen und so der Eindruck einer Wasseroberfläche entsteht. Am Green Clinical Pavilion in Texas hängen die Aluminiumplättchen seitlich und wehen wie viele kleine Fähnchen im Wind.



<https://nedkahn.com/portfolio/feather-wall>
<https://www.youtube.com/watch?v=K-MSMrgd8XY> <https://www.youtube.com/watch?v=Pp90Hq3LdCk> https://www.youtube.com/watch?v=r_QFw47SIOM

In Between

Vivian Tamm



„In Between“ ist eine Solarfassade, die auf die Wärme der Sonne reagiert. Diese Fassade verwendet flexible Solarzellen, die sich mithilfe von wärmeempfindlichem Bimetall zur Sonne ausrichten und gleichzeitig die dahinterliegende Fassade verschatten. Bei nachlassender Sonneneinstrahlung kehren die Solarzellen in ihre Ausgangsposition zurück, wodurch wieder Licht ins Gebäude gelassen wird.

<https://heliobolici.designing-interactions.de/>
<https://heliobolici.designing-interactions.de/videos/video11.mp4>

Kiefer Technic Showroom

Steiermark



Im Kiefer Technic Showroom in Österreich setzen sie auf Aluminium-paneele als Sonnenschutz. Die Paneele bewegen sich in vertikalen Schienen und werden von Motoren gesteuert, wobei jedes einzelne individuell verstellbar ist.



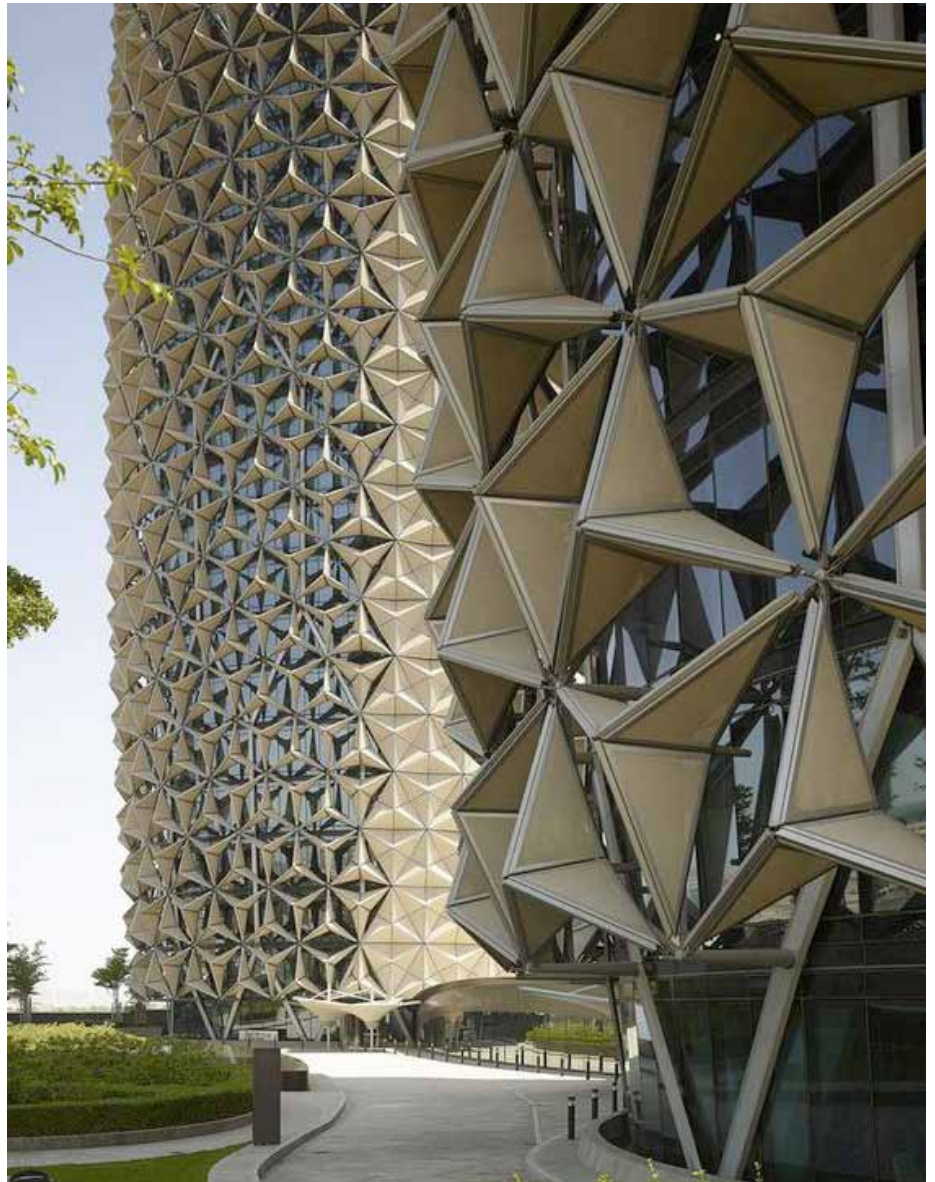
<https://www.youtube.com/watch?v=rAn4ldWjw2w>

Al Bahar Towers

Aedas architects



Die Fassade der Al Bahar Towers in Abu Dhabi ist mit einzelnen Schirmen ausgestattet, die als Sonnenschutz dienen. Diese Schirme öffnen und schließen sich in Anpassung an den Verlauf der Sonne und bieten somit eine effektive Möglichkeit, die Sonneneinstrahlung zu regulieren.



<https://www.youtube.com/watch?v=ZKkgsiEYiYM>

One Ocean Pavilion, Expo 2012

Knippers Helbig Engineers



Der One Ocean Pavillon auf der Expo 2012 verfügt über bewegliche Lamellen aus GFK-verstärktem Kunststoff. Diese Lamellen können sich öffnen und schließen. Statt aber einfach gedreht zu werden, verbiegen sie sich. An beiden Enden der Lamellen befinden sich Spindelmotoren, die die Lamellen zusammendrücken. Die entstehende Biegung führt zu einer seitlichen Drehung und somit zur Öffnung der Lamelle. Die Konstruktion zeichnet sich durch hohe Zugfestigkeit und geringe Biegefestigkeit aus, was für ihre besondere Funktionalität verantwortlich ist.

<https://www.archdaily.com/208700/in-progress-one-ocean-soma>
https://www.youtube.com/watch?v=C2_H8peGhMw





Genesis

Denizen Works

Die Schiffskirche „Genesis“ in London hat ein Ziehharmonika-Dach zum Auffalten. Das hat den Vorteil, dass so der umgebaute Frachtkahn die niedrigen Londoner Brücken passieren kann. Im ausgeklappten Zustand bietet er so trotzdem viel Platz und es entsteht eine saalartige Atmosphäre. Das Dach besteht aus Aluminium, die Seiten aus lichtdurchlässigem Segeltuch, das wie ein Leporello vernäht ist. Geöffnet wird das Dach durch Druckkolben, ähnlich wie bei Kipplastern.



<https://www.baunetzwissen.de/geneigtes-dach/objekte/sonderbauten/schiffs-kirche-in-london-7681648>



Transformable Furniture

Furniture with shape-changing capabilities that have the ability to transform, adjust, or adapt their shape according to the user's needs.

This shape-changing can be mechanical, manual, electrical, or even technology-based. The relationship between transformable furniture and design is related to several aspects.

How is it related to design?

Functionality, Adaptability, Ergonomics

Shape-changing furniture represents an innovative approach to furniture design that aims to improve functionality, adaptability, and aesthetics. Designers must consider a range of factors to create furniture that meets users' needs and seamlessly integrates into the environment where they are placed.

What is Residential Furniture?

Residential furniture, also known as home furniture, refers to the category of furniture designed and manufactured for use in private

Home furniture is typically created with a focus on comfort, aesthetics, and individual style, as it is meant to improve the living environment and meet the specific needs and preferences of homeowners.

Home furniture is intended for personal use in homes and can vary greatly in style, material, and design to suit individual tastes and interior decor themes.



The MK1 Transforming Coffee Table

from Christopher Duffy

This is a coffee table that transforms into a dining table, being ideal to save space in a tight room.



Quadrondo Dining Table *by Erwin Nagel for Rosenthal*

It can be either a square or a round table, depending on the occasion and people surrounding it.





La chaise renversée by Pierre-Louis Gerlier

Now we move on to a table that can easily shift into a chair just by rotating it, it combines work and resting in a single object.





Spring

by NG Architects

This is a multifunctional furniture leaving the purpose of the object to user's creativity, from a coffee table, to a chair or a table.





Transforming coach-to-bed *by British BonBon Compact*

Here you can choose between a sofa or a bunk bed, this system can be very useful because you can place it on a common area and turn it into a sleeping area.

Cozee XL

This is a lifetime object that goes from a cradle to a sofa. Really convenient if you have babies and don't want to spend a lot of money in a cradle.





sosia-campeggi

In here we have a material that can be easily shape-changed depending on the user's purposes.

Davoodina's MeshTure

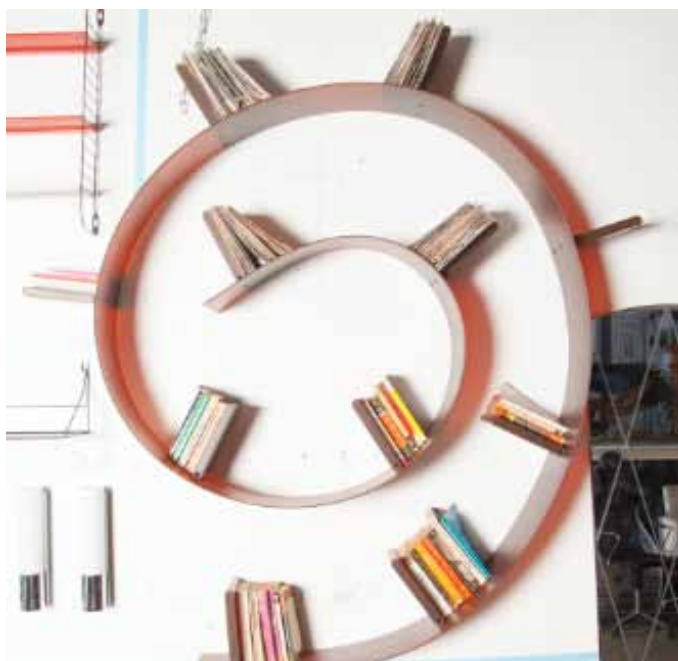
In this case we have several triangles that can be shaped into whatever piece of furniture that suits its environment.



BOOKWORM SHELF

by Ron Arad

This is a shelf that only has one functionality but it can adapt and adjust given the size of the wall or just the form that you prefer, because of its flexible material.



What is Contract Furniture?

Contract furniture, also known as commercial furniture or contract-grade furniture, is a category of furniture designed and manufactured for use in non-residential or commercial settings.

Contract furniture is created with a focus on durability, functionality, safety, and adherence to specific regulations and standards relevant to the intended commercial environment.

Contract furniture is distinct from residential furniture in that it is tailored to the needs and regulations of commercial environments and is often selected and purchased by businesses or institutions for practical and functional purposes rather than personal aesthetics or comfort.



Ratio Desk

by Herman Miller

This table has a system that can go up and down, being ergonomically beneficial to its users as they can adjust the table to their liking, being able to work in different ways that boost their productivity.



Conclusion

Shape-changing furniture is a design innovation that improve functionality, adaptability, and aesthetics. In residential settings, it caters to individual comfort and style, offering space-saving solutions and multifunctional pieces.

In contrast, contract furniture prioritizes durability and safety for non-residential spaces, integrating ergonomics and technology to improve work environments.

The key takeaway is that shape-changing furniture serves both personal and practical needs, transforming the way we interact with and utilize our living and working spaces.



Work&Turn table *by Atelier JMCA*

Switching the side of the table, being able to adapt to different work circumstances and increasing its size are the multifunctional aspects of this furniture.



Land Peel

by Shin Yamashita

A smart rug that can be molded to your liking, being efficiently adapted to your work needs. This can be an ergonomic and innovative idea as a substitute to the original office, allowing workers to express themselves.



BEYOU chair

BEYOU chair, where the name says it all, being another ergonomic object that can be shaped into the user's needs to promote the sense of comfortability, boosting performance.



Foldable shelf *by Meike Harde*

This bookcase that can vary in shape and size depending upon the office needs and space, promoting an organized office.



FLEXIBLE WOODEN Room dividers

Flexible room dividers that promote privacy, while doing it on style and creatively, also improving the well-state of workers in their office. This object can also be easily removed if necessary.



Paper sofa

This paper sofa can change the shape turning the bench into L shape, S shape and circular and so on. The sofa is supported by honeycomb structure.





Collapsibles, Transformables & Co.

Recherchiert von Eden Szir

Collapsibles und Transformables sind Bestandteil des Alltags vieler Menschen und ermöglichen oft eine intuitive, praktische und teilweise auch vielseitigere Nutzung von Dingen. Die meisten dieser Objekte basieren auf einigen Prinzipien, die allein oder in Kombination miteinander in vielen Alltagsgegenständen zu finden sind. Im Folgenden wird eine Auswahl von Prinzipien anhand von Alltagsgegenständen vorgestellt.

Teleskop



Der Teleskopmechanismus ist ein äußerst vielseitiges Prinzip, das in vielen kollabierbaren und transformierbaren Objekten Anwendung findet. In der Regel besteht er aus mindestens zwei ineinandergesteckten Rohren, die miteinander verbunden sind. Was ihn so vielseitig macht, ist die Fähigkeit, die Länge variabel anzupassen, um unterschiedlichen Anforderungen gerecht zu werden. Dieses Prinzip findet in verschiedenen Alltagsgegenständen wie Angelruten, Staubsaugerrohren, Stuhlbeinen, Gerüsten und Leitern Anwendung. Auch in der Fotografie sind Teleskopstangen als Stativbeine zu finden, um die Höhe der Kamera anzupassen. Sie ermöglichen außerdem im Zusammenspiel mit dem Teleskopobjektiv, Objekte optisch näher heranzuholen und in den Fokus zu setzen.



<https://bit.ly/404QizU>

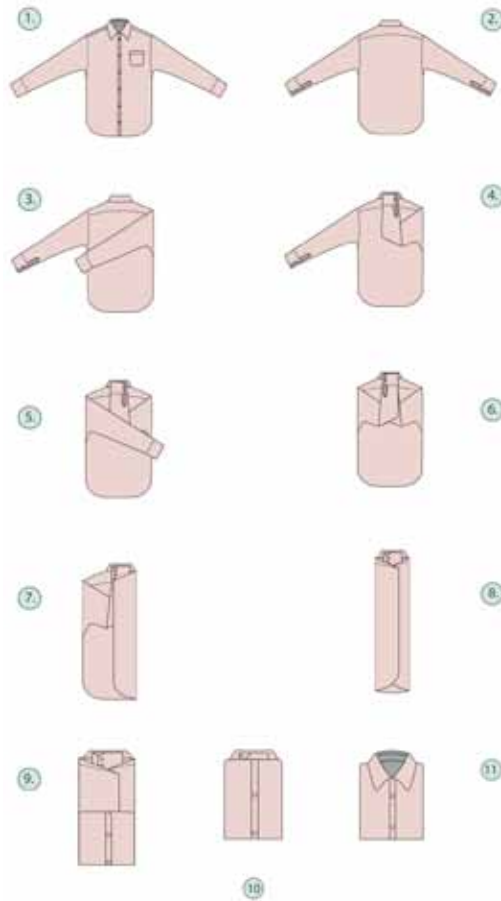


<https://www.outspot.de/de/Praktische-ausziehbare-Leiter>



<https://bit.ly/46WEoKQ>

Falten



<https://www.claudioluglishirts.com/blog/how-to-fold-a-shirt/>

Viele Dinge lassen sich falten, behalten jedoch ihre ursprüngliche Form nicht bei, ohne deutliche Spuren zu hinterlassen. Hierbei handelt es sich um die Faltung von Materialien, die aufgrund ihrer Struktur problemlos wieder entfaltet werden können, ohne das Material nachhaltig zu schwächen. Dazu gehören beispielsweise textile Materialien, die aus Platzgründen gefaltet werden können oder um ihre Funktion zu ändern. Ein Fallschirm wird beispielsweise so gefaltet, dass er bei Bedarf innerhalb von Sekunden entfaltet werden kann, um eine sichere Landung zu ermöglichen. Die präzise Faltung und das Wiedererlangen der ursprünglichen Form sind hierbei von größter Bedeutung.



Ein Einstecktuch verändert durch die Faltung seine Form und seine Bedeutung, und es wird kulturell anders wahrgenommen, wenn es als Teil eines Anzugs getragen wird, im Vergleich dazu, es um den Hals zu tragen.

<https://www.gentlemanstore.eu/Article/Other/4-simple-ways-to-fold-a-pocket-square>

<https://bit.ly/3tzNb6X>

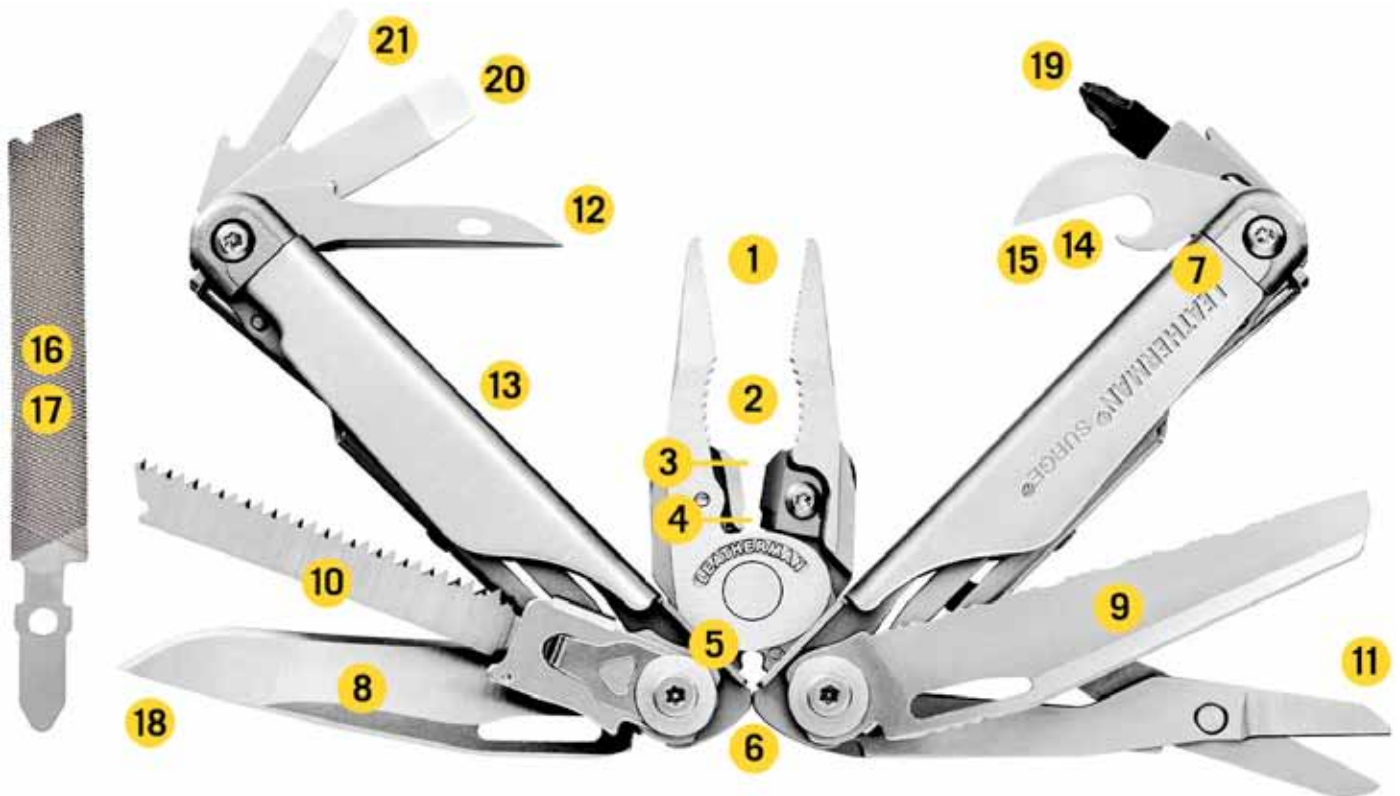


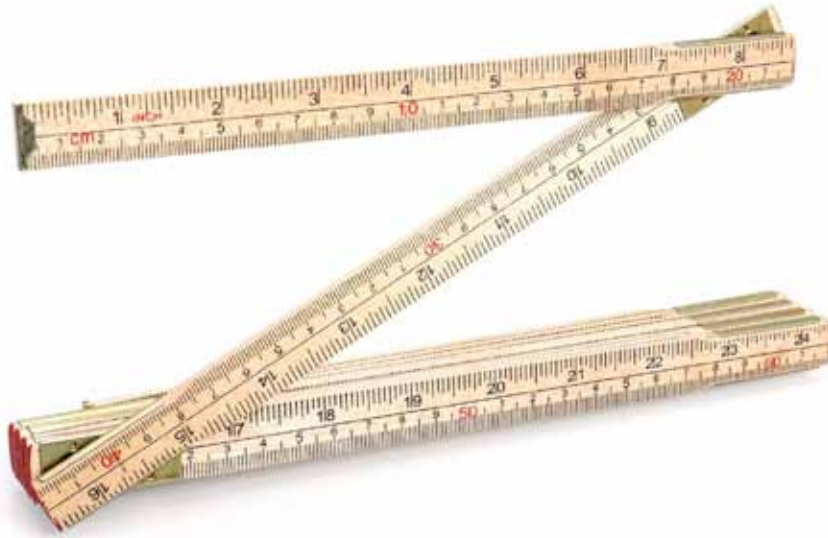
Scharnierung

Das Scharnierprinzip ist ein grundlegendes Konzept, das in verschiedenen alltäglichen Objekten und Werkzeugen Anwendung findet. Dieser Mechanismus ermöglicht es, bestimmte Teile oder Elemente um eine zentrale Achse zu rotieren.

Schneidescheren verwenden Drehmechanismen, um die beiden Klingen um eine Achse schwenken zu lassen, wodurch präzise Schnitte möglich werden. Das selbe gilt für Taschenmesser, die sich öffnen und schließen lassen.

Dieser Drehmechanismus ist ein Schlüsselkonzept für die Funktionalität vieler Werkzeuge und Alltagsgegenstände, und es zeigt, wie die gezielte Anwendung von Mechanismen die Vielseitigkeit und Effizienz dieser Objekte verbessert





Ein Zollstock kann gefaltet werden, um es kompakt zu verstauen und bei Bedarf auszufalten. .

<https://www.amazon.de/-/en/QWORK%C2%AE-Folding-Imperial-Measurements-Carpenters/dp/B08C4MDPFZ?th=1>



<https://www.amazon.com/Portable-Folding-Lightweight-Baby-Stroller/dp/B07KPKZBLH>



<https://store.be-scooter.de/products/soke-city>

Spannung und Druck



Spannung und Druck sind Prinzipien, die erst einmal sehr allgemein erscheinen, jedoch oft eine zentrale Rolle in der Verkleinerung, Vergrößerung und Transformation von Objekten spielen. Spannung und Druck werden dabei auf ein Material oder eine Struktur so ausgeübt, dass diese entweder gespannt oder gedrückt werden.

<https://www.kaufland.de/product/380377982/>



Beispiele für solche Objekte sind z. B. Wurfzelte, bei denen ein Stoff gespannt wird, oder Schlafsäcke, die zum Transport in ihre Hüllen mit Druck komprimiert werden.

<https://www.norma24.de/detail/index/sArticle/120608>



Zusammenspiel von Prinzipien

*Beispiel Regenschirm:
Teleskopsystem, Komprimierung,
Falten, Schwenkmechanismus,
Expansion*



<https://www.walmart.com/ip/Rain-Mate-Compact-Travel-Umbrella-Auto-Open-and-Close-Button-9-Rib-Reinforced-Canopy-Black/371393976>

Der Regenschirm funktioniert durch eine Kombination der oben beschriebenen Prinzipien. Der Stoff wird komprimiert, gefaltet und gespannt. Durch ein Teleskopsystem wird der Schirm verlängert oder verkürzt, und durch ein Scharniersystem geöffnet und geschlossen.

Falzen

Das Falzen ermöglicht eine wiederholbare Faltung von einer Form zur anderen. Dieser Prozess erfolgt durch gezielte Schwächung des Materials entlang der gewünschten Faltlinien und durch Verstärkung an den Stellen, an denen keine Faltung stattfinden soll. Ein treffendes Beispiel für dieses Prinzip sind Landkarten, die immer wieder auf dieselbe Weise gefaltet und entfaltet werden können. Viele moderne Produkte, die auf Falttechniken basieren, bestehen häufig aus Silikon oder ähnlichen Materialien, die viele Faltungen aushalten, ohne zu reißen.



<https://www.wired.com/2013/07/kickstarter-a-brilliant-paper-map-that-zooms-as-you-unfold-it/>



<https://aircanoe.com/de/products/aircanoe-foldable-kayak-2-9>



<https://www.startupselfie.net/2022/09/08/raba-origami-style-foldable-bike-helmet/>



<https://m.shein.com/de/1pc-Random-Color-Foldable-Water-Bottle-p-12488907-cat-3568.html?ref=de&rep=dir&ret=mde>

Faltenbalg

Ein Faltenbalg ist eine Vorrichtung, die sich ähnlich einer „Ziehharmonika“ zusammenfaltet. Er kann aus Materialien wie Gummi, Silikon, Kunststoff, Papier oder Leder bestehen und findet Verwendung an Stellen, an denen ein beweglicher, abgedichteter Raum benötigt wird. Zum Beispiel findet man das Prinzip in Blasebälge und Ziehharmonikas, oder um bewegliche mechanische Teile als Schutz gegenüber der Umgebung. In einigen alten Kameras können Faltenbälge ausgeklappt werden, um ein dunkles, gestuftes Rohr zu bilden, oder sie dienen als Raumvergrößerung in Wohnmobilen. Auch Laternen, die sich einklappen lassen, folgen dem Prinzip des Faltenbalgs.



<https://www.campana.de/magazin/die-fahrende-markise-ein-einzigartiges-design-projekt/>



<https://www.amazon.co.uk/dp/B08DXNX9FP?tag=bfvaleza-21&ascsubtag=5822413%2C7%2C23%2Cd%2C0%2C0%2C901%3A2%3B974%3A1%2C16238217%2C0%2C0%2Cgoogle&th=1>

Fächer



<https://www.faechemuseum.de/collection>

Ein sich auffächernder Pfau ist ein Anblick, den man nicht so schnell vergisst. Bunte, lange Federn, die sich fast wie ein Heiligenschein um einen Mittelpunkt drehen. Dieses Prinzip beeindruckt nicht nur in der Natur, sondern findet auch in von Menschenhand geschaffenen Formen Anwendung. So sieht man beispielsweise bunt verzierte und vergoldete Fächer, die sich elegant mit einer Hand aufspannen lassen. Schlüsselbünde und Farbmuster werden auch nach demselben Prinzip gestaltet und bieten dadurch eine gute Übersicht über den Inhalt.

<https://www.youtube.com/watch?v=OCq8adZdKP4>

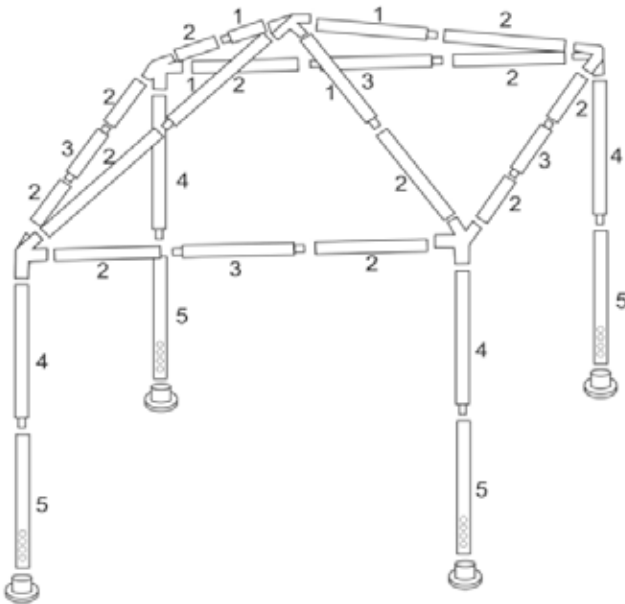


Colin Furze, ein britischer Erfinder und Youtuber so wie andere „Maker“ haben gefächerte, armmontierte Schilder gebaut, die auch auf die Auffächerung basieren.

Zusammen bauen und zerlegen



<https://www.etsy.com/de/listing/1240748297/1930-40er-miniatur-myatt-damenrasierer>



Der Zusammenbau eines Objekts aus vielen kleinen Teilen ist Standard in der Herstellung vieler Produkte, hierbei handelt es sich jedoch um Objekte, die auch schnell wieder in ihre Einzelteile zerlegt werden können. Dazu gehören z.B. Baugerüste, die dadurch besser transportiert werden können und die man den Gebäudemmaßen entsprechend aufbauen kann. Ein Reiserasierer ist ein weiteres Beispiel dafür, wie durch die Zerlegung etwas kompakt gemacht werden kann. Lego- und Meccano-Baukästen zeigen, wie aus ein paar Basiselementen auch sehr unterschiedliche Objekte entstehen können.

<https://moebelx.a.bigcontent.io/v1/static/PlqwSc1DoVd7hNmZqnosdyaA/aufbauanleitung.pdf>

<https://de.wiktionary.org/wiki/Ger%C3%BCst>



https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=MZJErYu_4-c





<https://rocktheheirloom.co.uk/products/original-john-rabone-sons-leather-tape-measure>

Rollen

Yogamatten, Maßbänder, Kabel, Weltkarten, Hundeleinen, Sushimatten und Poster werden alle aufgerollt. Dieses Aufrollen verändert die Handhabung dieser Objekte grundlegend. Eine große, flache Fläche kann so zu einem handlichen, platzsparenden Zylinder werden, und ein langes Seil wird zu einem kompakten und leicht transportierbaren Objekt. Das Aufrollen bietet den Vorteil, dass sich Kabel nicht verheddern und Seile nicht unübersichtlich werden. Sie werden zu kompakten Objekten, die sich bequem transportieren und verstauen lassen.



<https://www.amazon.de/Sungwoo-Faltbare-Tastatur-Wasserdicht-Rollup-Notebook/dp/B06XHBQ4MB>



<https://bit.ly/49hFzGT>

Verschachteln



https://de.m.wikipedia.org/wiki/Datei:Matryoshka_transparent.png

Das Verschachteln oder Ineinanderstecken ist ein Prinzip, das in der Regel zur Organisation und zur Einsparung von Platz verwendet wird. Dabei ist es wichtig, dass mindestens ein Teil so gestaltet ist, dass es gut in ein anderes passt. In vielen Fällen wird dies durch einen Hohlraum und Größenunterschied erreicht, wie bei Matryoshka-Puppen oder Campinggeschirr. Jedoch kann dieses Prinzip auch bei gleich großen Objekten funktionieren, beispielsweise ineinander passende Löffel, Einkaufskörbe, Tassen und Blumentöpfe.



<https://bit.ly/46CFTOH>

Aufblasen/Füllen



<https://www.wintertidefestival.co.uk/art-trail/heugh-battery-museum-tentacles-by-designs-in-air/>

Das Aufblasen/Füllen von Membranen mit Luft oder Wasser ist ein Designprinzip, das aufgrund seiner zugrundeliegenden Funktion viele Möglichkeiten im Bereich „Transformables“ bietet. Das Füllen der Membran bedeutet immer eine Umformung, die in der Soft Robotics auch als Bewegungsmechanismus genutzt werden kann. Wie die Membran geformt und strukturiert ist, sowie die Füllmenge, entscheidet über die entstehende Form.



<https://bit.ly/45FAapR>



<https://airqueue.com/en-gb/sector/medical/>

Ein Beispiel für dieses Prinzip sind aufblasbare Zelte, die sich schnell und einfach aufstellen lassen. Diese Zelte sind besonders praktisch für Situationen, in denen schnell ein geschützter Raum gebraucht wird, weshalb auch das Rote Kreuz über aufblasbare Zelte verfügt.

Scheren- konstruktion



<https://bernhard-burkard.com/de/portfolio/giraffe-floor-lamp/>

Die Scherenkonstruktion ist ein sehr effektiver Mechanismus, wenn es darum geht, Distanzen zu überbrücken und anzupassen. Jede Bewegung, egal wo sie am Mechanismus ausgeführt wird, führt dazu, dass der gesamte Mechanismus gleichzeitig die gleiche Bewegung durchführt und somit überall dieselben Winkel zwischen den jeweiligen Elementen hat. Ein klassisches Beispiel für die Scherenkonstruktion sind Leuchten, deren Position damit eingestellt werden kann. Andere Beispiele sind Straßensperrungen und Hebebühnen.



<https://www.amazon.co.uk/Workplace-Depot-Expanding-Safety-Barrier/dp/B086WGYX8J>



<https://id.folkwang-uni.de/projekte/x-bag/>

Kristallisation

Die Kristallisation wird in verschiedenen Technologien genutzt, sei es zur Erzeugung von Wärme in Handwärmern, zur Farbveränderung in Pigmenten oder zur Darstellung von Bildern auf LCD-Bildschirmen. Dieser Prozess ist eine Methode, bei der aus einer Lösung kristalline Strukturen ausfallen, was mit einer exothermen Reaktion einhergeht.



<https://amzn.to/3rYXkKb>

Ein wiederverwendbarer Handwärmer funktioniert mithilfe einer Mischung aus Natriumacetat, Wasser und einer kleinen, flexiblen Metallscheibe. Zur Aktivierung des Handwärmers wird diese Scheibe gebogen oder geknickt. Dadurch wird der Kristallisationsprozess in der Natriumacetat-Lösung ausgelöst, währenddessen das Material Wärme abgibt. Nach Abschluss dieses Prozesses können die entstandenen Kristalle durch Erhitzen mit kochendem Wasser wieder aufgelöst werden, wodurch der Handwärmer in den flüssigen Zustand zurückkehrt und erneut verwendet werden kann.

HOW TO USE



1 Click metal disc to activate.



2 Wait until gel turns opaque.



3 Massage for 10 seconds.



4 Hand warmer is active.

HOW TO RECHARGE



1 Bring a saucepan of water to the boil.



2 Place in boiling water for 8 minutes.



3 When gel turns clear, remove from pan.



4 Allow to cool fully before use.



<https://digitaldesigntherapy.com/2011/04/12/heat-reactive-design/>

Thermochromatische Farben oder Tinten enthalten spezielle Pigmente, die bei bestimmten Temperaturen ihre Farbe ändern. Durch Erwärmung oder Abkühlung über- oder Unterschreiten dieser Pigmente ihren Schmelzpunkt, wodurch sie kristallisieren oder schmelzen und somit eine sichtbare Farbveränderung bewirken.



<https://sharpmagazine.com/2016/03/16/this-supreme-x-stone-island-raincoat-changes-colours-with-your-body-heat/>



Hans Haacke, *Blaues Segel*, 1964-1965. Blue silk, nylon wire, fan. Collection FRAC Grand Large – Hauts-de-France, Dunkerque. Photo Wolfgang Neeb. Courtesy Kunsthal Rotterdam. // <https://eyeballingart.wordpress.com/2019/06/06/poetry-in-motion-100-years-of-kinetic-art/>

Formänderung Bewegung Kinetik

Recherchiert von Catherina Stuckmann

Kinetische Kunst ist eine Ausdrucksform, in der die Bewegung als integraler ästhetischer Bestandteil des Kunstobjekts eine Rolle spielt: entweder in dem sich das Objekt bewegt oder in seiner Form verändert, sich scheinbar verändert, weil der Betrachter sich bewegt, oder durch eine Illusion eine Bewegung vortäuscht.

Im Folgenden wird näher auf die strandbeests von Theo Jansen eingegangen und einiger seiner kinetischen Prinzipien erklärt. Im Anschluss folgen noch Beispiele anderer kinetischer Kunstwerke.



<https://strandbeest.com>

By developing this evolution, I hope to become wiser in the understanding of existing nature by encountering myself the problems of the real Creator.

Strandbeests

von Theo Jansen

Der niederländische Künstler Theo Jansen beschäftigt sich mit der Schaffung neuer Lebensformen: den sogenannten Strandbeests.

Die Skelette aus gelben PVC-Rohren können laufen, kriechen, sich raupenartig bewegen und wackeln. Gerade arbeitet er an Modellen, die fliegen sollen. Sie alle beziehen ihre Energie aus dem Wind, der an den Stränden Den Haags zu finden ist.





[kurbelwelle-430-0501k7-20-hdi-rhy-citroen-peugeot-13510/
 https://www.planen-netze-beutel.de/kabelbinder](https://www.planen-netze-beutel.de/kabelbinder)
<https://www.angelcenter-soest.de/Adrenalin-Cat-Stein-Schnur-o3mm--23164.html>
<https://strandbeest.com>

Material

Die Strandbeests bestehen aus nur wenigen und kostengünstigen Materialien, die er damals zur Verfügung hatte und mit denen er – nach Versuchen mit anderen Materialien wie Holz und Metall – heute noch arbeitet.

The Skeleton

Das Skelett seiner Kreaturen besteht zum größten Teil aus gelblichen PVC-Rohren, die in den Niederlanden zur Ummantelung von elektrischen Leitungen genutzt werden. Diese lassen sich mit Hitze einfach umformen, durchschneiden oder mit Löchern versehen. Eine weitere wichtige Eigenschaft ist ihre Witterungsbeständigkeit.

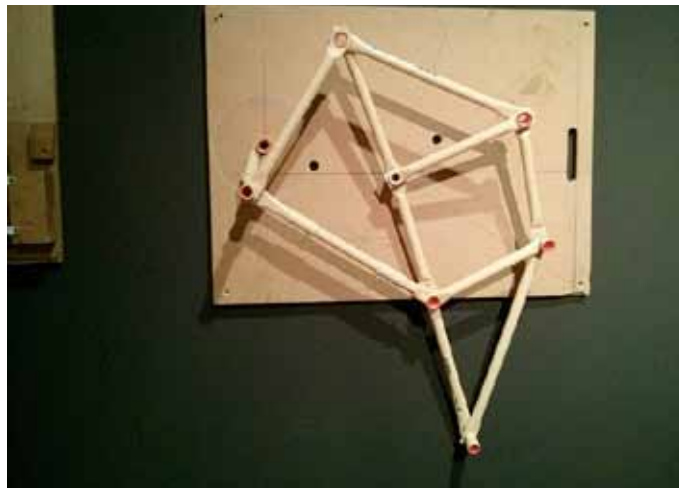
Verbindungen zwischen den PVC Rohren werden mit flexibleren Schläuchen geschaffen. Kabelbinder und Schnüre halten die Konstruktion zusammen.

The Neural System

Mit den Flügeln aus dünnem Segelstoff und einer Kurbelwelle pumpt er mit hohem Druck Luft in PET-Flaschen. Gerade in Momenten der Windstille kann dieser Druck verwendet werden um die Fortbewegung zu gewährleisten. Der Künstler hat außerdem einen Mechanismus entwickelt, der Wasser erkennt und einen anderen Mechanismus auslöst, der das Strandbeest wieder in eine entgegengesetzte Richtung, also weg vom Wasser, laufen lässt.

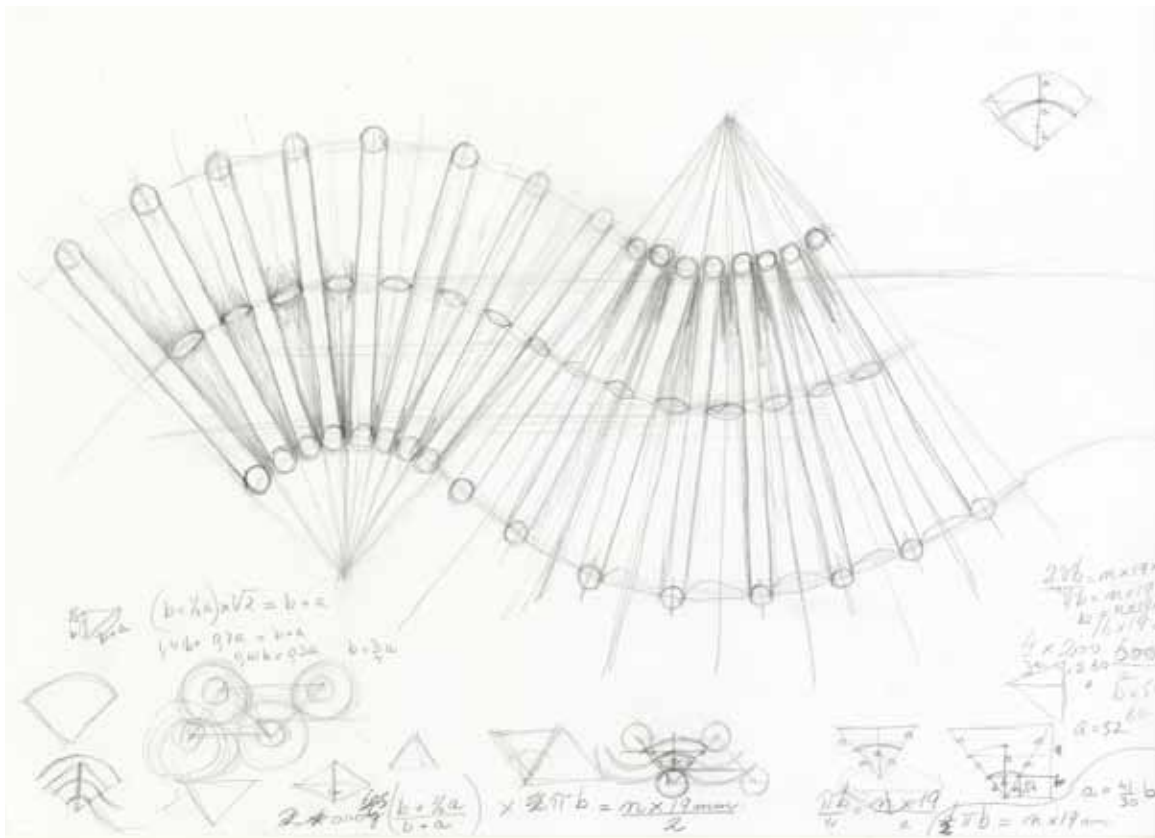
The Legsystem

Die besondere Laufweise der Strandtiere besteht darin, dass sie beim Gehen nicht auf und ab hüpfen. Dies hängt mit dem Verhältnis der Längen der Rohre im Beinsystem zusammen. Im Jahr 1990 schrieb Theo Jansen einen Algorithmus auf einem Atari-Computer, der Zahlen erzeugt, die die Länge dieser Röhren bestimmten.



Leg of sculture (Theo Jansen) // https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Leg_of_sculture_%28Theo_Jansen%29.jpeg

You can see the neural system as a kind of muscle. The brains of the strandbeest work on a 0-1-0-1 system, like a computer works.



Sketch calculation waves 2018 // strandbeest.com

The Caterpillar

Die Raupe besteht aus einer bestimmten Anzahl von Segmenten, die mit Seilen aneinandergereiht sind. Durch ihre Limitation in der Bewegung entsteht automatisch ein Halbkreis. Fügt man genug Segmente zusammen, ergibt sich eine wellenartige Struktur.

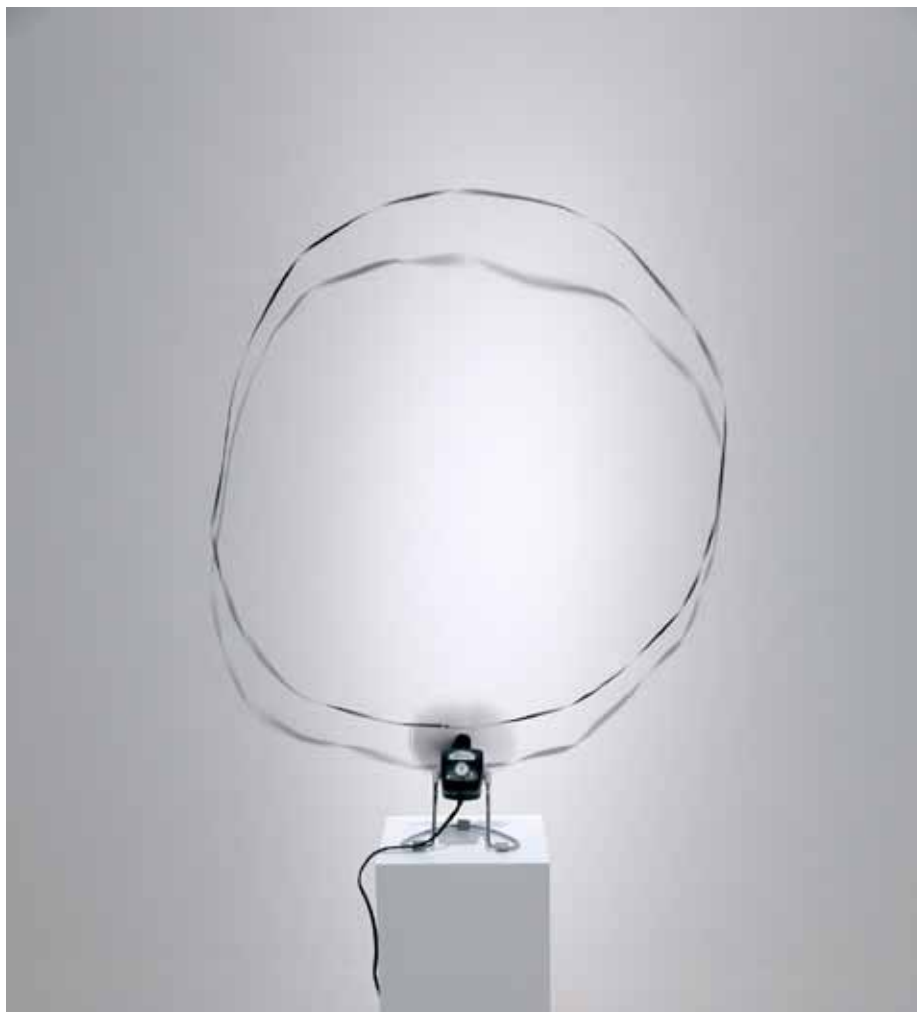
Der große Vorteil von Raupen besteht darin, dass sie, im Gegensatz zum Legsystem, keine Gelenke mehr haben. Dadurch kann kein Sand mehr in die Fugen gelangen.

Žilvinas Kempinas

Videobänder

TUBE, das Hauptwerk des litauischen Künstlers Žilvinas Kempinas, erstmals auf der Biennale in Venedig 2009 präsentiert, besteht aus horizontal gespannten Videobänder, die die Vision eines Tunnels vermitteln.

Žilvinas Kempinas arbeitet ausschließlich mit Videobändern – in ihrer ursprünglichen Funktion Träger von Informationen. Sie bewegen sich im Luftzug und verwandeln durch ihr hypnotisierendes Linienspiel die Architektur in eine flüchtige, optisch schwirrende Installation.





TUBE Dornbirn 2016 // <https://www.kunstraumdornbirn.at/ausstellung/zilvinas-kempinas>

Bewegte Luft

Die Verwendung von Luft in seinen Arbeiten verleiht Kempinas' Kunst eine gewisse Leichtigkeit und Bewegung, die den Betrachter dazu anregen, den Raum und die Materialien auf neue Weisen wahrzunehmen. Luft wird so zu einem wichtigen gestalterischen Element in seinem künstlerischen Schaffen.

Bei O2 wird durch ein Gebläse ein Luftstrom erzeugt, der die Videobänder in Bewegung versetzt. Durch die dahinterliegende Wand wird die Luft zurückgeworfen und hält somit das Videoband im Gleichgewicht.

Thomas Baumann

In Thomas Baumanns künstlerischer Praxis verknüpft er wissenschaftliche Forschung, empirische Erkenntnisse und Technologie mit konzeptionellen Fragestellungen. Getreu dem DIY-Ansatz adaptiert er Werkzeuge, Maschinen, Mechanismen sowie Hardware- und Softwarekomponenten aus funktionalen, oft industriellen Kontexten. Mit diesen Elementen gestaltet er Skulpturen und groß angelegte Installationen, die darauf abzielen, die herkömmlichen Grenzen und Parameter dieser Medien zu überschreiten.

Wallsilver

Wallsilver verkörpert eine solche Skulptur: Fast so, als ob sie eine animistische Seele besitzt, bewegt sich die silberfarbene Ballonseide, die auf einen quadratischen Rahmen gespannt ist. Sie zieht sich zusammen, reckt sich aus, zuerst an einer Ecke, dann an einer anderen, bis sie kurzzeitig wie ein klassisches Gemälde erscheint, nur um diese Form unverzüglich wieder zu verlassen.

In dieser beständigen Spannung zwischen Konstruktion und Dekonstruktion, die ständiger Veränderung unterworfen ist, ruft die Arbeit Assoziationen eines fremdartigen Wesens hervor, das einer gewissen, eben vorprogrammierten, Leistungsideologie folgen muss.





<https://www.archilovers.com/projects/72059/the-event-of-a-thread.html>

<https://www.nytimes.com/2012/12/07/arts/design/ann-hamilton-at-the-park-avenue-armory.html>

Ann Hamilton

The Event of a Thread

Ann Hamiltons Stück „The Event of a Thread“ aus dem Jahr 2012 war eine riesige Kunstinstallation, die sich über die gesamte Park Avenue Armory in New York City erstreckte. Die Arbeit sollte auf die Architektur und die internen Strukturen des Raums reagieren und mit ihnen sowie mit dem Publikum interagieren.



Der Raum wurde in seiner Breite in der Mitte des Raumes durch einen vom Boden bis zur Decke reichenden, wogenden weißen Stoffvorhang geteilt.

Durch die Benutzung der 42 Schaukeln, die mit Flaschenzügen befestigt waren tanzte und bewegte sich der Stoff. Jedes Mal, wenn Besucher*innen nach hinten schwangen, zog der Schwung an einem Kabel und rüttelte so am Stoff.



From Fantasy to Reality

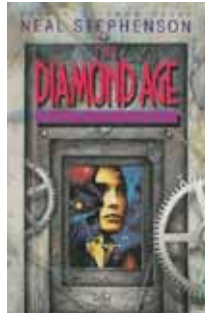
Recherchiert von Marco Mehringer

Designer*innen machen es sich nicht nur zur Aufgabe, das aktuelle Zeitgeschehen formalästhetisch zu kommentieren, sondern versuchen im Idealfall ihre Entwürfe und Paradigmen in die Zukunft zu projizieren und sich vorzustellen, wie sich die Welt weiterentwickeln wird: welche technologischen Revolutionen sich ereignen werden, wie gesellschaftliches Leben aussehen wird, welche Chancen und Herausforderungen die Zukunft bietet.

Vor den gleichen Fragen stehen Science-Fiction-Autor*innen – beide Fachgebiete lassen sich von vergangenen und aktuellen Entwicklungen inspirieren, blicken in die Zukunft und lassen sich von den Ideen des jeweils anderen begeistern und entwickeln diese weiter.

Im Folgenden soll deshalb ein Blick auf Transformable Objects in bekannten Science-Fiction-Werken geworfen werden, zusammen mit dem Versuch, Analogien in der realen Welt von heute zu finden.

Zukunftsvisionen werden banale Alltagsbegleiter



[//en.wikipedia.org/wiki/The_Diamond_Age](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Diamond_Age)



Während in den Neunzigerjahren Erfindungen wie das „Superbook“ in Neals Stephensons Roman „The Diamond Age“ (ein Buch, dass nur aus einer Seite besteht und dessen Buchstaben sich beim Lesen verändern, um den gesamten Inhalt zu transportieren), oder Bewegtbild in Tageszeitungen bei J. K. Rowlings „Harry Potter“-Reihe noch magisch und fantastisch erschienen, kommen uns heute die technischen Manifestationen dieser Ideen in der Realität bereits verstaubt vor: Diverse eBook-Reader und Live-videos von News-Apps sind so selbstverständlich in unserem Alltag, dass sie ihre Magie verloren haben.

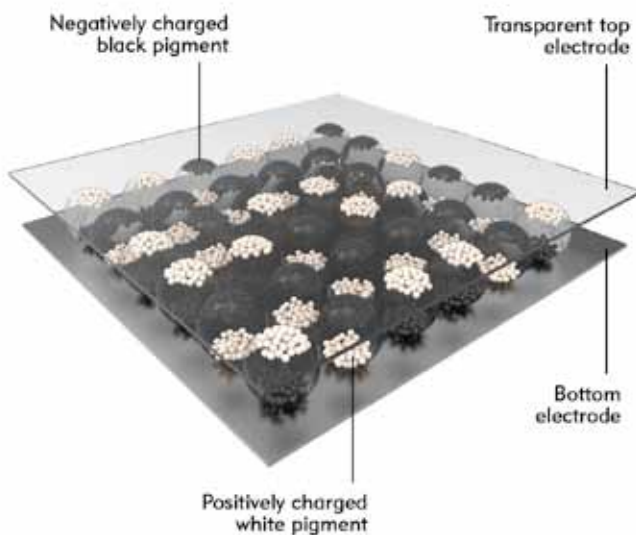
[//www.wizardingworld.com/fact-file/objects/the-daily-prophet](https://www.wizardingworld.com/fact-file/objects/the-daily-prophet)



[//en.wikipedia.org/wiki/The_Diamond_Age](https://en.wikipedia.org/wiki/The_Diamond_Age)
[//www.wizardingworld.com/fact-file/objects/the-daily-prophet](https://www.wizardingworld.com/fact-file/objects/the-daily-prophet)
[//www.digitec.ch/de/s1/product/amazon-kindle-with-special-offers-2019-6-8-gb-ereader-13370648](https://www.digitec.ch/de/s1/product/amazon-kindle-with-special-offers-2019-6-8-gb-ereader-13370648)
[//www.macerkopf.de/2020/04/14/tagesschau-app-3-0-ist-da/](https://www.macerkopf.de/2020/04/14/tagesschau-app-3-0-ist-da/)

Wandelbarer Lack

Karosserie als Display



Frank Schätzing erzählt in seinem Roman »Limit« in dem es so grob um den Ressourcenabbau auf dem Mond geht, von Automobilen, die auf Knopfdruck ihre Farbe verändern, um sich natürlich irgendwie tarnen zu können. BMW hat 2022 genau das vorgestellt, ein Auto, das in Echtzeit sein äußeres Erscheinungsbild verändern kann – erst nur in schwarz-weiß, und 2023 dann auch farbig. Was in Limit nur als spezieller Nanolack nicht näher beschrieben wird, funktioniert bei BMW genauso wie bei einem eBook-Reader, die Technologie heißt »Electronic Paper Display«. Dafür wird das Auto mit einer Folie überzogen, die aus vielen kleinen Kapseln zwischen zwei Elektroden besteht. Innerhalb dieser Kapseln sind verschiedene geladene Pigmente, die über die Spannung der Elektroden einzeln angesprochen werden können und damit an die sichtbare Oberfläche rücken oder dahinter verschwinden. Laut BMW soll das nicht nur ein auffälliges Gadget sein, sondern ein »nachhaltiges« Feature werden, indem sich zum Beispiel das Auto im Winter bei Sonneneinstrahlung als schwarzes Auto schneller aufheizt und im Sommer als weißes Auto nicht so stark erhitzt.

[//www.thalia.de/shop/home/artikeldetails/A1007874747](http://www.thalia.de/shop/home/artikeldetails/A1007874747)

[//www.netcarshow.com/bmw/2022-ix_flow_concept/](http://www.netcarshow.com/bmw/2022-ix_flow_concept/)

[//www.youtube.com/watch?v=BpKO-VuHMFA](http://www.youtube.com/watch?v=BpKO-VuHMFA)

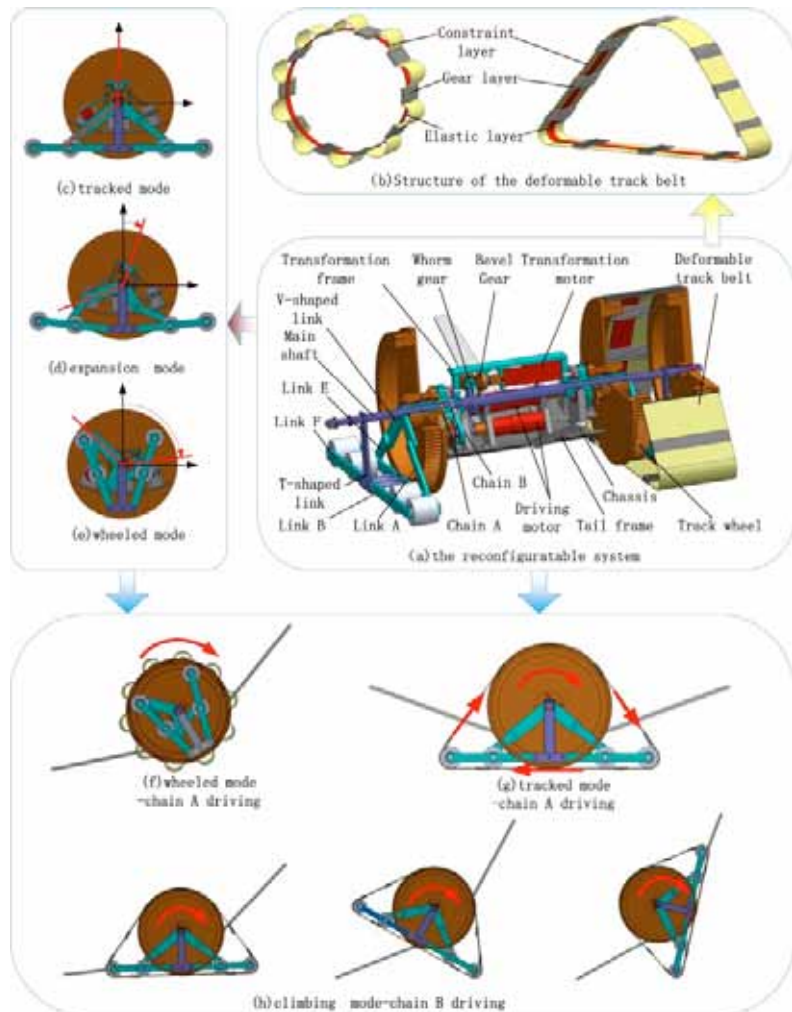
[//www.andersdx.com/e-paper-displays-powering-industrial-designs/](http://www.andersdx.com/e-paper-displays-powering-industrial-designs/)



Transformers

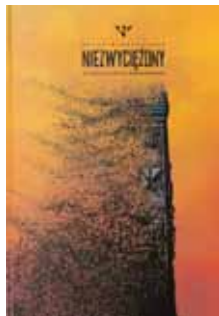
Mobilität auf diversem Terrain

Intelligente Roboter, die ständig ihre Gestalt wandeln zwischen verschiedenen technischen Geräten, und weil der Film von General Motors gesponsert wurde, vor allem Autos. Dabei sind die Transformationen immer als Überflutung von mechanischen Prozessen und Rotationen dargestellt, begleitet von vielen Explosionen. Deshalb ist es auch nicht überraschend, dass man Details davon in der Rüstungsindustrie wiederfindet. DARPA hat zusammen mit der Carnegie Mellon University Räder entwickelt, die sich ganz einfach zu Ketten verwandeln. Dabei sollen Einsatzfahrzeuge auf möglichst viele Untergründe reagieren können, also mit normalen Reifen auf festem Untergrund schnell vorankommen und mit Kettenantrieb sicher durch weichen Boden.



Schwarmorganismus

Transformation aus kleinen Partikeln



In Stanisław Lems Roman »Der Unbesiegbare« geht es um eine Bergungsscrew, die mit dem größten bewaffneten Raumschiff, das die Menschheit bis dato geschaffen hat, auf einen fremden Planeten aufbricht, um das Verschwinden einer vorherigen Expeditionstruppe aufzuklären. Auf dem Planeten gibt es scheinbar kein Leben an Land, jedoch Schwärme von kleinen Metallpartikeln, die kein Bewusstsein oder keine Intelligenz aufweisen, aber dennoch als Schwarm koordiniert agieren, Maschinen bilden oder starke magnetische Felder erzeugen, die die Expeditionsvehikel der Menschen zerstören können und bei den Menschen selbst das Gedächtnis löschen können. Das ganze ist beschrieben wie eine Art Festplatten-Löschung durch Magnetismus.



Ein schönes Beispiel für Schwarmtechnologie ist Ars Electronicas »Drone 100 Project«. Hier sind 100 Drohnen zu einem Schwarm zusammengefügt worden, um kleine einzelne LEDs zu einem frei schwebenden dreidimensionalen Bildschirm zu formen. Es findet also nicht wirklich eine Transformation in den einzelnen Drohnen statt, sie verschmelzen auch nicht zu einem ganzen, aber sie agieren als Schwarm um ein gemeinsames Bild zu generieren, das frei veränderlich ist. Das spannende ist dabei, dass diese Drohnen auch nicht einzeln gesteuert werden: Für 100 Drohnen gab es 4 Piloten, die Drohnen agierten also alle im Verhältnis zu einander, damit überhaupt eine Synchronizität stattfinden kann.

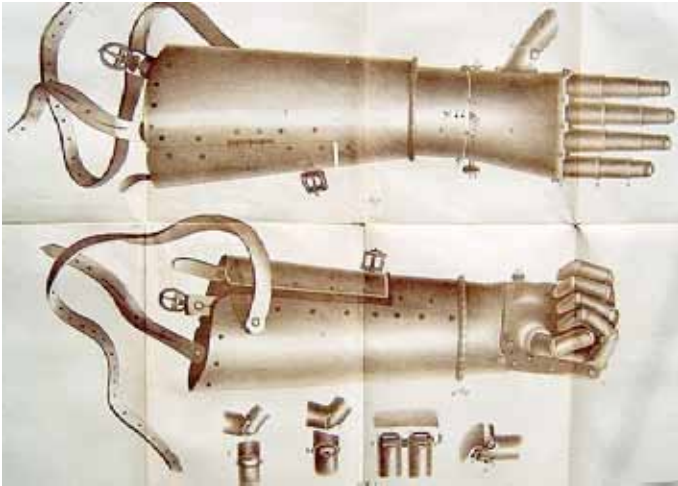
Bionische Hände

Mensch - Maschine

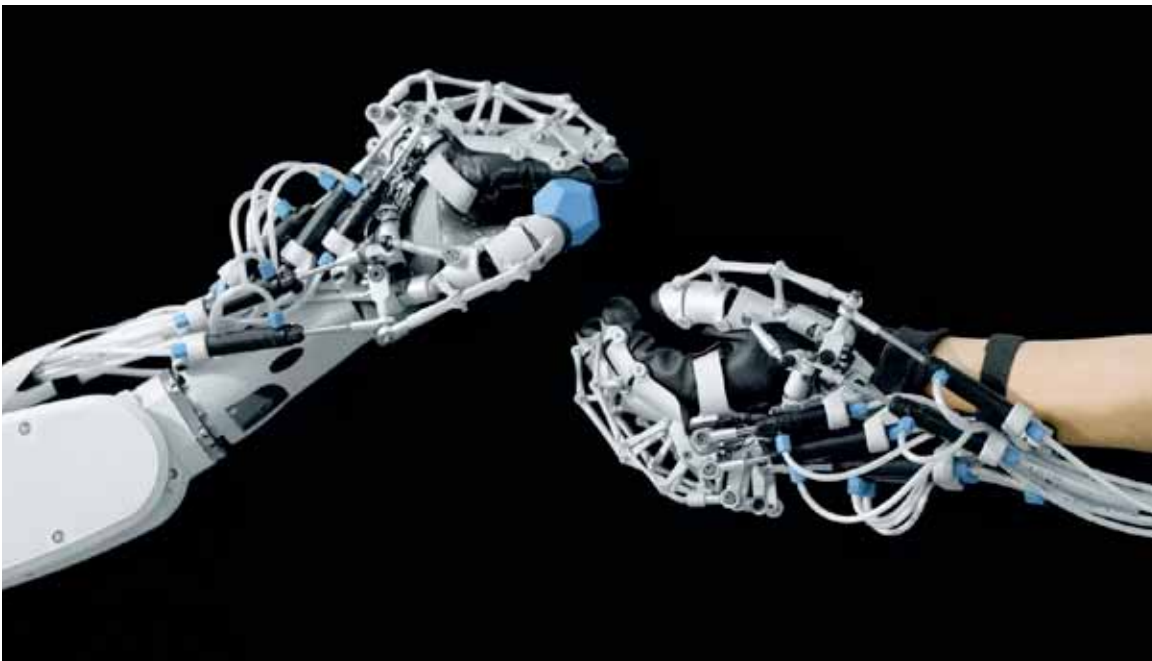


//starwarsologies.libsyn.com/2021/11

Das nächste Beispiel taucht in vielen Zukunftsvisionen auf und hat sich auch schon in der realen Welt manifestiert, ist aber auch immer noch ein Forschungsgebiet mit vielen ungeklärten Fragen. In Star Wars Episode 5 verliert Luke Skywalker beispielsweise seine rechte Hand in einem Lichtschwert-Duell, woraufhin ihm eine Handprothese implantiert wird, die seine Hand komplett ersetzt.

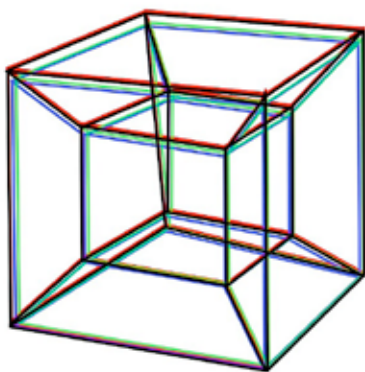
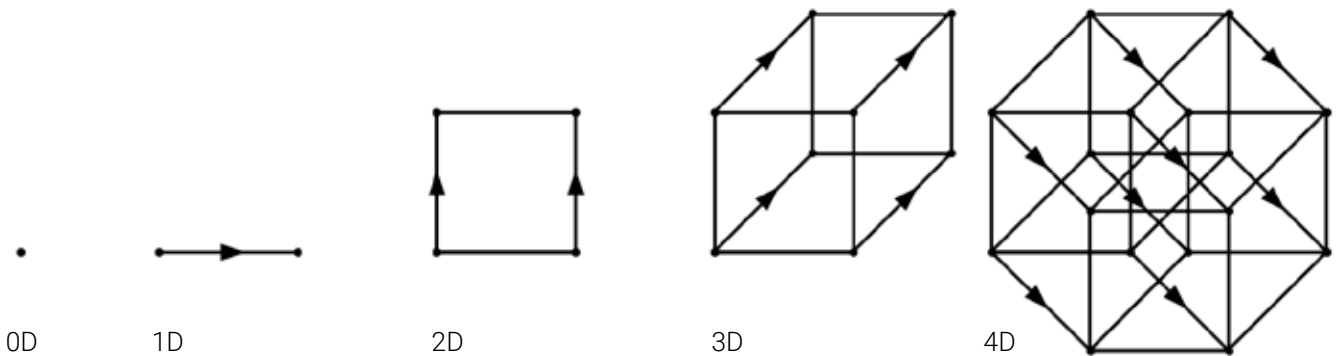


Erste Ansätze für solche Prothesen gab es schon im 16. Jahrhundert, wie zum Beispiel die Eiserne Hand von Götze von Berlichingen. Mit der Zeit wurden solche künstlichen Exo-Skelette immer detaillierter und wurden zunehmend Roboter gesteuert. Heute gibt es die Möglichkeit, tatsächliche Impulse von menschlichen Nerven zu nutzen, um solche künstlichen Gliedmaßen zu steuern – was aber nach wie vor schwer ist, ist das Feedback, also wir würden sagen, das »Gefühl« : Wie viel Kraft muss ich aufwenden, um etwas zu greifen, aber nicht zu zerquetschen. Festo hat dafür einen relativ einfachen Ansatz: Der Mensch bleibt als Steuerungseinheit und wirkt lediglich durch Robotik unterstützt. Entweder, um einen externen Roboter zu führen oder zu teachen, oder aber direkt um als Unterstützung zu dienen.

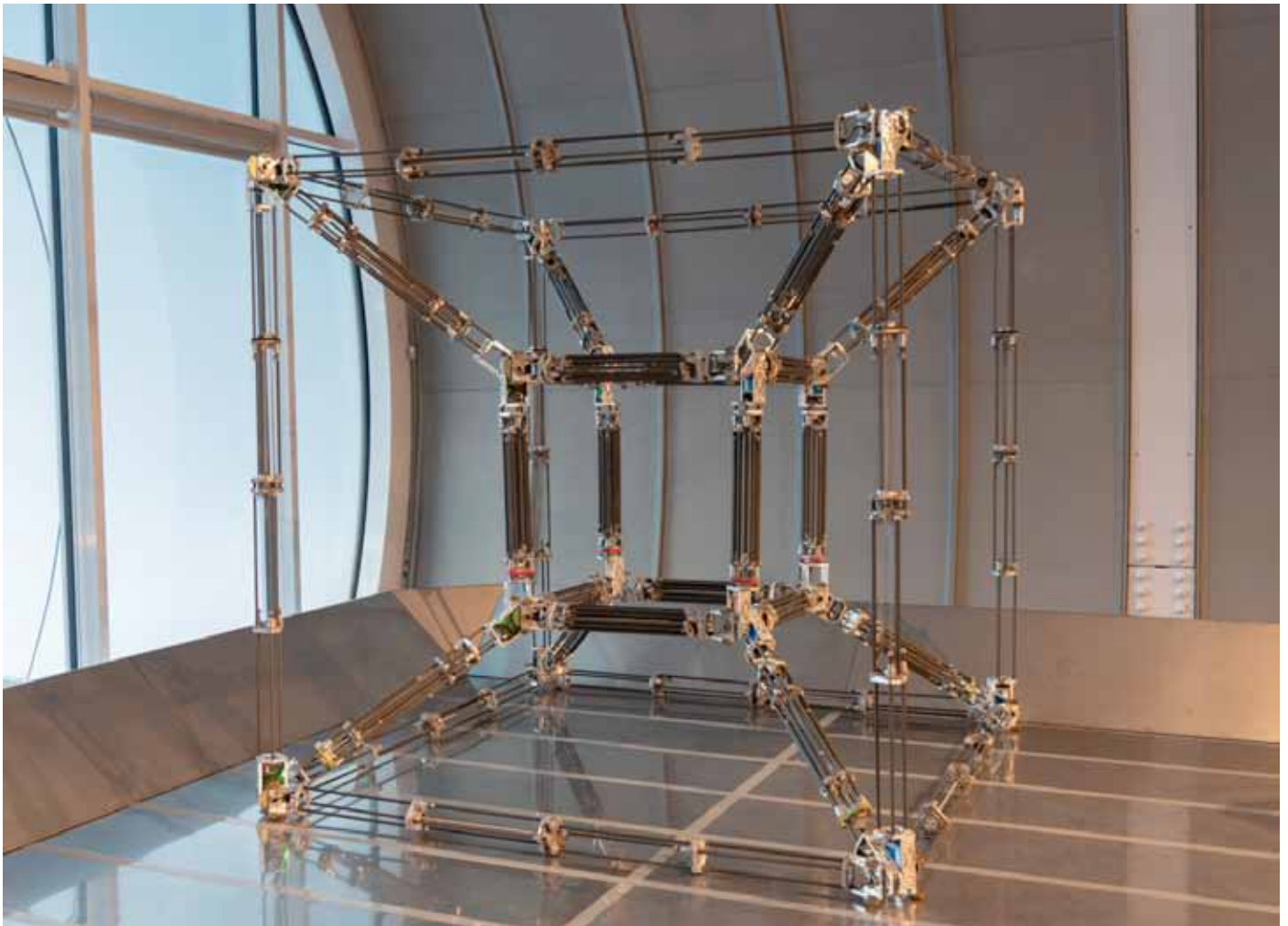


Die Vierte Dimension

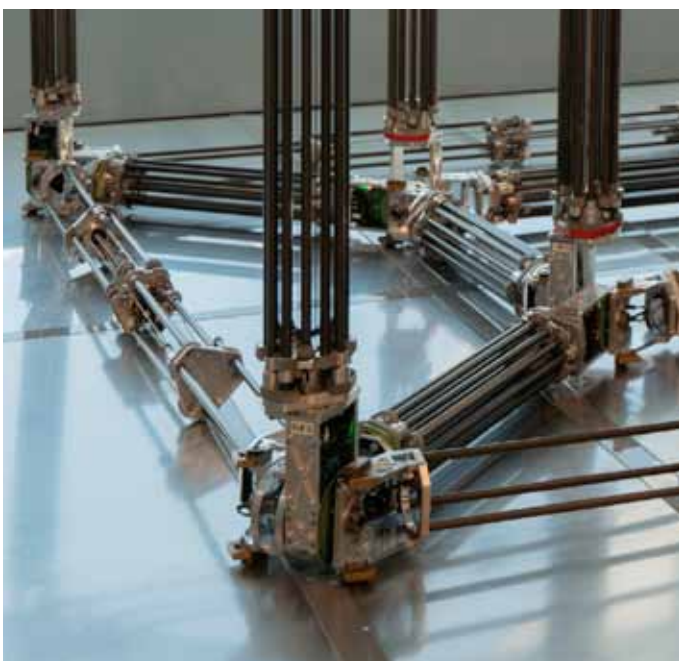
Die Vorstellung eines Tesseracts



Menschen bewegen sich in drei geometrischen Dimensionen. Rein mathematisch kann es aber weitere geben, die wir nur nicht physisch wahrnehmen können. Als Gedankenspiel gibt es hierfür den Hyperwürfel. Wenn wir uns eine vierte Dimension vorstellen wollen, muss diese eine Ausdehnung in eine Richtung sein, die durch die bekannten drei Dimensionen nicht abbildbar ist. Dadurch aber auch nicht wirklich vorstellbar für uns. Was wir uns also vorstellen können ist ein Würfel, der sich durch sich selbst hindurch ausdehnt, also sein inneres nach außen kehrt. Dieser Würfel wird auch Tesseract genannt und wird in verschiedenen Science-Fiction-Welten wie zum Beispiel dem Marvel-Universum als Symbol verwendet für etwas, das über unseren Verstand hinaus geht.



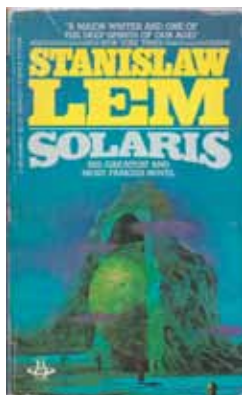
//emareg.de/project/tesseract/
//www.redbubble.com/de/i/notizbuch/Hypercube-4d-Mathe-Kunst-von-artcored/149200755.WX3NH
//arts.cern/round-about-four-dimensions



Dieses hypothetische Bild hat Julius von Bismarck zusammen mit CERN versucht zu bauen. Ein Würfel, der sein Inneres ständig nach außen kehrt und damit eine Vorstellung oder viel mehr eine Irritation schafft, die zeigt, dass da vielleicht mehr ist, als Menschen verstehen oder wahrnehmen können.

Künstliche Intelligenz

Design-Ausblick



Stanislaw Lem beschreibt in seinem Buch »Solaris« einen Planeten, der von einem schwarzen, zähflüssigen Ozean überzogen ist. Dieser Ozean scheint irgendwie intelligent zu sein und bildet immer wieder Ausformungen, die sich der Vorstellungskraft der*des Betrachter*in bedient und dabei vor allem deren Ängste und Schuldgefühle.

Wie genau diese Formen zustandekommen und was sie abbilden, kann nicht wirklich nachempfunden oder beschrieben werden, aber es stürzt die Beobachter*innen in völlige Verzweiflung.

Dieses Bild von dieser Masse, die aus dem Nichts Formen schafft, die bei den Beobachter*innen etwas triggern, aber dennoch nicht verstanden werden, tut sich im Prozess von Hyperganic auf.

Hyperganic forscht an Raketentriebwerken, die mit Künstlicher Intelligenz geformt und anschließend 3D-gedruckt werden. Sie haben eine Software entwickelt, die mit verschiedenen Parametern bezüglich Kühlung, Größe, Leistung, etc. gefüttert wird und eine künstliche Intelligenz dann das Design übernimmt, um diese Parameter zu erreichen oder ihnen nahe zu kommen. Bei den ersten Prototypen hat die KI die Brennkammer direkt mit der Kühleinheit verschmolzen (was traditionell als zwei Einzelteile entwickelt und designt werden) und in den ersten Tests den von Menschen gestaltete Antriebe in Effizienz und Gewicht deutlich überlegen ist.

Auch im Nachhinein kann die Form der Kühlkanäle nicht wirklich von den Ingenieur*innen berechnet und verstanden werden und doch zeigen die Tests, dass sie besser funktionieren als alles, was vorher da war.



Impressum

Transformable Objects
Design-Strategien für veränderbare Dinge

Entwurfsprojekt / Komplexes Gestalten
Studiengang BA Industriedesign und MA Industrial Design

Kompodium der Recherchethemen

Layout, Texte, Fotos, Illustrationen
Projektteilnehmer_innen

Teilnehmer_innen

Enzo Agger, Leon Bucher, Ema Correia, Janina Gastauer,
Malte Gebhardt, Franz Kauffmann, Hongki Keam,
Yerin Kim, Jaehwan Lee, Marco Mehringer, Julia Müll,
Hanni Nguyen, Jolanda Schultrich, Felix Stockhausen,
Catherina Stuckmann, Eden Szir

Moderation

Prof. Guido Englich, Julius Abromeit

Burg Giebichenstein Kunsthochschule Halle
Wintersemester 2023/24

id-neuwerk.de
Design Education Research

Burg Giebichenstein
Kunsthochschule Halle