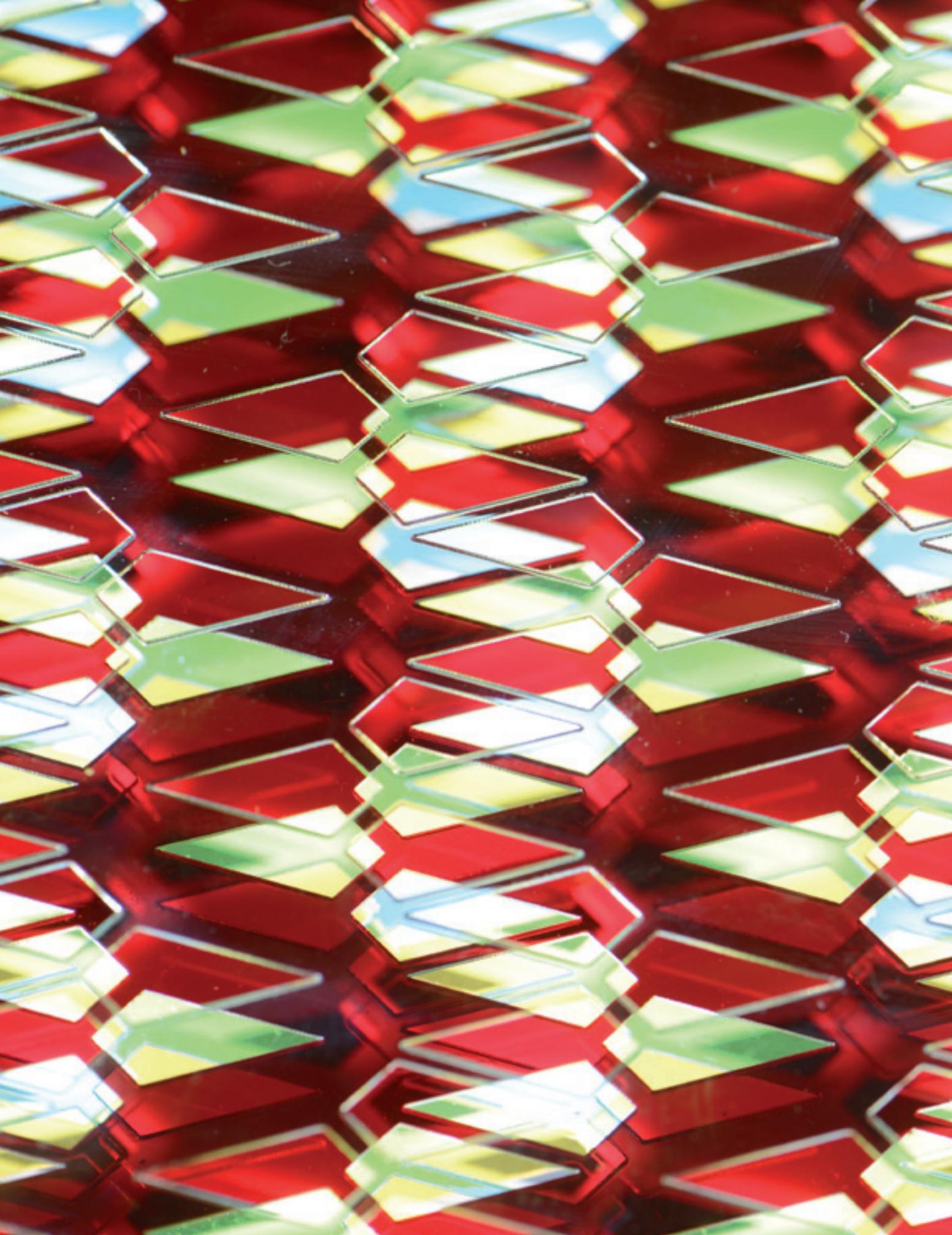


see



Chamäleon-Membran



Chamäleon-Membran

Adaptive Fassadenelemente

Diplomarbeit von Madlen Deniz

Eine Zusammenarbeit mit Fraunhofer Institut IWU in Dresden und Weißensee
Kunsthochschule Berlin Studienrichtung Textil-und Flächendesign

Betreuerin KHB: Prof. Dr. Zane Berzina

Betreuer IWU: André Bucht, Kenny Pagel, Christoph Eppler, Wolfgang Zorn

Januar 2014

Architektur und Bionik

Seit jeher sind Architektur und Fassade durch das Spannungsfeld Ästhetik und Funktion geprägt. Auch beim Entwurf der adaptiven Chamäleon-Membran geht es um eine Synthese dieser beiden Aspekte. Wird das Haus traditionell und etymologisch als etwas Starres, Schutzgebendes, Bedeckendes angesehen, versuchen moderne Konzepte, ein neues Verständnis von Architektur zu schaffen und die architektonische Geschlossenheit durch den Einsatz neuer Materialien und aktiver Funktionen, die vornehmlich in der Gebäudehülle integriert werden, zu überwinden. Für die Umsetzung von Integration, Multifunktionalität und Prozessabläufen dienen in der Technik und im Design oft biologische Systeme als Vorbild, die bereits optimierte Strukturen, Prozesse und ressourceneffiziente Lösungen beinhalten und sich auf technische oder auch soziale Zusammenhänge übertragen lassen. Dabei ist es das Ziel, ein zwar von der Natur inspiriertes, aber nach jeweils modifizierten Regeln funktionierendes technisches Objekt oder Verfahren zu entwerfen, das auf seine Weise auf gegebene Herausforderungen reagiert.

„dynamisch an die Umgebung anpassen, wie das Chamäleon“



Quelle: <http://www.allfons.ru/pic/201112/1366x768/allfons.ru-2009.jpg>

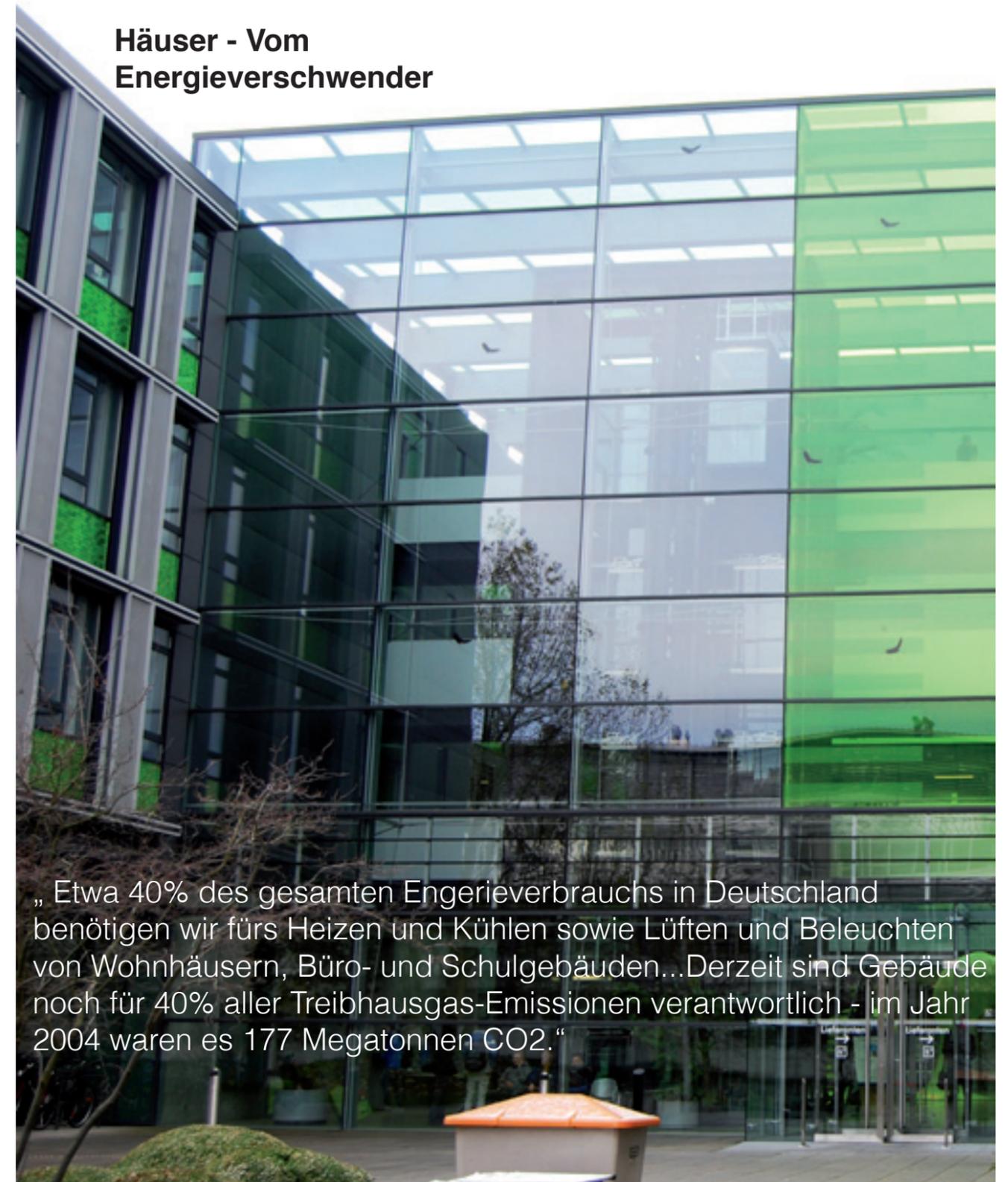
Funktion und Technik

Der Energieverbrauch von Gebäuden, insbesondere von Bürogebäuden und öffentlichen Gebäuden, beläuft sich immer noch auf über 40 % des gesamten Energiebedarfs für Lüftung, Klimatisierung, Heizung und Beleuchtung. Besonders bei „Concrete Buildings“, Vorhangfassaden, Pufferfassaden und Glasfassaden ohne integrierte Blend- und Lüftungssysteme ist der Energieverbrauch durch die großen Glasflächen enorm hoch. Um ihn zu verringern, berücksichtigen Architekten und Designer verstärkt die Möglichkeiten neuer und intelligenter Materialien zur Entwicklung selbstregulierender Fassaden an der Verbindungsstelle zwischen Innen und Außen. Als klimasensitive Membran reagieren sie selbständig auf wechselnde Wetterbedingungen und verbinden den Schutz vor Außeneinflüssen mit einem optimierten Energiemanagement.

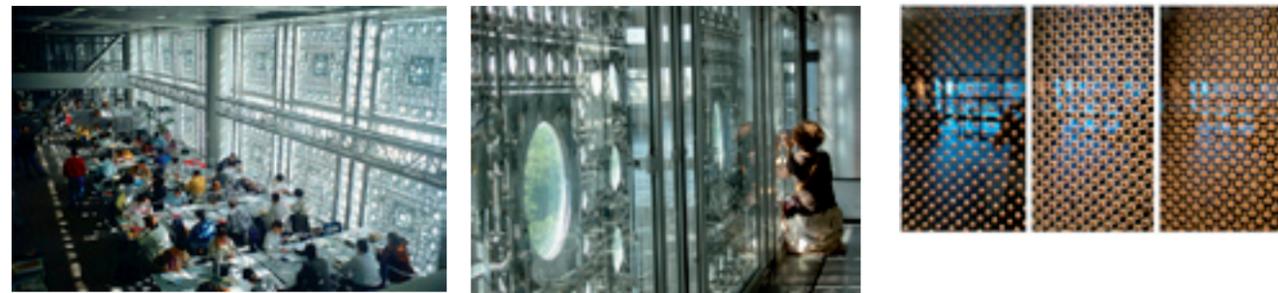
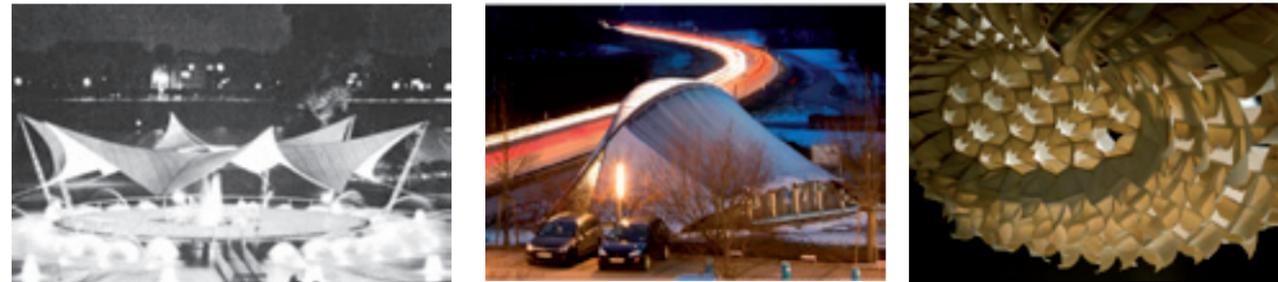
Die Chamäleon-Membran, die in Anlehnung an die Haut des Chamäleons entwickelt wurde, zielt darauf, durch Farbveränderung intensive Sonneneinstrahlung zu reflektieren und Überhitzung im Innenraum zu vermeiden. Sie funktioniert dabei autonom, ohne externe Energieversorgung, auf Basis von integrierten Bauteilen mit Formgedächtnislegierung, sogenannten Shape Memory Alloys, die durch

Wärmeenergie aktiviert werden. Das Material setzt sich aus Nickel und Titan zusammen und nimmt aufgrund molekularer Veränderungen temperaturabhängig zwei verschiedene Formzustände an. Es bietet die Möglichkeit, festgelegte Bewegungen energieautark, lautlos und in einer hohen Anzahl an Zyklen (100.000 und mehr) auszuführen, für die sonst aufwändige motorisch betriebene Anlagen benötigt würden, und kann dadurch gegenüber konventionellen Lösungen auch zu deutlichen Kosteneinsparungen führen. Die Chamäleon-Membran ist vorzugsweise für großflächige Verglasungen konzipiert und kann dort ohne großen Aufwand nachinstalliert werden.

Häuser - Vom Energieverschwender



„Etwa 40% des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland benötigen wir fürs Heizen und Kühlen sowie Lüften und Beleuchten von Wohnhäusern, Büro- und Schulgebäuden...Derzeit sind Gebäude noch für 40% aller Treibhausgas-Emissionen verantwortlich - im Jahr 2004 waren es 177 Megatonnen CO₂.“



1. Reihe: Links: Frei Otto (1925) / Sternwalledach Tanzzelt; Mitte: Denkendorfer Textil Innovationszentrum / Eisbärpavillon, Rechts: HygroScope / Achim Menges in Kollaboration mit Steffen Reichert Institute for Computational Design Transsolar Climate Engineering
 2. Reihe: Links: Showroom Kiefer Technic von Ernst Giselbrecht + Partner; Rechts: Homeostatic Facade System von Decker Yeadon
 3. Reihe: Links: Institut Arabe du Monde, Fassadengestaltung von Jean Nouvel; Rechts: Adaptive Fritting (Harvard GSD) von Adaptive Building Initiative / Hoberman
 4. Reihe: Links: Smart Flex -Formgedächtnisdraht; Mitte: FG-Bleche; Rechts: FG-Zugfeder

Design: Form follows Environment

Nach dem Prinzip Form Follows Environment passt sich die Chamäleon-Membran optimal an die jeweils aktuellen tageszeitlichen und jahreszeitlichen Witterungsbedingungen an und vermittelt wie ein natürlicher Mechanismus zwischen den Bedürfnissen der Menschen und ihrer gegebenen Umwelt.

Marktanalyse

Lösungen für adaptive Fassadenschattierungen, die sich jahreszeitlich und geographisch den Anforderungen anpassen

Nouvel wurde 1989 für die Gestaltung des Instituts mit dem angesehenen Aga Khan Award for Architecture ausgezeichnet. An der südlichen Fassade wird der Einfall des Sonnenlichts durch tausende Irisblenden hinter der Glasfassade reguliert, die sich computergesteuert stufenlos öffnen und schließen. In diesen kunstvollstrukturierten und in gleichmäßiger Reihung angeordneten Blenden griff Nouvel auf das Motiv der Maschrabiyya aus der arabischen Architektur zurück und erreichte damit eine Synthese aus traditioneller Ornamentik und High-Tech-Architektur. Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Institut_du_monde_arabe

Homeostatic Facade System von Decker Yeadon
 If those swirling lines are panels of a dielectric elastomer wrapped over a flexible polymer core. A silver coating on the elastomer distributes an electrical charge across its surface causing it to deform. When excessive loads of sunlight land on it, it expands, creating shade inside the building. Quelle: <http://www.treehugger.com>

The Adaptive Building Initiative, with design assistance from Hoberman Associates, created for Harvard University Graduate School of Design a dynamic installation that premiered ABI's original invention, Adaptive Fritting™. Adaptive Fritting™ builds on the practice of standard fritting with the addition of real-time dynamic motion via motorized control. The installation at Gund Hall uses six motorized Adaptive Fritting™ panels, comprising a 1.2m by 7.2m window, housed within a curved wall. These panels are programmed to form a dynamic field where light transmission, views, and enclosure continuously adapt and change. As the panels transform, the visual effect is of sparse dots blossoming into an opaque surface.

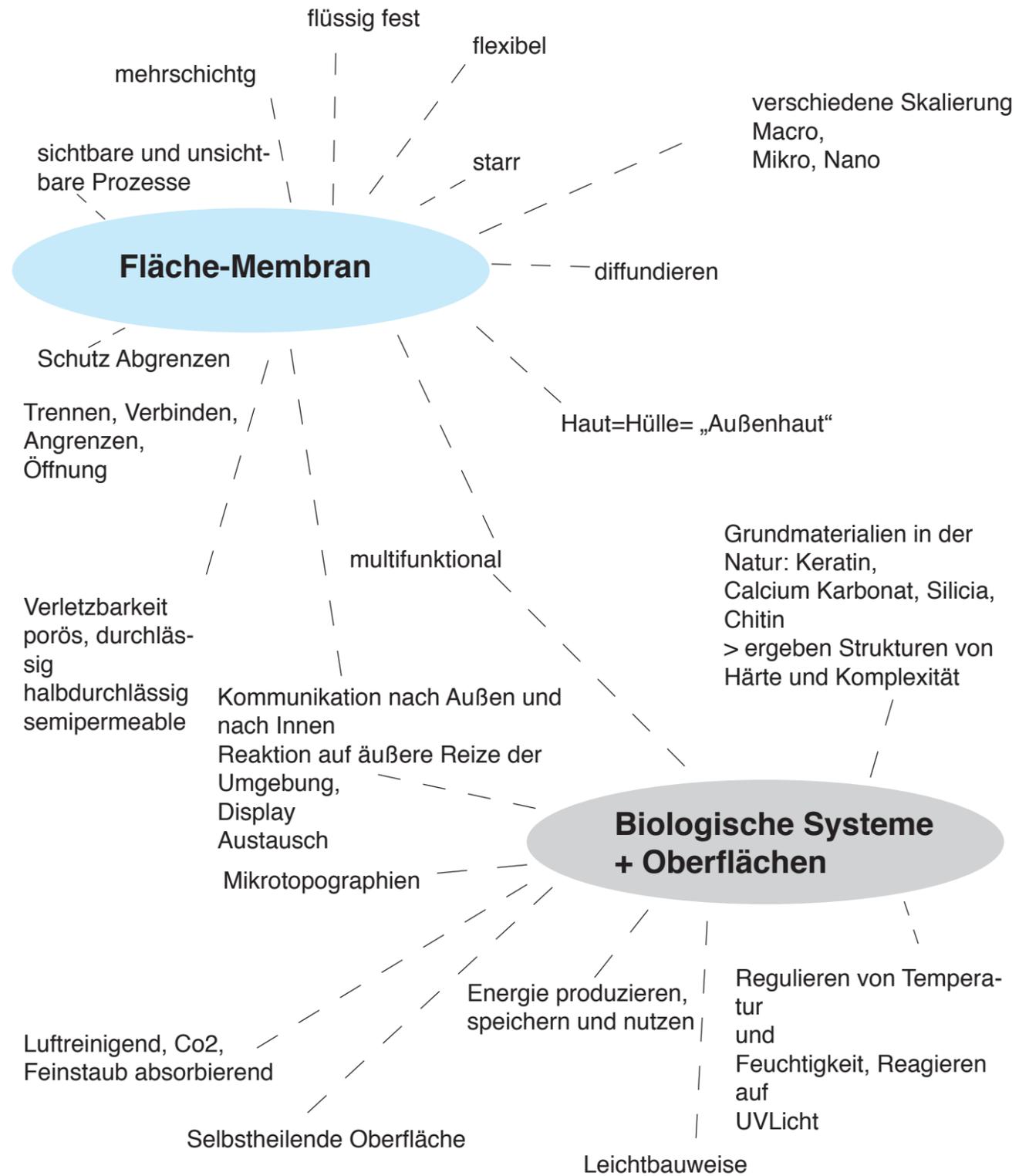
Materialrecherche „Metalle erinnern sich“

Smart Material - Formgedächtnislegierung FGL, englisch shape memory alloy, Abkürzung SMA

Werkstoff:
 NiTi (Nickel-Titan, Nitinol)
 NiTiCu (Nickel-Titan-Kupfer)
 Vorteile von FGL-Aktoren:
 • wandeln Wärmeenergie in mechanische Arbeit um (Haupteigenschaft)
 • geräuschlos
 • geringerer Bauraum
 • einfacher Aufbau

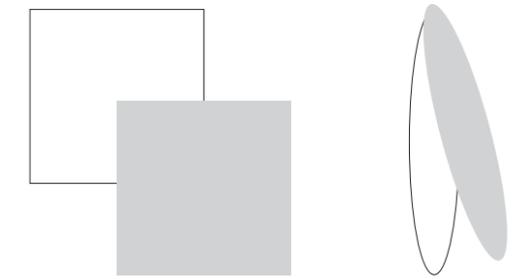
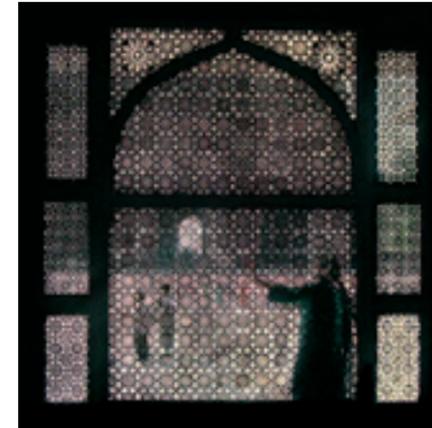
- geringeres Gewicht
- geringerer Energieverbrauch
- geringere Kosten

Thermische Aktivierung des FG-Aktors:
 • Widerstandserwärmung
 • Induktive Erwärmung
 • Externe Heizelemente
 • Adaptive Temperaturänderung durch Umgebung (z.B. Luft, Wasser)
 2% Verkürzung des Drahtes beim Einsatz von 100.000 Zyklen und mehr



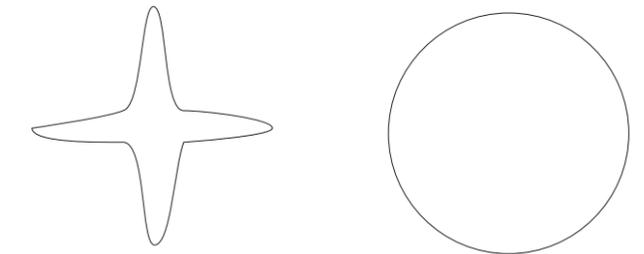
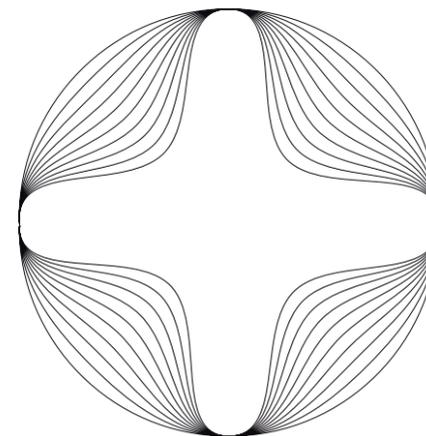
Inspiration und Ansatz technischer Umsetzung

Mashrabiya



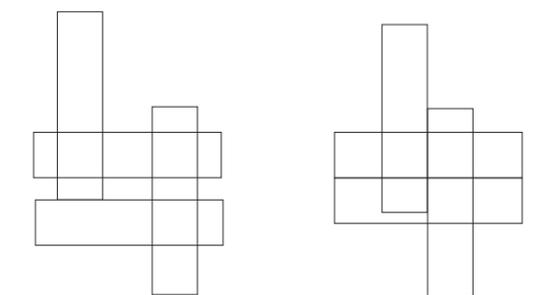
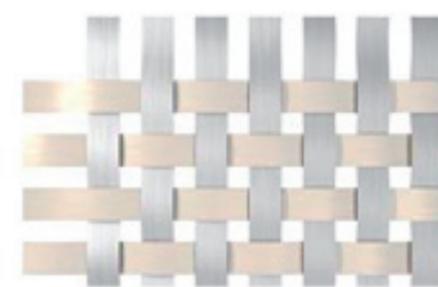
translatorische Bewegung bzw. Bewegung exzentrische Bewegung

Morphing



trainiertes FGL

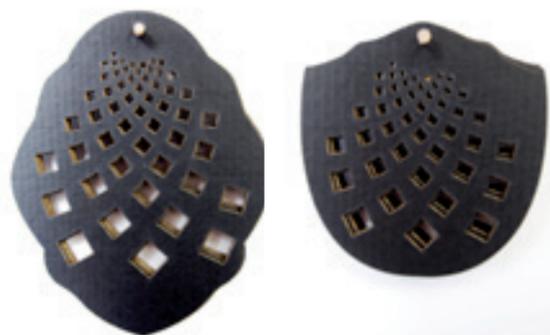
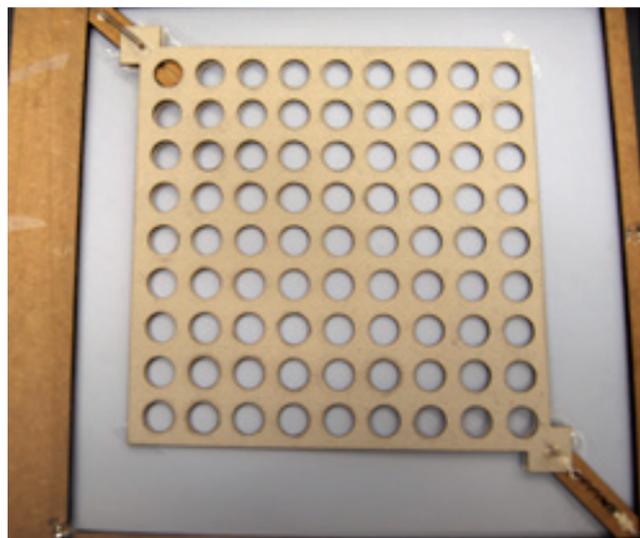
Aktives Gewebe



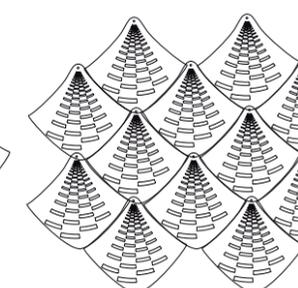
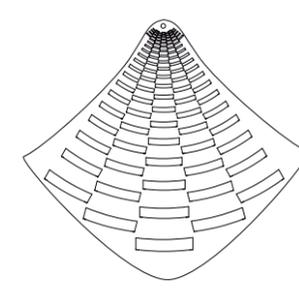
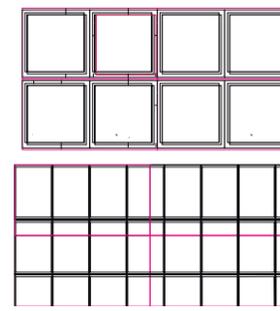
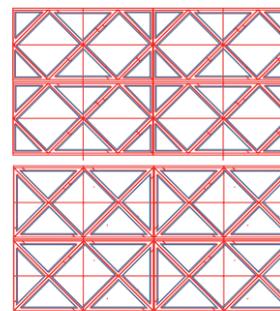
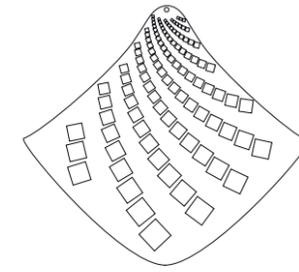
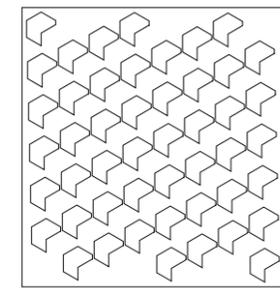
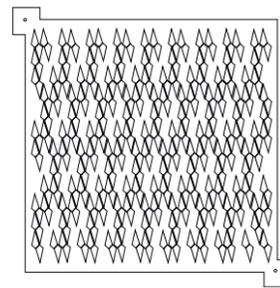
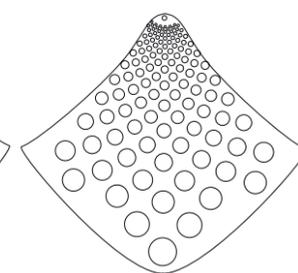
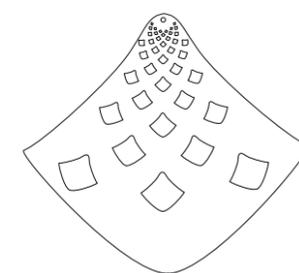
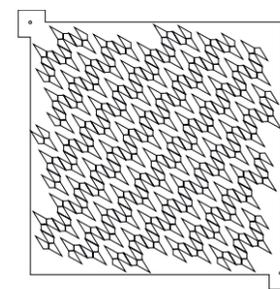
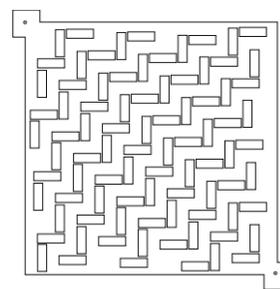
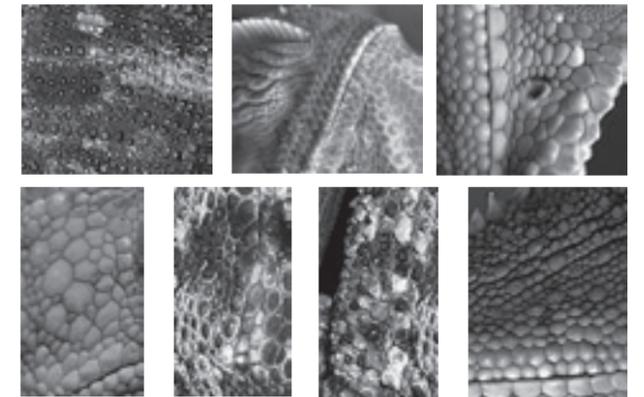
FGL antagonistisch, lineare Bewegung, manipuliertes Garn



Arbeitsprozess



Formfindung Inspiration



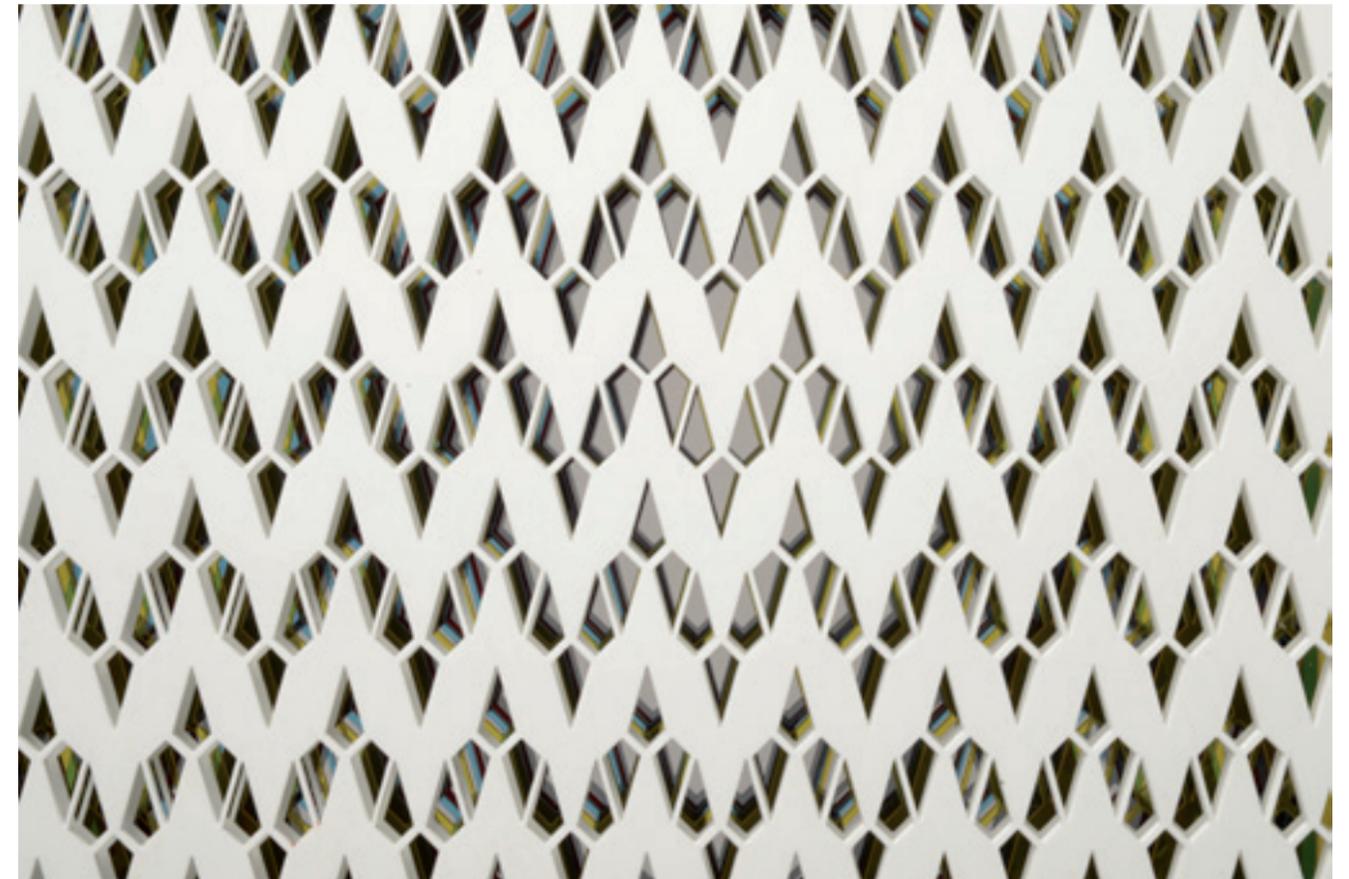
Funktionsweise

Die Chamäleon-Membran setzt an der dem Chamäleon eigenen Funktion des Farbwechsels bei Veränderung der Sonneneinstrahlung bzw. Temperaturveränderung an. Die Rolle der in den verschiedenen Ebenen eingelagerten Pigmentzellen der Chamäleonhaut wird hier von farbigen Fassadenelementen übernommen, die – in einer Übertragung der neurophysiologischen Mechanismen des Dehnens und Zusammenziehens der Muskelzellen – mit Hilfe der Formgedächtnislegierung zueinander verschiebbar sind. Hohe Temperaturen bzw. Überhitzung führen dazu, dass sich die aus den Elementen gebildete, sonst teilweise offene Fläche komplett schließt. Neben der Aufgabe der Temperaturregelung fungiert die Oberfläche auch als ein variables Display, das mit seiner Umgebung kommuniziert.

Ästhetik der gestalterischen Arbeit

Die Gestaltung der Membran spiegelt ihre bio-nische Herkunft auch ästhetisch wider, indem sie das in der Chamäleonhaut als natürlichem Vorbild gegebene Muster abstrahiert, wobei die ornamentalen Elemente gleichzeitig auch aus ihrer technischen Funktion abgeleitet sind. Die Gebäudehülle macht damit ihre Idee und Funktion unmittelbar lesbar und erzeugt ein sinn- und identitätsstiftendes Moment, das für eine intelligente und interaktive Beziehung zwischen Architektur und Natur steht. Die aktiv reagierende Ornamentik relativiert so in mehrfacher Hinsicht die reine Abstraktion der modernistischen Glasfassade, die der Außenwelt ein abgeschlossenes System entgegengesetzt, das nur unter Aufbringung hoher Ressourcen betrieben werden kann.

Im Inneren des Gebäudes ist die ästhetische Wirkung noch intensiver, da das einfallende Licht den Raum selbst in ein kontinuierliches Licht- und Farbspiel taucht. Mit ihren Bewegungen erzeugen die transparenten und transluzenten Scheibenelemente in den Grundfarben Weiß, Gelb, Rot, Blau und Schwarz, analog zum Vorbild des Chamäleons und seiner Farbpigmentschichten, immer neue Farbüberlagerungen. Es entsteht eine Atmosphäre, in der sich natürliche und technische Umwelt verbinden und die dynamische Beziehung zwischen Innen- und Außenraum sinnlich erlebbar wird.

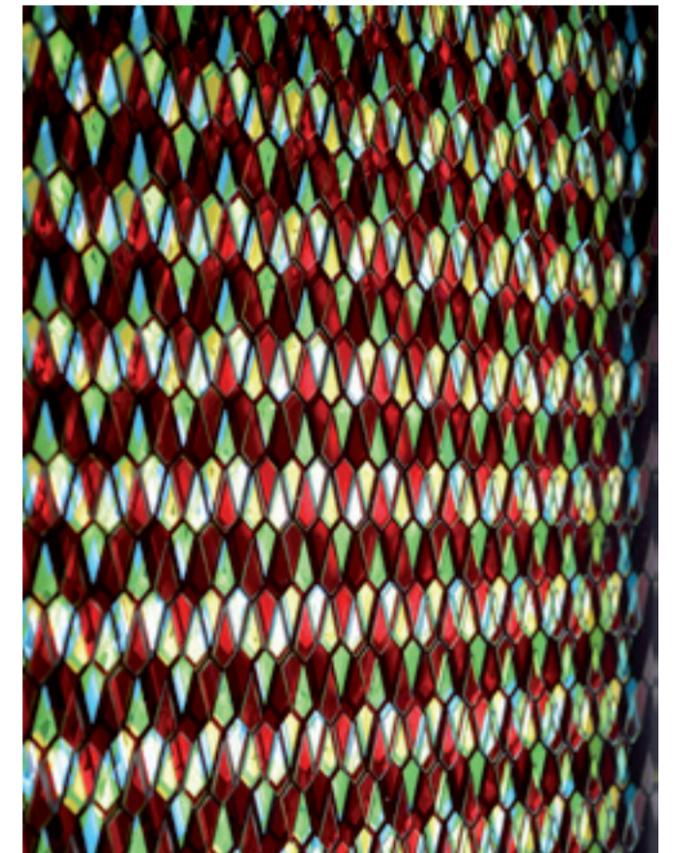


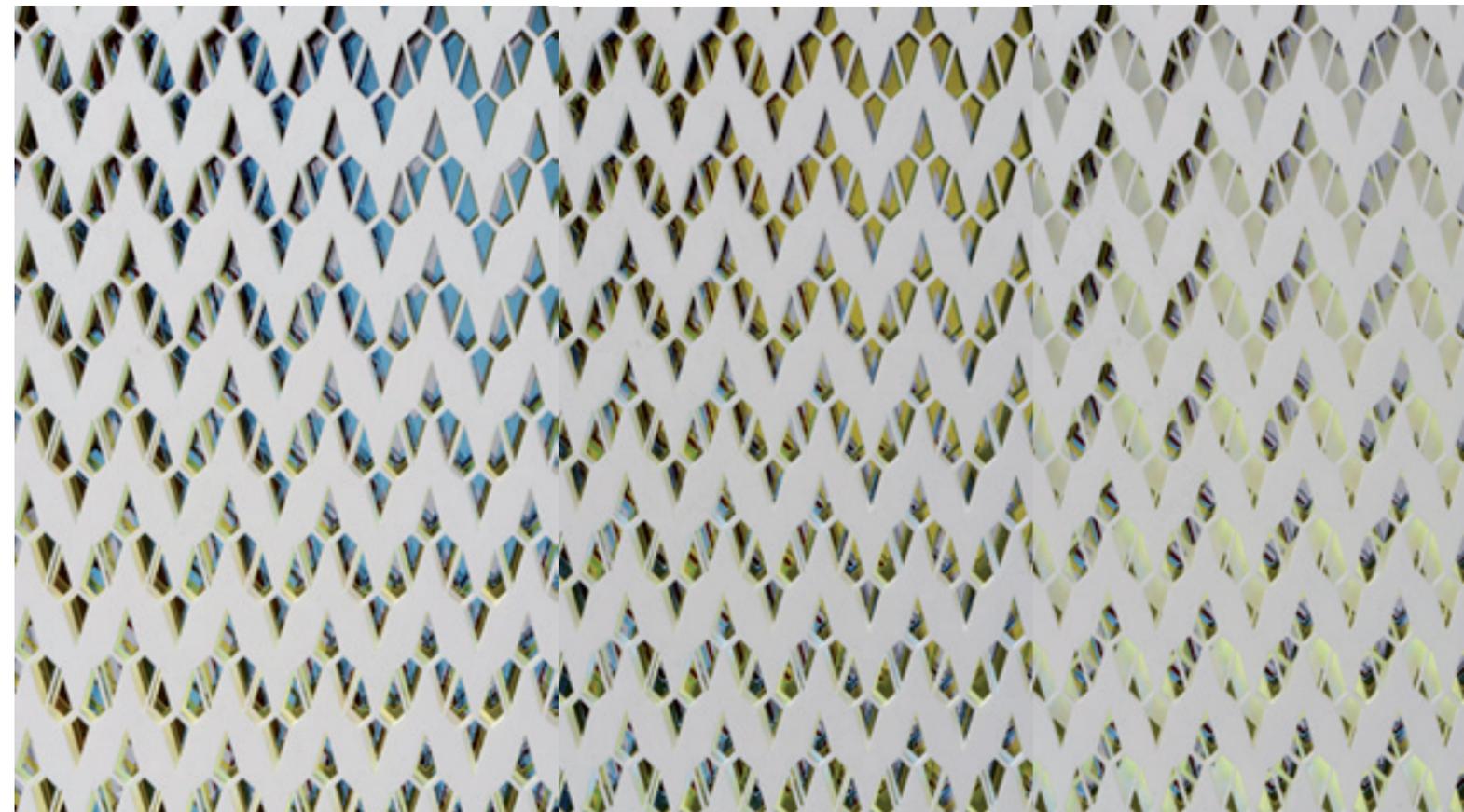
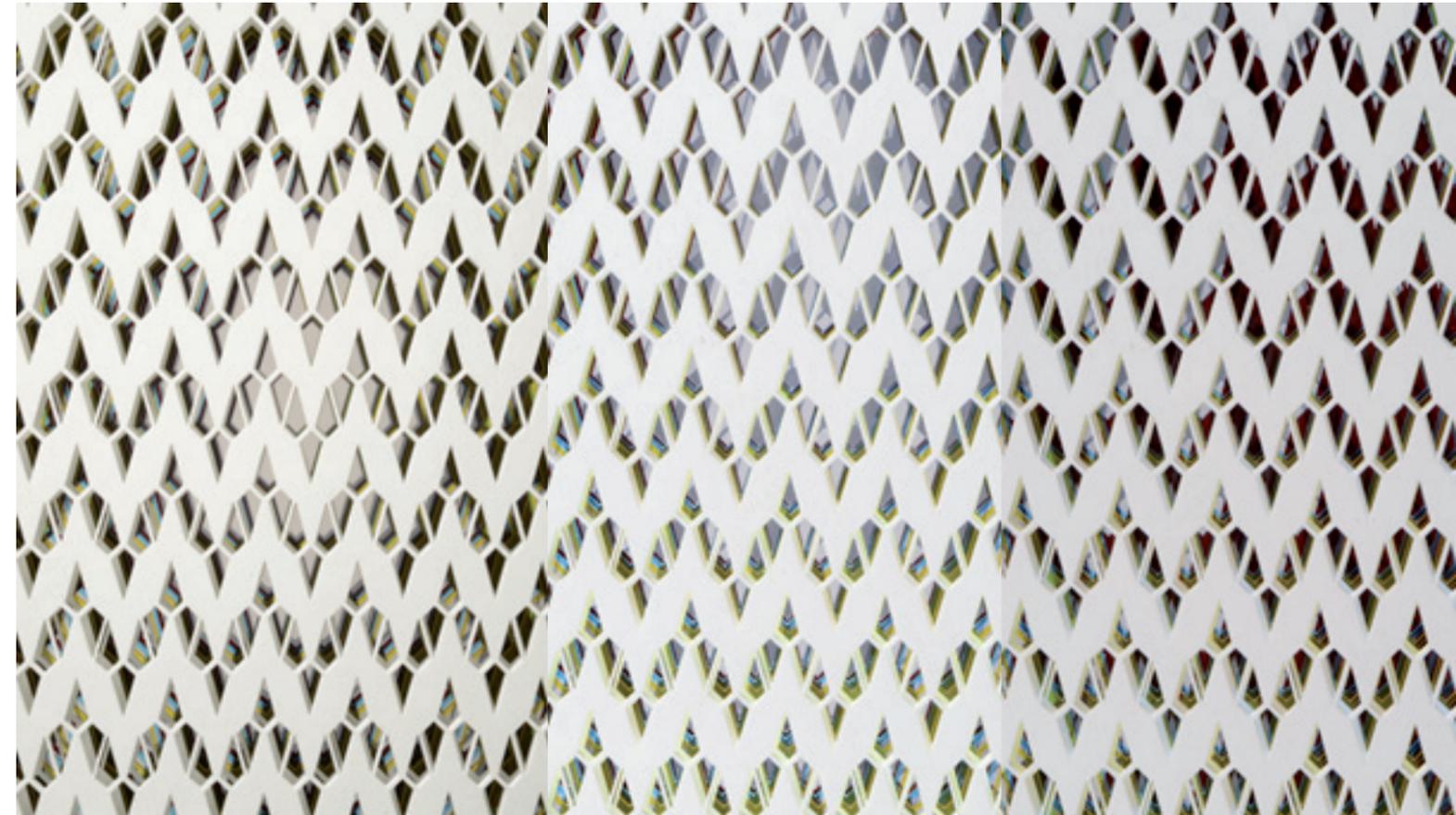
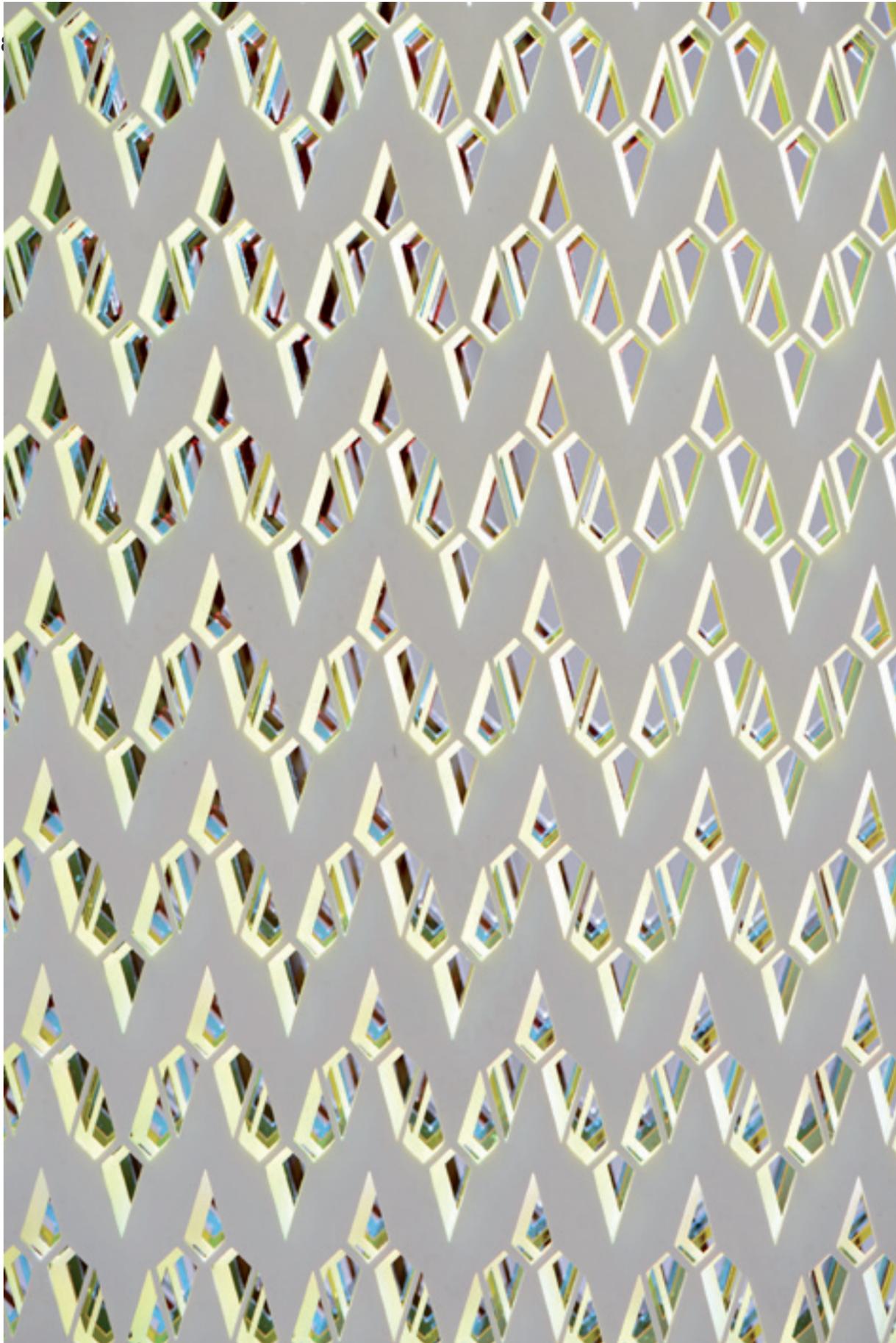


Beschreibung Membran I

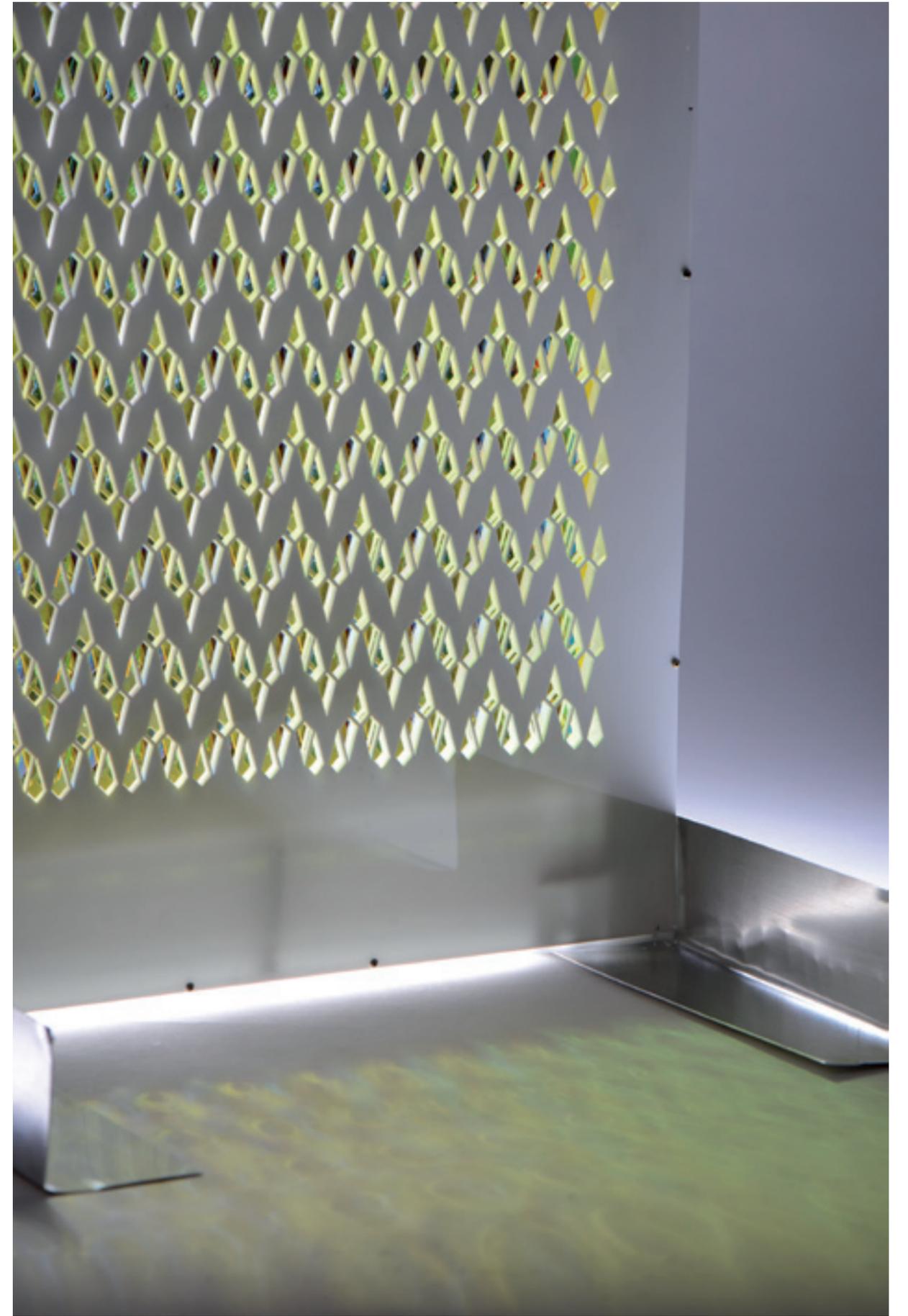
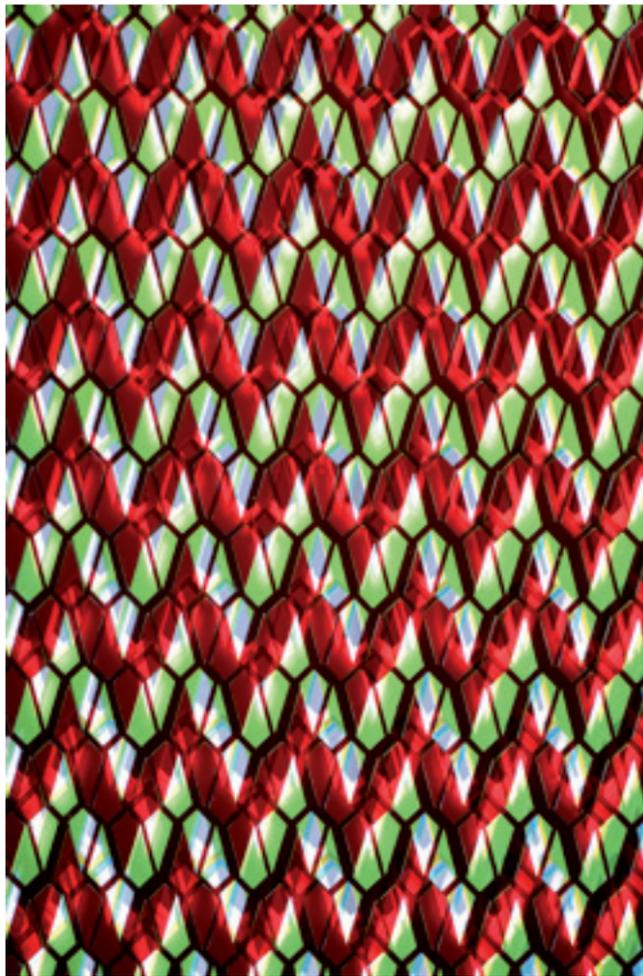
Die Chamäleon-Membran I arbeitet mit dem Prinzip der translatorischen Bewegung, wobei die verschieden farbigen Scheibenelemente durch Formgedächtnis-Zugfedern nach oben gezogen werden. Dabei werden die Öffnungen der Ornamentik durch dahinterliegende farbige Platten geschlossen. Als Rückstell-element dienen unterschiedlich vorgespannte Zugfedern, die somit eine zeitliche Verzögerung der Bewegung der Scheibenelemente bewirken.

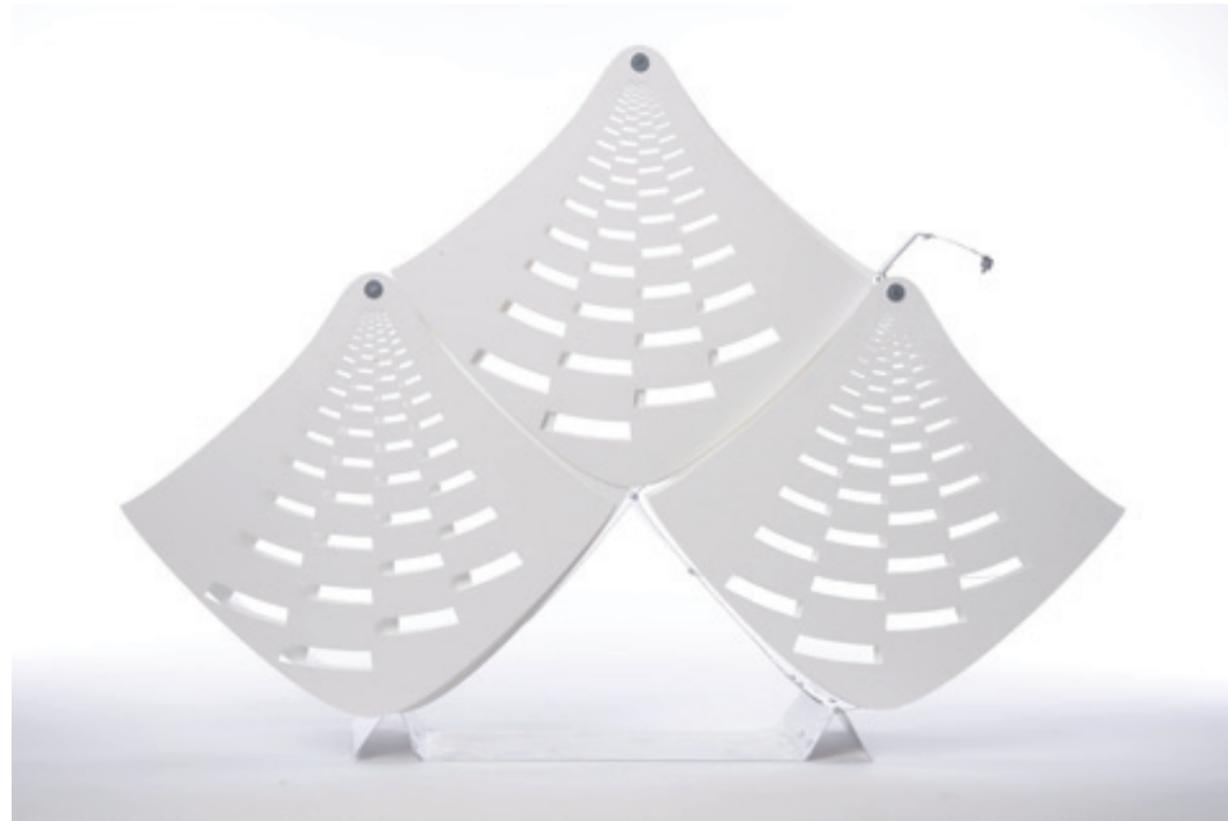
Die Fassadenmodule können individuell an Fenstergrößen angepasst werden und funktionieren im Hoch- wie auch Querformat. Sie können partiell oder vollflächig an der Fassade hinter Glas bzw. in Zwischenverglasungen angebracht werden. Dabei arbeiten die Fassadenmodule voneinander unabhängig, sodass je nach Tages- und Jahreszeit und auch je nach Gebäudeseite (Nord, Süd, West, Ost) unterschiedliche Zustände der reaktiven Flächen zu sehen sind.





Je nach Grad der Erwärmung bewegen sich die farbigen Platten versetzt, 1. Platte Grau, 2. Platte Rot, 3. Platte Blau, 4. Platte Gelb, die 5. Platte ist weiß transluzent und verschließt somit die Öffnungen





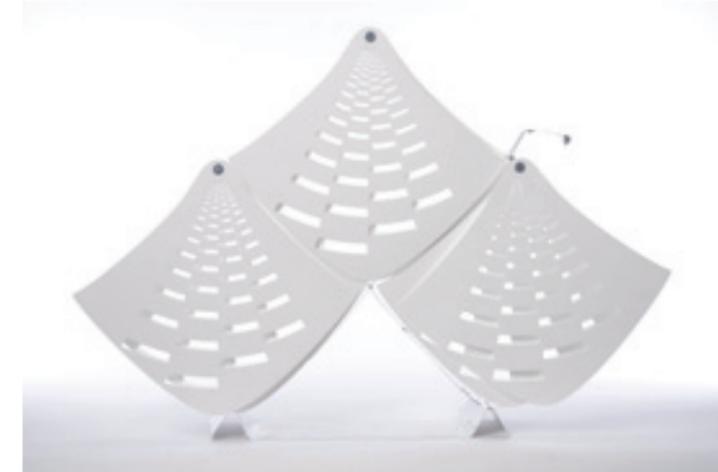
Ausgangsposition Modul geöffnet



FG-Aktor erwärmt, sodass die Öffnungen des Moduls geschlossen werden



Detail: FG-Aktor Aufhängung mit Federstahl



verschiedene mögliche Szenarien bei Erwärmung, teilweise unterschiedliches Verschieben der Module bis vollständiges simultanes Verschieben

Beschreibung Membran II

Die Chamäleon-Membran II basiert auf der exzentrischen Bewegung. Die Module in Form von Chamäleonschuppen können einzeln durch Wärmeeinwirkung angesteuert werden. Oberhalb der Drehachse befindet sich das FGL-Element als Blech bzw. Draht, welches durch eine Klebeverbindung mit Federstahlblech, das als Rückstellelement fungiert, zu einem Verbundmaterial entwickelt wurde. Die exzentrische Bewegung wird durch die Gestaltung der Innenfläche mit gebogenen länglichen Rechtecken unterstützt.

Interpretation

In der zunehmenden Einbeziehung von Umgebungsprozessen in Architektur und Gestaltung drückt sich auch ein neues Verhältnis zwischen Mensch und Natur aus. Dies kommt besonders im verstärkten Einsatz aktiver, intelligenter Gebäudeelemente zum Tragen, die sowohl auf bionische Konstruktionsprinzipien wie auf neu entwickelte Materialien zurückgreifen. Durch sie kann die adaptive Gebäudehülle Chamäleon-Membran wie ein lebender Organismus mit ihrer Umgebung interagieren.

Diese neue Synthese von Technologie und biologischem System bringt dabei nicht nur eine höhere Energieeffizienz und somit wirtschaftliche Vorteile mit sich, sondern mündet auch in eine neue gestalterische Sprache, die ihre aus der Natur bezogenen Funktionen sichtbar macht und reflektiert. Unabhängig von der intelligenten Klimatisierung entsteht eine identitätsstiftende Atmosphäre, in der sich Lokalität und Prozesshaftigkeit verbinden und das Naturhafte als Schlüsselfaktor erlebbar wird. Im Inneren des Gebäudes wird der Mensch in eine hybride Natur versetzt, in der er sich bewegen und gleichzeitig in diesem neu geschaffenen Komplex positionieren kann.

Impressum

Eine Zusammenarbeit

von Fraunhofer Institut IWU in Dresden und der Weißensee Kunsthochschule Berlin

Diplomarbeit

von Madlen Deniz

Gestaltung:

Madlen Deniz
deniz.madlen@googlemail.com

Fotografie:

Madlen Deniz, soweit nicht anders gekennzeichnet

Text:

Andreas Kallfelz, Madlen Deniz,
soweit nicht anders gekennzeichnet

Druck:

Solid Earth, Berlin

April 2014

