

Dipl.-Ing. Susanne Gosztonyi
Austrian Institute of Technology, Wien

BioSkin – von der Natur lernen

Bionische Planungsansätze für Gestaltung und Engineering der Gebäudehülle der Zukunft

1 Energieeffiziente adaptive Gebäudehüllen

Aufgrund der Vorgaben zur Effizienzsteigerung von Gebäuden im Rahmen der Klima- und Energieaktionspläne [1] hat sich in den letzten Jahren vor allem die Rolle der Gebäudehülle grundlegend von einer passiven Schutzhülle zu einem aktiven Regulator der Energiebilanz eines Gebäudes gewandelt.

In modernen Gebäudekonzepten werden der Gebäudehülle nicht nur bauphysikalisch hochwertige Eigenschaften abverlangt, sondern auch selbst-adaptive Fähigkeiten zur Klimaregulation im Gebäudeinneren bis hin zur Gewinnung von solarer Energie [2]. Die Fassade steht dabei aufgrund der Komplexität, sowohl ästhetische Gestaltung, formale Bedingungen als auch funktionale Aufgaben zu vereinen, im Fokus der Entwicklungen. Mit sogenannten ‚Multifunktionsfassaden‘ wird beabsichtigt, die Fassade durch Integration von dezentralen Haustechnikkomponenten, funktionalen Bauteilen und ‚Smart Materials‘ sowie Solartechnologien fit für ihre aktive Rolle der Zukunft zu machen (Bild 1).

Multifunktionsfassaden sind im Allgemeinen jedoch mit höherem Konstruktions- und Wartungsaufwand verbunden und als High-Tech Lösungen wirtschaftlich betrachtet vorwiegend für den Markt der mittel- und hochpreisigen Neubauten bestimmt. Weiteres sind die einzelnen Bauteile und Komponenten aufgrund chemischer und mechanischer Einflüsse und Wechselwirkungen im

Verbund sowie durch den Betrieb letztendlich von unterschiedlicher Lebensdauer. Damit ist die Funktionszuverlässigkeit der Fassade mit der Lebensdauer eines Bauwerks nicht kongruent.

2 BioSkin – von der Natur lernen

2.1 Die Grundfrage nach Multifunktionalität – Adaptation – Integration

Das Leitmotiv der Grundlagenstudie BioSkin¹ war, innovative Forschungspotenziale für alternative nachhaltigere Lösungen zur Leistungssteigerung von Fassaden zu identifizieren. Ziel dabei war, bionische Potenziale aufzuzeigen, welche die additive Komponenten- und Bauteilsystematik der Multifunktionsfassade durch selbst-adaptive und integrative Konzepte ergänzen oder ersetzen könnten, um das System nachhaltig zu verbessern. Drei Hauptindikatoren für eine zukunftsfähige innovative Fassade dienten dabei als Evaluierungsinstrument:

- Integrative Multifunktionalität (Einbettung der Funktionen in ein Bauteil oder Material oder Geometrie, Material-Strukturoptimierung)

¹ „BioSkin – Forschungspotenziale für bionisch inspirierte energieeffiziente Fassadentechnologien“ wird vom AIT Austrian Institute of Technology, Energy Department, im Rahmen der Programmlinie ‚Haus der Zukunft Plus‘ durchgeführt, im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (betreut durch die Forschungsförderungsgesellschaft, der ÖGUT und dem Austria Wirtschaftsservice).

- Selbstregulierende Adaptation (Nutzung verändernder lokaler Bedingungen und Anpassungsfähigkeit durch Interaktion)
- Ressourcenschonung und Verortung (Materialökologie und -recycling, regionale Nutzung und Einsatzoptimierung von Materialien)

2.2 Methodische Herangehensweise

Für die Studie wurde das Ziel der Disziplin Bionik, von der Natur zu lernen, und deren Ansatz der Analogieforschung angewandt, welche auf Basis von exakten Fragestellungen zu Funktionsfähigkeiten passende Analogien in der Natur sucht, deren Funktionsprinzipien sondiert und deren Übertragungsfähigkeit evaluiert. Vielversprechende biologische Funktionsprinzipien werden in weiterer Folge durch mehrere Abstraktions- und Selektionsprozesse einer technischen Konzeptentwicklung zugeführt und mithilfe von Erstanalysen auf deren Machbarkeitspotenzial hin geprüft.

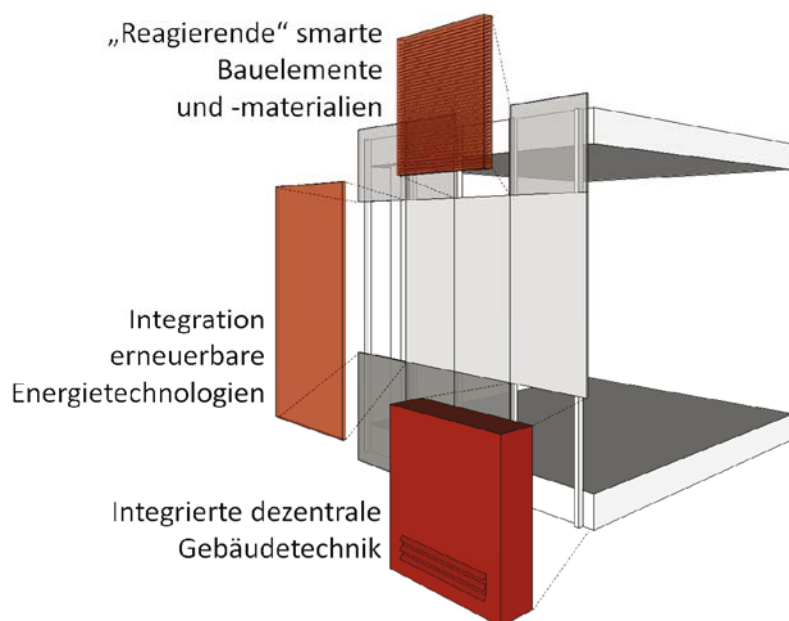


Bild 1 Prinzip Multifunktionsfassade – Integration von aktiven Komponenten (Solartechnologien, Haustechnik, Smarte Funktionsmaterialien)
[Grafik: S. Gosztanyi, AIT]

2.2.1 Phase I – Energie-Funktionen einer ‚Fassade der Zukunft‘

Als Startpunkt der Studie wurde die Fassade als physikalische Barriere, die innere und äußere Umgebung trennt und gleichzeitig ausgleichend regulieren soll, anhand von Komfortbedürfnissen und Energieeffizienzkriterien sondiert und in 37 Funktionsziele für eine fiktive „klima-adaptive energieeffiziente Fassade“ aufgeschlüsselt. Diese Funktionsziele und deren Subfunktionen wurden in eine Systematik übertragen, welche in die Hauptfunktionen ‚Licht‘, ‚Energie‘, ‚Luftfeuchte‘, ‚Luftaustausch‘, ‚Wärme‘ und ‚Kälte‘ unterteilt wurde. Die daraus entstandene Funktionsmatrix wurde für die Analogiesuche in biologischen Datenbanken aufbereitet (Bild 2).

2.2.2 Phase II – Natur als Inspirationspool für neue Lösungen

Die Aufgaben einiger biologischer Vorbilder gleichen den Anforderungen an eine Gebäudehülle in physikalischer und regulativer Hinsicht. Deren Unterschied liegt im System selbst: Biologische Organismen sind in der Lage, durch strukturelle Differenzierung eines Grundbaustoffes auf unterschiedlichen hierarchischen Ebenen auf wechselnde Bedingungen zu reagieren. Durch die permanente Kommunikation mit der Umwelt und durch Selbstorganisation dieser Strukturen kann sich ein biologischer Organismus den Umweltbedingungen kontinuierlich anpassen. Biologische Organismen und Systeme sind damit imstande, Energieinput und -output gut ausgewogen zu halten, um die geforderte Funktion zu erfüllen. Trotz schwieriger Rahmenbedingungen haben biologische Organismen in zum Beispiel extremen Klimaregionen Anpassungsstrategien entwickelt, um trotz geringstem Energieaufwand maximale Funktionalität zu erreichen. Diese Prinzipien

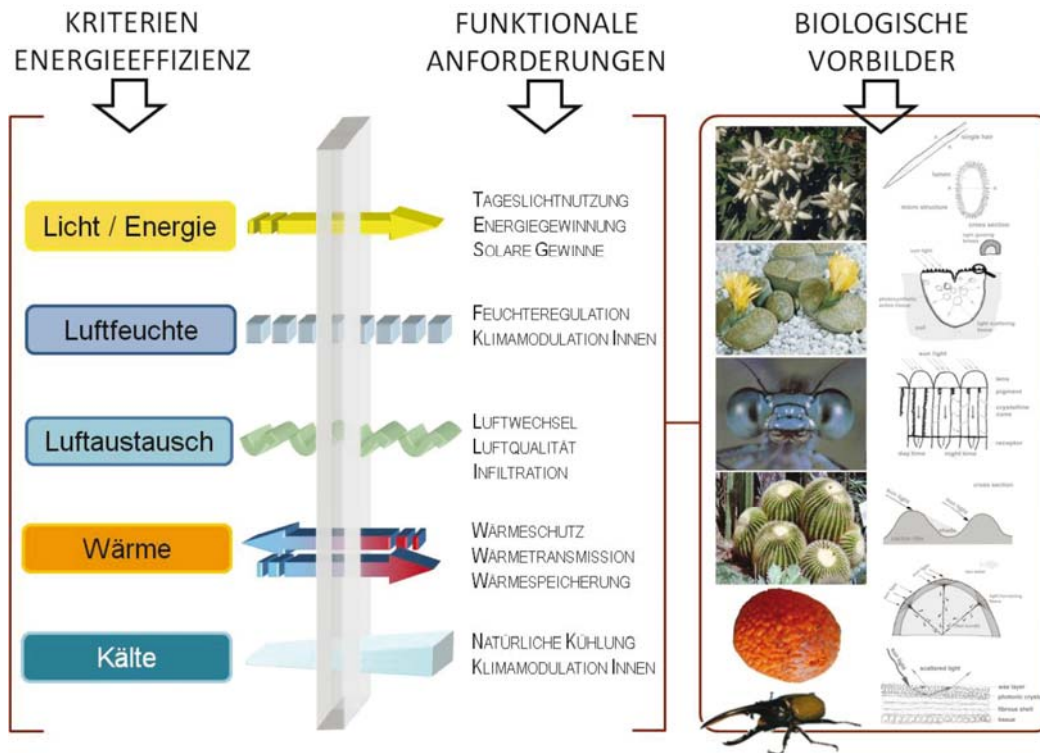


Bild 2
Funktionsziele der Fassade, welche mit Energie in direktem oder indirektem Zusammenhang stehen – Grundlage für bionische Potenzielsuche [Grafik: S. Gosztonyi, AIT]

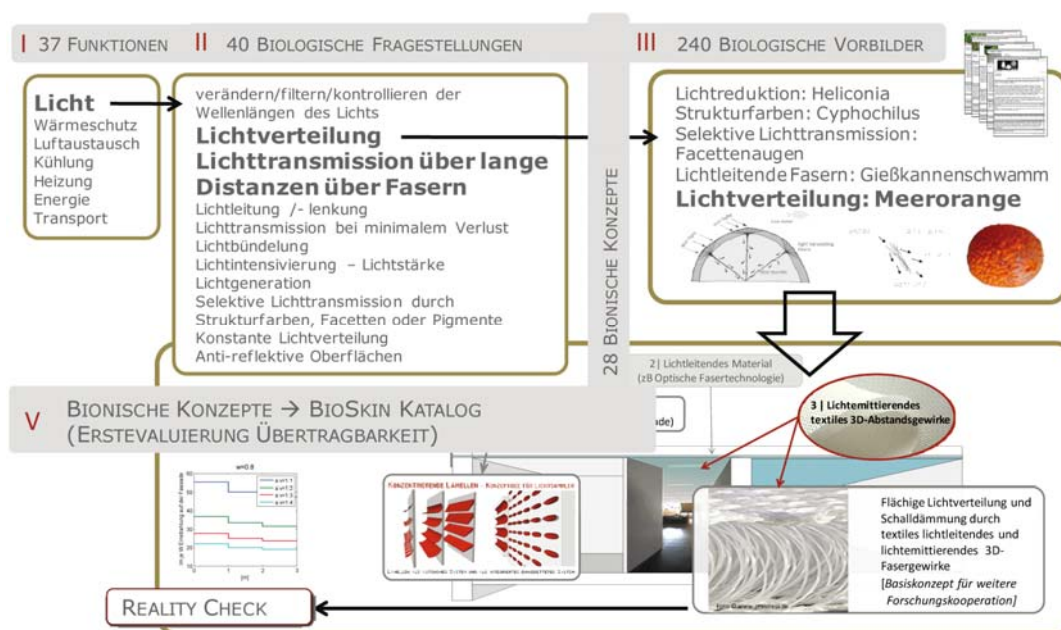


Bild 3
Beispiel aus BioSkin Forschungskatalog – Kategorie Licht. [Grafik: S. Gosztonyi, AIT]



und die große Vielfalt der Ausprägungen stellen ein enormes Potenzial dar. Für die Fragestellungen in BioSkin wurden rund 240 biologische Organismen als Funktionsvorbilder identifiziert und klassifiziert.

2.2.3 Phase III und IV – Bionische Konzepte für Fassaden

Aus dem Vorbilder-Pool wurden jene biologischen Prinzipien selektiert, welche für eine technische Übertragung auf physikalischer oder mechanischer Ebene geeignet erschienen. Daraus wurden 28 bionische Entwurfsideen für entweder ein Bauteil, einen Baustoff oder eine Gesamtlösung für die „Fassade der Zukunft“ generiert und fünf davon einer Erstanalyse unterzogen. Die Ergebnisse der Studie werden, systematisch in Katalogen und Datenblättern aufbereitet, für weitere F&E Arbeiten zur Verfügung gestellt [4].

2.2.4 Interdisziplinäre Projektentwicklung

Die transdisziplinäre Arbeitsmethodik der Bionik stellt einen wesentlichen Erfolgsfaktor für Innovation und Umsetzung von bionischen Konzepten dar. Aufgrund mangelnder Literatur für derartige transdisziplinäre Aufgaben ist ein permanenter direkter Wissensaustausch zwischen Bionik-Expert/innen und Fachexpert/innen notwendig. Der Erfolg der Grundlagenstudie BioSkin begründet daher wesentlich auf die Einbindung von international renommierten Expert/innen aus Architekturbionik, Physik, Fassadentechnik, Biologie, Materialwissenschaften und Ökologie in den Projektprozess.

3 Ausblick

Die erarbeiteten Teilergebnisse aus den einzelnen Arbeitsschritten der Studie werden in einem Online-Forschungskatalog auf der Projektwebsite [3] und als Endbericht [4] für weiterführende Forschung und Entwicklung zur Verfügung gestellt. Dazu zählen die Anforderungsprofile an die Fas-

sade der Zukunft (*principle data base*), die Sammlung potenzieller biologischer Vorbilder als Kenndatenblätter (*bionic data base*) sowie ausgewählte beispielhafte bionische Fassadenkonzepte (*case studies*).

4 Literatur

- [1] Europäisches Parlament und Rat
Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden.
Amtsblatt der EU: Richtlinie 2010/31/EU, 19.5.2010.
- [2] Deutsches Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Wege zum Effizienzhaus-Plus, Modellprojekte im Plus-Energie-Haus-Standard.
Broschüre, 2011
- [3] BioSkin Projektwebsite: <http://www.bionicfacades.net>,
Stand: 20.08.2012
(Ergebnisse werden im Sommer 2012 online gestellt)
- [4] Gosztanyi S., Judex F., Brychta M., Gruber P.
BioSkin - Bionische Fassaden, Potentialstudie über bionische Konzepte für adaptive energieeffiziente Fassaden.
Grundlagenstudie im Rahmen der österreichischen Förderprogrammlinie "Haus der Zukunft Plus", gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie.

Projektteam:

Dipl.-Ing. Markus Brychta
Dr. Florian Judex
Stefan Richter
Dr. Petra Gruber (transarch, AT)

Expert/innen-Supportteam:

Prof. Thomas Speck (Kompetenznetzwerk BioKON, Universität Freiburg, DE)
Prof. George Jeronimidis (Centre of Biomimetics, University of Reading, UK)
Dr. Susanne Geissler (Technischer Umweltschutz, Sustain, AT)
Dr. Sergio Altomonte (University of Nottingham, UK)



**Dipl.-Ing.
Susanne Gosztanyi**

Geboren am 26. Mai 1972

- 1993 – 2000 Freiberuflich tätig in Architekturbüros ATP Architects & Engineers, Arch. Prof. Wehdorn, DI Arch ETH Mathis Barz, Arch. DI Michael Thajer, Arch. Maximilian Hein, ZOOMva, Wien, Österreich
- 1995 Mitarbeit, Sanierung historischer denkmalgeschützter Bauten, Hobart & Heron Architects, Belfast, Nordirland
- 1997 Assistenz Örtliche Bauaufsicht für Siedlungsentwicklung für 200 Appartements, INVEC Ltda, Ibague, Kolumbien
- 1990 – 2000 Studium der Architektur & Raumplanung, Technische Universität Wien, Österreich
- 2002 – 2003 Planung großvolumiger Gewerbe- und Bürobauten, Architekturbüro SCR Architects, Sydney, Australien
- 2007 Weiterbildung im Masterlehrgang ‚Klima-Engineering‘: Bauphysik, Thermische Gebäudeoptimierung, Gebäudetechnik, Donau-Universität Krems, Österreich
- 2000 – 2006 Unternehmerin, su:ZONE DESIGN, Projektierung & Planung von ökologischem Bauen, Wohnen und Sanieren
- 2005 Gewerberechtliche Befähigung für Gewerbe „Technisches Büro – Ingenieurbüro“, Wirtschaftskammer Österreich
- seit 2005 Scientist und Projektmanagerin, AIT Austrian Institute of Technology, Energy Department, Sustainable Building Technologies: Gebäudekonzepte, Fassaden, Bionik
- seit 2009 Doktoratstudium, Technische Universität Wien, Centre of Biomimetics, University of Reading: “Bio-inspired building skins - Analyses of the utilization potential of biomimetic principles for climate-adaptive energy efficient facades”