



# FORUM

01  
JAN.11

DIE ÖSTERREICHISCHE FACHZEITSCHRIFT FÜR BAUKULTUR | P. b. b. Verlagspostamt 1050 Wien Zul. Nr. GZ 02Z030751 W | 2,80 € | # 398 | 24. Jänner 2011



Adaptive Materialien und „intelligente“, computergesteuerte Objekte bieten viele neue Einsatzmöglichkeiten in der Architektur und der Bauwirtschaft. Illustration: Jadric Architektur ZT GmbH

## PV auf dem Vormarsch

Zwei Umfragen zum Thema Wirtschaftlichkeit von Photovoltaikanlagen (PV) sind dieser Tage in die Redaktion geflattert. Sowohl das Freiburger Fraunhofer-Institut ISE als auch das Traunsteiner Photovoltaikzentrum kommen dabei zum Schluss, dass die Kosten bei PV-Anlagen vor allem im Vergleich zu anderen Technologien signifikant gesunken sind. So betrug der Preis für eine schlüsselfertige Photovoltaikanlage im Jahr 2010 durchschnittlich 2.740 Euro netto je installiertem Kilowattpeak. Das entspricht einer Preissenkung von rund 20,58 Prozent gegenüber dem Vorjahr. Und so wurden entgegen allen Unkenrufen der PV-Gegner und trotz einer deutlichen Tariffkürzung in der Bundesrepublik zwischen sieben und acht Gigawatt Photovoltaikleistung allein im vergangenen Jahr installiert. International erlebt die PV-Industrie Zuwachsraten von mehr als 30 Prozent. Nachvollziehbar, dass die heimische Branche angesichts folgenden Umstands rebellierte: Denn trotz steigender Nachfrage auch hierzulande ist das Förderkontingent für Photovoltaikanlagen über fünf Kilowattpeak inklusive des Jahres 2019 bereits ausgeschöpft. Heißt im Klartext: Wer heute einen Antrag auf Tarifförderung für eine PV-Anlage stellt, wird für das Jahr 2020 eingereiht! Kein Wunder also, dass der Bundesverband Photovoltaic Austria (PVA) die bereits mehrfach von Wirtschaftsminister Reinhold Mitterlehner erwähnte Deckelung von Photovoltaik in der Novelle des Ökostromgesetzes mit Nachdruck einfordert.

Kommentar von Dominique Platz

**SMART UND INTELLIGENT GENANNTEN MATERIALIEN UND SYSTEME IN DER ARCHITEKTUR.** Die technischen Begriffe „smart“ und „intelligent“ haben sich im allgemeinen Sprachgebrauch bereits durchgesetzt, auch wenn kein allgemeiner Konsens über die Bedeutung dieser Termini existiert. Unser technischer Wortschatz ist wieder reicher geworden: Smartphones, intelligente Häuser, Formgedächtnis-Legierungen, Nanotubes, Mikroroboter, selbstheilende Materialien, Phase Change Materials (PCM), extreme Textilien, auf Licht empfindliche und reagierende Gläser, Thermochromefarben gehören alle zu jenem Highend-Bereich technischer Errungenschaften, deren Interaktion mit ihrer Umgebung als „smart“ oder „intelligent“ bezeichnet werden kann. Auch Architekten bewegen sich immer mehr in diesem spannenden Feld der Innovationen. Die mit E-Technologien aufgewachsene Benutzergeneration ist schon längst reif für „intelligente“ Produkte, Räume, Gebäude und Umgebungen.

von Mladen Jadric

## WARUM SOLLTE SICH ARCHITEKTUR FÜR SMARTNESS ODER INTELLIGENZ INTERESSIEREN?

Bei der Nutzung moderner Verkehrsmittel fällt es heute kaum noch auf, dass deren reibungsloses Funktionieren einer hochentwickelten Regelungstechnik bedarf. Wir vertrauen den Ingenieursleistungen so weit, dass wir ihnen Aufgaben wie Beobachtung, Kontrolle und Anpassung auf Außenumstände überlassen. Selbst ständig mit unseren Smartphones unterwegs, nehmen wir bereits als Selbstverständlichkeit hin, dass die modernen Telekommunikationsnetze unsere Erde wie ein feines „Myzelium“ umwoben haben. Der weltweite Zugang zum Internet und zu Informationen ist fester Bestandteil unsere Zivilisation.

In den Triebwerken und Rümpfen moderner Flugzeuge eingebaute Sensoren, welche auf mechanische, thermische oder che-

mische Veränderungen reagieren, liefern mitunter lebenswichtige Informationen für das Funktionieren des Gesamtsystems. Die Daten werden erfasst und verarbeitet, bei Bedarf kann vom Cockpit oder vom Expertencenter am Boden rechtzeitig reagiert werden. Auf diese Weise prüfen die Techniker von Rolls-Royce Tag für Tag 8.000 bis zu 10.000 Triebwerke per Satellit, um deren reibungsloses Funktionieren sicherzustellen. Das ist nur eines der Beispiele, wie die integrierte „Intelligenz“ im Bereich der Hochtechnologien schon längst zur Reduktion von Energieverbrauch, Material, Volumen und Gewicht geführt hat. Könnte das ein Vorbild für Architekten und Bauingenieure werden? Wenn uns das helfen kann, die Sicherheit der Gebäude und ihrer Bewohner zu erhöhen, die Energieeffizienz zu verbessern, neue Aspekte der Interaktivität und Kommunikation der Nutzer mit dem Bauwerk und untereinander zu ermöglichen, die

**NEMETSCHKE Allplan**  
Informationen zu Nemetschke Allplan finden Sie auf [www.entdecke-allplan.at](http://www.entdecke-allplan.at)

Mit Sicherheit gute Beratung.  
[www.sefra.at](http://www.sefra.at)

Fachliche Kompetenz:  
**glas**  
Österreichische Fachzeitschrift für Glasbe- und -verarbeitung  
[www.bauforum.at](http://www.bauforum.at)

**bauzzeitung** JETZT NEU!  
Fordern Sie noch heute Ihr kostenloses Probeexemplar an unter: [probeexemplar@wirtschaftsverlag.at](mailto:probeexemplar@wirtschaftsverlag.at)

# FORUM 01/2011

## Lofts in der Fabrik



Die ehemalige Ankerbrotfabrik wird saniert, soll künftig Lofts für Büroflächen beherbergen und bietet auch Platz für Kultur.

PLANEN

Bericht auf Seite 9

## Gesamt-Schule



Im niederösterreichischen Deutsch-Wagram entstehen ein Oberstufenrealgymnasium und eine Hauptschule unter einem Dach.

BAUEN

Bericht auf Seite 17

## Holzbau



Ein 30-geschoßiger Prototyp soll beweisen: Im mehrgeschoßigen Holzbau sind die Grenzen nach oben hin noch lange nicht erreicht.

THEMA

Bericht auf Seite 25

# Intelligent Design

Fortsetzung von Seite 1

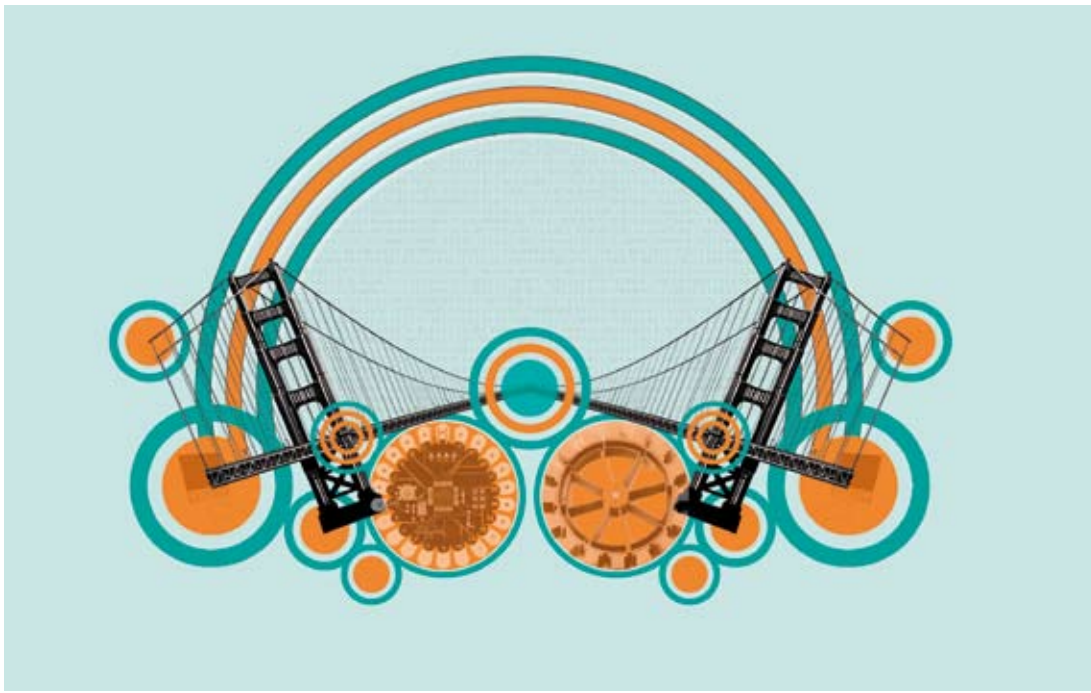
Lebenszykluskosten der Gebäude und Materialien zu optimieren, sollte man sich nicht dagegen sperren.

## DEFINITION UND CHARAKTERISTIKA

In der Entwicklung von neuen Werkstoffen und Systemen mit integrierter Intelligenz finden wir die dominierenden Themen der globalen Gesellschaft wieder: Energie-, Material-, Volumen- und Gewichtsreduktion, bei erhöhter Sicherheit, erhöhtem Widerstand gegen Umwelteinflüsse und weiters die durchgehende Kontrolle über den gesamten Lebenszyklus. Die Bauindustrie zeigt dabei großes Interesse an Materialien, die seit Jahren primär im Flugzeug- und Automobilbau und in der Medizintechnik eingesetzt werden. Zur Erläuterung sehen wir uns zwei verwandte Gruppen an:

1. Adaptive Werkstoffe bieten neue Einsatzmöglichkeiten wie beispielsweise formveränderliche Produkte, pseudomuskuläre Materialien (elektroaktive Polymere), selbstheilende Verbundwerkstoffe, magnetorheologische Fluide, die elektrische, akustische und thermische Eigenschaften der Suspension kontinuierlich ändern können. Es ist auch möglich, mehrere Materialien mit smarten Eigenschaften zu kombinieren.

2. Komplexe Ingenieursysteme setzen auf Informationsaustausch und -kontrolle – innovative Haustechnik, die unter Einsatz von Sensoren Bauteile miteinander vernetzt und deren Daten durch Computersysteme ausgewertet. Da dies zwingend eine maschinelle Verarbeitung der Daten einschließt, könnte man hier über „intelligente Systeme“ reden.



Eingebaute Sensoren, welche auf mechanische, thermische oder chemische Veränderungen reagieren, warnen von Überladung, Korrosionsgefahr a. Ä. Illustrationen: Jadric Architektur ZT GmbH



Beliebige Objekte werden zu intelligenten Gegenständen, wenn sie mit Sensoren, Aktoren und Computern ausgestattet sind.

Die erste Gruppe bezeichnet man in Regel als „smart“, weil sich ihre optischen, mechanischen, elektrischen, magnetischen oder sogar biologischen Eigenschaften unter Einfluss einer externen Anregung verändern können. Dabei verändern sich die Eigenschaften des Materials in eine programmierte Richtung und kehren in den Ausgangszustand zurück, sobald die Anregung wegfällt. Die bereits entwickelten und eingesetzten Werkstoffe wirken selbstreinigend, selbstheilend, keimtötend, vor Bränden schützend und dergleichen.

Die zweite, komplexere Gruppe basiert auf Interdisziplinarität, unter anderem zwischen Mikroelektronik und Materialwissenschaft: Durch Fusion der Erfahrungen in den verschiedenen Disziplinen kann ein als „intelligent“ bezeichnetes Objekt auf veränderte Umstände der Lebensräume oder Benutzungsabläufe reagieren. Der Fortschritt in der Entwicklung von Mikrocomputern und anderen elektronischen Technologien hat so umgangssprachlich als „dumm“ (im Sinne von passiv) bezeichneten Objekten zu Intelligenz verholfen. Diese Entwicklungen haben Experimente mit immer kleineren Sensoren und Aktoren beflügelt, die man in diverse Gegenstände einbauen kann.

Beliebige Objekte können so zu intelligenten Gegenständen mutieren, sobald sie mit Computern ausgestattet sind. Ein Aufzug fährt nicht, wenn er überladen ist. Ein Sessel, der zugleich Gewicht, Temperatur und Herzfrequenz des Sitzenden misst, wird so zum Berufswerkzeug (Medizin, Fitness). Sensorbestückte Toiletten können helfen, die Gesundheit ihrer Benutzer langfristig zu beobachten und zu erhalten. Ein smartes Fenster kann aktiv die Lichtintensität und die Transparenz steuern, und auch als Flatscreen-Display für verschiedenste Umweltdaten dienen. Direkt proportional zu dem Prozess des immer kleiner und billiger werdenden Computers steht die steigende Verwendung der Mikrochips in allen denkbaren Bereichen. Alles in Gebäuden wird früher oder später mit Mikrochips versehen werden, inklusive Stoffen, Kleidung, Brillen und Küchenutensilien.

Das „Tron-House“ von Ken Sakamura gilt als erstes intelligentes Haus im zeitgenössischen Sinn und wurde in Japan im Jahre 1988 fertiggestellt: ein vollkommen computerisiertes Haus, in das mehr als 1.000 Computer und Sensoren eingebaut waren. Die Vielzahl der im Haus installierten Computer ermöglichte eine umfassende Kontrolle, um den Bewohnern eine optimale Umgebung zu schaffen. Zehn Jahre später baute Bill Gates sein „Smart House“, dessen multimediale Atmosphäre sich an

die Besucherprofile anpasst. Ihren Schöpfern haben die beiden Häuser die Anerkennung ihrer Pionierleistung gebracht, allerdings auch kritische Stimmen, die auf die hohen Kosten der eingebauten Systeme hinwiesen. Das Kostenargument relativiert sich allerdings, wenn wir an vermeidbare Katastrophen wie die zerstörte Brücke in Minneapolis oder die Unzahl an Schäden an Häusern in erdbebengefährdeten Gebieten von Japan über Taiwan, China bis in die Türkei erinnern. Da wird sofort klar, von welchem Vorteil für die Sicherheit der Menschen die Integration „intelligenter“ Systeme wäre.

Große Infrastrukturbauten wie beispielsweise Brücken können durch eingebaute Instrumente (Sensoren) auf Umweltfaktoren, Verkehrssituationen oder einfach auf ihren physischen Zustand reagieren und so rechtzeitig ihre Reparatur „fordern“. Diese Informationen sind sowohl für die Betreiber/Besitzer als auch für die Benutzer von großer Bedeutung. Eine schnell wachsende Gruppe sind die sogenannten aktiven Häuser: Gesteuerte Reaktionen auf starke Erschütterungen oder Wind können wesentlich den Komfort der Bewohner erhöhen und die Gefahr einer irreversiblen Schädigung der Konstruktion minimieren. In Japan sind zahlreiche Hochhäuser seit den 1990er-Jahren mit AMD (active mass-damping) und HMD (hybrid mass-damping) ausgestattet. Eine Reihe von Ländern mit besonderer seismischer Aktivität wie Japan, China, Indien, Pakistan und die Türkei forschen intensiv in Richtung intelligenter Häuser.

Der Einsatz von Computern endet nicht in eigenen vier Wänden. So bald die einzelnen intelligenten Häuser untereinander

der vernetzt sind, entstehen intelligente Nachbarschaften und -Städte. Eine intelligente Verkehrskontrolle wird über automatisierte Straßennetze und Autobahnen Herr über das wachsende Verkehrschaos werden. Intelligente Autos werden automatisch bremsen, um einen Unfall zu vermeiden. Die Energie- und Wasserversorgung von Städten wird über dynamische Kontrollsysteme optimiert, ebenso die Belichtung oder Temperatur einzelner Räume je nach Anzahl der anwesenden Personen. Das subjektive Gefühl von Sicherheit könnte sich mit Einsatz neuer Technologien erhöhen, bringt aber gleichzeitig andere Probleme mit sich: So sind zum Beispiel in Großbritannien knapp 4,5 Millionen Kameras auf öffentlichen Plätzen installiert. Dabei hat sich herausgestellt, dass die Polizei mit der anfallenden Bilderflut völlig überfordert ist.

## SYSTEMATISCHES LERNEN VON DER NATUR

Die Natur hat durch Evolution (und nicht durch konstruktive Planung) eine große Vielfalt intelligenter Materialien hervorgebracht. Die Erforschung der „Erfindungen“ der Natur und deren innovative Umsetzung in der Technik ist das erstrebte Ziel der zeitgenössischen Materialwissenschaft. Einer ihrer führenden Köpfe, M. Sarikaya, untersucht natürliche Formationen wie die Schale einer Muschel, die zweimal so hart ist wie Hightech-Keramiken, welche in ihrem Entstehungsprozess auf Temperaturen bis zu 1.200 °C angewiesen sind. Die Selbstheilung von verwundeten Rhinoceros-Hörnern kann Vorbild sein für ebenso selbstreparierende künstliche Materialien. Manche gehen so weit, dass sie zum Beispiel Korallenriffe als Vorbild für neue Organisationsstrukturen für unsere Wirtschaft sehen.

Das menschliche Skelett genießt eine besondere Vorbildrolle, weil es als piezoelektrisches Material eine selbstheilende Methode der Mikro- und Makrofrakturen besitzt, abgesehen von den hervorragenden statischen Eigenschaften und der Fähigkeit zum Wachstum. Unsere Haut inspirierte Mike Davies für sein Konzept der „polyvalent wall“. Anstatt der alten Logik der Fassade hat sich der Begriff der „Gebäudehaut“ etabliert und damit das konstruktive Schichten von funktionalen Hüllen. Im Kontext der intelligenten Materialien könnte die intellektuelle Hierarchie und Klassifikation der Materialien in etwa so aussehen:

1. Passive Materialien – in der Anwendung entweder als konstruktive oder dekorative Werkstoffe, sind sie so beschaffen,

um sich minimal durch äußerliche Einflüsse zu verändern (z.B. konstruktiver Durchhang eines Trägers). Passive Materialien reagieren nur auf vorhersehbare Umstände.

2. Adaptive (reaktive) Materialien reagieren auf thermische, physische, chemische oder elektromagnetische Reize. Smarte Materialien in unserem heutigen Sinn passen in diese Kategorie.

3. Lebendige Materialien sind in der Lage, auf ihre Umgebung zu reagieren, und können auch als intelligent bezeichnet werden. Das Reaktionsvermögen sollte mit Erfahrungen rückgekoppelt sein. Eine wesentliche Eigenschaft lebendiger Materialien ist, dass sie für die Aufrechterhaltung ihrer Eigenschaften Energie benötigen, also quasi einen „Stoffwechsel“ aufweisen.

Die Komplexität der biologischen Umwelt stellt sehr hohe Anforderung an die technologische Umsetzung. Konsequenz umgesetzt bedeutet, dass intelligente Gebäude im Idealfall Fähigkeiten wie Selbstdiagnose, Selbstlernen, Selbstreparatur, Selbstregulation, und Selbstreproduktion aufweisen sollten. Wachstum und Reproduktion bedeuten für uns unüberwindbare Hürden, aber auch biologische Systeme haben ihre Limits. Streng genommen bedeutet das, dass unter dem Begriff „Intelligenz“ intelligente Systeme zu verstehen sind und nicht einzelne Materialien. Diese Systeme setzen sich in der Regel aus Sensoren, Aktoren, künstlicher Intelligenz und einer Energiequelle zusammen. Das Innovationspotenzial der adaptiven (smarten) Materialien sollte man deswegen nicht unterschätzen, es bleibt enorm, insbesondere, wenn sie mit anderen Materialien zu intelligenten Strukturen und Systemen kombiniert werden.

Derzeit können Gegenstände bereits Eigenschaften wie Feedback, Wiedererkennung und Unterscheidungsfähigkeit sowie Informationsakkumulationscharakteristiken aufweisen. Durch Einsatz des Computers (artifizielle Intelligenz) können wir nun den Input und Output von Informationen, die ein Gebäude betreffen, kontrollieren und verarbeiten, was die Grundlage der Kommunikation bildet. Die Integration moderner Sensorik und Ak-tuation in diverse (Bau-)Materialien und Strukturen hat die kontinuierliche Kontrolle vereinfacht. Die Architektur hat so für sich die künstliche Intelligenz entdeckt: gewonnene technisch-kreative Erfahrungen werden in Expertensystemen „gespeichert“.

## VON DER „WOHNMASCHINE“ ZUM „BEWOHNTEN COMPUTER“

Seit Jahrhunderten haben Architekten mit ihren Werken Orten transzendente Qualitäten verliehen. Die enge Bindung zwischen Material und Architektur hat dem 20. Jahrhundert aber eine neue Dimension verliehen: Materialien und Technologien haben zusätzliche Aufgaben; darunter ideologische, ikonografische, sogar pragmatische wie zum Beispiel Verkaufsinteressen der Industrie. Das alles ist Teil eines Prozesses, der die Rolle der Materialien in der Architektur seit der industriellen Revolution dramatisch verändert hat. Außerdem verfolgen wir mit Interesse, wie stilistische Diskussionen der letzten Jahrzehnte zunehmend Fragen über die ökologische und soziale Nachhaltigkeit Platz machen, Energie- und Ressourcenverbrauch und die zunehmende Integration von Informationstechnologien immer mehr an Aufmerksamkeit gewinnen. Die Entwicklung von neuen Materialien und „intelligenten“ Kombinationen solcher Werkstoffe könnten in Zukunft vielen Industriezweigen einen entscheidenden Wettbewerbsvorteil verschaffen.

Aber wie verlockend die neuen Technologien auch sein mögen, das letztendliche „Bild“, wie diese Zukunft tatsächlich aussehen wird, entsteht erst durch die Planungsarbeit der Architekten. Erst die kompetente Anwendung neuer Techniken kann uns helfen, die oft geforderten Ziele der Nachhaltigkeit auch tatsächlich zu erreichen. Ein Verharren auf dem Status quo wäre in unserer Situation wohl fatal.

## INTELLIGENZ

(von lat. *intellegere* „verstehen“, wörtlich „wählen zwischen ...“ von *in-ter* „zwischen“ und *legere* „lesen“, „wähle“) ist in der Psychologie ein Sammelbegriff für die kognitive Leistungsfähigkeit des Menschen.

## LITERATUR

Thorsten Klooster: *Intelligente Oberflächen – und ihre Anwendung in Architektur und Design*, Birkhäuser Architektur, 2009

Axel Ritter: *Smart Materials in Architektur, Innenarchitektur und Design*, Birkhäuser Architektur, 2006

Michelle Addington and Daniel L. Schodek: *Smart Materials and Technologies in Architecture*, Princeton Architectural Press, 2004

Nicola Stattmann: *Ultra Light – Super Strong. Neue Werkstoffe für Gestalter / A New Generation of Design Materials*, Birkhäuser, 2004

Brian Culshaw: *Smart Structures and Materials*, Artech House Optoelectronics Library, Artech House Inc, 1996