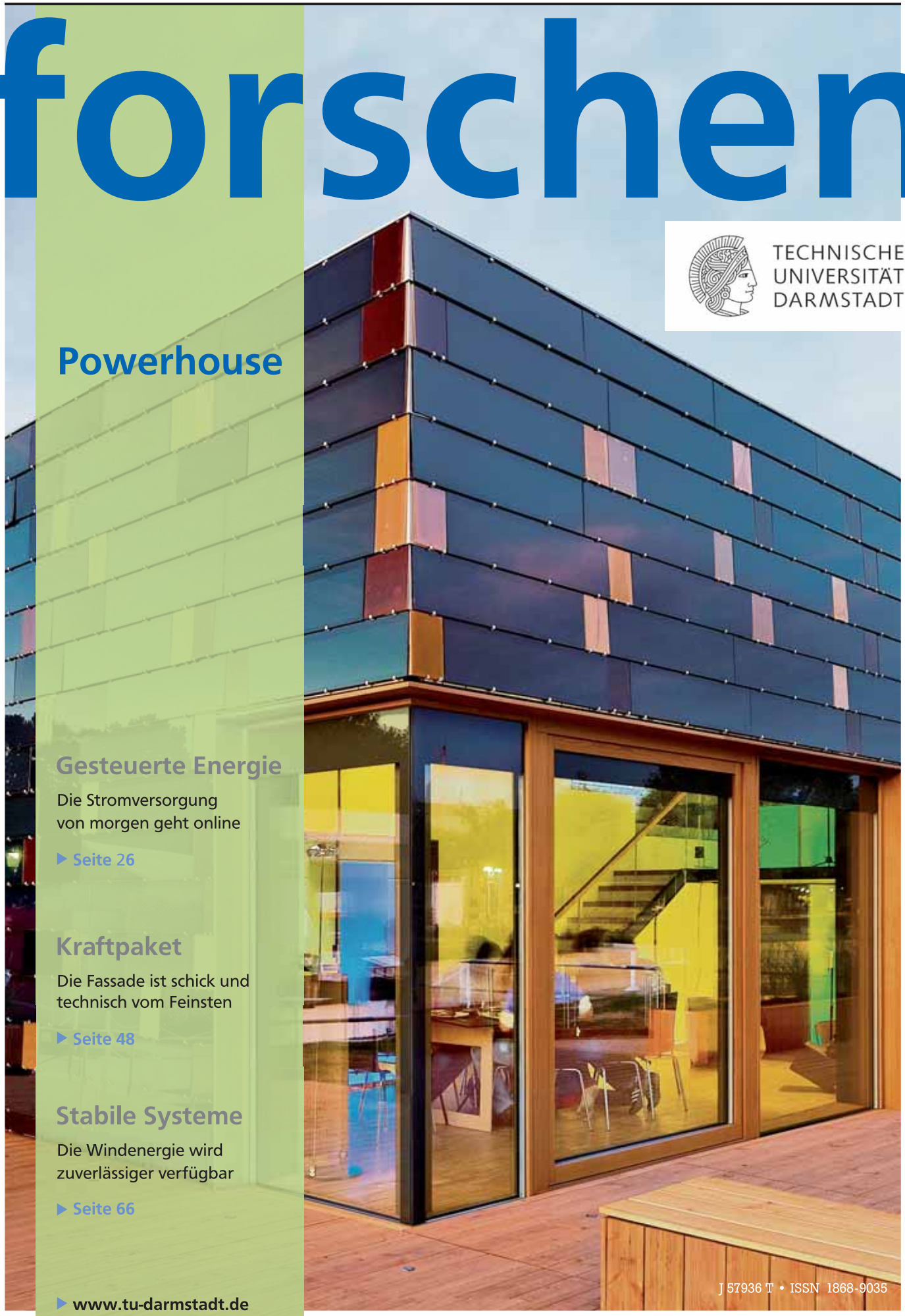
Wissenschaftsmagazin Nr. 1 2010

forschen



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Powerhouse

Gesteuerte Energie

Die Stromversorgung von morgen geht online

▶ Seite 26

Kraftpaket

Die Fassade ist schick und technisch vom Feinsten

▶ Seite 48

Stabile Systeme

Die Windenergie wird zuverlässiger verfügbar

▶ Seite 66

▶ www.tu-darmstadt.de

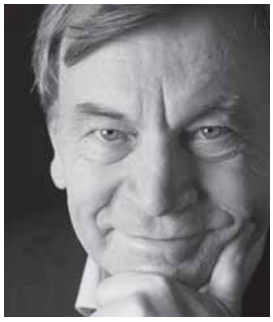
J 57936 T • ISSN 1868-9035

Wovon Sie früher auch träumten: Jetzt ist die Zeit, es wahr zu machen.

Sie wollten schon immer an wegweisenden Projekten mitwirken? Bei uns können Sie das. Vom ersten Tag an. Einer guten Idee ist es schließlich egal, wer sie hat: der Junior oder der Abteilungsleiter. Und gute Ideen – die brauchen wir. Sie haben uns zu dem gemacht, was wir sind: einer der wichtigsten technologischen Schrittmacher. Im Mobilfunk. Im Digital-Fernsehen. In der Funktechnik. Auch bei Flugsicherung, drahtloser Automobiltechnik oder EMV sind wir federführend – und praktisch in allen unseren Geschäftsgebieten einer der drei Top-Player am Weltmarkt. Damit wir das auch bleiben, brauchen wir Sie. Als frischgebackenen Hochschulabsolventen, Praktikanten, Werkstudenten (m/w) oder fertigen Sie Ihre Abschlussarbeit (Bachelor, Master, Diplom) bei uns an. Wir freuen uns auf Sie!

www.career.rohde-schwarz.com

ROHDE&SCHWARZ



Manfred Hegger

Liebe Leserinnen und Leser,

dieses Heft beschäftigt sich mit unserem im U.S.-amerikanischen Wettbewerb Solar Decathlon 2009 erfolgreichen Beitrag „surPLUShome“, mit den Bedingungen seiner Entstehung und seinen Weiterungen. Damit trifft der Hefttitel „Powerhouse“ zunächst einmal für dieses Haus selbst zu: diese Objekt ist nicht nur sein eigenes Kraftwerk, sondern erzeugt in der Jahresbilanz mehr als doppelt so viel Energie wie es verbraucht.
Doch der Titel „Powerhouse“ ist nicht einfach nur ein modischer Anglizismus. Seine Bedeutung geht über ein physisches „Kraftwerk“, also eine Anlage zur Erzeugung von Strom und Wärme, hinaus.
Der englische Begriff steht besonders auch für andere, intellektuelle Kraftzentren, seien es Personen oder Innovationszentren. Das Powerhouse „surPLUShome“ konnte nur mit und in solchen Kraftfeldern entstehen: im Team der Studierenden und ihrer Betreuer, in der interdisziplinären Arbeit mit vielen Fachbereichen, in der engen Kooperation mit vielen Partnern in Wissenschaft und Wirtschaft. Diese Arbeit über Grenzen hat viele Facetten.
Studierende der Architektur haben eine fachliche Vorprägung zur ganzheitlichen planenden Tätigkeit, bewegen sich mit diesem Projekt aber weit hinein in fachfremde Forschungsfelder der Physik oder des Maschinenbaus und in das reale Baugeschehen. Studierende der Elektrotechnik bewältigen bauliche und grafische Gestaltungsaufgaben. Doch über die gelebte innere Breite hinaus reicht die große Interdisziplinarität, die das Projekt prägte.
Dieses Heft gibt eine Idee davon, welches Maß an Kreativität und kooperativen Kräften freigesetzt werden kann, wenn sie auf ein gemeinsames Objekt gerichtet ist, das in definierter Zeit fassbar und präsentabel sein muss – und in seiner besonderen Gestalt zum Identifikationsobjekt für alle Beteiligten wird.

Prof. Manfred Hegger
Fachbereich Architektur
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen

Es entstanden ungeheure Kreativität und kooperative Kräfte.

Dear Readers,

this Volume presents some facets of the development and the achievements of the successful competition entry “surPLUShome” to the U.S. competition Solar Decathlon 2009. Its title “Powerhouse” therefore specifies this house – not only being its own power station but also producing more than twice the energy needed on an annual basis.
But the title “Powerhouse” is not just another fashionable Anglicism. Its meaning goes beyond a physical power station producing electricity and heat. The English term also stands for other, intellectual powers – persons or centres of innovation.
The Powerhouse “surPLUShome” only could be developed within these force fields: in a team of students and professors, in interdisciplinary work with many other faculties, in close cooperation with partners in science and industry. This project across borders has many aspects.
Students of Architecture tend to have a preoccupation with a holistic approach, but in addition to this they plunge deeply into foreign fields of physics and mechanical engineering. Students of electrical engineering are getting concerned about design aspects of building and graphics. But above this wide scope of personal thinking the interdisciplinary cooperation shaped this project.
This Volume can only indicate the width of this project. Yet, it may produce an idea of the creativity and co-operative power to be achieved if focused on a joint object. An object to be delivered in fixed time, and creating empathy for all participants in its specific design.

Prof. Manfred Hegger
Department of Architecture
Energy Effizient Building Design Unit

▶ Inhalt

Geleitwort

5 Solarstromhaus surPLUS gewinnt den Solar Decathlon 2009

Von Klaus Töpfer

Klimaschutz und Baukultur?

8 Die Baukultur veränderte sich nicht nur durch den Einfluss der Industrie und der Weiterentwicklung der Fertigungsmöglichkeiten, sondern darüber hinaus durch die Entwicklung der Gesellschaft zur Wissensgesellschaft.

Von Werner Durth

Forschen, Entwerfen, Bauen

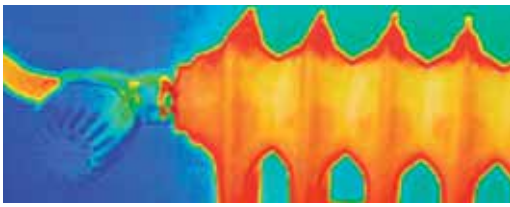
12 Integrierte Projekte interdisziplinären Forschens und praktischen Lernens am Beispiel des Solar Decathlon

Von Manfred Hegger

Wer bezahlt den Klimaschutz in der Wohnungswirtschaft?

16 Die Klimatisierung von Wohnraum ist einer der größten Verursacher von Treibhausgasemissionen. Der Beitrag zeigt die Grenzen der Finanzierbarkeit des Klimaschutzes in der Wohnungswirtschaft.

Von Andreas Pfnür



Der Solar Decathlon interdisziplinär!

20 Nachhaltigkeit ist eine fachübergreifende Aufgabe, die im Rahmen des Solar Decathlon Beitrags der TU Darmstadt verstärkt durch interdisziplinäre Forschung von Architektur, Elektrotechnik und Soziologie eingelöst wird.

Von Marcel Endres, Caroline Fafflok

Power to the house

26 Der Artikel beschreibt das Konzept und die Umsetzung der Gebäudesteuerung des Solar Decathlon 2009 Hauses der TU Darmstadt.

Von Thomas Hartkopf, Lutz Steiner

Form finden

32 Junge Menschen auf ihrem Weg zu begleiten, sie zu formen und die Studierenden individuell bei der Formfindung zu unterstützen ist unsere Aufgabe.

Von Ariel Auslender

Effizienz als Leitindikator

36 Energieeffizienz von Gebäuden ist ein komplexes Thema, das mit den richtigen Gebäudestrukturen, variablen Hüllflächen und der Energiebereitstellung sowie Energieerzeugung am Objekt zusammenhängt.

Von Klaus Daniels

Die Klimadecke des surPLUShome

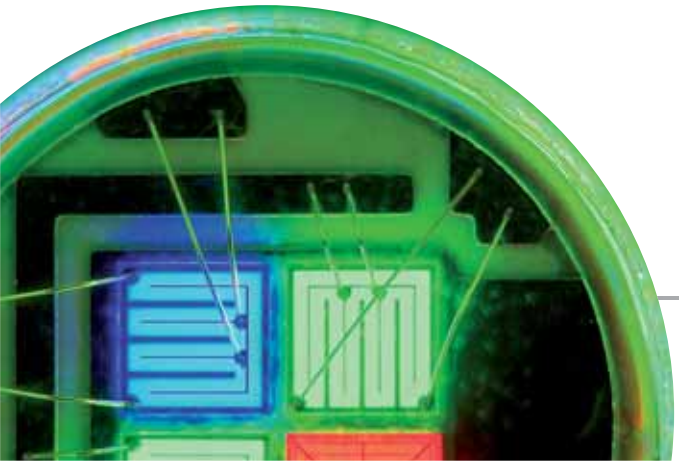
42 Phasenwechselmaterial kann bei konstanter Temperatur große Wärmemengen aufnehmen. Die Auslegung der Klimadecke erfolgte in interdisziplinärer Zusammenarbeit der Fachbereiche Architektur, Elektrotechnik und Maschinenbau.

Von Frank Dammel, Lutz Steiner, Martin Zeumer

Kraftpaket – Die Fassade des surPLUShome

48 Die Fassade des surPLUShome steht für nachhaltiges Design – realisierbar wurde sie erst durch interdisziplinäre Zusammenarbeit der Fachbereiche Architektur, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie Bauingenieurwesen.

Von Jens Schneider, Sebastian Schula, Manfred Hegger, Martin Zeumer, Thomas Hartkopf, Lutz Steiner



Leuchtdioden als energieeffiziente Lichtquellen

54 Lichtdesigner erhalten durch Leuchtdioden (LEDs) neue gestalterische Möglichkeiten, gleichzeitig können sehr energieeffiziente Beleuchtungskonzepte umgesetzt werden. Wie funktioniert das?

Von Tran Quoc Khanh, Stefan Brückner

attraktiv...

... für Ihre erfolgreiche Kommunikation!

Kundenzeitschriften | Geschäftsberichte | Mitarbeitermagazine | Hochschulpublikationen | Newsletter | E-Journals

vmm wirtschaftsverlag

Corporate Publishing
Monika Burzler | Tel: +49 (0)821 4405-423
monika.burzler@vmm-wirtschaftsverlag.de
www.vmm-wirtschaftsverlag.de/cp

post-Solar Decathlon – warum Monitoring?

58 10 Tage Plusenergie – und dann? Eine langfristige Nachbeobachtung des Solar Decathlon 2007.

Von Isabell Schäfer

The Urban Powerhouse

62 Ein Großteil der Weltbevölkerung lebt in Städten. Um unseren Energieverbrauch zum Schutz der Klimas zu reduzieren, bedeutet es, dass vor allem die Städte entsprechend angepasst werden müssen.

Von Manfred Hegger

Stabile Systeme Angebot und Nachfrage in einer Gesamtbetrachtung

66 Effiziente Lastendeckung bei fluktuierender Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energiequellen.

Von Alexander Martin, Debora Mahlke, Andrea Zelmer

Erdwärmesonden für das surPLUShome

70 Die thermische Versorgung des Solar Decathlon Hauses des Team Darmstadt surPLUShome auf dem Standort Lichtwiese erfolgt durch unterschiedliche Erdwärmesondentypen und wird durch ein innovatives Messsystem unterstützt.

Von Ingo Sass

Modell Home 2020 für die IBA in Hamburg

74 Am Modell einer Doppelhaushälfte aus den fünfziger Jahren wird das Potential einer Sanierung und Erweiterung in Bezug auf emissionsfreies Bauen im Bestand und die gesteigerte Wohnqualität untersucht.

Von Tim Bialucha

78 Schlusswort

Die Forschungsinitiative „Zukunft Bau“

Von Hans-Dieter Hegner

Solarstromhaus surPLUS gewinnt den Solar Decathlon 2009

Es war mir eine große Freude, im Oktober 2009 zu erfahren, dass das Team der Technischen Universität Darmstadt beim Wettbewerb Solar Decathlon in Washington D.C. zum zweiten Mal den Sieg davon getragen hat.
Dem deutschen Team aus Darmstadt ist mit dem Solarstromhaus surPLUS, welches auch im April und Mai 2010 in Essen im Rahmen der Veranstaltung zur Kulturhauptstadt Europas gezeigt werden wird, eine beeindruckende Ingenieursleistung gelungen. Ich möchte den Preisträgern gratulieren und ihnen meine Bewunderung für diese hervorragende Leistung aussprechen. Der Deutsche Wettbewerbsbeitrag hat gezeigt, dass im Bauen der Zukunft sowohl Energieeffizienz als auch Ästhetik verbunden werden können.
Das Team der Technischen Universität Darmstadt hat einen richtungweisenden Beitrag zur Beantwortung gesellschaftspolitisch entscheidender Fragen geleistet: „Wie wollen wir in Zukunft leben? Wie wollen wir in Zukunft bauen? Lebensstile sind nachhaltig?“
Das Team der TU Darmstadt hat bei einem weltweit herausragenden internationalen Wettbewerb gezeigt, welche innovativen und zukunftsweisenden Ideen an deutschen Forschungseinrichtungen entwickelt und umgesetzt werden. Gerade die Verbindung von wissenschaftlicher Spitzenleistung, gewissenhafter praktischer Umsetzung und Berücksichtigung der Notwendigkeiten eines Lebensstilwandels für eine nachhaltige Zukunft sind hervorzuheben. In naher Zukunft werden wir auf der Erde eine Bevölkerungszahl von 9 Milliarden Menschen erreichen. All diese Menschen wollen nicht nur sauberes Wasser trinken, gesunde Lebensmittel essen, sondern auch angemessen wohnen und leben.
Der Zugang zu Energiedienstleistungen ist dafür unabdingbar. Auch aus dieser Perspektive ist es sehr wichtig, dass dieses Wohnen und Leben die Ressourcen der Erde schont und trotzdem einen menschenfreundlichen Lebensstil ermöglicht.

Wie wollen wir in Zukunft leben?

Wie wollen wir in Zukunft bauen?

Welche Lebensstile sind nachhaltig?

Der Beitrag der Technischen Universität Darmstadt zum Solar Decathlon ist eine der Forschungsinvestitionen in die Zukunft.
Junge Menschen die sich in diesem Zusammenhang engagieren und ihre Ideen und Visionen verwirklichen können, schaffen Hoffnung für zukünftige Generationen. Der dringend notwendige Lebensstilwandel in den Industrieländern muss mit kreativen Ideen und Freude an der Umsetzung gestaltet werden. Mit Kreativität, wissenschaftlicher Forschung und technischer Kapazität kann dieser Wandel attraktiv gestaltet werden. Dieses kluge Handeln lässt die gesamte Gesellschaft davon profitieren. Deswegen möchte ich noch einmal meine Unterstützung für Projekte wie die des Gewinnerteams unterstreichen. Ohne eine engagierte junge Generation lässt sich keine Zukunft gestalten.

Nochmals meine herzlichen Glückwünsche.
Ihr Klaus Töpfer

Schirmherr des Projekts surPLUShome
Stellv. Vorsitzender des Rates für Nachhaltige Entwicklung
Gründungsdirektor Institute for Advanced Sustainability Studies e.V.

surPLUShome solar-powered house wins 2009 Solar Decathlon

It gave me great pleasure to learn that in October 2009 the team from the Technische Universität Darmstadt emerged as victors in the Solar Decathlon in Washington DC for the second time.
With the surPLUShome solar-powered house, which incidentally will be on display 2010 in Essen as part of the European Capital City of Culture events, the German team produced an impressive engineering feat. I would like to congratulate the prize winners and express my admiration of their outstanding achievement. The German competition entry demonstrated that with regard to building in the future energy efficiency can indeed be combined with aesthetic qualities. The team from the Technische Universität Darmstadt has made a pivotal contribution towards answering socially decisive questions such as:
"How do we intend living in the future? How do we intend building in the future? What lifestyles are sustainable?"
In an international competition that is outstanding worldwide the team from the Technische Universität Darmstadt has revealed the innovative and pioneering ideas that are being developed and implemented in German research facilities. Precisely the combination of top scientific achievements, their conscientious implementation in practice and consideration of the need of a change in lifestyle for a sustainable future deserve a particular mention. In the near future the world's population will be nine billion. All these people not only want to drink clean water and eat healthy food, but also work and live in an appropriate manner. For this, access to energy services is indispensable. From this perspective as well it is extremely important that this form of living and working spares the Earth's resources, while at the same time enabling a humane lifestyle.
The entry to the Solar Decathlon submitted by the Technische Universität Darmstadt represents one of the investments in research for the future. Young people who are committed to this and are able to turn their ideas and visions into reality create hope for future generations. The change in lifestyle urgently required in industrialized nations must be brought through creative ideas and pleasure in their implementation. Creativity, scientific research and technical capacity can make this change attractive. This clever plan of action enables the whole of society to benefit from it. For this reason I would like to underscore once again my support of projects such as the one of of the winning team. There can be no future without a dedicated young generation.

Prof. Dr. Klaus Töpfer

Congratulations once again!
Prof. Dr. Klaus Töpfer

Patron of surPLUShome,
Deputy Chairman of the German Council for Sustainable Development (RNE),
Executive Director Institute for Advanced Sustainability Studies e.V.

Klimaschutz und Baukultur?

Seit Jahrtausenden bietet das Bauen den Menschen Schutz vor den Zumutungen der Natur. War es zunächst nur notdürftige Unterkunft in Höhlen, Hütten und Zelten, so entfaltete sich mit dem Sesshaftwerden der Menschen allmählich eine Kultur des Bauens, die auf dauerhaftes Wohnen in festen Behausungen und ein Zusammenleben angelegt war, das schließlich auch in den Städten seinen Ort und neue soziale Organisationsformen fand.

Climate protection and „Baukultur"?

Buildings have been protecting people from the elements for thousands of years. In the beginning, they sought shelter in caves, primitive huts, and tents, but after they started founding settlements, a civilized culture based on long-term residence in permanent housing facilities and community living that ultimately led to construction of cities and new forms of social organizations gradually emerged.

Werner Durth • Im Begriff der Baukultur sind zwei Worte zusammengefügt, die sich in ihren Bedeutungen ergänzen, stützen und in ihrer Verbindung normativ als gesellschaftlicher Auftrag zu deuten sind. „Das althochdeutsche Wort bauen, ‚buan', bedeutet wohnen", erklärte der Philosoph Martin Heidegger 1951 im Darmstädter Gespräch zum Thema *Mensch und Raum*. Bauen bedeute nicht nur das Herstellen von Gebäuden, sondern auch wohnen im Sinne von bleiben, sich binden und einrichten in der Welt auf Dauer. Auch wenn die Lebenszeit der Menschen jeweils begrenzt sei, weise das Bauen über den Wechsel der Generationen hinaus, verbinde die Sterblichen mit dem Werk der Verstorbenen. „Das alte Wort bauen, das sagt, der Mensch sei, insofern er wohne, dieses Wort bauen bedeutet nun aber zugleich: hegen und pflegen, den Acker bauen, Reben bauen." Solches Verständnis von Bauen, das auch den sorgsamen Umgang mit der Natur durch Hegen und Pflegen mit einschließt, ist dem Begriff der Kultur eng verwandt. Dessen etymologische Wurzel, das lateinische colere, verweist auf Pflege, Bebauung, Veredelung, Schaffung von Lebensraum. Damit ist eine Dimension angesprochen, die auch heute, nun unter dem Schlagwort der Nachhaltigkeit, erneut in Debatten um die Zukunft des Bauens, in Verantwortung für künftige Generationen, thematisiert wird.

Abbildung 1
Blick auf Frankfurt am Main 2005.

Abbildung 2
Wohnstadt Carl Legien, Berlin, gebaut bis 1930.

Abbildung 3
Streusiedlung bei Darmstadt, 2009.

Doch der Begriff der Kultur beansprucht noch einen weitergehenden ideellen Gehalt. Er setzt die Vorstellung einer bestimmten Qualität voraus, die, einem antiken Topos folgend, im Gegensatz zur barbarischen Unkultur steht. Dies führt zurück zu den Anfängen der Architekturtheorie, in denen Vitruv vor über 2000 Jahren schon programmatisch nicht nur Architektur im engeren Sinne, sondern auch das weite Feld des Bauens von der Wasserversorgung bis zu den Festungsanlagen zum Gegenstand seiner Betrachtungen machte und die Qualität der Gestaltung im Dreiklang von *firmitas* = Festigkeit, *utilitas* = Gebrauchfähigkeit sowie *venustas* = Schönheit definierte.

Neue Leitbilder

Auf der Suche nach einem verbindlichen Kanon des Bauens wurden über Jahrhunderte wechselnde Standards gesetzt. Vor allem was die venustas, die schwierige Frage nach der Schönheit betraf, blieben die Antworten vage, jeweils relativ zum Wandel der Gesellschaft und ihrer Wertesysteme, die sich in Theorien reflektierten, im immer wieder erneuten Versuch, allgemein gültige Regeln und Handlungsempfehlungen abzuleiten. Von alters her wurde baukulturelle Qualität durch Erfahrungswissen tradiert und gesichert, etwa in den großen Bauhütten des Mittelalters oder im Rahmen von Bildungsreisen zu den bedeutenden europäischen Kunstlandschaften. Von der Antike bis in die Neuzeit war es auch eine Aufgabe des Staates, kulturelle Standards zu setzen und zu bewahren. Die ab dem 17. Jahrhundert in ganz Europa eingerichteten Kunst- und Bauakademien dienten der Erziehung künftiger Baumeister durch die Weitergabe vorbildlicher Lösungen, die jedoch zumeist dem kulturellen Erbe verhaftet blieben und im Historismus des 19. Jahrhunderts schließlich als Widerspruch zur Wirklichkeit der aufkommenden Industriegesellschaft wahrgenommen wurden.

Im Zuge des beschleunigten wissenschaftlich-technischen Fortschritts und der rasanten Industrialisierung, die unter der Annahme grenzenloser Ausbeutbarkeit der Natur rücksichtslos vorangetrieben

Literatur

Durth, Werner; Sigel, Paul; 2009: Baukultur: Spiegel gesellschaftlichen Wandels, Jovis Verlag, Berlin

wurde, zeichnete sich am Ende des 19. Jahrhunderts ein Paradigmenwechsel im Planen und Bauen ab. Darin wurde der Historismus als Programm abgelöst von der Orientierung an industriellen Produktionsmethoden, die im Modernisierungsschub der Jahre um 1900 die Prinzipien der Rationalisierung, Normierung und Standardisierung als Prämissen technischen, wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Fortschritts erscheinen ließen.

Im Zeichen der Moderne als Programm beschleunigter Innovation wurde das Bauen in Abkehr von handwerklichen und regionalen Traditionen zunehmend zum Experimentierfeld neuer Materialien und Konstruktionen aus Beton, Stahl und Glas, wobei vor allem deren Eignung für die industrielle Massenproduktion und elementierte Bauweisen erprobt wurde. Von der normierten *Wohnung für das Existenzminimum* bis hin zur Vision einer strikt funktionellen Stadt, die in gesonderte Bereiche für Arbeiten, Wohnen, Verkehr und Erholung aufgeteilt und nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen wie ein Unternehmen organisiert werden sollte, folgte das Neue Bauen der 1920er Jahre großenteils einem auf ökonomische und technologische Aspekte verkürzten Verständnis von Baukultur. Demnach war das jeweils Neueste stets auch das denkbar Beste, der historisch überkommene Baubestand hingegen als rückständig zu betrachten: Jede Generation sollte sich nach neuesten Erkenntnissen ihre eigene Stadt bauen und ohne Sentimentalität Altes durch Neues ersetzen können, im ständig gesteigerten Kreislauf von Massenproduktion, -konsum und -mobilität in prosperierenden Städten.

Paradigmenwechsel

Solche Vorstellungen und die entsprechenden Leitbilder der Stadtplanung prägten weithin auch noch die Jahrzehnte des Wiederaufbaus nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs, in denen die Zerstörung der Städte als Chance durchgreifender Modernisierung und Erweiterung durch Neubausiedlungen im Umland genutzt werden sollte. Angesichts der Ergebnisse solch technokratischer Planung setzten bereits um 1960 erste Proteste gegen den Abbruch von Altbauquartieren und die immer weiter ausgreifende Landschaftszersiedlung ein. *Die große Landzerstörung* war 1959 Thema einer international beachteten Tagung des Deutschen Werkbunds, 1965 veröffentlichte Alexander Mitscherlich sein Pamphlet gegen *Die Unwirtlichkeit unserer Städte*, 1971 wanderte die Ausstellung *Profitopoli$* durch Großstädte im Westen Europas, 1972 wies der Club of Rome mit der Studie *Die Grenzen des Wachstums* auf die Gefährdung der natürlichen Lebensgrundlagen hin und erregte durch seinen Alarm weltweit Aufmerksamkeit, 1976 beklagte Rolf Keller *Bauen als Umweltzerstörung*.

• Geschichte und Theorie der Architektur
Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Werner Durth
Tel.: 06151/16-4928
E-Mail: durth@gta.tu-darmstadt.de
www.gta.architektur.tu-darmstadt.de

Abbildung 4
Hausbesetzung
in Berlin, 1980.

Abbildung 5
Besucher im ehemaligen
Werksgelände der Firma Thyssen,
Duisburg-Meiderich, 2009.

Abbildung 6
Fortbildungsakademie Mont-Cenis,
Innenraum unter Glasdach mit Photovoltaik,
gebaut bis 1999.

Die Moderne geriet in Verruf, moderne Architektur ins Fadenkreuz der Kritik. 1984 forderte der Kunsthistoriker Heinrich Klotz mit der Eröffnungsausstellung des Deutsche Architekturmuseums in Frankfurt am Main eine radikale *Revision der Moderne*.
In Abkehr von jenen Prämissen, unter denen seit 1900 die Industrialisierung zum Leitmotiv des Planens und Bauens wurde, setzte auf der Suche nach Orientierung und alternativen Qualitätskriterien am Ende der 1970er Jahre erneut ein Paradigmenwechsel ein, in dem der sorgsame Umgang mit dem gebauten Bestand und die behutsame Transformation überkommener Stadtstrukturen in Anpassung an neue soziale und ökologische Herausforderungen in den Vordergrund traten. Seit der UN-Konferenz in Rio de Janeiro 1992 ist das Prinzip nachhaltiger Entwicklung weit über die Aufgaben der Stadt- und Regionalplanung hinaus als Grundlage jeglichen politischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Handelns international anerkannt.
Inzwischen wird unter dem Stichwort *Reflexive Moderne* im Übergang aus der Industrie- zur Wissensgesellschaft konsequente Kurskorrektur und eine Kultur der Nachhaltigkeit gefordert, die neben dem Wandel vertrauter Lebensgewohnheiten auch ein neues Verständnis von Planen, Bauen und Wohnen im Einklang mit der Natur und in Verantwortung gegenüber künftigen Generationen erfordert. Freilich sind dabei weiterhin – sogar verstärkt – technologische und ästhetische Innovationen auf der Grundlage interdisziplinärer Forschung erforderlich, um auf Probleme wie den Klimawandel wirksam reagieren und zugleich anschaulich für die Veränderung von Lebensstilen und Wertorientierungen werben zu können.
Nicht zufällig wurde in diesem Zusammenhang der im Nationalsozialismus propagandistisch missbrauchte und daher über Jahrzehnte politisch kontaminierte Begriff der Baukultur am Anfang des dritten Jahrtausends erneut aktuell, um durch Verweis auf seinen reichen Bedeutungsgehalt die Verpflichtung auf ressourcenschonendes und energieeffizientes Planen und Bauen im öffentlichen Bewusstsein breit zu verankern. Da solche Aufklärungsarbeit auch eine eminent politische Aufgabe ist, wurde im Jahr 2008 die Bundesstiftung Baukultur gegründet. Sie soll dazu beitragen, über die verschiedenen Tätigkeitsfelder von Architekten, Designern, Ingenieuren, Stadt- und Landschaftsplanern hinweg sowie alle Maßstabsebenen vom Wohnungsbau bis zur Regionalentwicklung übergreifend die gemeinsame Verantwortung für eine an ökologischen Prämissen orientierten Umweltgestaltung zu fördern, die sich im Prozess der Evolution die Bewahrung der Schöpfung zum Ziel setzt. Nicht nur der Klimawandel gibt dringenden Anlass dazu.

Werner Durth ist Architekt und Architekturhistoriker. Er lehrte an den Universitäten Hannover, Mainz und Stuttgart. Seit 1998 ist er Professor für Grundlagen und Theorien der TU Darmstadt.

Forschen, Entwerfen, Bauen

Im Kern des Studiums wie der Produktion von Architektur liegt das Entwerfen, der Prozess der Entwicklung von Behausung, von Raum für das Leben in all seinen Facetten. Er verdichtet sich auf einen Punkt – eine Idee, in der die Anforderungen an eine beabsichtigte Raumbildung möglichst gut erfüllt sind.

Research, design, construction

In the degree program, as in architectural practice, the emphasis is on the design and development of housing, i.e., living space, in all of its aspects, which all boils down to a single factor: arriving at an idea that comes closest to meeting the demands imposed on intentionally created facilities.

Manfred Hegger • Gute Architektur strebt damit Ganzheitlichkeit und Schönheit an. Sie ist auf den Ort und zumeist auch auf eine individuelle Nutzung bezogen. Grundlagen sind breites Wissen und integrative Lösungskompetenz. Hierzu muss sich das Entwerfen mit vielfältigen und z. T. widersprüchlichen Anforderungen an unsere bauliche Umwelt und dem sie umgebenden urbanen oder landschaftlichen Raum auseinandersetzen, u. a. mit sozialen, kulturellen, funktionalen, technischen, ökologischen und ökonomischen Dimensionen. Dies verlangt vom Architekten den stetigen Perspektivwechsel: einerseits die Spezialisierung auf Zeit in vielen Wissensfeldern, etwa Fragen der Erwartungen und des Verhaltens von Menschen im Raum, der technischen Machbarkeit, der Materialeigenschaften, vermeidbarer Umweltbelastungen, der Wirtschaftlichkeit in Bau und Betrieb oder der Einhaltung rechtlicher Rahmenbedingungen. Andererseits darf dabei der Blick auf das Ganze, auf Machbarkeit, Schlüssigkeit und die Gesamtgestalt nie verloren gehen.

Abbildung 1
Entpacken der einzelnen Module des surPLUShome in Washington D.C.

In akademischer Sicht setzt Architektur demnach innere Interdisziplinarität voraus. Zusätzlich verlangt sie zu ihrer Vertiefung zwingend intensive Verbindungen zu vielen anderen Fächern. Die Beliebigkeit, mit der Architektur mal den Naturwissenschaften, mal den Ingenieurwissenschaften, mal den Geisteswissenschaften oder gar den bildenden Künsten zugewiesen wird, hat demnach nicht nur haushaltstechnisches Einsparungskalkül. Sie zeugt auch vom Grenzgängerdasein dieser Disziplin zwischen diesen Welten.

Das Studium der Architektur vermittelt die vielfältigen Voraussetzungen und es schult in fiktiven Aufgabenstellungen das Entwerfen. Die Ergebnisse sind vielfach konzeptionell, damit Entwicklungsprozesse wiederholt durchlaufen werden können. Vertiefungen haben meist exemplarischen Charakter; sie beziehen sich auf Einzelaspekte wie etwa Innenräume, Energiekonzepte oder Gebäudehüllen.

Will man einen Entwurf demgegenüber umsetzen, verlangt dies mehr, nämlich seine umfassende Betrachtung und Durchdringung. In der Regel bleibt diese Übung der späteren Berufspraxis vorbehalten, denn sie verlangt viel Zeit und enge Kooperation mit anderen Disziplinen. Das Bauen im Lehr- und Forschungszusammenhang der Architektur blieb daher meist auf konstruktive und gestalterische Einzelübungen beschränkt.

Dies änderte sich mit unserem Vorhaben, im Rahmen eines Hochschulwettbewerbs ein Haus als funktionsfähiges Ganzes zu planen und zu bauen. Darüberhinaus sollte das Gebäude, das die Grenzen üblichen Bauens sprengt, zukünftiges Wohnen präsentieren, für den Wettbewerb transportabel, de- und remontabel, für eine Zukunft ohne fossile Energieträger energieautark, dazu gut gestaltet, technisch perfekt und möglichst gut vermarktbar sein.

Schon bald wurde klar: dies bedeutet nicht allein, die Planungskompetenz in Richtung Umsetzung und Baubetrieb zu verlängern. „Design and Build“ im Hochschulkontext bedeutet auch, das Betrachtungsfeld zu weiten: hinein in Arbeitsfelder anderer Fachbereiche wie etwa Elektrotechnik, Sozialwissenschaften und Bauingenieurwesen und hier die universitäre Zusammenarbeit zu suchen, aber auch in universitätsfernere Arbeitsfelder wie

Abbildung 2
Montage der Fassade am surPLUShome.

etwa in Sponsoreneinwerbung, Transportlogistik oder die Entwicklung lösbarer Materialverbindungen. Immer bleibt dabei die Funktion des Architekten, viele Ansprüche zu versöhnen und sie zu einem schlüssigen Ganzen zusammenzuführen, gute Qualität trotz knapper Kassen und begrenzter Zeit sicher zu stellen und dem Ergebnis hohe Gestaltqualität zu verleihen. Der Weg zu einem wettbewerbsfähigen Ergebnis lässt keine andere Wahl. Design and Build bedeutet demnach nicht nur eine neue Erfahrung vertieften Lernens in der Verbindung von Kopf und Hand und dazu im Team, sondern auch die Entdeckung der Notwendigkeit interdisziplinären Handelns.

Was hat dies alles mit Forschung zu tun? Jedes Entwerfen, das mehr als nur modisches Neuland betritt, hat forschenden Charakter. Dem Charakter von Architektur entsprechend kann dieses Forschen sozial-, natur- oder ingenieurwissenschaftlich sein. Oft berührt es mehrere Disziplinen, vielfach ist es anwendungsnah und umsetzungsorientiert.

Im Falle des Solar Decathlon wurden im Rahmen von Forschungsprojekten z. B. folgende Fragen behandelt:

- Wie kann eine ganzheitliche energetische Bewertungsmethodik von Plus-Energie-Gebäuden gelingen? Wie sieht ein Bilanzierungswerkzeug für Wohngebäude aus, das Energie verbraucht und erzeugt? (Projekt Energy:label mit Kern Ingenieure 2007-2008; BMVBS)
- Welche Akzeptanz haben neuartig konzipierte, energiegewinnende Bauten bei potenziellen Bewohnern? Wieviel Technik akzeptiert der Nutzer, was möchte er selbst steuern und was darf selbstregelnd sein? (Projekt mit Prof. Löw, Institut für Soziologie, Prof. Hartkopf, Fachgebiet Regenerative Energien, 2009/2010)
- Wie integriert man neue Energiegewinnungstechnologien in eine gute Gebäudegestalt? Welche Parameter müssen Eingang finden in ein integratives Planungswerkzeug, das mir Auskunft

• **FG Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (Fachbereich Architektur)**
Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ. Manfred Hegger
Tel.: 06151/16-2046
E-Mail: fg@ee.tu-darmstadt.de
www.ee.architektur.tu-darmstadt.de

Abbildung 3
Blick von der Galerie auf den noch nicht fertig gestellten Schlafbereich.

Literatur
Hegger, Manfred (2008: Sonnige Zeiten. Sunny Times: Solar Decathlon Haus Team Deutschland 2007)

Hegger, Manfred (2010: Sonnige Aussichten. Sunny Prospects: Das surpLUShome des Team Germany zum Solar Decathlon 2009)

über Effizienz und Wirtschaftlichkeit solarer Systeme gibt, die architektonisch zufriedenstellend und technisch dauerhaft in die Gebäudehülle integriert sind? (Projekt Energy:shell mit HHS Architekten 2008-2009; BMVBS)
Naturgemäß konnten in der kurzen Laufzeit des Projektes die wenigsten Forschungsfragen im Rahmen formalisierter Forschungsprojekten beantwortet werden. Doch das Haus als übergeordnetes Gesamt-Projekt erforderte die Bearbeitung vieler weiterer Themen, u.a.:

- Wie kann man die Raumtemperaturen in einem Leichtbau mit Phasenwechselmaterialien stabilisieren, wie kann ich die Effekte ihres Einsatzes simulieren?
- Wie kann man Energieverbräuche und -erträge in Realzeit erfassen, benutzerfreundlich darstellen und damit das Verbraucherverhalten auf spielerische Weise beeinflussen?

Die ganzheitliche Betrachtung, die Überwindung von Grenzen des heutigen Bauens und das Bauen von Prototypen setzen vielfältige neue Fragestellungen für Forschung und Entwicklung frei. So haben sich infolge der Solar Decathlon Aktivitäten weitere Forschungsgegenstände und Projekte entwickelt wie z. B.:

- Energy:base – Entwicklung einer Geräte- und Software-Plattform zur Integration und zur Plug-and-Play-Regelung haustechnischer Systeme der Energieversorgung und Energiegewinnung aus erneuerbaren Energiequellen (BMVBS/Bosch BBT, 2007-2008)
- Nachhaltigkeits-Qualitätsstandards für den Wohnungsbau – Definition allgemeiner, nachhaltiger Energie- und Bauqualitätsniveaus für deutschlandweite Wohnungsbauprojekte, Entwicklung eines Maßnahmen- und Detailkatalogs (Hochtief, Formart, 2009-2010)
- Model Home 2020 – modellhafte, CO_2-neutrale Sanierung eines 50er-Jahre Siedlungshauses im Bereich der Internationalen Bauausstellung Hamburg; Umsetzung der Ergebnisse eines studentischen Wettbewerbs im Rahmen der Internationalen Bauausstellung Hamburg (Velux/IBA Hamburg 2009-2010)
- Minimum Impact Home – Nachhaltigkeitsberatung und Ökobilanzierung eines Minihauses im Rahmen des Baus in Frankfurt/Main (DBU/DGJ Architekten)
- Energieeffizientes Bauen und architektonisches Erscheinungsbild – Strategien und Beispiele architektonisch ansprechender energetischer Gebäudesanierungen (BMVBS 2009-2010)
- DGNB-Nachhaltigkeitsauditierung – Mitwirkung bei der Entwicklung von Systemen und Systemvarianten zur Auditierung von Gebäuden, Mitwirkung bei der Ausbildung von Auditoren (DGNB seit 2008)
- Urban Re:net – Entwicklung eines Werkzeugs zur Entwicklung regenerativer Energienetze im Stadtraum in Abhängigkeit von verschiedenen Stadtraumtypen (BMWi 2009 – 2012)

Mit anderen Worten: Design and Build, die unmittelbare Erfahrung im Studium stand am Beginn des Unterfangens Solar Decathlon. Das Ergebnis ist mehr: ein Ausbau der Forschung am Fachbereich Architektur, der im bundesdeutschen Forschungskontext nun eine Spitzenposition einnimmt, eine internationale Anerkennung unserer Universität in den Kernbereichen Wohnen und Energie und – last but not least – ein neues Format integrierten Forschens und Lernens: Design, Research and Build.

Manfred Hegger ist seit 2001 Professor am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen der TU Darmstadt. Seine Forschungsschwerpunkte umrahmen die Nachhaltigkeit: Material, Energie, Raum und Prozess.

SEW EURODRIVE

Wir suchen technikbegeisterte Mitarbeiter mit Drive

Mit über 13.000 Mitarbeitern weltweit bringen wir Bewegung in fast alle Branchen. Das Erfolgsrezept: Getriebemotoren und Antriebselektronik vom Feinsten. Und jede Menge Drive in allem was wir tun.

Sie wollen mehr bewegen als andere und was Sie antreibt ist der Spaß an einer Aufgabe die Sie wirklich fordert. Dann starten Sie jetzt durch bei SEW-EURODRIVE – dem erfolgreichen Familienunternehmen und Global Player.

Sie haben Ihr Studium der Fachrichtung Elektrotechnik, Wirtschaftsingenieurwesen, Maschinenbau, Mechatronik, Informatik oder Wirtschaftswissenschaften erfolgreich abgeschlossen? Und Sie wollen mit uns in einem internationalen Umfeld etwas bewegen? Interessante Herausforderungen in den Bereichen Engineering, Entwicklung, Vertrieb und Services warten auf Sie.

Kommen Sie zu uns!

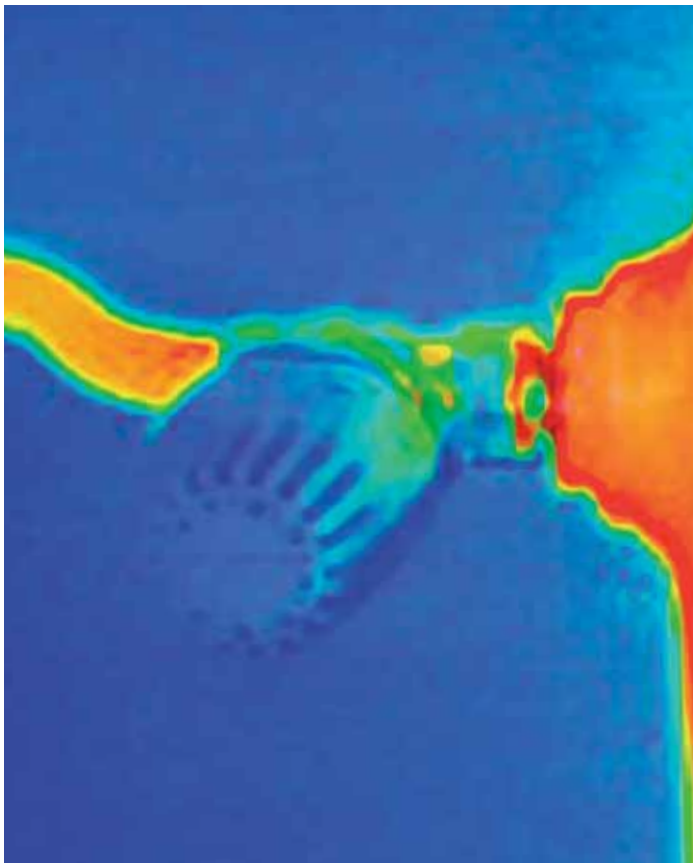
SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG
Personalreferate Bruchsal
Postfach 30 23, 76642 Bruchsal
→ www.jobs-sew.de

Wer bezahlt den Klimaschutz in der Wohnungswirtschaft?

Die Möglichkeiten des Klimaschutzes in der Wohnungswirtschaft sind technisch weit fortgeschritten. Eine von der Bundesregierung eingesetzte Kommission hat mit Hilfe wissenschaftlicher Begleitung aus der TU Darmstadt herausgearbeitet, dass zukünftig die Finanzierbarkeit von Klimaschutzinvestitionen zum zentralen Problem wird. Gefragt sind politische Entscheidungen, die vor allem durch das Spannungsfeld von Umweltschutz- und Sozialpolitik geprägt sein werden.

Who pays for the climate protection in the housing industry?

The technical possibilities of climate protection in the housing industry are nearby boundless. The results of a housing climate protection commission established by the German Government and sientifically accompanied by a team of the TU Darmstadt make clear, that fincancing the future greening of housing will be the central problem. Political investment decisions will be needed, to especially solve the areas of conflict between social and environmental politics.



Andreas Pfnür • Die Bundesregierung fordert mit ihrer umweltpolitischen Zielsetzung, die Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 mindestens um 30 % gegenüber dem Basisjahr 1990 zu reduzieren. Die Zuordnung von Sektorzielen für jeden Bereich – und damit auch die gesamte Wohnungswirtschaft – ist bislang nicht erfolgt. Im Jahr 2007 entfiel rund 40 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland auf die Erzeugung von Raumwärme und Warmwasser. Etwas mehr als ein Drittel davon ist dem Bereich „Wohnen“ zuzurechnen. Vor dem Hintergrund der maßgeblichen Verursachung von CO_2-Emisisonen durch diesen Wirtschaftszweig hat die Bundesregierung eine Expertenkommission unter Federführung des Deutschen Verbands für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung eingesetzt, um die Auswirkungen des Klimaschutzes auf die Branche aufzuzeigen. Mit der wissenschaftlichen Begleitung der Kommission wurde das Fachgebiet Immobilienwirtschaft und Baubetriebswirtschaftslehre der TU Darmstadt beauftragt. Im Folgenden sind die wichtigsten Ergebnisse der Kommissionsarbeit zusammengefasst.

Input-Output Berechnungen zeigen: Im Zeitraum von 1995 bis 2006 wurden Treibhausgasemissionen des Gebäudebestands um rund 20 % reduziert.

Zur Feststellung des bisher geleisteten und weiterhin realistischer Weise möglichen Einsparpotentials wurde eine Input-Output-Berechnung für den Wohnimmobilienbestand vorgenommen, die im Gegensatz zur amtlichen Statistik eine für den Wohnimmobilienbereich verursachungsgerechte Betrachtung ermöglicht. Die Ergebnisse zeigen, dass in den Jahren 1995 bis 2006 rechnerisch durchschnittlich rund 3 % des Gebäudebestands saniert worden sind. Der in diesem Zeitraum sanierte

• Fachgebiet Immobilienwirtschaft und Baubetriebswirtschaftslehre
Prof. Dr. Andreas Pfnür
Tel.: 06151/16-3717
E-Mail: pfnuer@bwl.tu-darmstadt.de
www.immobilien-forschung.de

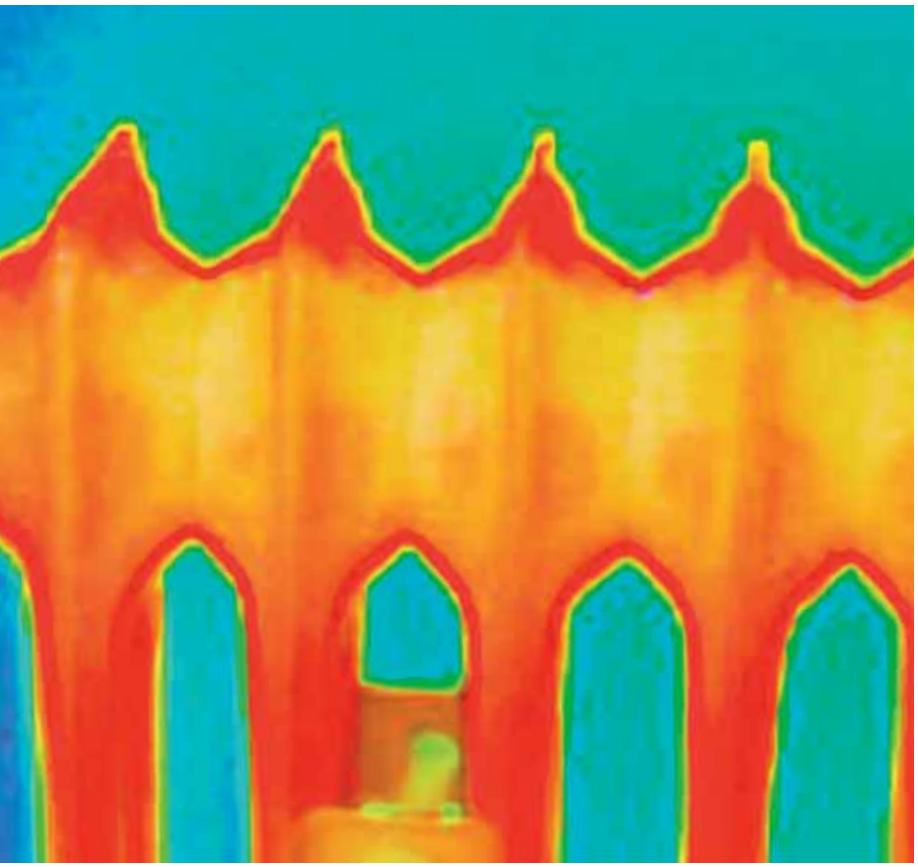


Abbildung 1
Wärmebildaufnahme eines Heizkörpers.

Bestand trägt gegenüber dem Referenzjahr 1995 zu einer CO_2-Reduktion um circa 21 % bei. Damit haben die wohnungswirtschaftlichen Akteure in der Vergangenheit bereits einen ganz erheblichen Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Bedingt durch jährliche „sowieso"-Sanierungen im Veräußerungs- und Vererbungsfall von Immobilien dürfte bis zum Jahr 2020 eine Reduzierung der CO_2-Emission um mehr als 30 % fast sicher erreichbar sein.

Wirtschaftliche Schranken begrenzen zukünftig massiv das technische Einsparpotential

Im Zuge der Kommissionsarbeit angestellte Berechnungen zeigen allerdings, dass weiterhin ein großes Potential verbleibt. Ohne Rücksicht auf die Kosten, könnten die jährlichen Emissionen bis zum Jahr 2020 um 41 Mt CO_2 reduziert werden. Nach generellen Wirtschaftlichkeitsgrundsätzen könnten davon allerdings nur 13,39 Mt CO_2 Einsparpotential realisierbar werden. Wenn man in der Wirtschaftlichkeitsrechnung die konkreten Immobilienmarktbedingungen der Objekte und die finanziellen Rahmenbedingungen von Mietern und Eigentümern berücksichtigt, dann reduziert sich das wirtschaftlich realisierbare Einsparpotenzial weiter auf 6,90 Mt CO_2. Somit scheitert die Realisierung des überwiegenden Anteils an wirtschaftlichen Hürden der Akteure.

„Kosten-des-Wohnens-Dilemma" stellt „Investor-Nutzer-Dilemma" in den Schatten

Die Analyse von für die deutsche Wohnungslandschaft repräsentativ ausgewählten realen Szenariofällen macht deutlich, dass in den Einzelfällen das ökonomisch realisierbare Sanierungspotenzial weit hinter dem technisch möglichen zurückbleibt. Entgegen der viel verbreiteten Annahme, dass die Belastung für eine energetische Sanierung nur beim Vermieter anfällt und der Mieter aufgrund der Einsparungen des reduzierten Energiebedarfs eine vollständige Entlastung erfährt (Investor-Nutzer-Dilemma) zeigen die Berechnungsergebnisse deutlich, dass die aufgrund der zur Erreichung der Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen für den Vermieter notwendige Umlage anteiliger Modernisierungskosten die Energiekosteneinsparungen auf Mieterseite regelmäßig übersteigt. Die Kosten des Wohnens steigen infolge der zur Sanierung notwendigen Investitionen summa summarum häufig um ein vielfaches stärker an als die Energiekosteneinsparung. Die Eigentümer unterscheiden in ihrem Entscheidungskalkül nicht zwischen energeti-

Literatur

Andreas Pfnür, Nikolas Müller und Sonja Weiland (2010). Die Klimaschutzpolitik der Bundesregierung und der Europäischen Union – Auswirkungen auf die Immobilien- und Wohnungswirtschaft. Bericht der wissenschaftlichen Begleiter. In Deutscher Verband für Wohnungswesen, Städtebau und Raumordnung e.V. (Hrsg.), Berlin. S. 41 – 202.

Andreas Pfnür, Nikolas Müller und Sonja Weiland (2009). Wirtschaftlichkeitsberechnung von Klimaschutzinvestitionen in der Wohnungswirtschaft. In: Andreas Pfnür (Hrsg.), Arbeitspapiere zur immobilienwirtschaftlichen Forschung und Praxis. Band 18. Darmstadt, November 2009.

schen und nicht energetischen Modernisierungsinvestitionen. Vielmehr ist aus ihrer Sicht die Wirtschaftlichkeit der Gesamtinvestition entscheidungsrelevant. Den Eigentümern reichen in fast allen Fällen die rechtlichen Möglichkeiten zur Umlage der Gesamtmodernisierungskosten für eine wirtschaftliche Investition aus. Von der in der öffentlichen Diskussion häufig angeführten Problematik, dass die derzeit im Mietrecht verankerten Möglichkeiten zur jährlichen Umlage von 11 % der Modernisierungskosten auf die Mieter nicht ausreichten, kann also kaum die Rede sein.

Das Problem besteht hingegen auf Seiten der Mieter, die entweder wirtschaftlich nicht in der Lage sind, die gestiegenen Kosten des Wohnens zu tragen oder bei denen das Verhältnis aus der Nutzenstiftung durch Wohnwertsteigerung und Energiekostenersparnis sowie der Kosten der Sanierung nicht aufgeht. Mit einer Ausnahme zeigen die Berechnungen Mehrbelastungen der Mieter nach erfolgter Modernisierung zwischen ca. 300 und 3.300 Euro pro Jahr. Die warmmietneutrale Gebäudesanierung funktioniert nur in sehr wenigen Ausnahmen.

„Low hanging Fruits" in der energetischen Gebäudesanierung bereits geerntet

Die Hochrechnungen zeigen deutlich, dass die Erreichung von CO_2-Einsparungen in den kommenden Jahren durchaus möglich, aber im Verhältnis zu den vorherigen Jahren schwieriger zu erreichen sein wird. Die Gründe finden sich unter anderem darin, dass die wirtschaftlich sinnvollen Modernisierungsvorhaben bereits zu einem Großteil durchgeführt worden sind. Dabei handelt es sich um Objekte in Märkten, in denen das Mieterhöhungspotential für eine energetische Sanierung ausgereicht hat oder auch Objekte, bei denen die Wirtschaftlichkeit der Modernisierung durch öffentliche Förderung in der Vergangenheit erreicht wurde.

Energiepreissteigerungen werden in ihren Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit überschätzt

Die jährliche Energiepreissteigerung hat – entgegen der allgemeinen Auffassung – geringere Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit energetischer Sanierungen. Beispielrechnungen zeigen, dass bei einer jährlichen Verdreifachung der Energiepreissteigerungsrate (beispielsweise von 6 % p.a. auf 18 % p.a.) die Kostensteigerung im Durchschnitt der nächsten zehn Jahre nur um 65 Cent pro Monat und m^2 niedriger ausfällt. Angesichts der durchschnittlichen Erhöhung der Kaltmiete aufgrund einer Kombination energetischer und nicht energetischer Modernisierungsmaßnahmen in Höhe von 2,54 Euro pro Monat und m^2 wird deutlich, dass selbst die Verdreifachung der Kostensteigerung nur einen vergleichsweise kleinen Effekt auf die Wirtschaftlichkeit der gesamten Sanierungsmaßnahme hat.

Politik muss entscheiden

In der energetischen Gebäudesanierung wurde einerseits schon vieles erreicht, andererseits besteht aber noch ein erhebliches Potential, was sich derzeit nicht wirtschaftlich realisieren lässt. Eine weitergehende ordnungsrechtliche Verschärfung, wie mit der EnEV 2012 derzeit noch geplant, würde die Wirtschaftlichkeitslücke weiter anwachsen lassen. In den Voraussetzungen des Gesetzes zur Einsparung von Energie in Gebäuden (EnEG) ist ein Wirtschaftlichkeitsgebot verankert, demzufolge ordnungsrechtliche Vorschriften zu wirtschaftlichen Ergebnissen führen müssen, um wirksam zu werden. Verschärfte ordnungsrechtliche Vorschriften werden deshalb vermutlich ins Leere laufen. Ist eine weitergehende, über das hier dargestellte Niveau hinausgehende Emissionsreduktion im Gebäudesektor politisch gewollt, kann dies nur über zusätzliche staatliche Förderung funktionieren.

Wenn die Kosten des Wohnens infolge von energetischen Modernisierungen steigen, dann werden vor allem die sozial schwachen Bevölkerungsschichten davon getroffen, deren Einkommen gerade noch oberhalb der Einkommensgrenzen des Sozialsystems liegen. Der Konflikt zwischen Umweltschutz- und Sozialpolitik ist unvermeidlich.

Andreas Pfnür ist seit 2004 Professor für Allgemeine Betriebswirtschaftslehre, insbesondere Immobilienwirtschaft und Baubetriebswirtschaftslehre, am Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften der TU Darmstadt.

Arbeiten beim „Hidden Champion“ Deutsche Flugsicherung GmbH

Auch Ingenieure können bei der DFS durchstarten. Voraussetzung: Lust auf Luftfahrt und Bodenhaftung.

Fluglotsen sind nicht die einzige Berufsgruppe, die bei der Deutschen Flugsicherung GmbH (DFS) „landet“. Auch Ingenieure können hier das Luftverkehrsmanagement von morgen mitgestalten. Gute Perspektiven haben Absolventen der Luft- und Raumfahrt- sowie der Nachrichtentechnik, außerdem Wirtschaftsingenieure: „Wir besetzen im Jahr etwa 60 bis 80 Ingenieursstellen neu“, erklärt Antje Berning, Referentin Personalmarketing bei der DFS: „Unser Fokus liegt auf luftfahrtbegeisterten Hochschulabsolventen und Young Professionals mit ersten Erfahrungen in der Projektarbeit.“

Das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten für Ingenieure ist groß. Die DFS betreibt in der Zentrale in Langen und in den vier Regionalkontrollcentern München, Karlsruhe, Bremen, Langen und Maastricht nicht nur hoch komplexe Flugsicherungs-, Ortungs- und Navigationssysteme. Im Bereich Forschung und Entwicklung arbeiten DFS-Experten auch an den Flugsicherungs-Technologien der Zukunft.

Im Gegensatz zum Cockpit ist der Automatisierungsgrad in der Flugsicherung noch gering. An der Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine können DFS-Ingenieure am Boden in enger Zusammenarbeit mit Psychologen zum Teil echte Pionierarbeit leisten. Darüber hinaus gibt es eine Reihe von Tätigkeiten und Einsatzgebieten, die unmittelbar auf das DFS-Kerngeschäft ausgerichtet sind, etwa die Wartung und Überwachung der Flugsicherungs-Systeme: Solche Stellen werden in der Regel mit Absolventen eines Bachelor-Studiengangs besetzt.

Antje Berning, DFS-Personalmarketing

Der ideale Bewerber ist von Kindheit an luftfahrtbegeistert, sicherheitsaffin, hat sein Studium mindestens mit der Note 2,5 abgeschlossen und bringt Bodenhaftung mit“, so Antje Berning: „Viele Projekte sind sehr zeitintensiv. Da braucht man Durchhaltevermögen.

Für Hochschulabsolventen gibt es ein Traineeprogramm und Training-on-the-Job-Angebote. Die 1993 aus der Bundesanstalt für Flugsicherung hervorgegangene DFS GmbH ist zu 100 Prozent im Bundesbesitz und bietet damit eine hohe Arbeitsplatzsicherheit. Darüber hinaus lockt die DFS mit ‚Weiterbildungsmöglichkeiten an einer eigenen Akademie, Fitnessprogrammen – und einem technologisch anspruchsvollen Umfeld. „Wir sind der ‚Hidden Champion‘ der Luftfahrt“, sagt Antje Berning: „Was ein Pilot macht, weiß jeder. Die DFS dagegen kennen nur wenige. Dabei sind die Aufgaben bei uns mindestens genauso spannend wie die im Cockpit.“

Landen Sie bei uns!

www.dfs.de

Sie suchen einen Job mit Zukunft? Dann sind Sie bei uns mit Sicherheit richtig – bei der DFS Deutsche Flugsicherung GmbH. Um den Flugverkehr der nächsten Jahre zu bewältigen, suchen wir Menschen, die von der Luftfahrt genauso begeistert sind wie wir.

Unsere aktuellen Stellenangebote finden Sie unter **arbeitgeber.dfs.de**

DFS Deutsche Flugsicherung

Der Solar Decathlon interdisziplinär!

Der Solar Decathlon ist ein internationaler Hochschulwettbewerb, in dem ausschließlich mit Sonnenenergie betriebene Gebäudekonzepte in zehn Disziplinen miteinander verglichen werden. Zu diesen gehört auch die Realisierbarkeit, Marktfähigkeit und Lebenstauglichkeit von Gebäuden, die durch interdisziplinäre Forschung analysiert und optimiert werden können. Dabei gilt es, energetische und architektonische Elemente mit nutzungsbezogenen und wohnsoziologischen Gesichtspunkten zu verbinden und hierdurch die ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Nachhaltigkeit energieeffizienten Bauens zu verbessern.

Solar Decathlon interdisciplinary!

The solar decathlon is an international university competition based on a comparison of exclusively solar energy driven buidling concepts in ten different disciplines. These also include the feasability, marketability and livability of buildings, which can be analysed and optimized by interdisciplinary research. In particular, it will be essential to combine energetical and architectural elements with utilization and habitation-related criteria to improve the ecological, economical and social sustainability of energy-efficient construction.

Marcel Endres / Caroline Fafflok • Schon die zehn Disziplinen verdeutlichen die Chancen, im Rahmen des Solar Decathlon (SD) interdisziplinär zu arbeiten. Durch die Komplexität der Fragestellungen nachhaltigen Bauens und die damit einhergehende zunehmende Verknüpfung unterschiedlicher Fachdisziplinen wurde ein interdisziplinäres Forschungsvorhaben initiiert. Seit Beginn des Projektes im Sommer 2008 forschen der Fachbereich Architektur – vertreten durch das Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen – der Fachbereich Elektrotechnik mit dem Fachgebiet Regenerative Energien und das Institut für Soziologie des Fachbereichs Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften gemeinsam, um fächerübergreifende Fragen der Nachhaltigkeit im Geflecht der Anforderungen von Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft zu beleuchten.

Die Gewährleistung gesellschaftlicher Akzeptanz des nachhaltigen und energieeffizienten Bauens ist künftig davon abhängig, inwieweit es gelingt, sich stetig ändernde Nutzungsanforderungen konzeptionell in Planung und Ausführung einzubetten. Nutzeranalysen können hierfür wichtige Anhaltspunkte liefern, da sie sowohl verschiedene Vorstellungen und Einschätzungen sichtbar machen als auch neue Präferenzen generieren können. Der daraus hervorgehende interdisziplinäre Forschungskontext für Architektur, Soziologie und Ingenieurwissenschaften hat die Identifizierung von nutzungsbezogenen Potentialen und Problemfeldern des nachhaltigen und energieeffizienten Bauens zum Gegenstand. Ihm stehen verschiedene Evaluationsinstrumente wie Nutzerbefragungen, Probewohnen und Expertengespräche zur Verfügung, durch die sich Synergien zwischen Entwürfen und Nutzungskontexten energieeffizienter Häuser freisetzen lassen. Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen des Solar Decathlon-Projektes der Frage nachgegangen, in welchem Verhältnis Hausentwürfe und gesellschaftliche Akzeptanzstrukturen gegenüber dem nachhaltigen Bauen stehen.

Zu diesem Zweck wurde durch eine offene Befragung von Fachleuten aus der Planungs- und Baupraxis auf Basis ihrer Erfahrungen mit privaten Bauherren und öffentlichen Bauträgern Einschätzungen der SD-Entwürfe der TU Darmstadt eingeholt. Diese Art der indirekten Nutzeranalyse stellt eine von vielen weiteren Möglichkeiten zur Erhebung von Nutzungsprofilen und Erstellung von Leitfäden für ein nutzergerechtes Bauen dar. Im Ergebnis lassen sich jedoch bereits einige zentrale Gesichtspunkte zusammenfassen, die sowohl wichtige Problemfelder an der Schnittstelle zwischen Planung und Nutzung als auch weiteren Forschungsbedarf in diesem Bereich offen legen.

Neue Wohnansprüche

Der unbestreitbare und notwendige Bedarf an nachhaltigen und energieeffizienten Konzepten im Haus- und Wohnungsbau steht zu gesellschaftlich etablierten Nutzungsansprüchen in einem nicht un-

• **Institut für Soziologie der TU Darmstadt**
Graduiertenkolleg „Topologie der Technik“
Marcel Endres M.A.
Tel.: 06151/16-4986
E-Mail: endres@ifs.tu-darmstadt.de
www.ifs.tu-darmstadt.de/index.php?id=td

• **Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen**
Dipl.-Ing. Caroline Fafflok M. A.
Tel.: 06151/16-5448
E-Mail: fafflok@ee.tu-darmstadt.de
www.ee.architektur.tu-darmstadt.de

Abbildung 1
Innenraum mit Blick auf die Galerie im surPLUShome, dem Beitrag der TU Darmstadt zum Solar Decathlon 2009.

erheblichen Widerspruch. Dieser liegt keineswegs „in der Natur der Sache“ zwischen zukunftsweisenden Konzepten und tradiertem Bau- und Nutzungsverhalten, sondern kann und muss durch flexible Planungsprozesse und Lösungen mediatisiert werden. Analog zu jüngeren Befunden wird deutlich, dass gegenwärtig das Bauen oder Beziehen eines hochenergieeffizienten Hauses weniger umweltbezogen motiviert ist, sondern überwiegend auf Gründen der Kostenersparnis und der Erwartung gehobenen Wohnkomforts beruht. Die Neigung, kostengünstigeren Investitionen in weniger effiziente Energietechniken den Vorrang vor langfristig höheren Einsparpotentialen zu geben, unter-

Wettbewerbsdisziplinen

- Architektur
- Marktfähigkeit
- Technologische Umsetzung
- Lichtkonzept
- Kommunikation
- Thermische Behaglichkeit
- Warmwasserbereitstellung
- Technische Ausstattung
- Home Entertainment
- Energieeinspeisung

ANZEIGE

esa

The European Space Agency provides for and promotes cooperation amongst European States in space science, research and technology and their space applications. ESA works exclusively for peaceful purposes.

For over three decades the 18 countries of ESA have been pooling their resources to create a dynamic programme of space exploration and technology. Europe’s most brilliant scientists and skilled engineers have brought space into our lives through diverse and dynamic means, in the fields of : - Exploration of the solar system and deep space - Launchers - Human space flight and space laboratories - Earth observation and meteorology - Satellite communications - Satellite navigation systems.

ESA is organised in a number of key “centres”- ESA is headquartered in Paris. ESA’s technology centre (ESTEC) is located in Holland. The data processing centre (ESRIN) is located in Italy. The astronaut centre (EAC) and the satellite operations centre (ESOC) are located in Germany.

The European Space Agency is continuously looking to recruit aerospace, electrical and mechanical engineers, IT specialists, physicists, mathematicians, astronomers, and astrophysicists. Types of employments encompass a variety of areas: research and development, project support, project management, spacecraft operations and data retrieval and exploitation.

ESA/ESOC
Robert-Bosch-Str. 5 · 64293 Darmstadt - Germany
Telefon + 49 - 6151 90 2016 · Telefax.:+ 49 - 6151 90 2871
www.esa.int

streicht dies. Die höheren Kosten von energieeffizienten Produkten im Haus- und Wohnungsbau sind nicht nur das Resultat teurerer Bautechnologien und Materialien, sondern auch einem noch stark segmentiertem und auf spezifische Nutzeransprüche zugeschnittenen „early market“ geschuldet. Gerade weil dieser Markt Unwägbarkeiten bereithält, sind flexible Raumkonzepte und Ausstattungsoptionen gefragt, die ein modulares und nutzungsvariables Bauen ermöglichen.

Wieviel Technik vertragen Nutzer?

Dies gilt gleichermaßen für die Verwendung neuer Techniken und Steuerungseinrichtungen und damit der Frage, ob solche Häuser ihre energetische Arbeit passiv verrichten oder eine Einflussnahme durch bzw. auf das Nutzungsverhalten ihrer Bewohner ermöglichen sollen. Gerade die Nutz- und Handhabbarkeit technologischer Elemente muss den Lebenssituationen und Lebensstilen potentieller Nutzer entsprechend angepasst sein. Am konkreten Beispiel des Solar Decathlon lässt sich feststellen, dass insbesondere die Steuerung der Gebäudetechnik – ein wichtiger Bestandteil des Energiekonzeptes – an die Bedürfnisse der Nutzer angepasst werden muss. Es ist eine Strategie zu entwickeln, die Nutzerverhalten und Gebäudesteuerung sinnvoll miteinander koppelt und unter dem Motto

ANZEIGE

software AG

DIE SOFTWARE AG

BESCHÄFTIGT
- Praktikanten/Werkstudierende
- Absolventen

BETREUT
- Bachelor-Arbeiten
- Master-Arbeiten

FREUT SICH AUF DEINEN BESUCH
www.softwareag.com/jobs
www.softwareag.com/university

BIETET FÜR STUDIERENDE
- Umfangreiches Hochschulprogramm
- Produktschulungen

BIETET FÜR ABSOLVENTEN
- Trainee-Programme
- Internationale Einsatzmöglichkeiten
- Attraktives Einstiegsgehalt

Die Software AG ist der weltweit größte unabhängige Anbieter von Business-Infrastruktursoftware. Unsere 4.000 Kunden erzielen messbare Erfolge durch die Modernisierung vorhandener IT-Systeme und die Erstellung innovativer Lösungen für neue Geschäftsanforderungen.

Unser Produktportfolio umfasst marktführende Lösungen für Datenmanagement, serviceorientierte Architekturen und die effiziente Automatisierung von Geschäftsprozessen. Wir verbinden leistungsfähige IT-Technologie mit Branchen-Know-how und bewährten Best Practices und helfen damit unseren Kunden, ihre Unternehmensziele schneller zu erreichen.

Die Software AG hat ihren Firmensitz in Darmstadt und ist an der Frankfurter Wertpapierbörse notiert.

1969-2009 Engineering the Future for 40 YEARS

SOFTWARE AG. GET THERE FASTER.™ Contact us at www.softwareag.com

Abbildung 2
Südwestansicht des surPLUShome.

steht: „so wenig Technik wie möglich, soviel wie nötig.“ Die Technik soll dem Bewohner zugleich –helfen, sich energieeffizient zu verhalten, bestenfalls sogar sein Verhalten optimieren. So kann man durch das Visualisieren der eigenen Verbräuche die Nutzer des Gebäudes zu einem sparsameren und umweltverträglicheren Verhalten anregen.

Kooperation zwischen Planung und Sozialforschung

Die Nutzungsszenarien für energieeffiziente Häuser korrespondieren auf sehr unterschiedliche Weise mit bau- und wohnbezogenen Anforderungen von verschiedenen gesellschaftlichen Sinus-Milieus. Die klassische lebenslange Bindung an das gebaute Haus, die für Gruppen wie dem konservativen Milieu oder der sog. bürgerlichen Mitte lange charakteristisch war, weicht in zunehmendem Maße neuartigen Konzepten des Wohnens, die durch stärkere Mobilität und destandardisierte Lebenszyklen bedingt ist und mit neuen Sinus-Milieus wie den sog. Experimentalisten, modernen Performern oder Postmaterialisten einhergeht. Von zentraler Bedeutung wird deshalb künftig vor allem die nachhaltige Vermittlung von individualisierten Ansprüchen und flexiblen Nutzungsmodellen im Rahmen energieeffizienten Bauens sein. Nicht zuletzt kommt energieeffizienten Häusern gegenwärtig immer noch die Stellung von Prestigeobjekten zu, die sich rechnen, das Gewissen beruhigen und dabei auch noch gut aussehen. Energieeffiziente Gebäudeentwicklung beinhaltet jedoch mehr und befindet sich gerade deshalb in einer Zwickmühle, die neue Aufgaben an

Marcel Endres ist Mitglied des Graduiertenkollegs „Topologie der Technik“ am Fachbereich Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften und Mitarbeiter am Institut für Soziologie an der TU Darmstadt.

Caroline Fafflok, M. A., Dipl.-Ing., ist seit 2008 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (Prof. Hegger).

die Forschung stellt: Zum einen muss sie vielfältigen Nutzererwartungen entsprechen, um sich weiter zu etablieren, zum anderen einem gewandelten Verständnis der gesellschaftlichen Rolle von Bauen und Wohnen durch entsprechende Konzepte weiteren Nachdruck verleihen.
Soziologische Aspekte wie das Nutzerverhalten sollten frühzeitig in der Planung beachtet werden. Dadurch kann die Gesamtwirtschaftlichkeit von Gebäuden erheblich verbessert werden. So ist es wichtig, dass alle Akteure bei einer Planung rechtzeitig miteinander kooperieren. Nutzer und Betreiber sollten in diese Phase mit einbezogen werden, damit die konzeptionellen Elemente ihren Anforderungen genügen. Eine interdisziplinäre Forschung, die soziale, architektonische und energietechnische Aspekte durch Nutzeranalysen miteinander verbindet, hilft diese Zielsetzung weiter zu fokussieren.

Der Solar Decathlon

Das Team der Technischen Universität Darmstadt – eine Kooperation des Fachbereichs Architektur mit dem Fachbereich Elektrotechnik – holte 2009 in Washington DC zum zweiten Mal in Folge unter Leitung von Professor Manfred Hegger den Sieg beim Solar Decathlon. Der Wettbewerb mit dem Untertitel „Prototyp Wohnen 2015“bietet nicht nur die Chance neue Wege in der Architektur zu beschreiten, sondern auch neue Technologien und Produkte zu entwickeln und anzuwenden. Der Solar Decathlon dient dazu, Potenziale des solaren und nachhaltigen Bauens sowie solarer Energieerzeugung einer breiten Öffentlichkeit aufzuzeigen.

www.solardecathlon2009.de
www.solardecathlon.org

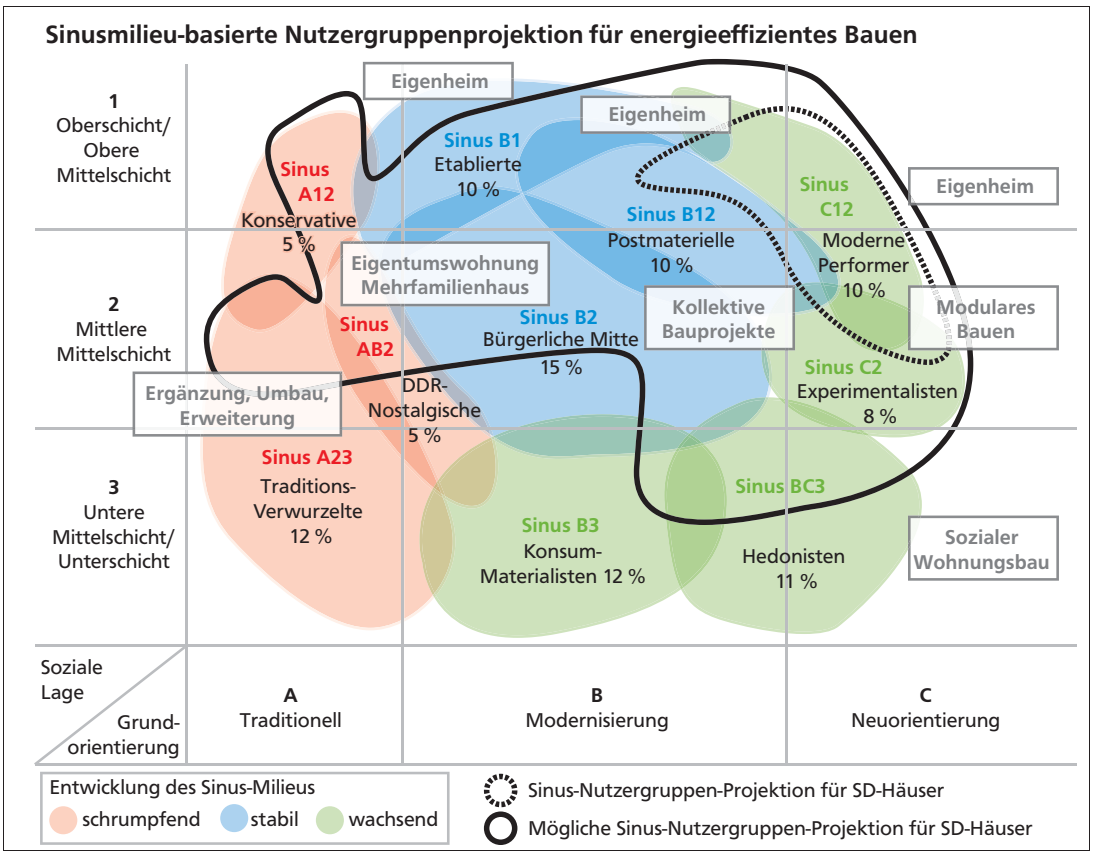


Abbildung 3
Auswahl der Zielgruppe aus den Sinus-Milieus für das energieeffiziente Bauen, insbesondere für die Häuser des Solar Decathlon.

Power to the house

Die traditionelle Struktur der Energieversorgung besteht aus der Anpassung der Energieerzeugung an den Energiebedarf. Erneuerbare Energien erzeugen fluktuierend Energie und können nur bedingt angepasst werden. Durch den stetigen Ausbau von Wind- und Sonnenkraftwerken befindet sich diese Struktur im Wandel. Es müssen Strukturen gefunden werden, die zusätzlich eine Anpassung des Energieverbrauchs an das Energieangebot ermöglichen. Kommunikationstechnologien die Erzeuger und Verbraucher sowie Endkunden vernetzen, werden zum Internet der Energie führen. Das Stromnetz von morgen benötigt auch die Steuerung des Stromverbrauchs von morgen: surPLUShome liefert diese.

Power to the house

The traditional structure of supplying electrical energy is based on the adjustment of the power generation to the power demand. The power of renewable energies is fluctuating and cannot be controlled. Due to the continuous expansion of wind and solar power plants, the traditional structure is changing. A structure allowing the adjustment of energy consumption to the energy supply has to be developed. Communication technologies connecting generators, loads and end customers will lead to the internet of energy. The grid of tomorrow needs a control of the power demand of tomorrow: surPLUShome is providing it.

Thomas Hartkopf / Lutz Steiner • Elektrizität ist die Basis einer Industriegesellschaft. Eine steigende Nachfrage, Rohstoffverknappung und Klimawandel erfordern zunehmend mehr Effizienz im Umgang mit Energie. Der Ausbau erneuerbarer Energien führt zu dezentralen und volatilen Erzeugungsstrukturen.

Neben der traditionellen Anpassung der Energieerzeugung an die Nachfrage gewinnt zukünftig auch die Anpassung der Nachfrage an die Erzeugung (Lastmanagement) an Bedeutung. Das Stromnetz von morgen muss intelligent sein (Smart Grids), um Kraftwerke, dezentrale Energieerzeuger und Verbraucher zu regeln und um damit die Versorgungssicherheit gewährleisten zu können. Dies hat Auswirkungen auf Gebäude und Gebäudesteuerungen.

Wie sieht die Zukunft aus? Derzeit beschäftigen sich sechs von der Bundesregierung geförderte Leuchtturmprojekte (E-Energy – IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft) mit diesem Thema. Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) werden dabei von großer Bedeutung sein. Mit ihrer Unterstützung können intelligente Energiesysteme betrieben werden, in denen viele Erzeugungsanlagen, zunehmend auch solche mit erneuerbaren Energien, mit den Einrichtungen der Stromnetze und den Strom verbrauchenden End-

Literatur
www.e-energy.de

Abbildung 1
19kWp Photovoltaik Leistung.

geräten kommunizieren. Kommunikation und Interaktion stehen im Vordergrund.
Das Stromnetz von morgen benötigt die Steuerung des Stromverbrauchs von morgen: surPLUShome liefert diese.

Konzept surPLUShome
Im Vordergrund steht die Nutzerakzeptanz. Komplexe Technologien finden nur Zustimmung, wenn sie intuitiv nutzbar sind. Bussysteme verwenden oftmals spezielle Schalter oder Taster mit bis zu acht Tastmöglichkeiten (z.B. Auswahl von Lichtszenen). Da solche nur mit guter Beschriftung gehandhabt werden können, wird in surPLUShome auf solche Schalter verzichtet. Stattdessen werden konventionelle Lichtschalter mit nur einer Tastmöglichkeit für die Lichtsteuerung verwendet (An/Aus). Komplexere Funktionen wie das Dimmen, die Aus-

wahl von Lichtszenen, sowie andere Eingaben zur Steuerung des Gebäudes sind ausschließlich über ein in die Wand eingelassenes Touchpanel sowie ein mobiles Touchpanel möglich. Zusätzlich können auf den Touchpanels Statusinformationen abgerufen werden. Die graphische Oberfläche ermöglicht eine intuitive Bedienung des Hauses und gewährleistet, dass Statusinformationen oder Steuereingaben visuell leicht durch den Nutzer erfassbar sind.

In surPlushome sind alle technischen Systeme miteinander vernetzt, so dass alle Systeme untereinander kommunizieren können. Das zentrale System bildet der europäisch genormte KNX Elektroinstallationsbus gekoppelt mit einem Cresnetbus. Ein Steuerprozessor (embedded System) fungiert als zentrale Intelligenz von surPLUShome. Hier werden sämtliche Messdaten (Sensorik) in Echtzeit aufgenommen und ausgewertet. Dabei handelt es sich unter anderem um die Messdaten der Energieerzeu-

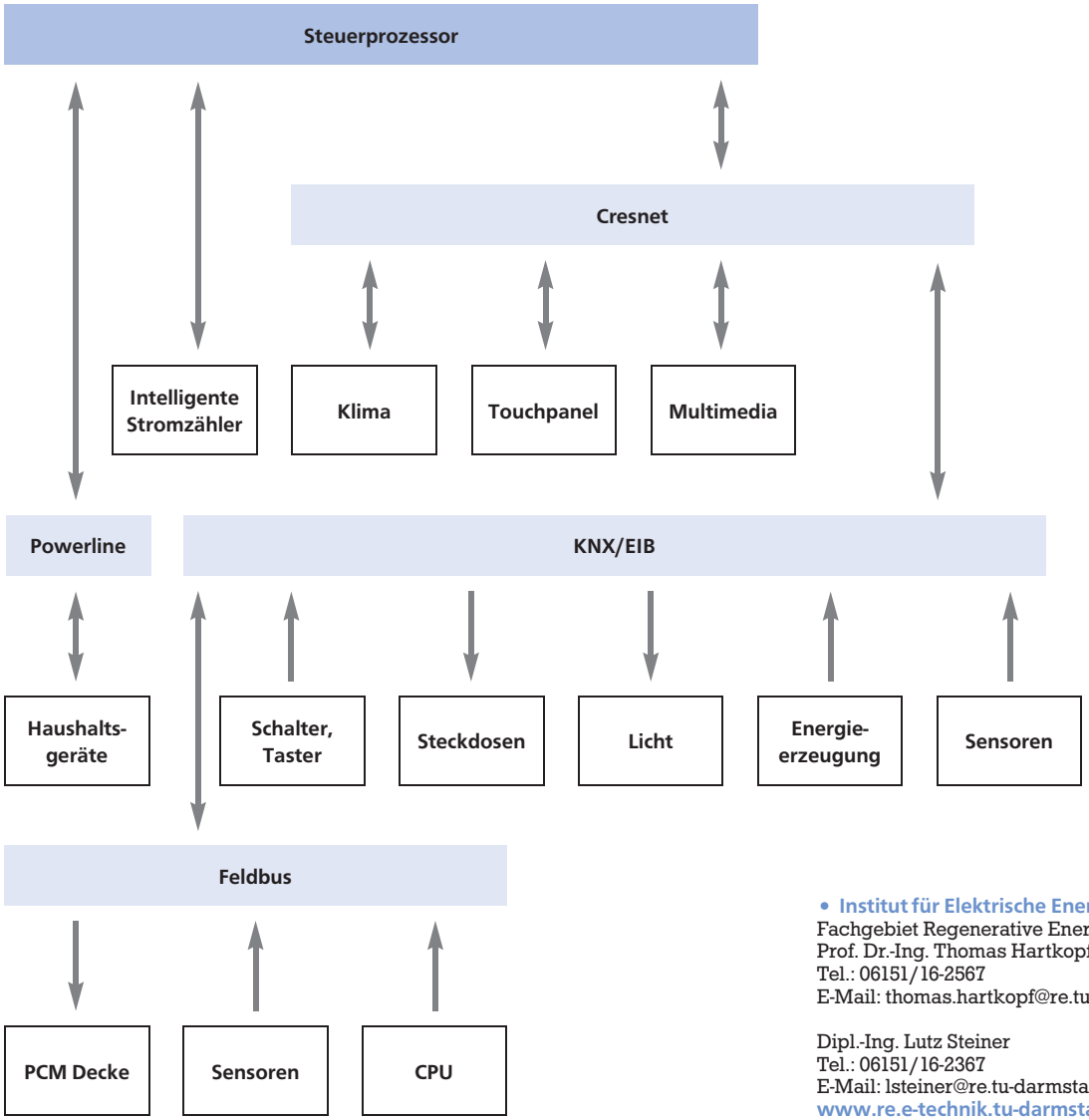


Abbildung 2
Übersicht der verwendeten Bussysteme in surPLUShome.

• **Institut für Elektrische Energiesysteme**
Fachgebiet Regenerative Energien
Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartkopf
Tel.: 06151/16-2567
E-Mail: thomas.hartkopf@re.tu-darmstadt.de

Dipl.-Ing. Lutz Steiner
Tel.: 06151/16-2367
E-Mail: lsteiner@re.tu-darmstadt.de
www.re.e-technik.tu-darmstadt.de

gung durch die eigene Photovoltaikanlage, sowie um die Messdaten der Verbrauchsmessung sämtlicher Geräte bzw. Steckdosen. Eine Stromampel am Touchpanel visualisiert den energetischen Zustand des Gebäudes (rot: Gesamtverbrauch > Erzeugung, gelb: Gesamtverbrauch und Erzeugung sind annähernd gleich, grün: Erzeugung > Verbrauch). Die Stromampel motiviert den Bewohner, ggf. aktuell nicht benötigte Energieverbraucher abzuschalten. In Abhängigkeit der Sensorik können zusätzlich Aktoren im KNX Elektroinstallationsbus auslösen. Dadurch wird ein Lastmanagement ermöglicht: Elektrische Verbraucher können gestartet werden, wenn genügend Energie durch die eigene

KNX Feldbus

Als KNX Bus wird ein Feldbus für die Gebäudeautomation bezeichnet. Technisch stellt KNX eine Weiterentwicklung des EIB Feldbusses dar. KNX ist der Nachfolger der Feldbusse EIB, BatiBus und EHS und bildet derzeit den europäischen Standard in der Gebäudeautomatisierung. KNX ist ein offener Standard. KNX Komponenten werden von allen Großen Elektrokonzernen angeboten und werden in ganz Europa sowie vereinzelten Ländern außerhalb Europas vertrieben.

ANZEIGE

MERCK

Es gibt noch so viel an uns zu entdecken. Jetzt bewerben und die Zukunft mitgestalten.

www.come2merck.de

Abbildung 3
Die Stromampel auf dem Touchpanel (leider gelb, ein verregneter Tag).

Photovoltaikanlage produziert wird. Der Bezug von Fremdenergie aus dem Stromnetz kann dadurch minimiert werden, was sich nach dem neuen Erneuerbaren Energien Gesetz durchaus lohnen kann. Zukünftig wird dies noch mehr an Bedeutung gewinnen.
Die größten elektrischen Verbräuche im Haushalt entstehen durch die Haushaltsgeräte (Waschmaschine und Trockner). In surPLUShome können diese durch ein auf die Stromleitung moduliertes Datensignal zu einem durch den Steuerprozessor als günstig identifizierten Zeitpunkt gestartet werden (Lastmanagement). Diese Methode stellt einen großen Vorteil dar, da eine Steuerung der Haushaltsgeräte (Ein-, Ausschalten, Statusabfrage) direkt über die Geräteelektronik ermöglicht wird. Klassische Ansätze beschränken sich darauf, den Stromanschluss solcher Geräte zu aktivieren bzw. deaktivieren. In surPLUShome wird an dem jeweiligen Haushaltsgerät, nach Einstellung aller für den Betrieb notwendigen Parameter (z.B. Waschprogramm), die Option Fernstart gewählt. Ist diese Option gewählt, so erwartet das Gerät den Einschaltimpuls durch die Gebäudesteuerung.
In Forschungsprojekten wie E-Energy steht das Stromnetz im Vordergrund. Dort wird an Marktplatzlösungen gearbeitet, wie Energie gehandelt werden kann, damit Erneuerbare Energien (z.B. Windenergie) unter anderem durch Lastverschiebungen von Industrie und Haushalten ausgeregelt werden können. Eine Marktplatz-

Thomas Hartkopf ist Leiter des Fachgebietes Regenerative Energien am Fachbereich Elektrotechnik der TU Darmstadt und ehemaliger Vorstand der EnBW Energie Baden-Württemberg AG.

Lutz Steiner ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Regenerative Energien. Er promoviert zum Thema Lastmanagement und ist Projektleiter Elektrotechnik im Solar Decathlon 2009 Projekt.

lösung könnte die Schaffung eines dynamischen Stromtarifs für die Endverbraucher sein. Dieser ändert sich in Abhängigkeit der aus erneuerbaren Energien eingespeisten Leistung. Falls dem Energieversorger große Mengen an erneuerbarer Energien zur Verfügung stehen, kann dieser durch niedrige Strompreise die Endverbraucher zum Konsum elektrischer Energie motivieren. Umgekehrt kann dieser, falls ihm nur geringe Mengen an erneuerbarer Energie zur Verfügung stehen, die Endverbraucher durch erhöhte Strompreise zum Verbrauch von wenig Energie motivieren.
surPLUShome ist für die Nachführung der eigenen Verbraucher an dynamische Stromtarife vorbereitet. Zwei an die Gebäudesteuerung angeschlossene intelligente Zähler des Energieversorgers messen sekündlich die verbrauchte und eingespeiste Energie und geben dem Energieversorger anonymisiert alle 15 Minuten Rückmeldungen über den energetischen Zustand von surPLUShome. Sobald dieser in Zukunft einen dynamischen Stromtarif an den Zähler übermittelt, kann surPLUShome seine elektrischen Verbraucher dem dynamischen Stromtarif des Energieversorgers nachführen.

Das Haus von Morgen

surPLUShome ist ein modernes Solarhaus mit einer ebenso modernen Gebäudesteuerung, entwickelt für das Stromnetz von morgen. surPLUShome kann seine eigenen elektrischen Verbraucher entweder der eigenen Energieerzeugung durch Photovoltaik oder zukünftig einem dynamischen Strompreis des Energieversorgungsunternehmens nachführen. surPLUShome besitzt eine intuitiv bedienbare Gebäudesteuerung. Dem Bewohner werden in Echtzeit aktuelle Statusinformationen am Touchpanel (Smart Metering) dargestellt. Die Stromampel gibt einfach und verständlich den energetischen Status des Hauses an. Derzeitige Forschungsvorhaben des Fachgebiets Regenerative Energien beschäftigen sich mit der Optimierung von Lastmanagement-Algorithmen für surPLUShome.

E-Energy

„E-Energy – IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft" ist ein Förderprogramm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie in ressortübergreifender Partnerschaft mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. E-Energy wurde auf dem IT-Gipfel von der Bundeskanzlerin zum nationalen Leuchtturm-Projekt erklärt. Es müssen neue Lösungen für das Energiesystem gefunden werden, die den Anforderungen des Wandels zu liberalisierten Märkten, zu dezentralen und volatilen Erzeugungsstrukturen sowie zur Elektromobilität Rechnung tragen – und ein Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit, Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit sicherstellen.

Abbildung 4
Mobiles Touchpanel.

Abbildung 5
Installationsarbeiten.

Form finden

Die Prozesse der Formfindung sind einzigartig, personengebunden, situativ, nicht wiederholbar und nicht systematisierbarer Art. Es handelt sich um Entwicklungen, die sich nicht binden, vererben oder automatisieren lassen. Sie fordern ständige Innovationsbereitschaft und dulden keine menschliche Trägheit.

Finding a form

The processes involved in styling are unique, highly personal, peculiar to the particular situation involved, unrepeatable, and cannot be systematized. They represent a combination of traits that cannot be pinned down, inherited, or automated. They demand constant innovativeness and are intolerant of human inertia.

Ariel Auslender • In einer Grotte, die vollkommen dunkel ist und in die kein Licht von der Außenwelt eindringen kann – im schwarzen Teer der absoluten Dunkelheit – ist es nicht möglich, Formen oder Dimensionen zu differenzieren. Dunkelheit, Starrheit, Unsicherheit. Dann aber, durch das Einschalten einer nur kleinen Taschenlampe, wird im Widerschein die beruhigende Information des Felsreliefs zugänglich. Größe, Weite, Tiefe – euklidisch vermitteln sich die Raumbezüge, und geben damit Sicherheit und Ruhe zur Betrachtung. Die Taschenlampe sendet einen eingeschränkten Lichtkegel aus, in welchem sich nun sukzessiv im Zeitverlauf, und nicht simultan die Topografie der Grotte erschließt. Mit Hilfe des Lichtes und von einer wachsenden Neugier getrieben, können wir nun gezielt laufen, tasten, riechen und optisch verbinden, wahrnehmen.

Analogie

Mit der sukzessiven Beleuchtung der Grotte durch den kreisenden Lichtkegel werden sowohl die Art und Weise, wie wir die Grotte betrachten, als auch die Reihenfolge der Details, die wir nacheinander entdecken unwiderruflich festgelegt. Die zeitliche Abwicklung der Datenaufnahme wird den Eindruck und die Empfindung subjektiv nachhaltig charakterisieren. Abhängig von der Art und Weise, wie wir die Erkundung der Grotte angegangen sind, wird auch später unser gesamter Eindruck sein, all diese schnell getroffenen automatischen, intuitiven Entscheidungen, die von unserer Persönlichkeit und den intimen Gewohnheiten im Laufe des alltäglichen Lebens geprägt wurden, werden dann unseren Eindruck der Grotte definitiv bestimmen. Abhängig von unserer Übung und Sensibilität, werden wir sehen, was wir sehen wollen, oder wahrnehmen können.

Abbildung 1
„Begegnung“, massives Glas, 2009.

Die Grotte wird letztendlich unsere subjektive Grotte. Sie ist mit uns im Einklang. Die Gesellschaft will die Grotte epochal für sich immer neu entdecken und sie definiert sich, zeitlich gegenüber der Vergangenheit, räumlich gegenüber anderen Kulturen immer neu. Sie tötet (leider!) in regenerativer Hoffnung ikonoklastisch ihre Väter. Sie setzt einen in Zeit und Raum wiederkehrenden Zyklus neu maskierter Mythologien fort. Bei der Aufgabe ein Objekt zu planen, ein Musikstück zu komponie-

Abbildung 2
„Begegnung“, massives Glas, 2009.

ren oder eine Skulptur zu meißeln, befindet man sich in einer Situation, in der man sich an eine Aufgabe langsam und vorsichtig herantasten muss. Erfahrung auf diesem Feld kann für die innere Haltung hilfreich sein: Sie hilft Ruhe zu bewahren, der Zeit zu vertrauen und Prozesse der Entwicklung und Kombinatorik zu erkennen und reifen zu lassen und als nicht unwesentlicher Aspekt keiner Panik und Verzweiflung zu verfallen. Erfahrung kann eine Moderator-Rolle gut übernehmen, sie kann aber Kreativität nicht ersetzen und kann nicht allein die Aufgabe lösen. Sie leistet einen kreativen Beitrag im geschichtlichen Quervergleich und in der Steuerung des innovativen Elans. Der kreative Prozess braucht die Balance (die oft nicht harmonisch sondern durch Kampf erreicht wird!) zwischen der Inspirations-/Innovations-Kraft und dem weitblickenden, ruhigen Auge der Erfahrung.

Unreflektierter Innovationsdrang kann selbstvergewaltigende, schlimmstenfalls suizidale Eigenschaften manifestieren (der Maler Monet verbrennt im Rausch der Verzweiflung die Hälfte seiner Produktion im Hof). Die umgekehrte Tendenz zu Trägheit und Konservatismus, getragen von nicht dynamischen Erfahrungswerten führt zur Erstickung jeglicher regenerativer Kraft (die französische Akademie verbannt die Impressionisten aus der Pariser Jahresausstellung).

Formfindung

Die Prozesse der Formfindung sind einzigartig, personengebunden, situativ, nicht wiederholbar und nicht systematisierbarer Art. Es handelt sich um Entwicklungen, die sich nicht binden, vererben oder automatisieren lassen. Sie fordern ständige Innovationsbereitschaft und dulden keine menschliche Trägheit. Wenn sie erfolgreich sind, werden sie oft Grundlage für einen Stil, einen Trend, eine Manier. Das rasante Erscheinen und Verschwinden von Kunstrichtungen und militanten Positionen in den letzten Jahrzehnten zeigt, dass ad ultimo, nur die individuelle Sichtweise entscheidend ist. Modern, zeitgemäß, innovativ und revolutionär, kann nur die tiefpersönliche Sicht, bzw. die verändert abstrahierte Wiedergabe einer Realität sein. Was danach als manieristischer Trend folgt, ist epigonale Gestaltungsübung, geschichtliche Trägheit, Verfestigung und erfinderische Kombinatorik eines Stils und eher leichtere Befriedigung kreativen Elans. Ein wesentliches Merkmal unserer westlichen Gesellschaft ist der Drang sich in Zeit und Raum differenziert zu konturieren: In der Zeit gegenüber den Eltern, der früheren Generation und im Raum gegenüber den Nachbarn.

Kreative Arbeit birgt in sich die Gefahr und auch die Bereitschaft zur Zerstörung, zum Vandalismus. Junge Leute auf diesem Weg zu begleiten ist eine spannende, lehrreiche und verantwortungsvolle Aufgabe. Der Begriff „Begleiten“ verstanden als Schlüsselwort. Es handelt sich um eines danteskes Begleiten, ein Begleiten durch die Hölle, ein Aus-

• Fachgebiet Plastisches Gestalten
Prof. Ariel Auslender
Tel.: 06151/16-2534
E-Mail: auslender@plastik.tu-darmstadt.de
www.plastik.architektur.tu-darmstadt.de

tarieren mit Respekt und Rücksicht zwischen der subjektiven Natur des Individuums und dem Bezug zur Aufgabe. Nachhaltig ist in der Gestaltungsgeschichte allein die Suche nach dem persönlichen Beitrag, als eine Festlegung der individuellen Interpretation, nur das macht die Aufgabe in der Lehre sinnvoll. Die verschiedenen Interpretationen und Lesarten der Wirklichkeit sind eine der großen sozialen Leistungen der Kunst. Die Künste sind Katalysator und Reagenz zugleich. Sie spiegeln die Wirklichkeit wider und damit entfalten sich neue Ansätze. Sie dokumentieren den Stand einer Wirklichkeit, sie legen ihn fest in Form und Struktur, und dienen sogleich wieder als Vorbild für die nächsten Wechsel des Realitätsbildes. Kunst speist sich aus der Wirklichkeit und verändert sie. Die Kunst bildet einen gemeinsamen Kultursockel, legt die Stufe für den nächsten Sprung fest. Die Kunst definiert sich in Vorbildern und Paradigmen. Der Umgang mit Bildern im Affekt, ohne Distanz, die Wirklichkeit der Bildwelt verkennend, ist immer leidenschaftlich und nie gleichgültig.

Die Zerstörung von solchen Paradigmen, Zeitdokumenten, ist immer negativ, selbstmörderisch, Kastration. Der kritische Umgang damit immer positiv. Leider richtet menschliche Leidenschaft immer konfus und undifferenziert, und verwechselt die Wirklichkeit der Abbildungen und Symbole mit der Wirklichkeit von echten Personen oder politischen Systemen. Das führt leider zu tragischen Verlusten. Jede einzelne kreative Leistung ist ein Dokument, ein Schnappschuss menschlicher Geschichte. In der kritischen Betrachtung der Kunst ist die Trennung zwischen Sinnlichkeit, (Form und Gestaltung), und symbolischer Last fundamental. Paradoxerweise wird die Zeit der sinnlichen Realität der Kunst immer helfen, das Sinnliche hervorheben und die symbolische Deutung abmildern. Junge Entwerfer müssen sich mit diesen Themen sehr früh beschäftigen. Es ist sehr schön, sie dabei zu begleiten.

Ariel Auslender wurde 1959 geboren in Buenos Aires (Argentinien) und ist seit 1973 als Bildhauers tätig. Seit 1998 leitet er das Fachgebiet Plastisches Gestalten, seit 2002 als Honorarprofessor.

ANZEIGE

Brüel & Kjær Vibro GmbH

Brüel & Kjær Vibro

Brüel & Kjær Vibro GmbH
Leydheckerstraße 10
64293 Darmstadt
Deutschland
Tel.: +49 (0) 6151 4 28 11 00
Fax: +49 (0) 6151 4 28 12 00
info@bkvibro.de
www.bkvibro.com

Zentrales Vertriebsbüro
Sibyllastraße 9
45136 Essen
Tel.: +49 (0) 201 8 94 32 90
Fax: +49 (0) 201 8 94 32 92
www.bkvibro.de

Condition Monitoring

- Schwingungsmesstechnik
- Wälzlagerüberwachung
- Betriebswuchten
- Konventionelle und diagnostische Maschinenüberwachung
- Schwingungsdiagnose als Dienstleistung
- Beratung, Engineering, Inbetriebnahme
- Schulung und Seminare

www.bkvibro.de

Effizienz als Leitindikator

Die Effizienz von Gebäuden und Gebäudestrukturen ist ein unglaublich weites Feld, das es zu beackern gilt, um den Herausforderungen der Zukunft gerecht zu werden. Am Beispiel eines fiktiven Hochhauses kann ein Teil der vielen Aspekte, die bezüglich der Effizienz ein Rolle spielen, verdeutlicht werden.

Efficiency as main guideline

The efficiency of buildings and building structures is an incredible broad field which has to be ploughed through in order to meet the challenges of the future. Using the example of a virtual high-rise building some of the various aspects concerning efficiency can be clarified.

Abbildung 1
Fiktives Hochhaus als konzeptioneller Rahmen der Vorplanung.

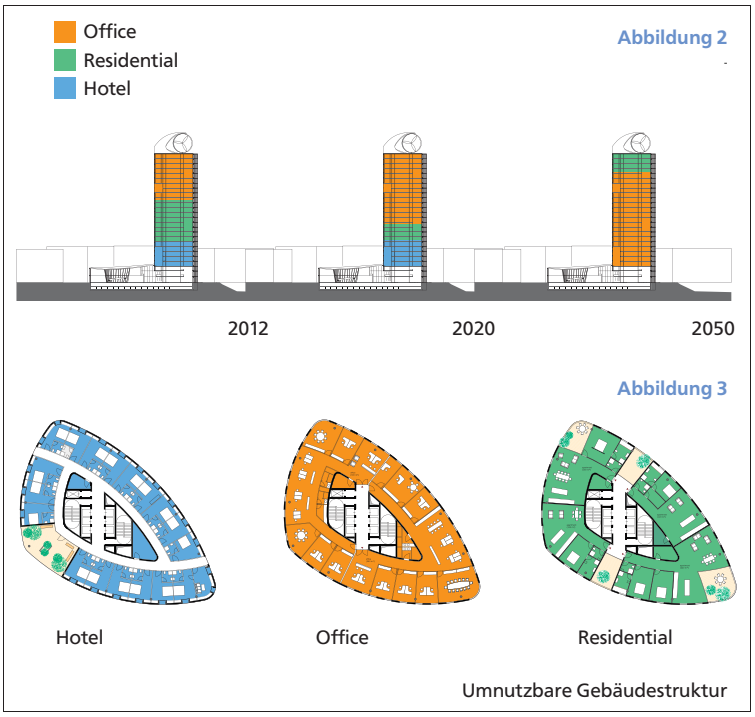
Klaus Daniels • Eine bauliche Struktur hat dann eine besonders hohe Wirksamkeit (und auch Langlebigkeit), wenn das Gebäude auf unterschiedlichste Ansprüche der Zukunft reagieren kann.

Effizienz der Baustruktur

Ein erster primärer Anspruch ist der, bauliche Strukturen so auszubilden, dass sie unterschiedlichsten Nutzungen zugeführt werden können. In der Vergangenheit und zum Teil noch heute werden bauliche Strukturen „optimiert“ – gemeint ist in Wirklichkeit die Minimierung von Baukosten mit dem Erfolg, dass eine Vielzahl von Objekten nur einem einzigen Zweck dienen können. Sie werden geplant als Bürogebäude, Wohngebäude, Hotels usw.
Eine wirksame Baustruktur ist jedoch nur dann effizient, wenn sie verschiedensten Ansprüchen genügt. Dies wird dadurch erreicht, dass Geschosshöhen so ausgebildet werden, dass sie verschiedenste Installations- und Ausbaustrukturen aufnehmen können. Der kleine Unterschied in der Geschosshöhe von ca. 20 cm macht bereits aus, ob ein Baukörper effizient ist oder nicht. Lässt sich ein Baukörper mit seinen Installationsansprüchen umrüsten und neu strukturieren, dann ist er für die Nutzung wirksam – und das auf lange Zeit. Bei dem beispielhaft gezeigten Gebäude wurde von vornherein berücksichtigt, dass dieses in sich wandelbar ist und verschiedenste Nutzungen aufnehmen kann. Die Bilder 2 und 3 zeigen denkbare Veränderungen des Baukörpers hinsichtlich seiner Nutzung und unterschiedlicher Ausbauvarianten.

Effizienz der Gebäudehülle

Die Hüllstruktur eines Gebäudes hat einen entscheidenden Einfluss auf die gewünschte Nutzung, den späteren Betrieb und vor allem den Energieverbrauch. Insofern müssen zukünftige Gebäude dahingehend konzipiert werden, dass ihre Hüllflächen auf spätere Nutzungen reagieren können



und diese Hüllflächen mit neuen Technologien aufgerüstet werden können, die zukünftige Märkte anbieten.

In ihrer Nutzung variable Gebäude müssen im Fassadenbereich ein Grund-Traggerüst besitzen (im Regelfall Pfosten-Riegel-Konstruktion), das in der Lage ist, verschiedene Einbauelemente zuzulassen. Bild 4 zeigt das Prinzip einer effizienten Hüllstruktur, die auf unterschiedlichste Ansprüche des Nutzens reagieren kann. Die Bilder 5 bis 7 dokumentieren einmal den Anspruch auf eine sich verändernde Hüllstruktur und deuten zudem bereits den Betrieb und das Betreiben an, bei dem es darum geht, tageszeitlich und jahreszeitlich reagieren zu können, wenn ein Objekt durchweg oder nur zum Teil genutzt wird. Objekte, die nicht einer laufenden Nutzung unterliegen, sollten in ihrer Hüllstruktur so geschlossen werden, dass praktisch keine Wärmeabflüsse oder Wärmezuflüsse erfolgen.

Eine effiziente Wärmedämmung ist nur dann wirklich effizient, wenn sie auf Veränderungen reagieren kann. Dabei spielen Faktoren wie windinduzierter Lufteintrag, thermischer Lufteintrag, erhöhte Wärmedämmung während der Nacht (Winter-

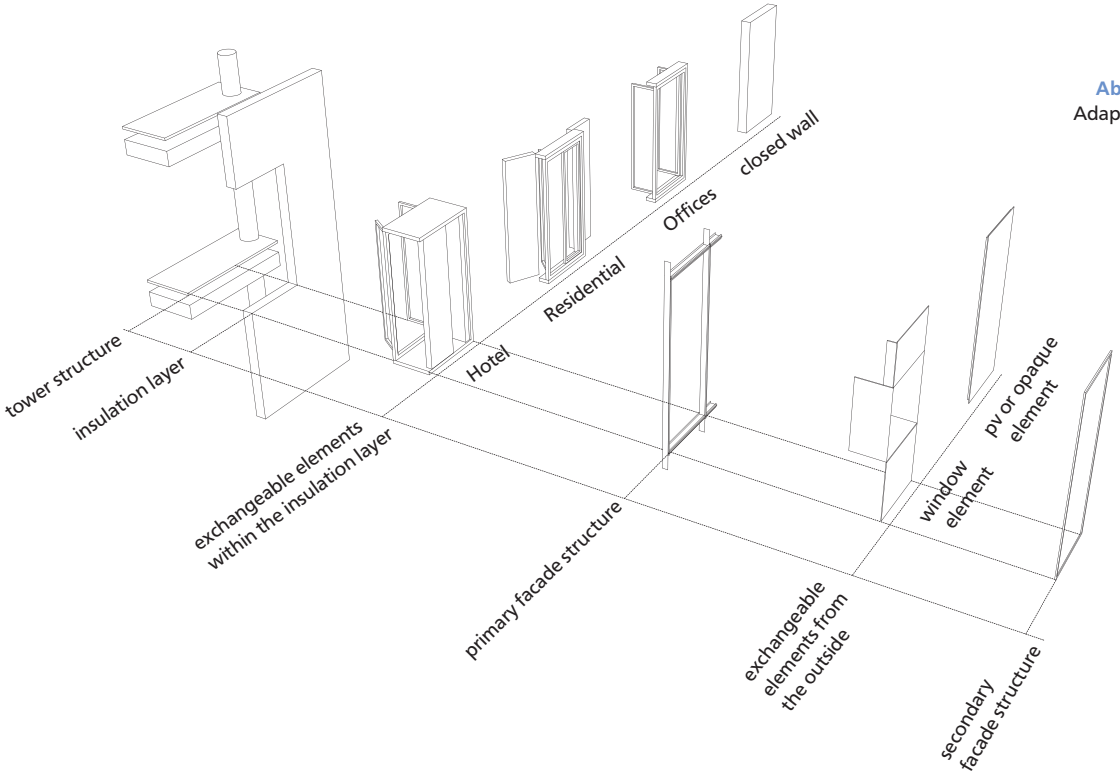
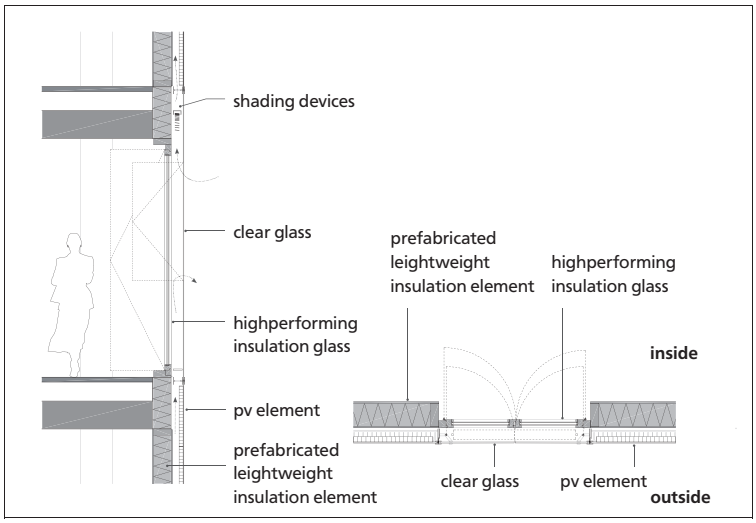
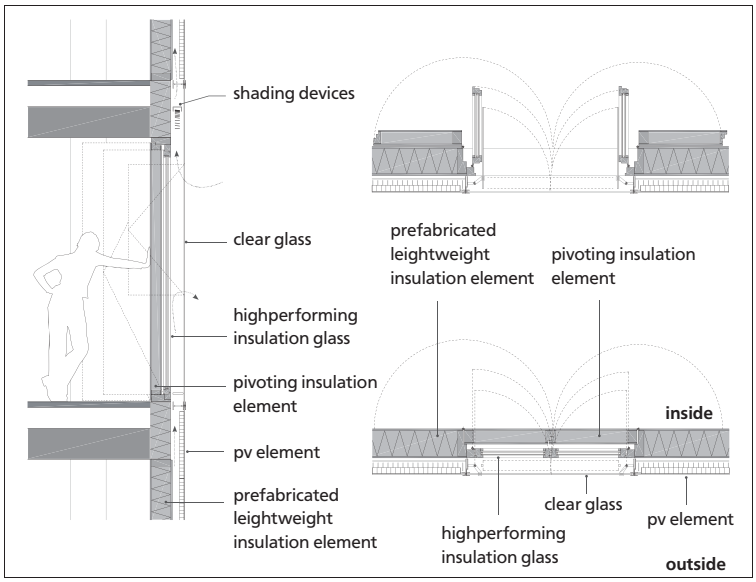


Abbildung 4
Adaptable Skin





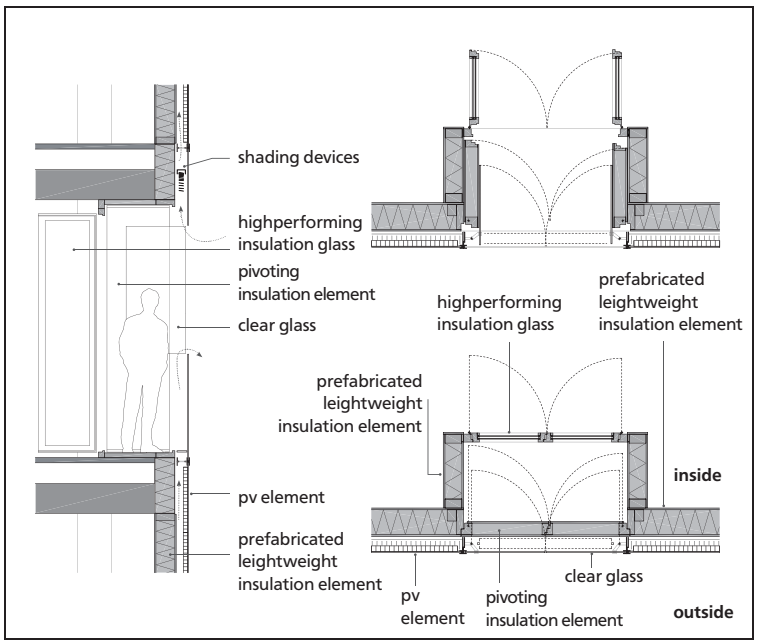


Abbildung 5, 6 und 7
Denkbare Fassadenelemente bei unterschiedlichen Nutzungen.

betrieb), erhöhter Lichteintrag während des Tages (bei Nutzung), geringstmöglicher Wärmeeintrag während des Tages (Sommerbetrieb), größtmöglichster Wärmeaustrag während der Nacht (Sommerbetrieb) usw. eine Rolle.
Die unterschiedlichen Fassaden für die Nutzung als Büro, Wohnungen und Hotel zeigen denkbare Lösungsansätze für Tag- und Nachtbetriebe bzw. jahreszeitliche Betriebe, um durch ein Höchstmaß an Flexibilität die Wirksamkeit der äußeren Oberfläche deutlich zu verbessern. Das gezeigte Beispiel ist nur ein denkbarer Lösungsansatz von vielen denkbaren Möglichkeiten, die es jeweils für die unterschiedlichsten Standorte auf der Erde zu entwickeln gilt. Bei dem hier als Beispiel gezeigten Objekt handelt es sich um ein solches, das in Mitteleuropa zur Aufstellung kommen könnte – es würde sicher deutlich anders aussehen, wenn es um ein Objekt z.B. in tropischen Regionen geht.
Wie bereits festgestellt müssen Fassaden auf unterschiedlichste Nutzungen reagieren können, wenn es sich um ein hoch flexibles und variables Gebäude handelt. Die in Bild 8 dargestellte Fassade zeigt eine Lebendigkeit, die sich aus der Funktion der hinter den Fassaden liegenden Räume ergibt (form follows function).
Großflächige Fassaden wie auch Dächer werden in Zukunft einen Teil des Energiebeitrags liefern müssen, der im Gebäude konsumiert wird. Insofern sind die blau dargestellten Felder als Photovoltaikelemente zu verstehen, die auf opaken Wandflächen aufgebracht werden.

Effiziente Energiegewinnung

Nur Gebäude mit geringstmöglichem Energieverbrauch haben in den nächsten Jahrzehnten die

• HL Beratungs- und Beteiligungs GmbH
Aidenbachstr. 52
81379 München
Tel.: 089/724061-31
www.hl-technik.de

• TU Darmstadt
Fachbereich 15
Lehrstuhl Entwerfen und Gebäudetechnologie
El-Lissitzky-Straße 1
64287 Darmstadt
Tel.: 06151/16-2102
E-Mail: info@techno-tud.de
www.techno.architektur.tu-darmstadt.de

Theorie ist grau. Sagt man. Praxis ist bunt. Sagen wir.

Das Studium Universale ist eine schöne Vision: Alles kennen lernen, viele Einblicke gewinnen und das Wissen ganz verschiedener Disziplinen sammeln. Unser Angebot für Studenten (w/m) orientiert sich an diesem Gedanken. Als Konzern, der ein riesiges Spektrum rund um Energie und energienahe Dienstleistungen abdeckt, können wir diese Vielfalt auch bieten. Ob in einem Praktikum, einer Werkstudententätigkeit oder mit der Möglichkeit, die Abschlussarbeit des Studiums bei uns anzufertigen. Wir sind sicher, Ihnen die passende Chance bieten zu können.

Mehr Informationen unter:

www.enbw.com/karriere

TOP ARBEITGEBER DEUTSCHLAND 2009 AWARDED BY crf.com
Junge Karriere
3. Platz Work-Life-Balance

FAIR COMPANY
Die bessere Chance für Absolventinnen
Eine Initiative von Junge Karriere

EnBW
Energie braucht Impulse

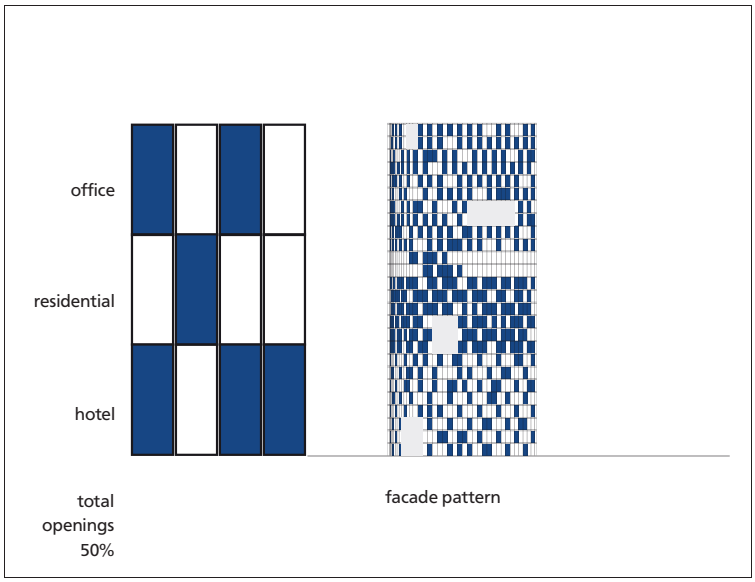
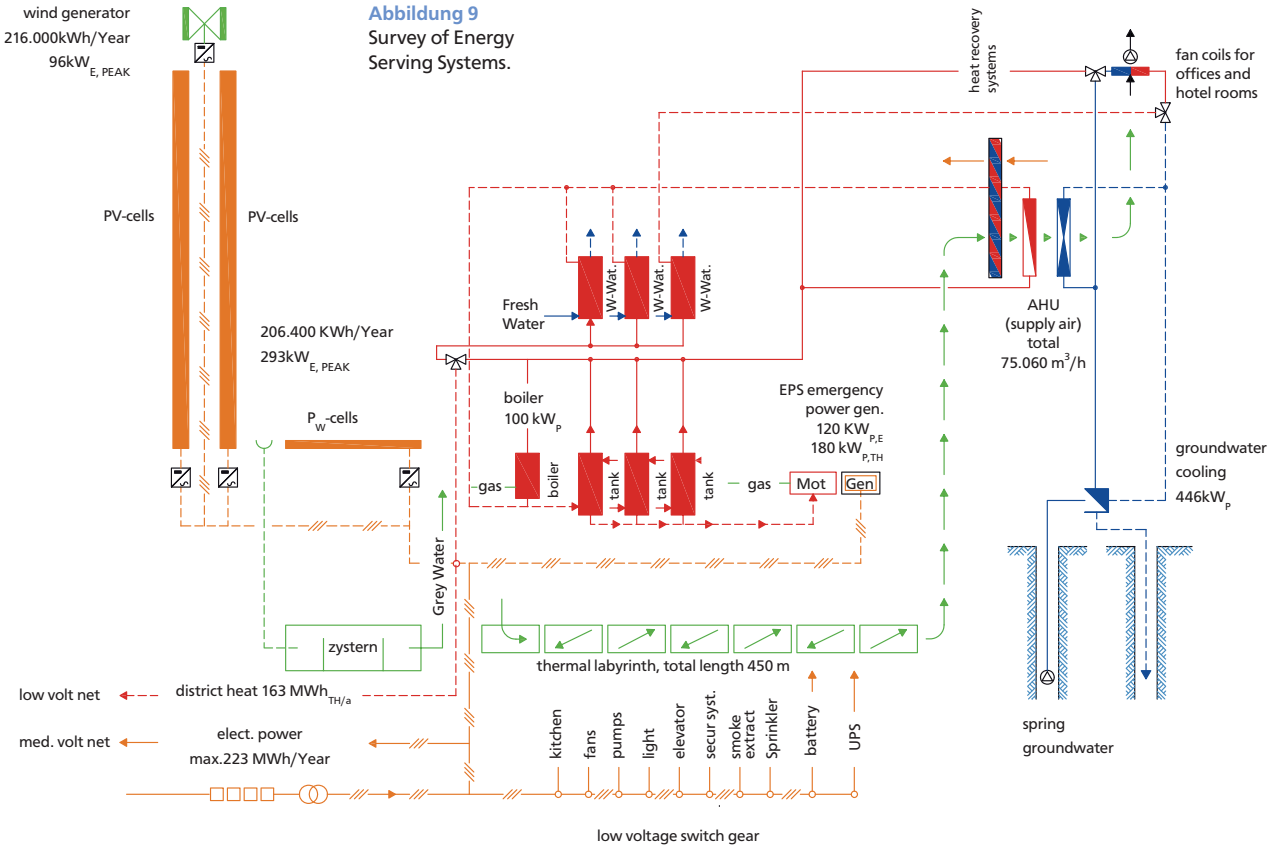


Abbildung 8
Fassadenansicht (Ausschnitt und Gesamtansicht).

Chance zu überleben, d.h. im Sinne der Energiewirtschaft ausreichend Energie zu erzeugen, die im Gebäude verbraucht wird. Wir stehen zurzeit an der Schwelle, uns auf die in der Zukunft zu entwickelnden virtuellen Kraftwerke einzustellen. Als virtuelle Kraftwerke werden solche Energieerzeugungseinrichtungen bezeichnet, die im stadtnahen Umfeld oder direkt am Gebäude die Energien produzieren, die benötigt werden.

Hierzu gehören Energieerzeugung durch Windenergie, Solarenergie, Geothermie und nachwachsende Rohstoffe, vgl. Bild 9. Der Einsatz von Windenergie ist selbstverständlich deutlich Standort abhängig, d.h. ob während des Jahres ausreichend und langfristig Winde vorherrschen, die in der Lage sind, Windräder anzutreiben.
Der Einsatz von solarthermischen Elementen (Kollektoren) sowie Photovoltaikelementen hängt wiederum selbstverständlich hinsichtlich ihrer Wirksamkeit vom Standort ab und ist jeweils von Fall zu Fall auszuloten. Sonnenhöhenwinkel, Strahlungsintensitäten und Sonnenscheindauern bestimmen den Einsatz der solaren Energiegewinnung und führen von Fall zu Fall richtigerweise zu völlig unterschiedlichen Fassadenausprägungen je nach Standort.
Die Nutzung untiefer Geothermie ist hinsichtlich ihrer Effizienz wiederum vom Standort abhängig,

Abbildung 9
Survey of Energy Serving Systems.



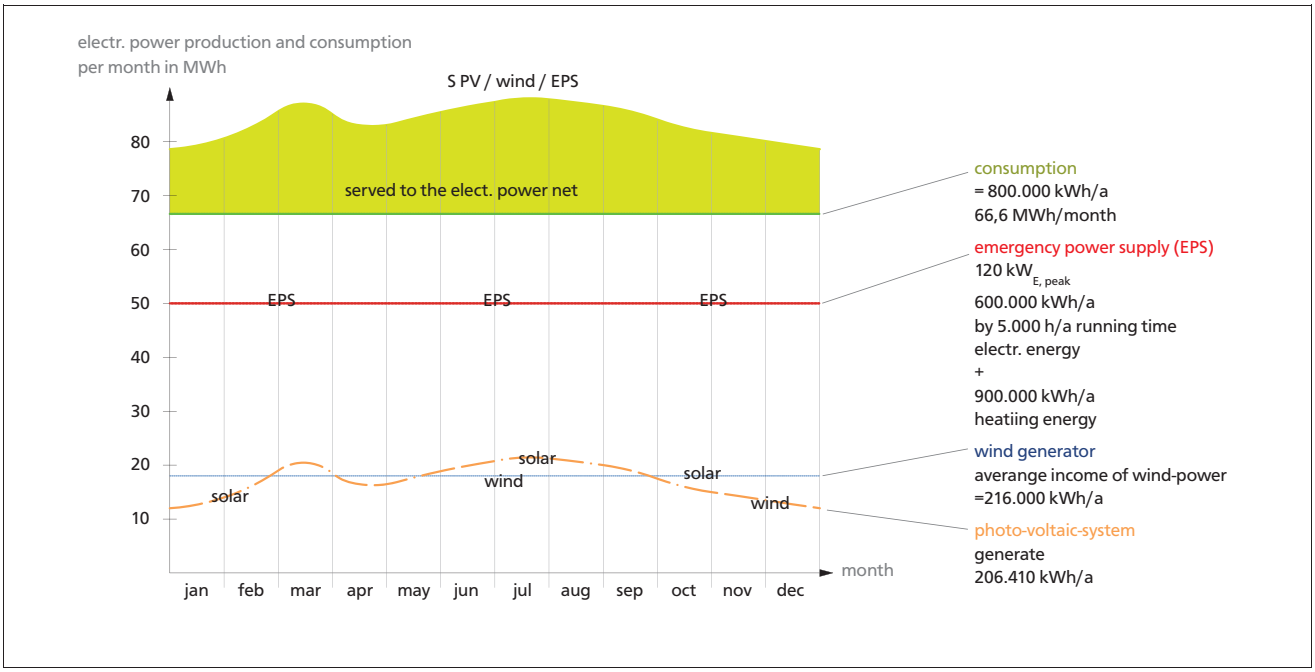


Abbildung 10
Jahreszeitliche Energieproduktion im Verhältnis zum Energiebedarf (Endenergie).

d.h. ob während der verschiedenen Jahreszeiten über das Erdreich oder Grundwasser Energien gewonnen werden können, die dem direkten Betrieb dienen. So können u.U. Thermolabyrinthe eine Lösung darstellen, einen deutlichen Anteil der Energie zur Kühlung oder Heizung eines Gebäudes zu erzielen.
Ein weiterer wesentlicher Beitrag kann in der Nutzung von Erdwärme oder Erdkühle in direkter Form (Grundwasser) oder in indirekter Form (über Sonden) erfolgen. Auch hierbei spielt eine wesentliche Rolle, ob ausreichende Temperaturdifferenzen hinsichtlich zu behandelnder Luft- und Wasserströme bestehen, d.h. dass ausreichende Wärmeübergänge und Wärmegewinne angezeigt sind.
In der Regel können höhere Bauwerke mit einem ungünstigen A/V-Verhältnis ihren Energiebedarf nicht durch Windenergie und Solarenergie sowie geothermische Energie decken. Hierbei insbesondere zu beachten ist, dass Energieerträge und Energieverbräuche nicht unbedingt zusammenfallen und dass die Notwendigkeit besteht, erzeugte Energien zu speichern, Bild 10. Gespeicherte Energien bei der Erzeugung von Energie zu jeder Zeit abrufbar sind dann auszumachen, wenn es um Energieträger geht, die auf einfache Weise zu lagern sind. Hierzu gehören u.a. Biogas und Bioöl.

Klaus Daniels ist emeritierter Professor der ETH Zürich, Lehrstuhl Gebäudetechnik, und ist seit 2008 Professor in Vertretung am Fachgebiet Entwerfen und Gebäudetechnologie, TU Darmstadt.

Literatur

1998 „Low-tech – light-tech – high-tech – Bauen in der Informationsgesellschaft“, München/Zürich

1999 „Technologie des ökologischen Bauens“, München/Zürich

1999 „Gebäudetechnik – ein Leitfaden für Architekten und Ingenieure“, München/Zürich

2007 „Plusminus 20°/40° latitude, sustainable building design in tropical and subtropical regions“, München

2008 „Energy Design for Tomorrow – Energy Design für morgen“, München

Die landläufig bekannten Biomasseerträge aus Holz oder Bioabfällen können mit hoher Wahrscheinlichkeit im Regefall den Restenergiebedarf nicht decken, da die Ergiebigkeit der heute üblicherweise eingesetzten Biomasse zu gering ist. Eine Steigerung der Effizienz kann durch den Einsatz von Algen erfolgen, da deren Wirksamkeit über das Jahr gesehen um ein Zehnfaches höher ist als bei den vor erwähnten Energieträgern. Insofern werden u.U. in Zukunft Gebäude oder Baustrukturen entwickelt, an die Algen produzierende Techniken angegliedert werden, die einerseits das im Gebäude entstehende CO_2 aufnehmen und andererseits Energie aus Biomasse und Bioöl jederzeit abrufbar bereitstellen.
Ein energetisch wirksames Haus kann sich bei richtiger Ausbildung aller notwendigen Strukturen sicher messen – energieeffiziente Häuser brauchen sich nicht zu verstecken (vgl. Bild 1).
Das Entwurfskonzept des Gebäudes wurde erarbeitet durch PSP Architekten, Ingenieure (Berlin), van SANTEN & Associés (Lille) und Prof. Klaus Daniels für HL-Technik Engineering.

Die Klimadecke des surPLUShome

Phasenwechselmaterial (englisch: phase change material – PCM) kann bei nahezu konstanter Temperatur eine große Wärmemenge aufnehmen. PCM wurde in die Konstruktion der Decke des surPLUShome integriert und zur Klimatisierung des Hauses genutzt. Die Auslegung dieser Klimadecke erfolgte in interdisziplinärer Zusammenarbeit der Fachbereiche Architektur, Elektrotechnik und Maschinenbau. Im Wettbewerb konnte die Decke überzeugen und lieferte einen wichtigen Beitrag zum Gesamtsieg.

The climate ceiling of the surPLUShome

Phase change material (PCM) can absorb a large amount of heat at an almost constant temperature. PCM was integrated into the ceiling construction of the surPLUShome and thus used for the climatisation of the house. The layout of this climate ceiling was carried out in interdisciplinary cooperation of the faculties of architecture, electrical engineering and mechanical engineering. The good performance of the ceiling in the contest made a valuable contribution to the overall victory.

Abbildung 1
Material der Klimadecke im Detailausschnitt.

Frank Dammel, Lutz Steiner, Martin Zeumer • Soll latente Wärmespeicherung bei einer technischen Anwendung genutzt werden, dann muss ein geeignetes Material, das bei der gewünschten Temperatur einen Phasenwechsel vollzieht, verfügbar sein. Für Anwendungen im Bereich einer angenehmen Raumtemperatur oder der menschlichen Körpertemperatur werden Paraffine oder Salzhydrate eingesetzt. Die auf die Masse bezogene latente Wärme ist ähnlich groß, aufgrund ihrer größeren Dichte sind Salzhydrate den Paraffinen bei der volumenbezogenen latenten Wärme jedoch überlegen. Im Gegensatz zu den Salzhydraten können Paraffine mikroverkapselt werden. Dabei entstehen Partikel mit einem Durchmesser im Mikrometerbereich, die aus dem Phasenwechselmaterial im Inneren und einer äußeren festen Hülle bestehen (siehe Abbildung 2). Unabhängig davon, ob das Phasenwechselmaterial gerade fest oder flüssig ist, erscheinen die Partikel nach außen immer fest. Dies erweitert die Anwendungsmöglichkeiten erheblich. Bereits etabliert ist die Zugabe von mikroverkapseltem Phasenwechselmaterial zu Baustoffen und Funktionsbekleidung. Am Fachgebiet Technische Thermodynamik wird untersucht, ob sich die Eigenschaften von Wasser als Kühlflüssigkeit durch die Zugabe solcher Partikel verbessern lassen.

Konzept

Schon beim Solar Decathlon 2007 wurde im siegreichen Haus der TU Darmstadt mikroverkapseltes Phasenwechselmaterial eingesetzt, um die thermische Masse zu erhöhen. In der Weiterentwicklung

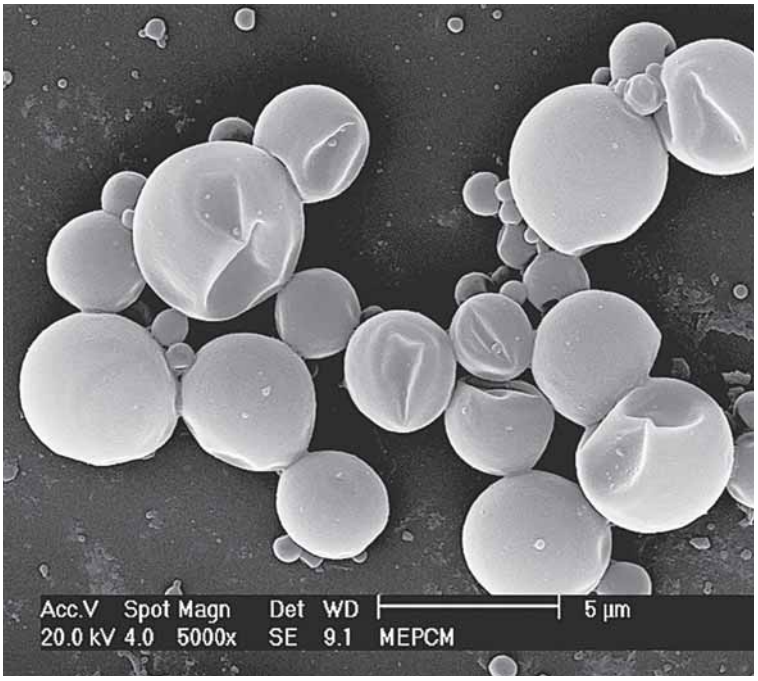


Abbildung 2
Mikroverkapseltes Phasenwechselmaterial im Rasterelektronenmikroskop.

dieses Konzeptes sollte dieses Mal auch eine aktive Steuerung der Latentwärmespeicherung möglich sein. Die Grundidee war, von Luftkanälen durchzogenes Phasenwechselmaterial im konstruktiven Raum des Daches zu integrieren. Da hierzu eine Mikroverkapselung nicht notwendig ist, wurde aufgrund der höheren volumenbezogenen latenten Wärme einer Salzhydratlösung der Vorzug gegeben. Ist es tagsüber erforderlich, die Raumluft zu kühlen, dann kann diese im Umluftbetrieb durch die Kanäle in der Decke geleitet werde, wo sie Wärme auf das Phasenwechselmaterial überträgt und abgekühlt wieder in den Raum strömt. Nachts muss das Phasenwechselmaterial regeneriert werden, d.h. die tagsüber aufgenommene und latent gespeicherte Wärme muss wieder abgegeben werden. Dazu wird nachts kalte Umgebungsluft durch die Kanäle geleitet, die sich dabei erwärmt (siehe Abbildung 3).

Auslegung

Die Vorgaben des Wettbewerbs sahen vor, dass die Raumluft eine Temperatur zwischen 22 und 24,4°C haben sollte. Um die Temperatur konstant zu halten, muss die Wärme, die von außen oder durch innere Wärmequellen (elektrische Geräte, Personen) eingetragen wird, wieder abgeführt werden. Die Abschätzung der abzuführenden Wärme orientierte sich an Ort und Zeit des Wettbewerbs: Washington D.C. im Oktober (was dem Sommerfall in Deutschland weitgehend entspricht). Damit sich eine hohe Behaglichkeit im Innenraum einstellt, darf die Temperaturdifferenz der Luft zwischen Ein- und Austritt eine bestimmte Grenze nicht überschreiten. Daraus ergibt sich der erforderliche Luftmassenstrom. Nun war sicherzustellen, dass tatsächlich der ermittelte Wärmestrom von der Luft auf das Phasenwechselmaterial übertragen wird. Die Wärmeübertragung verbessert sich mit abneh-

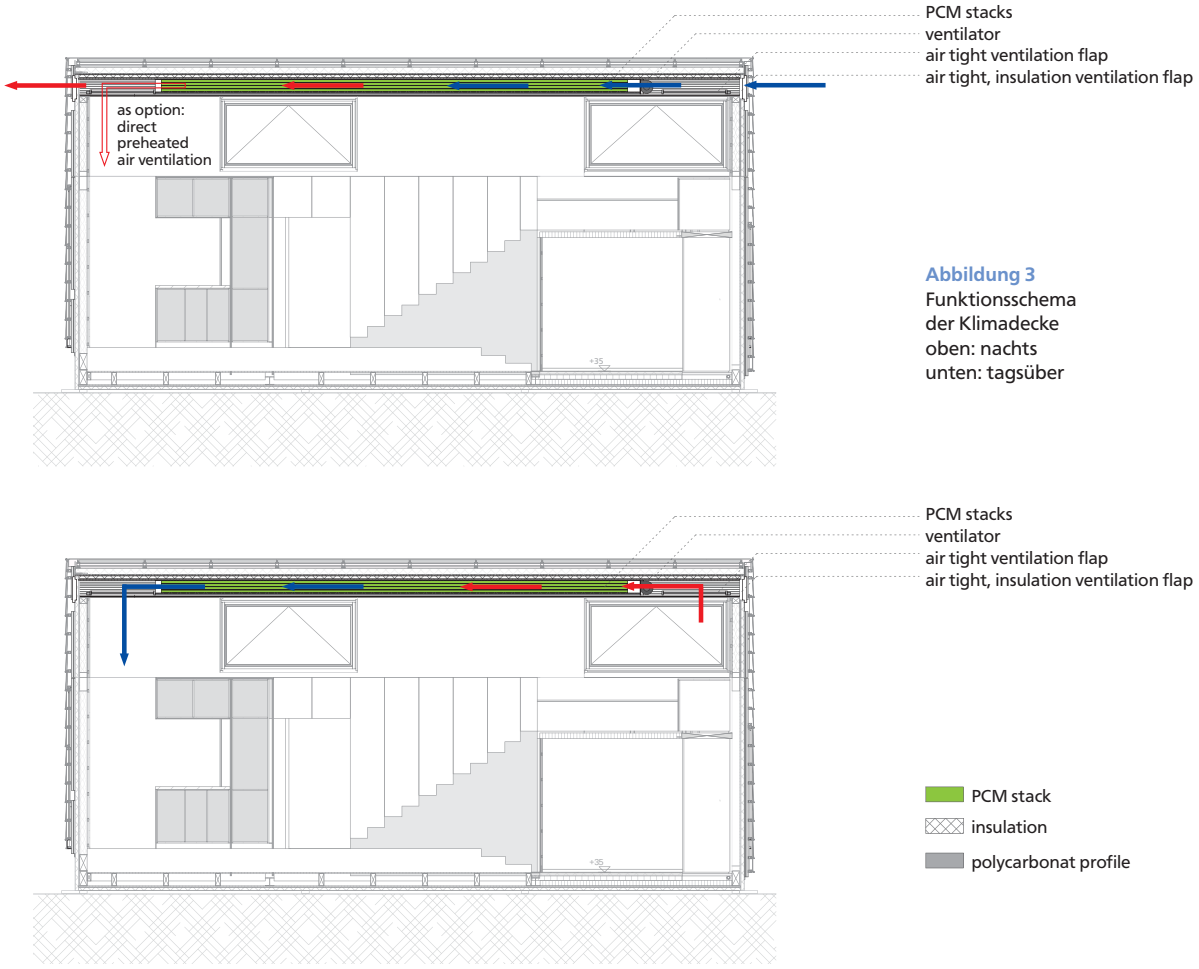


Abbildung 3
Funktionsschema
der Klimadecke
oben: nachts
unten: tagsüber

mender Kanalquerschnittsfläche und steigender Strömungsgeschwindigkeit. Allerdings steigt dann auch die erforderliche Ventilatorenleistung. Außerdem mussten eine übermäßige Geräuschentwicklung sowie unangenehme Zugluft im Raum vermieden werden.

Konstruktion

Die Klimadecke befindet sich in dem statisch nicht notwendigen Raum der Hohlkastendecke des surPLUShome. Die Kanäle sind ca. 11m lang und haben eine Querschnittsfläche von 25cm x 35cm. Um einen Wärmeübergang in die Konstruktion der Decke zu verhindern, wurden die Kanäle mit 1cm starken Vakuum-Isolations-Paneelen ausgekleidet. Betrieben wird die Klimadecke durch Ventilatoren, die sich vor dem PCM befinden.

Eine besondere Herausforderung war die Gestaltung der Klappen zum Innen- und zum Außenraum. Die filigrane Holzdecke des surPLUShome sollte für eine möglichst großzügige Raumwirkung möglichst nicht durch sichtbare Öffnungselemente gestört werden. Hierbei konnten die Schallschutzrippen der Decke im Bereich der Klappen als Zuluftöffnungen genutzt und die Decke somit unsichtbar gestaltet werden. Die dadurch entstehende Vergrößerung der Einsaug- und Auslassöffnungen hatte gleichzeitig eine Verringerung der Luftgeschwindigkeiten zur Folge, was zu einer Erhöhung der Behaglichkeit im Innenraum

Sensible und latente Wärmespeicherung

Wird einem Material Wärme zugeführt, dann erhöht sich in der Regel dessen Temperatur. Der Temperaturanstieg, mit dem diese sogenannte sensible Wärmespeicherung einhergeht, ist häufig unerwünscht. Vollzieht das Material, dem Wärme zugeführt wird, dabei jedoch einen Phasenwechsel, dann kann es Wärme ohne nennenswerte Temperaturerhöhung aufnehmen. Dies nennt man latente Wärmespeicherung. Prinzipiell kommen hierzu die Phasenwechsel fest-flüssig oder flüssig-gasförmig in Frage. Meistens ist in letzterem Fall die umgesetzte latente Wärme deutlich größer, allerdings ist dies mit einer erheblichen Dichteänderung verbunden, die in vielen Fällen ungünstig ist.

Energie effizienter nutzen – Bosch Thermotechnik

Die Bosch Thermotechnik GmbH steht für den Geschäftsbereich Thermotechnik der Bosch-Gruppe und gehört mit einem Umsatz von insgesamt 2,98 Milliarden Euro und rund 13.000 Mitarbeitern weltweit zu den führenden Anbietern von Systemen für behagliches Raumklima und warmes Wasser. Als Systemanbieter sind wir in der Lage, die unterschiedlichsten Anforderungen der jeweiligen nationalen Märkte wie auch die anspruchsvollsten Bedürfnisse unserer Kunden zu erfüllen. In 20 Fertigungsstätten in zehn Ländern produzieren wir energieeffiziente Heiztechniklösungen und Warmwassergeräte, die wir in rund 50 Ländern weltweit vertreiben. Qualität, Innovationskraft und Kundenorientierung bestimmen das Handeln und die Entwicklung unseres Unternehmens. Mit unseren Produktlösungen leisten wir einen aktiven Beitrag zur effizienten Energienutzung und Reduzierung der CO_2-Emissionen.

Erfolg in unserem Sinne bedeutet jedoch mehr als strategisches, nachhaltiges Wachstum: Wir verbinden damit eine gesellschaftliche und ökologische Verantwortung. Diese Verantwortung spiegelt sich auch in unserer Personalpolitik wider: Als Mitarbeiter/-in fördern wir Sie individuell mit gezielten Programmen und Weiterbildungen und übergeben Ihnen früh Verantwortung. Zusätzlich unterstützen wir den Wechsel zwischen Funktions- und Geschäftsbereichen, Stab und Linie sowie In- und Ausland, damit Sie vielfältige Erfahrungen sammeln können.

Sie sehen: Wir haben viel zu geben – und wir erwarten auch viel. Bereits bei der Einstellung achten wir auf herausragende Leistungen. Dafür bieten wir Ihnen ideale Karrierebedingungen.

Der beste Zeitpunkt für Ihren Einstieg liegt ganz bei Ihnen: Für das Praktikum oder die Abschlussarbeit, als Absolvent/-in sowohl im Junior Managers Program (Führungsnachwuchsprogramm) oder Graduate Specialist Program (Fachnachwuchsprogramm) als auch im Direkteinstieg sind Sie bei uns herzlich willkommen.

Bewerben Sie sich! Wir freuen uns darauf, Sie persönlich kennen zu lernen.

Jeder Erfolg hat seinen Anfang.
Hier und jetzt – starten Sie mit uns.

www.bosch-thermotechnik.de

Abbildung 4
Ansicht des surPLUS-home mit geöffneter Zuluft zur Klimadecke.

Frank Dammel ist Akademischer Oberrat am Fachgebiet Technische Thermodynamik, Prof. Dr. Stephan. Er untersucht die Wärmeübertragung auf Suspensionen mit mikroverkapseltem Phasenwechselmaterial.

Lutz Steiner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Regenerative Energien, Prof. Dr. Hartkopf. Im Rahmen des SD 2009 war er Projektleiter Elektrotechnik.

Martin Zeumer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Hegger. Im Rahmen des SD 2009 war er für Forschung und Entwicklung verantwortlich.

beiträgt. Die Klappen zum Außenraum sollten auch bei Schlechtwetter nutzbar sein. Die Fassade wurde so gestaltet, dass sie sich über die eigentlichen Öffnungselemente zieht und sich nur im Bedarfsfall öffnet. Dies bietet einerseits einen hervorragenden Regenschutz, andererseits aber auch einen geringeren Wartungsaufwand der von außen schwer zugänglichen Konstruktion.

Regelung

Um eine behagliche Steuerung des Innenraumklimas gewährleisten zu können, ist eine individuelle Temperatur- und Drehzahlregelung der vier Ventilatoren in den Kühlkanälen sowie die Steuerung der zugehörigen Klappen notwendig. Für die Regelung wird eine Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) mit einer Schnittstelle zur Gebäudesteuerung (KNX Bus) eingesetzt.
Das System bedarf vielfältiger Messwerte, die, wenn sie alle über das Bus-System des Gebäudes übermittelt würden, das System verlangsamen könnten. Daher sind acht Temperatursensoren (vier am Anfang der Kanäle und vier am Ende der Kanäle) sowie Ventilatoren über Analogeingänge und -ausgänge in die SPS eingebunden. Ebenso werden die Klappen zur Regulierung der Klimadecke über die SPS gesteuert.
Die SPS kann über die KNX-Schnittstelle auf Daten des Innen- und Außenraumklimas, sowie der Raumtemperatur (Temperatursensor sowie Wetterstation) zugreifen. Dieser reduzierte und diskontinuierliche Datenaustausch beeinflusst die Leis-

Abbildung 5
Einbausituation der PCM-Stacks in der Klimadecke mit vorgelagerten Ventilatoren.

Das Beispiel Eis

Das bekannteste Beispiel für latente Wärmespeicherung beim Phasenwechsel fest-flüssig dürfte das Schmelzen von Eis sein. Bei einer konstanten Temperatur von 0°C nimmt 1 kg Eis beim Schmelzen eine Wärmemenge von 333 kJ auf. Würde man anschließend dem flüssigen Wasser von 0°C die gleiche Wärmemenge erneut zuführen, dann stiege seine Temperatur auf fast 80°C.

Mainova
Mit Energie für Sie da.

Zukunft mit Energie.

Mit Ideen hat engagierter Nachwuchs beim führenden Energiedienstleister in Rhein-Main beste Perspektiven. Wie Florian Neubauer, der als Praktikant und Diplomand bei uns eingestiegen ist.

Als Mainova-Mitarbeiter sorgt er heute für die effiziente Wärmeversorgung der J. W. Goethe-Universität Frankfurt und hat vielfältige Entwicklungsmöglichkeiten.

Interessiert an einer Karriere mit Energie?
www.mainova-karriere.de

ANZEIGE

tungsfähigkeit des BUS-Systems dann nur noch wenig, lässt aber alle Steuereinheiten im Raum zur Regelung zu. Somit kann der Nutzer über das zentrale Touchpaneel auf die Klimadecke zugreifen und diese nach seinen Wünschen einsetzen.

Ergebnis im Wettbewerb

Die Klimadecke hatte im Wettbewerb Einfluss auf mehrere Teilwettbewerbe: Einerseits war sie entscheidender Gebäudetechnikbestandteil für die Temperierung im gemessenen Teilwettbewerb Comfort Zone, andererseits war die Entwicklung der Klimadecke auch Bestandteil des durch eine Jury bewerteten Engineering Contests.

Im Wettbewerb zeigte das flexible System des surPLUShome mit zwei unterschiedlichen Kühltechnologien in der Behaglichkeitsmessung von allen Gebäuden die beste Performance. Der hohe Coefficient of Performance der Klimadecke bot gleichzeitig die Möglichkeit, Energie im Betrieb einzusparen, sodass hierüber auch ein Grundstein zum Gewinn des Energiebilanzteilwettbewerbs gelegt werden konnte. Letztlich wurde die Klimadecke aufgrund ihrer Performance und des integralen Entwicklungsansatzes auch lobend von der Engineering Jury erwähnt, womit entscheidende Punkte gegenüber dem konkurrierenden Team Illinois gewonnen werden konnten.

• **FG Technische Thermodynamik**
(Fachbereich Maschinenbau)
Dr.-Ing. Frank Dammel
Tel.: 06151/16-3259
E-Mail: dammel@ttd.tu-darmstadt.de
www.ttd.tu-darmstadt.de

• **FG Regenerative Energien**
(Fachbereich Elektro- und Informationstechnik)
Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartkopf
Tel.: 06151/16-2567
E-Mail: thomas.hartkopf@re.tu-darmstadt.de
www.re.e-technik.tu-darmstadt.de

• **FG Entwerfen und Energieeffizientes Bauen**
(Fachbereich Architektur)
Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ. Manfred Hegger
Tel.: 06151/16-2046
E-Mail: fg@ee.tu-darmstadt.de
www.ee.architektur.tu-darmstadt.de

Abbildung 6
Einbausituation der Klappen der Kühldecke zum Innenraum.

Kraftpaket – Die Fassade des surPLUShome

In der Entwicklung des Projektes surPLUShome der TU Darmstadt, die nach dem Sieg in 2007 erneut Deutschlands einzigen Beitrag zum Solar Decathlon 2009 lieferte, entstand das Ziel innovatives nachhaltiges Design zu präsentieren und alltagstauglich umzusetzen. Die Vision des Teams, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit als Mehrwert im täglichen Leben zu verankern, sollte sich in innovativen, in sich selbstverständlichen Gebäudeelementen widerspiegeln. Die Fassade ist hierbei immer Aushängeschild und Blickfang. Ihre technisch anspruchsvolle Entwicklung und Umsetzung erforderte die interdisziplinäre Zusammenarbeit der Architektur, Elektrotechnik und Informationstechnik sowie des Bauingenieurwesens.

Energy Pack – The building shell of the surPLUShome

The surPLUShome of the TU Darmstadt, Germany's contribution to the Solar Decathlon 2009, aims to present innovative sustainable design and implement it suitable for everyday use. The team's vision, to illustrate energy efficiency and sustainability as a surplus in everyday life, should be reflected in innovative and self-evident building elements. In this context, the technically sophisticated façade is always a figurehead and an eye-catcher. Its development and completion required the interdisciplinary cooperation of the departments Architecture, Electrical Engineering and Information Technology as well as Civil Engineering.

Jens Schneider / Sebastian Schula / Manfred Hegger / Martin Zeumer / Thomas Hartkopf / Lutz Steiner • Die Gebäudehülle des surPLUShome verfolgt im Kern ein Ziel: Die Umhüllung möglichst viel Raumes, der dem Nutzer zum Wohnen zur Verfügung gestellt werden kann. Baukörper und Gebäudekubatur sind optimiert für diese Raumnutzung – immerhin soll ein Wohnhaus doch eine hohe Aufenthaltsqualität für die Gebäudenutzer liefern. Diese maximale Raumnutzung erfolgt zu Ungunsten einer optimalen Orientierung der solaraktiven Elemente. Sie sind als Teil der Gebäudehülle an die zur Verfügung stehenden Orientierungen gebunden.

Die Fassade erschließt neben dem Thema der Energiegewinnung weitere integrale technische Bedarfe: Sie ermöglicht einen hocheffizienten Sonnenschutz, Regulierung der Lichtintensität im Inneren des Gebäudes ebenso wie konstruktiven Schutz vor Schlagregen und die Möglichkeit der Be- und Entlüftung. Die verfügbaren Flächen für eine opake Fassade wurden zur solar-aktiven Nutzung über gebäudeintegrierte Photovoltaik in Form von Dünnschichtmodulen genutzt (Abbildung 1). Diese haben gegenüber bekannten Photovoltaikmodulen den Vorteil eines schnelleren Ansprechverhaltens bei diffuser Strahlung und einen geringeren Leistungsverlust bei steigenden Temperaturen. Da in Deutschland die Energieerzeugung eines Gebäudes nicht durch den maximalen Energiebedarf des Gebäudes begrenzt ist und durch Überproduktion an das Netz weitergegeben werden kann, sollte die Leistung der Fassade bis an das maximal Mögliche entwickelt und damit umfassend eingesetzt werden. Umfassend ist dabei auch als architektonisches Bild in Form einer homogen gekleideten sowie einfach und schnell aufzubauenden Gebäudehülle zu verstehen.

Die Fassadenkonstruktion basiert auf einem klassischen und allgemein bekannten Gestaltungsprinzip: dem der Schindel. Das Schindelprinzip ermöglicht im Gegensatz zur vollkommen vertikalen Ausrichtung eine verbesserte Zellorientierung zur Einstrahlung und damit einen höheren Ertrag aus der nutzbaren Fläche. Für die technische Integration von Klappelementen musste eine einfache Lösung für die Kabelführung von den Lamellen hinter die Fassade gefunden werden. So konnte durch die Anbringung einseitiger Stromkontakte nur ein Kabelübergang pro Modul genutzt werden. Die besonders flache Gestaltung der Anschlussdosen führt auch zu einem besonders wenig eingeschränkten

Building integrated PhotoVoltaics (BiPV)

Gebäudeintegrierte Photovoltaik bezeichnet Systeme und Konzepte, in der die Photovoltaik neben der Stromerzeugung auch die Funktion von Bauelementen wie Teile der Gebäudehülle (Dachbedeckung, Fassadebedeckung, Glasoberflächen) oder Sonnenschutzelementen übernimmt (Mehrfachnutzung). Bisher werden jedoch nur etwa 2% der gesamten PV-Anlagen in Deutschland gebäudeintegriert ausgeführt. Aufgrund der Installationsart ist BiPV in der Regel nicht ganz so ertragsreich wie freistehende Anlagen. Sie erzielen ihre besondere Wirtschaftlichkeit durch die Ersetzung der architektonischen Bauteile, die sonst zusätzlich finanziert und installiert werden müssten. Gerade in Mitteleuropa, wo durch die verfügbare Solarstrahlung sowieso nicht das voll Leistungsspektrum der PV-Module genutzt wird, kann BiPV sehr wirtschaftlich sein.

Abbildung 1
Fassade des surPLUShome mit solaraktiven Lamellen.

Abbildung 4
Versuchsaufbau für den vom IWMB durchgeführten Pendelschlagversuch mit einem Doppelreifen-Pendelkörper, hier für eine Fallhöhe von 45 cm.

Blickfeld von innen. Letztlich merkt der Bewohner im Inneren kaum, dass die Lamellen selbst solaraktiv sind.

Glas als konstruktives Element in der Fassade

Die einzelnen Dünnschichtelemente der Fassade bestehen aus zwei 3 und 4 mm starken Floatglasscheiben mit einer 0,75 mm dünnen stromerzeugenden Zwischenschicht (Abbildung 2 und 3). Die PV-Module werden durch sechs Klemmhalter befestigt. Der Veranstalter des Solar Decathlon äußerte bezüglich der Widerstandsfähigkeit der als Sicherheitsverglasung eingestuften Fassade gegenüber eines potentiellen Ganzkörperanpralls durch Kinder oder Anprall Erwachsener mit Arm und Hand Bedenken und forderte eine Bauteiluntersuchung durch Versuche. Bei diesem sogenannten weichen Stoß trifft ein leicht verformbarer Körper auf die Verglasung und beansprucht diese über die Aufprallstelle hinaus. Diese Versuche in Kombination mit einer detaillierten Stellungnahme wurden vom IWMB durchgeführt. Glas reagiert durch seine Sprödigkeit und der üblicherweise geringen Bauteildicke besonders empfindlich auf Stoßbelastungen. Zu dahingehenden Untersuchungen werden Pendelschlagversuche mit einem weichen Stoßkörper in Form eines Doppelreifen-Pendelkörpers mit einer Masse von 50 kg und 4 bar Luftdruck durchgeführt. In den USA wird äquivalent zu dem Doppelreifen-Pendelkörper ein 45 kg schwerer Bleischrotsack verwendet. Die Versuchsdurchführung erfolgte direkt an der Fassade des surPLUShome für Pendelfallhöhen von 45 und 120 cm (Abbildung 4). Wissenschaftliche Untersuchungen am IWMB haben gezeigt, dass diese Fallhöhen gegenüber einem realen, menschlichen Körperstoß deutlich auf der sicheren Seite liegen. Nach amerikanischer Norm dürfen im Falle eines Bruchs die größten zehn freien zu Boden fallenden Bruchstücke nicht größer als 65 cm² sein, bzw. darf die Verglasung nicht durchschlagen werden. Insgesamt wurden zwei Pendelschlagversuche an zwei Modulen durchgeführt. Beide Module wurden zwar durch den Aufprall zerstört, sind aber nicht aus der Fassade herausgefallen (Abbildung 5). Auf der Rückseite der Module haben sich – im Gegensatz zur Auftreffseite – Bruchstücke gelöst (Abbildung 6). Diese waren kleiner als durch die Norm gefordert – somit war der Aufbau grundsätzlich konform zum Regelwerk. An den Stellen, an denen seitens des Veranstalters, zur Reduzierung der Verletzungsgefahr, eine Sicherheitsverglasung gefordert wurde (in der Nähe von Treppen und Rampen des Außenraumes), wurde bis zu einer Höhe von etwa 1,8 m über Geländeoberkante rückseitig eine Splitterschutzfolie aus Kunststoff aufgeklebt. So sind die Module technisch auch als Überkopfverglasung einsetzbar.

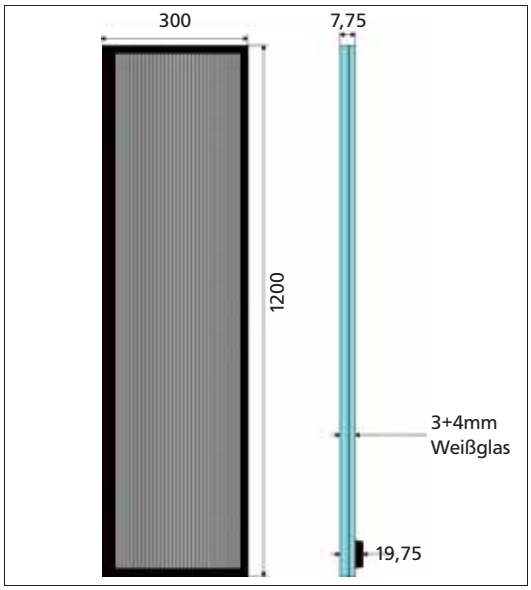


Abbildung 2
Abmessung und schematische Darstellung der verwendeten PV-Module vom Typ Gene CIS.

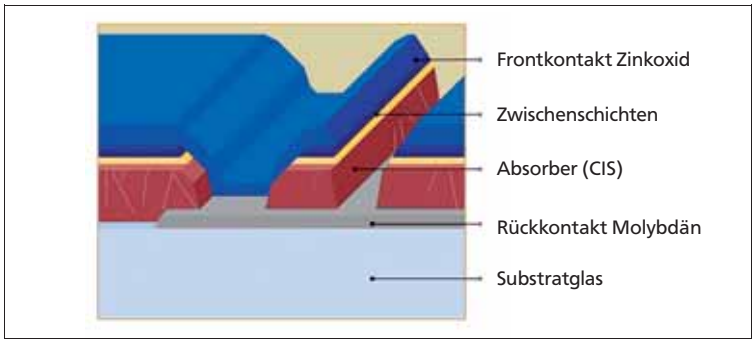


Abbildung 3
Schnitt durch die stromerzeugende Zwischenschicht. Das Trägermaterial (Floatglas) wird durch Verdampfungsprozesse mit einer aktiven, wenige Mikrometer dicken CuInSe2-Struktur beschichtet.

Aus Sonnenenergie wird Strom

Klassische Photovoltaikanlagen bestehen aus großflächigen Modulen, die üblicherweise auf dem

Abbildung 5
Zeitpunkt des Aufpralls. Die sichtbar herabfallenden Bruchstücke stammen von der Rückseite des PV-Moduls. Diese waren kleiner als die durch die Norm vorgeschriebene Maximalgröße.

Dach angebracht werden. Die Auslegung und Montage einer solchen Anlage ist eine Standardaufgabe in der Elektroinstallation. Anders sieht es beim surPLUShome aus. Hier galt es neben der Photovoltaikanlage auf dem Dach eine fassadenintegrierte Photovoltaikanlage mit speziell entwickelten Modulen, die es bisher so nicht gab, auszulegen und zu installieren. Zudem muss die gesamte Gleichstromtechnik und damit auch die Photovoltaik konform zu amerikanischen Elektronormen sein.
Bei der Umsetzungsplanung wurde ersichtlich, dass eine Photovoltaikanlage wie sie hierzulande üblich ist, in den USA nicht zulässig ist. Die allergrößte Schwierigkeit ergab sich daraus, dass die Fassadenmodule über keine US-Zulassung verfügen und somit eine geplante Reihenschaltung der Photovoltaikmodule nicht zulässig war, da im Niederspannungsbereich operiert werden muss. Um die Fassade vor dem „Aus“ zu bewahren, musste eine Parallel-

• **Institut für Werkstoffe und Mechanik im Bauwesen**
(Fachbereich Bauingenieurwesen)
Prof. Dr.-Ing. Jens Schneider
Tel.: 06151/16-2537
E-Mail: schneider@iwmb.tu-darmstadt.de
www.iwmb.tu-darmstadt.de

Dipl.-Ing. Sebastian Schula
Tel.: 06151/16-6169
E-Mail: schula@iwmb.tu-darmstadt.de
www.iwmb.tu-darmstadt.de

• **FG Entwerfen und Energieeffizientes Bauen**
(Fachbereich Architektur)
Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ. Manfred Hegger
Tel.: 06151/16-2046
E-Mail: fg@ee.tu-darmstadt.de
www.ee.architektur.tu-darmstadt.de

Dipl.-Ing. Martin Zeumer
Tel.: 06151/16-5448
E-Mail: zeumer@ee.tu-darmstadt.de
www.ee.architektur.tu-darmstadt.de

• **FG Regenerative Energien**
(Fachbereich Elektro- und Informationstechnik)
Prof. Dr.-Ing. Thomas Hartkopf
Tel.: 06151/16-2567
E-Mail: thomas.hartkopf@re.tu-darmstadt.de
www.re.e-technik.tu-darmstadt.de

Dipl.-Ing. Lutz Steiner
Tel. 06151/16-2367
E-Mail: lsteiner@re.tu-darmstadt.de
www.re.e-technik.tu-darmstadt.de

Es gibt Geräusche,
die am Image kratzen.

Selbst winzige Ursachen entfalten oft große Wirkung. Eine kleine Unwucht entpuppt sich auf diese Weise schnell als Geräuschbelästigung im Alltagsbetrieb und zum Makel eines ansonsten tadellosen Produkts. Ob groß oder klein – bei einer Vielzahl von Komponenten lassen sich durch Auswuchten störende Vibrationen von Anfang an vermeiden. Dank der Auswuchtlösungen von Schenck RoTec. **www.schenck-rotec.de**

The DÜRR Group

SCHENCK
THE ART OF ROTATION

RA4041

Abbildung 6
Die PV-Module sind nach dem Aufprall des Pendelkörpers nicht aus der Fassade herausgefallen. Auf der Vorderseite haben sich keine Bruchstücke gelöst.

schaltung der 250 Module angestrebt werden. Hierbei ist nach US-Norm jedes einzelne Modul mit Sicherungen abzusichern und gewisse Kabel sind in Rohre zu verlegen. Eine Parallelschaltung bedeutet auch, dass mehr Kabelübergänge zwischen den Modultrennungen des Hauses auftreten. Nach mehrmonatiger Arbeit und unzähligem E-Mail-Verkehr mit amerikanischen Inspektoren wurde folgende Lösung genehmigt: Alle 250 Fassadenmodule sind in Parallelschaltung miteinander zu verschalten. Dabei wird je Fassadenrichtung am getrennten Gebäudemodul eine Parallelschaltung in Generatoranschlusskästen eingerichtet. Nach Zusammenbau des Gebäudes werden die einzelnen Generatoranschlusskästen in weiteren Anschlussboxen parallelgeschaltet. Zur Umrichtung des Gleichstroms in Wechselstrom sind spezielle Niederspannungs-Wechselrichter einzusetzen, zur Trennung der PV-Module vom Wechselrichter sind zusätzlich DC-Lasttrennschalter zu verwenden. Zur Gewährleistung der Rückstromfestigkeit sind String Sicherungen einzubauen. Alle Hauptleitungen der Generatoranschlusskästen sind in PVC-Rohren zu verlegen und die Erdung der Photovoltaikmodule auf dem Dach hat mit Edelstahlschrauben und speziellen Unterlegscheiben zu erfolgen. Aufgrund der Parallelschaltung wurden insgesamt 4 km Photovoltaikkabel benötigt.
In Washington D.C. zeigte sich, dass sich die Arbeit gelohnt hat. Dank der versuchstechnischen Nachweisführung ergaben sich zu Beginn des Solar Decathlons seitens des Veranstalters keine Bedenken zu der Glaskonstruktion der Fassade. Zusätzlich erhielt das Team Germany als erstes Team ohne Probleme die Abnahme für die DC Electrics und somit der Photovoltaik-Anlage. Die Anlage lief über den gesamten Wettbewerbszeitraum problemlos, Tageslicht und Einblickssituationen konnten variabel gesteuert werden. In die Architecture wie der Engineering-Bewertung ging dies positiv ein, besonders jedoch zeigten sich die Besucher und damit die breite Öffentlichkeit begeistert von der technischen Umsetzung. Letztlich mündete die Entwicklung der Fassade in den Sieg des Teilwettbewerbs Net Metering. Und selbst bei dem schlechten Wetter der letzten Wettbewerbstage entstand keine Energieunterversorgung des Gebäudes, sodass der gesamte Gebäudebetrieb sichergestellt werden konnte.

Literatur
Hegger, Manfred et al. (2007: Energie Atlas; München)

Lüling, Claudia (Hrsg.) (2009: Energizing Architecture Design and Photovoltaics; Berlin)

Wörner, Johann-Dietrich; Schneider, Jens; Fink, Andreas: Glasbau – Grundlagen, Berechnung, Konstruktion. Berlin (u.a.): Springer, 2001

Jens Schneider ist seit 2009 Professor für Statik am Institut für Werkstoffe und Mechanik im Bauwesen der TU Darmstadt. Seine Forschungsgebiete umfassen u.a. die Anwendung von Glas im Bauwesen.

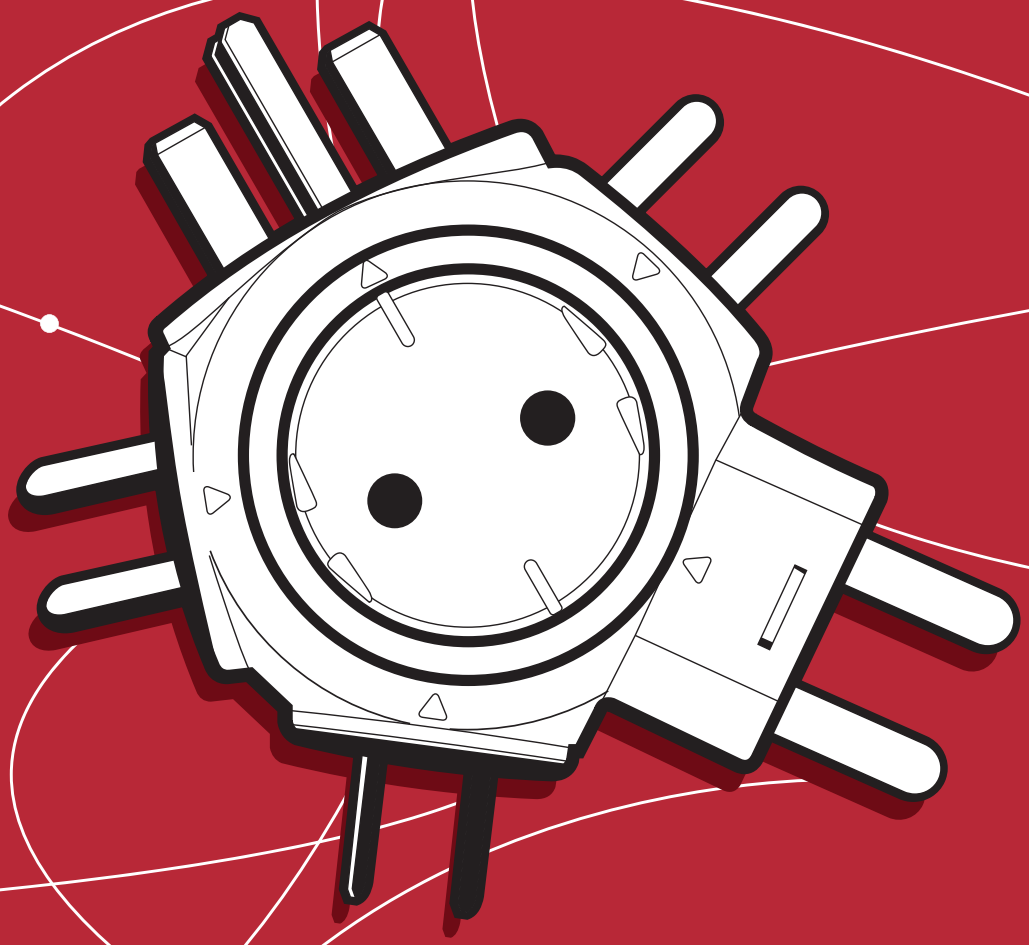
Manfred Hegger ist seit 2001 Professor am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen der TU Darmstadt. Seine Forschungsschwerpunkte umrahmen die Nachhaltigkeit: Material, Energie, Raum und Prozess.

Thomas Hartkopf ist Professor für Elektotechnik und Fachgebietsleiter des Fachgebietes Regenerative Energien und ehemaliger Vorstand von EnBw.

Sebastian Schula untersucht als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Werkstoffe und Mechanik im Bauwesen die natürliche Alterung von Glas.

Martin Zeumer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen.
Beim SD 2009 war er für Forschung und Entwicklung verantwortlich.

Lutz Steiner ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Regenerative Energien und Projektleiter der Elektrotechnik beim Solar Decathlon 2009.



> EIN JOB PASST IMMER ...

Jobs, Praktika, Stellen:
Hier findest Du alles!

Viele neue Angebote jeden Tag –
für Studierende, Absolventinnen und Absolventen.

Finde Deinen Job auf
www.stellenwerk-darmstadt.de

stellenwerk
das Jobportal der TU Darmstadt

Jetzt neu!

studentenwerkdarmstadt

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

Leuchtdioden als energieeffiziente Lichtquellen

Leuchtdioden – oder kurz: LEDs – diese kleinen Halbleiterbauelemente haben seit dem Beginn ihrer industriellen Produktion vor ca. 50 Jahren eine eindrucksvolle Entwicklung durchlebt. Inzwischen sind lichtstarke und energiesparende weiße LEDs verfügbar, die herkömmlichen Leuchtmittel in vielen Anwendungen ersetzen können. So wurde auch das richtungsweisende „surPLUShome" Gewinnerhaus der TU Darmstadt mit diesen langlebigen Lichtspendern ausgerüstet.

Energyefficiency by light emitting diodes

LEDs – short for light emitting diodes – showed a rapid development in the recent years. Since start of production about 50 years ago, they turned to powerful and energy-saving alternatives for traditional lamps. TU Darmstadt's award-winning "surPLUShome" house is illuminated by these long-living semiconductor light sources.

Abbildung 1
Installation von LED-Leuchten auf der Darmstädter Teststraße.

Tran Quoc Khanh / Stefan Brückner • Anfang der 1960er Jahre wurden zum ersten Mal die Kleinsignal-LEDs industriell hergestellt und angeboten. Sie werden bisher als Signalelemente für Haushaltsgeräte, Unterhaltungssysteme und industrielle Anzeigetafeln eingesetzt. Im Jahr 1994 wurden die ersten blauen Hochleistungsleuchtdioden entwickelt und drei Jahre später wurden die ersten weißen Hochleistungsleuchtdioden auf der Basis der Farbmischung der blauen LEDs und dem gelben Phosphor entwickelt. Wenn die Lichtausbeute der Hochleistungs-LEDs im Jahr 2006 noch bei 22 lm/W und im Bereich der Halogenglühlampen lag, liegt die Lichtausbeute der besten Hochleistungs-LEDs bei den realen Operationsbedingungen zwischen 90 und 100 lm/W. Mit diesen Wirkungsgraden übertrifft die Leistungsfähigkeit der LEDs die der Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampen) und finden deshalb zurzeit den Weg in die Innenraumbeleuchtung (Bürobeleuchtung, private Beleuchtung). Wesentliche Vorteile der LED-Bauelemente sind:

- Lange Lebensdauer (etwa 30.000 bis 50.000 Betriebsstunden sind möglich),
- wartungsarme Leuchten sind möglich zur Reduzierung der Instandhaltungskosten,
- Steuerbarkeit und Regelbarkeit, Ermöglichung intelligenter Leuchten in Kombinationen mit Lichtsensoren, Abstandssensoren, Bildsensoren sowie mit anderen Versorgungssystemen wie Klimaanlagen, Heizungen usw.,
- Gleichspannungsbetrieb zwischen 2,5 Volt und 3,6 Volt. Dieser Vorteil ist die ideale Vorrausetzung für die Konzeptionierung eines energetisch sinnvollen Gebäudesystems, bestehend aus den Solarmodulen und Hochleistungs-LEDs.

Das Gewinnerhaus „surPLUShome“ der TU Darmstadt möchte Energieeffizienz und Nachhaltigkeit als Mehrwerte im täglichen Leben demonstrieren. Deshalb wurde bei der Beleuchtung auf das Leuchtmittel der Zukunft gesetzt – die Leuchtdiode (LED).

Literatur

[1] ZVEI, Fördergemeinschaft Gutes Licht (licht.forum 54 „Energieeffiziente Beleuchtung für Kommunen“; Frankfurt am Main) – Download unter http://www.licht.de/fileadmin/shop-downloads/lf54-kommunale-beleuchtung.pdf (letzter Zugriff 4.1.2010)

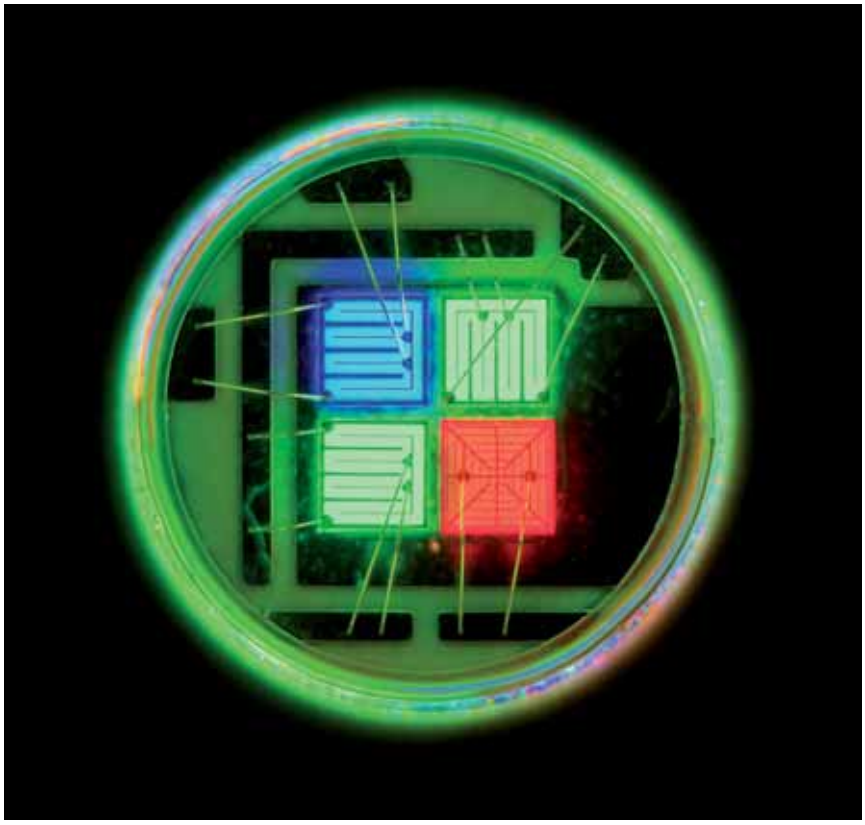


Abbildung 2
LED-Modul mit rot, blau und zwei grün leuchtenden LED-Chips.

Drei Beleuchtungstypen unterscheidet das Team des surPLUShome:

- Funktionale Beleuchtung
- Akzentbeleuchtung
- Stimmungsvolle Beleuchtung

Funktionale Beleuchtung
Die funktionale Beleuchtung soll als Grundbeleuchtung die Orientierung und das Arbeiten im Haus ermöglichen. Dazu sind Europäische und Deutsche Arbeitsplatznormen einzuhalten. Im surPLUShome-Wohnraum werden 12 High-Power LED-Streifen in die Akustikdecke integriert, im Bereich von Küche und Bad werden vier zusätzliche High-Power LED-Spots eingesetzt.

Akzentbeleuchtung
Hier werden vier Occio Halogen Stehleuchten eingesetzt. Diese strahlen gerichtetes Licht ab und betonen Teile der Innenausstattung durch gezielte Beleuchtung.

Stimmungsvolle Beleuchtung
Für stimmungsvolle Beleuchtung soll die Oberfläche des zentralen Designelements "Riegel" farbig leuchten. Dazu werden RGB-LED-Paneele eingesetzt, die mit Hilfe von roten, grünen und blauen LEDs jede beliebige Farbe erzeugen können. Den gewünschten Farbton kann der Benutzer wahlweise über ein im Riegel eingebautes Bildschirm-Tastenfeld oder ein mobiles Eingabegerät wählen. So kann die Farbe und Helligkeit an die jeweilige Stimmung angepasst werden.

Der Einzug der LED-Technologie in die drei Hauptbereiche der Beleuchtungstechnik äußert sich in den nächsten Jahren wie folgt:

1. Straßenbeleuchtung
Mit dem Verbot von Quecksilberdampflampen mit einer Lichtausbeute um 50 lm/W bis zum Jahr 2015 innerhalb der Europäischen Union geht die Tendenz teilweise zu den Technologien der Natriumdampf-Hochdrucklampen, Halogenmetalldampflampen und den Hochleistungs-LEDs mit einer Lichtausbeute im Bereich 90-120 lm/W bei relativ

T. Q. Khanh ist seit 2006 Professor für Lichttechnik an der TU Darmstadt und war an der lichttechnischen Gestaltung des Solar Decathlon 2009 Hauses beteiligt.

Stefan Brückner arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Lichttechnik der TU Darmstadt.

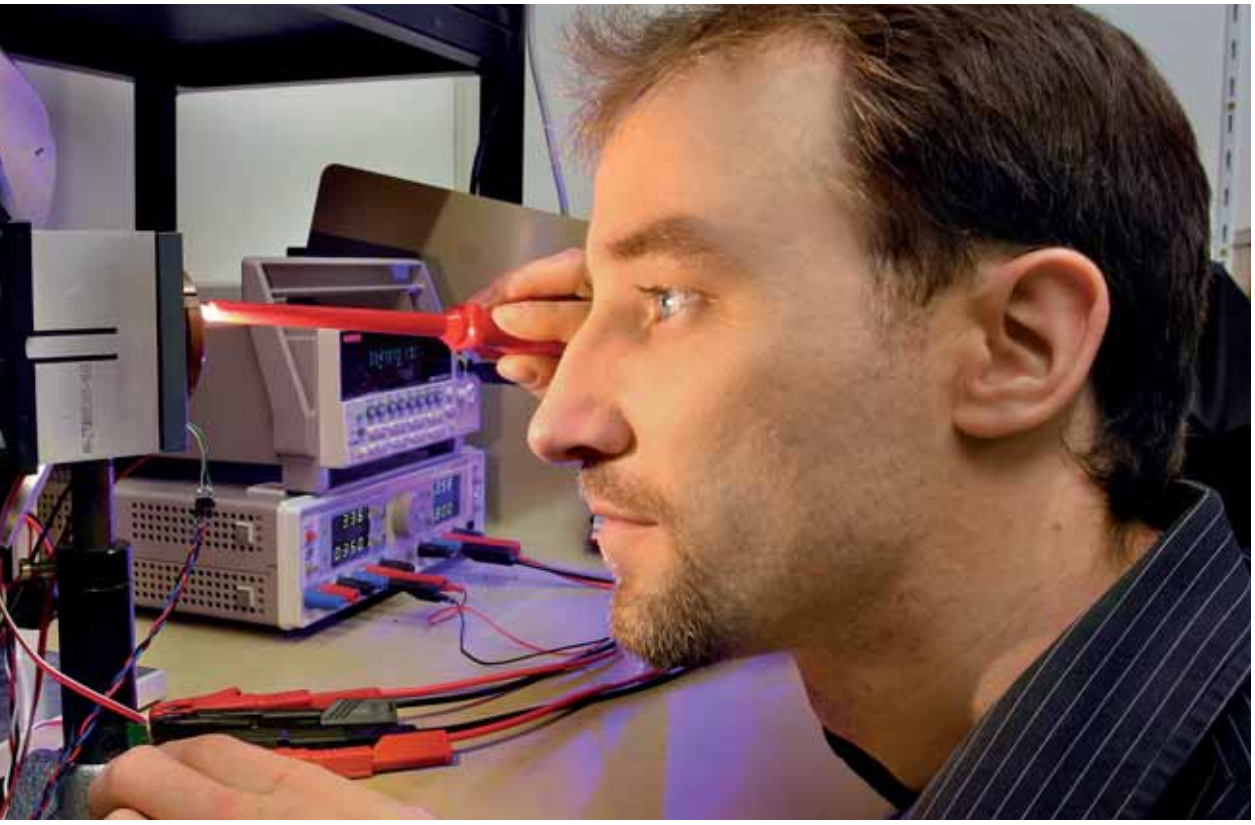


Abbildung 3
LED-Vermessung im Labor.

vertretbarem Preis. In der deutschlandweit einzigen wissenschaftlich dokumentierten und realen Teststrecke in Darmstadt wurden alle konventionellen Lichttechnologien mit der LED-Technologie verglichen. Gegenüber der heutigen Quecksilberdampflampen-Technik kann man von einem Einsparungsfaktor von 2 bei gleichbleibender Qualität der Straßenbeleuchtung ausgehen. In der europaweit ersten flächendeckenden Stadtbeleuchtung mit LED-Leuchten, die im Frühjahr 2010 mit ca. 16 km Straßenlänge in Betrieb genommen wird, konnte das Fachgebiet Lichttechnik der TU Darmstadt als wissenschaftlicher Begleiter nachweisen, dass ein Umtausch der bisherigen alten Pilzleuchten gegen moderne LED-Leuchten einen Einsparungsfaktor von 8 bis 10 erbringen kann.

2. Büroraumbeleuchtung

Vor kurzem erlebte man hier den erfolgreichen technologischen Einzug der effizienten T5-Leuchtstofflampen sowie der intelligenten Bürobeleuchtungsteuerung unter Berücksichtigung des Tageslichts. Nach der Einschätzung von ZVEI [1] sind 75 Prozent der deutschen Bürobeleuchtung sanierungsbedürftig. Mit der heutigen LED-Technologie beginnen Forscher, dynamische Konzeptionen zur Verbesserung der Arbeitsleistung, des Wohlfühlfaktors und der Gesundheit zu entwickeln. Seit kurzem gibt es Bürogebäudenkomplexe bei voller Ausstattung mit LED-Leuchten im Farbtemperaturbereich 3000-3200 Kelvin.

3. Wohnraumbeleuchtung

Der Begriff „Wohnraumbeleuchtung“ im Rahmen dieses Artikels beinhaltet die private Haushaltsbeleuchtung und einen Teil des Hotelwesens und der Gaststättenwirtschaft. Nach Untersuchungen von ZVEI /1/ liegen die jährlichen Energieeinsparpotentiale für die private Haushaltbeleuchtung in Deutschland bei 7,5 Milliarden kWh, was einer Einsparung von 4,5 Millionen Tonnen CO_2 und 1,1 Milliarden Euro bedeutet.

Seit September 2009 beginnt der Prozess des Glühlampenverbots, der sich bis zum September 2012 fortsetzt. Als Alternative zu Glühlampen werden die Halogenglühlampen und die Energiesparlampen in der heutigen gesellschaftlichen Kommunikation betrachtet. Die jüngsten Messergebnisse des Fachgebiets Lichttechnik der TU Darmstadt zeigen aber, dass die Lichtausbeute der Halogenglühlampen bei 18-22 lm/W, der Energiesparlampen bei 48- 67 lm/W und der besten derzeitigen Retrofit-LED-Lampen in E27-Fassungen bereits bei 55-67 lm/W liegt. Die LED-Technologie ist somit dabei, den Einzug in die Wohnraumbeleuchtung zu finden.

• Fachgebiet Lichttechnik der TU Darmstadt
Prof. Dr.-Ing. habil. T. Q. Khanh
Tel.: 06151/16-6142
E-Mail: khanh@lichttechnik.tu-darmstadt.de
www.lichttechnik.tu-darmstadt.de

post-Solar Decathlon
– warum Monitoring?

Die Beiträge zum Solar Decathlon haben gezeigt, dass ein allein durch Solarenergie betriebenes Wohngebäude als Kraftwerk bestehen kann. Obwohl der Wettbewerb durch geregelte Betriebszeiten von Unterhaltungs- und Haushaltsgeräten sowie die messtechnische Bewertung der Raumqualität bereits einem Alltagstest nahe ist, handelt es sich um eine inszenierte Nutzung. Vor allem der knappe Wettbewerbszeitraum im Spätsommer lässt keine Rückschlüsse auf die stetige Funktionsfähigkeit des Gebäudekonzeptes über alle Jahreszeiten hinweg zu. Deshalb wird das Haus aus 2007 seit seiner Rückkehr aus den USA einem Energie-Monitoring unterzogen.

post-Solar Decathlon – why monitoring?

Solarhomes can be plusenergy-homes. This has been demonstrated through the contributions of the last Solar Decathlons. Even though the rules of the competition created an almost real use of the homes by running enternaiment systems, building service systems and by taking comfort zone messurements, it is still a fake use. Although the very short time period of the competition does not really lead to any conclusion of a durable building operarbility. For this reason an energy-monitoring of the 2007 house started since it came back on the Campus in Darmstadt.

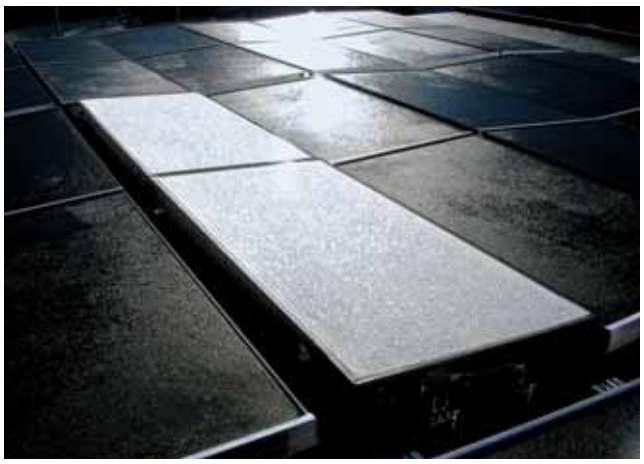
Isabell Schäfer • Eine siegreiche Teilnahme am Solar Decathlon bescheinigt zwar ein hohes Maß an Innovation und Zukunftsfähigkeit, aber alleine der Wettbewerb gibt noch keine Informationen darüber, ob ein Gebäudekonzept in Realität dauerhaft funktioniert. Am Beitrag von 2007 wird dies gerade an Hand eines Monitorings getestet.

Gebäudekonzept

Schichten mit unterschiedlicher Funktion legen sich nach dem Zwiebelprinzip um einen inneren Kern. Die unterschiedlich temperierten und flexibel öffenbaren Bereiche erlauben eine differenzierte Nutzung des Grundrisses je nach Jahres- (Sommer- und Winterhaus) und Tageszeit.

Entlang der zehn Bausteine des Energieeffizienten Bauens konnte ein integratives Energiekonzept entwickelt werden, das auf ein optimiertes Zusammenspiel von Gebäude und Technik setzt.

Dabei sind vor allem technische Bauteile im Sinn des Konzepts als Teil der Architektur zu verstehen. Photovoltaikmodule sind mit einer 3°-Neigung in das Flachdach integriert. Im südlichen Dachüberstand sind semitransparente Glasmodule verbaut, die ein interessantes Lichtspiel erzeugen und Schat-



ten spenden. Eine der innovativsten Entwicklungen des Projektes stellt aber sicherlich die Integration von Dünnschicht-Photovoltaik-Modulen in Holzlamellenelemente dar. Die energetisch aktivierten Lammellen können innerhalb des Klappladens durch einen Motor dem Sonnenstand nachgeführt werden. Auf diese Weise sind Synergien wie die Verknüpfung von Energieproduktion und Sonnenschutz nutzbar und Konflikte wie passive und aktive Nutzung der Solarenergie analysierbar.

Ziele des Monitorings

Die getroffenen Annahmen und Simulationen des energetischen Gebäudeverhaltens werden auf der Lichtwiese in Darmstadt durch das vom Wirtschaftsministerium im Programm „EnOB: Forschung für Energieoptimiertes Bauen“ geförderte Monitoring-Programm geprüft. Ziel ist es zum Einen, neue Bauteile zu bewerten und Empfehlungen zu formulieren, zum Anderen kann durch Kalibrierung der einzelnen Systeme eine Betriebsoptimierung durchgeführt werden.

Aus den Überlegungen und Untersuchungen zu den Themen Energieverbrauch und Energieeffizienz von Gebäude, Haustechnik und Haushaltsgeräten sowie dem Zusammenspiel von passivem und aktivem Energiekonzept haben sich drei Themenfelder für das Monitoring ergeben:

Langzeit-Vergleich mit den Gebäuden der anderen Wettbewerbs-Teilnehmer

Das Monitoring des Solar Decathlon Hauses 2007 bietet nach Abschluss des Projektes die Möglichkeit, die Messergebnisse in internationalem Rahmen mit den Ergebnissen der an einem Monitoring des National Renewable Energy Laboratory NREL teilnehmenden U.S.-amerikanischen Beiträge des Wettbewerbs 2007 zu vergleichen. Dabei wird sowohl der Vergleich des Gesamtsystems Haus und der jeweils unterschiedlichen Konfigurationen, als

Abbildung 1 Blick in den südlichen Porchbereich.

Abbildung 2 Blick auf die Nord-West-Seite.

Abbildung 3 Innenraum mit Bettkuhle und Essbereich.

Abbildung 4 Photovoltaikmodule auf dem Flachdach.

Abbildung 5
In Holzlamellen integrierte Dünnschicht-Photovoltaikmodule und Blick durch die gläsernen Photovoltaikmodule im Dachbereich.

auch der einzelnen Technologiekomponenten ermöglicht.

Verifizierung/Kalibrierung der Bilanz- und Simulationsprogramme

Die Planung des Gebäudes wurde durch statische Bilanzen und dynamische Simulationen begleitet. Dies betrifft zum Einen die Auslegung und Ausrichtung der Photovoltaik und Solarthermie, zum Anderen die Konfiguration der Gebäudetechnik und der passiven Energiesysteme.

Durch Erfassung einzelner Messgrößen sollen Rückschlüsse auf Funktionsfähigkeit der Systeme, Behaglichkeit und Nutzerverhalten, sowie eine Verifizierung des vorab berechneten Energiebedarfs für Lüftung, Heizung, Kühlung und Warmwasserbereitung geführt werden.

Energie- und Lastmanagements

Da Solarenergie nicht kontinuierlich zur Verfügung steht, müssen Energieversorgungsunternehmen (EVU) zunehmend mehr Regelenergie durch Spitzenlastkraftwerke vorhalten, um die Lücke in der Energieerzeugung auszugleichen. Grundlegend

• Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen
Dipl.-Ing. Isabell Schäfer
Tel.: 06151/16-5171
E-Mail: ischaefer@ee.tu-darmstadt.de
www.ee.architektur.tu-darmstadt.de

gibt es zwei Strategien. Eine Möglichkeit besteht in der Speicherung von in Schwachlastzeiten erzeugter Überschussenergie in Speichersystemen. Die gespeicherte Energie kann wiederum in Spitzenlastzeiten als Regelenergie bereitgestellt werden. Die zweite Möglichkeit besteht in der nutzerseitigen Anpassung der Last an die durch das EVU bereitgestellte Energie. Im beantragten Forschungsprojekt soll durch ein geschicktes Lastmanagement der Haushaltsgeräte und Anlagentechnik berechnet werden, wie viel Regelenergie auf diese Weise eingespart werden kann.

Work in progress ...

Die Messungen der beschriebenen Parameter werden derzeit durchgeführt und grafisch aufbereitet. Nach weiteren eineinhalb Jahren werden Beurteilungen des Gesamtsystems in Abhängigkeit der Jahreszeiten erhoben werden können. Dann sind Aussagen zur Funktionsfähigkeit und Empfehlungen zur Optimierung möglich.

Die bisherigen Untersuchungen in Form einer gesamtheitlichen Energiebilanz haben bereits interessante Ergebnisse hervor gebracht. Aktuell werden die Energiebedarfe im Wohnungsbau weitestgehend auf den Heizenergiebedarf und den dafür notwendigen Primärenergieaufwand reduziert. Durch Optimierungsprozesse in diesem Bereich werden andere Verbraucher in der Summe immer gewichtiger. Bei der Entwicklung des Solar Decathlon Haus als ein energetisch gesamtheitlich optimiertes Gebäude wurden aus diesem Grund alle Verbraucherbereiche betrachtet. Die Deckung des Haushaltsstrombedarfs aus Netzstrom würde hier mehr als die Hälfte des Gesamtprimärenergiebedarfs benötigen.

Nach Abschluss der Arbeiten erhofft sich das Fachgebiet ee, eine umfassende Bewertung des Plusenergiehauses mit einem hohen Maß an Innovationen auf gebäude- und bautechnischer Ebene vorzulegen. Ergebnisse können dann in andere Forschungsvorhaben einfließen oder zur praxisorientierten Weiterentwicklung einzelner Lösungen dienen. Damit hilft dass Monitoring sowohl theoretisch basierte Projekte innerhalb der Forschung voranzubringen sowie Systeme für den Markt und die Praxis zu prüfen und zu stärken.

Projektteam: Dipl.-Ing. Michael Keller, Dipl.-Ing. Hannes Guddat, Dipl.-Ing. Lutz Steiner, Dipl.-Ing. Isabell Schäfer

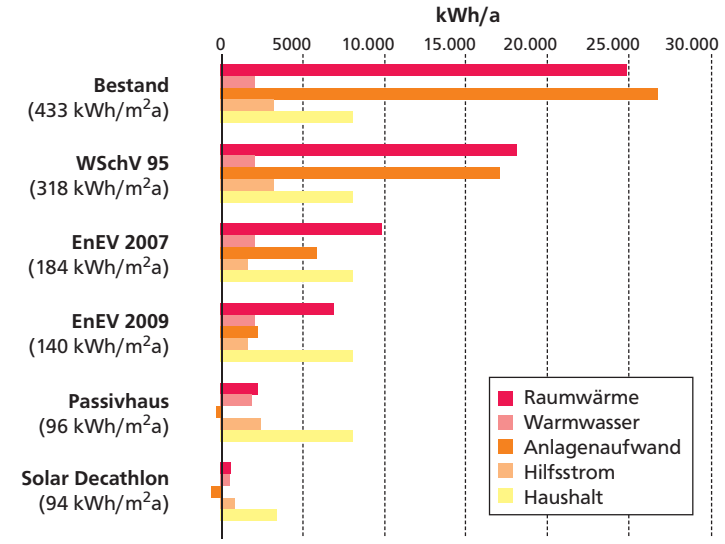


Abbildung 6 Das Solar Decathlon 2007 Haus im primärenergetischen Vergleich mit unterschiedlichen Standards

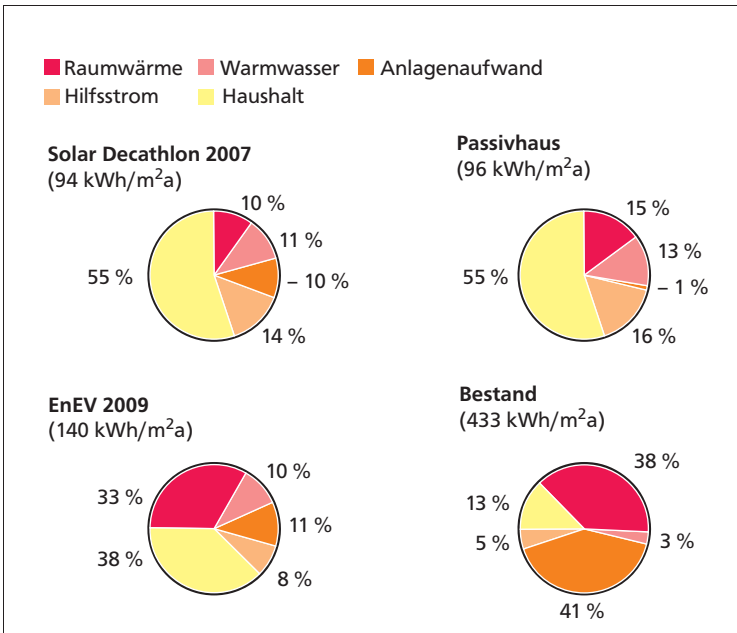


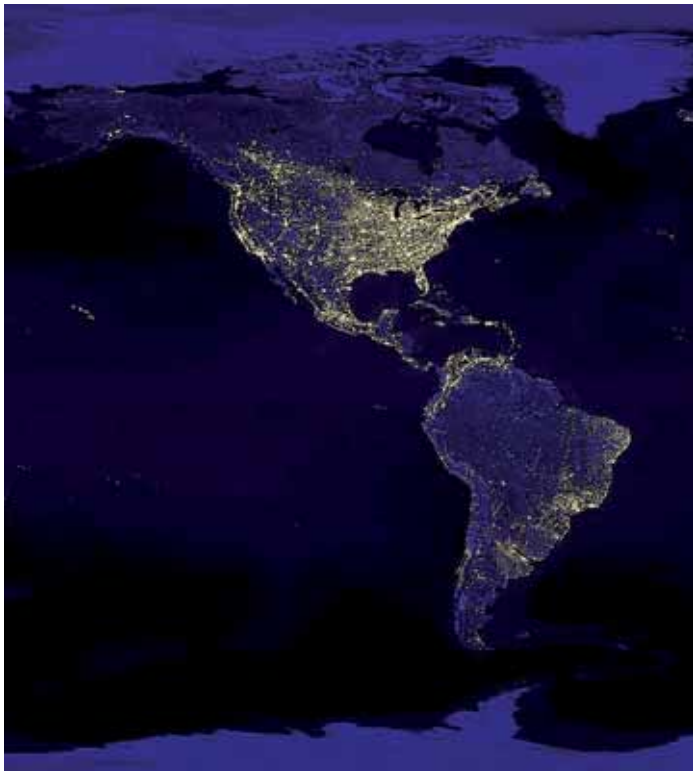
Abbildung 7 detaillierte Aufschlüsselung der Primärenergiebedarfe im Vergleich

Isabell Schäfer ist seit 2006 Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (Prof. Hegger) der TU Darmstadt tätig. Sie ist für die Koordination der Forschung zuständig.

The Urban Powerhouse

– Aufbruch in eine neue Betrachtung von Stadtraum

Rein energetisch betrachtet bringt jeder von uns eine mittlere Dauerleistung von ca. 100 Watt – beim Sport weit mehr, im Schlaf weniger. Unser mittlerer dauerhafter Energieverbrauch ist ein Vielfaches davon, nämlich ca. 7.000 Watt. Etwa zwei Drittel davon gehen in Gebäude und Mobilität. Für eine nachhaltige urbane Zivilisation wäre es erforderlich, diesen Wert auf klimaverträgliche 2.000 Watt zu reduzieren– etwa die Hälfte davon aus erneuerbaren Energien. Wollen wir dies ohne Verlust unseres Lebensstandards schaffen, bedeutet dies einen radikalen Umbau unserer städtischen Infrastruktur.



The Urban Powerhouse – New ways of understanding urban space

In energy terms every one of us produces an average power of 100 Watts over time – more in exercising, less in sleep. Our average energy consumption averages about 7.000 Watts, about two thirds of this for our buildings and our transport needs. For a sustainable urban civilization it is necessary to reduce this figure to 2.000 Watts, half of this to be produced by renewable energies. A radical re-organization of our urban infrastructure is necessary to attain this without losing our standards of life.

Manfred Hegger • Weltweit sind unsere Städte die großen Hoffnungsträger der Menschen und die Treiber des Fortschritts. Ihre Versprechen sind Wohlstand, Sicherheit, Fortkommen und Unterhaltung. Schon mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung wohnt heute in Städten – und ihr Anteil steigt rapide weiter, insbesondere in den Schwellenländern.

Stadt und Energie

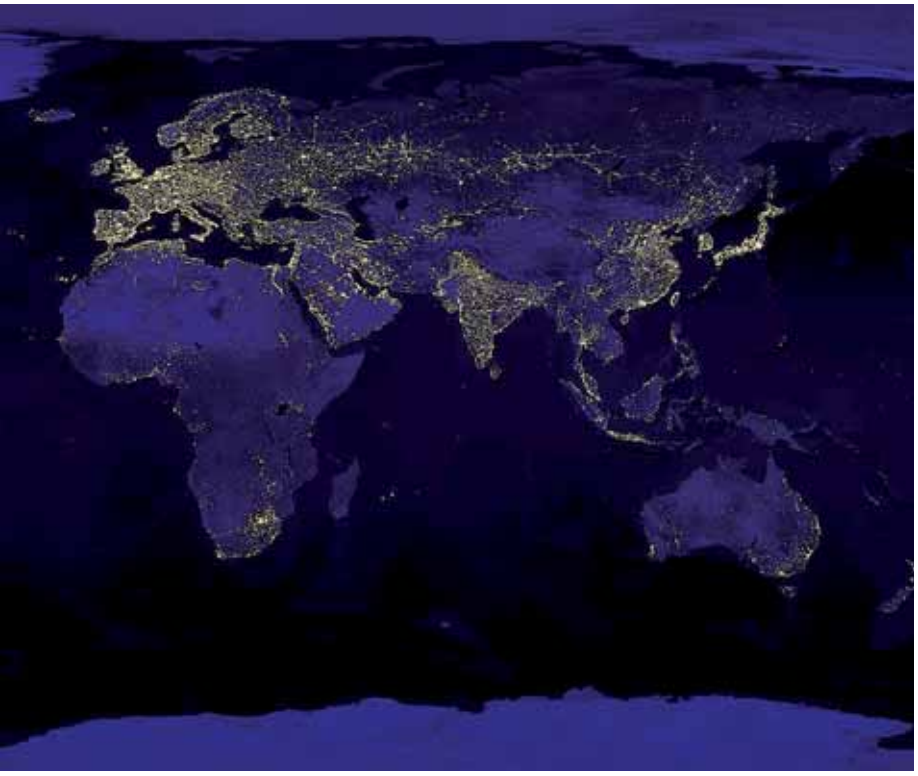
Städte sind abhängig vom Umland, von Zulieferungen aller Art. Sie bilden die Grundlage der globalen urbanen Zivilisation. Neben der Versorgung mit Lebensmitteln und Rohstoffen aller Art ist es ihre Energiezufuhr, die heute weltweit zu mehr als 80 % aus fossilen Energieträgern besteht: Kohle, Erdöl, Erdgas. In der Geschichte der Menschheit wie der Stadt wird deren einfache und billige Verfügbarkeit seit Beginn der industriellen Revolution nicht länger als ein Lidschlag sein.

Der extensive Einsatz dieser nicht erneuerbarer Energieträger begründet auch die wesentlichen Nachhaltigkeitsprobleme von Stadt: Zersiedelung, Verschmutzung von Luft, Boden und Wasser, gesundheitliche Auswirkungen und Klimawandel. Und er definiert letztlich auch das Bild unserer Städte.

Die Vorkommen dieser Energieträger sind endlich. Ihre Lieferung ist abhängig von Machtverhältnissen, vom Entgegenkommen gegenüber teils unberechenbaren politischen Verhältnissen oder gar von bewaffneten Auseinandersetzungen. Die Ressourcenverknappung und daraus resultierende Preisschwankungen in zunehmend umkämpften Märkten machen unsere Städte in den nächsten Jahrzehnten zunehmend verletzlich.

Das Modell urbanen Lebens ist damit jedoch auch auf lange Sicht nicht in Frage gestellt. Gerade die europäische, dichte Stadt bietet gegenüber ande-

• FG Entwerfen und Energieeffizientes Bauen
(Fachbereich Architektur)
Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ. Manfred Hegger
Tel.: 06151/16-2046
E-Mail: fg@ee.tu-darmstadt.de
www.ee.architektur.tu-darmstadt.de



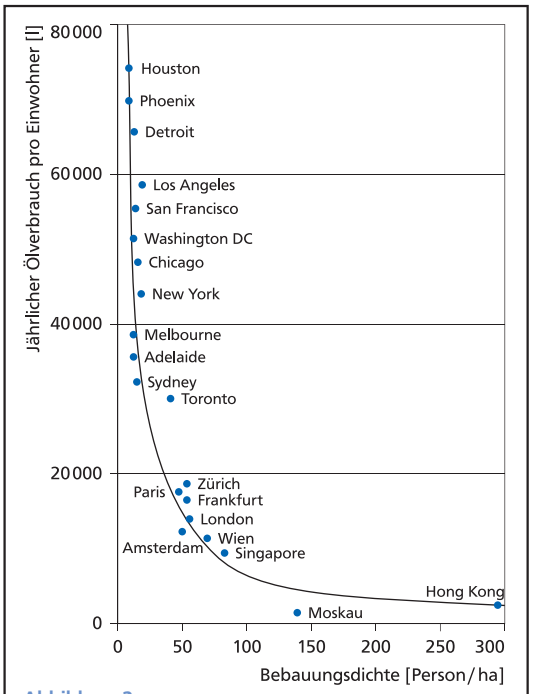


Abbildung 2
Verhältnis von Bebauungsdichte und Energieverbrauch ausgewählter Städte.

Abbildung 1
Satellitenbild der Erde bei Nacht.

ren Siedlungsformen erhebliche Vorzüge und Potenziale für eine nachhaltige Zukunftsgestaltung.

Vom Haus zur Stadt

Für einzelne Gebäude beherrschen wir inzwischen die Kunst, ihren Betrieb und damit das Wohlergehen ihrer Bewohner von fossilen Energieträgern zu entkoppeln, wie unsere Solar Decathlon-Häuser zeigen. Doch unsere Städte sind gebaut. Sie erneuern sich nur über sehr lange Zeiträume, zu lang in Bezug auf die drängenden Probleme des Klimawandels und knapper werdender Ressourcen. Andererseits eröffnet die Stadt höhere Effizienzpotenziale und macht weitaus größere Energieangebote als jedes Einzelgebäude. Beispiele sind die energetische Nutzung unbebauter Flächen zur Nutzung der Geothermie oder zum Anbau von Biomasse, die Vernetzung von Gebäuden zum Austausch überschüssiger Energien aus der Nutzung („Abfallenergie“) bzw. der Eigenenergieerzeugung oder die Schaffung intelligenter Netze. Doch am Beginn allen Handelns steht die Verbesserung der Energieeffizienz der städtischen Gebäudebestände – durch Verringerung der Energieverluste, durch effiziente Gebäudetechnik und die Nutzung natürlicher Besonnungs-, Verschattungs- und Lüftungsprozesse.

Thesen zur nachhaltigen Stadtentwicklung

Wie sähe ein Wandel aus, der auf eine solche Effizienzsteigerung des Energieeinsatzes und erneuerbare Energien setzt und damit eine nachhaltige Entwicklung von Stadt fördert? Er würde übergeordnete Klimaziele verfolgen:

- die Abschwächung des Klimawandels durch massive Reduktion von Emissionen (mitigation),
- die Vorbereitung auf eine veränderte Welt im Klimawandel, d.h. auf klimatische Veränderungen und zunehmende, klimabedingte Katastrophen (adaptation).

Diese Wandel beginnt inzwischen in unseren Städten, und das aus verschiedenen Beweggründen: verunsichert durch die ernüchternden Aussichten

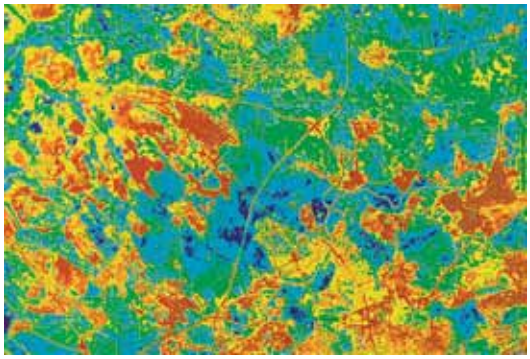


Abbildung 3
Frankfurt am Main bei Nacht im Wärmebild.

mangelnde Zukunftssicherung und Entwicklungsrisiken, sowie getrieben durch Hoffnungen auf Prestigegewinn, wirtschaftlichen Wandel und innovative Alleinstellungsmerkmale. Er verfolgt dabei folgende Strategien:

1. Stärken der Unabhängigkeit
Angestrebt ist eine größere Dezentralisierung der städtischen Energieversorgung, die der Verletzlichkeit städtischen Lebens entgegen wirkt, indem sie örtliche Energiequellen verstärkt einsetzt. Stadtgemeinschaften suchen ihre Zukunft zunehmend selbst zu sichern und dabei emissionsarm zu wirtschaften. Sie stärken damit ihr Selbstbewusstsein.

2. Analyse des Umweltkapitals
Jede Stadt verfügt über ein sehr spezifisches Angebot von lokalen Energiepotenzialen wie Erdwärme, Sonne, Wind, Biomasse oder Wasserkraft und Abwasserwärme. Es gilt, diese Angebote systematisch zu ermitteln, strategisch einzusetzen und einer ebenso nachhaltigen wie wirtschaftlichen Nutzung zuzuführen. Der Werkzeugkasten zur Analyse enthält Planungsmittel wie solare GIS-Karten, Energy mapping oder Windtunneltests für Stadträume.

3. Einsetzen technischer Potenziale
Die technischen Mittel zur Nutzung lokaler Energiequellen sind vorhanden. Ihr Einsatz in urbanen Räumen geschieht aber noch sehr zögerlich. Anreize verstärken ihre frühzeitige Anwendung und sie geben Impulse für eine wirtschaftliche Entwicklung, die Klimaschutz nicht nur als Gefahr, sondern als Wachstumsmotor begreift.

4. Nutzung gesellschaftlichen Reichtums
Fossile Energieträger trugen wesentlich zum Wohlstand der urbanen Gesellschaften bei. Es gilt, diesen Reichtum nun zum langfristig tragfähigen Umbau der Energieversorgung zu nutzen, d.h. die Kosten der unvermeidlichen Anpassung früh anzugehen. Die enormen Kapitalexporte für Energie würden sich reduzieren, das Geld bliebe in der Stadt und könnte den Paradigmenwechsel fördern.

5. Anpassen von Arbeitsstrukturen
Die notwendigen Veränderungen erfordern neues Denken, neue Strukturen und Arbeitsweisen in Politik und Verwaltung wie in der freien Wirtschaft. Rechtliche Hemmnisse sind zu beseitigen, Energienutzungsrechte (wie Wind- und Solarrechte) zu klären. Viele Berufsbilder verändern sich, neue werden entstehen. Das Bildungssystem kann hierzu die notwendigen Voraussetzungen schaffen.

6. Fördern positiven Denkens
Weit verbreitete Apathie und Widerstände gegen jegliche Veränderung sind zu überwinden. Hierzu sind Impulse generierende Initiativen einzuleiten. Es sollten Meinungsführer mobilisiert und Visionäre integriert werden. Weit verbreitete Placebos für nachhaltiges Wirtschaften („Green Washing“) sollten durch glaubwürdiges Handeln ersetzt werden.

7. Steigern urbaner Effizienz
Wollen wir unseren gegenwärtigen, hohen Lebensstandard beibehalten, kann urbane Evolution nur mit Hilfe gesteigerter Effizienz gelingen. Die bessere Ausnutzung aller Ressourcen entscheidet nicht nur über ökonomischen Erfolg, sondern auch über Klimaentlastung. Sie erfordern Innovationen der urbaner Form und Infrastruktur. Effizient sind meist Faktoren wie Dichte und Kompaktheit mit homogenen Gebäudehöhen, Nutzungsmischung oder Vorrang für den öffentlichen und den unmotorisierten Nahverkehr.

8. Gestalten der klimagerechten Stadt
Der Klimawandel erfordert ernsthafte Vorkehrungen zur Vermeidung von Überhitzung und zum Schutz vor Wetterextremen. Frischluftschneisen verbinden mit dem kühleren Hinterland, städtische Freiflächen und Landschaftsräume schaffen kühle

Stadtinseln und ermöglichen lokale Landwirtschaft. Helle Oberflächen und kühle Dächer verringern Mikroinversion und verbessern die Tageslichtausbeute, Wasserflächen und wasserdurchlässige harte Oberflächen tragen zur Verdunstungskühlung bei.

9. Zertifizieren nachhaltiger Stadtentwicklung
Die klimaschonende und energieeffiziente Stadt erklärt sich nicht von selbst. Sie bedarf eines Nachweises, denn die Voraussetzungen und Begründungen nachhaltigen urbanen Wirtschaftens sind äußerst komplex. Die notwendigen Leistungsmessungen können in Nachhaltigkeitszertifikate oder Audits münden, wie sie heute schon für Einzelgebäude in Gebrauch sind.

10. Verbessern der Kommunikation
Neue Qualitäten der Energieversorgung urbaner Räume verstecken sich in vielen Details. Ihre Wirkung ist der Bevölkerung in attraktiver Form verständlich zu machen. Wo immer möglich, sollten räumlich wirksame Veränderungen mit hoher gestalterischer Qualität sichtbar werden; hierzu sind gute Beispiele („best practice“) zu fördern und sichtbar zu machen.

Paradigmenwechsel
Die Moderne in Städtebau und Architektur wurde durch die industrielle Revolution erst möglich. Nun stehen wir, angesichts einer vielfach so bezeichneten vierten industriellen Revolution, vor einer erneuten Veränderung der Paradigmen der Stadt. Städte sind sozio-ökonomische, politische und kulturelle Gesellschaften, die sich physisch manifestieren. Ihr kreatives Potenzial und ihre Innovationskraft werden die Idee der nachhaltigen, erneuerbaren Stadt zunächst in Forschung und Entwicklung voranbringen. In der Folge wird sie sich in der Gestalt der Stadt und ihrer Bauten ausdrücken.

Manfred Hegger ist seit 2001 Professor am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen der TU Darmstadt. Seine Forschungsschwerpunkte umrahmen die Nachhaltigkeit: Material, Energie, Raum und Prozess.

Fraunhofer SIT

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SICHERE INFORMATIONSTECHNOLOGIE

KOMPETENZ
ERFOLG
INNOVATION

Wir suchen:
- Informatiker
- Elektrotechniker
- Mathematiker

Wir bieten:
- abwechslungsreiche Aufgaben in aktuellen Forschungsfeldern
- enge Kooperation mit Forschungs- und Industriepartnern
- Aufstiegschancen und Weiterbildung
- Möglichkeit zur Promotion
- Betreuung von Diplomanden
- positives Arbeitsklima

Fraunhofer Institut für Sichere Informationstechnologie
Rheinstraße 75
64295 Darmstadt
www.sit.fraunhofer.de
recruit@sit.fraunhofer.de

Stabile Systeme – Angebot und Nachfrage in einer Gesamtbetrachtung

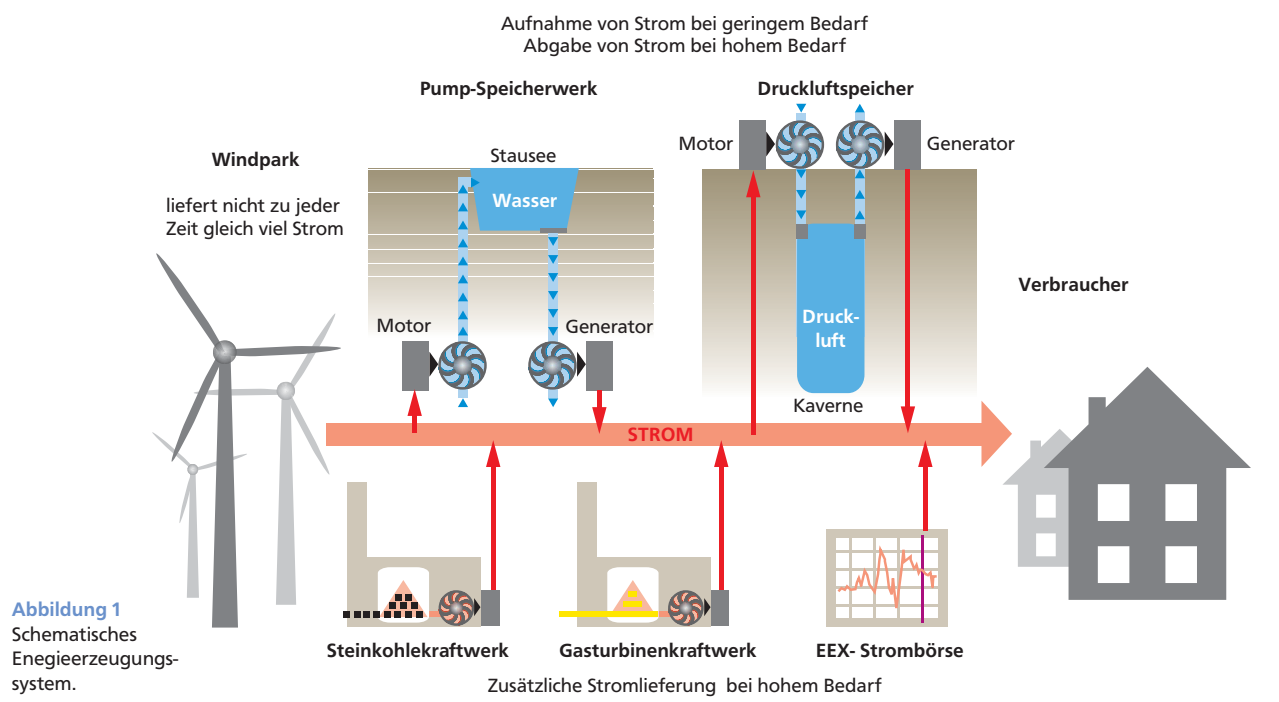


Abbildung 1
Schematisches Enegieerzeugungs-system.

Im Hinblick auf eine sichere und nachhaltige Energieversorgung nimmt der Einsatz von regenerativen Energien eine zentrale Position ein. Insbesondere die Windenergienutzung gewinnt in Deutschland immer mehr an Bedeutung und bildet mit einem Anteil von 6,6% am gesamten Bruttostromverbrauch im Jahre 2008 die wichtigste Säule in der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien. Jedoch stellt uns die verstärkte Nutzung von stark fluktuierenden Energiequellen wie Windenergie vor zusätzliche Aufgaben, da in einem von Unsicherheit geprägten Umfeld ein Ausgleich zwischen schwankendem Angebot und Nachfrage zu jeder Zeit sichergestellt sein muss.

Reliable Systems Supply and Demand from a Comprehensive Perspective

Within the scope of a secure and sustainable energy generation, the power production from renewable energies plays an important role. In Germany, especially the use of wind energy gains in importance and constitutes with 6.6% of the gross electricity consumption in 2008 the backbone of electricity generation from renewable energies. However, the rising use of strongly fluctuating energy sources poses new challenges since in an uncertain environment volatile supply and demand have to be balanced at any time.

Alexander Martin / Debora Mahlke / Andrea Zelmer • Eine der wesentlichen Anforderungen in einem Stromerzeugungssystem ist die Deckung der Stromnachfrage zu jedem Zeitpunkt. Durch die stark wachsende Stromerzeugung aus fluktuierenden Energiequellen in Deutschland steigt der Bedarf an Regelenergie um einen Ausgleich zwischen sich verändernder Verbraucherlast und schwankender Stromerzeugung sicherzustellen, siehe auch [3,5]. Um auf das Ungleichgewicht reagieren zu können werden zum Einen Regelenergiekraftwerke eingesetzt, die häufig bei vermindertem Wirkungsgrad im Teillastbereich arbeiten, was zu einem erhöhten Primärenergieverbrauch führt. Zum Anderen ist auch der Einsatz von flexibleren Kraftwerken wie beispielsweise Gasturbinenkraftwerken heute etabliert, welche in der Lage sind in wenigen Minuten ihre volle Leistung zu erreichen. Eine weitere Möglichkeit zum Ausgleich der Schwankungen bietet die Einbindung von Energiespeichern um eine Entkopplung von Angebot und Nachfrage zu erwirken und damit eine kostengünstige Stromproduktion zu erzielen. Durch die Zwischen-

speicherung von elektrischer Energie in sogenannten Stromspeichern kann beispielsweise in Zeiten von schwachem Windangebot Energie aus den Speichern zu Verfügung gestellt werden. In diesem Kontext betrachten wir die Frage, inwieweit der Einsatz von Energiespeichern einen Beitrag zu einer verbesserten Integration von Strom aus fluktuierenden Energiequellen in das Versorgungsnetz leisten kann.

Modellierung

Um die vorgestellten Ausgleichsoptionen nach ökonomischen Gesichtspunkten bewerten zu können, betrachten wir ein Energieerzeugungssystem, welches aus verschiedenen Kraftwerkstypen, einem Windpark und Energiespeichern besteht. Zusätzlich besteht die Möglichkeit Strom von der EEX Börse zu beziehen. Innerhalb dieses System soll die Stromnachfrage einer Region bestimmter Größe gedeckt werden.

Zur Ermittlung einer kostenoptimalen Lastendeckung wird die beschriebene Fragestellung als mathematisches Optimierungsmodell formuliert, wobei eine möglichst realitätsnahe Beschreibung angestrebt wird. Das Modell bildet zum Einen die grundlegenden Zusammenhänge des Energieerzeugungssystems ab und berücksichtigt zum Anderen die wesentlichen technischen und ökonomischen Aspekte der Anlagen sowie deren Dynamik.

Insbesondere werden bei der Beschreibung der verschiedenen Technologien anhand von binären Schaltvariablen An/Aus-Entscheidungen abgebildet. Zusätzlich können auf diese Weise auch Mindestlauf- und Stillstandszeiten von thermischen Kraftwerken modelliert werden. Da bei diesen Technologien häufige An- und Abfahrprozesse und damit übermäßige thermische Belastungen zu vermeiden sind, werden diese Restriktionen in der Einsatzplanung berücksichtigt.

Des Weiteren weist jede Anlage eine charakteristische Kennlinie auf, welche das Teillastverhalten der Technologie beschreibt. Zumeist zeigt sich mit verminderter Leistung der Anlage eine Verschlechterung des Wirkungsgrads, wobei dieser Zusammenhang häufig nichtlinear ist. Ein verbreiteter Ansatz Nichtlinearitäten in diskrete Optimierungsmodelle zu integrieren ist deren Approximation durch stückweise lineare Funktionen. Obwohl dieses Vorgehen zumeist die Integration von zusätzlichen Binärvariablen und Nebenbedingungen erfordert, lassen sich auf diesem Weg weit größere Probleme zur globalen Optimalität lösen als deren nichtlineare Formulierung.

Neben diesen Aspekten liegt der Kernpunkt des Modells in der Beschreibung der mit Unsicherheit belegten Parameter. In dem vorliegenden Modell betrifft dies sowohl die eingespeiste Windenergie als auch die Strompreise, da beide Größen unvorhersehbaren Schwankungen unterliegen. Auf Basis von statistischen Informationen lassen sich die zeitliche Entwicklung von verfügbarer Windenergie und Strompreisen als stochastischer multivariater Prozess beschreiben. Wird letzterer durch einen Prozess mit endlich vielen Werten approximiert, können die stochastischen Größen mittels eines Szenariobaumes dargestellt werden. Dabei spiegeln die einzelnen Szenarien mögliche Realisierungen des stochastischen Prozesses wieder, welche mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit belegt werden.

Das Ziel der Optimierung ist die kostenminimale Deckung eines vorgegebenen Lastprofils über einen gewissen Planungshorizont. Dabei setzen sich die Kosten aus den Betriebskosten der strom-

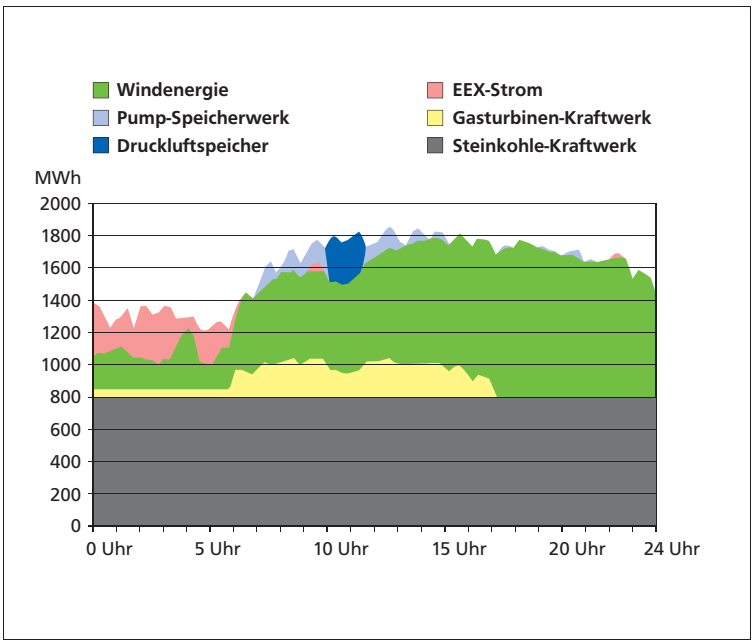


Abbildung 2
Optimaler Fahrplan der Anlagen für einen Wintertag.

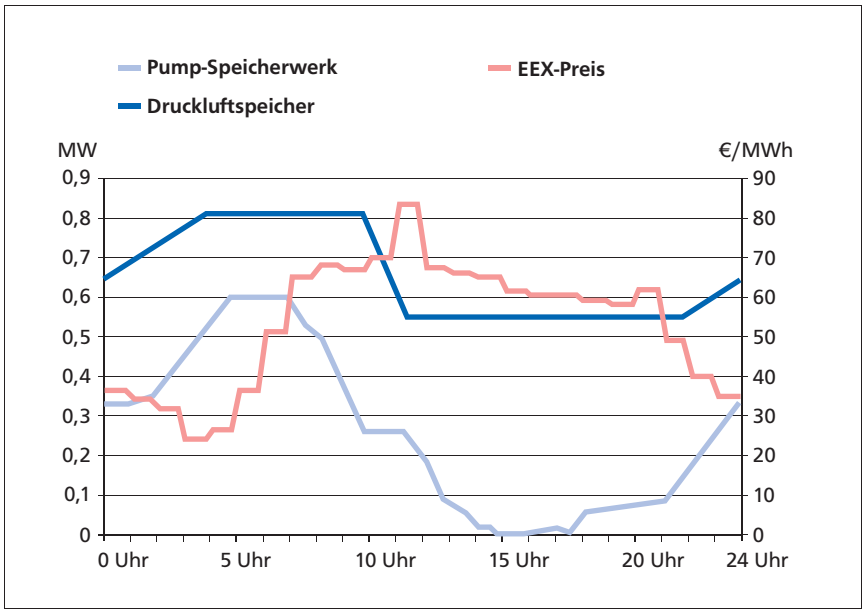


Abbildung 3
Optimaler Fahrplan der Speicher für einen Wintertag mit EEX-Strompreisen.

erzeugenden Technologien und Energiespeichern und deren Anfahrkosten zusammen. Zusätzlich fallen auch Kosten aus dem Stromimport von der EEX Börse an.
Insgesamt führt dieser Ansatz zu einem mehrstufigen stochastischen gemischt-ganzzahligen Optimierungsproblem. Die Lösung dieser Art von Problemen stellt in der gegenwärtigen Forschung noch immer eine große Herausforderung dar, da stochastische und kombinatorische Aspekte in einem Modell vereint werden. Eine detaillierte Beschreibung des Modells ist in [2] zu finden.

Dekompositionsbasierter Lösungsansatz

Die mathematische Modellierung von Problemen mit größerem Planungshorizont führt schnell zu sehr komplexen Beschreibungen, da die Anzahl der Szenarien des zugrundeliegenden Szenariobaumes zumeist stark mit der Länge des Planungshorizonts ansteigt. Die besonderen charakteristischen Strukturen des vorliegenden Problems ermöglichen jedoch die Entwicklung spezieller Lösungstechniken, welche auf der Zerlegung des Problems in viele Teilprobleme basieren und damit die Lösung größerer Probleminstanzen ermöglichen. Insbesondere weist dieses Problem nur wenige zeitkoppelnde Nebenbedinungen auf. Unter Ausnutzung dieser speziellen Strukturen wurde daher ein Dekompositionsansatz entwickelt, welcher auf der Zerlegung des Szenariobaums in mehrere Teilbäume basiert. Anhand der erhaltenen Teilbäume wird die originale Problemformulierung dekomponiert, was die Relaxierung ausgewählter zeitkoppelnder Nebenbedingungen erfordert. Durch die Integration in ein Branch-and-Bound Verfahren, können auf diesem Wege global optimale Lösungen des Problems bestimmt werden. Für eine ausführliche Beschreibung verweisen wir auf [4].

Fallstudie

Als Anwendungsfall für das vorgestellte Problem wird ein Energieerzeugungssystem betrachtet, welches die folgenden Technologien beinhaltet. Zur Deckung der Grundlast wird ein Steinkohlekraftwerk integriert und für die Spitzenlast ein Gasturbinenkraftwerk. Des Weiteren werden zwei Stromspeichertypen betrachtet, ein Druckluftspeicher (CAES) und ein Pumpspeicherwerk (PSW), wobei die Parameter aller Anlagen auf realen Daten basieren. Ergänzt wird dieses System durch einen Offshore Windpark, wie in Abbildung 1 gezeigt. Insgesamt werden Planungshorizonte von bis zu einer Woche in 15 minütiger Auflösung betrachtet, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten.

Literatur

[1] Epe, Alexa; Küchler, Christian; Römisch, Werner; Vigerske, Stefan; Wagner, Hermann-Josef; Weber, Christoph und Woll, Oliver (2009: Betriebsoptimierung zur ökonomischen Bewertung von Speichern; Innovative Modellierung und Optimierung von Energiesystemen, Band 26 Umwelt und Ressourcenökonomik, S. 135-152)

[2] Epe, Alexa; Mahlke, Debora; Martin, Alexander; Wagner,Hermann-Josef; Weber, Christoph; Woll, Oliver und Zelmer, Andrea (2009: Betriebsoptimierung zur ökonomischen Bewertung von Speichern; Innovative Modellierung und Optimierung von Energiesystemen, Band 26 Umwelt und Ressourcenökonomik, S. 153-177)

[3] Handschin, Edmund; Neise, Frederike; Neumann, Hendrik und Schultz, Rüdiger (2006: Optimal Operation of Dispersed Generation under Uncertainty using Mathematical Programming; International Journal of Electrical Power & Energy Systems, 28, S. 618-626)

[4] Mahlke, Debora (2009: A Scenario Tree-Based Decomposition for Solving Multistage Stochastic Programs with Application in Energy Production; Vorgelegte Dissertation an der Technischen Universität Darmstadt)

[5] Swider, Derk J.; Vogel, Philip; Weber, Christoph (2004: A Stochastic Model for the European Electricity Market and the Integration Costs for Wind Power; Technical Report, GreenNet Report on WP 6)

Beispielhaft ist in Abbildung 2 der optimale Einsatzplan der Kraftwerke und Speicher für einen ausgewählten Typtag im Winter dargestellt, wobei eine deterministische Vorgabe der Strompreise und der verfügbaren Windenergie angenommen wurde. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen, dass die Kraftwerke wie erwartet eingesetzt werden, d.h. das Steinkohlekraftwerk zur Deckung der Grundlast und das Gasturbinenkraftwerk zu Deckung der Spitzenlast. Zusätzlich kommen in Zeiten der Spitzenlast auch die Stromspeicher zum Einsatz. Jedoch ist deren Einsatz stärker durch den aktuellen EEX Strompreis beeinflusst als dass sie dem Teillastverhalten der Kraftwerke folgen, dargestellt in Abbildung 2.

Insgesamt lässt sich erkennen, dass das vorgestellte Modell eine gute Grundlage für weitere Untersuchungen bildet, da es die fundamentalen Zusammenhänge des Systems realitätsnah abbildet und gleichzeitig einen hinreichend großen Planungshorizont zulässt. Hinsichtlich einer umfassenden Bewertung von Energiespeichern zur Entkopplung von Angebot und Nachfrage bei stark fluktuierender Energieeinspeisung gilt es jedoch weitere Aspekte wie beispielsweise Investitionskosten zu berücksichtigen, siehe [1]. Weiterhin ist wichtig verschiedene Fallstudien zu betrachten, was derzeit bei unseren Projektpartnern an der Ruhr-Universität Bochum durchgeführt wird.

Alexander Martin ist seit 2000 Professor für Diskrete Optimierung am Fachbereich Mathematik der TU Darmstadt und leitet das Fachgebiet Diskrete Optimierung.

Debora Mahlke arbeitet seit 2005 als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachbereich Mathematik der TU Darmstadt und beschäftigt sich u.a. mit Optimierungsproblemen aus dem Bereich der Energiewirtschaft.

Andrea Zelmer ist seit 2005 wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachbereich Mathematik der TU Darmstadt und beschäftigt sich derzeit mit der Optimierung von gekoppelten Energienetzwerken.

Fachbereich Mathematik der TU Darmstadt
Prof. Dr. Alexander Martin
Tel.: 06151/ 16-3394
E-Mail: martin@mathematik.tu-darmstadt.de
www.opt.tu-darmstadt.de

Fachbereich Mathematik der TU Darmstadt
Debora Mahlke
Tel.: 06151/ 16-4482
E-Mail: mahlke@mathematik.tu-darmstadt.de
www.opt.tu-darmstadt.de

Fachbereich Mathematik der TU Darmstadt
Andrea Zelmer
Tel.: 06151/ 16-4482
E-Mail: zelmer@mathematik.tu-darmstadt.de
www.opt.tu-darmstadt.de

ANZEIGE

INNOVATIVE TECHNOLOGIE WELTWEIT
KNF NEUBERGER

MEMBRANPUMPEN-TECHNOLOGIE VOM FEINSTEN...

- Ob für Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten – KNF Neuberger bietet ein breites Angebot an Pumpen und Systemen.
- Für unverfälschtes Fördern, Dosieren, Komprimieren und Evakuieren.
- Als OEM- oder tragbare Ausführungen.
- Mit einem variablen Produktprofil für kundenspezifische Lösungen.

... für anspruchsvolle Anwendungen z.B. in den Bereichen:
- Medizintechnik
- Analysetechnik
- Verfahrenstechnik
- Lebensmitteltechnik
- Reprotechnik
- Energietechnik
- Forschung

www.knf.de

KNF Neuberger GmbH ■ Alter Weg 3 ■ D 79112 Freiburg
Tel. 07664/5909-0 ■ Fax 07664/5909-99 ■ E-Mail info@knf.de

BESUCHEN SIE UNS AUF DER COMPAMED 2009
HALLE 8a, STAND H 04

Erdwärmesonden für das surPLUShome

Anlagen zur Nutzung von Oberflächennaher Geothermie werden zunehmend zur Wärmeversorgung von Neu- und Bestandsgebäuden eingesetzt. Nachdem das surPLUShome, Gewinner des Solar Decathlon Wettbewerbs 2009, nach Darmstadt zurückgekehrt ist, wird die Wärmeversorgung der integrierten Wärmepumpe von Luft auf Erdwärme umgestellt, um das Haus noch effizienter betreiben zu können. Hierfür stehen zwei prinzipiell unterschiedlich konstruierte Erdwärmesondentypen zur Verfügung, deren Leistung mit Hilfe der integrierten Messtechnik in einer Langzeitbeobachtungsreihe unter realistischen Nutzungsbedingungen wissenschaftlich untersucht wird.

Borehole heat exchangers for the surPLUShome

Installations for the usage of shallow geothermal energy are increasingly using this heat supply for new and asset buildings. When the surPLUShome, winner of the Solar Decathlon Competition 2009, will be back in Darmstadt the heat supply for the integrated heat pump will be changed from air to geothermal energy to increase the efficiency of the house. Two different constructed bohrehole heat exchanger systems will be used. Furthermore, the integrated measuring equipment will serve for a scientific long-term investigation under realistic terms of use.

Ingo Sass • Gebäude lassen sich auf vielerlei Art und Weise beheizen, eine der energetisch effizientesten Möglichkeiten stellt die Nutzung von Erdwärme dar. Daher wird auch das energetische Konzept des surPLUShome auf der Lichtwiese durch die thermische Versorgung mit Erdwärme ergänzt. Das Haus besitzt eine Wärmepumpe, welche als Energiequelle sowohl Luft als auch über den Untergrund erwärmtes Wasser verwenden kann. Während des Solar Decathlon Wettbewerbes wurde die Wärmepumpe aufgrund der notwendigen Mobilität des Hauses mit Luft betrieben. Sobald das Haus nach Darmstadt zurückkehrt, wird die Betriebsweise aber auf Erdwärme umgestellt. Hierfür wurden eine koaxiale und eine Doppel-U-Rohr-Erdwärmesonde mit einer Länge von jeweils 40 m auf dem zukünftigen Grundstück des surPLUShome abgeteuft. Die Erdwärmesonden weisen im Vergleich zu herkömmlichen Systemen einige Besonderheiten auf, so dass sie neben der Wärmeversorgung sowohl zu Forschungszwecken als auch für die Ausbildung von Studenten genutzt werden können.

Die Sonden wurden im Bauplan des Solar Decathlon Hauses so integriert, dass sie an die dort vorhandene Wärmepumpe angeschlossen werden können. Der Standort der Erdwärmesonden wurde so gewählt, dass die Sonden jederzeit für Messtätigkeiten zugänglich sind: Sie werden sich unterhalb von Sitzkonstruktionen außerhalb des Gebäudegrundrisses befinden.

Abbildung 1
Diamantbesetzte Bohrkrone zur Gewinnung von Bohrkernen.

Warum Geothermie?

In Deutschland wird für die Wärmeversorgung von Gebäuden derzeit ca. 60 % der Primärenergie verwendet. Die Nutzung von Oberflächennaher Geothermischer Energie ermöglicht Effizienzsteigerungen um den Faktor 4-5, wodurch der Bedarf auf bis zu 25 % gesenkt werden kann.

Bau der Erdwärmesonden

Die Bohrungen für die Erdwärmesonden wurden mit einem Zweifachkernrohr durchgeführt. Durch dieses spezielle Bohrverfahren war es möglich über die gesamte Bohrungslänge Bohrkerne zu gewinnen, welche detaillierte Informationen über den geologischen Untergrund liefern. Zusätzlich wurden geophysikalische Messungen im Bohrloch durchgeführt, welche erweiterte Aussagen zum Aufbau des Untergrundes liefern. Die Erdwärmesonden bestehen aus Polyethylen hoher Dichte. Bei der Doppel-U-Rohr-Erdwärmesonde handelt es sich um die am häufigsten eingesetzte Bauform mit 32 mm Einzelrohrdurchmesser. Die Koaxialsonde, ein neuer Sondentyp mit einem Außendurchmesser von 63 mm, wurde in das zweite Bohrloch eingebracht. Beide Sonden wurden mit thermisch verbesserten Verfüllmaterialen hinterfüllt, um eine optimale Anbindung der Erdwärmesonden an den Untergrund zu gewährleisten. Die Effizienz der unterschiedlichen Sondentypen, insbesonder der neuartigen Koaxialsonde, kann aufgrund des gleichen geologischen Untergrundes direkt miteinander verglichen werden. Zusammen mit den Erdwärmesonden wurde ein innovatives Messsystem in den Bohrlöchern verbaut.

Temperaturmessung mit Glasfasern

Das Messsystem wurde entlang der Erdwärmesondenrohre verlegt und besteht aus Glasfasern, welche als Temperatursensoren fungieren. Das als Distributed Temperature Sensing bezeichnete Verfahren ermöglicht es mit hoher zeitlicher Auflösung alle 50 cm die Untergrundtemperaturen zu erfassen, so dass Temperaturänderungen durch den Erdwärmesondenbetrieb tiefenabhängig ausgewertet werden können.

Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit des geologischen Untergrundes ist der wichtigste Kennwert für die Planung von Erdwärmsondenanlagen. Sie gibt an, wieviel Energie aus der Umgebung an die Erdwärmesonde transportiert werden kann und beeinflusst damit maßgeblich die benötigte Länge der Erdwärmesonde. Klassischerweise wird die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes über Geothermal Response Tests an

Abbildung 2
Abteufen der Erdwärmesondenbohrungen auf der Lichtwiese im Dezember 2008.

Erdwärmesonden bestimmt. Dabei wird aufgeheiztes Wasser durch die Erdwärmesondenrohre zirkuliert. Über die eingespeiste Energiemenge und die sich einstellende Temperaturdifferenz kann die Wärmeleitfähigkeit als Summenwert über die gesamte Erdwärmesonde ermittelt werden. Für das surPLUShome wurden parallel zur Glasfaser auch Kupferkabel in das Bohrloch eingebaut. Diese Kabel können über einen Trennstromtrafo beheizt werden. In Kombination mit der Glasfaser kann hierdurch ein tiefenbezogenes Temperaturprofil erzeugt werden und darauf aufbauend die Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes für einzelne Tiefenabschnitte ausgewertet werden.

Ingo Sass ist seit 2005 Professor an der TU Darmstadt. Im Jahr 2009 wurde eine Stiftungsprofessur für das neue Fachgebiet „Angewandte Geothermie“ eingerichtet, auf die der Hydrogeologe Sass berufen wurde.

• Institut für Angewandte Geowissenschaften
Prof. Dr. Ingo Sass
Tel.: 06151/16-2871
E-Mail: sass@geo.tu-darmstadt.de
www.geo.tu-darmstadt.de

Praxisnahe Forschung und Lehre

Die effiziente Versorgung des surPLUShome bietet also die notwendigen Randbedingungen, um eine mindestens über fünf Jahre andauernde Langzeitbeobachtungsreihe unter realistischen Nutzungsbedingungen wissenschaftlich untersuchen zu können. Dies beinhaltet auch die Durchführung von geothermischen Feldpraktika, in denen die Studierenden eine praxisnahe Ausbildung erhalten.

Dank

Wir bedanken uns bei der TERRASOND GmbH & Co. KG für die Bohr- und Bauarbeiten, bei der FRANK GmbH für die Bereitstellung der Erdwärmesonden und bei der HeidelbergCement AG für die Lieferung von ThermoCem, dem thermisch

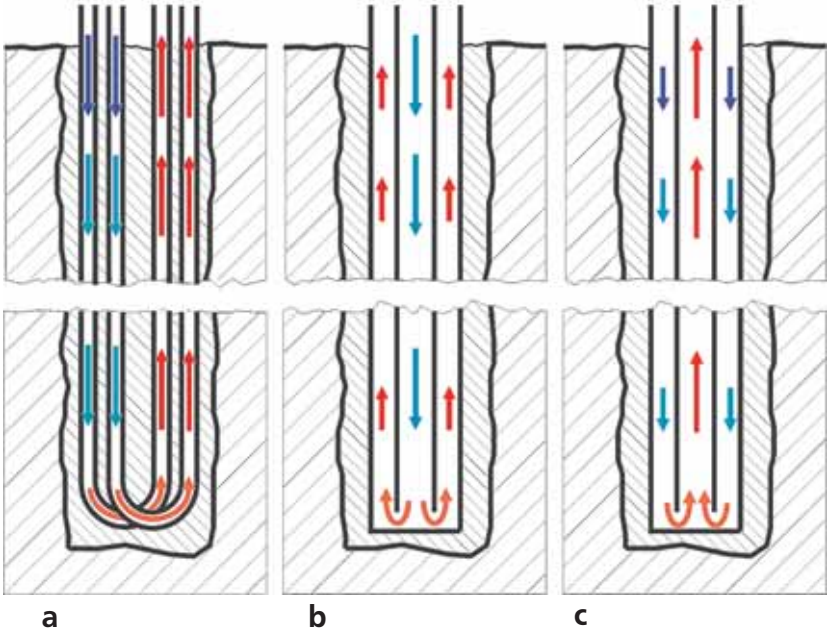


Abbildung 3
Schematische Darstellung der Funktionsweise unterschiedlicher Erdwärmesondentypen: (a) Doppel-U-Rohr-Erdwärmesonde. Über zwei Sondenschenkel wird kaltes Wasser in den Untergrund injiziert. Dieses nimmt dabei Energie aus dem Untergrund auf, erwärmt sich und wird dann zur Wärmepumpe geleitet. Die Bohrtiefe beträgt meist ca. 100 m; (b) und (c) Koaxiale Erdwärmesonden bestehen aus zwei ineinander gesteckten Rohren und können mit unterschiedlichen Fließrichtungen betrieben werden. Die Koaxiale Erdwärmesonde nutzt den Platz des Bohrloches besser aus als die Doppel-U-Sonde, so dass eine höhere Effizienz zu erwarten ist. Des Weiteren lässt sich die Sonde besser im Bohrloch zentrieren, so dass auch die Verfüllung des Bohrlochs nach dem Einbau der Sonde verlässlicher erfolgen kann.

Abbildung 4
Messeinrichtung zur Durchführung eines Geothermal Response Tests zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes und des thermischen Bohrlochwiderstandes.

verbesserten Hinterfüllmaterial. Die Firma GTC Kappelmeyer GmbH unterstützte uns bei der Beschaffung und Installation der Glasfaserkabelmesstechnik und war bei der Durchführung der ersten Messungen behilflich. Dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie danken wir für die geophysikalischen Bohrlochmessungen. Mit weiteren Temperatur-/Tiefenmessungen unterstützte uns das Büro für Umwelt- und Geotechnik Hamm & Theusner GbR.

Literatur

Kaltschmitt, M., Huenges, E. & Wolff, H. (1999): Energie aus Erdwärme: Geologie, Technik und Energiewirtschaft. 265 S., Stuttgart (Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie).

Katzenbach, R. & Sass, I. (2008): Planung und Bemessung oberflächennaher Geothermischer Anlagen. Geothermal Summer School, 07.-11.07.2008, TU Darmstadt.

VDI 4640 Blatt 1-4 (2000-2004): Thermische Nutzung des Untergrundes, VDI-Gesellschaft Energietechnik.

Modell Home 2020 für die IBA in Hamburg

Rund die Hälfte aller Wohneinheiten in Deutschland wurde im Zeitraum von 1949 bis 1978 errichtet.Ein Großteil der klimaschädlichen Emissionen fällt bei der Konditionierung dieses riesigen Bestands an. Dessen Ertüchtigung ist ein wichtiger Beitrag zur Reduktion des CO_2-Ausstoßes. Das Model Home 2020 wird nach der Sanierung und Erweiterung CO_2-neutral sein. Um das Potential einer energetischen Sanierung auch räumlich voll auszuschöpfen, werden im Rahmen des Umbaus Nutzbarkeit, Flexibilität und Tageslichtausbeute optimiert.

Modell Home 2020 for the IBA Hamburg

About one half of Germany's dwelling units were built in the years between 1949 and 1978.The main part of climate destructive emissions results of conditioning this huge existence. Redeveloping this existence is an important step towards the reduction of carbonemission.The Model Home 2020 will be carbon-neutral after its redevelopment. To tap the full potential of an energetic redevelopment in terms of space, usability, flexibility as well as daylight performance are optimized during the process of reconstruction.

Tim Bialucha • Die „Model Home 2020" Projekte sind die Initiative der dänischen Firma Velux, die anhand von sechs sog. „eins zu eins" Experimenten in fünf europäischen Ländern aktiv bei der Entwicklung nachhaltiger Gebäude mitwirkt.
Der deutsche Beitrag beschäftigt sich mit der Sanierung und Erweiterung einer Doppelhaushälfte aus den fünfziger Jahren auf dem Gelände der Internationalen Bauausstellung Hamburg in Wilhelmsburg (www.iba-hamburg.de) und soll nach der Fertigstellung für die Öffentlichkeit zugänglich sein. Der Entwurf wird in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen bearbeitet. Zu Anfang stand ein studentischer Wettbewerb, der als betreuter Semesterentwurf im Sommersemester 2009 angeboten wurde und aus dem die Arbeit von Katharina Fey prämiert wurde. Seit Oktober 2009 wird der Entwurf unter Einbindung der Preisträgerin im Hochschulkontext weiter bearbeitet, die interdisziplinären Leistungen der Gebäudetechnologie und Tragwerksentwicklung werden integriert. Das emissionsfreie Bauen im Bestand ist dabei Hauptgegenstand der Untersuchungen.

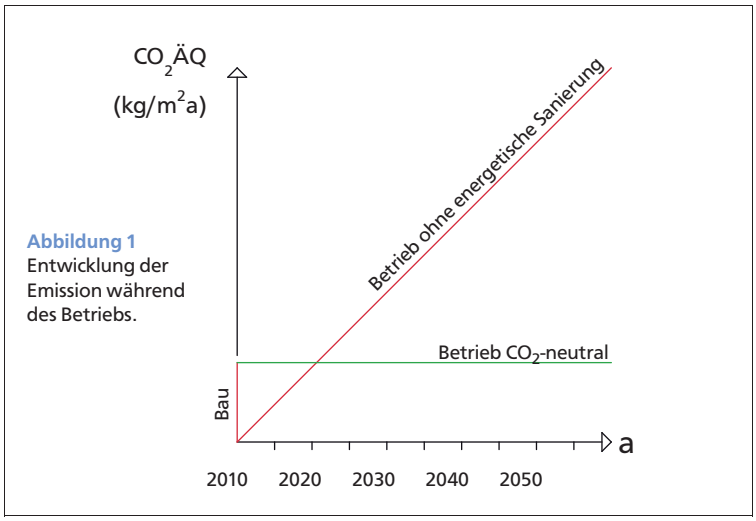


Abbildung 1
Entwicklung der Emission während des Betriebs.

„Aus eigenem Anbau"

Die Entwurfsverfasserin interpretiert den Siedlerhaustypus der Doppelhaushälfte neu: Aus dem kleinen Haus auf großen Grundstück mit dem Stall als Anbau, damit sich die Bewohner selbst versorgen konnten, wird ein Haus für Privatsphäre mit dem zentralen Wohn- und Essraum als Anbau. Nicht mehr eigene Nahrung wird erzeugt, sondern Energie anhand von Solarthermie-Kollektoren und einer Photovoltaikanlage.
Der neue Anbau zoniert den Garten in Aufenthalts- und Nutzgarten und schafft durch klare Öffnungen fließende Übergänge zwischen Innen- und Außenraum.
Eine große Herausforderung stellt der Umgang mit der aus der Not der Nachkriegszeit entstandenen engen, gedrungenen Struktur des Bestands dar.
Die Schlafräume werden in ihrer Größe minimiert und behalten die niedrigen Deckenhöhen. Großzügige Fensteröffnungen stellen einen Tageslichtquotienten von mindestens 5 % sicher.
Dem zentralen Erschließungs- und Bibliotheksraum, der die ehemals kleinteilige und geschlossene Struktur sowohl vertikal als auch horizontal auflöst, kommt die Funktion einer sogenannten Tageslichtlampe zu. Es entsteht ein Ort der Muße und des familiären Austauschs.

Emissionsfreies Bauen

Das Model Home 2020 wird nach den Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

Abbildung 2
Straßenansicht vor der Sanierung und Erweiterung.

(www.dgnb.de) in CO_2-neutraler Bauweise errichtet. Dabei wird im Rahmen der Ökobilanzierung der gesamte Lebenszyklus des Gebäudes unter den Aspekten der potentiellen Umweltwirkung betrachtet: Erstellung, Betrieb, Instandhaltung, Abriss und Entsorgung.
Im Fokus der Betrachtungen stehen eine leichte, dauerhafte und schließlich reversible Konstruktions- und Materialwahl aus nachwachsenden Rohstoffen.
Die Energiebedarfe für Heizwärme, Warmwasser, Haustechnik, Beleuchtung und Haushaltstrom werden mit erneuerbaren Energien gedeckt. Das Gebäudetechnikkonzept sieht eine Luft-Wasser-Wärmepumpe als Splitgerät vor. Solarthermie-Kollektoren auf Bestand und Neubau speisen

Abbildung 3
Visualisierung der Straßenansicht nach der Sanierung und Erweiterung.

Abbildung 4
Visualisierung des Wohnraums im neuen Anbau.

Abbildung 5
Foto des Wettbewerbsmodells.

zusätzlich den Warmwassertank. Eine Photovoltaikanlage auf dem Dach des Neubaus erzeugt den notwendigen Strom, Überschüsse werden in das lokale Netz eingespeist, der Verbrauch ist über den Netzverbund abgesichert.

Ressourcenschonendes Bauen

Betrachtet man den sanierungsbedürftigen Gebäudebestand als eine Ressource stehen wir bei der Nutzung des riesigen Baustofflagers, das wir um uns herum errichtet haben, erst am Anfang. Die Einbeziehung der bestehenden Baustoffe spielt dabei ebenso eine Rolle wie der bewusste Einsatz nachwachsender und rezyklierbarer Materialien beim Weiterbauen. Ein Rohstoffpass für Gebäude könnte Aufschluss darüber geben, wie viel Material der Bau eines Hauses verbraucht hat, ob schadstoffhaltige Materialien eingebaut wurden und ob und wie die Baustoffe rezykliert werden können. Damit ließe sich ein Bewusstsein für die Wertigkeit von Ressourcen schaffen, bei Mietern und Käufern ebenso wie bei Architekten und Planern.

Wohnwert

Die Anforderungen an Wohnqualität haben sich seit dem Wiederaufbau weiter entwickelt und sind anhand von Bewertungskriterien darstellbar. Das Wohnwertbarometer (WWB) ist ein Bewertungssystem für nachhaltige Wohnqualität, das am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen in Kooperation mit dem Fachbereich Informatik der TU Darmstadt und dem Wohnungsbauunternehmen Pirelli RE entwickelt wurde (www.wohnwert-barometer.de).
Es geht insbesondere um eine Darstellung der Kriterien, die über Fläche, Ausstattung und Kosten hinaus gehen: Nutzbarkeit, Behaglichkeit und Wohlbefinden, Raumqualitäten und individuelle Gestaltungsmöglichkeiten der Wohnräume.

Forschung

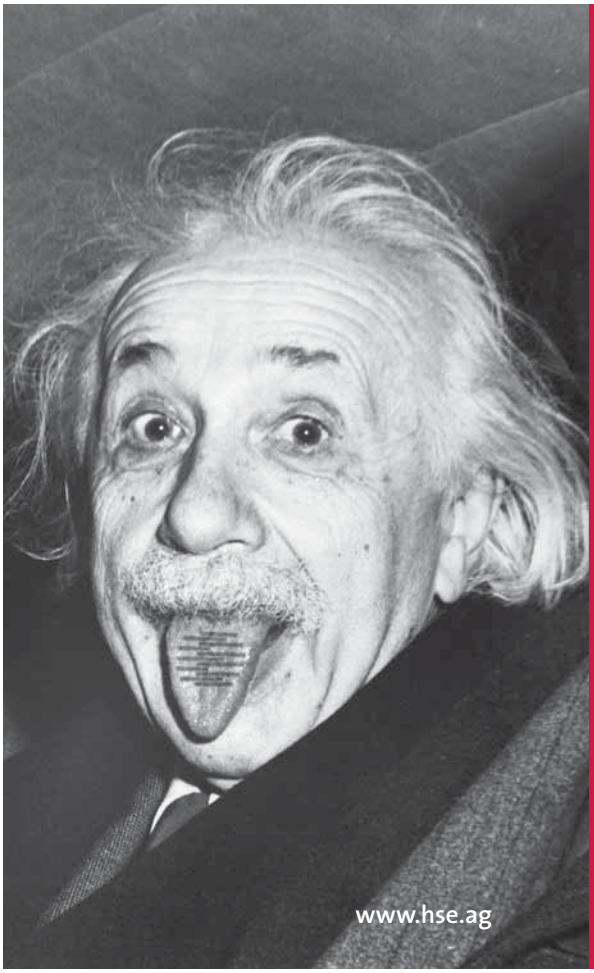
Der Bereich Forschung in diesem Projekt erstreckt sich von der Integration energiegewinnender Sys-

• Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen
Tim Bialucha
Tel.: 06151/16-3048
E-Mail: bialucha@ee.tu-darmstadt.de
www.ee.architektur.tu-darmstadt.de

teme in die Gebäudehülle bis hin zur Studie über die Lichtverteilung und den damit verbundenen solaren Gewinnen sowie der Energieeinsparung durch eine optimale Tageslichtversorgung.
Für die Materialwahl des Neubaus wurden durch Ökobilanzverfahren Optimierungen der eingesetzten Materialien erzeugt.
Unter dem Deckmantel der CO_2-Neutralität wurden die Anlagentechnik sowie die photovoltaischen und solarthermischen Anlagen so konzipiert, das ein Maximum an Naturenergien erwirtschaftet und direkt einsetzten werden können. Im Bereich der Integration werden neuartige Photovoltaikmodule mit eine gräulichen Färbung eingesetzt. Hierdurch soll die Integration von energiegewinnenden Systemen weiter an Akzeptanz gewinnen und die dezentrale Energieerzeugung weiter forciert werden.
Insgesamt stellt das aktuelle Projekt einen weiteren positiven Beitrag zur Co_2-Neutralität und zur Energiebedarfsminimierung dar.

Tim Bialucha ist seit 2009 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Prof. Hegger, Fachbereich Architektur der TU Darmstadt.

ANZEIGE



Wir sind bereit für kluge Köpfe.

Unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter stellen sich täglich den Herausforderungen des dynamischen Energiemarkts. Dafür brauchen wir auch in Zukunft kluge Köpfe, die mit Engagement und Ideen die Energie- und Trinkwasserversorgung von morgen sicherstellen.

Wenn Sie Interesse an einer Mitarbeit bei uns haben, sei es als Absolvent/in, Praktikant/in oder Diplomand/in, wenden Sie sich bitte an:

HEAG Südhessische Energie AG (HSE), Personal,
Frankfurter Straße 110, 64293 Darmstadt
Tel.: 06151 701-1400, E-Mail: personal@hse.ag

Weitere Informationen über uns sowie unsere aktuellen Stellenangebote finden Sie unter www.hse.ag

HSE
HEAG Südhessische Energie AG

Die Forschungsinitiative „Zukunft Bau“

Zukunft, die schon heute beginnt

Die Bau- und Immobilienwirtschaft muss wichtige Antworten auf drängende Probleme unserer Zeit geben. Ein besonderer Schwerpunkt liegt ohne Zweifel bei der Reaktion auf den Klimawandel und den damit verbundenen Fragen der Verbesserung der Energieeffizienz. Die Ziele, die sich der EU-Rat vorgegeben hat, sind eine hohe Messlatte:

– Senkung der CO_2-Emission gegenüber 1990 um 20 %,
– Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am gesamten Primärenergieverbrauch bis 2020 auf 20 % und
– Senkung des Energieverbrauchs um 20 % gemessen an den Prognosen für 2020.

Diese Ziele hat die Bundesregierung in ihren „Meseberg-Beschlüssen“ vom August 2007 in einen konkreten Handlungsplan umgesetzt. Auch wenn die Klimakonferenz in Kopenhagen in mancherlei Hinsicht ein Rückschlag war – die Ziele bleiben für die Bundesregierung bestehen und die Klimaschutz-Anstrengungen gehen weiter.

Das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung ist dabei ein „Schlüsselressort“ und will massiv CO_2 einsparen,

- indem Gebäude im Neubau energetisch besser und im Gebäudebestand energetisch umfangreich modernisiert werden,
- indem alternative Formen der Energiegewinnung und -einsparung entwickelt werden, und
- indem die Effizienz der Anlagentechnik verbessert wird.

Mit der Initiative „Zukunft Bau“ geben wir Impulse für Innovationen.

Deutschland besitzt in den Umwelt- und Klimaschutztechnologien einen Vorsprung, der gehalten und ausgebaut werden soll. Die Bundesregierung wird die Bau- und Immobilienwirtschaft durch ein Bündel von Maßnahmen und Förderprogrammen weiterhin unterstützen.

Der Schlüssel für eine weitere erfolgreiche Entwicklung des Bau- und Immobiliensektors liegt in drei Faktoren:

- Erstens in der Steigerung der Qualität des Bauens,
- zweitens in einem leistungsfähigen Mittelstand und
- drittens in einer hohen Innovationsfähigkeit der Branche.

Wie innovativ die Baubranche schon heute ist, zeigt sich zum Beispiel daran, dass von den knapp 8.200 deutschen Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt in den Jahren 2000 bis 2007 rund 42 % auf baurelevante Technikbereiche entfielen.

In den fünf größten europäischen Binnenmärkten (Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Italien, Spanien) kamen im selben Zeitraum wiederum fast 84 % der Baupatentanmeldungen aus Deutschland.

Das Bundesbauministerium unterstützt die Innovationsfähigkeit der Baubranche mit seiner Forschungsinitiative „Zukunft Bau“. Mit der Initiative wollen wir neue Impulse für Innovationen geben und die Kompetenz, die Leistungs- und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Bauwirtschaft nachhaltig stärken. Seit 2006 konnten über die Forschungsinitiative 165 Vorhaben mit ca. 21 Mio Euro gefördert werden. Im fachübergreifenden Verbund von wissenschaftlichen Einrichtungen werden komplexe Themen- und Forschungsfelder gemeinsam bearbeitet. Die daraus resultierenden Ideen und Konzepte finden mittlerweile weltweites Interesse und Anerkennung. Die Technische Universität Darmstadt hat z. B. mit „Plus-Energie-Häusern“ den renommierten Wettbewerb „Solar Decathlon“ in Washington D.C. 2007 und 2009 gewonnen. Deutschland ist damit inoffizieller Solarbau-Weltmeister. Dies sollte Ansporn für weitere Initiativen sein.

Ministerialrat Dipl.-Ing. Hans-Dieter Hegner
Bundesministerium für Verkehr,
Bau und Stadtentwicklung, Berlin

The "Future of Building" research initiative

A future that has already begun

The construction and real estate industries must provide important solutions to pressing problems of our time. Taking action against climate change, and the related questions of improving energy efficiency will undoubtedly be among the main focal points. With the targets the EU Council has specified, it has set very high standards:

Hans-Dieter Hegner

- *reducing CO_2 emissions by 20 % compared with 1990 levels,*
- *increasing the share of renewables in total primary energy consumption to 20 % by 2020 and*
- *reducing energy consumption by 20 % based on the forecasts for 2020.*

The Federal Government turned these targets into a concrete action plan in its August 2007 "Meseberg Decisions".

Even if the Copenhagen Climate Change Conference was a setback in some respects – the Federal Government will stick to the targets and pursue its efforts in the fight against climate change. The Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development plays a key role and wants to achieve massive CO_2 reduction

- *by constructing new buildings with better energy efficiency and by improving the energy efficiency of the building stock,*
- *by developing alternative methods of energy generation and conservation and*
- *by making building services more efficient.*

In environmental and climate change technologies Germany has a lead that is to be kept and extended. The Federal Government will continue to support the construction and real estate industries with a package of measures and assistance programmes.

There are three key factors to a continuing successful development in the construction and real estate sectors:

- *First, improvement of the quality of construction,*
- *second, efficient small and medium-sized companies and*
- *last, the high innovative capacity of these industries.*

The fact that around 42 % of the 8,200 German patents applied for at the European Patents Office between 2000 and 2007 were related to construction technologies shows how innovative the construction industry already is today. And almost 84 % of all construction-related patents applied for in the five largest European markets (Germany, France, UK, Italy, Spain) in the same period of time came from Germany. The Federal Ministry of Building supports the construction industry's innovative capacity with its "Future of Building" research initiative. With this initiative we want to give new impetus to innovations and improve the productivity, skills and international competitiveness of Germany's construction industry in the long term. Since 2006, this initiative has provided funding of around 21 million euros to more than 165 research projects. Complex thematic areas and research fields are both dealt with in the interdisciplinary network of academic institutions. The resulting ideas and concepts are now attracting interest and meeting with recognition all over the world. With its "plus-energy houses" for instance, Technische Universität Darmstadt won the renowned "Solar Decathlon" competition in Washington D.C. in 2007 and 2009. With this, Germany is the unofficial world champion in the construction of solar buildings. This should act as a stimulus to more initiatives.

Hans-Dieter Hegner
Head of Division, Federal Ministry of Transport, Building and Urban Development, Berlin

Inserentenverzeichnis

AREVA NP GmbH Seite U4
www.areva-np.com

Bosch Seite 45
www.bosch-thermotechnik.de

Brüel & Kajaer GmbH Seite 35
www.bkvibro.de

DFS Deutsche Flugsicherung Seite 19
www.dfs-ais.de

EnBW Energie Baden-Württemberg AG Seite 39
www.enbw.com

European Space Agency (ESA) Seite 22
www.esa.int

Fraunhofer -Institut SIT Seite 65
www.sit.fraunhofer.de

HEAG Südhessische Energie (HSE) Seite 77
www.hse.ag

KNF Neuberger GmbH Seite 69
www.knf.de

MAINOVA AG Seite 47
www.mainova.de

MERCK KGaA Seite 29
www.merck.de

Rhode & Schwarz Seite U2
www.rohde-schwarz.de

SCHENCK RoTec GmbH Seite 51
www.schenck-rotec.de

SEW-Eurodrive Seite 15
www.slv-mannheim.de

Software AG Seite 23
www.softwareag.com

stellenwerk Seite 53
www.stellenwerk-darmstadt.de

vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg Seite 4
www.vmm-wirtschaftsverlag.de

vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg Seite U3
www.urlaub-fuer-unternehmer.de

Bildnachweise

Titel: Thomas Ott, S. 7: Rat für Nachhaltige Entwicklung, S. 8 bis 11: Werner Durth (3), Jürgen Schreiter (3), S. 12 bis 14: Thomas Ott, S. 16: fotolia.de, S. 21: Thomas Ott, S. 26 bis 31: TU Darmstadt, S. 32 und 34: Ariel Auslender, S. 36 bis 41: PSP Architekten, Ingenieure (Berlin), van SANTEN & Associés (Lille) und Prof. Klaus Daniels HL-Technik Engineering, S. 42 bis 47: Sascha Klump (3), Thomas Ott, TU Darmstadt/Institut für Angewandte Geowissenschaften, TU Darmstadt/Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, Hans Drexler, S. 49: Thomas Ott, S. 50 bis 53: Sascha Klump (3), Würth Solar (2), S. 54: Christoph Schiller, S. 56 und 57: Stefan Brückner, S. 58 bis 61: Leon Schmidt (3), Simon Schetter (2), FG ee/TU Darmstadt (2), S. 62 NASA, US-Houston, S. 63 Energie Atlas; Hegger et. al.; 2007, S. 65 Institut für Geographie und Geologie der Universität Greifswald, S. 66 bis 69: Alexander Martin, Debora Mahlke, Andrea Zelmer, S. 70 bis 73: Ingo Sass (4), S. 75 und 76: Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (3), Velux Deutschland GmbH, S. 78: BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung), alle anderen: Archiv TU Darmstadt

Impressum forschen 1/2010

Herausgeber: Der Präsident der TU Darmstadt,
Prof. Dr. Hans Jürgen Prömel
Fachliche Beratung: Dr. Christiane Ackermann, Leiterin Dezernat Forschung
Redaktion: Jörg Feuck, Leiter Corporate Communications
Koordination der Autoren: Caroline Fafflok, Fachbereich Architektur

Verlag: vmm wirtschaftsverlag gmbh & co. kg
Maximilianstraße 9, 86150 Augsburg
Gestaltung und Produktion: conclouso, Mainz
Druck: AZ-Druck, Kempten
Auflage: 6000

EXKLUSIV. INFORMATIV.
NUR EINEN KLICK ENTFERNT.

www.urlaub-fuer-unternehmer.de

Ihr Urlaubsportal für anspruchsvollen Urlaub.

Urlaub
für Unternehmer.de

Die Zukunft gestalten. Das Klima schützen. Die Erde bewahren.

So weit in Kürze Ihre Stellenbeschreibung.

AREVA. Perspektive. Zukunft.

trendence Arbeitnehmerkarometer 2009/10 DEUTSCHLANDS 100 Top-Arbeitgeber

top ARBEITGEBER 2010 DEUTSCHLAND AWARDED BY THE CRF INSTITUTE

Mit Niederlassungen und Fertigungsstätten in über 100 Ländern ist AREVA Weltmarktführer für zuverlässige Technologien und Lösungen zur CO_2-freien Stromerzeugung.

Wir sind davon überzeugt, dass unsere Energie die ökonomische Entwicklung, den sozialen Fortschritt fördert und gleichzeitig die Umwelt schützt. Um den stetig wachsenden Energiebedarf einer sich rasant entwickelnden Welt zu decken, benötigen wir vielfältig qualifizierte Persönlichkeiten. Wir schaffen Perspektiven und stellen jedes Jahr weltweit Tausende neuer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ein.

Bei uns erwarten Sie individuelle Entwicklungschancen, gezielte Qualifizierungsprogramme und anspruchsvolle Aufgaben. Sie gestalten die Zukunft für Generationen – inklusive Ihrer eigenen.
Bewerben Sie sich online unter: www.areva-np.com/karriere.

AREVA