



BINE
Informationsdienst

projektinfo 04/10



Internationaler Wettbewerb Solares Wohnen

Abb. 1



- ▶ Preisgekröntes Gebäude beim Solar Decathlon wird jetzt vermessen
- ▶ Plusenergiegebäude auch unter deutschen Klimabedingungen
- ▶ Solar Decathlon Europe 2010 startet im Juni mit vier deutschen Teilnehmern

Nordostansicht des energieautarken Gebäudes vom Team der Technischen Universität Darmstadt

Der internationale Hochschulwettbewerb Solar Decathlon bietet Studierenden die einmalige Chance, Architektorentwürfe umzusetzen, die während der Studienzeit in der Regel Theorie bleiben. Teams verschiedener Universitäten können ihren Entwurf eines Plusenergiehauses, das in der Jahresbilanz mehr Strom solar produziert als für den Betrieb notwendig ist, realisieren und im Wettstreit mit anderen ehrgeizigen Projekten an den Ansprüchen der Wirklichkeit messen. Integrale Planung und Umsetzung eines innovativen Bauvorhabens können so bereits im Studium geprobt werden. Der Solar Decathlon führt Studierende, die Ingenieure und Architekten der nächsten Generation, an das Thema energieeffizientes Bauen heran. Ein weiteres wichtiges Ziel besteht darin, eine breite Öffentlichkeit für den verantwortungsvollen Umgang mit Energie zu sensibilisieren und zu demonstrieren, dass komfortables Wohnen und Energieeffizienz im Einklang stehen können.

Bereits seit 2002 findet der Wettbewerb in Washington D.C. (USA) statt. Jedes teilnehmende Team baut sein Gebäude innerhalb weniger Tage für den Wettbewerb auf der National Mall auf. Dort findet die Bewertung im Rahmen des Solar Decathlon (Solarer Zehnkampf) statt. 2007 ging zum ersten Mal der 1. Preis für das attraktivste, funktionalste und energieeffizienteste Solarhaus an das Team der TU Darmstadt und

machte den Solar Decathlon in Deutschland bekannt. Nach der Rückkehr des Gebäudes aus den USA war das Interesse riesig. So entschied man sich, das Haus zunächst an verschiedenen Orten auszustellen (DEUBAU in Essen, Stuttgart), bevor es auf dem Campus der TU Darmstadt dauerhaft aufgebaut wurde.

Der knappe Wettbewerbszeitraum von wenigen Tagen im Spätsommer lässt keine Rückschlüsse auf eine ganzjährige Funktionsfähigkeit des Hauses zu. Um diese nachzuweisen, sind Untersuchungen über einen längeren Zeitraum notwendig. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Programms Energieoptimiertes Bauen (EnOB) wird das Energiekonzept unter deutschen Klimabedingungen getestet und das Gebäude umfangreich vermessen. Während des Monitorings findet eine Nutzung als Büro statt. Typische, für ein Wohnhaus relevante Energieverbräuche durch Kochen, Waschen und Trocknen werden dennoch durchgeführt.

Nach dem Vorbild des amerikanischen Wettbewerbs wird im Juni 2010 erstmalig der Solar Decathlon Europe in Madrid stattfinden. Das BMWi ist Schirmherr der vier deutschen Beiträge aus Berlin, Rosenheim, Stuttgart und Wuppertal. Der europäische Wettbewerb soll auch künftig alternierend zum US-amerikanischen Solar Decathlon stattfinden.

► Prototyp „Wohnen 2015“

Abb. 2: Gebäude Steckbrief

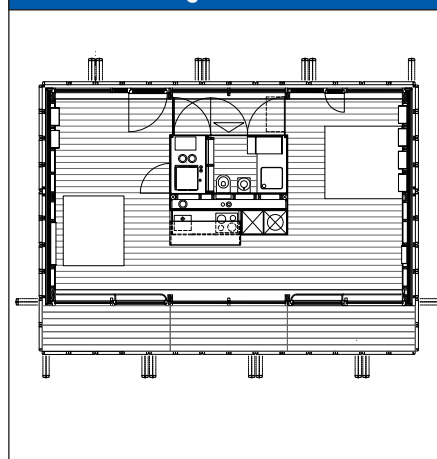
Bauherr/Betreiber	TU Darmstadt
Inbetriebnahme	2008
Baukonstruktion	Modular aufgebaute Holzrahmenbau mit Stahlbauteilen
Bruttogrundfläche (BGF)	72 m ²
Nettogrundfläche, beheizt (NGF)	50 m ²
Bruttorauminhalt (BRI)	182 m ³
Nutzfläche AN	58 m ²
A/V-Verhältnis	1,15 m ¹
U-Wert opake Bauteile	< 0,1 W/m ² K
U-Wert Fenster	0,5 und 0,3 W/m ² K
Heizwärmebedarf	12 kWh/m ² a (Washington)
Baukosten, KG 300 + 400	550.000,- Euro*

* finanziert durch Industriesponsoring, Sachspenden, Fördermittel von BMWi und BMVBS

Abb. 3: Blick auf die Veranda



Abb. 4: Gebäudegrundriss



Im Rahmen des Solar Decathlon entwickelten die Studierenden aus Darmstadt das Gebäudekonzept für den Prototyp „Wohnen 2015“. Der Grundriss ist in verschiedene Zonen unterteilt, die sich um einen Kern aus Bad und Küche gruppieren. Ein doppelter Boden nimmt die technischen Komponenten auf und dient als Stauraum für Möbel. Die Raumnutzung kann flexibel gestaltet werden. Eine schlichte und anpassungsfähige Fassade aus Holzlamellen bestimmt das äußere Erscheinungsbild. Im Süden sind die Holzlamellen von der Fassade gelöst und begrenzen eine unbeheizte Veranda. Das Haus ist in drei Modulen in Holzbauweise errichtet, um den Transportanforderungen gerecht zu werden und einen schnellen Auf- und Abbau zu ermöglichen.

Die Studierenden entwickelten in Kooperation mit Herstellern und weiteren Fachdisziplinen innovative Bauteile. Eine Vierfachverglasung und passivhaustaugliche Schiebefenster, vakuumgedämmte opake Bauteile und die Bauteilintegration von Photovoltaik in die das Haus umgebende Holzlamellenfassade stellen neue Lösungen dar.

Generell nutzt das Energiekonzept passive Maßnahmen, z. B. kompakter Baukörper, sehr gute Wärmedämmung, große Fensterflächen mit außenliegender Verschattung, PCM (Latentwärmespeicher) als thermische Speichermasse im Leichtbau. Ergänzt wird das Konzept durch effiziente aktive Systeme, die erneuerbare Energieträger erschließen. Hierzu gehört eine Photovoltaikanlage auf Dach und Fassaden, solarthermische Kollektoren zur Warmwasserbereitung, eine reversible Wärmepumpe zum Kühlen und Heizen sowie eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung (WRG), angeschlossen an einen Erdkanal.

Monitoring

Seit 2009 wird das Haus messtechnisch untersucht. Alle Energieverbräuche, die Stromproduktion der PV-Anlage sowie die lokalen Klimadaten werden erfasst. Ziel ist

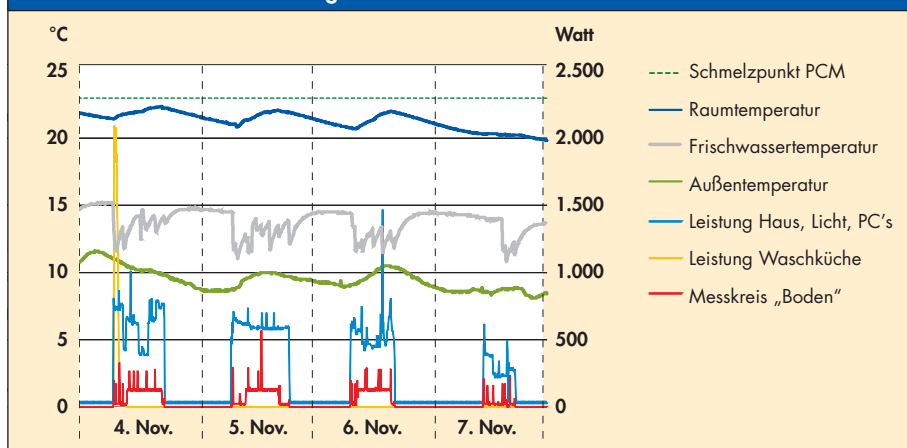
ein Langzeitprofil. **Abb. 5** zeigt beispielhaft einige erfasste Messwerte wie Temperaturverläufe im Außen- und Innenraum sowie den Strombedarf verschiedener elektrischer Geräte. Tagsüber steigt der Strombedarf auf 400 bis 900 Watt, wenn Kunstlicht, bis zu vier PCs und ein Kopierer angeschaltet werden. Am Messkreis „Boden“ ist eine Espressomaschine angeschlossen. Der stetige Strombedarf für die Heizplatte der Tassen und der sprunghafte, aber mengenmäßig konstante Bedarf für eine Kaffeezapfung ist ablesbar. Jede Wasserzapfung tauscht das in der Leitung stehende, auf 15 °C erwärmte Kaltwasser,

mit 11 °C kaltem Frischwasser aus. Die Erwärmung des Frischwassers dauert ca. 6 Stunden. Dies deutet auf einen zu geringen Dämmstandard der Kaltwasserleitung hin. Die netzgekoppelte Photovoltaikanlage lieferte 2009 insgesamt 11.870 kWh Strom; davon die dachintegrierte Anlage 7.940 kWh und die Module über der Veranda und in der Lamellenfassade 3.930 kWh. Demgegenüber stand ein Verbrauch von 7.200 kWh für Heizen, Kühlen, Lüften, Büro, Haushaltsgeräte und 21 Tage Umbau. Das Gebäude verfügt somit über eine positive Jahresenergiebilanz.

► Energiekonzept: Systemkomponenten

System	Komponenten	Details
Heizung, Kühlung, Lüftung	Kompaktlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung (WRG)	Reversibel betreibbare Kompressionswärmepumpe
Solare Warmwasserbereitung	Flachkollektoren	2 m ² auf dem Flachdach
Solarstrom	monokristalline Siliziummodule	8,4 kW _p auf dem Flachdach
	transluzente amorphe Siliziummodule	1 kW _p über der Veranda, übernehmen auch Sonnenschutz
	Dünnschicht PV-Module	2 kW _p in Holzlamellenfassade integriert, automatisch der Sonne nachgeführt
Belichtung	Kombination aus LED, Halogen- und Kompaktleuchtstofflampen	BUS-System ermöglicht verschiedene Lichtszenarien sowie Steuerung von Tages- und Kunstlicht

Abb. 5: Messwerte einzelner Tage im November 2009



► Solar Decathlon Europe 2010

Beim Solar Decathlon Europe in Madrid treten vier deutsche Studententeams an und präsentieren ihren Prototypen für das Wohnen der Zukunft, gefördert durch das BMWi und unterstützt durch viele Sponsoren. Alle Konzepte beruhen auf einem optimalen Wärmeschutz durch eine sehr gut gedämmte Gebäudehülle und konsequentem

Sonnenschutz. Neben passiven Elementen zur Innenraumtemperierung wie z. B. PCM, ist in Madrid der Einsatz aktiver Systeme unerlässlich, um im Sommer ein angenehmes Raumklima zu gewährleisten (max. Innenraumtemperatur 25 °C). Alle Konzepte verfügen über eine Lüftungsanlage mit WRG und reversibler Wärmepumpe.

Solar Decathlon Europe

Erstmals findet im Juni 2010 der internationale Wettbewerb Solar Decathlon Europe statt, initiiert und ausgelobt vom spanischen Bauministerium und der Universität für Technik in Madrid. Eine Übereinkunft zwischen dem US-Ministerium für Energie und dem spanischen Bauministerium macht diesen Wettbewerb in Madrid möglich.

19 Teams verschiedener Universitäten aus aller Welt werden ihr innovatives und energieeffizientes Wohngebäude präsentieren. In den Grundzügen entsprechen sich der europäische und der amerikanische Solar Decathlon. Neu sind die Bewertungskriterien für Innovation und Nachhaltigkeit des Konzeptes.

Den Sieger kürt eine interdisziplinär besetzte Fachjury. Ca. die Hälfte der Punktzahl ist in den Bereichen Architektur, resultierende Energiebilanz, Komfortbedingungen und Nachhaltigkeit zu holen. Die andere Hälfte kann man gleichrangig in den Kategorien Planung und Konstruktion, Solarsystem, Ausstattung/Geräte, kommunikativer und sozialer Anspruch, Marktfähigkeit und Innovation erreichen.

Solar Decathlon USA

Der Solar Decathlon findet alle 2 Jahre an der National Mall von Washington D.C. statt. Ausgeschrieben vom US-Ministerium für Energie wird im Rahmen dieses internationalen Wettbewerbs das attraktivste und energieeffizienteste Solarhaus gekürt. Teilnehmen können studentische Teams aus der ganzen Welt. Ziel ist ein energieeffizientes Gebäude mit max. 75 m² Wohnfläche, das mehr Strom solar produziert als es verbraucht (Plusenergiehaus). Der Strombedarf muss alle nach heutigem amerikanischen Standard zum Leben notwendige Energie generieren.

Eine Jury vergibt maximal 1.000 Punkte auf Grundlage subjektiver Wertungen und objektiver Messwerte in zehn Einzeldisziplinen: zukunftsfähige Wohnformen; Konstruktion und Technik; Vermarktungsstrategie; PR; Behaglichkeit; Energieeffizienz und Haushaltsgeräte; Brauchwarmwassererzeugung; Qualität Tages- und Kunstlicht; Unterhaltungselektronik; Energiebilanz.

Der Wettbewerb verlangte bis 2007 ein energieautarkes Gebäude, das nicht an das öffentliche Stromnetz angeschlossen ist. Der solar produzierte Strom wird in Batterien gespeichert, um den Energiebedarf, z. B. nachts, zu decken.

Seit 2009 wird ein Netto-Nullenergiehaus gefordert, das über eine ausgeglichene Jahresenergiebilanz verfügt. Der Betrieb der Photovoltaikanlage erfolgt netzgekoppelt. Die Energiebilanz (Net Metering) wird insgesamt mit 150 Punkten am höchsten bewertet – 100 Punkte für ein Netto-Nullenergiehaus und weitere 50 Punkte erhält ein Plusenergiehaus, das über eine positive Bilanz verfügt, d. h. es wird mehr Energie produziert als verbraucht.

Abb. 6: Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin



Moderne Technik wird kombiniert mit traditioneller Bauweise in Holz und Lehm. Heizung, Kühlung, Lüftung erfolgen über eine Lüftungsanlage mit Entfeuchtung. PCM in den Lehmwänden und ein natürliches Nachtlüftungssystem sorgen für ein gutes Raumklima. Aktiv wird die Kühlung durch wasserdurchströmte Rohre in den Lehmbauplatten unterstützt. Zwei Lichtachsen, die sich an den vier Himmelsrichtungen orientieren, öffnen das Gebäude und geben dem Innenraum eine natürliche Beleuchtung. Sie definieren den Grundriss, die Innenaufteilung und vor allem die Form und die Struktur der Gebäudehülle. Satteldach und Fassade sind mit gebäudeintegrierten PV-Modulen (Leistung: 5,7 kW_p) und Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung ausgestattet. www.living-equia.com

Abb. 7: Solarhaus der Hochschule Rosenheim



Ziel ist, ein nachhaltiges Gebäude zu errichten. Das Gebäudekonzept beruht auf einer flexiblen Grundrissgestaltung, bestehend aus vier Modulen, die eine hohe Vorfertigung ermöglichen. Ein außenliegender, aus dem Boden nach oben fahrbarer Sicht- und Sonnenschutz reduziert die solaren Lasten und sorgt gleichzeitig für ausreichend Tageslicht. Heizen, Kühlen und Lüften erfolgen mit einer Lüftungsanlage sowie über eine Heiz- bzw. Kühldecke. Warmwasser wird in einem Wärmetauscher mit Hilfe der Abwärme der Wärmepumpe bereit. Ein luftdurchströmter PCM-Puffer nimmt tagsüber die Wärme auf und gibt diese nachts wieder ab. Die Stromversorgung leisten monokristalline PV-Zellen im Dach (Leistung: 12 kW_p). www.solar-decathlon.fh-rosenheim.de

Abb. 8: Hochschule für Technik Stuttgart



Ausgangspunkt des Entwurfes ist ein kompaktes Gebäude, das aus mehreren Modulen aufgebaut ist, die mit etwas Abstand zueinander angeordnet sind. Die entstehenden Fugen dienen der Belichtung und der Belüftung. Eine Besonderheit ist der „Energieturm“, der nach Vorbild der Windtürme im arabischen Raum das Prinzip der Verdunstungskühlung nutzt. Die Haustechnik sorgt im Zusammenspiel mit PCM in der Decke für ein angenehmes Raumklima. Aktiv wird die Kühlung durch wasserdurchströmte Rohre in der Decke unterstützt. Dach und Fassaden sind mit mono- und polykristallinen PV-Zellen (Leistung: 12 kW_p) bestückt und gewährleisten eine ausreichende Stromversorgung. Farbige PV-Module an der Fassade prägen das äußere Erscheinungsbild. www.sdeurope.de

Abb. 9: Bergische Universität Wuppertal



Das Gebäude erreicht nicht nur in Madrid, sondern auch an weiteren europäischen Standorten eine ausgeglichene Energiebilanz, einschließlich seiner Herstellung. Die Grundstruktur des Gebäudes entwickelt sich aus einem Raum mit zwei Wandschotten, den Solarwänden. Die Gebäudehülle in Passivhausbauweise sorgt für einen niedrigen Heiz- und Kühlenergiebedarf. Heizung, Kühlung, Lüftung und Warmwasserbereitung erfolgen über ein Kompaktgerät. Eine Fußbodenheizung steht im Sommer als Kühlfläche zur Verfügung. Der Strombedarf wird über eine in das Flachdach und in die südliche Solarwand integrierte PV-Anlage mit unterschiedlichen Zelltypen gedeckt (Leistung: 10 kW_p). Effiziente Haushaltsgeräte und eine komplette LED-Beleuchtung runden das Konzept ebenso ab, wie die PCM-Anwendung. www.sdeurope.uni-wuppertal.de

Fazit

Bereits zwei Mal, 2007 und 2009, gelang dem Team der TU Darmstadt der Sieg beim Solar Decathlon in Washington und machte den Wettbewerb in Deutschland bekannt. Seit 2008 kann der Prototyp auf dem Campus „Lichtwiese“ der TU Darmstadt besichtigt werden. Ein Ziel des Wettbewerbs ist somit erreicht: die breite Öffentlichkeit für das Thema zu interessieren und zu demonstrieren, dass extreme Energieeffizienz mit Ästhetik und Wohnkomfort vereinbar sind. Großes Interesse herrscht ebenfalls bei Fertighausanbietern. Allerdings bedarf es noch weiterer Entwicklungsarbeit, um ein entsprechendes Gebäudekonzept bis zur Serienreife voranzutreiben.

Seit November 2009 wird der „Prototyp Wohnen 2015“ untersucht, um genauere Angaben z. B. hinsichtlich Energiebilanz zu treffen. Mitte 2011 sind detaillierte Aussagen zum thermischen und energetischen Verhalten auf Basis der Langzeitmessungen möglich. Ein Ergebnis der Betriebsoptimierung ist beispielweise der Einbau einer Fußbodenheizung im Winter 2009, um die Behaglichkeit im Innenraum zu erhöhen. Die Luftwechselraten konnten reduziert werden und führten zu weiteren Einsparungen. Bereits 2009 gelang eine positive Jahresenergiebilanz. Bei der Betrachtung der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass eine kombinierte Wohn- und Büronutzung stattfindet.

Die am Wettbewerb beteiligten amerikanischen Häuser werden ebenfalls vermessen. Ein Vergleich der Ergebnisse ist geplant und könnte interessante Resultate liefern. Auffällig ist, dass die Taktik der meisten US-Teams 2007 darin bestand, möglichst viel Energie zu produzieren, um den Wohnraum mit herkömmlicher Technik zu kühlen und zu heizen. Das Team aus Darmstadt legte großen Wert darauf, den Energiebedarf soweit wie möglich zu reduzieren, ohne auf Komfort zu verzichten. Auch die langfristigen Vorgaben der novellierten EU-Richtlinie Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, die voraussichtlich im Sommer 2010 in Kraft tritt, weisen dieses Ziel auf. Alle neuen Gebäude, die nach Ende 2020 errichtet werden, müssen den Anforderungen genügen. Für öffentliche Gebäude gelten die Bestimmungen bereits ab 2018. Noch benötigte Energie für den Betrieb soll zu wesentlichen Teilen aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden. Diesen Weg verfolgen ebenfalls die vier Teams aus Berlin, Rosenheim, Stuttgart und Wuppertal, die im Juni 2010 beim Solar Decathlon Europe in Madrid antreten.

Aktuell wird der Energiebedarf im Wohnungsbau weitestgehend auf den Heizenergiebedarf und den dafür notwendigen Primärenergieaufwand reduziert. Durch die Weiterentwicklung besserer Gebäudestandards werden künftig andere Verbraucher, wie z. B. Energie für Warmwasser, Haushaltsgeräte, Beleuchtung, Unterhaltungselektronik, technische Gebäudeausstattung, in der Summe immer gewichtiger.

PROJEKTADRESSEN

Entwurf/Ausführung/Monitoring

- Technische Universität Darmstadt
Prof. Manfred Hegger
Isabell Schäfer
El-Lissitzky-Straße 1
64287 Darmstadt

Deutsche Teilnehmer Solar Decathlon Europe

- Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin
Arlett Ruhtz
www.living-equia.com
- Hochschule für angewandte Wissenschaften Rosenheim
Marcus Wehner
www.solar-decathlon.fh-rosenheim.de
- Hochschule für Technik Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. Jan Cremers
www.sdeurope.de
- Bergische Universität Wuppertal
Prof. Anett-Maud Joppien,
Prof. Dr.-Ing. Karsten Voss
www.sdeurope.uni-wuppertal.de

ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Internet

- www.enob.info
- www.ee.architektur.tu-darmstadt.de
- www.solardecathlon.gov
- www.sdeurope.org

Abbildungsnachweis

- Hintergrund S.1: Leon Schmidt
- Abb. 1: TU Darmstadt, Kubina
- Abb. 3: TU Darmstadt
- Abb. 6: living EQUIA
- Abb. 7: Hochschule Rosenheim
- Abb. 8: HFT Stuttgart
- Abb. 9: Team Wuppertal
- Hintergrund S. 4:
TU Darmstadt, Simon Schetter

Service

- Dieses Projektinfo gibt es auch als online-Dokument unter www.bine.info im Bereich Publikationen/Projektinfos. In der Rubrik „Service“ finden Sie ergänzende Informationen wie weitere Projektadressen und Links.

PROJEKTORGANISATION

- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
11019 Berlin

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
Markus Kratz
52425 Jülich

- Förderkennzeichen
0327431H
0327429B, C, D, E

IMPRESSUM

- ISSN
0937 – 8367

- Version in Englisch
Das Dokument finden Sie unter www.bine.info.

- Herausgeber
FIZ Karlsruhe
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

- Urheberrecht
Eine Verwendung von Text und Abbildungen aus dieser Publikation ist nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion gestattet. Sprechen Sie uns an.

- Autorin
Micaela Münster

BINE Informationsdienst Energieforschung für die Praxis

BINE Informationsdienst berichtet zu Energieeffizienztechnologien und Erneuerbaren Energien.

In kostenfreien Broschüren, unter www.bine.info und per Newsletter zeigt die BINE-Redaktion, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

BINE Informationsdienst wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert.

Kontakt

Haben Sie Fragen zu diesem **projektinfo**?
Wir helfen Ihnen weiter:

Tel. 0228 92379-44



FIZ Karlsruhe, Büro Bonn
Kaiserstraße 185 – 197
53113 Bonn

kontakt@bine.info
www.bine.info