

# Energieeffizienz und Logistik beim Solar Decathlon gefordert

## TU Darmstadt nutzt als „Team Deutschland“ die Möglichkeiten beim effizienten Bauen

Prof. Dipl.-Ing. MSc. Econ. Manfred Hegger, Fachbereich Architektur TU Darmstadt,  
Dipl.-Ing. Caroline Fafflok M.A., Dipl.-Ing. Martin Zeumer



Abb. 1: Rendering des surPLUShome auf der National Mall in Washington D.C.

Die Eingrenzung des Klimawandels ist die größte gesellschaftliche Aufgabe, mit der wir heute umgehen. Der Bausektor ist dabei der Wirtschaftssektor, der weltweit die meisten Ressourcen verbraucht. Energieeffizientem Bauen muss daher ein besonders hoher Stellenwert eingeräumt werden. Viele Politiker und auch viele Baubeteiligte haben dies erkannt. Eine wirklich früh gebrochene Lanze für Energieeffizienz kommt interessanterweise aus Amerika. Der durch das amerikanische Energieministerium ausgeschriebene Wettbewerb „Solar Decathlon“. Zum ersten Mal im Jahr 1999 ausgelobt, verfolgt er das Ziel, möglichst effiziente Gebäude für das Wohnen im Jahre 2015 zu bauen. Im Rahmen des solaren Zehnkampfs treten 20 studentische Teams aus der ganzen Welt an, die prototypischen Häuser werden – in einer Bauausstellung auf der National Mall in Washington D.C. – in zehn Disziplinen miteinander verglichen.

Als einziges Team aus Deutschland trat im Oktober das Team der TU Darmstadt an. Der deutsche Beitrag steht dabei unter der Schirmherrschaft von Prof. Dr. Klaus Töpfer, Bundesminister a.D. und stellvertretender Vorsitzender des Rates für Nachhaltigkeit. Das Gebäude hat zum Ziel, innovatives nachhaltiges Design

zu demonstrieren und dieses zum Gegenstand der Diskussion zu machen. Die Vision ist, Energieeffizienz und Nachhaltigkeit als Mehrwert im täglichen Leben zu verankern. Das Haus besitzt zahlreiche Elemente, die es dem Nutzer ermöglichen, sich von einem klassischen Wohnverständnis zu lösen und neue effiziente Lebensstile

zu generieren. Dabei spielt natürlich auch die Funktionalität der Gebäudetechnik eine entscheidende Rolle.

Das Raumkonzept sieht eine Ein-Raum-Konstruktion vor, um maximale Großzügigkeit und Flexibilität auf vorgegebener kleiner Fläche zu ermöglichen. Um eine differenzierte Ausbildung von Nutzungszonen zu erreichen, ist im Schlafbereich der Boden leicht abgesenkt; darüber befindet sich eine offene Galerie als Rückzugsraum.

### ENERGIEEFFIZIENZ BEGINNT BEI DER GESTALTUNG DES INNENRAUMES

Das Energiekonzept des Hauses beginnt mit der Gestaltung des Innenraumes. Hierbei wurde nur ein einziger Raum gebaut, damit die nutzbare Speicherkapazität im Raum besonders hoch ist und die Möglichkeiten der Regelung über Luft besonders einfach gehalten wird. Da die Gebäude des Solar Decathlon durch ihre kleine Dimension mit nur ca. 75 qm Grundfläche „energetische Hektiker“ sind, beginnt die erste Ebene der Optimierung an den Fenstern. Sie sind bewusst für den Energieeintrag gesetzt. Zunächst ergibt sich an dieser Stelle natürlich die Frage, wieviel Fensterfläche bei dem gegebenen Wärme- und Kältebedarf überhaupt sinnvoll sind. Weiterhin sind die Fenster auf der Ost- und Westseite wegen der tiefstehenden Sonneneinstrahlung im Sommerfall für die Überhitzung in der Regel schwerwiegender als Fenster mit Nord-Süd Ausrichtung. Damit konnte eine grundsätzliche Flächenermittlung für die Fas-

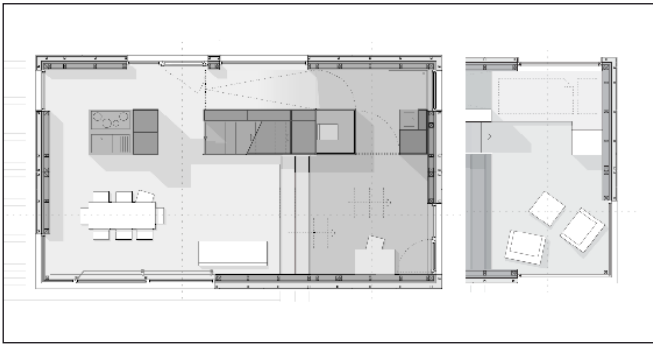


Abb.2: Grundriss des surPLUShome

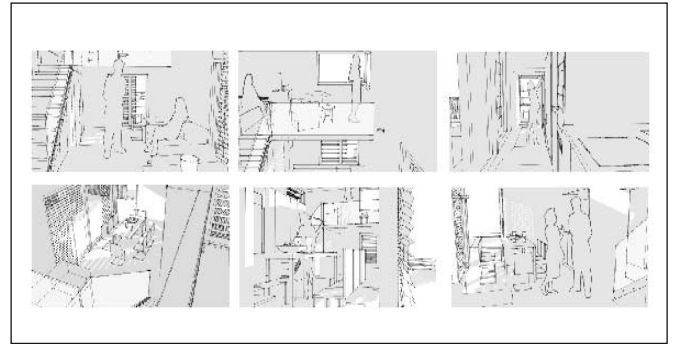


Abb.3: Raumeindrücke des Innenraums des surPLUShome

saden vorgenommen werden, die dann anhand des Lichtbedarfs, Wärmebedarfs, Kühlbedarfs sowie Sicht- und Blendenschutzbedarfen bedarfsgerecht gesteuert werden müssen. Hierzu wurden zwei unterschiedliche Arten von Sonnenschutzsystemen ausgewählt. Zum einen ein schwenkbares Lamellen-System, welches hocheffizient vor Sonne schützt (fc-Faktor von bis zu 0,02) und gleichzeitig Energie über integrierte Photovoltaik-Elemente erzeugt. Außerdem bietet dieses System die Möglichkeit, das Licht zu lenken und durch die verspiegelte Rückseite der Photovoltaik entsteht auch in geschlossenem Zustand eine dauerhafte Fensterwirkung. Zum Anderen wurde ein nicht solar aktives Jalousie-System eingesetzt, welches neben Lichtlenkung, einen fc-Faktor von bis zu 0,08 und eine sichere Austrittsmöglichkeit im Brandfall bietet. Durch die insgesamt neun Fenster erhält der Nutzer die Chance einerseits bewusst mit der Solarstrahlung umzugehen, andererseits Fenster sehr unterschiedlich einzusetzen (Ein- und Ausblicke, direktes und diffuses Licht) und verschiedene Raumeindrücke zu inszenieren.

**DAS GEBÄUDE WIRD KÜNSTLICH TRÄGE GEMACHT**

In der zweiten Ebene der Optimierung wurde das Gebäude mit einer besonders auf die Nutzung von Umweltenergien ausgerichteten Gebäudetechnik ausgestattet. Diese ist – passivhaustypisch – vollständig auf eine Energieübergabe über Luft ausgelegt. Bei einer grundlegend notwendigen, geregelten Gebäudelüftung spart dies einerseits technische Bauteile für Wärme-

übergabeflächen, andererseits lässt es eine einfache Energieübergabe an die Raumluft zu. Um die Wärme- und Kältebedarfe hierbei gering zu halten, wurde das Gebäude durch den Einsatz von Phase Change Materials (PCM) künstlich thermisch träge gemacht. Dazu wurden einerseits die Wandflächen des Innenraumes mit Gipsplatten, in die mikroverkapselte Paraffine eingearbeitet sind, verkleidet und anderer-

Wärmerückgewinnung, Wärme- und Kältebereitstellung, Luftentfeuchtung im Kühlfall sowie die Warmwasserbereitung. Das Gerät bezieht seine Zuluft über die Fassade und kann an dieser Stelle entweder Luft aus dem Fassadenzwischenraum oder von Außen ansaugen. Hierdurch lässt sich in gewissem Maße die Zulufttemperatur vortemperieren und so die Effizienz der Wärmepumpe weiter steigern.

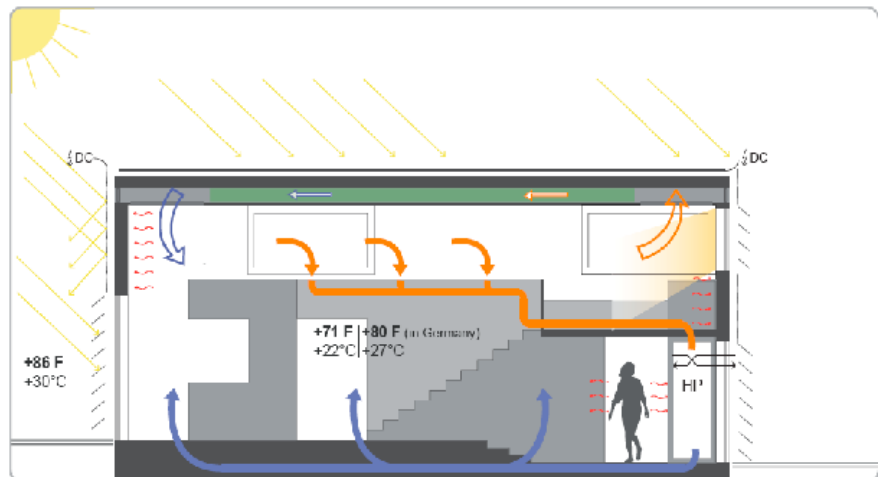


Abb. 4: Energetische Prozesse im Gebäude - Sommerfall

seits eine eigens für das Gebäude entwickelte Kühldecke auf Salz-Hydratbasis eingebaut. Die zwei PCM-Materialien haben dabei unterschiedliche Schmelzpunkte und stabilisieren die Raumtemperatur im thermischen Behaglichkeitsbereich. Das Gebäude, das etwa 40 Tonnen wiegt, hat so in einem typischen Temperaturbereich im Wohnungsbau ein Betonäquivalent von etwa 100 Tonnen. Für die dann noch notwendige Wärme- und Kälteerzeugung wird eine reversible Wärmepumpe im Luft-Luftbetrieb verwendet. Das zentrale Kombigerät des Herstellers Nilan bietet eine geregelte Lüftung,

**FASSADE ALS GESTALTUNGS- UND ENERGIEELEMENT**

In der dritten Ebene erfolgt die Maximierung des Energiegewinns durch eine komplett solaraktive Hülle mit unterschiedlichen Photovoltaik-Technologien. Dazu muss nicht nur das Dach, sondern auch alle vier Fassaden unterschiedlich dicht mit Solarmodulen belegt werden. Die Fassade ist somit nicht mehr nur aus gestalterischer Sicht ein zentraler Bestandteil des Entwurfs, sondern rückt aufgrund des stetig wachsenden Energiebedarfs vermehrt auch unter technologischen Gesichtspunkten in den Mittelpunkt. Unterschieden wird

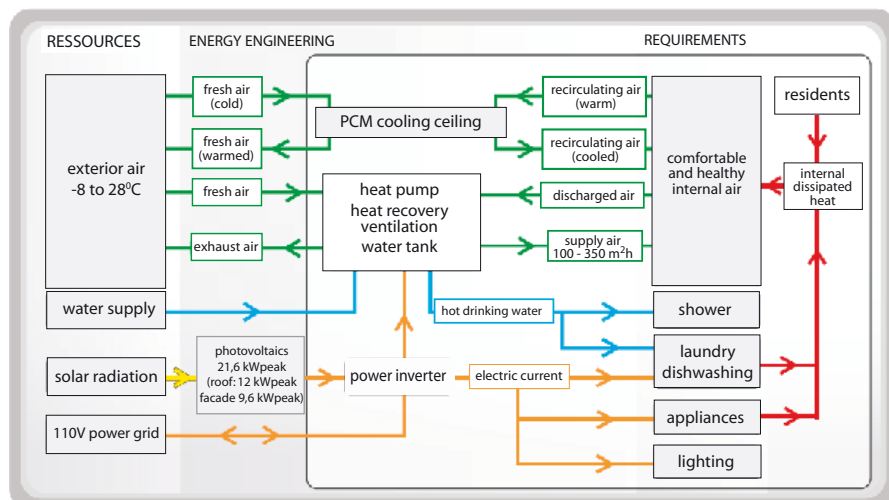


Abb. 5: Energieschema des Gebäudes

zwischen den im Dachbereich eingesetzten hocheffizienten, monokristallinen Silizium-Zellen mit einem Modul-Wirkungsgrad von 18 % und den, in die Fassade integrierten Dünnschicht CIS-Modulen des Herstellers Würth Solar mit einem Wirkungsgrad von 11%. Die Fassadenmodule bieten durch die Dünnschichttechnologie besondere Vorteile bei der Nutzung diffuser Strahlung, was bei einer Aktivierung aller Fassadenorientierungen von besonderer Bedeutung ist. Erst durch die technische Lösung ist es möglich, dem Gebäude umlaufend eine homogene Wirkung zu geben. Interessanterweise ist dabei die umlaufende Fassadenaktivierung unter Berücksichtigung der sonst noch architektonisch notwendigen Bauteile besonders günstig. Die Energiekosten liegen bei einem Abzug der „Sowiesokosten“ über 25 Jahre bei unter 20 ct pro Kilowattstunde Strom.

Die architektonisch wie technisch größte Herausforderung ist jedoch der Transport und der darauf folgende Aufbau des Gebäudes im Rahmen des Wettbewerbs in Washington D.C. innerhalb von nur 5 Tagen. Dabei ist das Ziel nicht ein schlüsselfertiger Raum, sondern ein bewohnter. Die Folge daraus: Die technischen Systeme müssen weitgehend vorinstalliert bleiben, das Gebäude jedoch komplett zerlegbar sein. Die Lösung für dieses Problem liegt in der modularen Bauweise des Gebäudes. Dieses kann horizontal und vertikal geteilt werden und wird so als vier große Gebäudemodule transportiert.

Die technischen Installationen für Zu- und Abwasser sowie das Lüftungssystem sind komplett im unteren Nordmodul installiert. Der Gebäudeanschluss erfolgt dann nur nach als „plug-and-play“. Einzig die Strominstallation wird über die einzelnen Modulstöße gezogen, was jedoch bei der Vielzahl der schaltbaren Elemente einen zeitlich nicht akzeptablen Aufwand bedeutet hätte. In Kooperation mit dem Fachgebiet regenerative Energiequellen des Fachbereichs Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Darmstadt sowie der ABB Gruppe wurde daher ein

Konzept zur Reduzierung dieses Aufwandes entwickelt. Jedes Gebäudemodul ist daher mit einem eigenen kleinen Schaltschrank versehen, der dezentral alle Schaltbedarfe abdeckt. Diese Raumcontroller sind in die Wände integriert und über Revisionsklappen leicht zugänglich. Sie werden nur mit einem Stromanschluss und einem BUS-Anschluss versehen und reduzieren damit den Verkabelungsbedarf auf 6 rauminterne Anschlüsse.

## ENERGETIK, TECHNIK UND RÄUMLICHKEIT BEEINFLUSSEN

Das Team Germany der TU Darmstadt verdeutlicht dadurch seine Haltung: Denn wirkliche Energieeffizienz und somit Nachhaltigkeit kann nur entstehen, wenn alle Baubeteiligten das gesetzte Ziel Plus-Energie aufgreifen und gemeinsam – interdisziplinär – ein umfassendes Konzept entwickeln. Diese Wirkung ist nur dann zu erreichen, wenn nicht jeder Einzelne nach hoher Effizienz in seinem Themenbereich sucht.

Die Erfahrungen des Projektes haben gezeigt, dass zunächst teilweise aus einem auf einen Teilbereich reduzierten Effizienzverständnis Produkte vorgeschlagen wurden, die deutliche Folgen auf das Gesamtsystem des Gebäudes hatten. So



Abb. 6: Gebäude bei der Transportvorbereitung

wurde z.B. gegen den Einsatz von Halbleiter-Wechselrichtern mit erhöhter Effizienz entscheiden, da diese nicht in einem fassadenintegrierten System unter amerikanischen und deutschen Vorgaben zu betreiben waren. Ebenso wurde gegen eine wassergebundene Wärmepumpe entschieden, da diese in den verfügbaren Leistungsspektren im Teillastbetrieb nicht die Wirkungsgrade und Flächeneffizienz luftgebundener Systeme erreicht. Oder sogar gegen den Einsatz von Solarthermie, da die geringe verfügbare Fläche zur Wärmespeicherung hierbei hohe Temperaturlasten im System erzeugt und keine nennenswerte Leistungssteigerung zum

besser steuerbaren System auf Photovoltaikbasis geliefert hätte.

In einem 3-semesterigen Zeitraum, von Vorentwurf und Entwurf über Ausführungsplanung und schließlich die Bauphase, entstand durch die Studenten letztlich der Beitrag, der vom Team selbst den Namen *surPLUShome* verliehen bekommen hat. Ein Haus, das über eine Vielzahl an Komponenten verfügt die gleichzeitig energetische, technische und räumliche Funktionen übernehmen und dadurch für den Gebäudenutzer eine hohe Selbstverständlichkeit besitzen. Die Vision ist: Energieeffizienz als Mehrwert im täglichen Leben zu verankern. Letztlich wurde dabei mit der

Summe aller „ineffizienten“ Bauteile ein gebäudebezogener Primärenergiekennwert von  $-257 \text{ kWh/m}^2\text{K}$  erreicht.

*Autor:*

*Prof. Dipl.-Ing. MSc. Econ. Manfred Hegger,*

*Dipl.-Ing. Caroline Fafflok M.A.,*

*Dipl.-Ing. Martin Zeumer,*

*Fachbereich Architektur TU Darmstadt,*

*FG Entwerfen und Energieeffizientes Bauen,*

*Fotos, Grafiken: TU Darmstadt*

[www.solardecathlon2009.de](http://www.solardecathlon2009.de)

# Die Welt ist keine Scheibe - Ihre Anzeigen auch nicht [...]

Anmeldung  
Service-Box



**innovatools**

*Werkzeuge für den Erfolg*

Fach.**Journal**

*Fachzeitschrift für Erneuerbare Energien & Technische Gebäudeausrüstung*

[Hier mehr erfahren](#)



**innovapress**

*Innovationen publik machen  
schnell, gezielt und weltweit*

Filmproduktion | Film & Platzierung | Interaktive Anzeige | Flankierende PR | Microsites/Landingpages | SEO/SEM | Flashbühne