

Das Solarhaus der TU Darmstadt

Die Universität gewinnt in Washington den Spitzenwettbewerb um das attraktivste und energieeffizienteste Solar-Haus.



Konzept

Leitidee Der Entwurf unseres Hauses ist ganz darauf konzentriert, so wenig Energie wie möglich zu verbrauchen, ohne dabei an Komfort einzubüßen. Dafür ist es speziell für das Klima in Washington entwickelt worden, das bedeutet für ein feuchtes und heißes subtropisches Klima. Dass es auch für das deutsche Klima funktioniert, zeigt die Klassifizierung als Passivhaus. Das Gebäude ist in drei Schichten aufgebaut. Die äußerste bilden Eichenholzlamellen, die, ebenso wie das Dach, mit Photovoltaik bestückt sind. Sie dienen sowohl der Stromgewinnung als auch dem Schutz vor Überhitzung, Einblick und Einbruch. So entstehen reizvolle Bezüge zwischen innen und außen. Im Süden liegt zwischen der äußersten und der zweiten Schicht eine Veranda, die im Sommer den Wohnraum erweitert. Nach oben hin wird sie durch transparente Photovoltaik verschattet. Die zweite Schicht dient der hermetischen Trennung zwischen innen und außen. Wir dämmen durch hocheffizientes Glas und Vakuumisulationspaneele. Die dritte schließlich bildet den Kern im Zentrum des Hauses, der Bad, Küche und einen Teil der Haustechnik aufnimmt. Seine Wände sind aus PLEXIGLAS® (Röhm, Evonik Degussa). Alle Gebäudeteile haben wir mit zusätzlichen Funktionen belegt: Im Boden befinden sich Sitzkuhle, Bett und Technik; die Wände speichern Wärme durch mikroverkapseltes Paraffin in den Materialien (Micronal®, BASF) und bieten zudem Stauraum in Regalen und integrierte Unterhaltungselektronik; die Decke ist als Kühldecke ausgeführt und besitzt ein inte-

griertes Beleuchtungssystem. Das Haus ist dank Rahmenbauweise, unterstützt durch den Kern, leicht und doch stabil. In die Ost- und Westwand sowie in die Installationswand des Kerns integrierte aussteifende Wände werden durch in die Fensterrahmung integrierte Stützen in der Nord- und Südfassade unterstützt. Um die Recyclefähigkeit zu bewahren, haben wir unlösbare Verbindungen vermieden. Zudem haben wir, soweit möglich, auf einheimische, nachwachsende Rohstoffe zurückgegriffen.

Der flexible Innenraum bietet dem Bewohner zahlreiche Entfaltungsmöglichkeiten. Sitzkuhle und Bett sind aus dem Boden ausklappbar und das Bad ist vergrößerbar. Alles kann, nichts muss geklappt werden. Der Nutzer hat alle Freiheiten und wird nicht bevormundet und kann sich deshalb frei entfalten.

Zielgruppen Als Zielpersonen haben wir verschiedene Gruppen definiert, die alle unterschiedliche Gründe haben, unser Haus zu kaufen, es variiert das Nutzungsverhalten und der Investitionsgrund.

1. Gruppe: Ständiger Nutzer

Das Haus wird ganzjährig bewohnt. Es kann als eigenständiges Gebäude oder als Nebengebäude auf große Grundstücke gebaut werden. Bewohnbar ist es von bis zu 4 Personen. Je nach Bewohneranzahl und Anforderung an das Haus, kann es ohne bauliche Veränderung genutzt werden. Für weniger bewegliche Menschen kann das Haus durch leichte Veränderung in der Möblierung auch rollstuhlgerecht





angepasst werden. Da die Erweiterung durch ein weiteres Modul möglich ist, können auch mehr als 2 Personen das Haus komfortabel bewohnen. Um es mit einer Familie mit mehr als 3 Personen zu bewohnen, besteht die Möglichkeit, das Haus um eine Etage aufzustocken.

2. Gruppe: Temporärer Nutzer

Zur temporären Nutzung kann es von Investoren als mobiles Haus vermietet und von Unternehmen zur Unterbringung von Mitarbeitern genutzt werden. Privatleuten kann es als Wochenend- oder Ferienhaus dienen. Besonders geeignet ist das Haus wegen seines nutzungsunabhängigen Raumes. Es ist technisch und räumlich auf die wechselnden Anforderungen anpassbar. Durch die Kompaktheit und die Selbstversorgung mit Strom ist es im Unterhalt sehr günstig. Gleichzeitig ist es ein vollwertiges Wohnhaus und somit beispielsweise ein vollwertiger Ersatz zur zeitweisen Unterbringung von Firmenangehörigen. Durch die Lamellenschicht vor der Fensterfassade wird nicht nur die nötige Intimsphäre gewährleistet, sondern zusätzlich ein Hindernis gegen Vandalismus und Einbruch während des Leerstandes geboten. Durch die energetische Unabhängigkeit ist quasi jedweder Einsatzort denkbar.

3. Gruppe: Stationärer Nutzer

Die Transportierfähigkeit und die Modularität prädestinieren das Haus zudem für mobiles Wohnen. So zum Beispiel für Diplomaten oder für Menschen, die beruflich oder privat oft den Wohnort wechseln müssen bzw. wollen. Neben der Beweglichkeit eignet sich das Gebäude auch wegen seiner Ortsunabhängigkeit dazu. Dank der Photovoltaik und der hochwertigen Klimahülle ist es in energetischer Hinsicht sowohl für heiße Klimazonen als auch für winterliche Gebiete standardmäßig ausgelegt.





Transport

Die Zuglast der bis zu 12 Tonnen schweren Module wird stahllaschensicher im gesamten Tragwerk verteilt.

Grundfläche

Die fertige Fassadenaußenkante darf die Fläche von ca. 75 qm nicht überschreiten.

Konzept

Geometrische Räume für Installation und Dämmung und sichtbare Statik im Innenraum mussten, der Klarheit des Entwurfes folgend, entwickelt werden.

Auf- und Abbau

Die maximalen Transportmaße sowie Überlegungen fürs einfache Verbinden und Trennen der Hausmodule mussten berücksichtigt werden.

Bald darauf wurden detaillierte Montagepläne und Stücklisten gefertigt und mit dem Zugschnitt der Einzelhölzer in Konstruktionsvollholz-Fichte der Fa. Rettenmeier begonnen. Durch unseren Hauptsponsor BOSCH waren wir mit genügend Werkzeug und Maschinen

versorgt, sodass die Arbeit zügig losgehen konnte. Für sichtbares Vollholz verwendeten wir Eiche. Als Plattenwerkstoff für den Rohbau verwendeten wir „living-boards“ der Firma Pfeleiderer.

Diverse Stahleinlagen zur Aufnahme besonderer Belastungen wurden von Auszubildenden des Internationalen Bunds unter der Leitung von Andreas Dilling gefertigt. So entstand eine sehr gewinnbringende Zusammenarbeit der TU Darmstadt einerseits und einer Metallbauschule andererseits. Nach kurzer Einweisung an den Maschinen arbeitete das studentische Team selbstständig an der Umsetzung der zuvor gezeichneten Plänen. Alle Wände des Hauses wurden zuerst auf unserem eigens dafür gebauten Montagetisch vorgefertigt und dann innerhalb von 2 Tagen zum Gesamtgerüst zusammengefügt. Die klare Struktur der geometrischen Räume des Rohbaus kam allen darauf folgenden Arbeiten, wie z.B. dem Innenausbau, sehr zu gute.

Konstruktion

Rohbau Unser Haus war schon seit der Wettbewerbsphase als Holzbau geplant. Holz ist ein nachwachsender Rohstoff und verbraucht zur Herstellung und Verarbeitung wenig Energie. Die Oberfläche und Anmutung des Materials passte gut zum Konzept und die Verarbeitung, die als klassischer Holzrahmenbau geplant war, stellte eine lösbare Aufgabe dar.

Zunächst wurde zusammen mit dem Fachgebiet Statik der Hochbaukonstruktionen an unserem Institut eine Grobstatik erstellt. Vertretungsprofessor Jochen Stahl als Statiker und Zimmermannsmeister Patrick Ungermann aus dem Studententeam entwickelten anschließend Lösungen für die besonderen statischen Anforderungen.

In ständiger Wechselbeziehung mit den übrigen Studenten, die Gewerke wie Haustechnik, Innenausbau, Konzeption des Kerns, Fassade und Dach vertraten, wurde das Tragwerk in folgenden Punkten optimiert.





die Kräfte aus dem angreifenden Torsionsmoment aufnehmen.

Der Wohnraum und der Kern werden statisch gesehen mittels dreier Wände (Osten, Westen und Kern) sowie Stützen an den Modulstößen überbrückt. Den Abschluss nach oben bildet ein Flachdach. Quer in die jeweiligen Module eingehängte Sparren, mit OSB beplankt, um auch hier wieder wie im Boden eine Scheibe auszubilden, die gegen Torsion wirkt.

Dach

Das Dach des deutschen Beitrags zum Bauwettbewerb Solar Decathlon 2007 ist ein hochdämmendes, aus verschiedenen Schichten aufgebautes Flachdach. Auf der Holztragstruktur des Daches wurde eine LIVINGBOARD-Platte (Fa. Pfeleiderer Holzwerkstoffe) befestigt. Diese Platten sind frei von Formaldehyd (ein krebserregender Wirkstoff), das bei der Herstellung bzw. der Verleimung der Platten entsteht. Ein weiteres wichtiges Merkmal ist ihre außergewöhnliche Feuchtbeständigkeit. Auf den Livingboard-Platten wurde eine selbstklebende aluminium-kaschierte Dampfsperre – TERO-TEC SK DUO – (Fa. Wolfen) angebracht. Darauf

Statik

Unser Haus besteht in seiner Grundstruktur aus drei Modulen. Diese Module sind jeweils ausreichend ausgesteift, aber erst im gesamten Verbund als Haus können sie alle angreifenden Lasten wie Wind und Schnee problemlos abtragen. Grundsätzlich kann man sagen, dass die Kräfte über die Holzständerwände im Osten, im Westen und im Kern sowie über die Stützen, die sich jeweils an den Modulstößen befinden, abgetragen werden.

Um das Haus transportieren zu können, sind die Wände und die Holzstützen mit Stahlblechen versehen, um die auftretenden Zugkräfte aufzunehmen, wenn das Haus an einem Kran bewegt wird. Der Aufbau eines Modules ist (von unten nach oben) in Plattform, Wohnraum und Dach gegliedert. Die Plattform ist ein „doppelter Boden“. Nach unten schließt sie das Haus zum Boden hin ab und nach oben wird sie durch den Fertigfußboden abgeschlossen. Innerhalb dieses Bodenaufbaus befinden sich niedrige Holzständerwände, die zum einen Auflager für den Fußboden bieten, damit dieser nicht zu große Distanzen überspannen muss, zum anderen verteilen sie aber auch die

in der Plattform ankommenden Lasten, um sie kontrolliert über Stahlfüße in den Boden abzuleiten. Beplankt ist diese Plattform sowohl oben als auch unten mit Baufurniersperrholz, so gibt sie dem Haus die nötige Steifigkeit und kann



kam die Vakuumdämmung in Form von Paneelen (Fa. POREXTHERM).

Die Schicht Vakuumdämmung bestand aus zwei Lagen je 3 cm Vakuumpanelen, die in versetzter Form verlegt wurden, um die Fugen als Wärmebrücken zu unterbinden. Solche Paneele weisen sehr gute Dämmeigenschaften vor und sind im Vergleich ca. zehnmals besser als eine gleich dicke Schicht eines anderen Materials. Auf die Vakuumdämmung und als Untergrund für die Gefälledämmung, die wichtig für die Neigung und somit die Entwässerung des Flachdaches ist, wurde eine aus Zement gepresste DURIPANEL-Platte verlegt.

Die darauf kommenden Gefälledämmplatten (Fa. PUREN) wurden mit einem Gefälle von 3° angefertigt und auf die Duripanel-Platte verklebt. Aus brandtechnischen Gründen wurde eine besandete Bitumenfolie der Firma Vedag eingeplant und mit dem Klebstoff TEROKAL (Fa. Wolfen) auf die Gefälledämmung verklebt.

Für die spätere Entwässerung, die aus Gründen der Konzeption und Transport des Hauses für jedes Hausmodul getrennt sein musste, wurden an den Durchdringungspunkten sowohl in der flachen Fläche als auch in Attikabereichen die Einläufe und die Noteinläufe der

Firma LORO angebracht und befestigt. Der bis dahin geschaffene Aufbau diente als Grundlage für die Verlegung der Wasser führenden letzten Schicht. Diese – TECTOFIN RV-Bahn – der Firma Wolfen wurde auf der Fläche mit dem Klebstoff TEROKAL 3958 befestigt. Als Anschlussbahn in den Attikabereichen wurde von der gleichen Firma die TECTOFIN RADUO Anschlussbahn verwendet. Die Verschweißung und Dichtungsarbeiten der obersten Bahnen wurden unter tatkräftiger Unterstützung des Lehrverlegers Daniel Viegand der Firma WOLFIN begleitet. Als Abschluss der Attika wurde ein Abdeckblech aus vorbewittertem Zink verwendet. Auch die Verblendung der Attika, aus Eichenholzbrettern hergestellt, wurde somit rengendicht abgedichtet.

Plattform

Der deutsche Automobil-Konzern Volkswagen entwickelte in den neunziger Jahren die Plattformstrategie. Diese Strategie basiert auf der Idee, eine vorfabrizierte Plattform für verschiedene Automodelle zu erstellen.



Wir versuchten, diese Überlegungen auf unser Haus zu projizieren. Das Konzept unserer Plattform verfolgt zum einen die Strategie, Platz für Gebäudetechnik sowie für flexibles Wohnen und Schlafen zu schaffen. Hierfür entwarfen wir einen hochgedämmten, doppelten Boden.

Das Konstruktionsprinzip besteht aus kleinen Wänden, die aus Vollholz und Living Board gebaut wurde. In diesem Boden verlegten wir Kabelkanäle für Elektro, Wasserleitungen, Lüftungsrohr sowie einen Wassertank für das Kühlsystem (Kühldecke).

Neben der Technik beinhaltet die Plattform ein flexibles Wohn- und Schlafsystem, welches wir „Schlaf- und Wohnkuhle“ nennen. Diese Kuhlen sind bodenhaftende und flexible Möbel. Wohnkuhle und Bett sind objekthaft und im Boden verstaubar. Auf diese Weise entstehen verschiedene Wohnebenen mit interessanten Blickbezügen und ermöglichen verschiedenste Wohnszenarien.



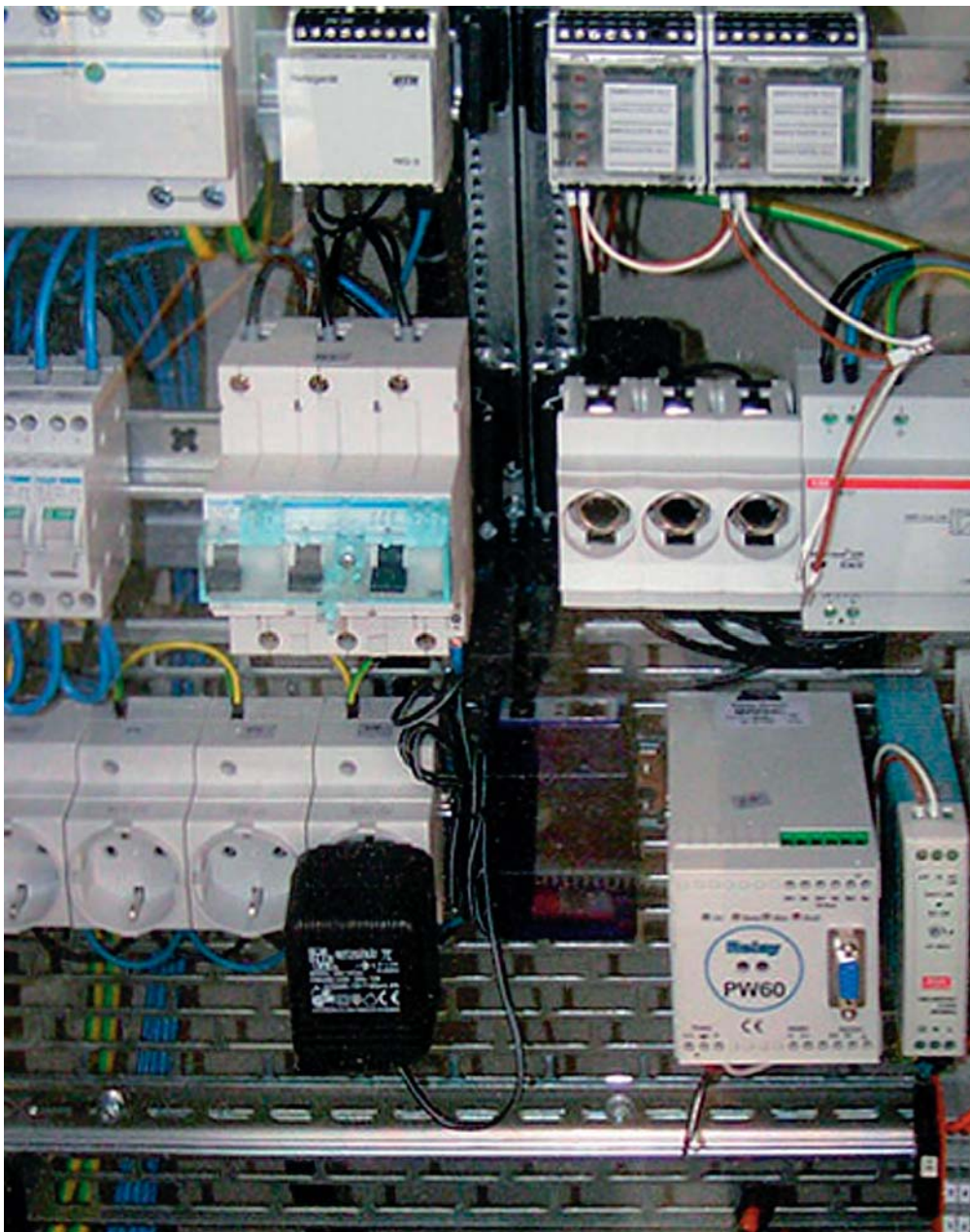
Technik

Elektroinstallation In Bezug auf die Elektroinstallation haben wir uns für ein Zusammenspiel von vier verschiedenen Bus-Systemen entschieden. Die Leuchten, Taster und Steckdosen sind alle durch das LCN Bus-System ge-

steuert. Wir haben im Haus an verschiedenen Stellen Taster eingebaut. Durch die Betätigung einer Taste können wir zum Beispiel verschiedene vorprogrammierte Lichtszenen im Haus abrufen. Die Temperatur-, Luftfeuchte-, CO₂- und Strommesswerte erhalten wir durch drei weitere Bus-Systeme – EIB, Mod-Bus und M-

Bus. Diese vier verschiedenen Bus-Systeme sind in der Leittechniksoftware B-CON vernetzt, so dass wir einen kompletten Überblick über alle gebäudetechnisch relevanten Komponenten auf unserem eingebauten Touch-Panels-PC haben.

Gebäudetechnik Um höchsten Wohnkomfort mit niedrigstem Energieaufwand zu vereinen, wählten wir eine kompakte und hochgedämmte Gebäudehülle. Während der heißen Sommertage vermeiden wir eine Überhitzung des Innenraums durch eine Verschattung der Fen-



ster. Dies geschieht auf zwei Weisen, einer Dachauskragung im Süden sowie der Lamellenhülle, die je nach Bedarf sich öffnen und schließen kann. Zusätzlich bringen wir thermische Speichermasse in Form von PCM Gipskartonplatten in das Gebäude. Diese unterscheiden sich äußerlich nicht von den konven-

tionellen Leichtbauplatten, können aber durch die eingebauten Wackskügelchen vergleichsweise viel Wärme speichern und diese zeitversetzt in den kälteren Abendstunden wieder abgeben.

Im Winter „heizen“ wir mit der Sonne. Durch die große Verglasung gen Süden kommt ein Großteil der benötigten Heizenergie in das Gebäude. Der Restwärmebedarf kommt mit dem ohnehin notwendigen hygienischen Luftwechsel über die Lüftungsanlage. Eine reversible Wärmepumpe heizt sowohl die Zuluft als auch das Brauchwarmwasser, den Strom für die Wärmepumpe erhalten wir über unsere Photovoltaik-Anlage auf dem Dach und an der Fassade.

Multimedia Ein Solarhaus wird oft als ein Haus mit weniger Komfort missverstanden.

Unsere Ziel war es, ein Haus zu entwickeln mit einem Maximum an Komfort. Aus diesem Grund haben wir uns auch für ein zusammenhängendes Multimedia- und Entertainment-System entschieden.

Wir haben „unsichtbare“ Lautsprecher in Wand und Decke eingebaut. Des Weiteren haben wir einen LCD-Flachbildschirm bündig in der Wand integriert. Im Boden ist ein Subwoofer versteckt. Der Fernseher ist außerdem mit dem eingebauten Touch Panel PC verbunden, so dass wir auch Präsentation vom PC am Fernseher abspielen können. Zu guter Letzt haben wir auch eine Spielkonsole im Haus integriert, so müssen wir auch auf das Fun Entertainment nicht verzichten.



Hülle

Lamellen Das Gebäude ist komplett mit Lamellenläden umgeben. Sie stellen als massive und gleichermaßen flexible Hülle die äußerste Begrenzung des Hauses dar. Im Gegensatz zu den traditionellen Fensterläden, wie man sie vor allem in Südeuropa kennt, war es bei denen des Solar Decathlon Hauses eine Herausforderung an die klassischen Attribute, wie Sonnen- und Sichtschutz, eine weitere, neuartige Funktion hinzuzufügen: Energiegewinnung.

Um mit der Fassade zusätzlich die Energieversorgung des Hauses zu unterstützen, sind die einzelnen Lamellen an der Süd-, Ost- und Westfassade mit Photovoltaikzellen belegt. Um den Ertrag bei Sonnenschein noch zu verbessern, stellen sich die Lamellen automatisch dem optimalen Sonnenstand nach. Auf diese Weise entsteht am Haus zusätzlich zum Dach eine große Fläche PV, die immer den optimalen Winkel zur Sonne hat.

Von der Idee bis zu den Fertigungszeichnungen wurde die neuartige Fassade vollständig vom Studententeam geplant. Nur der letztendliche Zusammenbau der nicht weniger als 30.000 Einzelteile wurde in Profihände an die Firma Schindler-Roding übergeben. Der einhundertprozentig präzise Zusammenbau ist auch wichtig, schließlich sollen die Lamellen zur Belichtung des Innenraums auch auf die Seite gefahren werden können. Das Schiebefalt System Variofold, das von der Firma Hawa gesponsort wurde, ermöglicht das Öffnen der Läden im Norden und Süden. Ein spezielles Türband aus der Reihe Tectus der Firma Simonswerk ermöglicht dabei nicht nur elegantes, sondern auch technisch einwandfreies Falten der Läden.



Photovoltaik Wie der Name des Wettbewerbs vermuten lässt, müssen wir unseren gesamten Energiebedarf aus der Kraft der Sonne decken. Deshalb haben wir uns dafür entschieden, so viel Fläche wie möglich mit solaren Systemen wie Photovoltaik und Solarthermie zu aktivieren. Unser Hauptaugenmerk lag dabei auf der Integration dieser technischen Komponenten, um zu zeigen, dass Solartechnologie nicht immer nur aufgesetzt wirken muss, sondern vielmehr als Teil einer modernen, fortschrittlichen und vor allem ästhetischen Architektur funktionieren kann. Des Weiteren wollen wir auf die potentielle Kostenreduktion durch gebäudeintegrierte solare Systeme hinweisen; durch die Substitution von Standardschichten eines herkömmlichen Bauteilaufbaus wird der Einsatz von solaren Systemen ökologisch und vor allem ökonomisch noch effizienter und die Amortisation wesentlich schneller erreicht.

Das Gros unseres Energiegewinns wird auf unserem Flachdach gewonnen. Hier sind vierzig Sunpower SPR-210 Photovoltaikmodule installiert (Zelltyp: monokristallines Silizium, rückseitenkontaktiert). Sie sind im Wechsel nach Süden und Norden bei einer Neigung von 3° ausgerichtet – so entsteht eine Art Wellen-

figur auf unserem Dach. Die ungewöhnliche Ausrichtung sowie die geringe Neigung resultieren aus den Anforderungen für den Transport des Hauses. Wir mussten möglichst viel Konstruktionshöhe einsparen, um größere Kosten zu vermeiden. Des Weiteren war uns wichtig zu zeigen, dass Solarsysteme nicht solch einen enormen Einfluss auf die Architektur eines Hauses haben müssen – mit Hilfe von Simulationen haben wir errechnet, dass wir im Vergleich zu einer optimalen Ausrichtung und Neigung nur lediglich 8% Effizienz verlieren.

Um die Vorteile gebäudeintegrierter solarer Systeme weiter hervorzuheben, entwickelten wir semitransparente Photovoltaikmodule, die als Ersatz für eine herkömmliche Überkopfverglasung die Überdachung unserer Südloggia übernehmen. Im Sommer verhindern diese Module durch Verschattung eine Aufheizung des Innenraumes und gewinnen gleichzeitig Energie und kreieren ein spannendes Lichtspiel auf der inneren Fassade. Im Winter lassen die semitransparenten Module passive und aktive solare Gewinne zu (natürliche Belichtung und Energiegewinn).

Die Module bestehen im wesentlichen aus zwei Glasscheiben (mit freundlicher Unterstü-



zung der Firma Interpane), zwischen denen perforierte Zellen eingebettet sind. Diese, von der Fa. Sunways hergestellten und gesponsorten Spezialzellen sind mit geringem Abstand zueinander angeordnet. Durch die Größe dieser Abstände und die Perforation lässt sich der Grad der Lichttransmission und des Energiegewinns auf die jeweiligen Anforderungen anpassen.

Die Module wurden schließlich nach unseren Plänen von der Fa. Scheuten Solar kostenlos handgefertigt – vielen Dank hierfür! Zu guter Letzt entschieden wir uns, diese Glas-Glas-Module mit Punkthaltern zu befestigen, um die leichteste und ästhetisch ansprechendste Konstruktion zu erhalten. Wir danken der Fa. Sadev für die uns bereitgestellten Spider und Punkthalter.

Unser solares Energiekonzept wird durch zwei, von der Fa. Buderus gesponsorte, Solarthermiekollektoren, komplettiert. Die Kollektoren wurden speziell auf Maß gefertigt und fügen sich ebenfalls in die „Wellen“-Konstruktion unseres Flachdaches ein. Sie werden uns mit dem nötigen Warmwasser für den Betrieb von Trockner, Wasch- und Spülmaschine sowie der Fußbodenheizung im Bad versorgen.

Fenster Die Fassade eines Gebäudes bildet den thermischen Abschluss. Damit werden bestimmte Anforderungen an die Beschaffenheit und Funktion gestellt, wie der Schutz vor Witterungseinflüssen, aber auch der Schutz vor Einbruch und die Vermittlung zwischen dem Außen- und Innenraum. Im Falle eines Passiv-



hauses werden aus Gründen der optimalen Nutzung der Sonne aber auch zum Schutz vor Wärmeverlust besondere Anforderungen an die Fassade gestellt, wobei auch die Orientierung eine wichtige Rolle für die Gestalt und Funktion der Fassade spielt.

Allgemein bilden Fenster und Öffnungselemente einen Schwachpunkt in der Gebäudehülle und können der Grund für hohe Wärmeverluste sein, im Falle eines Passivhauses ist davon besonders die Nordseite eines Hauses betroffen, auch allgemein werden außer auf der ertragreichen Südseite Fenster eher kleinformatig ausgeführt.

In unserem Entwurf spielt die Transparenz des Gebäudes eine sehr wichtige Rolle und somit haben wir eine Fassade entwickelt, die



großformatige Fenster zulässt und trotzdem passivhaustauglich ist. Mit der technischen und finanziellen Hilfe der Firma Häußler wurde die Realisierung und Montage dieser Fensterfassade möglich.

Das Aussehen der Fassade ist bestimmt von der Einteilung durch die Holzkonstruktion in sechs raumhohe Elemente und den jeweiligen technischen Anforderungen. Aufgrund der unterschiedlichen Anforderungen an Nord- und Südseite differiert die Ausführung und Art der Fassaden. Vier Elemente in der Nordfassade sind raumhohe Vierscheibenverglasungen mit einem U-Wert von 0,3 und einem G-Wert von 60%. Zwei Elemente im Norden sind als Holzwände mit einem vakuumgedämmten Kern ausgeführt, dort sind Haustür und ein Lüftungsflügel eingelassen. Diese Kombination sichert einen geringen Wärmeverlust und

verleiht der Nordfassade trotzdem eine transparente Erscheinung. Im Süden hingegen sind alle Elemente der Fassade als raumhohe Dreischeibenverglasung mit einem U-Wert von 0,5 und einem G-Wert von 60% ausgeführt. Zwei der Fensterelemente sind Parallelschiebetüren, die eine Erweiterung des Innenraums und eine Verbindung mit dem Außenraum bewirken.

Innenraum

Kern Der „Kern“ stellt konzeptionell die innerste der drei Schichten dar und beherbergt die Küche und das Bad als zentrale Situationen des Wohnens. Seine monolithische Form im offenen Innenraum prägt von jedem Punkt die Ansicht des Raumes, ohne sie zu dominieren. Das als Kernhaut verwendete Material Plexiglas Satinice ist konstruktiv mit im inneren sichtbaren Edelstahlrahmen verbunden, hat eine matte Oberfläche und ist transluzent. Dies verleiht dem Kubus seine Leichtigkeit und Selbstverständlichkeit im Raum. Der Kern



bündelt auch die Gebäudetechnik – ist so das technische Herz des Hauses. Die Flexibilität des Innerraumes ermöglicht er als einziger Fixpunkt, indem er die Küchen- und Badinstallationen (Geberit mit dem GIS-System) und die Lüftungs-, Temperatur- und Stromregelung sowie die Stromversorgung des Hauses bereitstellt.

Trotzdem erlaubt die Zonierung des Kerns dem Bewohner eine individuelle Benutzung der Küche im Süden und des Bades im Norden: will man schnelle Arbeiten in der Küche erledigen, arbeitet man an einer minimalen Küchenzeile mit dem Rücken zur Verglasung. Verbringt man mehr Zeit in der Küche um z. B. ein aufwendiges Essen zu bereiten, kann eine Arbeitsplatte gegen die Fassade ausgefahren werden und es entsteht eine vollwertige Küche mit doppelter Nutzfläche und Außenbezug.

Auch die minimale Nasszelle, in der nur durch die Transluzenz des Plexiglasses die Tageszeit erfahrbar wird, lässt sich durch flexible Wände im Norden in ihrer Grundfläche verdoppeln und mit Anschluss an die Nordfassade zu einem großzügigen Tageslichtbad verwandeln.

Die moderne und hochwertige Gesamtwirkung verdankt das Raumobjekt außerdem den hocheffizienten Hausgeräten der Firma Bosch Siemens Hausgeräte, der schlichten Gestalt der Sanitärobjekte der Firma Duravit, dem klaren Design der Armaturen in Küche und Bad der Firma Dornbracht, der Duschwanne Element Planum von der Firma Sprinz und natürlich der Optik und Verarbeitbarkeit des Materials Plexiglas, das uns die Firma Degussa Röhm freundlicherweise zur Verfügung stellte.

Kuhlen Ein Aspekt des architektonischen Konzeptes unseres Hauses ist der pure und

fließende Raum. Um dies zu erreichen, haben wir uns dafür entschieden, die Möbel in Form von Kuhlen in den doppelten Boden zu integrieren.

Im Osten des Hauses befindet sich die Bettkühle, im Westen die Wohnkühle. Regale, Schubladen und einen Bettkasten bieten darin zusätzlichen Stauraum für Bücher, persönliche Gegenstände, Bettwäsche und sogar für den Esstisch und Stühle.

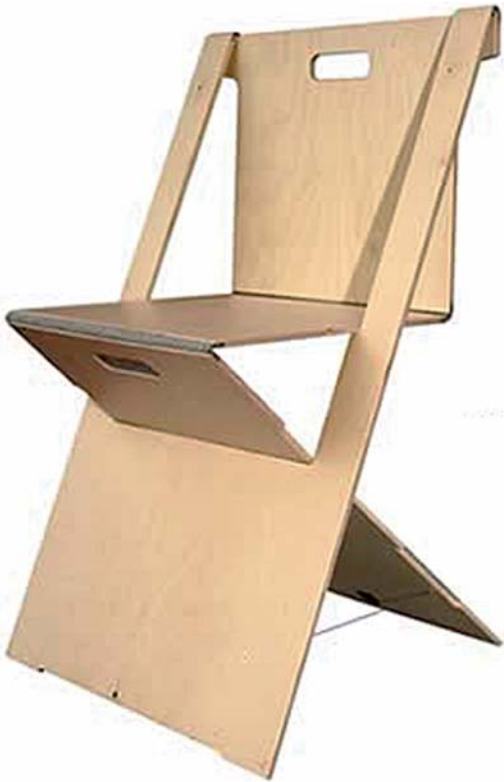
Die Hauptmaterialien, die in den Kuhlen verwendet werden, sind Eiche und Plexiglas, das von Röhm gesponsort wurde. Dadurch passen sich die Kuhlen dem restlichen Innenraum an.

Der von Object Carpet gesponsorte Teppich und die Kissen mit Leinenbezug, die nach unserem Design von Fuchs Raumausstatter in Frankfurt gefertigt wurden, verleihen der Wohnkühle einen wohnlichen, einladenden Charakter.

Mit wenigen Handgriffen kann man die Kuhlen schnell und einfach mit Hilfe von Holzwanenplatten von Elka Holzwerke abdecken, sodass der Raum flexibel nutzbar wird. Durch die Integration der Möbel in den doppelten Boden kann der pure fließende Raum wahrgenommen werden. Zudem kann man den Raum beliebig bespielen, wodurch der flexible Charakter des Hauses nochmal zum Vorschein kommt.

Licht Wir orientieren uns an dem Konzept des amerikanischen Lichtplaners und Designers Richard Kelly: unterschiedliches Licht für unterschiedliche Funktionen – ambient light (Licht zum Sehen), focal glow (Licht zum Hinsehen) und play of brilliance (Licht zum Ansehen).





Einkauf der ERCO Leuchten gewährte uns die Firma Penell GmbH, Ober-Ramstadt, einen 40%igen Rabatt! Sämtlich Leuchtmittel sowie einzelne Leuchten wurden durch die Firma OS-RAM GmbH, München, gesponsert.

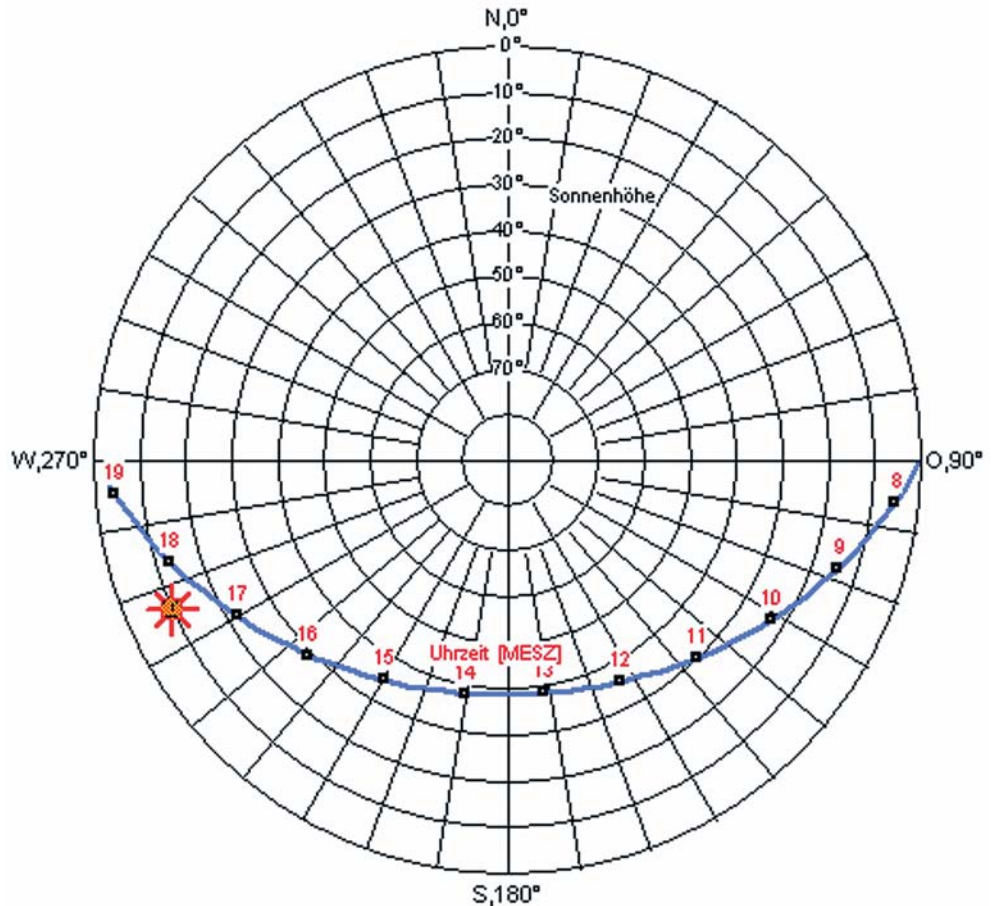
Möbel Die in die Wände eingelassenen Regale helfen, den Raum zu zonieren. Um die Wände möglichst klar in Erscheinung treten zu lassen, sind Steckdosen und das Bedienungselement in die Regale integriert. Die indirekte Beleuchtung gibt eine weitere Möglichkeit, den Raum verschieden zu akzentuieren. Die darin stehenden Möbel kommen stark zum Vorschein und sind, wie das Bett und die Couch, flexibel nutzbar. Alle Teile passen in die Kuhlenschublade. Durch ihr intelligentes und klares Design verfolgen sie die gleichen Prinzipien wie das gesamte Haus.

Simulation

Vorrausschauende Planung und angemessene Kombination gebäudetechnischer Komponenten sind Grundlage für die Entwicklung zukunftsfähiger innovativer Solarhäuser. In unserem Fall stellt sich durch den Wettbewerb eine besondere Herausforderung. Das Haus muss sowohl für das Klima in Washington D.C. während des Wettbewerbs im Herbst 2007 als auch in der Nachnutzung in Darmstadt optimal funktionieren und Behaglichkeit bieten. Um bei hohem Komfort möglichst wenig Energie für den Betrieb des Hauses zu gebrauchen und viel Energie zu produzieren, müssen Gebäudehülle und Technik optimiert und aufeinander abgestimmt werden. Dazu greifen wir bereits im Planungsprozess auf die Gebäudesimulation als Hilfsmittel zurück, um planerische Ent-

Für die Allgemeinbeleuchtung benutzen wir in die Decke integrierte Einbauleuchten von ERCO – „Lightcast Downlights“ und „Lightcast Richtstrahler“. Am Arbeitsplatz ist eine ERCO Arbeitsplatzleuchte mit dem Namen „Lucy“ vorgesehen, im Bad zwei SPINA Spiegelleuchten der Firma RIBAG. LEDs sorgen für die komplette atmosphärische Beleuchtung im Haus.

Die verschiedenen Leuchten können einzeln über ein BUS-System angesteuert und über manuelle Lichtschalter oder ein Touchpanell ein- bzw. ausgeschaltet und gedimmt werden. Dadurch sind die verschiedensten Lichtszenen und Beleuchtungssituationen programmierbar. Im Außenbereich des Hauses sind in den Boden eingelassene LED-Leuchten geplant (LED Orientierungsleuchte und Axis Walklight, ER-CO), die für die Orientierung und Wegeführung im Dunkeln dienen sowie Lichtakzente setzen. Die Lichtplanung wurde von ERCO Leuchten GmbH, Competence Center Frankfurt, vertreten durch Herrn Thomas Bock, und Georg König, Elektrotechnikmeister am Institut für regenerative Energien, umfangreich unterstützt. Beim



scheidungen zu überprüfen und das Gesamtsystem zu optimieren. Mit Hilfe von Gebäudesimulation ist es heute möglich, die Rahmenbedingungen eines Hauses schon vor dem Bau zu berechnen. Hierbei fließen mögliche Wetterszenarien wie Sturm, Regen und grauer Himmel, die unterschiedlichen Standorte des Gebäudes sowie die spezifischen Materialeigenschaften der ausgewählten Baustoffe in die Planung mit ein.

Auf dieser Grundlage simulieren wir z. B. die Heiz-, Kühl- und Stromverbräuche, mögliche Verschattungen sowie das dadurch entstehende Innenraumklima unseres Gebäudes. So können wir die eingebaute Technik ideal auf die jeweiligen Anforderungen abstimmen. Die Dimensionierung und Ausrichtung von Photovoltaikzellen und Solarthermiemodule, die uns regenerative und umweltfreundliche Energie in Form von Strom und warmem Wasser liefern, werden ebenso von uns untersucht und optimiert, wie die daraus resultierenden Gewinne und die verlustarme Bereitstellung des Haushaltsstroms. Genauso wichtig wie die Simulation der Technikkomponenten und des Gebäudes ist die Berücksichtigung des Benutzerverhaltens.

Die Bewohner dürfen in diesem Prozess nicht außer Acht gelassen werden. Wichtige Einflussfaktoren wie Aufenthaltsdauer einzelner Personen, Nutzung von Haushaltsgeräten, Beleuchtung und Lüftungsverhalten können in die dynamische Berechnung übernommen werden. Ziel ist es, ein ganzheitliches Simulationsmodell zu erstellen, welches das Gebäude im Zusammenspiel zwischen Mensch, Material und Technik versteht und interpretiert.

Wie alles begann

Auf den Wettbewerb aufmerksam wurde Barbara Gehring, damals noch Studentin der TU Darmstadt, bei ihrem Amerikaaufenthalt 2004. Sie trug die Idee einer Teilnahme an das Fachgebiet für Entwerfen und Energieeffizientes Bauen.

Nach der Kontaktaufnahme im September 2004 mit Professor Steve Lee von der Carnegie Mellon University (CMU) in Pittsburgh nahmen im Herbst 2004 schließlich zehn Studenten des Fachgebiets in Begleitung von Professor Manfred Hegger und Dipl. Arch. ETH Andrea Georgi-Tomas an einer Architekturexkursion in die USA und einem zweiwöchigen Entwurfsworkshop mit Studenten der CMU teil. Im Rahmen dieses gemeinsamen Workshops wurde der Entwurf für den Beitrag des amerikanischen Teams „Pittsburgh Synergy“ zum Solar Decathlon 2005 entwickelt.

Im Mai 2005 kamen Professor Lee und elf amerikanische Studenten zum Gegenbesuch nach Deutschland. In diesem Rahmen fand eine Exkursion zu beispielhafter Architektur ins Ruhrgebiet statt und die gemeinsame Arbeit am Pittsburgh Synergy Haus wurde vertieft.

Im Sommer/Herbst 2005 fuhren erneut drei Architekturstudenten aus Darmstadt nach Pittsburgh, um beim Bau des Pittsburgh Synergy Hauses mitzuhelfen und während des



Wettbewerbs auf der Mall in Washington D.C. wichtige Erfahrungen zu sammeln.

Nachdem verschiedene Möglichkeiten diskutiert wurden, um die 2004 begonnene, erfolgreiche Zusammenarbeit der TU Darmstadt und der CMU weiterzuführen, bewerben sich beide Universitäten im Dezember 2006 getrennt. Trotzdem soll die Zusammenarbeit auch als konkurrierende Teams sowohl auf der Ebene der Lehre, als auch im Rahmen des Solar Decathlons fortgesetzt werden.

Nach erfolgreicher Auswahl im Januar 2006 beider Universitäten zum Solar Decathlon und der Zuteilung benachbarter Grundstücke für die Bauausstellung auf der National Mall, bestand nun die Möglichkeit vor dem Hintergrund größerer Nachhaltigkeit, neue gemeinsame architektonische Lösungen zu entwickeln und im Rahmen der Ausstellung zu präsentieren.

Das Team:

