

SPEKTRUM

DAS MAGAZIN DER HOCHSCHULE REGENSBURG 2-2009



50 Jahre Ingenieurstudium: Hochschule Regensburg feiert
Zielvereinbarungen: 1,6 Mio. Euro für die Hochschule
Ansturm der Erstsemester: Präsident begrüßt 1.400 neue Studierende

Ein Projekt mit Beteiligung der HS.R, Fakultät Architektur

Das Solaraktivhaus in Regensburg

Ende September 2009 wurde es eingeweiht: Das Solaraktivhaus „An den Klostergründen“ in Regensburg. Nun steht es ein halbes Jahr für Besichtigungen zur Verfügung.



Das Solaraktivhaus „An den Klostergründen“

Foto: Herbert Stolz

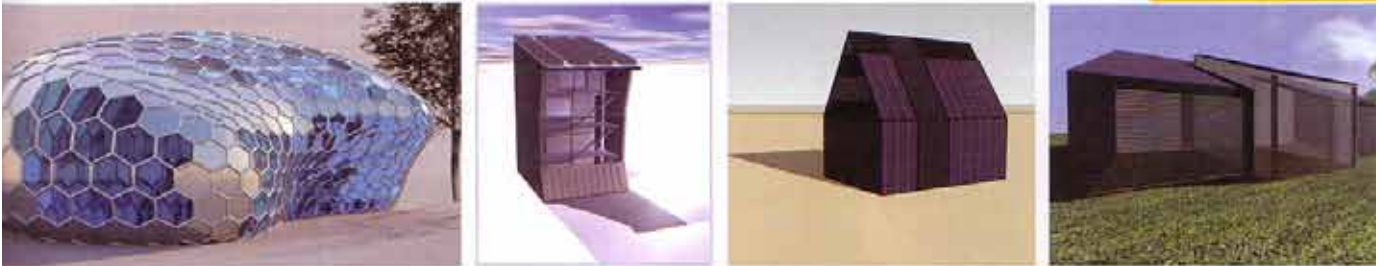
Der Bauherr, der Hersteller von thermischen Solaranlagen Sonnenkraft GmbH aus Regensburg, wollte ein beispielhaftes Einfamilienhaus entwickeln, das Zukunftsperspektiven für die Gebäude des postfossilen Bauens eröffnet. Das Ziel war ein Null-Energie-Gebäude, das die zum Betrieb benötigte Energie regenerativ selbst erzeugt. Doch nicht „nur“ die Energiebilanz, sondern auch Wohnqualität, Raumklima und architektonische Gestaltung sollten klar in die Zukunft weisen und junge Familien zum Bauen animieren.

Drei Thesen für das Wohnen in der Zukunft

Am Anfang stand die Überlegung, wie sich eine Zukunft ohne fossile Energieträger in eine architektonische Form bringen lässt. Die Vorgabe lautete, dass das Gebäude den Standard für das Jahr 2020 setzen soll. Neben dem Haus-

typ des Passivhauses sollte ein neues, weiterentwickeltes Gebäudekonzept den Weg in eine Zukunft weisen, das nicht nur auf Energieeinsparung, sondern vor allem auf solarer Energiegewinnung basiert. Aus dieser Grundvoraussetzung heraus entstanden drei Hauptthesen für das Wohnen in der Zukunft:

1. Der Ort des Wohnens muss lebenswert sein und sich dem Nutzer anpassen. Die moderne Lebensweise verändert sich schnell. Die Räume sollen sich deshalb leicht auf neue Nutzungsanforderungen einstellen lassen. Das Haus soll komfortabel und zugleich wartungsarm sein sowie einen Ruhepol zur immer hektischer werdenden Außenwelt bilden.
2. Eine hohe Energieeffizienz muss gewährleistet sein und das Haus soll die benötigte Energie selbst erzeugen. Die Ressourcen schonende, ökologisch nachhaltige Bau-



Beiträge des Studenten-Wettbewerbs – Alle Simulationen: Stephan Fabi bzw. Studierende

weise soll auf haubiologischen Stoffen mit geringem Primärenergieeinsatz basieren.

3. Die Gebäudetechnik, -steuerung und -konstruktion soll sich mit der Architektur zu einem homogenen Ganzen verbinden. Die Bauten sollen ein hohes Maß an Flexibilität bieten, um die Technik immer auf dem neuesten Stand halten zu können.

Wie entwickelt man so ein Gebäudekonzept?

Interdisziplinäre, integrative Planung ist ein allseits bekannter Begriff, doch in diesem Falle wurde er durchaus etwas ungewöhnlich umgesetzt. Es begann alles mit einem studentischen Ideenwettbewerb. Wenn schon das Haus in die Zukunft weisen soll, warum dann nicht zukünftige Architekten und Architektinnen mit dieser Aufgabe betrauen? Die Fakultät Architektur der Hochschule Regensburg schrieb also im Mai 2008 einen anonymen Ideenwettbewerb für Studierende höherer Semester aus.

Aus der Aufgabenstellung: „Wir schreiben das Jahr 2030 und unser/e Architekt/in blickt voller Stolz auf eines seiner/ihrer frühen Werke, ein damals zukunftsweisendes Einfamilienhaus, zurück. Nicht nur bietet es der Familie seit 20 Jahren ein behagliches Zuhause, sondern es gewährleistet auch eine regenerative Energieversorgung, die im Wesentlichen die kostenlose Solarenergie als Wärmequelle nutzt. Das damalige Konzept, die natürlichen Ressourcen aktiv und passiv zu nutzen und die Gebäudehülle als Kollektor mit innovativer Energietechnik zu aktivieren, hat sich nicht nur privat, sondern auch für die weitere berufliche Laufbahn ...“.

Die Ergebnisse des Ideenwettbewerbs waren für alle Beteiligten sehr inspirierend, da durch die Fülle von ganz unterschiedlichen Ansätzen die mögliche Bandbreite der Aufgabenstellung erst sichtbar wurde. Die Entwürfe reichten von futuristischen amorphen Formen über klassische Haustypen bis hin zu vielschichtig konzipierten städtischen Hauskonzepten.

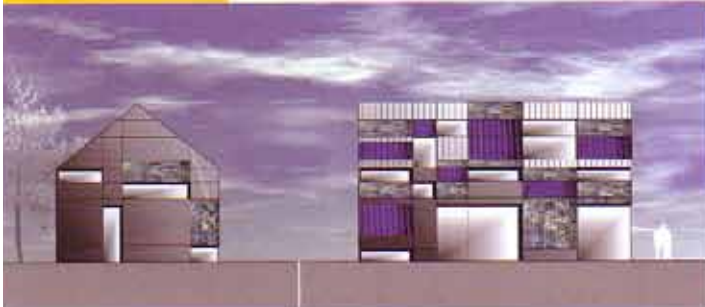
Auch wenn das jetzt realisierte Haus der Zukunft natürlich ganz anders aussieht, so sind doch viele Ideen aus

dem Wettbewerb bei den Projektbeteiligten auf fruchtbaren Boden gefallen und haben den Planungsprozess beeinflusst.

Das Planungsteam bestand aus dem Bauherrn, vertreten durch die beiden Leiter Engineering und Technik Markus Staudigl und Christian Stadler, die auch für die technische Ausstattung verantwortlich zeichnen, dem Regensburger Architekten Stefan Fabi, der bereits mehrere Niedrigenergiehäuser realisiert hat, dem Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme (ISE) und der Hochschule Regensburg, Prof. Dr. Birgit Scheuerer-Lenzen, Fachgebiet Energetisches Bauen und Gebäudetechnik.

Der Architekt entwickelte für das erste Projekttreffen ein halbes Dutzend sehr unterschiedlicher Vorentwürfe, von denen zwei zur Weiterbearbeitung ausgewählt wurden. Die Projektpartner waren sich einig, dass über einen längeren Zeitraum zwei Alternativmodelle untersucht werden sollten, um sich nicht zu früh festzulegen. Die Diskussion der Entwürfe umfasste architektonische Kriterien wie städtebauliche Formensprache, Grundrissgliederung, Fassadengestaltung und energetische Kriterien wie Südausrichtung, Wärmebrücken oder A/V-Verhältnis. Von Beginn an wurden zusätzlich ganz bewusst von allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen auch intuitive, emotionale Eindrücke als „weiche“ Kriterien abgefragt. Schließlich sollte das Haus vor allem potenzielle Bauherren ansprechen und die wollen nicht nur Energie sparen, sondern sich in dem Haus wohl fühlen und sich damit identifizieren können. Ganz unterschiedliche Begriffe wie z. B. futuristisch, zerklüftet, mutig, lebenswert, spannend, unruhig, polarisierend, harmonisch, „eyecatcher“ tauchten immer wieder in den Diskussionen auf.

Die zwei parallel untersuchten Gebäudetypen waren recht unterschiedlich. Auf der einen Seite stand das klassische Satteldachhaus mit „Patchwork“ Fassade aus Kollektoren und Photovoltaikerelementen. Auf der anderen Seite entwickelte sich der „Kristall“, ein polygonales Gebäude mit zweifach geneigter Dachfläche.



Konzept Patchwork

Es war ein schwieriger Entscheidungsprozess! Letztendlich gaben deutliche konzeptionelle Vorteile des polygonalen Konzeptes den Ausschlag, die in mehreren Überarbeitungsschritten zu einer eindeutigen gestalterischen Logik führten. Das zweifach geneigte Dach ist optimal an die aktive Solarenergienutzung angepasst. Die steilen Dachflächen dienen der solaren Heizungsunterstützung und sind auf die niedrig einfallende Wintersonne hin ausgerichtet. Die flacheren Flächen im oberen Dachbereich werden ganzjährig zur Stromerzeugung durch Photovoltaik-Module genutzt. Der polygonale Grundriss entwickelt sich aus den jeweiligen Grundstücksbedingungen. Das Projektteam hat sich immer wieder mit der Frage beschäftigt, wie sich das Haus der Zukunft tatsächlich reproduzieren lässt. Kein Grundstück ist wie das andere, die ideale Südausrichtung ist eher selten, Ausblicke, Hindernisse und vieles mehr beeinflussen die Orientierung eines Hauses. Die Zukunft des solaren Bauens kann folglich nicht in einer dogmatischen Südausrichtung von Gebäuden liegen. Die polygonale Form lässt hier viele Freiheiten. So können die Winkel von Dach und Wänden flexibel auf den jeweiligen Standort reagieren. Beispielsweise werden die Dachflächen in Richtung Südwesten steiler und passen sich der Sonne an. Die leicht nach Südwesten öffnenden Wände fangen weitere Solarstrahlung ein. Durch diese aktive Ausrichtung des Gebäudes kann die Solarenergie auch bei weniger günstig gelegenen Grundstücken optimal ausgenutzt werden. Das konzeptionelle Modell wird durch ein Verschieben seiner Kanten und Winkel immer wieder den jeweiligen Bedingungen angepasst, ohne seine Qualitäten zu verlieren. Und ganz wichtig: Natürlich hat jeder Bauherr eigene Vorstellungen. Deshalb muss das Haus anpassbar sein und auf diese Einflüsse reagieren.

Aus diesen Faktoren – den Wünschen des Bauherrn, den Möglichkeiten des Grundstücks und einer optimierten Solarenergie – wird die Form des Hauses generiert.

Die Suche nach einem geeigneten Grundstück gestaltete sich schwieriger als erwartet. In den meisten Neubaugebieten existieren Bebauungspläne, die strenge Regeln hinsichtlich Dachneigung oder Firstrichtung vorgeben. Selbst kleinere Abweichungen auf Grund von solarer Optimierung sind in der Regel sehr schwer durchzusetzen. Über den Sinn solcher Festlegungen in Bebauungsplänen, die teilweise 20 Jahre und älter sind, sollte an anderer Stelle weiter diskutiert werden.

Gebäudekonzept

Das Gebäude hat eine Wohnfläche von 172 Quadratmeter zuzüglich 66 Quadratmeter Keller und einer Garage. Es wird barrierefrei erschlossen, mit schwellenfreien Übergängen zum Außenbereich, um die flexible Nutzung und maximale Bewegungsfreiheit zu ermöglichen. Das Haus soll sich an die Bedürfnisse der Menschen anpassen, damit sich die Bewohner wohl fühlen. Aus diesem Grund gibt es, obwohl energetisch eigentlich nicht effizient, großflächige Parallelschiebetüren, die sich weit öffnen lassen. Durch die komplette Verglasung der offenen Hauptaufenthaltsräume Wohnen – Kochen – Essen verschmelzen Innenraum und Außenraum. Im Obergeschoss wird die polygonal-kristalline Gebäudeform räumlich dreidimensional erlebbar, Wände und Decken sind in unterschiedlichen Winkeln geneigt.

Die bauliche Umsetzung des Konzeptes stellt hohe Anforderungen an die räumliche Durcharbeitung aller Bauteilanschlüsse. Sowohl die Werk- und Detailplanung des Architekten als auch die Montage- und Schneidepläne der Holzbaufirma basieren auf einem dreidimensionalen CAD/CNC-Modell. Ohne die Präzision der entsprechenden Software und Maschinen wäre ein solches Gebäude bis vor ein paar Jahren in einem vertretbaren wirtschaftlichen Rahmen kaum möglich gewesen. Das „analoge“ Holzmodell diente den Planern zusätzlich zum Verständnis der räumlichen Vielfalt.

Das Kristall-Thema zieht sich durch das ganze Gebäude und wird dadurch verstärkt, dass das Dach und die Außenwände mit dem gleichen anthrazitfarbenen Material belegt werden. Die rautenförmigen Solarthermie- und Photovoltaikflächen wechseln sich kantenscharf mit geklebten Faserzementtafeln ab, alle Flächen sind bündig. Der anthrazitfarbene glänzende Außenanstrich greift die Optik der Solarkollektoren auf. Wand und Dach bilden dadurch eine optische Einheit, die Grenzen verschmelzen und das Gebäude als Ganzes erinnert an einen blaugrauschimmernden Kristall.

Gebäude- und Heizungstechnik

Die Haustechnik im Solaraktivhaus besteht aus den Komponenten Solarthermie, Photovoltaik, Wärmepumpe, kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung und Erdwärmetauscher sowie einer Fußbodenheizung. Auf dem Dach werden 55 Quadratmeter Photovoltaik-Module zur Stromerzeugung sowie 35 Quadratmeter Solarthermie-Kollektoren zur Wärmeerzeugung montiert. Zur Gartenbewässerung und für die WC-Spülung wird Regenwasser aus einer Zisterne benutzt.

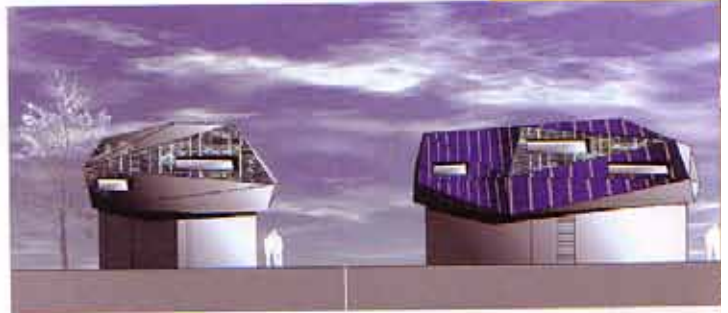
Die solarthermisch unterstützte Luft/Wasser-Wärmepumpe mit einem 1.000-Liter-Speicher ist das energetische Herzstück des Hauses. Die Anlage ist eine Neuentwicklung und kombiniert die Wärmepumpentechnologie von Danfoss mit der Solartechnik von Sonnenkraft. Die Wärmepumpe ist direkt mit der Solaranlage verbunden und erreicht dadurch eine hohe Jahresarbeitszahl. Sie ist damit mit dem Wirkungsgrad heutiger Sole-/Wasser-Wärmepumpen vergleichbar. Der große Speicher sorgt für eine maximale Ausnutzung der Sonnenenergie. Warmwasser bereitet im Durchlaufprinzip ein in die Anlage integriertes Frischwassermodul mit patentierter Temperaturschichtung. Das „Gehirn“ der Wärmepumpe ist der Regler des Vier-Wege-Mischers, der die gesamten Energieströme steuert.

Das gesamte Gebäude ist mit einem EIB-Bussystem ausgestattet, das ebenfalls automatisch die Beschattung der Südglassflächen im Sommer regelt. Die Lüftung über den Erdreichwärmetauscher kann ebenso wie die Wärmepumpe im Umkehrbetrieb im Sommer zu Kühlzwecken eingesetzt werden. Eine natürliche Kühlung des Gebäudes ist durch eine Querlüftung vom Keller über das Dachoberlicht möglich. Die Speichermasse des Stahlbetonkellers wird so zur Nachtauskühlung aktiviert.

Der Strom, den die Wärmepumpe für das Erzeugen der Wärme benötigt, ist regenerativer Strom, den die 55 Quadratmeter große Photovoltaikanlage erzeugt und ins Netz einspeist. In der Jahresbilanz soll die PV-Anlage den Strombedarf der kompletten Haustechnik und des Haushalts zurück ins Netz speisen und so für eine ausgeglichene Bilanz des Nullenergiehauses sorgen.

Optimierung von Energiebilanz und Raumklima

Zur Optimierung und Verifizierung des Energiekonzeptes wurden vom Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme statische Berechnungen und dynamische Simulationen durchgeführt.



Konzept Kristall

Das Gebäude liegt mit einem berechneten Heizwärmebedarf von rund 25 kWh/m²/a etwas über den Grenzwerten des Passivhauses. Ursache hierfür sind in erster Linie die großzügigen Verglasungen im Erdgeschoss des Gebäudes. Gedeckt werden der Heizwärmebedarf und die Brauchwassererwärmung von der solarthermisch unterstützten Wärmepumpe. Das System erzielt insgesamt einen solaren Deckungsanteil von rund 30%. Der Haushaltsstrom wurde für eine vierköpfige Familie mit 2.000 kWh/a angenommen, entsprechend einer modernen Ausstattung mit energieeffizienten Geräten. Bilanziert man den Jahresenergiebedarf (Strom) des Gebäudes aus Nutzung und Haustechnik mit den regenerativen Energiegewinnen aus der Photovoltaikanlage, dann ergibt sich eine positive Energiebilanz.

Solare Energiegewinne können auch ihre Schattenseiten haben. Größter Wert bei allen solaren Optimierungen wurde deshalb auf den sommerlichen Wärmeschutz gelegt, um auch im Sommer ein angenehmes Raumklima gewährleisten zu können. In dynamischen Simulationsrechnungen wurden verschiedene Varianten zum Sonnenschutz und der nächtlichen Auskühlung des Gebäudes untersucht. Die Ergebnisse der Monate Juni bis August zeigen, dass alle Varianten mit einer zusätzlichen Nachtlüftung (3-6) die Kriterien nach DIN 4108-2:2003-07 voll erfüllen. Danach darf eine Temperatur von 26 °C an maximal 10 Prozent der Anwesenheitsstunden überschritten werden.

Ob sich das wissenschaftliche Know-how und das emotionale Herzblut der Projektpartner, das im Regensburger Solaraktivhaus 2020 steckt, in der Praxis bewährt, wird sich spätestens zeigen, wenn im Jahr 2010 eine Familie das Haus bewohnt. Die Forscher des Fraunhofer Instituts für solare Energiesysteme werden in einem Zeitraum von zwei Jahren die rechnerischen Energiekennwerte über ein umfassendes Monitoring evaluieren.

Prof. Dr. Birgit Scheuerer-Lenzen ■