

BETTINA RÜHM

# ENERGIEPLUS HÄUSER

NACHHALTIGES BAUEN  
FÜR DIE ZUKUNFT



DVA

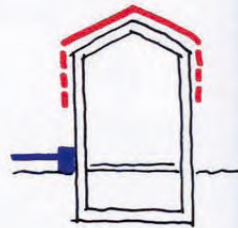
# Solar-Aktivhaus Mit wissenschaftlicher Begleitung

REGENSBURG

EINFAMILIENHAUS »HAUS DER ZUKUNFT«

ENERGIEPLUSHAUS,

ENERGETISCHER MODELLVERSUCH



Ansicht von Süden

## LAGE UND SITUATION

Die Firma Sonnenkraft übertrug den Architekten die Planung eines Einfamilienhauses mit dem Ziel, den für das Jahr 2020 von der Bundesregierung vorgesehenen energetischen Standard zu erfüllen. Das Konzept sah vor, den Energiebedarf eines Einfamilienhauses möglichst stark zu reduzieren, ohne den technischen Aufwand zu betreiben, der für ein Passivhaus erforderlich ist, und solare Energie zur Stromerzeugung und Warmwasserbereitung zu gewinnen. Das dann realisierte sogenannte Solar-Aktivhaus war als Modellprojekt konzipiert worden, und so werden die Energiedaten des Hauses täglich an das Fraunhofer-Institut ISE weitergeleitet und dort insgesamt zwei Jahre lang ausge-

wertet. Man möchte herausfinden, was sich bei diesem energetischen Konzept bewährt und was eventuell verbessert werden könnte.

Bevor das Haus im März 2011 an seine jetzigen Bewohner, eine Familie mit Kind, verkauft wurde, war es wegen seines Modellcharakters ein Jahr lang öffentlich zugänglich gewesen. Es steht in einer Wohnsiedlung am Stadtrand von Regensburg, grenzt an eine öffentliche Grünfläche und ist an den öffentlichen Nahverkehr und die städtische Infrastruktur angebunden. Das Gebäude ist barrierefrei erschlossen.

## GEBÄUDEFORM UND BAUKONSTRUKTION

Die polygonale Form des Gebäudes mit unterschiedlich geneigten Wand- und Dachflächen ähnelt einem Kristall und bietet daher der Sonne vielfältige Einfallswinkel. Dieser Kunstgriff erlaubte den Architekten, den Anteil an nach Süden gerichteten Dach- und Fassadenflächen so stark wie möglich zu erhöhen, um dann auch auf nicht optimal ausgerichteten Grundstücken die Solarenergie effektiv nutzen zu können. An den nach Südosten und Nordwesten geneigten Dachflächen bilden flächenbündig integrierte Photovoltaikmodule die Dachhaut; selbst die etwas kleinere Dachfläche auf der Nordwestseite erhält noch ausreichend Südsonne, wodurch auch dort die solare Ausbeute relativ gut ist. Die abgeschrägten Fassadenflächen sind mit Solarthermiepaneelen verkleidet.

Für ein einheitliches, architektonisch harmonisches Erscheinungsbild des Baukörpers wurden die Materialien von Außenwand und Solarmodulen farblich aufeinander abgestimmt und die Module flächenbündig neben anthrazitfarbenen, geklebten und zementgebundenen Faserplatten angeordnet.

Die Außenhülle besteht aus einem hochwärmegeprägten, vorgefertigten Holzrahmenbau mit FJI-Trägern aus zwei Gurten und einem dazwischenliegenden Steg; für die Gurte wird ein finnisches Nadelholz verwendet, das sogenannte Kerto, während die Stege aus OSB-Platten bestehen. Der Vorteil dieser Träger liegt in ihrer hohen Stabilität bei geringem Eigengewicht sowie in der Reduzierung von Wärmebrücken, da im Bereich des dünneren Stegs eine dickere Wärmedämmung angebracht werden kann. Die Holzgeschossdecke ist nicht verkleidet, sondern auf der Unterseite geweißt, wodurch im Innenraum, trotz heller Deckenuntersicht, die Holzstruktur sichtbar bleibt. Die Innenwände im Erdgeschoss bestehen aus verputzten massiven Ziegelwänden zur Wärmespeicherung und erhielten einen weißen Kalkanstrich, der Feuchtigkeit aufnehmen kann und so das Raumklima günstig beeinflusst.

## GRUNDRISS UND INNENRÄUME

Im Erdgeschoss führt ein zentraler, vom Eingang bis zur Gartenfront durchgehender Flur in den offenen Bereich für Wohnen, Kochen und Essen. Nach Süden ist dieser Bereich vollständig verglast und über großflächige Schiebetüren schwellenlos mit dem Außenraum verbunden. Die Architekten entschieden sich für Schiebetüren, da diese erfah-



Ansicht von Nordwesten



Ansicht von Südwesten

## 3



rungsgemäß sehr geschätzt werden, auch wenn energetisch gesehen Flügeltüren sinnvoller gewesen wären, da sie weniger Lüftungsverluste verursachen. »Ein Nutzer«, sagt Architekt Stephan Fabi, »will auch Fenster öffnen können, selbst wenn die Außentemperaturen nicht unbedingt dafür sprechen.«

Nach einigem Zögern verzichtete der Architekt auf einen Windfang, weil so der offene Raum besser zur Geltung kommt und auch das Licht von der Gartenseite bis zum Eingangsbereich einfällt. Technische Simulationen haben gezeigt, dass die Luft wie ein kühler Teppich im Eingangsbereich liegen bleibt.

Einläufige Treppen verbinden die verschiedenen Ebenen miteinander und verstärken so die großzügige Note. Im Obergeschoss lässt sich die kristalline Form des Baukörpers deutlich an den Dachschrägen in den

einzelnen Räumen erkennen. Ein großes Dachfenster im Flur, das bis über die abgeschrägte Fassadenfläche reicht, lässt auch im Obergeschoss viel Südsonne herein. Eine Besonderheit sind hier die einzelnen Raumfenster, weil sie nach außen aufgehen. Diese sonst eher in skandinavischen Ländern übliche Variante hält der Architekt für energetisch sinnvoller, denn Winddruck schließt das Fenster automatisch. Daher erhielten diese Fenster keine außenliegenden Sonnenschutzvorrichtungen, sondern innenliegende Rollos mit Sonnenschutzbeschichtung. Durch die Auskragung des Obergeschosses ergibt sich im Erdgeschoss für die südorientierten Bereiche bereits ein passiver Sonnenschutz im Sommer. Zusätzlich schützen außenliegende Lamellenrollos die Fensterflächen im gesamten Wohnbereich vor Sonneneinstrahlung.

## ENERGIEKONZEPT

Zur passiven Solarenergiegewinnung erhielten die Süd- und Südwestseite große, dreifachverglaste Fensterflächen, und die gesamte Gebäudehülle wurde gemäß dem Passivhausstandard sehr dicht ausgeführt, sodass die Wärme im Haus bleibt. Die zusätzlich benötigte Heizwärme stellt eine Luftwärmepumpe bereit. Der Architekt koppelte die Wärmepumpe mit den Solarkollektoren, die überschüssige Wärme in die Luftwärmepumpe einspeisen. Somit konnte er auf die aufwendigen und damit teuren Tiefenbohrungen verzichten; Erdkollektoren, die horizontal unter der Erdoberfläche verlaufen, versorgen nur die kontrollierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung. Im Sommer wird das Haus über eine automatische Querlüftung gekühlt: Bei Hitze öffnen sich Dachoberlichter und ein Kellerfenster. Sensoren an den Dachfenstern sorgen dafür, dass diese sich bei Regen automatisch wieder schließen. Durch das geöffnete Kellerfenster gelangt kühlere Luft ins Innere, streicht kühlend an den massiven Wänden entlang, erwärmt sich dabei und zieht nach oben ab. Die Temperaturverteilung im Haus wurde vor Baubeginn unter Verwendung einer Sommer-Belastungs-Temperaturkurve simuliert, die tatsächliche Temperaturverteilung ist auf einem Monitor ablesbar. Dabei zeigt sich, dass im Sommer der Obergeschossflur am wärmsten ist, die Zimmertüren dort am besten geschlossen bleiben.

Die etwa 45 Quadratmeter große Photovoltaikanlage auf dem Dach versorgt das Haus mit knapp 6175 Kilowattstunden Strom pro Jahr – deutlich mehr Energie, als das Haus für Heizwärme, Warmwasser und Strom benötigt. Die Wechselrichter für die PV-Anlage wurden auf drei Module aufgeteilt, damit die Anlage bei einem Defekt nicht komplett ausfällt. Die drei geneigten Fassadenflächen bieten insgesamt 35 Quadratmeter für die Solarthermiepaneele, die zusammen mit der Wärmepumpe den Trinkwarmwasserbedarf abdecken.

Sämtliche Energie- und Wetterdaten sind über einen Touchscreen abrufbar, über den auch die Temperatur im Haus eingestellt werden kann und die Sonnenschutzrollos bedient werden können. Wegen der eingesetzten Gebäudeautomation müssen sich die Bewohner um fast nichts kümmern, die voreingestellte Grundtemperatur wird automatisch eingehalten. Die Wartung der Wärmepumpe erfolgt einmal jährlich durch einen Fachmann, die Filter für die Lüftungsanlage müssen in regelmäßigen Abständen ausgetauscht werden.





Südseite

### WEITERE ÖKOLOGISCHE ASPEKTE

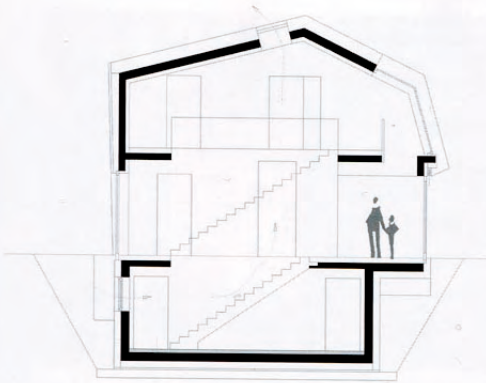
Zum Einsatz kamen ausschließlich baubiologisch hochwertige Baustoffe, deren Herstellung mit nur geringem Primärenergieverbrauch verbunden ist und die daher ökologisch nachhaltig sind. Eine Regenwasserzisterne dient der Gartenbewässerung und der WC-Spülung. Ist die Zisterne leer, stellt das Hauswasserwerk automatisch auf die Versorgung über die Trinkwasserleitung um; auch manuelle Umstellung ist möglich.

### DAS SAGEN DIE BEWOHNER

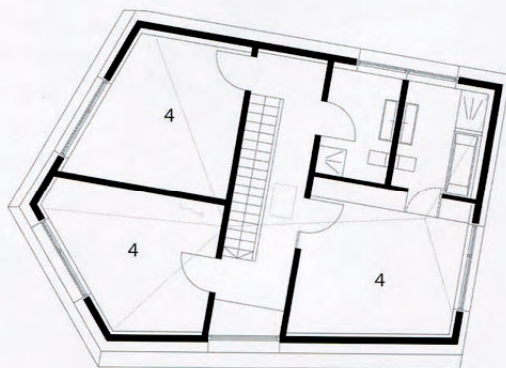
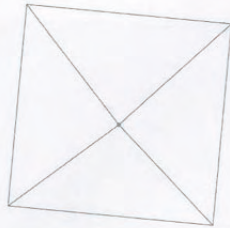
Den Wartungsaufwand für die Technik empfinden die Bewohner als gering. »Wir wechseln alle drei Monate die Filter der Lüftungsanlage, das ist kein großer Aufwand«, sagt die Hausherrin. »Und wenn es Probleme gäbe oder irgendetwas nicht funktionieren sollte, haben wir immer noch einen Ansprechpartner von der Firma Sonnenkraft. Der kommt dann ins Haus.« Auf die Frage, wie sie den Alltag mit der vielen Technik empfindet, meint sie: »Man muss sich natürlich ein wenig darauf einlassen und darf nicht vor dem Computer zurückschrecken. Ein paar Dinge muss man sich schon merken. Aber die Technik ist einfach zu bedienen, und es ist nicht arbeitsintensiv.«



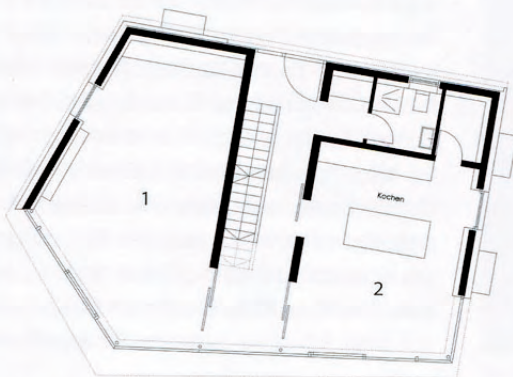
Monitor: Übersicht über die Energiedaten



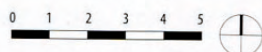
Schnitt



Obergeschoss



Erdgeschoss



Architekt	Fabi Architekten BDA, Regensburg
Grundstücksgröße	1050 m <sup>2</sup>
Bebaute Fläche	140 m <sup>2</sup>
Wohnfläche	175m <sup>2</sup>
Geschosse	2
Keller	ja
Fertigstellung	2009

#### Baukonstruktion und Materialien

Vollziegelmauerwerk und Holzrahmenbau

Materialien für den Innenausbau:

Holz, Kalkputz

Wärmedämmung: Zellulose

U-Wert Außenwand: 0,11 W/m<sup>2</sup>K

U-Wert Fenster: 0,75 W/m<sup>2</sup>K

A/V-Verhältnis: 0,63

#### Anlagentechnik

Luftwärmepumpe, Photovoltaikanlage,  
Solarthermie-Anlage, Warmwassertank,  
Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung

#### Energie

Primärenergiebedarf: ca. 24 kWh/m<sup>2</sup>a

Endenergiebedarf: ca. 22 kWh/m<sup>2</sup>a

Heizwärmebedarf: 25,2 kWh/m<sup>2</sup>a

Erzeugte Energie durch PV am Standort:

6175 kWh/a; Erzeugte Energie durch

Solarthermie am Standort: 2590 kWh/a

Überschuss aus PV:

875 kWh/a (Messwert im Jahr 2012)

Energieform für Heizung: Luft, Solarthermie,  
Strom

Energieform für Warmwasser: Luft, Solar-  
thermie, Strom

#### Photovoltaik und Solarthermie

Fläche für Photovoltaik: 45 m<sup>2</sup>

Lage und Orientierung der Module:

Dach, Süden und Südwesten, flächenbündig  
integriert

Fläche für Solarkollektoren: 35 m<sup>2</sup>

Lage der Module: Fassade, Süden und  
Südwesten

Nennleistung PV-Anlage: 6,05 kWp

#### Kosten

Baukosten pro m<sup>3</sup> umbauter Raum brutto  
(KG 300 + 400): 600 €

Baukosten insgesamt brutto  
(KG 300 bis 700): 650 000 €

- 1 Wohnen
- 2 Küche/Essen
- 3 Garage
- 4 Zimmer