

DETAIL

An abstract geometric pattern composed of various sized triangles and lines in shades of yellow and green, creating a complex, crystalline structure that fills the lower two-thirds of the page.

Energetische Sanierung von Fenstern
Raumklimasysteme im Vergleich
Nachhaltiges Bauen im arabischen Raum

02/11

Green

Wohnhaus in Pressbaum

Residential building in Pressbaum

Der Sonne entgegen
Towards the sun



Nicht nur Forschungsinstitute und Architekten machen sich derzeit Gedanken über zukunftsfähiges Bauen. Auch die Firma Velux errichtet derzeit sechs sogenannte »Model Homes 2020« in unterschiedlichen europäischen Ländern. Die Gebäude sollen auf beispielhafte Weise einen hohen Energiestandard, ein gesundes Innenraumklima und eine optimierte natürliche Belichtung miteinander verbinden.

Das »Sunlighthouse« in Pressbaum bei Wien ging aus einem Wettbewerb hervor, zu dem Velux 2008 neun aufstrebende österreichische Architekturbüros eingeladen hatte. Daran schloss sich eine intensive, eineinhalbjährige Planungs- und Optimierungsphase an. Die eigentliche Bauzeit war mit sechs Monaten dagegen vergleichsweise kurz. Um die selbst gesteckten Ansprüche hinsichtlich Energieeffizienz und Raumklima erreichen und dann auch verifizieren zu können, holte sich der Bauherr zwei wissenschaftliche Partner ins Boot: das Österreichische Institut für Baubiologie und -ökologie (IBO) für Bauphysik, Materialberatung und Ökobilanzierung sowie die Donau-Universität Krems für das Tageslicht-, Energie- und Haustechnikkonzept. Gemeinsam mit ihnen wurden die Anforderungen an das Gebäude konkretisiert: Es sollte ausschließlich mit erneuerbaren Energien betrieben werden, mehr Energie erzeugen, als es verbraucht, und eine positive CO₂-Bilanz – einschließlich der Herstellung der Baustoffe – besitzen.

Der Standort orientiert sich hingegen eher am österreichischen Mainstream denn an strengen Nachhaltigkeitskriterien: ein Hanggrundstück in einer komplett automobilabhängigen Streusiedlung im Hügelland westlich von Wien. Nicht einmal ein gültiger Bebauungsplan existierte zum Zeitpunkt des Wettbewerbs – aber ein Grundstück, das energieeffizientes Bauen zur Herausforderung werden lässt: Es ist steil geneigt und wird vom angrenzenden Wald und vom Nachbargebäude teilweise verschattet. Eine Öffnung des Gebäudes bot sich nur Richtung Osten an, wo der Panoramablick ins Tal fällt.

Konstruktion

Die Architekten reagierten auf diese Situation mit einem Hybrid aus Langhaus und Atriumhaus: Das Gebäude ist lediglich sieben Meter breit, aber fast 20 Meter lang. Ein in die Südwestseite eingeschnittenes Atrium mit Freiterrasse war von Anfang an Bestandteil des Entwurfs. Die markante, sich nach oben weitende Ausbuchtung des Baukörpers hingegen entstand erst später, als die Gemeinde Pressbaum forderte, das Haus um fünf Meter zu verkürzen. Letztlich löst die Trichterform mehrere Probleme auf einmal: Sie schafft genug nach Süden ausgerichtete Dachfläche für Photovoltaik und Solarkollektoren und sie ermöglicht es, Südlich von schräg oben ins Wohnzimmer zu holen, ohne den Raum den Einblicken des Nachbarn zu öffnen.

Bis auf das halb ins Gelände eingegrabene, aus Ortbeton erstellte Gartengeschoss ist das Haus ein Holzständerbau mit



- 1 Straßenfassade mit zurückspriegelndem Eingangsbereich
- 2 Ansicht von Westen mit Atrium
- 3 Schnitt Maßstab 1:250
- 4 Lageplan Maßstab 1:1000
- 5 Ansicht von Süden



Brettstapeldecken, Dreierlei Gründe sprachen für Holz als Baumaterial: seine günstige CO₂-Bilanz, die Präferenz der Architekten und die kurze Bauzeit. Lediglich drei Tage waren erforderlich, um die Decken- und Wandelemente der beiden oberen Geschosse – inklusive Fassadenverkleidung – zu montieren. Außenwände und Dach bestehen aus 1,20 Meter breiten Elementen, die inklusive der Dachfenster in einem Vorfabrberger Zimmereibetrieb vorgefertigt wurden. Auch die äußere Verschalung aus Fichtenholz wurde inklusive der Konterlattung bereits als vorgefertigte Paneele (weitestgehend per Bahn) an die Baustelle geliefert. Bauseitig montiert wurden an der Gebäudehülle lediglich die Solarmodule, die Dacheindeckung und die Fassadenfenster. Auch in den Innenräumen dominiert Holz – Fichte für Wände und Einbaumöbel, Eichenparkett für die Böden – das durchwegs weiß geölt wurde. Sein heller Farbton unterstützt die gleichmäßige Lichtverteilung in den Räumen.

Bauherr/Client:

Velux Österreich GmbH, Wolkersdorf

Architekten/Architects:

Hein-Troy Architekten, Bregenz/Wien

Statik/Structural engineers:

merz kley partner ZT GmbH, Dornbirn

Haustechnikplanung/Building services engineering:

ZFG-Projekt GmbH, Baden bei Wien

Wissenschaftliche Projektbegleitung/Scientific consultants:

Department für Bauen und Umwelt, Donau-

Universität Krems

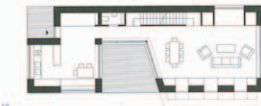
IBO Österreichisches Institut für Saubio-

und -ökologie, Linz

Projektmanagement/Project management:

profea Projektentwicklung, Wien

Das Raumprogramm war vom Bauherrn lediglich vage als »Wohnhaus für vier Personen« definiert worden. In seiner jetzt realisierten Form enthält das Haus 166 m² Wohnfläche im Erd- und Obergeschoss sowie einen weiteren, 35 m² großen Hobby- und Gästeraum im Gartengeschoss. Der Haupteingang führt durch die fast fensterlose Giebelseite an der Straße praktisch direkt in die Küche. Sie und das Wohnzimmer – die beiden Haupträume im Erdgeschoss – liegen einander beiderseits des Atriums gegenüber, das bei gutem Wetter als Sonnenplatz im Freien dient. Doch auch witterungsgeschützt lassen sich Tageslicht und Ausblicke vom Wohnraum aus genießen. Zwei Panoramafenster, eines davon als gepolsterte Sitznische ausgestaltet, öffnen sich nach Osten, Richtung Wald und Stausee. Nicht ganz so offen wie das Erdgeschoss, doch ebenso gut belichtet ist das Obergeschoss mit seinen drei Schlafzimmern und zwei Bädern. Hier reicht lediglich die Trennwand zwischen



Eiternschlafzimmer und Flur bis unter den Dachfirst. Alle übrigen Innenwände sind nur türhoch, oft als Schrankwände konstruiert, und setzen sich nach oben in rahmenlosen Verglasungen fort. Die beiden Kinderzimmer sind eher knapp bemessen; im Gegenzug kann der breite Flur zum Spielen und (dank eines eingebauten Schreibsekretärs) zum Arbeiten benutzt werden. Gleich zwölf Dachfenster erhellen das Obergeschoss; hinzu kommt ein Panoramafenster am Südostende des Flurs. Die Räume profitieren davon: Selbst das WC, die Dusche und der begehbare Wandschrank sind natürlich von oben belichtet. Für Wohnräume fordert die DIN 5034-4 einen Tageslichtquotienten von 0,9% in der Raummitte. Im Sunlighthouse liegt dieser Wert durchschnittlich bei 5%; in einigen Obergeschossräumen sogar bei 9%. Die Fensterfläche im Haus beträgt 50% der Wohnnutzfläche – auch dies das Fünftfache dessen, was die österreichische Bauordnung verlangt.

Dennoch hat das Sunlighthouse nicht mit den energetischen und raumklimatischen Problemen zu kämpfen, die für Gebäude mit großen Glasflächen typisch sind. Simulationen der Donau-Universität Krems zufolge erzielen die Fenster im Jahresverlauf fast ebenso große solare Wärmegewinne (32 kWh/m²a) wie Wärmeverluste (37 kWh/m²a). Außen liegende, transluzente Markisen vor allen Fenstern sollen verhindern, dass die Innentemperaturen im Sommer über 26°C ansteigen.

Um die Gefahr der sommerlichen Überhitzung weiter zu minimieren, konzipierten die Architekten das Haus als »schweren Holzbau«. Die Decken bestehen aus Massivholz; die Wände sind mit insgesamt 16 Tonnen hochverdichteten Gipsfaserplatten beplankt. Ob sich diese – und ob sich die übrigen energetischen – Maßnahmen bezahlt gemacht haben, ermittelt die Donau-Universität Krems derzeit im Rahmen eines Monitoring-Programms. Es soll auch nach dem jüngsten Besitzerwechsel fortgeführt werden: Noch im Herbst 2011 will Velux das Sunlighthouse an einen privaten Interessenten weiterverkaufen, der es fortan als Wohnsitz nutzen wird.

The 'Sunlighthouse' in Pressbaum near Vienna emerged as the winner of a competition which Velux had invited nine emerging Austrian architectural offices to compete in 2008. Subsequently, an intensive 18 months planning and optimisation phase began. In comparison, the actual construction phase of six months was relatively short. The house was to be powered exclusively by renewable energies, produce more energy than it consumed and have – including the production of the building materials – a positive CO₂ balance. In contrast, the site location represents the Austrian mainstream rather than the stringent principals of sustainability. It is a sloping site in a totally car dependant area of dispersed settlement in the hills west of Vienna. It has a steep incline and is partially shaded by the adjacent woodland and neighbouring building. Large openings in the building were only possible on the eastern side of

- 6 Wohnzimmer, Blick Richtung Atrium und Küche
- 7 Wohnzimmerfenster mit «Sitz-nische» und Blick zum Stausee
- 8 Längsschnitt Maßstab 1:250
- 9 Grundriss Obergeschoss Maßstab 1:250
- 10 Grundriss Erdgeschoss Maßstab 1:250
- 11 Grundriss Untergeschoss Maßstab 1:250
- 12 Elternschlafzimmer
- 13 Flur im Obergeschoss mit Panoramafenster, rechts die Kinderzimmer

- 6 Living room, view towards the atrium and kitchen
- 7 Living room with seating niche and a view to the reservoir
- 8 Longitudinal section Scale 1:250
- 9 First floor plan Scale 1:250
- 10 Ground floor plan Scale 1:250
- 11 Garden level (basement) floor plan Scale 1:250
- 12 Parents' bedroom
- 13 Upstairs hallway with panoramic window; children's room to the right

Grundstücksfläche: 1300 m² | Wohnnutzfläche: 201 m² | Kompaktheit (A/V): 0,71 | U-Werte: Außenwände 0,13 W/m²/K; Dach 0,11 W/m²/K; Fenster 1,1 W/m²/K; Boden gegen Erdreich 0,09 W/m²/K (EG), 0,14 W/m²/K (UG) | Bedarf Heizwärme: 24 kWh/m²/a; Primärenergie: 48 kWh/m²/a | Primärenergieerzeugung PV: 49,5 kWh/m²/a

Site area: 1300 m² | Usable floor area: 201 m² | Compactness (S/V): 0,71 | U-values: external walls 0,13 W/m²/K; roof 0,11 W/m²/K; windows 1,1 W/m²/K; floor against subsoil 0,09 W/m²/K (ground floor), 0,14 W/m²/K (basement) | Heating requirement: 24 kWh/m²/a | Primary energy demand: 48 kWh/m²/a | Primary energy generation (PV): 49,5 kWh/m²/a

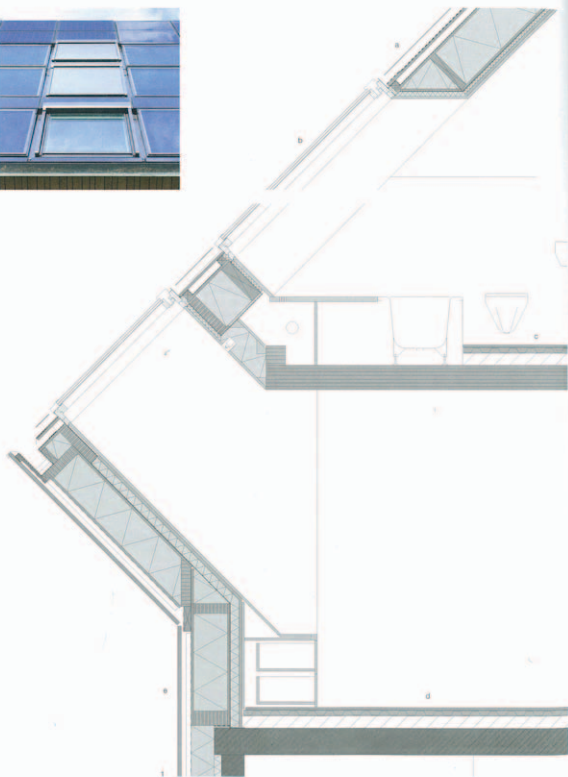
the site where the panoramic view extends into the valley below. Hein-Troy Architects responded to this situation with a hybrid between a long house and an atrium house: the building is seven-metres-wide, but nearly 20-metres-long. Apart from the partially embedded garden floor level constructed from in-situ concrete, the house is a timber post construction with dowelled laminated timber slab ceilings. Timber was chosen as a building material for three reasons: it has a reasonable CO₂ balance, it was the architects' preference and it enables speedy construction. A mere three days were required to assemble the ceilings and the wall elements, including the facade cladding of the two upper floors.

The main entrance leads through the (nearly windowless) gable at the road almost straight into the kitchen. The kitchen and the living room – the two main rooms on the ground floor – lie opposite one another and are separated by the atrium, which during good weather serves as a sunny outdoor space. The daylight and the

views can also be enjoyed inside protected from the weather. Two panoramic windows, one of which is designed as an upholstered sitting niche, face towards the southeast in the direction of the woodland and the water reservoir.

Though not as open as the ground floor, the first floor with its three bedrooms and two bathrooms is equally well lit. Here, the partition wall extends between the parents' bedroom and the corridor all the way up to the ridge of the roof. All remaining interior walls are only door height, are mostly constructed as cabinet walls and are extended upwards to the ceiling by frameless glass. Both children's rooms are compact; in contrast the wide hallway can be used as a play area and (thanks to a built-in desktop) as a work space. Twelve roof windows brighten the upper floor; additionally there is a panoramic window at the southeast end of the hallway. The rooms benefit directly from these openings: even the WC, the shower and walk-in closets are naturally lit from above.







1 Detailschnitt Dach/Fassade Südwest
vertikal Maßstab 1:25

2 Detailschnitt Dach/Fassade Nordost
vertikal Maßstab 1:25

a Dach Südwest:

PV-Elemente, 20 mm; Lattung horizontal, 44 mm; Lattung vertikal, 30 mm; bituminöse Abdichtungsbahn, beschichtet, selbstklebend, 5,1 mm; bituminöse Abdichtungsbahn, selbstklebend, 3 mm; OSB-Platte, 20 mm; Lattung vertikal, 60 mm, mit Nageldichtstreifen; OSB-Platte, 20 mm; Zellausdämmung, zwischen Sparren eingeblasen, 360 mm; OSB-Platte, 20 mm, als luftdichte Schicht (Fugen luftdicht verklebt); Wärmedämmung Schafwolle zwischen Lattung, 40 mm (Installationsebene); Gipsfaserplatten, hochverleitet, 2 x 12,5 mm; Holzverkleidung Fichte gehobelt, weiß geölt, 20 mm

b Dachfenster:

Niedrigenergie-Schwingfenster, Rahmen Kunststoff mit Holzleim, Dreifach-Isolierverglasung

c Decke über Erdgeschoss:

Parkett Eiche weiß geölt, geklebt, 10 mm; Trockenschicht mit Fußbodenheizung, 50 mm; Installationsbereich/verdichtete Kesselschichtung, 110 mm; Deckenelement Brettsplap Holz verklebt, 202 mm

d Decke über Untergeschoss:

wie Decke über Erdgeschoss, aber Deckenplatte Stahlbeton aus Hochfenzement, 220 mm

e Außenwand Obergeschoss/Erdgeschoss:

Holzlatting Fichte, 30 mm; Lattung horizontal, 40 mm; Lattung vertikal, 46 mm; Windschichtung, UV-beständig; OSB-Platte, 20 mm; Wärmedämmung Zellulose, eingeblasen, 280 mm; OSB-Platte, 20 mm, als luftdichte Schicht; Wärmedämmung Schafwolle zwischen Lattung, 76 mm (Installationsebene); Gipsfaserplatten, hochverleitet, 2 x 12,5 mm; Holzverkleidung Fichte gehobelt, weiß geölt, 20 mm

f Dach Nordost:

wie Dach Südwest, aber Außenverkleidung Holzlatting Fichte bandesägt, 30 mm

g Außenwand Keller gegen Außenluft:

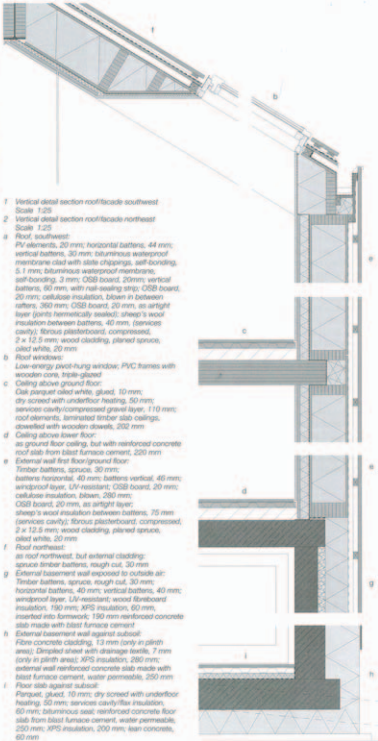
Holzlatting, Fichte bandesägt, 30 mm; Horizontalatlattung, 40 mm; Vertikalatlattung, 40 mm; Windschichtung, UV-beständig; Wärmedämmung Holzschweifaser, 190 mm; Wärmedämmung XPS, 60 mm, in Schichtung eingelegt; 190 mm Stahlbeton aus Hochfenzement

h Außenwand Keller gegen Erdreich:

Verkleidung Faserbeton, 13 mm (nur im Sockelbereich); Drainflies, 7 mm (nur im Sockelbereich); Wärmedämmung XPS, 280 mm; Außenwand Stahlbeton aus Hochfenzement, wasserundurchlässig, 250 mm

i Bodenplatte gegen Erdreich:

Bodenplatte gegen Erdreich: Trockenschicht mit Fußbodenheizung, 50 mm; Installationsbereich/Dämmung Fläch, 60 mm; bituminöse Abdichtung, Bodenplatte Stahlbeton aus Hochfenzement, wasserundurchlässig, 250 mm; Wärmedämmung XPS, 200 mm; Magerbeton, 60 mm



1 Vertical detail section roof/facade southwest
Scale 1:25

2 Vertical detail section roof/facade northeast
Scale 1:25

a Roof, southwest:

PV elements, 20 mm; horizontal battens, 44 mm; vertical battens, 30 mm; bituminous waterproof membrane clad with slate chipings, self-bonding, 5.1 mm; bituminous waterproof membrane, self-bonding, 3 mm; OSB board, 20 mm; vertical battens, 60 mm, with nail-sealing strip; OSB board, 20 mm; cellulose insulation, blown in between rafters, 360 mm; OSB board, 20 mm, as airtight layer (joints hermetically sealed); sheep's wool insulation between battens, 40 mm (services cavity); fibrous plasterboard, compressed, 2 x 12.5 mm; wood cladding, planed spruce, oiled white, 20 mm

b Roof windows:

Low-energy pivot-hung window; PVC frames with wooden core, triple-glazed

c Ceiling above ground floor:

Oak parquet oiled white, glued, 10 mm; dry screed with underfloor heating, 50 mm; services cavity/compressed gravel layer, 110 mm; roof elements, laminated timber slab ceilings, doweled with wooden dowels, 202 mm

d Ceiling above lower floor:

as ground floor ceiling, but with reinforced concrete roof slab from blast furnace cement, 220 mm

e External wall first floor/ground floor:

Timber battens, spruce, 30 mm; battens horizontal, 40 mm; battens vertical, 46 mm; windproof layer, UV-resistant; OSB board, 20 mm; cellulose insulation, blown, 280 mm; OSB board, 20 mm, as airtight layer; sheep's wool insulation between battens, 76 mm (services cavity); fibrous plasterboard, compressed, 2 x 12.5 mm; wood cladding, planed spruce, oiled white, 20 mm

f Roof northeast:

as roof southwest, but external cladding: spruce timber battens, rough cut, 30 mm

g External basement wall exposed to outside air:

Timber battens, spruce, rough cut, 30 mm; horizontal battens, 40 mm; vertical battens, 40 mm; windproof layer, UV-resistant; wood fibreboard insulation, 190 mm; XPS insulation, 60 mm, inserted into formwork; 190 mm reinforced concrete slab made with blast furnace cement

h External basement wall against subsoil:

Fibre concrete cladding, 13 mm (only in plinth area); Drimpled sheet with drainage textile, 7 mm (only in plinth area); XPS insulation, 280 mm; external wall reinforced concrete slab made with blast furnace cement, water permeable, 250 mm

i Floor slab against subsoil:

Parquet, glued, 10 mm; dry screed with underfloor heating, 50 mm; services cavity/filler insulation, 60 mm; bituminous seal; reinforced concrete floor slab from blast furnace cement, water permeable, 250 mm; XPS insulation, 200 mm; lean concrete, 60 mm

Die Bilanz des Experiments The result of the experiment

Peter Holzer

Ein sparsamer Umgang mit Energie muss heute für jedes Gebäude selbstverständlich sein – erst recht, wenn dieses den Anspruch stellt, ein »Model Home 2020« zu sein. Das aus energetischer Sicht wichtigste Planungsziel für das Sunlighthouse war daher der Plusenergiestandard. Der Energiebedarf für das Gebäude sollte so weit wie möglich minimiert und ausschließlich aus erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden.

Erreicht wurde dies mit einer hoch gedämmten und luftdichten Gebäudehülle (U-Wert Außenwand: 0,13 W/m²K; Dach: 0,12 W/m²K; Dreifachverglasungen mit U_g = 0,7 W/m²K). In Verbindung mit einer Lüftungsanlage mit effizienter Wärmerückgewinnung ergibt sich für das Haus ein Heizwärmebedarf von 24 kWh/m²a, bezogen auf die beheizte Bruttogrundfläche.

Nach der österreichischen Nomenklatur entspricht dieser Wert dem »Niedrigstenergiestandard«. Die Frage liegt nahe, warum das Gebäude nicht den Passivhausstandard, also insbesondere einen Heizwärmebedarf von 15 kWh/m²a bezogen auf die beheizte Nutzfläche, erreicht. Drei Faktoren haben in abnehmender Reihenfolge Anteil daran:

- die Gebäudeform. Sie trägt den Gegebenheiten des Standorts, einem schmalen, teilweise beschatteten Streifengrundstück mit eingegrenzten Sichtrichtungen Rechnung und verzichtet auch zugunsten funktionaler und einladender Außenräume auf das Maximum an Kompaktheit.



- die Befensterung. Sie wurde – über ihre Funktion der passiv solaren Energiegewinnung hinaus – nach Kriterien der Belichtungsqualität und der Sichtbeziehungen optimiert. Daher wurde sie auch an Stellen zugelassen, an denen sie keine Nettogewinne zur Raumheizung beisteuert.
- die Verwendung zahlreicher Dachflächenfenster. Sie sind neben vielen hervorragenden Eigenschaften mit der grundsätzlichen Notwendigkeit behaftet, die Verglasungsebene aus der Dämmebene herausheben zu müssen. Dies stellt naturgemäß eine Anfälligkeit für Wärmebrücken dar.

Diesen »Opfern« in energetischer Hinsicht stehen handfeste funktionale Qualitäten gegenüber. Und jenseits der Diskussion um einige Kilowattstunden Heizwärmebedarf ist das Sunlighthouse ein in seiner Jahresbilanz vollständig erneuerbar versorgtes, CO₂-neutrales Plusenergiehaus. Die 43 m² große Photovoltaikanlage erzeugt im Jahresverlauf mehr Strom, als das gesamte Gebäude für alle Energieanwendungen (inklusive Haushaltsstrom) verbraucht.

Zur Minimierung des Strombedarfs wurde zum einen die elektrische Beleuchtung durch eine tageslicht- und bewegungsabhängige Steuerung optimiert. Zum anderen wurden im Haus ausschließlich Haushaltsgeräte der höchsten verfügbaren Effizienzkategorie installiert. Einige in Einfamilienhäusern übliche Stromverbraucher entfielen völlig. Zum Beispiel ersetzt in der Küche ein offenes Fenster die Dunstabzugshaube. Statt eines Wäschetrockners wurde im Gartengeschoss ein Trockenschrank installiert, der an die Lüftungsanlage angeschlossen ist.

Tageslicht und Außenraumverbindung

Die qualitätsvolle Tageslichtversorgung und die gezielte Verschränkung von Innen- und Außenraum waren zentrale Planungsziele beim Sunlighthouse. Die Bedeutung dieser beiden Faktoren in der Architektur ist zuletzt radikal gestiegen, da Lichtmangelerscheinungen beim Menschen in erheblichem Ausmaß zunehmen.

Im Sunlighthouse beträgt der Tageslichtquotient in den Aufenthaltsbereichen 5% – und damit das Fünffache dessen, was die DIN 5034-4 vorschreibt. Die Fenster wurden gezielt so angeordnet, dass der Lauf der Sonne in Form direkter Lichtstrahlen im Innenraum erlebbar wird. Darüber hinaus entstanden dem Wohnraum zugeordnete Außenräume, die eine Verlagerung des Lebens in den Freibereich nicht nur ermöglichen, sondern geradezu aufdrängen. Markant ist etwa die zwischen Küche und Wohnzimmer eingeschnittene, der Mittags- und Nachmittags-sonne zugewandte Terrasse.

Dennoch ist das Sunlighthouse kein »Glashaus«. Anstelle einer wahllosen Vergrößerung von Glasflächen wurde mit einer reduzierten, aber gezielt gestalteten Befensterung gearbeitet, was der schwierigeren, aber in jeder Hinsicht der bessere Weg ist.





Klimaschutz

Auch in Gebäuden haben sich die Treibhausgasemissionen zu einem Schlüsselkriterium entwickelt, das den bloßen Energiebedarf an Bedeutung bei Weitem übertrifft. Ein überheiztes Wohnhaus der 60er-Jahre weist in der Regel Emissionen von 60–80 kg CO₂/(m²a) auf. Ein langfristig klimaverträglicher Grenzwert liegt hingegen in der Größenordnung von etwa 6 kg CO₂/(m²a), gültig immer für alle Energieanwendungen eines Gebäudes. Das Sunlighthouse ist im Betrieb CO₂-neutral, «leistet sich» also nicht einmal den klimaverträglichen Grenzwert von 6 kg CO₂/(m²a). Bewerkstelligt wird das durch die Minimierung des Verbrauchs, eine effiziente Haustechnik, die ergänzende solare Warmwasserbereitung und die dachintegrierte, netzgekoppelte Photovoltaikanlage, deren Energiebereitstellung den Verbrauch um 24 % übertrifft und die somit auch die geringen verbleibenden Emissionen des Gebäudes kompensiert. Würde das im Bauholz gebundene CO₂ als «Emissionssänke» in Rechnung gestellt, so wäre sogar die Errichtung des Sunlighthouse CO₂-neutral. Allerdings ist die Zulässigkeit dieser Bilanzierung unter Experten umstritten.

Bauökologie

Bei der Auswahl ökologisch hochwertiger und gesundheitsförderlicher Materialien beriet das Österreichische Institut für Bau-

Peter Holzer studierte Maschinenbau in Wien und ist seit 1994 in Forschung und Lehre im Bereich des energieeffizienten Bauens tätig. Seit 2011 leitet er das Department Bauen und Umwelt an der Donau-Universität Krems.

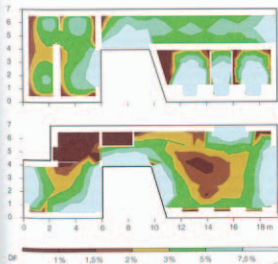
Peter Holzer studied mechanical engineering in Vienna and is, since 1994, engaged in the research and teaching of energy efficient building. Since 2011 he directs the Department of Building and the Environment at Danube University Krems.

biologie und -ökologie (IBO) das Planungsteam. Wichtige Kriterien waren hierbei die gesundheitliche Unbedenklichkeit, die weitestgehende Verwendung von Naturmaterialien, ein geringer Energieverbrauch bei der Herstellung sowie regionale Verfügbarkeit, Recyclingfähigkeit und Zerlegbarkeit.

Wesentlich für die CO₂-Bilanz war der Beton für das Gartengeschoß: Hier wurde statt des sonst üblichen Portlandzements Hüttensand verwendet, dessen Herstellung weitaus weniger Treibhausgasemissionen freisetzt. Die Installationsebenen der Außenwände sind mit Schafwolle, die erdberührenden Fußböden mit Flachs gedämmt. In den nicht tragenden Innenwänden verwendeten die Architekten Holzständer statt der sonst üblichen Metallprofile, in den Bädern und WCs Feinsteinzeugfliesen mit hohem Anteil an Recyclingmaterial.

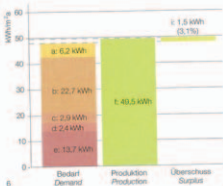
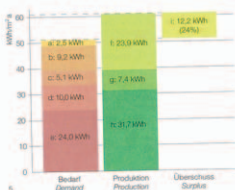
Das Fichtenholz für die Fassaden- und Innenwandoberflächen stammt aus heimischer Produktion. Dampfsperren aus Kunststoff waren verzichtbar, da die OSB-Platten in den Außenwänden und im Dach an den Plattenstößen luftdicht verklebt wurden. PVC- und HFKW-haltige Komponenten sowie lösungsmittelhaltige Farben waren im Haus generell tabu. Die Holzfußböden sind glatt.

Der Bahntransport von Baustoffen und -teilen, die weitgehende Wiederverwendung des Aushubmaterials auf dem Grundstück, die Gartengestaltung mit heimischem Kompost statt torfhaltiger



- Atrium bei Nacht
- Schnitt mit Energiekonzept und Anlagenschema
 - passive Nutzung der Solarenergie
 - thermische Solarkollektoren
 - natürliche Belüftung
 - effiziente Beleuchtung mit Tageslicht- und Anwesenheitssensoren
 - Photovoltaik
 - natürliche Belüftung (Kamineffekt): Abluft
 - Erdkollektor
 - Kompaktgerät (Lüftungsgitter mit Sole/Wasser-Wärmepumpe)
 - Wärmespeicher
 - natürliche Belüftung (Kamineffekt): Zuluft
- Wohnzimmer: Südsand mit Dachfenster
- Ergebnisse der Tageslichtsimulation. Die Farbcodierung gibt den Tageslichtquotienten (Daylight Factor, DF) an der jeweiligen Stelle im Raum wieder. Die DIN 5034-4 schreibt für Wohnräume einen Durchschnittswert von 0,9 % vor. Beim Sunlighthouse wurden durchschnittlich 5 % erreicht.

- Atrium at night
- Section with energy concept and systems diagram
 - Passive use of solar energy
 - Thermal solar collectors
 - Natural ventilation
 - Efficient lighting with daylight and occupancy sensors
 - Photovoltaic
 - Natural ventilation (stack effect): air extraction
 - Ground collector
 - Compact system (ventilation unit with brine-to-water pump)
 - Thermal storage unit
 - Natural ventilation (stack effect): air intake
- Living room: south wall with roof windows
- Results of the daylight simulation. The colour codes show the daylight factor (DF) of particular spaces in the room. DIN 5034-4 prescribes an average value of 0.9 %. The Sunlighthouse maintains an average of 5 %.



Pflanzerde sowie die Gartenbewässerung mit einer Regenwasserzisterne runden das Ökologiekonzept ab.

Haustechniksysteme

Raumwärme und warmes Wasser für das Haus liefert eine Sole/Wasser-Wärmepumpe mit 3,3 kW Leistung, die integriert ist in ein Kompakt-Lüftungsgerät mit effizienter Wärmerückgewinnung. Sie bezieht ihre Umweltwärme aus einem im Garten verlegten Erdkollektor und speist Heizwärme in eine Niedertemperatur-Fußbodenheizung ein. Unterstützt wird sie von einer thermischen Solaranlage mit 8 m² Kollektorfläche, die im Jahresdurchschnitt 70 % des Warmwasserbedarfs im Gebäude deckt. Auch eine Kühlfunktion wurde – wenngleich eigentlich nicht notwendig – als komfortabler Luxus vorgesehen. Die Wärmepumpe kann die Fußbodenheizung mit gekühltem Wasser beaufschlagen. Als erwünschter Nebeneffekt wird hierbei der Erdkollektor thermisch regeneriert und für den Winterbetrieb vorbereitet. In puncto Raumlüftung hat sich der Bauherr für eine Doppelstrategie entschlossen: Bei weniger als 14 °C Außentemperatur ist die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung in Betrieb. Oberhalb dieser Schwelle wird das Haus über eine automatische Fenstersteuerung be- und entlüftet. Die Fenster öffnen und schließen sich in Abhängigkeit vom CO₂-Gehalt der Raumluft, Innen- und Außentemperatur, Windgeschwindigkeit und Regen. Die wesentliche Stellgröße für das Öffnen der Fenster ist dabei ein CO₂-Gehalt von 600 ppm in der Raumluft.

Automatisierung und Monitoring

Im Sunlighthouse wurde ein hoher Aufwand für Automatisierung und Messtechnik verwirklicht, der einerseits dem Monitoring und andererseits dem Komfort der Nutzer dient. In sieben Raumzonen werden kontinuierlich Temperatur, Feuchte und CO₂-Konzentration der Raumluft gemessen und verarbeitet. Eine Klimastation im Außenraum erfasst dieselben Werte sowie die Sonnenstrahlungsintensität. Zur Verarbeitung der Messwerte und zur Ansteuerung der Heizungsanlage, der Lüftungsanlage, der automatisierten Fensterlüftung sowie der gesamten Beleuchtungsanlage wurde ein Bussystem im Gebäude installiert. Dieses hohe Maß an Automatisierung ist Teil des Experiments und wurde insbesondere in Kauf genommen, um die Kompatibilität unterschiedlicher, von Tochterunternehmen des gleichen Unternehmens angebotener Komponenten zu erproben. Im Kern seines Wesens als lichtdurchflutetes, behagliches, CO₂-neutrales Plusenergiehaus wäre das Gebäude auch mit einem Bruchteil der Steuerungstechnik ausgekommen.

Erfahrungen aus der Planungsphase

Aus dem Wissen, dass das Gebäude sehr unterschiedlichen Anforderungen in gleichem Umfang zu genügen hatte, entstand eine von Begeisterung und Verantwortung getragene Arbeits-

mosphäre, die auch die ausführenden Betriebe einschloss. Günstig für die Zusammenarbeit waren auch die von Anfang an klare Formulierung der Ziele und die professionelle Zusammenstellung des Planungsteams durch den Bauherrn. Die wissenschaftliche Begleitung und Beratung, die der Bauherr unabhängig vom eigentlichen Planungsteam direkt beauftragte, hat sich ebenfalls vollumfänglich bewährt. Die Erkenntnisse der Fachplaner, die Ergebnisse der Energie- und CO₂-Berechnungen und nicht zuletzt die Tageslichtanalysen nahmen ständig Einfluss auf die Planungen der Architekten und umgekehrt. Dies hat sicherlich Zeit und Hingabe erfordert, sich in der Qualität des Ergebnisses aber vielfach bezahlt gemacht.

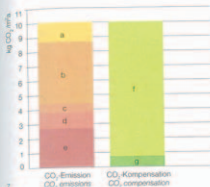
KISS – Keep it Smart and Simple

Das Sunlighthouse ist ein Experiment, einschließlich seines Maßes an Automatisierung. Seine Technik mag „smart“ sein, „simple“ ist sie nicht mehr. Einmal mehr zeigt sich die große Herausforderung, haustechnische Systeme unterschiedlicher Hersteller regelungstechnisch sinnvoll und fehlerfrei zusammenzuführen. Es zeichnet sich auch die Schwierigkeit ab, mit Automatisierung ein ohnehin schon energieeffizientes Gebäude weiter zu verbessern: Ein kleiner Fehler, ein wenig Steuerungselektronik zu viel, und alle Einsparungen werden durch den zusätzlichen Eigenstrombedarf der Automatisierung zunichte gemacht. Da das Sunlighthouse für mindestens ein Jahr in einem strukturierten Monitoring intensiv beobachtet und optimiert wird, besteht kein Zweifel, dass das Experiment in diesem Fall gelingt. Die Regel, Lösungen immer „smart AND simple“ zu gestalten, gilt dennoch nach wie vor.

Unabhängig von der Komplexität des Systems ist ein Mindestmaß an Beobachtung haustechnischer Anlagen immer notwendig. Fehlfunktionen in der Haustechnik stellen sich oft unbemerkt ein und sind dennoch fast immer leicht zu beheben. „Klassiker“ sind etwa fehlerhaft hohe Temperaturen im Heizkessel, die dann unbemerkt „weggemischt“ werden; Solaranlagen, in denen das Wasser unbemerkt auch nachts zirkuliert – was Wärmeverluste zur Folge hat – oder Kurzschlussströmungen von Heizungswasser in einem hydraulischen System. Die Liste ließe sich beliebig fortsetzen. Grundelemente der Energiebuchhaltung und der Fehlermeldung sollten daher immer implementiert werden.

Multiplexierbarkeit bleibt eingeschränkt

Das Sunlighthouse zeigt Wege auf, Gebäudequalitäten zusammenzuführen, die zusammengehören. In diesem Sinn ist es als Experiment uneingeschränkt gelungen. Dennoch ist das Haus kein Vorbild zur unreflektierten Nachahmung, weil diese im systematischen Widerspruch zu den Zielen einer sensiblen, reagierenden und begründet gestalteten Architektur steht. Und, um auch dieser Wahrheit die Ehre zu geben, weil das Sunlighthouse ein – teilweise vermeidbar – teures Haus geworden ist.



Today, the economic use of energy must be a given for every building – even more so for a building that claims to be a 'Model Home 2020'. From an energy standpoint the most important planning goal for the Sunlighthouse was therefore a positive energy balance. The energy required for the building ought, as far as possible, be minimized and sourced solely from renewable energies. This was achieved with a well insulated and airtight building envelope (U-value external wall: 0.13 W/m²K; roof: 0.12 W/m²K; triple-glazing with U_g = 0.7 W/m²K). The combination of a ventilation facility with an efficient heat recovery system means that the building's heating requirements are 24 kWh/m²a for the heated gross floor space.

In its net annual energy use, the Sunlighthouse is a CO₂ neutral plus energy house with an entirely renewable energy supply. Over the course of the year, the 43m² photovoltaic system generates more electricity than needed for all energy-based applications (including electricity for the household). Photovoltaic energy counts as the most important positive factor in the CO₂ balance, i.e. in the compensation of greenhouse gas emissions.

In order to minimise electricity requirements, electric lighting was optimised through a daylight and use-dependant control system. Furthermore, the house was installed with appliances of the highest available energy class. Some appliances typically used in single family homes were omitted entirely. For example, a window that can be opened in the kitchen replaces the extractor hood. Instead of a clothes dryer, a drying cabinet connected to the ventilation system was installed in the basement.

Building service systems

Heating and hot water for the house are supplied by a 3.3 kW brine-to-water heat pump which is integrated into a compact heat recovery ventilation unit. The heat pump draws environmental heat from a ground collector buried in the garden and feeds the heat energy into a low temperature underfloor heating system. It is supported by a thermal solar system with a collector area of 8 m² which covers 70 % of the building's warm water requirements throughout the year.

As an additional perk, even though not strictly necessary, the heat pump can also be operated as a cooling device. As a desired side effect, the ground collector is thereby thermally regenerated and is thus better prepared for winter operation.

In terms of ventilation the client opted for a double strategy: when external temperatures drop below 14 °C the ventilation system operates in conjunction the heat recovery system. When temperatures rise above this threshold, the house is ventilated by an automatic window operation system. The opening and closing of the windows is dependant on the CO₂ levels of the air in the room, in addition to internal and external air temperatures, wind speeds and rain. The most critical factor for opening the windows is a CO₂ concentration of 600 ppm in the internal air.

- | | | | |
|----|--|----|--|
| 5 | Nutzenergiebilanz in kWh/m ² a | 5 | Useful energy balance in kWh/m ² a |
| a | Strombedarf für Haustechnik | a | Electricity needs for mechanical services |
| b | Strombedarf Haushalt | b | Household electricity requirement |
| c | Anlagen- und Verteilverluste | c | Energy lost through systems operation and distribution |
| d | Heiztechnik | d | Hot water |
| e | Heizwärme | e | Heating |
| f | Photovoltaik | f | Photovoltaic |
| g | Solar Kollektoren | g | Solar collectors |
| h | Wärmepumpe | h | Heat pump |
| i | Überschuss | i | Surplus |
| 6 | Primärenergiebilanz (nicht erneuerbar) in kWh/m ² a | 6 | Primary energy balance (non-renewable) in kWh/m ² a |
| 7 | CO ₂ -Bilanz in kg CO ₂ /m ² a | 7 | CO ₂ balance in kg CO ₂ /m ² a |
| 8 | Treppe ins Obergeschoss mit tragendem «Wandschirm» aus Fichtenholz | 8 | Stairs to the upper floor level with load bearing spruce partition |
| 9 | Raum im Obergeschoss mit Wandverkleidung aus Gipsfaserplatten | 9 | Room in the upper floor with fibrous plasterboard cladding |
| 10 | verwendete Baumaterialien: Schafwolle (links) und Flachdämmung | 10 | Construction materials: Sheep's wool (left) and flax insulation |

