



Das SolArc Erdhügelhaus

Außen archaisch, innen hightech

Seit fast 10 Jahren stehen nun schon die Erdhügelhäuser in Donaueschingen. Deren Entwickler setzen auf ökologisches Bauen mit besonderem Design als marktfähige Nische. Nicht nur bei der Bewirtschaftung sondern schon beim Bau sollen ressourcenschonende Maßstäbe gesetzt werden.



Bild 1 Seit 1990 plant und errichtet die Firma ARCHY NOVA Erdhügelhäuser. Vor zehn Jahren wurde eine ganze Siedlung in Donaueschingen im Rahmen eines Demonstrationsprojekts des Landes Baden-Württemberg gebaut, die im Laufe der Zeit zu einer grünen Landschaft zugewachsen ist.

Konzept und Hersteller
ARCHY NOVA Projektentwicklung GmbH
Dipl.-Ing. Gerd Hansen,
74321 Bietigheim-Bissingen

Planung und Bauleitung
Dipl.-Ing. Jürgen Carstens
74357 Bönnigheim

Tragwerksplanung
Ing.-Büro für Bauwesen Martin Wurst,
71540 Murrhardt

Energiekonzept und haustechnische Planung
TEB Transferzentrum Energieeffizientes
Bauen GmbH, 71665 Vaihingen/Enz
Geschäftsführer: Dr. Th. Dippel

Bilder und Zeichnungen
ARCHY NOVA
Bild 14 tecalor GmbH, 37603 Holzminden

Ein Studienaufenthalt in den USA mit dem Schwerpunkt „Passive Solararchitektur“ prägte die Arbeit des Firmengründers Dipl.-Ing. Gerd Hansen. Der Besuch von Höhlenwohnungen amerikanischer Ureinwohner wurde zum bestimmenden Erlebnis und zur Inspiration, auch in Europa Gebäude zu planen, die deren Vorzüge aufnehmen – in Verbindung mit modernen Wohnstandards. 1991 wurde das erste Erdhügelhaus des Programms „SolArc“ errichtet, gemeinsam mit dem Architekten Jürgen Carstens, der dieses Haus bis heute bewohnt (Bilder 3 und 4). Aufgrund der mit insgesamt 15 Häusern gesammelten Erfahrungen entschloss sich Archy Nova 2004 zu einer Neukonzeption und Vorfertigung in kleinen Serien, was sich vorteilhaft auf die Preisgestaltung auswirkte.

Konzept Erdhügelhäuser

Das SolArc® ist das erste Typenhaus von ARCHY NOVA, das als „Minimalenergiehaus“ Maßstäbe für zukunftsfähiges Bauen setzen soll.

- maximale Ressourcenschonung bei Errichtung und Nutzung,
- minimale Kosten für Energieverbrauch und Wartung,
- vergleichsweise niedrige Investitionskosten,
- Freiheit zur Verwirklichung individueller Wohnräume,

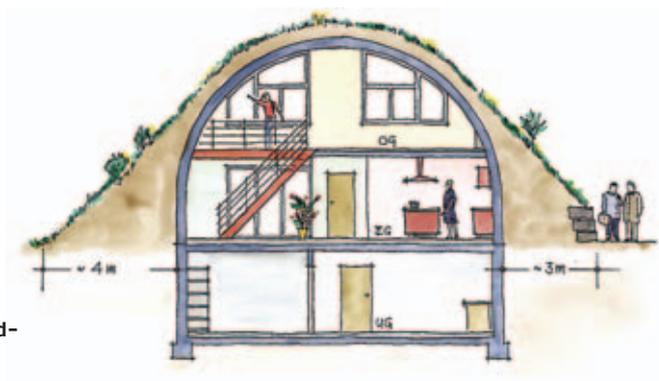


Bild 2 Schnitt durch ein Erdhügelhaus. Die Innenaufteilung ist frei planbar.



Bild 3 Seit 14 Jahren vom Architekten bewohntes Erdhügelhaus. Am Südgiebel angebrachte Solarkollektoren erzeugen nicht nur etwa 60 % des jährlichen Energiebedarfs für Warmwasser, sondern sie dienen gleichzeitig als Regenschutz und sommerlicher Schattenspender für die Terrassentüren.



Bild 5 Das Haus in Ludwigsburg gehört der neuen Generation SolArc® an, die mit noch effizienterer Haustechnik ausgestattet werden kann.

- ästhetische Architektur mit lichten Räumen. Aus Holz sind die Erdhügelhäuser gebaut, da durch den Holzrahmenbau problemlos die gewünschte hohe Wärmedämmdicke unterzubringen ist, ohne dadurch übermäßig viel Wohnfläche zu verlieren. „Außerdem ist der Holzbau die weitaus kostengünstigste Bauweise.“

Konstruktion

Erdhügelhäuser sind im Prinzip Nurdach-Häuser. Die Gebäudeform entspricht im

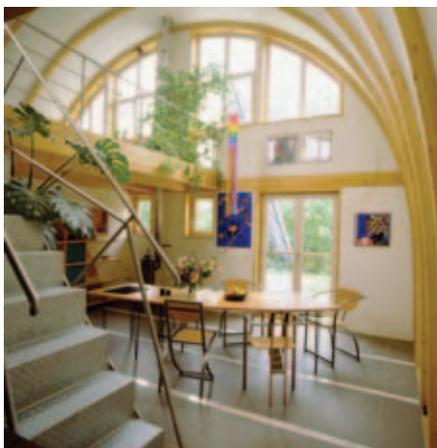


Bild 4 Trotz offenem Grundriss liegt der Verbrauch dieses Erdhügelhauses von 1991 bei nur 3,5 Liter Öl pro m² im Jahr (35 kWh/m²).

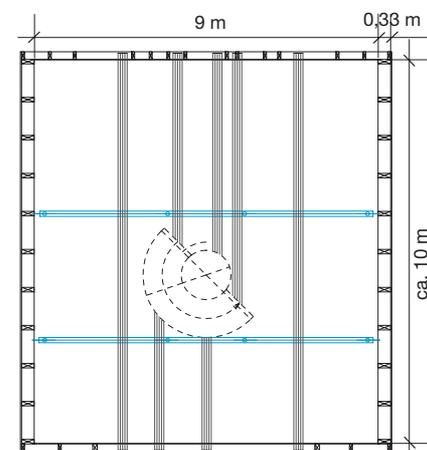
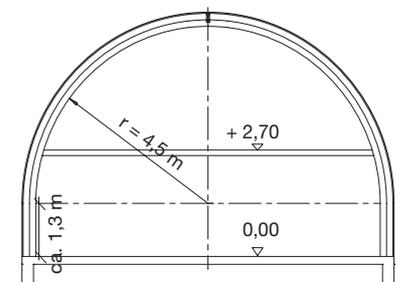
Querschnitt einem Halbkreis auf einem 1,3 m hohen Kniestock (Bild 6). Dadurch sind die Außenwände des Erdgeschosses nur oben leicht gebogen und die Räume des Obergeschosses haben eine Scheitelhöhe von 3 m. Belichtet werden die tunnelförmigen, zweigeschossigen Gebäude durch großflächige Verglasungen an den beiden Giebelseiten.

Die Hausbreite beträgt ca. 9,70 m, die Haustiefe je nach Platzbedarf 5 m bis maximal 12,5 m. Angeboten werden Wohnflächen zwischen 75 m² (EG 45 m² + DG 30 m²) und 180 m² (EG 110 m² + DG 70 m²). Die Hausgröße kann in 15 m² Schritten geplant werden: je 1 m Haustiefe (= 15 m²) entspricht einer Binderachse. Durch einen Keller kann zusätzlicher Platz gewonnen werden (Bild 2).

Die „Tonne“ – statisch ein Zweigelenrahmen mit gebogenem Riegel – wird aus 12 cm breiten, 33 cm hohen BS-Holz-Bindern gebildet (Bilder 5 und 8), die innen und außen mit einer Holzschalung versehen sind. Zwischen den Bindern wird eine Zellulosedämmung eingeblasen.

Die Giebelaußenwände bestehen aus vorgefertigten Holzrahmenelementen (Bild 9). Auf der Innenseite ist eine mit Gipskarton beplankte, 60 mm tiefe Installationsebene angebracht. Außen reduziert ein 60 mm dickes Wärmedämmverbundsystem die Wärmebrücken der Holzständer.

In die zweigeschossige Gebäudehülle kann das „Innenleben“ frei hineingestellt werden. Die 12 cm dicke Zwischengeschoss-Brettstapeldecke lagert auf den Außenwänden und auf Stahlrundstützen mit stählernen Unterzügen (Bild 7).



Bilder 6 und 7: Der Schnitt zeigt eine halbkreisförmige Tonne über einem ca. 1,3 m hohen Kniestock. Grundriß EG mit Wendeltreppe in der Mitte.

Die großen Verglasungen bestehen aus 3-fachem Wärmeschutzglas in Holz-Aluminiumrahmen.

Darüber das Erdreich

Über die Holzkonstruktion wird eine wurzelfeste Folie verlegt und dann Erdreich von ca. 30 cm Höhe im Scheitel bis mehrere Meter an den Seiten aufgebracht. Das Volumen der aufgeschütteten Erde beträgt ca. 6,5 m³/lfm Hauslänge, seitlich angeschüttet sind jeweils ca. 5 m³/lfm Hauslänge. Bei einer Hauslänge von 10,55 m ergibt sich also ein Gesamtvolumen von ca. 174 m³ Erde.

Beim „SolArc“ gibt es wegen der Erddeckung keine Verschleißteile wie Dachziegel und Rinnen. Auch gegen Sturm und Hagel schützt die dicke Erdschicht. Die Versicherung gegen Elementarschäden ist dadurch günstiger.

Bauphysikalisch wirkt das Erdreich als „Klima-Puffer“.

Haustechnik

Die Haustechnik ist individuell planbar, empfohlen werden eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, ein Heizkörper im Bad, Solarkollektoren und eventuell ein Kaminofen im Wohnbereich.

Das neu errichtete Erdhügelhaus in Ludwigsburg (*Bilder 5 und 8 bis 12*) hat nur im Bad Heizkörper. Es wird mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung geheizt, bei der die Frischluft durch ein Rohrsystem im Erdreich angesaugt wird (siehe Kasten Seite 32). Dieses Haus ermöglicht einen Verbrauch von 2-3 Liter Öl pro m² im Jahr (20-30 kWh/m²a) und kann so mit einer Jahresheizkosten-Rechnung von rund 150 Euro bewirtschaftet werden.

Bericht des ersten Erdhügelhausbewohners

„1991, als das erste Erdhügelhaus gebaut wurde, kannte den Begriff „Niedrigenergie-

bauweise“ kaum jemand. Zu der Zeit verbrauchten die damals in konventioneller Bauweise errichteten Häuser ca. 20 Liter Öl pro m² Wohnfläche im Jahr, das sind ca. 200 kWh pro m². Das erste Erdhügelhaus, das ich heute noch mit meiner Familie bewohne (*Bilder 3 und 4*), verbraucht nur 3,5 Liter Öl pro m² im Jahr (35 kWh/m²a).

Es ist zudem ein völlig neues Raumgefühl, in einer runden Hülle zu leben. Man fühlt sich sehr wohl und auch geborgen, weil Sturm, Regen, aber auch Blitzschlag oder sonstige Naturgewalten dem erdüberdeckten Haus nichts anhaben können.

Gleichzeitig bietet das Haus im Sommer durch die dicke Erdschicht einen sehr guten Wärmeschutz, als hätte es eine Klimaanlage.

Durch die Erdüberdeckung hat das Haus nur im Norden und vor allem im Süden Fenster und ist trotzdem innen sehr hell, weil die Nord-Süd-Richtung kürzer als die Ost-West-Richtung ist, anders als bei den meisten Rei-



Bild 8 Konstruktion im Obergeschoss, in dem das Kinderzimmer eingerichtet wird ...



Bild 9 Aus je zwei vorgefertigten Holzrahmenelementen werden die Giebelwände zusammengesetzt.



Bild 10 Eine ganz normale Küche. Stahlstützen- und -unterzüge tragen die Brettstapeldecke.



Bild 11 ... Hier ist noch eine Raumhöhe im Scheitel von ca. 3 m vorhanden.



Bild 12 Bestens geeignet für stürmische Gegenden. Wenn der Wind über das Grasdach pfeift, ist es besonders gemütlich.

henhäusern, die oft auf sehr schmalen Grundstücken gebaut werden und dadurch seitlich auch keine Fenster haben.“

Jürgen Carstens

Archaisch mit hohem Komfort

Von außen sehen Erdhügelhäuser archaisch aus, als stammten sie aus einem früheren Zeitalter. Innen sind sie jedoch keineswegs altertümlich. Modernste Technik ermöglicht einen hohen Wohnkomfort bei niedrigen Energiekosten.

Besonders geeignet sein sollen die Erdhügelhäuser für stürmische Gegenden, da zwei Drittel der Außenhülle vom Erdreich bedeckt sind. Für abgelegene Grundstücke gibt es sogar eine praktisch autarke Version – bei höchstem Komfort: Eine „absolut geruchsfreie“ Kompost-Trockentoilette, Regen- und Grauwasseraufbereitung in der Erdüberdeckung zu Trinkwasser, Solarstrom etc..

Die serielle Herstellung der Bogenform in BS-Holz ist kostengünstig und bietet gleichzeitig einen hohen ästhetischen Wert. Nach Aufbringen des Erdreichs stellen die Bögen reine Druckbögen dar, die fast nur durch Normalkraft beansprucht werden. Die Auflast im Scheitel von rund $0,5 \text{ to/m}^2$ (5 kN/m^2) und an den Kämpfern noch weitaus mehr, erfordert aufgrund der Bogenform trotzdem nur die relativ kleinen BS-Holz-Querschnitte.

SO



Bild 13 Archy Nova sucht noch weitere Grundstücke und Interessenten, um neue Siedlungen mit Erdhügelhäusern zu realisieren.



Solar-
Systeme



Lüftungs-
Systeme



Wärmepumpen-
Systeme



tecalor ist die Marke für umweltbewusstes Heizen. Die Wärmepumpentechnik ersetzt den Einsatz von Gas und Öl. Mit Systemen von **tecalor** entscheiden Sie sich bei Alt- oder Neubau für **die Zukunft im Haus**.

www.tecalor.de

Fürstenberger Str. 77 · 37603 Holzminden
Telefon Servicecenter: 0 18 05 - 70 07 02
(0,12 €/Min.)

Bauphysik und Haustechnik des Erdhügelhauses Ludwigsburg

Das Erdhügelhaus wurde als KfW-40-Haus konzipiert, das heißt der Primärenergiebedarf nach EnEV liegt unter 40 kW/m²a. Dies macht für den Bauherrn eine Förderung durch die KfW-Bank in Form eines zinsgünstigen Darlehens von 50.000,- EURO möglich. Der KfW-40-Standard konnte bei diesem Haustyp aufgrund des günstigen A/V-Verhältnisses relativ einfach realisiert werden. Durch die Tonnenform besitzt das Haus gegenüber einem konventionellen Entwurf eine etwa 20 % geringere Wärmeverlustrfläche. Die Erdschicht auf dem Haus reduziert die Transmissionswärmeverluste im Winter und sorgt durch ihre Speichermasse auch im Sommer für ein angenehmes Raumklima im Haus. Eine schnelle Überhitzung der Räume wird im Sommer vermieden, durch das Erdreich stellt sich im Tagesverlauf ein ausgeglichenes Temperaturprofil ein.

Aufgrund der Holzbauweise konnten die Bauteilaufbauten bei gleichzeitig sehr guten U-Werten mit relativ geringer Dicke realisiert werden.

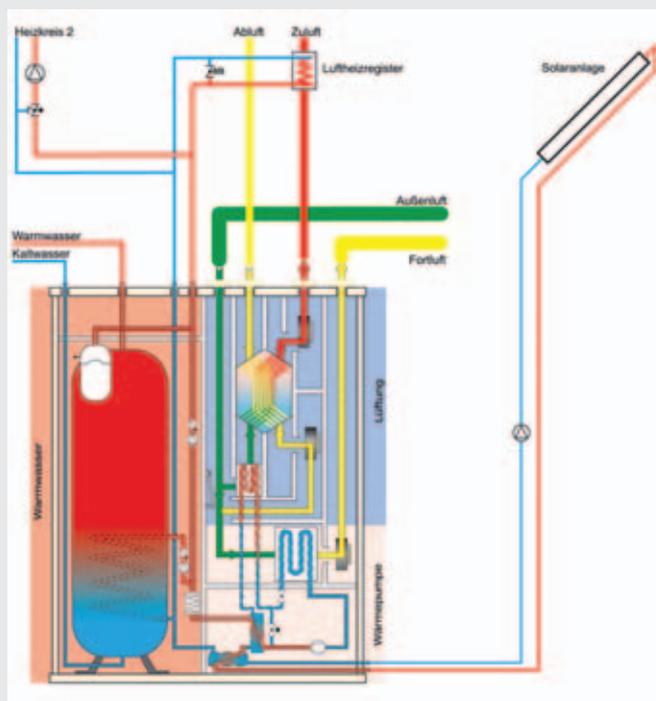
Die Außenwände der Giebelseiten erreichen einen U-Wert von 0,13 W/(m²K) bei einer Wanddicke von 36 cm.

Das ebenso dicke Tonnengewölbe erreicht einen U-Wert von 0,14 W/(m²K).

Die Fenster besitzen eine 3-fach-Verglasung mit einem Glas-U-Wert von 0,6 W/(m²K), einem Energiedurchlassgrad (g-Wert) von 52 % sowie einem gedämmten Rahmen mit einem U-Wert von 0,8 W/(m²K). Um Wärmebrücken am Fensterrand zu reduzieren, wurden die Rahmen außen überdämmt. Die Fenster erfüllen somit die Anforderungen des Passivhausstandards. Um die solaren Gewinne zu optimieren, wurden nach Süden großzügige Fensterflächen und nach Norden kleinere Fensterflächen eingebaut.

Bei der Bauausführung wurde auf die Luftdichtigkeit großer Wert gelegt. Ein Blower-Door-Test ergab einen Infiltrationsluftwechsel von 0,38 h⁻¹ bei 50 Pa Druckdifferenz. Dieser sehr gute Wert garantiert geringe Infiltrationswärmeverluste. Gleichzeitig

Bild 14 Hydraulik-schemata THZ 303 SOL von tecalor im Erdhügelhaus „SolArc“. Die gesamte Technik kommt vorgefertigt in einem Schrank ins Haus und kann vom Lüftungsbauer oder Elektriker angeschlossen werden.



konnten mit Hilfe des Blower-Door-Tests vorhandene Undichtigkeiten der luftdichten Ebene ermittelt und beseitigt werden. Das Risiko eines Schadens der Holzkonstruktion durch von innen eindringende Raumfeuchte konnte dadurch stark reduziert werden.

Die Heizlastberechnung wurde mit dem Passivhausprojektierungspaket durchgeführt, welches auf die speziellen Anforderungen von Passivhäusern ausgerichtet ist. Das Passivhausprojektierungspaket berücksichtigt andere Grundannahmen als die Heizlastberechnung nach DIN EN 12831 (Außentemperaturen, Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung und solaren Gewinne). Dies führt im Ergebnis zu geringeren Heizlasten als bei der Berechnung nach DIN 4701, hat aber einen größeren Realitätsbezug.

Die Auslegung geht von einer Rauminnentemperatur von 20 °C sowie den regionalen Außentemperaturen (nördliches Baden-Württemberg) aus.

Die Berechnung berücksichtigt die ungünstigere Annahme folgender Wetteralternativen: 1. Sonniges, kaltes Wetter (- 8 °C), 2. Trübes Wetter mit moderaten Temperaturen (0 °C).

Das Bad und die Dusche wurden auf 24 °C Raumtemperatur ausgelegt.

Die Beheizung der Räume erfolgt hauptsächlich über die gedämmten Zuluftleitungen mit Zuluftventilen in den Aufenthaltsräumen. In Bad und Dusche ist ein zusätzlicher Heizkörper vorgesehen. Ein raumluftunabhängiger Kaminofen im Wohnzimmer kann mit Holz beheizt werden. Die kontrollierte Lüftungsanlage besitzt eine Wärmerückgewinnung. In den Sanitärräumen und in der Küche wird die verbrauchte Luft abgesaugt. Die warme Abluft gibt ihre Energie über einen Wärmetauscher an die kühlere Frischluft ab. Die Frischluft wird über einen 40 m langen Erdwärmetauscher im Winter vorgewärmt und im Sommer gekühlt. Die zusätzliche Beheizung der Zuluft an kalten Tagen und die Erwärmung des Trinkwassers erfolgen über ein Kompaktgerät, welches das Lüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung, eine Wärmepumpe mit ca. 4 kW Heizleistung sowie einen Warmwasserspeicher in einem anschlussfertigen Gerät vereint (**Bild 14**). Eine solarthermische Anlage an der Südfassade unterstützt die Warmwasserbereitung. Im Sommer erfolgt die Warmwasserbereitung zu 100 % über die Solaranlage.

TEB Transferzentrum
Energieeffizientes Bauen GmbH