

Einfamilienhaus Nader - Heizen mit der Sonne zu 100%

Von Christian Fink und Herbert Hegedys

Neben der Verwendung von Sonnenkollektoranlagen in Einfamilienhäusern zur Brauchwassererwärmung ist in Österreich in den letzten 5 Jahren ein verstärkter Trend zur teilsolaren Raumheizung zu verzeichnen. Mit Kollektorflächen zwischen 20 und 50 m² sowie Heizungsspeichergrößen zwischen 1 und 5 m³ können solare Deckungsgrade bis zu 70 % erreicht werden. Mit solchen Systemen können Schwankungen der Sonneneinstrahlungen über einige Tage ausgeglichen werden. Die jahreszeitlichen Schwankungen im Energieangebot der Sonne und dem Energiebedarf des Gebäudes können aber nur mittels großer Energiespeicher ausgeglichen werden. Einige in den vergangenen Jahren realisierte Anlagen, die Wärme in großen Wasserspeichern vom Sommer in den Winter speichern, zeigen, daß es möglich ist ausschließlich mit Sonnenenergie zu heizen. Das bekannteste ist wohl das seit 1989 bewohnte „Solarhaus Jenni“ in der Schweiz. Motiviert von diesen Häusern stand für die Familie Nader fest, ihr zukünftiges Wohnhaus als solares Niedrigenergiehaus ohne konventionelle Energiequelle zu errichten.

Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Der Wunsch der Familie Nader war die Neuerrichtung eines komfortablen Wohnhauses in progressiver Solararchitektur mit ca. 150 m² Wohnnutzfläche an einem gut besonnten Westhang unter streng baubiologischen Kriterien. Die Wärmeversorgung des als Niedrigenergiehaus auszuführenden Gebäudes sollte ausschließlich über aktive und passive Sonnenenergienutzung erfolgen. Sowohl der Bauherrschaft, als auch dem Planerteam (die Gebäudeplanung wurde vom Planungsbüro Hegedys - Haas, die Energietechnikplanung von der Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE durchgeführt) war bewußt, daß ein derartiger Bau alleine mit betriebswirtschaftlichen Amortisationsbetrachtungen nicht rechtfertigbar ist. Das bedeutet, daß das eingesetzte Solartechnik - Kapital im Vergleich zu einfacheren, teilsolar beheizten Niedrigenergiehäusern nicht durch eingesparte Heizkosten kompensierbar ist. Durch das Objekt Nader soll allerdings gezeigt werden, daß ein derartiges Konzept architektonisch und technisch mit vertretbaren Mehrkosten umsetzbar ist. Dies soll Interessierte ermutigen, in Ihren Baukonzepten ähnliche solare Wege zu gehen.



Abb. 1: Südansicht des Objektes Nader

Architektur

Mit der Freiheit zu einer „auffälligen“ Solararchitektur verwarf der Gebäudeplaner Bmstr. Ing. Heribert Hegedys, die üblichen Parameter zur Gestaltung von Einfamilienhäusern und reduzierte das Thema „Haus“ auf ein funktionelles Gefüge von zusammengehörenden Raumgruppen, Flächen und Belichtungen. Dieses „Funktionsprogramm“ wurde in eine minimierte Gebäudeoberfläche integriert, die durch ihre Ausrichtung die passiv solare Energienutzung optimal unterstützt. Der zur Anwendung der aktiv solaren Energie erforderliche Stahlspeicher erstreckt sich über drei Geschosse und wurde dadurch zum gestalterischen Element. Der Grundriß des Gebäudes öffnet sich mit dem Speicher als Mittelpunkt kreissegmentartig nach Süden. Dadurch wurde dem Wohnraum die kalte Nordseite als Wärmeverlustzone „erspart“.

In weiterer Folge fiel die Außenwandlänge im Verhältnis zur umschließenden Bruttogeschoßfläche von ca. 86 m² (Grundriß der Regelgeschosse) mit knapp 30 m äußerst klein aus. Zum Vergleich: Wären die 86 m² in einem allgemein als sparsam bekannten quadratischen Grundriß untergebracht, wäre die anteilige Außenwandlänge mit mehr als 37 m um 23% größer.

In Zusammenwirken mit einer sehr gut wärmedämmenden Außenwandkonstruktion ist die Heizlast des Gebäudes ohne Berücksichtigung der solaren Energiegewinne mit ca. 4,5 kW (ÖNORM B 8135) äußerst gering.

Wandaufbauten

Das Erd- und Obergeschoß besteht aus einer vorgefertigten Holzrahmenstruktur. Um die Effizienz des Dämmstoffes in der Außenwand nicht durch zu hohen Anteil an Holzkonstruktion zu verschlechtern bzw. die Wanddicke nicht unnötigerweise zu erhöhen, wurde auf minimalen Holzeinsatz geachtet. Dazu ein Vergleich: 1 m³ verarbeitetes Holz kostet im Wohnhausbau ca. ÖS 6.000.-. Ein m³ des zum Einsatz gelangten Dämmstoffes „Recycling Zellulose“ kostet verarbeitet ca. ÖS 1200.-. Da aber der Dämmstoff mehr als dreifach besser dämmt als Holz, sprechen nicht nur energietechnische sondern auch ökonomische Gründe für eine Reduktion von verzichtbaren Holzanteil in der Gebäudehülle.

Die Außenwände wurden als nicht hinterlüftete Konstruktion berechnet und mit Papierdampfbremsen und ebensolchen Winddichtungen versehen. Konstruktive Durchdringungen der Dampfbremse konnten weitestgehend vermieden werden. Der k(U) - Wert der Außenwand beträgt 0,15 W/m²K. Die Fassade wurde z.Teil holzverkleidet, z.T. mit Kork als Putzträger verputzt.

Alle Innenwände des Erdgeschosses wurden zur Erhöhung der Speichermassen massiv gemauert. Die Holzriegelwände im Dachgeschoß erhielten eine Splittfüllung.

Die oberste Geschoßdecke zum unbeheizten Spitzboden wird von einer Holzkonstruktion mit schmalen Holzträgern und ebenfalls minimiertem Holzanteil gebildet. Der k (U) - Wert beträgt 0,12 W/m²K.

Fenster

Das Planungsbüro Hegedys - Haas entwickelte gemeinsam mit einer Bautischlerei ein energiesparendes Fenster welches über einen kf - Wert von ca. 0,7 W/m²K verfügt. Bei diesem Fenster wurde der Rahmenkonstruktion (ca. 115 mm Dick, Lärche), den zum Einsatz gelangendem Dichtstoff sowie dem Glas (Dreifachverglasung von Interpane, k - Wert 0,4 W/m²K) besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Alle Fensterfugen wurden mit Kokosfasern gestopft und mit Dampfbremse und Windabdichtung verklebt.

Bauökologie und Baubiologie

Der Einsatz von naturnahen Materialien war Entscheidungsgrundlage bei der Wahl von Baukonstruktion und Baustoff. Beispielsweise bleibt die holzverkleidete Fassade unbehandelt. Der konstruktive Holzschutz wurde optimiert, auf chemischen zur Gänze verzichtet. FCKW-hältige Produkte finden ebenso wenig Verwendung wie Polyurethan, PVC und mineralische Dämmstoffe.

Sämtliche Haustechnikbauten erfolgten in Anlehnung an elektrobiologische Erkenntnisse. Eine zentrale Staubsauganlage reduziert den hausstaubfördernden Umlufteffekt wesentlich. Die Energie aus dem Saisonspeicher wird über sogenannte Heizwände mit hohem Strahlungsanteil in die Wohnräume gebracht.

Eine Regenwassernutzungsanlage reduziert den Bedarf an Trinkwasser. Aus dieser werden die Toiletten, die Waschmaschine sowie diverse Nutzwasserauslässe mit kalkfreien, mechanisch gereinigten Wasser versorgt.

Wintergarten und Kollektorfeld

Die Südseite ist vorwiegend durch ein unter 55° von der horizontalen geneigtes Energiedach gezeichnet. Diese Fläche trägt die aktiv solare Kollektorfläche und eine schräge Wintergartenverglasung von 25 m^2 . Die Wintergartenisolierverglasung und die Kollektorverglasung stellen eine geschlossene und ebenflächige äußere Begrenzung dar. Der Wintergarten wurde auf der dem Wohnraum zugekehrten Seite mit einer unverputzten, dunkelroten Sichtmauerung aus Abbruchziegeln versehen. Dadurch wurde dieser passiv solar wirksame Wohnverstärker mit Speichermassen und einem „Absorber“ versehen.



Prinzip der Wärmeversorgung

Eine Bruttokollektorfläche von 85 m^2 (Agena Azur, vollflächig durchströmter Edelstahlabsorber) erwärmt in den Sommermonaten den 75 m^3 fassende Energiespeicher bis an die 100°C . Aus diesem hochgedämmten Saisonspeicher erfolgt die Wärmeversorgung in der Heizperiode. An Wintersonnentagen reicht der Kollektorertrag gemeinsam mit passiven Solargewinnen aus um das Gebäude zu beheizen. Überschüsse werden temperaturorientiert in den Saisonspeicher eingebracht.

Abb.2: Einbringung des 75 m^3 fassenden Saisonspeichers

Die Forderung einzig mit der Energiequelle Sonne das Gebäude zu beheizen, beinhaltet natürlich auch noch eine ausreichende Versorgung in den Monaten Jänner bzw. Februar. Nicht nur die als Niedertemperaturheizsystem ausgelegte Wandheizung (35/30°C), sondern auch die Brauchwasserbereitungsanlage muß aus dem Energiespeicher entsprechend versorgt werden. Hierbei stellt in diesem Zeitraum die Brauchwasserbereitung aufgrund des wesentlich höheren erforderlichen Temperaturniveaus ein größeres Problem dar.

Um Abweichungen vom Normklimajahr überbrücken zu können, wurde die Heizlast des Gebäudes in den Simulationsrechnungen mit einem Sicherheitszuschlag von 20 % beaufschlagt. Dadurch sollte die Wärmeversorgung auch in kritischen Wintern gesichert, gleichzeitig eine unnötige Überdimensionierung aber vermieden sein.

Speicherladung und Entladung - Systemtechnik

In den drucklos ausgeführten Energiespeicher wurden als Schichtladesystem sogenannte Leitwerkeinrichtungen der Firma Sandler Solar aus Kaufbeuren in Deutschland, eingebaut. Diese spezielle Leitwerkeinrichtung besteht aus einem Rohr-in-Rohr System dessen Funktion auf dem Dichteunterschied zwischen kaltem und warmem Wasser basiert. Ist das von oben einströmende Medium am Rohraustritt des innenliegenden Rohres heißer als das umgebende Speicherwasser, so steigt dieses in der Kreisringfläche zwischen innerem und äußerem Rohr nach oben, wo es über Öffnungen am äußeren Rohrmantel ausströmen kann. Eine Leitwerkeinrichtung ermöglicht somit zwei Belade- und eine Entnahmeebene. Der Energiespeicher wurde mit zwei Leitwerkeinrichtungen ausgestattet woraus sich vier Belade- und zwei Entnahmemöglichkeiten ergeben. Der oberste Energiespeicherbereich steht nur der Brauchwasserbereitung zur Verfügung. Hierfür wurde eine eigene Entnahmemöglichkeit vorgesehen.

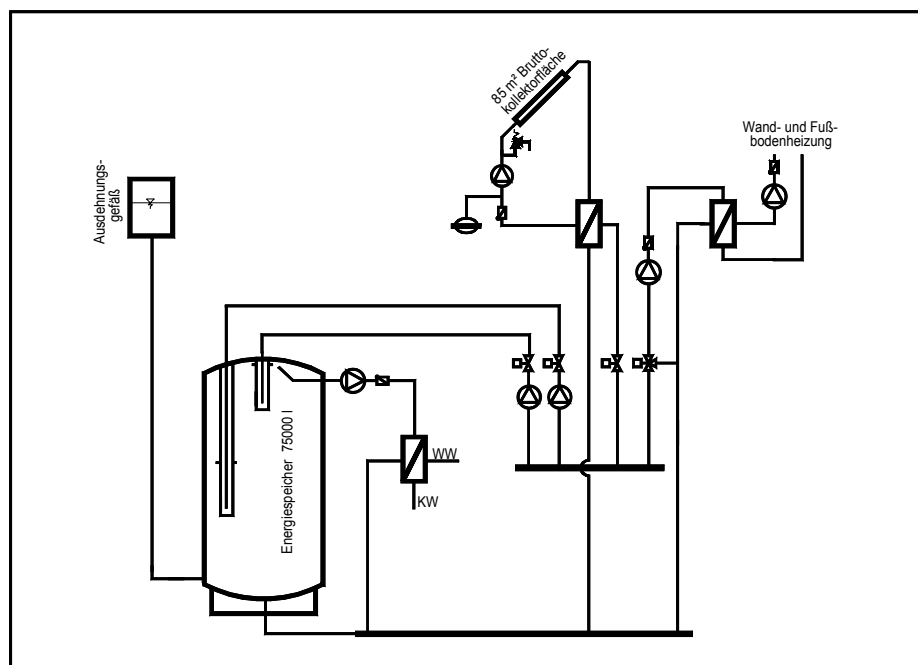


Abb.3: Hydraulikschema

Um auf einen weiteren Behälter und somit auch auf zusätzliche Speicherverluste verzichten zu können wurde eine Brauchwasserbereitung mit externem Wärmetauscher gewählt. Das Prinzip dieses Systems beruht auf einen an den momentanen Wasserverbrauch angepaßten Massenstrom des Heizungsmediums im Primärkreis des

externen Wärmetauschers. Dies wird durch eine drehzahlgeregelte Umwälzpumpe erreicht. Dadurch kann im Vergleich zur Variante Brauchwasserspeicher (hier hängt die Rücklauftemperatur vom Ladezustand des Brauchwasserspeichers ab) ein konstant kalter Rücklauf in den Heizungsspeicher erreicht werden, was aufgrund des damit tiefen Kollektorrücklaufs zu Ertragssteigerungen des Kollektors führt.

Die Systemtechnik wurde in einem von der Firma Sandler Solar aus Kaufbeuren, hydraulisch und elektrisch vorgefertigten Hydraulikblock (Energiekompaktzentrale) den Anforderungen entsprechend zusammengefaßt.

Die im Matched Flow betriebene Kollektoranlage ermöglicht eine ständige Optimierung des Betriebspunktes in Abhängigkeit vom momentanen Energiebedarf der Verbraucher, Strahlungsangebot am Kollektor und Ladezustand des Energiespeichers. In Kombination mit den entsprechend angeordneten Leitwerkeinrichtungen erfolgt ein nahezu optimales Speichermanagement.

Lüftungswärmerückgewinnung

Da bei derart gut wärmegeprägten Gebäudekonzepten der Anteil des hygienisch erforderlichen Luftwechsels in Abhängigkeit von der Personenbelegung meist die Wärmeverluste durch Transmission über die Außenbauteile übersteigt, wurde eine geregelte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung installiert. Hierbei wird in der Heizsaison der verbrauchten Raumluft Wärme entzogen und der einströmenden Frischluft zugeführt. Eine Vorwärmung der Frischluft über Erdwärmekontakt und eine Nacherwärmung über die im Saisonspeicher eingelagerte Sonnenenergie ist vorgesehen.

Meßtechnische Ausstattung

Aufgrund der allgemein geringen Erfahrungen mit Solarsystemen dieser Größenordnung sind zahlreiche Betriebszustände mit noch großen Fragezeichen behaftet. Um das Verhalten des Gesamtsystems erkennen und beurteilen zu können, ist ein Aufzeichnen von sämtlichen Temperaturen und Massenflüssen notwendig. Hierfür werden alle Wärmeströme sowie Temperaturen über die gesamte Speicherhöhe gemessen und über einen Datenlogger aufgezeichnet. Die Auswertung der Meßdaten sowie die Diskussion selbiger erfolgt innerhalb einer Diplomarbeit am Institut für Wärmetechnik an der TU Graz. Die Erkenntnisse daraus sollten Rückschlüsse über die Dimensionierung der Gesamtanlage und die Funktion der gewählten Systemtechnik zulassen, welche bei der Realisierung weiterer Solarhäuser mit hohem solaren Deckungsgrad von großer Bedeutung sind.

Die Heizanlage des Nullheizenergiehauses Nader ist seit Sommer 1996 in Betrieb, bezogen wird das Objekt im Frühjahr 1997.

Autoren:

Ing. Christian Fink ist Mitarbeiter der Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE und verantwortlich für die Bereiche Systemtechnik und Solare Raumheizung.

Bmst. Ing. Herbert Hegedys, Planungsbüro Hegedys & Haas in Graz und Mitarbeiter des Instituts für Baubiologie

Dieser Artikel wurde in der **erneuerbaren energie 97-1** publiziert. Die Zeitschrift ist die Mitgliederzeitung der Arbeitsgemeinschaft ERNEUERBARE ENERGIE – Dachverband und erscheint viermal jährlich.