

Luft als Wärmeträger



Einfamilienhaus Oettli in Beringen

Besondere Merkmale

- Süddach als Luftkollektor mit Geröllspeicher in Mittelwand
- Kachelofen als Sekundärheizung
- Sonnenkollektoren für Warmwasser
- Gute Wärmedämmung
- Tiefe Betriebskosten

Objektdaten

- Baujahr: 1993
- Anzahl Zimmer: 6
- Energiebezugsfläche: 280 m²
- Baukosten: 720 Fr./m³ (SIA)
- Betriebskosten Wärmeerzeugung: 100 Fr. pro Jahr



Ausgangslage

Ein geringer Energiebedarf und eine Energieversorgung mit erneuerbaren Energieträgern, aber keine grossen Mehrkosten – dies waren die wichtigsten Zielsetzungen, die sich Bauherrschaft und Architekt in enger Zusammenarbeit bei der Planung des Einfamilienhauses setzten. Nach intensivem Literaturstudium und diversen Besichtigungen entschied man sich für einen Luftkollektor mit Geröllspeicher und einen Kachelofen als Grundpfeiler des Wärmekonzepts. Das Gebäude war zuerst als Doppelhaus geplant; die Partnerfamilie stieg aber aus und konnte nicht ersetzt werden.

Da die Suche nach dem Systemscheid nicht geradlinig verlief, dauerte die Planungszeit rund 14 Monate. Verbindliche Angaben über Konstruktionsdetails und Materialwahl, Dimensionierung und Speicherverhalten waren kaum erhältlich. Vieles musste deshalb in der Ausführungsphase noch korrigiert werden.

Energiekonzept

Das Oberflächen/Volumen-Verhältnis des Gebäudes wurde weitmöglichst minimiert (kugelähnliche Form). Die Aussenwand besteht aus einem Mauerwerk mit 16cm Aussenwärmedämmung aus Papierflocken und hinterlüfteter Fassade. Die Innenschale aus 15cm Kalksandstein dient als Speichermasse. Das Dach ist mit 18cm Steinwolle gedämmt. Die Fenster haben eine Wärmeschutzverglasung (U-Wert Verglasung: $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Die Wärmeversorgung erfolgt durch zwei Heizsysteme: Das primäre System besteht aus einem Luftkollektor (ca. 50 m^2 , Neigung 60°), der das gesamte Süddach einnimmt. Die erwärmte Luft wird einem Speicher zugeführt, der in der Ost-West-orientierten Mittelwand des Hauses integriert ist. Der Speicher ist mit 18 m^3 Geröll gefüllt und erstreckt sich über zwei Geschosse. Die Wärmeabgabe in die Räume erfolgt mittels

Transmission. Aus Gründen der Architektur bzw. der Raumnutzung wurde das System in zwei parallelen Teilen ausgeführt, die voneinander unabhängig, aber völlig identisch sind.

Als sekundäres Heizsystem wurde im Wohnzimmer durch einen lokalen Hafner ein Kachelofen eingebaut. Er ist so dimensioniert, dass er in sonnenlosen Zeiten den gesamten Heizenergiebedarf decken kann.

Für die Wassererwärmung sind 6 m^2 Flachkollektoren installiert. Das vorgewärmte Wasser wird in einen 400-Liter-Boiler geleitet und dort elektrisch nachgewärmt.

Bei Luftkollektor-Systemen ist die Wärmeabgabe nur sehr beschränkt beeinflussbar. Bei den meisten bisher ausgeführten Anlagen kann man nur die Ventilatoren des Luftkreislaufs an- oder abschalten und dadurch den Ladevorgang regeln. Im Einfamilienhaus Oettli wurde eine gezieltere Steuerung ausprobiert. Ein System von zweistufigen Ventilatoren und Klappen erlaubt eine optimierte Ladung, wozu allerdings auch eine komplexe Regulierung nötig wurde. Es wurde ein üblicherweise für grössere Anlagen eingesetztes Leitsystem gewählt. Da die Herstellerfirma ihre Erfahrungen im Bereich der Kleinsysteme ergänzen wollte, stellte sie das Prozessgerät und die Software kostenlos zur Verfügung.

Erfahrungen

Alle haustechnischen Systeme erwiesen sich bisher bezüglich Handhabung, Sicherheit und Verfügbarkeit als unproblematisch und störungsfrei. Der Wärmekomfort ist ausgezeichnet; offenbar ergänzen sich der rasche Wärmegewinn durch die Direktstrahlung und die leicht verzögerte Abstrahlung des Speichers optimal. Wie in vielen Solarhäusern müssen trotzdem relativ starke Temperaturschwankungen in Kauf genommen werden. Die Bewohner stört dies allerdings nicht.

Wenn die Sonne scheint, ist die Heizleistung des Luftkollektors



Querschnitt durch das Gebäude, grün der Geröll-Wärmespeicher.

auch an kalten Wintertagen genügend. Kürzer als geplant ist die Wärmeabgabe des Speichers. Sie dauert während kalter sonnenloser Winterperioden maximal 2 Tage. Mit Hilfe einer dickeren Wärmedämmung des Speichers soll dies verbessert werden. Sommerliche Überhitzung und Schallprobleme im Kollektorsystem sind dagegen kein Thema.

Das bisher einzige Problem: Ein 400m entfernter Betrieb mit Werkstätten ohne Beschattungsvorrichtungen an den Fenstern wurde durch unerwartete Blendeffekte des Kollektorfeldes in den Sommermonaten, wenn die Reflexionen die Horizontale unterschreiten, gestört.

Technische Daten

Energiekennzahlen

| | |
|--------------------|------------------------|
| Raumheizung E_h | 70 MJ/m ² a |
| Elektrizität E_e | 75 MJ/m ² a |

Wirtschaftlichkeit

Haustechnische Systeme wie im Einfamilienhaus Oettli gibt es nicht ab Stange. Die Kollektion unterschiedlichster Systemteile aus mehreren Herkunftsländern war darum etwas teurer. Die gesamten Baukosten betragen rund 740 000 Fr. oder 720 Fr./m³ (SIA). Der Anteil der Solarheizung lag bei rund 8,5%. Die solare Wassererwärmung kostete ca. 13 000 Fr.

Die Betriebskosten der Wärmeerzeugung liegen bei ca. 100

Fr. pro Jahr. Darin enthalten sind sowohl die Energiekosten (Elektrizitätsverbrauch der Ventilatoren und Transportkosten für das Holz aus dem eigenen Wald) als auch die Unterhaltskosten. Letztere beschränken sich auf die Kaminreinigung. Das konvektive Heizsystem wird als praktisch wartungsfrei betrachtet. Für Wartung oder Reparaturen fielen in den ersten drei Betriebsjahren denn auch keine Kosten an.

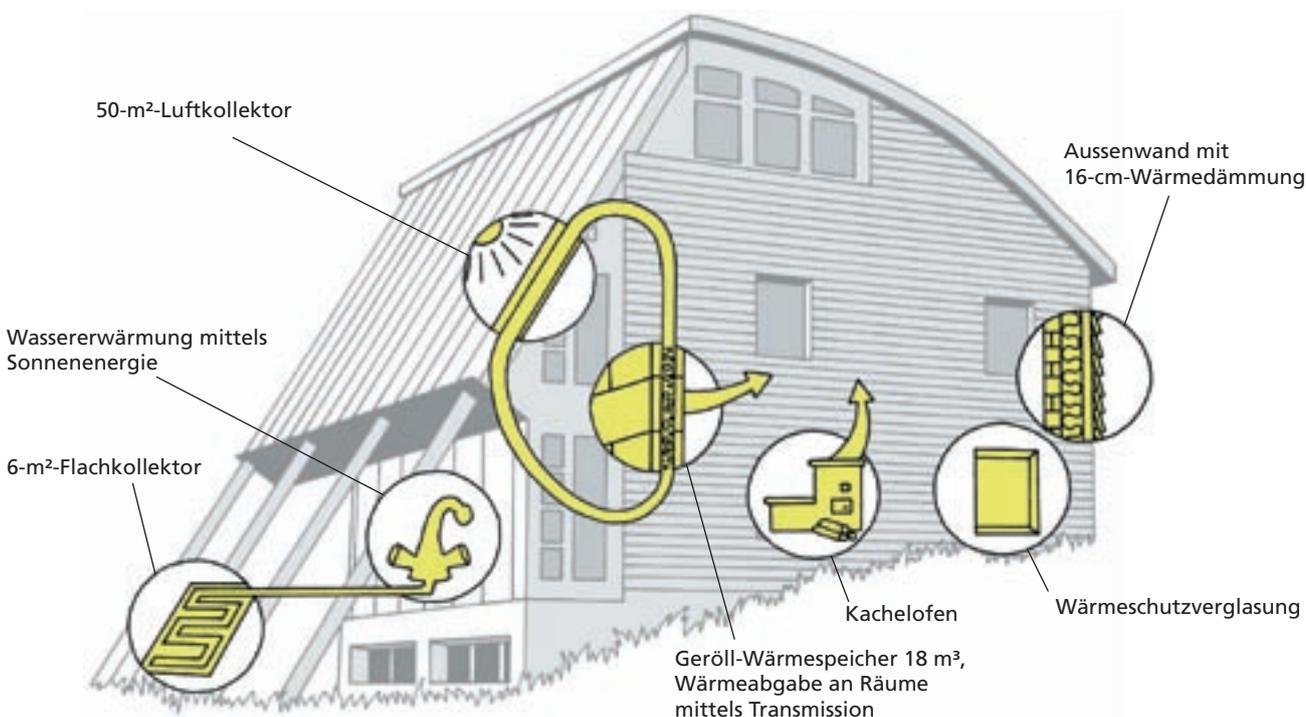
Erfolgskontrolle

Um die Demonstrationselemente des Gebäudes, den Luftkollektor und das Mess- und Regelsystem, beurteilen zu können, wurden während der ersten 3 Betriebsjahre (Herbst 1993 bis Herbst 1996) umfangreiche Messungen durchgeführt. Erfasst wurden die zentralen Daten des Luftkollektors und der Speicher, die Raumtemperaturen, die Betriebsstunden der Ventilatoren, der Elektro- und der Holzverbrauch.

Der Elektrizitätsverbrauch betrug im Durchschnitt knapp 5900 kWh pro Jahr. Darin sind der Elektroanteil der Wassererwärmung sowie der elektrische Verbrauch der Ventilatoren für den Antrieb des Luftkreislaufs eingeschlossen. Letzterer betrug im Durchschnitt 175 kWh oder 3% des Gesamtverbrauchs.

Der jährliche Brennholzbedarf lag bei durchschnittlich 3,6 Ster. Gefeuert wurde ausschliesslich zwischen Mitte November und Mitte Februar. Die eigentliche (Holz-)Heizsaison wird durch das solare Heizsystem also von rund 7 auf 3 Monate verkürzt.

Die Energiekennzahl Raumheizung betrug ca. 70 MJ/m²a, die Energiekennzahl Elektrizität 75 MJ/m²a.



Das Einfamilienhaus Oettli wird zu 100% mit erneuerbaren Energien beheizt.



Relevanz

Im beschriebenen Einfamilienhaus wurde auf Wasser als Wärmeträger für die Raumheizung vollständig verzichtet. Der Entscheid zugunsten eines Luftkollektors erforderte Pionierarbeit insbesondere in den Bereichen Wärmespeicherung und Wärmeabgabe. Das Gebäude wurde denn auch als Demonstrationsobjekt anerkannt und von Bund und Kanton finanziell unterstützt. Messungen bescheinigen dem Haus insgesamt ein gutes Funktionieren. Mit Hilfe relativ einfacher Technik und einem grossen Anteil erneuerbarer Energien konnte ein komfortables Gebäude mit hohem Wohnwert gebaut werden.

Pilot- und Demonstrationsanlagen

Unter der Bezeichnung Pilot- und Demonstrationsprojekte zahlen Bund und einige Kantone Beiträge an Lösungen, die Energien besonders rationell verwenden, erneuerbare Energien nutzen oder die Luftqualität verbessern. Die förderungswürdigen Vorhaben müssen Erfolg versprechend und neu sein sowie relevante Resultate erwarten lassen. Typische Projekte sind:

- Innovative Gebäudewärmedämmung und Wärmerückgewinnung
- Nutzung erneuerbarer Energiequellen (Biomasse, Sonnenwärme, Fotovoltaik, Geothermie)
- Systeme zur rationellen Energienutzung (Wärmepumpen, Wärmekraftkopplung)
- Schadstoffarme Wärmeerzeugung (aus Altholz, Biogas, Kehrlicht)
- Emissionsarme Individualverkehrsmittel
- Ausbildung, Aufklärung und Informationsverbesserung

Gesuche sind an die Energiefachstelle des Standortkantons (oder an das Bundesamt für Energie BFE) zu richten.

Beteiligte

Bauherrschaft

Bernhard und Esther Oettli
Gässlistieg 15, 8222 Beringen
Tel. 052 685 38 42

Architektur und Energiekonzept

Reich + Bächtold Architekten SWB
Spitalstrasse 27, 8200 Schaffhausen
Tel. 052 632 07 30

Beratung konvektives Heizsystem

Dr. Ch. Filleux, Basler & Hofmann AG
8029 Zürich
Kantonale Energiefachstelle Schaffhausen
8200 Schaffhausen

MSR-System

Siemens Building Technologies (Schweiz) AG,
Landis & Staefa Division,
6300 Zug

Luftkollektor

Robert Lang + Co., Glaserei
8200 Schaffhausen
Hanspeter Hauser, Sanitär, Lüftungen
8200 Schaffhausen

Holzbau

Hübscher + Co.
8222 Beringen

Solare Wassererwärmung

Rüesch Solartechnik AG
6330 Cham

EnergieSchweiz

Bundesamt für Energie BFE, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Postadresse: CH-3003 Bern
Tel. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office@bfe.admin.ch · www.energie-schweiz.ch