

CO₂-neutrales „1-Liter-Solar-Haus“

Ergiebige Sonnenfalle



Im schwäbischen Rottenburg unweit von Stuttgart steht ein Solarhaus, dessen Konzept in Form und Funktion über den klassischen „Passivhaus“-Gedanken hinausgeht. Gebäude und Energiekonzept wurden nach ökologischen Gesichtspunkten optimiert, was sich in einer unkonventionellen Bauweise und energetisch beispielhaften Bilanzierung niedergeschlagen hat. Nach inzwischen acht Jahren Erfahrungen beim Wohnen und Heizen hat sich herausgestellt, dass die Konzeption von Gebäude und Energiekonzept die Erwartungen der Planer bestens erfüllt hat.

Bei Gebäuden mit hohen solaren Deckungsraten müssen nicht nur die Solaranlagenkomponenten gut aufeinander abgestimmt sein, sondern auch das Bedarfsprofil von Gebäude und Nutzer muss sorgfältig in die Planung einbezogen werden. Der Wärmebedarf eines Gebäudes wird maßgeblich von den Verlusten (Transmission und Lüftung) sowie den Gewinnen über Fenster und interne Wärmelasten beeinflusst. Mit einer guten Wärmedämmung, einer Lüftungsanlage mit Wärmetauscher sowie einer hohen Wärmekapazität durch aktivierbare massive Bauteile schafft man es, nicht nur den Wärmebedarf sondern auch die Heizleistung zu senken. Was wiederum zu geringen Heizkreistemperaturen und somit zu höheren Erträgen aus der Solaranlage führt, da einerseits der Speicher auf einem tieferen Temperaturniveau Wärme ins Haus liefern kann (die effektive Speicherkapazität steigt) und andererseits der Kollektor bei geringeren Temperaturen arbeiten kann. Daraus resultieren geringere Kollektor- und Leitungsverluste sowie längere Laufzeiten. Der Endenergiebedarf eines Gebäudes kann so mit handelsüblichen Komponenten um weit über die Hälfte gesenkt werden.

Hohe Kompetenz und hohe Ansprüche

Diese Überlegungen standen auch bei dem vor acht Jahren geplanten Neubau des Solaroffice in Seeborn im Raum. Es lag natürlich nahe, die eigene Kompe-

tenz in Sachen Solarenergie und Gebäudeoptimierung am eigenen Büro zu demonstrieren und entsprechend hohe Anforderungen an die Ökologie und das solare Bauen zu stellen. Die Beheizung des Hauses erfolgt rein regenerativ mit Solaranlage und Holzcentralheizung. Mit der Integration der Solaranlage in die Fassade wollte man das positive Zusammenspiel von Solarnutzung und anspruchsvoller Architektur demonstrieren. Bei der Planung und dem Bau dieses Gebäudes ging es um eine ganzheitlich konzipierte Architekturqualität, die ästhetisch erfahrbar und dabei zugleich als ökologisch zukunftssträchtige Anlagentechnik wirksam ist.

Mit einem gemessenen Endenergieverbrauch für Warmwasser und Heizung von $14,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ haben wir es geschafft, die Planwerte deutlich zu unterschreiten. Über 70 Prozent des Wärmebedarfs im Solaroffice Seeborn deckt die Solaranlage ab. Die optimale Abstimmung von Gebäudehülle und Anlagentechnik erfolgte im Vorfeld mittels dynamischer Gebäudesimulation, wobei auch das Nutzerverhalten in die Berechnungen einfließt. Dies ist mit ein Grund, warum das Gebäude mit einem Heizenergiebedarf von weniger als $10 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$ weit unter dem von Passivhäusern liegt. Dies entspricht nicht einmal einem Zehntel des durchschnittlichen Heizenergiebedarfs bestehender Gebäude, und rund einem Sechstel dessen von Neubauten nach EnEV.

Solarkollektoren und Holzvergaser-Kessel

Die Wände bestehen aus vorgefertigten Holzrahmen und Füllung mit Zellulose-Dämmstoff. Die Dämmstoffdicke schwankt bei den Außenwandteilen zwischen 26 und 37 cm, im Dach sind es 30 cm. Die daraus resultierenden U-Werte der Gebäudehülle liegen unter $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ beziehungsweise $0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Eine sägeraue, hinterlüftete Lärcheschalung schützt das Haus vor Wind und Wetter, allerdings nicht an der Südfassade. Die zur Sonnenseite ausgerichtete Fassade setzt sich nämlich aus 34 m^2 Sonnenkollektoren mit selektiv beschichteten Kupferabsorbern und zahlreichen Fenstern zusammen. Die Kollektoren decken über 70 Prozent des Wärmebedarfes, den Rest steuert

der Holzvergaser-Kessel bei. Zwischen Wärmeerzeugung und der Wärmeabgabe sorgt ein Zwei-Kubikmeter-Wasserspeicher mit Schichtenladetechnik für den energetischen Ausgleich. Der ist durchaus nötig, denn der holzbeschickte Kessel leistet 14 kW – kleinere Stückholzkessel sind auf dem Markt nicht erhältlich – und der Heizleistungsbedarf des Hauses liegt bei nur 5 kW . Das Füllvolumen des Kessels und die Speichergröße sind aufeinander abgestimmt: Mit exakt einer Brennraumfüllung lässt sich der Speicher vollständig laden, was einer Temperaturerhöhung des Wassers von 20 auf 85°C entspricht. Die Wärmeabgabe erfolgt großflächig über die Wand- und Fußbodenheizung, was sehr niedrige Vorlauftemperaturen erlaubt.

Auf niedrigem Temperaturniveau

Nach nunmehr acht Jahren Erfahrungen im Wohnen und Heizen hat sich herausgestellt, dass die Entscheidung für das Energiekonzept einschließlich Erdregister richtig war. Die Luftaustrittstemperaturen in den Räumen liegen in den warmen Sommermonaten bis zu 12 K unter der Außentemperatur. Der nötige Luftwechsel stellt sich somit ohne Erwärmung der Räume durch die heiße Sommerluft ein. Dies trägt neben der gefilterten Luft (Stichwort Heuschnupfen) wesentlich zum Wohlbefinden im Gebäude bei.

In der kalten Jahreszeit sorgen die Wand- und Fußbodenheizungen aus Kupfer durch den hohen Anteil von Strahlungswärme für ein angenehmes und gemütliches Wohnklima. Davon abgesehen ist es nur dann sinnvoll, die Solarenergie zu Heizzwecken heranzuziehen, wenn die Wärmeabgabe auf einem niedrigeren Temperaturniveau vonstattengeht. Auch der Architekt profitierte in gewisser Weise von der Flächenheizung, da er für die Gestaltung der Innenräume keine Radiatoren berücksichtigen musste.

Vier wichtige Argumente

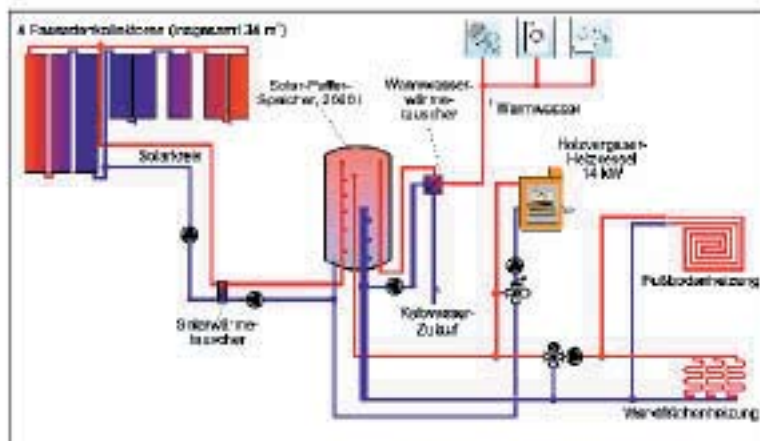
Dass wir uns für ein Solarhaus mit Solarfassade, Flächenheizungen und Lüftungssystem mit Erdwärmetauscher anstatt der „klassischen“ Passivhausausführung entschieden haben, lässt sich primär mit folgenden vier Aspekten begründen:



Die geneigte Solarfassade ist ein wichtiges architektonisches Gestaltungselement und deckt zugleich 70 Prozent des Wärmebedarfs



Das Solaroffice Seeborn wurde bereits 1999 von der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) im Rahmen des Wettbewerbs „Beispielhafte Solarprojekte“ mit dem Messepreis Solar '99 ausgezeichnet



Im Heizraum steht ein Holzvergaserkessel mit 14kW Leistung



oben: Anlagenschema der Heiz- und Solartechnik
unten: Die um 15 Grad geneigte Südfassade ist mit 34m² Kollektorfläche ausgestattet. Auf dem Dach des aus der Schrägfassade kragenden Büros sind Photovoltaikmodule installiert



■ Verbesserte Wirtschaftlichkeit

Um den Wärmebedarf auf unter 15 kWh/m²a zu halbieren, wäre nicht nur eine Dreifachverglasung notwendig gewesen, sondern es hätte auch einer durchschnittlich 15 cm dickeren Wärmedämmung sowie einer Wärmerückgewinnung in der Lüftungsanlage bedurft. Die Mehrkosten dafür hätten sich auf 42 000 € summiert. Hingegen hat die Solarfassade mit Speicher nur 19 000 € gekostet, hierin sind sogar die Kosten der solaren Trinkwassererwärmung enthalten. Bei diesem Gebäude hat also die Entscheidung für eine solare Raumheizung – wohlgemerkt bei geringerem Endenergiebedarf wie im Passivhaus – mehr als 20 000 € eingespart.

■ CO₂-neutrale Beheizung

Der Wärmebedarf des Gebäudes wird komplett CO₂-neutral mit Sonne und Holz gedeckt.

■ Gestaltung und Ästhetik

Die Integration der Solaranlage in die Fassade demonstriert, dass sich Solarnutzung und gute Architektur nicht ausschließen, sondern ein positives und spannendes Zusammenspiel erlauben.

■ Wohnkomfort

Die Flächenheizungen und die Lüftungsanlage tragen wesentlich zu einem hohen Wohnkomfort bei. Der Erdwärmetauscher der Lüftungsanlage erwärmt nicht nur im Winter die Luft, sondern sorgt durch die Luftkühlung in den heißen Sommermonaten für behagliche Innenraumtemperaturen. Durch die Flächenheizungen lassen sich die Räume individuell temperieren, nahezu ausschließlich über Strahlungswärme. In Passivhäuser, bei denen die Beheizung durch die Lüftungsanlage über ein zentrales Heizregister erfolgt, stellt sich zwangsläufig auch in Schlafräumen (sofern dort die Lüftungsanlage für den Luftwechsel sorgt) das gleiche Temperaturniveau wie in den Wohnräumen ein.

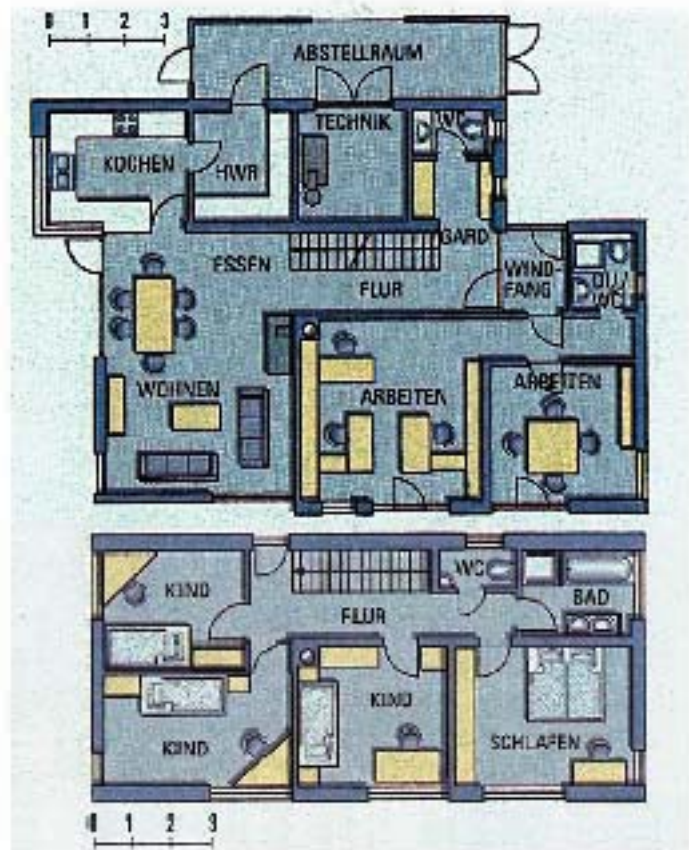
Die Holzheizung musste während der letzten sieben Jahre im Durchschnitt nur insgesamt zwanzigmal pro Jahr angeheizt werden; der Verbrauch liegt bei knapp zwei Raummeter Holz (was rund 3600 kWh Heizwert entspricht). Für ein Gebäude mit einer Nutzfläche AN von 249,6 m² einschließlich Trinkwassererwärmung für eine fünfköpfige Familie ist dies ein hervorragender Wert – zumal auch noch das Büro mit vier Arbeitsplätzen integriert ist. Man könnte auch sagen, es handelt sich hier um ein „1-Liter-Haus“, und das auch noch fast CO₂-neutral. Der nach acht Jahren Erfahrung gemessene Energieverbrauch für die Raumheizung von unter 10 kWh/m²a liegt somit deutlich unter den Planwerten. Sicherlich hat auch ein energiebewusstes Nutzerverhalten mit zum geringen Energieverbrauch beigetragen – was man aber grundsätzlich voraussetzen sollte, wenn man ernsthaft Energie und damit Kosten sparen möchte.

**INFO****Gebäudesteckbrief**

Architekt: Gottfried Haefele,
Oed & Haefele Architekten BDA, Tübingen
Energieplanung: Klaus Lambrecht,
ECONSULT, Rottenburg
beheiztes Volumen: $V_e = 780 \text{ m}^3$
Gebäudenutzfläche AN = $249,60 \text{ m}^2$
Statt Unterkellerung wurde ein Gartenkeller in
Gewölbebauweise erstellt.

Gebäudetechnik

Kollektoren: 34 m^2 fassadenintegrierte Kollektoren
(Solar-Roof) mit selektiv beschichteten Kupferabsorb-
ern auf der um 15° geneigten Südwand dienen gleichzeitig
als zusätzliche Wärmedämmung
Solarspeicher: 2 m^3 Stratos-Solarschichtenspeicher mit
Anbindung an die Zentralheizung; hygienische Warm-
wasserbereitung im Durchflussverfahren mit externem
Plattenwärmetauscher
Stückholzkessel: Holzvergaser, 14 kW
Wärmeverteilung: Wandheizflächen aus Kupfer (teilwei-
se unter Lehmputz) kombiniert mit Fußbodenheizung
Be- und Entlüftung: mechanische Entlüftung der Sanitär-
räume und der Küche; mechanische Zuluftführung über
ein Erdregister (42 m lang) in die Wohn-, Schlaf- und
Büroräume; dadurch Vorwärmung der Zuluft im Winter
und Kühlung im Sommer; außerdem Filterung der Zuluft
(Stichwort Heuschnupfen)
Netzgekoppelte Photovoltaikanlage: 24 PV-Module ,
insgesamt $2,04 \text{ kWp}$; Deckung von über 100% des Strom-
verbrauchs im Haushalt (Ertrag $1750 - 2050 \text{ kWh/Jahr}$)
Dicke der Wärmedämmung und U-Werte der umfassen-
den Bauteile:
Dach 30 cm , $0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Außenwände 26 bis 37 cm , $0,12$ bis $0,20 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Bodenplatte 15 cm , $0,28 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
Radgarage Nordseite 16 bis 22 cm , $0,23$ bis $0,35 \text{ W/(m}^2\text{K)}$



Grundrisse EG und OG, m 1:300

Ein positives Fazit

Das Beispiel zeigt, dass anspruchsvolles solares Bauen im oberen Komfortbereich zu Baukosten von 330 €/m^3 zu haben ist. Darin ist die solarthermische Anlage bereits enthalten. Bei den notwendig niederen Vorlauftemperaturen sind die Flächenheizungen wesentlich günstiger als Heizkörper. Die sehr niedrigen Energiekosten – bei uns rund 120 € pro Jahr für die Anlieferung des fertig gespaltenen Brennholzes – unterstreichen deutlich zu Zukunftsfähigkeit des solaren Bauens.

Das Gebäude wurde mit dem Preis „Beispielhaftes Solarprojekt 1999“ der Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. ausgezeichnet. Weitere Infos zum Thema „Solares Bauen“ im Internet unter www.solaroffice.de und www.architektur-solarthermie.de.

Klaus Lambrecht

**AUTOR****Dipl.-Phys. Klaus Lambrecht**

studierte Physik und Volkswirtschaftslehre in Freiburg, Edinburgh und München. Er zählt zu den führenden Experten für Gebäudeenergiekonzepte von Industrie-, Verwaltungs- und Wohnungsbauten. Er ist Mitglied mehrerer Fachgremien und langjähriger Dozent bei den Architekten- und Ingenieurkammern sowie des Baukosteninformationszentrums. Außerdem ist er Initiator und Leiter des Deutschen Energieberatertags. Seit 2001 hat er an der Fakultät für Architektur der Universität Stuttgart einen Lehrauftrag für energieeffizientes Bauen.

