

Alles dreht sich um die Sonne

Vier Komponenten für eine hohe solare Deckung

Professor Timo Leukefeld, Timo Leukefeld – Energie verbindet, Freiberg
Corina Prutti, Das Komm. Büro, München

Die effiziente Nutzung der unerschöpflichen Energielieferantin Sonne steht bei einem Sonnenhaus im Mittelpunkt. Es versorgt seine Bewohner mit Wärme für Heizung und Warmwasser über eine solarthermische Anlage mit Langzeitwärmespeicher. Das zukunftsfähige Baukonzept hat sich nach Auffassung der Autoren in Deutschland bereits über 1300 Mal bewährt.

Bereits Mitte der neunziger Jahre entwickelten die Gründer des Sonnenhaus-Instituts dieses Bau- und Heizkonzept, das ganzjährig den Jahreswärmebedarf an Heizung und Brauchwasser eines Gebäudes zu mindestens 50 % mit einer thermischen Solaranlage deckt. Erfahrungen von über 1000 Sonnenhäusern zeigen, das ein solarer Deckungsgrad von 60 bis 70 % ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis darstellt. Das Sonnenhaus-Konzept kann sowohl im Neubau als auch im Gebäudebestand Anwendung finden. Es ist für die Energieversorgung von Ein- oder Mehrfamilien-Wohnhäusern sowie von Funktionsgebäuden einsetzbar. Die Besonderheit: Die direkte Nutzung der Sonnenwärme – ohne vorherige Umwandlung in Strom (Bild 1).

Ein Sonnenhaus besteht aus vier aufeinander abgestimmten Komponenten. Kollektoren auf einem steil geneigten, nach Süden ausgerichteten Dach sammeln die Wärme der Sonne und leiten sie in einen zentralen

Pufferspeicher. Dieser speichert die Energie mithilfe von Wasser über mehrere Wochen oder sogar Monate. Bei Bedarf gibt der Speicher die Wärme über Wandflächen- oder Fußbodenheizung individuell regelbar an die Räume ab. Reicht die Kraft der Sonne in den kältesten und sonnenärmsten Monaten nicht aus, liefert eine Zusatzheizquelle meist in Form eines Stückholz- oder Pelletofens die notwendige Energie (Bild 2).

Obwohl dieses Bau- und Heizkonzept auf eine Wärmequelle setzt, die kostenlos und in jeder Menge zur Verfügung steht, empfehlen die Solarexperten des Sonnenhaus-Instituts zusätzlich einen Dämmstandard, der etwa 15 bis 30 % unter der EnEV 2009, also etwa bei dem KfW-Effizienzhaus 70 oder 55 Standard liegt. Massive Wände sind oftmals bereits ausreichend. Monolithische Wände, zum Beispiel aus Ziegeln, gleichen aufgrund ihrer hohen, natürlichen Speichereigenschaft Temperaturschwankungen aus. Sie bieten eine aus-

gezeichnete Wärmedämmung und eine sehr lange Wärmespeicherung – ohne zusätzliche künstliche Dämmschicht.

Für ein Sonnenhaus soll der Transmissionswärmeverlust (HT*) maximal $0,28 \text{ W/m}^2\text{K}$ betragen. Das bedeutet einen U-Wert für die Außenwand von etwa $0,14$ bis $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$, für das Dach von etwa $0,12$ bis $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ und für die Bodenplatte beziehungsweise Kellerdecke von etwa $0,20$ bis $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Für die Fenster sind U-Werte zwischen etwa $0,8$ und $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ empfehlenswert. Mit diesen Werten liegen Sonnenhäuser bereits heute unter den für die EnEV geplanten Novellierungen für 2014 und 2016.

Mit einem Primärenergiebedarf von durchschnittlich zehn Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr unterschreiten die meisten Sonnenhäuser den von der Energieeinsparverordnung (EnEV) zulässigen um mehr als 80 % (Quelle: Sonnenhaus-Institut e. V.) (Bild 3).

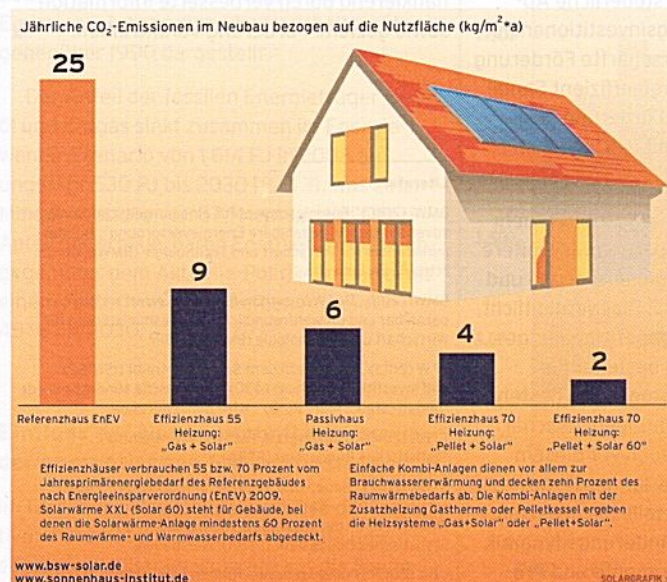


Bild 1 Solarwärme XXL bringt mehr als eine bessere Dämmung.
(Quelle: Sonnenhaus-Institut e. V., BSW e. V.)

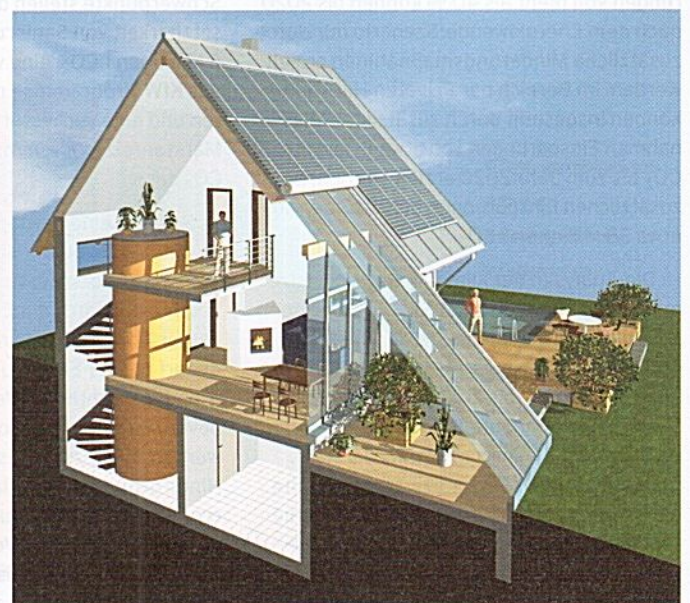


Bild 2 Schnittgraphik Sonnenhaus Lorenz (Quelle: Sonnenhaus-Institut e. V.)

Die intelligente Dimensionierung und Abstimmung von solarthermischer Anlagen-technik und Gebäudehülle nach dem Sonnenhausprinzip führen zu den derzeit effektivsten Häusern im europäischen Markt: mit den geringsten Heizkosten, den geringsten CO₂-Emissionen sowie dem geringsten Primärenergiebedarf. Schon heute erfüllen sie in Kombination mit einer PV-Anlage für den Eigenbedarf, die von der Europäischen Union für 2020 projektierte Leitvision der „nearly zero energy“-Gebäude.

Vier Komponenten für behagliche Wärme

Für das Gelingen eines Sonnenhauses mit hohem solaren Deckungsanteil müssen Kollektorfläche und Speicher dem Klimastandort entsprechend richtig dimensioniert und aufeinander abgestimmt werden. Um die Sonne vor allem in den kälteren Jahreszeiten optimal zu nutzen, ist eine optimale Ausrichtung des Gebäudes, vor allem der Solarfläche, zur Sonne wichtig, ist. Die Kollektoren sollen steil, das heißt mit einem hohen Neigungswinkel, stehen. Das hat im Herbst und Winter den Vorteil, dass die Kollektoren die Strahlen der tief stehenden Sonne optimal einfangen. Gleichzeitig verhindert sie, dass Schnee liegenbleibt; die Kollektoren sind frei und können Sonnenenergie sammeln. So bringt die Anlage in der kälteren Jahreszeit einen guten Ertrag. Im Sommer hingegen sorgt eine steile Neigung dafür, dass die Kollektorfläche der Sonne weniger stark ausgesetzt ist. Unerwünschte Überhitzung, die für das gesamte Solarsystem ungünstig wäre, wird so vermieden.

Der Puffer- oder Schichtspeicher lagert, zumeist mithilfe von Wasser, die Wärme ein und hält sie für sonnenarme Tage vor. Er sorgt so für den Ausgleich zwischen Energieangebot und Nachfrage. Das bewährte Speichermedium Wasser hat hervorragende Wärmeträgereigenschaften und verteilt die Heizwärme gut und unmittelbar im Haus. Der Energievorrat im Solartank hängt nicht nur von der Größe des Speichers und der darin vorhandenen Wassermenge ab, sondern in erster Linie von der nutzbaren Temperaturdifferenz (Bild 7 illustriert die Dimensionierung von Speicher und Kollektorfläche).

Neue Speicherkonzepte – Platzsparend und flexibel einsetzbar

Aufgrund ihrer erheblichen Bedeutung für eine solarthermische Heizanlage wird auf dem Gebiet der Wärmespeicherung und Systemtechnik viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit geleistet. Die Bandbreite der Forschung reicht von innovativen Wasserspeicherkonzepten über die Minimierung der Wärmeverluste, die Nutzung der Latentwärme mit alternativen Speichermaterialien bis hin zu chemischen Energiespeichern.

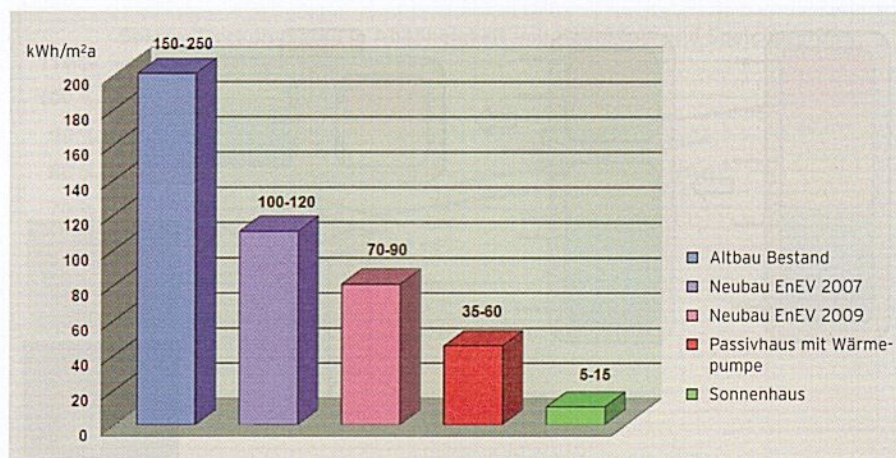


Bild 3 Primärenergiebedarf eines Sonnenhauses

(Quelle: Sonnenhaus-Institut e. V.)

Ein wichtiger Aspekt ist die Unterbringung der großen Behälter. Besonders im Gebäudebestand können hohe zylindrische Stahlspeicher meist nur sehr schwierig oder nur mit umfassenden baulichen Eingriffen eingebaut werden. Gefragt sind flexible, platzsparende Lösungen, die weder kostspieligen Wohnraum beschränken, noch umfassende bauliche Eingriffe, beispielsweise in Bestandsgebäude, nach sich ziehen.

Speicher aus Glasfaser-Kunststoff erfüllen einige dieser Kriterien: Sie haben ein geringes Gewicht, benötigen kein Ausdehnungsgefäß, können drucklos betrieben und in kubischer Form hergestellt werden. Es ist möglich, sie vor Ort zu laminieren, sie in Modulbauweise mit gemeinsamer Dämmung als Kaskade aneinanderzureihen oder (im Neubau) als ein Bauteil in den Keller einzubringen. Für die Stabilität der Temperaturschichten im Wasser wirkt sich die geringere Wärmeleitfähigkeit von Kunststoff gegenüber Stahl vorteilhaft aus.

Durch eine ausgefeilte Systemtechnik und Regelung ist es möglich, auch in liegenden Großspeichern eine gute Temperaturschichtung zu erreichen. Die wesentlichen technischen Komponenten, bestehend aus zwei Pumpen, zwei Mehrzonenventilen und vier Wärmetauschern, sind anschlussfertig im sogenannten „Dom“ untergebracht, der ebenfalls von der Speicherdämmung umschlossen wird. Der Speicher besteht aus zwei thermisch getrennten, nebeneinanderliegenden Kammern: dem kleineren, nachgeheizten Bereitschaftsteil (Hochtemperaturkammer) und dem Langzeitspeicher (Niedertemperaturkammer). Wie in einem Schrank mit Schubfächern können Energiemengen entsprechend ihrem Temperaturniveau in mehreren Schichten gezielt ein- und ausgebracht oder direkt den Verbraucherkreisen zugeführt werden. Speicher dieser Art mit einem Gesamtvolumen von 30 bis 50 Kubikmetern eignen sich auch gut für wärmeautarke Sonnenhäuser ohne Nachheizung (Bilder 4 und 5).

Obwohl das Sonnenhaus-Institut empfiehlt, alle Komponenten innerhalb der thermischen Hülle unterzubringen, kann ein Speicher, wenn er optimal wärmedämmend ist, auch außerhalb der Gebäudehülle untergebracht werden, zum Beispiel in einem unbeheizten Nebengebäude oder im Erdboden. Ein formstabiler, feuchteunempfindlicher durchdringungsfreier Isoliermantel ist hier unerlässlich. In jüngerer Zeit wurden doppelwandige Stahlspeicher mit Vakuumdämmung entwickelt, deren Auskühlrate um ein Vielfaches geringer ist als bei konventioneller Dämmung, und das bei geringerem Platzbedarf (Bild 6).

Flächenheizungen in Wand oder Fußboden leiten die gespeicherte Wärme in die Wohnräume. Sie benötigen im Vergleich zu konventionellen Heizkörpern geringe Vorlauftemperaturen und ermöglichen dadurch eine optimale Ausbeute der Solarwärme. In den einzelnen Räumen sind Flächenheizungen dem individuellen Wärmeempfinden entsprechend regelbar und sorgen für eine gleichmäßige Wärmeverteilung. In Bestandsgebäuden, in denen der Einbau einer Fußbodenheizung häufig mit massiven baulichen Eingriffen verbunden ist, können entweder die Heizkörper größer dimensioniert oder eine Wandflächenheizung eingebaut werden.

Eine Biomasseheizung ergänzt das solarthermische Heizprinzip. Diese kann als moderner Holzvergaserkessel, für Stückholz oder Pellets, im Keller aufgestellt werden oder als Kamin- oder Kachelofen im Wohnraum. Diese Öfen sollen mindestens 80 % ihrer Leistung an das Wasser im Solartank abgeben, damit wird diese dem Heizkreislauf zur Verfügung gestellt und effizient genutzt. Die restliche Abwärme der Wohnraumöfen sorgt zusätzlich für angenehme Temperaturen.

In einem Sonnenhaus erzeugen rund um das Jahr ausschließlich regenerative Energiequellen Wärmeenergie und machen die Bewohner unabhängig von der Kostenentwicklung für Öl, Gas und Heizstrom. Inzwischen

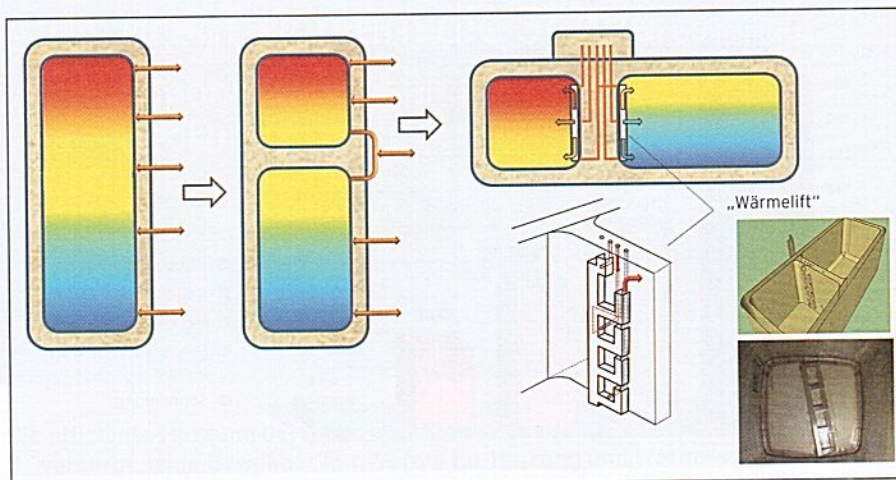


Bild 4 Liegender Großspeicher
(Bildquelle: Sonnenhaus-Institut e.V.)

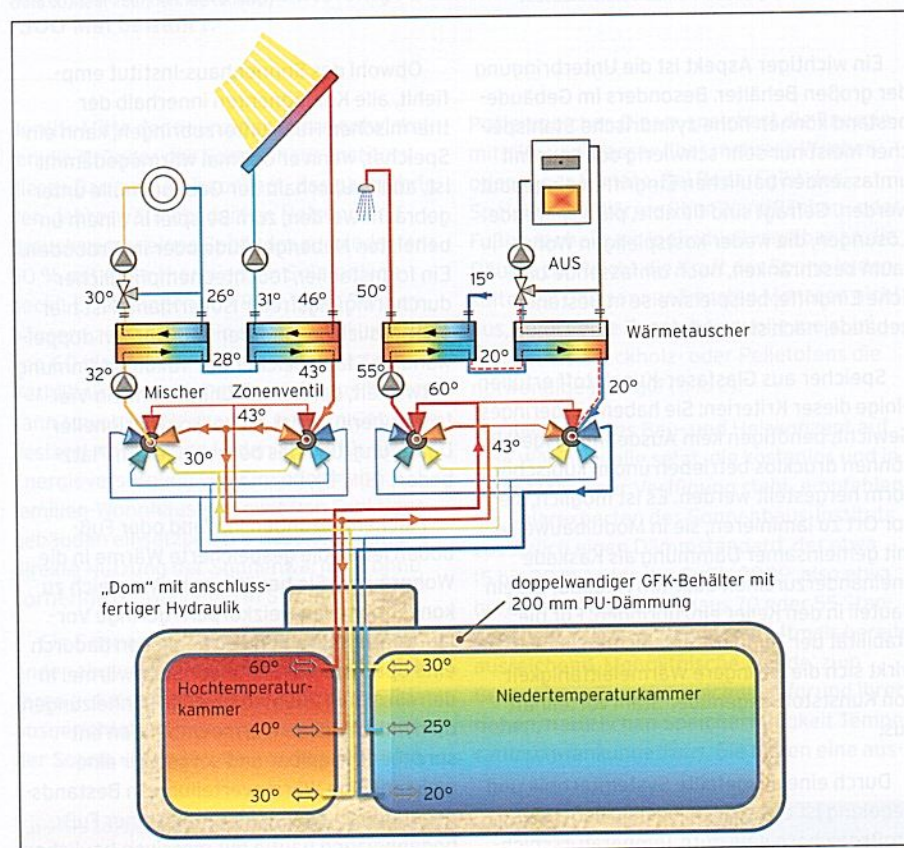


Bild 5 Liegender Großspeicher, eingebunden
in eine Solarthermische Anlage
(Bildquelle: Sonnenhaus-Institut e.V.)

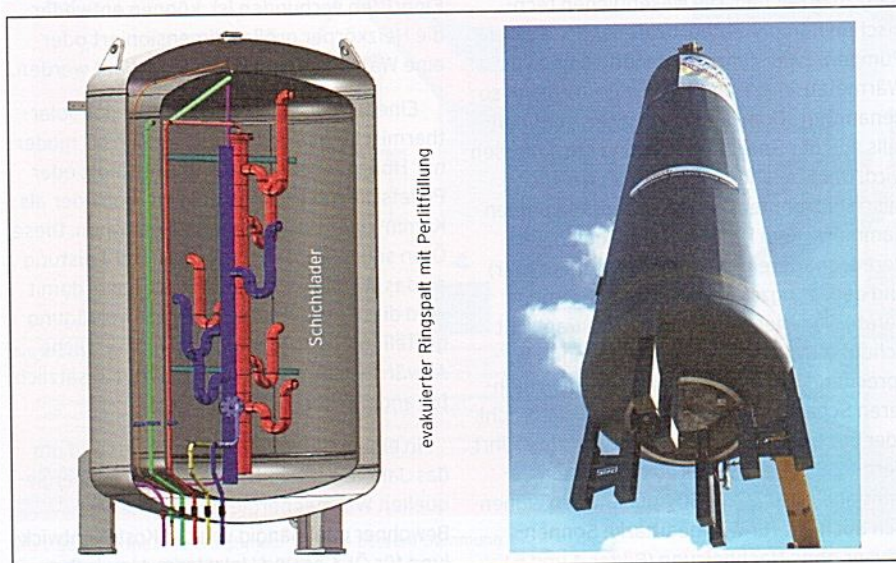


Bild 6 Vakuumspeicher
(Bildquelle: Sonnenhaus-Institut e.V.)

verzeichnete das Sonnenhaus-Institut insgesamt rund 1300 Sonnenhäuser in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: Dezember 2012).

Trend: Mehrfamilien-Sonnenhäuser

Die jährliche Umfrage des Sonnenhaus-Instituts unter seinen Mitgliedern zeigt, dass auch die Wohnungswirtschaft immer häufiger auf die direkte Nutzung von Sonnenwärme setzt. So bietet sie ihren Mietern Wohnungen mit minimalen Energiekosten. Zehn bis zwölf Prozent der in den Jahren 2011 und 2012 gebauten Sonnenhäuser sind Gebäude mit drei oder mehr Wohneinheiten. Größere Projekte mit zwölf und 18 Wohneinheiten entstanden in Laufen, Bayern, in Harrislee, Schleswig-Holstein, sowie in Oberburg-Burgdorf, Schweiz.

Unangenehme Überraschungen in puncto Nebenkosten bleiben Mietern in solchen Gebäuden erspart. In Deutschland ist es allgemein üblich, dass die Höhe der Kaltmiete festliegt. Demgegenüber steigen die Nebenkosten jedoch stetig und deutlich, was die Wohnkosten letztlich unvorhersehbar macht. Vermieter von Sonnenhäusern hingegen können ihren Mietern über Jahre stabile Warmmieten zusichern, weil diese den jährlichen Bedarf an Heizung und Warmwasser nahezu vollständig mittels Sonnenwärme decken.

In dem Mehrfamilienhaus in Laufen legt die Genossenschaft jährlich lediglich 45,00 Euro Nebenkosten für Heizung auf die einzelnen Wohneinheiten um. Um dies zu erreichen, ist das Gebäude mit 216 Quadratmeter Kollektorfläche auf dem Dach und zusätzlich 64 Quadratmeter an der Fassade ausgestattet. Die so gewonnene Wärme wird in zwei zentralen Pufferspeichern von je 77 Kubikmeter Größe eingelagert. Über seine thermische Solaranlage erwirtschaftet das Gebäude vor allem im Sommer Energie-Überschüsse. Das Gebäude erreicht dann 150 % solare Deckung; man spricht in diesem Fall von einem Wärme-Plus-Energiehaus. Die gewonnene Wärme teilt das Mehrfamilienhaus mit einem Nachbargebäude, mit dem es in einem Nahwärmeverbund steht (Bild 8).

Neben dem Aspekt der durchgehend niedrigen Heizkosten machen weitere Faktoren das Bau- und Heizkonzept des Sonnenhaus-Instituts für Mehrfamilienhäuser attraktiv: Ein großer Vorteil liegt in der Einfachheit ihrer Technik. So brauchen die Mieter keine Umlagen hoher Wartungs- und Folgekosten zu fürchten. Im Vergleich zu anderen Niedrigenergiekonzepten, die zumeist strenge Anforderungen an ein sachgemäßes Nutzungsverhalten stellen, bleibt das spezifische Verhalten einzelner Parteien in einem Sonnenhaus in der Regel ohne Folgen für die Heiz- und Nebenkosten der Hausgemeinschaft (Bild 9).

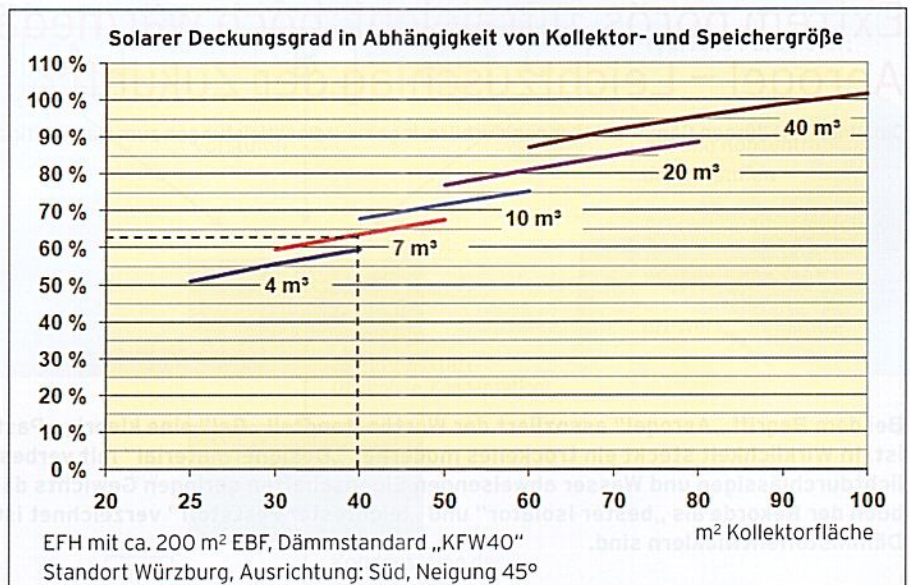


Bild 7 Dimensionierung der Komponenten Kollektorfläche und Speichervolumen (Quelle: Sonnenhaus-Institut e. V.)



Bild 8 Mehrfamilienhaus Laufen als Sonnenhaus

(Bildquelle: Sonnenhaus-Institut e. V.)



Bild 9 Baujahr 2007: Mehrfamilienhaus in der Schweiz von Jenni-Energietechnik mit acht Wohneinheiten und einem Primärenergiebedarf von 4 kWh/m²a. Es beheizt sich mittels Solarthermie und Langzeitwärmespeicherung ganzjährig zur 100 % nur mit der Sonne. Auf eine Heizkostenabrechnung wird verzichtet. Es gibt Wartelisten für die Vermietung. (Quelle: Sonnenhaus-Institut e. V.)