

## Alles dreht sich um die Sonne

Intelligente Eigenversorgung mit Wärme, Strom und Mobilität

PROF. TIMO LEUKEFELD, *Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie Glauchau, University of Cooperative Education*

CORINA PRUTTI, *Texterin und PR-Beraterin*



Abb. 1:  
Südostansicht –  
zwei benachbarte  
energieautarke  
Häuser

Energie-autark und bezahlbar – dies sind die beiden wesentlichen Attribute der beiden Häuser, die sich zwei Solarpioniere in Freiberg/Sachsen in unmittelbarer Nachbarschaft bauten. Im November 2013 zogen sie ein. Seither versorgen sie sich weitgehend selbst mit Wärme, Strom und Mobilität aus der Sonne. Dreh- und Angelpunkt für die Energieautarkie ist das Bau- und Heizkonzept des Sonnenhaus-Instituts: Mittels einer Solarthermieanlage decken die beiden Häuser ihren Wärmebedarf weitestgehend direkt aus der Sonne – ohne vorherige Umwandlung in Strom. Rund 80 Prozent des Energieverbrauchs in diesen Gebäuden entfallen auf Heizung und Warmwasser. Reicht die Kollektoranlage weitergehend für diesen großen Anteil aus, so die Idee der beiden Energieexperten, ist es möglich, auch den restlichen Energiebedarf eines Haushalts regenerativ zu decken.

## Die Basis: Ein Sonnenhaus

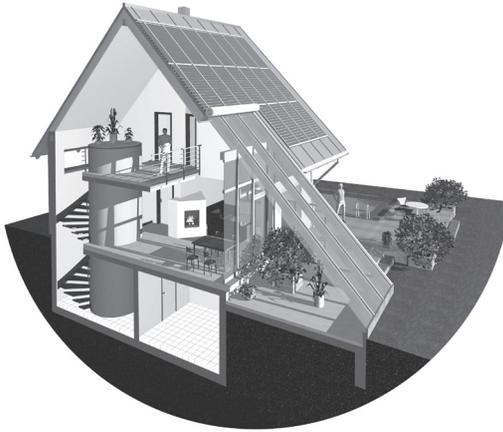


Abb. 2:  
Schnittgrafik mit  
den typischen  
Sonnenhaus-  
Komponenten  
Quelle: Sonnenhaus  
Institut e.V.

Solarthermie ist die mit Abstand natürlichste und nachhaltigste Form der Wärmeerzeugung: Sie bringt Angebot (Sonne) und Nachfrage (Verbrauch) zusammen. Dies geschieht durch einen Langzeitwärmespeicher, der es ermöglicht, die über Kollektoren gewonnene Wärme über Wochen oder Monate (vom Spätsommer bis in die Heizperiode) vorzuhalten. Am Standort Freiberg erreichen die bei-

den Gebäude mit je einer 46 Quadratmeter großen Kollektorfläche und je einem neun Kubikmeter Langzeitwärmespeicher (Wasser) eine solare Deckungsrate von über 65 Prozent. Den zusätzlichen Bedarf deckt ein Kaminofen mit Hilfe von etwa zwei bis drei Festmetern Stückholz pro Jahr. Die Kosten dafür liegen derzeit bei circa 150 bis 250 Euro. Ausschließlich erneuerbare Energien decken den gesamten Wärmebedarf dieser Häuser.

Solarthermieanlagen sind effizient: Aus einer Kilowattstunde (kWh) Strom, die bei diesem solaren Heizkonzept für Pumpen, Stellventil und Regler eingesetzt wird, werden bis zu 150 kWh natürliche Sonnenwärme erzeugt. Im Gegensatz dazu liegt dieses Verhältnis bei dem Einsatz einer typischen und den Markt dominierenden Luftwärmepumpe praktisch bei 1:3.

Dementsprechend ist der Primärenergiebedarf dieser energieautarken Gebäude mit 7 kWh pro Quadratmeter und Jahr ( $\text{kWh/m}^2\text{a}$ ) sehr gering. Er liegt etwa 90 Prozent unter einem Einfamilienhaus nach Standard Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014 und etwa 80 Prozent unter einem typischen Standard Passivhaus. Diese positive Primärenergiebilanz erreicht das energieautarke Haus allein durch die Kombination: viel (direkte) Sonnenwärme plus (wenig) Biomasse und eigene solare Stromversorgung. Das Haus spart durch die Sonnennutzung bei Wärme, Strom und Mobilität jährlich fünf Tonnen  $\text{CO}_2$  (im Vergleich zum Standard EnEV 2014 Einfamilienhaus-Neubau).

## Durch Solarthermie zur Stromautarkie

Indem das energieautarke Haus seinen Wärmebedarf zum größten Teil über Solarthermie, Langzeitwärmespeicher und mittels Biomasse deckt, ist der Strombedarf über das Jahr hin annähernd gleichbleibend und sehr gering. Dies sowie

die generelle Senkung des Stromverbrauchs sind essenzielle Voraussetzungen für die Projektierung der Eigenstromversorgung über Photovoltaik und Energiespeicher (Akku).

Eine vierköpfige Familie in Deutschland verbraucht durchschnittlich etwa 5.000 kWh Elektroenergie im Jahr. Die Solarexperten und Bauherren reduzierten in dem energieautarken Haus den Stromverbrauch für eine Familie mit zwei Kindern auf 2.000 kWh/a. Das gesamte Gebäudekonzept verzichtet konsequent darauf, wertvollen Strom aus dem Netz in Wärme zu verwandeln (wie es beispielsweise für das Heizen mit Wärmepumpen unumgänglich wäre). Nicht nur die Heizung nutzt die solare Wärme direkt, sondern auch Haushaltsgeräte wie Waschmaschine, Trockner und Geschirrspüler nutzen sie. Allein dies kann bei solchen Geräten zu Stromeinsparungen von bis zu 80 Prozent führen. Die Vermeidung von Stand-by-Verbrauch, der Einsatz eines hydraulischen Pumpensystems mit geringsten Widerständen im Heiz- und Solarkreislauf sowie ein stromsparendes Lichtkonzept tun ihr Übriges.

Eine 8 Kilowatt-Peak (kWp) Photovoltaikanlage deckt den Strombedarf der energieautarken Häuser. Um den selbst gewonnenen Strom flexibler einsetzen zu können, wird dieser in einem entsprechend dimensionierten Energiespeicher (Akku) zwischengelagert (bis zu einer Woche). So kann beispielsweise ein Elektromobil auch noch am Abend, d. h. wenn die Sonne gerade nicht scheint, mit eigenproduziertem Strom geladen werden. Der Akku ermöglicht es dem Haus, sich autark zu versorgen. Selbst bei Stromausfall können sämtliche Komponenten der Anlage über den Akku versorgt werden.



Abb. 3:  
Das Haus ist eine Solartankstelle für das Elektroauto – selbst gewonnener Strom macht mobil.

Sowohl die Solarthermie- als auch die Photovoltaikanlage sind dachintegriert ausgeführt. Dieses sogenannte Solardach ersetzt die Dachziegel und stellt ein vollwertiges, dichtes Dach dar. Beide Solaranlagen sind durch die Gebäudeintegration Teil der Außenhülle und wirken nicht aufgesetzt. Dies gibt den Häusern eine anspruchsvolle, hochwertige Optik.

## Ziegel und Sonne – eine gewinnbringende Allianz

Da dieses Bau- und Heizkonzept auf eine Wärmequelle setzt, die kostenlos und in jeder Menge zur Verfügung steht, ist ein Mauerwerk in Ziegelbauweise eine

optimale und ausreichende Ergänzung. Eine zusätzliche künstliche und kostenintensive Dämmschicht ist nicht notwendig. Beide energieautarken Gebäude sind aus Ziegeln mit natürlicher Perlite-Füllung gebaut. Der U-Wert der Wände liegt bei  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ .



Abb. 4:  
Mit natürlichem Perlite gefüllte massive Ziegel senken den U-Wert der Wände auf  $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Monolithische Ziegelwände gleichen aufgrund ihrer hohen, natürlichen Speicherfähigkeit Temperaturschwankungen aus. Sie bieten eine ausgezeichnete Wärmedämmung und eine sehr lange Wärmespeicherung. Rund ums Jahr beeinflussen massive Ziegelwände das Klima in einem Haus positiv: Während sie im Winter die Wärme im Haus halten, bewahren sie im Sommer die Kühle. Auch in den Übergangszeiten reicht die Speicherung der Tageswärme in den massiven Wänden für behagliche Raumtemperaturen in der Nacht aus – ganz ohne zusätzliche Heizung. Die energieautarken Häuser machen sich die Sonnenwärme demnach auf zweifache Art zu Nutze: In den Zeiten, in denen die Sonne nicht scheint, beziehen sie ihre Wärme nicht nur aus dem Pufferspeicher, sondern auch aus

den monolithischen Wänden. So ist das Verhältnis zwischen dem Aufwand zur Gewinnung und Bewahrung von Energie und ihrem kontrollierten Gebrauch im Haus ausgewogen.

Auf übertriebene Dämmung kann in einem massiv gebauten Sonnenhaus verzichtet werden. Dies unterstreicht eine Studie des Bundesverbandes Solarwirtschaft (BSW-Solar). Nach dieser „Kurzstudie zur effizienten Balance zwischen Dämmung und Solarthermie“ machen solarthermische Heizsysteme ein Haus bis zu 67 Prozent energieeffizienter, sparsamer, wirtschaftlicher und ökologischer als eine maximal optimierte Gebäudehülle, die von vielen anderen Hauskonzepten favorisiert wird. Ziegel in Kombination mit einer solarthermischen Anlage nach dem Sonnenhausprinzip führen zu den derzeit effektivsten Häusern im europäischen Markt: mit den geringsten Heizkosten, den geringsten  $\text{CO}_2$ -Emissionen sowie dem geringsten Primärenergiebedarf. Schon heute erfüllen sie die von der EU für 2020 projektierte Leitvision der „Nearly Zero Energy“-Gebäude.

## Der effektivste Einsatz effizienter Technologie

Neben klugen Baustoffen setzen die beiden energieautarken Gebäude effiziente Technologien so effektiv wie möglich ein: Sonnenenergie ist als Wärmeenergie komplett und längere Zeit speicherbar. Darauf baut das solarthermische Heizkonzept auf. Die entsprechende Technologie zur Wärmespeicherung ist hoch entwickelt, effizient (Wärmespeicherung in Wasser über Wochen möglich) und um den Faktor 100 pro kWh Investition kostengünstiger als Stromspeicher (zum Beispiel Lithium-Ionen-Akkus). Die Investitionskosten für Wärmespeicherung in Wasser liegen derzeit bei circa zehn bis 30 Euro pro nutzbarer kWh. Im Gegensatz dazu kostet Stromspeicherung in Lithium-Ionen-Akkus circa 2.000 bis 3.000 Euro pro kWh.



Abb. 5:  
Effektive Dachflächennutzung:  
Kollektoren (oben)  
und Photovoltaikmodule (unten)  
dachintegriert ausgeführt

Außerdem bringt eine solarthermische Kollektoranlage in der Heizperiode von Herbst bis Frühjahr bei Sonnenschein pro Quadratmeter einen doppelt bis dreifach so hohen Ertrag wie eine Photovoltaikanlage.

## Strom aus dem Netz – zu kostbar zum Verheizen

Im Gegensatz zu dem energieautarken Haus gehen viele andere geläufige Energiekonzepte – wie das Passiv-, Plusenergie- oder Nullenergiehaus – einen grundsätzlich anderen Weg. Ihr Effizienzansatz lautet: wenig Wärme verbrauchen – und den verbleibenden Heizbedarf mit Strom decken. Dementsprechend setzen sie darauf, mittels hoher Investition in die Gebäudehülle Heizenergie einzusparen. Die trotz allem benötigte Heizenergie decken sie zumeist über eine Luftwärmepumpe, also mit Strom.

Häufig sind diese Gebäude mit einer Photovoltaikanlage ausgestattet. Naturgemäß erzeugt diese den meisten Strom im Sommer. Antizyklisch dazu benötigt die Wärmepumpe den meisten Strom im Winter, was den Stromverbrauch in dieser Zeit häufig um das Zwei- bis Fünffache ansteigen lässt. Ein öffentlicher Stromanschluss ist daher zwingend. Über diesen Anschluss wird überschüssiger Solarstrom ins Netz eingespeist und an die Energieversorger verkauft. Um die Wärmepumpe zu betreiben, muss der Strom vor allem im Winter aus dem Versorgungsnetz wieder entnommen werden.

Je nachdem, wie viel Strom die Photovoltaikanlage jährlich erzeugt, spricht man für den Fall, dass die jährliche Strombilanz auf dem Papier ausgeglichen ist, von einem Nullenergiehaus; wenn es eine Überschussproduktion gibt, von einem Plusenergiehaus. Physikalisch handelt es sich hier um das Phänomen einer „saisonalen Illusion“.

Wegen des Antizyklus' von Stromerzeugung und -verbrauch und des damit einhergehenden notwendigen Anschlusses an die öffentliche Stromversorgung ist tatsächliche Autarkie nicht möglich. Bei Stromausfall gibt es keine Versorgung. Selbst die eigene Photovoltaikanlage auf dem Dach schaltet sich, gemäß den Vorschriften für netzgekoppelte Solarstromanlagen, ab.

## Speicherplatz zum Nutzen der Allgemeinheit

Die strombasierten Heizkonzepte erhöhen wegen des Antizyklus' darüber hinaus den Überfluss im Sommer, im Winter indes den Mangel (Bedarf der Wärmepumpen). Die Energieversorger müssen, um den hohen Energiebedarf im Winter zu decken, den fossilen Kraftwerkspark hochfahren. Der erhöhte Bedarf kann aufgrund der typischen sechs bis acht Wochen währenden Windflaute mittels erneuerbarer Energien nicht gedeckt werden.

Im Gegensatz dazu entlastet das Energiekonzept der beiden Gebäude in Freiberg die öffentlichen Stromnetze und begründet auf diese Weise nicht nur die Freiheit und Unabhängigkeit seiner Bewohner, sondern es ist auch der Allgemeinheit von Nutzen.

Die Bauherren und Solarexperten gehen sogar noch einen Schritt weiter: Sie kooperieren mit den regionalen Energieversorgern und stellen diesen den Warmwasserspeicher eines Gebäudes zur Lagerung von Energieüberschüssen zur Verfügung. Der Wärmespeicher wurde (testweise) mit einer Elektroheizpatrone ausgestattet, den die Versorger für ihr Energiemanagement nutzen können. Die Freiburger Stadtwerke praktizieren dieses Prinzip bereits mit einem riesigen Pufferspeicher (3.200 Kubikmeter) innerhalb ihres Fernwärmenetzes. Wie ein großer „Tauchsieder“ erwärmt die Elektroheizpatrone das Wasser in dem Pufferspeicher. Strom wird so zu Wärme.

Die Vorteile liegen auf der Hand: Energieaufkommen und -verbrauch sind häufig antizyklisch. Produzieren fluktuierende alternative Stromerzeuger, wie z. B. Windkraftanlagen, zu viel Strom, bleibt den Versorgungsunternehmen meist nur, diese abzuschalten. Dennoch muss in diesen Fällen die Einspeisevergütung gezahlt werden, obwohl sie keinen Strom für ihre Kunden haben. Das bedeutet für die Versorger „doppelte“ Kosten ohne jeden Nutzen.

Die Speicherkapazität des Freiburger Hauses ermöglicht es den Stadtwerken, im Winter bis zu 550 kWh als Wärme einzulagern. Dies hat gleich mehrere Vorteile: Die Windkraftanlagen müssen weniger gedrosselt werden und die Versorger können den Bewohnern die Wärme, die mittels dieses Stroms von der Elektroheizpatrone erzeugt wird, verkaufen. Den Hausbewohnern kommt die Energie zugute, sie brauchen den Kaminofen seltener einzuheizen. Dies führt zu einer Kosten- und Arbeitersparnis. Auch Elektrospeicher und Akku des E-Mobils sollen zukünftig von außen angesteuert werden.

Die Vision der beiden Energieexperten macht auch an dieser Stelle nicht halt: In einem nächsten Schritt stellen sie sich vor, dass die Energieversorger einen Anteil des Gewinns, den sie durch die Einlagerung oder die Entnahme von Energie erwirtschaften, auf die Hauseigentümer umlegen, die in den Speicherplatz investieren. Statt über staatliche Subventionen werden auf diese Weise echte Anreize geschaffen, sich bei der Entscheidung für ein Hausmodell in die allgemeine Versorgungslage aktiv mit einzubringen.

## **Bezahlbare Unabhängigkeit**

Der Prototyp des energieautarken Hauses wurde von einer Projektgruppe der Helma Eingenheimbau AG unter Leitung von Prof. Timo Leukefeld entwickelt. Mit 161 Quadratmetern Wohnfläche kostet es schlüsselfertig 398.000 Euro (inklusive Bodenplatte, ohne Keller und ohne Grundstück). In Bezug auf Gesamtkosten, tatsächliche Autarkie und niedrigen Primärenergieverbrauch ist das eine revolutionäre Entwicklung im Markt. Andere Modelle, die sich in einem weiten Rahmen energetisch selbst versorgen, liegen preislich deutlich höher: zum Beispiel das Effizienzhaus Plus in Berlin mit Projektkosten von circa 2,5 Millionen Euro oder das Haus der Zukunft E-lab in Stuttgart mit Projektkosten von circa fünf Millionen Euro.

Ausdrückliches Ziel des Projektes ist es, vielen Menschen eine bezahlbare Alternative im Neubaubereich zu bieten und bei Wärme- wie bei Stromerzeugung auf die Nutzung des kostenfreien und krisensicheren Rohstoffs Sonne zu setzen. Die Bewohner erreichen größtmögliche Unabhängigkeit von Öl, Gas und Strom und den damit einhergehenden Preissteigerungen. Sie entscheiden sich gegen den Verbrauch endlicher Ressourcen und für eine Kultur des Gebrauchs.

Neben der tatsächlichen Unabhängigkeit bietet ein energieautarkes Haus seinen Bewohnern ein hohes Maß an Sicherheit. Zum einen sorgen Speicher und intelligente Verbrauchssteuerung dafür, dass das Gebäude selbst bei Stromausfällen weiterhin zuverlässig mit Energie versorgt ist. Zum anderen bieten die Häuser eine sichere, sinnvolle und werthaltige Altersversorgung: In Zukunft verlieren Einnahmen immer mehr an Wert. Die Kaufkraft generell – und somit auch die der Einnahmen aus dem Verkauf von selbst erzeugtem Strom – geht

zurück. Ursachen dafür sind neben der Inflation die steigende Besteuerung und die sinkende Einspeisevergütung. Einsparungen indes werden in Zukunft den Lebensstandard sichern. Bewohner eines energieautarken Hauses sparen derzeit jährlich rund 5.000 Euro an Kosten für Heizung, Strom und Mobilität. Dieser Betrag steuerfreier Einsparungen durch die vollständige Eigennutzung der selbst erzeugten Energie steigt proportional mit der jährlichen Energiepreissteigerung. Die Kaufkraft gewinnt auf diese Weise an Wert.

Um dieses Modell noch mehr Menschen zugänglich zu machen, arbeiten die Projektentwickler derzeit an verschiedenen Adaptionen. Ein teilautarkes Modell verspricht geringere Baukosten als das vollständig energieautarke Haus. Entsprechend konzipierte Mehrfamilienhäuser bieten Vermietern den Vorteil, über Jahre stabile Warmmieten auszuhandeln. Gleichzeitig bleiben Mieter von der Umlage hoher Wartungs- und Folgekosten verschont. Darüber hinaus sollen die vielen Bestandsgebäude, deren energetische Sanierung ansteht, in dieses Konzept miteinbezogen werden.

**Einsparung mit Solarwärme**

**Beispiel:**

Herr Meier installiert eine Sonnenheizung und spart im 1. Jahr 650,- Euro für Heizöl ein.

**Einnahme mit Solarstrom**

**Beispiel:**

Herr Meier installiert eine Solarstromanlage. Er verkauft den Strom an den Energieversorger und nimmt im 1. Jahr 650,- Euro dafür ein.

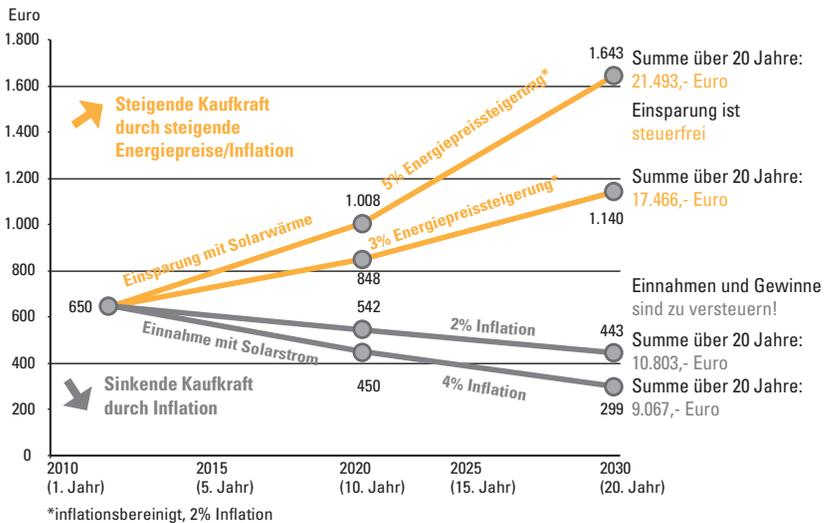


Abb. 6:  
Die Kaufkraft gewinnt bei Einsparungen.

## Faktenblatt für Freiberg:

### Das energieautarke Haus in Zahlen (KfW Effizienzhaus 55)

Wohnfläche	161 m <sup>2</sup>
Gebäudenutzfläche nach EnEV	AN = 191 m <sup>2</sup>
Beheiztes Gebäudevolumen	596 m <sup>3</sup>
Jahresheizwärmebedarf	41,40 kWh/m <sup>2</sup> a Normwärmebedarf 34,13 W/m <sup>2</sup> , also 6,5 kW
Wärmebedarf für Heizung (Hz) und Warmwasser (WW) laut EnEV	Heizung 7.900 kWh/a max. Warmwasser 2.385 kWh/a
Stromverbrauch	2.000 kWh/a
Primärenergiebedarf	6,81 kWh/m <sup>2</sup> a (90 % unter EnEV 2009, 80 % unter Passivhaus)
Kollektorfläche (dachintegriertes System)	46 m <sup>2</sup>
Dachneigung	45°
Langzeitwärmespeicher/Schichtspeicher	9,2 m <sup>3</sup>
Solare Deckung	Wärme 65 % und Strom 100 %
Kaminofen (Naturzugholzvergaser mit Wärmeübertrager)	25 kW
Brennstoffbedarf Buche	2-3 rm/a
Jährliche Brennstoffkosten	150-250 €/a
Photovoltaik-Modulfläche (dachintegriertes System)	8,4 kWp (58 m <sup>2</sup> ) ca. 8.000 kWh/a
Erzeugter Solarstrom	(das Vierfache des jährlichen Stromverbrauchs)
Stromspeicher	58 kWh
Wärmeverteilung	Fußbodenheizung und Klimadecke
Intelligente Steuerung der Energietechnik	Strom und Wärme
Mauerwerk ohne zusätzliche Dämmung	42 cm monolithische Ziegelwand T8 Lambda= 0,08 W/mK, U Wert= 0,18 W/m <sup>2</sup> K
Besonderheiten Ausstattung: Neuartiges innovatives Lüftungs-, Kühlungs- und Wasserversorgungskonzept	Intelligente Wandfarbe, die organische Schadstoffe abbaut und so die Raumluft reinigt
Teppichboden	Desso, cradle to cradle: bindet Feinstaub; aus reinen Komponenten gefertigt lässt sich dieses Produkt problemlos trennen; so können wieder neue Produkte im biologischen sowie im technischen Kreislauf entstehen.
Preis schlüsselfertig	398.000,- €

Tab. 1:  
Faktenblatt für  
Freiberg:  
Das energieautarke  
Haus in Zahlen  
(KfW Effizienzhaus 55)

## Kontakt

Prof. Timo Leukefeld, Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie  
Glauchau, University of Cooperative Education  
E-Mail: post@timo-leukefeld.de

Corina Prutti, Texterin und PR-Beraterin  
E-Mail: prutti@komm-buero.de

