

Solarfassade als Zentralheizung

Minimale Emission, optimaler Materialeinsatz, maximaler Energiegewinn

Mit der Solarfassade des Ingenieur-Büros „Bau Plusenergie“ erreicht eine Dachwohnung in einem Denkmal Sonnenhaus-Standard. Das Projekt mit Dämmschilf wurde vom europäischen GreenConServe-Programm für mehr Klimaschutz gefördert.



Das über 150 Jahre alte Schulhaus mit Luft- und Wasserkollektoren im Südgiebel

Das denkmalgeschützte Dorfschulhaus von 1857 liegt in Murrhärle, in einem Stadtteil von Murrhardt, im Zentrum des Naturparks Schwäbisch-Fränkischer Wald. Heute nutzt es Rolf Canters als Büro und mit seiner Familie als Wohnhaus. Canters ist nicht nur Bauherr und Inhaber des Ingenieur-Büros „Bau Plusenergie“, sondern auch Baubiologe IBN. Das Denkmal sanierte er seit 2003 baubiologisch und stattete es mit einer erneuerbaren Energieversorgung aus. Im Rahmen des GreenConServe-Programms für mehr Klimaschutz wurde 2012 zudem

der südliche Fachwerkgiebel in eine Energiegewinn-Fassade umgebaut. Ein Hybrid-Kollektor, gebaut unter optimalem Materialeinsatz, erwärmt dort Wasser und Luft. In den durch den Dachüberstand teilverschatteten Bereichen wurde ein reiner Luftkollektor installiert. Dieser umschließt die beiden Warmwasserkollektoren in den länger besonnten Bereichen. Je nach Lüftungsfall wird die Luft mittels Luftklappen durch unterschiedliche Teile des Kollektors geleitet. Da es keine erhöhten Brandschutzanforderungen gibt und konventionell geregelte Klappen

aufwändig und teuer sind, wurden Holzklappen eingebaut. So deckt der Kollektor den Brauchwasserbedarf zu 75% und ist zugleich Lüftungs- und Heizungsanlage. Anders als bei gängigen Systemen wurde der Sonnenabsorber direkt in den Luftraum hinter den Solargläsern und der dünnen reinmineralischen Putzschicht montiert. Die Gebäudehülle wird dadurch nicht nur gedämmt, sondern gewinnt rund 7-mal mehr Energie, als sie durch Transmissionswärme verliert. „The Wall that does it all“, reimt der Bauherr Rolf Canters fröhlich. Seine Energiegewinn-Fassade

reduziert den Heizwärme- und Lüftungsbedarf von 104 m² Wohnfläche im Dachgeschoss um bis zu 40 % (Ausgangszustand: Holzheizung und Warmwassererwärmung mittels Elektro-Heizstab). Die realisierte CO₂-Einsparung beträgt ca. 3-4 Tonnen pro Jahr.

Ökobilanzierung

Für den Kollektor wurden nur erneuerbares Schilf und Holz sowie Glas, Kupfer, EPDM-Dichtungen und Edelstahl verwendet. Aluminium, das bei der Herstellung viel Energie benötigt, wurde auf ein Minimum reduziert. Nach den Kriterien der „Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen“ (DGNB) wurde das System mit zwei am Markt vorhandenen Luft- und Warmwasser-Kollektor-Systemen verglichen und eine Ökobilanz erstellt. Der realisierte Hybrid-Kollektor schnitt dabei am besten ab.

Dopplung zur Validierung

Die Fassade wurde aus zwei symmetrischen, voneinander unabhängigen Hälften aufgebaut, die baugleiche Kupfer-Absorber enthalten. Auf beiden Seiten wurden je 4 m² Kollektorfläche installiert, mit getrennten Trinkwasser-Speichern mit je 160 l Speicherinhalt unter dem Dach im Spitzboden. So kann jederzeit einer der Speicher gewartet werden. Um Effizienzen vergleichen zu können, wurde einerseits ein selbstregulierendes Thermosiphon-System umgesetzt (antriebslos, schwerkraftgesteuert, reagiert sensibler auf die Hydraulik), andererseits ein Match-Flow gesteuertes Pumpensystem eingebaut (komplexere Steuerung, die die Pumpen und Ventile regelt, um den Speicher gezielt zu laden). In beiden Systemen wurden mehrere Temperaturfühler und Durchflussmesser integriert, die der Validierung des Fassadensystems dienen.



Soweit möglich wurden zukunftsfähige Materialien eingesetzt, wie hier die erste Lage der zweilagigen Schilfdämmung. Sie wurde mit Lehm und Kalk verputzt

Folgende Fragen werden in Zukunft untersucht: Wie viel Effizienzsteigerung bringt eine exakte Pumpensteuerung? Lohnt sich der Mehraufwand für Pumpe und Regelung, die auch gewartet und ggf. ersetzt werden müssen?

Abstimmung mit dem Denkmalamt

Viele Details wurden vor Ort entwickelt und mit dem Denkmalamt abgestimmt. Die ursprünglich geplante autarke Stromversorgung der Anlagensteuerung durch Photovoltaik-

module wurde wegen des Einspruchs der unteren Denkmalschutzbehörde vorerst nicht realisiert. Die historisch belegte und deshalb wiederhergestellte Wiederkehr (kleines Dach auf Höhe der Traufe) übernimmt nun die Filterung und Vorwärmung der Frischluft. Diese strömt unter der Wiederkehr durch besonders schmale Fugen (Insektenschutz!) zwischen den Douglasienbrettern ein. Bei hybridgenutzten thermischen Kollektoren (Wasser und Luft) liegt der Wirkungsgrad bei über 50 %, und damit fast 3-fach höher als bei



Die Temperaturen in den beiden Speichern an einem Tag. Die Zacken nach unten zeigen Entnahmen wie Duschen. Nachts wird einer der Speicher auch elektrisch nachgeheizt

der reinen Stromerzeugung mit Sonnenstrom-Elementen möglich wäre. Aufgrund des modularen Aufbaus bleiben die Reparaturfähigkeit und damit auch ein sortenreiner Rückbau der Absorber aus Kupfer und der Solargläser gewährleistet.

Intelligenz unterm Dach

Im Winterhalbjahr können beide Speicher über einen Holzofen geladen werden. Der Rücklauf des Heizkreises wird über Bauteile geführt und wärmt diese. Leitungen mit höheren Temperaturen laufen 12 m in der Wand aus Kalkputz und Natursteinen. 25 m laufen im Boden aus Terrazzo (aus Jura- und Muschel-Kalksplitt sowie Ziegelmehl, wie es für Tennisplätze verwendet wird). Insgesamt werden zirka 3 to mineralische Materialien durchströmt. Ein Überschuss aus den Kollektoren wird in den bereits vorhandenen Hauptspeicher (1.750 l) über den Heizungs-Rücklauf mit einer einzigen Pumpe geregelt. Im Winter ist sie die Heizpumpe des großen Systems, in der Übergangszeit die Entladepumpe für die oberliegenden Speicher.

Ausblick

Durch am Markt erhältliche „Heat-pipes“ in der Wiederkehr ließe sich Sonnenwärme auf über 200 °C konzentrieren. Im Wohnalltag ließe sich diese Prozesswärme z.B. zum Kochen einsetzen und mit Blick in die Zukunft, eine thermische Kühlung durch Zeolithtrocknung realisieren. Das wohngesunde und bauphysikalisch robuste System wird nun mit den verschiedenen Variationen in der Praxis getestet. Zur wissenschaftlichen Auswertung suchen wir Praktikanten und betreuen hierfür gerne eine Seminar- oder Diplomarbeit.

Erste Ergebnisse

Die ersten Ergebnisse übertreffen

Schwächen der DGNB-Berechnung

Der Baubiologe Rolf Canters kritisiert: „Aufgrund der einfachen Bauweise der Fassade ist uns deutlich aufgefallen, dass Metalle bei der Darstellung der DGNB durch die integrierte Recyclingquote besonders gut dastehen“. Das verzerrt die primärenergetischen Bilanzen. „Schon beim Neubau wird davon ausgegangen, dass etwa zu 70% recycelte Metalle eingesetzt werden.“ Es sei wünschenswert, dass die für die Produkterzeugung aufzuwendende Primärenergie angegeben wird, zusammen mit dem angenommenen Recyclinggrad. „Wir brauchen klare Randbedingungen, um ein Produkt gesamtenergetisch zu bewerten“, erklärt Canters. „Wenn wir es dank hoher Recyclingquoten nur schön rechnen, bekommen wir nicht automatisch gute Produkte.“ Andererseits bietet die Verwendung von Altglas die höchsten primärenergetischen Einsparpotentiale.

Arbeitsschritte Kollektorbau

- Planung: Wiederherstellung der historischen Wiederkehr, Exakte Dimensionierung der Kollektorfelder, Entwickeln von konstruktiven Details, Anpassen der Hydraulik, Auswahl nachhaltiger Materialien und der zugehörigen Technikkomponenten
- Einrüsten der Südfassade
- Anpassen der Unterkonstruktion aus Douglasie, Zuschneiden, Ablängen, Abdichten
- Schilf: Ernte, wärmebrückenoptimierter Einbau (eigene Ernte, Bundware, Platten), Grundieren mit Lehmschlämme, Verputzen mit faserverstärktem Wärmedämm-Lehmputz
- Teilweise wurde zum Schlagregenschutz ein farblich passender, durch Fasern verstärkter Kalkputz aufgebracht
- Herstellung und Einbau der Solarabsorber aus tinnoxbeschichtetem Kupfer (Tinnox = bläulich schimmernde Aluminium-Spiegelschicht zur Verbesserung der Absorption)
- Installation von Steuerung, Feuchte- und Temperatur-Sensoren, Klappen und Regelungstechnik der Luft und Wasserkollektoren
- Montage der Solargläser
- Inbetriebnahme und Start der vergleichenden Messungen

die Berechnungen mit einem professionellen Simulations-Programm um über 15%. So wurde am 29.12.2012 eine Gesamtleistung von über 4500 W überschritten. An diesem sonnigen Wintertag wurden fast 18 kWh geerntet. Das entspricht einer Bioenergiemenge von fast 4 kg Holz pro Sonntag!

Hier sind die solaren Gewinne der Warrmluftheizung noch nicht eingerechnet. Die Temperaturen überschreiten im oberen Teil der Kollektoren nach wenigen Minuten 25 °C und im Stillstand (ohne Luftabsaugung) über 65 °C. Das bestätigt die Prognosen, dass ein noch größerer

Anteil an Sonnenenergie zur solaren Frischluftherwärmung geerntet werden kann. Wir erfassen zur Validierung des Gesamtsystems inzwischen alle elektronischen Fühler online. Gerne geben wir die Zugangsdaten zur Messdatenerfassung an Interessierte weiter.

*Dipl.-Ing. Rolf Canters
Baubiologe IBN, Energieberater
71540 Murrhardt
www.bauplusenergie.de*

*Dipl.-Ing. Achim Pilz
Freier Fachjournalist
70376 Stuttgart
www.bau-satz.net*