

# Energiedach mit Thermowänden kombiniert

## Autarke Strom- und Wärmeversorgung durch Solarstrom, Sonnenwärme, Wärmepumpe, Speicher

Dipl.-Ing. (FH) Christian Bremer, Bauingenieur

Energiedächer plus Thermowände = Niedrigenergiehaus mit integriertem Wärmespeicher. Auf diese Formel lässt sich die neue Technologiekombination reduzieren, um durch Solarstrom, Sonnenwärme und Speichermöglichkeiten eine autarke Strom-, Wärme-, Klima- und Warmwasserversorgung zu erreichen. Denn Reduktion auf das Wesentliche ist notwendig, um Energieeinsparziele zu erreichen. Es sind zunehmend einfache, aber wirkungsvolle Lösungen gefragt, um die angestrebte Energiewende tatsächlich umzusetzen. Die Dachziegelwerke Nelskamp haben gemeinsam mit der Qualitätsgemeinschaft der Betonfertigteilehersteller SySpro, dem Maschinenbauer und Engineerer PA-ID in Unterfranken und dem Wärmepumpenhersteller HAUTECH am Niederrhein ein neues System für die effiziente und wirtschaftliche Energieversorgung von Gebäuden entwickelt: Energiedächer in Kombination mit aktivierten Thermowänden ermöglichen es Bauherren nahezu vollständig, auf fossile Energieträger zu verzichten.



Abb. 1: Nelskamp-Energiedach erzeugt Strom und Wärme

Das neue Gesamtenergiekonzept aus Hülle, Heizung und Solartechnik sorgt für eine hohe Autarkiequote bei Heizung, Warmwasser und Strom, bei keinen oder sehr geringen Energiekosten bis hin zur Plusenergie. Das System lässt

sich wirtschaftlich und universell einsetzen, verursacht keine Kosten für Bohrungen oder zusätzliche Tankbauwerke und ist zudem dreifach förderungsfähig durch die Energieprogramme der Bafa (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhr-

also Strom und gewinnen Wärme aus der Sonne. Ein PV-Modul kann im Sommer sehr heiß werden. Daher liegt die Idee nahe, auch diese Energie zur Gebäudeheizung oder -kühlung und zur Brauchwassererwärmung einzusetzen. Ein leistungsstarker Absorber zieht die vorhandene Wärme aus dem PV-Modul und führt diese der Wärmeversorgung und – bei Überschüssen – der Speicherung in den Thermowänden zu. Das 2Power-Modul liefert also wie die herkömmlichen PV-Module einen wertvollen Stromertrag und zusätzliche Wärme auf der gleichen Dachfläche. So bietet das „Energiedach“ eine ganzheitliche Dachlösung, optisch harmonisch in die Dachgestaltung integriert. Zusammen mit den aktivierten Betonbauteilen und anderen Produkten aus dem Sektor der erneuerbaren Energien (zum Beispiel mit einer Wärmepumpe) entsteht so ein Komplettsystem für ein Energie-Plus-

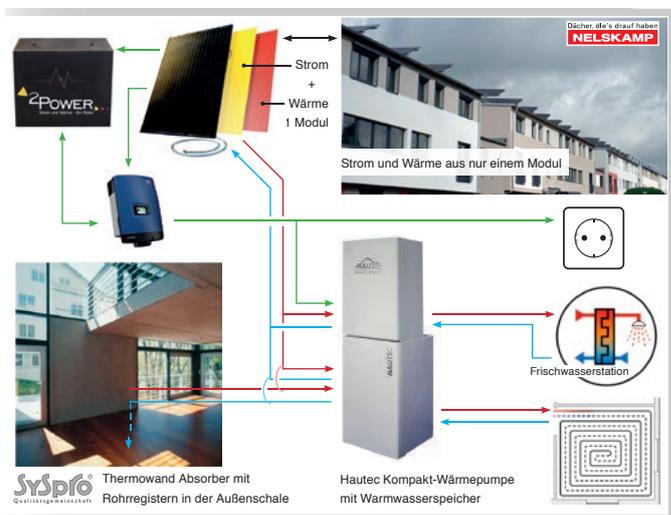


Abb. 2: Komponenten der Energieautarkie

Haus, beziehungsweise für eine autarke Strom-, Wärme- und Warmwasserversorgung.

**THERMISCHE BAUTEILAKTIVIERUNG**

Im Bereich der Gebäudeklimatisierung steht immer häufiger die Methode der Aktivierung von Betonbauteilen im Fokus, wenn es um das nachhaltige Heizen und Kühlen von Gebäuden geht. Aufgrund der automatisierten Vorfertigung von SySpro-Betonbauteilen sind diese für die energetische Aktivierung auch wirt-

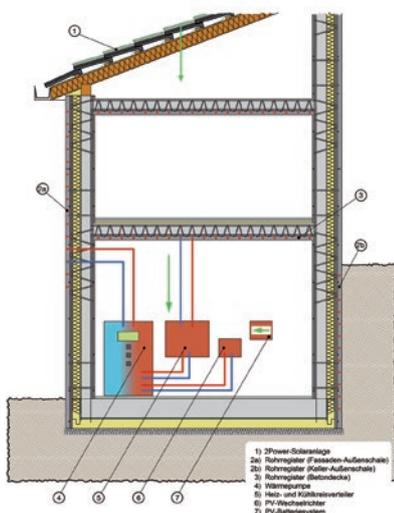


Abb. 3: Gesamtsystem Plusenergiegebäude

schaftlich gut geeignet. So übernehmen die Bauteile nicht nur statische Aufgaben, sondern tragen auch zur Verbesserung der Gebäudeenergiebilanz bei. Basis ist die massive Thermowand mit Kerndämmung, die das Gebäude gegen Kälte, Hitze und Lärm abschirmt. In diese Thermowand werden zur Aktivierung Rohrregister aus Kunststoff eingelegt, durch die ein Sole-Wasser-Gemisch strömt. Befinden sich die Rohrregister in der Kelleraußenschale, kann – abhängig vom Untergrund – die Erdwärme in Verbindung mit einer Wärmepumpe als Heizenergie genutzt werden. Sind die Rohrregister in der Fassadeaußenschale integriert, nehmen sie die Strahlungswärme der Sonne auf und funktionieren ähnlich wie Flach- bzw. Röhrenkollektoren. Die in die Betondecken eingebauten Rohrregister übernehmen die Heizung und Kühlung im Gebäude.

Beton ist ein sehr guter Wärmespeicher, der sich für eine energieeffiziente und wirtschaftliche Temperaturregelung im Gebäude nutzen lässt. Die thermische Bauteilaktivierung, auch Betonkernaktivierung genannt, ist ein Heiz- bzw. Kühlsystem, bei dem die Speichermassen von massiven Betonbauteilen zur Temperaturregulierung genutzt werden. Hierfür sind Kunststoff-Rohrleitungen in den Wänden und Decken verlegt, durch die Salzwasser zirkuliert. Die massiven Betonelemente nehmen die Wärme bzw. Kälte aus dem Wasser auf, speichern sie und geben sie zeitversetzt an den Raum wieder ab. Die Massivdecke bzw. Massivwand wird als Übertragungs- und Speichermasse komplett thermisch aktiviert, sodass durch die großen Wärmeübertragungsflächen die Vorlauftemperaturen wesentlich niedriger als bei den herkömmlichen Raumheizkörpern sein können. Aus diesem Grund ist die Betonkernaktivierung für einen energieeffizienten Betrieb mit Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen geeignet.

Die Außenwände bestehen dabei aus Thermowänden. Bei dieser Doppelwand wird die Kerndämmung, 20 Zentimeter dickes EPS (WLG 035), bereits im Werk auf der Innenseite der Außenschale aufgetragen. Die Thermowände erfüllen mühelos die Vorgaben der aktuellen Energieeinsparverordnung. Die beiden Betonfertigteilschalen sind durch Gitterträger mit Edelstahl diagonaler verbunden; der Zwischenraum wird auf der Baustelle mit flüssigem Beton verfüllt. Die Kellerwände sind ebenfalls als Thermowände ausgeführt, allerdings ist die EPS-Dämmung (WLG 035) hier nur 8 Zentimeter dick.

Im Zuge der Weiterentwicklung der Thermowand liegt seit 2011 eine Ergänzung der bauaufsichtlichen Zulassung vor, die den Weg zur Niedrigenergie- und Passivhausbauweise ebnete. Kernpunkt war eine neu entwickelte Verbindung zwischen Tragschale und Wetterschale. Dabei ersetzen speziell geformte Verbindungsstäbe aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit geringer Wärmeleitfähigkeit die bisherige Edelstahlbefestigung. Nun

können Kerndämmungen mit Dämmstoffdicken bis zu 25 Zentimetern realisiert werden.

**ANWENDERBEISPIEL**

Auf dem firmeneigenen Gelände in Andernach baute der Betonfertigteilehersteller ABI-Beton ein neues Büro- und Verwaltungsgebäude. Dass bei diesem Projekt thermisch aktivierte Bauteile zur Klimatisierung des Gebäudes genutzt werden, spielt auch für die Bauforschung eine wichtige Rolle.

Der Lehrstuhl für Geotechnik im Bauwesen der RWTH Aachen untersucht anhand des ABI-Neubaus u. a., wie leistungsfähig thermisch aktivierte Kellerwände und Bodenplatten sein können. Hierzu wurden in zwei Thermowandelemente und in die anschließende Bodenplatte ebenfalls Kunststoffrohre eingebetoniert, durch die Wasser in einem eigenen Kreislauf zirkuliert. Die beiden insgesamt 50 Quadratmeter großen aktivierten Wandelemente sind fast komplett mit Erdreich angeschüttet, das durchströmende Wasser wird durch die umgebende Erdwärme entsprechend temperiert. Die Wärmepumpe ist mit einer parallelen Schaltung ausgestattet, sodass 70 kW für die Erdsonden zur Verfügung stehen und 2,5 kW Leistung für das Monitoring veranschlagt sind. Mithilfe von Sensoren, die in zwei Lagen in die Betonteile eingebaut sind, werden nun im Rahmen einer Langzeitstudie die Temperaturen in den beiden Thermowänden, im verfüllten Arbeitsraum sowie unter der thermisch aktivierten Bodenplatte erfasst und laufend von den Wissenschaftlern

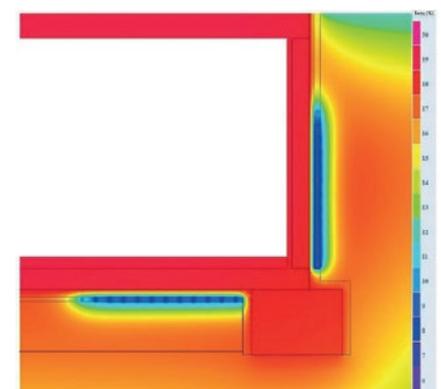


Abb. 4: Thermoaktivierte Wand und Bodenplatte

der RWTH Aachen ausgewertet. Zudem werden Vor- und Rücklauftemperaturen sowie Durchflussmengen gemessen und Außentemperaturen kartiert. Ein bereits virtuell existierendes Gebäudemodell mit thermisch aktivierten Bauteilen von Manfred Norbert Fisch, Professor für Bauphysik und Gebäudetechnik an der TU Braunschweig, soll anhand dieser messbaren Daten unter realen Bedingungen abgebildet werden. Die Forscher können so gezielt der Frage nachgehen, ob die Erdenergie für die Heizung während der Wintermonate ausreicht und ob sich im Sommer eine Regeneration des Bodens wieder einstellt.

Nach einer Betriebszeit von ca. einem Jahr wurden die Messergebnisse einer Bewertung unterzogen. Der Wärmeentzug über die Wintermonate wurde mit einer Simulationsanalyse von der Rostocker HSW Ingenieurgesellschaft für Energie und Umwelt verglichen. Wie die Diagramme zeigen, stimmen die Messwerte sehr gut überein. Das bedeutet allgemein, dass für jeden Standort und jede Nutzung über mehrere Jahre die Entzugsleistung einer solchen Betonaktivierung vorhergesagt werden kann und so das System für jedes Bauvorhaben mit Bafazertifizierter Software berechnen- und planbar ist.

**2POWER ENERGIEDACH**

Die speziell entwickelte Trägerpfanne des Großflächenziegels MS 5 ermöglicht besonders ästhetische Energiedächer: Die Module integrieren sich in die Dachfläche und sind so wesentlich unauffälliger als konventionell aufgeständerte Alternativen.

Es gibt sie als reines Photovoltaik-System (MS 5 PV) und als Hybrid-Modul (MS 5 2Power) zur Erzeugung von Strom und Wärme. Technologisch überzeugen beide Systeme mit sehr hohem Wirkungsgrad. Aber die höchste Effizienz entsteht erst durch die Kombination: Das System MS 5 2Power vereint Strom- und Wärmege Gewinn in einem Modul – mit Doppelnutzen. Denn Photovoltaik-Module werden im Sommer bis zu 80° C heiß und das System nutzt diese Energie zur Erwärmung von Heiz- und Brauchwasser. Dafür fließt eine Sole-Flüssigkeit durch einen Vollflächen-Wärmetauscher auf der Rückseite des Moduls. Sie durchströmt den Wärmetauscher, nimmt die Wärme auf und führt sie in einen Multivalent-Solar-Schichtenspeicher. So wird geheizt. Da die Wärme abfließt, sinkt zudem die Temperatur der Photovoltaik-Zellen. Das wiederum steigert den Stromertrag: Je kälter das Modul, desto besser sein Nutzungsgrad. Zusätzlich verfügt das System über eine Abtaufunktion. Während zugeschnittene Solaranlagen in den „Winterschlaf“ fallen, wird weiter umweltfreundlich Strom und Wärme produziert und so der Ertrag des Sonnenkraftwerks optimiert. Die Ziegel integrierte Bauweise wirkt besonders harmonisch, die Trägerpfanne des MS 5-Ziegels wurde speziell für diese Solar-Module patentiert. So bleibt der Ziegel das gestalterische Element des Dachs. Außerdem entfällt der Kollektoren-Mix auf dem Dach, wie er bei der Installation unabhängiger Systeme



Abb. 6: Großflächenziegel MS5 mit 2Power

für PV und Solarthermie sonst unvermeidlich ist.

Die MS 5 PV-Anlage sieht dem MS 5 2Power-Modul zum Verwechseln ähnlich, sie unterscheiden sich als reine Stromanlage jedoch in ihrem technischen Ansatz. Ihre monokristallinen PV-Zellen reagieren schon auf diffuses Licht und erzeugen Strom. Im Vergleich zu anderen Siliziumzellen haben sie einen höheren Wirkungsgrad (18,3 Prozent), sie produzieren also mehr Energie, bezogen auf die kWp-Spitzenleistung. Das führt zu höheren Erträgen und wirtschaftlicheren Anlagen.

Die Module kommen von der PA-ID GmbH, einem Unternehmen in Kleinostheim/Unterfranken, das für Nelskamp auch die Steuerung und Robotik liefert. Die PA-ID GmbH ist ein erfahrenes Maschinenbauunternehmen, das Anlagen und deren Steuerung nach Kundenvorgaben konstruiert und baut. Für ein Kilowatt Leistung sind 10 Quadratmeter Dachfläche mit Ziegeln und Modulen notwendig. Verlegt werden kann das System natürlich vom Dachdecker. Er belegt das Dach mit den PV-Ziegeln oder mit den MS 5 2Power-Modulen und führt die Anschlüsse durchs Dach. Aber natürlich ist ein Hybridsystem sehr viel komplexer in der Planung und Ausführung. Jetzt kommen ein Pufferspeicher und eine drehzahlgesteuerte Hocheffizienz-Umwälzpumpe samt Solarstation und Steuerung dazu, die richtig dimensioniert und gesteuert werden müssen. Dabei kann das System bei der relativ simplen Trinkwasserunterstützung zum Beispiel mit Gasbrennwertgeräten kombiniert werden. Aber auch bei komplexeren Konzepten bis hin zur Wärmeableitung in Schwimm-

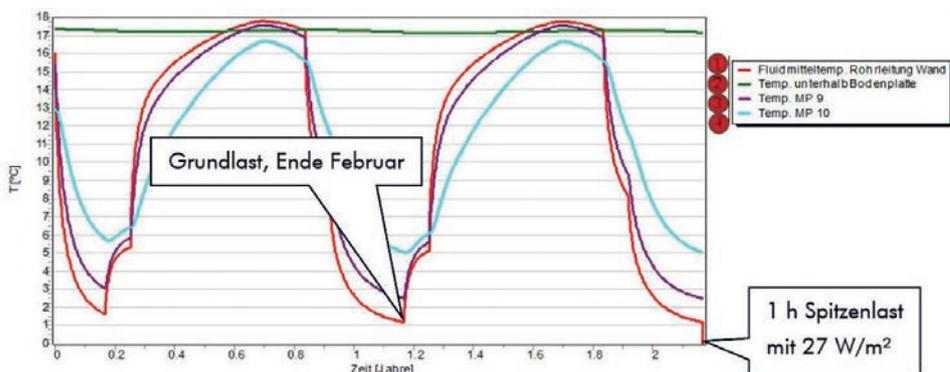


Abb. 5: Temperaturverläufe

# FÜR MEHR GESCHÄFT. UND MEHRGESCHÄFT.

Energie  
speichern



Energie  
erzeugen



Energie  
managen



## FÜR MEHR GESCHÄFT Innovative Solartechnik

- lukrative Einsteigerpakete
- optimiert für Eigenheime
- alles Made in Germany

## FÜR MEHRGESCHÄFT Modularität und Kompatibilität

- jederzeit erweiterbar
- perfekt für Nachrüstung
- von Profis für Profis

**JETZT SOLARWATT-PARTNER WERDEN!**

Tel. +49 351 8895-333 | [info@solarwatt.net](mailto:info@solarwatt.net) | [www.solarwatt.de](http://www.solarwatt.de)

 **SOLARWATT®**  
power to the people

bäder, zur Regeneration von Erdkollektoren oder Eisspeichern in Verbindung mit Wärmepumpen kann das System vielfältige Aufgaben übernehmen. Das führt zu sehr effizienten Heizsystemen, wie sie in Plusenergie- und Nullenergiehäusern gebraucht werden.

Im Photovoltaik-Markt gibt es einen Trend zu ästhetischen Anlagen mit hoher Effizienz: Immer mehr Verbraucher wollen sich selbst versorgen und legen besonderen Wert auf Ästhetik – die solaren Module sollen die Dachoptik nicht stören. Deshalb ist die Photovoltaik-Anlage in die Dachfläche integriert, somit kann auch die komplette Dacheindeckung der Südseite von der Steuer abgesetzt werden. Bei aufgeständerten Systemen erstattet das Finanzamt nur die Mehrwertsteuer der Solarmodule. Diese Faktoren – Stromkostensparnis und staatliche Förderung – führen dazu, dass sich die Anlage bereits nach wenigen Jahren amortisiert. Damit ist dies ein gutes Beispiel, dass sich Investitionen in Photovoltaik wirtschaftlich lohnen. Bei der reinen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für neue Anlagen ist dabei immer wichtig, die aktuellen Rahmenbedingungen genau zu analysieren: Öffentliche Förderungen kommen von Bund, Ländern und Kommunen, die Fördersätze werden regelmäßig angepasst. Auch Strompreise schwanken. Damit lassen sich konkrete Amortisationszeiten immer nur für das jeweilige Projekt prognostizieren, bei dem dann die aktuell gültigen Standortfaktoren zugrunde gelegt werden müssen. Die Zusammenarbeit mit einem erfahrenen Energieberater kann hier gute Hilfe leisten.

Das Energiedach bietet eine ganzheitliche Dachlösung, indem die 2Power-PVT-Module für die Strom- und Wärmegewinnung in die Dachgestaltung harmonisch integriert werden. Zusammen mit den aktivierten Betonbauteilen und anderen Produkten aus dem Bereich der erneuerbaren Energien, zum Beispiel einer Wärmepumpe, entsteht so ein Komplettsystem, mit dessen Hilfe ein Energie-Plus-Haus realisiert beziehungsweise eine autarke Strom- und Warmwasserversorgung erreicht werden kann.

Jedes Solarmodul hat rückseitig ein Kabel mit Stecker, das am Stringanschlusskabel angeschlossen und durch den Ausschnitt im Ziegel nach unten gelegt wird. Zuvor ist der Anschluss an die Technik vorzubereiten. Für den thermischen Teil heißt das, Verteiler- und Sammelbalken zu installieren und jedes Modulfeld daran anzuschließen. Beim Anschluss der Modulfelder ist zu beachten: Die am Verteilerbalken am nächsten angeschlossene

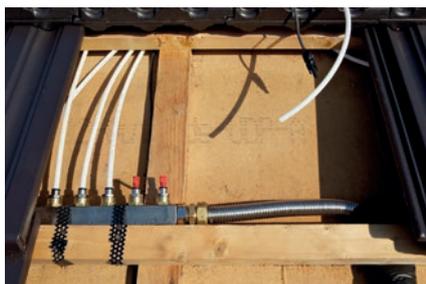


Abb. 7: Modulfelder-Anschlüsse an den Sammelbalken

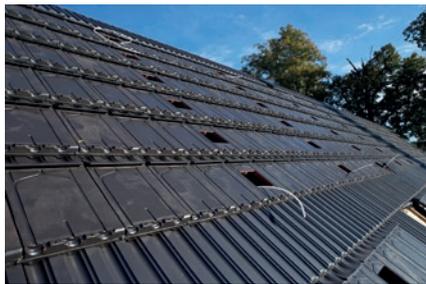


Abb. 8: Anschlüsse mehrerer Modulfelder

Modulreihe kommt oben an den entferntesten Anschluss. Somit ist die Gesamtleitungslänge durch jede Moduleinheit nahezu gleich.

Auch die einzelnen Module einer Einheit (maximal acht pro Solar-Strang) werden miteinander verbunden, und zwar nach Art einer Reihenschaltung mit Vor- und Rücklauf (Tichelmann-Prinzip). Das hat zur Folge, dass die Temperatur der Solarflüssigkeit in jedem Modul (nahezu) gleich ist und sich nicht von Modul zu Modul erhöht. Dadurch liefert die Anlage den idealen Ertrag. Abb. 7 zeigt einen Verteilerbalken, an dem bereits mehrere Schläuche angeschlossen sind. Die beiden rechten Anschlüsse werden in diesem Beispiel nicht benötigt und sind mit einem Blindstopfen abgedichtet. Abb. 8 zeigt die Anschlusschläuche für mehrere Modulfelder, wie sie bereits von Verteiler- und Sammelbalken aus und durch den An-

schlussziegel hindurch auf die Dachfläche geführt wurden.

Nun folgt ein wichtiger Arbeitsschritt: Das Einlegen und Anschließen der Module. Zuerst legen die Handwerker das Modul in die obere keramische Nute der sechs MS 5 PV Ziegel ein (Abb. 9). In die vorgefertigten Löcher im unteren Teil des Ziegels kommen Dübel (Abb. 10). Nun sind Stromverbindungen und Solarschläuche anzuschließen, die auf die einzelnen An-



Abb. 9: Einstecken des Moduls in obere Nut



Abb. 10: Unten werden die Module gedübelt

schlüsse aufgesteckt werden. Werkzeug wird dafür nicht benötigt. Dabei ist genau darauf zu achten, dass Vor- und Rücklauf nicht vertauscht werden. Jetzt klappen die Handwerker das Solarelement herunter und befestigen es mit Schrauben und einer Spezialklammer an jedem unteren Ziegelrand. Stromkabel und Solarschläuche verlaufen also unter den Ziegeln im geschützten Dachraum.

**Autor:**

Dipl.-Ing. (FH) Christian Bremer,  
Bauingenieur, Leiter Anwendungstechnik Photovoltaik und Solar  
Dachziegelwerke

Nelskamp GmbH  
46514 Schermbeck  
Fotos/Grafiken:

Abb. 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10:  
Nelskamp

Abb. 4, 5: ABI

[www.nelskamp.de](http://www.nelskamp.de)

