

# Das Energiedach: Isolator und Wärmetauscher

Autor(en): **Schneider, P.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **98 (1980)**

Heft 46

PDF erstellt am: **19.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74249>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

zeitgewerte des Heizkosten-Verteilungssystems dem wirklichen Energieverbrauch über die gesamte Versuchsdauer gegenübergestellt wurden, lässt sich eine Verteilerunsicherheit von weniger als 5 Prozent erwarten.

### Ständige Verbrauchskontrolle

Dieses System vermeidet jeden Eingriff in das Rohrleitungssystem und die Verwendung von Durchflussmessern, liefert dabei aber Messwerte für die von jedem Heizkörper einer Wohnung abgegebene Wärmeenergie, die mit den Messwerten von Wärmemengenzählern

unmittelbar vergleichbar sind. Die Untersuchungen haben gezeigt, dass es zur Erlangung einer hohen Messgenauigkeit unbedingt notwendig ist, die Temperaturdifferenz zu erfassen und nicht nur die Temperatur des Heizkörpers, wie es teilweise bei anderen Heizkostenverteilern praktiziert wird. Heizkostenbedarf keiner Wartung und erlaubt eine zentrale Erfassung der in den einzelnen Wohnungen verbrachten Heizenergie. Wegen der hohen Messgenauigkeit und der einfachen Messwertanzeige hat jeder Mieter die Möglichkeit, die Auswirkungen seiner Heizungs- und Lüftungsgewohnheiten auf seine Heizkosten zu verfolgen. Er wird feststellen, dass sein Heizungs-Energieverbrauch *bis auf die*

*Hälfte* reduziert werden kann, wenn er seine Fenster nicht dauernd offen stehen lässt, und dass sich sein Heizbedarf um beinahe 20 Prozent reduziert, wenn er die mittlere Raumtemperatur ohne nennenswerten Verlust an Behaglichkeit von 24 °C auf 21 °C verringert. Würden alle Haushalte so verfahren, könnten allein dadurch 5 Prozent des Gesamtenergieverbrauchs eingespart werden.

Adresse des Verfassers: U. Schmitz, dipl. Ing., Leiter der Entwicklung im Fachbereich VN-Installationen, AEG-Telefunken, Theodor-Stern-Kai 1, D-6 Frankfurt 70.

## Das Energiedach: Isolator und Wärmetauscher

Energiedächer sind Blechdächer mit einem integrierten Röhrensystem. Diese Absorberflächen ohne Glasabdeckung sammeln Energie aus der Sonneneinstrahlung, aus der Luft, dem Regen und der Luftfeuchtigkeit. Die Wärme der direkten Sonneneinstrahlung kann im Sommer zur Erwärmung von Warmwasser und Schwimmbädern verwendet werden. Hauptsächlich werden Energiedächer aber während der Heizperiode als Absorber für Wärmepumpen verwendet. In dieser Kombination hat die Wärmepumpe eine sehr hohe Leistungsziffer, d. h. die zum Antrieb der Wärmepumpe benötigte Energie (z. B. Elektrizität, Öl usw.) ist sehr gering.

Als Neuheit auf dem Sektor Alternativheizanlagen stellte vor kurzem die Firma E. Schweizer AG Metallbau, Zürich, in ihrem Werk Hedingen das erste Haus der Schweiz mit dem Energiedach Sessa-Therm vor. Das Einfamilienhaus in Obfelden (ZH) ist mit einem Energiedach (Bild 1) gedeckt, das sich äusserlich kaum von einer konventionellen

Bedachung unterscheidet. Es besteht aus Kupferblechen mit integrierten Rohren für die zirkulierende, wärme-fördernde Flüssigkeit.

Man erwartet mit dieser Anlage und bei einer Energiedachfläche von 50 m<sup>2</sup> – verglichen mit einer konventionellen Ölheizung – eine Verringerung des Primärenergieverbrauches (elektrische

Energie, Holz) um etwa 75 Prozent. Der geringe Energieverbrauch muss allerdings erkauft werden. Für ein durchschnittliches Einfamilienhaus ist mit einer Mehrinvestition von 30 bis 40000 Franken (inkl. Wärmepumpe) zu rechnen. Amortisationszeit: etwa zehn Jahre.

Das Energiedach Sessa-Therm ist ein Metaldach, mit dem der Umwelt – aus Sonne, Regen und Nebel – Wärme entzogen wird. Die Wärme wird mittels einer Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht, so dass sie für die Raumheizung und die Erwärmung des Brauchwassers verwendet werden kann. Das Energiedach Sessa-Therm ist aber nicht nur ein Wärmetauscher zur Aufnahme der Umweltwärme, sondern auch ein wasserdichtes, isoliertes Dach. Es ersetzt somit die herkömmliche Dacheindeckung inkl. Isolation.



Bild 1. Energiedach Sessa-Therm

### Funktionsweise

Ein wesentliches Merkmal des Energiedaches sind die in die Dachfläche eingelassenen Rohre, die über eine Wärmepumpe zu einem Kreislauf zusammengeschlossen sind. Die in diesem Kreislauf zirkulierende Wärmeträger-Flüssigkeit wird in der Wärmepumpe unter die Temperatur der Aussenluft abgekühlt. Durchfließt die Flüssigkeit die Rohre im Energiedach, erwärmt sie sich, sie nimmt Umweltwärme auf.

Beim Abkühlen in der Wärmepumpe gibt die Wärmeträger-Flüssigkeit die Wärme wieder ab. Diese wird mit der Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau angehoben und kann dadurch für Heizzwecke eingesetzt werden. Mit dem System Energiedach-Wärmepumpe werden verschiedene, in der

Umwelt vorhandene Wärmequellen ausgenutzt:

**Sonnenstrahlung:** Sowohl die direkte Sonnenstrahlung als auch das diffuse Sonnenlicht bei bedecktem Himmel erwärmen das Energiedach. Die Erwärmung wird im Sommer so hoch, dass das Brauchwasser – ohne Wärmepumpe – direkt mit dem Energiedach erwärmt werden kann.

**Regen:** Regenwasser enthält Wärme. Auf dem Energiedach wird der Regen abgekühlt. Die dem Regen entzogene Wärme kann mit dem Energiedach-System für Heizzwecke genutzt werden.

**Nebel:** Bei hoher Luftfeuchtigkeit kondensiert das in der Luft enthaltene Wasser auf dem unterkühlten Energiedach. Die dabei auftretende Kondensationswärme wird mit dem Energiedach ausgenutzt.

**Eis, Rauhref:** Wird die Feuchtigkeit auf dem Energiedach unter den Gefrierpunkt abgekühlt, so entsteht Eis oder Rauhref. Bei diesem Vorgang gibt die Feuchtigkeit Gefrierwärme an das Energiedach ab. Bei Sonnenstrahlung und/oder Lufttemperaturen über 0°C wird die Wärmepumpe kurzfristig ausgeschaltet, wodurch die Eisschicht in kurzer Zeit abtaut.

**Wind:** Der Wind verbessert den Wärmeübergang von der Aussenluft auf das Energiedach, wodurch der Wirkungsgrad des Energiedach-Wärmepumpen-Systems verbessert wird.

## Anlagen mit Energiedach

Das Energiedach wird im Normalfall zusammen mit einer Wärmepumpe betrieben. Die *Wärmepumpe* liefert die Wärme für die Raumheizung. Um die Wärmepumpe optimal zu nutzen, wird ein *Heizspeicher* verwendet (Bild 2). Dadurch kann die Wärmepumpe *in der Nacht bei Niedertarif* betrieben werden, ohne dass am Morgen das Haus überheizt ist. – Während der «Eistage», d.h. bei sehr tiefen Aussentemperaturen oder wenn sich eine Schneeschicht auf dem Energiedach bildet, verschlechtert sich die Leistungsfähigkeit des Energiedaches. Bei derartige Verhältnissen ist es wirtschaftlicher, die Wärme nicht mit Hilfe des Energiedaches zu gewinnen, sondern ein zusätzliches System zu verwenden.

Als *Ergänzungssystem* kommt entweder ein *Erdregister* oder eine *Zusatzheizung* in Frage. Im ersten Fall spricht man von einer *monovalenten* Anlage, im zweiten Fall von einer *bivalenten*.

**Monovalente Anlagen** (Bild 2, links). Die der Wärmepumpe zugeführte Wärme wird im Normalfall aus dem Energiedach bezogen. Während der Eistage

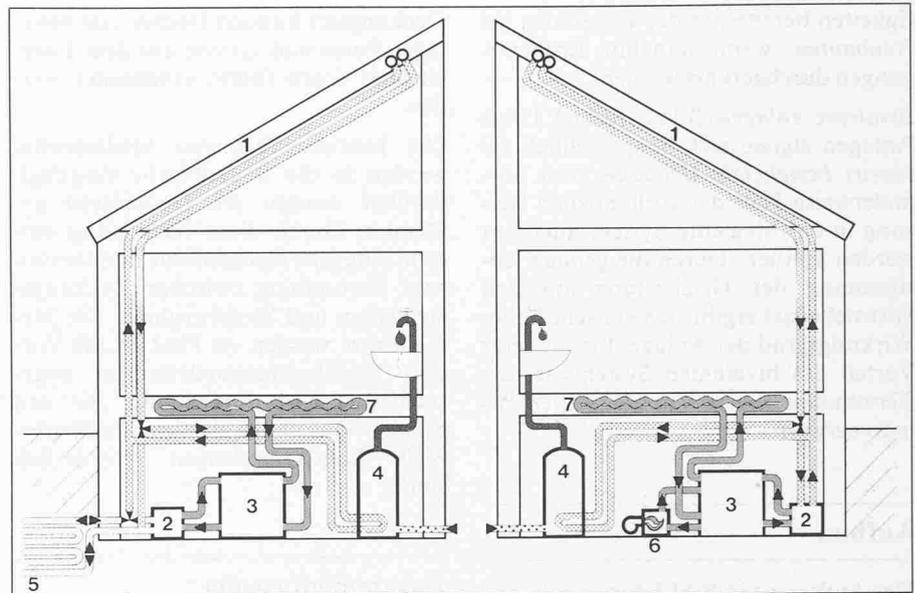


Bild 2. Links: Monovalente Wärmepumpe-Anlage mit Energiedach. Im Normalfall bezieht die Wärmepumpe die Wärme mit Hilfe des Energiedaches aus Sonnenstrahlung, Regen und Feuchtigkeit in der Luft. Bei tiefen Aussentemperaturen wird die Wärme aus dem Erdreich entzogen. Dadurch wird immer eine günstige Leistungsziffer der Wärmepumpe erreicht. Mit der überschüssigen Wärme wird in der Übergangszeit das Erdreich aufgewärmt. Im Sommer wird das Energiedach zur Erwärmung des Brauchwassers verwendet

1 Energiedach, 2 Wärmepumpe, 3 Heizspeicher, 4 Boiler, 5 Erdregister, 6 Bodenheizung.

Rechts: Bivalente Wärmepumpen-Anlagen mit Energiedach. Im Gegensatz zum monovalenten System wird beim bivalenten die Wärmepumpe bei zu tiefen Aussentemperaturen abgeschaltet. Die Wärmeversorgung des Hauses übernimmt nun eine konventionelle Zusatzheizung (Öl, Gas, Holz, Cheminée)

1 Energiedach, 2 Wärmepumpe, 3 Heizspeicher, 4 Boiler, 5 Zusatzheizung, 6 Bodenheizung

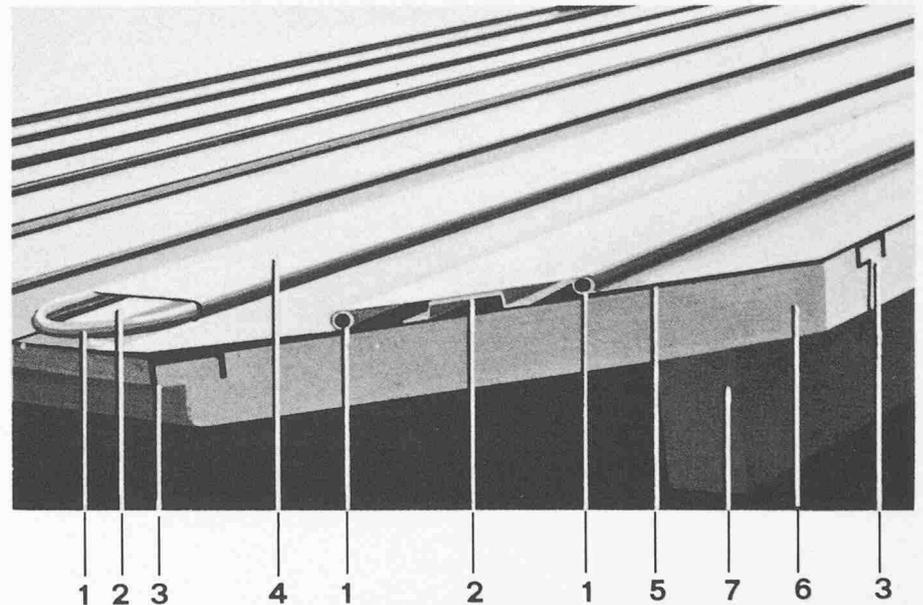


Bild 3. Aufbau des Energiedaches Sesa-Therm

1 Medienrohre: Cu oder Edelstahl; 2 Stützprofil: Edelstahl oder Alu; 3 eingegossene Stützprofile (verzinkt) für die Montage; 4 Energiedach-Element Sesa-Therm (Cu oder Alu); 5 Zwischendichtungsbahn:

Kunststoff-Folie mit Bitumenkautschuk; 6 PU-Hartschaum (6 cm) mit Alufolie kaschiert; 7 Dachsparren

liefert ein Erdregister die in der Erde gespeicherte Wärme. Der Erdspeicher kann, verglichen mit Erdspeichern von herkömmlichen Wärmepumpenanlagen, bedeutend kleiner gewählt werden. Mit überschüssiger Wärme aus dem Energiedach, vor allem während der Übergangszeit und im Winter bei Sonnenschein, wird das Erdregister aufgeheizt, so dass die Temperatur im Erdre-

gister nie längere Zeit unter 0°C sinkt. Dadurch wird im Durchschnitt eine sehr günstige Leistungsziffer erreicht. Im weiteren ergeben sich durch die nur kurzfristige und geringe Unterkühlung des Bodens keine nachteiligen Folgen für Erdreich und Vegetation.

Die monovalenten Anlagen eignen sich vor allem dann, wenn das Verlegen des Erdregisters in der Erde keine Schwie-

rigkeiten bereitet, in der Regel also bei *Neubauten*, wenn ohnehin Erdbewegungen durchgeführt werden.

*Bivalente Anlagen* (Bild 2, rechts). Diese Anlagen eignen sich hauptsächlich für *bereits bestehende Gebäude*, weil normalerweise Teile der vorhandenen Heizung in das bivalente System integriert werden können. Durch die genaue Abstimmung der Heizleistung auf den Wärmebedarf ergibt sich ein sehr hoher Wirkungsgrad der Anlage. Ein weiterer Vorteil des bivalenten Systems ist die *Verwendung von zwei verschiedenen Primärenergien*.

## Aufbau

Der Aufbau ist in Bild 3 dargestellt. Die *Isolierdach-Elemente* aus *Polyurethan-Hartschaum* werden direkt auf die Dachsparren aufgenagelt. Auf diese Isolierelemente wird die *Zwischendichtungsbahn* aufgeklebt. Diese zweilagige Bahn ist mit einer plastischen, *selbstklebenden Dichtungsmasse aus Bitumenkautschuck beschichtet*. Die *Deckungselemente* aus *Kupfer* oder *Aluminium* sind je 190 cm lange Boden- und Deckbleche. Sie werden von der Traufe zum First *überlappend* montiert. Durch diese

Deckungsart können Dächer von beliebiger Form und Grösse mit dem Energiedach *Sessa-Therm* eingedeckt werden.

Die haarnadelförmigen Medienrohre werden in die Bodenbleche eingelegt; darüber werden die Deckbleche geklemmt. Durch diese Klemmung entsteht eine gute mechanische und thermische Verbindung zwischen Deckungselementen und Medienrohren. Die Medienrohre werden im First an die Vor- und Rücklaufsammlleitungen angeschlossen, eine Anordnung, die den grossen Vorteil hat, dass *nur im Firstbereich Rohrverbindungen* erforderlich sind.

## Zusammenfassung

Das Energiedach ersetzt die konventionelle Dacheindeckung inklusive der Isolation. Mit dem Energiedach werden - zusammen mit der Wärmepumpe - verschiedene natürliche Energiequellen genutzt:

- direkte und diffuse Sonnenstrahlung,
- die im Regen enthaltene Wärme,
- die Kondensationswärme von Nebel,
- die Erstarrungswärme bei Eis- und Rauhreifbildung,

- vom Wind begünstigter Wärmeaustausch zwischen Luft und Energiedach.

Sowohl die monovalenten als auch die bivalenten Anlagen mit Energiedach zeichnen sich durch hohe Leistungsziffern aus.

Die Konstruktion gestattet die vollständige Eindeckung von Dächern mit beliebiger Form und Grösse. Abdeckungsmaterialien: Kupfer oder Aluminium.

*Wärmeleistung*: Sie ist abhängig von der Umgebungstemperatur (Luft), der Sonneneinstrahlung und anderen Faktoren wie Windgeschwindigkeit, Regen und Abkühlung unter die Aussentemperatur.

*Leistung des Kupfer-Daches*: etwa 100 bis 500 kcal/m<sup>2</sup>h

*Betriebstemperaturen*: -10 GradC bis +65 GradC, maximale Stillstandstemperatur etwa 90 GradC.

*Richtpreise* inklusive Montage ab Dachsparren (ohne Anschlüsse):

Ausführung

in *Kupfer* Fr. 310.- bis 330.-/m<sup>2</sup>.

Ausführung

in *Aluminium*: Fr. 260.- bis 280.-/m<sup>2</sup>.

P. Schneiter, Hedingen