

Mehrdimensional energieoptimierte Gebäudehüllen in Stahlleichtbauweise für den Industrie- und Gewerbebau

Projektleitung
Prof. Dr.-Ing.
Helmut Hachul

Wiss. Mitarbeit
Janine Bach
Heike Rößling

Kooperation
KIT Karlsruhe
Prof. Dr.-Ing.
Thomas Ummenhofer

Zeitraum
2011–2013

Förderung
Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie (BMWi)

Kontakt
Prof. Dr.-Ing.
Helmut Hachul
Fachbereich Architektur
Fachhochschule
Dortmund
Emil-Figge-Str. 40
44227 Dortmund
Tel.: 0231 755-6888
E-Mail: helmut.hachul
@fh-dortmund.de

1. Motivation

Die aktuelle Diskussion über Nachhaltigkeit und Energieeinsparung unterstreicht den globalen Handlungsbedarf zur CO₂-Reduktion, zu dem auch die Architektur einen sinnvollen Beitrag leisten kann. Industrie- und Gewerbebauten bieten im Dach- und Wandbereich ein enormes Flächenpotenzial, welches für die regenerative Energiegewinnung herangezogen werden kann.

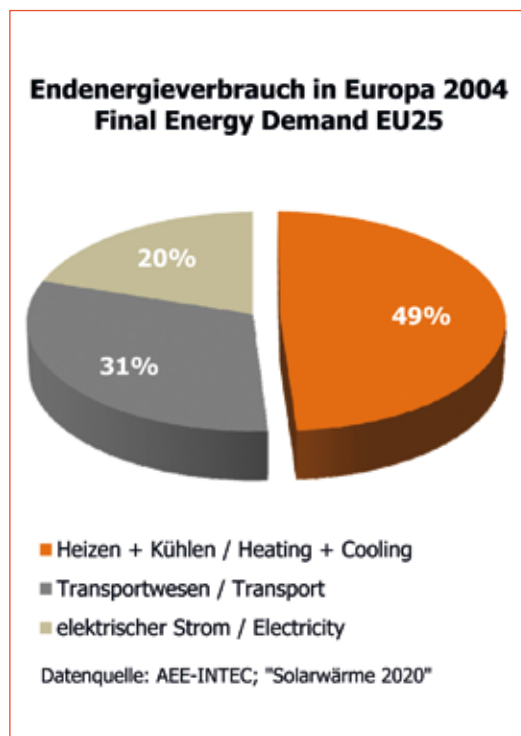


Abb 1-1 Der Stand politischer Diskussionen deckt sich nicht mit den tatsächlichen Verbrauchszahlen

Es bietet sich an, das Bauprodukt „Sandwichelement“ durch die Addition eines solarthermischen Systems um eine neue Dimension zu erweitern.

Diese Elemente besitzen eine Haut aus Metallblech und im Kern eine Dämmung aus PUR-, PIR-Schaum oder Mineralwolle. Sie agieren im statischen und bauphysikalischen Sinne als Verbund und werden in kontinuierlichen industriellen Prozessen hergestellt. Bei der Sandwichherstellung kommen Deckschichten aus Stahl, Aluminium, Edelstahl und Kupfer zur Anwendung.¹

Im vorliegenden Projekt wird die Erweiterung des Stahlsandwichelementes betrachtet, welches aufgrund seiner Wirtschaftlichkeit in Produktion und Anwendung den größten Marktanteil besitzt.

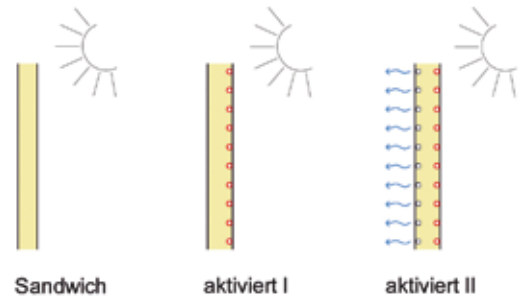


Abb 1-2 Schematische Darstellung der Leitungsführung: Standardelement (li.), solarthermische Aktivierung der Außenschale (m.) und thermische Aktivierung beider Schalen (re.)

2. Ziele

Ziele des Forschungsvorhabens sind die funktionale, gestalterische und konstruktive Integration von Solarthermie in Gebäudehüllen aus Stahlsandwichelementen und deren Energieeffizienzbestimmung.

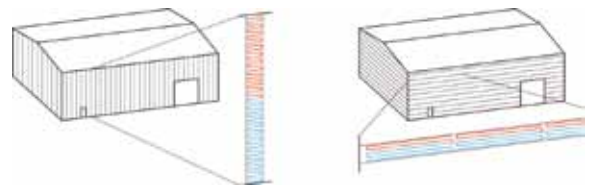


Abb 2-1 Großflächige Verlegung und Leitungsführung, vertikal (li.) und horizontal (re.)

Durch die Integration einfacher Absorbersysteme in Wand- und Dachbauteile wird eine wirtschaftliche Alternative zu konventionellen, meist inselartig aufgesetzten Kollektorsystemen geschaffen. Auch der kombinierte Einsatz mit Standardelementen wird dadurch gewährleistet.

Neben der energetischen Relevanz kommt der gestalterischen Wirkung am Gesamtobjekt eine besondere Bedeutung zu, da die Integrationsfähigkeit der Gebäudehülle in den Stadt- und Landschaftsraum einen wichtigen Aspekt darstellt.



Abb 2-2 Die Farbgebung einer Halle beeinflusst die energetische Effizienz der solarthermischen Komponenten.

¹ Koschade, „Die Sandwichbauweise“, 2000, S.147



„Das IGF-Vorhaben 16936 N der Forschungsvereinigung Stahlanwendung e. V. -FOSTA, Sohnstraße 65, 40237 Düsseldorf wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.“

3. Nutzen

Die gewonnene Energie kann auf verschiedene Arten im Gebäude eingesetzt werden. Möglich sind z.B. Raumtemperierung, Warmwassererzeugung, Prozesswärmenutzung und Stromerzeugung, sowie Kombinationen dieser Nutzungsarten. Welche Form der Energienutzung im konkreten Fall Anwendung findet, hängt von den Industrie- und Gewerbesektoren, dem Standort und der Größe der aktivierbaren Fläche ab.

Pilotprojekte

Erste Pilotprojekte für solare Prozesswärmenutzung zeigten unter Verwendung konventioneller Kolleorteknik positive Ergebnisse.

Die spanische Süßigkeitenmanufaktur Doña Jimena setzt für die Produktvorbehandlung und Reinigungsprozesse solarthermisch erzeugte Energie ein.



Abb 3-1 Aufgeständerte Flachkollektoren liefern Energie für industrielle Prozesswärme

Mit einer Kollektorfläche von 265m² und einem zugehörigen 15m³ Kurzzeitspeicher wird ganzjährig eine hohe solare Deckung erreicht. Durch die gute Auslastung haben sich die Investitionskosten von 180.000€ inkl. staatlicher Förderung von 70.000€ bereits nach 8 Jahren Laufzeit amortisiert. (Abb. 3-2)

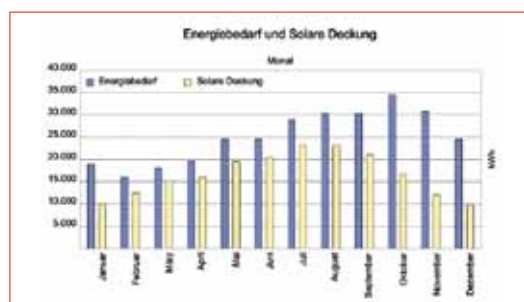


Abb 3-2 Eine hohe solare Deckung des Energiebedarfes gewährleistet kurze Amortisationszeiten

4. Konstruktiv-energetische Gestaltungsparameter

Die folgenden Schlüsselparameter stehen im Fokus der Untersuchungen.

Einbindung in den kontinuierlichen Herstellungsprozess

Geprüft wird die Einbringung von Absorberleitungen parallel zum Umformungsprozess bei gleichzeitiger Deckschalenanbindung. Während des Schäumprozesses muss ein Aufschwimmen verhindert und die Lagestabilität der Absorberleitungen gewährleistet werden. Als Verbindungstechniken stehen Verklebungen und Klemmungen zur Verfügung. Schweißverbindungen werden aufgrund von Deckschalenverwerfungen und der Beschädigung der Oberflächenbeschichtung von der Betrachtung ausgeschlossen.

Leitungsführung Material und Querschnitt

Es werden sowohl Harfen- als auch Serpentinleitungen untersucht.

Die Leitungsmaterialien werden im Hinblick auf Wärmeleitfähigkeit, Fügeverhalten und Korrosionsbeständigkeit bewertet und verschiedene Querschnitte mittels Simulationen auf ihr Strömungsverhalten getestet.

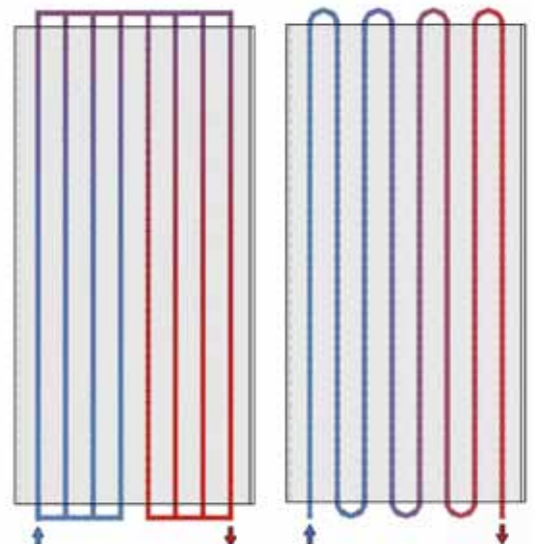


Abb 4-1 Beispielhafte Leitungsführung im thermisch aktivierten Sandwichmodul als Serpentin- / Harfenabsorber

Ausbildung der äußeren Deckschale

Untersucht werden standardisierte und neu entwickelte Oberflächengeometrien. Die Farbigkeit der Oberflächen stellt aufgrund unterschiedlicher Energieeinträge einen weiteren Einflussfaktor dar.

Veränderungen der statischen und bauphysikalischen Eigenschaften

Die Integration der Absorberleitungen in den Verbund und das zusätzliche Gewicht von Leitungsmaterial und Fluid verursacht eine Änderung der statischen und bauphysikalischen Eigenschaften, welche labortechnisch verifiziert werden.

Ausbildung von Bauteilanschlüssen

Wegen der veränderten Eigenschaften und notwendigen installationstechnischen Anbindungen werden Bauteilanschlüsse in Form von Regeldecks erarbeitet.

5. Vorgehensweise

Ein Anforderungskatalog bildet die gemeinsame Arbeitsgrundlage aller Projektbeteiligten. Aufbauend auf konzeptionellen Lösungsvorschlägen erfolgen die numerische Simulation und die Verifikation an einzelnen Demonstratoren. Diese werden in Labor- und Feldversuchen auf solare Erträge und technische Anwendbarkeit geprüft. Zum Abschluss werden die energetischen Gesamtgewinne anhand einer Musterhalle simuliert.

6. Ausblick

Mit der erzielbaren Wärmemenge [kWh/m²] des neuen Hybridbauteils lassen sich die Wirtschaftlichkeit und die Menge der konkreten CO₂-Reduktion beziffern. Mit diesen Angaben ist der Hallenplaner zukünftig in der Lage, neben Konstruktion und Gestaltung auch aktive Einträge aus der Sonnenenergie zu bestimmen. Vorschläge zur konstruktiven Umsetzung und architektonischen Gestaltung runden das Untersuchungsergebnis ab.

Quellen:

- Burkhardt, S.: Sandwichelemente mit wassergetriebenem PU-Hartschaumkern; IFBS Aktuell 2/00, Düsseldorf (2000)
- Hoesch Bausysteme GmbH: Das große Hoesch Bauteil Programm, Siegen (2000)
- Hoesch Siegerlandwerke: Hoesch isowand vario, Firmenveröffentlichungen, Siegen (2000)
- (SIZ) Stahl-Informations-Zentrum: Dokumentation 558, Bausysteme aus Stahl für Dach und Fassade, Düsseldorf (2000)
- Thyssen Bausysteme GmbH: Thyssen-Solartec – Das energieerzeugende Dach; Dinslaken (2000)
- Thyssen Krupp Solabs, Firmenveröffentlichung, Duisburg (2007)
- RWE Handbuch Technischer Ausbau, 13. Auflage, VWEV Energieverlag, Frankfurt a. M. (2004)
- Koschade, R.: Die Sandwichbauweise; Ernst und Sohn, Berlin (2000)
- Koschade, R.: Sandwichbauweise – Konstruktion, Systembauteile, Ökologie; Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co.KG (2011)
- Pöter, H.; Schwarze, K.: Planen und Bauen mit Trapezprofilen und Sandwichelementen – Gestaltung, Planung, Ausführung; Ernst & Sohn Verlag, Berlin (2011)
- www.rheinzink.de/172.aspx (15.05.08)
- www.schueco.com/web/de/privatkunden/prd-dukte/solar-systeme (15.05.08)
- www.solarbusiness.de (11.05.08)
- www.viessmann.de/de/products/Solar-Sy-steme.html (15.05.08)