

## Hohe solare Deckungsgrade durch thermisch aktivierte Bauteile

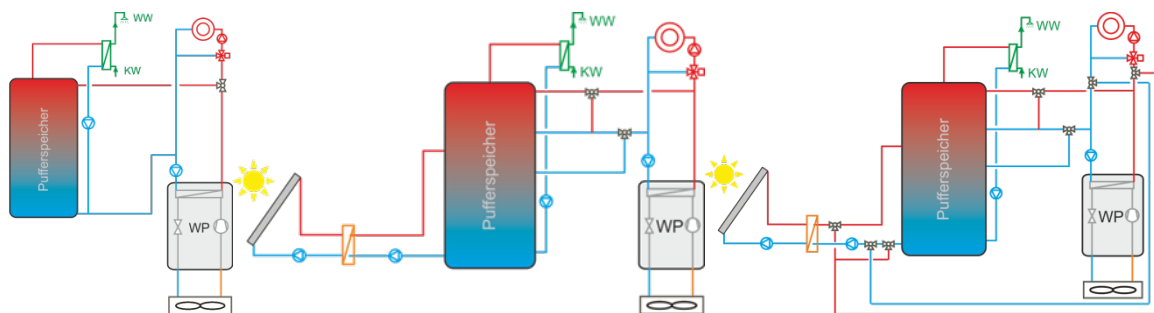
T. Ramschak, C. Fink, R. Heimrath, W. Lerch, T. Mach

Thermisch aktivierte Bauteile (TABs) werden bereits seit geraumer Zeit im Gebäudebereich eingesetzt, wobei die Fußbodenheizung als oberflächennahe Aktivierung in Kombination mit Niedertemperatur-Heizsystemen in Wohngebäuden die am weitesten verbreitete Anwendung darstellt. Energetisch betrachtet haben derartige Systeme vor allem in Verbindung mit Solarthermie und Wärmepumpen den großen Vorteil, dass aufgrund der geringen Vorlauftemperaturen hohe Jahresarbeitszahlen im Wärmepumpenbetrieb bzw. hohe Wirkungsgrade im Kollektorbetrieb erreicht werden. Auch hinsichtlich des Komforts bieten geringe Vorlauftemperaturen und große, gleichmäßig im Raum verteilte Wärmeabgabeflächen einige Vorteile. Für Bürogebäude liegt die Hauptanwendung meist in der Kühlung über die Decke.

Bei der thermischen Aktivierung von Bauteilen werden die Bauteile im Gebäude als thermische Speicher genutzt, wodurch auch ohne groß dimensionierte Wasserspeicher eine hohe Deckung des Gebäudeenergiebedarfs mit solaren Umwandlungstechnologien erreicht werden kann.

Im Rahmen des Projektes „soSPONGEhigh - Hohe solare Deckungsgrade durch thermisch aktivierte Bauteile im urbanen Umfeld“, wird die Nutzung von thermisch aktivierten Bauteilen als zusätzlicher thermischer Speicher und alleiniges und damit kostenoptimiertes Wärmeabgabesystem in verschiedenen Gebäuden unter vorrangigem Einsatz von Solarthermie bzw. PV untersucht. Ziel ist es, durch die Aktivierung und Nutzung der bauteilimmanenten thermischen Speicher eine Deckung des Gebäudeenergiebedarfs durch regenerative Energien von nahezu 100 % zu erreichen.

### Entwicklung von Energieversorgungskonzepten

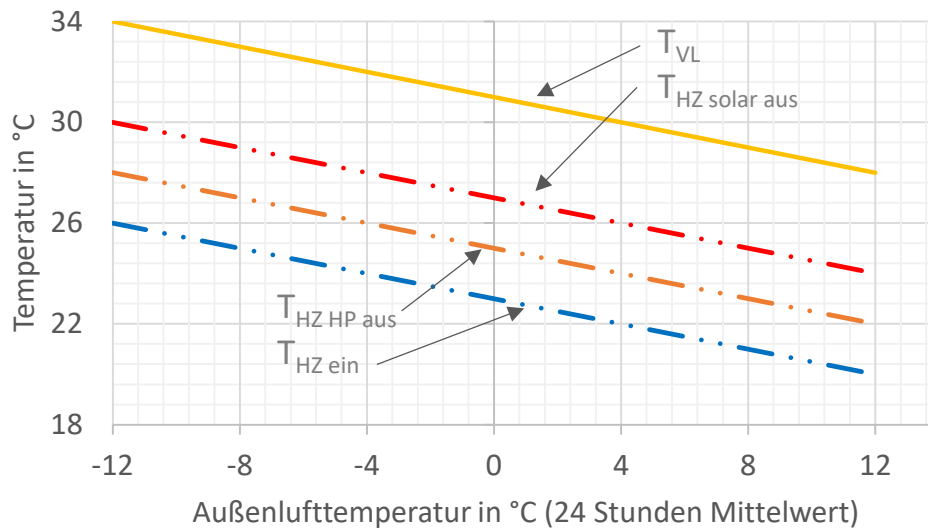


Schematische Darstellung der Energieversorgungskonzepte: links: Referenzsystem, Mitte: Solarthermie-Wärmepumpen-System, rechts: Solarthermie-Wärmepumpen-System mit direkter solarer Beladung der Bauteile.

Das erarbeitete Referenzsystem sieht die Wärmeversorgung durch eine Luft-Wärmepumpe vor. Über ein Frischwassermodule wird die Energie für die Versorgung mit Brauchwarmwasser bereitgestellt. Die Beladung der thermisch aktivierten Bauteile (Zwischendecke und Obergeschoßdecke) erfolgt direkt über die Luftwärmepumpe (Konzept LWP A, kB). Das Referenzsystem wurde in den Untersuchungen auch mit einer PV-Anlage kombiniert (Konzept LWP PV).

Im solarthermischen Konzept speisen solarthermische Kollektoren und eine Luft-Wärmepumpe in den Pufferspeicher ein. Die Warmwasserbereitung erfolgt wie beim Referenzsystem über ein Frischwassermodul. Die Betonmassenaktivierung erfolgt hierbei über den solar beladenen Speicher, oder über die Luftwärmepumpe (Konzept LWP ST B, kB).

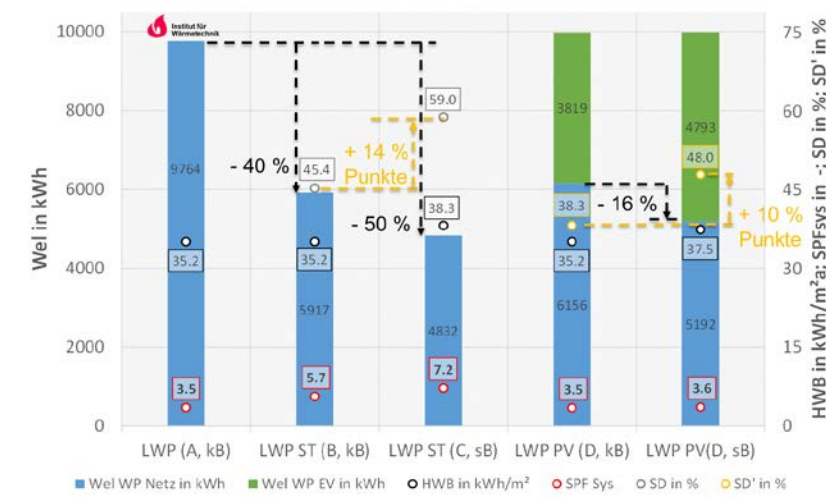
Eine Erhöhung des solaren Ertrages wird durch die Adaptierung des Hydraulik-Konzeptes und der Regelung erreicht. Direkte Beladung der Betonmassen führt zu optimalen Betriebspunkten der solarthermischen Anlage und einer Steigerung der Systemeffizienz (Konzept LWP ST C, sB). Dabei wird das Regelband um 2 Kelvin gegenüber der konventionellen Beladung erhöht, wodurch sich der Nachheizenergiebedarf der Wärmepumpe reduziert.



Regelungsstrategie thermisch aktivierter Bauteile: Grenztemperaturen der Oberfläche sowie Vorlauftemperaturen sind Heizkurven-geführt. Bei aktiver solarer Beladung wird die obere Grenztemperatur der Oberfläche um 2 Kelvin erhöht.

### Simulationen

Der Einsatz der thermischen Bauteilaktivierung wurde anhand eines Einfamilienhauses mit 140 m<sup>2</sup> BGF und eines Mehrfamilienhaus mit 540 m<sup>2</sup> BGF, mit jeweils zwei energetischen Standards (Niedrigenergiegebäude HWB 35 kWh/(m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>), Passivhausstandard HWB 15 kWh/(m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>)) betrachtet.



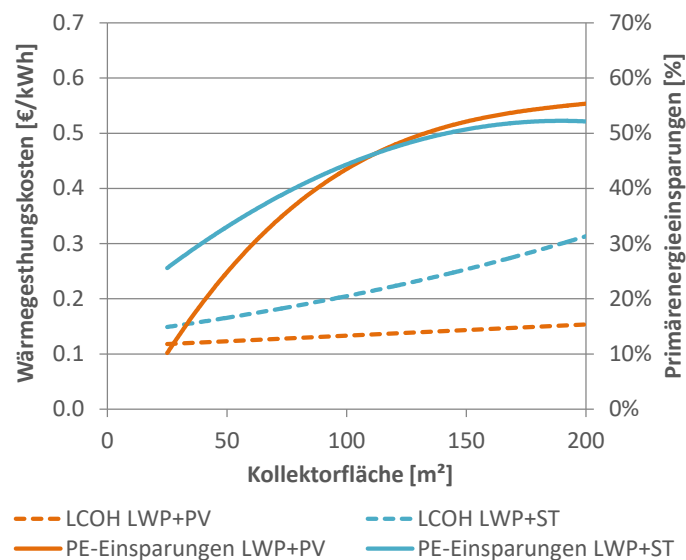
Exemplarischer Vergleich von Strombedarf (W<sub>el</sub>), Heizwärmebedarf (HWB), Systemjahresarbeitszahl (SPFSys), thermischer und elektrischer solarer Deckungsgrad (SD, SD') für das untersuchte Mehrfamilienhaus (540 m<sup>2</sup> BGF - HWB 35 kWh/(m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>), 125 m<sup>2</sup> ST bzw. PV und 3,75 m<sup>3</sup> Pufferspeicher). Bei gleicher ST/PV-Fläche werden annähernd gleiche Einsparungen bei konventioneller und aktiver solarer Beladung erreicht. Die Einsparungen im elektrischen Energiebedarf liegen dabei zwischen 40 % und 50 %.

In einem Gebäude mit 540 m<sup>2</sup> BGF (HWB 35 kWh/(m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>)) wird durch die Kombination der Luft-Wärmepumpe mit einer 125 m<sup>2</sup> großen Solarthermieanlage ein solarer Deckungsgrad von rund 45 % erreicht. Dieser kann durch aktive solare Beladung auf knapp 60 % erhöht werden. Gegenüber dem Referenzsystem ergibt sich eine Reduktion des Strombedarfs für die Wärmepumpe von rund 50 %. Bei 125 m<sup>2</sup> Kollektorfläche erreicht ein System mit Luftwärmepumpe und PV annähernd die gleichen Einsparungen.

### Ökonomische und ökologische Analyse

Für alle Energiekonzepte mit thermischer Bauteilaktivierung wurden die Primärenergieeinsparungen mit unterschiedlichen ST/PV-Flächen im Vergleich zum Referenzsystem ermittelt.

Um die Konzepte auch im Hinblick auf ihre wirtschaftliche Konkurrenzfähigkeit gegenüber reinen Luft-Wärmepumpen-Systemen zu bewerten, wurde der Kapitalwert mittels einer dynamischen Wirtschaftlichkeitsrechnung ermittelt, der Nutzenergie gegenübergestellt und so die Wärmegestehungskosten über einen Betrachtungszeitraum von 25 Jahren berechnet.



Primärenergie (PE)-Einsparungen und Wärmegestehungskosten (Levelized Cost of Heat – LCOH) der Konzepte mit variablen ST- und PV-Flächen für das Mehrfamilienhaus (540 m<sup>2</sup> BGF, HWB 35 kWh/(m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>), direkte Beladung)

Beim Mehrfamilienhaus mit HWB 35 kWh/(m<sup>2</sup><sub>BGFa</sub>) liegen die Wärmegestehungskosten des Referenzsystems bei rund 13 €-cent/kWh. Die Wärmegestehungskosten steigen mit der installierten solaren Umwandlungsfläche stetig an (siehe Abbildung). Die eingesparte Primärenergie liegt bereits bei kleinen Flächen (25 m<sup>2</sup>) zwischen 10 % (PV) und 26 % (ST). Die Primärenergieeinsparungen können mit zunehmender Fläche auf über 50 % erhöht werden. Bis zu einer Kollektorfläche von 125 m<sup>2</sup>, was etwa einer Vollbelegung der Dachfläche des Mehrfamilienhauses entspricht, können mit den solarthermischen Systemen aufgrund der höheren Systemeffizienz größere Primärenergieeinsparungen erreicht werden. Darüber hinaus sind die Primärenergieeinsparungen annähernd gleich.

### Ausblick

Die Ergebnisse der technischen Analysen und ökonomischen und ökologischen Vergleiche haben gezeigt, dass durch die Kopplung von solaren Umwandlungstechnologien mit thermischer Bauteilaktivierung hohe solare Deckungsgrade erreicht, die Effizienz konventioneller Energieversorgungssysteme stark erhöht und der Primärenergiebedarf deutlich

gesenkt werden, und das bei moderaten Wärmegestehungskosten. Neben dem Geschoßwohnbau sind auch andere Gebäudetypen (Einfamilienhäuser, Nichtwohngebäude, etc.) durchaus prädestiniert für derartige Kombinationen.

### **Danksagung**

Das Projekt „solSPONGEhigh - Hohe solare Deckungsgrade durch thermisch aktivierte Bauteile im urbanen Umfeld“ wurde im Rahmen des Förderprogrammes - Stadt der Zukunft - des österreichischen Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gefördert.

### **Forschungsteam**

AEE INTEC, TU Graz – Institut für Wärmetechnik (Koordinator), EAM Systems GmbH, Uponor Vertriebs GmbH, energetica Industries GmbH, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie, GASOKOL GmbH, DIEHAUSTECHNIKER Technisches Büro GmbH, OCHSNER Wärmepumpen GmbH