

element+

BAU

Die Fachzeitschrift für Objektbau



MODULARE GEBÄUDE

**Marienhause Klinikum Mainz (mkm):
Bau-Operation geglückt – Aufstockungen
in Modulbauweise bringen Raumgewinn
von rund 5.600 Quadratmetern**

SPECIAL: KRANKENHÄUSER / PFLEGEINRICHTUNGEN

Sonnenschutzsysteme; Fassaden; Fenster; Türen; Tore; Balkone; Barrierefreies Bauen;
Systembau; Modulbau; Decke; Wand; Boden; Rohbau; Wohnungsbau; Glaskonstruktionen

PVT-Wärmepumpen-Systeme als Baustein lokal emissionsfreier Quartierslösungen

Stille Energiequelle für die Wärmepumpe

Um Deutschland bis 2045 treibhausgasneutral zu machen, muss in den nächsten Jahren der Wärmebedarf von Millionen Immobilien so weit wie möglich reduziert werden. Vor allem für den Bestand sind Sanierungskonzepte gefordert, die auf der einen Seite die Energieeffizienz der Gebäude deutlich verbessern, auf der anderen aber auch praktikabel und bezahlbar sind. Die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi geförderte Projektinitiative IntegraTE sondiert derzeit die Möglichkeiten und Grenzen sogenannter PVT-Wärmepumpen-Systeme. PVT-Kollektoren gewinnen sowohl Strom als auch Wärme aus Sonnenenergie.

Am 26. Juni 2021 hat das novellierte deutsche Klimaschutzgesetz den Bundesrat passiert. Die Bundesregierung verschärft darin die Klimaschutzzvorgaben und verkürzt die Zeitspanne bis zur angestrebten Netto-Treibhausgasneutralität um fünf Jahre auf das Jahr 2045. Bereits bis 2030 sollen die Emissionen um 65 % gegenüber 1990 sinken – entsprechend sind die Energiewirtschaft, die Industrie, der Bereich Verkehr, die Landwirtschaft und auch der Gebäudesektor in punkto Energieeffizienz und Klimaschutz gefordert. Um die angestrebten CO₂-Reduzierungen zu realisieren, muss der Primärenergiebedarf für Millionen Immobilien in Deutschland Jahr für Jahr deutlich reduziert werden. Das ist mit hohen Kosten verbunden und erfordert darüber hinaus sinnvolle Energieversorgungskonzepte für den Neubau und vor allem für die Bestandsmodernisierung.

„Bezüglich Energieeffizienz und Emissionsreduktion im Wohnungsbaubestand werden sich die Unternehmen im Rahmen der Erneuerung beziehungsweise Modernisierung auch weiterhin auf neue effiziente Techniken einlassen müssen“, erklärt Uwe Ricke-Adler, Vorstand der Gemeinnützigen Bau- und Siedlungsgenossenschaft Wiesbaden 1950 eG (GENO50). Die Wiesbadener Wohnungsgenossenschaft zählt 6.100 Mitglieder und knapp 3.500 Wohnungen. Ein Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit liegt heute auf der Aktualisierung und Modernisierung des Wohnungsbestandes.

„Im Vorfeld einer Sanierung müssen wir genau prüfen, welche technischen Einrichtungen im jeweiligen Projekt als sinnvolle Lösung möglich sind“, fasst Ricke-Adler seine Erfahrungen zusammen. „Das werden in Zukunft eher individuelle Einzellösungen sein, die den jeweiligen Anforderungen an Energieeffizienz und Emissionsreduktion im Wohnungsbaubestand gerecht werden.“ Die GENO50 hat inzwischen bereits Erfahrungen mit

Biomasse-Nahwärmenetzen in Verbindung mit Pelletheizkesseln, Solarthermie verbunden mit Gasbrennwerttechnik sowie der Kombination von Photovoltaik und Wärmepumpen gesammelt. In letzterer Lösung sieht Ricke-Adler großes Potential.

Grenzen der Wärmepumpe bei der Bestandssanierung

Doch gerade im Bestand sind der Wärmepumpe Grenzen gesetzt. Denn die vorhandene Grundstücksfläche ist in vielen Fällen nicht ausreichend, um das Erdreich als Wärmequelle zu nutzen. Und setzt man auf eine Luft/Wasser-Wärmepumpe, ist häufig der Geräuschpegel, der beim Ansaugen der Luft in die Außen-einheit entsteht, ein Hindernis – wenn nicht sogar ein Ausschlusskriterium. Ein weiteres Hemmnis für die Wärmepumpentechnologie besteht darin, dass Strom im Vergleich zum Gas derzeit noch teurer ist. „Um die Anlagen wirtschaftlich zu betreiben, sind Arbeitszahlen der Wärmepumpe deutlich über 3 notwendig“, so die Erfahrung von Tobias Reichert, zuständig unter anderem für Energiekonzepte im Unternehmensbereich Modernisierung und Großinstandhaltung der Nassauischen Heimstätte Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, unter Leitung von Karin Hendriks, in Frankfurt am Main. „Dies ist bei unsanierten Häusern mit hohem Temperaturniveau kaum möglich.“

Um diese Schwierigkeiten zu kompensieren, haben Reichert und sein Kollege Mathias Lupp, aus dem Fachbereich Zentrale Technische Aufgaben (ZTA), nun erstmals PVT-Wärmepumpen(WP)-Systeme im Rahmen der Bestandssanierung eingesetzt. Diese Technologie gewinnt über sogenannte PVT-Kollektoren sowohl Strom als auch Wärme aus Sonnenenergie

und beliefert damit eine Wärmepumpe. Die wiederum versorgt die Haushalte mit der notwendigen Energie zum Heizen und für die Warmwasserbereitung. Auch eine Kühlung des Hauses wäre bei entsprechender Funktionalität des Systems in den Sommermonaten möglich. „Wir haben die Hoffnung, dass die PVT-Anlagen uns in der Kombination mit der Wärmepumpe dabei helfen, das Thema Geräuschemissionen zu lösen und bessere Jahresarbeitszahlen zu erreichen“, begründet Reichert die Entscheidung. „Allerdings sind heute trotz erheblicher Förderungen die Investitionen verglichen mit einer Luft/Wasser-Wärmepumpe deutlich höher.“

Vier PVT-WP-Systeme für Quartier in Frankfurt Fechenheim

Die Nassauische Heimstätte besitzt rund 59.000 Mietwohnungen an 128 Standorten in Hessen und Thüringen. Zu jedem energetischen Sanierungsprojekt werden eigene Konzepte entwickelt. Am Standort Bürgeler Straße 9-33 in Frankfurt Fechenheim, der vier Gebäude mit rund 100 Wohnungen umfasst, sollen nun erstmals vier PVT-WP-Systeme den Betrieb aufnehmen (Abb. 1).

Jeder der vier Gebäuderiegel wurde mit einer autarken PVT-Wärmepumpen-Anlage der Giersch Enertech GmbH, Hemer, ausgerüstet. Diese umfasst jeweils 72 PVT-Module vom Typ Duo Panel 320 mit einer Gesamtfläche von 119 m² und zwei Wärmepumpen vom Typ CTC EcoPart 417, die modulierend bis 20 kW Nennleistung bringen. Außerdem wurden pro Gebäude zwei Gasbrennwertgeräte mit insgesamt 76 kW als Zusatzheizung installiert. Laut Polysun-Simulation liefert das PVT-WP-System mehr als 50 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs eines Gebäuderiegels, der restliche Wärme-



Abb. 1: Die Nassauische Heimstätte besitzt rund 59.000 Mietwohnungen an 128 Standorten in Hessen und Thüringen. Am Standort Bürgeler Straße 9-33 in Frankfurt Fechenheim, der vier Gebäude mit rund 100 Wohnungen umfasst, sollen nun erstmals vier PVT-WP-Systeme den Betrieb aufnehmen.

Bildnachweis: Nassauische Heimstätte

bedarf wird über die Brennwertkessel gedeckt. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen liegt bei 3,8. Das heißt, die Wärmepumpe benötigt nur eine Einheit Strom, um fast vier Einheiten Wärme zur Verfügung zu stellen.

„Bevor wir die neuen Systeme installiert haben, wurden die Wohnungen vollmodernisiert, so dass der jährliche spezifische Heizwärmebedarf heute 38,4 kWh/m² beträgt“, beschreibt Mathias Lupp den Ablauf der Sanierungsarbeiten. „Es wurden neue dreifachverglaste Fenster eingebaut, ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit 16-cm-Dämmung angebracht, sowie die Kellerdecke und die oberste Geschossdecke gedämmt. Neben der neuen Zentralheizung inklusive zentraler Warmwasserbereitung ist auch eine kontrollierte Wohnungslüftung installiert worden. Die Vorlauftemperatur liegt nun unter Volllast bei 55 °C.“ Normalerweise modernisiert die Nassauische Heimstätte im bewohnten Zustand, coronabedingt hat die Modernisierung jedoch zum Leerzug in den Wohnungen geführt.

Finanzielle Unterstützung für das Projekt erhielt die Nassauische Heimstätte aus dem Fördermitteltopf des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), wobei sich die Fördersituation kontinuierlich verbessert. „Seit diesem Jahr können wir über die KfW die kompletten Anlagen und die energetische Ertüchtigung der gesamten Hüllfläche zur Verbesserung der Energieeffizienz fördern lassen,“ erläutert Lupp.

Grenzen für den Einsatz von PVT-WP-Systemen sieht Lupp in den derzeit trotz

Förderung hohen Investitionskosten. Trotzdem sei die Technologie vor allem dann prädestiniert, wenn eine Vollmodernisierung anstehe. „Geht es um einen reinen Technikaustausch bei einer Heizungsanlage mit 70 °C Vorlauf, kann ich mit diesen Systemen keine lohnende Jahresarbeitszahl erzielen“, lautet seine Bilanz. Auch sollten Bauherren beachten, dass es diese Technologie noch nicht von der Stange gibt. „Die Systeme laufen immer nur so gut, wie die Fachleute sie jeweils konzipiert haben beziehungsweise so gut, wie die Steuerung programmiert wurde“, gibt Lupp zu bedenken „Aber mit zunehmender Marktdurchdringung wird sich das schnell verbessern.“

Sanierungskonzept für DEGEWO-Zukunftshaus in Berlin-Lankwitz

Ein weiterer Pionier beim Einsatz von PVT-WP-Systemen ist die Berliner degewo AG. Diese zählt mit rund 75.000 Wohnungen und mehr als 155.000 m² Gewerbeflächen bundesweit zu den größten Konzernen der Wohnungswirtschaft. Die PVT-Wärmepumpenanlage ist Teil des Sanierungskonzeptes für ein Mehrfamilienhaus in Berlin-Lankwitz (Abb 2). 1954 erbaut, umfasst das Gebäude insgesamt 64 Wohneinheiten über acht Stockwerke mit einer Gesamtwohnfläche von 3.733 m². Die komplexe Sanierung wurde von Januar 2016 bis Juni 2017 durchgeführt und von der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin wissenschaftlich begleitet. Projektziele waren unter anderem die Transformation des

Gebäudebestandes im Einklang mit den energiepolitischen Vorgaben wie der Treibhausgasneutralität 2050 sowie die weitgehende Eigenversorgung mit Wärme und Hausstrom. Dabei sollten unterschiedlichste innovative Technologien in einem Reallabor kombiniert werden, mit dem Ziel eines maximalen Erfahrungs- und Erkenntnisgewinns, niedriger Energiekosten bei hohem Raumkomfort sowie einer zukunftsfähigen und langfristig nachhaltigen Bestandssanierung.

Im Rahmen der Sanierung wurde zunächst der Niedrigenergiehausstandard umgesetzt. Dies erforderte einen temporären Auszug der Mieter und umfasste eine Verdoppelung der Fassaden- und Dachdämmung, den Austausch der Fenster, den Einbau einer kontrollierten mechanischen Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung sowie eine Minimierung von Wärmebrücken. Außerdem wurden die Wohnungen mit einer Deckenheizung in Form von Kapillarrohrmatten ausgestattet, um das Heizen der Räume auf einem niedrigen Temperaturniveau zu ermöglichen. „Wir mussten das Gebäude für den Einbau der Deckenheizungen komplett entmieten“, erklärt Volker Ries, Energiemanager bei der degewo netzWerk GmbH, Berlin. „Das machen wir normalerweise bei einer Bestandssanierung nicht, weil das viel zu teuer ist.“

Angestrebt wurde eine maximal mögliche Energiegewinnung über die Gebäude-



Abb. 2: Ein weiterer Pionier beim Einsatz von PVT-WP-Systemen ist die Berliner degewo AG. Die Anlage ist Teil des Sanierungskonzeptes für ein Mehrfamilienhaus in Berlin-Lankwitz. 1954 erbaut, umfasst das Gebäude insgesamt 64 Wohneinheiten über acht Stockwerke mit einer Gesamtwohnfläche von 3.733 m².

Bildnachweis: Tina Merkau



Abb. 3: 20 Jahre nach der Expo 2000 in Hannover präsentiert sich der Dänische Pavillon als innovatives Plusenergiegebäude. Das Architektur- und TGA-Planungsbüro Carsten Grobe Passivhaus verwandelte den fast 2.000 m² großen Gebäudekomplex in ein ökologisches Vorzeigeprojekt.

Bildnachweis: www.passivhaus.de

hülle durch den Einsatz von PV- und PVT-Kollektoren auf dem Dach und an der Fassade. Die Wärme aus der 188 m² großen PVT-Anlage dient als Energiequelle für die beiden Sole-Wärmepumpen sowie für die Regeneration eines teilweise wärmegeprägten Niedertemperatur-Erdreichspeichers. Insgesamt kommen 121 2Power Module der PA-ID Process GmbH, Kleinostheim, zum Einsatz. Über die Wärmepumpen werden die Wohnungen mit

Heizwärme und Warmwasser versorgt. Im Winter wird die Wärmeversorgung durch den bestehenden Anschluss ans örtliche Nahwärmenetz ergänzt. Die Steuerung sieht vor, dass vorrangig das Warmwassersystem als Hautverbraucher mit Nahwärme versorgt wird. Auf diese Weise kann die Heizungswärmepumpe über die Wintermonate durchgängig bei niedrigeren Temperaturen betrieben werden, was die Jahresarbeitszahl verbessert. Dieses Konzept zahlt sich aus: Die JAZ der Wärmepumpe für das Heizen liegt bei 3,8, während Brauchwasser über das Jahr mit einer JAZ von nur 2,9 bereitgestellt wird.

Nicht alle Ziele für das Zukunftshaus-Konzept der degewo AG wurden erfüllt. Dennoch, nach der Sanierung benötigt der Betrieb des Gebäudes 70 % weniger Energie und verursacht 80 % weniger an CO₂-äquivalenten Emissionen. Mit dem zunehmenden Anteil an erneuerbaren Energien am deutschen Strommix, wird sich der CO₂-Ausstoß des Gebäudes in Zukunft noch weiter reduzieren.

Dänischer Pavillon demonstriert Gebäudeenergiestandard der Zukunft

20 Jahre nach der Expo 2000 in Hannover strahlt der ehemalige Dänische

Pavillon wieder Innovationskraft aus (Abb. 3). Der neue Besitzer, Carsten Grobe, sanierte mit seinem Architektur- und TGA-Planungsbüro den fast 2.000 m² großen Gebäudekomplex, bestehend aus Büro-, Schulungs- und Veranstaltungsflächen, zu einem hocheffizienten, ökologischen Vorzeigeprojekt. Durch die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle und den Einbau einer Lüftungsanlage mit effizienter Wärmerückgewinnung konnte für das Bürogebäude der spezifische Heizwärmebedarf pro Jahr auf 25 kWh/m² reduziert und die gesetzlichen Neubaustandards deutlich unterboten werden. Der verbleibende, geringe Restenergiebedarf kann nahezu vollständig über Erneuerbare Energien gedeckt werden.

Das Herzstück der Gebäudetechnik für Heizen und Kühlen und zur Stromerzeugung ist die gebäudeintegrierte, regendichte PVT-Anlage der blue energy systems GmbH, das sogenannte nD-Hybridssystem, auf dem Dach des Hauptgebäudes in Verbindung mit einer Sole/Wasser-Wärmepumpe (Abb. 4). Von der insgesamt 325 m² großen PV-Anlage mit einer Nennleistung von 61 kWp sind 230 m² mit thermischen Absorberfeldern hinterlegt. Das nD-Hybridssystem bietet dabei durch seinen modularen Aufbau die Möglichkeit, individuelle rahmenlose Photovoltaikmodule zu wählen und gewährt durch die Gebäudeintegration ein ästhetisches, einheitliches Erscheinungsbild.

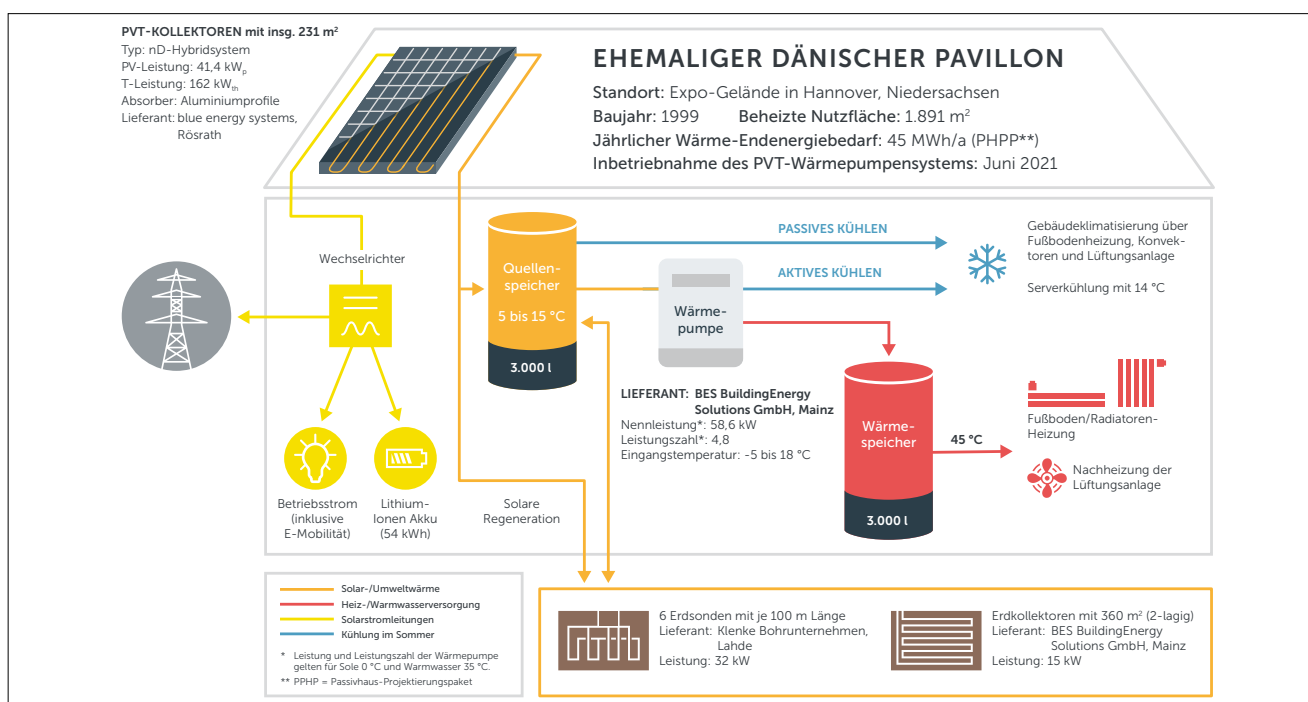


Abb. 4: Herzstück des Gebäudeenergiesystems im ehemaligen Dänischen Pavillon ist eine Wärmepumpenanlage, mit PVT-Kollektoren und dualen geothermischen Wärmequellen, die den Gebäudekomplex vollständig mit Wärme und Kälte versorgt.

Grafik: Integrate21

Die 60 kW Wärmepumpe fungiert als monovalenter Wärme- und Kälteerzeuger und erreicht nach dynamischen Simulationsberechnungen eine Jahresarbeitszahl von 4,9. Ein 3.000 Liter großer Quellspeicher, der sowohl vom Dach als auch aus dem Erdreich Wärme aufnimmt und die Wärmepumpe ganzjährig mit Energie versorgt, dient gleichzeitig als Kältespeicher für die Gebäude- und Serverkühlung. Im Heizbetrieb kann die Anlage wahlweise Wärme aus den PVT-Kollektoren oder aus dem Erdreich über Erdwärmesonden (6 Stück à 100 m) und Erdwärmekollektoren (360 m² doppellagig) beziehen. Auch eine passive Kühlung erfolgt über die PVT-Kollektoren und das Erdreich. Die Anlagenregelung wählt dabei die Energiequelle, bzw. Energiesenke aus, die das beste Temperaturniveau bietet. Die solare Regeneration durch die PVT-Kollektoren verhindert ein Absinken der Erdreichtemperaturen und stellt dadurch einen energieeffizienten Wärmepumpenbetrieb über die gesamte Lebensdauer sicher.

Ein eigenes Betriebsmonitoring soll die Effizienz stetig überwachen und das System weiter optimieren. Eine der Zielsetzungen ist, im Betrieb eine Jahresarbeitszahl von über 5 zu erreichen.

Heute dient das Hauptgebäude des zum Plusenergiegebäude sanierten Pavillons dem Architektur- und TGA-Planungsbüro Carsten Grobe Passivhaus als Firmensitz. Die Nebengebäude wurden für externe Veranstaltungen oder private Feiern der Öffentlichkeit wieder zugänglich gemacht. „Unser Firmensitz erfüllt schon heute die Klimaschutzziele 2030 - 2050. Durch die Sanierung der Gebäudehülle auf Passivhausstandard können wir den sehr geringen Heiz- und Kühlbedarf nahezu vollständig über die PVT-Anlage mit Sole/Wasser-Wärmepumpe decken“, sagt Geschäftsinhaber Carsten Grobe.

Viermal mehr Gesamtenergie als PV-Kollektor

Die effiziente Flächennutzung, das einheitliche Erscheinungsbild, die geräuschlose Arbeitsweise und die Verbesserung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe durch die Sonnenenergienutzung vom Dach sind die wesentlichen Vorteile von PVT-Kollektoren. Übers Jahr hinweg produzieren diese etwa viermal mehr Gesamtenergie, also Wärme und Strom, als eine Photovoltaikanlage mit der gleichen Fläche.

Der Nutzer profitiert nicht nur von dauerhaft niedrigen Betriebskosten, sondern auch von einer lokal emissionsfreien Heizung ohne Feinstaub, die im Vergleich zu einem Gas-Brennwertgerät nur etwa halb so hohe CO₂-Emissionen verursacht

PVT-Kollektor – ideale Ergänzung zur Wärmepumpenheizung:

Ein PVT-Kollektor erzeugt aus Solarstrahlung sowohl Strom als auch Wärme. Dazu wird hinter das Photovoltaik-Modul ein Rohrregister montiert, das von einem Wärmeträger durchflossen wird. Dieser thermische Absorber nimmt die Abwärme der Photovoltaik-Module und die Umgebungswärme auf und stellt sie der Wärmepumpe als Wärmequelle zur Verfügung. Der Solarstrom kann außerdem zum Betrieb der Wärmepumpe oder im Haushalt verwendet werden.

Das Rohrregister besteht aus Aluminium, Kupfer oder Kunststoff und ist mit dem PV-Modul entweder fest verklebt, laminiert, in den Rahmen eingeklemmt oder kann bei bestehenden PV-Anlagen nachgerüstet werden. Übers Jahr hinweg können PVT-Kollektoren bis zu viermal mehr Gesamtenergie, also Wärme und Strom, liefern als eine Photovoltaikanlage mit der gleichen Fläche und sind damit eine ideale Ergänzung zu einer Wärmepumpenheizung.

Welche Vorteile bieten PVT-WP-Systemen im Wohnungsbau und was ist bei ihrem Einsatz zu beachten?

- Vor allem dort, wo das Erdreich nicht als Wärmequelle genutzt werden kann und eine Luft/Wasser-Wärmepumpe nicht gewünscht ist, können PVT-Kollektoren eine nachhaltige regenerative Energiequelle für die Wärmepumpe sein.
- Der Einsatz von PVT-Kollektoren ist überall dort interessant, wo über die Dachfläche nicht nur PV-Strom sondern auch Solarwärme gewonnen werden soll und dabei ein einheitliches Erscheinungsbild gewünscht ist.
- Für die PVT-Kollektoren sollte eine ausreichende unverschattete Dachfläche zur Verfügung stehen. Diese wird durch den Einsatz der Hybrid-Kollektoren optimal genutzt.
- Im Zusammenspiel mit PVT-Kollektoren lässt sich die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe deutlich verbessern.
- Für einen effizienten und wirtschaftlichen Einsatz mit hohen Jahresarbeitszahlen im Bestand ist oftmals eine Sanierung der Gebäude erforderlich.

und anders als eine Luft-Wärmepumpe geräuschlos arbeitet.

Im Gebäudesektor ist zur Einhaltung der Klimaziele eine drastische Verbesserung der Energieeffizienz gefordert. Die Kombination von PVT-Kollektoren mit der Wärmepumpe kann überall dort eine interessante Lösung bieten, wo eine energetische Nutzung des Erdreichs nicht möglich ist oder die klassische Luft-Wasser-Wärmepumpe als zu laut empfunden wird. Im Bestand lohnt es sich dabei, den Energiebedarf der Gebäude vorab deut-

lich zu reduzieren und das Temperaturniveau des Heizungssystems signifikant abzusenken. Dadurch lassen sich mit den Hybridsystemen aus PVT-Kollektoren und Wärmepumpe Jahresarbeitszahlen von 4 und höher erreichen.

Weitere Informationen:

Dr. Harald Drück, IGTE Universität Stuttgart, harald.drueck@igte.uni-stuttgart.de
Dr. Korbinian Kramer, Fraunhofer ISE Freiburg, korbinian.kramer@ise.fraunhofer.de
Peter Pärtsch, Institut für Solarenergieforschung in Hameln, paerisch@isfh.de

Zu IntegraTE:

Die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte Initiative zur Verbreitung von PVT-Solarkollektoren und Wärmepumpen im Gebäudesektor IntegraTE will den Bekanntheitsgrad dieser energieeffizienten Technologie steigern. Mit dem Fraunhofer ISE in Freiburg, dem Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE) der Universität Stuttgart und dem Institut für Solarenergieforschung Hameln (ISFH) sind dafür seit Dezember 2019 gleich drei wissenschaftliche Partner gemeinsam am Start. Darüber hinaus unterstützen der BWP (Bundesverband Wärmepumpe), der BDH (Bundesverband der deutschen Heizungsindustrie) und der BSW (Bundesverband Solarwirtschaft) sowie zwölf Industriepartner und die Bielefelder Agentur Solrico das Projekt. Ziel der für drei Jahre angelegten Initiative ist es, den Status quo der aktuell verfügbaren und eingesetzten PVT-Wärmepumpen-Systeme (PVT-WP-Systeme) zu ermitteln, diese in Bezug auf ihre Energieeffizienz, CO₂-Einsparung und Wärmegestehungskosten zu bewerten und über spezielle Tools eine Vergleichbarkeit gegenüber alternativen Energieversorgungssystemen herzustellen. Darüber hinaus sind das Monitoring und die Optimierung bestehender PVT-WP-Anlagen, sowie die Konzeption und Umsetzung von Marketingmaßnahmen Arbeitsinhalte der Projektpartner.