

Solare Wärme: Bedeutung, Potenzial, Forschungsaufgaben



ISFH
Dr. Federico Giovannetti
f.giovannetti@isfh.de

DLR
Prof. Dr. Robert Pitz-Paal
robert.pitz-paal@dlr.de

Fraunhofer ISE
Dr. Korbinian Kramer
korbinian.kramer@ise.fraunhofer.de

Dr. Wolfgang Kramer
wolfgang.kramer@ise.fraunhofer.de

Edo Wiemken
edo.wiemken@ise.fraunhofer.de

ZSW
Dr. Jann Binder
jann.binder@zsw-bw.de

ZAE
Manfred Reuß
manfred.reuss@zae-bayern.de
Dr. Thomas Beikircher
thomas.beikircher@zae-bayern.de

Viessmann Werke GmbH & Co. KG
Dr. Bernd Hafner
drhf@viessmann.com

Solvis GmbH & Co. KG
Helmut Jäger
hjaeger@solvis-solar.de

1. Solare Wärmeerzeuger: Stand und Perspektive

1.1. Solarthermie

Nach Schätzungen des Bundesverbandes Solarwirtschaft (BSW) haben im Jahr 2015 über zwei Millionen solarthermische Anlagen 7,5 TWh Wärme für die Bereitstellung von Trinkwarmwasser und für die Raumheizung produziert [1]. Die Verbreitung dieser schon lange am Markt etablierten Technologie bleibt aber deutlich unter den Erwartungen und der Zubau ist in den letzten Jahren rückläufig. Laut aktuellen Energieszenarien, die das Erreichen der geplanten Klimaschutzziele abbilden, soll die Wärmeproduktion durch Solarthermie im Jahr 2050 auf 70 bis 80 TWh/a (installierte Leistung von ca. 140 bis 160 GW) wachsen und damit einen bedeutenden Beitrag zur Transformation des deutschen Versorgungssystems leisten. Wenn sich aber der derzeitige Trend fortsetzt wird eine Steigerung auf nur ca. 20 TWh/a erwartet [2; 3] (*Abbildung 1*).

Diese schwache Ausbaudynamik lässt sich zum großen Teil in der gesamten Branche der erneuerbaren Wärmeerzeuger beobachten und zeigt die noch vorhandene Schere zwischen Plänen und Realität.

Die komplexe Frage der nachhaltigen Energieversorgung mit der Vielfalt an verfügbaren Möglichkeiten wird selten vom Markt basierend auf energetischen Kriterien beantwortet. Eine viel wichtigere Rolle spielen hingegen die Wirtschaftlichkeit und das Image der verschiedenen Alternativen sowie die gesetzlichen Rahmenbedingungen.

Als konkretes Beispiel können die Untersuchungen der Beratungsgesellschaft co2online zum Energieverbrauch von sanierten Wohngebäuden erwähnt werden. Wenn die starke Diskrepanz zwischen dem technischen Potenzial der betrachteten Maßnahmen und deren Erfolgen in der Praxis das wesentliche Ergebnis der Auswertungen darstellt, wird dabei aber auch gezeigt, dass Solarthermie signifikant besser abschneidet als weit verbreitetere Lösungen wie Dach- und Fassadendämmung oder Fenstertausch und in der Tat zu den höchsten Einsparungen führt (*Abbildung 2*).

Dieses Szenario verdeutlicht die Notwendigkeit von neuen Ansätzen und wirksamen Strategien, die gemeinsam von allen am Projekt Wärmewende beteiligten Akteuren erarbeitet werden müssen.

Unter diesen Voraussetzungen besteht eine wesentliche Aufgabe der Forschung darin, technische Lösungen zu entwickeln und zu untersuchen um die Kosten der Solaranlagen signifikant zu senken und allgemein ihre Akzeptanz zu erhöhen.

Neben der dringenden wirtschaftlichen Optimierung ist die Entwicklung neuer effizienterer Systeme, die einen hohen solaren Deckungsanteil des Wärmeverbrauchs ermöglichen, erforderlich. Im Vordergrund steht hier die Kombination mit der Komponente Wärmepumpe und mit konventionellen sowie alternativen Energiequellen (z. B. Umweltwärme, Strom aus Photovoltaik oder Wind).

Ebenso essenziell ist die Erschließung neuer Märkte. Im Wohnbereich sollen vor allem die Mehrfamilienhäuser viel stärker in den Fokus genommen werden: Sie bilden ca. 60% der Wohnfläche in Deutschland, solarthermische Installationen stellen aber bisher bei diesem Gebäudetyp die seltene Ausnahme dar.

Im industriellen Bereich sprechen günstige Lastverteilungen über das Jahr, Kostenreduktion durch Skaleneffekt und ein geschätztes technisches Potenzial von 16 TWh/a im Nieder- bzw. Mitteltemperaturniveau für den Einsatz solarthermischer Anlagen. Herausforderungen dabei sind die Heterogenität und Komplexität dieses Segmentes und insbesondere die hohen wirtschaftlichen Erwartungen der Industrie. Aufgaben der Forschung sind hier die Identifizierung von geeigneten Bereichen und allgemein Prozessen für die Integration, die Erarbeitung standardisierter Lösungen und die Mobilisierung der Branche mit erfolgreichen Demonstrationsprojekten.

Als zukunftsrelevante Anwendung wird schließlich die solare Unterstützung von Fern- und Nahwärmesetzen in den letzten Jahren verstärkt untersucht. Damit erweitert sich das Spektrum der Forschung von einzelnen Gebäuden auf Siedlungen, Quartiere oder gesamte Städte und die Zielgruppe der Kooperationspartner auf Energieversorger, lokale

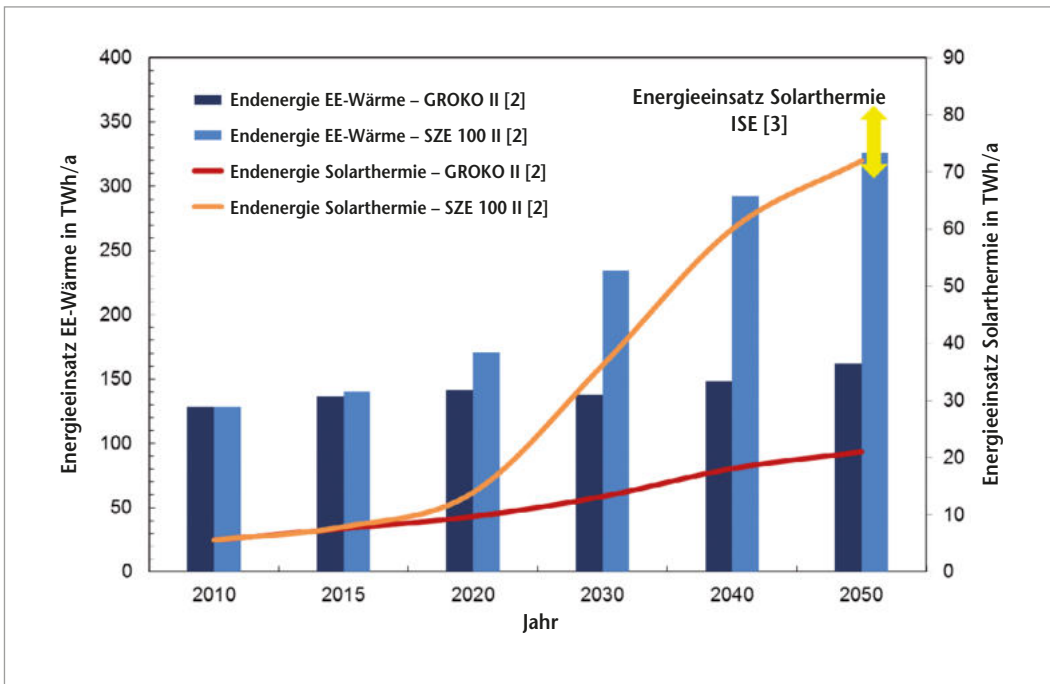


Abbildung 1
Entwicklung der Wärmeproduktion aus erneuerbaren Energien und Solarthermie
(Daten aus [2; 3])

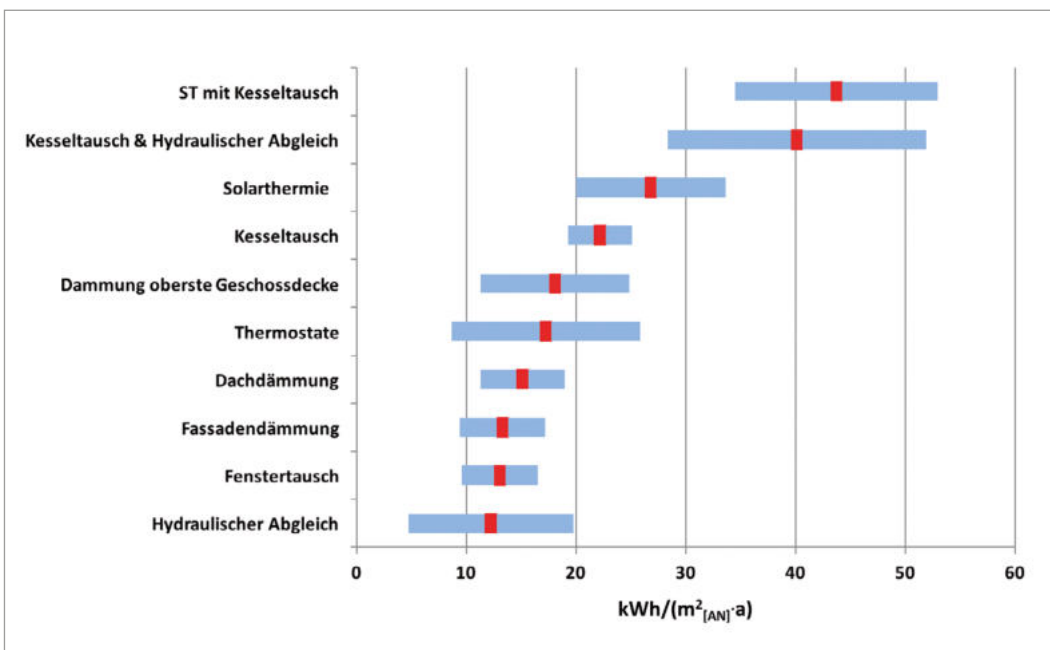


Abbildung 2
Heizenergieverbrauchs-minderungen nach wärmetechnischen Verbesserungen im Vergleich. Die blauen Balken entsprechen einem Konfidenzintervall von 95%.
(Quelle: Datenerhebung der Beratungsgesellschaft co2online)

Wärmenetzbetreiber und Kommunen. Als Vorbild und Motivation gelten die realisierten Installationen in Dänemark, mit Wärmegestehungskosten (ohne Förderung) unter 40 €/MWh. Vielversprechend ist dabei die Kombination mit strommarktgeführten Blockheizkraftwerken (KWK), weil sie bei steigendem Angebot aus erneuerbaren Quellen und entsprechend fallenden Strompreisen wirtschaftlich vorteilhaft mit solarer Wärme ergänzt werden können. Zu untersuchen ist hier die Übertragbarkeit

der skandinavischen Modelle auf Deutschland unter Berücksichtigung seiner unterschiedlichen Rahmenbedingungen (vorhandene Infrastrukturen, entsprechendes Temperatur- und Druckniveau, technische Vorschriften, etc.) bzw. die Entwicklung angepasster Lösungen, die einen wirtschaftlich vergleichbaren Betrieb ermöglichen.

Unabhängig vom thematischen Schwerpunkt ist neben Entwicklung und Test neuer Lösungen die

Prüfung deren Wirksamkeit in der Praxis unabdingbar. Die häufig festgestellten Abweichungen zwischen Erwartungen und Realität verlangen die Etablierung einer neuen Kultur der Feldtests an realen Objekten, die weit über die übliche Praxis der Demonstrationsanlagen geht und eine wissenschaftlich fundierte Begleitung benötigt.

1.2. Photovoltaik

Als Newcomer unter den solaren Wärmeerzeugern präsentiert sich seit einiger Zeit auch die Photovoltaik. Die starke Kostenregression hat dazu geführt, dass trotz niedrigerer Effizienz ihr Einsatz für die Bereitstellung von Wärme heute eine wirtschaftlich denkbare Alternative zu solarthermischen Anlagen darstellt. Die Senkung der Einspeisungsvergütung, die einfachere Installation sowie die Möglichkeit mit einer einzigen Technologie Strom- und Wärmebedarf abzudecken steigert die Attraktivität dieser Systeme, die sich bisher aber auf Einzelfälle im Wohnungsbau beschränken.

Ob die Photovoltaik einen signifikanten Beitrag im Wärmebereich spielen wird, hängt sehr stark von der zukünftigen Entwicklung der Branche und des gesamten deutschen Energieversorgungssystems ab. Die thermische Nutzung in großem Maßstab kann sich nur in einer fortgeschrittenen Ausbauphase ergeben, da Stromverbraucher (Haushalt, Gewerbe, Industrie und Mobilität) mit höherer Priorität bedient werden müssen. Die schon erwähnten Energie-szenarien rechnen mit einer installierten Leistung von ca. 100 bis 200 GW im Jahr 2050. Unter Berücksich-

tigung der aktuellen wirtschaftlichen und förderpolitischen Situation wird aber ein maximales Wachstum von den heutigen 40 GW auf knapp über 60 GW erwartet (Abbildung 3).

Durch neue Materialien, Konzepte und Prozesse zielt die Forschung auf eine Steigerung des Wirkungsgrads sowie auf eine weitere Senkung der Kosten (aktueller Trend bei Modulen: –20% bei einer Verdoppelung der installierten Leistung). Diese Entwicklungen werden die Konkurrenzfähigkeit der Photovoltaik sowohl für den Strom- als auch für den Wärmemarkt verstärken. Spezifisch für den Einsatz im Wärmesektor bestehen aber die wesentlichen Aufgaben der Forschung in der Erarbeitung konkreter Potenzialstudien und in der Entwicklung einer bisher kaum existierenden Systemtechnik.

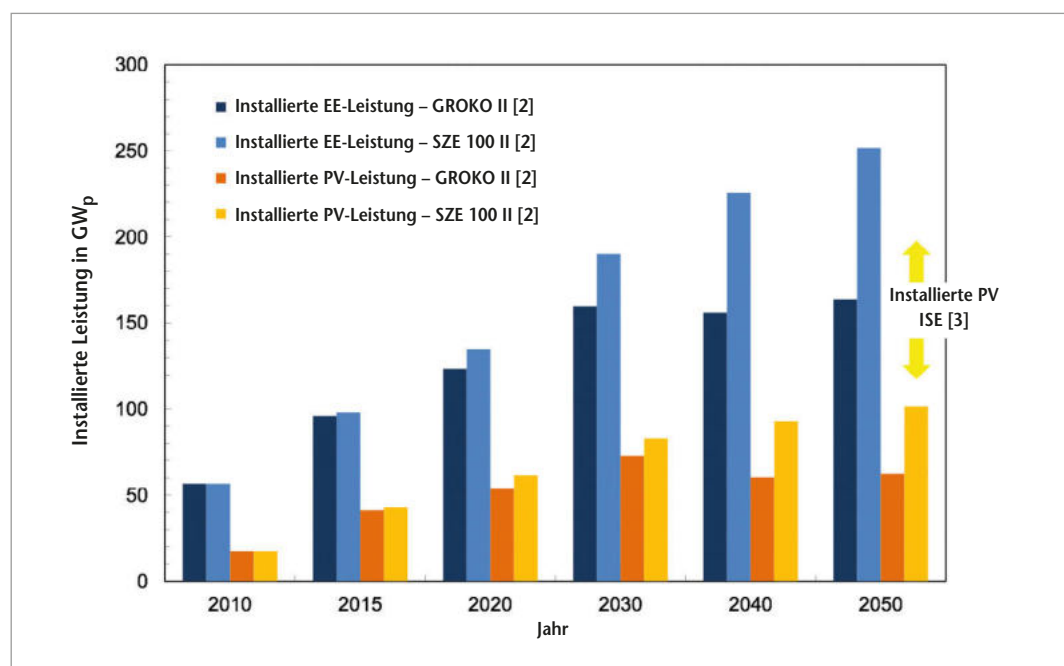
2. Laufende Forschungsaktivitäten

2.1. Kostensenkung und Akzeptanz

Aufgrund der Kosten- und Vertriebsstruktur solarthermischer Anlagen besteht heute das größte Senkungspotenzial weniger bei Kollektoren und Speichern, sondern vor allem beim Gesamtsystem durch Vereinfachung und Standardisierung. Hierzu werden im Forschungsverbund unterschiedliche Ansätze verfolgt.

Das Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH) setzt auf die Entwicklung von sogenannten „stagnationssicheren“ Kollektoren. Unter Stagnation

Abbildung 3
Installierte Stromleistung
aus erneuerbaren
Energien und PV
(Daten aus [2; 3])



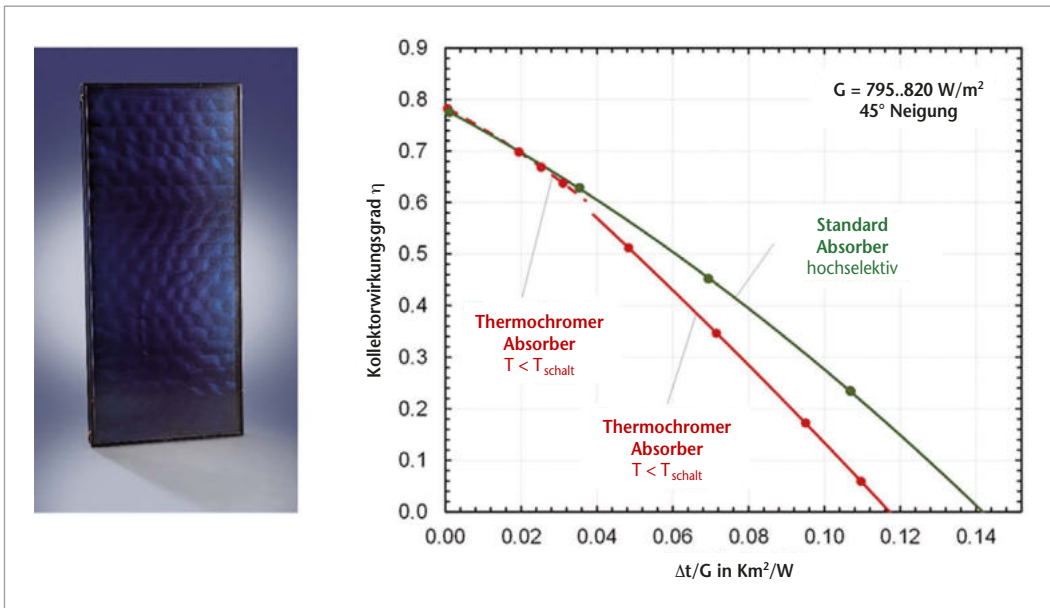


Abbildung 4
Flachkollektor mit thermochromem Absorber:
 Links: Kollektorprototyp
 Rechts: Wirkungsgrade von thermochromem und marktüblichem Kollektor im Vergleich.
 (Quelle: ISFH/Viessmann, Projekt TASK)

versteht man Überhitzung im System aufgrund von Störungen oder fehlendem Bedarf, die zu Temperaturbelastung und zu entsprechenden Beschädigungen der Komponenten im Solarkreis führt. Verbundene Maßnahmen zur Entschärfung dieser Problematik sind durchdachte hydraulische Auslegungen, Regelungsstrategien oder zusätzliche Kühlkörper im Solarkreis, die mit aufwendigerer Planung und höheren Kosten verbunden sind. Am ISFH werden zwei unterschiedliche Alternativen mit dem Ziel untersucht, die Dampfbildung im Solarkreis komplett zu unterbinden und damit zuverlässige, wartungsarme und günstigere Systeme zu realisieren. Nach ersten Schätzungen könnten damit bis zu 25% der Gesamtkosten gespart werden.

Der erste Ansatz beruht auf der Verwendung von Gravitationswärmerohren (Englisch: heat pipes), die schon lange bei Vakuumröhrenkollektoren neben direkt durchströmten Lösungen am Markt verfügbar sind. Durch geeignete Auslegung der Wärmerohre (Art und Füllmenge des Wärmeträgers) kann hier die Wärmeübertragung vom Absorber zum Solarkreis, die auf einem selbsttreibenden zweiphasigen Kreisprozess basiert, ab einer festzulegenden Temperatur unterbunden werden, was eine weitere Steigerung der Temperatur im System vermeidet. Nach ersten grundlegenden Untersuchungen an Einzelkomponenten sowie erfolgreiche Konzeption und Fertigung von Funktionsmustern, werden im Rahmen des laufenden Projektes „HP-KOLL“ (BMW, FKZ 0325550) in Kooperation mit den Industriepartnern Narva Lichtquellen und KBB Kollektorbau neuartige Flach- und Vakuumröhrenkollektoren entwickelt, die eine Begrenzung der Stagnationstemperatur im

Sammler und Fluidbereich auf 125 °C ermöglichen sollen.

Die zweite Lösung basiert auf dem Einsatz von Solarabsorbern mit thermochromen Beschichtungen. Thermochrome Absorber können ihre optischen Eigenschaften temperaturabhängig ändern: Im normalen Betrieb weisen sie eine Emissivität vergleichbar mit marktüblichen Produkten auf, beim Überschreiten einer Temperaturgrenze steigt die Emissivität und damit die Wärmeabstrahlung, was zu einer Reduzierung der maximal im Kollektor auftretenden Temperatur führt. Im abgeschlossenen Forschungsprojekt „TASK“ (BMW, FKZ 0325988) in Kooperation mit der Firma Viessmann wurden bisher nicht nur vielversprechende Laborergebnisse erreicht, sondern großformatige Absorber- und Kollektorprototypen entwickelt und charakterisiert. Wirkungsgradmessungen ergaben im ungeschalteten Zustand einen nahezu identischen Wirkungsgradverlauf wie für einen baugleichen Kollektor mit Standard-Absorber. Die Schaltung des Emissionsgrades auf Werte über 35% bei Temperaturen oberhalb von 65 °C bewirkt eine Reduzierung der Stagnationstemperatur von mehr als 30 K (Abbildung 4). Systemsimulationen einer Solaranlage für Trinkwarmwasser und Raumheizung zeigen, dass der thermochrome Kollektor einen vernachlässigbar niedrigeren Ertrag als der Referenzkollektor erreicht. Demgegenüber sinkt die Stagnationszeit um mehr als 70%. Das laufende Vorhaben „PROTASK“ (BMW, FKZ 0325858) zielt jetzt auf die Weiterentwicklung des neuen Absorbers, auf eine Optimierung des Produktionsverfahrens sowie auf die praxisnahe Bewertung des Kostensenkungspotenzials durch Untersuchungen am Gesamtsystem.

Einen ganz anderen Weg für die Reduktion der Systemkosten und die Steigerung der Akzeptanz stellt die Entwicklung von solarthermisch aktiven Gebäudehüllen dar. Eine aktuelle Studie des Fraunhofer ISE im Rahmen des Projektes „AktiFas“ (BMW, FKZ 0325536) hat Potenziale und Hindernisse der Gebäudeintegration analysiert sowie auf Basis realisierter Projekte konkret gezeigt, dass gebäudeintegrierte Kollektoren eine Einsparung von ca. 30% im Vergleich zu üblichen Aufdach-Installationen ermöglichen. Wenn bisherige Integrationen hauptsächlich auf die optimale Anpassung der Kollektoren an die baulichen Gegebenheiten setzen, geht die Entwicklung von solaraktivierten Komponenten der Gebäudehülle einen Schritt weiter in Richtung Integrationsgrad. Auf diesem Gebiet laufen zurzeit sowohl am ISE als auch am ISFH entsprechende Forschungsaktivitäten.

Das Fraunhofer ISE befasst sich mit der Entwicklung von durchströmbaren Bauteilen aus Ultrahochleistungsbeton (Ultra High Performance Concrete, UHPC), die statische, thermische sowie gestalterische Funktionalität aufweisen und unter anderem als Fassadenkollektoren verwendet werden sollen. Im abgeschlossenen Projekt „TABSOLAR“ (BMW, FKZ 03ET1117) wurde das Potenzial dieses Ansatzes durch grundlegende Materialuntersuchungen, strukturmechanische und thermische Simulationen gezeigt sowie erste Funktionsmuster hergestellt (Abbildung 5). Für die Fertigung der filigranen, Material sparenden aber gleichzeitig hochfesten Bauteile wurde das Membran-Vakuumtiefziehverfahren, ein innovativer Gießprozess, der hohe Flexibilität erlaubt, erfolgreich eingesetzt. In einem laufenden Anschlussvorhaben sollen jetzt die positiven Ergebnisse in Richtung Produktentwicklung geführt werden.

Dabei sind noch offene Fragestellungen zu bearbeiten, vor allem die Skalierung der Elemente auf praxisrelevante Größen, die Auslegung der hydraulischen Struktur, die Dampfdiffusion sowie die Gestaltung der Oberflächen (Beschichtungen, Struktur, Farbe). Es ist zudem geplant, ein Demonstrationsgebäude zu erstellen, das aus diesen neuartigen Fertigelementen besteht.

Am ISFH wird dagegen in den letzten Jahren intensiv an der thermischen Aktivierung von Glas und Verglasungen gearbeitet. Im laufenden Vorhaben „Solar Glas“ (BMW, FKZ 16KN014827) werden beispielweise solarthermische Module für hinterlüftete Glassfassaden entwickelt und untersucht. Die Aktivierung erfolgt dabei durch die Applikation geeigneter Wärmetauscher auf der Rückseite vollflächig emailierter Glasscheiben, die als Absorber fungieren, sodass sich die resultierten Solarpaneele von Standard-Paneele nicht unterscheiden (Abbildung 5). Durch die große Auswahl an Glassubstraten, -beschichtungen und -geometrien ermöglicht diese Lösung eine hohe Gestaltungsfreiheit und verspricht eine qualitativ hochwertige Architektur.

2.2. Neue Systemlösungen

Auf dem Weg zu zukünftigen „Nahe-Nullenergie-Gebäuden“ bietet die Solarenergie als Ergänzung zu Dämm- und Effizienzmaßnahmen unterschiedliche Möglichkeiten um einen sehr hohen Anteil des Wärmebedarfs regenerativ abzudecken.

Die solarthermische Lösung sieht vor, große Kollektorfelder mit großen Pufferspeichern und Niedertemperatur-Wärmeverteilungssystemen zu kombinieren. Für die Zusatzheizung können Öl-, Gas-, Pellets- und Stückholzheizungen sowie Wärmepumpen verwendet werden. Für die Wärmespeicherung lässt sich auch die Gebäudemasse vorteilhaft nutzen.

Abbildung 5
Solaraktive Gebäudekomponenten:
 Links: Funktionsmuster eines durchströmbaren Bauteils aus Ultrahochleistungsbeton
 (Quelle: Fraunhofer ISE)
 Rechts: Solarpaneel aus Glas
 (Quelle: ISFH)

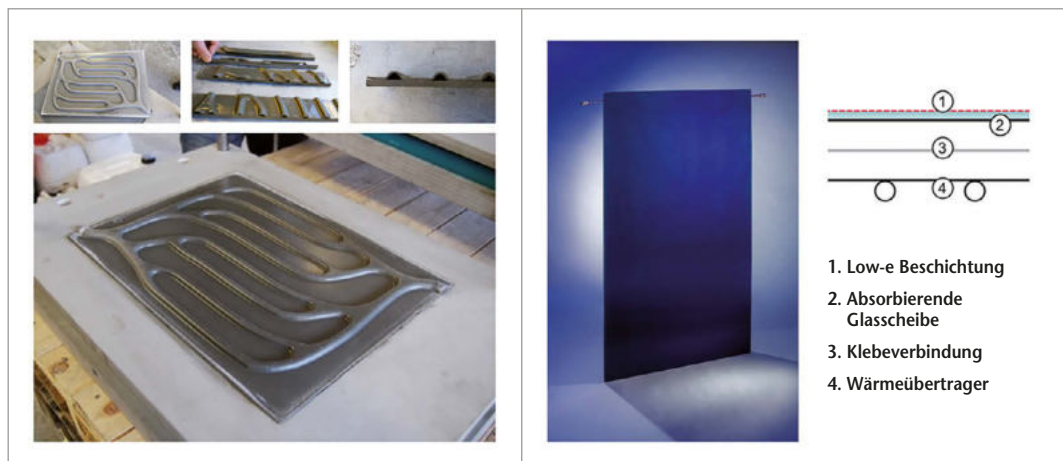




Abbildung 6
SolarAktivHäuser:
 neun Gebäude mit
 hohem solarther-
 mischem Deckungs-
 anteil untersucht im
 Rahmen des Projektes
 „HeizSolar“
 (Quelle: Fraunhofer ISE)

Im Rahmen des abgeschlossenen Projektes „HeizSolar“ (BMW i, FKZ 0325971) hat das Fraunhofer ISE im Konsortium mit SWT Stuttgart, TU Ilmenau und Sonnenhaus-Institut neun unterschiedliche sogenannte SolarAktivHäuser mit einem Deckungsanteil zwischen 50% und 100% experimentell und simulationstechnisch untersucht (Abbildung 6). Dabei wurde gezeigt, dass die energetischen Erwartungen weitgehend erfüllt werden und ermittelt, dass eine solare Deckung von 60% bei der aktuellen Förderung zu gleichen Kosten realisiert werden kann wie eine übliche Deckung von 30%. Auslegung und Installationen der Häuser sind heute sehr spezifisch und bei weitem noch nicht optimiert. Verbesserung der Konzepte, mit Schwerpunkt Anlagentechnik, und der Planung, Standardisierung und vor allem Generierung von Skaleneffekten bieten noch erhebliches Potenzial zur Kostensenkung, erfordern aber gleichzeitig verstärkte Forschungsanstrengungen.

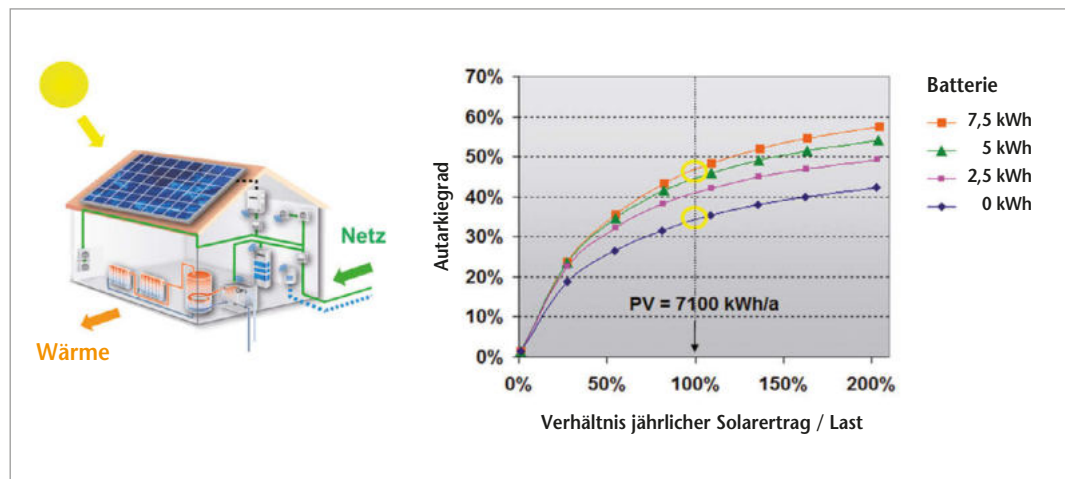
Nach dem photovoltaischen Ansatz werden dagegen PV-Stromüberschüsse, die aus der mangelnden Gleichzeitigkeit zwischen Erzeugung und Verbrauch für Haushaltgeräte resultieren, für die Wärmeerzeugung verwendet, um eine möglichst hohe Eigennutzung zu erzielen. Hierzu sind verschiedene Systemlösungen denkbar:

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) in Baden-Württemberg hat die Kombination mit Wärmepumpe, thermischem und

elektrischem Speicher in Abhängigkeit von der Größe von PV-Anlagen und Speichern, dem Stromverbrauch sowie der Heizlast des Hauses analysiert. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass bei einer PV-Anlage von 5 bis 8 kW auf einem Ein- oder Zweifamilienhaus mit 4 Personen durch den Einsatz einer Wärmepumpe zur Raumheizung und Warmwasserbereitung der Eigenverbrauch von ~30% auf 40% beim Dämmstandard aus 2009 (angenommene Heizlast von 5 kW) und auf 65% für ein durchschnittliches Gebäude aus dem Jahr 1975 (niedriger Dämmstandard) erhöht werden kann. Wesentlich für die Erhöhung der Eigennutzung von Solarstrom ist ein thermischer Speicher von mindestens 600 Liter Kapazität und eine intelligente Regelung der Betriebszeiten der Wärmepumpe. Bei einer auf den Gesamtenergiebedarf abgestimmten PV-Anlagegröße betragen Eigenverbrauch und Autarkiegrad (solare Deckung des Strombedarfes durch Eigenverbrauch) 35% bis 40%, unabhängig vom Dämmstandard. Eine weitere Steigerung lässt sich nur durch den Einsatz von Batterien erreichen (Abbildung 7).

Erhöhte Eigennutzung von PV-Strom bietet nicht nur wirtschaftliche Vorteile, wie ein aktuelles Pilot-Projekt der Fa. Kramer GmbH in Kooperation mit dem Fraunhofer ISE zeigt. Hier wird ein innovatives Klimatisierungskonzept für mobile Wohn- und Arbeitsumgebungen untersucht, das auf eine aufwendige Netzeinspeisung verzichtet und einen optimalen Einsatz erneuerbarer Energien zur Entlastung der

Abbildung 7
Strom- und Wärmeversorgung mit Photovoltaik:
 Autarkiegrad eines modernen Gebäudes (KfW 75) mit PV und Wärmepumpe in Abhängigkeit von Anlagegröße und Kapazität der Batterie
 (Quelle: ZSW)



Energiekosten und zur Erhöhung der Nachhaltigkeit ermöglicht. Das Projekt setzt sich eine solare Deckung des Strombedarfs über 50% sowie eine vollständige Eigennutzung des PV-Stroms zum Ziel. Das Energiesystem besteht aus einer 3 kW PV-Anlage, einem 6.3 kWh elektrischen Speicher, einer 5.8/5.0 kW Split-Wärmepumpe zum Heizen und Kühlen sowie einer Steuereinheit für unterbrechungsfreies Umschalten zwischen Netz und Batterie. Die Anlage wurde im Frühjahr in Betrieb genommen, die Ergebnisse werden für Ende 2016 erwartet.

Zwischen dem rein photovoltaischen und rein solarthermischen Ansatz sind weitere sinnvolle Hybridlösungen denkbar, die auf der Nutzung von photovoltaisch-thermischen Kollektoren beruhen und untersucht werden sollen. Ebenso bei den Wärmepumpen-basierten Systemen sind unterschiedliche Optionen möglich. Allgemein ist anzumerken, dass eine effektive Kombination von Solarenergie und Wärmepumpen optimal aufeinander abgestimmte Komponenten sowie eine anspruchsvolle Regelung verlangt. Hierzu besteht noch erheblicher Entwicklungsbedarf.

2.3. Neue Märkte

Als repräsentatives Beispiel im Bereich Wärmenetze wird hier das Vorhaben „EnWiSol“ (BMW, FKZ 0325544) erwähnt. Dabei haben sich der Energiedienstleister Badenova WÄRMEPLUS und das Fraunhofer ISE mit Unterstützung der Stadt Freiburg zusammengeschlossen, um ein innovatives Wärmeversorgungssystem für das innerstädtische Neubaugebiet Gutleutmatte zu entwickeln, das Kraft-Wärme-Kopplung (KW) und dezentrale Solarthermie kombiniert. Die 2000 m² dachinstallierten Solaranlagen werden durch eine Regelstation an das Fernwärmenetz angeschlossen und sollen eine zeitweise Abschaltung des Netzes im Sommer erlauben:

Dadurch wird zum einen eine erhebliche Reduzierung der hohen sommerlichen Verteilverluste (ca. 50%) erzielt, zum anderen der schon heute aufgrund des Überschusses an erneuerbarem Strom unwirtschaftliche Betrieb der KWK vorteilhaft ergänzt. Das Quartier mit 500 Wohneinheiten befindet sich gerade im Bau und soll bis 2017 fertiggestellt werden.

Laufende Aktivitäten des FVEE im Bereich solare Prozesswärme werden im entsprechenden Beitrag dieses Tagungsbandes schon vorgestellt. An dieser Stelle wird über zwei Beispiele aus der Praxis berichtet, die erfolgreiche Ansätze zeigen:

Im ersten Projekt erproben die E.ON Mitte AG und die Fa. Enersolve die Nutzung von Wärme aus Solarthermie und Biomasse zur Erdgasvorerwärmung in einer Gasdruck-Regelanlage in Kirchhain-Großseelheim. Aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus (20–40 °C) und des hohen sommerlichen Bedarfs soll hier eine Solaranlage bestehend aus 355 m² Flachkollektoren und 25 m³ Wasserspeicher in Kombination mit einer Biogas-KWK-Anlage eine regenerative Deckung von bis zu 80% erreichen. Der Betrieb im Wärmeliefer-Contracting durch die Fa. Enertracting GmbH gewährleistet einen konstanten Arbeitspreis von 55 €/MWh für die nächsten 15 Jahre.

Im zweiten Projekt dient Solarthermie dazu, neun Gewächshäuser für den Demeter Biogemüsehof Keßler zu heizen und zu entfeuchten. Die vorhandene Holzheizung wurde mit 960 m² Flachkollektoren und 50 m³ Pufferspeicher ergänzt. Auch hier sprechen die niedrigen Temperaturen (40–70 °C) und die Lastverteilung über das Jahr für den Einsatz solarer Wärme: Bisherige Ergebnisse bestätigen die Erwartungen und zeigen eine vollständige sommerliche

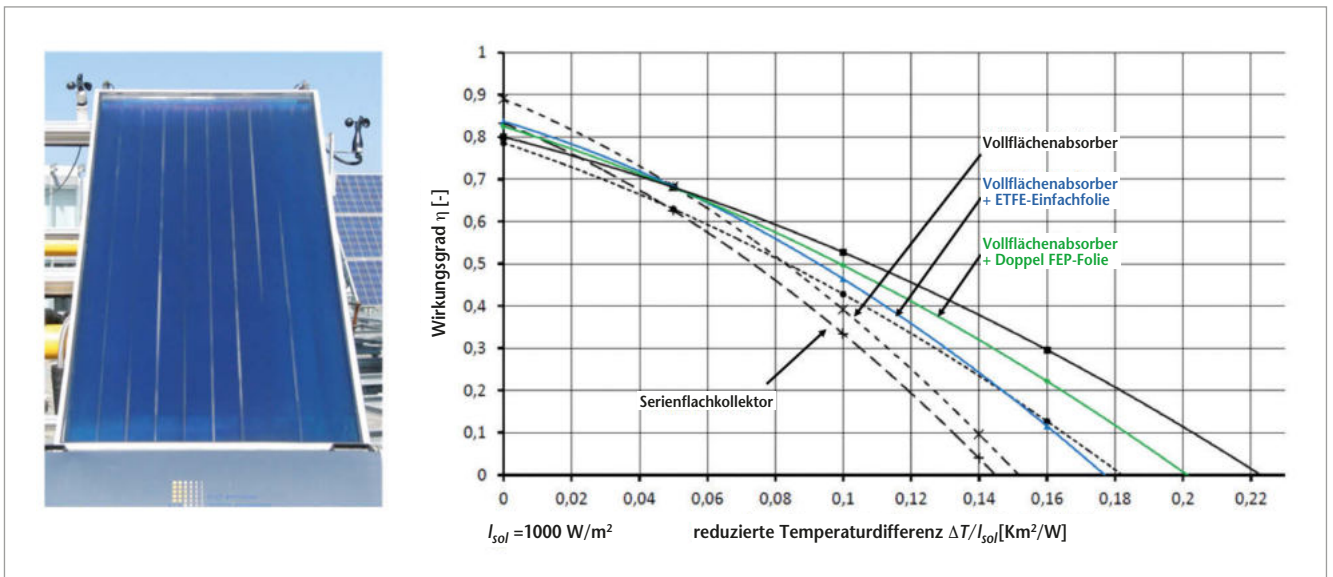


Abbildung 8
Flachkollektoren mit Mehrfach-Abdeckungen und Vollflächenabsorber: Ansicht eines Prototypen mit Doppel FEP-Folie (links) und gemessene Wirkungsgrade (rechts).
 (Quelle: ZAE Bayern)

Deckung des Wärmebedarfes. Besonders hervorzuheben sind im Projekt die Kosten der Installation, die mit 460 €/m² bei ca. der Hälfte von denen typischer Solarthermieanlagen liegen und damit das Kostensenkungspotenzial im Industriebereich beweisen.

In beiden zu erschließenden Marktsegmenten Wärmenetze und Prozesswärme herrschen oft Betriebstemperaturen oberhalb der heutzutage typischen Bereiche für den Einsatz solarthermischer Kollektoren. Neben der prioritären Erarbeitung von Integrationskonzepten und -systemen werden somit in laufenden Forschungsaktivitäten auch neue für diese Anwendungen geeignete solare Wärmeerzeuger entwickelt. Bei den Flachkollektoren liegt in den letzten Jahren der Fokus auf der Steigerung der Effizienz ab 60–80 °C bzw. auf der Reduzierung der Wärmeverluste.

Am Zentrum für Angewandte Energieforschung in Würzburg (ZAE Bayern) sind Flachkollektoren durch vollflächig durchströmte Absorber und Mehrfach-Abdeckungen auf der Basis von FEP- und ETFE-Folien verbessert worden (BMW, FKZ 0325987A). Abhängig vom Aufbau zeigen die Messungen an Echtgrößen-Prototypen eine Erhöhung des Wirkungsgrades auf bis zu 50% im Bereich solarer Prozesswärmeerzeugung (Delta T = 100 K, Einstrahlung = 1000 W/m², siehe *Abbildung 8*). Die Mehrkosten betragen dabei lediglich 10–25 €/m². Eine patentierte Vorrichtung gewährleistet eine faltenfreie und langzeitstabile Einspannung der Folien in nahezu jeden Serienkollektor. Derart optimierte Flachkollektoren weisen eine bessere Wirtschaftlichkeit als konzentrierende oder evakuierte Marktprodukte auf.

Das ISFH untersucht den Einsatz von für solarthermische Anwendungen angepassten Isolierverglasungen in Kooperation mit der Firma SOLVIS. Im Rahmen eines von der DBU geförderten Demonstrationsprojektes (FKZ 32455) sollen das Kollektorformat erweitert und die vielversprechenden Laborergebnisse im Feld nachgewiesen werden.

Am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) wird dagegen das Potenzial von Parabolrinnenkollektoren untersucht: Vorteilhaft werden dabei die höheren Erträge selbst im mitteleuropäischen Klima ab einer Temperatur von 100 °C geschätzt sowie die Möglichkeit, auftretende Stagnations- und Überhitzungsproblematik durch einfache Defokussierung zu vermeiden. Insbesondere in Kombination mit KWK können die Hochleistungskollektoren Wärme-Kraft-Prozesse direkt betreiben oder die solar erzeugte Wärme speichern, wobei die erhöhte Temperatur eine bessere Nutzung der Speicherkapazität erlaubt. Die wesentlichen Forschungsaufgaben liegen hier bei der Entwicklung vorgefertigter, montagefreundlicher Module, die den bisherigen Aufwand bei der Installation reduzieren können, sowie in der Systemintegration.

3. Fazit

Solarenergie kann einen wesentlichen Beitrag zur nachhaltigen Transformation unseres Wärmeversorgungssystems leisten, die Marktentwicklung der letzten Jahre zeigt aber eine unzureichende Ausbaudynamik. Damit das große vorhandene Potenzial erschlossen wird, sind neue effektivere Ansätze und

koordinierte Anstrengungen von allen am Projekt Wärmewende beteiligten Akteuren erforderlich.

Aufgabe der Forschung ist es, Wege zu zeigen, gemeinsam mit der Industrie geeignete Lösungen zu erarbeiten und in ihrer Wirksamkeit zu prüfen. Als aktuelle Schwerpunkte gelten die Kostensenkung, die Entwicklung neuer, effizienterer Systeme auch in Kombination mit anderen Technologien sowie die Erschließung neuer Märkte, wie die solare Unterstützung von Wärmenetzen und industriellen Prozessen.

Aufgabe der Politik ist die Erarbeitung wirksamer und konsistenter Instrumente, die passende Rahmenbedingungen für die Umsetzung schaffen.

4. Literatur

- [1] Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (2015), Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche – Solarthermie (<https://www.solarwirtschaft.de>).
- [2] Nitsch J. (2014), GROKO – II: Szenarien der deutschen Energieversorgung auf der Basis des EEG-Gesetzentwurfs – insbesondere Auswirkungen auf den Wärmesektor. Studie im Auftrag des Bundesverbandes Erneuerbare Energien e.V. (<http://www.bee-ev.de>).
- [3] Henning H.-M., Palzer A. (2015), Was kostet die Energiewende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems bis 2050. Studie des Fraunhofer ISE (<https://www.ise.fraunhofer.de>).