

SOLARE WÄRME

Das Solarthermie-Jahrbuch 2020

Solares Eigenheim

Jetzt die gute Förderung nutzen

Prozesswärme

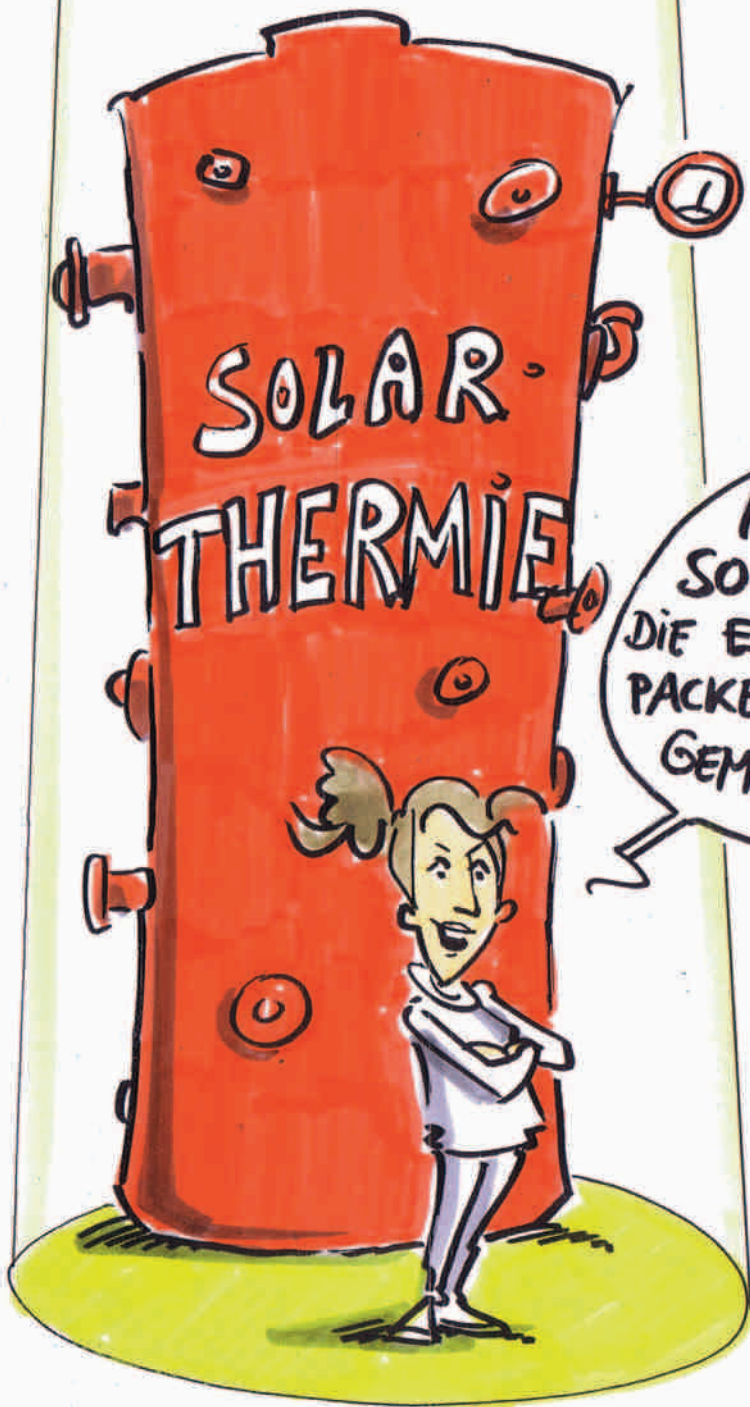
Mit Sonnenenergie dekarbonisieren



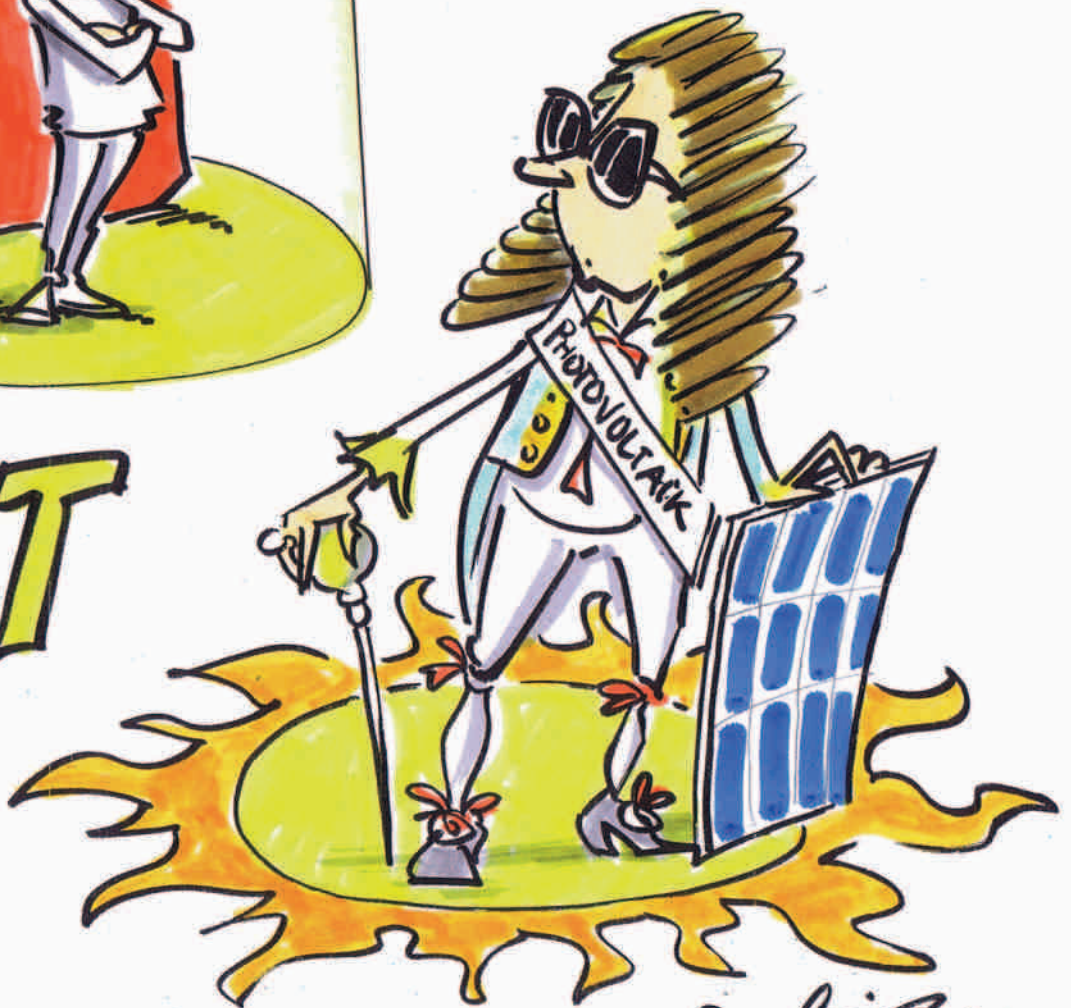
Solarheizwerke
Wärme für die Kommune

Keine Energiewende ohne Solarwärme

DIE UNGLEICHEN SCHWESTERN



MACH' NICHT SO 'NE SHOW!
DIE ENERGIEWENDE
PACKEN WIR NUR
GEMEINSAM!



SPOT
AUF
SOLAR-
THERMIE

© J. 2020



FOTO: GUIDO BRÖER

Solarwärme wird groß

Vor einem Jahr haben wir erstmals das Solarthermie-Jahrbuch veröffentlicht. Es fasst die vielfältigen Möglichkeiten der Solarthermie zusammen und gibt Hinweise auf die Herausforderungen, die vor uns liegen. Unser Wissensmagazin hat großes Interesse hervorgerufen, sodass wir eine Internetseite eingerichtet und uns entschlossen haben, in diesem Jahr wieder ein Jahrbuch Solarthermie herauszubringen. Über aktuelle Neuentwicklungen informieren wir Sie fortan unter www.solarthermie-jahrbuch.de im Netz.

Sie halten nun die zweite Ausgabe in der Hand. Sie finden darin Beiträge über erfolgreich abgeschlossene Projekte ebenso wie über Vorhaben, die in diesem Jahr und darüber hinaus die Solarthermie-Branche beschäftigen werden.

Im Vordergrund stehen seit einiger Zeit die großen Kollektorfelder auf der „Grünen Wiese“, die solare Wärme in städtische Fernwärmenetze einspeisen. Dieser Trend wird sich fortsetzen. Deshalb berichten wir in dieser Ausgabe auf 30 Seiten über die wachsende Bedeutung dieser Großanlagen, über die Flächenfindung sowie über die Erträge und die Kosten.

Die solare Prozesswärme ist ebenfalls im Kommen. Mit Hilfe der Solarthermie lassen sich Prozesse in der

Industrie und im Gewerbe dekarbonisieren. Ein Beispiel für Wärme-Liefercontracting finden Sie in dieser Ausgabe. Ein großes Projekt in Frankreich produziert solare Wärme für eine Papierfabrik. Der besonders hohe Wärmegewinn kommt dadurch zustande, dass die Kollektoren der Sonne nachgeführt werden.

Doch auch für Privatleute bleibt die Solarthermie attraktiv. Mehr denn je. Seit Anfang 2020 unterstützt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle eine Solarheizung mit 30 Prozent der Anschaffungskosten. Gegenüber der alten Regelung mit einem Festbetrag bedeutet das eine deutlich höhere Förderung. Spätestens jetzt ist die Zeit reif, sich eine Solarwärmeanlage zuzulegen.

Wir wünschen Ihnen eine anregende Lektüre!

Joachim Berner, Jens Peter Meyer, Detlef Koenemann



46



76

Solarbranche

- Die aktuellen Marktzahlen der Solarthermie 8
- Interview: Warum ein Energieplus-Projekt auf Solarthermie setzt 10
- Gastkommentar von Moritz Ritter: Energiewende einfach mal machen 12
- Die neuen Richtlinien des Marktanzreizprogramms 13
- Diskussionsbeitrag von Josef Jenni: Vorrang für Solarthermie 16
- Kommentar von Detlef Koenemann: Warum der Traum von der „all electric society“ eine Illusion ist 22
- Fertigung von solaren Großwärmespeichern in der Schweiz 120
- Wie hoch der Beitrag der Solarthermie zur Wärmeversorgung bis 2050 sein kann 132
- Bei der Wärmepumpe handelt es sich um einen Solarthermie-Partner 140

Fernwärme

- Energieversorger entdecken die Solarthermie 24
- Kosten und Wirtschaftlichkeit: Wie teuer solare Fernwärme ist 30
- Vergleich: Wärmeversorgung von Siedlungen mit Solarthermie oder Wärmepumpen 34
- Betriebserfahrungen mit einem solaren Fernwärmenetz in Senftenberg 40
- Die Suche nach geeigneten Standorten für solare Freiflächenanlagen 46



70

Nahwärme

- Moosach setzt auf ein mit Holz und Sonne befeuertes Nahwärmenetz 48
- Intelligente Energienetze im Quartier koppeln Wärme, Strom und Mobilität 50

Prozesswärme

- Mit Solarwärme lassen sich Prozesse in Industrie und Gewerbe dekarbonisieren 54
- Ein Leitfaden hilft bei der Planung solarer Prozesswärme 58
- Wärme-Liefercontracting: Solarheizwerke steigern die Versorgungssicherheit 60
- Solare Luftsysteme trocknen Hackschnitzeln besonders effektiv 64
- Interview: Semesterarbeiten zu solaren Prozesswärmeanlagen an der TH Ingolstadt 67
- Das DLR erforscht die Solarisierung der Zementherstellung 70

Solararchitektur

- Gelungene Beispiele für die Integration von Sonnenkollektoren 76



Eigenheim

- Luftkollektoren schaffen ein angenehmes Raumklima in Ferienhäusern 86
- Wie eine gut abgestimmte Kombination aus Photovoltaik und Solarthermie funktioniert 88
- Wärme, Strom und Mobilität: Solarenergie versorgt ein Haus fast kohlendioxidfrei 92
- Ein energieeffizientes Gebäude muss kein energetisch effektives Gebäude sein 98
- Wie aus einem über hundert Jahre alten Wohngebäude ein Solarhaus wurde 104
- Erfahrungen mit der solaren Sanierung eines Altbaus aus dem Jahr 1927 108
- Ein hydraulischer Abgleich sichert die Effizienz von Brennwertheizungen 111
- Was es für eine gute Sonnenernte braucht 114
- Interview: In Österreich hat sich das Netzwerk Solarhaus gegründet 118

Geschosswohnungsbau

- In Regensburg entsteht das erste Mehrfamilien-Sonnenhaus 124
- In Freiburg wurde ein denkmalgeschütztes Mehrfamilienhaus solarisiert 128

Forschung & Entwicklung

- Wie sich die Wärmekosten der Solarthermie senken lassen 136

Service

- Veranstaltungen 144
- Impressum 145
- Firmenverzeichnis 146

Titel: Solarheizwerk in Chemnitz, Foto: Wagner Solar
 Fotos Inhalt: Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim, Hartmann Energietechnik, DLR, Graphikbuero Gebhard-Uhl, Ritter XL Solar, Sonnenhaus-Institut/Markus Aichhorn





Der Saisonalwärmespeicher in Dronninglund (Dänemark) wurde in einer aufgelassenen, trockenen Kiesgrube errichtet und hat ein Fassungsvermögen von rund 60.000 Kubikmetern Wasser. Im Hintergrund ist das 37.600 Quadratmeter große Kollektorfeld (26,3 Megawatt) zu sehen. Die gigantische Solarthermie-Anlage ist Ausgangspunkt einer Diskussion, unter welchen Voraussetzungen eine 100-prozentige Versorgung mit solarer Nahwärme möglich ist und zu welchen Kosten (siehe Seite 34).

FOTO: ARCON SUNMARK

Mehr Kostentransparenz

Die aktuellen Marktzahlen für die Solarthermie schauen nicht gut aus. Doch es gibt Ansätze für eine Besserung. Energieberater raten verstärkt zur Sonnenwärme, fordern aber mehr Kostentransparenz.

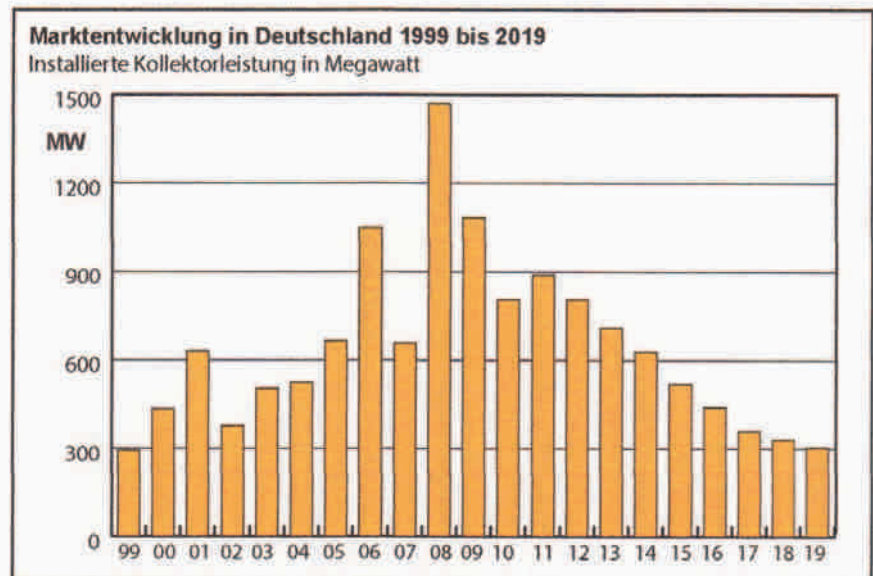
Die deutsche Solarwärmebranche hat in den vergangenen zehn Jahren keine sonnigen Zeiten erlebt. Inzwischen verkauft sie noch ein Fünftel der Leistung von 2008. In dem bislang besten Jahr wurden Sonnenkollektoren mit einer Leistung von insgesamt fast 1,5 Gigawatt auf deutschen Dächern installiert. Seitdem ging die Installationszahl neuer Systeme stetig bergab.

Das hat sich auch im vergangenen Jahr nicht geändert. Mit 304 Megawatt ist die Branche wieder an dem Stand von vor 20 Jahren angekommen. Der Absatz bei Flachkollektoren sank um rund acht Prozent auf 263 Megawatt, bei Vakuumröhrenkollektoren um etwa vier Prozent auf 41 Megawatt. Macht insgesamt ein Minus von acht Prozent gegenüber 2018.

Es braucht Weiterbildung und Aufklärung

Der schwache Absatz kennt zahlreiche Gründe. Viele Heizungsbauer haben sich wegen des hohen Installationsaufwands – trotz der hohen Margen – nicht mit der Solarthermie angefreundet. Die Politik hatte viel zu lange nur den Strommarkt im Blick, wenn es um die Energiewende geht. Was letztendlich dazu geführt hat, dass viele Menschen beim Wort solar heutzutage vor allem an die Photovoltaik denken. Was folgt daraus? Neben politischen Lobbying braucht die Solarthermie vor allem Weiterbildung und Aufklärung.

Ob die neuen attraktiven Förderbedingungen den Aufschwung bringen, wird sich zeigen. Ein Selbstläufer



Der Solarthermiemarkt ist im vergangenen Jahr auf das Volumen von 1999 geschrumpft.

QUELLE: BDH/BSW

sind sie nicht, denn auch die anderen ökologischen oder energieeffizienten Wärmeerzeuger erhalten eine üppige Förderung – seien es Pelletskessel, Wärmepumpen oder gar Gasbrennwertgeräte. Hinzu kommt, dass immer weniger Verbraucherinnen und Verbraucher, die zum Beispiel eine Pelletsheizung kaufen, diese mit Solarthermie kombinieren.

Energieberater raten zu Solarthermie

Umso wichtiger erscheint es, dass die Branche mit Partnern kooperiert, zum Beispiel mit den Energieberaterbüros. Unter Deutschlands Gebäudeexperten hat die Solarthermie einen guten Stand. Das hat das Expertengremium Task 54 der Internationalen Energie Agentur bei einer Umfrage ermittelt. So empfiehlt die

Mehrheit der Verbraucherberaterinnen und -berater bei einer Hausnaunierung die Installation einer Solarwärmanlage. Bei Neubauten nennen sie die Solarthermie häufiger als Biomasse und Umweltwärme.

Allerdings fehlt es der Solarthermie nach Meinung der Energieberaterinnen und -berater an Kostentransparenz, insbesondere im direkten Vergleich zu Photovoltaikanlagen und Wärmepumpen. Außerdem halten sie mehr Lobbyarbeit in den Ministerien für notwendig, um die Solarthermie voranzutreiben. Und sie wünschen sich Imagekampagnen und Best Practice-Studien. Dann könnte es im kommenden Jahrzehnt wieder besser laufen für die Solarthermie.

Joachim Berner



www.ritter-energie.de

ÖKOLOGIE IST UNSERE HERZENSSACHE, TECHNOLOGIE UNSERE LEIDENSCHAFT.

Zusammen bestimmen sie unser Handeln bei Ritter Energie. Daran hat sich seit der Gründung des Unternehmens 1988 nichts geändert. Ökologisch konsequent denken und arbeiten wir und entsprechend entwickeln wir auch unsere Kollektoren und ökologische Heizsysteme.

- **Für Fachhandwerker:** Paradigma-Heizungssysteme
- **Für Gewerbe, Industrie & Kommunen:** Solare Großanlagen von Ritter XL Solar
- **Für OEM-Kunden:** Individuelle Auftragsfertigung
- **Für Solarthermie-Akteure:** Spezialisierte F&E-Dienstleistungen

ÖKOLOGISCH. KONSEQUENT. HEIZEN.

PARADIGMA

Clevere Heizungslösungen vom Systemanbieter.

Kombinieren Sie unsere Solaranlagen für Wärme mit einer Holzheizung, Gasheizung oder einem Speicher. Machen Sie sich unabhängiger mit Paradigma und profitieren Sie von bis zu 45 % Förderungen.

www.paradigma.de



ÖL IST SO WAS VON GESTERN.

Jetzt auf erneuerbare Energien umsteigen!

RITTER XL SOLAR

Hochleistungs-Solarthermie im Großformat.

- Solarthermische Unterstützung von Wärmenetzen
- Städtische Fernwärme
- Solares Heizen und Kühlen
- Warmwasser für Großverbraucher

www.ritter-xl-solar.de



„Umgebung wird mitversorgt“

Das Frankfurter Energieplus-Projekt Kamelienstraße speist Wärmeüberschüsse von der Solaranlage in den Rücklauf des Nahwärmenetzes ein. Im Interview erklärt Pressesprecherin Ulrike Hollstein, warum gerade der Sonneneinsatz das Projekt so besonders macht.



BSMF-Pressesprecherin Ulrike Hollstein

Für ihr Energieplus-Projekt Kamelienstraße im Frankfurter Stadtteil Unterliederbach setzt die Beratungsgesellschaft für Stadterneuerung und Modernisierung (BSMF) auf ein integriertes Gesamtenergiekonzept. So verfügen die sechs Mehrfamilienhäuser und sechs Reihenhäuser über einen Anschluss an eine Nahwärmezentrale mit Holzpelletskessel des örtlichen Energieversorgers Mainova. Außerdem versorgen Sonnenkollektoren die Gebäude mit Wärme.

Frau Hollstein, was zeichnet das Energieplus-Projekt in Frankfurt-Unterliederbach aus?

Ulrike Hollstein: Die Besonderheit des Projekts besteht zum einen in dem ausgeklügelten Gesamtenergiekonzept der Energieplushäuser, zum anderen in der Möglichkeit, Sonnenwärme in das Nahwärmenetz ein-

speisen zu können. Die Wärmeversorgung erfolgt durch Nutzung von Sonnenlicht in Verbindung mit einem Speichersystem mit unterschiedlichen miteinander korrespondierenden Komponenten: Trinkwasser-Großspeicher, Unterstationen mit Bereitschaftsspeichern, Eisspeicher, Wärmepumpen. Das System gewinnt bilanziell gesehen einen jährlichen Wärmeüberschuss. So können Wärmeüberschüsse in den Rücklauf des Nahwärmenetzes eingespeist werden. Alles, was an solarer Energie gewonnen wird, kann so nutzbar gemacht werden. Die Umgebungsbebauung der Energieplushäuser wird durch diese Solarenergie quasi mitversorgt.

Wie wird die Wärme vom Netz an die Wohnungen übergeben?

Hollstein: Innerhalb des kompletten Gebäuderiegels verlaufen Heizwasserleitungen, die mit den Unterstationen und den Bereitschaftsspeichern korrespondieren. Die Wärmeübergabe an die Wohnungen erfolgt mittels Heizwasser. Innerhalb einer jeden Wohnung befinden sich Übergabestationen, in denen das Heizwasser zur Warmwasserbereitung über Wärmetauscher und zur Versorgung der zusätzlich installierten Heizkörper genutzt wird.

Warum haben Sie sich für diese Lösung der Wärmeübergabe entschieden?

Hollstein: Im Hinblick auf Wärmeverluste durch warmes zirkulierendes

Wasser in Rohrleitungen ist diese Lösung die energiesparendste Art des Wärmetransports. Es entfallen die Wärmeverluste für die zentrale Warmwasserbereitung in Verbindung mit den Trinkwarmwasserleitungen und Trinkwasserzirkulationsleitungen. Außerdem ist es eine praktikable Lösung, um die Trinkwasserhygienevorschriften einhalten zu können.

Welchen Vorteil bringt die Solarthermie in einem Wärmenetz?

Hollstein: Grundsätzlich ist die Wärmeerzeugung aus regenerativer Energie gesetztes Ziel. Die Möglichkeit, solarthermische Energie in einem Wärmenetz zu speichern, reduziert die Kosten zur Wärmebeschaffung und den Kohlendioxidausstoß. Des Weiteren entlastet die Art der Wärmespeicherung die Versorger in der Gesamtliefermenge an Energie in Quartieren und Siedlungen. Spitzenlasten bei der Energielieferung werden reduziert.

Wie stellt sich die Solarthermie wirtschaftlich dar?

Hollstein: Hinsichtlich des Wärmeverbrauchs für Heizzwecke fallen geringe Kosten für die Energie an. Um die erzeugte Energie jedoch zu speichern und zu transportieren, werden technische Anlagen notwendig, die Investitionskosten unabdingbar machen. Die Wirtschaftlichkeit einer Anlage ist abhängig von der getätigten Investition für die ausgewählten Anlagenteile, der Zuverlässigkeit der

Energieplus-Projekt Kamelienstraße: Im Neubaugebiet „Parkstadt“ im Westen Frankfurts werden sechs Mehrfamilien- und sechs Reihenhäuser rein regenerativ mit Wärme versorgt. Fotos (2): BSMF



Produkte sowie den Folgekosten wie beispielsweise Wartungen und Reparaturen. Hinzuziehen in die Betrachtung ist der Vergleich der ortsüblichen Kosten für den Bezug von Wärme. Eine Betrachtung der Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage in Verbindung mit der Nutzung der einzelnen Wohnungen sowie den erforderlichen Wartungs- und Instandhaltungskosten ist auf Grund der noch kurzen Gesamtlaufzeit der Anlage nur eingeschränkt möglich.

Worin sehen Sie die größten Hemmnisse für die Solarthermie?

Hollstein: Hemmnisse sehen wir für die zukünftige Nutzung der Solarthermie keine – wenn die Erzeugung von Wärme sich am Verbrauch orientiert und mit den örtlichen Wärmeversorgern kooperativ gearbeitet werden kann.

Das Interview führte Joachim Berner.

HOCHLEISTUNGSKOLLEKTOR DER 5. GENERATION

NEU

Der neue SOL 5 NiOX Hochleistungskollektor mit Antireflexglas und Alu-Kupfer-Verbund-Laserplateabsorber mit extra engem Rohrabstand für höchste Leistung. Die bewährte Reinhard-Bauweise sorgt für Langlebigkeit, Beständigkeit und geringe Wartungsaufwände.



Reinhard Solartechnik GmbH
Solarthermie · Photovoltaik ·
Holz- und Pelletkessel
28857 Syke · Tel. 04242/80106
solar@reinhard-solartechnik.de
www.reinhard-solartechnik.de

**REINHARD
SOLARTECHNIK**
Ihr Solar-Hersteller seit 1975





Energiewende einfach mal machen

Im vergangenen Jahr hat der Klimawandel mit voller Wucht die politische Bühne erobert und vermeintlich den Stellenwert erreicht, der für das Thema notwendig ist. „Fridays for Future“ hat die deutsche und internationale Politik gezwungen, sich mit diesem schmählich vernachlässigten Politikfeld zu beschäftigen. Es geht um nichts weniger als unsere gemeinsame Lebensgrundlage.

Das nationale Ergebnis dieser Entwicklung ist das Klimapaket der Bundesregierung. Es ist einerseits ein großer Schritt nach vorn: Wer hätte es Anfang 2019 für möglich gehalten, dass der Deutsche Bundestag ein umfassendes Gesetzespaket mit Kohlendioxid-Bepreisung beschließt? Andererseits ist klar: In vielen Bereichen bleibt das Paket hinter den Erwartungen all jener zurück, die etwas gegen die Klima-Krise tun wollen. Der große Wurf ist es einfach nicht.

Der Einsatz für strengere politische Vorgaben, eine entschiedene Energiewende und mehr Mut beim Klimaschutz muss jetzt weitergehen. Denn die Zeit läuft ab. Wir alle können heute schon unseren Anteil leisten.

In diesem Jahrbuch sehen wir beispielsweise, dass Solarthermie ein fast überall möglicher Weg ist, um konkret vor Ort drastisch Kohlendioxid einzusparen. Insbesondere, wenn man sie von Anfang an mitdenkt.

Ebenso sieht es mit Photovoltaik, mit E-Mobilität und einer Vielzahl weiterer Technologien aus, die verfügbar sind. Jeder von uns kann seinen Kohlendioxid-Fußabdruck heute schon deutlich reduzieren. Ebenso kann jede Kommune heute schon vor Ort eine erfolgreiche Energiewende in Angriff nehmen.

Oft wird unterschätzt, welche Vorteile ein mutiger lokaler Umstieg auf erneuerbare Energien bietet. Ein Beispiel: Der Rhein-Hunsrück-Kreis ist mit 275 Windrädern, 4.400 Photovoltaikanlagen, einer kreiseigenen Flotte von E-Autos und einer solarthermischen Großanlage von Ritter XL einer der ersten Null-Emissions-Landkreise und ein beeindruckendes Vorbild. Diese lokale Energiewende schafft im ländlichen Raum Arbeitsplätze, bringt Aufschwung, hilft klammen Kommunen und verhilft einem ursprünglich abgehängten ländlichen

Gebiet zu einem ganz neuen Image. Das Beispiel des Rhein-Hunsrück-Kreises zeigt außerdem, dass es sich lohnt, die Solarthermie auch im Megawatt-Maßstab zu planen. Die solare Wärme, die anfangs nur zur Warmwasserbereitung genutzt wurde und schon lange Einfamilienhäuser heizt, hat sich enorm entwickelt und versorgt heute spielend ganze Siedlungen. Zahlreiche Beispiele in Dänemark und Deutschland stellen dies unter Beweis. Herausragende Projekte werden in diesem Jahrbuch beschrieben und analysiert.

Es lohnt sich also, die Energiewende auch im Rahmen großer Projekte in Angriff zu nehmen. Auf eine entschiedene Politik zu warten, wird zu viel Zeit kosten. Der Klima-Krise ist es egal, wie schnell wir sind. Aber jeder kann im Rahmen seiner Möglichkeiten heute schon einen entscheidenden Beitrag leisten. Was ist zu tun? Aufhören zu warten, weniger auf andere zeigen, an die eigene Nase packen – und einfach mal machen.

Moritz Ritter

Geschäftsführer der Ritter Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG und Vizepräsident des Bundesverbands Solarwirtschaft (BSW)

Installateure, auf die Dächer!

Das neue Marktanreizprogramm lässt die Solarbranche einen Nachfragesprung bei Solarheizungen erwarten. Die neuen Richtlinien stellt das Solarthermie-Jahrbuch vor.

Weit über zehn Millionen Heizungen gelten in Deutschland als ineffizient und veraltet. 4,8 Millionen Heizungen werden noch mit Öl beheizt. Immerhin 2,4 Millionen Heizanlagen nutzen bereits Sonnenkollektoren für eine klimafreundliche Wärmeerzeugung. Wenn es nach dem Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) geht, werden ab diesem Jahr dank dem neuen Marktanreizprogramm eine Vielzahl neuer Solarwärmesysteme hinzukommen. „Hohe Abwrackprämien und attraktive solare Steueranreize bei absehbar steigenden Kohlendioxid- und Heizkosten – das dürfte selbst die letzten Modernisierungsmuffel hinterm Ofen hervorlocken“, sagt Hauptgeschäftsführer Carsten Körnig.

Das wird gefördert

Seit Anfang 2020 unterstützt das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) eine Solarheizung mit 30 Prozent der Anschaffungskosten. Gegenüber der alten Regelung mit einem an der Kollektorfläche orientierten Zuschuss bedeutet das eine deutliche höhere Förderung.

Vor allem, weil zu den förderfähigen Kosten nicht nur die Ausgaben für das Solarsystem an sich zählen. Auch der Einbau und die Inbetriebnahme werden gefördert, ebenso eventuell erforderliche Maßnahmen wie der Abbau und die Entsorgung der alten Anlage oder die Optimierung des Heizsystems durch den Einbau moderner Flächenheizkörper. Antragsteller, die nicht vorsteuerabzugsberechtigt sind, können die Kosten

außerdem einschließlich der Umsatzsteuer ansetzen.

Das neue Marktanreizprogramm (MAP) belohnt zudem diejenigen mit einer speziellen Prämie, die ihren alten Ölkessel austauschen. Das BAFA übernimmt bis zu 45 Prozent der Investitionskosten, wenn bei einem Kesseltausch eine Ökoheizung eingebaut wird. Wer seine alte Ölheizung durch eine Biomasseheizung oder eine Wärmepumpe ersetzt, erhält den Zuschuss in voller Höhe. Für eine Erdgas-Hybridheizung mit einem erneuerbaren Anteil von mindestens einem Viertel – beispiels-

weise durch den Einsatz von Solarthermie – gibt es einen Investitionskostenzuschuss von 40 Prozent. Für effiziente und klimafreundliche Heizungen, die eine alte Ölheizung ersetzen, gibt es 35 Prozent, wenn sie vollständig mit erneuerbaren Energien betrieben werden. Für alle Maßnahmen braucht es einen hydraulischen Abgleich.

Die Montage von Sonnenkollektoren wird sich ab dem kommenden Jahr noch besser rechnen. Grund: Es wird ein Kohlendioxid-Preis eingeführt. Zum Einstieg soll er 25 Euro pro Tonne Kohlendioxid für Brenn-



RESOL®
REGELUNGSTECHNIK

UNSER PRODUKTSORTIMENT
FÜR EINE EFFIZIENTE ENERGIE-NUTZUNG

www.resol.de

und Kraftstoffe betragen. Diese Emissionsabgabe steigt 2022 auf 30 Euro, 2023 auf 35 Euro, 2024 auf 45 Euro und 2025 auf 55 Euro. „Bei Heizungen auf Basis fossiler Energien werden sich die Energiekosten durch den geplanten Kohlendioxidpreis künftig deutlich erhöhen“, sagt Frank Hettler von Zukunft Altbau. In den ersten fünf Jahren betrage der Zuschlag für einen jährlichen Verbrauch von 2.000 Liter Heizöl beispielsweise rund 1.200 Euro.

MAP fördert Gasheizungen?

Der BSW begrüßt, dass ausschließlich fossil befeuerte Heizungen nicht mehr gefördert werden. Die Branchenvertretung hat sich nach den Worten von Körnig dafür in den vergangenen Jahren wiederholt eingesetzt. „Gleichzeitig halten wir es für richtig, dass

die Förderanreize für den Einbau deutlich klimafreundlicherer solarer Hybridsysteme in Kombination mit Gas-Brennwertkesseln verbessert wurden, um die Modernisierungsrate und die erneuerbare Energien-Quote beim Heizungstausch endlich zu erhöhen“, sagt der BSW-Geschäftsführer. Die neuen Richtlinien des Marktanzreizprogramms für erneuerbare Energien sehen allerdings auch eine 30-prozentige Förderung für Gaskessel vor, wenn sie mit einer bestehenden Solarkollektor-, Biomasse- oder Wärmepumpenanlage kombiniert werden. Es muss also nicht unbedingt in eine neue Anlage, die erneuerbare Energien nutzt, investiert werden.

Ursprünglich hatte der Solarverband in diesem Zusammenhang einen Fördersatz für die Solarthermie-Komponenten in Höhe von rund 40 Prozent angeregt. Außerdem hatte er

gemeinsam mit dem Dachverband BEE eine Position mitgetragen, dass fossil befeuerte Kessel in dieser Kombination nicht gefördert werden. Nun hat die Politik einen Fördersatz von 30 Prozent für solar unterstützte Brennwertheizungen verabschiedet, differenziert dabei aber nicht zwischen den Komponenten Kessel und Kollektoren. Körnig hält die Regelung für handwerker- und verbraucherfreundlicher. Sie komme in Bezug auf die Förderquote des Gesamtsystems im Ergebnis der ursprünglichen BSW-Forderung nahe.

Sonnenhäuser auf Förderkredit

Ebenfalls ihre Konditionen verbessert hat die KfW-Bank. In dem Programm „Energieeffizient Bauen und Sanieren“ hat sie die Tilgungs- und Investitionszuschüsse sowie den Kreditbetrag

In diesem Jahr werden hoffentlich wieder mehr Installateure auf den Dächern bei der Montage von Sonnenkollektoren zu sehen sein. FOTO: BRÖTJE



deutlich erhöht. So steigt der maximale zinsgünstige Kreditbetrag für ein KfW-Effizienzhaus 55, 40 und 40 Plus um 20.000 Euro auf insgesamt 120.000 Euro. Die Tilgungszuschüsse hat die Förderbank jeweils um zehn Prozentpunkte erhöht. Beim KfW-Effizienzhaus 55 gewährt sie nun einen Tilgungszuschuss von 15 Prozent auf einen Kreditbetrag von maximal 120.000 Euro. Das entspricht 18.000 Euro je Wohneinheit.

Dazu kann noch ein Zuschuss für die Baubegleitung von 50 Prozent bis maximal 4.000 Euro beantragt werden. „Bei einem Einfamilienhaus sind das circa 2.500 Euro, die dann nochmals zu den 18.000 Euro dazu kommen“, sagt Rainer Körner, 2. Vorsitzender des Sonnenhaus-Instituts. Er empfiehlt, gleich auf KfW-Standard 40 oder 40 Plus zu gehen. Mit der Sonnenhaus-Technik seien die bes-

seren Standards leicht zu erreichen und die Förderung falle nochmals deutlich lukrativer aus. So werden für ein KfW-Effizienzhaus 40 Plus 25 Prozent von maximal 120.000 Euro Kreditbetrag erlassen. Das entspricht einem Tilgungszuschuss von bis zu 30.000 Euro je Wohneinheit.

Energetische Sanierung rechnet sich steuerlich

Energiesparmaßnahmen profitieren von Steuerersparnissen. Wer Fenster modernisiert, die Gebäudehülle dämmt oder eine Lüftungsanlage einbaut, darf 20 Prozent von bis zu 200.000 Euro Kosten, maximal 40.000 Euro, über einen Zeitraum von drei Jahren von der Steuer absetzen. Im ersten Jahr können sieben Prozent, bis zu 14.000 Euro, im zweiten Jahr der gleiche Betrag und im dritten Jahr sechs Prozent, maximal

12.000 Euro, von der Steuerschuld abgezogen werden. Die Regelung gilt zunächst bis 2029. Auch Kosten für Energieberater sollen künftig als Aufwendungen für energetische Maßnahmen gelten. Sie können sogar zu 50 Prozent von der Steuerschuld abgezogen werden.

„In finanzieller Hinsicht sind die KfW- und BAFA-Gelder jetzt ähnlich attraktiv wie die neue steuerliche Abschreibung“, erklärt Hettler. Je nach individuellem Steuersatz könnten aber Unterschiede zutage treten. Eines sei auf alle Fälle sicher: „Die Zeit ist nun wirklich reif für klimafreundliche Heizungen.“

Joachim Berner

Weitere Informationen:

www.bafa.de/DE/Energie/Heizen_mit_Erneuerbaren_Energien/heizen_mit_erneuerbaren_energien_node.html

10.–13.03.2020
Dienstag–Freitag



Fachmesse für Sanitär,
Heizung, Klima und digitales
Gebäudemanagement

DER HOTSPOT FÜR SHK-PROFIS

Marktreife Neuheiten und richtungweisende Konzepte: Beim ersten Branchenhighlight des Jahres zeigen rund 500 Aussteller aus über 15 Nationen die Bereiche Sanitärobjekte und Sanitärinstallationen, Heizungstechnik, Lüftungs- und Klimatechnik sowie digitales Gebäudemanagement. Treffen Sie Ihre Partner aus Handwerk, Handel, Industrie und Dienstleistung auf dem Hotspot der Branche: der SHK ESSEN!

Ihr Mehrwert:

- ✓ Trends, Produkte, Technologien: digital, nachhaltig, ästhetisch
- ✓ Neue Themenwelten und Bereiche: von eMobilität bis Trinkwasser
- ✓ Umfangreiches Rahmenprogramm: Aus-/Weiterbildung, Rundgänge u. v. m.

www.shkessen.de | #shkessen | [in](#) [f](#) [▶](#) [@](#)

MESSE
ESSEN

Vorrang für Solarthermie

Solarwärme und thermische Energiespeicher sind für die Energiewende unverzichtbar. Diese Erkenntnis ist in jüngster Zeit in den Hintergrund getreten, weil die Stromerzeugung aus Sonnen- und Windenergie sowie Stromspeicherung in Batterien medial viel präsenter ist. Deshalb ist es notwendig, die Vorteile der Solarthermie in der öffentlichen Diskussion stärker zu betonen, sagt unser Autor Josef Jenni.





Dieser Speicher für einen
Holzschnitzel-Wärmeverbund
hat ein Volumen von 195.500
Litern und wurde in November
2019 in der Skiregion Engel-
berg installiert.

FOTOS (5): JENNI ENERGIETECHNIK

Eine funktionierende Energiewende beruht nicht nur auf einer einzigen Methode der Energiegewinnung, sondern ist ein sinnvolles Zusammenspiel zahlreicher Technologien, bei denen immer die physikalischen Randbedingungen akzeptiert und ausgenutzt werden müssen. In erster Linie geht es vor allem darum, die von der Sonne eingestrahlte Energie aufzufangen und anzuwenden. Die beiden ersten und wichtigsten Stützen einer funktionierenden Energiewende sind die Nutzung der solaren Wärme und die Erzeugung von Solarstrom.

Nur durch eine sinnvolle Kombination mehrerer Technologien hat die Energiewende eine Chance und kann eine lückenlose Energieversorgung sichern. Es geht aber nicht darum, die verschiedenen Methoden gegeneinander auszuspielen, sondern sie mit Bedacht zu kombinieren. Zum Glück werden diese Zusammenhänge immer häufiger von Energiefachleuten erkannt.

Die Energiewende ist vor allem eine Wärmewende

Wenn uns in unseren Breitengraden die Energiewende im Januar gelingt, dann gelingt sie uns im ganzen Jahr. Das allgemeine Bild, das sich zeichnen lässt, sieht in Mitteleuropa ähnlich aus. In Deutschland, Österreich und der Schweiz wird etwa die Hälfte des Gesamtenergiebedarfs für die Bereitstellung von Wärme benötigt. In Privathaushalten macht Heizung und Warmwasser über 80 % des Energiebedarfs aus. Nicht einmal 20 % konsumieren wir in Form von Strom. Trotzdem geht es oft, wenn von Energiewende gesprochen wird, nur um eine Stromwende. Dabei wird meist völlig vergessen, dass nur etwa ein Fünftel unseres Energiebedarfs durch Strom gedeckt wird und wir einen



Eine funktionierende Energiewende steht auf mehreren Säulen und auf einem soliden Fundament.

deutlich erhöhten Energiebedarf an den rund 200 Tagen des Jahres haben, an denen geheizt werden muss.

Die bisher sehr hohe elektrische Komponente der Energiewende führt zu immer höherem Stromverbrauch im Winter. Das elektrische Heizen mit Wärmepumpen sowie die Elektromobilität werden immer stärker dazu beitragen. Diese „Winter-Spitzen“ können mit erneuerbarem Strom in der Regel nicht abgedeckt werden. Denn die Kapazität der dafür erforderlichen Stromspeicher reicht bei weitem nicht aus. Die irriige Meinung, das Problem könnte mit Batterien gelöst werden, ist angesichts des heutigen Standes der Technik eine Illusion und aus Umweltsicht sehr fraglich, wenn man die Gewinnung von Lithium und vor allem von Kobalt berücksichtigt.

Wenn die Sonne rauskommt

Die Situation im Winter führt nach dem Prinzip von Angebot und Nachfrage mittel- bis langfristig zu sehr labilen Strompreisen. Wenn die Sonne scheint oder der Wind stark bläst, ist der Strom sehr billig, und wenn dies nicht mehr der Fall ist, steigt der Preis stark an. Im Sommer wird der Strom – weil im Überfluss

vorhanden – fast gratis sein.

Der Strombedarf eines Landes ist generell im Winter höher als im Sommer. Für die Stromproduktion aus Photovoltaik gilt das Gegenteil. Je höher der Anteil der Photovoltaik an der Stromversorgung eines Landes ist, desto stärker wird sich der Stromengpass im Winter ausprägen.

Die Solarthermie auf der anderen Seite verschlimmert den Stromengpass im Winter nicht, sondern wirkt entlastend. Darum sollte sie gegenüber stromverbrauchender Wärmegewinnung wie Wärmepumpen klar den Vorrang haben.

Gute Sonnenkollektoren erzielen beachtliche Erträge an sonnigen Wintertagen. Ein Tag voller Sonnenschein überbrückt bei ausreichender Kollektorfläche und Speichergröße mehrere Schlechtwettertage. Solare Wärme kann man verhältnismäßig einfach speichern, und zwar nicht nur kurzfristig, sondern auch längerfristig, also saisonal. Auch das entlastet direkt die Stromversorgung im Winter. Solarthermie profitiert auch während der kalten Jahreszeit von einem Energieertrag, der zweieinhalb Mal so groß ist wie der der Photovoltaik. Wenn man dann noch bedenkt, dass praktisch 100 % der Solarenergie dank Speicher gerade im Winter selbst gebraucht werden kann, sieht die Bilanz noch einmal besser aus. Dachfläche ist volkswirtschaftlich gesehen doch knapp und sollte deshalb möglichst effektiv genutzt werden. Darum muss, wenn immer möglich, zuerst auf Solarthermie gesetzt werden.

Solare Wärme kann besser gespeichert werden und mit speicherbaren erneuerbaren Energieträgern kombiniert werden, insbesondere mit Holz. Solare Wärme verschont ihre Nutzer vor hohen Strompreisen im

Winter und ist die einzige Wärmequelle, die über die ganze Lebensdauer der Anlage Kostengewissheit bietet. Man muss also nicht befürchten, dass die Kosten irgendwann steigen.

Andererseits ist die Verwendung von Photovoltaik ganz klar zum Beispiel in Höhenlagen zu priorisieren, weil dort Erträge mit bifazialen Solarmodulen und einer optimalen Ausrichtung für den Winterertrag maximiert werden können.

Dieser Artikel soll nicht als Aufruf gegen die Photovoltaik verstanden werden, sondern als Laudatio der Solarthermie und der thermischen Wärmespeicherung. Die Photovoltaik hat in den vergangenen Jahren eine erstaunliche Entwicklung vollbracht und ist absolut zentral für das Erreichen von Nettonull 2050.

Solarthermie ist konkurrenzfähig

Im Gegensatz leidet die Solarthermie darunter, als veraltete Technologie

wahrgenommen zu werden, weil sie in der Gebäudetechnik seit über 50 Jahren existiert. Dabei hat sie sich in der Realität ganz einfach bewährt. Sie liefert immer noch am effizientesten Wärme unabhängig vom Netz. Zudem ist es mit Abstand die sicherste und effizienteste unabhängige Wärmequelle. Selbst eine Erdsonden-Wärmepumpe in Kombination mit einer Photovoltaik-Anlage erreicht nur knapp den Gesamtwirkungsgrad der Solarthermie, kostet aber mehr.

Es kommt hinzu, dass in dicht besiedelten Gebieten die Erdsonde an ihre Grenzen stößt. Sie muss dann im Sommer in der Regel wiederum mit Solarthermie regeneriert werden, um ein Auskühlen des umliegenden Erdreichs zu verhindern. Der Gesamtwirkungsgrad von Luft-Wärmepumpen in Kombination mit Photovoltaik ist schon deutlich kleiner. Darum kann man die Solarthermie nicht als veraltet bezeichnen, ganz im Gegenteil: Ihre Bedeutung ist aktueller denn je. Solarthermie ist eine Low-

tech-Lösung, die brilliert. Am besten sind die Bürger davon zu überzeugen, auf Solarwärme zu setzen, wenn sie Angst haben, dass uns das Erdöl ausgeht. Diese Angst war, als man von „Peak Oil“ redete, allgegenwärtig. Heute wissen wir, dass die Ölreserven noch so lange reichen, dass der Klimawandel nicht rechtzeitig gestoppt werden kann, wenn man auf die Erschöpfung der Ressourcen wartet. Mit dem Pariser Klimaabkommen haben wir aber entschieden, dass – von wenigen Ausnahmen abgesehen – spätestens im Jahr 2050 die Verbrennung von Erdöl, Erdgas und Kohle beendet werden muss.

Der einzige Weg, der zu diesem Ziel führt, besteht darin, den fossilen Brennstoffen heute den Preis zu geben, den sie mit ihrer Verbrennung verursachen. Denn erneuerbare Energien im Allgemeinen und Solarthermie im Speziellen sind nicht zu teuer. Fossile Energien sind künstlich viel zu günstig. Erstaunlicherweise sind zum Beispiel die Kosten für solarthermischen Groß-



Die Wärmeerzeugung mit Kollektoren ist einfach. Wesentlich anspruchsvoller ist es, die Wärme dann bereitzustellen, wenn sie gebraucht wird.



anlagen in deutschen Wärmeverbänden nichtsdestotrotz konkurrenzfähig zur Wärmeerzeugung mit Gas. Gerade darum ist im Jahr 2019 der Solarthermiemarkt für Fernwärmenetze deutlich gewachsen und es zeichnet sich ein Rekordjahr ab.

Wärmespeicherung ohne Umwege

Solange die Wärme in einem Gebäude gebraucht werden kann, ist es am sinnvollsten, zuallererst die Wärmewirkung der Sonne mit Sonnenkollektoren direkt zu nutzen und in möglichst großen Warmwasserspeichern zu lagern. Denn Wärme wird am besten als Wärme gewonnen, als Wärme gespeichert und wieder als Wärme verbraucht. Die Wärmespeicherung ohne Umwege ist sinnvoller, als die Solarenergie indirekt zu nutzen, indem man sie erst in Strom und

dann in speicherbare Wärme verwandelt.

Energie nützt nur dann etwas, wenn sie zum Zeitpunkt des Bedarfs zur Verfügung gestellt werden kann. Kein Problem ist dies mit in großen Mengen vorhandenen lagerbaren Energieträgern wie Öl, Gas und Kohle. Viel anspruchsvoller wird dies mit erneuerbaren Energien. Die Möglichkeiten zum Anpassen des Energieverbrauchs zur Zeit des Angebots und zur Speicherung der Energie sind sehr beschränkt und je nach Verfahren mehr oder weniger aufwendig. Außerdem können sie die Umwelt unter Umständen erheblich belasten.

Wirklich bewährt und im großen Stil anwendbar ist bis heute nur die Speicherung im Wasser. Stauseen und Pumpspeicherkraftwerke dienen der indirekten Speicherung elektrischer Energie und Warmwasserspeicher

dienen der Speicherung thermischer Energie. Hinsichtlich physikalischer Komplexität stehen Wärmespeicher den medial allgegenwärtigen Batterien keineswegs nach. Hinsichtlich praktischer Bedeutung sind sie den Batterien weit überlegen.

Ein thermischer Energiespeicher erhöht nicht nur die Nutzungseffizienz einer solarthermischen Anlage, sondern findet auch Anwendung in bioenergetischen Anlagen (insbesondere Holzheizungen) und geothermischen Anlagen.

In Wärmeverbänden ermöglichen Speicher die Einbindung von großen Solarwärmeanlagen und vermeiden die Verbrennung von Holz oder fossilen Brennstoffen während der Tieflastzeiten im Sommer. Der Warmwasserbedarf im System wird dann komplett durch die Kollektoren gedeckt. Außerdem entlastet ein Spei-



Drei Wohngebäude im Kanton Appenzell (Schweiz) mit insgesamt 29 Wohnungen sind an eine Holzschnitzel-Fernheizung angeschlossen. Als Ergänzung liefert eine Sonnenkollektoranlage mit 100 m² Fläche Wärme für Warmwasser und Heizung. Die zwei installierten Swiss Solar-tanks haben Volumina von 4 000 und 11 000 Litern.



cher das Wärmeverbundsystem während der Hochlastzeiten. Ein typisches Beispiel ist die Morgenstunde im Winter, wenn alle Heizungen anspringen und die Leute gleichzeitig duschen gehen. Ein 100.000-Liter-Speicher kann etwa 7 MWh Wärmeenergie bereitstellen, sodass mehr als 1200 Personen gleichzeitig 10 Minuten lang duschen können.

Bezüglich Speichergrösse zeigt die Entwicklung heute teilweise in die gegenteilige Richtung. Klein soll der Speicher sein, um möglichst wenig Platz im Gebäude zu besetzen. Die Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) schreibt über die Tendenz zu möglichst kleinen Speichern: „Eine Wärmewende kann erfolgreich in Gang kommen, wenn es gelingt, die Ära der Kurzzeitspeicher zu überwinden. Solarthermische Anlagen auf den Dächern für Warmwasserberei-

tung und für Heizung benötigen Wärmespeicher, um die solare Deckungsrate deutlich zu verbessern oder sogar einen Aktivsonnenhaus-Status zu erreichen.“ Die Ära der Pufferspeicher mit wenigen hundert Litern Volumen muss wieder ein Ende finden. Lang lebe der saisonale Wärmespeicher!

Wasser als ideales Energiespeichermedium

Wasser ist aufgrund seiner großen Wärmekapazität und seiner universellen Verfügbarkeit das preisgünstigste Wärmespeichermedium. Im Gegensatz zu anderen Speichermedien (zum Beispiel Lithium-Ionen-Batterien oder Salze) altert Wasser nicht und kann beliebig oft Wärme aufnehmen und abgeben. Mit Hilfe von Pumpen lässt es sich leicht transportieren. Es ist nicht entflammbar

und völlig ungiftig. Bis heute sind Wasserspeicher für Wärme (und Strom) ganzheitlich betrachtet jeder anderen Speichertechnologie deutlich überlegen und werden es wohl noch lange bleiben. Deshalb ist es überflüssig, auf einen wissenschaftlichen Durchbruch zu warten. Wir müssen mit einer Technologie arbeiten, die erfolgreich auf dem Markt ist, denn die Klimakrise braucht Lösungen lieber gestern als heute und sicher nicht erst morgen. **Josef Jenni**

Der Autor ist Inhaber der von ihm 1976 gegründeten Firma Jenni Energietechnik AG in Burgdorf (Schweiz). Er gilt als einer der bekanntesten Solarpioniere im deutschsprachigen Raum. Sein Beitrag soll zur Diskussion anregen. Leserbriefe sind willkommen (www.solarthermie-jahrbuch.de).

Die große Illusion



Der Traum von der „all electric society“ lässt außer Acht, dass Strom nicht im Überfluss vorhanden ist. Aber dieser Aspekt kommt in der öffentlichen Debatte zu kurz. Darauf müssen wir hinweisen, damit die Solarthermie ihren Platz in der Energieversorgung behaupten kann.

Wenn Elon Musk mit großem Tam-tam ein neues Tesla-Modell vorstellt, dann verfolgt seine riesige Fangemeinde wie gebannt seine märchenhafte Show. Das muss ihm der Neid lassen: Von Marketing versteht er etwas.

Jedenfalls hat er verstanden, zwei faszinierende Technologien geschickt miteinander zu verknüpfen. Die Elektrizität als universelle Energiequelle verbindet er mit einem schnittigen, schnellen Auto, das nicht nur zum Statussymbol wurde, sondern darüber hinaus als besonders umweltfreundlich gilt.

Immer mehr Menschen sind deshalb davon überzeugt, dass die Elektrizität unsere ausgedehnten Mobilitätsansprüche erfüllen wird. Sie glauben, dass der Elektromobilität die Zukunft gehört und der Verbrennungsmotor bald auf dem Schrottplatz der Geschichte landet. Sie halten

ein Auto für umweltfreundlich, wenn es keinen Auspuff hat. Dann kann man auch mit dem Auto Brötchen holen, ohne ein schlechtes Gewissen haben zu müssen.

Mit dem Traum von der grenzenlosen, umweltfreundlichen Elektromobilität breitet sich die Illusion der „all electric society“ aus, also die Vorstellung, dass der Strom nicht nur unsere Mobilitätswünsche, sondern bald sämtliche unserer Ansprüche erfüllen kann und wir gar nichts anderes mehr brauchen.

Die „all electric society“ würde wahrscheinlich keine Solarthermie mehr brauchen. Müssen wir uns jetzt Sorgen machen?

Natürlich ist es eine verlockende Aussicht, dass keine Schornsteine mehr rauchen werden, wenn eines Tages nicht nur alle Kohlekraftwerke

stillgelegt worden sind, sondern die gesamte Industrieproduktion nur noch elektrische Energie benötigt. Auch die Wohnhäuser werden dann keinen Schornstein mehr haben, weil Wärmepumpen für Behaglichkeit sorgen. Und die Warmwasserspeicher werden direkt mit Solarstrom aufgeheizt, weil er im Überfluss vorhanden ist.

Die „all electric society“ würde voraussichtlich keine Solarthermie mehr brauchen. Müssen wir uns jetzt Sorgen machen?

Sicherlich nicht. Denn wenn sämtliche Energiedienstleistungen elektrisch ablaufen sollen, dann wird sich der Strombedarf voraussichtlich verdoppeln, wenn nicht gar verdreifachen.

Außerdem wecken neue Technologien eine neue Nachfrage. Das Aufkommen der Elektromobilität bedeutet ja nicht, dass wir eines Tages



FOTO: URBANS78 - STOCK.ADOBE.COM

Auch der Strombedarf der Industrie wird gigantisch anwachsen, wenn die Prozesse, die auf Verbrennung beruhen, eines Tages nur noch elektrisch ablaufen sollen. Der Verband der Chemischen Industrie hat kürzlich berechnen lassen, wieviel Strom aus erneuerbaren Energien nötig wäre, damit die Branche klimaneutral produzieren kann. Das Ergebnis gibt zu denken. Es wären 628 Terawattstunden notwendig, also mehr, als Deutschland zurzeit insgesamt verbraucht.

Wo sollen die vielen Solar- und Windparks stehen, die erforderlich sind, um den gigantischen Strombedarf der „all electric society“ zu decken?

Den einfachen Lösungen gehört die Zukunft

Die Begeisterung für das Elektroauto und alle weiteren, verlockenden Dienstleistungen des elektrischen Stroms wird bald der Ernüchterung weichen. Denn schon jetzt stößt der weitere Ausbau der Windenergie an Grenzen, und die Photovoltaik kann das verlangsamte Wachstum der Windenergie nicht ausgleichen. Denn

je mehr Solarstrom-Überschüsse in den Sommermonaten erzeugt werden, desto mehr Speicher werden erforderlich sein. Beim Ein- und Aus speichern geht aber viel Energie verloren.

Es kann also nicht der richtige Weg sein, alles auf eine Karte zu setzen und den gesamten Energiebedarf mit Solar- und Windstrom decken zu wollen. Es kommt daher darauf an, in der öffentlichen Diskussion über die Energiewende auf die einfachen Lösungen hinzuweisen.

Die Solarthermie hat den Vorteil, dass sie die Solarenergie direkt in Wärme verwandelt und dazu auch weniger Fläche braucht als die Photovoltaik. Zum Speichern dieser Wärme braucht sie nichts weiter als Wasser. Sie benötigt nur sehr wenig Strom, um den Wärmekreislauf in Gang zu halten, wird also den Strombedarf nur unwesentlich erhöhen.

Das ist zwar eine Binsenweisheit, aber offenbar in der allgemeinen Elektro-Euphorie in Vergessenheit geraten. Es wird Zeit, darauf hinzuweisen, damit die Solarthermie ihren Platz auch in Zukunft behaupten kann.

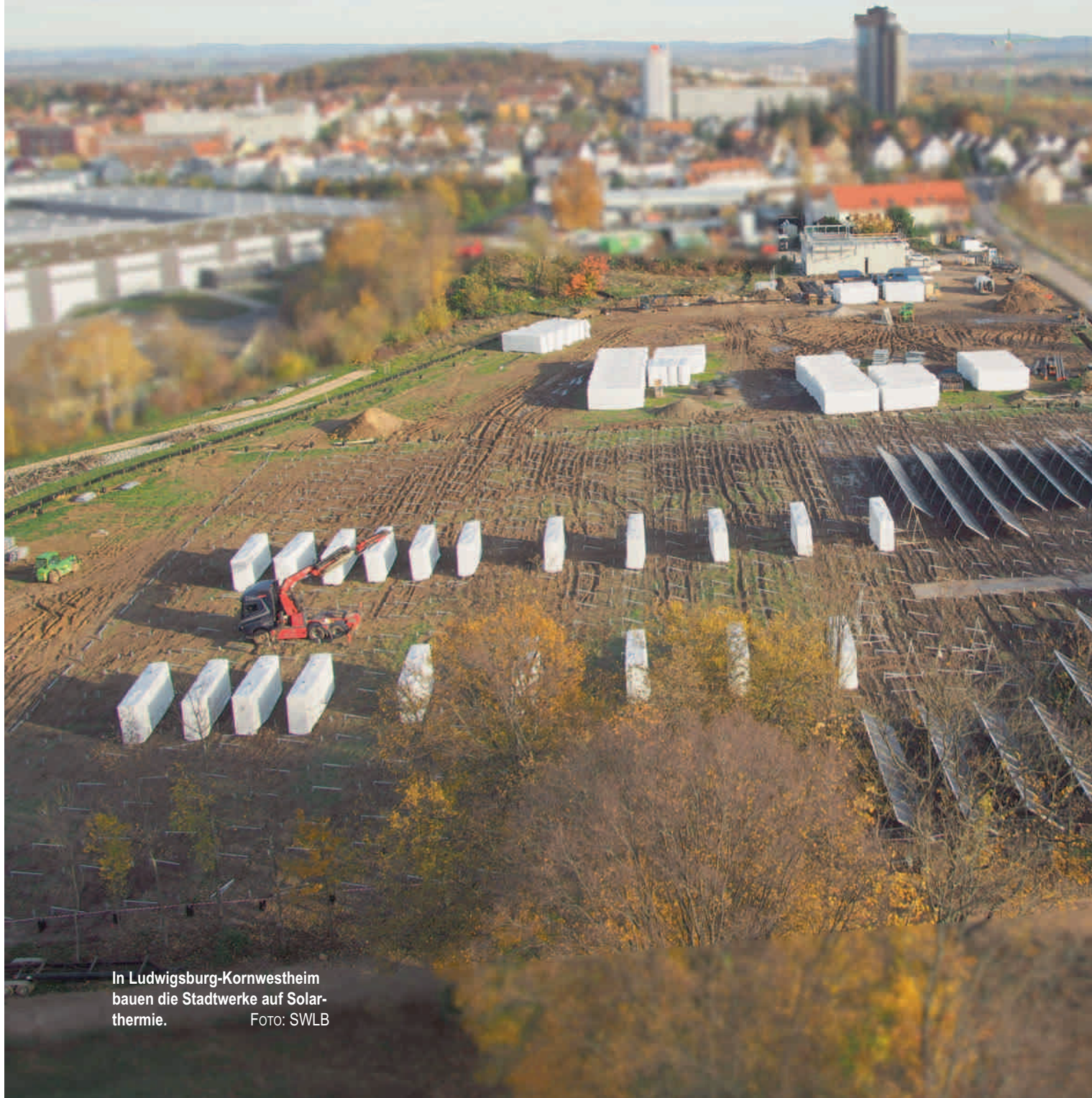
Detlef Koenemann

weniger Autos haben werden, sondern mehr. Wenn dann noch das autonome Fahren massentauglich wird, dann wird kaum noch jemand zu Fuß gehen wollen. Vom Energiehunger des Internet ganz zu schweigen.

Seit 1975 auf dem Weg in die solare Zukunft mit Solarthermie

**Unterstützen Sie unseren Weg
zu 100% Erneuerbare Energien**

Energieversorger entdecken Solarthermie



In Ludwigsburg-Kornwestheim
bauen die Stadtwerke auf Solar-
thermie. Foto: SWLB

Solarthermie wird groß. Projekte für Freiflächen-Solarwärmeanlagen mit einer Gesamtleistung von 26 Megawatt starteten in Deutschland im vergangenen Jahr. Die Kollektorfelder wurden oder werden an städtische Fernwärmenetze angeschlossen.

Energieversorger beginnen, ihre Fernwärmeleitungen mit Sonnenwärme zu speisen. „Während 2018 solar unterstützte Wärmenetze überwiegend in Form von neuen Solar-Bioenergiedörfern im ländlichen Raum an den Start gingen, ziehen seit 2019 etablierte Fernwärmeversorger in Ballungsräumen nach“, beschreibt Thomas Pauschinger vom Stuttgarter Forschungsinstitut Solites die jüngste Entwicklung. Fünf große Solarthermieprojekte von Stadtwerken kann der Solarexperte auflisten.

Das größte findet sich in Ludwigsburg-Kornwestheim mit 10,4 Megawatt. Gebaut haben auch die Stadtwerke in Bernburg (6,0 Megawatt), in Potsdam (3,6 Megawatt), in Halle (3,6 Megawatt) und in Ettenheim (1,2 Megawatt). Bereits im Frühjahr 2019 hat der kommunale Energieversorger in Erfurt eine Anlage mit 1,2 Megawatt in Betrieb genommen. Zusammen machen die Vorhaben mehr als die Hälfte der Leistung aller bis dahin realisierten solaren Fernwärmeversorgungen aus.

Modernisieren mit Solarthermie

Das Kollektorfeld auf der Stadtgrenze zwischen Ludwigsburg und Kornwestheim im Stuttgarter Ballungsraum wird die vorerst mit Abstand größte Solarwärmeanlage in Deutschland sein. Sie soll in den Sommermonaten ein vorhandenes Biomasse-Heizkraftwerk und mehrere gasbetriebene Blockheizkraftwerke er-



Stadtwerke-Geschäftsführer Bodo Skaletz, Kornwestheims Oberbürgermeisterin Ursula Keck, Ludwigsburgs Stadtoberhaupt Werner Spec und Stadtwerke-Chef Christian Schneider freuen sich am 21. Juni 2019 über die Baugenehmigung für Deutschlands größtes Kollektorfeld. FOTO: SWLB

Broschüre präsentiert solare Wärmenetze für Wohnquartiere

Solare Wärmenetze bieten laut Solnet 4.0 eine interessante Möglichkeit für die Wohnungswirtschaft, Kohlendioxid und Kosten zu sparen. Das zeigt eine aktuelle Broschüre mit Praxisbeispielen, die die vom Bundeswirtschaftsministerium geförderte Marktinitiative herausgegeben hat.

Solnet 4.0 informiert über solare Wärmenetze

Obwohl das Potenzial hoch ist, hat die Energiewende im Wärmebereich laut Solnet 4.0 noch deutlichen Nachholbedarf. Die Beheizung von und die Warmwasserbereitung in Wohngebäuden mache fast ein Viertel des Endenergieverbrauchs in Deutschland aus – und etwa 15 Prozent der Kohlendioxidemissionen. „Wärmenetze bieten eine gut geeignete Infrastruktur für den Ausbau grüner Wärme, insbesondere in dicht bebauten Gebieten, wo die Umstellung auf erneuerbare Energien bei Gebäuden schnell an ihre Grenzen stößt“, schreibt die Marktinitiative. Es könnten hohe solare Deckungsgrade erreicht werden, zudem sei die Versorgung über zentrale Wärmenetze deutlich kostengünstiger im Vergleich zu dezentralen Anlagen. Doch auch wenn bereits viele Wärmenetze – unter anderem seitens der Wohnungswirtschaft – vorhanden sind, werden sie noch nicht in größerem Umfang für die Einbindung der Solarthermie genutzt.

Wohnungswirtschaft zeigt Interesse an Solarthermie

Damit sich das ändert, hat Solnet 4.0 das Informationsblatt „Solare Wärmenetze in der Wohnungswirtschaft“ herausgebracht. Es stellt einige Beispiele von solar gespeisten Wärmenetzen vor. Sie zeigen, dass in den vergangenen zwei Jahrzehnten zahlreiche Solaranlagen in Betrieb gegangen sind, die bis heute ihre Langlebigkeit und Wirtschaftlichkeit unter Beweis stellen. Die unterschiedlichen technologischen Konzepte basieren unter anderem auf der Kombination mit Speichern oder der Nutzung des Fernwärmenetzes als Saisonspeicher. Ebenso wurden verschiedene Finanzierungs- und Vergütungsmodelle entwickelt. In der Solnet 4.0-Publikation betont Ingrid Vogler, Leiterin Energie und Technik beim Bundesverband Deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen, die Bedeutung der Wärmewende für die Wohnungswirtschaft: „Entscheidend bei der Weiterentwicklung ihrer Bestände und energetischen Sanierungen sind neben dem Faktor „grüne Wärme“ dabei immer auch die Kosten pro gelieferte Kilowattstunde. Es besteht großes Interesse, vor allem an konkreten Praxisergebnissen.“ Die liefert nun das neue Informationsblatt. Zu finden im Internet unter https://www.solar-district-heating.eu/wp-content/uploads/2019/08/Infoblatt_Solnet_Nr3.pdf

setzen. 5.500 Megawattstunden Wärme pro Jahr werden die 1.088 Sonnenkollektoren erzeugen und damit 3.700 Tonnen Kohlendioxid vermeiden. Ihre Energie speisen sie in einen 20 Meter hohen Wärmespeicher mit einem Durchmesser von 14 Metern und einem Volumen von 2.000 Kubikmetern. Etwa 300 Haushalte können mit der umweltfreundlichen Wärme versorgt werden.

Zwei Jahre haben die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim (SWLB) für Planung und Genehmigung der Anlage aufgewendet. Das Vorhaben kostet 15 Millionen Euro. Zwei Drittel davon übernimmt der Bund. Das Solarprojekt ist Teil eines größeren Modernisierungsprojekts. Die Stadtwerke schließen drei Fernwärmeinseln zu einem Verbundnetz zusammen. Durch den Anschluss der solaren Fernwärme an zwei bislang rein fossil befeuerte Leitungssysteme erhöhen sie die Wärmequalität in den neu angeschlossenen Netzen. Da die bestehenden Heizwerke künftig in einem größeren Netzverbund arbeiten, können die Kessel bei anstehenden Anlagenenerneuerungen kleiner geplant werden. Neben der Einsparung fossiler Brennstoffe bedeutet das einen wirtschaftlichen Vorteil. Im Rahmen des Netzzusammenschlusses verlegen die SWLB rund fünf Kilometer Leitungsrohre.

Solare Fernwärme wächst

Bislang haben vor allem so genannte Energiedörfer den aufstrebenden Markt für solare Fernwärmeanlagen belebt. So haben 2018 ein halbes Dutzend kleiner Gemeinden im ländlichen Raum solarthermische Wärmenetze aufgebaut. Inzwischen erkennen städtische Energieversorger das Potenzial der netzgebundenen Solarthermie für eine saubere und wirtschaftliche Versorgung.

Tatsächlich erwartet Solites das größte Wachstum der Solarthermie in großen städtischen Fernwärmesystemen. Bis 2021 rechnet das Forschungsunternehmen damit, dass sich die Zahl solarer Fernwärmenetze auf 70 verdoppeln und die Leistung der großen Solarsysteme auf 140 Megawatt verdreifachen wird. Insgesamt geht es von einem großen Marktpotenzial im Gigawattmaßstab aus.

Das aktuelle Wachstum kommt nicht zufällig. Zum einen zwingen Kohleausstieg und Klimaschutzziele die Energieversorger und Stadtwerke, nach Alternativen zu suchen. So verlangt der Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes, dass sich der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis 2030 um jeweils ein Prozent auf 30 Prozent erhöht. Bislang befeuern die Versorger ihre Wärmenetze zum überwiegenden Teil mit fossilen Brennstoffen (Erdgas 43 Pro-

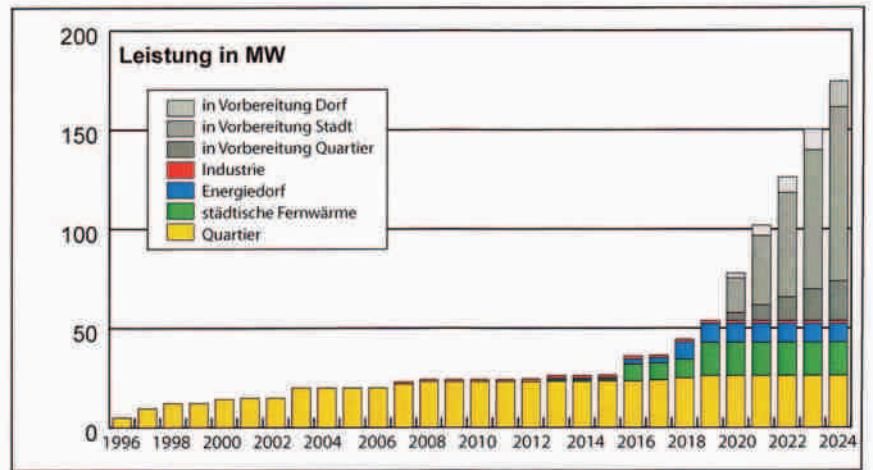
zent, Kohle 31 Prozent). Erneuerbare Energien spielen bislang nur eine geringe Rolle (Biomasse 17 Prozent, Solarthermie zwei Prozent).

Zum anderen lassen sich Solarwärmeanlagen inzwischen zu wettbewerbsfähigen Kosten in die klassische Fernwärmeerzeugung integrieren. Fernwärmeversorger und Stadtwerke sehen sie deshalb als geeignetes

Mittel, um ihren Energiemix zu verbessern und den Anforderungen des Klimaschutzes gerecht zu werden.

Solarthermie hilft Klimaziele erreichen

Auch Städte erkennen, dass sie ihren Klimaschutzziele mit einer zentralen solaren Wärmeversorgung näher kommen. In Potsdam hat die Stadtver-



Einen steilen Aufschwung für die solare Fernwärme erwartet das Forschungsunternehmen Solites. QUELLE: SOLITES



Die Leitungsrohre liegen bereit: Der solare Ausbau des Fernwärmenetzes in Ludwigsburg kann beginnen. QUELLE: JOACHIM BERNER

ordnetenversammlung im September 2017 den Masterplan „100 % Klimaschutz bis 2050“ angenommen. Energie und Wasser Potsdam (EWP) und die Immobilienfirma Pro Potsdam nehmen als kommunale Unternehmen eine bedeutende Rolle ein. Seit dem städtischen Beschluss arbeiten beide daran, ihre laufenden Projekte zum Klimaschutz und die Anforderungen des Masterplans zu einer umfassenden Dekarbonisierungsstrategie zusammenzufassen. Ziel ist es, die Treibhausgasemissionen in Potsdam für Fernwärme und Strom um 95 Prozent gegenüber 1990 zu senken.

Als ein Baustein für die Dekarbonisierung der Fernwärme gilt die Solarthermie. Mitte Dezember 2019 hat EWP eine Freiflächenanlage neben dem Heizkraftwerk Potsdam-Süd in Betrieb genommen. 1.044 Kollektoren mit einer Bruttokollektorfläche von 5.157 Quadratmetern wurden auf dem Gelände des ehemaligen Heizwerks aufgestellt. Sie erzeugen etwa 2.300 Megawattstunden Wärme pro Jahr und sparen 488 Tonnen Kohlendioxid. Die in der Solarthermie-

anlage klimaneutral erzeugte Energie fließt in das bestehende Fernwärmenetz. „Die Solarthermie ergänzt den Energiemix der EWP, in dessen Zentrum seit mehr als 20 Jahren die ebenfalls sehr umweltfreundliche Fernwärme- und Elektrizitätserzeugung im Heizkraftwerk Süd mittels der Kraft-Wärme-Kopplung steht“, sagte EWP-Geschäftsführer Eckard Veil bei der Einweihung.

Solarthermie erfüllt Erwartungen

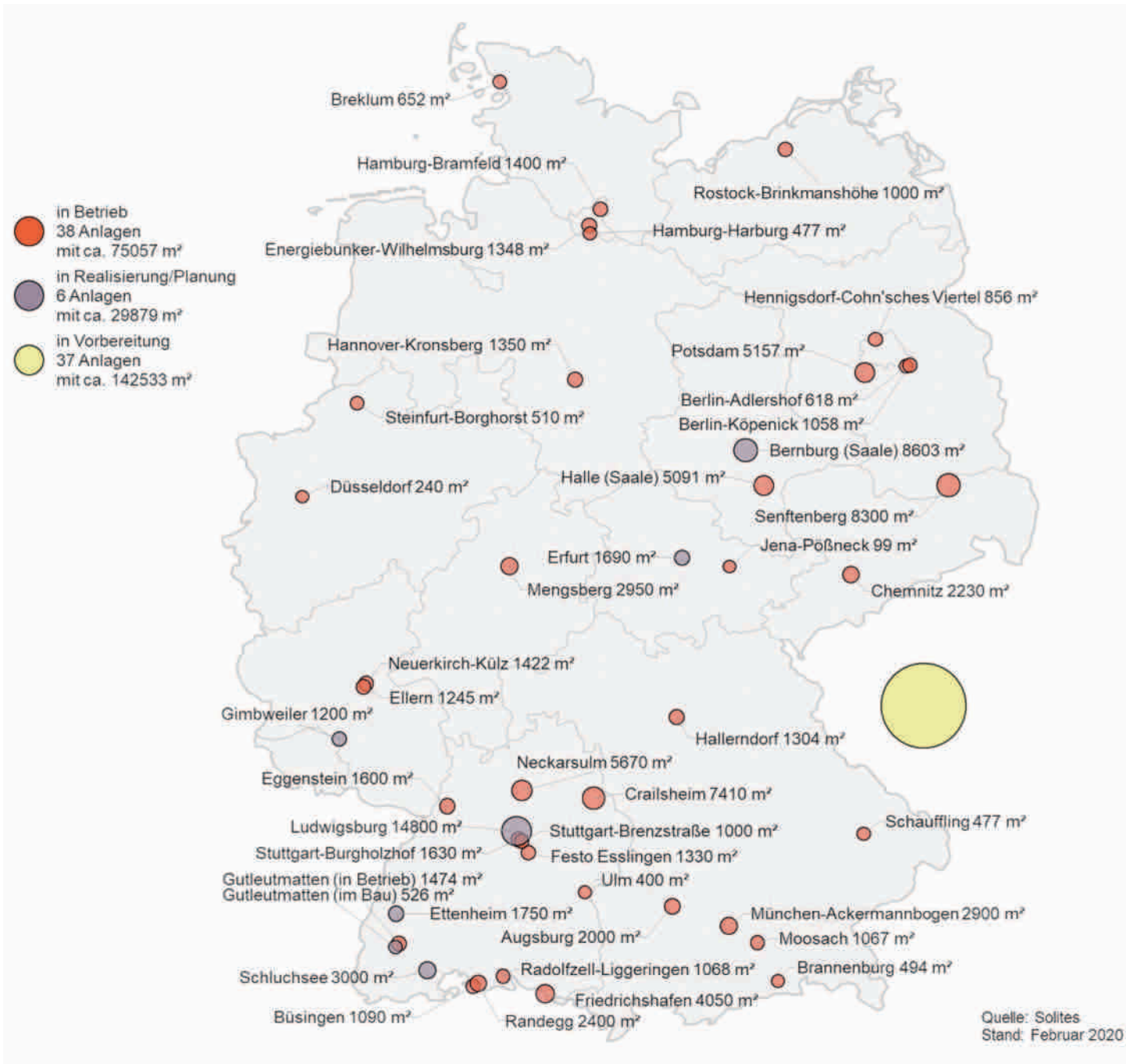
In Berlin hat Vattenfall seine ersten Erfahrungen mit einer 1.058 Quadratmeter großen Freiflächenanlage bereits gemacht. Der Energiekonzern zeigt sich mehr als zufrieden. Erwartet worden sei im ersten Jahr eine Einspeisung von 440 Megawattstunden Wärme mit einer errechneten Kohlendioxideinsparung von 63 Tonnen bezogen auf den verdrängten Erdgaseinsatz. Tatsächlich habe die Solarthermieanlage eine Jahresmenge von 520 Megawattstunden mit einer Kohlendioxideinsparung von rund 115 Tonnen produziert.

Seit Mai 2018 speist der Energiekonzern sein Fernwärmenetz in Berlin-Köpenick mit der Solarenergie. Sie ergänzt einen Gaskessel und ein Biomethan-Blockheizkraftwerk, um Fernwärme für rund 10.000 Haushalte zu erzeugen. Nach einem Jahr Betrieb haben die Fernwärmespezialisten von Vattenfall die Betriebsdaten der Solarthermieanlage analysiert. „Jahrhundertssommer 2018 hin oder her – die Köpenicker Anlage hat Erstaunliches geleistet“, sagt Pressesprecher Olaf Weidner zu den Ergebnissen.

Für ein Sonnen-Normaljahr haben die Hochrechnungen der Fernwärmespezialisten von Vattenfall einen Mittelwert von 490 Megawattstunden pro Jahr ergeben. Interessant: Den bisherigen leistungsmäßigen Tageshöchstwert mit 730 Kilowatt erreichte die Anlage nicht an einem Sommertag, sondern am 7. April 2019 um 15.30 Uhr. Sie konnte somit mehr Leistung bringen als vom Hersteller mit 700 Kilowatt angegeben. „Auch darin liegt eine der Erklärungen, warum die Anlage insgesamt



Die Mitarbeiter im Leitstand des städtischen Heizkraftwerks in Potsdam werden künftig auch die Solarthermie im Blick haben. FOTO: EWP



38 solarthermische Großanlagen mit einer Gesamtleistung von 53 Megawatt sind derzeit in deutsche Fernwärmenetze eingebunden. GRAFIK: SOLITES

mehr produziert hat als geplant war“, erklärt Weidner.

Trotz all der neuen Projekte – die Entwicklung geht zu langsam voran. Bis zum Jahr 2050 will die Bundesregierung den Beitrag der Solarthermie zur Fernwärmeversorgung auf 15 Prozent steigern. Dafür würde eine installierte Leistung von rund 21

Gigawatt benötigt beziehungsweise eine Kollektorfläche von 30 Millionen Quadratmetern. Es bräuchte somit einen Zubau von einer Million Quadratmeter Kollektorfläche pro Jahr nur für die solare Fernwärme. Das ist 50-mal so viel wie bisher.

Joachim Berner

Die Initiative Solnet 4.0 hat das Informationsblatt „Kommunalversorger setzen auf Sonne – Solarthermie als Baustein urbaner Fernwärmenetze“ mit weiteren interessanten Informationen herausgebracht. Sie können es im Internet herunterladen unter <https://www.solar-district-heating.eu/wp-content/uploads/2019/11/Infoblatt-Solnet-Nr4.pdf>

Solarwärme im Netz lohnt sich



Solarheizwerk für ein Fernwärmenetz in Dänemark. FOTO: INA RÖPCKE

Was kostet die Wärme aus Solarkollektoren im Vergleich zu anderen Energieformen? Für Fernwärmeunternehmen ist dies neben der ökologischen Qualität der Energie eine entscheidende Frage.

„Wir sind mit Solarenergie heute schon pari zu den Brennstoffkosten für Holz“, sagt Bene Müller. Für den Vorstand der solarcomplex AG ist dies die zentrale Antwort, wenn er nach der Wirtschaftlichkeit großer Solarthermieanlagen als Energiequelle für Fernwärmenetze gefragt wird. Und Müller wird oft danach gefragt, denn in Deutschland hat kaum jemand mehr Erfahrung als die Bürgerenergiegesellschaft solarcomplex, die jetzt in der Schwarzwaldgemeinde Schluchsee das dritte ihrer Bioenergiedörfer mit einer Solarthermieanlage ausstattet.

Schon seit 2012 sammelt das Unternehmen im deutsch-schweizerischen Solarenergiedorf Büsingen und seit 2018 auch in Randegg Erfahrungen mit Solarthermie in Dorfwärmenetzen. Alle diese Netze werden mit Holzkesseln beheizt, die im Sommer ausgeschaltet bleiben, weil dann die Solarthermieanlage zur Versorgung der Dörfer ausreicht. Zwar seien die Gestehungskosten pro Kilowattstunde Solarwärme nach Abzug der Förderung in den beiden bestehenden Netzen mit „Vier-Komma-X-Cent“, so Müller, auf den ersten Blick noch etwas teurer als der Einkaufspreis

von Holz. Doch aufgrund der bisherigen Betriebsdaten rechnet Müller den Solaranlagen einige geldwerte Vorteile zu. Vor allem habe sich ein saisonaler Effekt bestätigt: „Die Solaranlage ersetzt den Holzkessel im Sommer. Im Teillastbetrieb hätte der Holzkessel dann aber ganz schlechte Nutzungsgrade. Wenn wir dies einrechnen, dann kommen wir beim Holz auf vermiedene Kosten über 4 Cent pro kWh.“

Kostensenkende Effekte

Und eine weitere geldwerte Nebenwirkung der Solarthermieanlage

schlägt sich in den Betriebskosten nieder: Die jährlichen Wartungsarbeiten für den Holzkessel können viel planmäßiger und stressfreier erledigt werden, da der Kessel im Sommer ohnehin nicht gebraucht wird.

Bene Müller geht davon aus, dass im Wirtschaftlichkeitsvergleich zwischen Holz und Sonne auch die Zeit weiter für die Solarthermie spielen wird – selbst wenn Holzhackschnitzel in den nächsten Jahren aufgrund der aktuell großen Borkenkäferschäden billig den Markt überschwemmen dürften. Schon für das nächste Wärmenetz in Schluchsee geht er fest davon aus, dass die mit 2,1 Megawatt Leistung bislang größte Solaranlage von solarcomplex, die Ende des Jahres ausgeschrieben werden soll, einen noch wesentlich geringeren Wärmepreis pro Kilowattstunde erwirtschaften kann als die ersten beiden Anlagen. Sogar eine Zwei vor dem Komma sei nach Abzug der Fördermittel nicht ausgeschlossen. Die Preisentwicklung zeigt nach unten, weil weltweit der Markt für Solarthermie in der Fernwärme wächst, so dass Herstellung, Installation und Planung effizienter werden. Zum anderen stehen die Anbieter gerade auf dem deutschen Markt derzeit untereinander im scharfen Wettbewerb – von Kampfpreisen ist die Rede.

Dass sich die Solarthermie in Großanlagen inzwischen dank der KfW-Förderung in Höhe von 45 bis 65 Prozent mit jedem anderen Brennstoff messen kann, solange es sich nicht um „Abwärme“ handelt, bestätigt sich auch in anderen Projekten. Für das Solardorf Mengersberg rechnet der Generalunternehmer Viessmann, der das dortige Wärmenetz samt Solar-Holz-Heizzentrale 2018 schlüsselfertig übergeben hat, mit Wärmegestehungskosten aus der Solaranlage von 3,0 bis 3,2 Cent pro Kilowattstunde

nach Abzug der Förderung (Rechnung siehe nebenstehenden Kasten).

Das deckt sich mit den Zahlen von Christian Stadler, Geschäftsführer der deutschen Arcon-Sunmark GmbH, deren dänische Muttergesellschaft inzwischen über 100 solarthermische Großanlagen im Megawattbereich an Fernwärmenetze angeschlossen hat. In Deutschland fokussiert sich Arcon bislang weniger auf neue Solardörfer als auf größere Anlagen für bestehende Netze von Stadtwerken. Mit Kollektorleistungen im Bereich von 3,5 bis 14 Megawatt, wie sie das Unternehmen aktuell für drei deutsche Stadtwerke in der Projektpipeline hat, seien heute Wärmepreise zwischen 25 und 30 Euro pro Megawattstunde – also 2,5 bis 3 Cent pro Kilo-

wattstunde – nach Förderung realistisch. Bei kleineren Anlagen und in weniger günstigen Konstellationen könne es aber auch etwas teurer werden, räumt Stadler ein. Denn die Kosten seien von vielen Parametern abhängig, die in jedem Einzelfall genau untersucht werden müssten.

Kosten variieren je Anlage

Entscheidend für den Wärmepreis ist natürlich, wie viel Energie die Anlage im Jahr ernten kann. Das hängt von ihrer Größe und nicht zuletzt auch vom geografischen Standort ab. An sonnenreichen Standorten im Süden Deutschlands erwirtschaften Solaranlagen in Wärmenetzen aufgrund der stärkeren Solareinstrahlung 10 bis 15 Prozent höhere Erträge als in

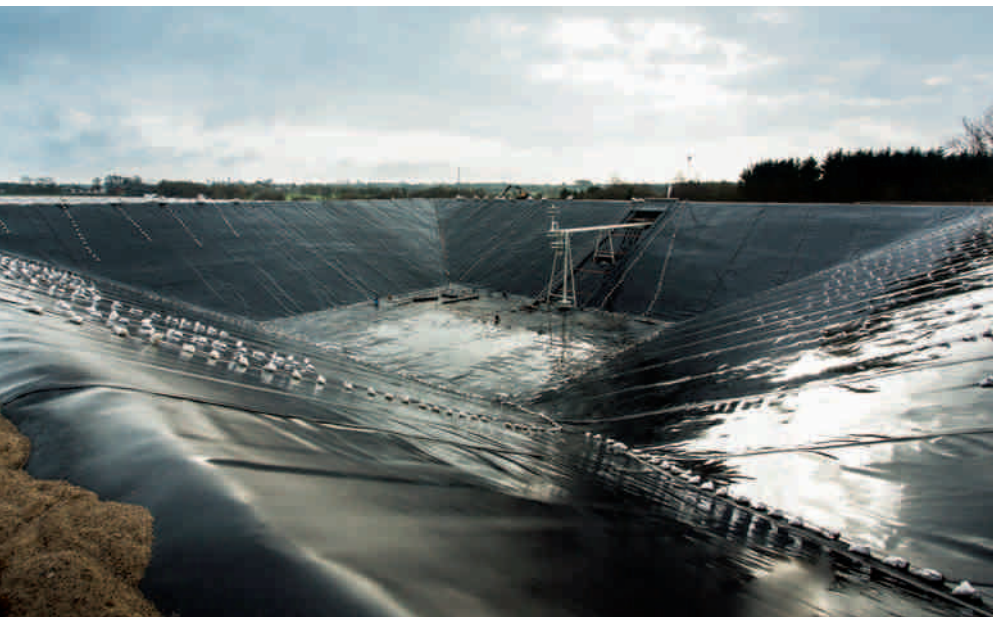
Kosten und Wirtschaftlichkeit: Bioenergie-dorf Mengersberg



FOTO: BEG MENGESBERG

Das Beispiel des 2,1-Megawatt-Solarheizwerkes mit seinem 2.950 m² großen Kollektorfeld im Energiedorf Mengersberg zeigt, dass Solarthermieanlagen in Wärmenetzen heute aus Sicht der Betreiber ein wirtschaftlich attraktives Element sind:

▪ Investitionskosten (Kollektorfeld, Aufständigung, Verrohrung, Grundstück inkl. Umzäunung, Hydraulik, Wärmetauscher)	350 €/m ²
▪ Solarspeicher	70 €/m ²
▪ Gesamtkosten	420 €/m ²
<hr/>	
▪ KfW-Förderung (0,495 € pro kWh Solar-Keymark-Ertrag)	276 €/m ²
Gesamtkosten nach Förderung:	144 €/m²
<hr/>	
▪ Spezifischer jährlicher Solarertrag	ca. 330 kWh/m ²
▪ Wärmepreis aus Investition (25 Jahre, Zins: 1,85 %)	2,2 ct/kWh
▪ jährliche Betriebs- und sonstige Kosten	0,8 bis 1,0 ct/kWh
Vollkosten Solarthermie	3,0 bis 3,2 ct/kWh



Der Saisonspeicher des Solarheizwerkes von Toflund in Dänemark in der Bau-phase. Die Abdichtung zum Erdreich besteht aus verschweißten Kunststoffbahnen.

FOTO: ARCON-SUNMARK

nördlichen Regionen. Wichtiger ist allerdings das Temperaturniveau des Wärmenetzes. Zwar können moderne Hochleistungskollektoren auch ein Netz mit hohen Temperaturen bedienen. Doch auf einem niedrigen Temperaturniveau arbeiten sie wesentlich effizienter und somit kostengünstiger. Entscheidend ist dabei neben der absoluten Höhe der Vorlauftemperatur auch die Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf. Je größer die Spreizung, desto besser und preisgünstiger arbeitet die Solaranlage.

Bei seinen Gesprächen mit Fernwärmeunternehmen hat Stadler die Erfahrung gemacht, dass manche zunächst auf die höheren Netztemperaturen im Winter fokussiert waren und deshalb die Wirtschaftlichkeit der Solarthermie unterschätzten. „Im Sommer, wenn die Solaranlage den größten Beitrag liefert, laufen die Netze deutscher Stadtwerke aber meist nur auf 75 bis 85 Grad Vorlauftemperatur.“ Für eine realistische Ertragsberechnung und Wirtschaftlichkeitsprognose sei dies wichtig. Mindestens so relevant wie die Vorlauftemperatur

ist die Frage, wie gut ein Stadtwerk seine Rücklauftemperaturen im Griff hat. Weil möglichst geringe Werte nicht nur für die Solarthermie, sondern auch für die Effizienz aller anderen Wärmeerzeuger wesentlich sind, haben viele Versorger eine Temperaturabsenkung schon auf der Agenda. Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung für eine Solarthermieanlage, die heute in der Regel über 20 bis 25 Jahre angelegt wird, sollte dies berücksichtigt werden.

Der nächste große Faktor für den Wärmepreis ist die Frage, ob ein Speicher benötigt wird, wie groß dieser ausfällt und wie er ins Netz eingebunden ist. Trifft eine relativ kleine Solaranlage auf ein großes Netz, so wird meist kein Speicher benötigt. Sogar die bislang größte deutsche Solarthermieanlage, die seit 2016 in Senftenberg arbeitet, kommt deshalb ohne Pufferspeicher aus, da die Grundlast im Netz auch im Sommer wesentlich höher liegt als die maximale Leistung der Kollektoren. Wo allerdings, wie in den bislang neun in Deutschland realisierten Solarwärmedörfern, die

Solaranlage zur vollständigen Deckung des Sommerbedarfs ausgelegt ist, da wird ein – relativ kleiner – Pufferspeicher von einigen hundert Kubikmetern schon deshalb benötigt, um einige Regentage überbrücken zu können. Deutlich größer fallen Speicher aus, wenn sie – wie in manchen dänischen Netzen – Sommerwärme in den Winter hinüberretten sollen oder wenn sie von Energieversorgern zugleich als Flexibilität für den Strommarkt genutzt werden. Solche Multifunktionsspeicher müssen neben der Solarwärme schnell große Wärmemengen aus KWK-Anlagen oder aus Power-to-Heat-Anwendungen aufnehmen können. Die höheren Kosten solcher Speicher sind daher nur zum Teil der Solaranlage zuzurechnen.

Ein weiterer Kostenfaktor sei die Lage der Solarfläche und die Beschaffenheit des Untergrundes, weiß Sebastian Schramm vom Kollektorhersteller Greenonotec zu berichten. Wo das Gelände sehr wellig, die Geometrie des Solarfeldes ungünstig oder der Untergrund felsig sei, werde es etwas teurer.

Wie entscheidend ist der Zins?

Aber wie rechnet überhaupt ein Fernwärmeversorger, wenn er sich mit dem Gedanken trägt, in eine Solarthermieanlage zu investieren? Üblicherweise werde mit der Internen-Zinsfuß-Methode kalkuliert, berichtet Thomas Pauschinger vom Steinbeis-Forschungsinstitut Solites. So hält es das Institut auch mit seinen Machbarkeitsstudien für Solarprojekte. Häufig sei dabei vom Stadtwerk ein üppiger interner Zinssatz als Ziel vorgegeben. Für eine Solaranlage, die gegenüber anderen Energieerzeugern mit vergleichsweise hohen Investitionskosten, aber dafür sehr geringen Betriebskosten antritt, sei es daher

oft schwierig, das Plazet der Betriebswirte zu erlangen.

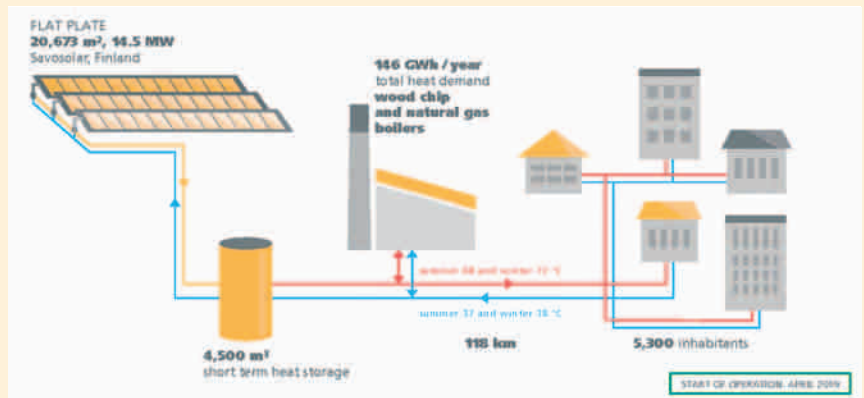
Letztlich hängt es davon ab, welche Risikozuschläge die Kaufleute für die verschiedenen Technologien in ihre Zinsvorgabe einbauen. In diesem Punkt kann die Solarthermie durchaus auftrumpfen – sofern nicht die grundsätzliche Skepsis gegenüber allem Neuen als Risiko eingepreist wird. Denn Versorger begreifen zunehmend, dass die Solarthermie langfristige Stabilität in ihre Kalkulation bringt. Ist die Anlage einmal gebaut, so steht deren Wärmepreis über ein Vierteljahrhundert im Voraus fest. Die Sonne scheint verlässlich zum Nulltarif, während die Brennstoffkosten bei fossilen Energien und selbst bei Holz schwer zu prognostizieren sind.

Die Motivation für Stadtwerke, die sich jetzt vermehrt für Solarthermieanlagen interessieren, ist häufig auch der Primärenergiefaktor ihres Fernwärmenetzes. Solarthermie kann diesen Wert deutlich verbessern, wenn sie fossile Energien ersetzt, und ist durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) somit ein geldwerter Faktor im Wettbewerb mit Erdgas um die Versorgung kommerziell bewirtschafteter Wohnungsbestände.

„Wichtige Impulse für eine große Solarthermieanlage sind häufig auch politische Vorgaben zur Dekarbonisierung der Wärmenetze oder die sinkenden Stromerlöse aus KWK-Anlagen“, stellt Pauschinger fest. Die Investitionskosten seien oft gar nicht das entscheidende Argument. Wenn ein Stadtwerk Solarthermie wolle, dann werde auch eine etwas geringere interne Verzinsung akzeptiert. Sein Fazit: „Die Wärmegestehungskosten großer Solarthermieanlagen sind mittlerweile in der Regel attraktiv.“

Guido Bröer

Kosten und Wirtschaftlichkeit: Fernwärme Grenaa, Dänemark

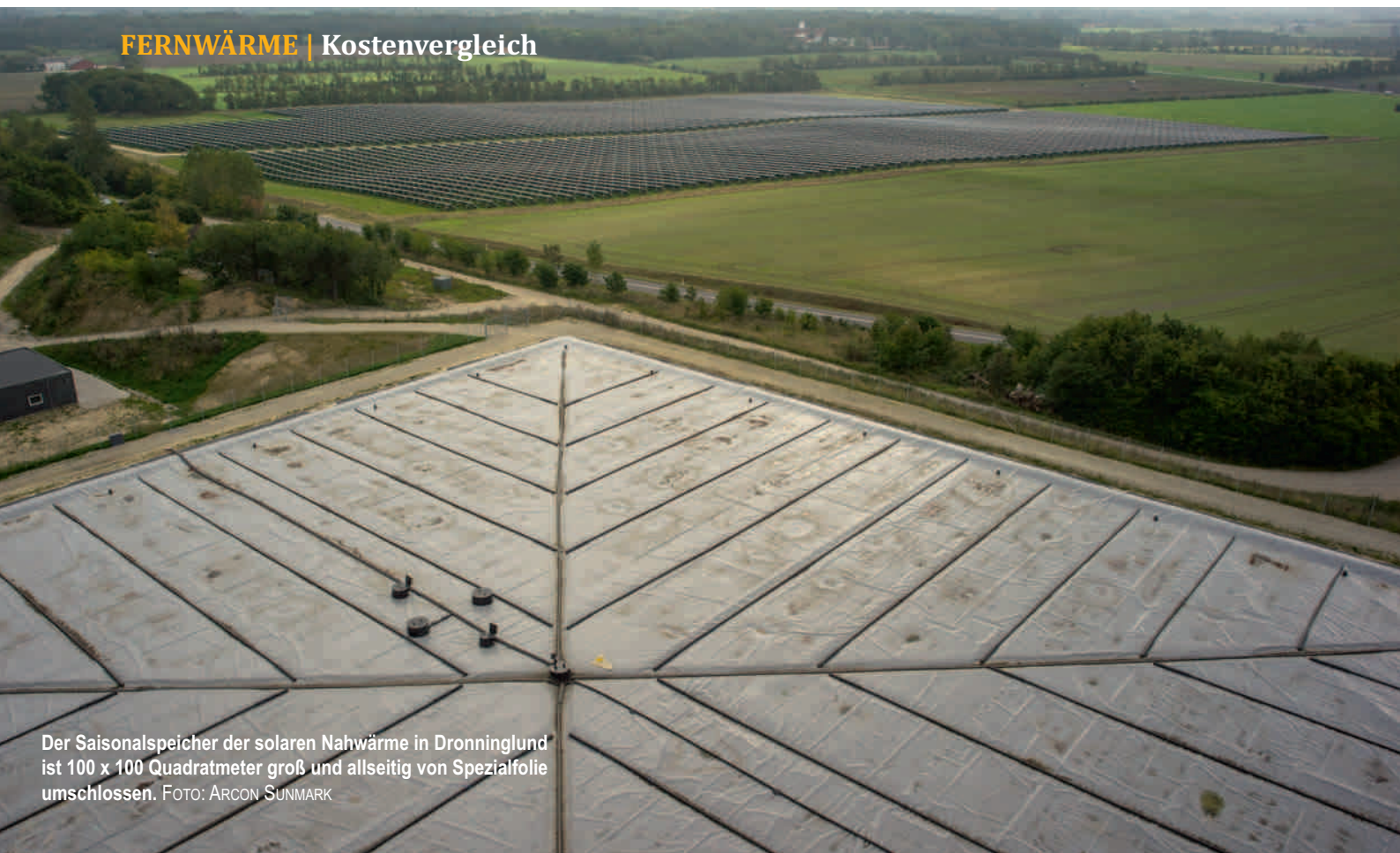


Der Fernwärmenetzbetreiber von Grenaa ist einer der günstigsten Fernwärmeanbieter in Dänemark. Das Solarheizwerk mit 14,5 Megawatt Leistung spart im Jahr 3.800 Tonnen an Biomasse ein. Zurzeit installiert der Betreiber zwei Großwärmepumpen, um die Laufzeiten des Biomasseheizwerkes im Sommer weiter zu senken.

Kapitalkosten (ohne MwSt)	4,7 Mio. €, 227 €/m ²
Betriebskosten	12.500 €/a
Spezifischer Solarertrag	419 kWh/m ²
Kosten Solarwärmeerzeugung	21 €/MWh
Einsparungen an Biomasse	3.800 T/a
Solarer Anteil an Fernwärmeerzeugung pro Jahr	6,5 %

QUELLE: SOLAR HEAT FOR CITIES, IEA SHC, EUROPEAN COPPER INSTITUT





Der Saisonspeicher der solaren Nahwärme in Dronninglund ist 100 x 100 Quadratmeter groß und allseitig von Spezialfolie umschlossen. FOTO: ARCON SUNMARK

Die Zukunft der Siedlungswärme

Wie soll die Wärmeversorgung von Siedlungen in 20 bis 30 Jahren aussehen? Das Umweltbundesamt bevorzugt die Wärmepumpe. Doch große Solarthermieanlagen können in Verbindung mit einem großen Speicher ein Nahwärmesystem möglicherweise günstiger versorgen.

Der Klimaschutz verlangt, dass wir die fossilen Brennstoffe nicht nur aus der Stromversorgung, sondern auch aus der Wärmeversorgung verdrängen. Dafür gibt es nicht viele Optionen. Mit Holz zu heizen, erfreut sich zwar wachsender Beliebtheit, stößt aber in Grenzen. Das Umweltbundesamt (UBA) hat darauf hingewiesen, dass wir den Wald als Kohlenstoffspeicher erhalten müssen und dass außerdem die Belange des Umwelt- und Naturschutzes sowie der Biodiversität die Nutzung von Holz im großen Stil praktisch ausschließen [1]. Das UBA plädiert sogar dafür, auf die Heizung mit biogenen Brennstoffen ab dem Jahr 2030 zu verzichten.

Also bleiben auf lange Sicht nur zwei Optionen übrig: Die Solarthermie, falls bei ihrer Nutzung auf Zufeuerung verzichtet wird, und die Wärmepumpe, falls sie ihren Strom ausschließlich aus erneuerbaren Quellen bezieht.

Aus den vorliegenden Studien geht hervor, dass der Raumwärmebedarf bis zum Jahr 2050 auf etwa 250 bis 320 Terawattstunden sinken muss. Dass dieser Bedarf im wesentlichen durch Solarthermie gedeckt wird, ist nach Ansicht des UBA unwahrscheinlich, denn sie gibt der Wärmepumpe den Vorzug. Das ist allerdings vor allem darauf zurückzuführen, dass sie die großen saisonalen Speicher nicht ausreichend berücksichtigt.

Ohne Saisonspeicher kann die Solarthermie aber gerade im Zeitraum des größten Bedarfs nichts beitragen. Ihr Einsatz wäre dann auf kleine Beiträge in der Sommerperiode beschränkt.

Saisonspeicher werden vernachlässigt

Im Jahr 2050 werden wir voraussichtlich nur wenige Wärmeoptionen haben, die den Anforderungen des Klimaschutzes genügen. Aber fast ausschließlich auf Wärmepumpen zu setzen, wie es das UBA vorschlägt, ist fragwürdig. Die dezentrale Wärmeversorgung soll demnach überschlägig zu zwei Dritteln durch Erd-

sonden-Wärmepumpen und zu einen Drittel durch Luft-Wärmepumpen gedeckt werden. Im Netzwärmebereich sollen Großwärmepumpen, modifizierte Kraft-Wärme-Kopplung mit Wärmepumpen und Geothermie 80 bis 90 % des Wärmebedarfs decken. Der Bedarf an Strom aus erneuerbaren Energien würde dadurch kräftig ansteigen.

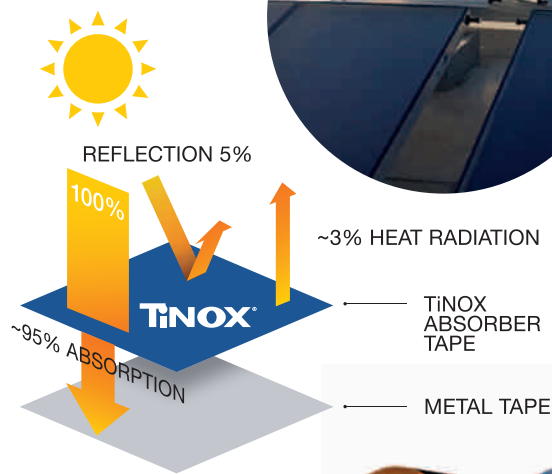
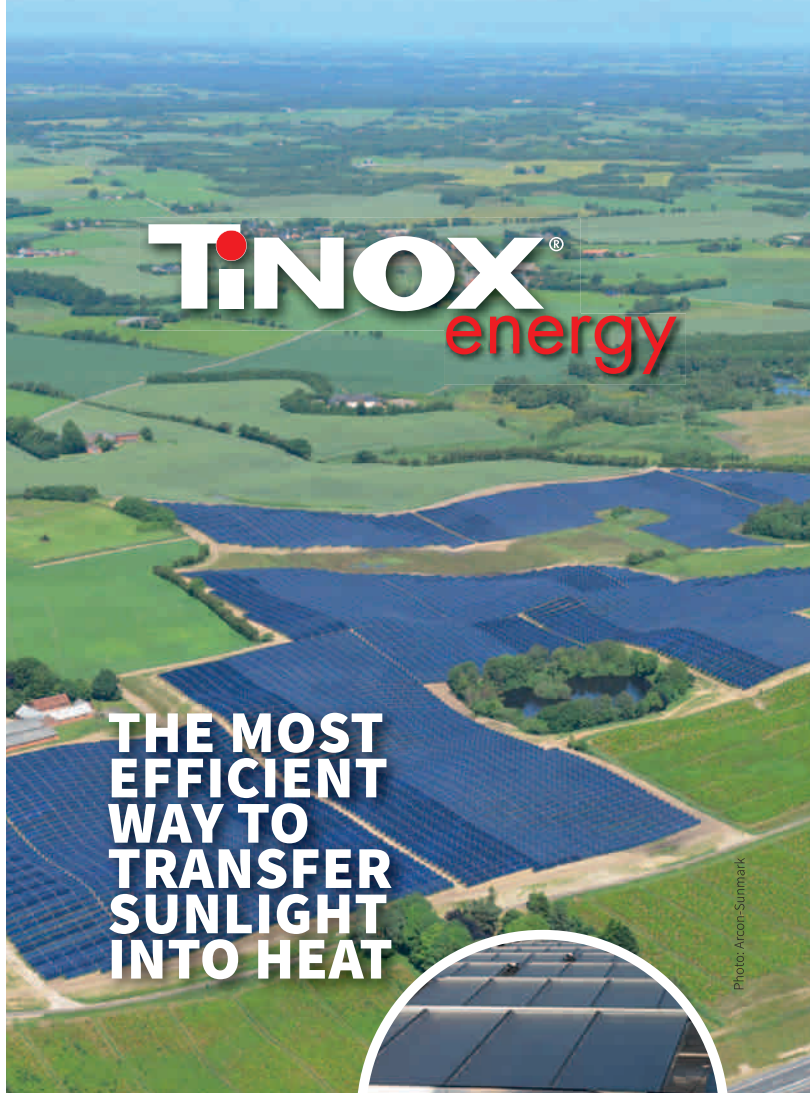
Dass die Solarthermie in den meisten Zukunfts-Szenarien keine nennenswerte Rolle spielt, ist vor allem darauf zurückzuführen, dass die Saisonspeicher vernachlässigt werden. Dafür gibt es eigentlich keinen Grund, wie die langjährige Entwicklung in Dänemark beweist. Sie hat im Wärmesektor nicht nur einen hohen Fernwärmeanteil mit inzwischen hohen Deckungsgraden durch erneuerbare Energien hervorgebracht, sondern auch dafür gesorgt, dass kostengünstige große Saisonal-Wärmespeicher zur Verfügung stehen. Damit hat sie Potenziale eröffnet, die über den heutigen Stand weit hinausgehen.

Mit Hilfe dieser Speicher ist es möglich, den Wärmebedarf allein durch Solarthermie ganzjährig zu 100 Prozent zu decken. Das ist nicht einmal besonders teuer, sondern sogar wirtschaftlich möglich, wie sich am Beispiel der Solarthermieanlage in Dronninglund nachweisen lässt.

Sie hält einem Vergleich mit der von vielen Szenarien bevorzugten Alternative, nämlich der 100-prozentigen Ortswärmeversorgung mit Großwärmepumpe und Erdwärmesonden, stand.

Speichermodell mit 100 Prozent Solarthermie

Wir modellieren auf Basis der Daten eines in Dronninglund real existierenden großen saisonalen Wärmespeichers eine rund ums Jahr zu 100 Prozent solarthermische Ortswärme-



UNSURPASSED OPTICAL PERFORMANCE



Almeco GmbH
 Claude Breda Strasse, 3
 D-06406 Bernburg
 info.de@almecogroup.com



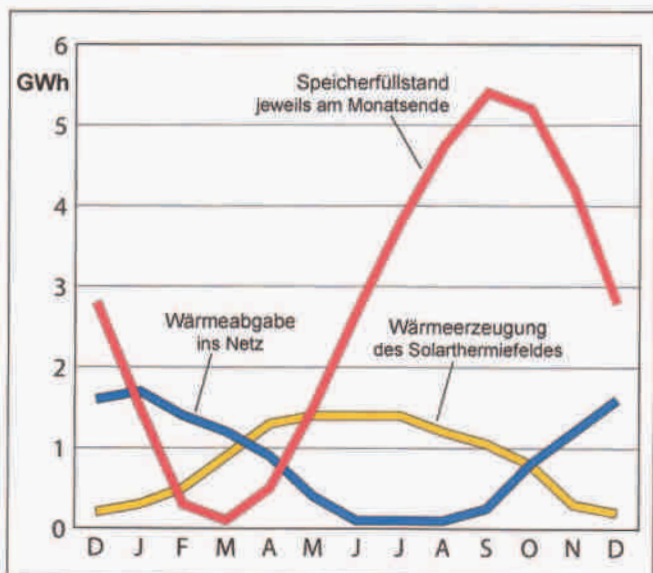


Abb. 1: Jahreszeitlicher Verlauf von Speicherfüllstand, solarer Erzeugung und Wärmeabgabe pro Monat als Ergebnis der Modellierung einer solarthermischen Anlage mit 60.000 Kubikmetern Saisonspeicher und daran angepasstem 22.000 Quadratmeter großem Kollektorfeld.

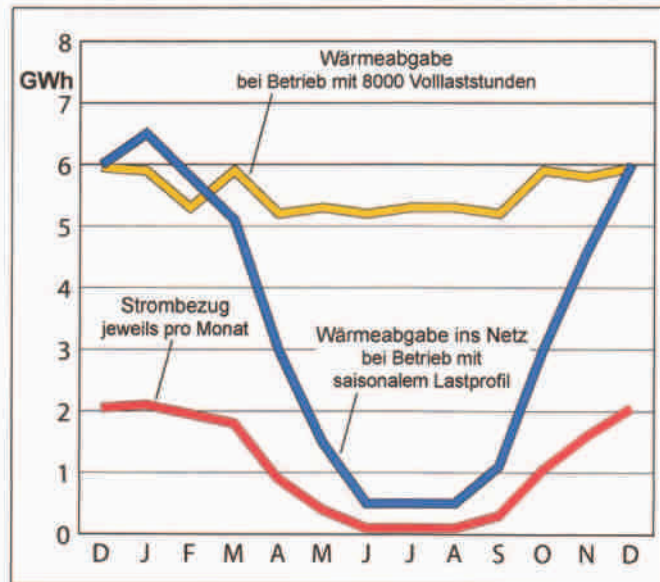


Abb. 2: Jahreszeitlicher Verlauf von Wärmeabgabe und Strombezugs-menge pro Monat einer Wärmepumpe mit Tiefengeothermie und maximaler Leistung von 8,7/8,1 Megawatt (Winter/Sommer) nach Anpassung an ein saisonales Wärmelastprofil. Zum Vergleich Wärmeabgabe bei Betrieb mit 8.000 Volllaststunden.

versorgung. Dies soll als Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dienen, die für diese Betriebsart allgemeingültig sein kann.

Der Saisonalwärmespeicher in Dronninglund wurde 2013 im Zuge einer solarthermischen Aufrüstung des schon länger bestehenden Wärmenetzes dieses Ortes als großer Erdbeckenspeicher in einer aufgelassenen, trockenen Kiesgrube errichtet. Dadurch war eine kostengünstige Investition möglich.

Die Oberfläche des Speichers ist 100 x 100 Quadratmeter groß. Das Becken ist in der Mitte 18 Meter tief, es ist allseitig von Spezialfolien umschlossen und hat ein Fassungsvermögen von etwa 60.000 Kubikmetern Wasser. Aus dem Betriebstemperaturbereich von 10 bis 89 Grad Celsius ergibt sich eine Wärmekapazität von 5,4 Gigawattstunden.

Der Speicher war der dritte, der im Rahmen der dänisch-europäischen SUNSTORE-Projektreihe als Demonstrationsanlage errichtet wurde. Dabei wurden nicht nur Erfahrungen mit den Vorgängerprojekten verwertet, sondern der Betrieb des Speichers wurde in den Jahren 2014 bis 2016

auch messtechnisch erfasst, und die Betriebsergebnisse wurden detailliert ausgewertet.

Die 3.300 Einwohner des Ortes Dronninglund (Nordjütland) werden nicht nur durch das 37.600 Quadratmeter große Solarkollektorfeld, sondern auch durch Bioölkessel und Gasmotoren mit Wärme versorgt. Die Solarenergie deckt rund 43 Prozent des Gesamtwärmebedarfs in Höhe von 33,55 Gigawattstunden (2016). Im Laufe jenes Jahres gingen 1,02 Gigawattstunden durch Speicherverluste verloren.

Um eine 100-prozentige solarthermische Wärmeversorgung rund um einen vorhandenen Saisonspeicher zu dimensionieren, darf man nicht mit der einfachen Speicherkapazität rechnen. Sondern man muss den Ausgleich zwischen solarer Erzeugung und Wärmeabgabe über das Jahr im Detail betrachten, aus der sich der Verlauf des Speicherfüllstandes ergibt. Wie man leicht nachvollziehen kann, nimmt der Speicherfüllstand im Sommer zu und im Winter ab (Abb. 1).

Im Ergebnis des dazu aufgestellten Speichermodells wurden die für die weitere wirtschaftliche Betrachtung

benötigten Jahresmengen der solaren Erzeugung und der Wärmeabgabe ins Netz ermittelt. Durch Sonneneinstrahlung müssten 10,75 Gigawattstunden erzeugt werden, wovon 9,66 Gigawattstunden ins Netz abgegeben würden. Das ist fast das Doppelte der einfachen Speicherkapazität.

Das Solarfeld wird nun passend zu der errechneten Wärmemenge, die in das System eingespeist werden muss, dimensioniert. Es ergibt sich eine Kollektorfläche von 22.000 Quadratmetern. Kollektorfeld und Speicher bilden ein System, das eine etwa 9,7 Gigawattstunden große Wärmemenge abgibt. Damit könnte man nicht den Ort Dronninglund, aber einen etwa 1.000 Einwohner großen Ort mit Wärme versorgen, wenn man einen Wärmebedarf von etwa 9.000 Kilowattstunden pro Einwohner und Jahr zugrunde legt, wie es dem durchschnittlichen Wärmebedarf in Deutschland entspricht (in Dronninglund rund 10.000 Kilowattstunden).

Großwärmepumpe mit Geothermie

Es ist sinnvoll, das beschriebene solarthermische System mit einer Wär-

meversorgung zu vergleichen, die auf einer Großwärmepumpe beruht. Die unterschiedlichen Charakteristiken und Kostenstrukturen lassen sich dann leichter verstehen und vergleichend betrachten.

Beschrieben wird im folgenden das Beispiel einer strombetriebenen Großwärmepumpe mit Erdwärmesonden (Tiefengeothermie), weil auch dieses System die Wärme zur örtlichen Verteilung über ein Wärmenetz bereitstellt. Sowohl die Anwendung der jeweiligen Technik als auch deren Kostenstrukturen sind deshalb vergleichbar. Die von der Wärmepumpe gelieferte Wärme wird aber nicht gespeichert, weil sowohl der Strom als auch die Erdwärme grundsätzlich jederzeit zur Verfügung stehen.

Im einzelnen betrachten wir den Fall einer technisch und wirtschaftlich

beschriebenen Dublettenbohrung in Berlin mit einer 1.600 Meter tiefen Injektions- und 1.500 Meter tiefen Förderbohrung, aus der konstant die Quellwärmeleistung in Höhe von 6 Megawatt gefördert wird. Das Wasser wird als Wärmeträger mit 25 Grad Celsius in die Injektionsbohrung eingespeist und kehrt mit 60 Grad Celsius wieder zurück. Es handelt sich um eine bisher nicht realisierte Machbarkeitsstudie [2].

Damit die beiden Systeme wirtschaftlich vergleichbar werden, müssen wir als Wärmelast eine Ortsversorgung betrachten, die jeweils das gleiche jahreszeitliche Profil aufweist. Wir fahren also mit der Leistung der Wärmepumpe das durch die Solarthermie-Anlage vorgegebene Profil modellhaft nach (Abb. 2).

Aus der Modellrechnung ergibt sich

eine Jahreswärmelieferung ins Netz in Höhe von 38,07 Gigawattstunden. Dafür wird eine Strombezugsmenge in Höhe von 12,69 Gigawattstunden benötigt. Diese Wärmelieferung reicht aus, um einen Ort mit etwa 4.000 Einwohnern zu versorgen.

Dass das im Unterschied zum beschriebenen Modellsystems des Solarthermie-Saisonalspeichers möglich ist, liegt nur an der unterschiedlichen Parameterwahl der beiden Modellsysteme, wobei in dem geothermischen System eine Quellwärmeleistung in Höhe von 6 Megawatt vorgegeben ist. An der Vergleichbarkeit der Wärmegestehungskosten (Cent pro Kilowattstunde) ändert dies nichts. Ein wichtiger Unterschied ist die Größe der Strombezugsmenge, die sich erheblich auf die wirtschaftliche Betrachtung auswirkt.

Ausgezeichnete Solarthermie

Wir machen keine halben Sachen. Das zeigt sich z.B. in den Gemeinden Moosach und Hallerndorf, die beide über ein Nahwärmenetz mit modernster Solarthermie in Kombination mit Biomasse versorgt werden. Beide Projekte wurden kürzlich dafür mit Energiepreisen ausgezeichnet.



– demnächst auch für Sie?

- Wir planen, entwickeln und realisieren nachhaltige Nahwärmenetze
- Wir übernehmen die Betriebsführung, den Service, die Wartung und die Rohstoffversorgung
- Wir kümmern uns um die projektbegleitende Kommunikation und die Öffentlichkeitsarbeit

Wir freuen uns darauf, gemeinsam mit Ihnen bald einen ersten Schritt machen zu können: waerme@naturstrom.de

100% solarthermische Ortswärmeversorgung

Modellbetrachtung einer rund ums Jahr zu 100 % solar-thermischen Ortswärmeversorgung auf Basis der Daten eines in Dronninglund (DK) real existierenden großen Saisonalwärmespeichers.

Kosten und Wirtschaftlichkeit

Die Modellbetrachtung zeigt, dass Solarthermie in Kombination mit einem kostengünstigen, hinreichend großen Saisonalpeicher in der Betriebsart einer zu 100% rein solarthermischen Wärmeversorgung rund ums Jahr eine wirtschaftlich attraktive Option für eine zukunftsorientierte treibhausgasneutrale Ortswärmeversorgung sein kann.

Die angegebenen Investbeträge beziehen sich auf eine Errichtung in Dänemark. Für Deutschland rechnen wir mit einem pauschalen Aufschlag von 50 %.

Investition (Dänemark)

Kollektorfeld (22.000 m ² , rd. 15 MW _{th} , 165 €/m ²)	
incl. Aufständering, Verrohrung, Anschluss	3,7 Mio. €
Saisonalpeicher (60.000 m ³ , 38 €/m ³)	2,3 Mio. €
Tagesspeicher und weitere Hilfsaggregate	1,0 Mio. €
Zusatzkosten (5% vom Invest)	rd. 0,4 Mio. €
Gesamtinvest ohne Förderung (Dänemark)	7,4 Mio. €

Solarertrag (vor Wärmenetz) unter Berücksichtigung der Speicherverluste	9,7 GWh/a
--	-----------

Wärmepreis aus Investition (Dänemark) (25 Jahre, Zins 1,85%)	3,8 ct/kWh
jährliche Betriebs- und sonstige Kosten	0,8 – 1,0 ct/kWh

Vollkosten Solarthermie (Dänemark) (vor Wärmenetz, ohne Förderung)	4,6 – 4,8 ct/kWh
---	-------------------------

Vollkosten Solarthermie (Deutschland, pauschal 50% Aufschlag) (vor Wärmenetz, ohne Förderung)	6,9 – 7,2 ct/kWh
--	-------------------------

Ortswärme aus Großwärmepumpe mit Geothermie

Modellbetrachtung einer geothermischen Ortswärmeversorgung mit strombetriebener Großwärmepumpe anhand des konkreten Falles einer Tiefengeothermie-Dublettenbohrung in Berlin.

Kosten und Wirtschaftlichkeit

Die Modellbetrachtung zeigt am Beispiel einer elektrischen Großwärmepumpe mit tiefengeothermischer Wärmequelle exemplarisch für alle Arten von Wärmepumpen (Groß-, Haus-, Luft- und Erdwärmepumpen u.a.) die Charakteristik dieser Wärmeerzeuger auf. Bei Einsatz von 100 % Regenerativstrom liefern sie 100 % erneuerbare Wärme. Ihre Wärmegestehungskosten hängen stark vom Strombezugspreis ab. Wichtig ist aber auch die Wärmequelle, deren jeweilige Art und Eigenschaften unabdingbar mit betrachtet werden müssen.

Investition

Dublettenbohrung, oberirdische Anlagen,	
Wärmepumpe (8,1 – 8,7 MW _{th})	17,25 Mio. €
großer Tagesspeicher	4,00 Mio. €
Zusatzkosten (5% vom Invest)	rd. 1,05 Mio. €
Gesamtinvest ohne Förderung	22,30 Mio. €

Wärmeertrag (vor Wärmenetz)	38,1 GWh/a
Strombezug	12,7 GWh/a

Wärmepreis aus Investition (25 Jahre, Zins 1,85 %)	2,95 ct/kWh
Strombezugskosten bezogen auf Wärmeertrag (Strompreis 10 Ct/kWh)	3,35 ct/kWh

Wärmepreis aus Investition plus Strombezug	6,3 ct/kWh
weitere jährliche Betriebs- und sonstige Kosten	0,8 – 1,0 ct/kWh

Vollkosten Großwärmepumpe mit Geothermie (vor Wärmenetz, ohne Förderung)	7,1 – 7,3 ct/kWh
---	-------------------------

Wirtschaftliche Betrachtung

Die wirtschaftliche Betrachtung lehnt sich an eine Beispielkalkulation an, die Viessmann für den neu errichteten Solarteil des Energiedorfs Mengsberg durchgeführt hat. Im Unterschied zur genannten Beispielkalkulation berücksichtigen wir allerdings keine Förderung, damit die beiden Modellbetrachtungen untereinander vergleichbar sind.

Über Kosten und Wirtschaftlichkeit informieren die beiden Kastentexte. Dabei ist zu berücksichtigen, dass für Dronninglund eine Kollektorfläche von nur 22.000 Quadratmeter angenommen wird, weil dann der vorhandene Saisonalpeicher für eine 100-

prozentige Versorgung ausreichen würde.

Wenn man die Vollkosten vergleicht, dann werden die Unterschiede deutlich. Die Vollkosten der Wärmepumpe mit Geothermie sind deutlich größer als die Vollkosten der Solarthermie in Dänemark, bewegen sich aber in Höhe der Vollkosten der Solarthermie in Deutschland, wenn man dort pauschal 50 % aufschlägt. Dies sollte man vorsichtshalber mindestens tun, weil vor allem mit der Errichtung großer Erdbeckenspeicher in Deutschland noch nicht so viel Erfahrungen vorliegen wie in Dänemark. Außerdem können die örtlichen Voraussetzungen für den Speicher nicht als überall so günstig angenommen werden wie sie

in Dronninglund gegeben waren. Das gilt in geringerem Umfang auch für das Solarkollektorfeld. Dazu kommt, dass Planungs- und Genehmigungsverfahren hierzulande aufwendiger sind und auch das Preisniveau insbesondere der Baukosten generell höher liegt.

In beiden Beispielen handelt es sich um die Berechnung der Wärmegestehungskosten unter der Voraussetzung, dass das Wärmenetz bereits vorhanden ist. Wenn es erst verlegt werden muss, dann ist ein zusätzlicher Kostenbeitrag von etwa 2,0 bis 2,5 Cent pro Kilowattstunde zu berücksichtigen. Erst dann hätte man die Vollkosten am Ort des Abnehmers ermittelt, und erst dann wären sie

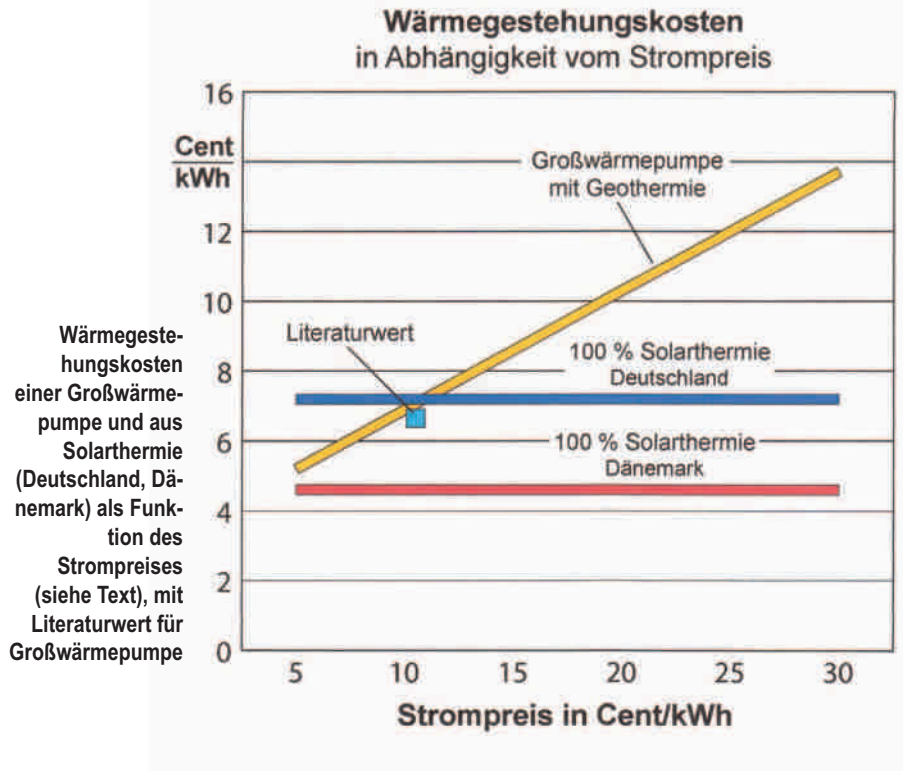
mit den Wärmegestehungskosten aus lokaler Erzeugung (zum Beispiel Haus-Wärmepumpen) vergleichbar.

Diskussion und Bewertung

Mit den für Dänemark ermittelten Vollkosten in Höhe von 4,6 bis 4,8 Cent pro Kilowattstunde ist eine zu 100 % solarthermische Ortswärmeversorgung wettbewerbsfähig, falls der Speicher groß genug ist. Die Wärmepreise eines Standardhauses in Dronninglund betragen rund 6,6 Cent pro Kilowattstunde Arbeitspreis plus 2,55 € pro Quadratmeter Wohnfläche Festpreis.

In Deutschland sind die Voraussetzungen angesichts der zu erwartenden Vollkosten in Höhe von mindestens 7 Cent pro Kilowattstunde ungünstiger. Weil im Raumwärmebereich die Erdgasheizung dominiert, die Wärme für 4 Cent pro Kilowattstunde bereitstellt, wäre die solarthermische Nahwärme-Vollversorgung unwirtschaftlich. Eine Förderung von etwa 50 % der Investitionskosten würde die Solarthermie wirtschaftlich attraktiver machen. Unter günstigen Randbedingungen könnte man so ein 100 % Solarthermie-Projekt auch in Deutschland kurzfristig realisieren. Auch durch eine politisch erwünschte Verteuerung der Gaspreise (zum Beispiel durch eine Kohlendioxid-Steuer) würde sich die Wettbewerbsfähigkeit der Solarthermie verbessern.

Die Wärmegestehungskosten in Abhängigkeit vom Strompreis zeigt Abb. 3. Der Strombezug für Hilfsaggregate, vor allem für Pumpen, wurde im Falle der Solarthermie vernachlässigt, denn dieser Strom wird in dänischen Anlagen oft intern durch kleinere Photovoltaik-Anlagen erzeugt. Unter dieser Voraussetzung ist die Abhängigkeit der solarthermischen Wärmegestehungskosten vom Strompreis gleich null.



Die Wärmepumpen haben den Nachteil, dass sie relativ viel Strom benötigen. Ab einem gewissen Strompreis überschreiten die Stromkosten die Investitionen, und die Wärmekosten hängen dann im wesentlichen nur noch vom Strompreis und der Arbeitszeit der Wärmepumpe ab.

Wie sich der Strompreis in Zukunft entwickeln wird, ist noch nicht absehbar. Angesichts der Haushaltsstrompreise von 25 bis 30 Cent pro Kilowattstunde, die in Deutschland verlangt werden, ist es klar, dass die Wärmepumpentechnik nicht wettbewerbsfähig wäre. Außerdem muss die Wärmepumpe natürlich mit regenerativstrom betrieben werden, um zu 100 % erneuerbare Wärme zu liefern.

Während die Sonne im wesentlichen kalkulierbar und kostenlos auf die Solarthermiekollektoren strahlt, benötigt die Wärmepumpentechnik über den preisgünstigen Strombezug hinaus grundsätzlich eine Wärmequelle, deren Kosten sehr unterschiedlich sein können, je nachdem, wie tief man bohren muss, um warmes Wasser

fördern zu können.

Zum Schluss stellt sich noch die Frage der Akzeptanz. Die Wärmepumpe ist auf Strom angewiesen, also insbesondere auf den Ausbau der Windenergie. Die Solarthermie erfordert eher lokale Akzeptanz und entkoppelt die "Wärmewelt" von der "Stromwelt". Solarthermie und Wärmepumpe sind nicht als Gegensätze zu betrachten, sondern beide werden im Energiesystem der Zukunft ihre Rolle spielen.

Claus Beneking
Detlef Koenemann

Quellenverzeichnis:

- [1] Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität – RESCUE-Studie, K. Purr et al., Umweltbundesamt, November 2019
- [2] Hochtemperaturwärmepumpen im Kontext geothermischer Wärmeversorgung, J. Schäfer et al., Berliner Energietage 2019

Dieser Artikel ist die Zusammenfassung eines wesentlich längeren Fachbeitrages, der mit allen Quellenangaben auf der Homepage des Solarthermie-Jahrbuchs verfügbar ist (www.solarthermie-jahrbuch.de).

Solarpioniere als Gewinner in Zeiten des Klimawandels



Das Jahr 2018 war für Deutschland das wärmste und sonnenreichste seit 1881, dem Beginn systematischer Wetteraufzeichnungen. Für Investoren, die zuvor auf Solarenergie gesetzt hatten, hat es sich gelohnt, denn sie konnten sich über eine außergewöhnlichen Dividende freuen.

Dieser Gewinn lässt sich am Beispiel der bislang größten thermischen Solaranlage Deutschlands nachweisen. Die Anlage ging im August 2016 in Senftenberg auf einer ehemaligen Deponie nach etwa fünfmonatiger Bauzeit in Betrieb und unterstützt seitdem mit 8.300 Quadratmeter Vakuumröh-

renkollektoren ein städtisches Fernwärmenetz. Im Rekordjahr 2018 lieferte sie ein Viertel mehr Fernwärme als durchschnittlich erwartet wird und ein Drittel mehr, als dem Energieversorger von den Erbauern der Anlage garantiert wurde. Doch dieser Mehrgewinn übersteigt die Abwei-

chung der Jahreseinstrahlung vom Mittelwert bei weitem. Ist das noch plausibel?

Am 15. August 2016 wurde die Solaranlage in Betrieb genommen. Vom 16. bis 18. August wurden unter Aufsicht eines Sicherheitsbeauftragten thermische Stagnationen bei wech-



Das Kollektorfeld in Senftenberg besteht aus Vakuumröhrenkollektoren mit einer Gesamtfläche von 8.300 m².

FOTOS (2): STADTWERKE SENFTENBERG

selhaftem Wetter und bei voller Einstrahlung von etwa 1000 Watt pro Quadratmeter getestet. In den ersten drei Betriebsjahren speiste die Anlage insgesamt 13,2 Gigawattstunden in das Fernwärmenetz. Die Einspeisung der Solarwärme erfolgt wie im Heizwerk in den Vorlauf mit jahres-

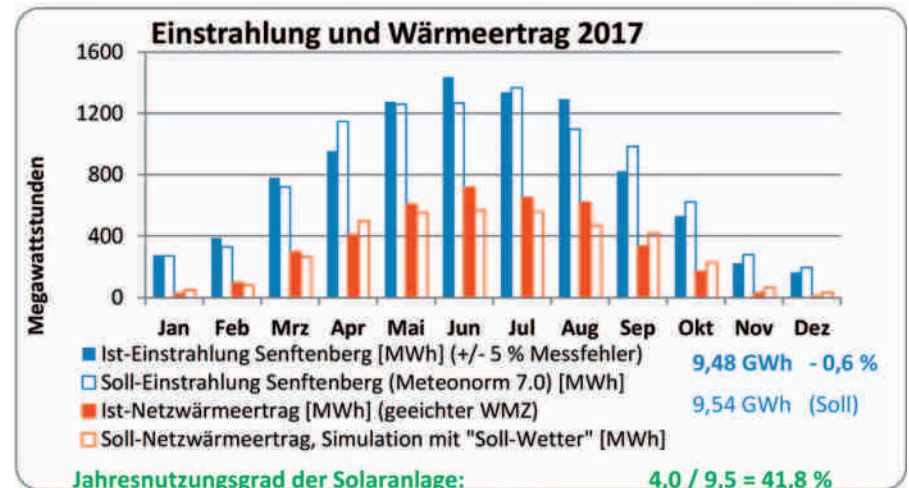


Abb. 1: Ist-Soll-Vergleich Einstrahlung und Erträge 2017

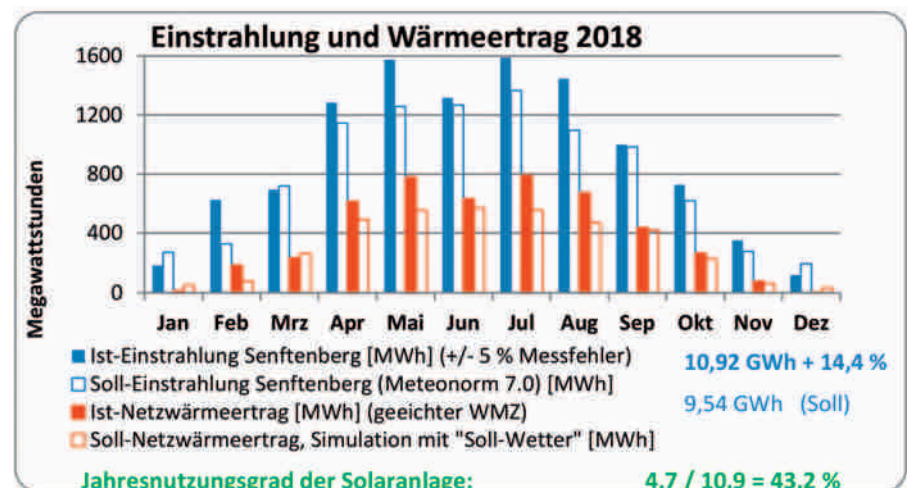


Abb. 2: Ist-Soll-Vergleich Einstrahlung und Erträge 2018

zeitlich gleitenden Kollektortemperaturen zwischen 90 und 105 °C. Nur bei sehr schwacher Einstrahlung, vor allem morgens beim Anfahren und abends zur „Resternte“, schaltet die Solaranlage auf Rücklauftemperaturenanhebung um, was übers Jahr weniger als 5 Prozent ausmacht.

Wärmegewinne erheblich höher als erwartet

Im Folgenden werden die beiden Kalenderjahre 2017 und 2018 ausgewertet (Abb. 1 und 2). 2017 brachte 0,6 Prozent weniger Einstrahlung als im Durchschnitt erwartet wurde, wobei die monatlichen Ist-Soll-Differenzen

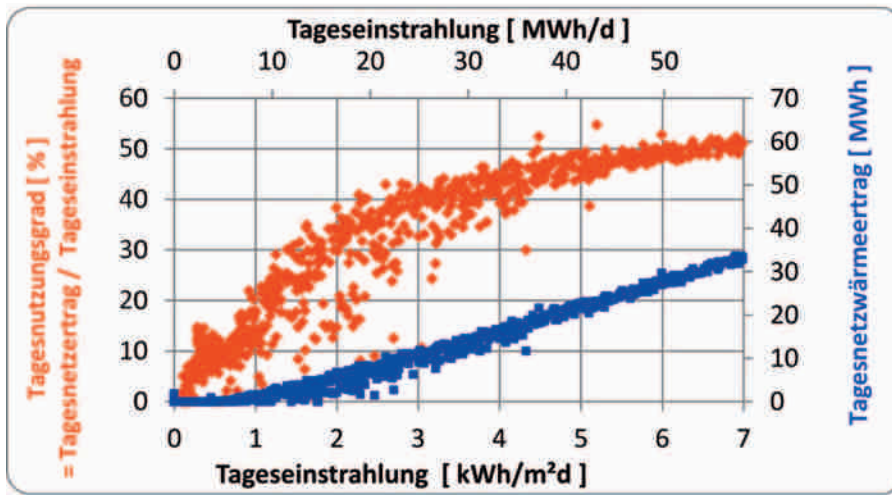


Abb. 3: Tagesnutzungsgrad (rot) und Tagesnetzertrag (blau) in Abhängigkeit von der täglichen Einstrahlung (Auswertung der ersten 865 Betriebstage)

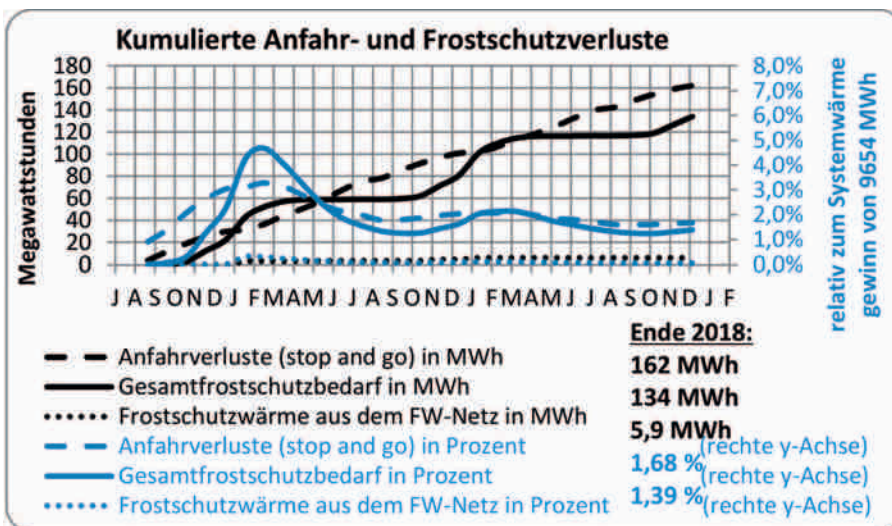


Abb. 4: Frostschutz- und Anfahrverluste

eine große Bandbreite zeigten, sie reichten von -17 Prozent (April) bis +18 Prozent (August). Dank konservativer Planung wurde der Wärmegewinn ins Netz mit knapp 4 Gigawattstunden um ca. 4 Prozent überschritten. Von der gesamten Einstrahlung auf die Bruttofläche des Kollektorfelds kamen 41,8 Prozent dem Wärmenetz zugute. Dagegen war 2018 mit 14,4 Prozent Einstrahlung über dem Durchschnitt spektakulär, ebenso mit monatlichen Ist-Soll-Differenzen von +89,3 Prozent (Februar) bis -38,7 Prozent (Dezember).

Sieben Monate waren weit über Soll, nur der März, der Juni und der September waren halbwegs normal. Der Wärmegewinn ins Netz wurde mit 4,72 Gigawattstunden um etwa 24 Prozent überschritten. Von der gesamten Einstrahlung auf die Bruttofläche des Kollektorfelds kamen 43,2 Prozent dem Wärmenetz zugute – ein noch höherer Jahresnutzungsgrad als 2017, weil der Mehrertrag überwiegend an Sommertagen mit höheren Tagesnutzungsgraden erwirtschaftet wurde.

Abb. 3 zeigt für die ersten 865 Betriebstage die Tagesnutzungsgrade (rote Punkte und linke y-Achse) als

		Einstrahlung GWh			Fernwärme-Einspeisung GWh			Garantie GWh	
Zeitraum		Ist	Soll	Δ	Ist	Soll	Δ	Ist	Δ
1. Jahr	01.01. bis 31.12.2017	9,48	9,54	-0,6 %	3,96	3,80	+4,2 %	3,42	+15,8 %
2. Jahr	01.01. bis 31.12.2018	10,92	9,54	+14,4 %	4,72	3,80	+24,1 %	3,42	+37,9 %
2 Jahre		20,40	19,09	+6,9 %	8,68	7,60	+14,2 %	6,84	+26,9 %

Tabelle 1: Betriebsergebnisse der ersten beiden Kalenderjahre

Funktion der Tageseinstrahlung und die entsprechenden Tagesnetzerträge (blaue Punkte und rechte y-Achse). Der Ertrag stellt sich proportional zur Einstrahlung ein, der Tagesnutzungsgrad nimmt hingegen bei kurzen Tagen und schlechtem Wetter überproportional ab. Der Break-even-Point, ab dem die Anlage überhaupt etwas bringt, liegt dank der hohen Kollektoreffizienz bei nur etwa 1 Kilowattstunde pro Quadratmeter Tageseinstrahlung. Um täglich mindestens 10 Megawattstunden ins Netz einspeisen zu können, was im Mittel von der Anlage erwartet wird, sind Tageseinstrahlungen von mindestens 3 Kilowattstunden pro Quadratmeter notwendig.

Die mit stets über 42 Prozent hohen Jahresnutzungsgrade sind ebenfalls Ausdruck einer hohen Kollektorflächeneffizienz, welche aktuelle Photovoltaik-Anlagen um den Faktor 3 übertrifft. Auch im Vergleich mit einer Flachkollektor-Anlage schneidet die Senftenberger Vakuumröhrenkollektoren-Anlage sehr gut ab. Die Jahresnutzungsgrade sind um den Faktor 1,5 bis 2 besser, wenn man die Senftenberger Netztemperaturen zugrunde legt. Außerdem hat sich gezeigt,

dass vor allem die Tage mit einer Einstrahlung über 2,5 Kilowattstunden pro Quadratmeter für den Solarertrag maßgebend sind.

Geringer Frostschutzbedarf

Der Wärmebedarf für den Frostschutz (Abb. 4) wird, wie auch die Anfahrverluste, immer mit gemessen und spielt offensichtlich so gut wie keine Rolle. Der Frostschutzbedarf von etwa 1,3 Prozent des Netzwärmeertrags entsteht jährlich von Oktober bis April. Davon wurden bisher erst 5,9 Megawattstunden, also nur 0,06 Prozent des Netzwärmeertrags, wieder aus dem Fernwärmenetz geholt. Zu über 99,94 Prozent genügte dazu in Senftenberg die ungenutzte Restwärme, die bei Vakuumkollektoren auch bei wenig Strahlung noch übrig bleibt.

Die Anfahrverluste bestehen aus der erforderlichen Wärme zum Aufwärmen der Anlage, vor allem am Morgen, sowie aus den Verlusten nach dem Abschalten, also vor allem nachts. Sie verteilten sich übers Jahr fast gleichmäßig. Dabei gleicht es sich aus, dass sie an Wintertagen natürlich viel höher sind, die Anlage dafür

dann aber seltener startet. Insgesamt sind die Anfahrverluste umso geringer, je geringer die Speicherkapazität des Kollektorfeldes ist, weshalb dabei flinke Vakuumkollektoren mit Wasser als Wärmeträger besonders gut abschneiden, weil Wasser mit den geringsten Rohrquerschnitten und damit insgesamt mit dem geringsten Kollektorfeld-Wärmeträgerinhalt auskommt. Die Theorie und eine weltweite rund 40-jährige Solarthermiepraxis zeigten bisher, dass nur Hochleistungskollektoren dank ihrer Vakuumdämmung auch bei Wintern wie in Mitteleuropa einen ganzjährigen Betrieb mit Wasser sinnvoll ermöglichen.

Garantierte Werte deutlich übertroffen

Die Tabellen 1 und 2 fassen die bisherigen Ergebnisse zusammen. Die erste Tabelle nach Kalenderjahren und die zweite nach Betriebsjahren. Für 90 Prozent der erwarteten ins Netz zu speisenden Solarwärme bekamen die Stadtwerke Senftenberg eine pönalisierte Garantie als Grundlage einer seriösen garantierten Wirtschaftlichkeit, denn die Solaranlage entstand als unternehmerische Pio-

Die ersten drei Betriebsjahre	19.08.2016 bis 18.08.2019
Solarvorlauftemperaturen	90 °C im Sommer, bis 105 °C im Winter
Solarrücklauftemperaturen	75 °C im Sommer, bis 66 °C im Winter
mittlere Kollektortemperatur	> 80 °C
erwartete Einstrahlung	28,6 GWh
gemessene Einstrahlung	30,3 GWh (+ 5,9 %)
erwartete Netzeinspeisung	11,4 GWh
gemessene Netzeinspeisung	13,2 GWh (+ 15,8 %)
garantierte Netzeinspeisung	10,3 GWh
CO ₂ -Vermeidung in 25 Jahren	32.500 t
Wärmepreis mit MAP-Förderung (25 Jahre)	etwa 25 €/MWh (Stand 2019)

Tabelle 2: Betriebsergebnisse der ersten drei Betriebsjahre



Kollektorfeld und Wärmeübergabestation (WÜST)

nierleistung ohne Forschungsmittel unter Inanspruchnahme des KfW-Programms Erneuerbare Energien (271).

Da die gemessenen Erträge die erwarteten bisher um 15 Prozent übertrafen, wurden die garantierten Werte bisher um 28 Prozent übertroffen. Ein Überschuss an Einstrahlung schlägt sich offenbar in einem prozentual viel höheren Überschuss an Gewinn nieder, weil sich die anlagenspezifischen Wärmeverluste, insbesondere die täglichen Anfahrverluste, bei mehr oder weniger Einstrahlung kaum ändern, denn vor allem verlängern sich bei mehr Sonnenschein die Betriebsstunden mit überdurchschnittlichem Nutzungsgrad. Dann wird „überschüssiger“ Kollektorsertrag weitgehend, d. h. bis auf Wärmeverluste, die nicht den Anfahrverlusten zuzuordnen sind, in

Systemertrag überführt.

Von dieser Verstärkung profitieren thermische Kollektoren absolut umso mehr, je größer ihr Kollektorsertrag überhaupt ist. Der Mehrsystemertrag pro Mehreinstrahlung wächst überproportional. Etwas salopp ausgedrückt werden dabei Klimaschwankungen bzw. „der Klimawandel“ vorteilhaft verstärkt. Andererseits fällt in einem unterdurchschnittlichen Jahr der Systemertrag ebenfalls prozentual noch schwächer aus als die Einstrahlung. Da sich in Mittel- und Nordeuropa (mit wechselhaftem Wetter und im Weltmaßstab eher wenigen Sonnenstunden) Minderungen der Jahreseinstrahlung rasch negativ auf die Anfahrverluste auswirken, ist die Verstärkung in dieser Richtung jedoch schwächer. Allgemeiner ausgedrückt nimmt der „Klimawandel-Verstärkungseffekt“ mit zunehmend strah-

lungsreicherem Wetter und mit der Effizienz von Kollektoren zu.

Zertifikatehandel würde Kosten senken

Solarthermie zur Fernwärmeunterstützung ist ein zunehmend aktuelles Thema für viele Netzbetreiber, seit KWK-Strom aufgrund der anwachsenden Anteile des Photovoltaikstroms im Sommer immer unrentabler wird. Vor allem aber ist Sonnenwärme im Wärmesektor diejenige Energie, die am deutlichsten und am nachhaltigsten zur Kohlendioxid-Einsparung beitragen kann. Wenn man nur mit 300 Gramm Kohlendioxid pro Kilowattstunde rechnet, sparte die Anlage Senftenberg bisher ca. 4.000 Tonnen Kohlendioxid ein. Könnte eine solche Kohlendioxid-freie Energiequelle am Emissionszertifikatehandel teilnehmen, dann würde sich



Markt solarthermischer Unterstützungen deutscher Fernwärmeversorgungen mit hohen Vor- und Rücklauftemperaturen zu wettbewerbsfähigen Wärmepreisen reif ist. Wo sich der Klimawandel in mehr Sonnenscheindauer niederschlägt, werden davon Solarthermieanlagen überproportional profitieren. Von allen erneuerbaren Optionen ist die Hochleistungs-Solarthermie eine der naheliegendsten, ausgereiftesten und umweltschonendsten. Dürfte sie als gleichberechtigter Wärmeerzeuger am Kohlendioxid-Zertifikatehandel teilnehmen, wäre sie sehr bald unabhängig von Subventionen.

Das Vorbild Senftenberg sowie ähnliche, aber kleinere Solaranlagen für Bioenergie-Solardörfer motivierte bereits einige Nachahmer. Seit der öffentlichen Bekanntmachung des Baus dieser Anlage entstanden einige weitere Projekte mit dieser Technologie u. a. in den Städten Jena, Berlin, Dresden, Ulm, Erfurt und Potsdam sowie im ländlichen Raum im fränkischen Hallerndorf, in den Gemeinden Neuerkirch und Külz sowie in Ellern im Hunsrück, in Randegg nahe dem Bodensee, im schleswig-holsteinischen Breklum, in Gimbleweiler und Kempen.

Rolf Meißner

die Wirtschaftlichkeit von Solarwärme enorm verbessern. Bei 25 € pro Tonne Kohlendioxid, dem ungefähren Marktpreis 2019, wäre die Auswirkung einer „Kohlendioxid-Gutschrift“ in Senftenberg in der Lebenszeit der Anlage von 25 Jahren bereits äquivalent zu weit mehr als der Hälfte der aktuellen MAP-Förderung einer solchen Anlage. Wüchse der Kohlendioxid-Preis nur erst einmal auf 50 € pro Tonne Kohlendioxid, dann könnte man die MAP-Förderung solcher Anlagen sofort einstellen und nebenbei wäre der Marktanzreiz unendlich viel einfacher, transparenter und gerechter als alle Förderungen zuvor. Der wachsende Kohlendioxid-Preis bewirkt bereits, dass sich Energieversorger zunehmend nach Solarthermie erkundigen.

Die Ergebnisse von Senftenberg beweisen, dass die Technik für den

Literatur

- [1] Detlef Moschke, Rolf Meißner: <https://www.ritter-xl-solar.de/wp-content/uploads/2018/04/Senftenberg-Ergebnisse-des-ersten-Betriebsjahres-04-2018.pdf>
- [2] Rolf Meißner: https://www.ritter-xl-solar.de/wp-content/uploads/2018/01/Thermische-Solaranlagen-Waerменetze_Teil1_SH T5SOLAR.pdf
<https://www.ritter-xl-solar.de/wp-content/uploads/2018/01/Thermische-Solaranlagen-fuer-Waerменetze-Teil2.pdf>
<https://www.ritter-xl-solar.de/wp-content/uploads/2018/01/Thermische-Solaranlagen-fuer-Waerменetze-Teil-3.pdf>
- [3] <https://blog.paradigma.de/deutschlandkarte-mit-solarthermie-grossanlagen-made-by-ritter/>

ENERGIE SPAR MESSE WELS

WEßBILD



UNSERE ZUKUNFT BAUST DU

MI. 04.03.,
SHK-Fachtag

DO. 05.03.,
Bau & SHK-Fachtag





Platz für die Sonne finden

Die Kollektoren für das solare Fernwärmenetz in Ludwigsburg stehen in der Nähe des Wasserturms am Römerhügel. Bis sie montiert werden konnten, hatten die Projektbeteiligten einige Anforderungen an den Artenschutz zu erfüllen. FOTO: STADTWERKE LUDWIGSBURG-KORNWESTHEIM

Der Flächendruck macht Solarthermie-Projekten zu schaffen. Die Suche nach geeigneten Standorten und ihre Genehmigung erfordern von den Projektierern oft Ausdauer und Ideenreichtum.

Eidechsen vergrämen. Das war eine der Aufgaben, bevor der Bau Deutschlands größter Solarthermieanlage in Ludwigsburg-Kornwestheim starten konnte. Um den kleinen Reptilien einen neuen Lebensraum in der Nähe ihres Lebensraums am Römerhügel zu schaffen, hatten die Stadtwerke Steinhügel aufschichten lassen. Denn da, wo die Tiere lebten, sollten die Sonnenkollektoren stehen. Die Fläche wurde eingeebnet und die Projektverantwortlichen mussten hoffen, dass die Eidechsen sich in ihr neu geschaffenes Habitat vergrämen.

Gebaut ist schneller als geplant

Nicht vergrämen wollten die Stadtwerke dagegen die Anwohner an ihrem Holzheizkraftwerk. Dort entstand im Zuge der Solarisierung des

städtischen Fernwärmenetzes ein 20 Meter hoher Wärmespeicher mit einem Durchmesser von 14 Metern. Nicht jedem Nachbarn hatte die Aussicht gefallen, solch einen Bau zum Anblick zu bekommen und befürchtet, das Wohneigentum würde an Wert verlieren. Die Montagearbeiten am Speicher sind abgeschlossen. Nachdem er fertig errichtet war, musste der 20.000 Liter fassende Behälter begrünt und das Gelände um ihn teilweise aufgeschüttet werden, um die Anmutung einer Industrieanlage zu kaschieren. Das hatten die Stadtwerke mit den Anwohnern vereinbart.

Der Umgang mit Anwohnerprotesten gehört wie das Erfüllen von Artenschutzrichtlinien und das Einhalten von bau-, planungs- und landschaftsschutzrechtlichen Anforderungen zu

den vielfältigen Aufgaben, die Projektierer einer Solarthermie-Freiflächenanlage zu erfüllen haben. Wenn sie denn überhaupt einen Standort für die Kollektoren im Freien finden.

Die Stadtwerke Ludwigsburg-Kornwestheim haben das Kunststück geschafft, benachbarte Flächen in zwei verschiedenen Gemarkungen, in Ludwigsburg und Kornwestheim, mit unterschiedlichen baurechtlichen Voraussetzungen zusammenzuführen. Dabei beriefen sie sich unter anderem auf Paragraph 35 im Baugesetzbuch, der Ausnahmen im Außenbereich definiert. Demnach können Anlagen zur Wärmeversorgung privilegiert werden. Die Auslegung des Paragraphen ist allerdings umstritten.

Jörg Dürr-Pucher von Solarcomplex hat seine Erfahrungen bei der Flächensuche schon gemacht. Bei dem



In Liggeringen musste die Solarthermieanlage aus Landschaftsschutzgründen hinter einer Hecke versteckt installiert werden.

FOTOS: STADTWERKE RADOLZZELL

Unternehmen handelt es sich um eine Bürgerenergiegesellschaft, die bereits mehrere mit Sonne und Bioenergie versorgte Dorfwärmenetze am Bodensee errichtet hat, unter anderem in Randegg. Dort wie in Liggeringen lief die Suche nach geeigneten Standorten nicht problemlos ab und hat zwei Jahren gedauert. Flächen am Ortsrand sind wegen der Ausweisung als Gewerbe- oder Wohngebiete rar und teuer.

Liggeringen liegt zudem inmitten eines Landschaftsschutzgebiets. Die Fläche am Rand der Kommune konnte erst nach langen Verhandlungen mit übergeordneten Planungsbehörden aus dem Landschaftsschutzgebiet herausgenommen werden. Die Stadtwerke Radolfzell hatten insgesamt 20 Standorte geprüft. Das Problem: Technische und wirtschaftliche Be-

dingungen widersprachen teilweise raumplanerischen Vorgaben aufgrund der umwelt- und landschaftsfachlichen Bedingungen des Standorts. Ein Bauungsplanverfahren hat schließlich die Rechtsgrundlage für den Bau der Solarthermieanlage geschaffen.

Sonnenkollektoren hinter Hecken verstecken

Darüber hinaus strengte der Energieversorger ein Landschaftsschutzgebiet-Änderungsverfahren an. Daraufhin ließ sich die für die Solarthermie genutzte Fläche durch neue Landschaftsschutzgebietsflächen kompensieren. Die Projektbeteiligten mussten intensiv mit staatlichen Stellen diskutieren. Trotzdem ließ sich nicht verhindern, die Solarthermieanlage wegen behördlicher Auflagen hinter einer Hecke zu verstecken.

Die Behauptung, dass Solarkollektoren das Landschaftsbild verschandeln, kann Dürr-Pucher nicht nachvollziehen. Ökologisch würde das Kollektorfeld eine Aufwertung der Fläche bedeuten, die vorher als Maisacker genutzt worden sei. Aufgrund solcher Erfahrungen fordert er, die planerischen Rahmenbedingungen für Solarthermie im Außenbereich zu verbessern.

Behörden bieten Unterstützung an

Er findet Gehör. Beim Forum Solare Wärmenetze präsentierte Peter Seifert vom Reionalverband Neckar-Alb im vergangenen Jahr einen Vorschlag, wie Projektierer bei der Planung einer Solarthermieanlage im Außenbereich vorgehen sollten, um Anforderungen und mögliche Hindernisse vorab berücksichtigen zu können. Sein Plädoyer: „Kontaktieren Sie frühzeitig, bevor Sie auf die Kommunen zugehen, die Raumordnungs- und Fachbehörden. Die können frühzeitig mögliche Probleme bei potentiellen Eignungsflächen zum Beispiel mit dem Wasser- oder Naturschutz abklären.“

Als Hilfe hat das baden-württembergische Umweltministerium einen Handlungsleitfaden für Freiflächen-solaranlagen erstellt. Er beschreibt das Planungsrecht, stellt Formen der Bürgerbeteiligung und beispielhafte Projekte vor und diskutiert die Einbindung von Solarprojekten ins ökologische Gesamtkonzept. Der Leitfaden soll nicht nur Projektierer unterstützen, sondern auch das teilweise schlechte Image von Freiflächenanlagen bei Behörden und Kommunen verbessern. Eidechsen werden zwar auch in Zukunft vergrämt werden müssen. Doch die Projektierer wissen es dann rechtzeitig. **Joachim Berner**

Ausgezeichnete Solarthermie



Von konventioneller Wärmeversorgung verabschiedet hat sich die Gemeinde Moosach. Ein mit Holz und Sonne befeuertes Nahwärmenetz versorgt nun einen großen Teil der Haushalte. Die eigene Ölheizung im Keller wird dadurch überflüssig. Für vorbildlichen Klimaschutz hat der Landkreis Ebersberg das Projekt mit seinem Energiepreis prämiert.

Fossilen Brennstoffen, dem damit einhergehenden hohen Treibhausgasausstoß sowie der Abhängigkeit von Gas- und Ölimporten den Rücken gekehrt hat Moosach. Seit Ende 2018 fließt in der Gemeinde im oberbayerischen Landkreis Ebersberg erneuerbare Wärme, um 70 Haushalte umweltfreundlich zu versorgen. „Die Kombination aus Sonne und Holz macht schon heute eine zu 100 Prozent erneuerbare Wärmeversorgung möglich – und das zu jeder Jahreszeit“, erklärt Thilo Jungkuntz, Geschäftsbereichsleiter Dezentrale Energieversorgung der Naturstrom AG.

Der Energieversorger treibt an zwölf deutschen Standorten gemeinsam mit Kommunen, Genossenschaf-

ten und engagierten Bürgerinnen und Bürgern die Energiewende voran. In Moosach hat er sein drittes Nahwärmeprojekt mit einer Genossenschaft realisiert. Dafür wurden Energieversorger und Gemeinde vom Landkreis Ebersberg mit dem Energiepreis 2019 ausgezeichnet. Damit die Wertschöpfung vor Ort bleibt, hat Naturstrom seinen Teil des Preisgeldes an den Moosacher Kindergarten gespendet.

Konzept nutzt regionale Rohstoffe

Moosach hat sich zum Ziel gesetzt, ab 2030 unabhängig von fossilen Energieträgern zu sein. Vor zwei Jahren hat die Gemeinde deshalb ge-

meinsam mit dem Ökoenergie-Pionierunternehmen eine moderne, umweltfreundliche Nahwärmeversorgung errichtet. Eine 1.067 Quadratmeter große Solarthermie-Freiflächenanlage – die erste in Oberbayern – und drei Biomassekessel mit 390 und zweimal 530 Kilowatt Leistung speisen ein 4,4 Kilometer langes Leitungsnetz mit erneuerbarer Wärme – und lösen so viele alte Ölheizungen in der Gemeinde ab.

Durch Rahmenverträge mit lokalen Lieferanten stellt die Betreibergesellschaft sicher, dass die als Brennstoff verwendeten Holzhackschnitzel aus einer Entfernung von maximal 40 Kilometern kommen. An sonnigen Tagen leistet die Freiflächen-Solarther-



In Moosach liefern Holzhackschnitzel und Solarthermie die Wärme für 70 private und kommunale Anschlussnehmer eines Wärmenetzes.

FOTO: NATURSTROM

mieanlage mit 750 Kilowatt Leistung einen wichtigen Beitrag zur Wärmeversorgung und reduziert den Einsatz von Holz. Zwischengespeichert wird die erneuerbar erzeugte Wärme in einem 100 Kubikmeter großen Pufferspeicher. Das Nahwärmenetz in Moosach spart jährlich 840 Tonnen Kohlendioxid.

Gemeinsam für den Klimaschutz

„Besonders im kommunalen Bereich müssen wir das Thema erneuerbare Energien noch mehr in den Mittelpunkt stellen. Mit dem ökologischen Nahwärmenetz in Moosach kommen wir diesem Ziel näher“, sagt Jungkunz. Mit der Einbindung von Kommunen

in die Projektumsetzung können Bürgerinnen und Bürger bei der Gestaltung der Energiewende aktiv werden.

Das Moosacher Wärmeprojekt zeigt exemplarisch, wie verschiedene Akteure die Energiewende gemeinschaftlich voranbringen können. Während Naturstrom die Heizzentrale sowie die Freiflächen-Solarthermieanlage errichtet hat und betreibt, liegt das Leitungsnetz in der Hand der Gemeinde Moosach. Die Genossenschaft Regenerative Energie Ebersberg fungiert als Servicepartner der Betreiber-gesellschaft und als regionaler Ansprechpartner für Wärmekundinnen und -kunden.

Ungewöhnliches ließen sich die Projektpartner auch für die äußere Gestaltung des Heizhauses einfallen. Sogenannte „Warming Stripes“ – eine Art Klima-Strichcode – stellen die Klimadaten Bayerns von 1880 bis 2018 dar. Blaue Linien stehen für niedrige Jahresdurchschnittstemperaturen, rote Linien zeigen höhere. Auf einen Blick macht die Energiezentrale damit deutlich, dass die Häufigkeit heißer Jahre stark zugenommen hat.

„Der Klima-Strichcode ist eine klare Aufforderung zu handeln, soll der globale Temperaturanstieg nicht noch weiter zunehmen“, sagt Jungkunz.

Netzanschluss statt Kesselerneuerung

Das Beispiel Moosach zeigt, dass es auch ohne staatliche Förderung und Vorgaben Sinn macht, ein solares Wärmenetz aufzubauen beziehungsweise sich an ein solches anzuschließen. Bauherren werden zum Beispiel bei der KfW in eine für sie günstigere Förderklasse eingestuft, wenn sie einen Nahwärmeanschluss und damit einen niedrigen Primärenergiefaktor nachweisen können. „Viele Menschen bauen heutzutage keine Keller mehr.

Waschmaschine und Trockner müssen dann mit der Heizung in einen Hauswirtschaftsraum. Mit einem Nahwärmeanschluss sparen sie sich viel Platz für die Heiztechnik“, nennt Ulrich Weidner, Leiter der technischen Betriebsführung bei Naturstrom, als weiteren Vorteil. Eine Wärmeleitung biete nicht nur einen gewissen Komfortgewinn, auch der Wert der Immobilie steige. Auf der anderen Seite würden Mieterinnen und Mieter immer mehr auf die Energieeffizienz des Gebäudes achten.

Klar sei aber, dass es noch viel Information braucht: „Man muss zuerst das Vertrauen der Menschen gewinnen.“ Naturstrom veranstaltete deshalb Bürgersprechstunden, in denen individuelle Fragen beantwortet werden. Beispielsweise werde häufig gefragt, ob es bei einem Nahwärmeanschluss gestattet sei, weiterhin seinen Kachelofen oder eine bereits installierte Solarthermieanlage zu betreiben. Viele Wärmenetzbetreiber schließen solche Energieerzeugungsarten aus. Naturstrom nicht. „Wenn jemand einen Kachelofen im Wohnzimmer stehen hat, ist das okay. Wenn jemand bereits eine Solarwärmanlage installiert hat, kann er sie weiterhin nutzen“, erklärt Weidner.

Oft hilft der Investitionsstau im Heizungskeller, sich für den Anschluss an ein Wärmenetz zu entscheiden. In Moosach hatten viele Abnehmer eine alte Ölheizung im Keller stehen. Größtenteils waren die Geräte älter als 18 Jahre. Die Besitzerinnen und Besitzer standen vor der Entscheidung, noch einmal viel Geld für eine neue auszugeben oder sich an die Nahwärme anzuschließen. Sie haben sich für den gemeinsamen Anschluss an die Sonne entschieden – und wurden dafür ausgezeichnet.

Joachim Berner



Abb. 1 zeigt ein Wärmenetz (rote Linie), ergänzt um die anderen Sektoren (Strom = grüne Linie) und gepaart mit intelligenter Verteilung, Speicherung und dem effizienten Einsatz von Energie. GRAFIK: BUDERUS DEUTSCHLAND

Intelligente Energienetze – Die Zukunft effizienter Energieversorgung

Intelligente Energienetze im Quartier koppeln die Sektoren Wärme, Strom und Mobilität. Der Beitrag stellt effiziente Formen der Wärmeversorgung in der „kalten“ Nahwärmeversorgung vor und zeigt ein praxisnahes Beispiel, das die Stadtwerke Kerpen, eine 100-prozentige Tochter der innogy SE, mit Produkten des Heizsystemanbieters Buderus umsetzen.

Die Energieerzeugung und -versorgung wird allgemein dezentraler, lokaler und grüner. Daher rücken Nahwärmekonzepte für neue Quartiere, aber auch Bestandsquartiere in den Fokus.

Immer dann, wenn mehrere Gebäude ökologisch zukunftsweisend versorgt werden sollen und man heute die zukünftig gesetzten Dekarbonisierungsvorgaben erfüllen, sowie das Gebäudeinvest über die nächsten 50 bis 80 Jahre nachhaltig sichern will, sollte eine (kalte) Nahwärme-

lösung, also ein Wärme-Quartier, in Betracht gezogen werden.

Die künftig noch ambitionierteren, von Bauträgern nachzuweisenden ökologischen Wärme- und Stromkennzahlen sind im Einzelgebäude nur schwer zu realisieren. Gleichzeitigkeitseffekte von mehreren Kunden, sowie Technologien wie Kraft-Wärme-Kopplung, Photovoltaik, Solarthermie, Wärmepumpen, Kältebereitstellung oder zentrale Batteriespeicher, die den klassischen Brennkessel ergänzen, eröffnen Nahwär-

mekonzepten wieder bessere Chancen. Aus Endkundensicht bringt es große Vorteile, weil er sich weder um Investment noch um Wartung/Erersatz sowie Brennstoffeinkauf kümmern muss. Außerdem sind technologische Verbesserungen einfacher umzusetzen als bei Einzelanlagen.

Nahwärmenetze bringen maximale Flexibilität im Strom- und Wärmesektor und sind vergleichbar mit einem „Schweizer Offiziersmesser, dem Multi-Tool schlechthin“, so Dr. Arndt Brauckmann (Senior Manager Inno-

vativeCustomer & District Solutions bei innogy SE).

Die Sektorenkopplung

Hier liegt ein wesentlicher Vorteil von intelligenten Energienetzen, bei denen im Quartier die Sektoren Wärme (Nahwärmenetz), Strom (Arealnetz mit Batteriespeicher) und Verkehr zusammenwachsen können. Der Stromsektor hat ein starkes Teil bereits zur Energiewende beigetragen, E-Mobilität soll dies für den Verkehr erreichen. Im Wohnsektor kann es nicht um noch mehr Dämmung und ähnliches gehen, da stößt man bereits heute an Grenzen. Die Chance von Nahwärmenetzen und damit Quartierslösungen ist eine intelligente Vernetzung von Energieerzeugung und -verbrauch. Das schaffen die Wärmenetze!

Arten der Wärmenetze

Im Quartier wird es künftig immer weniger eine klassische Erzeugung und eine Verteilung von Wärme auf

hohem Temperaturniveau geben. In der Vergangenheit wurde im Wesentlichen zwischen öl- und gasbasierten Kessellösungen unterschieden (System 6, Abb. 2).

Heute sind mehrere Möglichkeiten und insbesondere deren intelligente Kombination sinnvoll. Ziel muss es sein, aus und mit den jeweiligen Gegebenheiten ökologisch wie ökonomisch sinnvolle Systeme zu realisieren. Der „Klassiker“ mit hohen Netztemperaturen und somit verbundenen hohen Verlusten (bis zu 40 Prozent im Neubau und im Bestand darüber hinaus) wird dabei meist nicht die zu präferierende Lösung sein.

Die Systeme 1 bis 5 haben alle den gemeinsamen Ansatz, Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau zu verteilen, so dass beim Verbraucher eine Wärmepumpe oder ein elektrischer Nachheizler (nur System 5) benötigt wird. In diesen sogenannten „kalten“ Netzen sind die Wärmeverluste deutlich reduziert.

Quellnetze

Die Systeme 1 und 2 sind „Quellnetze“ im Wasser- oder Solebetrieb, auf die hier nicht im Detail eingegangen wird, sondern lediglich die Vor- und Nachteile dargestellt werden. Im Quellnetz wird zentral eine Quelle erfasst (Grundwasser, Sondenfeld, Erdregister) und die gewonnene Energie dann „kalt“ verteilt. Die Vorteile dieses Netztyps sind: Der einzelne Haushalt muss sich nicht selbst um die Erschließung der Wärmequelle kümmern, da die Erschließung zentral erledigt wird. Um eine Aussage über die Bohrkosten zu bekommen, die teilweise ein hohes Invest darstellen, arbeitet Buderus seit Jahren mit den „Erdbohrern“ zusammen.

Die Nachteile sind: Für die Wärmeversorgung werden bei diesem Netzmodell einfache Wasserrohre ohne jegliche Dämmung verbaut. Dies hilft Kosten der Erschließung zu verringern, da die Verlegung günstig ist. Allerdings kann ein solches Netz keine zusätzliche Umweltwärme aufnehmen

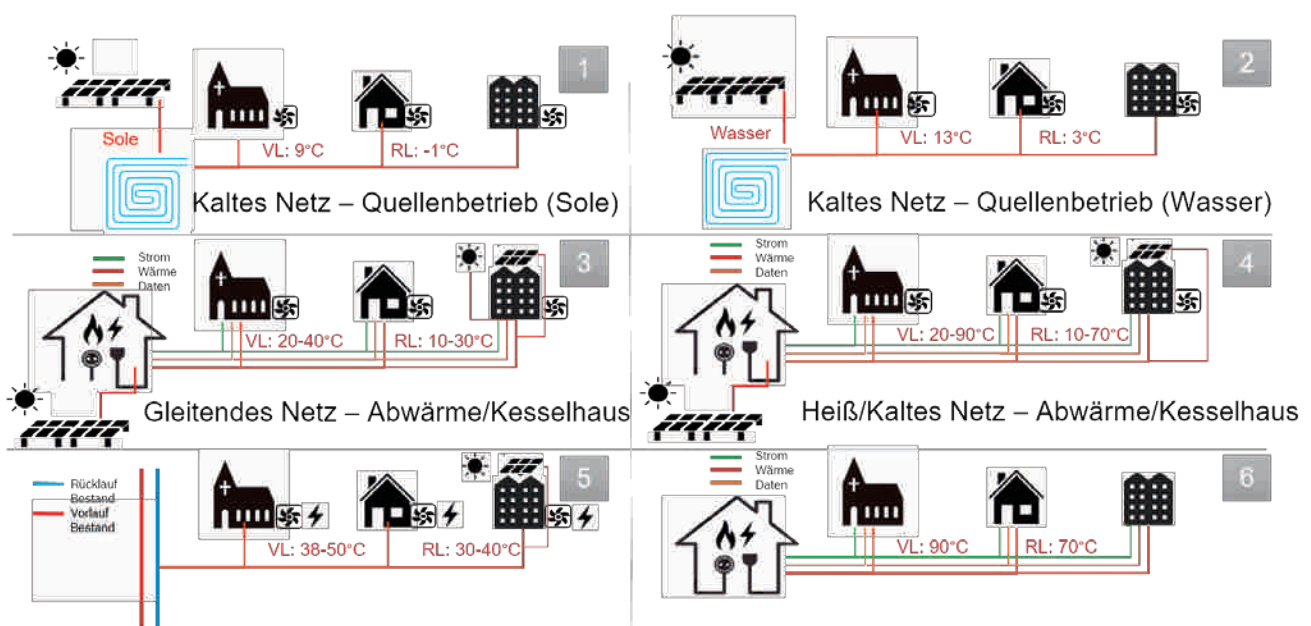


Abb. 2: Übersicht der Wärmenetze mit verschiedenen Temperaturniveaus. Die 3 Linien zeigen jeweils die Versorgung mit Wärme, Strom und Daten. GRAFIK: BUDERUS DEUTSCHLAND



Abb. 3: Kesselkaskade für das gleitenden Wärmenetz: In Kerpen unterstützt die innogy SE die örtlichen Stadtwerke bei der Entwicklung eines Nahwärmekonzeptes mit Spitzenlastkessel, BHKW, Puffer, dezentralen sowie dezentralen Wärmepumpen, Photovoltaik und Batteriespeicher.
 FOTO: BUDERUS DEUTSCHLAND

- wie beispielsweise die Solarthermie. Weiter sind hohe Energiedichten (Mehrfamilienhäuser, wärmeintensives Gewerbe) nicht abbildbar, da wenig Wärmeenergie transportiert wird und zugleich der Volumenstrom im Netz sehr hoch sein muss, um entsprechend viel Wärmeenergie aus dem Netz zu ziehen. Hier sind andere Netzformen deutlich besser geeignet.

Gleitende Netze

Um den Stromeinsatz von Wärmepumpen deutlich gegenüber den reinen Quellnetzen (Typ1 und 2) zu mi-

nimieren, kommen in der Regel Systeme des Typs 3, das „gleitende Netz“ und des Typs 4, das „Heiß/kaltes Netz“ in die Umsetzung.

Bei diesen Netzvarianten können verschiedene Temperaturniveaus gefahren werden. Die Vorteile dieser Netztypen sind: Es handelt sich um ein zukunfts offenes System, sowohl was den Gewinnungsprozess der Wärme als auch deren Verbrauch betrifft. Beispiel: Heute ist die KWK mittels Blockheizkraftwerk das Mittel der Wahl. Bei politischen Anpassungen der Rahmenbedingungen oder

technischen Neuerungen kann das BHKW durch neue, effizientere Energiequellen ersetzt werden, zum Beispiel der Brennstoffzelle. Die zentrale Sammlung von Umweltwärme, Erzeugung und Verteilung ist der markante Leistungsindikator für diese intelligenten Nahwärmenetze. Auch Abwärme eines jeglichen Temperaturniveaus kann in das Wärmenetz einfließen. Hier setzt Buderus auf spezielle Wärmepumpen, die auf der Verdampfer-Seite Quelltemperaturen bis 50 Grad Celsius zulassen. Auch kann die Solarthermie wesentlich effektiver in das Netz einspeisen. Gemessene Werte in dem seit 2012 laufenden Projekt Dollnstein zeigen einen um 45 Prozent höheren Solarertrag (720 Kilowattstunden pro Jahr je Quadratmeter Kollektorfläche) gegenüber herkömmlichen Anlagen, die in ein heißes Netz einspeisen.

Grundsätzlich ist weniger Strom bzw. Erneuerbare Energie notwendig als im reinen Quellnetz, da die Wärmepumpen weniger Hubarbeit verrichten müssen und bei höherem COP laufen können. Die Nachteile sind: Das Investment liegt höher als im reinen Quellnetz, da alle wasserführenden Leitungen isoliert sind. Wenn keine Abwärmequellen vorhanden sind, muss eine eigene Heizzentrale errichtet werden, welche mit den entsprechenden Wärmeerzeugern ausgestattet und betrieben werden muss.

Entsteht ein neues Quartier mit einer Nahwärmeversorgung, bei denen die Häuser mit Niedertemperaturheizung betrieben werden, ist der häufigste Ansatz das Wärmenetz des Typs 3, das „gleitenden Netz“, welches

anhand eines, seit Ende 2019 in der Umsetzung befindlichen Projektes, näher erläutert werden soll.

Beispielprojekt in Kerpen

In Kerpen unterstützt die innogy SE die örtlichen Stadtwerke bei der Entwicklung eines Nahwärmekonzeptes mit Produkten von Buderus. Der Wärmebedarf der 93 Einfamilien- und Reihenhäuser beträgt 1,05 Gigawattstunden pro Jahr. Im Nahwärmenetz sind ein Spitzenlastkessel Buderus KB372 mit 300 Kilowatt Leistung (kaskadiert), zwei Blockheizkraftwerke (BHKW) Buderus EN50 mit jeweils 50 Kilowatt elektrischer Leistung und eine 13-kW-Luftwasser-Wärmepumpe integriert.

Für die Wärmespeicherung sorgt ein 15 Kubikmeter fassender Pufferspeicher. 50 dezentrale Wärmepumpen mit 3 bis 9 Kilowatt Leistung heben das Temperaturniveau des „kalten“ Nahwärmenetzes an. Die Stromversorgung ergänzt eine Photovoltaik-Anlage mit 50 Kilowatt Leistung und vier Batteriespeicher mit jeweils 75 Kilowattstunden Speicherkapazität. Für das intelligente Energiemanagement sorgt die Quartiersregelung aus dem Hause Buderus.

Bei diesem gleitenden Netz wird die Vorlauftemperatur im Nahwärmenetz immer in Abhängigkeit zur Außentemperatur gehalten, gleitend zwischen 15 und ca. 40 Grad Celsius, vergleichbar mit der Heizkurve einer Zentralheizung. Die Gebäude müssen so beschaffen sein, dass diese Temperatur zur vollständigen Beheizung ausreicht. Die Übertragung geschieht mittels Übergabestationen innerhalb der hierfür spezialisierten Wärmepumpen. Die Warmwassererzeugung übernimmt die in jedem Gebäude dezentral platzierte Wärmepumpe ganzjährig, wobei die Vorwärmung des Brauchwas-

sers durch die Nahwärme realisiert wird. Ist der individuelle Wunsch einer höheren Temperatur im Haus vorhanden, kann die Wärmepumpe dezentral auf Wunsch mehr Wärme bereitstellen.

Eine Besonderheit im Projekt ist, dass im Sommer das Netz auf 15 Grad Celsius gefahren wird. Somit ist eine Temperierung der 93 Einfamilien- und Reihenhäusern im Sommer möglich. Die abgeführte Wärme wird ins Netz eingespeist und die Wärmepumpen entziehen dem Netz wiederum Wärme für die Trinkwasserbereitung. Da der Kühlbedarf höher ist als der Trinkwasserbedarf, wird eine kleine Wärmepumpe mit 13 Kilowatt Leistung in der Heizzentrale das Netz runterkühlen müssen. Eine Quartiersregelung aus dem Hause Buderus übernimmt die komplette Steuerung wärme- und stromseitig. So werden beispielsweise selbstlernende Algorithmen greifen, die das Nutzerverhalten der Ladesäulen erlernen, so dass sich der Batteriespeicher mit dem BHKW-Strom und der Photovoltaik-Anlage mit Wettervorhersage darauf einstellen kann. Der erzeugte Strom vom BHKW und der Photovoltaik-Anlage wird im eigens erstellten Arealnetz optimal zum Selbstverbrauch im Quartier verbleiben.

Investition, Wartung, Abrechnung und so weiter sind in einer Hand und werden von den Stadtwerken übernommen.

„Heiß/kalte“ Variante im Bestand

Das System 4 ist lediglich eine Variante des Typs 3 und ist besonders für Bestandsquartiere geeignet, die „heiß/kalte“ Variante. Benötigen Bestandsgebäude zwingend hohe Vorlauftemperaturen, so wird das Netz im Winter klassisch heiß betrieben.

Ab einer Außentemperatur von ca. 12 Grad Celsius und wärmer wird das Netz auf Sommerbetrieb umgeschaltet und läuft mit Vorlauftemperaturen von 10 bis 30 Grad Celsius. Die dezentralen Wärmepumpen übernehmen in der Übergangszeit die geringe Heizlast und im Sommer die reine Trinkwasserbereitung. Im Winter wird das Netz auf klassische hohe Temperaturen gefahren

Fazit

Das gleitende Wärmenetz (Typ3), welches der Fahrweise einer Heizkurve im EFH entspricht, ist gerade im Neubau von Quartieren eine echte Alternative zum klassischen heißen Netz. Das „heiß/kalte“ Wärmenetz (Typ 4) ist perfekt geeignet, um alte Bestandsnetze mit hohen Verlusten im Sommer nahezu verlustfrei zu sanieren oder bei neu gebauten Wärmenetzen mit Bestandsgebäuden, die hohe Vorlauftemperaturen von zum Beispiel ca. 90 Grad Celsius benötigen, von vornherein verlustärmer zu betreiben.

Durch die isolierte Rohrausführung in beiden Varianten können spätere Abwärmepotentiale oder neue Technologien ohne Probleme zum Einsatz kommen und haben hier ihre deutliche Stärke gegenüber reinen Quellnetzen (Typ 1 und 2), bei denen die Quelle erst einmal kostenintensiv erschlossen werden muss, wenn überhaupt eine Genehmigung vorliegt. Zusätzlich können keine hohen Energiedichten durch diese Art von Wärmenetzen abgedeckt werden.

Ralf Winnemöller

Autor:

Bosch Thermotechnik GmbH, Buderus
Deutschland
Ralf Winnemöller, technischer Systemvertrieb
ralf.winnemoeller@buderus.de,
www.buderus.de

Dekarbonisieren mit Sonnenenergie



Solarwärme kann beitragen, Prozesse in Industrie und Gewerbe zu dekarbonisieren. Bei der Finanzierung hilft die staatliche Förderung, die neuerdings auch bei der solaren Brauchwassererwärmung für Wellness und Behandlungszwecke greift.

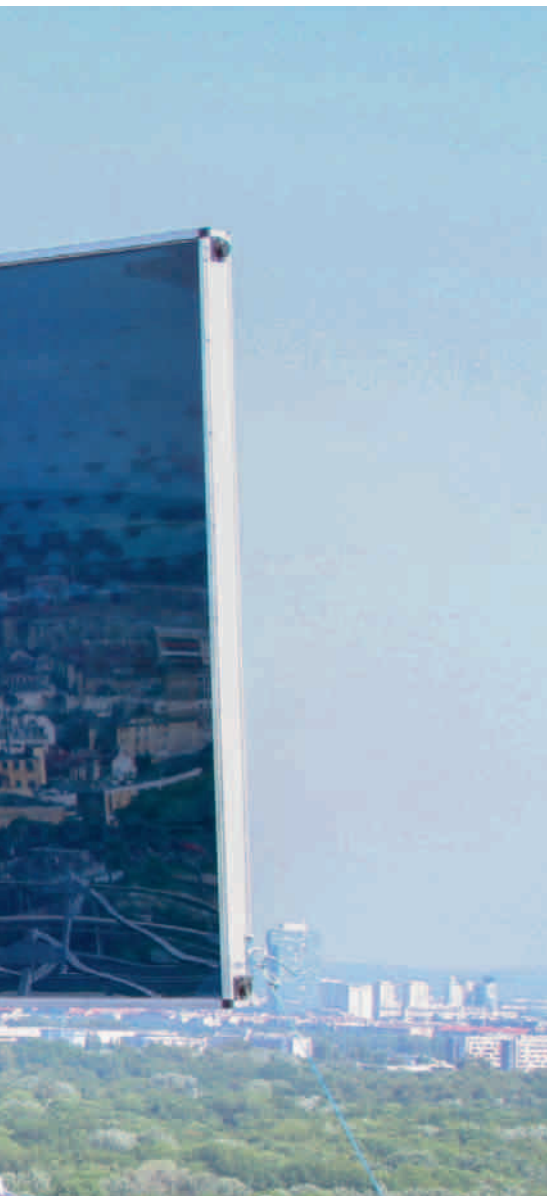
Gewerbe und Industrie stehen vor großen Herausforderungen. In den kommenden Jahrzehnten müssen die Unternehmen sämtliche Prozesse dekarbonisieren, wenn sie nicht durch steigende Kohlendioxid-Preise Wettbewerbsnachteile erleiden wollen. Bei allen Prozessen, die Niedertemperatur-Wärme benötigen, kann die Solarwärme einen guten Teil der fossilen Energieträger ersetzen. Besonders effizient gelingt dies, wenn die Prozesstemperatur weniger als 100 Grad Celsius beträgt. Aber auch für

höhere Temperaturen, wie sie etwa die Dampfbereitstellung braucht, lässt sich Solarwärme einbinden. Sonnenenergie kann hier zur Vorwärmung dienen und damit die fossilen Brennstoffe reduzieren.

Der Bund fördert solare Prozesswärme bereits seit dem Jahr 2012: Mit günstigen Krediten verbunden mit Tilgungszuschüssen über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und mit Investitionszuschüssen über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA). Bis Ende

2018 war die Förderung der Prozesswärme Teil des Marktanzreizprogramms (MAP). Ab 2019 hat der Bund das neue Programm „Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft“ gestartet. Dieses Programm besteht aus 4 Modulen, wobei im Modul 2 „Prozesswärme aus erneuerbaren Energien“ die solare Prozesswärme enthalten ist.

Auch in diesem Programm können die Unternehmen zwischen Investitions- und Tilgungszuschüssen wählen (siehe Kasten auf Seite 56). Im



Kraninstallation: Großflächenkollektoren für eine solare Prozesswärmeanlage in Wien.

FOTO: GREENONETEC



Seit April 2018 braut die Badische Staatsbrauerei Rothaus ihr Bier mit Hilfe einer solaren Prozesswärmeanlage. Die Anlage ist eine der größten solarthermischen Dachanlagen in Deutschland.

FOTO: ENERSOLVE GMBH

neuen Programm gingen 2019 knapp 40 Förderanträge für Anlagen mit einer Gesamt-Kollektorleistung von knapp 4 Megawatt ein. Fünf Anlagen mit insgesamt 300 Kilowatt Leistung sind bereits fertig installiert. Weitere 14 Anlagen mit zusammen gut einem Megawatt Leistung haben bereits die Bewilligungsbescheide erhalten.

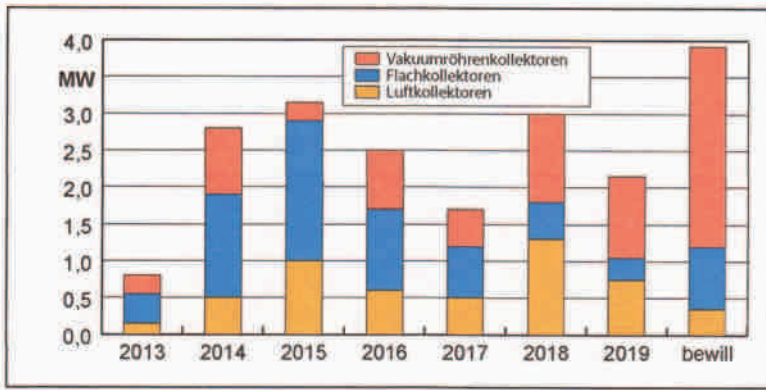
Zögerliche Marktentwicklung

Über die fünf im neuen Programm geförderten Projekte hinaus, sind im

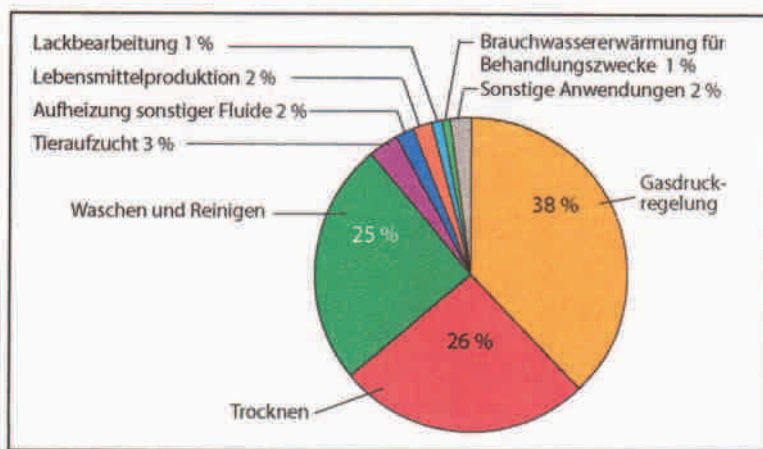
Vorjahr 20 Prozesswärme-Solaranlagen mit 1,8 Megawatt Leistung errichtet worden. Für diese lagen die Bewilligungen schon aus früheren Jahren vor. Weitere 14 Projekte mit 2,9 Megawatt Leistung befinden sich noch in der Umsetzungsphase. Diese solaren Prozesswärmeanlagen erhalten nach wie vor die alte MAP-Förderung. „Denn die in diesem Programm bewilligten Anlagen können weiterhin gefördert werden, solange sie vor dem 31.12.2018 beantragt wurden“, erläutert Felix Pag, Leiter

Prozesswärme im Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik der Universität Kassel.

Bislang kommt trotz der üppigen Förderung der Markt nicht so richtig in Schwung. Im Jahr 2019 sank die geförderte Prozesswärme-Kollektorleistung im Vergleich zu 2018 ab (siehe Grafik 1). Die zahlreichen bereits bewilligten und in der Umsetzung befindlichen Projekte kommen dafür auf eine Gesamtleistung von fast 4 Megawatt. Dieses Jahr könnte daher einen neuen Rekord im Zubau von



Grafik 1: Entwicklung der Förderung der solaren Prozesswärme in Deutschland. Unter den bewilligten Anlagen sind sowohl die Projekte im MAP-Programm als auch die in der neuen Bundesförderung aufgeführt. QUELLE: UNIVERSITÄT KASSEL



Grafik 2: Die solare Prozesswärme verteilt sich auf viele Anwendungen. Aufgeführt sind alle abgeschlossenen und in der Umsetzung befindlichen Projekte des Jahres 2019. Enthalten sind auch Projekte, die schon im Jahr 2018 und früher bewilligt wurden. QUELLE: UNIVERSITÄT KASSEL

Förderung für solare Prozesswärme

Seit Beginn des Vorjahres gibt es das Programm „Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft“. Hierin ist eine Förderung für Anlagen zur solaren Prozesswärmeerzeugung vorgesehen. Generell können alle in- und ausländischen Unternehmen von der Förderung profitieren, wenn sie eine Betriebsstätte oder eine Niederlassung in Deutschland haben und dort die Prozesswärmeanlage installieren. Auch kommunale Unternehmen, Contractoren und Freiberufler sind förderberechtigt.

Der Fördersatz beträgt 45 Prozent. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) erhalten sogar 55 Prozent. Dabei kann der Unternehmer wählen, ob er einen festen Förderbetrag über das BAFA oder einen zinsgünstigen Kredit bei der bundeseigenen KfW-Bank (KfW 295) erhalten möchte. Im letzteren Fall trägt der Bund dann mit einem Tilgungszuschuss in Höhe des Fördersatzes zur Finanzierung bei. Der maximale Kreditrahmen beträgt 25 Millionen Euro. Der Tilgungs- bzw. Investitionszuschuss ist auf 10 Millionen Euro pro Projekt begrenzt.

Zu den Investitionskosten, die der Bund unterstützt, gehören nicht nur die Sonnenkollektoren. Auch der Wärmespeicher, die Mess- und Regeltechnik, die Kosten für die Einbindung in das bestehende Wärmebereitstellungssystem und Planungsaufwendungen zählen zu den geförderten Kosten. Zu den Voraussetzungen der Förderung gehört, dass Planung, Installation und Inbetriebnahme nach den Vorgaben der VDI 3988 „Solarthermische Prozesswärme“ ausgeführt werden.

solarer Prozesswärmeleistung bringen. Während in den ersten Jahren der Bundesförderung Flachkollektoren die Projekte dominierten, sind mittlerweile meist Vakuumröhren- und Luftkollektoren zu finden. Besonders stark überwiegen Vakuumröhrenkollektoren in den Prozesswärme-Anlagen, die sich noch in der Pipeline befinden.

Vielzahl an verschiedenen Anwendungen

Insgesamt sind seit Förderbeginn mehr als 300 Solaranlagen entstanden, die Prozesswärme erzeugen. Die Anwendungen sind vielfältig. Eine Auswertung der solaren Prozesswärme-Anlagen, die im Jahr 2019 gefördert wurden oder in die Umsetzung gingen, ergibt den höchsten Anteil für den Prozess der Gasdruckregelung im Gasnetz. Bezogen auf die gesamte geförderte Kollektorfläche entfielen allein 38 Prozent auf diese Anwendung (siehe Grafik 2). Dabei handelt es sich im Wesentlichen um eine solarthermische Großanlage mit mehr als zwei Megawatt Leistung, die derzeit östlich von Berlin gebaut wird. Sie soll Solarwärme zum Vorwärmen des Gases bereitstellen, was beim Reduzieren des Gasdrucks notwendig ist. Dieses Solarheizwerk gehört zu den schon im Jahr 2018 bewilligten Prozesswärmeanlagen, die sich noch in der Umsetzung befinden.

Großanlagen im Megawattbereich sind aber immer noch die Ausnahme. Die meisten solaren Prozesswärmeanlagen sind kleinere Anlagen. Bei den Trocknungsprozessen, die mit einem guten Viertel unter den geförderten Prozesswärme-Anlagen vertreten sind, reicht die Bandbreite von 25 bis 400 Kilowatt Kollektorleistung. Es handelt sich meist um Anlagen zur Hackgut- oder Heutrocknung in der Landwirtschaft. Häufig kommen hier

Luftkollektoren zum Einsatz, die direkt ohne Wärmetauscher einen warmen Luftstrom erzeugen können (siehe dazu auch den Bericht auf Seite 64 dieses Jahrbuchs). Aber auch das Trocknen von Bauteilen in der Glas- und Metallindustrie ist unter diesen Prozessen zu finden. Hierbei kamen wassergeführte Kollektoren zum Einsatz.

Wasch- und Reinigungsprozesse bieten ebenfalls eine breite Palette der Anwendungen von der Autowäsche über industrielle Waschmaschinen bis hin zur Flaschenreinigung. Weitere Anwendungen finden sich in der Tierraufzucht, der Lebensmittelproduktion und Lackbearbeitung. Ein Forschungsthema ist heute noch die Zementherstellung (siehe dazu den Bericht auf Seite 70 dieses Jahrbuchs).

Förderung für Wellness und Behandlungen

Großes Potenzial bietet auch die Brauchwassererwärmung für Behandlungszwecke. Noch fristet diese Anwendung innerhalb der Förderung aber ein Nischendasein. Das liegt daran, dass der Bund die Brauchwassererwärmung erst seit Anfang des Vorjahres in die „Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft“ aufgenommen hat. Jetzt können auch Unternehmen wie Hotels, Schwimmbäder und Krankenhäuser die Prozesswärmeförderung für die solare Warmwasserbereitung erhalten, wenn sie mit der Erbringung der Dienstleistung in Verbindung steht. Bisher musste in diesen Betrieben die Solarwärme für Wasch- oder Spülmaschinen genutzt werden, um als solare Prozesswärme zu gelten.

So kann zum Beispiel auch der Betreiber eines Frisörsalons, der solar erwärmtes Wasser zum Haare waschen seiner Kunden nutzen will,



Diese solare Prozesswärme-Anlage im Lampertheim liefert Wärme für die Galvanikbäder einer Metallveredlung.

FOTO: UNIVERSITÄT KASSEL

seine Solaranlage über die Bundesförderung für Energieeffizienz in der Wirtschaft finanzieren, bestätigt Felix Pag. Voraussetzung ist generell, dass mehr als die Hälfte der Solarwärme für Prozesse verwendet wird. Im Beispiel des Frisörsalons dürfte die Solaranlage zwar auch für die Raumheizung Solarwärme bereitstellen, mehr als die Hälfte der Wärme müsste aber in die Dienstleistung fließen.

Neue Planungshilfe für den Automotive-Bereich

Ein Hemmnis für die Marktentwicklung sind die fehlenden Spezialkenntnisse, die die Planung von solaren Prozesswärmeanlagen erfordert. Wissenschaftler der Universität Kassel beschäftigen sich schon seit Jahren mit praxisbezogenen Planungshilfen. Auf der Internetseite www.solare-prozesswärme.info stehen zum Beispiel Leitfäden für die Nutzung von solarer Prozesswärme in der Lebensmittelindustrie und in Brauereien zur Verfügung. Aktuell arbeiten die For-

scher an Planungshilfen für den Automotive-Bereich (siehe dazu auch den Bericht auf Seite 58 dieses Jahrbuchs). Denn die Automobilindustrie bietet viele Möglichkeiten für die Solarwärmeeinbindung. Sie kann zum Beispiel beim Lackieren von Autos oder beim Galvanisieren von Auto-Bauteilen genutzt werden.

Auch die Finanzierung von solaren Prozesswärme-Projekten kann ein Hemmnis sein. Ein Beispiel einer Papierfabrik in Frankreich zeigt (siehe Seite 60), dass Wärme-Contracting hier den Unternehmen die Lösung bietet. So können sie ihre Prozesse mit Solarwärme dekarbonisieren, ohne hohe Investitionen schultern zu müssen.

Jens-Peter Meyer

Weitere Informationen:

Solare Prozesswärme national:
www.solare-prozesswärme.info

Solare Prozesswärme international:
www.solar-payback.com

Neue Hilfsmittel für die Planung solarer Prozesswärme

Wer das Potential eines solaren Prozesswärme-Projektes abschätzen will, benötigt tiefgehende Kenntnisse. Daher befassen sich Wissenschaftler intensiv mit Planungshilfen für Planer und Energieberater.

Die Dekarbonisierung der industriellen Prozesswärme sowie der Wärmeversorgung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung stellt eine der großen Herausforderungen im Rahmen der Transformation des Energiesystems dar. Während im Stromsektor bereits signifikante Fortschritte erzielt wurden, steckt die kohlendioxid-neutrale Wärmeversorgung noch in den Kinderschuhen. In der industriellen Prozesswärme fällt der Großteil der benötigten Wärme auf

einem Temperaturniveau an, das sich nur schwer durch derzeit marktverfügbare erneuerbare Technologien bedienen lässt. Jedoch bietet der Temperaturbereich unterhalb von 150 Grad Celsius und insbesondere unterhalb von 100 Grad Celsius ein großes Potential für Wärmepumpen und solare Wärme. Trotz der umfangreichen Förderung für erneuerbarer Prozesswärme verläuft die Marktentwicklung schleppend (siehe auch Seite 54). Neben der generellen Unkenntnis

über das Thema erneuerbare Prozesswärme und ihr Potential in der Industrie ist ein wesentliches Hemmnis, dass die Potentialabschätzung bisher tiefgehende Kenntnis erforderte, über die Planer und Energieberater nicht immer verfügen.

Dieser Herausforderung haben sich im Rahmen des binationalen Forschungsvorhabens SolarAutomotive WissenschaftlerInnen aus Deutschland und Österreich gestellt. Federführend von der Universität Kassel



Installation einer Prozesswärme-Anlage für eine Autolackerei.

FOTO: JENS-PETER MEYER

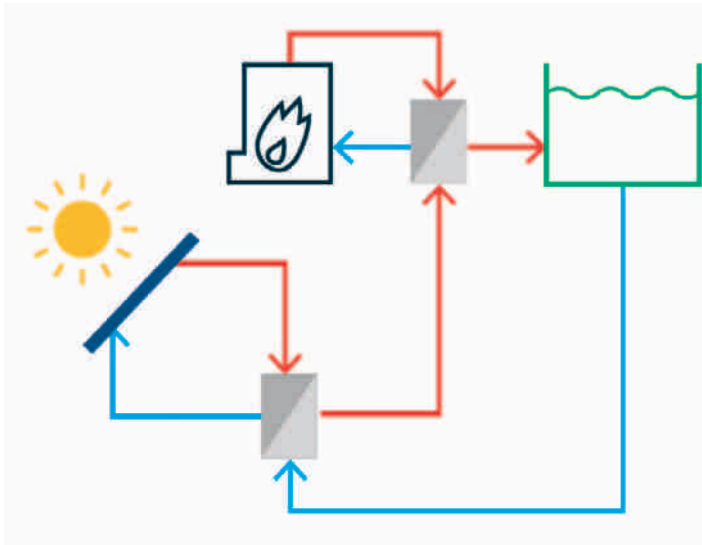


Abbildung 1: Beispielhaftes Integrationskonzept für ein extern beheiztes Bad. Der Solarwärmeübertrager wird dem konventionellen Wärmeübertrager vorgeschaltet.

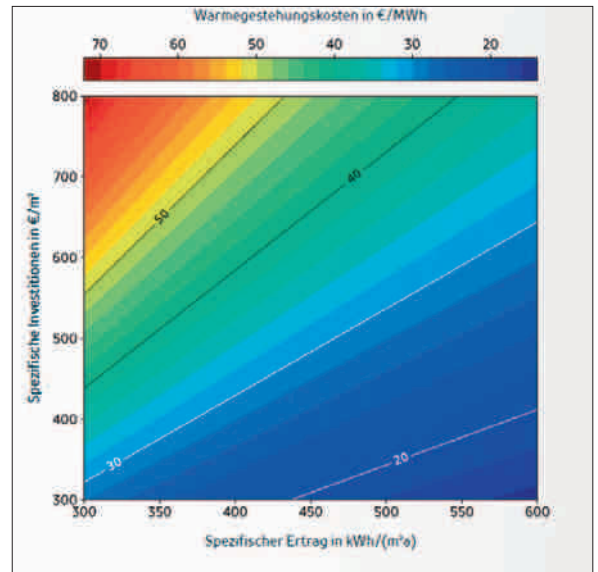


Abbildung 2: Abschätzung der solaren Wärmegestehungskosten über einen Zeitraum von 20 Jahren.

wurden neue, einfach nutzbare und frei verfügbare Tools für den Einstieg in die Thematik solare Prozesswärmenutzung und die Potentialabschätzung geschaffen. Diese Tools sind derart gestaltet, dass sie ohne tiefgehende Vorkenntnisse genutzt werden können, gleichzeitig aber eine erste schnelle Bewertung des Nutzungspotentials solarer Prozesswärme ermöglichen.

Eine zentrale Stellung nimmt hierbei der Leitfaden Solare Prozesswärme ein. Er steht unter www.solare-prozesswärme.info zum kostenlosen Download bereit. In ihm sind die notwendigen Informationen für den Einstieg in die Thematik auf die wesentlichen Inhalte reduziert und vereinfacht aufbereitet. Der Leitfaden geht hierbei auf die wesentlichen Wärmesenken ein, die sich immer wieder in produzierenden Unternehmen wiederfinden. Jede dieser Wärmesenken werden in ihrer Charakteristik kurz beschrieben und mögliche Integrationskonzepte mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen aufbereitet (siehe beispielhaft Abbildung 1). Zudem ermöglicht ein einfaches Diagramm die

grobe, aber schnelle Abschätzung des Solarertrages auf der Basis von Temperaturniveau und Speichervolumen.

Darüber hinaus bietet der Leitfaden hilfreiche Informationen zur Kostenabschätzung und Wirtschaftlichkeit. Mit abgeschätztem Solarertrag und spezifischen Investitionsvolumen können mithilfe der nebenstehenden Abbildung 2 die solaren Wärmegestehungskosten über einen Zeitraum von 20 Jahren abgeschätzt werden.

Der Leitfaden soll als Einstieg in die Thematik "Solare Prozesswärme" dienen und stellt hierfür die grundlegenden Informationen bereit. Neben dem Leitfaden wurde im Rahmen des Projekts auch ein tiefergehendes Vorauslegungstool entwickelt, das die Basis für die VDI 3988 bildete. Ein Bericht zur VDI 3988 ist im Solarthermie-Jahrbuch 2019 erschienen und ist unter www.solarthermie-jahrbuch.de frei zugänglich.

Um im Rahmen der Projektakquise auf erfolgreiche bereits umgesetzte Projekte hinweisen zu können, wurden während der Projektlaufzeit Fact-

Sheets zusammengetragen. Auch hier werden für die typischen Wärmesenken Best-Practice-Beispiele mit den relevanten Informationen präsentiert.

Felix Pag

Felix Pag leitet den Bereich Prozesswärme im Fachgebiet Solar- und Anlagentechnik des Instituts für Thermische Energietechnik der Universität Kassel

Der Leitfaden Solare Prozesswärme, das tiefergehende Vorauslegungstool und die Fact-Sheets sind frei verfügbar unter:
www.solare-prozesswärme.info

Solarwärme als Problemlöser

Moderne Solarheizwerke bieten der Industrie bezahlbare Wärme und lösen sie aus Brennstoffabhängigkeiten. Sonnige Aussichten für mehr Wettbewerbsfähigkeit!



Wir lösen ein Problem, das alle angeht, mit einer Lösung, die allen nützt“, sagt Maxime Viot. Das Problem: Prozesse in der Industrie stoßen jede Menge Kohlendioxid aus, was in Zukunft immer teurer werden wird. Die Lösung: bezahlbare, von der Sonne bereitgestellte erneuerbare Wärme.

Maxime Viot arbeitet für den finnischen Solarsystem-Hersteller Savo-

solar als Technical Sales Manager in Frankreich. Im Jahr 2018 hat er die Installation eines schlüsselfertigen Solarheizwerks in Condat-sur-Vézère, einer Gemeinde im südwestfranzösischen Département Dordogne, betreut. Innerhalb von sechs Monaten entstand das Solarheizwerk mit 3,3 Megawatt Leistung. Es besteht aus 4.211 Quadratmeter Hochleistungskollektoren von Savosolar. Die von

der Anlage erzeugte Solarwärme fließt in den Produktionsprozess einer Papierfabrik ein.

Trend 1: Wärme-Liefercontracting

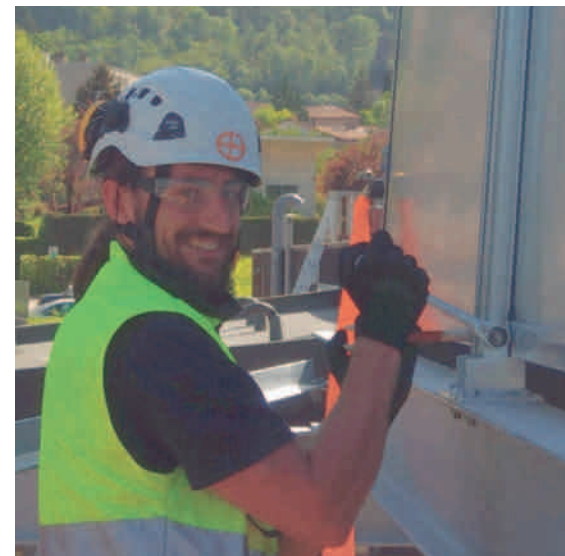
Das Projekt in Condat-sur-Vézère hat der französische Projektentwickler newHeat initiiert. Das Unternehmen hat das Projekt nicht nur entwickelt, es betreibt das Solarheizwerk auch



Im südwestfranzösischen Condat-sur-Vézère produziert das Solarheizwerk mit einer Leistung von 3,3 Megawatt Solarwärme für eine Papierfabrik. Das Besondere: Die Sonnenkollektoren werden einachsiger der Sonne nachgeführt.

FOTOS (5): SAVOSOLAR

Maxime Viot:
„Wir stören den Kunden nicht. Wir lösen nur ein Problem.“



und liefert die Solarwärme im Rahmen eines Wärme-Liefercontracting-Vertrages an die Papierfabrik. Mit der schlüsselfertigen Errichtung des Solarheizwerkes hat newHeat den finnischen Spezialisten Savosolar beauftragt. „newHeat bietet an, was sich Industrie Manager wünschen: bezahlbare erneuerbare Wärme. Zusammen mit Finanzierungsexperten wie newHeat errichtet Savosolar sichere

Wärmeversorgungen, die sich rechnen“, betont Viot. „Das komfortable Wärme-Liefercontracting erleichtert den gesamten Prozess aus Planung, Einkauf und Finanzierung erheblich.“

Für Industrie-Kunden ergeben sich Vorteile, mit denen sie sich vom Wettbewerb absetzen. Mit Solarwärme-Liefercontracting schonen sie ihr Investitionskapital, sparen Kosten und Aufwand, reduzieren ihren Kohlen-

dioxid-Fußabdruck und erhalten ein besseres Rating bei der Kreditvergabe für Investitionen in ihrem Kerngeschäft.

„Besonders wichtig ist dabei, dass Savosolar nicht in den Industrie-Prozess der Kunden eingreift. Wir definieren nur Parameter wie Temperatur und Druck, und stimmen dann den Übergabepunkt der solaren Wärme gemeinsam ab. Wir stören den Kunden

nicht. Wir lösen nur ein Problem", erläutert Viot.

Trend 2: Tracking für noch mehr Ertrag

Das Solarheizwerk in Condat-sur-Vézère produziert im Jahr etwa 3,9 Gigawattstunden Wärme. Das spart jährlich 1.078 Tonnen Kohlendioxid ein. Der auf die Kollektorfläche bezogene, spezifische Ertrag liegt bei fast 1.000 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr. Dieser im Vergleich zu Solarheizwerken in Deutschland enorm hohe Ertrag kommt nicht nur durch die hohe Solareinstrahlung in Südfrankreich zustande, sondern auch durch eine technische Besonderheit: Die Sonnenkollektoren des Solarheizwerkes werden einachsiger Sonne nachgeführt. „Das verbessert den Ertrag um 20 bis 30 Prozent“, erläutert Viot. Dadurch werden die Mehrkosten der Nachführung (engl.: tracking) mehr als aufgewogen.

Torsten Lütten:
„Wer früher als andere auf Solarenergie setzt, dessen Wettbewerbsvorteil wird mit jedem Sonnenaufgang größer.“



Das Tracking hat aber noch eine zweite wichtige Aufgabe. Die Solarwärme speist ohne Speicher direkt den Prozess. Kommt es tagsüber zu Produktionsunterbrechungen, kann die Fabrik die Solarwärme dann nicht mehr abnehmen. In einem solchen Fall dreht das Tracking-System die Kollektoren aus der Sonne und schützt das Solarheizwerk damit vor Überhitzung.

Auch die Sonnenkollektoren, die eigentlichen Wärmerezeuger des So-

larheizwerkes, sind etwas Besonderes. In der Regel enthalten Flachkollektoren Aluminiumabsorber, an die Kupferrohre für den Wärmetransport angeschweißt werden. Die börsennotierte Savosolar hingegen fertigt vollflächig durchströmte Absorber und erreicht damit einen besonders guten Wärmetransport. Zusammen mit der selbst entwickelten selektiven Mehrfachbeschichtung liefert diese innovative Technologie täglich Spitzenenerträge.



Blick aus der Luft auf das Kollektorfeld in Condat-sur-Vézère

Bei dem mit der Solarwärme versorgten Teilprozess der Papierherstellung liegt die solare Jahresdeckungsrate bei 40 bis 50 Prozent. Am Wärmebedarf des gesamten Werkes macht das 2 bis 4 Prozent aus. Insgesamt hat das Solarheizwerk einen Wert von 2,2 Millionen Euro. Nach Abzug der staatlichen Förderung von 65 Prozent blieb eine Investitionssumme von 1,5 Millionen Euro übrig. Unter diesen Rahmenbedingungen gelingt es newHeat, die Megawattstunde für zirka 25 Euro an die Papierfabrik zu liefern.

Auch in Deutschland können Betreiber von Solarheizwerken staatliche Förderung erhalten. Mit bis zu 55 Prozent fällt diese nur wenig geringer als in Frankreich aus.

Trend 3: Größe rechnet sich

Nicht nur Papierfabriken haben das Potenzial der großen Solarthermie erkannt. Im zentralfranzösischen Issoudoun installiert Savosolar zurzeit Europas mit über 14.000 Quadratmetern Kollektorfläche größtes Solarheizwerk für Prozesswärme. Das entspricht 10 Megawatt Leistung. Es soll im Sommer 2020 in Betrieb gehen. Auch dieses Projekt ist mit einem Wärme-Liefercontracting verbunden. Contractor ist das Unternehmen Kyo-therm, das die Solarwärme an eine Mälzerei liefert. Von den 80 Gigawattstunden, die die Mälzerei im Jahr für die Trocknung benötigt, wird das Solarheizwerk 10 Prozent beitragen und dadurch 2.200 Tonnen Kohlendioxid im Jahr einsparen.

Die Sonne schickt keine Rechnung

Bei beiden französischen Projekten standen keine Ersatzinvestitionen für das bestehende Erzeugungssystem an. Diese hätte also in beiden Fällen

lange weiterarbeiten und fossile Brennstoffe verfeuern können. Dennoch haben sich die Betreiber für die Solarwärme entschieden.

„Den Ausschlag gab die Gelegenheit, Kosten und Abhängigkeiten zu senken“, sagt Torsten Lütten, Leiter Vertrieb und Geschäftsentwicklung bei der Savosolar GmbH, die von Hamburg aus die finnischen Solarheizwerke in den westeuropäischen Markt bringt. Denn ein Solarheizwerk bietet über Jahrzehnte die Gewissheit, Wärme zu festen Kosten produzieren zu können. Das trägt maßgeblich zur Versorgungssicherheit vieler Unternehmen bei und reduziert die Abhängigkeit sowohl von fossilen als auch von biogenen Brennstoffen.

„Solare Prozesswärme wird in Frankreich stark wachsen, weil Contractoren mit der Kostenargumentation punkten und Dekarbonisierung

ohne großen Aufwand für den Anwender ermöglichen“, ist sich Lütten sicher. „Die Botschaft spricht sich unter energieintensiven Unternehmen schnell herum. Wer früher als andere auf die Sonne setzt, dessen Wettbewerbsvorteil wird mit jedem Sonnenaufgang größer. Unschlagbar günstige, weil brennstoffkostenlose und über 25 Betriebsjahre fast wartungsfreie Wärme aus Solarthermie macht im Wettbewerb den Unterschied.“

Solarheizwerk für die Fernwärme



Die in Deutschland am stärksten wachsende Anwendung für Solarheizwerke sind Nah- und Fernwärmenetze. Im Frühjahr 2020 nimmt Savosolar als Generalunternehmer eine 1.800 m² große Solarthermie Anlage mit 1,2 Megawatt Leistung in Betrieb. Es kommen zwei jeweils 100 m³ fassende Wärmespeicher zum Einsatz. Der Auftrag wurde nach der Planung ausgeschrieben. Savosolar setzte sich mit dem besten Preis-Leistungs-Verhältnis gegen alle Mitbewerber durch. Der Fernwärme Ettenheim GmbH war es besonders wichtig, nicht einfach ein neues BHKW zu bestellen, sondern zu dekarbonisieren, das heißt den Kohlendioxid-Fußabdruck zum Wohle aller zu verringern.

Weitere Informationen:

Savosolar GmbH
Kühnehöfe 3, 22761 Hamburg
Torsten Lütten
torsten.luetten@savosolar.com

Mehr über Savosolar unter:
www.savosolar.com, sowie auf Facebook, LinkedIn, Twitter und YouTube.

Solare Trocknung mit Extra-Gewinn



Solarenergie wird schon seit Jahrhunderten genutzt, um Feldfrüchte zu trocknen. Solare Luftsysteme beschleunigen diesen Prozess wirkungsvoll. Die solare Trocknung von Hackschnitzeln ist besonders effektiv, denn sie steigert den Brennwert und bietet dadurch einen zusätzlichen Gewinn.

Das österreichische Unternehmen CONA hat sich auf die Solarlufttechnik spezialisiert und hat bisher Solarsysteme in mehr als 40 Ländern installiert. Zurzeit werden mehr als 180 land- und forstwirtschaftliche Produkte mit CONA-Systemen getrocknet.

Das patentierte System besteht aus einem dachintegrierten und verglasten Solarluftkollektor sowie Ventilatoren, Luftschächten, einer Mischbox und Trockenboxen. Die Luft strömt durch die 2 Quadratmeter großen Kollektormodule und wärmt sich dabei auf 60 bis 70 Grad Celsius auf.

Am Beispiel der Hackschnitzeltrocknung lässt sich die Effektivität des Systems gut demonstrieren:

Die solar erwärmte Luft wird durch energiesparende Axialventilatoren mit einer elektrischen Leistung zwischen 200 und 400 Watt zu einer Mischbox transportiert, in der die heiße Luft mit Umgebungsluft vermischt wird, um die Temperatur auf etwa 40 Grad Celsius abzusenken.

Das Hackgut liegt auf einem ganzflächig schrägen Belüftungsboden, der im natürlichen Schüttwinkel des Trocknungsgutes angebracht und kiemenartig perforiert ist. Ein Ven-

tilator mit einer Leistung zwischen 600 und 1200 Watt bläst die warme Luft mit sanftem Druck durch den Rost.

Geringer Strombedarf

Der Rost besteht aus modulartig kombinierbaren Paneelen. Pro Laufmeter Rostbreite können 8 Schütt-raummeter Hackgut aufgebracht werden. Die Trocknungsbox muss mindestens 4,5 Meter hoch und 5,5 bis 6 Meter tief sein, sie ist bis zu 12 Meter breit. Je nach Größe der Trocknungsbox wird eine Kollektorfläche zwischen 24 und 192 Quadratmetern



Eine Kollektorfläche von 193 Quadratmetern wurde auf diesem Dach für die Hackschnitzeltrocknung installiert.

FOTOS (4): CONA



Die Kombination der Solarthermie mit der Photovoltaik ist sinnvoll, um den elektrischen Bedarf der solaren Trocknung zu decken. Die große Luftkollektoranlage weist nach Süden und dient der Beladung des thermischen Speichers für die Trocknung in der Nacht (Kapazität 5 Megawattstunden). Die kleine Luftkollektoranlage (Ost-West) ist für den Direktbetrieb der Trocknung vorgesehen. Die Trocknung beginnt bereits am frühen Morgen und endet am späten Abend.

benötigt. Wegen der Bauart des Belüftungsbodens genügt relativ wenig Druck, um die Luft durch das Trocknungsgut zu blasen.

25-mal so effektiv wie Photovoltaik.

Wenn die Charge eine Feuchte von 50 Prozent hat, kann sie im Sommer innerhalb von ein bis zwei Wochen auf unter 20 Prozent Wassergehalt getrocknet werden. Im Frühjahr und Herbst nimmt die Trocknung drei bis maximal sechs Wochen in Anspruch. Dem Stromverbrauch von lediglich 2 bis 4 Kilowattstunden pro Schüt-

traumeter steht ein thermischer Energiegewinn von 150 bis 250 Kilowattstunden pro Schüttraummeter gegenüber. Wenn man den thermischen Energiegewinn mit der eingesetzten Strommenge vergleicht, dann wird deutlich, dass die solare Trocknung 25-mal so effektiv ist wie die Photovoltaik.

Das von der Universität für Bodenkultur Wien untersuchte CONA-Solarsystem "weist einen verhältnismäßig niedrigen Energieverbrauch pro Schüttraummeter aus", stellt eine im November 2016 veröffentlichte Diplomarbeit (siehe Fußnote) fest.

Mit den beiden von der Universität untersuchten Trocknungsanlagen wurde ein Endwassergehalt von 15 Prozent erreicht. Die Jahrestrocknungsleistungen bewegten sich zwischen 26 und 28 Schüttraummeter pro Quadratmeter Kollektorfläche.

Die Verwendung getrockneter Hackschnitzel steigerte die erzeugte Wärmemenge deutlich. Dies wurde durch die Untersuchung der Heizung eines Betriebes nachgewiesen. Allein die Verdoppelung des Anteils an solar getrocknetem Hackgut ließ die erzeugte Wärmemenge der Heizung eines Betriebes von 0,7 auf bis zu 1,1



Solare Brennholztrocknung: In der rechten Trocknungsbox kann man den Belüftungsboden gut erkennen.



Die solare Trocknung von Hackgut ist 25-mal so effektiv wie die Photovoltaik.

Megawattstunden pro Schüttraumemeter ansteigen. Darin besteht der Extra-Gewinn der solaren Trocknung.

Die Trocknung von Hackschnitzeln war nicht üblich, bevor die solare Trocknung zum Einsatz kam. Der Preis für diesen biogenen Brennstoff ist so niedrig, dass sich der Einsatz fossiler Energien zur Trocknung nicht lohnt. Die Trocknungskosten wären dann höher als die Kosten für die Herstellung der Hackschnitzel. Nur die Solarenergie ist so preisgünstig, dass sie die Trocknung wirtschaftlich macht.

Nicht nur für die Erwärmung der Luft, sondern auch für ihren Transport durch das zu trocknende Gut kann Solarenergie genutzt werden.

Denn ein Teil des Daches wird dann für Photovoltaik-Module reserviert, die den Strom für die Ventilatoren liefern.

Der gesamte Strombedarf kann grundsätzlich durch eine Photovoltaikanlage gedeckt werden, wie zum Beispiel durch mehrere solare Trocknungsanlagen nachgewiesen wurde, die auf Kuba installiert wurden. Um auch nachts das Gut trocknen zu können, wird ein Teil des tagsüber erzeugten Stromes in einer Batterie gespeichert. In Deutschland nutzt fast jeder CONA-Kunde die Photovoltaik, weltweit ist es etwa jeder zweite. Die Trocknung während der Nachtstunden ist aber auch relativ einfach möglich mit Hilfe eines tagsüber auf-

gewärmten Steinspeichers, der nachts seine Energie an das Trocknungsgut abgibt.

Energiesparende Maßnahmen

Solange die Trocknung von Getreide oder anderen Feldfrüchten durch die Verbrennung von Erdöl oder Erdgas erfolgte, machte man sich kaum Gedanken über die Steuerung des Prozesses, denn Energie war praktisch im Überfluss vorhanden. Erst seitdem man die Solarenergie zur Trocknung nutzt, ist die ganzheitliche Betrachtung des Trocknungsprozesses notwendig geworden. Die Luftmengen werden nun kontrolliert.

Bei der Konstruktion der Luftführung werden Verengungen oder scharfe Kurven vermieden, und Luftleitkanäle im Innern der Luftschächte tragen zusätzlich dazu bei, dass die solar erwärmte Luft mit möglichst geringem Energieaufwand transportiert werden kann. Je nach notwendigem Druckaufbau können weitere Ventilatoren zugeschaltet werden, oder man setzt regelbare Ventilatoren ein. Das ist vor allem für die energiesparende Heutrocknung wichtig, denn wenn zu Beginn der Erntezeit noch wenig Menge im Heustock liegt, wird nur ein kleiner Teil der verfügbaren Leistung benötigt.

Auch die Intervallbelüftung spart Energie, denn sie ist effektiver als die Dauerbelüftung. In der Nacht und an weniger sonnigen Tagen wird die Belüftung reduziert, weil ohnehin nicht viel Wärme vorhanden ist. Durch diese energiesparende Maßnahme wird die ohnehin schon sehr effektive solare Trocknung nochmals verbessert.

Literatur:

Eva Bossert: Solare Hackgut-trocknung mit Luftkollektoren. Universität für Bodenkultur Wien, Diplomarbeit, November 2016

„Solare Prozesswärme bietet sich als Arbeitsthema an“

Eine besondere Aufgabe als Semesterarbeit haben die Studierenden des Studiengangs „Energiesysteme und Erneuerbare Energien“ an der Technischen Hochschule Ingolstadt im vergangenen Winter zum ersten Mal bekommen: Sie mussten eine solare Prozesswärmanlage für einen selbst gewählten Betrieb planen.



Dr. Christoph Trinkl leitet das Institut für neue Energie-Systeme (InES) an der Technischen Hochschule Ingolstadt. FOTOS (3): TECHNISCHE HOCHSCHULE INGOLSTADT

Im Interview berichtet Christoph Trinkl, wie das Thema bei den Studierenden angekommen ist, welche Erfahrungen sie in den Betrieben gemacht haben und welche Schlüsse sich daraus für die Solarbranche ziehen lassen.

Herr Trinkl, warum haben Sie solare Prozesswärme als Thema für die Semesterarbeit gewählt?

Christoph Trinkl: Uns Dozenten war wichtig, für den seminaristischen Unterricht und die Seminararbeit ein industrie- und umsetzungsnahes Thema zu finden, das gleichzeitig eine aktuelle Fragestellung in Forschung und Entwicklung darstellt. Die solare Prozesswärme bietet sich dafür an: Sie bietet der Solarthermie-Industrie ein interessantes Zukunftsfeld, der Bedarf an industrieller Prozess-

wärme ist groß und es gibt erste Umsetzungsbeispiele und Erfahrungen.

Welche Inhalte waren für die Semesterarbeit gefordert?

Trinkl: Konkret, eine solare Prozesswärmanlage für ein mittelständisches Unternehmen zu gestalten und dazu eine Machbarkeitsuntersuchung durchzuführen. Damit sind die Studierenden in die Rolle eines Anlagenplaners oder technischen Betriebsmitarbeiters eines Industrieunternehmens geschlüpft. Also in eine Rolle, die sie in dieser oder ähnlicher Weise in ihrer späteren Berufspraxis erwarten könnten. Das didaktische Konzept der Lehrveranstaltung ist so angelegt, dass die Studierenden einerseits in Vorlesungen die theoretischen Grundlagen der Solarthermie angeboten bekommen, ergänzt durch Laborübungen. Andererseits bearbeiten die sie weitgehend selbstständig die Aufgabenstellung der Seminararbeit und können dabei ihre erworbenen Kenntnisse aus dem vorhergehenden Studienverlauf sowie den begleitenden solarthermie-spezifischen Vorlesungs- und Laborblöcken einsetzen.

Was hatten die Studierenden zu tun?

Trinkl: Sie mussten zunächst jeweils ein Unternehmen auswählen, bei dem

sie die Untersuchung durchführen konnten. Sämtliche Kommunikation mit den Unternehmensverantwortlichen und eine Analyse der betrieblichen Energieversorgung beziehungsweise der Prozessanforderungen vor Ort gehörten ebenfalls zur Aufgabenstellung. Der Hauptteil der Arbeit bestand in der Vor-Konzeptionierung einer solarthermischen Prozesswärmeanlage für den konkreten Betrieb. Das beinhaltete die Gestaltung des Solarsystems für die spezifischen betrieblichen Anforderungen mit Prozesseinbindung und die Vordimensionierung der Komponenten mithilfe einer Systemsimulation. Schlussendlich sollten die Studierenden eine technische und wirtschaftliche Bewertung des Systems als grundsätzliche Handlungsempfehlung für das jeweilige Unternehmen abgeben.

Wie kam das Thema bei den Studierenden an?

Trinkl: Wir führen zu jeder Lehrveranstaltung standardmäßig eine anonyme Evaluation durch. Dabei haben die Studierenden die Vorlesung als gut bewertet. Hervorgehoben haben sie den Praxisbezug sowie den Lerneffekt durch eine eigenständige Seminararbeit. Gleichzeitig haben sie aber auch den erhöhten Zeitaufwand

dokumentiert. Das deckt sich mit persönlichen Rückmeldungen, wobei ich auf Lerneffekte hinweisen will, die als sehr positiv empfunden wurden und die weit über rein solartechnische Zusammenhänge hinausgehen. Dazu zählen zum Beispiel die Anforderungen und praktischen Probleme beim Betrieb von konventionellen und erneuerbaren energietechnischen Anlagen im betrieblichen Umfeld, das Präsentieren vor Gruppen oder das Erarbeiten professioneller, wissenschaftlich-technischer Dokumentationen. Insofern ist die anfängliche Unsicherheit der Studierenden über den doch ungewöhnlichen Modus der Lehrveranstaltung von einem alles in allem positiven Fazit abgelöst worden.

Wie haben die Studierenden ihre Unternehmen gefunden?

Trinkl: Das haben sie ganz unterschiedlich gehandhabt. Die meisten haben sich mithilfe von Literatur zunächst einmal die für solare Prozesswärme prinzipiell interessanten Branchen zurechtgelegt, wie beispielsweise die Lebensmittelindustrie. Anschließend haben sie Unternehmen angesprochen, darunter bekannte Unternehmen aus der Region oder ihrem Heimatort, ehema-

lige Praktikumsbetriebe oder einfach Unternehmen aus dem persönlichen Bekanntenkreis.

Um welche Gewerbe hat es sich gehandelt?

Trinkl: Der Schwerpunkt der Unternehmen lag ganz klar auf dem Lebensmittelgewerbe, darunter acht Brauereien, drei Metzgereien und eine Kantine. Die anderen Unternehmen sind in ganz unterschiedlichen Branchen tätig, wie etwa in der Metall- und Holzverarbeitung oder in der Papierherstellung.

Welche Probleme sind während der Betriebsuche aufgetaucht?

Trinkl: Zunächst einmal fehlte manchen angesprochenen Betrieben schlicht die Eignung für den Einsatz solarer Prozesswärme, zum Beispiel aufgrund mangelnden Prozesswärmebedarfs. Bei anderen Betrieben war das für die Studierenden schwer einzuschätzen, was vor allem an der unklaren Wissens- und Energiedatenlage in manchen Betrieben lag. Die Studierenden haben uns oft von großen Problemen berichtet, Verantwortliche in den Unternehmen persönlich zu erreichen, was sicher auch der derzeit allgemein guten Auftragslage geschuldet ist. Die Erfahrungen,



Die Studierenden des Studiengangs „Energiesysteme und Erneuerbare Energien“ an der Technischen Hochschule Ingolstadt lernen verschiedene Aspekte einer nachhaltigen Energieversorgung: klimaschonende Erzeugung, intelligente Verteilung und effiziente Speicherung.

die die Studierenden gemacht haben, sind also so richtig aus dem praktischen Leben gegriffen.

Wie interessiert waren die Unternehmen an dem Thema solare Prozesswärme?

Trinkl: Die Studierenden haben uns zurückgemeldet, dass viele Verantwortliche durchaus Interesse an solarer Energieversorgung gezeigt haben, nachdem sie die grundlegende Technik erklärt haben. Manche Unternehmen hatten weniger geeignete Energieanalysen vorliegen oder schlicht keine Zeit für eine Beteiligung. Wieder andere hatten kürzlich in die Energieversorgung investiert und waren aus diesem Grund nicht an einer Untersuchung interessiert.

Hat sich ein Betrieb danach entschieden, etwas für Energieeffizienz zu tun oder eine Solaranlage zu installieren?

Trinkl: Darüber haben wir leider noch keine Informationen. Es war aber auch nicht die Erwartung an die Seminararbeiten geknüpft, konkrete Anlagen umzusetzen. Dafür wären sicherlich detailliertere Planungen nötig gewesen. Aber die Studierenden haben mit ihren energetischen Analysen und ihren Solarkonzepten si-

cherlich das Bewusstsein für das Thema geschärft.

“Studierende haben mit energetischen Analysen und Solarkonzepten das Bewusstsein für das Thema geschärft.”

Mit welchen Schwierigkeiten hatten die Studierenden bei der Anlagenplanung und Systemauslegung zu kämpfen?

Trinkl: Bei der Analyse der Energieversorgung und Prozesse in den Unternehmen haben sie sich mit fehlenden oder unvollständigen Energieverbrauchsdaten und der hohen Komplexität mancher betrieblicher Energieversorgungsanlage konfrontiert gesehen. In Verbindung mit fehlenden, unvollständigen oder oft veralteten Bestandsunterlagen sowie fehlender Anlagenkenntnis bei manchen Betriebsverantwortlichen war das tatsächlich eine große Schwierigkeit. Ich denke, diese Erfahrung hat den Studierenden – und den Betriebsverantwortlichen – gezeigt, wie wichtig die methodischen Ingenieurkompetenzen sind in Bezug auf das Abstrahieren komplexer Systeme, das Arbeiten mit Ersatzwerten oder ganz allgemein das Erarbeiten belastbarer

technischer und wirtschaftlicher Aussagen bei unsicherer Datenlage.

Welche Schlussfolgerungen für die Solarbranche ziehen Sie aus den ungenügenden Daten zum Energieverbrauch bei vielen Betrieben?

Trinkl: Was von den Studierenden als sehr hilfreich empfunden wurde, sind die einschlägigen Publikationen zur solaren Prozesswärme und die darin vorgeschlagenen methodischen Ansätze, wie beispielsweise die VDI-Richtlinie 3988 oder die diversen Leitfäden und Branchenkonzepte. Solche Hilfsmittel sind sicherlich wichtig für die weitere Verbreitung der solaren Prozesswärme. Insbesondere, um den beschriebenen Schwierigkeiten bei der Betriebs- und Prozessanalyse beziehungsweise bei der Prozesseinbindung zu begegnen. Wenn es an die konkrete Systemgestaltung und Auslegung geht, sind Werkzeuge erforderlich, die es ermöglichen, Energieverbräuche und Leistungsverläufe von Produktionsprozessen, betriebliche Versorgungssysteme sowie eine adäquate Solareinbindung mit vertretbarem Einarbeitungsaufwand in Simulationen abzubilden.

Das Interview führte Joachim Berner.

Weitere Informationen: www.thi.de/go/eee

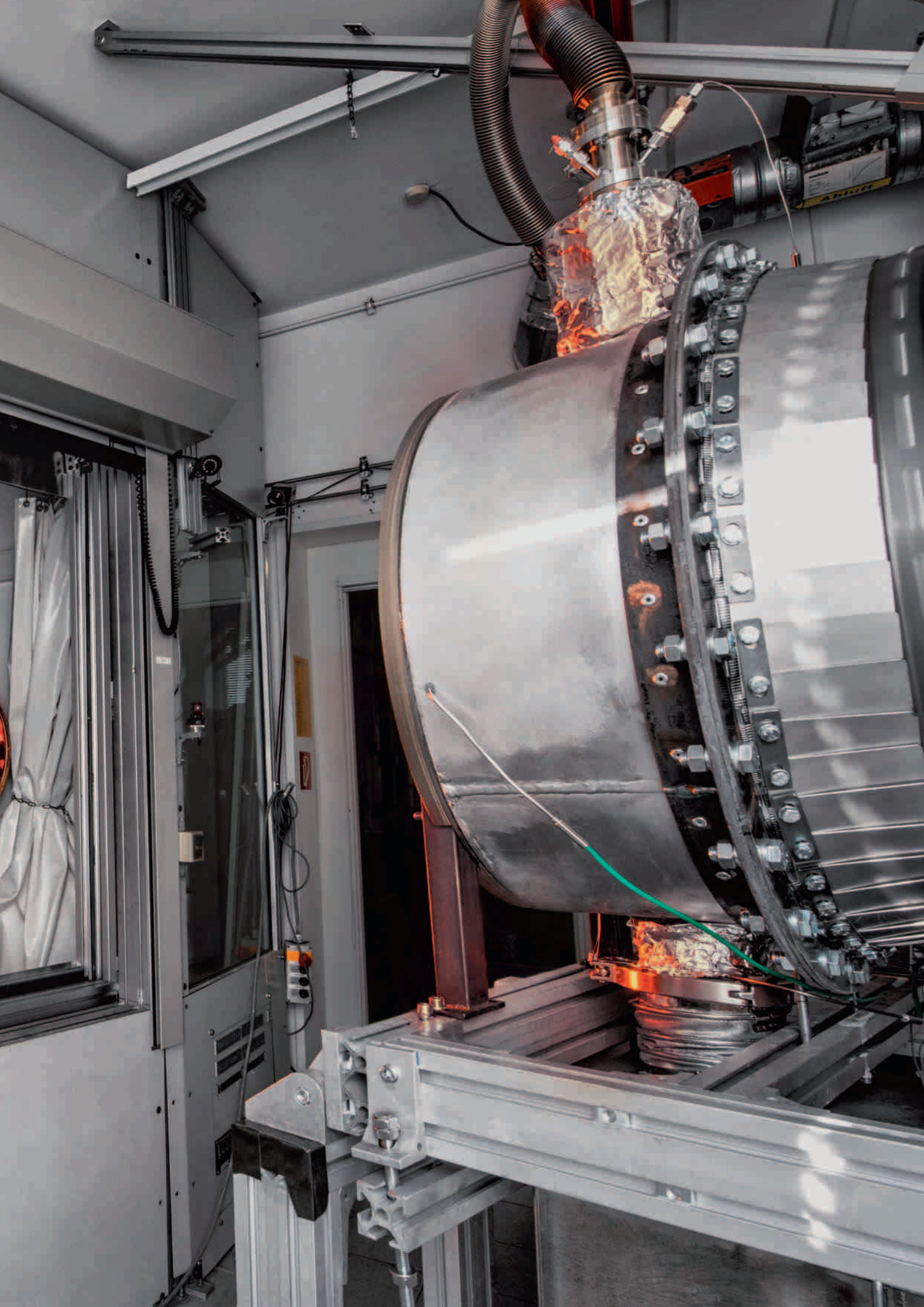


Im Labor für Solarenergietechnik können die Studierenden am Sonnensimulator verschiedene Messungen an Solarkomponenten durchführen.

Beton solar anrühren



Der Solarsimulator am DLR-Institut in Köln besteht aus zehn Xenon-Kurzbogenlampen.
Fotos (4): DLR



Kohlendioxid-Emissionen in der Zementproduktion minimieren will das DLR-Institut mit der Solarisierung des Kalzinierungsprozesses. Dazu hat es in seinem Solarsimulator einen Drehrohrofen erfolgreich getestet.

Wie im Produktionsprozess von Zement die Solarenergie fossile Energieträger ersetzen kann, haben Solarforscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) untersucht. Im Solarsimulator am DLR-Institut für Solarforschung in Köln haben sie als ersten Schritt der Herstellung die Kalzinierung von Zementrohmehl in einem Drehrohrofen getestet. Dabei werden kalzium- und magnesiumkarbonathaltige Mineralien verbrannt.

Bei Zement handelt es sich um einen der weltweit am häufigsten verwendeten Baustoffe. Seine Produktion erfordert hohe Temperaturen, die bis-

lang überwiegend durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe erzeugt werden. „Eine Solarisierung des Prozesses würde einen wichtigen Beitrag zur Reduktion von globalen Emissionen bewirken“, erklärt Doktorand Gkiokchan Moumin, warum er zu diesem Projekt forscht.

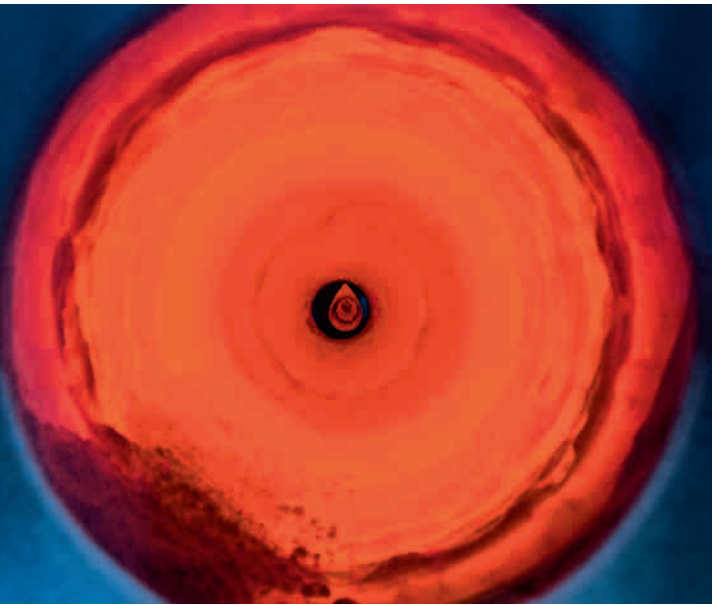
Tests belegen Eignung des Verfahrens

Ziel seiner Untersuchungen: Den zuverlässigen und mehrstündigen Betrieb des Reaktors über mehrere Tage verteilt zu demonstrieren. Seine Versuche hat er im Kölner Solarsimulator durchgeführt. „Der Hauptzweck des

Simulators ist es, kontinuierliche Bedingungen zu haben. Nach der Charakterisierung und Optimierung des Reaktors unter diesen Bedingungen, ist es möglich, diesen mit wenigen Einstellungen in den Parametern an reale Bedingungen anzupassen, wie zum Beispiel mit der Anpassung des Materialflusses“, erklärt der Forscher.

Dazu haben er und seine Kollegen das Rohmaterial im Drehrohrofen mit unterschiedlichen Flussraten bis zu einer Temperatur von 1.000 Grad Celsius erhitzt – der Temperatur, bei der die entscheidende chemische Reaktion einsetzt. Dabei gelang es den Wissenschaftlern, kalziniertes Zement-





Blick in den noch glühenden Drehrohrofen mit Zementrohreahl

DLR-Doktorand Gkiokchan Moumin bereitet das Messsystem am Drehofen vor.



Das Solarthermie-Jahrbuch im Netz

www.solarthermie-jahrbuch.de

Das Portal für Solarwärme

www.solarthermie-jahrbuch.de



Abonnieren Sie den kostenlosen Newsletter.



- Aktuelle Informationen
- News
- Inhalte des Solarthermie-Jahrbuchs 2019 frei zugänglich.

rohmehl in derselben Produktqualität herzustellen wie es mit konventionellen Reaktoren möglich ist.

Die DLR-Forscher haben sehr feines Zementrohmehl verarbeitet, das als Ausgangsmaterial der Produktion gilt. Die Handhabung des Materials stellte sich als größte Herausforderung heraus. „Die Fließfähigkeit dieses Materials ist sehr begrenzt und es bei 1.000 Grad Celsius zu verarbeiten, ist schwer“, sagt Moumin. Durch das Mehl erzeugt Staub müsse ebenfalls berücksichtigt und minimiert werden.

Zementindustrie arbeitet mit Kalzinierung

Zuvor hatte sich der Drehofen in ersten Tests im Rahmen des SOLPART-Projekts als sehr robust erwiesen. Mit ihm lassen sich Partikel verschiedener Größen zuverlässig auf eine beliebige Temperatur bis zu 1.100 Grad Celsius erhitzen. Es zeigte sich bereits ein breites Anwendungsspektrum für den Einsatz konzentrierter

Solarenergie für verschiedene chemische Prozesse. Die Optimierung und Erweiterung dieses Reaktortyps könnte ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Einführung von Solarenergie für jegliche Hochtemperatur-Anwendung zur Herstellung von verarbeiteten Partikeln sein. Beim SOLPART-Projekt beteiligt sich das DLR an der Einführung der konzentrierten Solarenergie in bereits etablierte industrielle Prozesse.

Dazu gehört zum Beispiel die solare Kalzinierung, die Moumin untersucht. Als Hauptabnehmer für eine derartige Technologie kommen die Branntkalk- und die Phosphatindustrie, vor allem aber die Zementindustrie in Betracht. Alle drei sind große Industriezweige, in denen es ohne das Erhitzen von calcium- und magnesiumkarbonathaltigen Mineralien nicht geht.

Die größte Industrie, die die Kalzinierung betreibt, ist die Zementindustrie. Dafür verbraucht sie zwei Drittel der im Prozess eingesetzten Brennstoffe. Zement ergibt mit Wasser ge-

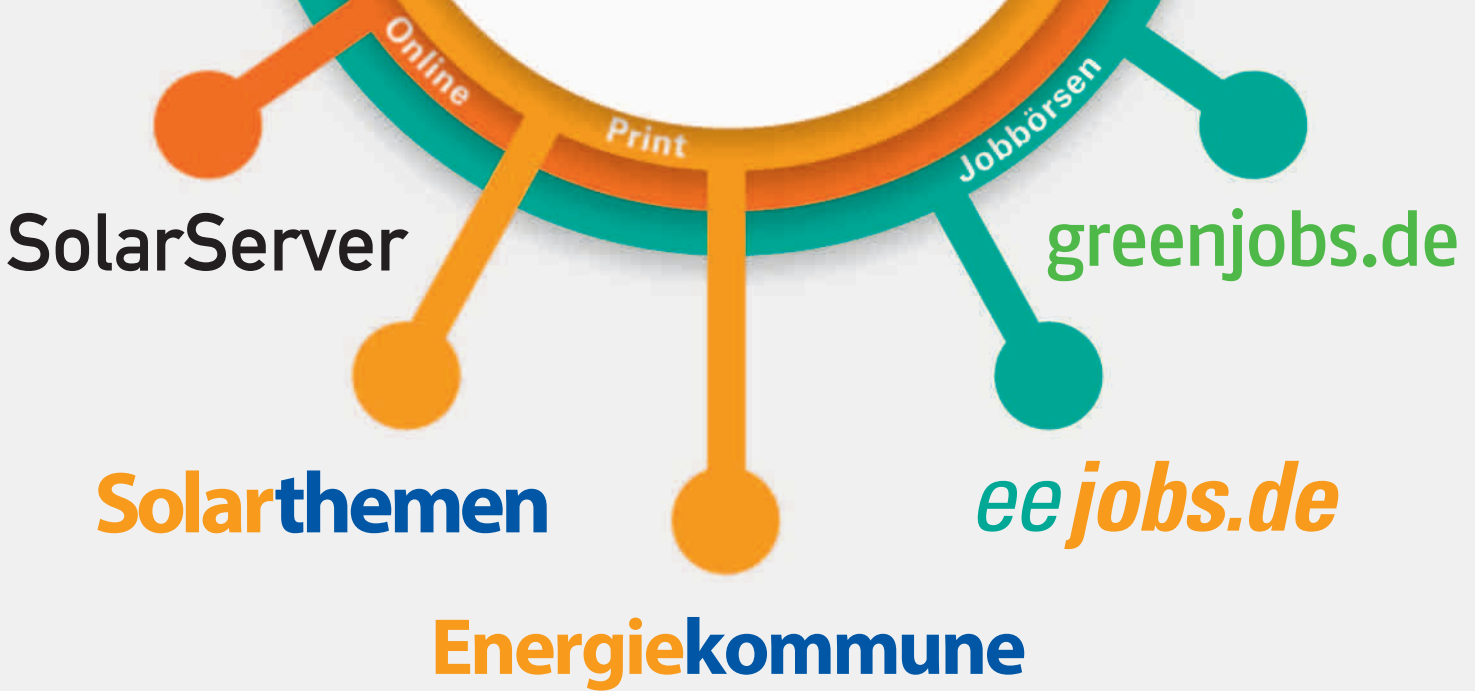
mischt den Baustoff Beton, der nach Wasser das weltweit am zweithäufigsten verwendete Gut ist. Aus diesem Grund ist diese Industrie für etwa neun Prozent der weltweiten Kohlendioxid-Emissionen verantwortlich. Die Hälfte entsteht durch die Reaktion, die andere durch den Einsatz der Brennstoffe.

Wegen des Wachstums der Schwellenländer rechnen Experten einem weiteren Anstieg des weltweiten Zementbedarfs und damit der Kohlendioxid-Emissionen und anderer Schadstoffe. Denn für die Kalzinierung werden in den Ländern nicht nur fossile Brennstoffe zur Verbrennung eingesetzt, sondern auch Abfälle und Reifen. Deshalb denkt Moumin bei seinen Arbeiten nicht nur an einen Einsatz des solaren Verfahrens in Europa: „Der Betrieb ist auch in Entwicklungsländern machbar, da der Zementbedarf lokal gedeckt werden muss und somit lange Transportrouten aus anderen Regionen nicht wirtschaftlich wären.“ **Joachim Berner**

Ein DLR-Forscher untersucht eine Probe des kalzinierten Zementrohmehls.



Ihr starker Medienverbund für die Energiewende

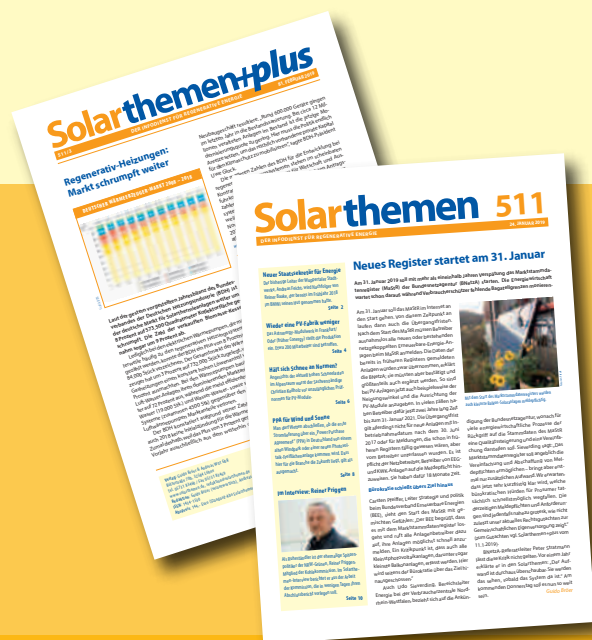


Solarthemen

Der Infodienst für erneuerbare Energien

Ich bestelle ein kostenloses Probe-Abonnement des Infodienstes Solarthemen für 2 Monate (2 Solarthemen-Hefte + 6 PDF-E-Paper Solarthemen+plus)

Das Abo verlängert sich zum Preis von 144 Euro (inkl. MwSt.), wenn es nicht eine Woche vor Ablauf des Probezeitraums gekündigt wird.



Firma, Institution _____

Name, Vorname _____

Straße _____

PLZ, Ort _____

E-Mail _____ Datum, Unterschrift _____

Antwort: per Fax an (05731) 83469
per Mail an: vertrieb@energiekommune.info

Verlag Bröer & Witt GbR • Bültestraße 70 b • 32584 Löhne

Ästhetik der Energiewende

Mit der Solarenergie beginnt etwas Neues, und diese Chance kann die Architektur nutzen, um der Energiewende ein eigenes Gesicht zu geben und zu zeigen, welche attraktiven Lösungen durch die Integration der Solartechnik in das Gebäude möglich sind. In und um Rottenburg am Neckar sind besonders viele Beispiele gelungener Solararchitektur entstanden.



2



FOTOS (14): HARTMANN ENERGIE TECHNIK



Die internationale Bauausstellung, die 1957 in Berlin stattfand, ist noch heute berühmt. Fast alle Touristen haben die Gebäude schon einmal gesehen, denn wenn sie mit der S-Bahn durchs Hansaviertel fahren, ziehen die ungewöhnlich gestalteten Gebäude vorbei.

Die "Bauausstellung" in Oberndorf ist bundesweit und erst recht international fast unbekannt, obwohl sie für die Zukunft eigentlich eine mindestens ebenso große Bedeutung haben könnte wie die Berliner Bauausstellung.

Die Voraussetzungen und Zielsetzungen sind natürlich völlig verschieden. Während es 1957 in Berlin darum ging, sowohl preisgünstige als auch ansehnliche Wohngebäude in der vom Krieg zerstörten Stadt zu schaffen, steht das Ensemble der Gebäude in Oberndorf für die vielfältigen Möglichkeiten, fossile Energien einzusparen und die solare Energieversorgung zu sichern.

Eigentlich handelt es sich in Oberndorf nicht um eine Bauausstellung, sie ist auch nie als eine solche geplant worden, sondern im Laufe vieler Jahre entstanden, und das ist vielleicht auch der Grund dafür, dass ihr weniger Beachtung geschenkt wird, als sie verdient hätte. Außerdem interessieren sich bis heute, knapp 50 Jahre nach der ersten Ölpreiskrise und dem Aufkommen der Solarenergie, immer noch zu wenige Architekten für das solare Bauen. Kaum einer findet den Weg nach Oberndorf.

Thomas Hartmann lässt sich davon nicht beirren. Der Gründer und Geschäftsführer der Hartmann Energietechnik GmbH ist seit 25 Jahren im Bereich "Sonne und Holz" aktiv und wirbt unermüdlich für die Integration der Solartechnik ins Gebäude. Seit April 2000, also seit 20 Jahren, lädt er monatlich zum Solarspaziergang ein.

An jedem dritten Samstag im Monat, morgens um 9 Uhr, treffen sich die

Interessierten am Sportheim in Rotenburg-Oberndorf. Dann führt Thomas Hartmann die Gruppe durch das 1600-Einwohner-Dorf an verschiedenen Gebäuden vorbei und erklärt ihnen alles, was sie über Solarwärme und Solarstrom wissen wollen. Das Heizen "mit Sonne und Holz" ist ebenso ein Thema wie die Wärmepumpe und die Wärmerückgewinnung.

Wer am Solarspaziergang teilnimmt, kann sich also über Technik, Planung, Montage und aktuelle Förderprogramme ausgiebig informieren. Der Rundgang endet im "sonnenzentrum" des Unternehmens Hartmann Energietechnik, und auch dieses Gebäude ist natürlich ein Vorbild für solares Bauen. Es wird zu 80 Prozent solar beheizt.

Im sonnenzentrum können die Besucher eine Solartechnik-Ausstellung besichtigen und in den Wintermonaten zusätzlich ein Schauheizen mit Pellets und Stückholz erleben. Auch die Geselligkeit kommt nicht zu kurz.

In der hauseigenen Gaststätte "sonne – die feurige gastronomie" können sie den Solarspaziergang gemütlich ausklingen lassen.

Vielleicht gibt es keine bessere Werbung für das solare Bauen als diese Spaziergänge. Man muss die Gebäude gesehen haben, um zu begreifen, was Solarenergie bedeutet und welche Möglichkeiten sie bietet. Im Laufe der vergangenen 25 Jahre hat Thomas Hartmann so gut wie alle Möglichkeiten ausgeschöpft, um die Solarenergie in die Gebäudehülle zu integrieren.

Die dafür erforderlichen speziell zugeschnittenen Kollektoren hat er viele Jahre lang in Oberndorf selbst produziert. Allerdings war bald nach dem Ende des Solarthermie-Booms, der im Jahr 2008 seinen Höhepunkt erreichte, die eigene Produktion nicht mehr wirtschaftlich tragfähig. Hartmann Energietechnik arbeitet deshalb seither mit dem österreichischen Kollektorhersteller Winkler

Solar zusammen, um die Kollektoren zu bekommen, die er für seine anspruchsvollen Solarprojekte braucht.

Dadurch hat das Unternehmen die Möglichkeit, Großflächenkollektoren in jeder Größe und jeder Form anzubieten, außerdem ein Großflächen-Solardachsystem mit abgestimmten Formaten für Solarwärme und Solarstrom, ganz in schwarz oder blau.

Auf den folgenden Seiten sind einige Stationen des Solarspaziergangs abgebildet. Architektur, Handwerk und Technik müssen Hand in Hand gehen, um technisch einwandfreie und zugleich attraktive Lösungen zu verwirklichen. Die Beispiele zeigen, dass es unter günstigen Voraussetzungen, zu denen sicherlich auch die hohe Kaufkraft der Region Tübingen gehört, in Verbindung mit dem persönlichen Engagement einzelner Solarpioniere möglich ist, die Bautechnik der Zukunft schon heute zu präsentieren. **Detlef Koenemann**

Vielfalt der Möglichkeiten

1 Diese elegante Architektur setzt maßgeschneiderte Kollektoren voraus. Das ungewöhnliche Sonnenhaus wurde in der Nähe von Calw errichtet.

2 Um die Kollektoren steiler anzuwinkeln, ohne die Architektur zu beeinträchtigen, wurden die Kollektoren dachintegriert direkt unter dem First installiert.

3 Führung im Rahmen eines Sonnenhaus-Seminars: Der Architekt hat das ganze Haus „mit ein paar Stellschrauben“ optimiert. Der Kollektor ist stärker geneigt, um im Winter mehr Solarwärme zu ernten, und der Speicher ist relativ groß. Das Gebäude ist besonders gut gedämmt und hat größere Fensterflächen, um mehr passive Gewinne zu erzielen. Die Bewohner kommen mit etwa 1,5 Raummetern Holz durch den Winter.

4 An der Fassade des "sonnenzentrums" befinden sich zehn Solar Kollektoren mit jeweils 15 Quadratmetern Fläche. Der Speicher hat ein Volumen von 20 Kubikmetern, ist also relativ klein im Verhältnis zur Kollektorfläche. Als zusätzlicher Wärmespeicher wird die Betonkernaktivierung in der Halle genutzt.





5



6

Solarkollektoren an der Fassade

5 Dass die ganze Familie Hartmann von der Solarenergie überzeugt ist und Wert auf ästhetisch ansprechende Architektur legt, beweist dieses Wohnhaus. Thomas Hartmanns Schwester wollte ursprünglich am Balkon 7,5 Quadratmeter installieren und rechts davon, an der Wand noch einmal 7,5 Quadratmeter, schräg angestellt. Durch Zufall fand die Bauherrin eine bessere Lösung. Ein ebenfalls solaraktiver Verwandter aus dem Allgäu wies sie auf die Fassadenkollektoren hin, die damals in Vorarlberg aufgekommen waren. Deshalb bezieht sie nun die Wärme aus einem Fassadenkollektor mit gut 21 Quadratmeter Fläche, aus einem Stück gefertigt, als Schrägschnitt ausgeführt.

6 Die Sanierung dieses vermieteten Mehrfamilienhauses entstand unter günstigen Voraussetzungen, denn der Bauherr war zugleich Architekt. Im Zuge der Sanierung wurden die Kollektoren in die Fassadendämmung und in die senkrechte Balkonbrüstung integriert. An der Terrassenbrüstung ganz links sind die Kollektoren etwas schräg gestellt, um einen höheren Ertrag zu erwirtschaften.

7 Dies ist ein Beispiel für eine Fassade mit zwei Kollektorstreifen, die von oben nach unten laufen. Die schräg angeschnittenen Kollektoren sind maßgeschneidert. Sie wurden im Rahmen eines Kollektorbaukurses von Laien angefertigt.

8 Dieser Bauherr hat offenbar eine Vorliebe für quadratische Formen. Die Solartechnik wird hier anstatt einer ursprünglich weiß verputzten Wandscheibe sozusagen „herausragend“ präsentiert.





Solarkollektoren am Balkon und an der Wand

9 Wenn der Giebel nach Süden zeigt, bietet es sich an, die Kollektoren an der Balkonbrüstung anzubringen. Die aktive Fläche ist 18 Quadratmeter groß. Der Zimmermann hat das Balkongeländer so konstruiert, dass man die Kollektoren relativ einfach anbringen konnte. Sie ersetzen das Balkongeländer.

10 Das Dach dieser Scheune hat eine Neigung von 30° und ist deshalb nicht ideal geeignet für die Installation von Kollektoren. Außerdem ist es mit asbesthaltigen Eternit eingedeckt. Deshalb wurden die Solarkollektoren an der Wand installiert. Das Dach hat einen relativ großen Vorsprung. Im Juni ist knapp die Hälfte des 23 Quadratmeter großen Kollektors verschattet, liefert aber trotzdem noch genügend Wärme für Warmwasser. Und im Winter gibt es kaum Verschattung, also ebenfalls viel Wärme fürs Heizen.



11 Als an diesem Bestandsgebäude das Balkongeländer saniert werden musste, hat man stattdessen einen Kollektor angebracht. Hier war ein geschickter Architekt am Werk, der die Kollektorfläche verdoppeln wollte und einfach das untere Element nach oben projiziert hat, sodass es stimmig aussieht. Unten ist es ein Balkonkollektor und oben ist es ein Wandkollektor.

11





Solarkollektoren für Anbau, Gartenhaus und Holzhaus

12 Dieser nachträgliche Anbau an einem Flachdachbungalow wird für die Solartechnik genutzt, weil sich das Dach des Bungalows nicht für die Installation von Kollektoren eignet. Die Eigentümer haben einen ganz modernen Anbau errichtet, der unten voll verglast ist und durch eine Jalousie verschattet werden kann. Das Licht fällt durch zwei Fenster links und rechts in das Obergeschoss. Der nach Süden ausgerichtete Kollektor ist maßgeschneidert.



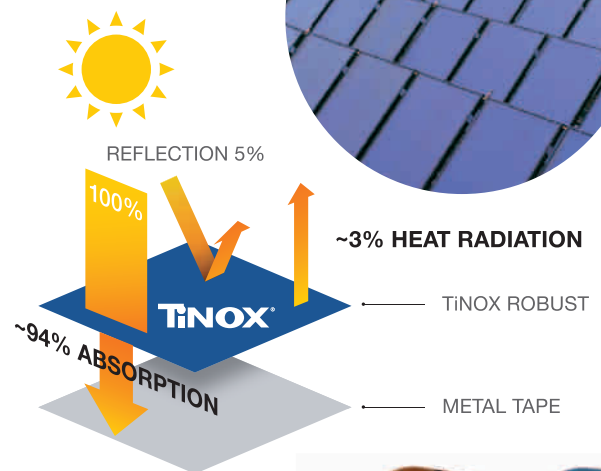
13 Dieses Gartenhaus gehört zu einem großen Seminargebäude mit 120 Betten. Weil sich dort nirgends eine für Kollektoren geeignete Fläche angeboten hat, wurde ein Gartenhaus errichtet, auf dem eine 48 Quadratmeter große Kollektorfläche Platz gefunden hat. Eine 70 Meter lange, besonders gut isolierte Erdleitung transportiert die Wärme zum Haupthaus.

14 Preisgekrönt: In dem HolzbauPlus-Wettbewerb 2019 des deutschen Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft wurde das Einfamilienhaus von Stefanie und Daniel Müller in Wurmlingen bei Tuttlingen mit dem ersten Preis in der Kategorie Wohnungsbau ausgezeichnet. Das Sonnenhaus in Holzständerbauweise mit Strohballen als Wärmedämmung erreicht mit einem 24 Quadratmeter großen Fassadenkollektor und einer Photovoltaik-Anlage mit 9,9 Kilowatt Leistung eine solare Deckung von etwa 54 Prozent. Der Pufferspeicher hat ein Volumen von 4.000 Litern.



TiNOX[®]
robust

**DEVELOPED
FOR
HARSH
CONDITIONS**



**UNSURPASSED
OPTICAL
STABILITY**



SPF Solartechnische
Prüfung
Verfahren

Fraunhofer
ISE

Almeco GmbH
Claude Breda Strasse, 3
D-06406 Bernburg
info.de@almecogroup.com



Indiviva-Geschäftsführerin Madeleine Krenzlin freut sich über die Möglichkeit, Tiny Houses mit Solarluftkollektoren günstig und umweltfreundlich belüften und wärmen zu können.

FOTO: INDIVIVA/GRAMMER SOLAR



Ob im Tiny House, im Wochenend- oder im Ferienhaus – Luftkollektoren schaffen ein angenehmes Raumklima.

Sonne passt in die kleinste Hütte

Josef R. lebt in einem mobilen Häuschen im Allgäu. Erwärmt und belüftet wird es von einem Luftkollektor. „Es ist eine klasse Möglichkeit, auf so einfache Weise ein Tiny House konstant und völlig autark zu lüften – gerade

auch, wenn man mal länger unterwegs ist“, begründet er, warum er sich für ein Solarluftsystem entschieden hat. Gewählt hat er den Twin-solar Duo-Kollektor des Amberger Unternehmens Grammer Solar: „Es

ist das kleinste Modell und für mein Tiny Houses völlig ausreichend.“

Der Kollektor besteht aus einem wärmeisolierten Gehäuse aus see-wasserfestem Aluminium. Ein Stahl-vlies bildet den Absorber. Hagelfestes,

reflexionsarmes und hoch transparentes Solar-Sicherheitsglas deckt den 1,1 Quadratmeter großen Sonnenfänger ab. Mit einer thermischen Spitzenleistung von 0,7 Kilowatt kann er bis zu 90 Kubikmeter Frischluft pro Stunde erwärmen. Den Strom für den Ventilator erzeugt er über ein integriertes Photovoltaikmodul selbst. „Der läuft fast geräuschlos, sodass er mich überhaupt nicht stört“, sagt Josef R.

Bei seinem Kollektor ist der Luft-einzug seitlich am Gehäuse angebracht. Deshalb konnte er ihn plan auf die Hausfassade schrauben – natürlich auf der sonnigsten Seite seines Tiny Houses. Den Einbau beschreibt er als unproblematisch. „Mit vier Händen, einem großen Bohrer für die Wanddurchführung und vier Schrauben war das schnell gemacht.“ Zumal der Kollektor lediglich 22 Kilogramm auf die Waage bringt.

Solarluft hält Schimmel fern

Luft bietet als Wärmeträger einige Vorteile: Sie ist ungiftig und kostet nichts. Sie kann nicht einfrieren und unter normalen Druckverhältnissen nicht überhitzen. Deshalb muss man sich keine Gedanken über Maßnahmen zum Frost- oder Überhitzungsschutz machen.

Warme Luft trocknet besser als kalte Luft. Nach diesem Prinzip arbeitet nicht nur ein Fön, sondern auch die Solarlüftung. Die Kollektoren ziehen Außenluft mit einem Ventilator an, erwärmen sie und blasen sie über ein isoliertes Rohr ins Haus. Der trockene Luftstrom nimmt die Feuchtigkeit auf und transportiert sie nach draußen.

Gleichzeitig heizen sie. Beispielsweise kann der Twinsolar Duo die Lufttemperatur um bis zu 30 Grad Celsius erhöhen. Ist die gewünschte

Raumtemperatur erreicht, schaltet er mit Hilfe eines Thermostats automatisch ab. Damit ist das Haus vor Feuchtigkeit und Schimmel geschützt. „Auch nach längerer Abwesenheit hat sich mein Tiny House immer sehr gut gelüftet angefühlt“, sagt Josef R.

Der Allgäuer hat sein Mikrohaus selbst gebaut. Das nötige Handwerkszeug dafür hat er sich bei einem Selbstbaukurs des Anbieters Indiviva aus Schorndorf geholt. Die Firma hat im vergangenen Jahr Minihäuser mit Luftkollektoren des Oberpfälzer Herstellers vorgestellt. Sie hat mittlerweile einige Erfahrungen mit Luftkollektoren gesammelt. „Mit dem Twinsolar Duo hat Grammer Solar ein ideales Luftkollektorsystem für die oft nur sehr kleinen Häuser mit zehn bis 20 Quadratmeter Wohnfläche auf den Markt gebracht“, erklärt Geschäftsführerin Madeleine Krenzlin, warum sie auf das Produkt aufmerksam geworden ist.

Sie findet den Luftkollektor optisch ansprechend, weil er sich ohne groß aufzutragen in eine Hausfassade integrieren lässt. Außerdem bietet er genügend Lüftungsleistung. Die Kleinsthäuser würden zwar meist ein geringes Raumvolumen von weniger als 50 Kubikmeter besitzen. Das Feuchtigkeitsaufkommen würde dennoch einem durchschnittlichen Wohnhaus gleichen. „Der Luftkollektor trägt entscheidend zu einem trockenen und gesunden Raumklima bei“, sagt die Wohnspezialistin. Häufig würden Tiny Houses als Ferienhäuser genutzt, die dank dem Twinsolar ganz einfach vor Schimmelbefall geschützt werden könnten.

Der „solare Hausmeister“ bietet sich für vermietete Ferienhäuser an. Die Eigentümer müssen sich nicht um das autarke System kümmern und können sich dennoch auf ein jederzeit gesundes Raumklima verlassen. Ne-

ben dem Plus an Komfort und der vorbeugenden Wirkung für die Baubsubstanz beschreibt Grammer Solar die Solarlüftung als eine Investition in den Werterhalt und die Wertsteigerung der Ferienimmobilie.

Hersteller liefert in alle Welt

Seit ihrer Gründung 1977 hat die Firma Luftkollektoren mit einer Gesamtfläche von über 250.000 Quadratmeter produziert und in 43 Länder geliefert. Das Pionierunternehmen hat sich in Europa zum Marktführer entwickelt. In den Alpen halten die Systeme entlegene Berghütten über den Winter trocken, in Europa und Südamerika versorgen sie Ferien- und Wohnhäuser mit warmer Frischluft. Mit den Solarluftsystemen lassen sich außerdem land- und forstwirtschaftliche sowie industrielle Produkte günstig und ohne großen technischen Aufwand trocknen.

Neben den Twinsolar-Modellen fertigt das Unternehmen die Jumbosolar-Kollektoren. Sie sind mit 80 Kilogramm Gewicht schwerer und etwas anders aufgebaut. Unter einer hagelfesten Scheibe aus Sicherheitsglas, die auf einem Stahlblechgehäuse liegt, befindet sich ein Rippenabsorber aus Aluminium, durch den die Luft strömt. Die Kollektoren liefern eine thermische Spitzenleistung von 738 Watt pro Quadratmeter.

Die Ausführung der solar betriebenen Lufttrockner reicht von einfachen und kostengünstigen Belüftungsanlagen mit vorgeschalteten Luftkollektoren bis zu technischen Trocknungsanlagen mit solarer Vorwärmstufe, konventioneller Nachheizung und vollautomatischer Regelung. So aufwändig muss es im Allgäu nicht sein. Für das Tiny House von Josef R. genügt das einfache Modell.



Die Solaranlagen tragen zu jeweils drei Vierteln zur Strom- und Wärmeversorgung des SonnenEnergieHauses bei. FOTOS (4): RE SYS AG

Solarwärme und Photovoltaik im Zusammenspiel

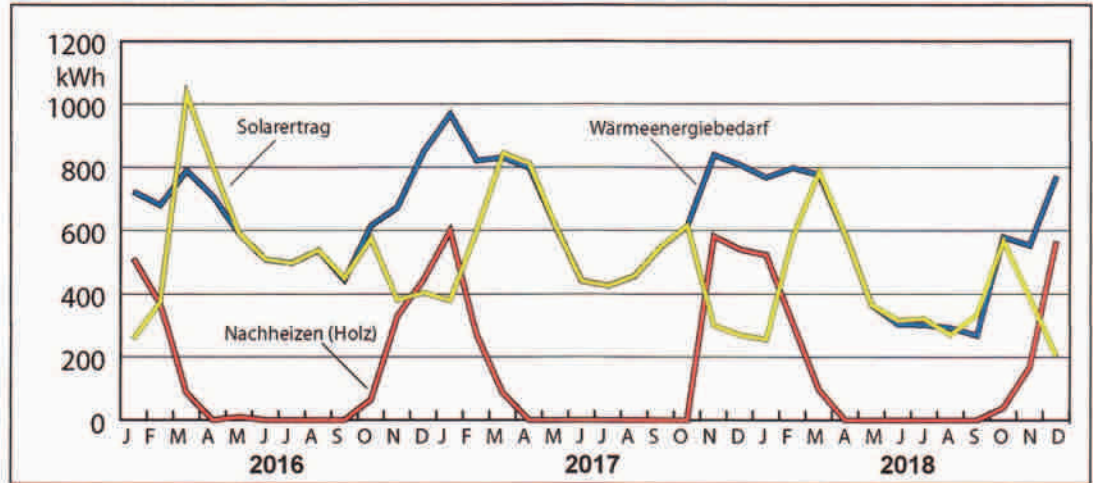
Um Strom und Wärme zu jeweils drei Vierteln von der Sonne zu ernten, braucht das Eigenheim keine riesigen Modulflächen. Eine gut abgestimmte Kombination aus Photovoltaik und Solarthermie reicht aus, wie ein Sonnenhaus aus Freiburg zeigt.

Seit Herbst des Jahres 2015 wohnt eine dreiköpfige Familie in einem so genannten SonnenEnergieHaus der ReSys AG. Das Einfamilienhaus mit 161 Quadratmeter Wohnfläche liegt in Umkirch, einer Gemeinde am Stadtrand von Freiburg. Das Gebäude ist mit einer Solarheizung ausgestattet. Die Solarwärme-Anlage erbringt 14 Kilowatt Leistung und verfügt über einen Wärmespeicher mit 1.100 Liter Wasserinhalt. Das entspricht 60

bis 80 Kilowattstunden Wärmespeicherkapazität. Als Ergänzung für die Sonnenheizung dient ein wasserführender Kaminofen, den die Bewohner automatisch mit Pellets oder manuell mit Scheitholz befeuern können. Das in Holzständerbauweise konzipierte Haus erfüllt die Kriterien des Effizienzhauslevels 40 Plus. Dazu trägt neben der entsprechend guten Dämmung auch eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung bei.

Für die Stromversorgung des Hauses ist eine Photovoltaik-Anlage mit 5,2 Kilowatt Leistung installiert. Diese kann rund 4 Kilowattstunden Strom in einem Lithiumionen-Batteriespeicher zwischenspeichern. Das Haus steht auf einer Bodenplatte und ist nicht unterkellert. Die gesamte Haustechnik passt in einen 14 Quadratmeter großen Hauswirtschaftsraum, der außerdem noch genug Platz für die Waschmaschine, einen

Die Wärmebilanz des Gebäudes über drei Jahre zeigt, dass über weite Strecken des Jahres die Solarwärmanlage für die Wärmeversorgung ausreicht.



Wäscheständer und Kühlgeräte bietet.

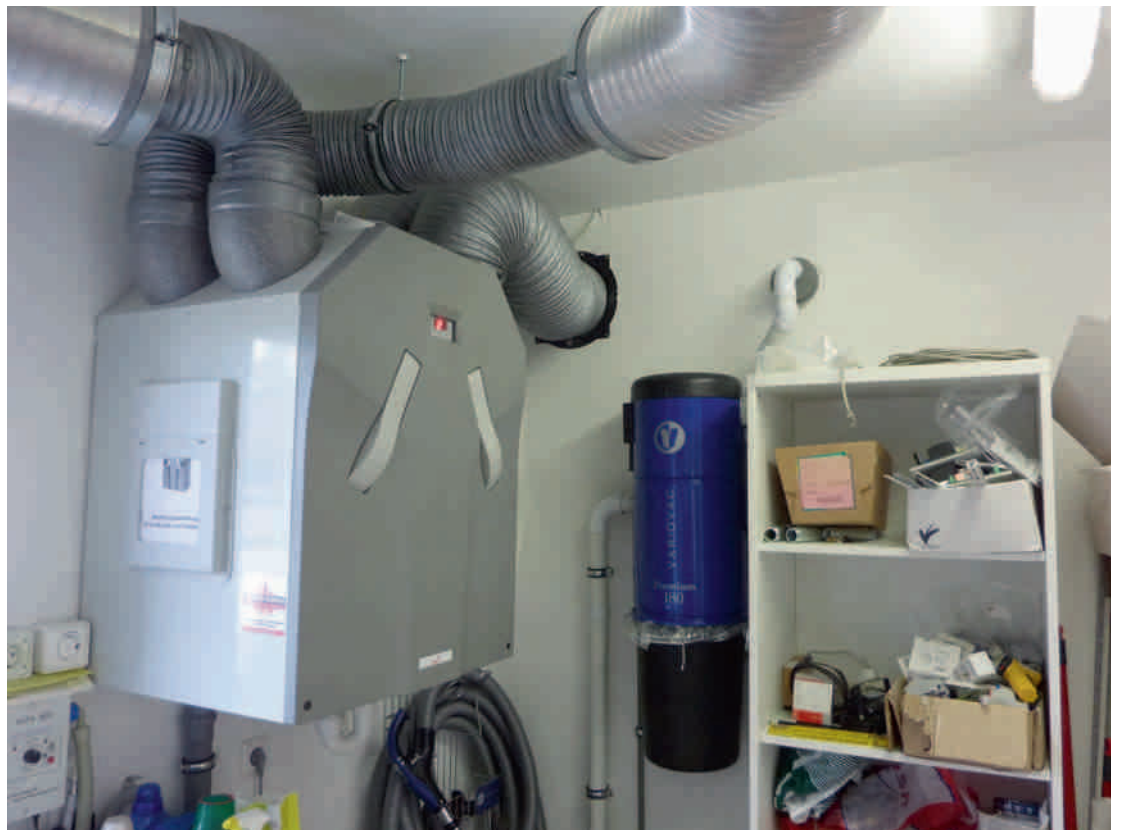
Im Vergleich zu anderen Sonnenhäusern sind die Solaranlagen und Speicher klein ausgelegt. Das Dachgeschoss ist nicht ausgebaut, böte aber die Möglichkeit für Dachfenster. Die Flächen dafür sind freigehalten. Das ist möglich, weil die Sonnenkollektoren und die Photovoltaikanlage nicht die komplette Dachfläche belegen. Vom Einzug bis heute haben Sen-

soren die Energieverbräuche und die Energieerzeugungen des Gebäudes erfasst. Eine Zeitlang war es Bestandteil der wissenschaftlichen Untersuchungen im Projekt Solsys. In diesem Projekt haben Forscher des Fraunhofer ISE, des Instituts für Gebäude- und Solartechnik der TU Braunschweig und der Solar- und Wärmetechnik Stuttgart (SWT) verschiedene Sonnenhauskonzepte untersucht und verglichen.

Solare Deckung erreicht drei Viertel

Die Messungen belegen, dass die in der Planung angepeilte solare Deckung erreicht wird. Ziel war es, jeweils drei Viertel des Strom- und Wärmebedarfes mit Sonnenenergie zu decken. Im Mittel der Jahre 2016 bis 2018 betrug der solare Deckungsgrad bei der Heizung 76 Prozent. Nahezu eine Punktlandung. Bei einem Jahreswärmebedarf von 7.757 Kilo-

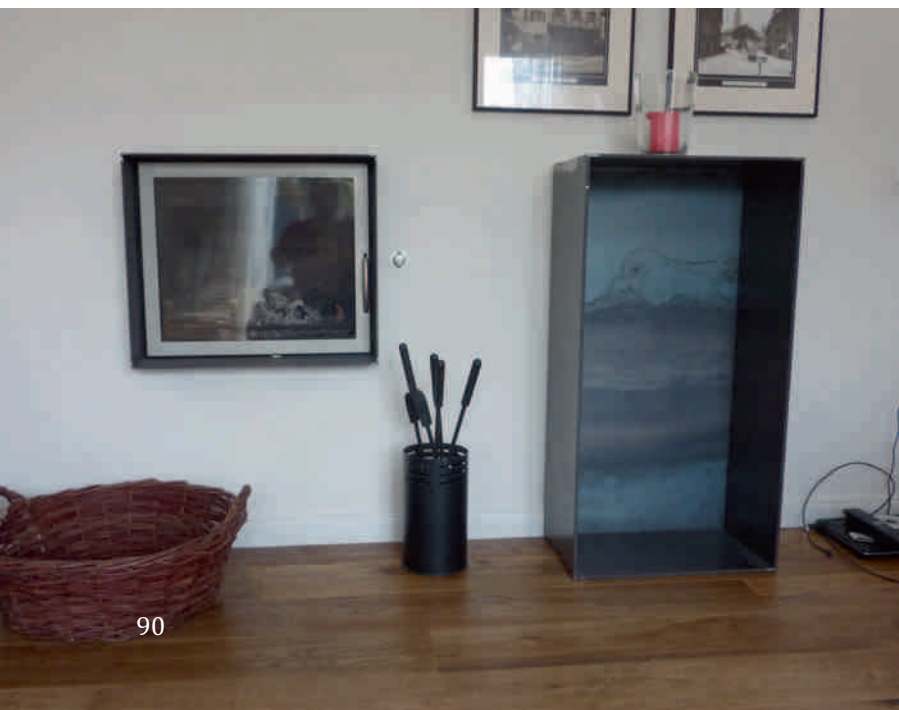
Die Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung reduziert den Wärmebedarf und trägt damit zur der außerordentlich hohen solaren Deckung für die Wärmeversorgung bei.



SonnenEnergieHaus Kirner

Baujahr	2015
Wohn- und Nutzfläche	161 m ²
Art der Baukonstruktion	Holzständerbau
Lüftung	Lüftungsanlage mit WRG
Energieerzeugung	
Solarwärmanlage	14 kW
Kombikessel für Scheitholz und Pellets	3 bis 13 kW
Wärmespeicher 1100 Liter	60 bis 80 kWh
PV-Anlage	5,2 kW
Batteriespeicher	3,9 kW
Energiebilanz (Mittelwert von 2016 bis 2018)	
Wärmeenergieverbrauch des Gebäudes für Hei-	7.757 kWh/a
Solarwärmeerzeugung	5.895 kWh/a
Wärme aus Scheitholz und Pellets	1.864 kWh/a
Solarer Wärmeautarkiegrad	76,0 %
Stromverbrauch Haushaltsstrom	2.835 kWh/a
Stromerzeugung des Gebäudes	6.077 kWh/a
Strombezug von Netz	708 kWh/a
Stromeinspeisung Netz	3.712 kWh/a
Eigenverbrauchsquote der Stromerzeugung	39,9 %
Autarkiegrad für Strom	75,1 %
Wirtschaftlichkeit	
Mehrkosten für Haustechnik	15.000 €
Einsparung an Betriebskosten	1.272 €/a
Amortisationszeit	11,8 Jahre

Wenn die Solarenergie zum Heizen nicht ausreicht, sorgt der wasserführende Kaminofen im Wohnzimmer für wohlige Wärme.



wattstunden konnte die Solarwärmanlage 5.895 Kilowattstunden pro Jahr bereitstellen.

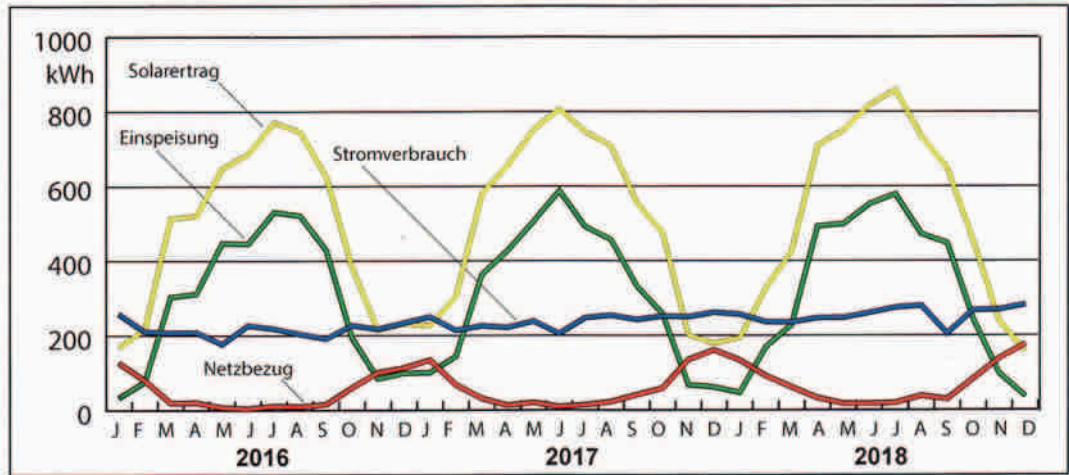
Noch genauer erfüllt die Strombilanz die Planung. Die solare Deckung liegt hier bei 75,1 Prozent. Vom Jahresstromverbrauch von 2.835 Kilowattstunden konnte die Photovoltaik-Anlage 2.128 Kilowattstunden abdecken. Nur 708 Kilowattstunden pro Jahr musste die Familie vom Stromversorger beziehen. Insgesamt hat die Photovoltaik-Anlage im Mittel der drei Jahre 6.077 Kilowattstunden Sonnenstrom pro Jahr erzeugt. Das heißt, dass der Eigenverbrauch bei 39,9 Prozent lag. 60,1 Prozent speiste die Solarstromanlage in das Netz ein.

Solarwärmeertrag im Sommer begrenzt

Obwohl die Nennleistung der Solarwärmanlage fast dreimal so groß ist wie die der Photovoltaikanlage, ernten beide Anlagen fast gleich viele Kilowattstunden von der Sonne. Denn der überschüssige Sonnenstrom kann in das Netz eingespeist werden, während die Solarwärmanlage abgeregelt werden muss, wenn der Speicher voll ist. Die Stromerzeugung der Photovoltaikmodule folgt dem Jahresverlauf mit dem Maximum im Sommer. Dagegen erzielt die Solarwärmanlage ihre besten Erträge in März und April. Dann ist der Wärmebedarf im Haus durch die Heizung noch hoch und der Sonnenstand reicht schon aus, um kräftig Solarwärme zu ernten. Im Sommer sinkt der Solarertrag dann ab, denn nun können die Kollektoren nur noch den Warmwasserbedarf und die Zirkulationsverluste decken.

Die klassische Sonnenheizung eines Sonnenhauses beruht auf einem mehrere Kubikmeter großen Speicher. Dieser große Speicher hat zwei Aufgaben. Er sammelt die überschüs-

Strombilanz des Gebäudes über drei Jahre.



sige Solarwärme der Sommermonate ein und bewahrt sie für die Wintermonate auf. Außerdem sorgt er dafür, dass die Solaranlage im Sommer nur selten abgeregelt werden muss. Denn die Abregelung einer Solarwärmanlage bedeutet, dass die Sonnenkollektoren in Stagnation gehen. Die Wärme wird nicht mehr abgeführt und dadurch heizen sich die Kollektoren sehr stark auf. Das belastet das Material und vor allem den Wärmeträger, der aus einer glykolhaltigen Frostschutzlösung besteht.

Beim SonnenEnergieHaus reicht die Speichergröße nicht aus, um Stagnation zu verhindern. Darum setzt ReSys hier Vakuumröhrenkollektoren von Paradigma ein, die nicht mit einem Glykol-Wasser-Gemisch, sondern nur mit Wasser gefüllt sind. In Stagnationsphasen verdampft das

Wasser ohne Schaden zu nehmen.

Solarheizung amortisiert sich

Das Wohnen in einem SonnenEnergieHaus ist nicht nur sehr klimafreundlich, es lohnt sich auch. ReSys-Geschäftsführer Gerd Schallmüller beziffert die Mehrkosten für die Haustechnik im Vergleich zu einer konventionellen Heizung auf 15.000 Euro. Die Einsparungen durch vermiedene Strom- und Wärmekosten belaufen sich auf etwa 1.000 Euro. Hinzu kommt die Vergütung für den eingespeisten Solarstrom in Höhe von knapp 300 Euro. Damit amortisiert sich die Haustechnik nach knapp 12 Jahren. Außerdem liegen 20 Jahre lang die Energiekosten bei Null, weil die Einspeisevergütung für den Solarstrom die geringen Kosten für

Netzstrom und Holz übersteigt.

Auch in der Sanierung und im Mehrfamilienhaus kann das SonnenEnergieHaus-Konzept greifen. Statt dem Holzofen kann dabei auch eine Kombination mit einem Gaskessel oder einer Wärmepumpe eingesetzt werden. Das Zusammenspiel von Dämmung, Lüftung mit Wärmerückgewinnung, Solarthermie und Photovoltaik kann auch bei einem solchen Gebäude dazu führen, dass die Sonne frei Haus bis zu drei Viertel der Energie für Strom und Wärme liefert.

Jens-Peter Meyer

Weitere Informationen:

Projekt Solsys:
<https://solare-energieversorgung.de>
 SonnenEnergieHaus Umkirch:
www.sonnenenergiehaus.de

Im Haustechnikraum ist auf 14 Quadratmetern alles untergebracht und der Platz reicht auch, um Wäsche zu trocknen.





FOTOS: SONNENHAUS-INSTITUT / MARKUS AICHHORN

Im 21. Jahrhundert angekommen

Simone und Michael Hövel haben in Prien am Chiemsee ein Haus gebaut, das real und nicht nur bilanziell zu fast 100 Prozent kohlendioxidfrei mit Solarenergie für Wärme, Strom und Mobilität versorgt wird. Die EU-Gebäuderichtlinie für Niedrigstenergiehäuser haben sie konsequenter umgesetzt, als es in Deutschland voraussichtlich verlangt wird.

Mit elf Jahren hat Michael Hövel einen Beschluss gefasst: Wenn ich mal baue, soll mein Haus autark sein! Zu jener Zeit, Anfang der 1980er Jahre, hat der heute 46-Jährige in der Zeitschrift GEO einen Artikel über das erste energieautarke Haus der Welt gelesen. In den 1950er Jahren als Forschungsprojekt in Massachusetts gebaut, hat es den Jugendlichen fasziniert. In der Zwischenzeit hat Hövel Maschinenbau studiert und als Kraftwerksingenieur bei namhaften Unternehmen gearbeitet, er hat geheiratet und ist Vater von zwei Kindern geworden. In dieser Zeit hat sich aber auch der Klimawandel verschärft und das EU-Parlament hat eine Gebäude-richtlinie erlassen, nach der künftig nur noch Fast-Null-Energie-Häuser gebaut werden sollen.

All das spielte zusammen, als Michael Hövel und seine Frau Simone 2016 begannen, ihr eigenes Heim zu planen. Der alte Kindheitstraum war jetzt mehr als zeitgemäß und Hövel beschloss, ein Haus ganz im Sinne des Klimaschutzes, der größtmöglichen Kohlendioxid-Vermeidung und maximaler Unabhängigkeit zu bauen. Ihre Entscheidung fiel auf ein Sonnenhaus, das sie seit 2018 bewohnen. Mit den großen Solarthermie- und Photovoltaikanlagen auf dem Dach und an der Fassade erzeugen sie die Ener-

gie für Wärme, Strom und ein Elektroauto bilanziell kohlendioxidfrei, und auch real kommen sie nahe an die 100 Prozent kohlendioxidfreie Energieversorgung.

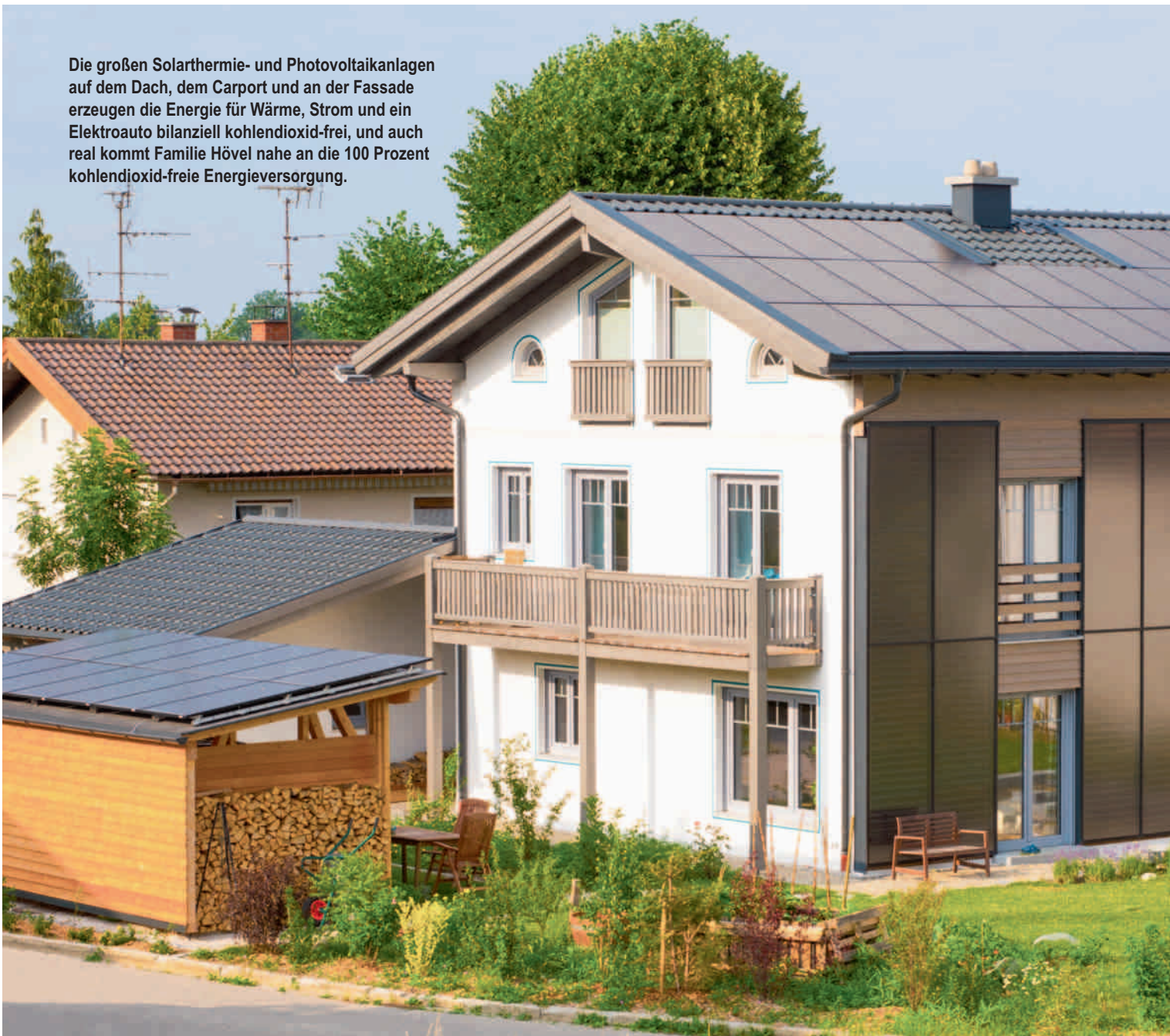
In seinem Beruf ist Hövel zunächst zum Experten für Gasturbinen geworden. Dafür ist er um die Welt gereist und hat für einen führenden Kraftwerksbauer viele Jahre in der Schweiz gearbeitet. Und auch wenn er sich im Studium und später im Beruf mit Kohle, Gas und Atomenergie beschäftigt hat, die erneuerbaren Energien hat er nie aus dem Blick verloren. So erfuhr er auch, dass 2004 das Sonnenhaus-Institut e.V. gegründet wurde.

Minimale Treibhausgas-Emissionen

Das von dem Kompetenznetzwerk für solares Bauen propagierte Bau- und Energiekonzept kommt dem sehr nahe, was er vor vielen Jahren gelesen hatte. Laut Definition muss bei einem Sonnenhaus mindestens die Hälfte des Wärmebedarfs für die Raumheizung und das warme Wasser solar gedeckt werden. Der Fokus verschiebt sich allerdings immer mehr in Richtung Sektorenkopplung: Bauherren und Planer streben heute in der Regel an, große Teile des Energiebedarfs für Wärme und ebenso für



Die großen Solarthermie- und Photovoltaikanlagen auf dem Dach, dem Carport und an der Fassade erzeugen die Energie für Wärme, Strom und ein Elektroauto bilanziell kohlendioxid-frei, und auch real kommt Familie Hövel nahe an die 100 Prozent kohlendioxid-freie Energieversorgung.



Strom regenerativ zu decken, im Idealfall auch für die Elektromobilität. Das sorgt für einen niedrigen Bedarf an anderen Brennstoffen, was einem sehr niedrigen Primärenergiebedarf entspricht, sowie minimalen Treibhausgasen wie Kohlendioxid in der Energieerzeugung.

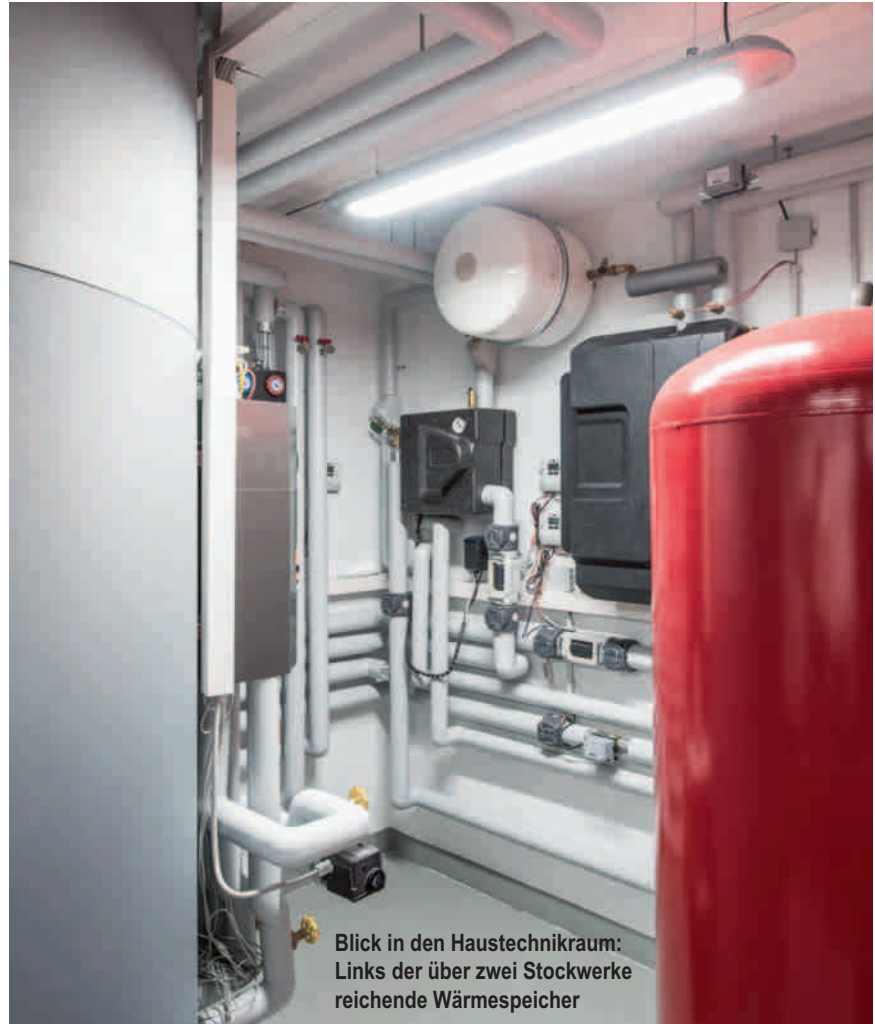
„So bauen, wie wir bauen sollten“

Neben der kohlendioxidfreien Bilanz hatte Hövel noch ein zweites Ziel: Er wollte zeigen, dass man die EU-Gebäuderichtlinie für Niedrigstenergie-

häuser durchaus, wie von den Autoren ursprünglich erdacht, einhalten kann. Dafür verweist er auf Artikel 2 in der EU-Gebäuderichtlinie von 2010: „Der fast bei Null liegende oder sehr geringe Energiebedarf sollte zu einem ganz wesentlichen Teil durch Energie aus erneuerbaren Quellen einschließlich Energie aus erneuerbaren Quellen, die am Standort oder in der Nähe erzeugt wird, gedeckt werden.“ „Das beschreibt doch genau, was wir machen sollten“, sagt er und bedauert es, dass der Passus „am Standort oder in der Nähe“ für die

nationale Umsetzung in Deutschland in dem noch nicht verabschiedeten Gebäudeenergiegesetz gestrichen werden soll.

Bauen konnte die Familie auf einem Grundstück der Eltern, das sich im Zentrum des oberbayerischen Ortes Prien am Chiemsee befindet. Der Bebauungsplan von 1974, den Hövel als „klassisch“ bezeichnet, verlangt einen bayerischen Baustil. In Bezug auf die Optik heißt das beispielsweise, dass ein Wohnhaus ein Satteldach mit 22 Grad Neigung haben muss. Das entspricht nicht gerade



Blick in den Haustechnikraum:
Links der über zwei Stockwerke
reichende Wärmespeicher

den Erfordernissen von Sonnenhäusern. Denn damit im Winter viel Solarwärme erzeugt werden kann, sollte die Fläche für die Solarkollektoren möglichst steil geneigt sein, zum Beispiel 60 Grad.

Mit einiger Überzeugungsarbeit und findiger Auslegung der strengen Vorgaben erhielt das Paar die Baugenehmigung für das Sonnenhaus, und sie durften das Gebäude um 90 Grad drehen, so dass die Längsseite und eine Dachfläche exakt nach Süden ausgerichtet sind. Die Architektin Helga Meinel gestaltete die Optik und

gab dem Einfamilienhaus mit Büro und insgesamt 221 Quadratmeter beheizter Wohnfläche ein oberbayerisches Aussehen mit Dachüberständen und Holzbalkonen an der Vorderseite. Zwei kleine runde Fenster – eine Idee von Hövels Frau – erinnern an die Bauernhöfe, die das Ortsbild früher geprägt haben.

Michael Hövel, der seit 2015 als unabhängiger Energieberater selbstständig tätig ist, übernahm die Bauphysik und plante die Anlagentechnik inklusive Energie und Elektroplanung. Um den Wärmebedarf zu redu-

zieren, wurde das Haus mit Wärmedämmziegeln gemauert. Bis in die zweite Etage – hier hat Hövel sein Büro – ist es gemauert, das Dach ist Holzbau.

An der Südfassade wurden 31 Quadratmeter Solarkollektoren installiert. Die 90-Grad-Neigung eignet sich optimal für die Solarwärmeerzeugung: Die tief stehende Sonne scheint im Winter senkrecht auf die Fläche und kann so viel Wärme erzeugen. Auch das flache Dach erwies sich nun als vorteilhaft und zwar für die Produktion von Solarstrom. Für Photo-

voltaikanlagen ist eine Dachneigung von 10 bis 30 Grad optimal. Auf diesem Haus beträgt sie 22 Grad, darauf wurde eine Photovoltaik-Anlage mit 10 Kilowatt Leistung installiert. Auf dem Carport hat Hövel im vergangenen Frühjahr noch eine Anlage mit 4 Kilowatt Leistung montiert.

Energiebilanz nach einem Jahr

Die Energiebilanz nach einem Jahr (Anfang Juli 2018 bis Ende Juni 2019) kann sich sehen lassen. Die Solarwärmeanlage deckt 70 Prozent des Wär-

mebedarfs für die Raumheizung und das warme Wasser. Für die geringe Zusatzenergie, die notwendig ist, reicht der Heizkamin im Wohnzimmer aus. Der Scheitholzofen mit 31 Kilowatt Nennleistung wurde nach den Vorstellungen der Bauleute gemauert. Das Haus stammt von einem Bauern in der Nähe.

Der Haushalt und das Büro für den Ein-Mann-Betrieb werden zu 90 Prozent mit Solarstrom vom eigenen Dach versorgt. Da der Solarstrom zu großen Teilen von vormittags bis nachmittags erzeugt wird, also genau

zu der Zeit, in der wenig Strom benötigt wird, hat Hövel einen Solarstromspeicher mit 19,5 Kilowattstunden Speicherkapazität einbauen lassen. Er ist seit März 2019 in Betrieb. So steht der Solarstrom auch abends zur Verfügung, wenn die ganze Familie zuhause ist.

Den Solarstrom nutzt Hövel auch für das Elektroauto, einen E-Golf von VW. Rund 25.000 Kilometer fahren seine Frau und er damit im Jahr. Das entspricht etwa 80 Prozent ihrer Fahrten und zu 80 Prozent fahren sie mit Solarstrom, hat Hövel ermittelt. Die Familie besitzt noch einen VW-Bus als Reisemobil. Um diesen Kohlendioxid-Ausstoß zu kompensieren, hat Hövel die Photovoltaik-Anlage auf dem Carport installiert. Sein Speichersystem, das aus drei Batteriemodulen besteht, ist an beide Photovoltaikanlagen gekoppelt und benötigt keinen zusätzlichen Wechselrichter.

Lukrative Förderung

Das Haus ist mit KfW-Effizienzhaus-Standard 55 geplant, hierfür hat es die Voraussetzungen in der Dämmung erfüllt. Hövel konnte die Wärmebrücken nach Passivhaus-Standard optimieren, so dass es KfW-Effizienzhaus-Standard 40+ erreicht. Nach Passivhaus-Standard ist es wärmebrückenfrei. Dadurch erhielt er eine höhere Förderung.

Die Kosten hat er genau erfasst und er macht kein Geheimnis daraus. 600.000 Euro hat das Haus gekostet inklusive Garage und Carport, ohne Innenausstattung. Für die in der Summe enthaltene Sonnenhaus-Energetechnik fielen Mehrkosten in Höhe von 70.000 Euro an. Dafür hat Hövel 40.000 Euro Förderung erhalten (BAFA Solarthermie-Förderung, KfW-Programm Energieeffizient Bauen, Bayerisches 10.000 Häuser Programm). Bleiben 30.000 Euro Mehr-

Sonnenhaus Hövel	
Gebäudetyp	Einfamilienhaus mit Ingenieurbüro
Ausrichtung des Gebäudes	Süden
Bauweise	Massivbau (Wärmedämmziegel Poroton)
Fertigstellung	2018
Wohnfläche	221 m ²
Nutzfläche nach ENEC	335 m ²
Normwärmebedarf	6 kW
Dämmung Wand	Dämmung mit Perlitfüllung
Dämmung Dachgeschoss	Holzfaserdämmung
Wärme	
Jahresbedarf Wärme für Heizung und Warmwasser	10.700 kWh
Solkollektor Leistung	21,7 kW / 90 ° (Fassade)
Solarwärmespeicher	4.700 Liter
Solarer Deckungsgrad Heizung und Warmwasser	70 %
Brennstoffbedarf	3,5 Raummeter Buchenholz
Strom	
Jahresbedarf Haushaltsstrom	3.000 kWh
Jahresbedarf Strom E-Fahrzeug	3.750 kWh
Photovoltaik-Anlage (Dach)	10 kW / 22 ° Süd
Photovoltaik-Anlage (Carport)	4 kW / 8 ° West
Solarer Deckungsgrad Gebäude und Bürostrom	90 %
Solarer Deckungsgrad Elektrofahrzeug	80 %
Speicherkapazität Solarstromspeicher (E3/DC)	19,5 kWh

kosten, wenn man die Fördersumme abzieht. „Die amortisieren sich schon allein durch die eingesparten Benzin-kosten“, sagt er und rechnet vor: „Wenn ich von 2.000 Euro Spritkosten für 25.000 Kilometer im Jahr ausgehe, spare ich in 20 Jahren 40.000 Euro ein. Mit den 40.000 Euro haben sich die Mehrkosten für die Energietechnik zurückgezahlt.“ Für die nächsten 20 Jahre decken die Einnahmen aus dem eingespeisten Strom zudem alle anderen Ausgaben für Energie in Form von Scheitholz, Treibstoff und bezogenem Strom. Somit bessern die eingesparten Energiekosten für das Haus schon seit dem Einzug die Haushaltskasse auf.

„In der Mobilität und beim Wohnen sind wir im 21. Jahrhundert angekommen“, sagt Hövel mit Verweis auf die EU-Gebäuderichtlinie. Seit Juli 2018 leben er, seine Frau und die neunjährigen Zwillinge Vinzenz und

Severin in ihrem neuen Heim. Sie genießen den hohen Wohnkomfort und das angenehme Raumklima in dem Wissen, dass sie dem Klima damit keinen Schaden zufügen.

Größtmöglich unabhängig

Als autark möchte Hövel sein Haus aber nicht bezeichnen, denn das würde im strengen Sinne bedeuten, dass es netzunabhängig sein muss. „Es ist größtmöglich unabhängig“, sagt er. „Wir haben es vom Unabhängigkeitsgrad her und auch wirtschaftlich optimiert.“

Vor dem Haus haben sie eine Wildblumenwiese angepflanzt, auf der im Frühjahr Mohn- und Kornblumen prächtig gedeihen. Einen Gemüsegarten haben sie angelegt und Natursteinmauern bieten Eidechsen und Hummeln Platz zum Leben.

36 Jahre, nachdem er den Artikel in der Zeitschrift GEO gelesen hat,

lebt Hövel in seinem Traumhaus und zeigt, wie konsequenter Klimaschutz mit viel Komfort und ästhetischer Optik gelebt werden kann. Das Heft hat er übrigens noch. In seinem Keller bewahrt er alle GEO-Ausgaben seit 1981 auf. „Ich habe jedes Wort darin gelesen“, sagt er und lacht. Damit die Zeitschriften und die anderen dort gelagerten Dinge nicht zu Schaden kommen, wird der Keller getrocknet. Denn in Prien steht das Wasser vom Fluss oftmals hoch vorm Haus. Wie wird getrocknet? Mit Solarwärme, versteht sich.

Ina Röpcke

Weitere Informationen:

Ingenieurbüro Exergenion:
www.exergenion.de
 Sonnenhaus-Institut e.V.:
www.sonnenhaus-institut.de
www.facebook.com/sonnenhaus.institut
www.twitter.com/SHInstitut



Rund 70 Prozent des Wärmebedarfs für die Raumheizung und das warme Wasser deckt die Solarthermie-Anlage. Der verbleibende niedrige Wärmebedarf wird von diesem Scheitholzofen gedeckt.

Vergleich zweier Effizienzgebäude

Ein energieeffizientes Gebäude muss noch lange kein energetisch effektives Gebäude sein. Die besten spezifischen Energiekennwerte nützen wenig, wenn der Verbrauch absolut nicht abnimmt. Das zeigt der Vergleich des Berliner „Haus der Zukunft“ mit einem Effizienzhaus Plus in Burghausen.



Beim in Leichtbauweise errichteten Effizienzhaus Plus der Bundesregierung lagen der Energiebedarf um 77 Prozent höher und der Solarertrag 20 Prozent niedriger als die Prognose. Wärme wird hier für den jeweiligen Bedarf überwiegend aus Strom umgewandelt. FOTO: TIMO LEUKEFELD

Wann ist ein Gebäude energieeffizient? Unter Effizienz versteht man allgemein das Verhältnis von Input zu Output oder auch den benötigten Aufwand im Verhältnis zum erreichten Ergebnis. Aber effizient kann auch wenig effektiv sein. So ist es durchaus möglich, die falschen Dinge effizient zu erledigen, was letztendlich eine Art Verschwendung darstellt. Folglich hat die Effektivität einen höheren Stellenwert, da ihr

Nutzen ein größerer ist. Denn Effizienz macht in Bezug auf Ressourcenwirtschaftlichkeit zunächst keine Aussage. Auch nützen die besten spezifischen Energiekennwerte wenig, wenn der Verbrauch absolut nicht abnimmt.

Vergleich zweier Konzepte

Um ein wenig mehr darüber herauszufinden, wie effektiv sogenannte Effizienzgebäude sein können, vergleicht dieser Text anhand einiger Parameter

zwei unterschiedliche Konzepte der Initiative „Effizienzhaus Plus mit Elektromobilität“. Diese stehen sinnbildlich für den Weg hin zu einem nahezu klimaneutralen Gebäudebestand im Jahr 2050. Mit dem Modellvorhaben will die Bundesregierung neue Technologien in den Markt einführen, die höchste Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit erreichen. Das Ziel ist es, Immobilien zu Kleinkraftwerken zu entwickeln. Diese sollen dann in der Jahresbilanz mehr Energie er-

zeugen, als für ihren Betrieb und ihre Nutzung erforderlich ist. Zudem sollen die Stromüberschüsse für Elektromobilität oder die Quartiersversorgung verwendet werden. Die gemessenen Daten stammen aus den Jahren 2012 bis 2014 (Berlin) und 2014 bis 2016 (Burghausen).

Das Effizienzhaus Plus der Bundesregierung

Das aus einem öffentlich ausgelobten Architektur- und Hochschulwettbewerb hervorgegangene, sehr exklusiv ausgeführte Gebäude in Berlin hat eine beheizte Nettogrundfläche von 149 Quadratmetern und wird mittels einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (5,8 Kilowatt Leistung) und Photovoltaik-Anlage auf Dach (14,1 Kilowatt Leistung mit 98,2 Quadratmeter Fläche) und Fassade (8,0 Kilowatt Leistung mit 73,0 Quadratmeter Fläche) mit Strom und Wärme versorgt. Sein zu beheizendes Gebäudevolumen beträgt 634 Kubikmeter. Das Haus verfügt über eine Lithium-Ionen-Hochleistungsbatterie mit einer Kapazität von 40 Kilowattstunden für die Strom-Zwischenspeicherung sowie eine Ladestation. Das „Haus der Zukunft“ soll somit nicht nur weitgehend energieautark sein, sondern auch eine niedrige Kohlendioxid-Belastung aufweisen. Das Gebäude wurde als Passivhaus errichtet, in die Zwischenräume der Holztafelbauweise wurde Zellulosedämmung eingeblasen. Es besitzt eine mechanische Lüftung mit 80 Prozent Wärmerückgewinnung und einen Warmwasserspeicher mit einem Volumen von 288 Litern mit Elektroheizpatrone. Die Heizverteilung im Gebäude erfolgt über Fußbodenheizung. Zudem wurde eine aufwendige BUS-Systemsteuerung mit einem Eigenstromverbrauch von 1.500 Kilowattstunden pro Jahr installiert.

Energieeffizienzhaus Plus in Burghausen

Das Effizienzhaus Plus in Burghausen, mit einer beheizten Nettogrundfläche von 176 Quadratmetern und einem beheizten Gebäudevolumen von 1.216 Kubikmetern, unterscheidet sich sowohl in Bauweise als auch Anlagentechnik. Zum einen wird Solarenergie mittels Photovoltaik (zwei Anlagen mit zusammen 10,7 Kilowatt Leistung und 71 Quadratmeter Fläche) und einer großen Solarthermieanlage (35,7 Kilowatt Leistung mit 51 Quadratmeter Fläche) gewonnen. Zum anderen erfolgt die Speicherung der Energie nicht elektrisch, sondern in Form von Wärme in der Baukonstruktion, sprich den massiven Ziegelwänden, wie auch in einem 48 Kubikmeter großen Wasser-Pufferspeicher. Es ist eine dezentrale Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingebaut. Die Heizverteilung im Gebäude erfolgt über Flächenheizung und Bauteilaktivierung, damit ist eine kurzzeitige Wärmespeicherung über die Bauteilmassen möglich. In einer als Tagespeicher – die Speicherleistung beträgt 10,8 Kilowattstunden – ausgelegten Hochleistungsbatterie auf Basis von Lithium-Eisenphosphat wird die überschüssige Energie der Photovoltaik vor allem für die Elektromobilität gespeichert.

Prognose und Realität

Die im Berliner Haus eingesetzte Technik ist sehr aufwändig, nicht nur die Regelung betreffend. Das hatte zur Folge, dass die gesetzten Ziele deutlich verfehlt wurden. So lagen der Energiebedarf des Gebäudes um 77 Prozent über der Prognose und der Solarertrag 20 Prozent unter der Prognose. Der erwartete Überschuss verfehlt gar um 91 Prozent das erhoffte Ergebnis. Das ist umso verwunderlicher, da der Hausverbrauch

niedrig gerechnet wurde: Nach zunächst negativen Energiebilanzen wurden die Bemessungsdaten stark überarbeitet. Aus den nicht in die Energiebilanz fallenden Verbräuchen durch Außenbeleuchtung und Infoquelle wurden projektspezifische Verbräuche, die unter anderem um Batterie-Heizung und Batterie-Belüftung ergänzt wurden. Der Hausverbrauch sank dadurch deutlich. Die drohende negative Jahresbilanz des Hauses konnte somit abgewendet werden.

In Burghausen entsprach die Realität ziemlich genau den Erwartungen. Der Heizwärmeverbrauch des Hauses wich im ersten Jahr witterungsbereinigt um 3 Prozent von der Prognose ab, im zweiten Messjahr lag er nur ein halbes Prozent darüber. Der Ertrag der thermischen wie photovoltaischen Solaranlage bewegte sich in ähnlichen Messbereichen. In absoluten Beträgen schwankte der Heizwärmeverbrauch witterungs- und temperaturbereinigt zwischen 6.327 und 6.132 Kilowattstunden pro Jahr.

Vergleich der Anlagentechnik

Grundsätzlich werden hier zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt. Diese sind nicht zuletzt der jeweiligen Architektur geschuldet. In Berlin wählte man eine optimierte städtebauliche Ausrichtung mit größtmöglicher Kompaktheit und achtete auf die Maximierung der Energiegewinne bei einer Minimierung der Wärmeverluste durch die Gebäudehülle, die gleichzeitig als großflächige Photovoltaikfläche dient. Das Haus in Burghausen dagegen ist in monolithischer Ziegelbauweise errichtet. Die Ausrichtung der Häuser erfolgte zwecks einer höheren solaren Gewinnung nach Süden. Der größte Unterschied

liegt jedoch darin, dass in Burghausen die aktiv erzeugte Wärme vor Ort zwischengespeichert wird, in Berlin Wärme dagegen überwiegend für den jeweiligen Bedarf augenblicklich aus Strom gewandelt wird.

In Burghausen wurde die Wärme sowohl in der Baukonstruktion, hier vor allem in den massiven Ziegelmwänden, als auch in einem thermischen Speicher gelagert. Die Wärmeabgabe erfolgt über eine Wärmepumpe mit Wärmetauscher an das Gebäude, das Warmwasser wird über einen Wärmetauscher aus dem Schichtenspeicher entnommen. In Berlin arbeitet eine Luft-Wasser-Wärmepumpe mit Kompaktlüftungsgerät. Diese nutzt die Außenluft, auch bei niedrigen Außentemperaturen, als Wärmequelle für die Erwärmung des Trinkwarmwassers. Der Heizbedarf in den Wintermonaten wird durch eine im Fußboden verlegte Flächenheizung gedeckt. Außerdem wird das Zuluft-Nachheizregister durch die Luft-Wasser Wärmepumpe versorgt. Die Nutzung erneuerbarer Energien ist deshalb stark witterungsabhängig.

Deutlich wird das auch in der Arbeitszahl der gesamten Wärmebereitstellung. Während man in Berlin auf einen durchschnittlichen Wert von gut 2 (das Maximum liegt bei 2,5) kommt, wird in Burghausen eine effektive Arbeitszahl der gesamten Haustechnik von 6,54 in der ersten Messperiode und 8,97 in der zweiten erreicht. Die Arbeitszahl des Energieerzeugers selbst, also der Solarthermieanlage, lag gar bei 12,17 beziehungsweise 18,29. Umwelt- und Klimaschützer fordern eine Jahresarbeitszahl (JAZ) von größer 4,0, denn dann sind nur noch 25 Prozent Strom erforderlich, um zusammen mit 75 Prozent Umweltwärme die Wärme zu erzeugen. Aber auch laut der Deut-

schen Energieagentur (dena) in Berlin und des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes (RWE) in Essen muss die Jahresarbeitszahl größer als 3 sein, um Wärmepumpen als „energieeffizient“ und größer als 3,5 sein, um sie als „nennenswert energieeffizient“ bezeichnen zu können.

Der große Unterschied liegt nicht nur in der saisonalen Speicherung vor Ort, auch in Punkto Robustheit und Verlässlichkeit gibt es Differenzen. So ist die regelungstechnische Herausforderung bei ausgeklügelten Hybridsystemen durchaus groß. Selbst bei einem Vorzeigeprojekt wie dem in Berlin gab es große Schwierigkeiten. Noch befinden sich diese Systeme in einer Erprobungsphase, zu Stabilität und Lebensdauer lässt sich noch wenig aussagen. Der höhere technische und finanzielle Aufwand steht nach Lage der Dinge derzeit in einem Missverhältnis zum Ergebnis. Ganz davon abgesehen, wie sinnvoll sich die zunehmend komplexer werdende Gebäudetechnik als tauglich für den Massenmarkt erweisen wird. Auch sollte kritisch hinterfragt werden, ob damit letztlich nur vorgegaukelt wird, dass ein übergeordnetes System die Fluktuation der erneuerbaren Energien kompensieren kann.

Speicherfähigkeit

Langzeitstabiler sind hier massive Wandbaustoffe. Diese können zwischen 6 und 10 Prozent der erzeugten Energie speichern. Massive Ziegelmwände wie in Burghausen können dies leicht mehr als 100 Jahre ermöglichen. Dadurch wird sowohl die Sommerhitze durch die Phasenverschiebung des Temperaturverlaufs besser gepuffert, als auch im Winter die Wärmeenergie länger im Gebäude gehalten. Das geschieht ohne diffizile Technik und völlig wartungsfrei.

Solare Deckung

Es ist letztendlich immer eine Frage der Definition, ab wann Immobilien als Kleinkraftwerke bezeichnet werden können. Da keines der beiden Effizienzgebäude eine vollständige Autarkie erreicht, diese auch nicht angestrebt wird, wäre ein vergleichbarer Wert die Autarkiequote oder die solare Deckung. Der solare Deckungsgrad beschreibt den Beitrag der Sonne zum Wärmehaushalt des Gebäudes. Beispielsweise bedeutet eine solare Deckung von 70 Prozent, dass 30 Prozent des Wärmebedarfs nicht von der Sonne bezogen wird.

Leider liegen die Werte der beiden Effizienzgebäude nicht in gleicher Weise vor, so dass die Differenzen nur grob veranschaulicht werden können. Für Burghausen betragen die ermittelten Werte für die solare Deckung im Bereich Wärme 90 und 94 Prozent und für den Strom- und Eigenverbrauch inklusive Elektromobilität 54 und 61 Prozent (Abbildung Seite 102). Für das Berliner Haus liegen nur kumulierte Werte vor. Hier liegt der Energiebedarf inklusive Elektromobilität bei 16.374 und 9.978 Kilowattstunden pro Jahr, der Ertrag bei jeweils 13.306 und 13.490 Kilowattstunden pro Jahr für die jeweilige Messperiode. So ergibt sich in den zwei Jahren ein Bilanzwert von -2.074 bzw. +3.512 Kilowattstunden.

Der Bilanzwert sagt aber noch nichts über die solare Deckung aus. Eine in der Zeitschrift Sonnenenergie erschienene Analyse hat ergeben, dass das Gebäude von September bis März teilweise erhebliche Mengen Strom beziehen musste. Für einen fairen Vergleich beider Effizienzgebäude hat die Autorin Anna Bedal auch die projektspezifischen Strommengen berücksichtigt, die – wie schon erwähnt – nachträglich aus der Energiebilanz herausgenommen wurden.



Beim Effizienzhaus Plus in Burghausen sind prognostizierte und gemessene Energiewerte fast deckungsgleich. Das Gebäude wurde monolithisch mit perlitverfüllten Poroton-Ziegeln errichtet. Die Wärme wird vor Ort sowohl in der Baukonstruktion als auch im thermischen Speicher gelagert.

FOTO: SCHLAGMANN POROTON

Die solare Deckung des Berliner Gebäudes liegt, berücksichtigt man alle Verbräuche, bei gerade mal 31 Prozent. Das Haus in Berlin belastet auf diese Weise das Netz sehr, da im Sommer viel eingespeist und im Winter massiv Strom bezogen wird. In Burghausen kommt man inklusive der Ladung von Elektromobilen auf einen Stromüberschuss von 3.133 bzw. 3.406 Kilowattstunden pro Jahr.

Bilanziert man Angebot und Verbrauch der Energie in jährlichen Statistiken, sitzt man leicht der „saisonalen Illusion“ auf. Verzichtet man auf die Speicherung und errechnet eine „bilanzielle“ Deckung, ist das letztendlich eine Art Selbsttäuschung, da

die Betreiber dieses Kleinkraftwerks die fehlenden Kilowattstunden aus dem öffentlichen Netz beziehen müssen, genau dann, wenn es alle anderen auch tun. Nicht übersehen werden sollte auch, dass eine Speicherung in

Batterien ein Vielfaches an Kosten verursacht, verglichen mit der thermischen Speicherung in Langzeitspeichern und massiven Bauteilen (siehe Tab. 1). Dabei ist deren Ressourcenaufwand noch nicht berücksichtigt.

	Elektrischer Speicher (z.B. Lithium-Ionen)	Thermischer Speicher (z.B. Langzeit-Puffer)
Speicherdauer	etwa 1 Tag	etwa 1 bis 3 Wochen
Lebensdauer	ca. 20 Jahre	ca. 80 Jahre
Kosten	ca. 800 €/kWh	ca. 20 €/kWh

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Speicherarten

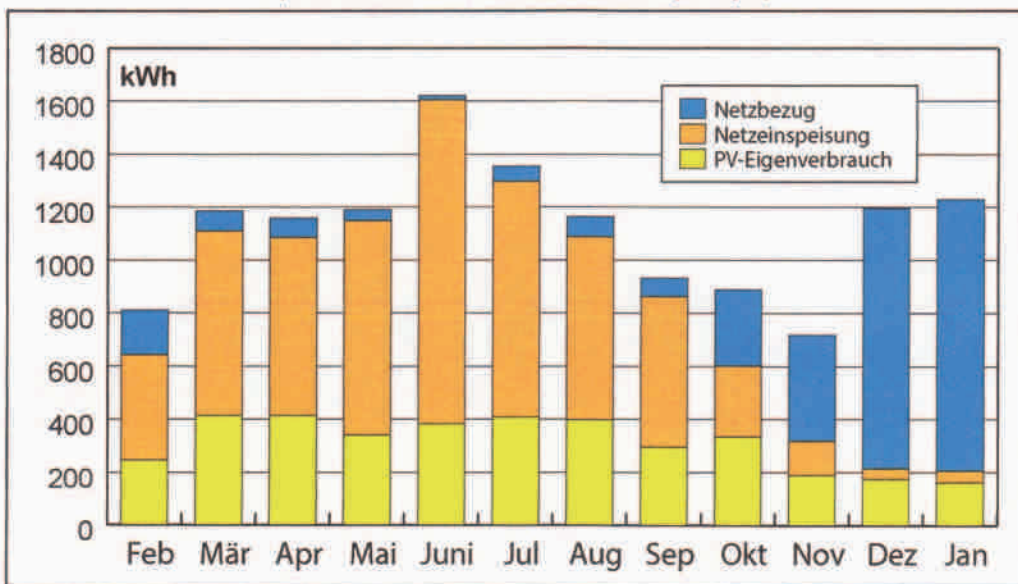
Umweltschutz / Recycling

Über die Lebensdauer des Leichtbaus in Berlin lässt sich nur spekulieren, da es nach seiner Testphase wieder abgetragen werden muss. Jedoch wird bei hochtechnischen Gebäuden bisweilen der Herstellungsenergiebedarf unterschätzt. So kann der ei-

nes Niedrigenergie- und Passivhauses wesentlich höher sein als der während des gesamten Lebenszyklus erforderliche Heizenergiebedarf. Hauptverantwortlich dafür sind Bauteile, welche in zahlreichen energieintensiven Umwandschritten hergestellt werden. Im ungünstigen

Fall kann die graue Energie für die Gebäudeerrichtung mehr als das 100-fache des jährlichen Heizenergiebedarfs betragen. Da die erwartete Lebensdauer von Passivhäusern oftmals kürzer als 100 Jahre ist, hat die graue Energie dort mehr Einfluss auf den Gesamtenergiebedarf als die

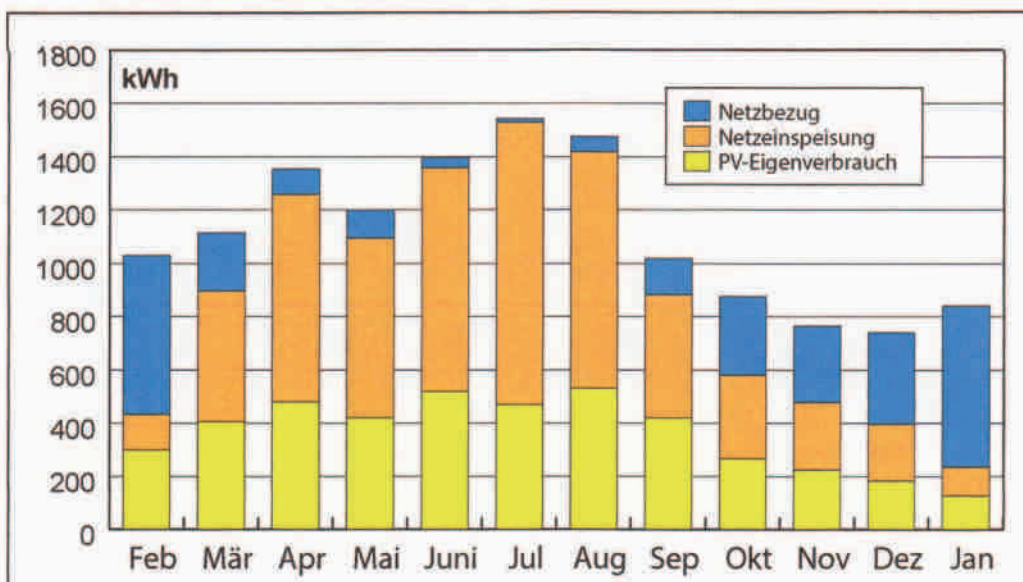
Energieeffizienzhaus Plus in Burghausen
Netzbezug, Netzeinspeisung und Solarstromverbrauch 02/2014 – 01/2015
(inklusive Mobilität und Wärmepumpe)



Netzeinspeisung und Netzbezug des Effizienzhauses Plus in Burghausen: Durch die Nutzung thermischer Solarenergie für die Wärmebereitstellung kann das Gebäude dank der Kombination von energieeffizienter Bautechnologie mit Photovoltaik mehr Strom und Wärme gewinnen als es benötigt.

QUELLE: TECHNOLOGIE CAMPUS FREYUNG, TECHNISCHE HOCHSCHULE DEGGENDORF

Energieeffizienzhaus Plus in Burghausen
Netzbezug, Netzeinspeisung und Solarstromverbrauch 02/2015 – 01/2016
(inklusive Mobilität und Wärmepumpe)



Heizenergie selbst. Leider findet das derzeit jedoch bei der Beurteilung von Gebäudeentwürfen kaum Beachtung. Dies wäre jedoch wichtig, um den Kohlendioxid-Rucksack eines Gebäudes nicht unnötig schwer werden zu lassen.

Kostenvergleich

In den offiziellen Daten wird zwischen den Bauwerk-Kostengruppen KG 300 (Baukonstruktionen) und KG 400 (Technische Anlagen) unterschieden. Die Baukosten der zwei Gebäude differieren gewaltig. So werden diese bei dem Haus in Burghausen für die KG 300 mit ca. 375.000 Euro angegeben, in der KG 400 mit ca. 207.000 Euro, in Summe sind das 582.000 Euro. Das Gebäude in Berlin kostete 1.080.000 Euro (KG 300) und 566.000 Euro (KG 400), beide Kostengruppen addiert also 1.646.000 Euro. Damit ist das Berliner Effizienzgebäude fast dreimal so teuer wie das in Burghausen.

Resümee

Um auf die anfangs beschriebenen Begriffe Effizienz und Effektivität zurückzukommen: Das Gebäude in Burghausen ist durch seine auf Dauerhaftigkeit und Robustheit ausgelegte Bauweise deutlich effektiver. Konzentriert man sich zu sehr auf Effizienz, wird der energetische Aufwand, sprich die aufgewendete graue Energie im Verhältnis zur Nutzungsdauer, leicht nach hinten gedrängt. Oftmals ist es mit einfachen und bewährten Mitteln einfacher ein bestimmtes Ziel zu erreichen.

Timo Leukefeld

Prof. Timo Leukefeld lehrt an der Technischen Universität Bergakademie Freiberg und an der Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie Glauchau, als Honorarprofessor zum Thema vernetzte energieautarke Gebäude. Er ist Gründungsmitglied des Freiberg Instituts für vernetzte Energieautarkie, das 2016 gegründet wurde. Sein Unternehmen „Timo Leukefeld - Energie verbindet“ berät zu Fragen der Zukunftsgestaltung mit Blick auf Energie und Ressourcen.

Quellenverzeichnis:

- Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR): www.forschungsinitiative.de
- Lokale Agenda 21 - Gruppe Energie Lahr www.agenda-energie-lahr.de
- Verband DGfM: Umsetzung im Gutachten durch Fa. Alware GmbH Ingenieurbüro für Bauphysik und Gebäudesimulation: <https://www.alware.de/>
- Landesministerium Umwelt, Bayern (LfU): Umsetzung durch Gutachten Holger König und darin zur Gebäudesimulation vom Ing. Büro Harrer <https://www.harrer-ing.net>
- Anna Bedal: Effizienzhaus mit Plus? Sonnenenergie 2/2013, Seite 26
- Graue Energie - ein wesentlicher Faktor zur Energieoptimierung von Gebäuden, G. Wind, Ch. Heschl, Fachhochschule Burgenland, Studienzentrum Pinkafeld: www.ibwind.at/download/GraueEnergie081121.pdf
- Weitere Informationen:**
Deutsche Poroton GmbH
Kochstraße 6-7 | 10969 Berlin
Tel.: (030) 25 29-44 99 | Fax: (030) 25 29-45 01
www.poroton.de | mail@poroton.org

Objekt	„Haus der Zukunft“ Effizienzhaus Plus, Berlin	Effizienzhaus Plus, Burghausen
Baujahr	2011	2013
Wohnfläche	149 m ²	176 m ²
Wärmegewinnung	Luft-Wasser-Wärmepumpe	Solarthermie (Dach)
Stromgewinnung	Photovoltaik-Anlage (Dach+Fassade)	Photovoltaik-Anlage (Dach)
Wärmerückgewinnung	80 % Wärmerückgewinnung	Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
Speicher	288-Liter-Wasserspeicher	48-m ³ -Wasser-Pufferspeicher
Bauweise	Holztafelbauweise	Massivbauweise (Ziegel)
Baukosten gesamt	1.646.000 €	582.000 €
KG 300 (Baukonstruktion)	1.080.000 €	375.000 €
KG 400 (Technische Anlagen)	566.000 €	207.000 €
Solare Deckung	31 % (kumuliert)	Wärme: 90 – 94 % Strom: 54 – 61 %
Energiebedarf	77 % über Prognose	Prognose eingehalten
Solarertrag	20 % unter Prognose	Prognose eingehalten

Zweites Leben für ein altes Haus

Es muss nicht immer ein Neubau sein, wenn man das Eigenheim solartechnisch auf den neuesten Stand bringen will. Oftmals ist es sinnvoll, die alte Bausubstanz zu erhalten, wie das Beispiel eines über hundert Jahre alten Hauses im Allgäu beweist.



Im Jahr 2012 wurden die Kollektoren des ersten Aqua-Systems abgebaut und durch neue ersetzt.

FOTOS (4): WENDELIN HEINZELMANN



Wendelin Heinzlmann ist seit über 30 Jahren für die Marke Paradigma der Ritter Energie im Solarthermiegeschäft tätig und in dieser Branche einer der bekanntesten Verkäufer Deutschlands. Wer sich so leidenschaftlich für ein Produkt einsetzt, der ist auch bereit, das eigene Haus zur Verfügung zu stellen, wenn es darauf ankommt, etwas Neues auszuprobieren.

Als Paradigma erstmals ein Solar-system entwickelte, das reines Wasser als Wärmeträger benutzt, hatte Wendelin Heinzlmann die Idee, eine der ersten Anlagen des Aqua-Systems auf seinem Elternhaus im Allgäu installieren zu lassen, um diese Technik zu erproben.

Ein Stückholzherd für das ganze Haus

Dieses Haus wurde um 1900 errichtet und nur durch einen Wamslerherd beheizt, also durch einen Herd, der mit Stückholz befeuert wird und sich nicht nur fürs Kochen und Backen eignet, sondern auch über eine Wassertasche verfügt, in dem Wasser für den Heizkreis erwärmt wird. Die Leistung des Wamslerherdes reichte aus, um acht Heizkörper zu versorgen. Der Warmwasserspeicher fasste 300 Liter.

Um die 150 Quadratmeter große Wohnfläche zu beheizen, waren jährlich 15 bis 18 Raummeter Buchenholz erforderlich, das entspricht dem Heizwert von 2.025 bis 2.430 Litern Erdöl oder 4 bis 5 Tonnen Pellets. Die Warmwasserbereitung war im Sommer mühsam, weil sich im Kamin Warmluft staute – das machte damals allen zu schaffen, die auf einen Kamin angewiesen waren.

Das Aqua-System wurde im Jahr 2003 installiert und knapp zehn Jahre lang getestet. Mit Erfolg, denn seit ei-



nigen Jahren installiert Paradigma nichts anderes mehr. Wendelin Heinzelmans Mutter, die noch heute im Haus wohnt, war von Anfang an von der neuen Anlage vor allem deshalb angetan, weil das mühsame Anheizen des Ofens im Sommer nun entfiel. Sie hatte nun warmes Wasser im Überfluss.

Wendelin Heinzelmann entschied sich im Jahr 2012, das Elternhaus im Allgäu gründlich zu renovieren. Dies war auch ein Anlass, die Solarthermie-Anlage zu erneuern. Das alte Haus erhielt einen Anbau und die Dachneigung wurde von 45 Grad auf 30 Grad reduziert. Dadurch wurde mehr Raum im Dachgeschoss geschaffen und die Wohnfläche wuchs auf 280 Quadratmeter, hatte sich also fast verdoppelt. Die Wärmedämmung

entspricht dem KfW-55-Standard.

Die Luftaufnahme macht das Leistungsverhältnis zwischen Solarthermie und Photovoltaik deutlich. Um die gleiche Leistung zu erzielen, muss die Photovoltaik-Fläche drei- bis viermal so groß sein wie die Solarkollektorfläche. Die Solarmodule bedecken 68 Quadratmeter des Daches und leisten knapp 9,9 Kilowatt. Dem Bauherrn war daran gelegen, unter der 10-Kilowatt-Grenze zu bleiben, um die höchste Einspeisevergütung zu bekommen und um vor Abschaltungen bei Überlastung des Netzes sicher zu sein.

Die Solarkollektoren haben eine Leistung von 14 Kilowatt und bedecken insgesamt eine Fläche von 20 Quadratmeter. Die Anlage ist als Speicherkaskade mit zwei Pufferspei-

chern ausgelegt (PS Plus 800 und Aqua Espresso 630 mit Frischwasserstation) und wird durch einen Pelletskessel mit 10 Kilowatt Leistung ergänzt. Auch der Wamslerherd ist an den Heizkreis angeschlossen, wird aber zurzeit nicht genutzt. Im neuen Anbau gibt es nur Wandheizungen, und im Altbau sind die Radiatoren geblieben. Für die Gemütlichkeit im Dachgeschoss sorgt ein Kaminofen.

Um dieses stark vergrößerte Wohngebäude zu heizen, reichen nun 3 bis 4 Tonnen Pellets pro Jahr, und der Kaminofen braucht etwa zwei Raummeter Stückholz. Dieses Beispiel hat sich schnell im Ort herumgesprochen, und nach und nach erschienen auch auf etlichen Nachbardächern die blauen Kollektoren.

Detlef Koenemann



Im Allgäu hat man schon immer die Sonnenenergie passiv genutzt, indem man die Giebel der Gebäude nach Süden ausgerichtet hat. Daraus ergab sich für das zu sanierende Gebäude zwangsläufig, dass beide Solaranlagen jeweils in Ost-West-Richtung orientiert sind. Die beiden Photovoltaik-Generatoren sind, dem Leistungsverhältnis entsprechend, dreieinhalbmal so groß wie die beiden Solarkollektorfelder.



Ansicht des Hauses vor der Renovierung: Die vor dem Haus gestapelten Holzvorräte weisen auf einen relativ hohen Bedarf hin. Der Wamslerherd brauchte zwischen 15 und 18 Raummeter Buchenholz pro Jahr.



Ansicht von Osten während der Renovierung: Das Gebäude hat sich stark verändert. Nur der Kamin ist an Ort und Stelle geblieben. Nach Fertigstellung war der Unterschied zwischen „alt“ und „neu“ kaum noch sichtbar.

Solare Sanierung lohnt sich



Solarwärme vom Hausdach und Solarstrom vom Nebengebäude:
Ein solar sanierter Altbau kann zum großen Teil mit Sonnenenergie
versorgt werden.

FOTOS(3): REINHARD SOLARTECHNIK

Die norddeutsche Tiefebene gehört nicht gerade zu den sonnenreichsten Gegenden Deutschlands. Doch auch dort kann ein Gebäude zu einem Großteil mit Sonnenenergie versorgt werden, wie die solare Sanierung eines Altbaus von 1927 zeigt.

Mitten im ländlichen Raum, südöstlich von Bremen lebt Gernot Reinhard. Bereits im Jahr 2001 hat er sein Haus solar saniert. Das typische niedersächsische Wohngebäude aus dem Jahr 1927 erhielt eine Solarwärmanlage mit 16 Kilowatt Leistung und einen Wärmespeicher, der aus zwei Puffern mit jeweils 1.000 Liter Inhalt besteht. Im Winter ergänzen ein Holzvergaserkessel für Scheitholz mit 26 Kilowatt Leistung und ein wassergeführter Kaminofen die Sonnenenergie. Außerdem hat Reinhard noch einen Pelletskessel installiert, der automatisch für Wärme sorgt, wenn die Familie im Urlaub ist. Dadurch ist sichergestellt, dass das 200 Quadratmeter große Haus frostfrei bleibt,

wenn niemand zuhause ist und den Scheitholzkessel oder den Kaminofen befeuern kann.

Außenwanddämmung rentiert sich nicht

Neue Fenster, eine Dachdämmung und der Einbau einer Fußbodenheizung im Erdgeschoss mit entsprechender Wärmedämmung zum Erdreich ergänzten die solare Sanierung. Im Jahr 2011 kam noch eine Photovoltaik-Anlage mit 5,5 Kilowatt Leistung hinzu.

Die Außenwände seines Hauses hat Reinhard nicht verändert. Die doppelten Wände mit einer 15 Zentimeter dicken Luftzwischenwand hätten sich zwar theoretisch für eine

Einblasdämmung geeignet, doch „das lohnt sich nicht“, sagt Reinhard. Denn die solare Sanierung spart schon so enorm an Kosten für Strom und Heizung ein. Die vierköpfige Familie zahlt heute für Energie nur 58 Euro im Monat.

Solarpionier seit 1975

Dass sich Gernot Reinhard für eine solare Sanierung entschieden hat, kam nicht von ungefähr. Sein Vater Kurt Reinhard ist einer der Solarpioniere in Deutschland. Schon 1975 gründete er das Unternehmen Reinhard Solartechnik. Zunächst war das Unternehmen als reiner Kollektorhersteller geplant, doch schnell war klar, dass Reinhard auch die Installa-

tionen übernehmen musste. Denn damals gab es kaum Installateure, die sich mit Solartechnik auskannten. Von Beginn an hat das Unternehmen Solarwärmeanlagen auch exportiert und beispielsweise nach Brasilien und Libyen geliefert. Heute geht ein Großteil der produzierten Kollektoren in die Schweiz.

1981 erweiterte der Solarpionier sein Geschäftsfeld um die Photovoltaik. Seit 2003 ist das Unternehmen auch auf dem Feld der Biomasse tätig und vertreibt als Großhändler Hackgut-, Holzvergaser- und Pelletskessel sowie wassergeführte Kaminöfen der Hersteller Ökofen und Guntamatic. In der Photovoltaik arbeitet Reinhard Solartechnik mit dem deutschen Modulhersteller Solarwatt zusammen.

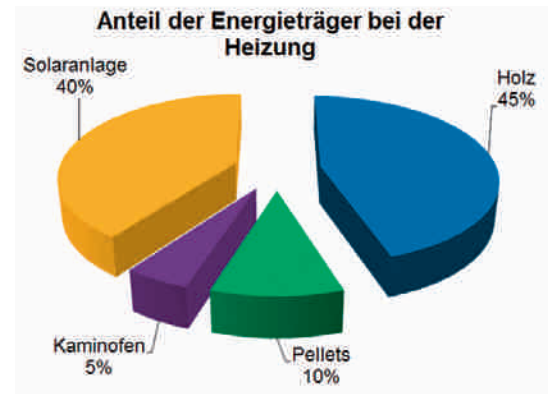
Die breite Aufstellung hat sich als genau richtig herausgestellt. „Allein von der Kollektorherstellung könnten wir nicht überleben“, sagt Gernot Reinhard. 2018 hat er das Unternehmen von seinen Vater übernommen, nachdem er bereits 15 Jahre lang als

Geschäftsführer von Reinhard Solartechnik tätig war, und hat alle Höhen und Tiefen der Solarthermiebranche miterlebt. Für die Zukunft setzt er aber weiterhin auf die Solarwärme. Gerade bringt er eine ganz neue Generation von Sonnenkollektoren heraus.

Sonnenkollektoren halten Leistung hoch

Natürlich hat er auf seinem eigenen Dach auch die hauseigenen Kollektoren installiert. Die Sonnenfänger sind nun bald 20 Jahre mit unvermindert hoher Leistung in Betrieb. „Über die Jahre hat sich der solare Deckungsgrad der Anlage nicht geändert“, so Reinhard. Rund 40 Prozent der Energie für Heizung und Warmwasser stellt die Sonne kostenlos zur Verfügung. Den Rest trägt Holz bei.

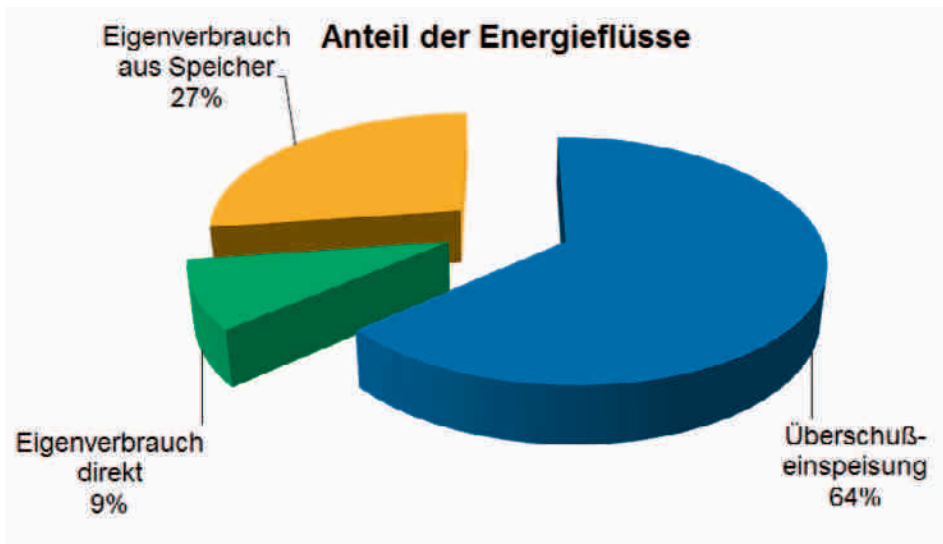
Zu Beginn der solaren Sanierung seines Hauses hatte Reinhard versucht, möglichst alles an Effizienz herauszuholen, was ging. „Doch die Hydraulik wurde immer komplizierter“,



so der Solarexperte. Daher hat er mittlerweile die Hydraulik auf vorgefertigte Standardgruppen umgestellt. Erzeugung und Verteilung sind getrennt und übersichtlich. Sie sind jeweils mit einer RendeMix-Mischergruppe ausgestattet. „Es hat sich herausgestellt, dass die einfache Hydraulik genauso gut wie die komplizierte ist“, sagt Reinhard. Und vor allem kann sie jeder Installateur einfach nachvollziehen, was bei der ursprünglichen Version nicht der Fall war.

Übersichtlicher Haus-technikraum: Pumpengruppen trennen die Erzeugung und die Verteilung der Wärme. Eine Frischwasserstation stellt warmes Brauchwasser bereit.





Solare Sanierung längst amortisiert

Für seine Heizungsanlage hat der Diplom-Geograph 31.500 Euro bezahlt. Von diesem Betrag sind staatliche Fördergelder in Höhe von 9.500 Euro bereits abgezogen. Nach der aktuellen Förderung, die seit Jahresbeginn gilt, würde man heute sogar noch mehr Geld erhalten (siehe auch Seite 13 dieses Jahrbuchs). „Die Heizungsanlage hat sich längst amortisiert“, sagt Reinhard. Er gibt im Jahr etwa 260 Euro für Scheitholz und 210 Euro für Pellets aus. Hätte er weiter mit

der alten Gasheizung geheizt, hätte er 2.900 Euro im Jahr für Gas bezahlen müssen. Pro Jahr hat die solare Sanierung also 2.430 Euro eingespart und sich so nach 13 Jahren schon im Jahr 2014 bezahlt gemacht. Seither spart sie Jahr für Jahr kräftig Kosten ein. Die Bilanz fällt allerdings besonders gut aus, weil Reinhard die Anlage selbst installiert hat. „Kommen Installationskosten hinzu, muss man mit 15 bis 20 Jahren Amortisationszeit rechnen“, räumt der Firmenchef ein. Die Photovoltaik-Anlage mit Batteriespeicher wird sich laut Reinhard nach

12 Jahren amortisieren. Damals bot der Markt noch keine Lithiumbatteriespeicher, so dass er noch Bleiakkus mit 12 Kilowattstunden Nennkapazität installiert hat. Die Laderegulierung sorgt dafür, dass die Nennkapazität nur bis zur Hälfte ausgenutzt wird. Dadurch haben die Akkus jetzt schon locker neun Jahre durchgehalten.

Der Speicher ist ganz entscheidend für die Effizienz des Systems. Denn fast 80 Prozent des Eigenverbrauchs stellt zwischengespeicherter Solarstrom bereit. Insgesamt decken direkt verbrauchter und zwischengespeicherter Solarstrom 60 Prozent des Strombedarfes der Familie ab. Der geringe Rest, den sie vom Stromversorger zukaufen muss macht gerade einmal 19 Euro im Monat aus. Zusammen mit den 39 Euro im Monat für Pellets und Scheitholz ergeben sich insgesamt Kosten von nur 58 Euro für Strom und Wärme pro Monat. In Zeiten, in denen die Nebenkosten vielerorts zur enormen Belastung werden, zeigt sich: Die solare Sanierung lohnt sich. **Jens-Peter Meyer**

Seit 1975 fertigt der Solarpionier Reinhard Solar-technik Sonnenkollektoren.





Das Einstellen des Thermostatventils beim hydraulischen Abgleich sichert den effizienten Betrieb von Brennwertkesseln. FOTO: WWW.CO2ONLINE.DE/ALOIS MÜLLER

Brennwert richtig nutzen

Wer heute sein Wohnhaus umweltfreundlich heizen will, kann Solarthermie mit einer Pelletsheizung kombinieren. Besonders effizient und sauber funktionieren Brennwertgeräte – wenn die Hydraulik passt.

Brennwertkessel heizen effizient, weil sie die im Wasserdampf des Abgases enthaltene Wärme nutzen. Während sie bei Niedertemperaturkesseln ungenutzt durch den Schornstein verschwindet, kann sie ein Brennwertgerät für die Heizung gewinnen. Dazu wird das Abgas über einen vom Heizungsrücklauf durchflossenen Wärmetauscher im Kessel geleitet, an dem der Wasserdampf kondensiert und dabei seine Wärme abgibt. Die Hersteller von Pellets-Brennwertgeräten versprechen Wir-

kungsgrade zwischen 104 und 107 Prozent. Die Brennwertmodule lassen sich bei vielen Kesselmodellen auch nachrüsten.

Ohne hydraulischen Abgleich verliert jedoch auch die beste Brennwertheizung ihren Vorteil. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um einen mit Pellets oder mit fossilen Brennstoffen befeuerten Kessel handelt. Bei hydraulisch nicht optimal eingestellten Heizungssystemen kann es sein, dass Heizkörper, die näher am Kessel stehen, besser vom Hei-

zungswasser durchströmt werden als weiter entfernte. Während die Wohnung im Erdgeschoss in diesem Fall zu viel von der Wärme aus dem Heizungskeller abbekommt, wird die Dachgeschosswohnung nicht richtig warm. Damit genügend Wärme in den oberen Wohnungen ankommt, muss der Heizungskessel die Vorlauftemperatur erhöhen. Eine hohe Vorlauftemperatur bedeutet aber eine hohe Rücklauftemperatur – sie führt dazu, dass der Kessel nicht mehr im Brennwertbetrieb läuft.

Der Brennwerteffekt

Brennstoffe binden Energie in chemischer Form. Verbrennen sie, setzen sie diese Energie in Form von Wärme frei. Ein Teil der Energie wird zur Vergasung bestimmter Bestandteile benötigt, so auch für das im Brennstoff beziehungsweise in der Verbrennungsluft enthaltene Wasser zu Wasserdampf. Um diese latente Wärme zurückzugewinnen, ist es notwendig, die Rauchgase zu kondensieren. Die zusätzliche Wärme lässt sich dem Heizsystem zuführen.

Hydraulik stimmt oft nicht

Studien zeigen: Viele Brennwertkessel heizen in der Praxis nicht so energieeffizient wie theoretisch möglich. Bereits vor sechs Jahren hat co2online auf dieses noch immer aktuelle Problem aufmerksam gemacht. Die gemeinnützige Beratungsgesellschaft bezog sich auf eine Untersuchung der Verbraucherzentrale Energieberatung, die 2011 die Aktion Brennwertcheck durchgeführt hatte. Bundesweit hatten die Energieberater der Verbraucherzentrale rund 1.000 Gas- und Öl-Brennwertgeräte unter die Lupe genommen. „Wir haben kaum eine Anlage gesehen, bei der alles gepasst hat“, lautete das Fazit von Stefan Materne, einem der Energieexperten.

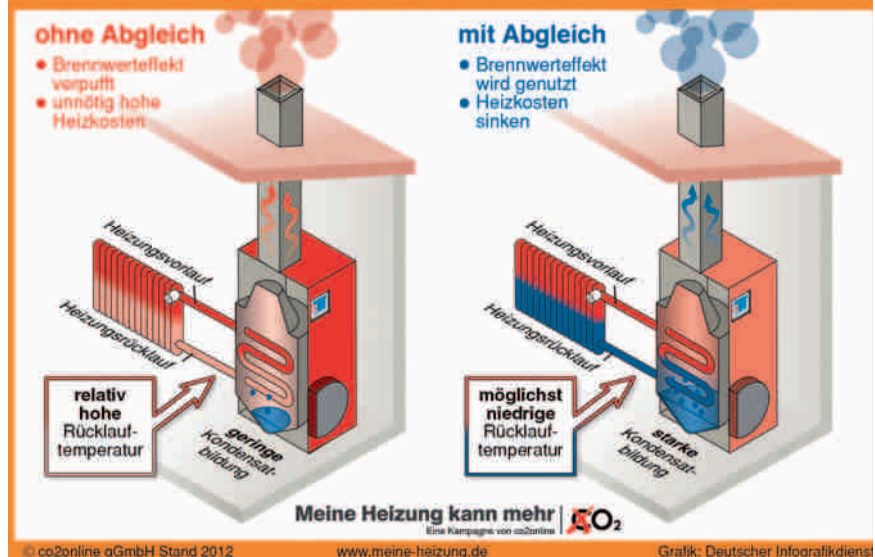
Eigentlich unverständlich, denn sowohl die Energieeinsparverordnung als auch die Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen an Heizanlagen und zentralen Wassererwärmungsanlagen (DIN 18380) schreiben ihn vor. Dennoch hatten nur bei einem Drittel der von den Verbraucherschützern untersuchten Anlagen die Besitzer zufrieden sein können, bei zwei Drittel der Anlagen bestand zum Teil erheblicher Optimierungsbedarf. So hatte laut Verbraucherzentrale bei lediglich jedem fünften Heizungssystem ein hydraulischer Abgleich stattgefunden. Die Ergebnisse einer Studie der Ostfalia-Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel zwei Jahre zuvor waren noch schlechter ausgefallen. Bei den



Beim KWB Easyfire CC4 steckt der Kondensationswärmetauscher in einem an der Rückwand des Pelletsessels angebrachten Modul.

Foto: KWB

Effiziente Brennwertheizung durch hydraulischen Abgleich



© co2online gGmbH Stand 2012

www.meine-heizung.de

Grafik: Deutscher Infografikdienst

Untersuchungen waren lediglich zwischen fünf bis zehn Prozent der Anlagen hydraulisch abgeglichen gewesen.

Brennwerteffekt nur bei tiefer Rücklauftemperatur

Warum machen zu hohe Rücklauftemperaturen den Brennwerteffekt zunichte? Der energiesparende Brennwerteffekt kann nur wirken, wenn das Wasser in den Heizungsrohren auf dem Weg vom Heizkörper zum Kessel unterhalb des Taupunktes des eingesetzten Brennstoffs abkühlen kann. Bei der Verbrennung von Erdgas liegt der Wasserdampftaupunkt im Rauchgas bei 59 Grad

Celsius, bei der Verbrennung von Heizöl bei 48 Grad Celsius und bei der Verbrennung von Holz je nach Wassergehalt zwischen 20 und 60 Grad Celsius. Der Taupunkt des Rauchgases von Pelletsfeuerungen liegt zwischen 40 und 50 Grad Celsius.

Je niedriger die Rücklauftemperatur, desto besser für den Brennwerteffekt. co2online sieht einen hydraulischen Abgleich deshalb als eine wichtige Voraussetzung für effizientes Heizen. Allerdings lässt sich die Rücklauftemperatur nicht einfach an der Heizungsanlage einstellen. Sie ergibt sich indirekt aus einer geringen Vorlauftemperatur. Eine Heizungs-

optimierung mit hydraulischem Abgleich hält die Vorlauftemperatur niedrig. Zudem fließt das Heizungswasser langsam genug durch die Rohre und kühlt sich entsprechend ab.

Der Gesetzgeber hat die Bedeutung einer funktionierenden Heizungs- hydraulik erkannt. Bei seinen Förderprogrammen zum Einsatz erneuerbarer Energien in Heizungsanlagen und zum Austausch alter fossiler Heizanlagen, dem Marktanzreizprogramm und dem Anreizprogramm Energieeffizienz, fordert er einen hydraulischen Abgleich als Voraussetzung. Ohne ihn gibt es keinen staatlichen Zuschuss. **Joachim Berner**

Das bewirkt ein hydraulischer Abgleich der Heizung

vor Abgleich

nach Abgleich

- 1 **Heizkosten sparen**
Die Wärme wird nun gleichmäßig im Haus verteilt, so dass der **Heizkessel** weniger Brennstoff benötigt.
- 2 **Stromkosten senken**
Eine moderne **Hocheffizienzpumpe** unterstützt den hydraulischen Abgleich und reduziert die Stromkosten der Pumpe.
- 3 **Fließgeräusche vermeiden**
Durch das Einregulieren voreinstellbarer **Thermostatventile** erhalten alle Heizkörper stets die richtige Menge Wasser. Das Pfeifen und Rauschen entfällt dadurch.

Stand 02/2017 | Daten: www.co2online.de/DMB | Grafik: www.meine-heizung.de co2online

Beim hydraulischen Abgleich werden die verschiedenen Komponenten der Heizungsanlage – vom Heizkessel über die Pumpe bis zu den Thermostatventilen – richtig eingestellt und auf den Gebäudebedarf abgestimmt. Der Fachmann stellt für jeden einzelnen Heizkörper die Menge an Heizwasser so ein, dass zu jedem Heizkörper nur die tatsächlich erforderliche Wärme transportiert wird. Das reduziert den Energieverbrauch – und erhöht den Wohnkomfort, weil die störenden Strömungsgeräusche der Heizung verschwinden. Bei bereits installierten Kesseln kann der Fachhandwerker den hydraulischen Abgleich auch nachträglich vornehmen.

Sonne satt

Um das ganze Jahr über Sonne sammeln zu können, muss ein Solarwärmesystem stets in einem einwandfreien Zustand arbeiten. Das Solarthermie-Jahrbuch zeigt, was es für eine gute Sonnenernte braucht.



Auch im Winter können Sonnenkollektoren bei entsprechender Montage einen Teil zur Heizung beitragen.

Foto: BDH, BSW

Dass die neue Solarwärmeanlage keine Energie lieferte, wurde nur entdeckt, weil sie Anja Kucharzik über ein kostenloses Online-Portal überwachen lässt. „Unser Monitoring zeigte, dass wir nach dem Einbau der Solarthermieanlage einen höheren Gasverbrauch hatten als vorher“, berichtet sie. Deshalb rief sie den Monteur zur Nachkontrolle. Er stellte schließlich fest, dass mit der Solarpumpe etwas nicht stimmte. Bis zu dem Zeitpunkt hatte die Solaranlage noch keinen Liter warmes Wasser an den Speicher geliefert. „Das ist natürlich ärgerlich. Aber umso besser, dass wir den Fehler durch unser Monitoring bemerkt haben“, sagt Kucharzik.

Anlagenbesitzer verschenken Sonne

Wie wichtig es ist, den Ertrag von Solaranlagen zu überwachen, zeigen Zahlen der gemeinnützigen Beratungsgesellschaft co2online. 1,4 Milliarden Kilowattstunden Sonnenenergie verschenken demnach die Solar-

thermiebesitzer in Deutschland jedes Jahr, weil ihre Anlagen nicht optimal funktionieren. Das entspricht der Energie, die zum Heizen von Wohngebäuden in einer rund 200.000 Einwohner großen Stadt wie Kassel benötigt wird. „Mit optimierten Solarthermieanlagen könnten die Hausbesitzer allein in Deutschland jährlich etwa 66 Millionen Euro sparen“, beschreibt co2online-Geschäftsführerin Tanja Loitz den wirtschaftlichen Schaden.

Ihre Zahlen hat sie aus dem Praxistest Solarthermie gewonnen, bei dem co2online zwei Jahre lang Solarthermiebesitzer bei Planung, Installation und Alltagsbetrieb begleitet hat. Demzufolge laufen etwa zwei Drittel der rund 2,3 Millionen Solarthermieanlagen in Deutschland nicht optimal. Der Befund deckt sich mit den Auswertungen der Verbraucherzentrale Energieberatung zum Beratungsangebot Solarwärme-Check. Die folgenden Hinweise helfen, gut durch das Solarjahr zu kommen.

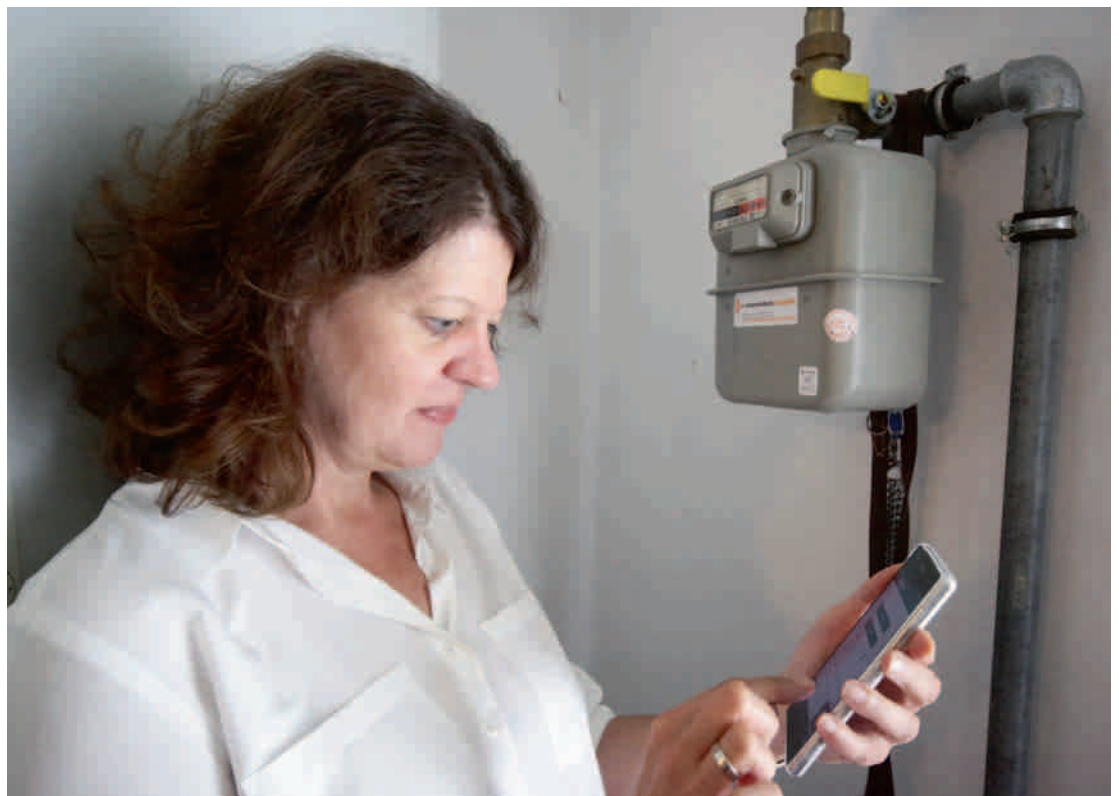
Frühjahr: Anlage überprüfen lassen

Die Frühjahrsmonate bieten sich an, die Solaranlage kontrollieren zu lassen. Die Herbst- und Wintermonate setzen den Solaranlagen regelmäßig zu: Schäden durch Schnee, Eis und Hagel sowie Verschmutzungen durch Laub oder Vogelkot können ihre Leistungsfähigkeit einschränken. Den Frühjahrscheck sollten spezialisierte Handwerksbetriebe übernehmen. Sie kontrollieren die Funktionsfähigkeit der Anlagen, reinigen bei Bedarf die Kollektoren und beheben Schäden.

Der höhere finanzielle Ertrag nach einem beseitigten Mangel übersteigt oft die Kosten der Kontrolluntersuchung. Deshalb raten Experten zu einer routinemäßigen Inspektion. Dazu gehört ein Blick auf die Befestigungen und die Anschlüsse. Zudem müssen die Kollektoren entlüftet, die Umwälzpumpe überprüft und der Frostschutz kontrolliert werden.

Besonders anwenderfreundlich ist ein Wartungsvertrag. Dann wird die

Anja Kucharzik überwacht mit der App des Online-Portals Energiesparkonto die Erträge ihrer Solarwärmeanlage. Sie hat am Praxistest Solarthermie der gemeinnützigen Beratungsgesellschaft co2online teilgenommen. Aus den Ergebnissen des Praxistests wurde ein Online-Leitfaden entwickelt, der Hausbesitzer Schritt für Schritt auf dem Weg zur Solarthermie begleitet
FOTO: CO2.ONLINE





Manfred Kuhlemann aus Rhauderfehn erhält die Unterlagen für seine neue Solarwärmanlage. Bei ihr haben die Handwerker zusätzlich einen Gas Smart Meter, einen Wärmemengenzähler und einen Kaltwasserzähler installiert. Alle Daten zum Wasser- und Energieverbrauch fließen in das Energiesparkonto von co2online, um prüfen zu können, wie hoch die Energieeinsparung durch die Sonne ausfällt.

FOTO: CO2.ONLINE

Prüfung auch garantiert nicht vergessen. Der Wartungsvertrag umfasst alle ein bis zwei Jahre eine besonders gründliche Kontrolle, unter anderem auch des Anlagenertrags. Die Kosten für einen Frühjahrscheck lassen sich als Handwerkerleistung steuerlich absetzen.

Sommer: Urlaubsfreuden ohne zu überhitzen

Von Mai bis Oktober kann eine Solarwärmanlage meist das gesamte benötigte warme Wasser für einen Haushalt liefern. Die Zentralheizung kann währenddessen ausgeschaltet bleiben. Wenn Hausbesitzer die Zen-

tralheizung abschalten, vermeiden sie ein unnötiges Nachheizen des Wassers und sparen den Betriebsstrom für den Kessel. Steht wegen schlechten Wetters nicht genug Warmwasser zur Verfügung, kann die Heizung jederzeit wieder eingeschaltet werden.



Speichertemperatur ihr Maximum, worauf der Regler die Pumpe abstellt. Im Sonnenkollektor beginnt sich die Wärmeträgerflüssigkeit immer stärker aufzuheizen – bis sie verdampft. Der Flüssigkeitsdampf drückt in ein Ausdehnungsgefäß. Es nimmt das Dampfvolument auf und schützt die Solaranlage vor einem Hitzeschaden.

Herbst: Sonnenenergie möglichst lange speichern

Um die Sonnenwärme vom Dach in den strahlungsarmen Monaten wie im Herbst möglichst effektiv und lange nutzen zu können, braucht es einen Solarspeicher. Sollen Sonnenkollektoren nur Energie für die Warmwasserversorgung liefern, genügt ein Trinkwasserspeicher als Wärmereservoir. Bei ihm bringen die Sonnenkollektoren ihre Wärme über einen Wärmetauscher im Tankboden ein, der Heizkessel über eine Wärmespirale im Speicherkopf.

So genannte Schichtenspeicher, die die Wärme entsprechend ihrer Temperatur in den Speicher leiten, steigern die Effizienz der Gesamtanlage. Um hohe Temperaturen effektiv nutzen zu können, sollten sie im oberen Speicherteil eingebracht werden können. Andererseits würde es beispielsweise bei Niedertemperaturheizungen keinen Sinn machen, heißes Wasser aus dem Speicherkopf zu entnehmen, um es dann abzukühlen. Deshalb sollte auch die Entnahme der gespeicherten Wärme je nach Temperaturanforderung möglich sein.

Soll die von den Sonnenkollektoren gelieferte Wärme reichen, um damit auch heizen zu können, muss entweder ein Pufferspeicher oder ein Kombispeicher im Keller stehen. Pufferspeicher lagern kein Trinkwasser, sondern das warme Wasser für die Heizung. Über einen Wärmetauscher können sie Trinkwasser erwärmen.

Statt zu wenig liefern die Sonnenfänger in den heißen Monaten eher zu viel Energie – vor allem dann, wenn die Familie in den Urlaub fährt. Die Kollektoren speisen auch dann ohne Unterlass warmes Wasser in den Speicher, wenn niemand welches verbraucht. Irgendwann erreicht die

Kombispeicher kombinieren die Funktion eines Warmwasserspeichers mit der eines Pufferspeichers. Sie sind die Alleskönner und liefern gleichzeitig Warmwasser für Bad und Dusche sowie Energie für die Heizung. Sie können auf unterschiedliche Weise das Trinkwasser erwärmen. Entweder über einen kleineren Speicher oder einen Wärmetauscher jeweils im Inneren des Speichers oder über eine außerhalb des Tankkörpers installierte Frischwasserstation.

Winter: Die Kombiheizung hilft weiter

Auch in den kalten Monaten muss man auf die Sonne im Haus nicht gänzlich verzichten. Selbst wenn die Sonne nicht mehr so stark strahlt, können die Sonnenkollektoren einen Großteil der Energie für das Warmwasser liefern und das zentrale Heizsystem entlasten. Ab Februar sind die Einstrahlungswerte bereits wieder so hoch, dass die Solarwärmeanlage spürbar Brennstoffkosten sparen hilft. Von Februar bis April deckt die Solarthermie bereits wieder einen erheblichen Teil der Warmwasserbereitstellung und verkürzt die Heizperiode.

Solarwärmeanlagen lassen sich mit jeder Art von Wärmeerzeuger kombinieren – egal, ob es sich um einen Gas-, Öl- oder Pelletskessel oder eine Wärmepumpe handelt. Wichtig für ein funktionierendes System: Damit sich Sonnenkollektoren und Heiztechnik nicht in die Quere kommen, müssen sie voneinander Kenntnis haben. Hersteller bieten deshalb heutzutage Systemregler an, die eine große Zahl von Steuerfunktionen für beide Wärmeerzeuger in einem Gerät vereinen.

Joachim Berner

„Jetzt umsetzen, was möglich ist“

Im April fand in Salzburg die Gründungsveranstaltung für das „Netzwerk Solarhaus Österreich“ statt. Gründer und Geschäftsführer Peter Stockreiter im Interview über seine Motivation, Ziele des Vereins und das Solarhaus-Konzept.



Peter Stockreiter

FOTO: „NETZWERK SOLARHAUS ÖSTERREICH“

Das Netzwerk Solarhaus ist eine neue Initiative, warum haben Sie diese gegründet?

Peter Stockreiter: Es gibt eine hohe Notwendigkeit für Kohlendioxid-Reduktion, was kaum noch von jemandem bestritten wird. Und es gibt einen großen Nachholbedarf in der Wärmewende. Laut einer Studie der TU Wien von 2018 werden immer noch 60 Prozent der Wärme in Österreich mit fossilen Energieträgern erzeugt. Das führt dazu, dass rund 20 Prozent des heimischen Kohlendioxid-Ausstoßes durch das Heizen verursacht werden. Hier liegt also ein bedeutender Hebel, um Treibhausgase einzusparen. Was sofort möglich wäre.

Denn die Lösungen sind vorhanden und dabei denke ich zum Beispiel an ähnliche Konzepte mit weitgehend solar beheizten Gebäuden. Als langjähriger Geschäftsführer der Initiative Sonnenhaus Österreich habe ich mich von 2011 bis 2018 intensiv mit diesem Bau- und Energiekonzept, bei dem mindestens 50 Prozent des Wärmebedarfs solar erzeugt werden, beschäftigt. Aber jetzt wollen wir einen Schritt weitergehen und zwar einen großen. Es muss so viel Kohlendioxid wie nur irgend möglich eingespart werden und dabei müssen Wärme und Strom zusammen betrachtet werden. Deshalb gehen wir bei unserem Solarhaus-Konzept aufs Ganze: Die Energieversorgung für Wärme und für Strom muss Kohlendioxid-frei sein. Außerdem sollte die Gebäudehülle nach Möglichkeit Kohlendioxid-neutral sein. Um es auf den Punkt zu bringen: Die größtmögliche Kohlendioxid-Einsparung im Wohnungsbau ist unser Ziel.

„Effektiven Klimaschutz mit vorantreiben“

Was ist der Zweck der Initiative „Netzwerk Solarhaus“?

Stockreiter: Wir wollen handeln und sofort anwendbaren, effektiven Klimaschutz mit vorantreiben, anstatt auf „Lösungen von oben“ zu warten. Deshalb wollen wir unser Solarhaus-Konzept bekannt machen und dafür sorgen, dass es möglichst oft in die Praxis umgesetzt wird. Konkret heißt das: Wir informieren zukünftige Bau-

herren über das Konzept, unterstützen sie in ihrer Planung und beraten zu Fördermöglichkeiten im Rahmen der „Solarhausförderung“ des Klima- und Energiefonds. Außerdem werden wir zu Schulungen für die Netzwerkpartner einladen.

Wer profitiert von Ihrem Angebot?

Stockreiter: In erster Linie profitieren die Bauherren davon. Indem sie ein Solarhaus nach unserer Definition bauen, bekommen sie langfristig niedrige und kalkulierbare Energiekosten. Und sie leisten einen persönlichen Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende. Außerdem verringert dezentral erzeugter und verbrauchter Strom den Bedarf an Netzausbau.

Wer sind ihre Partner?

Stockreiter: In unserem Netzwerk sind Industriebetriebe aus der Bau- und Haustechnikbranche ebenso wie Gewerbebetriebe, Architekten, Planer, Baumeister, Zimmerer und Installateure. Unsere 32 Gründungspartner haben ihren Sitz in Österreich, Deutschland und Südtirol. Wir arbeiten auch mit dem Forschungsinstitut AEE INTEC, mit Klimaaktiv, der Klimaschutz-Mitmachbewegung des österreichischen Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus, und dem Haus der Baubiologie in Graz zusammen.

Was sind Ihre Haupt-Themen?

Stockreiter: Bei uns stehen ganz klar die Kohlendioxid-freie Energieversorgung für Wärme und Strom sowie

die möglichst Kohlendioxid-neutrale Gebäudehülle im Mittelpunkt. Konkret sieht das so aus:

Bei einem Solarhaus nach unserer Definition muss die Energie für die Raumwärme, Warmwasser und Strom zu 100 Prozent Kohlendioxid-frei erzeugt werden. Der Energiebedarf für die Beheizung und zur Erwärmung des Dusch- und Trinkwassers soll zu mindestens 70 Prozent mit Solarthermie erzeugt werden. Der Restenergiebedarf kann mit einer Holzheizung oder einer Wärmepumpe erzeugt werden. Wird eine Wärmepumpe genutzt, muss der Antriebsstrom mit Solarstrom vom eigenen Dach oder fremdbezogenem, zertifiziertem, 100-prozentigem Ökostrom gedeckt werden. Letzteres gilt für die gesamte Stromversorgung in dem Gebäude. Der Bedarf an elektrischer Energie kann wahlweise durch selbst erzeugten Solarstrom oder einen Öko-Stromvertrag mit UZ46-Zertifikat gedeckt werden.

Der zweite Eckpfeiler unseres Konzeptes ist die Kohlendioxid-neutrale Gebäudehülle. Sie kann durch Holzrahmenbauweise mit Stroh- oder Zellulosedämmung oder Holzmassivbauweise erreicht werden. Dies ist allerdings nicht obligatorisch. Bauherren können sich auch für Ziegelmassiv- oder Betonbauweise entscheiden.

Ziel ist in jedem Fall ein gut wärmegeprägtes Niedrigstenergiegebäude mit einem Heizwärmebedarf bis zu maximal 35 Kilowattstunden pro Quadratmeter und Jahr beziehungsweise erfüllten Klimaaktiv-Gebäudekriterien. Niedrigere Werte für den Heizwärmebedarf sind natürlich möglich und auch erwünscht.

Bei der Wärmeerzeugung setzen Sie auf Solarthermie. Wäre auch die Kombination von Photovoltaik und Wärmepumpe möglich?

Stockreiter: Bei unserer Entscheidung für Solarthermie waren zwei Gründe ausschlaggebend. Zum einen hat die Solarthermie einen wesentlich höheren Energieertrag im Winter als die Photovoltaik. Der Ertrag ist ungefähr sechs Mal so hoch. Zum anderen hängt es mit der politischen Unterstützung der Solarwärme-Technologie durch die Politik zusammen. Der Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung fördert seit 2014 besonders energiesparende Häuser. In dem Förderprogramm „Demoprojekt Solarhaus“ wird für Gebäude mit einem solaren Deckungsgrad von mindestens 70 Prozent ein Zuschuss bis zu 50 Prozent der umweltrelevanten Investitionskosten gezahlt. Deshalb orientieren wir uns im Punkt „Kohlendioxid-freie Energieversorgung“ an diesem Förderprogramm und setzen 70 Prozent solaren Deckungsgrad durch Solarthermie voraus. Die Förderung ist ein Anreiz für Bauherren, sich für diese Bauweise zu entscheiden.

“Solarhaus-Konzept als Baustandard in Österreich und Südtirol etablieren”

Damit die Solarwärme auch in den kalten Monaten genutzt werden kann, werden übrigens große Schichtenspeicher oder Bauteilaktivierung mit oder ohne Erdspeicher eingeplant. Wenn Bauteile wie Betondecken für die Speicherung von regenerativer Wärme genutzt werden, kann das Speichervolumen reduziert werden. Und das volle Behaglichkeitsspektrum wird ausgeschöpft.

Was sind die Ziele ihres Netzwerks?

Stockreiter: Langfristig wollen wir unser Solarhaus-Konzept als Baustandard in Österreich und Südtirol etablieren. Kurzfristig wollen wir zum

Umdenken in der Bevölkerung oder, genauer gesagt, von Bauherren beitragen und ein größeres Bewusstsein für die Notwendigkeit, aber auch die Möglichkeiten einer Kohlendioxid-freien Energieversorgung schaffen.

Was unterscheidet Sie von anderen ähnlichen Vereinen?

Stockreiter: Wir sind industrieneutral und diese Unabhängigkeit von der Industrie ist uns auch sehr wichtig. Es geht uns darum, praktikable Konzepte zu realisieren und nicht eine Industriesparte zu fördern. Außerdem haben wir strengere Kriterien definiert, eben die komplett Kohlendioxid-freie Energieversorgung für Wärme und Strom. Und unsere Partnerbetriebe bekommen Gebietsschutz.

Wie gut unterstützt die Politik die Energiewende im Wohnungsbau?

Stockreiter: Meiner Meinung nach machen die Verantwortlichen viel zu wenig, um ein Umdenken in Richtung Kohlendioxid-neutrale Energieversorgung zu forcieren. Es wird zu viel Fokus auf andere Themen gelegt, während konkrete Maßnahmen zum Erreichen der Klimaziele aus dem Pariser Abkommen vernachlässigt werden. Es fehlen Vorgaben im Gebäudesektor, um die Nutzung von klimaschonender Energieerzeugung zu voranzubringen. Wir meinen jedenfalls, noch mehr Diskussion und Forschung ist nicht nötig. Die Konzepte für die Kohlendioxid-Reduktion liegen vor. Wir sollten jetzt schnell das umsetzen, was möglich ist und konsequent in hohem Maße Kohlendioxid-Emissionen reduzieren.

Das Interview führte Ina Röpcke.

Weitere Informationen:

Solarhaus Österreich –
Netzwerk für Bau- und Energiekonzepte mit
Erneuerbare Energieträgern
www.solarhaus.co.at



3



2



1

Thermische Wärmespeicher sind einer von vielen Puzzleteilen im Erreichen der Energiewende. Sie sind als erprobte Technologie sogar ein Schlüsselement, das saisonale Energiespeicherung und damit die Energiewende überhaupt möglich macht. In der Nutzung von Solarwärme spielt der Speicher eine absolut zentrale Rolle. Nur mit ihm kann die zeitliche Diskrepanz zwischen Energieangebot und Energienachfrage überbrückt werden. Josef Jenni, seit 45 Jahren tätig in der Solarbranche, hat das früh in seiner Karriere erkannt und darum einen grossen Teil seines Schaffens auf den Bau von optimalen Wärmespeichern fokussiert. Das Ergebnis, der Swiss Solartank, ist zwischenzeitlich über 30.000 Mal im Einsatz und gilt als Branchenprimus bezüglich Qualität und Schichtungseffizienz. Wie so ein Swiss Solartank bei der Jenni Energietechnik AG entsteht, zeigt diese Bilderreihe.

- 1 Der Speicher wird nach Angaben des Kunden am PC gezeichnet.
- 2 Das Stahlcoil mit der nötigen Dicke wird abgerollt. Mit dem Plasmaschneider werden sogleich alle benötigten Anschlüsse herausgeschnitten.
- 3 Danach wird der Stahl gerundet (oben) und mit der eigens konstruierten und selbstgebaute Langschweißmaschine zusammengesweißt. So entsteht ein Mantelstück.
- 4 Je nach Größe des Speichers brauchen wir bis zu zehn solcher Mantelstücke. Deckel und Boden für die Speicher sind eingekauft und bei uns auf Lager. Das ermöglicht uns eine schnelle Produktion mit kurzen Lieferzeiten.
- 5 Deckel, Boden und Mantelstücke werden mit einem Spannring fixiert und aneinandergeheftet.
- 6 Alle Produktionshallen sind mit Kranen ausgestattet. Die braucht es auch dringend. Im November 2019 hat Jenni Energietechnik einen 195 000 Liter Speicher mit einem Leergewicht von 17 Tonnen für einen Wärmeverbund in Engelberg (Innerschweiz) produziert. Aber auch ein 350 Liter Tank wiegt ohne Inhalt bereits 80 Kilogramm.
- 7 Dient der Speicher nicht nur als Puffer, sondern soll auch für die Warmwasserbereitstellung verwendet werden, stattdessen wir den Stahltank mit ein bis vier integrierten Chromstahlboilern aus.



8 Wird der Speicher für die Speicherung von Solarwärme benutzt, müssen Wärmetauscher installiert werden. Bei einer kleinen Anlage zur Warmwasseraufbereitung genügt ein einzelner Wärmetauscher à 18 Metern im unteren Bereich des Speichers. Für einen Speicher in einem rein solarbeheizten Mehrfamilienhäusern benötigt Jenni Energietechnik 16 Wärmetauscher à 36 Metern, die auf den oberen, mittleren und unteren Speicherbereich aufgeteilt sind.

9 Bei Wärmerückgewinnungsanlagen und beim Wärmepumpenkonzept setzt Jenni Energietechnik auf im Speicher integrierte Kupferwärmetauscher. Im oberen Bereich der Wärmetauscher wird zuerst die Heißgasenergie abgegeben und anschließend im unteren Bereich so gut wie möglich kondensiert. Dies ermöglicht bei Wärmepumpen zum Beispiel die Warmwasseraufbereitung während des normalen Heizbetriebs, ohne dass hierfür die Kondensationstemperatur des Kältemittels erhöht und somit die Arbeitszahl/Effizienz des Systems reduziert wird.





10 Sind alle gewünschten Komponenten im Speicher installiert, wird der Speicher zusammengesetzt. Die bis jetzt nur aneinander gehefteten Mantelstücke werden mit einer automatischen Rundschweißmaschine final zusammengeschweißt.

Passt der Speicher nicht in einem Stück durch die Türe, schweißt Jenni Energietechnik ihn vor Ort beim Kunden zusammen. Das Aufstellen des Stahltanks geschieht mit Hilfe eines Flaschenzuges.

11 Thermische Speicher sind die intelligenten Verteiler im Heizsystem und können mit Solarwärme, Schwedenofen, Holzkessel, Fernwärme, Wärmepumpe, Photovoltaik sowie fossilen Wärmeerzeugern kombiniert werden. Je nach Wärmeerzeuger müssen die benötigten Armaturen dazu gebaut werden. Mit der «JenniControl» Steuerung werden die Erzeuger optimal aufeinander abgestimmt für ein möglichst effizientes Gesamtsystem.

12 Links: Heizungsgruppe, 2.v.l.: Steuerung, 2.v.r.: Kesselgruppe, rechts: Solargruppe



13 Um die Verrohrung an den Großspeichern zu befestigen, werden Halterungen an den Tank geschweißt.

14 Vorverrohrte Speicher bringen übers Ganze gesehen eine erhebliche Kosteneinsparung. Sie führen zu einer sauberen und überschaubaren Installation, schliessen Fehlerquellen aus, senken den Planungs- und Installationsaufwand und tragen ganz wesentlich zu effizienten und problemlos funktionierenden Sonnenenergieanlagen bei.

Abgedrückt muss ein Speicher auch werden. Das bedeutet, er wird mit Wasser gefüllt und unter Druck auf Dichtheit kontrolliert. Ist der Speicher dicht, wird er mit Rostschutz bemalt. Die Kältespeicher bemalt Jenni Energietechnik mit einer Antikondensatbeschichtung.

15 Der Speicher wird je nach Bedarf in der Werkstatt oder auf der Baustelle isoliert.

16 Ist der Speicher fertiggestellt, wird er verladen. Die Speicher liefert Jenni Energietechnik mit eigenen Lieferfahrzeugen, LKW oder per Bahn aus.

17 Die Großspeicher gelten in gewissen Schweizer Kantonen als Ausnahmetransport und werden dann von der Polizei begleitet.

18 An der Destination wird der Speicher von zwei Kranen aufgestellt. Bei einer Außenaufstellung erhält der Speicher einen «Hut» als Witterungsschutz.





Die Produktion von Jenni Energietechnik kann vor Ort in Oberburg/Bern besichtigt werden. Das Unternehmen empfängt pro Jahr über 40 Gruppen, Vereine und Teams in der Speicherwerkstatt. Ein langjähriger Jenni-Mitarbeiter oder Josef Jenni persönlich geben dabei auch gerne einen Einblick in die bewegende Firmengeschichte und die Welt der erneuerbaren Energien.



Mietwohnungen mit geringen Heizkosten



In Regensburg entsteht das erste Mehrfamilien-Sonnenhaus. Die große Solarthermie-Anlage deckt 50 Prozent des Wärmebedarfs und spart jedes Jahr rund drei Tonnen Kohlendioxid ein.

Ruhig schwebt der knapp fünf Meter hohe Stahltank durch die Luft, wird umsichtig und routiniert von dem Kranführer an seinen Aufstellort dirigiert und findet seinen Platz in dem Rohbau des ersten Mehrfamilien-Sonnenhauses in Regensburg. Der Wärmespeicher mit 9.400 Liter Fassungsvermögen ist das Herzstück des Gebäudes und wird künftig die Wärme von 40 Quadratmetern Solarkollektoren speichern. Das wird den Mietern des Neubaus im Stadtteil Kumpfmühl niedrige Heizkosten beschern und

der Umwelt viele klimaschädliche Emissionen ersparen. Denn dank des ausgeklügelten solaren Heizsystems kann etwa die Hälfte des Energiebedarfs für die Raumheizung und das Warmwasser solar gedeckt werden. Am 13. November 2019 wurde der Wärmespeicher in der Nibelungenstraße aufgestellt. Um das Engagement der Baugemeinschaft zu würdigen, nahm Jürgen Huber, dritter Bürgermeister der Stadt Regensburg, an dem sogenannten Speichereinbringen teil.

„Ich begrüße es sehr, wenn wir uns alle zusammen den Klimaschutz auf die Fahnen schreiben. Das Sonnenhaus ist ein guter privater Beitrag dazu“, kommentiert Huber, Vorsitzender des städtischen Ausschusses für Umweltfragen, Natur- und Klimaschutz, das Bauvorhaben. Erst in diesem Sommer ist die Stadt Regensburg dem „Konvent der Bürgermeister für Energie und Klima“ beigetreten. Darüber hinaus arbeitet die Stadt daran, den 2013 und 2014 erstellten Energienutzungsplan umzusetzen und die



Der knapp fünf Meter hohe Wärmespeicher, der hier über dem Rohbau schwebt, wird die Wärme von 40 Quadratmetern Solarkollektoren zwischenspeichern.

FOTOS(3): SONNENHAUS-INSTITUT



Jürgen Huber, 3. Bürgermeister von Regensburg, lobte das private Engagement für den Klimaschutz. Auf dem Foto zu sehen (v.l.n.r.): Christian Piwonka (Geschäftsführer Lebensraum³), Bürgermeister Jürgen Huber, Ursula Bauer (Bauherrin), Martin Bauer (Bauherr)

Energiewende in den Bereichen Wärme, Strom und Verkehr voranzutreiben.

Solarenergie reduziert Kohlendioxid-Emissionen

„Jede und jeder einzelne von uns ist gefordert, zum Klimaschutz beizutragen“, sagt auch Martin Bauer, der das Haus mit fünf Mietwohnungen zusammen mit seiner Tante Ursula Bauer errichtet. Der 50-Jährige nutzt seit vielen Jahren auf seinem Eigenheim eine Solarwärme- und eine Solar-

stromanlage. Deshalb war für ihn sofort klar, dass bei ihrem gemeinsamen Bauprojekt auch umweltfreundliche Solarenergie erzeugt werden soll.

Über seinen Geschäftspartner Christian Piwonka lernte er das Sonnenhaus-Konzept kennen. Bei diesem Niedrigstenergiehaus decken große Solarwärme- oder Solarstromanlagen laut Definition des Sonnenhaus-Instituts e.V. mindestens 50 Prozent des Heizenergiebedarfs. Dadurch werden deutlich weniger fossile Brennstoffe als bei konventionell beheizten

Häusern verbraucht. Das Energiekonzept gefiel Bauer und seiner Tante: „Wir sollten nicht mehr Ressourcen verbrauchen als unbedingt nötig“, meint er. „Und so haben auch unsere künftigen Mieter die Möglichkeit, klimaschonend zu heizen“. Dies ist gerade im Bereich Bauen und Wohnen dringend nötig. Denn rund 32 Prozent des Endenergieverbrauchs in Deutschland entfallen auf die Wärmeversorgung von Gebäuden (27 Prozent Raumwärme, 5 Prozent Warmwasser). Und mit einem Anteil von 14,2 Prozent



Der Wärmespeicher an seinem Aufstellort, perfekt eingepasst und aufgestellt.

Erneuerbaren Energien am Wärmeverbrauch (Stand 2018) hinkt die Energiewende im Wärmesektor der „Stromwende“ weit hinterher. Beim Strom werden schon knapp 43 Prozent regenerativ erzeugt.

In der Siedlung auf dem ehemaligen fürstlichen Hofgartengelände wird das Sonnenhaus kaum auffallen. Nur die Solarkollektoren, die auf dem Süddach und der Gaube installiert werden, deuten darauf hin, dass hier etwas anders ist. Über 2.000 solcher weitgehend solar beheizter Wohnhäuser und gewerblich genutzter Gebäude stehen in Deutschland, Österreich und der Schweiz. In Regensburg gibt es noch kein Mehrfamilienhaus dieser Art. Das Sonnenhaus-Konzept wird durch den in Straubing ansässigen Sonnenhaus-Institut e.V. verbreitet

und laufend weiterentwickelt. Die Lebensraum³ Planung und Bauprojekt GmbH, Baubetreuer in diesem Bauvorhaben, ist seit 2017 Mitglied in dem Kompetenznetzwerk für solares Bauen.

Entscheidung für Solarwärme

„Wir haben uns bewusst für Solarthermie und nicht für die zurzeit viel populärere Photovoltaik entschieden“, sagt Martin Bauer. „Wir hätten auch ein Sonnenhaus mit einer großen Photovoltaikanlage und einer solarstromgeregelten Wärmepumpe bauen können. Aber uns gefallen die direkte Wärmeherzeugung und der hohe Wirkungsgrad von Solarthermie-Anlagen. Außerdem sind wir so in der Wärmeversorgung unabhängig

vom Stromnetz und steigenden Stromkosten.“

Die 40 Quadratmeter Solarkollektoren werden Heizenergie erzeugen, die, sofern sie nicht sofort verbraucht werden kann, in dem nun aufgestellten Solartank vorgehalten wird. Die Zwischenspeicherung ist über mehrere Wochen möglich, was in den Übergangszeiten von Vorteil sein wird. In den kalten und sonnenarmen Monaten November bis Januar heizt eine Brennwerttherme zu. Durch die Solarheizung fallen nur etwa 900 Euro brutto für Heizkosten bzw. Erdgas pro Jahr für die fünf Wohnungen an.

Optimale Dachneigung

Für das solare Heizkonzept ist eine gute Dämmung Voraussetzung. Bei diesem Haus mit KfW- Effizienzhaus-Standard 55 wird sie mit 42,5 Zentimeter dicken Wärmedämmziegeln erreicht. Außerdem ist das Gebäude nach Süden ausgerichtet, so dass die passive Solareinstrahlung durch die Fenster den Wärmebedarf reduziert. Die 45 Grad Dachneigung ist optimal für die Montage der Solarkollektoren. So trifft die dann tiefstehende Sonne im Winter fast senkrecht darauf und erzeugt viel Solarwärme.

Am späten Nachmittag war der Wärmespeicher aufgestellt und befestigt. Damit ist eine wichtige Etappe in dem Bauvorhaben erreicht. Nun wird fleißig weitergemauert, und wenn das Dach fertig ist, können die Solarkollektoren montiert werden. Wenn alles laut Plan läuft, wird das Mehrfamilienhaus Ende dieses Jahres bezugsfertig sein.

Ina Röpcke

Weitere Informationen:

Sonnenhaus-Institut e.V.:
www.sonnenhaus-institut.de
 LEBENSRAUM³ Planung und Bauprojekt GmbH:
www.lebensraumhoch3.de



HeatChangers

Amplifying our Voice for Solar Heat



**Wir alle lieben das, was wir tun.
Wir sind die Heat Changers und die
Solarwärme ist Teil unseres Lebens
und unserer Berufung.**

Trage dazu bei, mehr Menschen zu inspirieren,
die Sonnenenergie zu nutzen, die Gemeinschaft
der Heat Changers zu vergrößern und für unseren
Planeten etwas zu bewegen.

Werde Markenbotschafter und erhalte mehr
internationale Präsenz. **Gemeinsam verschaffen
wir der Solarwärme Gehör!**



www.heat-changers.com · info@heat-changers.com

@HeatChangers



Neue Energie für altes Gebäude



Das Mehrfamilienhaus-Ensemble in der Emmendinger Straße
GRAFIKEN UND FOTOS: GRAPHIKBUERO GEBHARD|UHL

Vom Freiburger Umweltschutzamt angeregt und vom Energieversorger Badenova gefördert, hat die Wohnungsgenossenschaft Bauverein Breisgau ein denkmalgeschütztes Mehrfamilienhaus solarisiert.

Das Mehrfamilienhaus-Ensemble in der Emmendinger Straße 16-34 ist das erste und älteste Gebäude der Wohnungsgenossenschaft Bauverein Breisgau. Die zehn Mehrfamilienhäuser mit insgesamt 92 Wohnungen und zwei Gewerbeeinheiten umfassen knapp 5.000 Quadratmeter Wohn- und Nutzfläche. Sie wurden in den Jahren 1903 bis 1904 erbaut und sind denkmalgeschützt.

Bis zur Neugestaltung der Wärmeversorgung nutzten die meisten Mieter für Warmwasserbereitung und Heizung eine Gasetagenheizung, manche Wohnungen wurden sogar noch mit Einzelöfen beheizt. Ziel des Bauvereins war es, die Einzelfeuerstellen durch eine zentrale Wärmeversorgung über ein Mikrowärmenetz zu ersetzen.

Nach rund zweijähriger Planungs- und Bauzeit wurde das neue Heizsystem Ende 2015 in Betrieb genommen. Es besteht aus einem Mikrowärmenetz mit zehn Wärmespeichern, die jeweils 1.200 bis 1.700 Liter Wasser fassen (ausgelegt auf 50 Liter pro Quadratmeter Kollektorfläche), aus 76 Flachkollektoren mit einer Gesamtfläche von 191 Quadratmetern und einer Nennleistung von circa 134 Kilowatt, einem kondensierenden Blockheizkraftwerk (BHKW) mit Leistungen von 20 Kilowatt elektrisch und 47 Kilowatt thermisch sowie einem gasbetriebenen Spitzenlastkessel mit 450 Kilowatt Leistung. Hinzu kommt in jeder Wohnung eine Wärmeübergabestation.

Das Wärmemanagement des gesamten Heizsystems erfolgt über dezentrale Kontrollsysteme und ist so ausgerichtet, dass die Solarwärme sowohl bevorzugt eingespeist als auch dezentral verbraucht wird. Der vom

BHKW erzeugte Strom wird den Mietern über eine Tochtergesellschaft des Bauvereins Breisgau für den Eigenverbrauch angeboten.

Solarthermie und BHKW ergänzen sich

Nach zwei Betriebsjahren zeigte sich: Die Solarkollektoren können im Sommer durchschnittlich rund 60 Prozent der im gesamten Ensemble benötigten Wärme liefern. Übers ganze Jahr gesehen werden rund elf Prozent des Wärmebedarfs für Heizung und Trinkwasser durch solare Energie gedeckt.

Das Pilotprojekt verdeutlicht zudem, dass sich Solarthermie und BHKW gut ergänzen. Obwohl die solarthermische Wärme vorrangig eingespeist wird, kommt das BHKW auf über 6.000 Betriebsstunden im Jahr und damit auf eine ausreichend hohe Laufzeit für einen wirtschaftlichen Betrieb der Anlage. Insbesondere im Sommer bot die Kombination der beiden Wärmequellen Vorteile: Von Mai bis September blieb der Heizkessel so gut wie vollständig außer Betrieb. Dadurch wird ein ineffizient hohes Takten des Kessels vermieden, was sonst für diesen Zeitraum mit geringem Wärmeverbrauch typisch ist.

Solarthermie und effiziente Wärmeerzeugung machen sich auch hinsichtlich der Klimabilanz des Gebäudeensembles bemerkbar. Allein die Nutzung der Sonnenwärme verringert die Kohlendioxid-Emissionen der Mieterinnen und Mieter um ca. 15 Tonnen Kohlendioxid pro Jahr. Ohne die Restriktionen durch den Denkmalschutz wäre eine größere Kollektorfläche und damit eine noch höhere Kohlendioxid-Einsparung möglich gewesen.

Wird zudem berücksichtigt, dass das BHKW den fossilen Brennstoff effizienter nutzt als die verschiedenen Einzelfeuerstellen, die vorher in den 92 Wohnungen verbaut waren, kommt man auf eine Kohlendioxid-Einsparung von insgesamt etwa 50 Tonnen pro Jahr. Dies entspricht einer Reduktion der früheren Kohlendioxid-Emission um circa 20 Prozent.

Temperaturregler bringt mehr Effizienz

Damit die Solaranlage effizient arbeiten kann, braucht es eine möglichst niedrige Rücklauftemperatur im Heizungsnetz (Primärkreis). In den meisten Teilen des Gebäudeensembles liegt sie bei rund 40 Grad Celsius. Die niedrige Rücklauftemperatur ist wichtig, um die Temperaturspreizung in den Speichern möglichst hoch zu halten und so insbesondere den Solarertrag zu optimieren.

Um dies zu erreichen, mussten die für das Projekt ausgewählten, handelsüblichen Wohnungsübergabestationen vom Hersteller mit geringem Aufwand modifiziert werden. So wurde ergänzend zum vorhandenen hydraulischen Mengenregler (PM-Regler) in die heizungsseitige Rücklaufleitung des Brauchwasserwärmetauschers ein Thermostatventil mit Fernfühler im Warmwasseraustritt eingebaut. Dadurch kann auch bei kurzzeitigen Zapfvorgängen (wie es beispielsweise beim Händewaschen vorkommt) die Rücklauftemperatur des Primärkreises während der Warmwasserbereitung niedrig gehalten werden.

Es gibt Wohnungsstationen auf dem Markt, die diese Art der Durchflussregelung standardmäßig bieten

und so auch ohne eine Modifikation niedrige Rücklauftemperaturen im Primärkreis gewährleisten können. Wer auf Nummer sicher gehen will, sollte sich vom Hersteller der Station zusichern lassen, dass die Temperatur des Rücklaufs aus der Warmwasserbereitung unabhängig von der gezapften Wassermenge – mindestens aber im Zapfbereich zwischen 20 und 100 Prozent – nicht über etwa 20 bis 25 Grad Celsius steigt. Nur so kann man sicherstellen, dass am Ende auch die Rücklauftemperatur im Primärkreis möglichst niedrig bleibt und dadurch die Solaranlage effizient arbeiten kann.

Ein Vorteil von Wärmeübergabestationen: Man entschärft das Problem mit Legionellen, das ansonsten mit einer zentralen Trinkwasserbereitung verbunden ist. Denn in der Wohnung selbst zirkuliert immer nur Frischwasser. Solange das Wasservolumen zwischen Wärmeübergabestation und der am weitesten entfernten Zapfstelle nicht mehr als drei Liter beträgt, ist keine Legionellen-Vorsorge vorgeschrieben.

Regelung verbessert Solarwärmenutzung

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für das Gesamtsystem ist die vollständige re-

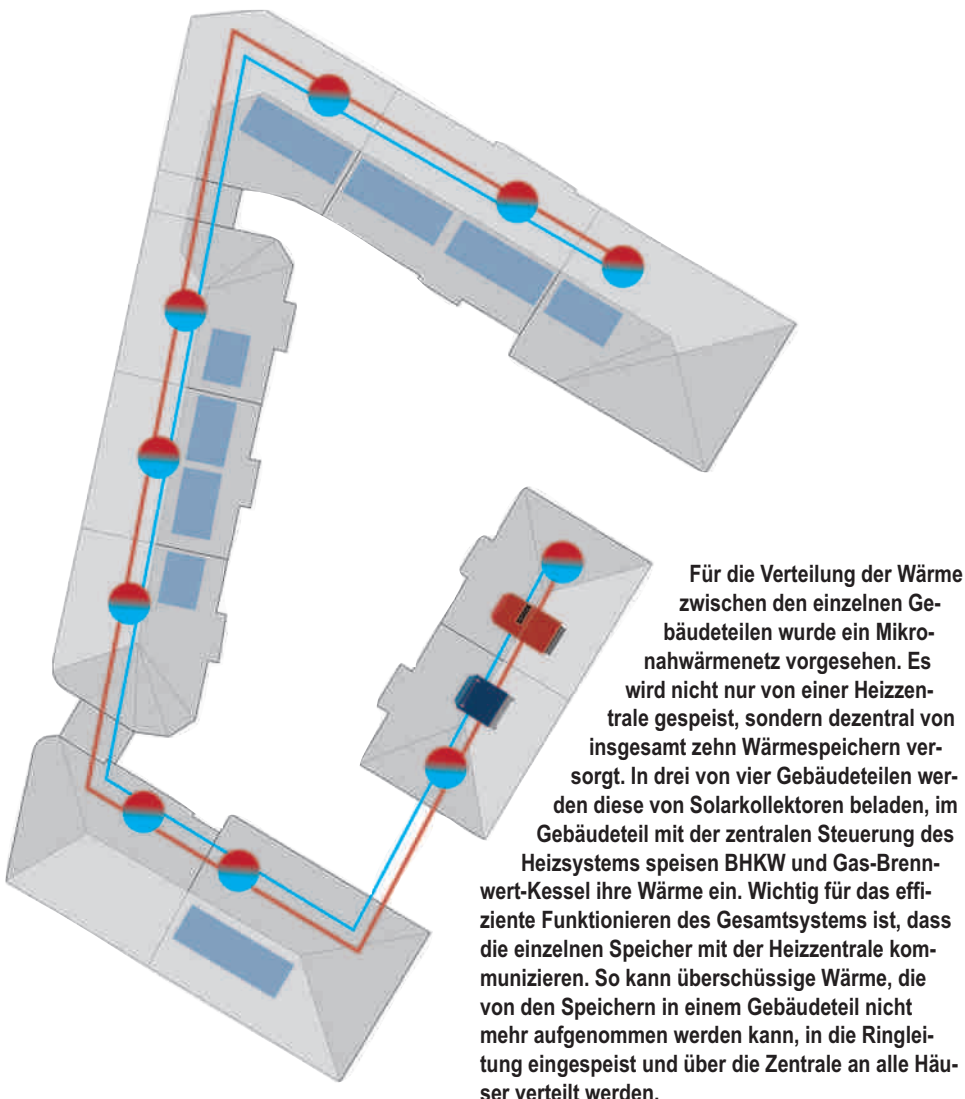
gelungstechnische Vernetzung der Solarthermie, der BHKW- und Kesselanlage sowie des hydraulischen Netzes mit Pumpen, Ventilen und Fernüberwachungssystem.

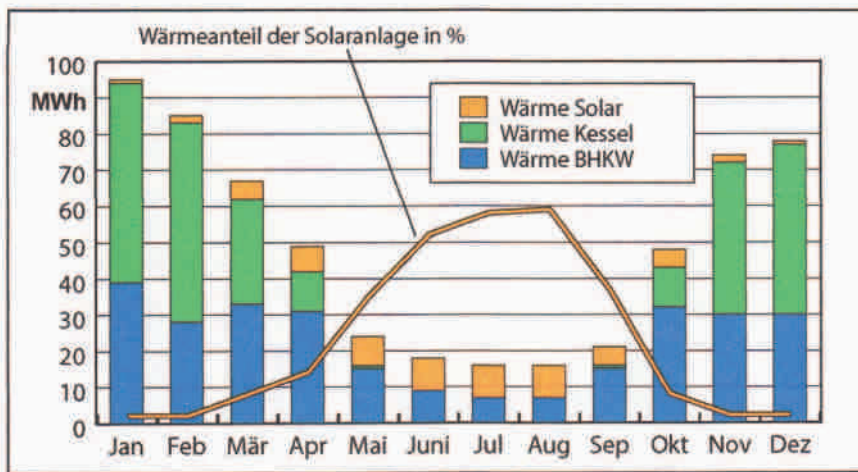
Da Standardlösungen nicht die gewünschte Vernetzung aller Wärmeerzeuger und des Netzes gewährleisten hätten, wurde die Steuerung auf Basis der Vorgaben des Planungsbüros und des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme von einem spezialisierten Büro für Energietechnik programmiert.

Die dadurch entstandenen Mehrkosten betragen schätzungsweise ein bis zwei Prozent der Gesamtkosten. Gewährleistet werden musste unter anderem, dass die von den Solarkollektoren gespeisten Wärmespeicher in der „Peripherie“ des Netzes mit der Heizzentrale kommunizieren können. So kann überschüssige solare Wärme aus einzelnen Gebäudeteilen in das Netz eingespeist und damit die Laufzeit der fossil betriebenen Wärmeerzeuger weiter reduziert werden.

Die Regelung der Solaranlage entspricht dem üblichen Standard. Allerdings wurde sie in die speicherprogrammierte Steuerung des Gesamtsystems integriert und ist damit in die Visualisierung des Heizsystems und die Betriebsüberwachung eingebunden. Eine Standardsteuerung der Solaranlage kann in der Regel nicht so einfach in eine Gebäudeleittechnik eingebunden werden, sondern muss über ein separates Interface visualisiert und gegebenenfalls nachträglich parametrisiert werden.

Entscheidend für die dauerhafte Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems ist die Möglichkeit der Fernüberwachung. Alle wesentlichen Daten wie Wärme- und Strommengen, Gasverbrauch oder die Betriebsstunden des BHKW können von der Energieversorgungsgesellschaft Bauverein





Monatliche Mittelwerte der produzierten Wärmemenge und des solaren Deckungsgrads in den Jahren 2016 und 2017

Breisgau ausgelesen und mit den bisherigen Daten abgeglichen werden. So wird gewährleistet, dass Abweichungen des Regelbetriebs von Solarkollektoren, BHKW oder Spitzenlastkessel schnell erkannt werden. Ebenso wichtig ist ein aussagekräftiges und übersichtliches Display als Bestandteil der Regeltechnik, weil dadurch zum Beispiel fehlerhaft arbeitende Solarkollektoren auf einen Blick erkennbar werden, ebenso wie vom Sollwert abweichende Vor- und Rücklauftemperaturen.

Wärmekosten liegen unter dem Durchschnitt

Die Mieter profitieren nach der energetischen Sanierung von sehr moderaten Wärmepreisen, insbesondere angesichts des Gebäudealters. So lag der Jahres-Mischpreis für Wärme im Jahr 2016 bei 12,75 Euro pro Quadratmeter (inkl. Mehrwertsteuer). Jahres-Mischpreis heißt: Alle den Mietern in Rechnung gestellten Arbeitspreise, Grundpreise und Messpreise werden zusammengerechnet und durch die gesamte beheizte Fläche geteilt. Damit liegt der Bauverein unter dem bundesdeutschen Durchschnitt. Dieser betrug laut dem „Heizspiegel für Deutschland“ bei der Versorgung mit Fernwärme im Vergleichszeitraum 13,80 Euro pro Quadratmeter.

Die Gesamtkosten für das Projekt lagen bei etwa 1,4 Millionen Euro. Davon schlugen circa 1,1 Millionen Euro für das Mikrowärmenetz (inkl. Wärmeübergabestationen, Kesselanlage, Steuerung) zu Buche, 115.000 Euro für die Installation und Einbindung der Solarkollektoren, 65.000 Euro für das BHKW und rund 125.000 Euro für die Umrüstung der einzelnen Wohnungen.

Durch die Einbindung der Solarkollektoren und des BHKW in das Heizsystem ergaben sich gegenüber einem rein konventionell beheizten Mikrowärmenetz Mehrkosten von rund 170.000 Euro. Demgegenüber stehen Einsparungen bei den Gaskosten, Einnahmen durch den Verkauf des BHKW-Stroms sowie Fördergelder für die Solarthermieanlage. Wie eine überschlägige Berechnung auf Basis eines Gaspreises von rund sechs Eurocent pro Kilowattstunde und der aktuell erhältlichen Einspeisevergütung für BHKW-Strom zeigt, amortisieren sich die Investitionskosten nach etwa elf Jahren. Je nach Entwicklung des Gaspreises in den kommenden Jahren kann die Amortisationsdauer etwas kürzer oder länger sein.

Marcus Brian

Weitere Informationen bietet die von der von der Stadt Freiburg herausgegebene Broschüre „Solarthermie in Mehrfamilienhäusern“ www.freiburg.de/pb/1059453.html

Das Solarthermie-Jahrbuch im Internet



Die Beiträge des Solarthermie-Jahrbuchs 2019 finden Sie auch im Netz.

Außerdem Infos über aktuelle Projekte, außergewöhnliche Lösungen, neue Beispiele der Solararchitektur

... und Interviews mit Experten aus der Branche.

*

Schauen Sie doch mal rein ...

www.solarthermie-jahrbuch.de



Sonnige Zukunft

Der Beitrag der Solarthermie zur Wärmeversorgung könnte bis 2050 bis auf das Sechs- bis Zehnfache anwachsen. Das geht aus einem Rechenmodell des Fraunhofer ISE hervor.

Bis zum Jahr 2050 sollen die Kohlendioxid-Emissionen so weit wie möglich reduziert, möglichst sogar auf Null gedrückt werden. Der Weg dorthin ist sehr kompliziert, wenn man möglichst wenig Einbußen hinnehmen möchte. Außerdem besteht immer die Gefahr, dass die Kosten aus dem Ruder laufen. Einen Vorgeschmack darauf, was uns erwartet, lieferten die langwierigen Verhandlungen der Kohlekommission, deren Ergebnis

schon bald nach Veröffentlichung wieder zum Gegenstand neuer Diskussionen wurde.

Die Versachlichung der Diskussion ist dringend erforderlich. Studien von Forschungsinstituten können dazu beitragen. Das Freiburger Fraunhofer ISE hat das Regenerative Energien Modell (REMod) entwickelt mit dem Ziel, die Struktur des deutschen Energieversorgungssystems zu optimieren, wobei die energiebedingten Kohlen-

dioxid-Emissionen weder einen vorgegebenen Zielwert noch einen vorgegebenen Zielpfad überschreiten sollen. Die Optimierung erfasst alle relevanten Erzeuger, Wandler und Verbraucher und dimensioniert sie in der Weise, dass zu jeder Stunde die Energiebilanz des Gesamtsystems von heute bis zum Jahr 2050 erfüllt ist und dabei möglichst geringe Kosten für die Volkswirtschaft in Deutschland entstehen.



Große solarthermische Anlagen und Solarheizwerke auf Dächern und an Fassaden werden ein wichtiger Bestandteil der Energieversorgung im Jahr 2050 sein.

FOTOS: (2): RITTER XL SOLAR



Erweiterte Anwendungsbereiche

Das Fraunhofer ISE hatte bereits vor sieben Jahren eine Studie vorgelegt, die einen Reduktionspfad beschrieb mit dem Ziel, die Kohlendioxid-Emissionen bis zum Jahr 2050 um 80 bis 85 % zu reduzieren (siehe Solarthermie-Jahrbuch 2019). Nun ist das Ziel deutlich ambitionierter, denn man will 95 % Reduktion erreichen. Auch die Möglichkeit einer vollständigen

Reduktion, also um 100 %, wird beschrieben. Die neue Studie wird erst nach Redaktionsschluss dieses Jahrbuchs vorgestellt, aber erste Ergebnisse wurden schon jetzt bekannt gegeben.

„Der Beitrag der Solarthermie zur Wärmeversorgung der Zukunft hat sich gegenüber dem früheren Szenario nicht wesentlich geändert“, erklärt Philip Sterchele, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Energiesys-

temanalyse am Fraunhofer ISE, „aber das Spektrum der Wärmetechnologien wurde ausgeweitet.“ Wasserstoff werde eine größere Rolle auch im Wärmebereich spielen, beispielsweise durch den wachsenden Einsatz von Brennstoffzellen zur Bereitstellung von Gebäudewärme.

Den neuen Erkenntnissen zufolge wird der Beitrag der Solarthermie in 2050 je nach gesetzten Randbedingungen auf rund 55 bis 90 Terawatt-



Errichtung der Kollektoren für die Solare Fernwärme in Ludwigsburg: Rund ein Drittel der solarthermischen Wärmeleistung wird in Zukunft für die Versorgung der Wärmenetze benötigt.

FOTO: GUIDO BRÖER

stunden anwachsen, das entspricht einer installierten Leistung von bis zu 125 Gigawatt. Diese hohe Leistung wird erforderlich sein, um nicht nur Gebäude zu heizen, sondern auch in vielen Anwendungen Prozesswärme zu liefern.

Zur Berechnung der Wärmebereitstellung werden in dem vom Fraunhofer ISE eingesetzten Modell drei Temperatursegmente unterschieden. Das erste reicht bis 100 Grad Celsius, das mittlere von 100 bis 500 Grad Celsius und das dritte betrifft alle Anwendungen mit einer Temperatur von 500 Grad Celsius bis zu mehreren tausenden Grad Celsius.

Die Solarthermie wird beispielsweise im niederen und mittleren Temperatursegment für Trocknungsprozesse genutzt, etwa in der Papierindustrie. In der Textilindustrie wird die Solarthermie Wärme liefern für

Bleichen, Färben und Waschen, aber auch im Ernährungsgewerbe kann Wärme für verschiedene Prozesse (Pasteurisierung von flüssigen Produkten, Eindampfen, Kochen und Blanchieren) durch solarthermische Anlagen bereitgestellt werden. Vor allem die chemische Industrie birgt ein hohes Potenzial zur Nutzung solarer Prozesswärme, etwa in Prozessen wie Kochen, Destillieren oder biochemische Reaktionen.

Wärmebereitstellung in Gebäuden

Die Art und Weise, wie die Gebäude geheizt werden, wird sich stark verändern. Der Gebäudesektor ist im Rechenmodell (REMod) mit 22 möglichen Heizwärmeversorgungstechniken implementiert. Jede dieser Heizungstechniken kann optional durch einen Wärmespeicher (inklusive eines

Heizstabes zur direkten Wandlung von Strom in Wärme) und optional durch eine Solarthermieanlage ergänzt werden.

Ölkessel laufen demnach bis zum Jahr 2040 aus, während Gaskessel auch in 2050 noch eine untergeordnete Rolle spielen. Ebenso wird die Anzahl der Biomassekessel abnehmen, denn wegen des begrenzten verfügbaren Potenzials der Biomasse wird sie vorzugsweise in anderen Anwendungen, zum Beispiel der Bereitstellung von Prozesswärme oder der Wandlung in Biokraftstoffe, eingesetzt.

In einem Energiesystem mit starker Reduktion der Emissionen werden elektrische Wärmepumpen zur vorherrschenden Heiztechnik zur Bereitstellung von Gebäudewärme werden. Deren Zahl wird je nach Szenario auf bis zu 14 Millionen ansteigen.



Diese Solarthermieanlage speist mit maximal 1,2 Megawatt Leistung in das Fernwärmenetz der Stadt Erfurt ein. Sie besteht aus 1.155 Quadratmeter Vakuumröhrenkollektoren und 550 Quadratmeter Flachkollektoren.

FOTO: RITTER XL SOLAR

Dazu kommen noch Großwärmepumpen, die in Wärmenetzen zunehmend Anwendung finden.

Den Berechnungen zufolge wird der Einsatz von synthetischen Kraftstoffen, die durch erneuerbar erzeugten Strom hergestellt werden, deutlich ausgeweitet. Man wird diese Energieträger nicht nur für die Mobilität (im straßengebundenen Verkehr sowie in der Luft- und Schifffahrt), sondern auch für die Wärmeerzeugung verwenden.

Sechs Szenarien für die Transformation

Philip Sterchele betont, dass in den Modellrechnungen die Transformation des Energiesystems analysiert wird, denn der gesamte Zeitraum wird jährlich berechnet bis zum Jahr 2050. Es wird ein langsamer, aber stetiger Übergang sein. Dabei wird

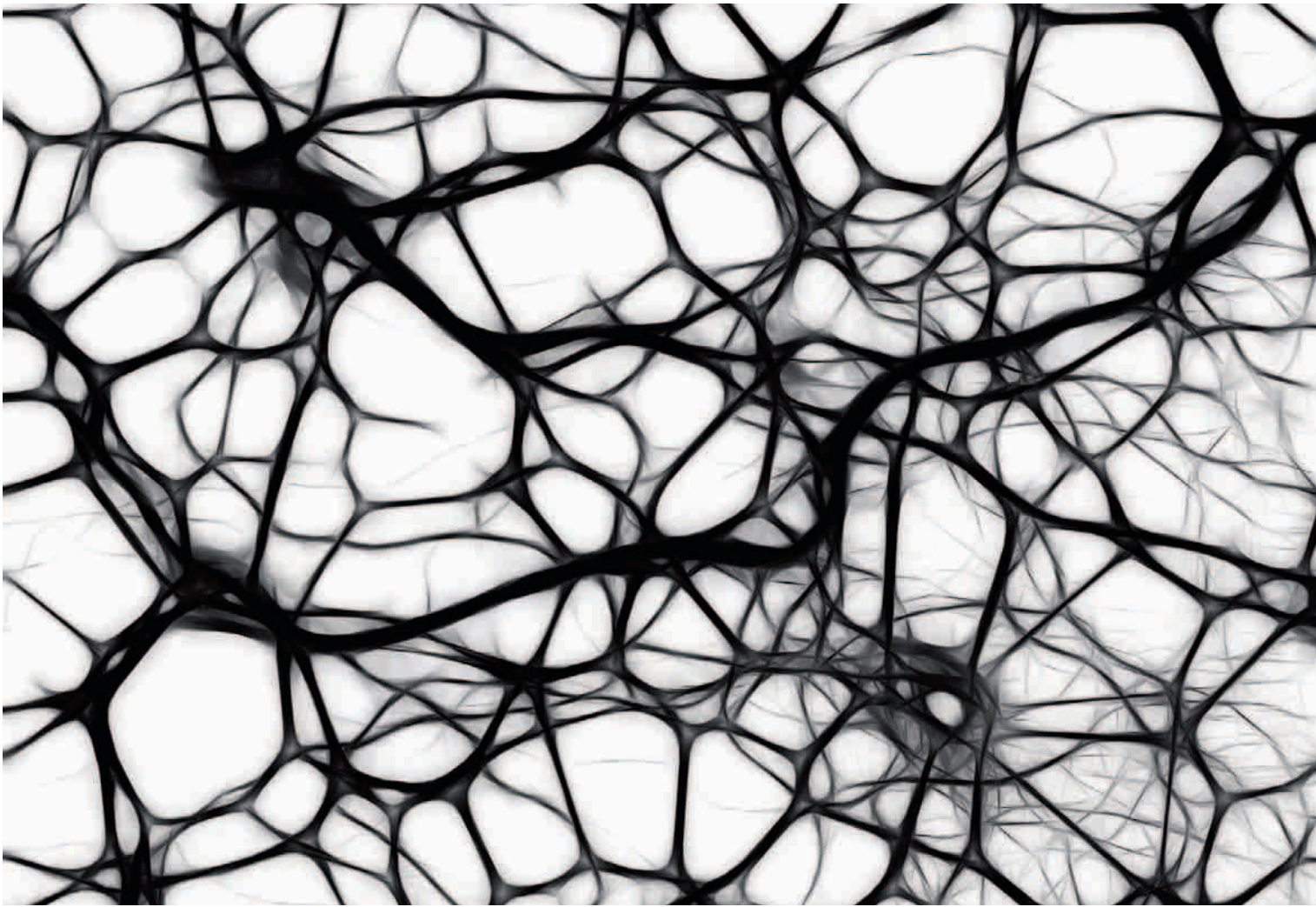
auch berücksichtigt, wie unterschiedliche gesellschaftliche und politische Faktoren die Transformation und Ausgestaltung des Energiesystems beeinflussen.

Dadurch teilt sich die gesamte Studie in sechs einzelne Szenarien auf, die beispielsweise berücksichtigen, dass es für große Infrastrukturmaßnahmen keine gesellschaftliche und politische Mehrheit geben wird (Szenario "Inakzeptanz"), was dazu führen würde, dass der Ausbau der Windenergie deutlich eingeschränkt wird. Das Szenario "Suffizienz" setzt einen starken gesellschaftlichen Willen voraus, den eigenen Verbrauch freiwillig zu reduzieren, weniger zu konsumieren und auch weniger mit dem Auto zu fahren.

Die Obergrenze der Bandbreite der möglichen Szenarien mit 90 Terawattstunden Solarwärme wird im

Szenario "Beharrung" erreicht, da gerade in dem Fall, wenn noch zahlreiche Gaskessel im Einsatz sein werden, die Nutzung solarthermischer Anlagen zur Defossilisierung der Wärmebereitstellung einen wichtigen Beitrag leistet. Betrachtet werden auch Wärmenetze, die vorrangig durch Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen und Großwärmepumpen gespeist und durch Solarthermie unterstützt werden. Die Solarthermie wird in den Wärmenetzen einen kleineren Anteil an der Wärmeversorgung haben als in den Einzelgebäuden. Über alle Szenarien hinweg ergibt sich, dass rund ein Drittel der installierten solarthermischen Wärmeleistung für die Versorgung der Wärmenetze benötigt werden, während die restlichen Anlagen auf Dächern von einzelnen Gebäuden installiert sind.

Detlef Koenemann



Neuronale Netze helfen, Solaranlagen effizient zu betreiben. GRAFIK: FRAUNHOFER ISE

Einfacher, leistungsfähiger, zuverlässiger

Mit optimierter Systemtechnik senkt die Solarthermiebranche ihre Wärmekosten. Der Einsatz künstlicher Intelligenz kann dabei helfen. Das Solarthermie-Jahrbuch stellt drei Projekte vor.

Zwei Probleme macht Wissenschaftler Federico Giovannetti bei der Solarthermie aus: „Hohe Kosten und eine hohe Komplexität stellen bei solarthermischen Anlagen wesentliche Barrieren zur Marktverbreitung dar.“ Neue technische Lösungen zur Verbesserung ihrer Wirtschaftlichkeit seien deshalb dringend gefragt. Mit seinen Kolleginnen und Kollegen am Institut für Solarenergieforschung in Hameln (ISFH) arbeitet der Gruppenleiter unter anderem daran, Dampf-

bildung im Solarkreis zu unterbinden und dadurch zuverlässige, wartungsarme und günstige Systeme zu realisieren.

Überhitzungsschutz vereinfacht Systemtechnik

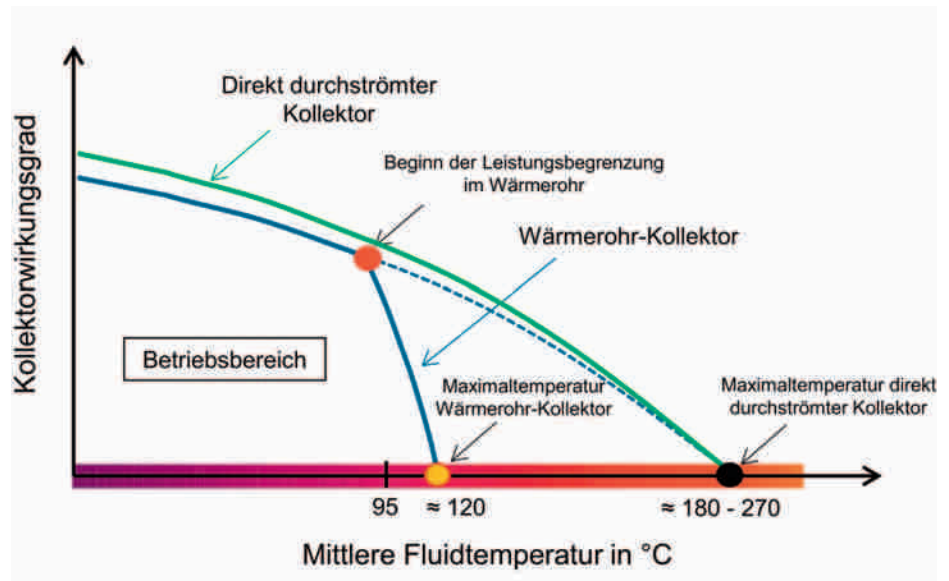
Besonders Stagnation, wenn der Wärmekreislauf bereits voll ist, die Sonne aber weiter scheint, kann Solarsysteme belasten. Sonnenkollektoren heizen sich dann auf 140 Grad Celsius und mehr auf. Die in der Folge ver-

dampfende Solarflüssigkeit kann durch die hohen Temperaturen geschädigt werden. Bei konventionellen Solaranlagen kann der Dampf sogar bis in die Solarstation und das Ausdehnungsgefäß gedrückt werden. Dichtungen und Membranen werden dadurch thermisch gestresst, was den Alterungsprozess beschleunigt und die Lebensdauer der Solaranlage verkürzt.

Sonnenkollektoren mit Wärmerohren können das verhindern. Das ISFH

hat im Projekt HP-Koll gemeinsam mit KBB Kollektorbau, NARVA Lichtquellen und der Akotec Produktionsgesellschaft solche Sonnenfänger entwickelt. Bei ihnen durchströmt der Wärmeträger nicht direkt das Absorberrohr. Stattdessen verdampft ein Medium im Rohr. Dabei sammelt es sich am oberen Ende des Rohrs. Dort wird die Energie auf den eigentlichen Wärmeträger übergeben und über den Solarkreislauf abtransportiert. Der Dampf kühlt ab und sammelt sich wieder unten im Rohr.

„Durch die gezielte Auslegung der Wärmerohre bezüglich Art und Füllmenge des Wärmeträgers kann die Wärmeübertragung vom Absorber zum Solarkreis ab einer festzulegenden Temperatur unterbunden werden, was eine weitere Steigerung der Temperatur im System vermeidet“, erklärt Giovannetti den Überhitzungsschutz. Auf diese Weise lasse sich die Maximaltemperatur im Solarkreis auf 125 Grad Celsius begrenzen, ohne die Systemeffizienz zu beeinträchtigen. Vorteil: Die Solarflüssigkeit verdampft im Stagnationsfall nicht. Das System wird weniger beansprucht, sodass die Komponenten länger halten und sich einfachere Systeme bauen lassen. Die Verrohrungen können beispielsweise aus Kunststoff sein, die Kompensationsgefäße kleiner dimensioniert



Leistungskurven eines handelsüblichen, direkt durchströmten Kollektors und eines neuartigen, stagnationssicheren Kollektors mit Wärmerohren
GRAFIK: ISFH

niert und die Solarstationen preiswerter konstruiert werden. Durch die günstigeren Komponenten und den geringeren Aufwand für Installation und Betrieb erwartet Giovannetti, die Wärmegestehungskosten gegenüber herkömmlichen Systemen um 20 bis 30 Prozent senken zu können.

Standardisierung senkt Montageaufwand

In dem Projekt KoST haben Forschungsinstitute und Industriefirmen gemeinsam Standards für Solarkomponenten und Schnittstellen erarbeitet. „Jeder Kollektor wird mit einem eigenen Montagesystem angeboten,

obwohl sich die Klemmenbefestigungen eigentlich sehr ähneln“, erklärt Stephan Fischer, Arbeitsgruppenleiter am Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE), warum. Die Standardisierung von Anschlüssen, Kollektoren, Montagesystemen, Regelungen und Speichern reduziere deren Komplexität. Zudem ermögliche sie es, die Komponenten herstellerübergreifend einzusetzen, was den Installationsfirmen die Montage erleichtere und neue Vertriebswege eröffne, zum Beispiel über Dachdecker- oder Fensterbaubetriebe. Die Standards sehen beispielsweise vor, dass Kollektor-

	Referenz-Solaranlage zur Trinkwassererwärmung	optimierte Solaranlage	Änderung
Investitionskosten Anlage	2.600 €	2.425 €	- 7 %
Investitionskosten Installation	1.250 €	990 €	- 21 %
Wartungskosten	77 €/a	42 €/a	- 45 %
Betriebskosten	20 €/a	10 €/a	- 50 %
Energieeinsparung	2.226 kWh/a	3.033 kWh/a	+ 36 %
Lebensdauer	25 Jahre	27,5 Jahre	+ 10 %
Wärmepreis	11,3 ct/kWh	5,8 ct/kWh	- 49 %

Mit der Kombination verschiedener Optimierungsmaßnahmen lassen sich die Wärmekosten einer Solaranlage zur Trinkwassererwärmung halbieren. QUELLE: IGTE



Standardisierte Komponenten sollen Installateuren künftig die Montage einer Solarwärmanlage erleichtern.

FOTO: PARADIGMA

vor- und -rücklauf bei Trinkwasserspeichern stets auf einer Höhe angebracht sein sollen, um die Montage der Solarstation am Wärmetank zu vereinfachen. Für die Solarstationen geben sie unter anderem die Anordnung der Komponenten sowie den Achsabstand zwischen Vor- und Rücklauf vor. Ebenso haben die Projektbeteiligten Leitfäden für Montagesysteme und zur Kollektorinstallation erarbeitet, die sie auf www.easy-st.org veröffentlichen.

Durch eine Kombination verschiedener Optimierungsmaßnahmen erwarten sie, die Wärmekosten solarthermischer Warmwassersysteme von 11,3 auf 5,8 Cent pro Kilowattstunde halbieren zu können. Dazu gehören der Einsatz standardisierter Komponenten, des ISFH-Überhitzungsschutzes, effizienter Kollektoren, von Mikrozirkulationsbremsen an den Speicheranschlüssen, die die Wärmeverluste senken, sowie von Wärmespeichern mindestens der Effizienzklasse B und von Hocheffizienzpumpen. Für Fischer sind die

Arbeiten damit nicht abgeschlossen. Die Entwicklung von Plug-and-flow-Lösungen mit Schnellmontagezubehör, kabellosen Temperaturfühlern und einer Solar-App zur Ertrags- und Preisberechnung steht noch aus, ebenso wie die einheitliche Verwendung von Wärmeträgerflüssigkeit im System und die Erarbeitung eines Standards für eine einheitliche Reglerkommunikation.

Solarregler lernt selbst

Künstliche Intelligenz (KI) könnte künftig ebenfalls dazu beitragen, Solarwärmesysteme günstiger zu machen. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (Fraunhofer ISE) hat selbst lernende künstliche neuronale Netze für die Regelung solarthermischer Heizungssysteme entwickelt. An dem Projekt ANNsolar haben sich mit Prozeda, Sorel und Steca drei Hersteller von Solarreglern beteiligt.

Künstliche neuronale Netze können ähnlich dem menschlichen Gehirn selbstständig Handlungsstrate-

gien anhand von Trainingsdaten entwickeln. „Sie bieten eine hervorragende Möglichkeit, Heizungsanlagen effizienter und kostengünstiger zu regeln“, sagt Fraunhofer ISE-Abteilungsleiter Wolfgang Kramer. Das Einsparpotenzial gegenüber einer konventionellen Regelung bei Bestandsgebäuden liege bei mindestens sieben Prozent. Gegenüber nicht optimierten Regelungen, wie sie sehr häufig in der Praxis vorkommen, liege das Einsparpotenzial in der Größenordnung von zwölf Prozent und mehr.

Die Regelung kann die individuelle thermische Dynamik des Gebäudes, die Wärmebedarfsänderung durch Solarstrahlung auf die Gebäudehülle und den Ladezustand des Speichers in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen erfassen. Auf diese Weise kann sie die thermischen Zustände für die Zukunft prognostizieren, ohne dass eine Simulation erforderlich ist. Sie erlernt die entsprechenden Abhängigkeiten selbstständig. So kann sie im Regelungsbetrieb die Entwicklung von Raumtemperatur, Solarertrag und Speicherladezustand voraussagen, um die Heizungsanlage optimal zu betreiben. Sie überprüft, ob die notwendigen Speichertemperaturen innerhalb eines Prognosezeitraums ohne Nachheizung erreicht werden. Unnötige Brennerstarts unterbleiben, die Nachheizung wird minimiert und der solare Ertrag maximiert.

Die Projekte zeigen, welche Anstrengungen die Solarwärmebranche unternimmt, um ihre Systeme besser und günstiger zu machen. Davon wird auch das Handwerk profitieren. So soll der neue KI-Regler zudem den Aufwand bei Installation und Inbetriebnahme minimieren. „Wir erwarten Einsparungen von mehreren Stunden an Handwerkerdienstleistung“, sagt Kramer. **Joachim Berner**



Jetzt Ticket sichern!

30. SYMPOSIUM SOLARTHERMIE UND INNOVATIVE WÄRMESYSTEME

12.–14. Mai 2020

Kloster Banz

Bad Staffelstein

www.solarthermie-symposium.de

Inspired by
THEsmarter 



Leitkonferenz der neuen Energiewelt

21. FORUM NEUE ENERGIEWELT

19.–20. November 2020

Maritim proArte Hotel

Berlin

www.forum-neue-energiewelt.de

Inspired by
THEsmarter 



Die Bewohner dieses Sonnenhauses können sich über einen solaren Deckungsgrad von 65 Prozent freuen. Erreicht wird dies durch eine Solarthermieanlage mit 64 Kilowatt Leistung, die durch eine Erdsonden-Wärmepumpe unterstützt wird. Der Wärmespeicher hat ein Fassungsvermögen von 25 Kubikmetern.

FOTO: BAUREAL AG

Partner oder Konkurrenten?

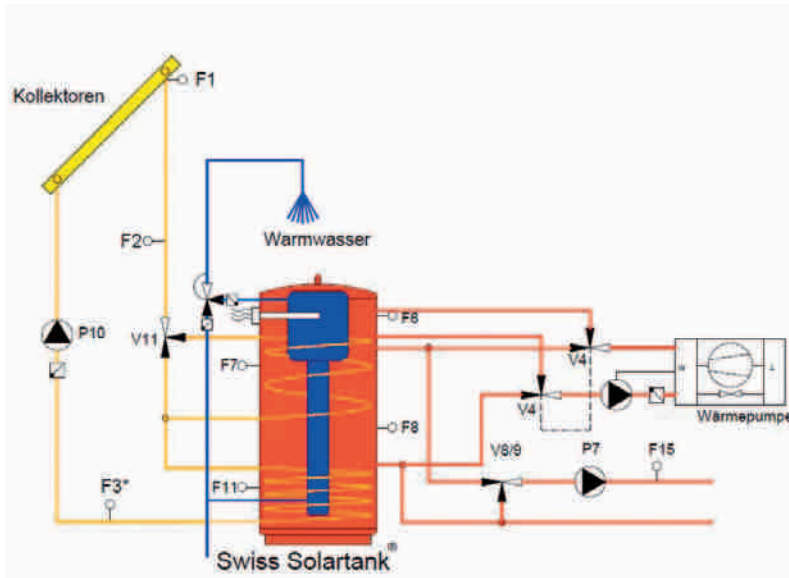
Die Wärmepumpe wird oft als Konkurrentin der Solarthermie aufgefasst, vor allem dann, wenn sie mit Solarstrom gespeist wird. Bei genauerer Betrachtung stellt sich heraus, dass es sich bei den beiden Technologien eher um Partner als um Konkurrenten handelt.

Das Thema „Solarthermie und Wärmepumpe“ erweist sich bei näherer und intensiverer Betrachtungsweise als komplex, außerdem hängt es meist von der Situation und den Voraussetzungen ab, welches System zu bevorzugen ist. Was im Einzelfall angemessen und vertretbar ist, kann in der Verallgemeinerung absolut falsch sein. Die Thematik erfordert eine differenzierte und ganzheitliche Betrachtungsweise.

Werden verglaste Sonnenkollektoren mit einer Wärmepumpe kombiniert, treten sie nicht nur als Partner, sondern auch als Konkurrenten auf. Sowohl eine Sonnenenergieanlage wie auch eine Wärmepumpenanlage weisen einen Wirkungsgrad auf, der sehr stark von der Arbeitstemperatur abhängt. Sie arbeiten dann am effizientesten (das heißt, sie brauchen am wenigsten nicht erneuerbare Zusatzenergie), wenn ihre

physikalischen und zeitlichen Randbedingungen konsequent berücksichtigt werden.

Die Sonnenkollektoren heizen, wenn die Sonne scheint. Je besser die Kollektoren gekühlt werden, umso besser die Heizleistung. Eine Wärmepumpe stellt unter Einsatz von Strom in Verbindung mit einer niedertemperaturigen Wärmequelle Nutzwärme bereit. Ihre Effizienz ist umso höher, je geringer die Temperaturdif-



Schematische Darstellung des Solarsystems Jenni

FOTO: JENNI ENERGIETECHNIK

ferenz zwischen Wärmequelle und Nutztemperatur ist.

Die Wärmepumpe braucht eine taugliche, also langfristig belastbare Wärmequelle. Diese sollte unbedingt außerhalb des Systems (also des Hauses) liegen. Interne Wärmequellen sind meistens grundsätzlich fragwürdig und viel zu begrenzt. Wie ökologisch eine Wärmepumpe ist, ist neben dem verwendeten Kältemittel vor allem eine Frage der Quelle, aus der der benötigte Strom stammt.

Wärmepumpen benötigen zusätzlichen Strom – es sei denn, sie ersetzen Elektroheizungen, was aber eher die Ausnahme ist – und deshalb stellt sich die Frage, wie dieser Zusatzstrom erzeugt werden kann. Bei einer Jahresarbeitszahl von 2,5 bis 3 tragen Luft-Wärmepumpen beim gegenwärtig erneuerbaren Stromanteil in Deutschland (circa 43 Prozent) aber nur wenig zur Kohlendioxid-Verminderung bei. In Österreich und der Schweiz sieht das dank des hohen Wasserkraftanteils am Gesamtstrommix immerhin schon etwas besser aus. Aber die beiden Länder werden im Winter – wenn die Wärmepumpe den höchsten Strombedarf hat – zu Importeuren von Kohle- und Atom-

strom. Das verschlechtert die Umweltbilanz der Alpenländer wiederum deutlich.

Über Sinn und Unsinn der Technologien

Das Konzept, mit den Sonnenkollektoren nicht nur direkt Warmwasser und Heizwärme zu erzeugen, sondern auch die Wärmepumpen-Kaltseite (Gewinnungsseite) zu beliefern, führt in den allermeisten Fällen dazu, dass als Folge dieser gut gemeinten Idee zwar der Kollektorertrag und die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe um einige Prozentpunkte steigt, aber der Zusatzenergiebedarf in Form von Strom massiv zunimmt.

Auf der anderen Seite kann es sinnvoll sein, mit effektiver Überschussenergie (wenn die Solarthermie den Speicher aufgeladen hat) zum Beispiel eine Erdsonde zu regenerieren.

Damit ein möglichst großer Nutzen entsteht, ist es sinnvoll und nötig, Wärme für Heizung und Warmwasser vorrangig mit den Sonnenkollektoren und nachrangig mit der Wärmepumpe zu erzeugen. Je besser die Dämmung des Hauses ist, desto größer wird der relative Anteil des Energieaufwandes für die Warmwasser-

aufbereitung. Die Arbeitszahl der Wärmepumpe bei hohen Arbeitstemperaturen wird dadurch im Verhältnis wichtiger.

Warmwasserproduktion mit der Wärmepumpe

Während für die Bodenheizung Temperaturen von 30 Grad Celsius genügen, brauchen wir für Warmwasser Temperaturen über 50 Grad Celsius. Der Verdichter einer Wärmepumpe muss aber umso mehr arbeiten (und deshalb mehr Strom brauchen), je größer die Differenz zwischen der Wärmequelle und der gewünschten Wassertemperatur ist.

In sehr gut wärmegeprägten Häusern kann der Energieaufwand für Warmwasser durchaus über 50 Prozent des Jahresenergieaufwandes steigen. Eine rein elektrische Warmwasseraufbereitung würde in diesem Fall mehr Strom verbrauchen, als die Wärmepumpe für die Bereitstellung der Heizwärme benötigt. Dies würde den Nutzen der Wärmepumpe stark relativieren. Andererseits ist es in diesem Fall wichtig, dass die Wärmepumpe im höheren Arbeitstemperaturbereich eine immer noch akzeptable Arbeitszahl aufweist.

Der Wärmepumpenbetrieb darf die Effizienz der Sonnenkollektoren nicht beeinträchtigen. Das bedeutet, dass zum Beispiel im untersten Bereich des Speichers ein Teil ausschließlich für die Sonnenkollektoren reserviert werden muss. Es darf also nicht der ganze Speicher mit der Wärmepumpe aufgeladen werden. Alles andere ist falsch, und sei die Anlage noch so komplex und intelligent erklärt.

Die optimale Schichtung

Optimalerweise wird die Anlage mit drei klar getrennten Temperaturzonen geplant:

Technologie	Fläche	Anlagenleistung	Jahresproduktion	Investitionskosten	Anteil am Gesamtenergiebedarf		
					Altbau	sanierter Altbau	KfW 55 Haus
Photovoltaik (PV)	24 m ²	4,8 kW _{el}	4.320 kW _{el}	6.000 €	3 %	7 %	11 %
PV + Batterie	24 m ²	4,8 kW _{el}	4.320 kW _{el}	11.500 €	8 %	16 %	26 %
PV + Luft-Wärmepumpe	24 m ²	4,8 kW _{el}	4.320 kW _{el}	20.000 €	11 %	19 %	28 %
Solarthermie	8 m ²	5,6 kW _{th}	3.700 – 4.000 kWh _{th}	6.000 €	11 %	20 %	32 %

Solarstrom und Solarwärme im Vergleich: Mit einer Solarwärmanlage kann man sowohl im sanierten Altbau als auch im KfW-55-Haus den höchsten Anteil am Gesamtenergiebedarf erreichen.

Annahmen: 4-Personen-Haushalt im EFH, Energiebezugsfläche 200 m², Dachneigung 35°, Ausrichtung Süd. Strombedarf 4.500 kWh, Warm-

wasserbedarf 3.800 kWh, Heizwärmeleistung zwischen 1,6 und 13,9 kW (Altbau 13,9 kW, sanierter Altbau 5,3 kW, KfW-55-Haus 1,6 kW), Solarstromanteil (Eigenverbrauch) 30 %, mit Wärmepumpe 45 %, mit Batterie 70 %. Solarmodul-Wirkungsgrad 21 %. Sonneneinstrahlung am Standort Halle. Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe 3, im Altbau 2,5.

- Zuunterst, mit der tiefsten Temperatur, die Vorwärmzone für Heizung und Warmwasser, reserviert für eine optimale Sonnenenergienutzung.

- In der Mitte die gleitend nachladbare Zone für die Heizung. Dieser Bereich wird nur so hoch nachgeladen, wie die Heizung gerade verlangt. Das Warmwasser wird im integrierten Boiler mit vorgewärmt.

- Zuoberst der ausschließliche Bereich für die Bereitstellung des Warmwassers. Nach Bedarf wird mit zwei synchron laufenden Ventilen die Wärmepumpe auf den Warmwasserbereich umgestellt und das Warmwasser auf die erforderliche Temperatur nachgeladen. Weil die Zone von unten vorgewärmt ist, reichen relativ kurze Nachladezeiten in der oberen Zone aus.

Voraussetzungen für einwandfreie Funktion des Systems sind:

1. Ein für saubere Temperaturschichtung (auch mit den relativ großen Umwälzmengen über die Wärmepumpe) konzipierter und korrekt angeschlossener Speicher. Die Größen der jeweiligen Temperaturzonen müssen der aktuellen Situation (Warmwasserbedarf, Heizleistung, Leistung der Wärmepumpe etc.) angepasst werden.

2. Um die Speicherschichtung nicht zu strapazieren, müssen in den meisten Fällen die Heizungsleitungen und

die Wärmepumpenleitungen für die Heizung extern verbunden werden. Damit die Wassermenge über die Wärmepumpe nicht in Abhängigkeit der Heizlast variiert, müssen die gemeinsamen Leitungen zum Speicher möglichst kurz sein. Sie dürfen keinen großen Druckabfall aufweisen.

Mit einer Anlage, die nach dem auf Seite 141 dargestellten Schema konzipiert wurde, kann Warmwasser vorrangig durch Solarthermie aufbereitet werden. Abgesehen von der optimierten Leistungsziffer erweist sich dies bei zu schwach ausgelegten Wärmepumpen (das kommt in der Praxis häufig vor) als sehr großer Vorteil.

Anstelle eines integrierten Boilers kann auch mit einer externen Frischwasserstation gearbeitet werden. Die reduziert allerdings den Wirkungsgrad. Damit die Einbußen in Grenzen gehalten werden, muss auf eine stets genügende Ladung des Warmwasserbereichs (oberer Speicherbereich) geachtet werden, damit die Speicherschichtung nicht durch die Frischwasserstation gestört wird.

Irrsinn der Energiewende

Es kommt vor, dass Haushalte – oft sogar auf Beratung von „Energieexperten“ – ihre einwandfrei funktionierenden Sonnenkollektoren vom Dach herunterreißen lassen, um eine Photovoltaikanlage mit der neu in-

stallierten Wärmepumpe kombinieren zu können. Ein völlig verrücktes Unterfangen, wie die obenstehende Tabelle zeigt.

Die rund 3 700 bis 4 000 Kilowattstunden Wärme, die eine 8 Quadratmeter große Sonnenwärmanlage produziert, kann eine Familie im Einfamilienhaus praktisch zu 100 Prozent nutzen. Von einer 24 Quadratmeter großen Solarstromanlage, die ähnlich viel Energie produziert, können circa 15 Prozent für die Wärmepumpe und nochmals 30 Prozent für Licht und Haushaltsgeräte gebraucht werden.

Schön ist natürlich, wenn Dach und Geldbörse die Verwendung von beiden Technologien zulassen. Jedenfalls macht es in den wenigsten Fällen Sinn, das solarthermische Kraftwerk zu ersetzen, obwohl es einen größeren Beitrag an Eigenverbrauch und Unabhängigkeit liefert.

Am Schluss soll nochmals gesagt sein: Lassen Sie sich durch die alleinige Steigerung der Leistungsziffer oder den höheren Ertrag der Kollektoren nicht blenden und lassen Sie längere Laufzeiten der Wärmepumpe auf Kosten der Parametermaximierung nicht außer Acht. **Josef Jenni**

Weiterführende Informationen über die Thematik Solarthermie und Wärmepumpe (mit zusätzlichen Anlagekonzepten) im Internet: www.jenni.ch/waermepumpen-systeme.html

The Innovation Hub for New Energy Solutions
MESSE MÜNCHEN

**17–19
JUNI
2020**

www.TheSmarterE.de



ERNEUERBARE ENERGIEN 24/7

- Für eine erneuerbare, dezentrale und digitale Energiewirtschaft
- Sektorübergreifende Lösungen für Strom, Wärme und Mobilität
- Von neuesten Insights bis zu aktuellen Best-Cases
- Treffen Sie 50.000+ Energieexperten aus über 160 Ländern und 1.450 Aussteller auf vier parallelen Fachmessen

Werden Sie Teil der führenden Energiefachmessen und -konferenzen The smarter E Europe

**inter
solar**
connecting solar business | EUROPE

e es
electrical energy storage

**POWER
DRIVE**
| EUROPE

EMPOWER
ENERGY BEHIND THE METER



Die wichtigsten Veranstaltungen der Solarthermie im Jahr 2020

Energiesparmesse Wels

Die erste große Messe eines jeden Jahres, auf der die Solarthermie eine wichtige Rolle spielt, findet vom 4. bis 8. März in Wels statt. Es ist Österreichs größte Baumesse und zugleich eine der wichtigsten Messen für Sanitär, Heizung und Energie in Europa. Die fünftägige Veranstaltung setzt sich aus zwei Fachbesucher- und drei anschließenden Publikumstagen zusammen. Auch in diesem Jahr werden wieder 100.000 Besucher erwartet.

SHK Essen

Vom 10. bis 13. März findet die SHK Essen, die Fachmesse für Sanitär, Heizung, Klima und digitales Gebäudemanagement, zum 28. Mal statt. Sie findet erstmals in der komplett modernisierten Messe Essen statt, die Platz für zahlreiche neue Themeninseln bietet. Dazu gehören zum Beispiel der Ausstellungsbereich "Be-

triebliche Mobilität", der "Campus SHK Bildung" und der "Treffpunkt Trinkwasser". Auch das Thema "Wasserstoffpraxis im Dialog" wird in diesem Jahr einen Schwerpunkt bilden. Weil sich der Fachkräfte- und Nachwuchsmangel auch in der SHK-Branche bemerkbar macht, wird der "Campus SHK Bildung" eine wichtige Rolle spielen. Er bildet erstmalig in Nordrhein-Westfalen den angemessenen Rahmen, um Fach- und Nachwuchskräfte mit Bildungseinrichtungen und Unternehmen zusammenzubringen. Vom Studium bis zur Meisterausbildung werden Bildungsangebote und Karrieremöglichkeiten der Branche aufgezeigt.

IFH Intherm

Vom 21. bis 24. April lädt die Messe IFH Intherm nach Nürnberg ein, zum wichtigsten Treffpunkt der SHK-Branche in Bayern. Zur Fachmesse

für Sanitär-, Haus- und Gebäudetechnik haben sich rund 500 Aussteller angemeldet, die sich auf acht Hallen des Messezentrums Nürnberg verteilen und das gesamte Spektrum der Branche präsentieren. Im "Forum Handwerk innovativ" und im "Forum energieeffizientes Bauen" werden Experten-Informationen aus erster Hand vermittelt. Auch die Digitalisierung ist ein Thema der Nürnberger Messe. Neben dem "Forum Digital optimiert" wird ein "Digitalisierungspfad" angeboten. Die Besucher können sich auf den Themenflächen "Innovative Heiztechnik" und "Weiter@bildung" auf den neuesten Stand bringen sowie die Sonderschau "Green Mobility" besuchen. Außerdem haben die Besucher beim "Meet & Greet" im Anschluss an die Fachvorträge Gelegenheit, individuelle Rückfragen zu stellen.



Großflächige Kollektoren sind auf jeder Messe ein Publikumsmagnet.

FOTOS (2) : JOACHIM BERNER

Die Energiesparmesse in Wels ist in jedem Jahr die erste große Ausstellung, die solarthermische Produkte präsentiert.



Solarthermie-Symposium

Das Symposium Solarthermie und innovative Wärmesysteme findet vom 12. bis 14. Mai zum 30. Mal im Kloster Banz in Bad Staffelstein statt. Es ist die bedeutendste wissenschaftliche Tagung der Solarthermie-Branche und gilt darüber hinaus als wichtigste Veranstaltung an der Nahtstelle zwischen Forschung, Industrie und Handwerk. Das Symposium wurde schon vor vielen Jahren durch eine Ausstel-

lung ergänzt, für die man die Seminarräume des Klosters geöffnet hat. Innovative Produkte stehen dabei im Vordergrund.

GET Nord

Die GET Nord, die vom 19. bis 21. November zum siebten Mal auf dem Gelände der Hamburg Messe und Congress stattfindet, gilt als führende Fachmesse für Elektro, Sanitär, Heizung und Klima in Norddeutschland.

Sie wird in diesem Jahr um die 10.000 Quadratmeter große Ausstellungshalle A1 erweitert. Der hohe Anspruch der Aussteller im Sanitärbereich erforderte eine neue Hallenaufteilung, sodass die Sanitärindustrie nun zentral und kompakt in zwei Hallen vertreten ist. Auch die Bereiche Heizung und Elektro sollen von der thematischen Neustrukturierung profitieren, denn beide Bereiche werden in die Halle B7 hinein vergrößert.

SOLARE WÄRME

Das Solarthermie-Jahrbuch

Impressum

Herausgeber:

Redaktionsbüro Koenemann
Dr. Detlef Koenemann
Markusstraße 24
33607 Bielefeld
Tel. +49 521 285435
E-Mail:
info@detlef-koenemann.de

Homepage:

www.solarthermie-jahrbuch.de

Redaktion:

Joachim Berner
Dr. Detlef Koenemann
(verantwortlich)
Dr. Jens Peter Meyer

Redaktionelle Mitarbeit:

Ina Röpcke

Cartoons:

Michael Hüter

Gestaltung:

Dr. Jens Peter Meyer

Anzeigen:

Redaktionsbüro Koenemann

Druck:

Konradin Druck GmbH
Kohlhammerstraße 1-15
70771 Leinfelden-Echterdingen

Artikel, die mit dem Namen des Verfassers gekennzeichnet

sind, sowie gesponserte Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar. Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engeren Grenzen des Urheberrechtsgesetzes bedarf der Zustimmung des Herausgebers.

28. Februar 2020

Kollektoren / Solaranlagen

40 Solartechnik
JAHRE

**Luftkollektoren ...
... made in Germany**



GRAMMER SOLAR

GRAMMER Solar GmbH
Oskar-von-Miller Straße 8 · 92224 Amberg
09621-30857-0 · info@grammer-solar.de
www.grammer-solar.de

Kollektoren / Solaranlagen

Savosolar

CO₂ Abgabe vermeiden

**Solare Fernwärme
Solare Prozesswärme
Wärmelieferung**

Savosolar GmbH
Kühnhöfe 3 | 22761 Hamburg
T. +49 40 500 349 7-0
info@savosolar.de

Planungssoftware

valentin
SOFTWARE

**KOSTENLOS
30 Tage testen!**
www.valentin-software.com

Tracker
**Smarter planen mit
T*SOL® und GeoT*SOL®**

Professionelle Software zur Planung und Simulation von Solarthermie- und Wärmepumpen-Anlagen

TS **GT**
T*SOL **GeoT*SOL**

RST

REINHARD SOLARTECHNIK
Ihr Solar-Hersteller seit 1975

**Solarthermie · Photovoltaik
Holz- und Pelletkessel**

Reinhard Solartechnik GmbH
28857 Syke · Tel. 04242/80106
solar@reinhard-solartechnik.de
www.reinhard-solartechnik.de

Absorbertechnik

TiNOX[®]
energy

**IHR PARTNER FÜR
HOCHSELEKTIVE
ABSORBERBÄNDER**



Almeco GmbH
Claude Breda Strasse, 3
D-06406 Bernburg
+49 3471 346 5500
info.de@almecogroup.com

ALMECO GROUP

www.almecogroup.com

Speichertechnik

Jenni Energietechnik

Hersteller von Energiespeichern bis 15 MWh

- Solarspeicher Swiss Solartank
- Grossspeicher bis über 200'000 l
- Pufferspeicher ab 350 l
- Kältespeicher
- Speicher mit Schwerkraftweiche
- Nah-/Fernwärmespeicher
- Wärmerückgewinnungsspeicher
- Wärmepumpenspeicher

Jenni Energietechnik AG
Lochbachstr. 22
CH-3414 Oberburg
+41 34 420 30 00
www.jenni.ch



Ritter Energie- und Umwelttechnik GmbH & Co. KG

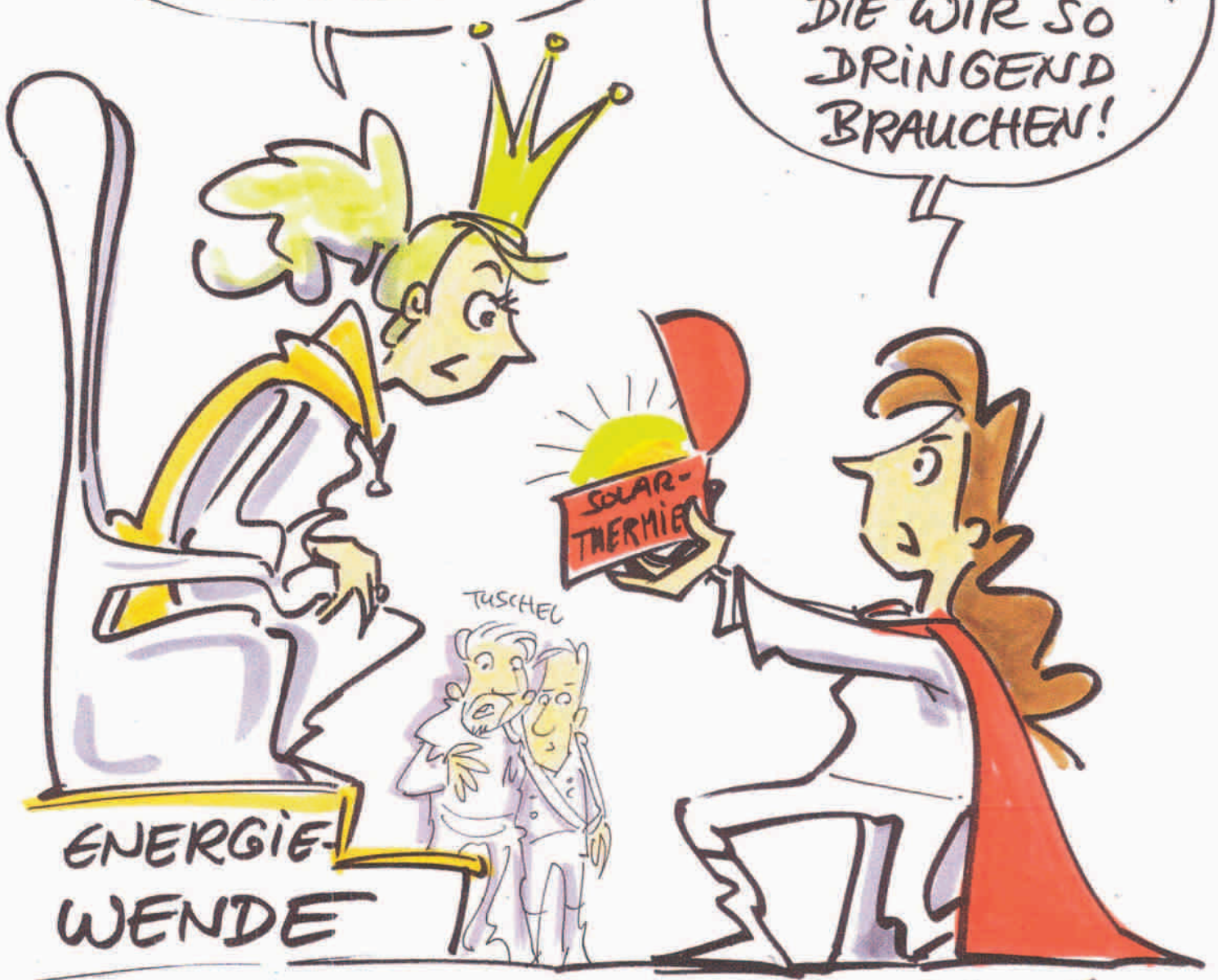
Kuchenäcker 2 | 72135 Dettenhausen
www.ritter-energie.de

Unsere
Marken:



WAS,
NUR WASSER?
KEINE KÜNSTLICHE
INTELLIGENZ?!
KEINE SMARTE UND
WEITWEITE
VERNETZUNG??!

SIE LIEFERT
UNS DIE WÄRME,
DIE WIR SO
DRINGEND
BRAUCHEN!



KRISENAUDIENZ
BEI DER SCHÖNEN KÖNIGIN!

inter
solar

connecting solar business

| EUROPE

Die weltweit führende Fachmesse
für die Solarwirtschaft
MESSE MÜNCHEN

17–19
JUNI
2020

www.intersolar.de

DER BRANCHENTREFF FÜR TRENDS DER SOLARTECHNIK



- Von Solarzellen und Solarkraftwerken bis zu Wechselrichtern
- Zugang zu internationalen Märkten und neuen Geschäftsmodellen
- Innovative Technologieentwicklungen und Branchentrends
- Treffen Sie 50.000+ Energieexperten aus über 160 Ländern und 1.450 Aussteller auf vier parallelen Fachmessen

Part of

THEsmarter
| EUROPE

