



Solarthermie in Mehrfamilienhäusern

Erneuerbare Wärme nutzbar machen

Planung, Realisierung und Betrieb einer Solarthermieanlage auf einem
denkmalgeschützten Gebäudeensemble – ein Erfahrungsbericht



Sehr geehrte Damen und Herren,



es liegt mir sehr am Herzen, die Solarthermie in Freiburg, der Region und darüber hinaus voranzubringen, da sie ein wichtiger Bestandteil der Wärmewende ist. Gerade im Mehrgeschosswohnungsbau gibt es allerdings noch erheblichen Nachholbedarf. Das Umweltschutzamt der Stadt Freiburg hat deshalb ein Solarthermie-Demonstrationsprojekt initiiert, das von der Wohnungsgenossenschaft Bauverein Breisgau

in einem großen Mehrfamilienhaus in Freiburg vorbildlich umgesetzt und vom Innovationsfonds der Badenova gefördert wurde. An dieser Stelle meinen herzlichen Dank an unsere beiden Projektpartner!

Nach über zwei Betriebsjahren zeigt sich: Es funktioniert! Und zwar noch besser als gedacht. Im Sommer beispielsweise wird weit mehr als die Hälfte der benötigten Wärme von der Sonne geliefert. Übers ganze Jahr gesehen, deckt die Sonnenwärme rund ein Zehntel des Wärmeverbrauchs. In Zeiten geringer Sonnenstrahlung kommt zudem ein Blockheizkraftwerk zum Zug, das gleichzeitig auch noch Mieterstrom erzeugt.

Die Kombination aus Solarthermie und BHKW hat sich durchaus bewährt. Ein Vorteil dieser Kombination ist, dass der Spitzenlastkessel in den Sommermonaten komplett außer Betrieb bleiben kann.

Die Erfahrungen, die wir mit der Planung, Realisierung und dem Betrieb dieser Anlage in den vergangenen Jahren gemacht haben, sind in der vorliegenden Broschüre zusammengefasst. Sie soll Akteurinnen und Akteure aus der Wohnungswirtschaft und dem Energiebereich sowohl Anregung als auch erste Hilfestellung sein für die Umsetzung innovativer, klimaschonender Heizsysteme unter Nutzung der Sonnenwärme.

Profitieren Sie von den Erfahrungen aus unserem Pilotprojekt und tragen Sie dazu bei, die Wärmeversorgung in unseren Städten Stück für Stück nachhaltiger zu gestalten.

Unser Pilotprojekt zeigt: Es geht!

Gerda Stuchlik
Umweltbürgermeisterin Stadt Freiburg

Inhalt

Solarthermie für Mehrfamilienhäuser	3
Bauverein Breisgau lässt die Sonne rein.	4
Gut geplant ist halb gewonnen	5
Effiziente Versorgung mit Mikrowärmenetz	6
Clevere Regelung und aufmerksame Kontrolle	7
Temperaturregler sorgt für mehr Effizienz	8
Dream-Team entlastet das Klima	9
Sauberer Strom und klimafreundliche Wärme	10
Fazit: Innovatives Energiekonzept hat sich bewährt	11

Solarthermie für Mehrfamilienhäuser



Wichtiger Baustein der Wärmewende mit viel Potenzial

Die erneuerbaren Energien im Wärmebereich spielen bislang nur eine untergeordnete Rolle: 2017 lag ihr Anteil am Gesamtwärmeverbrauch bei rund 13 % - der Großteil hiervon entfiel auf die Nutzung der Biomasse. Solarthermie trägt sowohl bezogen auf den Gesamtverbrauch als auch bezogen auf den Bedarf in privaten Haushalten nur zu einem sehr geringen Anteil dazu bei. Nach Angaben des Umweltbundesamts beträgt der durch Solarthermie gedeckte Anteil des Wärmeverbrauchs in Privathaushalten derzeit nur rund 1 %.

In Politik und Wissenschaft besteht Konsens, dass der Anteil erneuerbarer Wärme im Wärmemarkt gesteigert werden muss, wenn Deutschland seine Klimaschutzverpflichtungen erreichen will. Dabei ist insbesondere das Potenzial für größere Solarwärmanlagen auf Mehrfamilienhäusern beträchtlich: Rund die Hälfte aller Wohneinheiten in Deutschland befindet sich in Mehrfamilienhäusern. Von besonderer Bedeutung hierbei sind Gebäude mit 3 bis 12 Wohneinheiten von Wohnungsgesellschaften und -genossenschaften, privaten Vermietern sowie gewerblichen Nutzern, da sie rund 90 % Mehrfamilienhausbestands ausmachen und immerhin 80 % aller Mietwohnungen umfassen! In neu errichteten Mehrfamilienhäusern wird die Solarthermie bereits rege genutzt: Rund ein Drittel der Gebäude in Deutschland wird derzeit mit Solarthermieanlagen ausgestattet.

„Nur wenn die Solarthermie auch in Mehrfamilienhäusern genutzt wird, kann die Wärmewende gelingen!“



Im Bestand allerdings steckt noch viel Potenzial – nur wenige Hauseigentümerinnen und Hausbesitzer nutzen die Fördergelder des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).

Die Stadt Freiburg möchte dazu beitragen, dass das Potenzial der Solarwärme im Mehrgeschosswohnungsbau besser erschlossen wird und hat deshalb ein Solarthermie-Demonstrationsprojekt initiiert, das vom Badenova Innovationsfonds gefördert und vom Bauverein Breisgau in Freiburg umgesetzt wurde. Fachlich begleitet wurde das 2015 realisierte Projekt vom Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE.



Bauverein Breisgau lässt die Sonne rein

Neue Energie für einen Gebäudekomplex aus den Anfangsjahren der Genossenschaft

Das Mehrfamilienhaus-Ensemble in der Emendinger 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. Auf Anregung

der Stadt Freiburg und mit Förderung des Innovationsfonds der Badenova wurde sowohl eine große solarthermische Anlage als auch ein Blockheizkraftwerk eingebunden. Der ursprüngliche Plan, die Sonnenkollektoren komplett in die Dachhaut zu integrieren, wurde aus Gründen des Denkmalschutzschutzes aufgegeben.

Der Heizenergiebedarf des gesamten Ensembles beträgt rund 630 MWh pro Jahr. Die Kellerdecke ist mit einem zehn Zentimeter starken PUR-Schaum gedämmt (U-Wert: 0,23 W/m²K), der Speicherboden ebenfalls mit PUR, allerdings in einer Stärke von 16 Zentimetern sowie mit einem Gehbelag aus Pressspan. Das Mansardendach ist größtenteils durch eine Zwischensparrendämmung mit Mineralwolle gedämmt (U-Wert: ca. 0,32 W/m²K). Die weitere energetische Sanierung der Gebäude steht derzeit nicht im Fokus, da eine Fassadendämmung aus Denkmalschutzgründen nicht möglich ist.



Gut geplant ist halb gewonnen

Heiztechnik und Temperatursteuerung müssen zum Wärmebedarf passen

Gerade in älteren Mehrfamilienhäusern hat häufig jede Wohnung ihren eigenen Wärmeerzeuger. Sollen diese durch eine zentrale Wärmeversorgung ersetzt werden, muss zuerst der Wärmebedarf des Gebäudes abgeschätzt werden. Beim Gebäudeensemble des Bauverein Breisgau wurde hierfür insbesondere auf die Verbrauchsdaten der Bewohnerinnen und Bewohner zurückgegriffen, die (vergleichsweise schlechten) Dämmeigenschaften des über 100 Jahre alten Mauerwerks sowie die Art der Heizkörper und die Qualität der Fenster berücksichtigt. Hierdurch ergab sich ein Heizwärmebedarf für Heißwasser und Heizung von ca. 620 Megawattstunden pro Jahr für das gesamte Gebäudeensemble.

Nun galt es, das geplante Gesamtheizsystem an die Bedingungen des Gebäudes anzupassen – insbesondere an die vorhandenen Heizkörper.

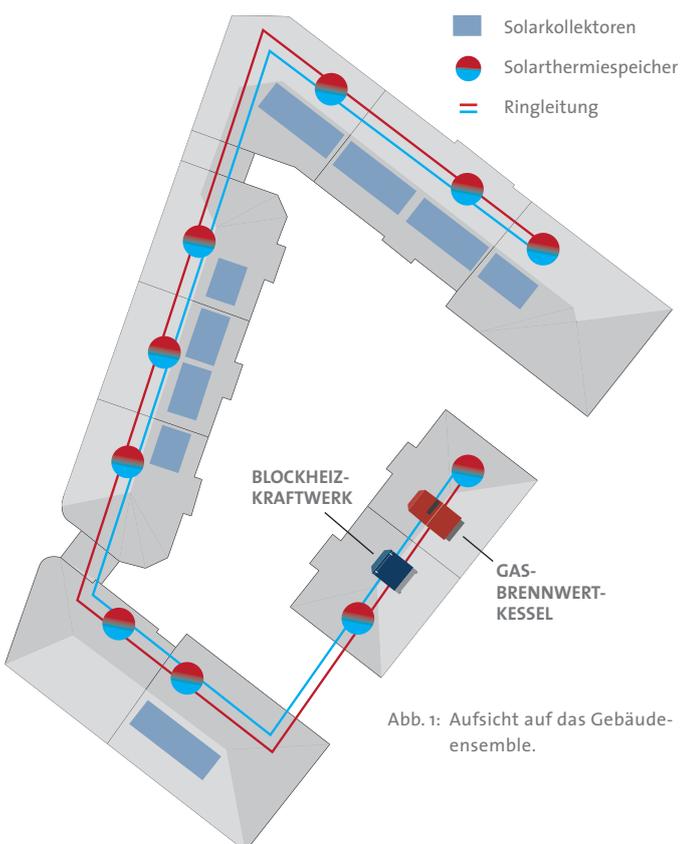
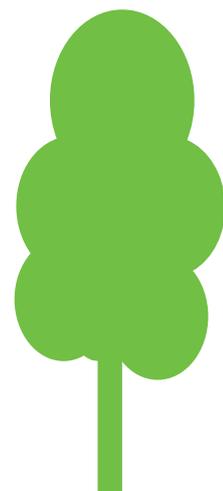


Abb. 1: Aufsicht auf das Gebäudeensemble.



Denn deren Größe und Bauart entscheiden letztlich, welche Vorlauftemperatur in dem Heizsystem gewählt werden muss, damit die Rücklauftemperatur möglichst niedrig bleibt und die Wohnungen ausreichend warm werden. Dabei einen Puffer einzukalkulieren ist selbstverständlich, da nach Inbetriebnahme gegebenenfalls nochmals nachjustiert werden muss. Im vorliegenden Fall beispielsweise war eine Vorlauftemperatur von 55 Grad Celsius geplant – wie sich gezeigt hat, brauchte es im Winter eher 60 Grad, um alle Wohnungen auf die gewünschte Temperatur zu bringen.

Für die Verteilung der Wärme zwischen den einzelnen Gebäudeteilen wurde ein Mikronahwärmenetz vorgesehen. Es wird nicht nur von einer Heizzentrale gespeist, sondern dezentral von insgesamt zehn Wärmespeichern versorgt. In drei von vier Gebäudeteilen werden diese von Solarkollektoren beladen, im Gebäudeteil mit der zentralen Steuerung des Heizsystems speisen BHKW und Gas-Brennwert-Kessel ihre Wärme ein. Wichtig für das effiziente Funktionieren des Gesamtsystems ist, dass die einzelnen Speicher mit der Heizzentrale kommunizieren. So kann überschüssige Wärme, die von den Speichern in einem Gebäudeteil nicht mehr aufgenommen werden kann, in die Ringleitung eingespeist und über die Zentrale an alle Häuser verteilt werden.



Effiziente Versorgung mit Mikrowärmenetz

Innovatives Energiekonzept für fast 100 Wohnungen

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 m² Kollektorfläche), aus 76 Flachkollektoren mit einer Gesamtfläche von 191 Quadratmetern und einer Nennleistung von ca. 150 kWth, einem kondensierenden Blockheizkraftwerk mit Leistungen von 20 kWel und 47 kWth sowie einem gasbetriebenen Spitzenlastkessel mit 450 kW Leistung. Hinzu kommt eine Wärmeübergabestation in jeder Wohnung.

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.

Die Gesamtkosten für das Projekt lagen bei ca. 1,4 Millionen Euro. Davon schlugen ca. 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 für das BHKW und rund 125.000 Euro für die Umrüstung der einzelnen Wohnungen.

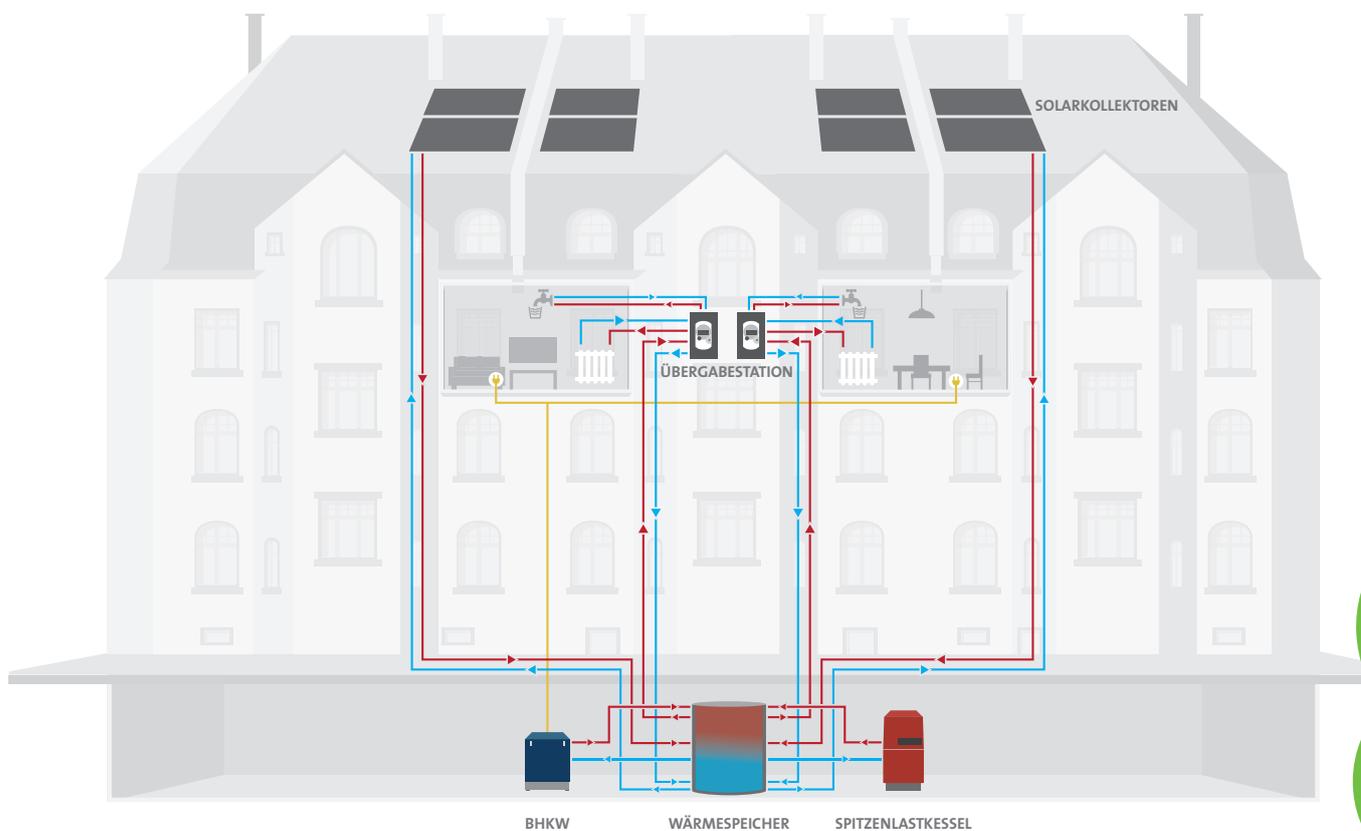
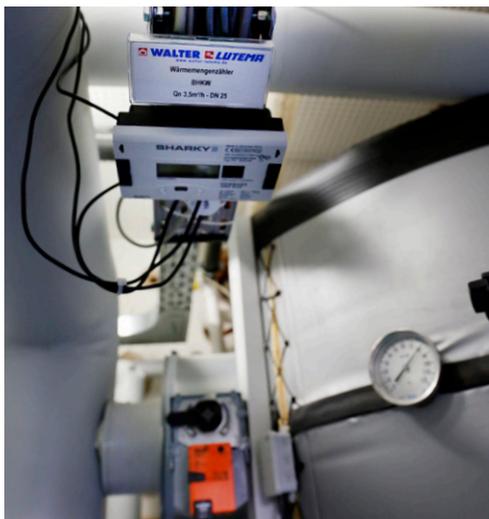


Abb. 2: Schematische Darstellung der im Heizsystem miteinander verbundenen Komponenten

Clevere Regelung und aufmerksame Kontrolle



Passendes Regelungskonzept verbessert Solarwärmenutzung

Ein wesentlicher Erfolgsfaktor für das Gesamtsystem ist die vollständige regelungstechnische 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 ISE von einem spezialisierten Büro für Energietechnik programmiert. Die dadurch entstandenen Mehrkosten betragen schätzungsweise ein bis zwei Prozent der Gesamtkosten. Gewährleistet wurde 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 auch 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 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.

„Fernüberwachung des Heizsystems sorgt für einen dauerhaft optimalen Betrieb.“



Temperaturregler sorgt für mehr Effizienz

Niedrige Rücklauftemperatur dank passender Wärmeübergabestation

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 (siehe Bild). 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 Durchfluss-Regelung 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 - 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.



Bild-Quelle: Meibes System-Technik GmbH

VL= Vorlauf, RL= Rücklauf, TWW: Trinkwarmwasser
TKW = Trinkkaltwasser, HK = Heizkreis
Primär: Wasser des Mikronahwärmenetzes

Ein Vorteil der Verwendung von Wärmeübergabestationen ist, dass man dadurch das Legionellen-Problem entschärft, 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.



Dream-Team entlastet das Klima



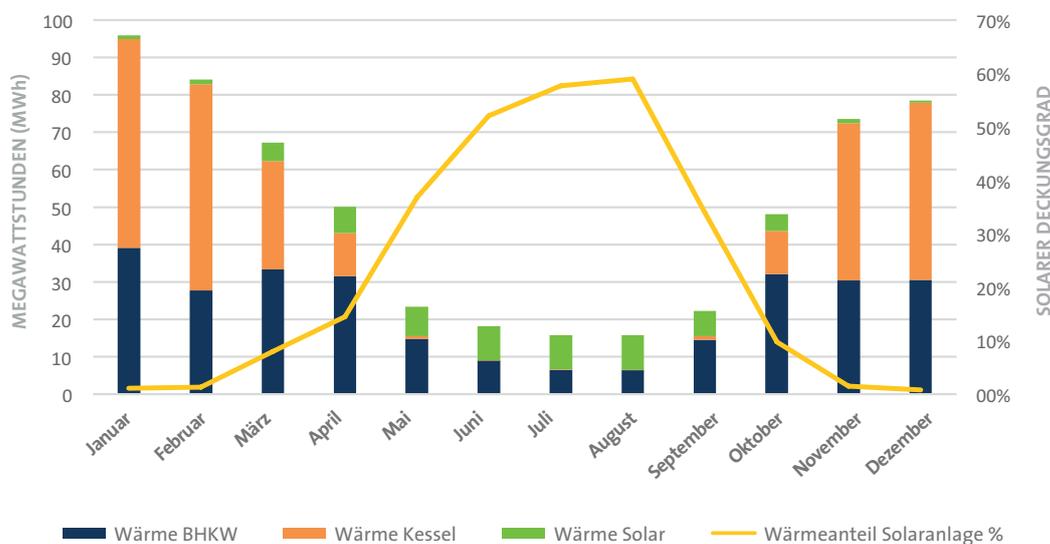
Solarthermie und BHKW ergänzen sich gut

Nach zwei Betriebsjahren zeigt sich: Die Solar Kollektoren 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 Blockheizkraftwerk (BHKW) gut ergänzen. Obwohl die solarthermische Wärme vorrangig eingespeist wird, kommt das BHKW auf über 6000 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 (siehe Grafik). Dadurch wird ein ineffizient hohes Takten des Kessels vermieden, was sonst für diesen Zeitraum mit geringem Wärmeverbrauch typisch ist.

Solarthermie und effizientere Wärmeerzeugung machen sich auch hinsichtlich der Klimabilanz des Gebäudeensembles bemerkbar. Allein die Nutzung der Sonnenwärme verringert die CO₂-Emissionen der Mieterinnen und Mieter um ca. 15 Tonnen CO₂ pro Jahr. Ohne die Restriktionen durch den Denkmalschutz wäre eine größere Kollektorfläche und damit noch höhere CO₂-Einsparungen möglich gewesen. Wird zudem berücksichtigt, dass das BHKW den fossilen Brennstoff viel effizienter nutzt als die verschiedenen Einzelfeuerstellen, die vorher in den 92 Wohnungen verbaut waren, kommt man auf eine CO₂-Einsparung von insgesamt etwa 50 Tonnen pro Jahr. Dies entspricht einer Reduktion der früheren CO₂-Emission um ca. 20 Prozent.

„Neues Heizsystem erspart der Atmosphäre rund 50 Tonnen CO₂ pro Jahr.“



Grafik 1: Monatliche Mittelwerte der produzierten Wärmemenge und des solaren Deckungsgrads in den Jahren 2016 und 2017.

Sauberer Strom und klimafreundliche Wärme

Nachhaltige Energieversorgung kostengünstig aus einer Hand

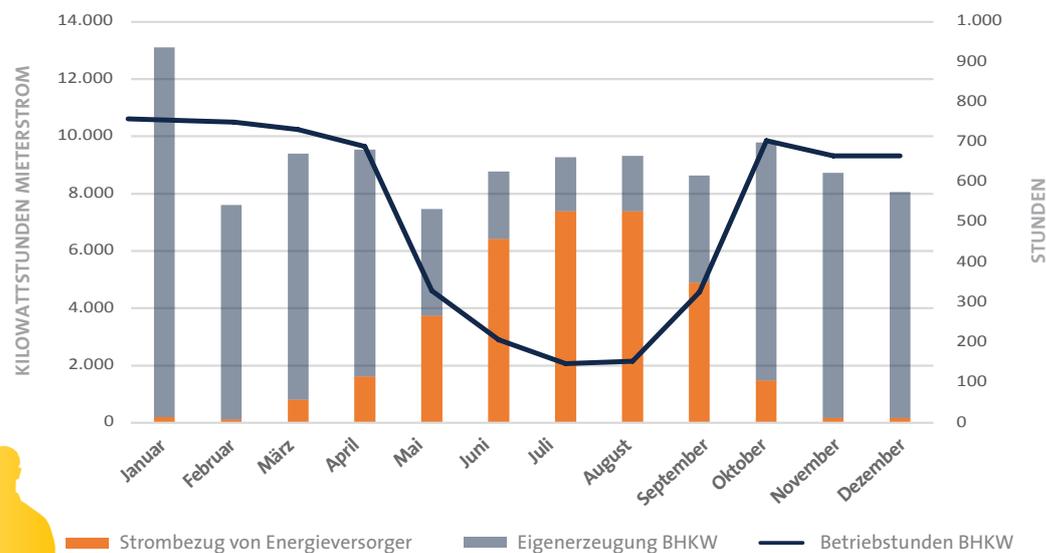
Das Blockheizkraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 20 Kilowatt ist neben der Solarthermie wesentlicher Bestandteil des innovativen Heizsystems. Übers ganze Jahr gesehen trägt die Maschine nicht nur knapp 50 Prozent der nötigen Wärmemenge bei, sondern produziert in über 6000 Betriebsstunden auch rund 75.000 Kilowattstunden (kWh) Strom. Während im Winter meist 8.000 bis 9.000 kWh pro Monat ins Hausnetz eingespeist werden, sind es im Sommer wegen der geringeren Wärmeabnahme nur etwa 2.000 kWh (siehe Grafik).

Statt diesen ins Stromnetz einzuspeisen, wird er als Mieterstrom an die Bewohner des Gebäudeensembles verkauft. Rund 75 Prozent aller Mieterinnen und Mieter haben sich für den Bezug des hauseigenen Stroms entschieden. Auch weil er preislich attraktiv ist: Der Arbeitspreis liegt generell zwei Eurocent unter dem Ökostrom-Tarif des örtlichen Energieversorgers Badenova. Der monatliche Grundpreis ist um zwei Euro niedriger.

Der Stromverkauf liegt in den Händen der Tochtergesellschaft des Bauvereins, der „Energieversorgungsgesellschaft Bauverein Breisgau“. Sie rechnet den Strom nicht direkt mit den Mietern ab, sondern verkauft ihn an den Bauverein, der die Kosten dann an seine Mieter weiterreicht. So haben die Bewohner für alle Abrechnungen nur einen Ansprechpartner – egal ob Mietzins, Strom- oder Wärmekosten.

Wärmekosten unter dem Durchschnitt

Neben dem günstigeren Strom profitieren die Mieter nach der energetischen Sanierung auch 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.



Grafik 2: Monatliche Mittelwerte von BHKW-Strom und -Betriebsstunden in den Jahren 2016 und 2017.

Fazit: Innovatives Energiekonzept hat sich bewährt

Nachhaltige Wärmeversorgung bei störungsfreiem Betrieb

Wie sich nach über zweijähriger Betriebserfahrung zeigt, funktioniert das Zusammenspiel der einzelnen Wärmequellen und das Management des Mikrowärmenetzes reibungslos. Größere Störungen oder gar Ausfälle waren bislang nicht zu beobachten.

Wesentliche Erkenntnisse aus dem bisherigen Betrieb sind:

- Sehr tiefe Rücklauftemperaturen sowohl im Sommer bei der Warmwasserbereitung als auch im Winter in Verbindung mit der bestehenden Raumheizung erlauben einen hocheffizienten Betrieb des Gesamtsystems.
- Der solare Wärmeertrag von durchschnittlich 63 MWh pro Jahr deckt rund 11 % des Gesamtwärmeverbrauchs des Gebäudekomplexes. In den Sommermonaten liegt der solare Deckungsanteil sogar bei rund 60 %.
- Das BHKW steuerte rund 46 % der benötigten Wärmemenge bei, 43 % wurden durch den Spitzenlastkessel abgedeckt.
- Die prognostizierte Laufzeit des BHKW wurde deutlich übertroffen: Im Schnitt lief das BHKW rund 6100 Stunden/Jahr.
- Der Gesamtwirkungsgrad des BHKW beträgt im Jahresmittel gut 97 % (ca. 30 % elektrisch, 67 % thermisch). Die Mindestforderungen nach EWärmeG liegen bei 80 %.
- Mehr als 75 % der Mieter beziehen Mieterstrom. Deren Stromverbrauch wurde zu knapp 70 % durch das BHKW gedeckt.

Wirtschaftlichkeit

Durch die Einbindung der Solarkollektoren und des BHKW in das Heizsystem ergaben sich gegenüber einem rein konventionell beheiztem Mikrowärmenetz Mehrkosten von rund 170.000 Euro. Dem gegenüber stehen Einsparungen bei den Gaskosten, Einnahmen durch den Verkauf des BHKW-Stroms sowie Fördergelder des BAFA 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.

Erneuerbare-Wärme-Gesetz

Mit der Installation einer zentralen Wärmeversorgung greifen in Baden-Württemberg die Vorgaben des Erneuerbaren-Wärme-Gesetzes (EWärmeG). Dieses schreibt vor, dass beim Einbau einer zentralen Heizung 15 % der Jahreswärme regenerativ erzeugt werden müssen. Allein mit der Solaranlage wären die Vorgaben nicht ganz erfüllt, da sie „nur“ rund 10 % der benötigten Jahreswärme liefert. Das Gesetz sieht allerdings sogenannte Erfüllungsoptionen vor, mit denen der nötige Regenerativ-Anteil reduziert werden kann. Eine dieser Optionen ist der Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung. Bis zu einer elektrischen Leistung von 20 kW werden die gesetzlichen Anforderungen vollständig erfüllt, wenn das BHKW mindestens 15 kWh elektrische Arbeit pro Quadratmeter Wohnfläche und Jahr erzeugt. Tatsächlich produzierte das in der Emmendinger Straße installierte BHKW mehr als 25 kWh/m², also weitaus mehr als gesetzlich gefordert.

Auf einen Blick



Stand: Mai 2018

Das Objekt

Haustyp

Denkmalgeschütztes Mehrfamilienhaus-Ensemble, Baujahr 1903-1904

- Kellerdecke (PUR): 0,23 W/m²K
- Mansardendach (größtenteils Zwischensparrendämmung Mineralwolle): ca. 0,32 W/m²K

Wohn- und Nutzfläche

4770 m², 92 Wohnungseinheiten, 2 Gewerbeeinheiten

Heizwärmebedarf

Durchschnittlich 624 MWh pro Jahr für Heizung und Trinkwasser

U-Werte

- Wand (Mauerwerk ungedämmt): ca. 2,0 W/m²K
- Fenster (Kunststoff): ca. 3,5 W/m²K

Die Sanierung der Wärmeversorgung

Was wurde getan?

Einbau eines Mikronahwärmenetzes mit 10 Wärmespeichern, gespeist von einer Solarthermieanlage, einem BHKW und einem Gas-Brennwert-Kessel.

BHKW-Strom 2016 und 2017

Durchschnittlich rund 120.000 kWh, davon rund 75.000 kWh für den Eigenverbrauch im Rahmen des Mieterstrommodells.

Heizquellen

- 76 Solarthermiekollektoren mit einer Gesamtfläche von 191 m² und einer Nennleistung von ca. 150 kW_{th}
- BHKW mit einer thermischen Leistung bis 46,7 kW und einer elektrischen Leistung bis 20 kW
- Gasbrennwertkessel mit 450 kW Leistung

Beitrag zum Klimaschutz

Durch die Sanierung konnte die durch Strom- und Wärmenutzung der Mieter verursachte CO₂-Emission um ca. 50 Tonnen, also etwa 20 %, reduziert werden.

Beitrag zur Wärmeversorgung 2016 und 2017 (Durchschnitt)

Solarthermie: 11%, BHKW: 46 %, Gas-Brennwert: 43 %

Wärmekosten

Im Jahr 2016 lagen die Wärmekosten für die Mieter bei 12,75 Euro pro Quadratmeter

Ansprechpartnerinnen und -partner

Realisierung

Bauverein Breisgau eG
Michael Simon
Tel. 0761 / 510 44-45
michael.simon@bauverein-breisgau.de

Initiierung

Stadt Freiburg / Umweltschutzamt
Ilaria De Altin
Tel. 0761 / 201-61 47
ilaria.dealtin@stadt.freiburg.de

Wissenschaftliche Begleitung

Fraunhofer ISE
Axel Oliva
Tel. 0761 / 4588 5698
axel.oliva@ise.fraunhofer.de

Planung / Bauleitung

TGA Planungsgruppe
Ewald Zink
Tel. 0761 / 611 4033
zink@tga-freiburg.de

Förderung

Badenova Innovationsfonds
Richard Tuth
Tel. 0761 / 279 2984
Innovationsfonds@badenova.de

Impressum

Herausgeberin: Stadt Freiburg, Dezernat für Umwelt, Jugend, Schule und Bildung
Konzeption und Text: Brian Kommunikation
Layout und Grafiken: Graphikbuero GEBHARD | UHL

Bilder (soweit nicht anders vermerkt): Stadt Freiburg / Graphikbuero GEBHARD | UHL
Druck: Simon Druck, 200 Exemplare gedruckt auf Umweltpapier Circle Silk