ABWASSERWÄRMENUTZUNG FÜR NEUBAUGEBIET

KALTES NAHWÄRMENETZ, UNTERIRDISCHER PUFFERSPEICHER ZUM THERMISCHEN AUSGLEICH

Bild 1. *Schallstadt: Links das Neubaugebiet Weiermatten, mittig die Gruppe der Plusenergiehäuser mit PV-Dächern. Der gewonnene Strom reicht ganzjährig zum Betrieb der Wärmepumpen und deckt den sonstigen Elektro-Bedarf der Hausbewohner inklusive Elektrofahrzeuge. In der Tiefgarage sind nur verbrennungsfreie Fahrzeuge erlaubt.*

Klaus W. König

Schallstadt im Schwarzwald kann Vorbild für die kommunale Wärmeplanung sein. Seit Anfang 2022 werden das neue Rathaus und ein Gebiet mit 200 Neubauwohnungen zu 100 % mit regenerativer Energie versorgt. Und der Strom für Wärmepumpen stammt von der Sonne, alternativ aus Wasserkraft der Region.

Der technologische Fortschritt bei Wärmepumpen und Geräten zur Wärmeübertragung in Verbindung mit einem Kalten Nahwärmenetz ermöglicht es, neben Einzelobjekten auch komplette Wohngebiete durch Abwasserwärmenutzung effizient und klimaschonend mit Wärme zu versorgen. Nach Angaben des Umweltministeriums Baden-Württemberg ist das Potenzial beträchtlich – 10 % aller Gebäude könnten damit versorgt werden.

Ohne Brennstoff heizen

In der Gemeinde Schallstadt, südwestlich von Freiburg im Breisgau, waren die Voraussetzungen im Neubaugebiet Weiermatten günstig. Ein Wohngebiet mit ca. 200 Wohnungen sowie das neue Rathaus entstanden unweit eines vorhandenen Abwasserkanals. Für die Wärmeversorgung kann auf Brennstoffe, ob regenerativ oder synthetisch, komplett verzichtet werden. Der Kanal sammelt die Abwässer der benachbarten Gemeinden Ebringen und Pfaffenweiler, hat einen Trockenwetterabfluss von ca. 23 l/s und einen Durchmesser von 90 cm. Er ist Eigentum des Abwasserzweckverbandes Breisgauer Bucht, dem somit offiziell Wasser und Wärme gehören. Die kostenfreie Ent-

Bild 2. *Heizzentrale im neuen Rathaus, Armaturenschacht (schwarz) und unterirdischer Pufferspeicher (rot). Primärkreislauf vom Abwasserkanal (braun) zu den Wärmetauschern in der Heizzentrale, Sekundärkreislauf als Kaltes Nahwärmenetz zu den Hausanschlüssen.*

nahme wurde gestattet, nicht jedoch Einbauten im Kanal. Pumpen, durch einen Schlammrechen vor groben Partikeln geschützt, fördern aus einem Bypass das Abwasser zu den Wärmetauschern in der Heizzentrale. Von dort fließt das abgekühlte Abwasser im Freispiegel zurück. Das ist der sogenannte Primärkreislauf, dessen Temperatur an der Entnahmestelle des Kanals im Winter erfahrungsgemäß ca. 10 bis 12 °C beträgt, im Sommer über 20 °C.

Kaltes Wärmenetz – ein paradoxer Begriff

Im Unterschied zur klassischen Fernwärmeversorgung arbeitet das Kalte Nahwärmenetz, hier als Sekundärkreislauf zwischen Wärmetauschern und Wärmepumpen bei den Anschlussnehmern, mit niedrigen Temperaturen. Damit werden die Wärmeverluste in der Leitung minimiert.

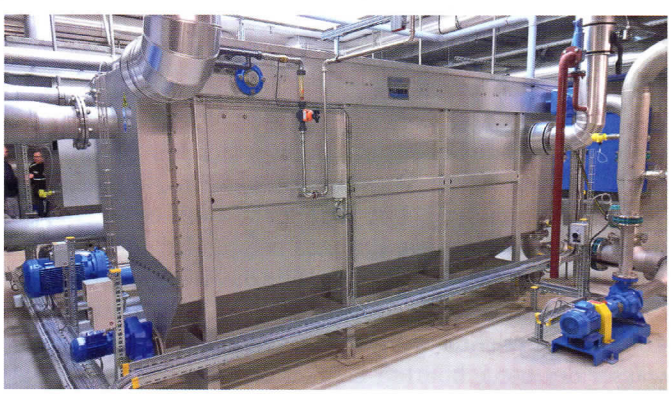

Bild 3. *Heizzentrale: zwei baugleiche Wärmetauscher, die bei Spitzenbedarf gleichzeitig in Betrieb sind, sonst abwechselnd. Das Kalte Nahwärmenetz nimmt hier Energie auf und versorgt die Wärmepumpen in den Gebäuden. Das führt zu 2 bis 4 K Temperaturabsenkung im Primärkreislauf.*

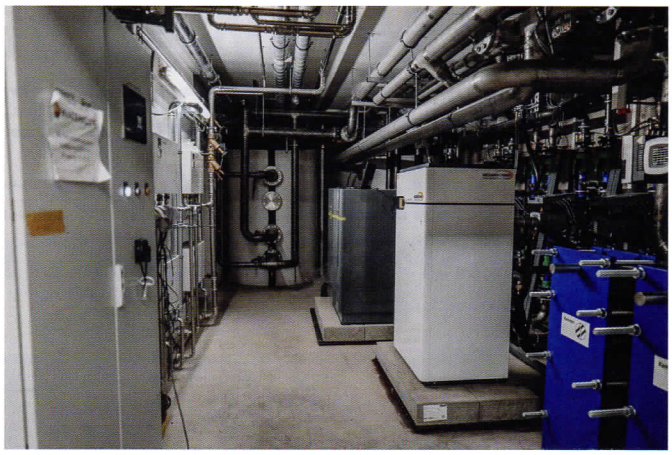

Bild 4. *Technikraum mit Wärmepumpe der Plusenergiehäuser. Die Energie zum Betrieb der Wärmepumpe kommt aus eigenen PV-Anlagen. Die Energiebilanz der PV-Dächer weist sogar einen Überschuss aus, der ins Netz eingespeist wird. (Fotos/Grafik 1–4: Naturenergie Hochrhein AG)*

Im letzten Abschnitt, dem Gebäude mit den Nutzern, übernimmt die Wärmepumpe die Bereitstellung der gewünschten Warmwasser- und Heiztemperatur. Dies geschieht mit Hilfe von elektrischem Strom, funktioniert wie ein Kühlschrank mit dem physikalischen Prinzip von abwechselnder Kompression und Entspannung, erzielt aber den gegenteiligen Effekt. Je tiefer das Temperaturniveau der Gebäudeheizungen liegt, desto effizienter, weil stromsparend, können die Wärmepumpen arbeiten. Im Sommer funktionieren die Wärmepumpen in umgekehrter Weise als Kältemaschinen zur Raumkühlung. Allerdings wird die Wärme nicht in den Abwasserkanal eingespeist, sondern im Quartier „versenkt". Dazu dient ein thermischer Puffer – ein 500 m^3 fassendes unterirdisches Wasserbecken, das weitere Vorteile bringt.

Pufferspeicher – das unterirdische Depot

Der unterirdische Wasserbehälter schafft den Ausgleich von „Angebot und Nachfrage" in Bezug auf Wärme und befindet sich unmittelbar vor der Heizzentrale, die in einem Anbau des neuen Rathauses untergebracht ist. Im Winter besteht die Möglichkeit, daraus Wärme zu gewinnen, falls die Abwasserwärme nicht ausreicht. Dann wird der Sekundärkreislauf nicht nur über die Wärmetauscher, sondern auch durch das Pufferbecken „gefahren" – Dreiwegeventile im Armaturenschacht vor der Heizzentrale machen das Beimischen möglich. In gewissen Grenzen wirken das Material des Betonbehälters und das umgebende Erdreich bzw. Grundwasser als zusätzliche thermische Puffer, sowohl bei der Heizung im Winter als auch bei der Kühlung im Sommer.

„Ein Pufferspeicher aus Beton in der hier verwendeten Bauart und Größenordnung wird in einem unserer Fertigteilwerke hergestellt", sagt Andreas Bölling, beim Hersteller Mall für diese Großbehälter verantwortlich. „Der Speicher wurde in Segmenten zum gewünschten Termin zur Baustelle gebracht und innerhalb von zwei Tagen montiert." Damit die Gewährleistung in einer Hand liegt, übernehmen Monteure des Herstellers den Einbau. Sie werden von einem Autokran unterstützt. Für den Aushub vorab, für den Anschluss der Leitungen sowie das Verfül-

Bild 5. *Kaltes Nahwärmenetz, Sekundärkreislauf zwischen Wärmetauscher und Hausanschlüssen: Die ungedämmten Rohrleitungen für Wasser mit 12–16 °C im Vorlauf führen links in das Gebiet Weiermatten und zur Gruppe der Plusenergiehäuser, rechts in das Gebiet neue Ortsmitte. (Foto: Naturenergie Hochrhein/Junkov)*

Bild 6. *Thermischer Pufferspeicher: Vorfertigung der Betonfertigteile im Herstellerwerk. Halbkreisförmiges Endstück des Behälters mit 6,00 m Breite und 2,90 m Höhe.*

len der Baugrube danach wurde ein Tiefbauunternehmen beauftragt. So konnte nach ca. acht Tagen das Gelände oberhalb des Behälters vom Garten- und Landschaftsbaubetrieb fertiggestellt werden – bei Bedarf wie in Schallstadt sogar als Parkplatz, denn das Speicherbauwerk aus Betonfertigteilen ist gemäß Statik mit 0,5 m Mindestüberdeckung für Pkw und Lkw befahrbar.

Wärmetauscher – eine saubere und sichere Sache

Rein physikalisch gesehen wird Wärme nicht getauscht, sondern übertragen. Im Anbau des neuen Rathauses Schallstadt stehen in der Heizzentrale zwei baugleiche Wärmetauscher-Geräte nebeneinander, die man demnach auch Wärmeübertrager nennen könnte. Bei Spitzenbedarf sind sie gleichzeitig in Betrieb, sonst abwechselnd. Das Abwasser, das im Siebschacht beim Kanal entnommen wird, fließt im Primärkreislauf zu den Wärmetauschern und um 2 bis 4 K abgekühlt zum Kanal zurück. Die gewonnene Energie wird auf den Sekundärkreislauf, das Kalte Nahwärmenetz, übertragen. In den Wärmetauschern begegnen sich beide Kreisläufe, wobei das klare Wasser des Nahwärmenetzes in einer Vielzahl dünner Edelstahlrohre fließt. Die Rohre liegen als „Batterie“ parallel angeordnet im trüben Abwasserstrom des Primärkreislaufs und übertragen die Wärme sehr gut, solange sich auf ihnen kein Belag aus gelösten organischen Feinstoffen des Abwassers bildet. Um diesen Belag zu verhindern, fährt ein Reinigungsschlitten innerhalb der beiden Wärmetauscher ein- bis zweimal pro Tag für 200 s automatisch über die Rohroberflächen.

Wärmepumpen – die einzige Wärmequelle im Haus

Decken Wärmepumpen wie bei diesem Projekt den Wärmebedarf vollständig ab, sind die Investitionskosten niedrig. Eine solche „monovalente“ Betriebsweise mit nur einem System für Grund- und Spitzenlast kommt mit wenig Technik im Heizungskeller aus. Bei Wärmepumpen ergeben sich weitere Vorteile dadurch, dass ein Brennstofflager nicht nötig ist und ein Schornstein entfallen kann. Vergleichbar mit Wärme aus Grundwasser (8 bis 15 °C) werden bei einem Kalten Nahwärmenetz Wasser-Wasser-Wärmepumpen verwendet. Da die Energie in beiden Fällen schon auf einem relativ hohen Temperaturniveau liegt, sind auch die Betriebskosten der Wärmepumpen niedrig. Die Steuerung des Kalten Nahwärmenetzes schaltet den Primärkreislauf und damit auch die Wärmetauscher zeitweise ab, wenn die Wärmepumpen in den Gebäuden keinen Bedarf haben. „Oder wenn das Abwasser im Sommer zu viel Energie liefert, denn handelsübliche Wasser-Wasser-Wärmepumpen funktionieren nur bis ca. 20 °C Quelltemperatur störungsfrei“, erklärt Stefan Schlachter, Projektleiter der Naturenergie Hochrhein AG, die das Kalte Nahwärmenetz realisiert und betreibt. „Da nicht nur die Heizung, sondern auch die Warmwasserbereitung über die Wärmepumpen erfolgt, sinkt die Netztemperatur allmählich so weit ab, bis der Normalbetrieb mit Abwasserwärme automatisch wieder anläuft“.

Elektrischer Strom – der Brennstoffersatz

Es ist kein Geheimnis, dass Wärmepumpen elektrischen Strom benötigen und die Wirtschaftlichkeit vom Verhältnis dieser investierten elektrischen Energie zur gewonnenen thermischen Energie abhängt. Die Naturenergie Hochrhein AG ist zunächst nur Contractor der Wärmelieferung inkl. Hausanschluss für das Gebiet Weiermatten, das Quartier neue Ortsmitte, die Gruppe der Plusenergiehäuser und das neue Rathaus. Wer die Wärmepumpen betreibt und woher der dazu erforderliche Strom kommt, ist unterschiedlich. Die Bewohner einiger Gebäude beziehen die elektrische Energie aus eigenen Photovoltaikanlagen. Zusätzlich oder alternativ bietet der Contractor den Wärmenutzern den zu 100 % regenerativ erzeugten Strom aus eigenen Wasserkraftwerken am Hochrhein an. Die Gemeinde Schallstadt, Eigentümerin des Rathauses, hat für dieses Gebäude das Komplettangebot des Contractors (Lieferung von Wärme und Betrieb der Wärmepumpe) angenommen.

Jahresarbeitszahl – das Maß für Effizienz

Mit einer errechneten Jahresarbeitszahl (JAZ) von 5,56 läuft die Wärmepumpe im Rathaus sehr effizient. Das bedeutet, im Vergleich zur abgegebenen Wärmeenergie be-

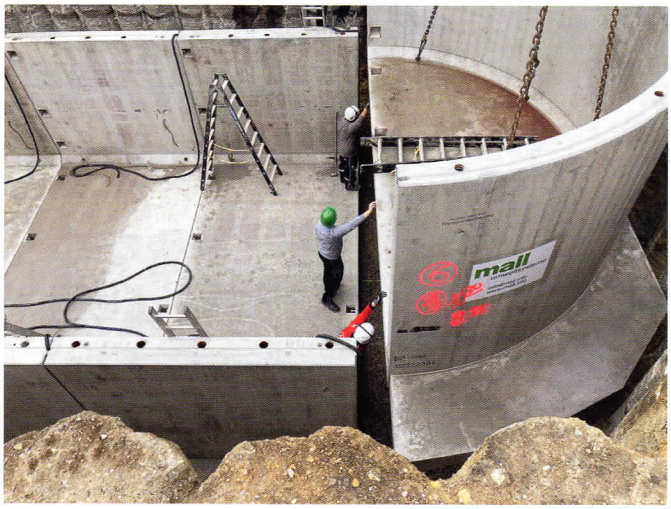

Bild 7. *Thermischer Pufferspeicher: Montage eines runden Endstücks mit Überstand der Bodenplatte als Auftriebssicherung. Die Auflast nach Verfüllen der Baugrube wirkt dem Auftrieb des leeren Behälters bei hohem Grundwasserstand entgegen.*

Bild 8. *Thermischer Pufferspeicher: Montage der oberen Behälterhälfte in „gestülpter" Elementbauweise. Jedes U-förmige Segment verlängert den Behälter um 3 m. An der Seitenfläche die Öffnung für eine DN 350 Rohrdurchführung. (Fotos 6–8: Mall)*

trägt die Aufnahme an elektrischer Energie nur ca. 18 % – eine wichtige Größe, denn der Strom für die Wärmepumpe kann allgemein als Ersatz für Brennstoff gesehen werden. Er stammt bei Naturenergie Hochrhein aus erneuerbarer Ressource und entspricht damit den Kriterien des Klimaschutzes. Dazu kommen, wie immer bei der Verwendung einheimischer regenerativer Energien, volkswirtschaftliche Vorteile: Kapital für Energieimport fließt nicht aus Deutschland ab, neue Arbeitsplätze entstehen, zusätzliche Steuereinnahmen stärken die beteiligten Kommunen. Das mit einem Pufferspeicher kombinierte Kalte Nahwärmenetz in Schallstadt mit Wärme aus Abwasser der Umgebung und Strom aus Wasserkraft der Region ist ein gelungenes Beispiel dafür.

Bautafel
Neubaugebiet Weiermatten, Schallstadt, Landkreis Breisgau-Hochschwarzwald, Baden-Württemberg

Projektdaten Kaltes Nahwärmenetz

- Heizzentrale: Neues Rathaus, Schallstadt
- Bauherrschaft, Realisierung, Betreiber: Naturenergie Hochrhein AG, Rheinfelden
- Herstellung und Montage Pufferspeicher 500 m^3, Armaturenschacht, Siebschacht: Mall GmbH, Donaueschingen
- Tiefbau, Schachtmontagen, Leitungsgräben: Johann Joos GmbH & Co KG, Hartheim
- Schachtsiebanlage: Typ RoK4, Fab. Huber SE, Berching
- Abwasser-Wärmetauscher: 2 × Typ RoWin, Fab. Huber SE, Berching
- Entzugsleistung gesamt: 400 kW, entspricht 70 % der erfassten Spitzenleistung (restliche Leistung wird über Pufferspeicher und solaren Eintrag sichergestellt)
- Rechenwert Jahresenergiebedarf der Anschlussnehmer: 1.200.000 kWh
- Kalkulierte CO_2-Einsparung für Gesamtnetz pro Jahr: 325 t bei Verwendung von CO_2-freiem Strom, gegenüber reiner Gasheizung
- Inbetriebnahme: Ende 2021
- Fördermittel des Landes Baden-Württemberg: 216.299 €, Projektträgerschaft Umweltforschung, Programm BWPLUS

Projektdaten Haustechnik Neues Rathaus

- Rechenwert Jahresenergiebedarf: 130.000 kWh
- Kalkulierte CO_2-Einsparung/Jahr: 35 t
- Wärmepumpen: Typ Eco Touch DS 5090.5DT, Fab. Waterkotte mit je einem 1.500-l-Pufferspeicher für Heizung und für Kühlung
- Warmwasser-Pufferspeicher: nicht vorhanden, da dezentrale Erwärmung
- Jahresarbeitszahl (JAZ) der Heiztechnik: bei VL/RL 35/28 und 12 °C Quelltemperatur = 5,56
- Stromversorgung Wärmepumpe: 100 % Strom aus Wasserkraft von NaturEnergie
- Stromversorgung Gebäude: 40 kW Photovoltaik
- Inbetriebnahme: Ende 2021

Literatur

[1] Realisierte Sonderlösungen. Referenzbroschüre. Donaueschingen: Mall GmbH. www.mall.info/downloads/
[2] Planerhandbuch Neue Energien. Donaueschingen: Mall GmbH. www.mall.info/downloads/
[3] Merkblatt DWA-M 114 – Abwasserwärmenutzung – April 2020. Hennef: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA). https://webshop.dwa.de/de/dwa-m-114-abwasserwarmenutzung-4-2020.html

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Klaus W. König
Sachverständigen- und Fachpressebüro
Jakob-Kessenring-Straße 38
88662 Überlingen
Tel. (07551) 613 05
www.klauswkoenig.de

Mall GmbH
Hüfinger Straße 39–45
78166 Donaueschingen
Tel. (0771) 80 05-0
info@mall.info
www.mall.info