BWK
DAS ENERGIE-FACHMAGAZIN
5 2014

Sonderdruck aus BWK 5-2014

Wichtige Kennzahlen und effiziente Planung für die dezentrale Wärmewende

Nutzung der Abwärme aus Erneuerbare-Energie-Anlagen

Kommunale Werke wie die Stadtwerke Abensberg setzen auf die dezentrale Wärmewende.

Wichtige Kennzahlen und effiziente Planung für die dezentrale Wärmewende

Nutzung der Abwärme aus Erneuerbare-Energie-Anlagen

NAHWÄRMENETZE | Angesichts steigender Gas- und Ölpreise suchen viele Kommunen nach Alternativen zur herkömmlichen Energieversorgung. Einige Gemeinden sind bereits einen Schritt weiter: Sie beziehen ihre Heizenergie über ein Nahwärmenetz. Als Wärmequelle können die unterschiedlichsten Energieträger und Technologien zum Einsatz kommen. Eine Möglichkeit ist die Nutzung der Abwärme aus dem Verstromungsprozess in Biogasanlagen mittels Blockheizkraftwerken (BHKW). Aber auch Hackschnitzel-/Pelletskessel dienen häufig als Wärmeerzeuger. Kurzum, Wärmenetze sind technologieoffen, und es können die regional verfügbaren – insbesondere erneuerbare – Energieressourcen eingebunden werden.

Ob sich die Investition in ein Nahwärmenetz im konkreten Einzelfall lohnt, kann mithilfe einiger wichtiger Kennzahlen schon frühzeitig abgeschätzt werden. Welche das sind, soll im Rahmen dieses Beitrags erläutert werden. Bei der Realisierung von Projekten mit erneuerbaren Energien werden als Motiv oft ökologische Gründe genannt. Die meisten Konzepte werden jedoch nur dann in die Praxis umgesetzt, wenn eine Investition auch aus ökonomischer Sicht Sinn macht. Um die Wirtschaftlichkeit richtig beurteilen zu können, ist eine Vollkostenrechnung notwendig. Diese dient der Vergleichbarkeit unterschiedlicher Wärmekonzepte. Für die Vollkostenrechnung einer Versorgung mittels Nahwärmenetzes müssen die kapitalgebundenen Kosten für die Heizzentrale (Wärmeerzeugung, Pufferspeicher, Pumpentechnik und Steuerung) und das Nahwärmenetz samt Tiefbau sowie die Hausübergabestationen, die betriebsgebundenen Kosten (Versicherung, Verwaltung usw.) und die verbrauchsgebundenen Kosten für den Brennstoff und Pumpenstrom berücksichtigt werden.

Staatliche Förderung an Bedingungen geknüpft

Ein wichtiger Faktor bei der Finanzierung von Nahwärmenetzen ist die staatliche Förderung. Allerdings ist diese an bestimmte Bedingungen geknüpft. Relevant hierfür sind der prozentuale Wärmeverlust sowie die Wärmebelegung.

Prozentualer Wärmeverlust

Der prozentuale Wärmeverlust eines Nahwärmenetzes beschreibt das Verhältnis der Verlustwärmemenge (WM) zur verkauften Wärmemenge, dieser Wert sollte 25 % nicht übersteigen. Ansonsten droht der Verlust der entsprechenden Einspeisevergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Unabhängig davon ist durch eine effiziente Planung der Wärmeverlust so gering wie möglich zu halten. Höhere Wärmeverluste führen automatisch zu steigenden Wärmegestehungskosten und beeinflussen damit die Wirtschaftlichkeit negativ [1].

Verlegung einer Nahwärmeleitung in der Samtgemeinde Lathen.

Die lokale Wärmewende mittels flexibler Nahwärmerohrsysteme ist stark im kommen.

$$Wärmeverlust = \frac{eingespeiste\ WM - verkaufte\ WM}{verkaufte\ WM} = \quad (1)$$

$$= \frac{Verlust\ WM}{verkaufte\ WM}[\%]$$

Wärmebelegung

Die Wärmebelegung beschreibt das Verhältnis des jährlichen Wärmebedarfs aller Abnehmer zur Trassenlänge, also den durchschnittlichen Wärmetransport pro Meter und Jahr. Wird eine Wärmebelegung von 500 kWh/(m·a) eingehalten, besteht Anspruch auf finanzielle Förderung aus dem KfW-Programm durch einen direkten Tilgungszuschuss von 60 €/m [2].

$$Wärmebelegung = \frac{verkaufte\ Wärmemenge}{Trassenlänge\ des\ Wärmenetzes}\left[\frac{kWh}{m \cdot a}\right] \quad (2)$$

Wichtige Kennzahlen

Um im Vorfeld beurteilen zu können, ob ein Nahwärmenetz effizient und wirtschaftlich betrieben werden kann und ob mit staatlichen Förderungen zu rechnen ist, hat der Systemanbieter Rehau im Rahmen einer Studie die Daten verschiedener erfolgreich realisierter kommunaler Wärmenetze analysiert und daraus die folgenden wichtigen Kennzahlen abgeleitet.

Vollbenutzungsstunden Nahwärmenetz

Unter Vollbenutzungsstunden Nahwärmenetz ist das Verhältnis aus der Summe der verkauften Wärme aller Anschlussnehmer zu der Summe der Nennleistung aller Anschlussnehmer zu verstehen.

$$h_{voll,NW} = \frac{\sum verkaufte\ WM}{\sum Nennleistung} \quad (3)$$

Die Auswertungen haben ergeben, dass die Vollbenutzungsstunden für ein typisches Nahwärmenetz zwischen 1400 und 1800 h/a liegen. Je höher die Vollbenutzungsstunden Nahwärmenetz sind, desto effizienter ist das Netz, das heißt, desto höher ist die Wärmebelegung und desto geringer sind die prozentualen Wärmeverluste. Höhere Vollbenutzungsstunden können erreicht werden, wenn an das Nahwärmenetz kontinuierliche Abnehmer (diese haben annähernd konstante Wärmebedarfe über das gesamte Jahr) sowie zusätzlich Abnehmer mit einem ausgeprägten Wärmebedarf im Sommer, wie zum Beispiel ein Freibad, angeschlossen werden.

Spezifische Netzlänge

Wie weit zwei Gebäude innerhalb eines Nahwärmenetzes im Durchschnitt voneinander entfernt sind, hat großen Einfluss auf die Wärmebelegung sowie den Wärmeverlust innerhalb des Netzes. Die spezifische Netzlänge gibt das Verhältnis der Trassenlänge (TL) zur Anzahl der Anschlussnehmer (AN) innerhalb eines Nahwärmenetzes wieder.

$$Spezifische\ Netzlänge = \frac{Trassenlänge\ des\ Wärmenetzes}{\sum Anschlussnehmer}\left[\frac{m}{AN}\right] \quad (4)$$

An das Nahwärmenetz in der Kommune Randegg in der Nähe des Bodensees sind beispielsweise 147 Haushalte angeschlossen. Bei einer Trassenlänge von 7 000 m ergibt sich dadurch eine spezifische Netzlänge von knapp 50 m, die für ein Projekt in einem Ort mit ländlicher bzw. dörflicher Struktur als ideal angesehen werden kann. Ganz allgemein gilt: je kleiner die spezifische Netzlänge, desto effizienter ist das Wärmenetz.

Sind größere Wärmeabnehmer an das Netz angeschlossen, können auch Netze mit deutlich größeren spezifischen Netzlängen wirtschaftlich betrieben werden, da durch diese Abnehmer die Wärmebelegung positiv beeinflusst wird.

Mittlere Anschlussleistung

Einfamilienhäuser unterscheiden sich in ihrem Wärmebedarf stark von Mehrfamilienhäusern oder öffentlichen Gebäuden wie Sporthallen, Schulen oder auch Verwaltungsgebäuden.

Planung eines Nahwärmenetzes.

Aus diesem Grund ist es sinnvoll, die einzelnen Anschlussnehmer innerhalb eines Nahwärmenetzes im Vorfeld zu analysieren und eine genaue Nennleistungsermittlung jedes einzelnen Anschlussnehmers vorzunehmen.

Um frühzeitig die Sinnhaftigkeit des Baus eines Nahwärmenetzes abschätzen zu können, eignet sich die mittlere Anschlussleistung als spezifische Kenngröße. Zur Ermittlung der mittleren Anschlussleistung wird die Summe der Nennleistung aller Anschlussnehmer ins Verhältnis zur Anzahl der Anschlussnehmer (AN) gesetzt.

$$\text{Mittlere Anschlussleistung} = \frac{\sum \text{Nennleistung}}{\sum \text{Anschlussnehmer}} \left[\frac{\text{kW}}{\text{AN}}\right] \qquad (5)$$

Beispielhaft für ein Netz mit relativ vielen großen Wärmeabnehmern ist das Wärmeverbundnetz der Wohn- und Lebensgemeinschaft Lautenbach, Heimat für rund 180 betreute Menschen: Der Ort besteht in der Mehrzahl aus relativ großen Wohn- und Verwaltungsgebäuden mit einer mittleren Anschlussleistung von 60 kW. Dieser Wert liegt deutlich über dem Durchschnitt. Bei der Auswertung der Nahwärmenetze wurde ermittelt, dass etwa drei Viertel der Wärmeabnehmer eine Anschlussleistung von 20 kW oder weniger besitzen. Dies zeigt deutlich, dass in diesem Segment größere Wärmeabnehmer eher die Ausnahme sind. Als Richtwert ist eine minimale mittlere Anschlussleistung von 10 bis 15 kW für den effizienten Betrieb eines Nahwärmenetzes anzustreben. Bei Neubausiedlungen könnte dieser Wert bedingt durch geringere Energiebedarfe verfehlt werden. Liegt der Wert darunter, ist dies nicht zwangsläufig ein Ausschlusskriterium – eine sehr geringe spezifische Netzlänge beispielsweise würde die niedrige mittlere Anschlussleistung wieder ausgleichen. Ein weiteres Argument für den Anschluss eines Neubaugebietes könnte der geringe Kostenanteil für den Tiefbau des Wärmenetzes sein, wenn die Verlegung der Leitungen im Rahmen der Erschließung durchgeführt wird.

Das Beispiel Lautenbach zeigt darüber hinaus, dass unter bestimmten Umständen auch Wärmenetze mit einer hohen spezifischen Netzlänge von knapp 100 m effizient betrieben werden können: Eine hohe mittlere Anschlussleistung gleicht diesen Nachteil wieder aus, wodurch der gesamte Wärmeverlust hier deutlich unter 25 % liegt.

Wärmebelegung

Allgemein sollten möglichst hohe Wärmebelegungen angestrebt werden, da sich das positiv auf die Effizienz auswirkt.

Literatur

[1] Bundesumweltministerium. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2012, 2012.
[2] KfW – Kreditanstalt für Wiederaufbau: Merkblatt KfW-Programm erneuerbare Energien, 2013.
[3] Euring, M.: Gleichzeitigkeit – der unterschätzte Faktor. BWK 64 (2012), Nr. 12, S. 41 – 43.

Der Mindestwert sollte jedoch dem von der KfW-Förderbank geforderten Wert von 500 kWh/(m·a) entsprechen. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Nahwärmenetz Schäferei/Waldmünchen. Der Ortskern besitzt mit einer Trassenlänge von 700 m und 14 Anschlussnehmern ein relativ kompaktes Nahwärmenetz (spezifische Netzlänge von 50 m), so dass eine Wärmebelegung von etwa 600 kWh/(m·a) erreicht wird.

In der frühen Planungsphase ist nicht immer ohne Weiteres einschätzbar, welche Wärmebelegung im Endausbau erreicht wird. Um den geforderten Wert von 500 kWh/(m·a) zu erzielen, hilft nachfolgender Rechenansatz, bei dem die Trassenlänge und die mittlere Anschlussleistung bzw. die Summe aller Anschlussnehmer berücksichtigt werden.

Die verkaufte Wärmemenge entspricht dem Produkt der Wärmebelegung und der Trassenlänge. Jedoch kann die verkaufte Wärmemenge auch über die Summe der Anschlussleistungen und den Vollbenutzungsstunden des Nahwärmenetzes ermittelt werden, folglich können die Formeln (I) und (II) gleichgesetzt werden.

$$\text{(I)}\quad \textit{verkaufte Wärmemenge} = \textit{Wärmebelegung} \cdot \textit{Trassenlänge} \tag{6}$$

$$\text{(II)}\quad \textit{verkaufte Wärmemenge} = \sum \dot{Q} \cdot h_{\text{Voll,RW}} \tag{7}$$

$$\text{(III)}\quad \textit{Wärmebelegung} \cdot \textit{Trassenlänge} = \sum \dot{Q} \cdot h_{\text{Voll,NW}} \tag{8}$$

Die Mindestwärmebelegung mit 500 kWh/(m·a) und die Vollbenutzungsstunden Nahwärmenetz mit 1500 h/a (vergleiche Auswertung Vollbenutzungsstunden Nahwärmenetze) sind bekannt, somit können nun mit Gleichung (III) Aussagen getroffen werden, um die Mindestwärmebelegung einzuhalten.

Ermittlung der maximalen Trassenlänge

Ist bekannt, wie viele Anschlussnehmer sich an ein Nahwärmenetz anschließen lassen wollen und welchen Wert die mittlere Anschlussleistung annimmt, so kann mit Gleichung (III) die maximal mögliche Trassenlänge ermittelt werden, um die Mindestwärmebelegung von 500 kWh/(m·a) nicht zu unterschreiten.

$$\textit{Wärmebelegung} \cdot \textit{TL des Wärmenetzes} = \tag{9}$$

$$= \textit{Mittl. AL} \cdot \sum \textit{AN} \cdot h_{\text{Voll,NW}}$$

$$\max.\ TL = \frac{\sum \dot{Q} \cdot h_{\text{Voll,NW}}}{\textit{Wärmebelegung}} \tag{10}$$

Beispiel: 50 Anschlussnehmer und die mittlere Anschlussleistung beträgt 15 kW

$$\max.\ TL = \frac{\sum \dot{Q} \cdot h_{\text{Voll,NW}}}{\textit{Wärmebelegung}} \tag{11}$$

$$\max.\ TL = \frac{15\,\text{kW/AN} \cdot 50\,\text{AN} \cdot 1500\,\text{h/a}}{500\,\text{kWh/(m} \cdot \text{a)}} = 2\,250\ \text{m} \tag{12}$$

Um die Mindestwärmebelegung einhalten zu können, darf die Trassenlänge maximal 2 250 m betragen.

Ermittlung der mindestens benötigten Nennleistung

Ist dagegen der Trassenverlauf schon bekannt, so kann die mindestens benötigte Nennleistung ermittelt werden.

$$\textit{Wärmebelegung} \cdot \textit{TL des Wärmenetzes} = \sum \dot{Q} \cdot h_{\text{Voll,NW}} \tag{13}$$

$$\textit{mind.} \sum \dot{Q} = \frac{\textit{Wärmebelegung} \cdot \textit{TL}}{h_{\text{Voll,NW}}} \tag{14}$$

Beispiel: Trassenlänge 3 000 m

$$\textit{mind.} \sum \dot{Q} = \frac{\textit{Wärmebelegung} \cdot \textit{TL}}{h_{\text{Voll,NW}}} \tag{15}$$

$$\textit{mind.} \sum \dot{Q} = \frac{500\ \text{kWh/(m} \cdot \text{a)} \cdot 3\,000\ \text{m}}{1500\ \text{h/a}} = 1\,000\ \text{kW} \tag{16}$$

Die aufsummierte Mindestnennleistung beträgt 1000 kW. Für den Fall, dass der Wert geringer ist, muss versucht werden, entlang der Strecke weitere Anschlussnehmer für das Projekt zu gewinnen oder alternativ einzelne weit vom Dorfkern entfernte Abnehmer zur Einhaltung der Mindestwärmebelegung nicht anzuschließen.

Fazit

Eine erste Bewertung der Konzeption einer Wärmeversorgung mit einem Nahwärmenetz kann mithilfe der in diesem Beitrag erläuterten Kennzahlen schon frühzeitig erfolgen. Grundlage sind nachfolgende wichtige Ausgangsdaten, die vor Ort zu ermitteln sind:

- Trassenlänge,
- Anzahl der Anschlussnehmer,
- Nennleistung der Anschlussnehmer.

Ist diese erste Bewertung anhand der Kennzahlen positiv, folgt eine Vollkostenbetrachtung, um die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zur bisherigen bzw. anderen konventionellen Versorgungslösungen zu beurteilen. Im Rahmen der anschließenden Planung kommt der genauen Leistungsermittlung, der optimalen Netzkonzeption sowie der Berücksichtigung des Gleichzeitigkeitsfaktors eine besondere Bedeutung zu. Insbesondere das Thema Gleichzeitigkeit [3] birgt ein erhebliches Potenzial zum Erreichen einer wirtschaftlichen Wärmeversorgungslösung.

i *www.rehau.com*

© Springer-VDI-Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf 2014

Autor

Dipl.-Ing. (FH) **Olaf Kruse**, Projektleiter Kommunale Wärmenetze, Rehau AG + Co., Erlangen.

i *olaf.kruse@rehau.com*

Bei der Erstellung des Fachartikels wurde folgende Quelle maßgeblich herangezogen: Bachelorarbeit: Stankalla, R.: Ermittlung projektspezifischer Kennzahlen zur effizienten Planung von Nahwärmenetzen, 2011.

Bau
Automotive
Industrie

REHAU®
Unlimited Polymer Solutions

PARTNERSCHAFT VERBINDET

„REHAU hat uns bei allen technischen Fragen der Planung und Ausführung stets ehrlich beraten und gut unterstützt .“

Nikolaus Wolf, Projektleiter Wärmenetz Hellmannshofen

- Internationale Erfahrung in der Planung und Entwicklung von dezentralen Wärmekonzepten
- Langjährige Zusammenarbeit mit den wichtigsten Know-how Trägern im Markt Bioenergie
- Innovationstreiber in der effizienten Planung von dezentralen Nahwärmenetzen

www.rehau.de