



Bei ordnungsgemäßer Verschweißung, Verlegung und Wartung haben die Wärmeleitungen eine Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten. Hersteller geben oft 30 bis 50 Jahre an. Im Dämmschaum der Rohre kann ein Leckagenwarnsystem integriert werden

Wärmenetze mit Schlüsselfunktion für die Energiewende

Laut einer Studie des DLR (2011) beträgt der Anteil der Fernwärme am Raumwärmemarkt in Deutschland annähernd 14 Prozent. Etwa 1.400 Netze sind mit einer Länge von rund 19.000 Kilometern und einer Anschlussleistung von etwa 57.000 Megawatt thermisch installiert. Zur Erreichung der CO₂-Minderungsziele der Bundesregierung muss laut Szenarien des Bundesumweltministeriums (BMU) der Anteil der Fern- und Nahwärme im deutschen Wärmemarkt deutlich gesteigert werden. Die im Jahr 2050 genutzte Wärmemenge aus Erneuerbaren Energien soll zu 60 Prozent auf Wärmenetzen beruhen.

Von PD Dr. Marianne Karpenstein-Machan

In Dänemark sind bereits 60 Prozent der Haushalte an die Fernwärme angeschlossen [Leitungslänge zirka 24.000 Kilometer (km) bei 5,5 Millionen (Mio.) Einwohnern (EW); in Deutschland 19.000 km bei 80 Mio. EW]. Hier wird seit Jahrzehnten das Wärmepotenzial der großen stadtnahen Kraftwerke genutzt, um die Städte und Gemeinden mit Raumwärme zu versorgen.

Zukünftig können Wärmenetze eine wichtige Schlüsselfunktion zur Integration Erneuerbarer in den Wärmemarkt einnehmen. Sie eignen sich als Bindeglied zwischen Strom- und Wärmemarkt und sie schaffen die Bedingungen, um Erneuerbare Energien bestmöglich zu nutzen (Positionspapier KEA 2014). Neben der Biomasse werden in Zukunft auch Großflächen-Solarther-

mie, Abwasser-Wärme sowie Power-to-Heat aus Ökostrom eine wichtige Rolle spielen. Auch die Potenziale zur Nutzung von Industrieabwärme in Wärmenetzen sind erheblich. Ein Mix aus verschiedenen Wärmequellen kann sowohl in urbanen, verdichteten Räumen als auch in ländlichen Regionen genutzt und über die Wärmeleitungen verteilt werden. Wärmenetze sind daher langfristig zu investierende und betreibende Infrastrukturprojekte, die die Energiewende voranbringen.

Nahwärmenetze halten Einzug in ländliche Regionen

In den vergangenen 12 Jahren sind in Deutschland über 150 Bioenergiedörfer entstanden. Ihr Kern bildet das Wärmenetz. Mit Bioenergiedörfern und dezentralen

Biomasse-Heizwerken haben Nahwärmenetze Einzug in ländliche Regionen gehalten. Bisher wurden vornehmlich in städtischen Bereichen Fernwärmenetze verlegt. Eine klare Abgrenzung zwischen den Begriffen Fern- und Nahwärmenetz gibt es nicht.

In einer Studie über Bioenergiedörfer, die erstmals 2011 durchgeführt und in 2016 wiederholt wurde, konnten Informationen zu Initiatoren, Betreiberstruktur, zum technischen Konzept, zum Nahwärmenetz, zu den Wärmepreisen sowie zu sozialen Aspekten und Erfolgsfaktoren erhoben werden (Karpenstein-Machan et al. 2013). An dieser Stelle sollen die aktuellen Ergebnisse zum Thema Nahwärmenetz und zu den Wärmekosten wiedergegeben werden.

Abbildung 1 zeigt, in welchem Jahr die ausgewählten Bioenergiedörfer mit der Wärme- und Stromlieferung begonnen haben. Zum Zeitpunkt der zweiten Studie sind die untersuchten Dörfer 6 bis 11 Jahre in Betrieb und verfügen damit über weitreichende Erfahrungen mit ihren Energieanlagen. In den untersuchten Bioenergiedörfern variieren die Nahwärmenetzlängen zwischen 850 und 10.000 Metern. In der Mehrzahl der Dörfer wurde im Dämmschaum der Leitungsrohre (Stahlmantelrohre) ein Leckagewarnsystem installiert, in dem permanent die elektrische Leitfähigkeit gemessen wird (siehe Abbildung 2, blaue Säulen). In acht Dörfern wurde auf ein Leckagewarnsystem verzichtet, beziehungsweise es wurden Kunststoffrohre aus Polyethylen verwendet, in denen diese Form der Überwachung aufgrund einer nicht vorhandenen elektrisch leitenden Metallschicht nicht möglich ist.

Die Anzahl der Wärmekundenanschlüsse variiert zwischen 11 und 65 pro Kilometer (Abbildung 3). In den beiden Dörfern mit den höchsten Anschlusszahlen liegt eine dichte Bebauung mit Wohnkomplexen und mehrgeschossigen Wohnhäusern vor, die anderen Dörfer weisen eine eher ländliche Struktur mit lockerer Bebauung auf. Die Wärmeübertragung in die Gebäude der Wärmekunden erfolgt in 16 Dörfern mittels Wärmetauscher, hier ist der Wasserkreislauf des Netzes vom hausinternen Wasserkreislauf durch den Wärmetauscher getrennt. In vier Dörfern erfolgt eine Direkteinspeisung der Wärme über das Wasser des Nahwärmenetzes (siehe Abbildung 3, dunkelblaue Säulen). Hier ist lediglich eine Hausübergabestation installiert, in der Regel- und Messgeräte (Wärmemengenzähler) enthalten sind. Damit bei Direkteinspeisung ein Leck in der Hausanlage nicht zu größeren Wasserschäden führt, wird vor dem Anschluss eine Druckprüfung im hausinternen Wasserkreislauf vorgenommen, um eventuelle Schäden an den Rohrleitungen festzustellen.

Wartung und Wasseraufbereitung sehr unterschiedlich

16 Bioenergiedörfer geben an, dass das Nahwärmenetz gewartet beziehungsweise kontrolliert wird. 13 tun dies in Eigenregie mit eigenen Mitarbeitern, in drei Dörfern



FOTOS: DR. MARIANNE KARPENSTEIN-MACHAN

bestehen Verträge mit Fremdfirmen. In vier Dörfern wurde bisher keinerlei Wartung durchgeführt. In einem dieser Dörfer soll nun eine automatische Wasseraufbereitung mit Nachspeisung nachgerüstet werden, nachdem eine Leckage mit großem Wasserverlust aufgetreten war, die erst spät erkannt wurde.

Die Art der Wasseraufbereitung und die Kontrollintervalle sind in den Dörfern sehr unterschiedlich. Untenstehende Liste zeigt die Nennungen zur Frage der Aufbereitung des Wassers im Nahwärmenetz:

- ▶ automatische Wasseraufbereitung und Neutralisierung,
- ▶ biologische Zusätze/Harzfilter,
- ▶ Neutralisierung,
- ▶ pH-Wert-Anhebung bei Bedarf,

Zukünftig können Wärmenetze eine wichtige Schlüsselfunktion zur Integration Erneuerbarer in den Wärmemarkt einnehmen. In den vergangenen 12 Jahren sind in Deutschland über 150 Bioenergiedörfer entstanden. Ihr Kern bildet das Wärmenetz.

Abbildung 1: Startjahr der Energielieferungen in den ausgewählten Bioenergiedörfern

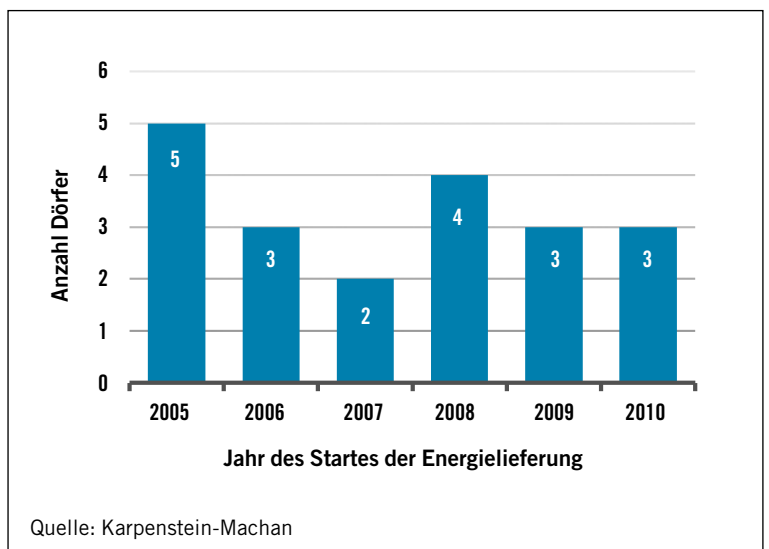
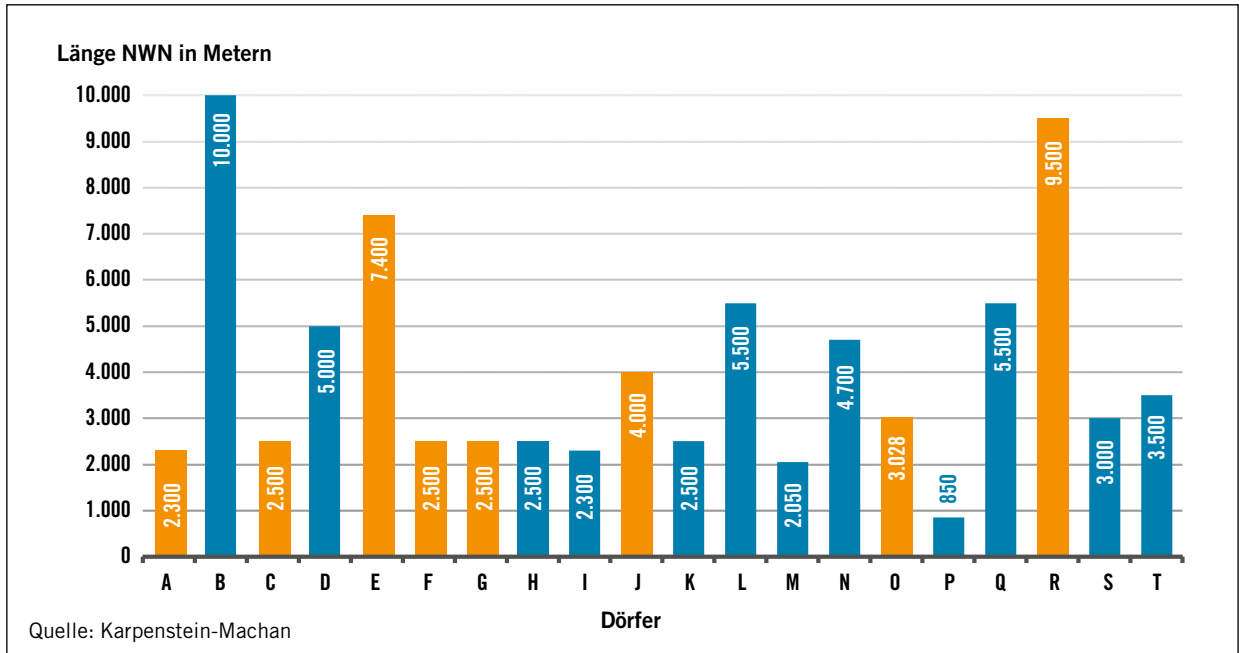


Abbildung 2: Länge der Nahwärmenetze in 20 Bioenergiedörfern



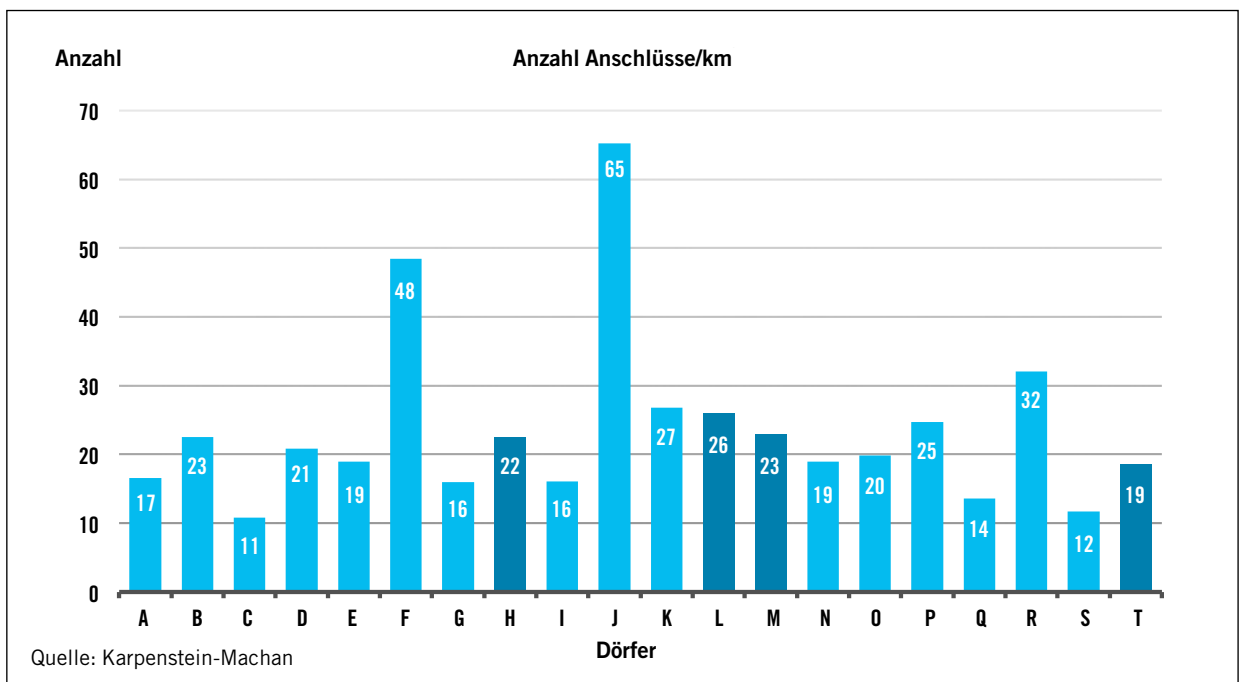
Blaue Säulen: Netz mit Leckagenwarnsystem, orange Säulen: Netz ohne Leckagenwarnsystem.

- ▶ Einsatz von Salzen,
- ▶ Ionenaustauscher, Na-Sulfat, automatisch bei Wasserzufuhr,
- ▶ Entsalzung, Enthärtung, Einsatz von Salztabletten,
- ▶ automatische Reinigung und Entgasung bei Nachspeisung, Salzzugabe,
- ▶ Einsatz von Filtern,
- ▶ Entmineralisierung mit Zusätzen,

- ▶ Teilstromfiltration, Nachspeisung mit Deidrat,
 - ▶ Wasseraufbereitung mit Ionenaustauscher.
- Auch die Prüfungs- und Wartungsintervalle variieren in den einzelnen Dörfern sehr stark. Bei automatischer Wasseraufbereitung ist über Computerprogramme eine permanente Kontrolle möglich. Wenn keine automati-

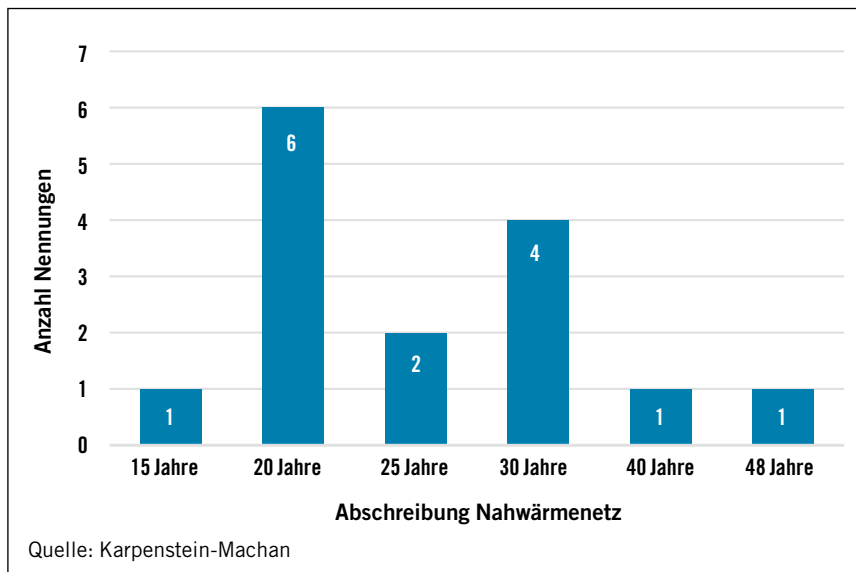
sche Reinigung und Neutralisierung stattfindet, werden in den meisten Dörfern, die eine Wartung bejahen, Messungen des pH-Wertes vorgenommen. Diese erfolgen, je nach Dorf, ein, zwei, vier oder sogar fünf Mal im Jahr. Über die Wartungsarbeiten am Netz werden die Kunden in zwölf Bioenergiedörfern nicht informiert, weil in der Regel laut Betreiber keine Beeinträchtigungen in der

Abbildung 3: Wärmekundenanschlüsse pro Kilometer



Hellblaue Säulen: Anschlüsse mit Wärmetauscher, dunkelblaue Säulen: Direktanschlüsse ohne Wärmetauscher.

Abbildung 4: Abschreibungsdauer des Nahwärmenetzes in den untersuchten Bioenergiehöfen



Wärmeversorgung eintreten, da sie in Zeiten ohne Wärmelieferung stattfinden oder nur kurze Zeit andauern und dadurch die Wärmekunden nichts von den Wartungsarbeiten merken. In den anderen acht Dörfern werden die Wärmekunden über E-Mail oder postalisch informiert. Aber auch hier ist die Aussage der Betreiber einheitlich: Es gibt kaum bis keine Beeinträchtigungen in den Zeiten der Wartung.

Keine großen Probleme mit dem Nahwärmenetz

Die Betreiber beschreiben die Nahwärmenetze als nicht sehr wartungsintensiv. Probleme treten meist am Anfang der Inbetriebnahme auf, später dann seltener. In der nachfolgenden Übersicht sind die genannten Probleme im Zusammenhang mit dem Nahwärmenetz aufgelistet:

- ▶ Anfangs Filter verstopft
- ▶ Falsches Material im Wärmetauscher, jetzt gegen Edelstahlplattenwärmetauscher ausgetauscht
- ▶ Bagger hat Nahwärmenetz herausgerissen
- ▶ Einige Wärmetauscher mussten gereinigt werden
- ▶ Bruch eines Einmalkugelhahns
- ▶ Einmal eine Pumpe am Eingang ins Nahwärmenetz gewechselt
- ▶ Leckage im Nahwärmenetz, 300 Liter Wasserverlust, Leck mit Wärmebildkamera gefunden

- ▶ In einem Einfamilienhaus gab es im Estrich eine Undichtigkeit im Direkt-Rohrleitungssystem, dieses ist erst nach deutlichem Wasseraustritt entdeckt worden. Jetzt sind Wärmetauscher in drei Häusern verbaut worden – keine Probleme mehr.

Wärmerohrleitungen haben bei ordnungsgemäßer Verschweißung, Verlegung und Wartung eine Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten. Hersteller geben oft 30 bis 50 Jahre, manche sogar darüber hinaus an. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass die Betreiber der Bioenergiehöfe die Nahwärmenetze über einen unter der Lebensdauer liegenden, kürzeren Zeitraum abschreiben. Abbildung 4 zeigt, dass in den meisten Dörfern die gewählte Abschreibungsdauer zwischen 20 und 30 Jahren liegt.

Eine repräsentative Befragung der Wärmekunden ist im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt worden. Im Rahmen der Interviews/Fragebogen sind die Betreiber (Bürgermeister, Ortsvorsteher, Hauptakteure des Projektes) nach der Zufriedenheit der Wärmekunden befragt worden. Die Frage wurde in allen Fällen mit ja, sehr zufrieden oder zufrieden beantwortet. Nachfolgend sind einige Blitzlichter aus den Antworten wiedergegeben:

- ▶ Trotz des niedrigen Ölpreises große Zufriedenheit, da in der Vergangenheit schon viel gespart wurde.
- ▶ Zufrieden, weil die Nahwärme bequem ist: „Wir brauchen uns um nichts zu kümmern“.

Mischen – Fördern – Zerkleinern



Ihr Partner für die Energie der Zukunft

Als Weltmarktführer von Exzentralschneckenpumpen und Spezialist in der Biogastechnologie bieten wir für die Biogasproduktion angepasste Misch- und Fördersysteme. Die Einsatzmöglichkeiten unserer NEMO® Exzentralschneckenpumpen, TORNADO® Drehkolbenpumpen sowie NETZSCH Zerkleinerungssysteme reichen vom Mischen über Fördern bis hin zum Zerkleinern.



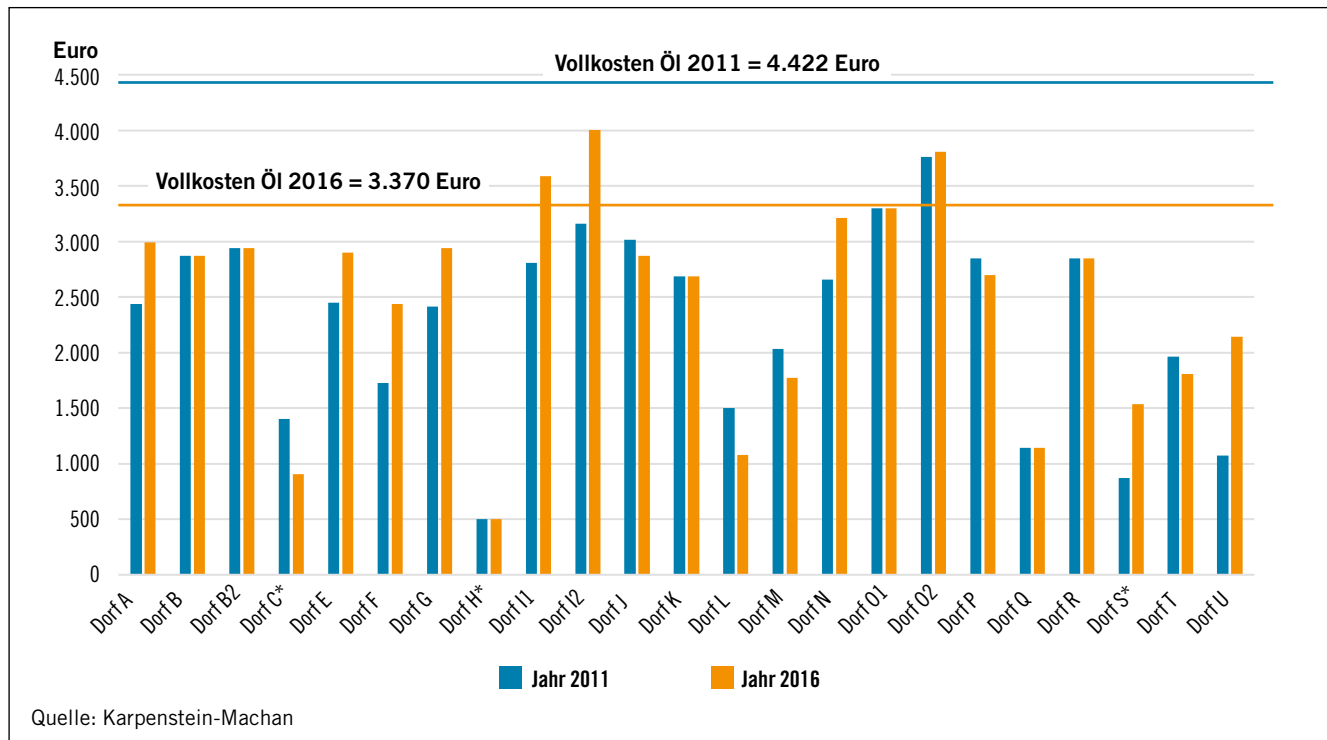
NEMO® B.Max® Mischpumpe

NETZSCH

NETZSCH Pumpen & Systeme GmbH

Geschäftsfeld Umwelt & Energie
 Tel.: +49 8638 63-1010
 Fax: +49 8638 63-2333
 info.nps@netzsch.com
 www.netzsch.com

Abbildung 5: Jährliche Gesamtkosten für die Nahwärmeversorgung in den Bioenergiedörfern im Vergleich zu den Heizkosten bei Wärmeerzeugung im eigenen Heizkessel in 2011 (blaue Säulen) und 2016 (rote Säulen)



Blaue Linie: Vollkosten für fossile Wärmeversorgung in 2011. Orange Linie: Vollkosten für die fossile Wärmeversorgung in 2016

- ▶ Zufrieden, wir haben jedes Jahr drei bis fünf neue Wärmekunden.
- ▶ Sehr zufrieden, es gab keinen Tag mit Störungen.
- ▶ Weitgehend zufrieden, es wird aber auch gemurrt wegen des niedrigen Ölpreises.

Nahwärme immer noch günstiger als Ölheizung

Bereits in 2011 wurden die Gesamtkosten der Nahwärme im Vergleich zur fossilen Wärmeerzeugung im eigenen Haus mit einem eigenen Ölkessel verglichen. Die Befragung zu den Wärmepreisen wurde 2016 wiederholt. In die Vollkostenrechnung der Nahwärmeversorgung wurden der Grundpreis und der Arbeitspreis, die Anschlussgebühr, die Einlage in die Gesellschaft sowie die kalkulatorischen Zinsen für Anschlussgebühr und Einlage in die Gesellschaft berücksichtigt.

Es wurde von einem durchschnittlichen Wärmeverbrauch pro Jahr von 30.000 Kilowattstunden ausgegangen. In 2011 betragen die Gesamtkosten für den Nahwärmebezug zwischen 500 Euro und 3.763 Euro. Die sehr niedrigen Gesamtkosten von 500 Euro bis 1.400 Euro im Jahr sind in den Dörfern zu verzeichnen, in denen entweder die Wärme auf einen Zeitraum von 20 Jahre

verschenkt wird und die Wärmekunden lediglich eine hohe Anschlussgebühr bezahlt haben oder der Wärmepreis 70 Prozent des Gaspreises beträgt oder nur ein niedriger Wärmepreis vereinbart wurde und keine weiteren Anschlussgebühren zu bezahlen waren.

In diesen Dörfern besteht allerdings kein Anspruch auf Vollversorgung mit Wärme durch die Betreiber der Anlage, sodass eventuell notwendige Spitzenlasten durch die Wärmekunden selbst bereitgestellt werden müssen. Da diese Biogasanlagenbetreiber keine redundanten Anlagen zur Wärmeversorgung betreiben, können sie die Wärme sehr günstig bereitstellen. Im Mittel aller 20 Bioenergiedörfer lagen die Kosten für die Nahwärmeversorgung im Jahr 2011 bei 2.278 Euro pro Jahr inklusive Mehrwertsteuer.

Beim Vergleich mit einer Ölzentralheizung müssen hier die Anschaffungskosten für eine Ölheizung, das Öllager, Schornsteingebühren sowie Reparatur und Wartung bei den Fixkosten berücksichtigt werden. Unter Einbeziehung des Ölpreises (Stand 2011: 85 Cent pro Liter inkl. MwSt.) und des Wirkungsgradverlustes bei eigener Heizung kommt man zu jährlichen Gesamtkosten für eine Ölzentralheizung, die 2011 bei 4.320 Euro lagen. Die Nahwärme

war damit im Mittel um 48 Prozent günstiger. In 2016 sind die Gesamtkosten für die Nahwärme durchschnittlich um 9 Prozent angestiegen und liegen im Mittel aller Dörfer bei 2.482 Euro inklusive Mehrwertsteuer (siehe Abbildung 5). Im Vergleich zu einer mit Öl befeuerten Heizung liegen die Wärmegestehungskosten bei 3.370 Euro. Die Nahwärmeversorgung ist 2016 immer noch um 25 Prozent günstiger als die Ölheizung, trotz eines deutlich gesunkenen Ölpreises, der mit 0,51 Euro pro Liter (inklusive Mehrwertsteuer) in die Berechnung eingeflossen ist. ◀

Hinweis: Im Biogas Journal 2_17 lesen Sie in Ergänzung zu diesem Artikel ein Interview mit Gunter Brandt von der Gesellschaft für umweltfreundliche Technologien (GUT) e.V. Darin schildert er seine Erfahrungen mit Nahwärmenetzen.

Autorin

PD Dr. Marianne Karpenstein-Machan

Universität Göttingen

Interdisziplinäres Zentrum für Nachhaltige Entwicklung

Goldschmidtstr.1

37077 Göttingen

E-Mail: mkarpen@gwdg.de