



Ein Dorf, ein Netz

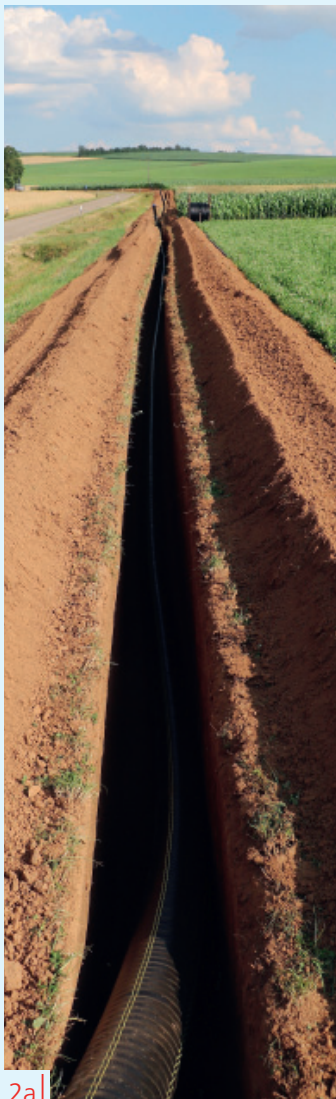
Hackgutheizungen, Abwärme aus Biogas-BHKW, Pufferspeicher in Einklang gebracht

Ein ganzes Dorf an ein Nahwärmenetz zu bringen, kann eine gute Idee sein: Die Anlagenkosten verteilen sich auf viele Köpfe, Abwärmequellen, die sonst ungenutzt blieben, liefern kostengünstig Energie und nachwachsende Brennstoffe, wie Hackgut, können direkt vor Ort genutzt werden. Was sich aber so einfach und logisch anhört, kann technisch eine Herausforderung sein – vor allem, wenn mehrere Wärmeerzeuger eingebunden werden sollen, die an verschiedenen Orten und auf verschiedenen Höhen platziert sind, und in Summe 126 Einfamilienhäuser, zwei Gaststätten, ein Jugendheim sowie ein Sportheim auf Nahwärme setzen.

Vor diesen Herausforderungen stand die **Nahwärme Pfofeld** eG bei der Planung und Realisierung des Wärmenetzes im mittelfränkischen Pfofeld. Nicht weniger als sechs Wärmeerzeuger mussten eingebunden und bis zu 46 Höhenmeter überwunden werden. Diese Herausforderung konnte nur mit kompetenten Partnern für die Planung und innovativer Rohrleitungstechnik wirtschaftlich realisiert werden. Ein Unternehmen, das beides bietet, fand man in der **Enerpipe** GmbH aus dem nahe gelegenen Hilpoltstein.

Das Dorf Pfofeld liegt südlich der Frankenmetropole Nürnberg, im Herzen des fränkischen Seenlandes, wo Felder, Wälder, Wiesen und mittelalterliche Dörfer die hügelige Landschaft prägen. Die Idee für ein Nahwärmenetz in Pfofeld entstand bereits 2012, als eine kleine Gruppe Pfofelder Bürger über die Möglichkeiten einer gemeinsamen Beheizung ihrer Wohn- und Geschäftsgebäude nachdachten. Auch der Pfofelder Bürgermeister Willi **Renner** war dieser Idee gegenüber sehr aufgeschlossen und schlug vor, doch das ganze Dorf zu befragen, wer

1 | Der Trassenplan des Pfofelder Nahwärmenetzes: Heute werden 126 Einfamilienhäuser, zwei Gaststätten, ein Jugendheim und ein Sportheim mit Energie versorgt. (Grafik: Google Maps)



2a



2b

Interesse an einer zentralen Wärmeversorgung habe. Und siehe da: Die Idee stieß im Ort auf äußerst positive Resonanz. 123 Pfofelder Haushalte füllten den Fragebogen aus und signalisierten damit ihr Interesse an dem Projekt.

Planung mit Hindernissen

Im November 2013 wurde dann eine Vorgesellschaft in Form einer Gesellschaft des bürgerlichen Rechts („Interessengemeinschaft Nahwärme Pfofeld GbR“) gegründet, die die weitere Planung und Organisation vorantreiben sollte. Nach einigen Besprechungen und vielen Informationsgesprächen gründeten über 100 Pfofelder Bürger im Januar 2015 schließlich die Nahwärme Pfofeld eG.

Unter fachkundiger Anleitung eines Ansprechpartners für den Bereich Wärmelieferung des **Genossenschaftsverbandes Bayern** e.V. entwickelte man die Satzung für die Genossenschaft mit den Zielen, eine Nahwärmeversorgung in Pfofeld sowie ein Versorgungsnetz für schnelle Internetnutzung zu errichten und zu betreiben. In der ersten ordentlichen Generalversammlung am 16. Februar beschlossen die Genossen, das Projekt im März 2015 zu starten.

Geplant wurde das Projekt vom Ingenieurbüro **IBBH**, Hilpoltstein, das die komplette Planung und Ausschreibung des Projektes übernahm. Vor der Detailplanung wurde an alle Genossen ein Fragebogen verteilt, um detaillierte Planungsgrundlagen, wie Gebäudedaten, vorhandene Heizsysteme und den Wärmebedarf der Haushalte, zu erfassen.

Insgesamt sollten 126 Anwesen an das Nahwärmenetz Pfofeld angeschlossen werden. 82 Gebäude wurden bis dato mit Öl beheizt, fünf mit Flüssiggas und die restlichen Gebäude mit (mehr oder weniger modernen) Holzheizungen. Bei dem Großteil der zu beheizenden Gebäude handelte es sich um klassische Einfamilienhäuser. Dazu kamen noch eine Gaststätte und zwei Ferienhäuser mit speziellen Anforderungen.

Auf Basis der gesammelten Daten wurde der Wärmebedarf berechnet und die einzelnen Trassen des Nahwärmenetzes ausgelegt mit dem Ziel, die Wärmeleitungen möglichst kurz zu halten und so durch das Gelände zu führen, dass eine kostengünstige Realisierung gewährleistet ist. Dabei galt es auch zu berücksichtigen, dass der Wärmebedarf der Ab-

nehmer auch in Spitzenzeiten immer zuverlässig zu 100 Prozent gedeckt ist.

Einbindung der BHKW-Abwärme

Neben der Trassenführung durch die Ortschaft mussten auch die Wärmeerzeuger möglichst effizient in die Gesamtplanung eingebunden werden. Da viele Haushalte in Pfofeld bereits mit Holz heizten, plante man zu Beginn des Projektes, das Nahwärmenetz ausschließlich über eine Hackgutheizung mit Wärme zu versorgen. Im Zuge der weiteren Planung wurde aber schnell klar, dass es in der Umgebung von Pfofeld zwei Biogasanlagen gibt, deren Energie man nutzen könnte. Dies wäre kostengünstiger und ökologisch sinnvoll. Deshalb plante man zunächst ein genossenschaftseigenes Blockheizkraftwerk (BHKW), um das Gas aus der Biogasanlage im nahegelegenen Gundelshalm zu nutzen.

Durch die Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2014 sei aber eine solche Konstellation nicht mehr möglich gewesen. Der neue Gesetzestext wertet Wärmeerzeuger, die später via Gasleitung angeschlossen werden, praktisch als Neuanlagen. Daraus würde eine deutliche Reduzierung der Einspeisevergütung auf den Stand von 2014 folgen. Bei den Wirtschaftlichkeitsberechnungen war man noch von der deutlich höheren Einspeisevergütung von 2010 ausgegangen. Mit der Novellierung des EEG 2014 wurde die Variante, Gas ins Heizhaus nach Pfofeld zu liefern, praktisch unwirtschaftlich für den Biogasanlagen-Betreiber.

Gemeinsam mit dem Nahwärmespezialisten Enerpipe entwickelte man sodann ein neues Konzept, um doch noch eine möglichst hohe Einspeisevergütung sicherzustellen. Denn aufgrund moderner Nahwärmenetztechnik war man jetzt nicht mehr auf eine Gasleitung angewiesen, um die Energie zu transportieren, sondern konnte die in Gundelshalm vor Ort erzeugte Abwärme auskoppeln und nach Pfofeld transportieren. Die Abwärme entsteht in Gundelshalm bei der Stromerzeugung durch zwei BHKW, die das Biogas der Anlage als Antriebsenergie nutzen.

Dabei war es eine Herausforderung, die Druckbelastung, die sich aus dem geodätischen Höhenunterschied von 32 m zwischen Wärmeerzeuger und dem Netzanschluss in Pfofeld in der Transportleitung ergeben, technisch zu bewältigen. Bisher wäre eine solche Leitung mit Stahl-

rohren ausgeführt worden. Aufgrund der Länge von insgesamt 1,6 km hätten sich die Kosten dafür aber zu einem kleinen Vermögen addiert. Rat wusste der Hersteller Enerpipe. Denn das hauseigene „FibreFLEX“-Kunststoffrohr ist mit Aramidfasern verstärkt und kann so auch einem Druck von bis zu 10 bar, bei Medientemperaturen bis 95 °C, standhalten.

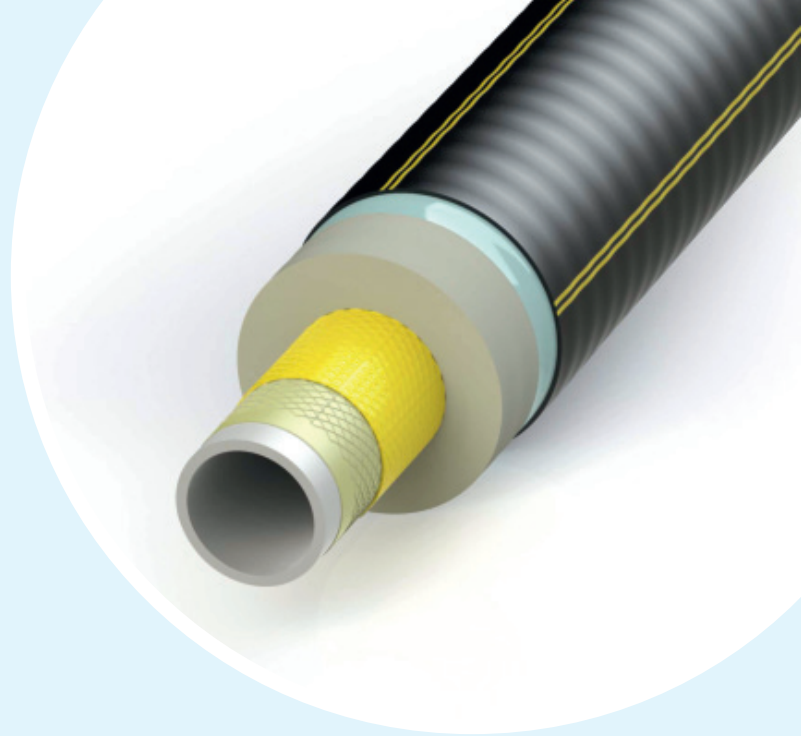
Aus dem neuen Konzept mit den „FibreFLEX“-Rohren ergaben sich in der Praxis noch weitere Vorteile für die Gesamteffizienz des Nahwärmenetzes. Denn statt einer thermischen Leistung von max. 250 kW, die das zunächst geplante BHKW vor Ort hätte zur Verfügung stellen können, ist das Nahwärmerohr jetzt in der Lage, bis zu 400 kW_{th} zu übertragen. Mit der erhöhten Übertragungsleistung war es nun möglich, die gesamte Kapazität der Biogasanlage, insbesondere in der Übergangszeit im Frühjahr und im Herbst, für das Pfofelder Nahwärmenetz zu nutzen. Denn gerade in diesen Perioden wirken sich die warmen Außentemperaturen am Tag bereits positiv auf die Leistung der Biogasanlage aus, da weniger Wärme für die Fermentation zugeführt werden muss. Gleichzeitig benötigen die Abnehmerhaushalte in Pfofeld aber noch viel Wärme, um die Häuser komfortabel zu beheizen.

In der Übergangszeit kann so die freie Kapazität der Wärmeerzeuger (ca. 350 kW_{th}) an der Biogasanlage genutzt werden. Nach dem alten Konzept mit der Biogasleitung würde im Heizhaus von Pfofeld lediglich eine Leistung von 250 kW_{th} zur Verfügung stehen.

Höhenunterschiede – eine Herausforderung für das Nahwärmenetz

Die Wärmezuleitung von Gundelshalm war jedoch nicht die einzige Trasse, bei der größere Höhenunterschiede überwunden werden mussten. Denn mit dem Ziel, das Wärmenetz möglichst kostengünstig und ökologisch zu betreiben, lag es nahe, die Abwärme einer weiteren Biogasanlage in das System einzuspeisen. Eine solche befindet sich im 3 km entfernten Nachbarort Rittern. Das Biogas in Rittern entsteht zum Großteil durch Verwertung von in der Viehzucht anfallender Gülle. Und wie in Gundelshalm wird die Abwärme von stromerzeugenden Blockheizkraftwerken geliefert. Das Problem: Hier galt es, einen Höhenunterschied von 46 m zwischen den BHKW (482 m ü.M.) in Rittern und der Einspeisestation in Pfofeld (436 m ü.M.), untergebracht im örtlichen Jugendheim, zu überwinden. Allein durch den Höhenunterschied ergibt sich bereits ein statischer Druck von 4,6 bar. Dazu kommt noch der Anlagen- und Anlagendruck. Beide addieren sich auf eine Druckbelastung von bis zu 10 bar im Netz – eine Herausforderung für das Nahwärmerohr „FibreFLEX“.

Die Möglichkeit, die Verrohrung der 3 km langen Strecke mit Stahlrohren zu realisieren, wurde aus Kostengründen schnell verworfen. Denn hier schlugen nicht nur die hohen Materialkosten zu Buche, auch die Verlegung ist sehr kostspielig, da praktisch alle 12 m geschweißt werden müsste. Auch kleinere Hindernisse, die sich mit einem Kunststoffrohr mit einer Biegung kostengünstig umgehen ließen, können bei der Verlegung von steifen Stahlrohren schnell zum kostenträchtigen



2a+2b | Trassenverlegung mit (hydraulischen) Hindernissen: Aufgrund der hügeligen Landschaft, in die das Örtchen Pfofeld eingebettet ist, und der daraus resultierenden geodätischen Höhenunterschiede war die Rohrverlegung in Theorie und Praxis nicht einfach. Neben den Trassen für das Nahwärmenetz wurde auch die Leitung für Highspeed-Internet verlegt.

3 | Enerpipe-„FibreFLEX“: Ein mit Aramidfaser verstärktes Kunststoffrohr für Druckbelastungen bis 10 bar bei 95 °C.



4 |

gen Problem werden. Aus diesen Gründen entschied man sich auch bei dieser Verbindung für glasfaserverstärkte Kunststoffrohre („FibreFLEX“, 75x75/202). Aufgrund der hügeligen Landschaft, in die das Örtchen Pfofeld eingebettet ist, sollten aber noch weitere Herausforderungen dieser Art auf die Planer zukommen.

Hackgutkessel mit 400 und 500 kW

Um die 126 Abnehmerhaushalte auch an extrem kalten Wintertagen zuverlässig mit Energie zu versorgen, wurde neben der Wärme aus den Biogasanlagen eine zusätzliche Wärmequelle benötigt. Da in der Region viel Holz zur Verfügung steht und viele Haushalte vor Inbetriebnahme des Nahwärmenetzes mit Holz heizten, beschloss man, noch zwei Hackgutkessel (**Heizomat**) in das Netz einzubinden. Um die genossenschaftseigenen Hackgutkessel unterzubringen, kaufte die Nahwärme-Genossenschaft Pfofeld ein altes Raiffeisen-Lagerhaus. Dies erwies sich aufgrund der sehr großzügigen Lagerfläche von über 1.800 m² als idealer Standort für das benötigte Heizhaus. Nach einem relativ problemlosen Umbau wurden dort die zwei Hackgutkessel mit thermischen Leistungen von 400 und 500 kW sowie die komplette Steuerung installiert.

Das Heizhaus liegt jedoch nur 431 Meter über dem Meeresspiegel, während der höchste Abnehmerhaushalt in der Pfofelder Siedlung mit 468 m ü.M. ganze 37 m höher liegt. Obwohl der Anschluss des Neubaugebietes mit Druckentkopplung durch einen Plattenwärmeübertra-

ger im Heizhaus ausgeführt wurde, kann eine solche Trasse mit konventionellen PN6-Kunststoffrohren nicht mehr ausgeführt werden. Deshalb setzten die Planer auch bei dieser Trasse auf Enerpipe-„FibreFLEX“.

Planung und Ausschreibung

Nachdem die Planungen der Trassenverläufe, der Wärmeerzeuger und deren Einbindung abgeschlossen waren, konnte die Ausschreibung der erforderlichen Bauarbeiten erfolgen. Nicht nur bei der Energieversorgung, auch bei der Auswahl der ausführenden Unternehmen, orientierte man sich regional. Die Installation der Heiztechnik übernahm der Pfofelder Fachhandwerksbetrieb **Gerhard Schuster**. Das Unternehmen zeichnete unter anderem verantwortlich für die hydraulische Umrüstung der Biogasanlage Gundelshalm, für die Installation der Hackgutkessel, der Netzpumpe und vieles mehr. Wichtig für den effizienten Betrieb des Netzes waren zudem die vom Fachhandwerker durchgeführte Vakuummentgasung und die Einrichtung einer entsprechenden Druckhaltung im System.

Die Tiefbauarbeiten und die Rohrverlegung übernahm **Karl Schmidt Bau** aus dem nahegelegenen Dittenheim.

Die Installation in den 126 Abnehmerhaushalten wurde von der **Rainer Dengler GmbH** aus dem nur wenige Kilometer entfernten Neudorf übernommen. Die Haushalte wurden mit dezentralen Nahwärme-Pufferspeichern und für Nahwärmenetze optimierten Frischwasserstationen aus dem Hause Enerpipe ausgestattet, die platzsparend direkt an den Pufferspeichern montiert werden können.

Die Realisierung des Projektes startete am 1. April 2015 mit den ersten Erdarbeiten. Da neben den Trassen für das Nahwärmenetz auch die Leitung für Highspeed-Internet verlegt sowie einige weitere Baumaßnahmen durchgeführt wurden, prägte der Satz „Das ganze Dorf ist eine Baustelle“ zu dieser Zeit die Gespräche in Pfofeld. Parallel zu den Arbeiten an den Trassen wurde auch das Heizhaus umgebaut und Heizkessel, Pufferspeicher und Steuerungstechnik installiert sowie großzügige Lagerflächen für das Hackgut geschaffen.

Bereits im Oktober 2016 konnte der letzte Abnehmerhaushalt an das Wärmenetz angeschlossen werden. Im November wurden die Tiefbauarbeiten abgeschlos-

sen und die Wärmeleitung von der Biogasanlage Gundelshalm ging ans Netz. Am 22. November wurde der erste Netzabschnitt fertiggestellt und der erste Haushalt dort mit Wärme aus dem Nahwärmenetz versorgt. Der zweite Netzabschnitt ging wenige Tage später in Betrieb. Zunächst wurde das Netz allein von der Biogasanlage Gundelshalm versorgt, aber schon wenige Tage später ging der erste Hackgutkessel im Heizhaus ans Netz. Die zweite Hackgutheizung und die Biogasanlage in Rittern folgten wenig später.

Die passende Hydraulik für das Nahwärmenetz

Wenn ein Nahwärmenetz so effizient wie möglich betrieben werden soll, müssen die Planer das Netz nicht nur an die örtlichen Gegebenheiten anpassen, sondern versuchen, diese möglichst optimal zu nutzen. So fanden die Planer im kreisförmig angelegten Ortszentrum von Pfofeld die optimalen Voraussetzungen, um einen Teil des Netzes als Ringleitung auszuführen. Eine solche Ringleitung ermöglicht die Versorgung der Haushalte mit kleineren Leitungsdurchschnitten, da sich die hydraulischen Kapazitäten in einer Ringleitung leichter anpassen lassen. Kleinere Rohrsträrken sparen zudem nicht nur

Kosten, sondern punkten zudem noch mit geringeren Wärmeverlusten. Die Pfofelder Ringleitung wird mit einem 110er-Nahwärmerohr versorgt. Die Ringleitung selbst wird dann mit deutlich dünneren 75er-Rohren weitergeführt. Im ersten Schritt wurde die Ringleitung ausschließlich vom Pfofelder Heizhaus versorgt.

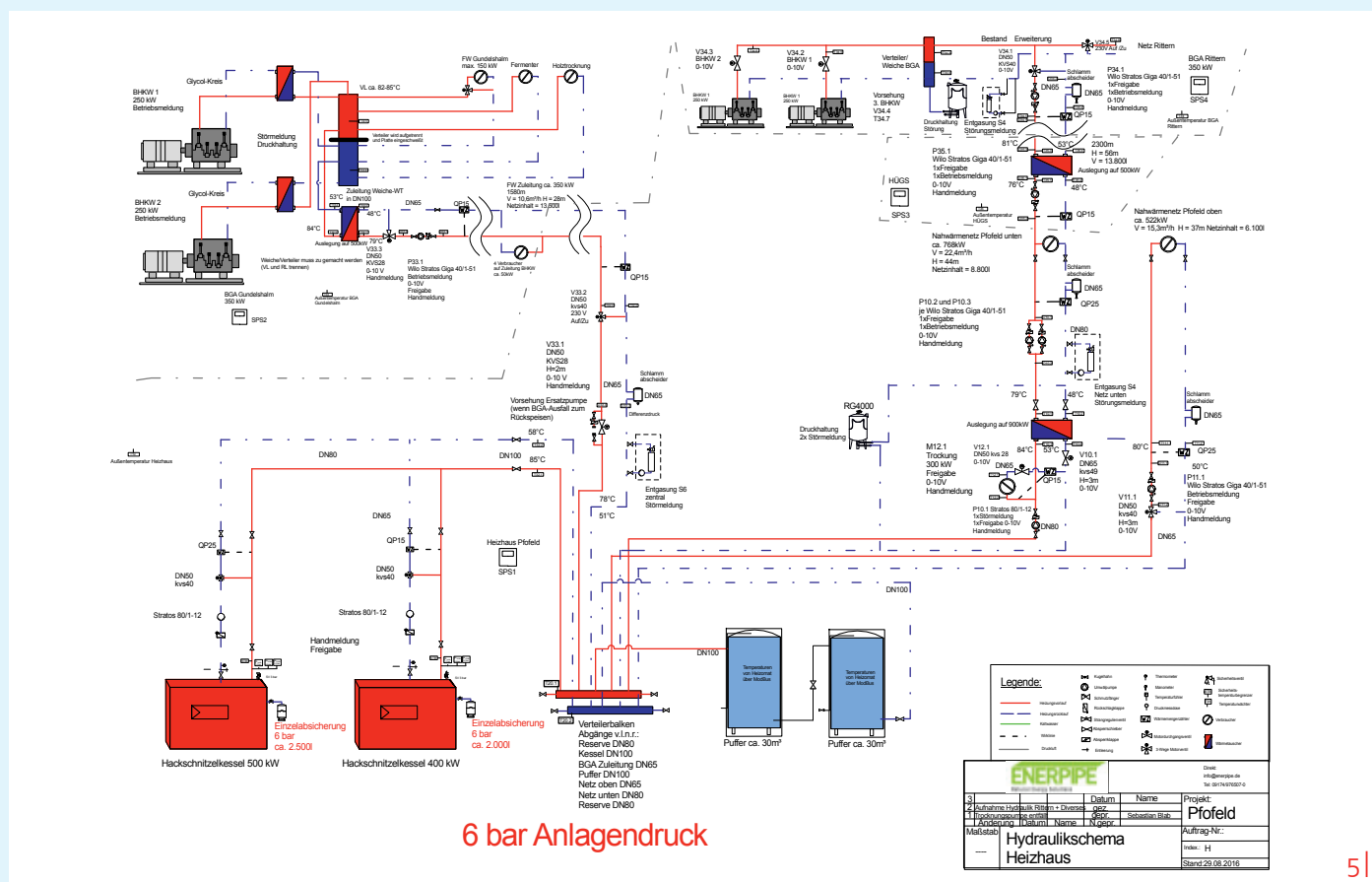
Nach dem Anschluss der Wärmeleitungen aus Rittern wurde zudem auch von der gegenüberliegenden Seite Wärme in den Ring eingespeist. Der Grund: Die Abwärme aus den BHKW der Biogasanlage in Rittern ist wesentlich günstiger als die der Hackgutkessel.

Um den Wärmeeintrag der einzelnen Wärmeerzeuger optimal aufeinander abzustimmen, kommunizieren die Pumpen in der Höhenübergabestation für die Wärme aus Rittern und die Pumpen im Heizhaus mittels Speicher-Programmierbarer Steuerungen (SP Steuerung) miteinander. So ist stets gewährleistet, dass immer die Leitung mit der kostengünstigsten Wärme einspeist.

Insgesamt wird das Pfofelder Nahwärmenetz von insgesamt sieben Wärmeerzeugern mit Wärme versorgt: zwei Blockheizkraftwerke der Biogasanlage Gundelshalm (**Schnell AG/Scania Gas-**

4 | Umnutzung des alten Raiffeisen-Lagerhauses: Dieses erwies sich aufgrund der sehr großzügigen Lagerfläche von über 1.800 m² als idealer Standort für das benötigte Heizhaus. Nach einem Umbau wurden dort die zwei Hackgutkessel mit thermischen Leistungen von 400 und 500 kW sowie die komplette Steuerung installiert.

5 | Ein Dorf, ein Netz: Das Hydraulikschema des Pfofelder Nahwärmenetzes mit Biogas-Blockheizkraftwerken und Hackgutkesseln. (Abbildungen: Enerpipe)





motoren), drei Blockheizkraftwerke der Biogasanlage Ritters (Hag/MAN Gasmotoren) sowie zwei Hackgutkessel im Heizhaus direkt in Pfofeld. Um die Wärmeversorgung des Netzes optimal abzustimmen, sind alle Wärmeerzeuger mit einzelnen SP Steuerungen ausgestattet, die untereinander Informationen austauschen. Mit dem Ziel, immer zunächst die Abwärme aus den BHKW der Biogasanlagen zu nutzen, bevor Hackgut verheizt wird. Erst wenn die fünf Blockheizkraftwerke nicht mehr ausreichen, um den aktuellen Wärmebedarf des Netzes zu decken, gehen die Hackgutheizungen in Betrieb. Neben der Ressourcenschonung sorgt die Verteilung der Wärmeversorgung auf insgesamt sieben Anlagen für eine hohe Versorgungssicherheit.

Um das Netz kontinuierlich zu optimieren und an die Verbrauchsgewohnheiten der Abnehmer anzupassen, kann die gesamte Anlage online überwacht und gesteuert werden. Die Rücklauftemperaturen der dezentralen Speicher werden praktisch permanent überwacht und mit den Vorjahresdaten verglichen. Bei größeren Abweichungen können die Nahwärmespezialisten sofort reagieren und weitere Maßnahmen einleiten, wie zum Beispiel einen verkalkten Brauchwarmwasserbereiter austauschen. So werden unnötig hohe Betriebskosten von vornherein konsequent vermieden. Und sollte ein weiterer Abnehmerhaushalt dazukommen, wird das Netz innerhalb kürzester Zeit für die Erweiterung optimiert.

Konzept mit dezentraler Wärmespeicherung

Entscheidend für die Effizienz eines Nahwärmenetzes ist ein intelligentes Speichermanagement. Dies gilt umso mehr für ein Netz, wie das in Pfofeld, in das mehrere Wärmeerzeuger einspeisen, die untereinander koordiniert werden müssen unter der Prämisse: Die kostengünstigste Wärmequelle zuerst! In Pfofeld setzen die Genossen auf das von Enerpipe entwickelte System mit dezentralen Nahwärme-Pufferspeichern. Damit lasse sich der Wärmeverlust in Nahwärmenetzen deutlich reduzieren. Denn im Gegensatz zu Wärmenetzen mit zentraler Speicherung, die praktisch permanent in Betrieb gehalten werden muss, um den Wärmebedarf der Abnehmer zu decken, werden die dezentralen Pufferspeicher im Sommer nur in regelmäßigen Abständen vollständig beladen. Eine spezielle Sommerschaltung trägt gerade dann, wenn wenig Wärme benötigt wird, dazu bei, den Wärmeverlust des

Netzes deutlich zu reduzieren. Im Vergleich zu einem konventionellen Wärmenetz mit zentraler Speicherung können so im Sommer Betriebskosten eingespart werden. Heute versorgt die Anlage 126 Einfamilienhäuser, zwei Gaststätten, ein Jugendheim und das Sportheim mit genossenschaftlicher Nahwärme.

Während die Pfofelder früher, wie alle anderen Heizölkonsumenten, von den Preisschwankungen an den Weltmärkten abhängig waren, können sie sich heute auf konstante (niedrigere) Preise verlassen (5,5 Cent/kWh Nahwärme) – und das bei hoher Versorgungssicherheit. Das Ziel „Unabhängigkeit von Heizöl und Gas“ wird oft als Motivation für die Anschaffung neuer Heizsysteme genannt. Das haben die Pfofelder mit ihrem Nahwärmenetz tatsächlich erreicht. Mehr noch: Der Großteil der Wertschöpfung aus dem Nahwärmenetz, den Biogasanlagen und dem Holzeinschlag verbleibt in der Region. Da nahezu alle beteiligten Handwerker und Unternehmen aus der Nähe kommen, trägt das Projekt auch zur Sicherung von Arbeitsplätzen in der Region bei.

Auch langfristig sparen die Mittelfranken Geld: Da die Lebensdauer einer jeden Heizung begrenzt ist, sind nach einer gewissen Zeit Reinvestitionen für ein neues Gerät oder ein neues Heizsystem notwendig. In Pfofeld verteilen sich aber die Investitionskosten auf viele Schultern. Zudem wird von den monatlichen Gebühren ein festgelegter Betrag für Anschaffungen zurückgelegt, der bei Bedarf in neue Anlagen investiert wird. Das gibt den angeschlossenen Haushalten Sicherheit und nimmt das Risiko, eine Heizungsreparatur aus der Haushaltskasse stemmen zu müssen.

Den Konzernen ein Schnippchen schlagen

Darüber hinaus leisten die Pfofelder so auch ihren Beitrag zum Klimaschutz und nutzen die Abwärme der BHKW der Biogasanlagen-Betreiber, die sonst ungenutzt in die Luft geblasen würde. „Wir stärken die Region, in dem wir dafür sorgen, dass die Ausgaben für Wärme in der Region bleiben und nicht mehr hauptsächlich ins Ausland und an die Ölkonzerne fließen“, heißt es bei der Pfofelder Genossenschaft stolz, die den großen Konzernen damit ein Schnippchen schlagen. ■

Weitere Informationen unter:
www.energie-pfofeld.bayern
www.enerpipe.de



Wärmeversorgung

Heizwärme mit hohem Wirkungsgrad erzeugen, verteilen und bedarfsgerecht abgeben sowie Warmwasser hygienisch bereitstellen, das sind die Aufgaben konventioneller Heiztechnik. Angesichts steigender Energie- und Brennstoffkosten sind die Wahl des richtigen Wärmeversorgungssystems sowie der Aspekt der effizienten Wärmerückgewinnung Kernfragen der TGA-Planung.