

Wärme aus Abwasser und dem umgebenden erwärmten Erdreich nutzen

Unser Abwasser wird mittlerweile immer stärker als mögliche Wärmequelle gesehen. Über Wärmepumpen und Kältemaschinen kann diese immense Wärmequelle heute wirtschaftlich erschlossen werden. Nachdem Strom, aufgrund des steigenden Anteils der regenerativen Erzeugung, immer umweltfreundlicher wird, ist der Einsatz von elektrisch betriebenen Wärmepumpen und der zusätzlich gewonnenen Umweltenergie aus dem Abwasserkanal und dem umgebenden, erwärmten Erdreich eine interessante zukunftsfähige Technologie. Eines der am Markt befindlichen Systeme ist das PKS-ThermPIPE® der Firma Frank GmbH aus Mörfelden, das im Folgenden vorgestellt wird.

Die Wärmequelle Abwasser

Die Menge an regenerativer Energie ist in der Summe gesehen weltweit prinzipiell unerschöpflich. Da Energie gemäß dem Energieerhaltungssatz nie verloren geht, ist es eine technische, wirtschaftliche und ökologische Herausforderung diese in einem Zustand der Wiedernutzbarkeit zu erhalten. Durch Rückgewinnungsmöglichkeiten soll sich der Energiekreislauf ständig schließen. Energieverluste stellen keine Vernichtung von Energie dar, sondern lediglich Umwandlungen in nicht nutzbare Energie, sogenannte Anergie.

Das Erdreich um die Abwasserkanäle nimmt ständig die Wärmeenergie des Abwassers auf (Wärmeverlust) und fungiert quasi als „Anergiespeicher“.

Häusliches Abwasser verlässt das Eigenheim in Richtung öffentliche Kanalisation mit einer durchschnittlichen Temperatur von 22 °C (bei industriellem Abwasser liegen die Temperaturen teilweise noch höher). Bis zur Kläranlage kühlt sich das Abwasser in der Regel auf 10 bis 16 °C ab. Dabei gibt das Abwasser die Temperatur an das umgebende Erdreich ab. Jeder Liter Abwasser verliert so bis zu

12 Kelvin, das sind rund 13 Wh, an das Erdreich. Gängige Abwasserwärmerückgewinnungssysteme, ohne Einbindung des Erdreichs, gewinnen bisher lediglich aus dem Abwasser die Energie. Um die Biologie auf den Kläranlagen nicht zu stören, liegt die mögliche Entwärmung des Abwassers durch diese Wärmerückgewinnungssysteme im Bereich von 1 K. Das darüber liegende große Anergiepotenzial bleibt so noch ungenutzt.

Das „System“ PKS-ThermPIPE®

Die PKS-ThermPIPE-Rohre sind querschnittsfreie Abwasser-Wickelrohre, die eine Grundwand besitzen, sowie außenliegende Stützschräuche zur statischen Lastaufnahme des Erdreichs. Die Stützschräuche werden mit einem Wärmeträgermedium (Glykolgemisch oder Wasser) durchströmt. Dieses Wärmeträgermedium führt die im Abwasserkanalbereich entzogene Wärme an eine Wärmepumpe (oder Kältemaschine), die das niedrige Temperaturniveau mittels eines Verdichters auf höhere Heiztemperaturen zur Gebäudeheizung bringt.

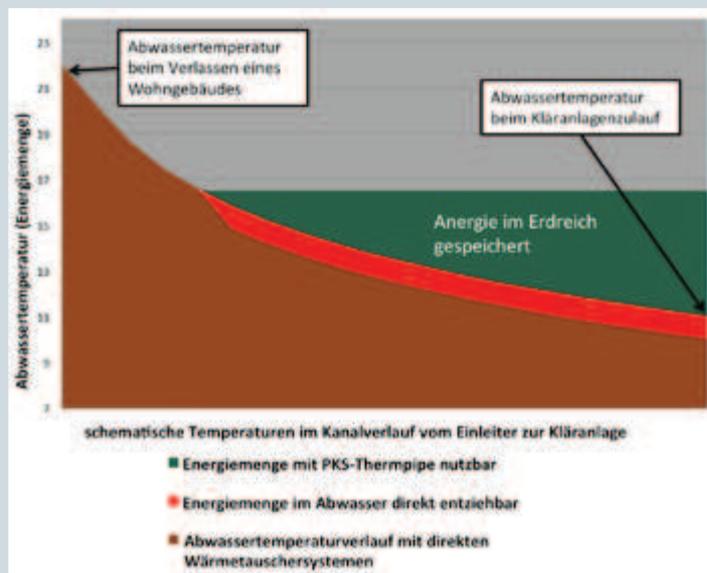


Bild 1: Abwassertemperaturverlauf im Kanal



Bild 2: Das System PKS-ThermPIPE®

Das PKS-Thermpipe® entzieht direkt Wärme aus dem Abwasser ohne Staustellen und zusätzlich entnimmt es gleichzeitig die Energie aus dem umgebenden erwärmten Erdreich. Rund 20 % der Wärmeenergie entstammen aus dem Abwasser direkt und etwa 80 % aus dem vom Abwasser erwärmten Erdreich. Das Erdreich mit seiner Speicherfunktion ist gerade in den Fällen wichtig, wenn diskontinuierlich Abwasser mit unterschiedlichen Temperaturhöhen anfällt. Man kann über die Pufferwirkung eine relativ gleichbleibende und verlässliche Wärmeentzugsleistung erzielen. Das Erdreich wird thermisch laufend durch nachfließendes Abwasser in den Abwasserrohren regeneriert. Bei hohen Abwassertemperaturen, z. B. aus industriellem Prozessabwasser mit über 30-40 °C, kann Trinkwasser auch ohne Wärmepumpeinsatz vorerwärmt werden. Benötigt man die Abwasserwärmerückgewinnung zu Gebäude- oder Prozessheizwecken mit entsprechendem Vorlauftemperaturniveau, werden eine oder mehrere Wärmepumpen eingesetzt.

Das PKS-Thermpipe® ist im Grunde eine optimierte waagrechte Geothermiesonde und verwendet als Wärmequelle höhere Temperaturen gegenüber der klassischen Geothermie. Aus diesem Grund sind auch die Wirkungsgrade (Leistungszahlen) der Wärmepumpen mit dem PKS-Thermpipe® höher. Sofern ein Kanalneubau ansteht sind die Mehrkosten, um neben der Abwasserentsorgung auch die Wärme zu nutzen, relativ gering.

Ein weiterer vorteilhafter Aspekt ist, dass Gebäude mit dem PKS-Thermpipe® über reversible Wärmepumpen oder Kältemaschinen effektiv gekühlt werden können. Passives Kühlen ist ebenso auch ohne maschinellen Einsatz möglich. Im Sommer wird die aus den Gebäuden entzogene Wärme (Kühlung) an das Erdreich und an das Abwasser abgegeben. Aufgrund der höheren Temperaturdifferenz im Vergleich zu elektrisch betriebenen Außenluftklimaanlagen werden dabei höhere Leistungszahlen erreicht. Das zusätzliche Aufheizen der Innenstädte im Sommer aufgrund der wärmeabgebenden Klimageräte kann über die erdreichgebundene Wärmeabfuhr umweltfreundlich umgangen werden. Der in das Erdreich eingespeiste Wärmeenergieanteil steht im winterlichen Heizfall unter bestimmten Konstellationen wieder zur Verfügung.

Erhöhen der Energiespeicherfähigkeit

Zur Verbesserung der Energiespeicherfähigkeit des Erdreichs, ist der Einsatz von thermisch optimierten Verfüllbaustoffen möglich. Diese flüssig in den Rohrgraben eingebrachten Baustoffe härten spatenstichfest und formschlüssig um das PKS-Thermpipe®-Rohr aus. Sie sind hinsichtlich der spezifischen Wärmekapazität und der Wärmeleitfähigkeit optimiert und weisen bessere Werte als die gängigen Einsandungen und das natürliche Erdreich auf. Durch die Formschlüssigkeit zum Wärmetauscher entstehen keine wärmeübergangsbehindernden Lufteinschlüsse. Auch die statische Ankopplung an das Erdreich wird verbessert. Befinden sich die Abwasserleitungen im Bereich des Grundwassers, erhöht sich die Effizienz des Gesamtsystems aufgrund der erhöhten Energieaufnahmefähigkeit.



Bild 3: PKS-Thermpipe® Heerenveen DH 600



Bild 4: PKS-Thermpipe® Winnenden DN 1500



Bild 5: PKS-Thermpipe® DN 500 mit Passstück



Bild 6: PK-thermische Abwasserwärmetauscher (Thermopipe) DN 800, Verteilerschacht mit 24 Heizkreisen in Dax, Frankreich

Beispiele ausgeführter Anlagen

Anlage in Winnenden, Kläranlage Zipfelbachtal, (Bild 4)

Anlagendaten:

- » PK-thermische Abwasserwärmetauscher (Thermopipe) DN 1500: 60 m
- » Heizkreise: 10
- » Trockenwetterabfluss: 40 l/s
- » Abwassertemperatur im Winter: 13 °C
- » Heizleistung: 43 kW
- » Entzugsleistung: 34,4 kW
- » Wärmepumpen-Vorlauftemperatur: 50 °C
- » Wärmepumpen-Rücklauftemperatur: 40 °C
- » Soleeintrittstemperatur: 6 °C
- » Soleaustrittstemperatur: 3 °C
- » COP bei Auslegung: 5,0

Anlagen in Heerenveen (Niederlande), (Bild 3)

Anlagendaten (vier Einzelanlagen):

- » Anlage 1: 60 m Thermopipe DN 800; 50 kW Entzugsleistung, ca. 70 kW Heizleistung
- » Anlage 2: 60 m Thermopipe DN 700; 45 kW Entzugsleistung, ca. 60 kW Heizleistung
- » Anlage 3: 60 m Thermopipe DN 700; 45 kW Entzugsleistung, ca. 60 kW Heizleistung
- » Anlage 4: 60 m Thermopipe DN 600; 38 kW Entzugsleistung, ca. 52 kW Heizleistung

Anlage in Weimar Wimaria Sportzentrum, (Bild 5)

Anlagendaten:

- » PK-thermische Abwasserwärmetauscher (Thermopipe) DN 500: 36 m
- » Trockenwetterabfluss: 7,5 l/s
- » Heizkreise: 3

- » Heizleistung: 22,7 kW
- » Entzugsleistung: 18,5 kW

Anlage in Dax (Frankreich), Eco Quartier du Mousse, (Bild 6)

Anlagendaten:

- » PK-thermische Abwasserwärmetauscher (Thermopipe) DN 800: 144 m
- » Heizkreise: 24
- » Trockenwetterabfluss: 138 l/s
- » Temperatur im Abwasser: 16-27 °C
- » Entzugsleistung: 120 kW
- » Heizleistung: 147 kW
- » Wärmebedarf: Deckungsgrad mit Thermopipe (90 %), Rest Gasbrennwert (10 %)

Fazit und Ausblick

- » Erdreichgebundene Abwasserwärmetauscher speichern die Energie aus Abwasser und stellen diese bei Bedarf wieder zur Verfügung. Sie sind so auch ein bedeutender Baustein im Smart Grid und entlasten die Stromnetze.
- » Selbst erzeugter überschüssiger Strom, z. B. aus einer Photovoltaikanlage, kann über reversible Wärmepumpen in Wärme umgewandelt und im kanalumgebenden Erdreich zwischengespeichert werden. Die Wärmepumpen-Heizungspuffer in den Gebäuden helfen zusätzlich die Lastspitzen des Stromnetzes zu kompensieren.
- » Stauraumkanäle aus PK-thermischen Abwasserwärmetauscher-Rohren (Abwasserreservoirs) können gezielt bei Stromlasttiefen auf niedrigem Temperaturniveau als Wärmespeicher verwendet werden.
- » Erdreichgebundene Abwasserwärmenutzungsanlagen können im Altbau oder in Nah- und Fernwärmenetzen einen überaus großen einspeisenden Energieanteil über die Anhebung des Heizungsrücklaufs wirtschaftlich und ökologisch übernehmen.
- » Thermische Aktivierung von Infrastruktur als Einsparmöglichkeit für Kommunen ist ein weites Feld. So kann Abwasserwärme z.B. genutzt werden zur passiven (ohne Wärmepumpenunterstützung) Eisfreihaltung von öffentlichen Plätzen, Gehwegen, Bahnsteigen, Weichen usw..

AUTOR



BERNHARD LÄUFLE

Frank GmbH, Mörfelden-Walldorf

Tel. +49 6105 4085-209

E-Mail: b.laeufle@frank-gmbh.de

IFAT Halle B6, Stand 312