

PKS-THERMPIPE[®]

Energie aus Abwasser und Erdreich nutzen

Dipl.-Ing. Ralf Weber

- wo Menschen leben und arbeiten entsteht Abwasser
- Abwasser wird *ungenutzt* in der Kanalisation entsorgt
- Abwasser enthält Restwärme von durchschnittlich 15 °C
- diese wird auch an umgebendes Erdreich abgegeben
- Restwärme könnte vor Ort zum Heizen und Kühlen von nahestehenden Gebäuden verwendet werden (Schulen, Krankenhäuser, Bürogebäude, Wohnquartiere)

- Wie diese Restwärme nutzbar machen?
- nach Wärmetauscher-Prinzip Abwasser und Erdreich Wärmeenergie entziehen
- über innovatives Kanalrohrsystem thermische Energie an Wärmepumpe zur Energieumsetzung leiten

- Projekt am FITR von 2008 bis 2011

Entwicklung eines Kunststoffwickelrohres zur Nutzung der Energiepotentiale im System Boden-Kanal | THERMPIPE

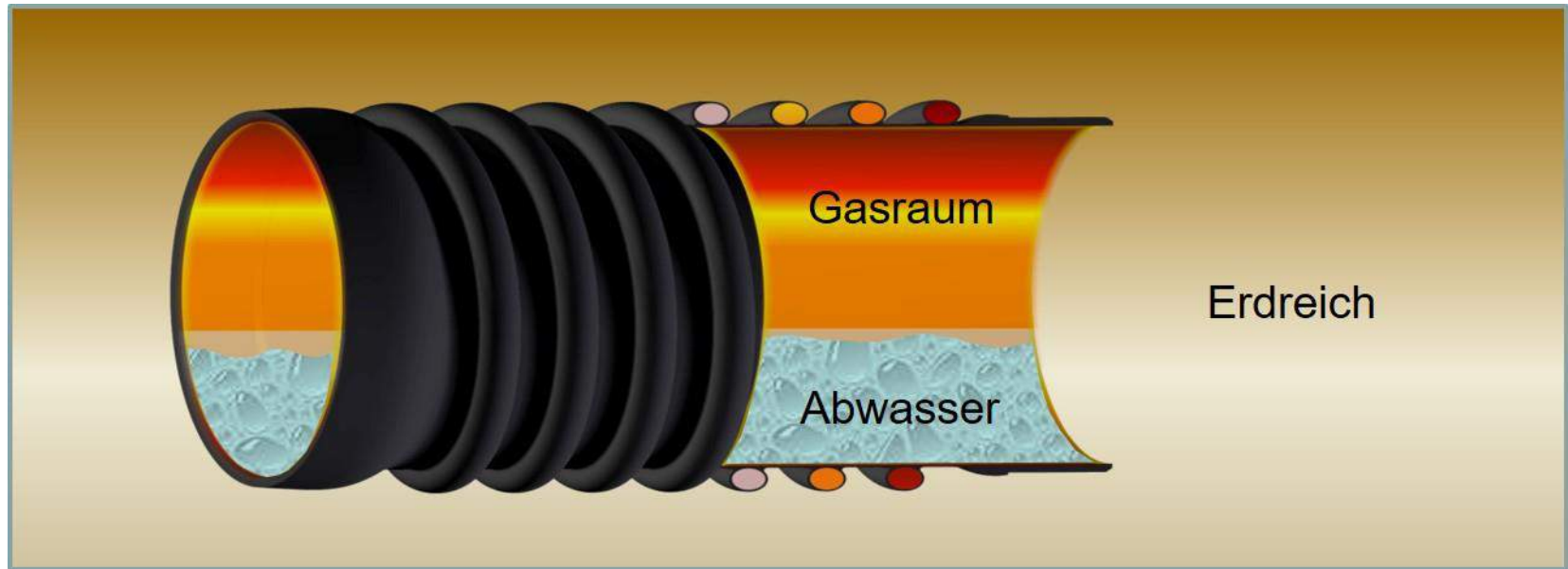


PKS-Profilkanalrohrsystem der Frank & Krah Wickelrohr GmbH

- Kanalrohre aus PE oder PP im Wickelverfahren hergestellt
- PR-Profil mit spiralförmig umlaufendem Stützrohr zur Erhöhung der Ringsteifigkeit und für geringes Rohrgewicht

Quelle: https://www.frank-gmbh.de/de/produkte/abwasser-umwelt/pks_profilkanalrohrsystem.php

- Modifizierung des spiralförmig umlaufenden Stützrohr zum Wärmetauscher-Element mit Wärmeträgermedium



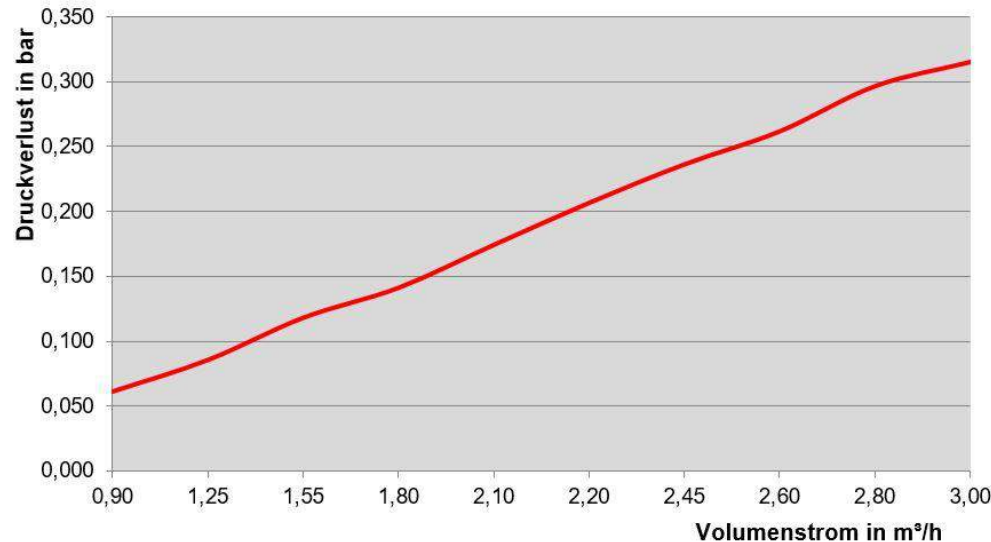
Quelle: Frank & Krah Wickelrohr GmbH

- umfassende energetische Betrachtungen im System Boden-Kanal
- Entwicklung eines Rohrsystems mit optimierten Geometriedaten zur Wärmegewinnung einschließlich der Fertigungstechnik
- Fertigung des Rohrsystems als Funktionsmuster und Erprobung am realen Objekt
- Definition energiewirtschaftlicher Einsatzbedingungen

- PKS-Kanalrohre DN 300 – DN 3500
- Stützrohrdurchmesser bei PR-Profil je nach statischen Anforderungen
- Ermittlung Probandengeometrie => Druckverlustberechnungen im Stützrohr bei versch. Volumenströmen
- Berechnungsreihen NW-Stützrohr mit 29 mm und 50 mm
- Ergebnis: Stützrohr mit 50 mm geringerer Druckverlust

- Festlegung Probandengeometrie:
=> DN 400 | BL 6,00 m | NW-Stützrohr 50 mm (L 72 m)

Druckverlustmessung im Laborversuch



- Entwicklung Rechenmodell zur Abschätzung möglicher Wärmegewinn (Auszug)

ThermPIPE - Profilgeometrien (Version 3), AWR: 400-900, Stützschlauch: P-800-212-S-NW 50													
NW AWR	V Volumenstrom Fluid m³/h	L Länge Abwasserrohr	t _a Temp. Erde	t _a Temp. Abwasser	t _a Temp. AW-Rohr Luft	t _i mittlere Temp. Fluid Stützrohr	hwasser (m) AW-Stand im AW-Rohr	W Stömungs- geschw. H ₂ O in A'W'-R (m/s)	W Stömungs- geschw. Luft in A'W'-R (m/s)	Q Wärmestr. AW-Rohr Luft W	Q Wärmestr. AW-Rohr Wasser W	Q Wärmestr. Erde-Stütz- schlauch W	Q _{gesamt} Wärmestr. W
400	1,7	6	4,5	23,4	6,3	0,2	0,12	1	1	154,81	832,65	2740,17	3727,63
500	1,2	6	4,5	14,9	5,6	-1,59	0,12	1	1	243,68	547,03	5318,93	6109,64
600	1,2	6	4,5	14,9	5,6	-1,59	0,12	1	1	322,64	495,02	6239,08	7056,74
700	1,2	6	4,5	14,9	5,6	-1,59	0,12	1	1	405,68	455,17	7158,75	8019,59
800	1,2	6	4,5	14,9	5,6	-1,59	0,5	1	1	186,16	2959,88	8078,02	11224,07
900	2	6	10	14,9	5,6	5	0,1	1	1	50,30	192,32	7778,40	8021,02

- Durchführung kleintechnischer Feldversuche
- Versuchsp parameter:
 - Proband DN 400, BL 6,00 m, NW-Stützrohr 50 mm (L 72 m)
 - Verlegetiefe 2,20 m
 - Wärmepumpe Typ Ochsner GMSW 7plus (Sole/Wasser) mit Heizleistung von 7,2 KW, 200 l Pufferspeicher, diverse Messtechnik wie z. B. Wärmemengenzähler
 - Variation Abwassertemperaturen von 4 - 25 °C
 - Variation des Volumenstrom des Wärmeträgermediums (Wasser-Glykol-Gemisch) von 1.0 m³/h bis 1,7 m³/h (variabler Pumpendruck)
 - Fluidvorlauftemperaturen (in den Probanden) bis zu -5°C
 - Erfassung der Erdreichtemperaturen horizontal und vertikal um den Probanden herum

Kleintechnische Feldversuche



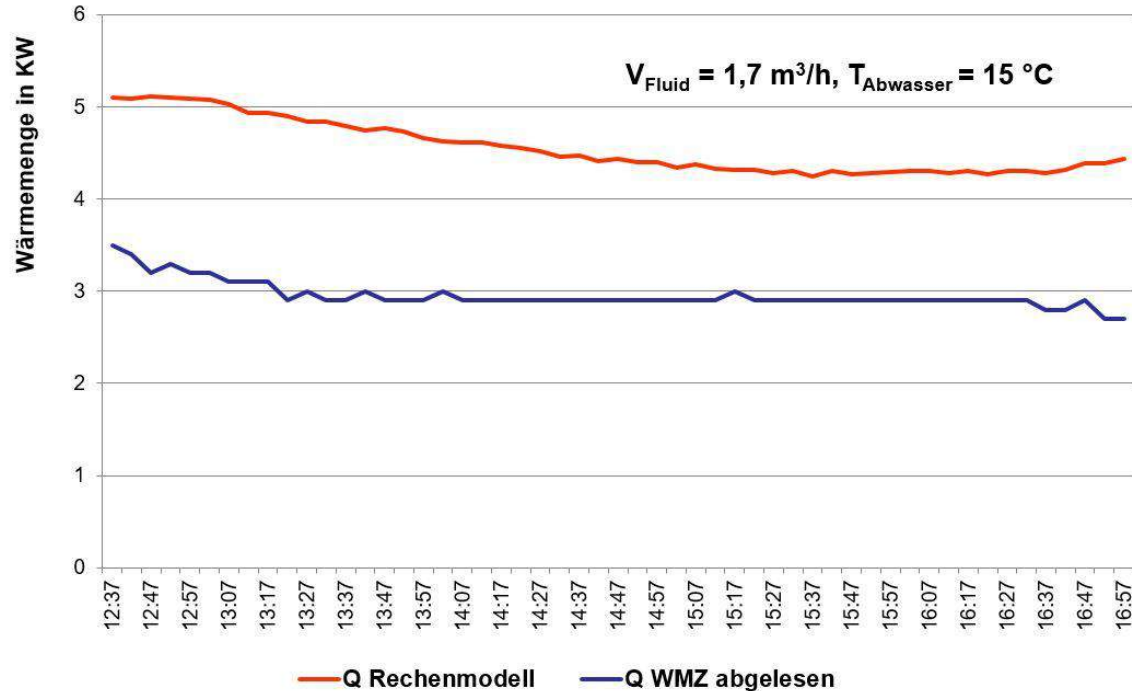
Kleintechnische Feldversuche



Kleintechnische Feldversuche => Wärmegewinn

- Messung des realen Wärmegewinns über Wärmemengenzähler
- in Feldversuchen konnten unter Versuchsbedingungen bis zu 3 kW gewonnen werden
- reale Wärmegewinn lag nur bei ca. 65 % des rechnerisch ermittelten (galt aber für alle Messreihen)
- Minderung liegt in der Komplexität des Wärmeübergangs im System THERMPIPE begründet, daraus resultierend mögliche Fehler im mathematischen Ansatz

Kleintechnische Feldversuche => Wärmegewinn

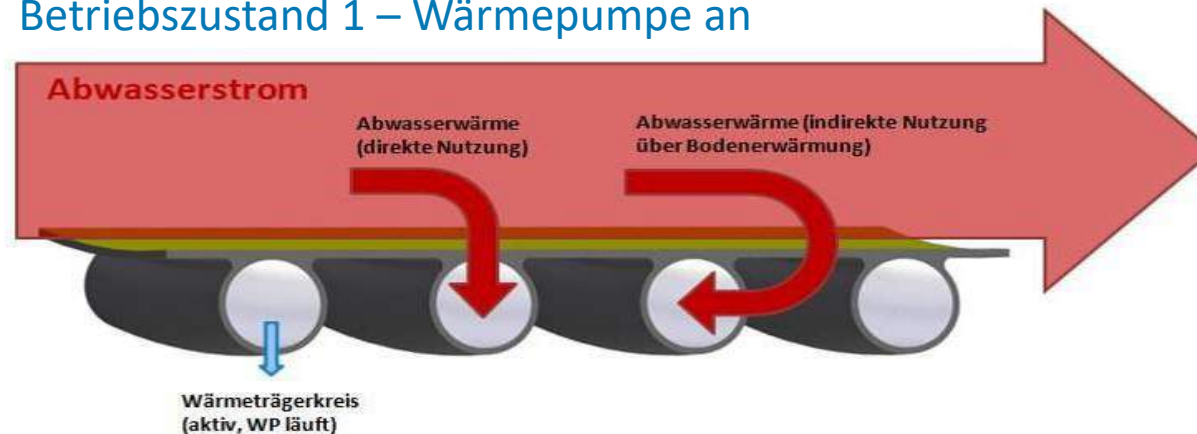


Kleintechnische Feldversuche => Wärmegewinn

- Höhe Volumenstrom des Wärmeträgermediums => *kein Einfluss*
- Abwassertemperatur => *geringer Einfluss*
- Abwasser-Füllhöhe in Rohrleitung => *geringer Einfluss*
- Temperaturdifferenz zwischen Wärmeträgermedium und die Rohrleitung umgebendes Erdreich => *bedeutender Einfluss*
- bis 1,40 m Entfernung vom Probanden macht sich Einfluss des Wärmezuges im Erdreich messtechnisch bemerkbar
 - => Beschränkung Vorlauftemperatur Wärmeträgermedium
 - => Vermeidung von unzulässiger Auskühlung Erdreich

- System THERMPIPE ist Kombination aus Nutzung von
 - => Abwasserwärme
 - => oberflächennaher Erdwärme im Umfeld der Abwasserleitung
- Abwasserwärme dient als Puffer

Betriebszustand 1 – Wärmepumpe an



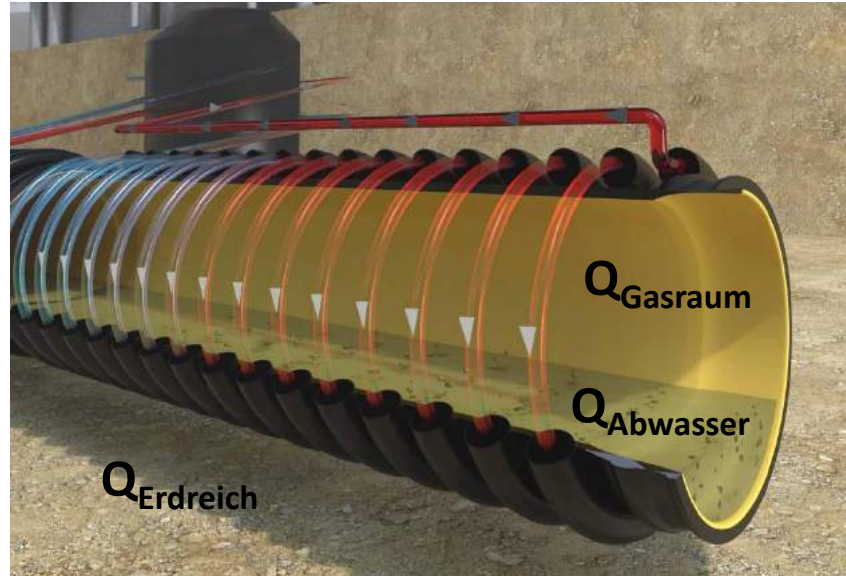
Quelle: <https://www.frank-gmbh.de>

Betriebszustand 2 – Wärmepumpe aus



Quelle: <https://www.frank-gmbh.de>

Wärmeenergiebilanz



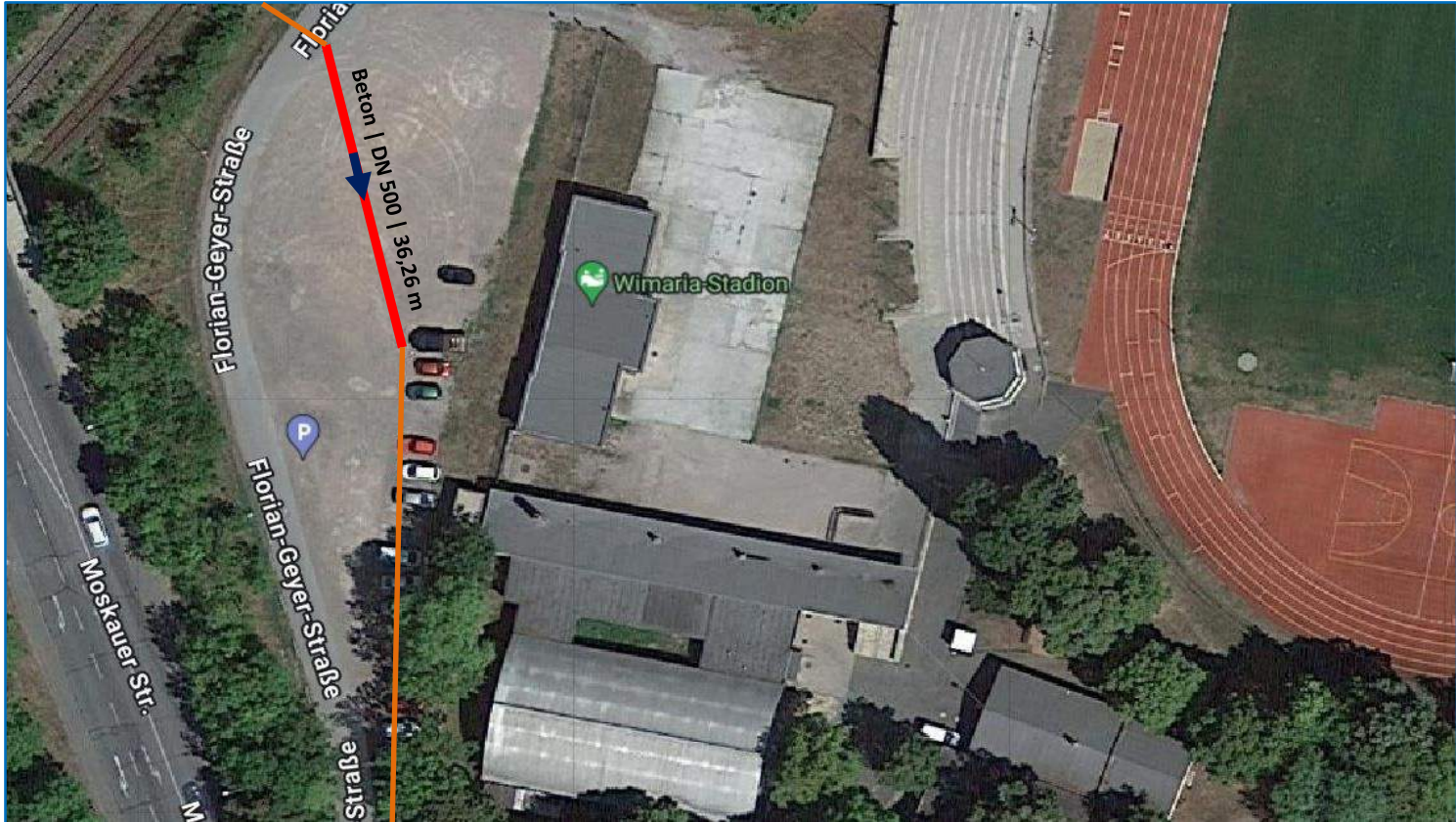
$$E_{\text{gesamt}} = E_{\text{Erdreich}} + E_{\text{Abwasser}} + E_{\text{Gasraum}} = 0,5 \text{ kW/m}$$

(76 - 84 %) (12 - 20 %) (4 %)

Quelle: <https://www.frank-gmbh.de>

Versuchsbaustelle für die Stadt Weimar Anfang 2011

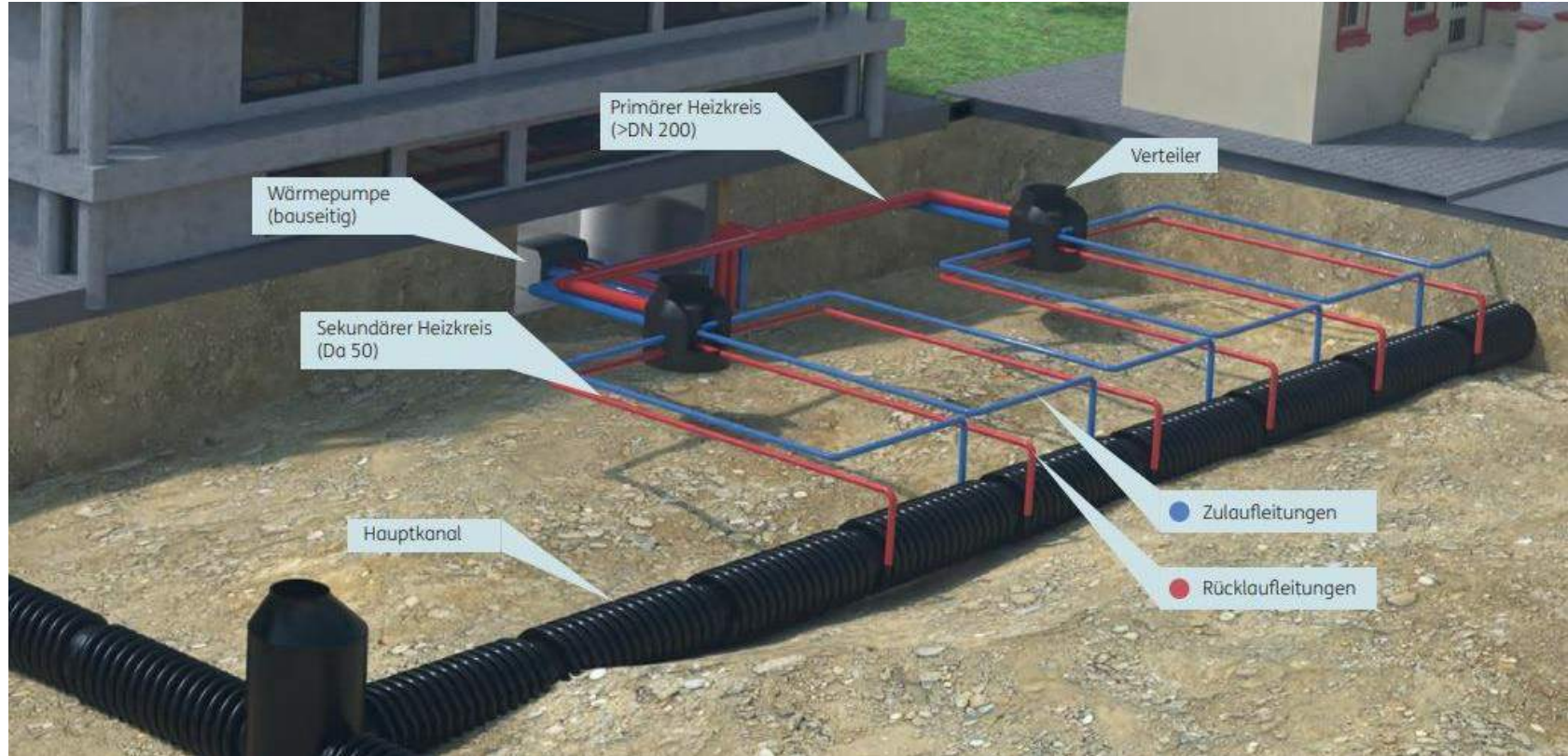
- Abwassersammelleitung DN 500 aus Neubaugebiet Weimar West, Haltungslänge ca. 36 m
- ca. 5000 Einwohner, entspricht einem AW-Aufkommen von ca. 14 l/s mit Abwassertemperatur von 14 - 19 °C
- Nutzung der gewonnenen Wärmeenergie am Wimaria-Stadion für die Turnhalle mit Dusch- und Sanitärtrakt, Sportamt der Stadt Weimar
- Heizlast aller Gebäude ca. 205 kW
- bislang Wärmebereitstellung über atmosphärischen Gasheizkessel



- 6 x 6,00 m DN 500 THERMPIPE-Kanalrohre, Sohlentiefe 4,50 m
- Verteilerschacht DN 1000 zur Bündelung der Vor- und Rücklaufleitungen (da 50 mm) für Wärmeträgermedium und weiterführend zur Wärmepumpe
- Wärmepumpe Typ alphasinnoTec SWP 270 H mit Heizleistung bis zu 27 kW, zwei Multifunktionsspeicher á 830 l, ein 800 l Trennpufferspeicher sowie diverse Messtechnik
- Einspeisung der Wärme in bivalentes System
=> Wärmepumpenanlage + Gaskesselheizung
- vorerst Warmwasserbereitung für den Stadionkomplex
- Möglichkeit der Bereitstellung von bis zu 27 kW Heizleistung und ca. 18 kW Kühlleistung



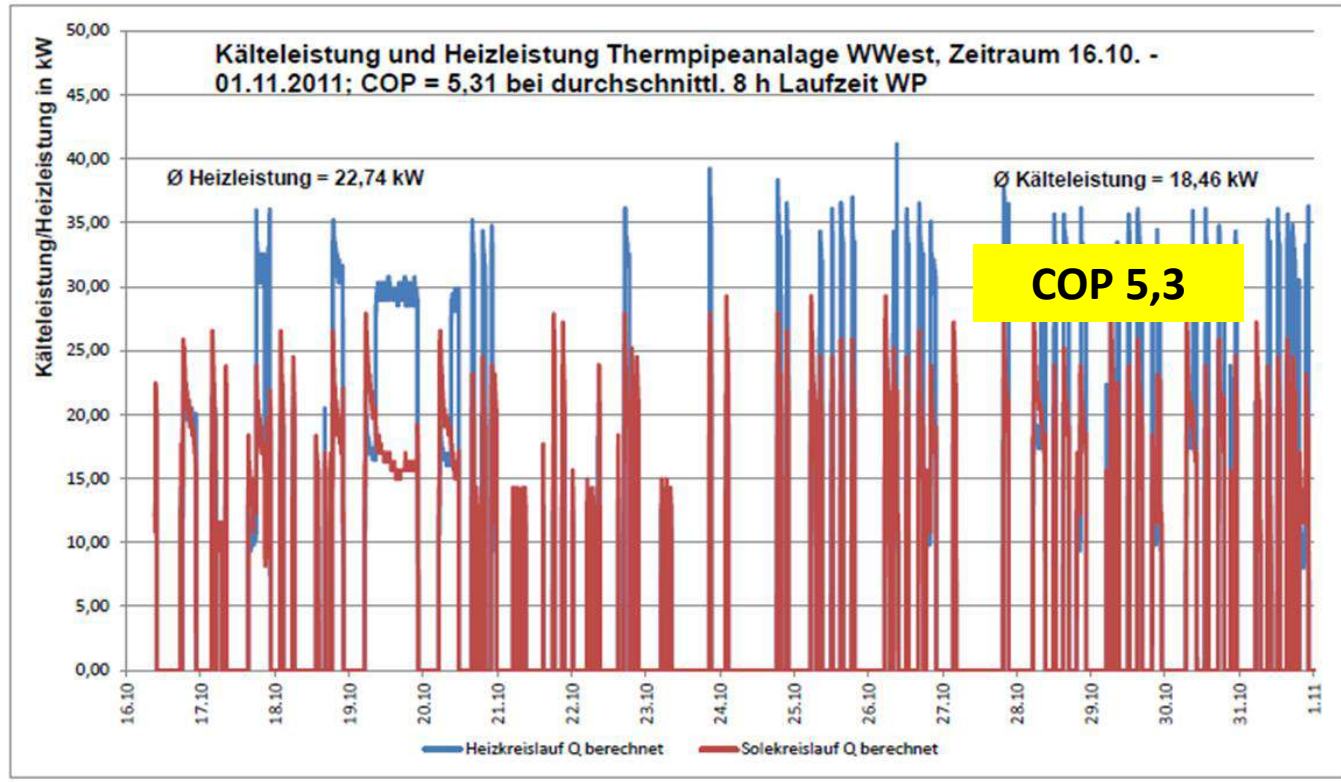




Quelle: https://www.frank-gmbh.de/de/produkte/abwasser-umwelt/pks_thermpipe.php

- Einweihung der THERMPIPE-Anlage erfolgte Anfang Mai 2011
- Messtechnische Begleitung zur Dokumentation der Leistungsfähigkeit der Anlage durch FITR
- Anlage mittlerweile fast 13 Jahre in Betrieb
- 12/23 hat Wärmepumpe aus THERMPIPE-Anlage 1.234 kWh Wärme für Warmwasserbereitung erzeugt

Erzielbare Kälte und Heizleistungen durch Thermipeanlage



- FRANK GmbH hat System PKS-Thermpipe[®] in Produktpalette
- 3-in-1-Funktion
PKS-Kanalrohr + Abwasserwärme + Geothermie = PKS-Thermpipe[®]-System
- Zitat FRANK GmbH: „...horizontale Erdwärmesonde mit Abwasserturbolader“
- PKS-Kanalrohr mit überschaubarem Mehraufwand zu PKS-Thermpipe[®] umfunktioniert werden
- Option der Energierückgewinnung bei Kanalplanung berücksichtigen

- Weimar, 36 m DN500
- Winnenden, 60 m DN1500
- Dax Frankreich, 144 m DN800
- Heerenveen Niederlande, BA1 60 m DN800 | BA2 60 m DN700 | BA3 60 m DN700 | BA4 60 m DN600
- Altdorf Schweiz, 60 m DN800
- Groningen Niederlande, 120 m DN1000
- Essing, 36 m DN800

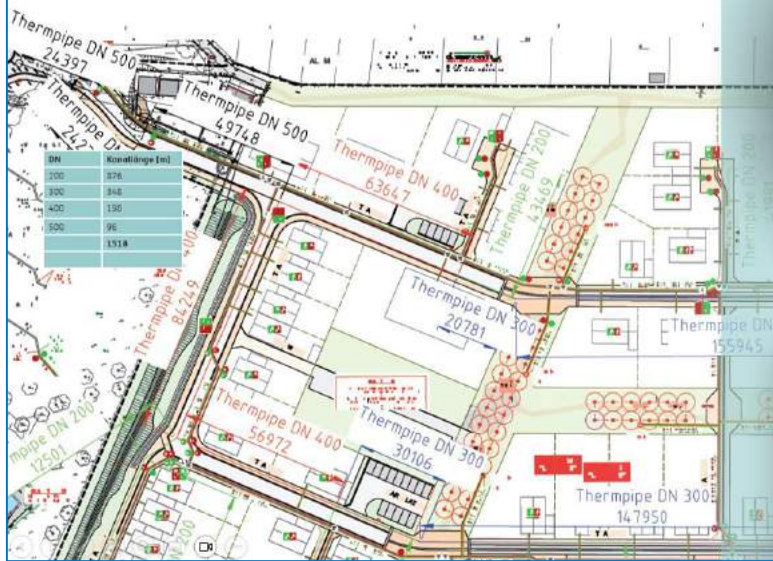
Aktuell 2023:

- Gräfenwöhr, 240 m DN400
- Wasserburg, 18 m DN500
- Stuttgart, Testanlage 6 m DN200

Kalte Nahwärme mit PKS®-ThermPIPE Quartiersplanung neu gedacht



www.frank-gmbh.de



Option 1

Erdwärmesonde + Betonkanal

Die erforderliche Entzugsleistung von 500 kW wird ausschließlich über Erdwärmesonden (EWS) gedeckt. Die Abwasserentsorgung erfolgt gesteckten Betonrohren.



	Kosten	Leistung (kW)
144 Erdwärmesonden inkl. Bohrung	938.000,00 €	100
Kanal	75.000,00 €	-
Schächte, Zubehör	340.000,00 €	-
Gesamt	1.351.000,00 €	500

Option 2

Erdwärmesonde + PKS-ThermPIPE

Als Energiequelle kommen PKS-ThermPIPE-Kanalrohre in Kombination mit Erdwärmesonden zum Einsatz. (Der Betonkanal entfällt.)



	Kosten	Leistung (kW)
83 Erdwärmesonden inkl. Bohrung	396.500,00 €	210
PKS-ThermPIPE	175.000,00 €	290
Schächte, Zubehör	340.000,00 €	-
Gesamt	911.500,00 €	500

Einsparung 439.500,00 €

Durch den Einsatz von PKS-ThermPIPE reduzieren sich die Gesamtkosten des Bauvorhabens um 439.500,00 € (siehe Option 2). Die Wärmetauscherfunktion des Kanalrohrsystems liefert dem Wärmenetz eine so hohe Entzugsleistung (290 kW), dass 83 Erdwärmesonden und deren kostenintensive Bohrungen eingespart werden können.

Gleichzeitig erhält das Quartier ein modernes, geschweißtes Kanalrohrsystem, das über eine Nutzungsdauer von mehr als 100 Jahren wartungsarm betrieben werden kann und sich danach einfach recyceln lässt. Das spart langfristig weitere Kosten und schon die Umwelt.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

IAB – Institut für Angewandte
Bauforschung Weimar gGmbH
Über der Nonnenwiese 1
99428 Weimar

www.iab-weimar.de
r.weber@iab-weimar.de

FRANK GmbH
Starkenburgerstr. 1
64546 Mörfelden-Walldorf

www.frank-gmbh.de
info@frank-gmbh.de