



JANSEN

«Kaltwärme»-Versorgung: Kooperative Planung führt zu Erfolg

JANSEN

Benjamin Pernter, Jansen AG
Alexander Wolf, ÜZ Mainfranken
Digital Geothermie Kongress 2020



In der bayerischen Gemeinde Sommerach wurde für **35 Grundstücke** mit Ein- bzw. Zwei-Familienhäusern eine Energielösung mit regional regenerativ erzeugtem Strom zur Nutzung oberflächennaher Geothermie realisiert.

Der Auftrag lautete, eine **CO₂-neutrale Siedlung mit abgas-, feinstaub- und lärmfreien Heizungs- und Klimatisierungssystemen zu ermöglichen.**

Dazu hat die Unterfränkische Überlandzentrale ein Konzept der **«Kaltwärme»-Versorgung** umgesetzt.

Gemeinde: Sommerach
Projektentwickler: ÜZ-Mainfranken (EVU)
35 Grundstücke, 117 Kurz-EWS
262.5 kW Heizleistung, 525'000 kWh/a



Energie und Umwelt/ Energieberatung
Alexander Wolf | Unterfränkische Überlandzentrale eG

«Zirka ¼ der Bohrmeter einsparen.»

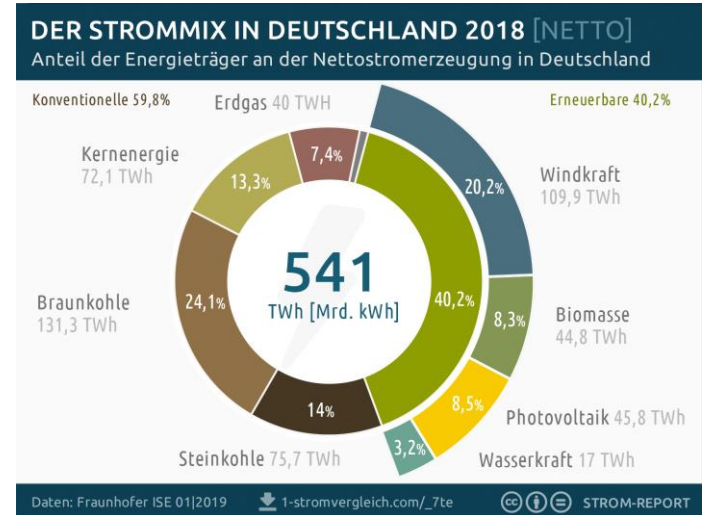
Projektüberblick

In Kooperation mit dem Hersteller Jansen, dem Fachplaner Erdwärme Plus und dem Bohrunternehmen Geowell konnte ein Gesamtpaket für Strom und Wärme geschaffen werden.

Dabei gab es behördliche und technische Herausforderungen zu bewältigen. Unter anderem wurde das Baufeld während der Projektierungsphase mit einer **Bohrtiefenbeschränkung** belegt. Um die Erschließung der Erdwärme effizient zu realisieren, sollen die Bohrarbeiten jedoch bereits stattfinden, noch bevor die Detailplanungen der einzelnen Wohnhäuser beginnen...

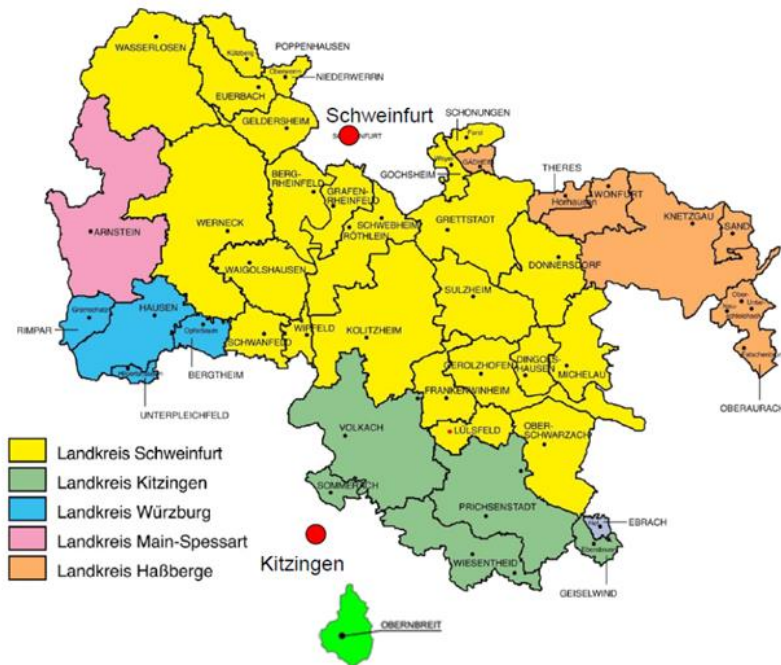
Die ÜZ- Aus der Region, für die Region

Grüner Strom in Deutschland

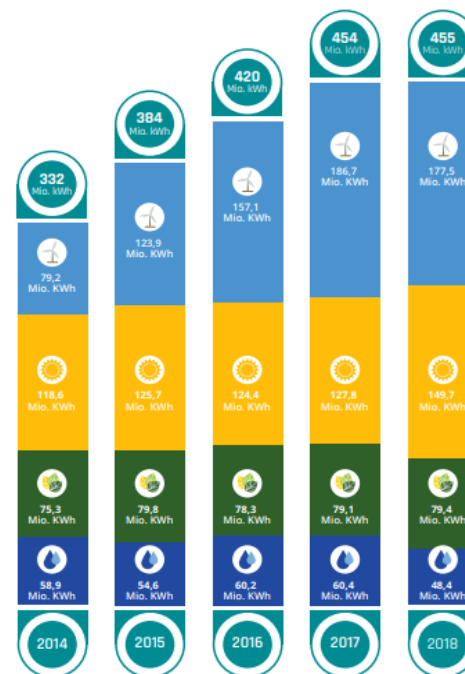


Die ÜZ- Aus der Region, für die Region

Grüner Strom im ÜZ-Gebiet



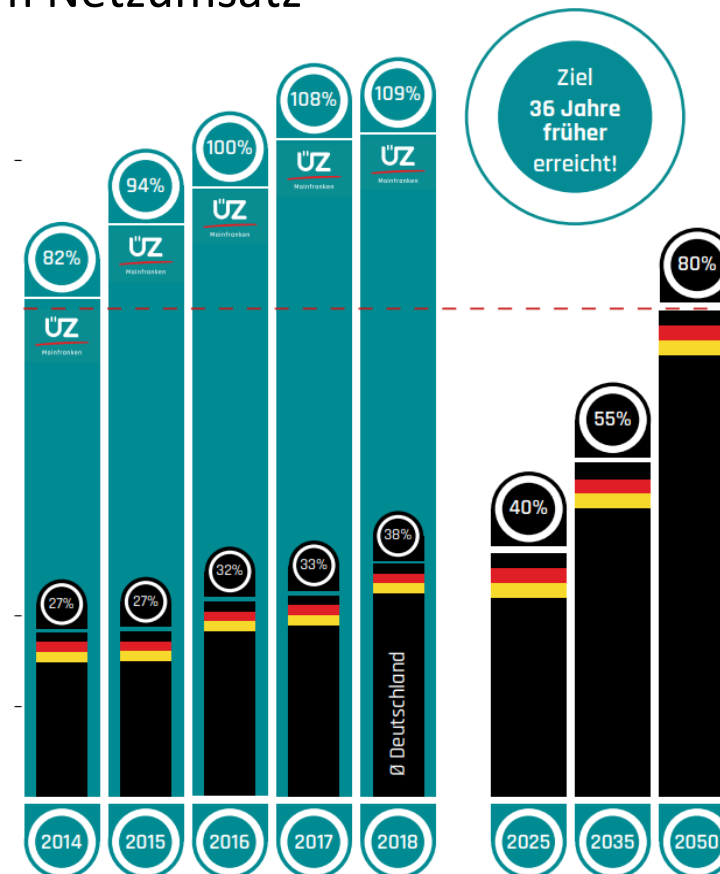
Entwicklung der EEG-Einspeisung 2014 - 2018



2018: 455 Mio kWh EEG-Strom Erzeugung

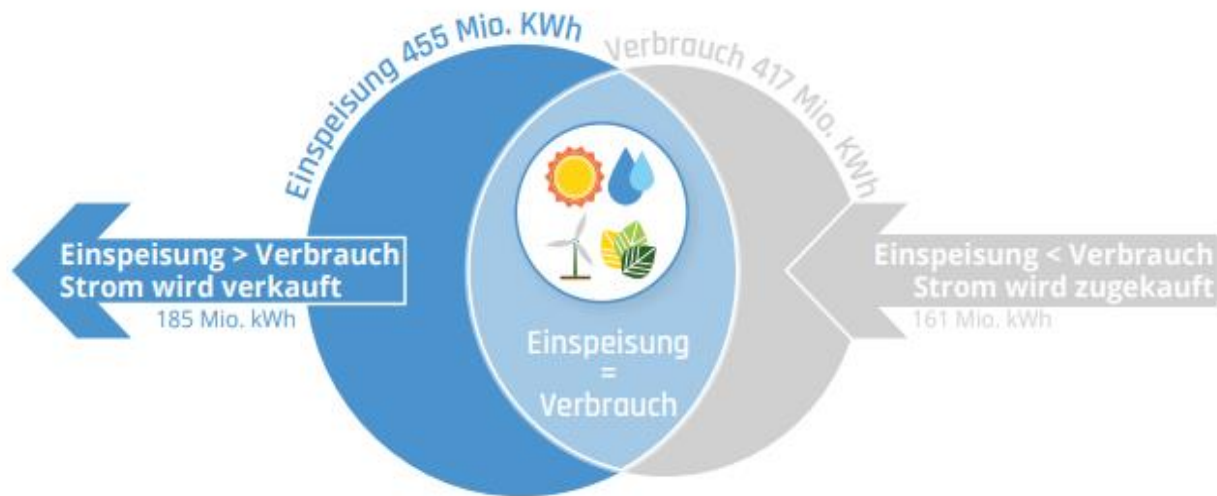
Die ÜZ- Aus der Region, für die Region

Anteil EEG-Strom am Netzumsatz



Die ÜZ- Aus der Region, für die Region

EEG-Einspeisung im Verhältnis zum Verbrauch



Im ÜZ-Gebiet wird insgesamt mehr Strom aus EEG-Anlagen eingespeist als verbraucht. Allerdings finden Einspeisung und Verbrauch oft nicht zeit- und/oder ortsgleich statt. Daher wird zu viel eingespeister Strom zugekauft, wenn der Verbrauch höher ist als die Einspeisung.

Die ÜZ- Aus der Region, für die Region

Ziel der ÜZ-Mainfranken ist:

1. Mehr grünen Strom aus der Region im Versorgungsgebiet sinnvoll verbrauchen.
2. Weitere lokale Energieressourcen erschließen.
3. Erzeugung und Verbrauch managen.

Erneuerbarer Energie einen Wert geben!



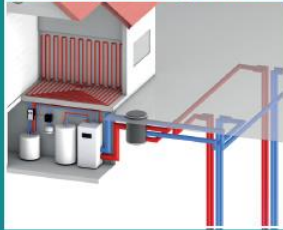
Kaltwärme-Versorgung

ÜZ-Kaltwärme-Versorgung: Erneuerbarer Energie einen Wert geben!

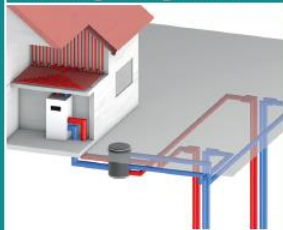


Mainfranken

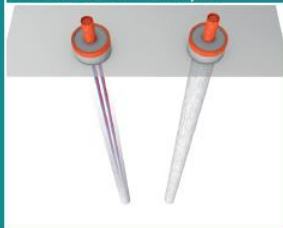
Anbindung im Kellergeschoss ①



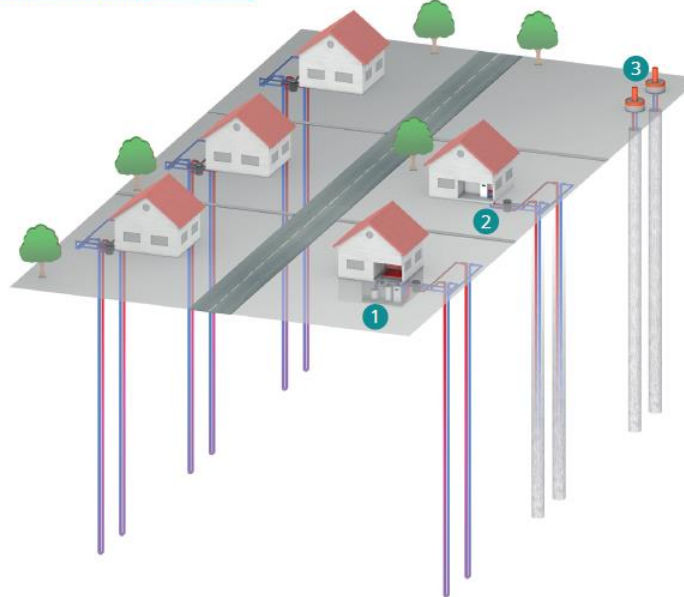
Anbindung im Erdgeschoss ②



Gesicherte Sondenköpfe ③



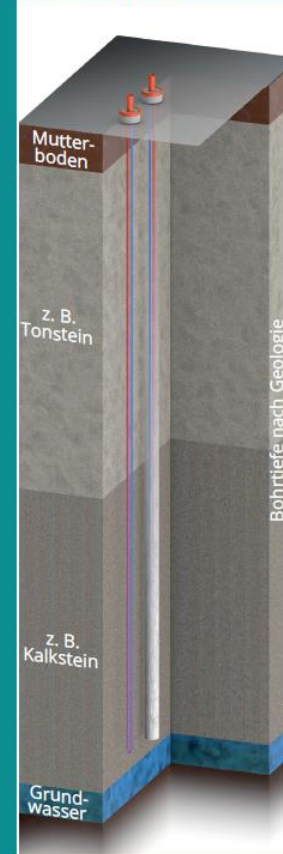
Sondenfeld im Baugebiet



Die ÜZ Mainfranken erschließt in Zusammenarbeit mit Kommunen eine ganz besondere Wärmequelle und nennt das System „Kaltwärme-Versorgung“. Als kalt kann die Wärmequelle durchaus bezeichnet werden, da im Betrieb Vorlauftemperaturen im so genannten „Solekreislauf“ von nur rund 2 °C gefördert werden. Diese Temperatur reicht aus, um mit der Wärmepumpe Heizwassertemperaturen von bis zu 50 °C herzustellen. Es werden Wohnräume behaglich mit Wärme versorgt und das Warmwasser wird hygienisch bereitet. Die „Kaltwärme“ kommt aus bis zu 100 m tiefen Erdsonden. Darin zirkuliert eine frostsichere Wärmeträgerflüssigkeit, Sole genannt. Die Erdsonden sind so bemessen, dass 15.000 kWh/Jahr Heizwärmebedarf damit abgedeckt werden können.

Weitere Informationen finden Sie unter: www.uez.de

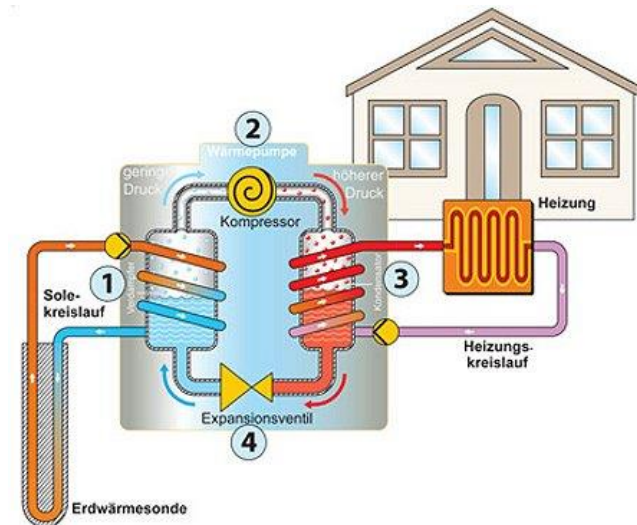
Sonden im Erdreich



Kaltwärme-Versorgung

Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden

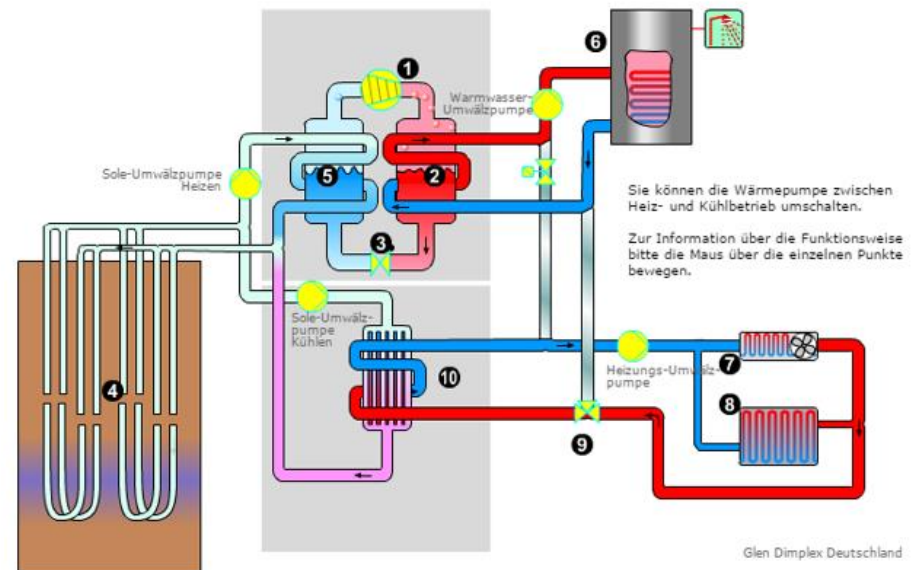
- Geringste Betriebskosten unter den verfügbaren Heizsystemen
Jahresarbeitszahl von $> 4,5$ (\rightarrow 1 kWh Strom erzeugt 4,5 kWh Wärme)
- Arbeitspreis für die Nutzwärme $< 5,00$ Ct/kWh
- > 75 % der Heizwärme stellt die Umwelt kostenfrei zur Verfügung
- Monovalente Betriebsweise = nur Wärmepumpenbetrieb
- Kaum Geräusche am Aufstellort
- Geringer Wartungsaufwand
- Keine Verbauung der Dachfläche



Kaltwärme-Versorgung

Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdsonden können noch mehr:

- Mit der Erdsonde kann im Sommer gekühlt werden!
 - Damit wird die Erdsonde regeneriert und noch effizienter im Heizbetrieb bzw. bei der Warmwasserbereitung.
- Das nennt man passive Kühlung!



Kaltwärme-Versorgung

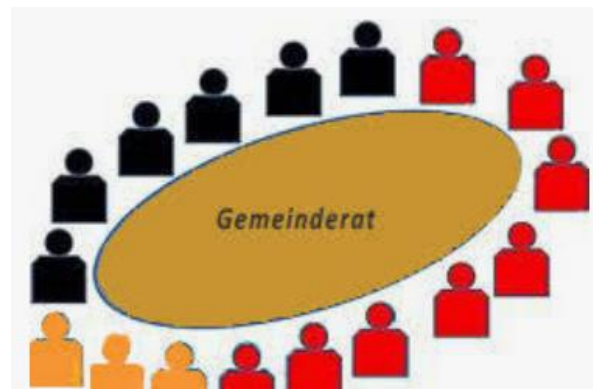
Warum gemeinsame Erschließung mit der Kommune?



Städte- und Gemeinderäte als Partner

1. Schritt / Beschluss zur Probebohrung um die Eignung festzustellen

- Erstellen einer Probesonde unter Aufsicht eines Sachverständigen (PSW)
- Thermal-Response-Test (TRT) zur Bestimmung der Entzugsleistung.
- Geothermische Simulation, Sondenfeldauslegung
- Kalkulation der Gesamterschließung



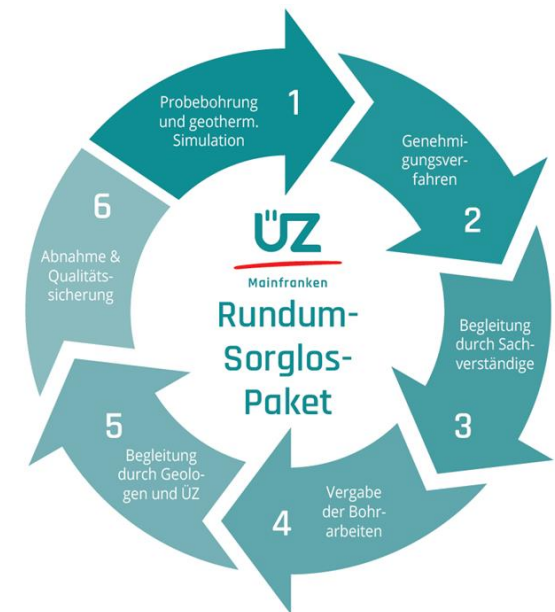
Städte- und Gemeinderäte als Partner

2. Schritt / Beschluss zur Gesamterschließung

- Bedarfsgerechte Erschließung der Wärmequelle
- Baubegleitung durch einen PSW (Privaten Sachverständigen der Wasserwirtschaft)

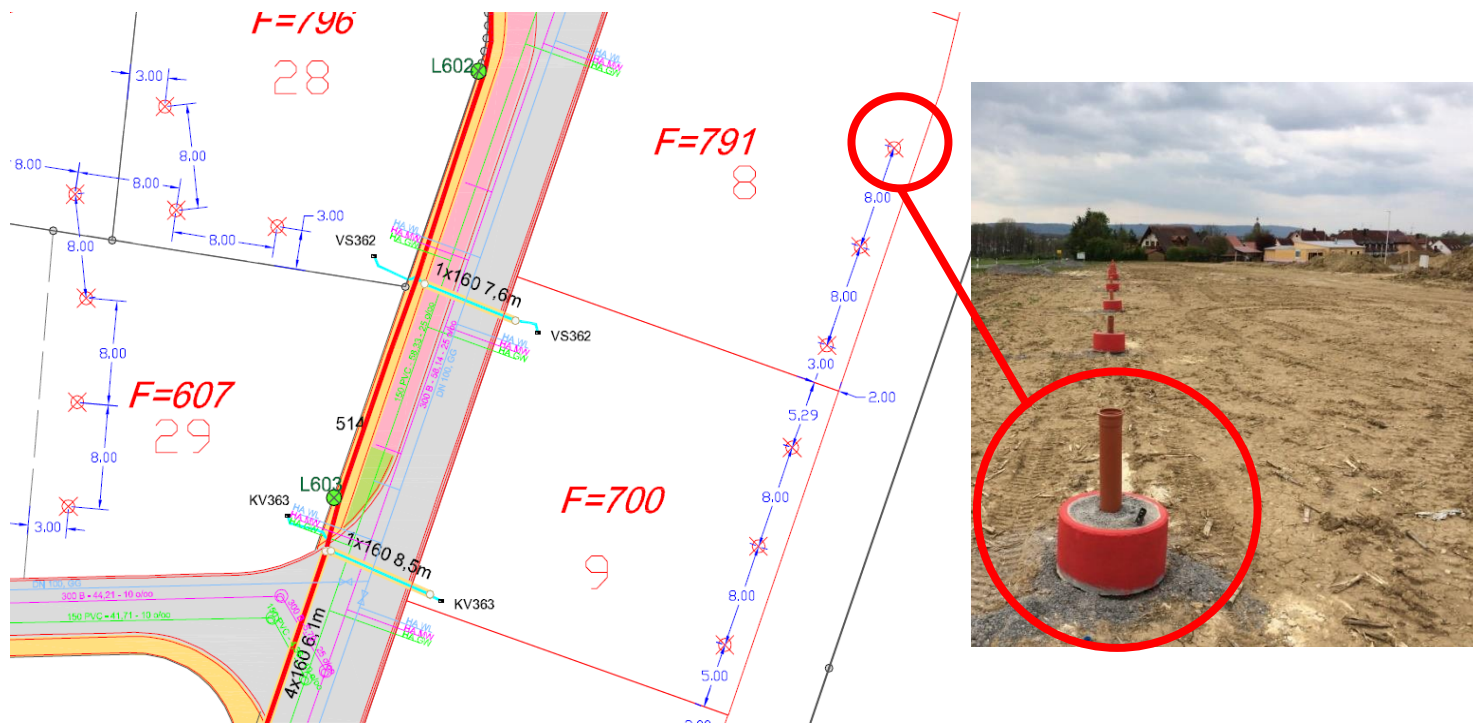
3. Schritt / Rundum-Sorglos-Paket

- Erstellen der Außenanbindung der Erdsonden
- Erstellen der Innenanbindung zur Wärmepumpe
- Schlussabnahme der Wärmepumpenanlage durch PSW
- Fördermittelberatung
- Antragstellung BAFA-Innovationsförderung



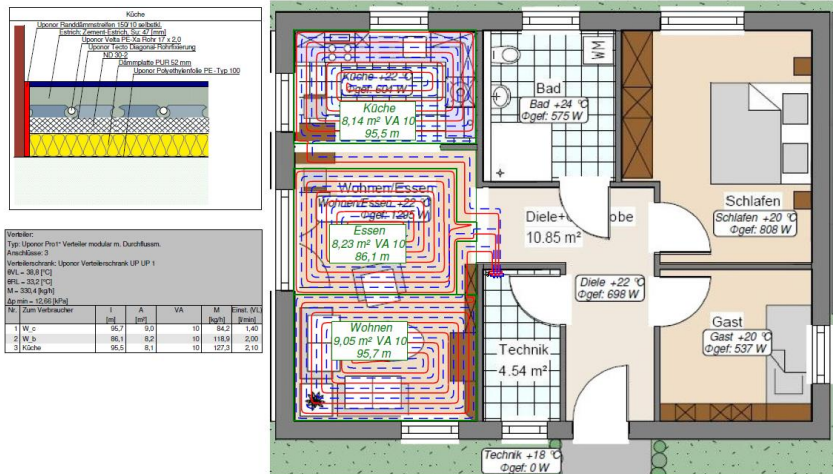
Umsetzung Step 2: Erschließung der ÜZ Kaltwärme-Versorgung

Detail aus dem Sondenfeld mit gesicherten Sondenköpfen



Beispiel: Optimierte Heizflächenauslegung

- 1 Kelvin niedrigere Vorlauftemperatur spart bis zu 3 % Heizkosten
- Überprüfung der Gebäudeheizlast
- Auslegung der Wärmepumpe
- Auslegung der Flächenheizung



Projekt-Nr. / Bezeichnung		Typ	
RAUM-HEIZLAST		Datum: 24.05.2012	
Geb.Einh.	01	Geschoss: 0 / EG	Raum-Nr. / -Name Küche / Wohnraum
Innentemperatur	θ_{int}	22,0 °C	Infiltration
Mindest-Luftwechsel	n_{min}	0,5 1/h	Luftdichtheit
Abmessungen		Koeffizient Abschirmklasse	
Raubbreite	b_{ri}	— m	n_{50}
Raumlänge	l_{ri}	— m	e
Raumfläche	A_{ri}	8,36 m ²	Höhe über Erdreich
Geschosshöhe	h_{G}	3,00 m	h
Deckendicke	d	0,20 m	Höhen-Korrekturfaktor
Raumhöhe	h_{ri}	2,80 m	ϵ
Raumvolumen	V_{ri}	23,42 m ³	Mechanische Belüftung
		Zuluft-Volumenstrom	
		\dot{V}_{zu} m ³ /h	
		- Temperatur	
		θ_{su} °C	
		- Korrekturfaktor	
		$k_{v,su}$ [-]	
		Abluft-Volumenstrom	
		\dot{V}_{ab} m ³ /h	
		Überströmung Nachbarräume	
		$\dot{V}_{mach,UE}$ m ³ /h	
		- Temperatur	
		$\theta_{mach,UE}$ °C	
		- Korrekturfaktor	
		$k_{v,mach,UE}$ [-]	
B-Wert [] raumweise		B ⁺ 4,50 m	
		mech. Infiltration von außen	
		$\dot{V}_{mach,UE,a}$ m ³ /h	

Orientierung	Bauart	Anzahl	Breite	Längshöhe	Brustfläche	Absolut	Absolut	Absolut	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U	g _U g _U
—	W	1	2,29	3,00	6,9	0,0	6,9	b	24,0	-0,06	1,75	0,00	1,75	-0,67	—	—	—	—	—
W	AW	1	2,68	3,00	8,0	1,4	6,7	g	-14,0	1,00	0,24	0,05	0,29	1,93	—	—	—	—	—
W	AF	1	1,15	1,20	1,4	0,0	1,4	g	—	1,00	1,30	0,05	1,35	1,86	—	—	—	—	—
N	AW	1	4,05	3,00	12,1	1,4	10,8	g	-14,0	1,00	0,24	0,05	0,29	3,12	—	—	—	—	—
N	AF	1	1,15	1,20	1,4	0,0	1,4	g	—	1,00	1,30	0,05	1,35	1,86	—	—	—	—	—
—	FBG	1	—	—	10,9	0,0	10,9	e	—	0,39	0,30	0,05	0,22	5,6	—	—	—	—	—
—	AW	1	1,15	1,20	1,4	0,0	1,4	g	-14,0	1,00	0,24	0,05	0,29	3,15	—	—	—	—	—
—	W	1	0,79	3,00	2,4	0,0	2,4	b	22,0	0,00	1,75	0,00	1,75	0,00	—	—	—	—	—
—	W	1	2,94	3,00	8,8	0,0	8,8	b	22,0	0,00	1,75	0,00	1,75	0,00	—	—	—	—	—

TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUST		H_T / Φ_T	
Mindest-Luftvolumenstrom	\dot{V}_{min}	11,7 m ³ /h	143
aus natürlicher Infiltration	\dot{V}_{int}	4,2 m ³ /h	51,8
aus mechanischem Zuluftvolumenstrom	$\dot{V}_{zu} - \dot{V}_{ab,su}$	m ³ /h	
aus mech. infiltriertem Volumstrom	$\dot{V}_{mach,UE,a} + \dot{V}_{mach,UE}$	m ³ /h	
thermisch wirksamer Luftvolumenstrom	\dot{V}_{therm}	11,7 m ³ /h	

LÜFTUNGSWÄRMEVERLUST		H_V / Φ_V	
		4,0	143

NORM-HEIZLAST		Φ_{HL}	
		72,3 W/m ²	25,8 W/m ³

ZUSATZ-AUFHEIZLEISTUNG (Zeitliche Temperaturabsenkung)		Φ_{RH}	
		$f_{RH} = \dots$ W/m ²	

AUSLEGUNGS-HEIZLEISTUNG		$\Phi_{HL,Ausl}$	
			604

Wärmepumpe und PV

Auswertung des Stromverbrauchs im Baugebiet Strüdlein Ost in Schwebheim:

- Haushaltsstrombedarf im Neubau 2.542 kWh
 - Moderne LED-Beleuchtung
 - Effiziente Haushaltsgeräte
 - 40% Eigenstromnutzung
- Heizstrombedarf 3.416 kWh
 - Jahresarbeitszahlen der WP von 4,2 – 5,1
 - Drehzahlgeregelte Sole-Wasser-WP
 - Heizungsregler mit PV-Schnittstelle
 - 12 % Eigenstromnutzung

Erneuerbarer Energie einen Wert geben!



Kooperative Planung: Erdwärmesonden



Das Baufeld hat klare Grenzen...

Um für jedes Grundstück aus maximal 40m Tiefe 7.5 kW Heizleistung zu erhalten, mussten teils 3 EWS reichen.

- ▶ rechnerisch benötigte Entzugsleistung: ca. 50 W/m
- ▶ Gem. Tabelle VDI4640 ein Ding der Unmöglichkeit; Hauptproblem: Laminare Strömung im Glattrohr

... eine herkömmliche Doppel-U-Sonde auch.

Entzugsleistung bei Anlagenbetrieb „Heizen und Trinkwassererwärmung“, mit $T_{WP-Austritt} \geq -3 \text{ °C}$ bei Maximalast, in W/m

Anzahl Sonden	Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Untergrunds			
	Entzugsleistung bei turbulentem Durchfluss in W/m			
	1,0 W/(m·K)	2,0 W/(m·K)	3,0 W/(m·K)	4,0 W/(m·K)
1	28,6	41,2	49,7	55,8
2	25,8	37,9	46,4	52,7
3	23,9	35,6	44,1	50,4
4	22,6	33,9	42,3	48,7
5	21,8	33,0	41,4	47,8
1	25,3	37,7	46,3	52,6
2	22,6	34,3	42,8	49,3
3	21,2	32,1	40,5	46,9
4	19,6	30,4	38,6	45,1
5	18,8	29,5	37,6	44,1
1	22,8	34,9	43,5	50,0
2	20,2	31,6	39,9	46,4
3	18,5	29,3	37,5	44,0
4	17,3	27,7	35,6	42,0
5	16,7	26,7	34,6	41,0
1	21,0	32,8	41,3	47,9
2	18,5	29,4	37,7	44,2
3	16,9	27,2	35,2	41,6
4	15,8	25,5	33,3	39,6
5	15,1	24,5	32,1	38,5


24,5 32,1 38,5

Was heißt turbulente Strömung?

- ▶ Zur Ermittlung, ob eine turbulente Strömung vorliegt oder nicht, wird die so genannte «Reynoldszahl» herangezogen.
- ▶ Verhältniszahl in der Strömungslehre und abhängig von Strömungsgeschwindigkeit und Viskosität des Mediums sowie Rohrdurchmesser
- ▶ Im Allgemeinen wird angenommen, dass für gewünschte Turbulenzen in Geothermie-Systemen eine Reynoldszahl grösser 2300 erreicht werden muss.
- ▶ Zum Beispiel:
Erdwärmesonden mit 32 mm Durchmesser, Wasser-Ethylenglykol-Gemisch 25%, kinematische Viskosität 4 mm²/s,
Dichte 1050 kg/m³
- ▶ Benötigter Volumenstrom pro Doppel-U-Erdwärmesonde: **1.38 m³/h**
(Quelle: VDI 4640 Blatt 2, S. 39)

Was bedeutet das für das Projekt Sommerach?

- ▶ Pro Wärmepumpe wird für die Erreichung der 7.5 kW Heizleistung wärmequellenseitig ein Volumen von ca. 1.8 m³/h umgewälzt.
- ▶ 3 EWS → ca. 0.6 m³/h pro Sonde.
- ▶ Herkömmliche Doppel-U-Sonden à 40m wären eindeutig laminar.
- ▶ → Sehr hoher thermischer Bohrlochwiderstand, was geringere Entzugsleistung pro Meter ergibt.
- ▶ Die aktuelle VDI-Sondenauslegung beruht auf Erkenntnissen aus Simulationen und Praxis und rechnet tendenziell mit niedrigeren Entzugsleistungen als früher.

 Warnung! Durchfluss ist nicht turbulent. Berechnung fortsetzen? Re= 1486.1.

B E R E C H N E T E W E R T E
* Monthly calculation *

Erdwärmesondenlänge gesamt	500 m
THERMISCHE WIDERSTÄNDE	
Thermischer widerstand intern	0.51 (m·K)/W
Reynoldszahl	1486
Therm. widerstand Fluid/Rohr	0.1658 (m·K)/W
Therm. widerstand Rohrmaterial	0.07868 (m·K)/W
Übergangswiderstand Rohr/Verfüllung	0 (m·K)/W
Thermischer widerst.Fluid/Erdreich	0.1777 (m·K)/W
Effekt. therm. Bohrlochwiderstand	0.1822 (m·K)/W

- ▶ Simulationsbeispiel aus EED

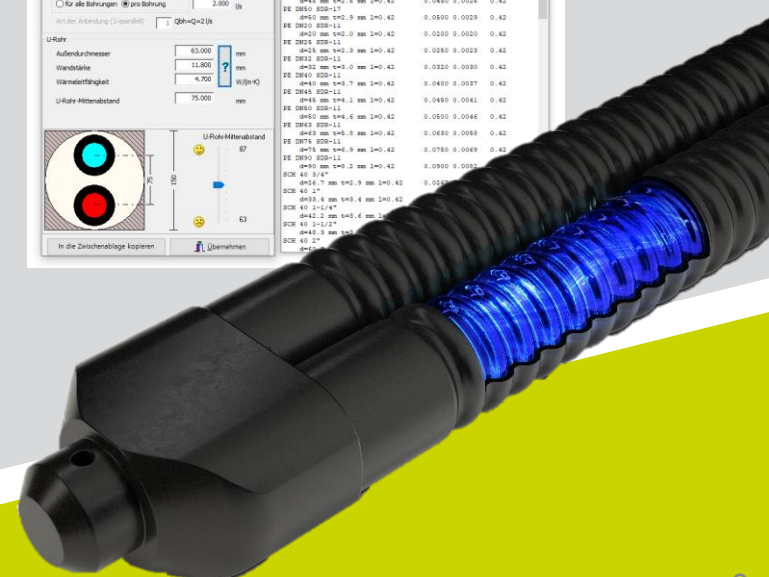
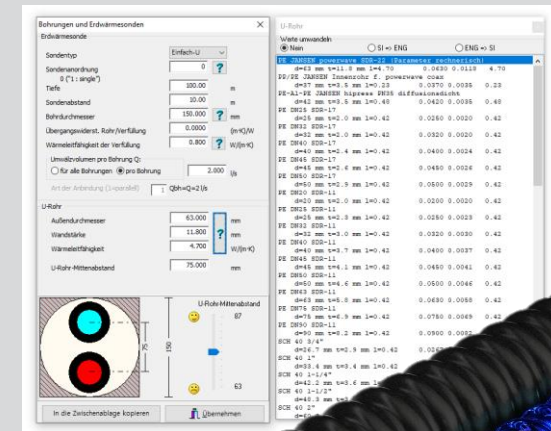
Kooperative Planung: Erdwärmesonden

- ▶ Um den thermischen Bohrlochwiderstand zu reduzieren und die gewünschte Sondenanzahl effektiv erreichen zu können, schlug Jansen vor, die Hochleistungssonde **JANSEN powerwave single-u** einzusetzen.
- ▶ Weiterer Vorteil:
großes Speichervolumen von über 4½ l pro Sondenmeter. Darin kann mehr Energie zwischengespeichert werden. Das sorgt für einen optimalen Wärmeaustausch mit dem Erdreich, auch während der Stillstandzeiten.
- ▶ Mithilfe eines geologischen Profils und den technischen Spezifikationen des **JANSEN powerwave Wellrohres** hat Erdwärme Plus eine Energiesimulation erstellt, die die behördlichen Auflagen der Bohrtiefe erfüllt und mit der das Projekt erfolgreich geplant werden konnte.

NEU: Datensatz für EED

Erkenntnis aus vermehrter Anwendung:
einfache Integration in EED erforderlich.

Download unter: jansen.com/powerwave





Zusammenarbeit: Baustellenabwicklung

**Professionelle Ausstattung, Support
sowie zuverlässige Logistik
ausschlaggebend.**

- ▶ Die für das ausführende Unternehmen Geowell zu diesem Zeitpunkt noch neuartige JANSEN powerwave single-u wurde ab Haspel schonend eingebaut.
- ▶ Die Bohrequippen wurden von Jansen supportet und mit dem nötigen Werkzeug ausgestattet.
 - ▶ Koppelbare Einbaugewichte
 - ▶ Abpress-Kupplungsgarnituren
 - ▶ Einbau- und Injektionszubehör



Projekterfolg durch
Zusammenarbeit

Herzlichen Dank!

JANSEN

UZ
MAINFRANKEN

 **Erdwärme PLUS**
Wir bringen Geothermie ins Haus

 **GEOWELL**

» Weitere Informationen in der
JANSEN Business-Lounge