

Heidenrod-Kemel Teilgebiet „Kemel-Süd“

TGA-GM
DENKWERKSTATT Prof. Dipl.-Ing. Thomas Giel

 **Stadtwerke
Schifferstadt**



***„Es ist billiger den Planeten
jetzt zu schützen, als ihn später
zu reparieren.“***

***(EU Kommissionspräsident Barroso,
Dezember 2009)***

Heidenrod-Kemel Teilgebiet „Kemel-Süd“



KALTES NAHWÄRMENETZ

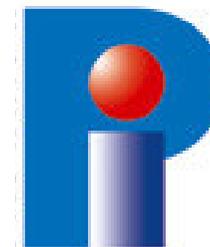
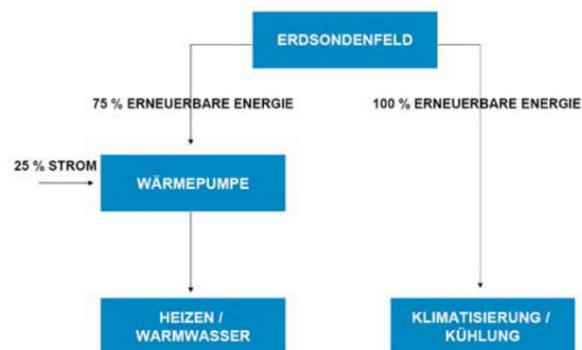
Erdwärme Versorgungskonzept für komplette Bau- und Sanierungsgebiete - ökologisch, ökonomisch, nachhaltig !

Pro Inno Forschungsvorhabens „Entwicklung eines optimal abgestimmten, kalten Nahwärmenetzes zur Versorgung von Wohngebäuden mit Wärme und Kälte für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.

Ziel: Auslegungskriterien für Kalten Nahwärmenetze.

2007 bis 2010

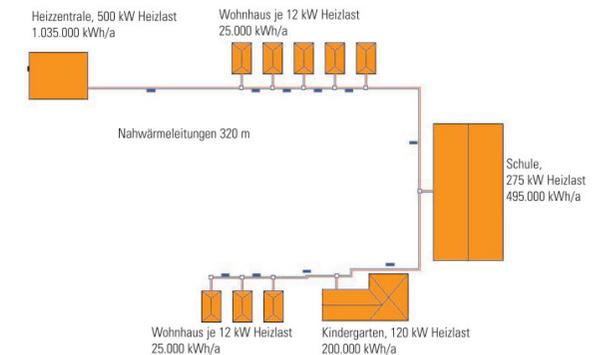
Energieverteilung



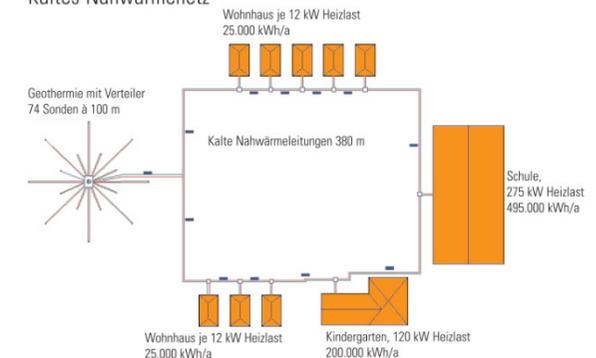
Funktionsprinzip Kaltes Nahwärmenetz

Ein Kaltes Nahwärmenetz verfügt über ein zentrales Erdsondenfeld. In den Sonden nimmt ein Wärmeträgermedium, ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel, die Wärme des Erdreichs mit seinen ganzjährig konstanten Temperaturen von zehn bis zwölf Grad Celsius auf. Durch eine Ringleitung gelangt das erwärmte Trägermedium zu den Abnehmern, den Gebäuden. Dort heben Wärmepumpen die bereitgestellte Energie auf das individuell gewünschte Temperaturniveau. Neben der Heizung im Winter bietet das Netz auch die Möglichkeit, die Häuser im Sommer ökologisch und wirtschaftlich zu kühlen ("Freecooling"). Die in den sommerlich-heißen Innenräumen aufgenommene Wärme führen die Leitungen zurück ins Erdreich und ermöglichen damit gleichzeitig eine Regeneration des Erdsondenfeldes.

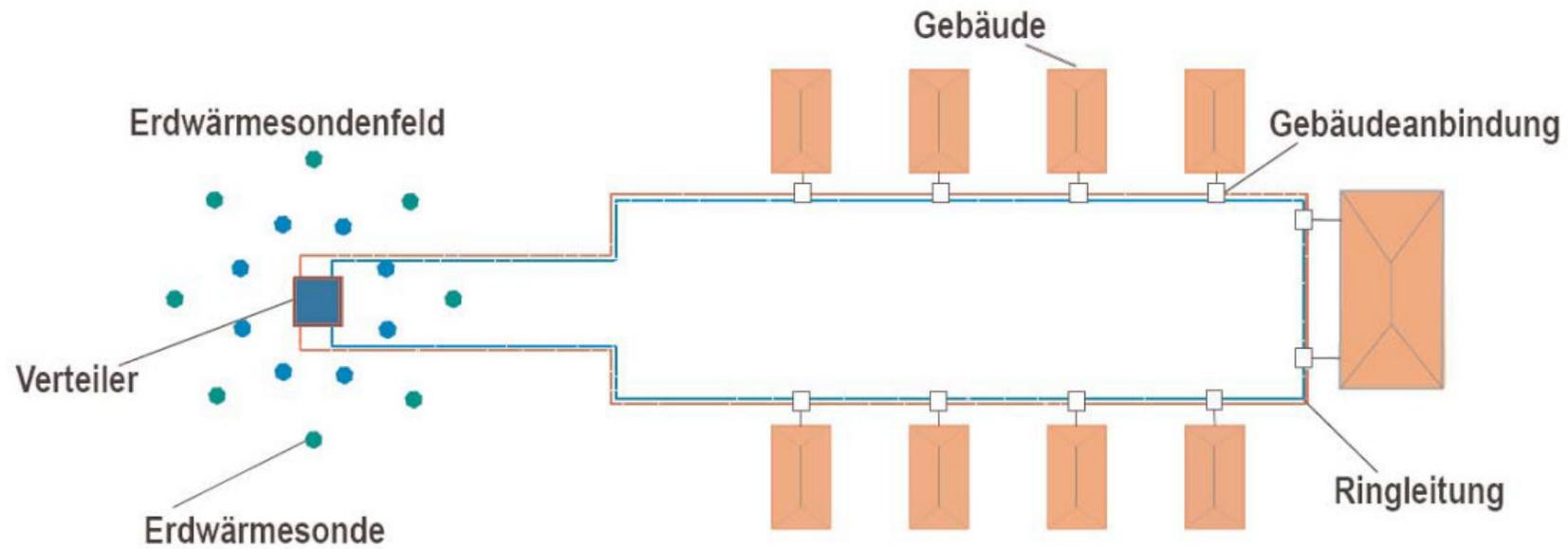
Warmes Nahwärmenetz



Kaltes Nahwärmenetz



Kalte Nahwärme DIE IDEE:



Vorteile der kalten Nahwärme:

Ein Vorteil des kalten Nahwärmenetzes sind die sehr geringen Leitungsverluste aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus des zirkulierenden Wärmemediums. Eine Dämmung der Ringleitungen ist daher nicht notwendig. *Das spart Kosten.*

Aufgrund der geringen Wärmeverluste sind außerdem große Leitungsdistanzen von bis zu zwei Kilometern möglich.

Die dezentrale Energieerzeugung erlaubt es zudem, auf die Anforderungen und Bedürfnisse der einzelnen Verbraucher einzugehen, was sich bei herkömmlichen Nahwärmenetzen schwierig gestaltet.

Vorteile der kalten Nahwärme:

Ein Ausbau des Netzes in Etappen ist problemlos umsetzbar. Damit ist ein Kaltes Nahwärmenetz ideal für Neubaugebiete oder andere Areale, die in mehreren Bauabschnitten erschlossen werden.

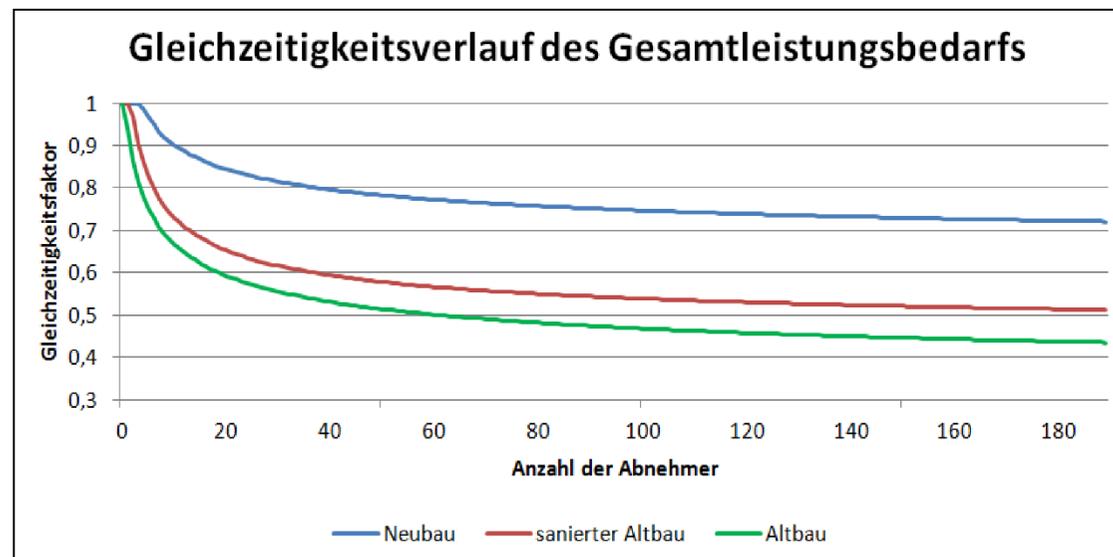
Auch Erweiterungen zu späteren Zeitpunkten sind denkbar, wenn beispielsweise Vertragsbindungen abgelaufen sind oder weitere Sanierungen anstehen.

Die Kosten für Netz und Quellensystem werden auf den Grundstückspreis (Erschließungskosten) umgeschlagen oder können durch Nutzungsgebühren abgegolten werden. (Kein Zählsystem notwendig)

Auslegung der Erdwärmesonden

Die Auslegung der Erdwärmesonden basiert zu einenn auf dem geothermischen Nutzungspotential des Standortes. Dieses wird durch die spezifische Entzugsleistung der Erdwärmesonden und der **Kaltnahwärmleitung (Flächenkollektor)** bestimmt.

Die Entzugsleistung muss auf den Bedarf bei einem Kalten Nahwärmenetz angepasst (Stichwort **GLEICHZEITIGKEIT**) werden!



Zur Ermittlung eines Gleichzeitigkeitsfaktors müssen also mehrere Faktoren berücksichtigt werden:

- **Anzahl der Anschlussnehmer**
- **Nennleistung der einzelnen Anschlussnehmer**
- **Gebäudetyp der Anschlussnehmer**
- **Pufferspeicherkonzept / Horizontale Leitungen werden als Puffer genutzt**
- **Straßenkollektorwirkung**

Fazit:

Bei kalter Nahwärme kann bei einer Neubausiedlung schon ab etwa 20 Teilnehmern der Gesamtleistungsbedarf auf der Solesseite bei Heizen und Kühlen mindestens auf **70 % reduziert werden.**

Beispiele

Geothermische Siedlung "Alte Gärtnerei" Darmstadt Bessungen
- Wohnanlage mit 26 dreigeschossigen Einfamilienhäusern.
Energetische Versorgung über Erdwärmesonden.



Mehrfamilienhaus "Grüne Höfe" für 25 Familien in Esslingen -
Energetische Versorgung über Kaltes Nahwärmenetz. Erdsondenfeld mit 40 über 100 Meter tiefen Bohrungen. Im Sommer mutiert das Heiz- zu einem Kühlsystem.



Doppelhaussiedlung Wiesbaden - Wohnanlage mit 18 Doppelhaushälften. Energetische Versorgung über Kaltes Nahwärmenetz, Regenwasserzisternen.



Kalte Nahwärme Gau-Algesheim
Mehre Wohnanlagen wurden über ein kaltes Nahwärmenetz mit ca. 60 KW Endzugsleistung versorgt.



„Kaltes Nahwärmenetz Park De Roock“ Ingelheim
Hier werden über ein kaltes Nahwärmenetz 10 RH und 4 Doppelhäuser sowie ein MFH über eine kaltes Nahwärmenetz versorgt. Wohnfläche ca. 28.000 m²



„Kaltes Nahwärmenetz Küferweg Mainz“
Versorgung von 13 RH in Mainz.



Beispiele

Gartenquartier Mainz-Weisenau
9 MFH / 193 Wohneinheiten /
3750 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit
freier Kühlung



Aparthotel Parkallee
3 MFH / 1 Clubhaus / 1 Restaurant
2500 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit
freier Kühlung



Jugenddorf Sickingen
7 Gebäude (Jugendhäuser)
2000 Bohrmeter
Elektrowärmepumpen
teilweise freie Kühlung



TGA-GM

 **Stadtwerke
Schifferstadt**

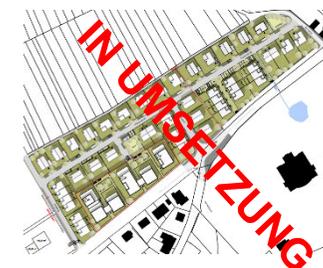
Schifferstadt / Max-Ernst-Str.
27 EFH / 11 RH
2500 Bohrmeter
Elektrowärmepumpen mit
Flatratemodell
Freie Kühlung



Darmstädter Echo
Holzhof Park
9 MFH / Arealversorgung
8400 Bohrmeter
Gaswärmepumpen mit
freier Kühlung



Gänsberg Ingelheim
4 MFH und 45 DH/RH
4400 Bohrmeter
Gas- und Elektro WP
Freie Kühlung



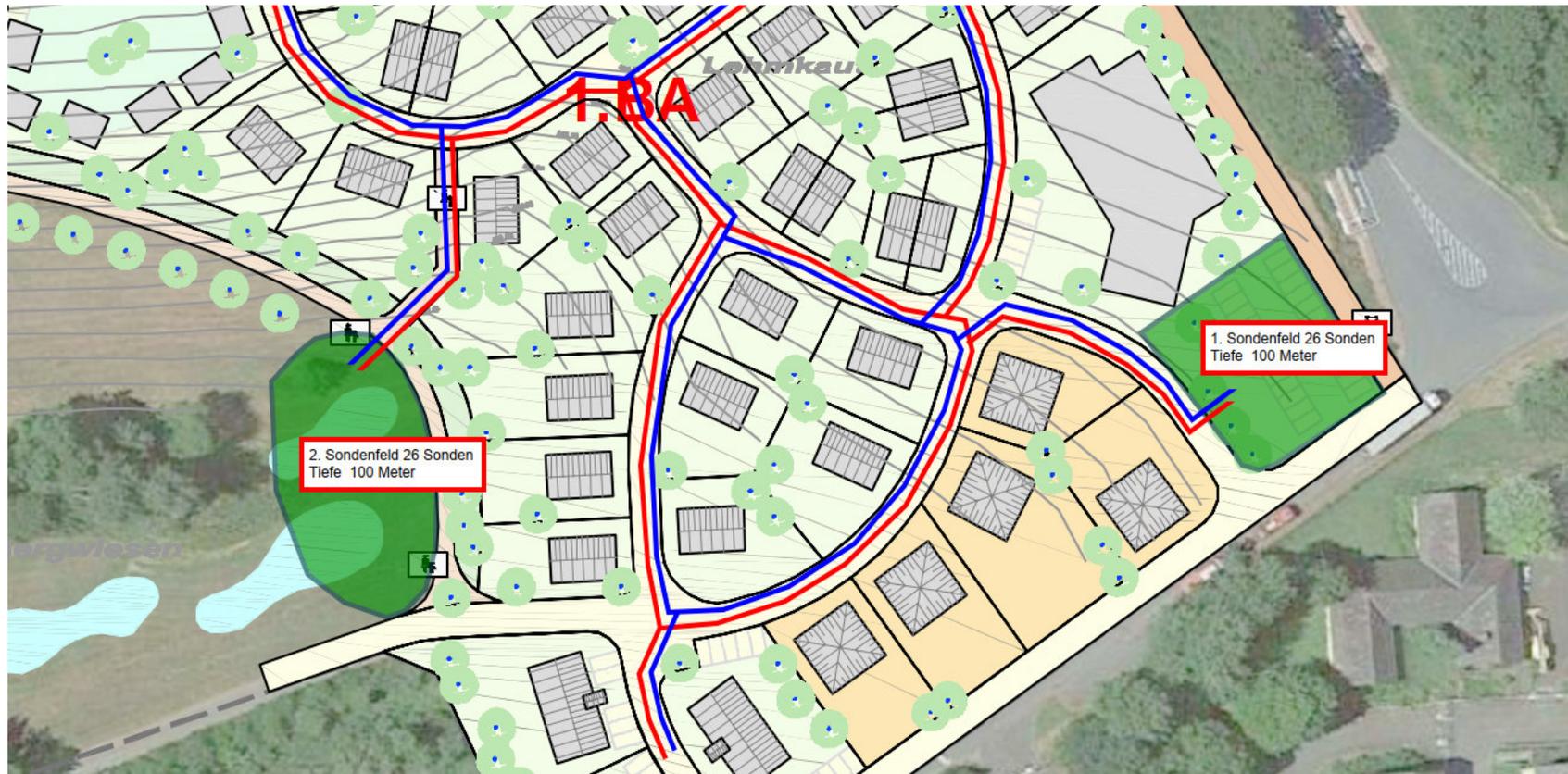
Das Netz mit den Sonden!



Das Netz mit den Sonden!



Das Netz mit den Sonden!



Das Netz mit den Sonden!



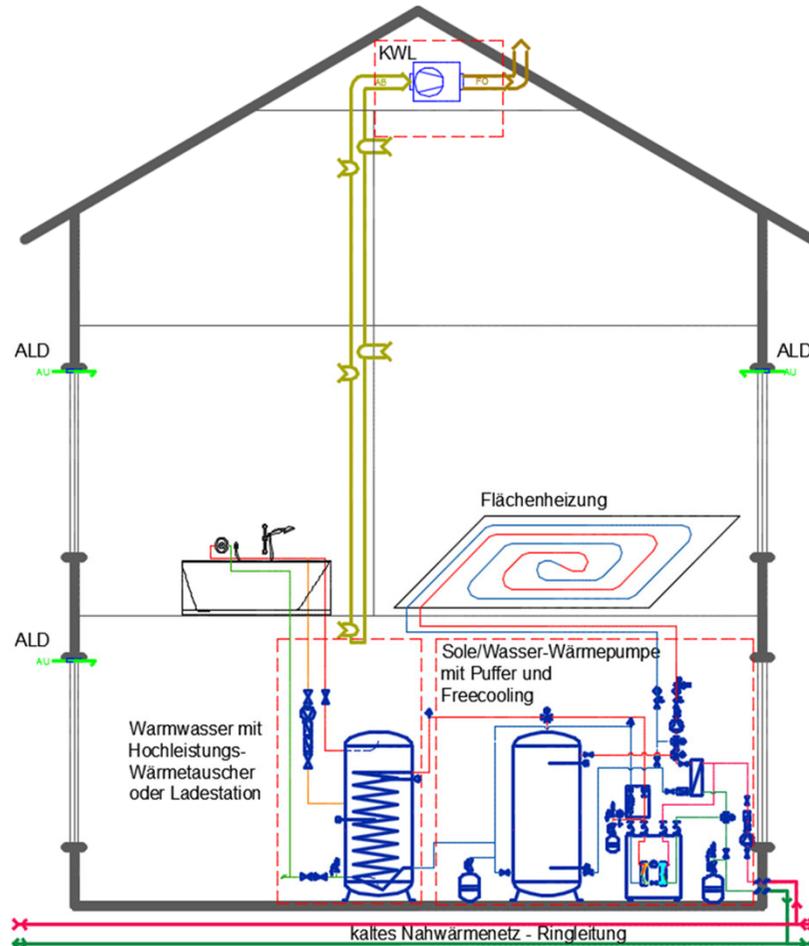
Das Netz mit den Sonden!



Das Netz mit den Sonden!



Vergleichsvarianten:

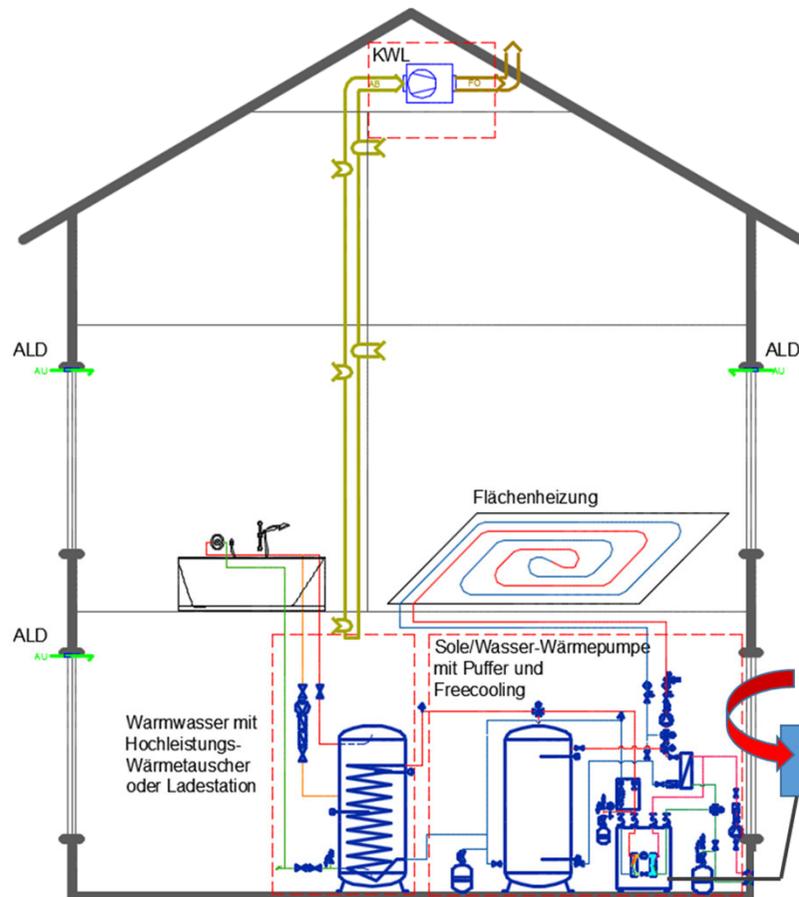


V1 kalte Nahwärmeversorgung KNWN

- A) Sole/Wasser-Wärmepumpe mit
Pufferspeicher
Freies Kühlen
- B) Warmwasserbereiter mit
Hochleistungswärmetauscher
(Ladestation)
- C) kontrollierte Wohnungslüftung mit
geregelten Außenluftdurchlässen (ALD)

Flächenheizkreise als
Fußbodenheizung
Wandheizung
ggf. Bauteilaktivierung

Vergleichsvarianten:



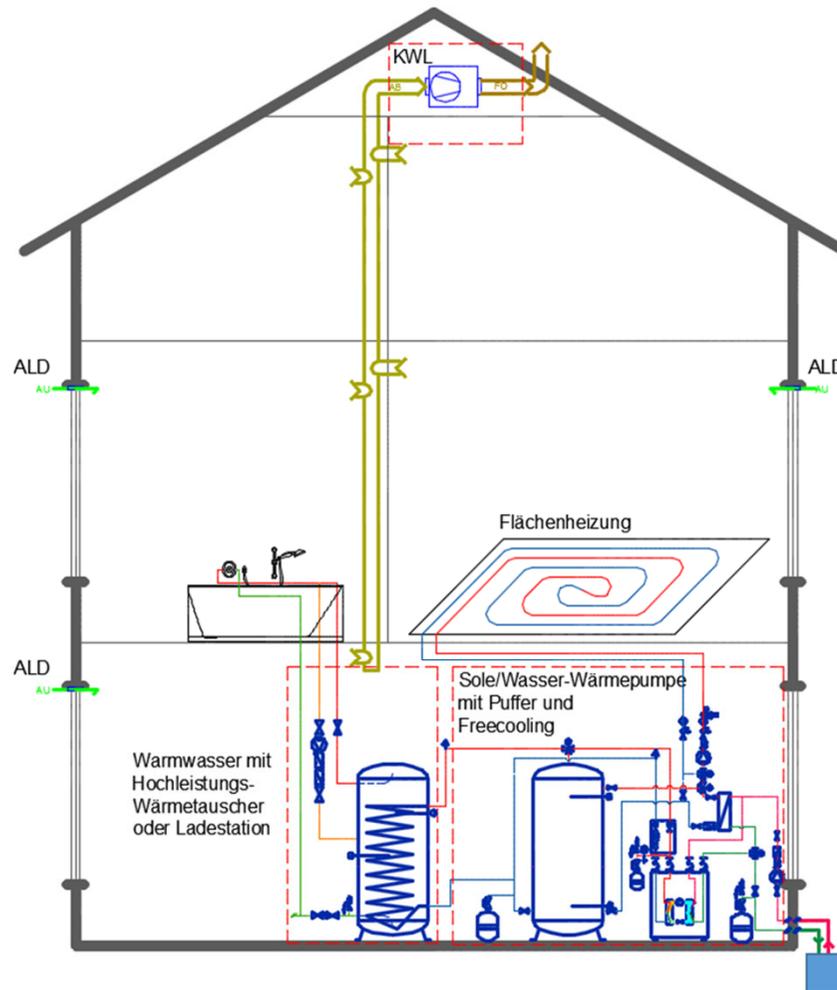
V2 Luft-Wasser-WP !

- A) Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Pufferspeicher
Freies Kühlen
- B) Warmwasserbereiter mit Hochleistungswärmetauscher (Ladestation)
- C) kontrollierte Wohnungslüftung mit geregelten Außenluftdurchlässen (ALD)

Flächenheizkreise als
Fußbodenheizung
Wandheizung
ggf. Bauteilaktivierung

KEINE KÜHLUNG

Vergleichsvarianten:

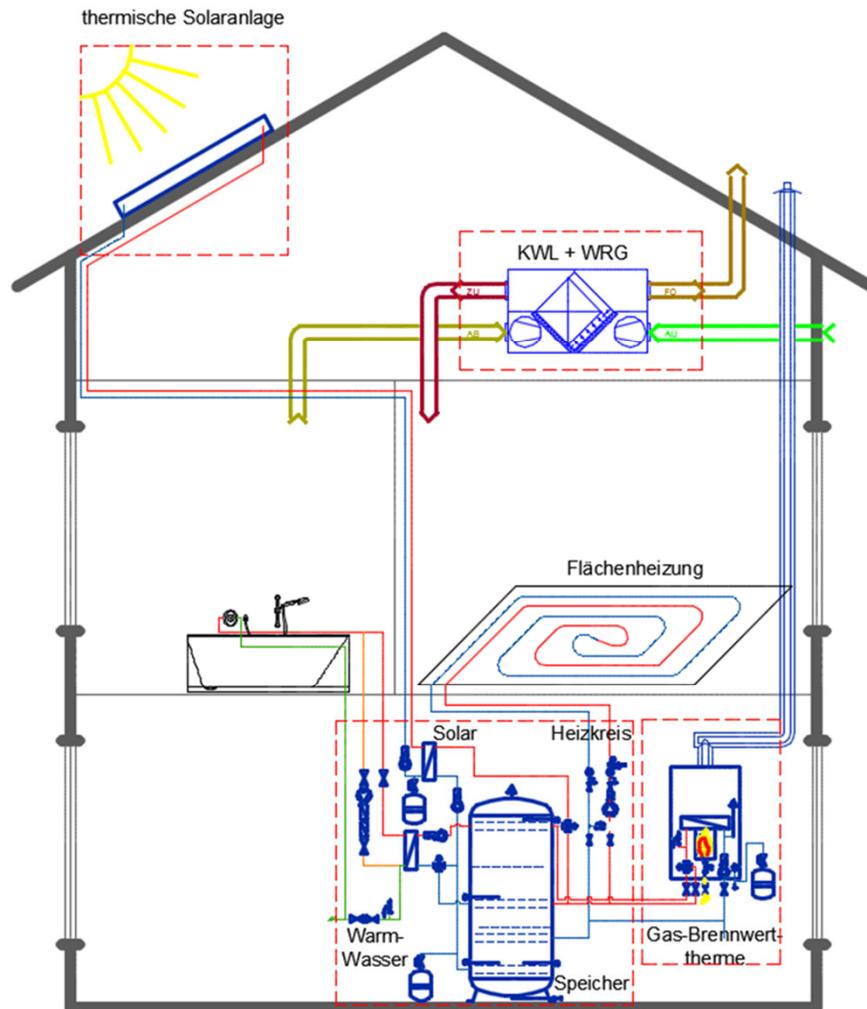


V3 WP mit Erdsonden

- A) Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Pufferspeicher
Freies Kühlen
- B) Warmwasserbereiter mit Hochleistungswärmetauscher (Ladestation)
- C) kontrollierte Wohnungslüftung mit geregelten Außenluftdurchlässen (ALD)

Flächenheizkreise als
Fußbodenheizung
Wandheizung
ggf. Bauteilaktivierung

Vergleichsvarianten:



V4) Konventionelles Gebäudekonzept (GEG 2021)

- A) Gas- Brennwert- Kesseltherme
- B) thermische Solaranlage für
Warmwasser
Heizungsunterstützung
- C) Energiemanagement mit
Speicher (Schichtenspeicher)
Solarstation
Frischwasserstation (WWB)
Regelung
- D) kontrollierte Wohnungslüftung mit
Wärmerückgewinnung

vorzugsweise Flächenheizkreise als
Fußbodenheizung

Wirtschaftlichkeit

Thema	Gegenüberstellung der Energiekonzeptvarianten		
Projekt			
Bauvorhaben	Anzahl	Art	Fläche
	99	EFH	180 m ²
	5	MI Nutzng	600 m ²
	12	MFH	600 m ²
	36	DH	140 m ²
Anzahl Häuser	152	gesamt	

Varianten	Beschreibung
V1	Kalte Nahwärme mit Wärmepumpe (passiv)
V2	Luftwasser Wärmepumpe
V3	Sole Wasserwärmepumpe
V4	Gas Brennwert mit Solar

	EFH	DH	MI und MFH
Beheizte Flächen	17820 m ²	5040 m ²	10200 m ²
Beheizte Fläche gesamt	33.060 m ²		
Wärmebedarf			
Q_{Heizen}	35,0 kWh/m ² a		nach GEG
$Q_{\text{Warmwasser}}$	15,0 kWh/m ² a		
Q_{Gesamt}	50,0 kWh/m ² a		
\triangleq	1.653.000 kWh/a		

Wirtschaftlichkeit:



V1 KNW passiv *2	spez. Kosten	Menge	Gesamt
544 Erdsonden	62,0 €/m	11.200 m	699.400 €
544 Netzbau pro Meter Rohr	90 €	7.920 m	712.800 €
Installation	5%		70.610 €
Unvorhergesehenes	5%		74.141 €
Wärmepumpe	9.000 €	135 Stk	1.251.000 €
Zuschlag Groß WP	18.000 €	17 Stk	342.000 €
Förderung BEG 55 + BEW	1.243.703 €	1 Stk	1.243.703 €
			1.906.248 €

V2 Einzelversorgung Luft/Wasser WP *1	spez. Kosten	Menge	Gesamt
421 Wärmepumpe	9.000 €/Stk	1 Stk	9.000 €
421 Pufferspeicher	1.500 €/Stk	1 Stk	1.500 €
Installation	5%		525 €
Förderung BEG 55	1.654	1 Stk	1.654 €
			9.371 €

V3 Einzelversorgung Sole/Wasser WP *1	spez. Kosten	Menge	Gesamt
421 Wärmepumpe	9.000 €/Stk	1 Stk	9.000 €
544 Erdwärmesonde	70,0 €/m	133 m	9.333 €
421 Pufferspeicher	1.500 €/Stk	1 Stk	1.500 €
Installation	5%		992 €
Förderung BEG 55	3.124	1 Stk	3.124 €
			17.701 €

*1 (Kapitalkosten mit Förderung Kalte Nahwärme BEG plus BEW siehe Invest.Kosten.)

*2 (Nach BEW 45% Zuschuss)

Wirtschaftlichkeit:



Konzept:	Kalte Nahwärme mit Wärmepumpe (passiv)		
Auslegungsdaten			
Wärmeverbrauch Heizung	1.157.100 kWh/a		
Wärmeverbrauch Warmwasser	495.900 kWh/a		
Jahresnutzwärme	1.653.000 kWh/a		
Netzverluste	0 kWh/a	0%	Netzverluste
Summe Wärmeerzeugung	1.653.000 kWh/a		
max. Wärmeleistungsbedarf	1.378 kW	0,70	Gleichzeitigkeit eingerechnet
Stromverbrauch Umwälzpumpe	0 kWh/a		kW Leistung
Stromverbrauch Heizanlage	0 kWh/a	0,0%	Hilfsenergie
Stromverbrauch Wärmepumpen	330.600 kWh/a	5,0	COP
Förderung möglich	ja		Gegenstand der Förderung:
Passive Kühlung möglich	ja		Wärmepumpe

Heizlast (38 Grundstücke)	Anschlussleistung _{ges}	1378 kW	
	Gleichzeitigkeitsfaktor	0,70	Thesis
	Anschlussleistung Sonden	560 kW	
Bohrung	Entzugsleistung	50 W/m	Giel
	Tiefe _{ges}	11.200 m	
	Sondenanzahl (je 100m)	112 Stk.	
Anlage	spez. Kosten _{pausch} *	62,00 €/m	Giel
	Kosten	694.400 €	
	Sicherheit	5.000 €	Giel
	Gesamtkosten	699.400 €	
pauschal*:			
inkl.:	Bohrung		
	Sonden-Verrohrung		
	Zentrale		
	Pumpe		
	Verrohrung zum HA		
	Ventile		
exkl.:	Erdarbeiten		
Wärmebedarf	1.653.000 kWh/a		
Jahresarbeitszahl	5		mind. COP nach BAFA
Strombedarf	330.600 kWh/a		Gesamtabnahme aller Teilnehmer
Bezugskosten Strom WP _{netto}	0,28 €/kWh		
Stromkosten	92.568,00 €		Gesamtabnahme aller Teilnehmer
Leistung	Wärmebedarf aus Sonden	1.653.000 kWh/a	
	Vollbenutzungsstunden	1200 h/a	
	L-Zahl WP		3
	für Sondenleistung		
Kapital- und Betriebsgebunden	188.390 €		413 €/Monat
Verbrauchsabhängig	92.568 €		5,60 ct/kWh

laufende Kosten							
Investitionskosten		kalkulatorischer Zins: 2%					
	Investition	Nutzungszeit	Annuität	Kosten	Faktor	Inst.	Instandsetzungen
	€	a	%	€/a	%/a		€/a
	Erdsonden	699.400	15	7,78%	54.431	1%	6.994
+	Netzbau pro Meter Rohr	712.800	15	7,78%	55.474	1%	7.128
+	Installation	70.610	15	7,78%	5.495	0%	0
+	Unvorhergesehenes	74.141	15	7,78%	5.770		0
+	Wärmepumpe	1.251.000	15	7,78%	97.360	3%	37.530
-	Förderung BEG 55 + BEW	1.243.703	15	7,78%	96.792		
=	Gesamt	1.564.248			121.738		51.652
Verbrauchsgebundene Kosten							
	spez. Kosten	Einheit		Kosten			
	Strom Wärmepumpe	0,2800 €/kWh		92.568 €/a			
+	Stromverbrauch	0,2800 €/kWh		0 €/a			
=	Gesamt			92.568 €/a			
Betriebsgebundene Kosten							
	Ansatz	Einheit		Kosten			
	Verwaltung	10.000 €/a		10.000 €/a			
+	Wartung	5.000 €/a		5.000 €/a			
+	Instandsetzungen nach VDI 2067-1			51.652 €/a			
=	Gesamt			66.652 €/a			
Gesamtkosten							
	Kapitalgebunden			121.738 €/a			
+	Verbrauchsgebunden			92.568 €/a			
+	Betriebsgebunden			66.652 €/a			
=	laufende Gesamtkosten			280.958 €/a			

Gesamtkostenentwicklung je Abnehmer							
	kapital/betrieb	Annuität über 15 Jahre je Abnehmer					
1	280.958 €	7.394 €	188.390 €	121.738	801		
2	285.920 €	7.524 €	377.114 €	243.477	1.602		
3	291.115 €	7.661 €	566.172 €	365.215	2.403		
4	296.554 €	7.804 €	755.568 €	486.953	3.204		
5	302.250 €	7.954 €	945.301 €	608.692	4.005		
6	308.216 €	8.111 €	1.135.374 €	730.430	4.805		
7	314.465 €	8.275 €	1.325.789 €	852.168	5.606		
8	321.011 €	8.448 €	1.516.548 €	973.907	6.407		
9	327.869 €	8.628 €	1.707.651 €	1.095.645	7.208		
10	335.054 €	8.817 €	1.899.102 €	1.217.383	8.009		
11	342.582 €	9.015 €	2.090.901 €	1.339.122	8.810		
12	350.472 €	9.223 €	2.283.050 €	1.460.860	9.611		
13	358.740 €	9.441 €	2.475.551 €	1.582.598	10.412		
14	367.406 €	9.669 €	2.668.406 €	1.704.337	11.213		
15	376.489 €	9.908 €	2.861.617 €	1.826.075	12.014		
190774 €/Jahr (15) Jahre							
oder	1413 €/Jahr je Haushalt						
	118 €/Monat					Anschlusspauschale	
zzgl.	0,08 ct/kWh					Wärmepreis	
Flatrate							
Heizung:	58 €/Monat je Haushalt						
Anlagenspreis:	118 €/Monat je Haushalt						
Kosten WW	25 €/Monat je Haushalt						

Wirtschaftlichkeit:



Konzept:	Einzelversorgung (Luft/Wasser-WP)	
Auslegungsdaten		
Wärmeverbrauch Heizung	6.300 kWh/a	
Wärmeverbrauch Warmwasser	2.100 kWh/a	
Jahresnutzwärme	8.400 kWh/a	
Netzverluste	0 kWh/a	0% Netzverluste
Summe Wärmeerzeugung	8.400 kWh/a	
max. Wärmeleistungsbedarf	7 kW	8 kW inkl. 15% Mehrleistung wg. Sperrzeiten
Stromverbrauch Umwälzpumpe	0 kWh/a	0,00 kW Leistung
Stromverbrauch Heizanlage	0 kWh/a	0% Hilfsenergie
Stromverbrauch Wärmepumpen	2.800 kWh/a	3,0 COP
BAFA Förderung möglich	ja	Gegenstand der Förderung:
Passive Kühlung möglich	nein	Wärmepumpe

Kapital- und Betriebsgebunden	1.290 €	107 €/Monat
Verbrauchsabhängig	784 €	9,33 ct/kWh

Investitionskosten	Investition	Nutzungszeit	Annuität	Kosten	Faktor Inst.	Instandsetzungen
	€	a	%	€/a	%/a	€/a
Wärmepumpe	9.000	15	7,78%	700	5%	450
+ Pufferspeicher	1.500	15	7,78%	117	1%	15
+ Installation	525	15	7,78%	41	1%	5
- Förderung BEG 55	1.654	15	7,78%	129		
= Gesamt	9.371			729		470
Verbrauchsgebundene Kosten						
	spez. Kosten	Einheit		Kosten		
Brennstoffe	0 €/kWh			0 €/a		
+ Stromverbrauch	0,2800 €/kWh			784 €/a		
= Gesamt				784 €/a		
Betriebsgebundene Kosten						
	Ansatz	Einheit		Kosten		
Verwaltung	€/a			€/a		
+ Wartung	1,0 %			90 €/a		
+ Instandsetzungen nach VDI 2067-1				470 €/a		
= Gesamt				560 €/a		
Gesamtkosten						
Kapitalgebunden				729 €/a		
+ Verbrauchsgebunden				784 €/a		
+ Betriebsgebunden				560 €/a		
= laufende Gesamtkosten				2.074 €/a		

Gesamtkostenentwicklung	Kosten einzeln	
1	961.365 €	11.445 €
2	1.135.545 €	13.518 €
3	1.309.725 €	15.592 €
4	1.483.905 €	17.666 €
5	1.658.085 €	19.739 €
6	1.832.265 €	21.813 €
7	2.006.445 €	23.886 €
8	2.180.625 €	25.960 €
9	2.354.805 €	28.033 €
10	2.528.985 €	30.107 €
11	2.703.165 €	32.181 €
12	2.877.346 €	34.254 €
13	3.051.526 €	36.328 €
14	3.225.706 €	38.401 €
15	3.399.886 €	40.475 €

Wirtschaftlichkeit:



Konzept:	Einzelversorgung (Sole/Wasser-WP)	
Auslegungsdaten		
Wärmeverbrauch Heizung	6.300 kWh/a	
Wärmeverbrauch Warmwasser	2.100 kWh/a	
Jahresnutzwärme	8.400 kWh/a	
Netzverluste	0 kWh/a	0% Netzverluste
Summe Wärmeerzeugung	8.400 kWh/a	
max. Wärmeleistungsbedarf	7 kW	8 kW inkl. 15% Mehrleistung wg. Sperrzeiten
Stromverbrauch Umwälzpumpe	0 kWh/a	0,00 kW Leistung
Stromverbrauch Heizanlage	0 kWh/a	0% Hilfsenergie
Stromverbrauch Wärmepumpen	2.100 kWh/a	4,0 COP
BAFA Förderung möglich	ja	Gegenstand der Förderung:
Passive Kühlung möglich	ja	Wärmepumpe

Heizlast	Anschlussleistung _{theo}	7 kW
	Faktor Sperrzeiten	1,15
	Anschlussleistung _{SOLE}	5 kW
Bohrung	Entzugsleistung	40 W/m
	Tiefe _{RES}	133 m
	Sondenanzahl (je 70m)	2 Stk.
Anlage	spez. Kosten _{pausch*}	70,00 €/m Giel
	Gesamtkosten	6.800 €
Kapital- und Betriebsgebun	1.793 €	149 €/Monat
Verbrauchsabhängig	588 €	7,00 ct/kWh

Investitionskosten		kalkulatorischer Zins: 2%				
	Investition	Nutzungszeit	Annuität	Kosten	Faktor Inst. Instandsetzungen	
	€	a	%	€/a	%/a	
	€			€/a	€/a	
	9.000	15	7,78%	457	6%	
+	Erdwärmesonde	9.333	15	7,78%	726	1%
+	Pufferspeicher	1.500	15	7,78%	117	1%
+	Installation	992	15	7,78%	77	1%
-	Förderung BEG 55	3.124	15	7,78%	243	
=	Gesamt	17.701		1.135		658
Verbrauchsgebundene Kosten						
	spez. Kosten	Einheit		Kosten		
	€	€/kWh		€/a		
+	Brennstoffe	0 €/kWh		0 €/a		
+	Stromverbrauch	0,2800 €/kWh		588 €/a		
=	Gesamt			588 €/a		
Betriebsgebundene Kosten						
	Ansatz	Einheit		Kosten		
	€/a			€/a		
+	Verwaltung	0,0 %		0 €/a		
+	Wartung	0,0 %		0 €/a		
+	Instandsetzungen nach VDI 2067-1			658 €/a		
=	Gesamt			658 €/a		
Gesamtkosten						
	Kapitalgebunden			1.135 €/a		
+	Verbrauchsgebunden			588 €/a		
+	Betriebsgebunden			658 €/a		
=	laufende Gesamtkosten			2.381 €/a		

Gesamtkostenentwicklung Kosten einzeln		
	€	€/a
1	1.686.888 €	20.082 €
2	1.886.871 €	22.463 €
3	2.086.854 €	24.844 €
4	2.286.837 €	27.224 €
5	2.486.820 €	29.605 €
6	2.686.803 €	31.986 €
7	2.886.786 €	34.367 €
8	3.086.770 €	36.747 €
9	3.286.753 €	39.128 €
10	3.486.736 €	41.509 €
11	3.686.719 €	43.890 €
12	3.886.702 €	46.270 €
13	4.086.685 €	48.651 €
14	4.286.668 €	51.032 €
15	4.486.651 €	53.413 €

Wirtschaftlichkeit:



Konzept:	Einzelversorgung (Gas+Solar)	
Auslegungsdaten		
Wärmeverbrauch Heizung	6.300 kWh/a	
Wärmeverbrauch Warmwasser	2.100 kWh/a	1.800 kWh/a solarer Ertrag
Jahresnutzwärme	8.400 kWh/a	
Netzverluste	0 kWh/a	0% Netzverluste
Summe Wärmezeugung	8.400 kWh/a	
max. Wärmeleistungsbedarf	7 kW	
Gasverbrauch BHKW		
Gasverbrauch BHKW	0 kWh/a	90% Wirkungsgrad
Gasverbrauch Brennwärthe	10.500 kWh/a	80% Wirkungsgrad
Pelletsverbrauch	to/a	90% Wirkungsgrad
Wärmeerzeugung Solar	kWh/a	80% Deckungsgrad TWW
Stromproduktion	0 kWh/a	
Stromverbrauch Umwälzpumpe	0 kWh/a	0,00 kW Leistung
Stromverbrauch Heizanlage	84 kWh/a	1% Hilfsenergie
Stromverbrauch Wärmepumpen	kWh/a	COP
BEG Förderung möglich		
BEG Förderung möglich	ja	Gegenstand der Förderung:
Passive Kühlung möglich	nein	Solarkollektoren
Wärmepreis 35,15 ct/kWh		

Solarertrag			
Flachkollektor	6 m ² x	300 kWh/m ² =	1.800 kWh/a
WW Verbrauch			2.857 kWh/a
Anteil Solar			63%
Kapital- und Betriebsgebunden			
	2.197 €	183 €/Monat	
Verbrauchsabhängig			
	756 €	9,00 ct/kWh	

Investitionskosten		kalkulatorischer Zins: 4%		Kosten		Instandsetzungen	
Investition	Nutzungszeit	Annuität	€	€/a	%/a	€/a	€/a
Gastherme	15	8,99%	4.500	405	5%	225	
+ Pufferspeicher	15	8,99%	1.500	135	1%	15	
+ Abgasanlage	15	8,99%	1.500	135	1%	15	
+ Gasanschluss	15	8,99%	2.500	225	1%	25	
+ Lüftungsanlage mit WRG	15	8,99%	6.000	540	4%	240	
+ Solaranlage 3m ²	15	8,99%	3.000	270	2%	60	
+ Installation	15	8,99%	1.900	171	1%	19	
+ Förderung BEG 55	15	8,99%	-3.135	-282	0%	0	
= Gesamt			17.765	1.598		599	
Verbrauchsgebundene Kosten							
spez. Kosten	Einheit	Kosten					
Brennstoffe	0,0700 €/kWh	735 €/a					
+ Stromverbrauch	0,2500 €/kWh	21 €/a					
= Gesamt		756 €/a					
Betriebsgebundene Kosten							
Ansatz	Einheit	Kosten					
Verwaltung	0 €/a	0 €/a					
+ Wartung	0 %	0 €/a					
+ Instandsetzungen nach VDI 2067-1		599 €/a					
= Gesamt		599 €/a					
Gesamtkosten							
Kapitalgebunden		1.598 €/a					
+ Verbrauchsgebunden		756 €/a					
+ Betriebsgebunden		599 €/a					
= laufende Gesamtkosten		2.953 €/a					

Gesamtkostenentwicklung		Kosten einzeln	
	1	1.740.296 €	20.718 €
	2	1.988.331 €	23.671 €
	3	2.236.367 €	26.623 €
	4	2.484.402 €	29.576 €
	5	2.732.438 €	32.529 €
	6	2.980.473 €	35.482 €
	7	3.228.509 €	38.435 €
	8	3.476.544 €	41.387 €
	9	3.724.580 €	44.340 €
	10	3.972.615 €	47.293 €
	11	4.220.651 €	50.246 €
	12	4.468.686 €	53.199 €
	13	4.716.722 €	56.151 €
	14	4.964.757 €	59.104 €
	15	5.212.793 €	62.057 €

Wirtschaftlichkeit:



Gesamtkosten Wärme pro Jahr und Gebäude im ersten Jahr

	Kalte Nahwärme *2	Gas + Solar	Luft Wasser WP	Sole Wasser WP
Kapital *1	800,91 €	1.597,80 €	729,32 €	1.134,50 €
Verbrauch	609,00 €	756,00 €	784,00 €	588,00 €
Wartung	438,50 €	599,00 €	560,25 €	658,25 €
	1.848,41 €	2.952,80 €	2.073,57 €	2.380,75 €

*1 (Kapitalkosten mit Förderung Kalte Nahwärme BEG plus BEW siehe Invest.Kosten.)

*2 (Nach BEW 45% Zuschuss)

Gesamtkosten Wärme in 15 Jahren pro Gebäude (Energiepreissteigerung 5%, Inflation 0,5%)

	Kalte Nahwärme *2	Gas + Solar	Luft Wasser WP	Sole Wasser WP
Kapital *1	12.013,65 €	23.967,05 €	10.939,83 €	17.017,51 €
Verbrauch	13.141,35 €	16.313,39 €	16.917,59 €	12.688,20 €
Wartung	6.812,78 €	9.306,39 €	10.226,93 €	10.226,93 €
	31.967,77 €	49.586,84 €	38.084,36 €	39.932,64 €

*1 (Kapitalkosten mit Förderung Kalte Nahwärme BEG plus BEW siehe Invest.Kosten.)

*2 (Nach BEW 45% Zuschuss)



**ALLES, WAS
DU DIR VORSTELLEN KANNST,
SOLLTEST DU VERSUCHEN.**

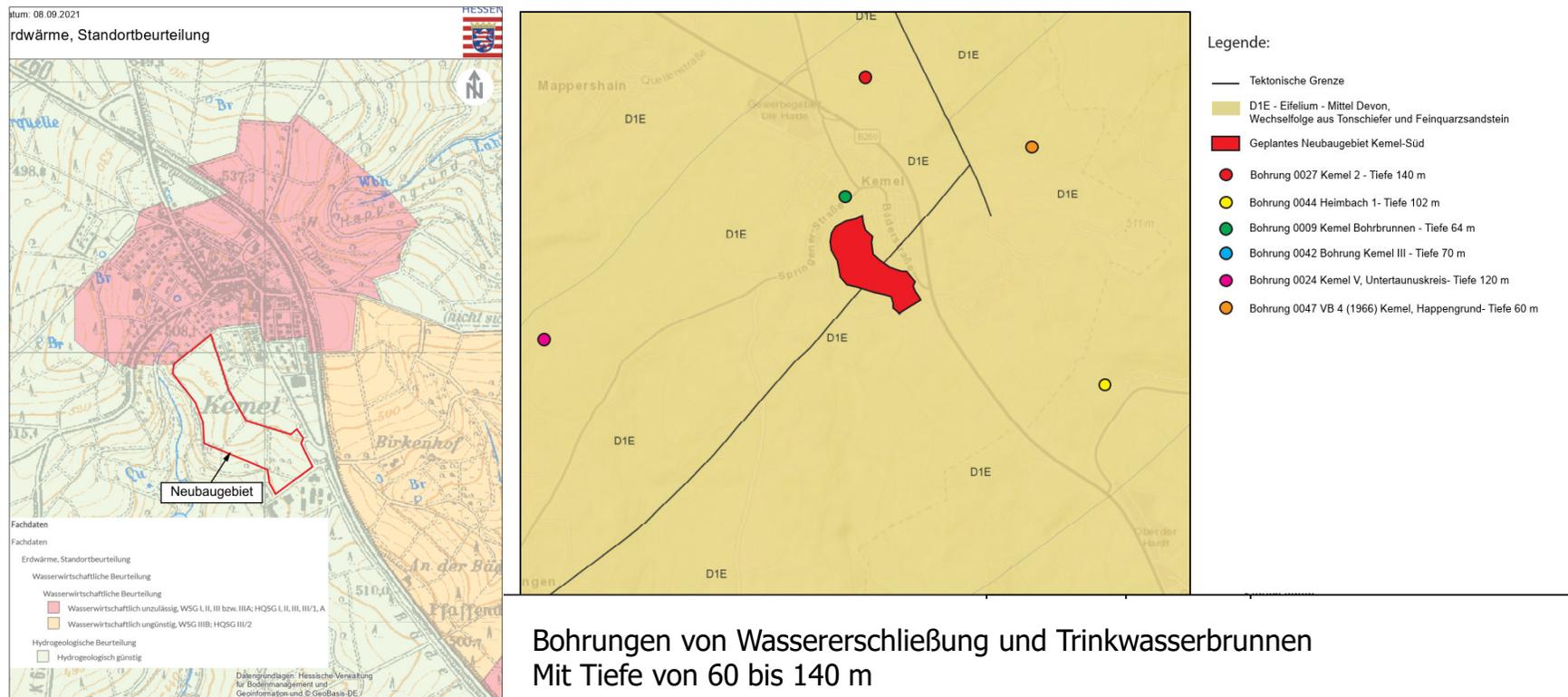
#EINFACHMACHEN

DAS DENKWERK

Geologie, Geothermie und Hydrogeologie:

Gegebenheiten vor Ort und Referenzen:

- Mehrere Bohrungen im näheren Umfeld zum Neubaugebiet, nutzbar als Referenzwerte zu Schichtenaufbau und hierdurch resultierend zur Beurteilung etwaiger geothermischer Eignung bzw. Einstufung des geothermischen Potentials



Geologie, Geothermie und Hydrogeologie:



Geologie:

- Untergrund: metamorphe (sich wandelnde) Tonschiefer
→ sind gut zu durchbohren

Hydrogeologie, Wasserschutzgebiet:

- Vorhandene Tonschiefer sind Grundwassergeringleiter
- Grundwasserbewegung hauptsächlich über Klüfte im Untergrund
- Neubaugebiet liegt außerhalb festgesetzter Wasserschutzgebiete
- Nordwestgrenze des Baugebiets stößt an Schutzzonen II und IIIA an
→ keine besonderen zu erwartenden Auflagen

Geologie, Geothermie und Hydrogeologie:

Geothermische Parameter: Tabellenwerte der VDI 4640

Tab. 2: Wärmeleitfähigkeit und spezifischen Wärmekapazität des Untergrundes im Bereich des Neubaugebiets

Schichtglied	Wärmeleitfähigkeit* [W/(m * K)]			spezifischen Wärmekapazität* [mJ/ (m ³ * K)]		
	Minimum	Maximum	empfohlener Wert	Minimum	Maximum	empfohlener Wert
Tonschiefer	1,5	2,6	2,1	2,2	2,5	2,4
* Quelle: VDI 4640, Blatt 1, 2010 [7]						

Tab. 3: Erfahrungswerte aus vergleichbaren Untergrundverhältnissen

Parameter	Einheit	
Ungestörte Gesteinstemperatur	°C	11,5
Effektive Wärmeleitfähigkeit	W/(m*K)	2,1
Thermischer Bohrlochwiderstand	(m*K)/W	0,08

Geologie, Geothermie und Hydrogeologie:



Auswirkungen zu bestehenden Nutzungen:

- Es ist davon auszugehen, dass aufgrund geringer hydraulischer Durchlässigkeit der Gesteine weder benachbarte Erdwärmeanlagen noch geothermische Brunnenanlagen durch die potentielle geothermische Nutzung, nachteilig beeinflusst werden.

Erdwärmesonden als geothermisches Wärmequellensystem:

- Nutzung der oberflächennahen Geothermie mit Erdsondenanlage und erdgekoppelten Sole-Wasser-Wärmepumpen
- Wärmepumpen heben Quelltemperaturniveau auf benötigte Heiztemperatur
- Sehr effiziente Kombination da auch „freie Kühlung“ nutzbar

Geologie, Geothermie und Hydrogeologie:



Wasser- und Bergrecht:

Wasserrecht:

- Erdwärmennutzung gemäß §49 Wasserhaushaltsgesetz bei Wasserbehörde anzuzeigen
- Gemäß §9 und §49 ist wasserrechtliche Erlaubnis für das Einbringen von Erdwärmesonden zu beantragen
- Temperaturfeldmodellierung als Nachweis das benachbarte Grundstücke nicht nachteilig beeinflusst werden
- Erhöhten Auflagen zur Verwendung eines Wasser-Glykol-Gemisches sind nicht zu erwarten

Geologie, Geothermie und Hydrogeologie:



Wasser- und Bergrecht:

Bergrecht:

- Bohrungen sind nach §4 Lagerstättengesetz und §127 BBergG der Bergaufsicht anzuzeigen
- Erdwärmesonden-Bohrungen über 100m Tiefe können betriebsplanpflichtig sein
- Durch grundstücksübergreifender Nutzung ist eine bergrechtliche Genehmigung einzuholen

(durch Verteilung der Erdwärme mittels Ringleitung findet eine grundstücksübergreifende Nutzung statt)

- Hinweise und Empfehlungen sind in Studie dezidiert dargelegt, es werden zwei mögliche Genehmigungsvarianten betrachtet (A: gemeinsames Sondenfeld für alle drei Bauabschnitte, B: Sondenfeld und Genehmigung pro Bauabschnitt)
- Nach Voranfrage und Auskunft HLNUG (hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) ist Erstellung und Betrieb einer **Erdwärmesondenanlage generell genehmigungsfähig**

Geologie, Geothermie und Hydrogeologie:



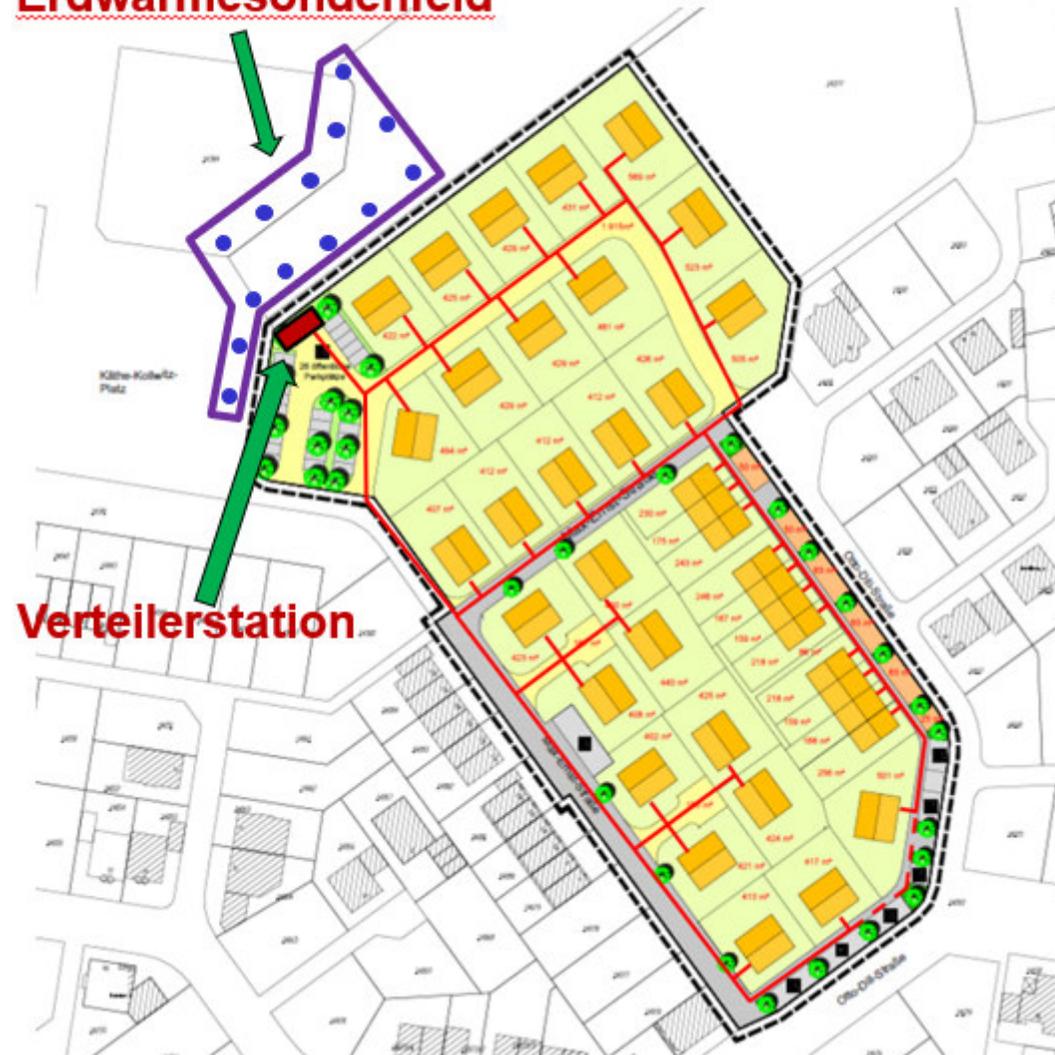
Fazit und Empfehlungen:

- Kaltes Nahwärmenetz für Baugebiet „Kemel Süd“ ist aus technischer sowie genehmigungsrechtlicher Sicht realisierbar und wirtschaftlich eine sinnvolle Alternative zu konventionellen, fossilen Energieträger dar
- Mittlerweile „Praxis-bewährt“ siehe folge Folien
- Pro Bohrfeld je eine Probebohrung als Test-Erdwärmesonde (Überprüfung möglicher Bohrrisiken und Bestimmung thermischer Untergrundparameter)
- Hydrologisch „günstiger“ Lagebereich, keine bekannten wasserwirtschaftliche Restriktionen, daher keine generelle Bohrtiefenbeschränkung zu erwarten
- Geringer Wartungs- und Betreuungsaufwand
- Geothermische Standorteigenschaften als grundsätzlich günstig zu bewerten (Bohrtiefen von ca. 150 – 170 m empfehlenswert)

Kalte Nahwärme in Schifferstadt – die Praxis



Erdwärmesondenfeld



Verteilerstation

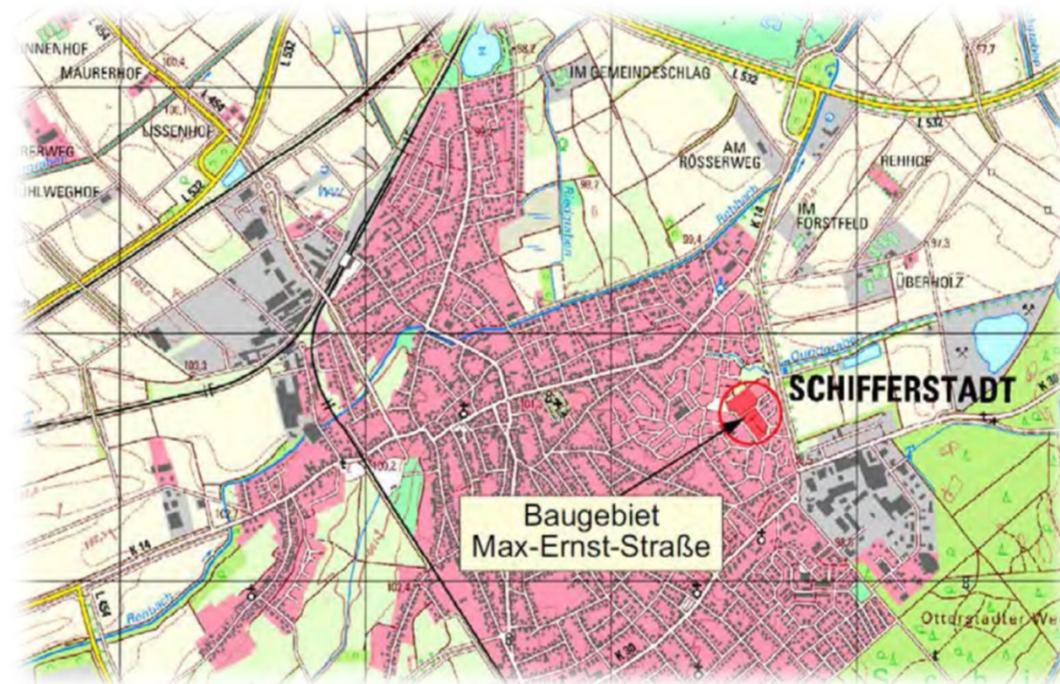
Kalte Nahwärme in Schifferstadt – die Praxis



- Neubaubereich mit 41 Wohneinheiten
- 29 Einzelhäuser / 12 Reihenhäuser
- Alle Grundstücke im Eigentum der Stadt
- Intention der Stadt: Ökologisches Wärmeversorgungskonzept

Auftrag an Stadtwerke:

„Macht mal...“



Kalte Nahwärme in Schifferstadt – die Praxis



Hard Facts zur Kalten Nahwärme in Schifferstadt

- **Betrieb seit Ende 2016 durch Stadtwerke Schifferstadt**
- **28 Erdwärmesonden, ca. 100m Bohrtiefe**
- **630 m Hauptleitungen + 250 m Hausanschlüsse im Vorlauf**
- **Befüllung mit Wasser/Glykol-Gemisch (WGK 1)**
- **Zirkulation durch Betrieb der Wärmepumpen**
- **Vorlauftemperatur 10°-12°(geplant), 14°-16° (So.) / 5°-10° (Wi.)**
- **JAZ Wärmepumpe: 4,5 (geplant), > 4,5 (Ist)**
da, höhere Vorlauftemperatur u. Regeneration durch Kühlung
- **Primärenergiefaktor 0,4 (EnEV 2016); Erdöl/Erdgas: 1,1**
- **Wärmeabgabe ca. 320.000 kWh/a**
- **CO₂-neutraler Betrieb der Wärmepumpen mit Ökostrom
(CO₂-Einsparung ca. 87 t/a)**

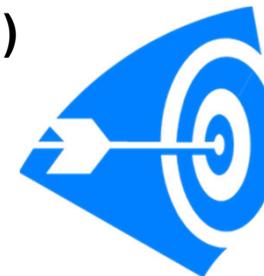
Kalte Nahwärme in Schifferstadt – die Praxis



Abrechnung: Novum-Wärme-Flatrate!

Anforderungen:

- **Auskömmlichkeit / Kalkulierbares Risiko für Stadtwerke**
- **Langfristige Preissicherheit für Kunden**
- **Preisgünstigkeit (Preisvergleich mit weiteren Heizsystemen)**
- **Hohe Transparenz gegenüber Kunden (Akzeptanz!)**
- **„Rundum-Sorglos“-Paket für Kunden**
- **Einfach!!! (Abrechnung / Billing-System)**



Kalte Nahwärme in Schifferstadt – die Praxis



Wärme-/Kälte-Flatrate!



- **Flatrate gestaffelt nach Wohnflächengröße / WW-Bedarf**

10 Jahre fixer Preis für Contracting (Wärme / Kühlung)
inkl. Nutzung Wärmepumpe, Reparaturen, 24/7-Wartung und
Stromverbrauch der Wärmepumpe

> 10 Jahre: Eigentumsübergang der Wärmepumpe

15 Jahre fixer Preis für Netznutzung

inkl. Nutzung Nahwärmenetz für Wärme- und Kühlzwecke, Betrieb,
Reparaturen, 24/7-Wartung

> 15 Jahre: Preisanpassung nach heute bekannter Preisgleitklausel

Kalte Nahwärme in Schifferstadt – die Praxis



Allgemeines zum Bau und Betrieb in Schifferstadt und Generelle Überlegungen für eine Umsetzung

- **Bau und Betrieb des Kalten-Netzes durch Stadtwerke (ohne besondere wärmetechnische Erfahrung, da Hauptgeschäftsfelder Strom, Gasvertrieb, Abwasser, Stadtservice, Wärmeversorgung und Wärme-Contracting erst seit 2015)**
- **Betrieb der Wärmepumpen bei den Kunden mittels Contracting (10 Jahre Laufzeit der Verträge)**
- **Bau und Betrieb eines „Kalten Netzes“ und/oder Contracting der Wärmepumpen in verschiedenen Varianten oder Konstellation denkbar (bspw. durch Kommune, durch Dritte bspw. Dienstleister oder durch sog. Bürgerenergiegenossenschaften)**

Kalte Nahwärme in Schifferstadt – die Praxis



Allgemeines zum Bau und Betrieb in Schifferstadt und Generelle Überlegungen für eine Umsetzung

...um die Antwort auf die EINE eventuelle Frage vorweg zu nehmen...

Ja, wir würden es wieder tun!

...und tun es auch wieder 😊

Kalte Nahwärme in Schifferstadt – die Praxis



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Ideen voller Energie



**Stadtwerke
Schifferstadt**