TSB

TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

TGA-GM
Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

Kalte Netze mit Absorptionswärmepumpen in kommunalen Netzen

Thomas Giel

Die Wissenschaft ist erst erwachsen, wenn sie die Verantwortung für ihre Folgen übernimmt.

Carl Friedrich von Weizsäcker

Vita:

Prof. Dipl. Ing. Giel, Thomas

Professor für Technisches Gebäudemanagement und Technische Gebäudeausrüstung an der Hochschule Mainz

Wissenschaftliche Projektleitung Transferstelle für Rationelle Regenerative Energienutzung Bingen

Wichtige Station:

1997
Wissenschaftliche Begleitung des Forschungsvorhabens „Energetische Modernisierung von Altbauten“ für das Wirtschaftsministerium in Baden-Württemberg mit der Forschungsgemeinschaft Fachhochschulen.
Ziel: Entwicklung von Energiesparmaßnahmen für den Altbau.

2007 - 2010
Leitung des 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

2010
Entwicklung einer geo- solarthermischen Heizung und Kühlung zur Wärme und Heizungsversorgung von Bürogebäuden zusammen mit der Fachhochschule für Technik in Esslingen.
Ziel: Auslegungskriterien für geo- solarthermische Kühlungen

2010
Energiekonzept Bürogebäude Werner und Mertz
Umweltpreis RLP / Platin Label nach LEED Greenbuilding

2011
Energie Master Award 2011 in der Kategorie „Einsatz erneuerbare Energien“
Mit der Produktionshalle Junker in Sinsheim

2013
Entwicklung „Hauses der Zukunft“ zusammen mit der Hochschule Esslingen und Fernhochschule Hamburg.
Ziel: Entwicklung eines Plus Energiegebäudes als aktiver Baustein zur Energiewende

2013
Entwicklung eines Messverfahrens zur Ermittlung des Jahresnutzungsgrades einer Heizungsanlage durch eine Kurzzeitmessung

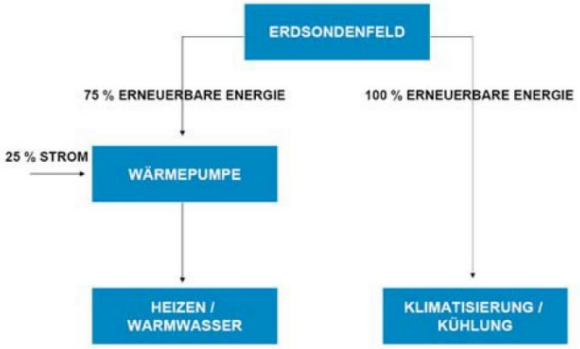
2015
Entwicklung von Smart TOM zur Energieeffizienzsteigerung von Liegenschaften im ländlichen Raum.

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

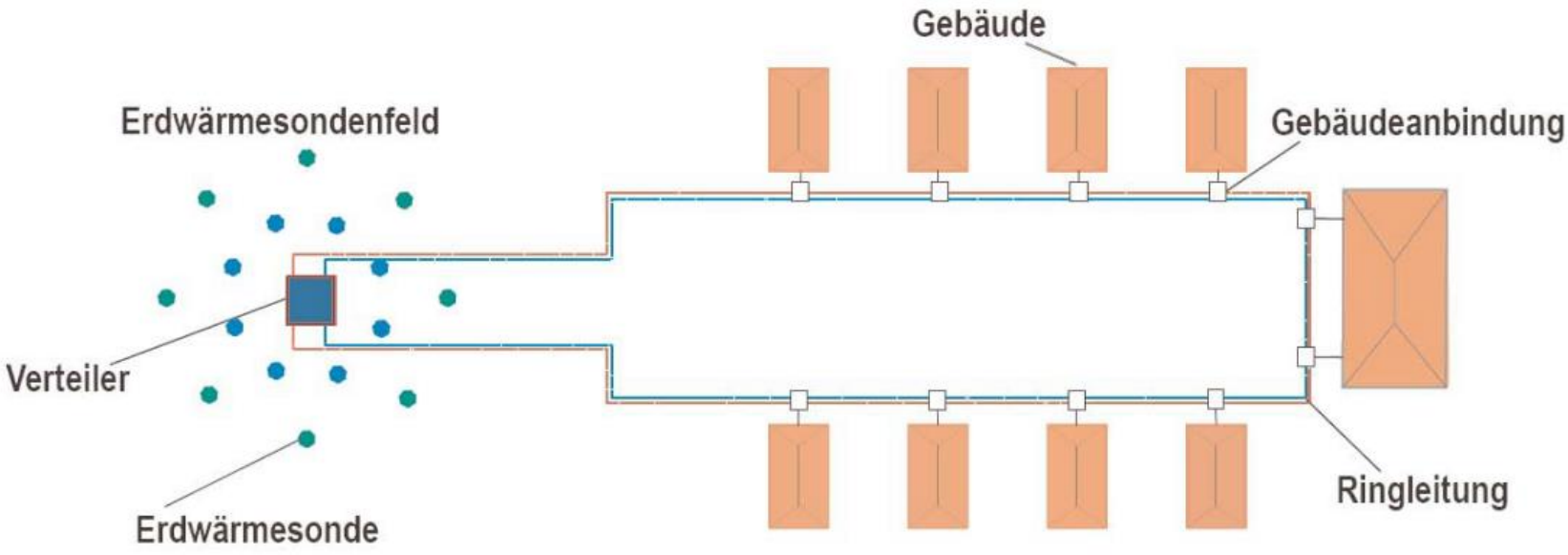
Pro Inno Forschungsvorhabens „Entwicklung eines optimal abgestimmten, kalten Nahwärmenetzes zur Versorgung von Wohngebäuden mit Wärme und Kälte für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie.
Ziel: Auslegungskriterien für Kalten Nahwärmenetze.

2007 bis 2010

Energieverteilung

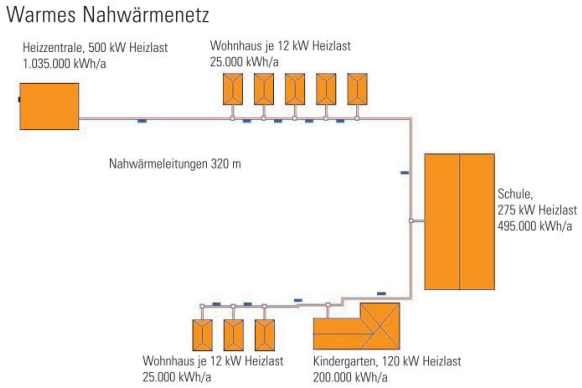


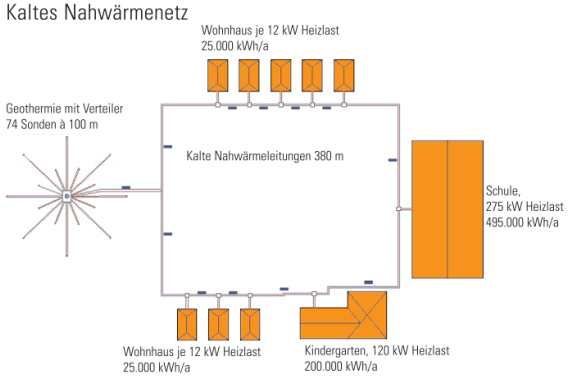
Kalte Nahwärme DIE IDEE:



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.

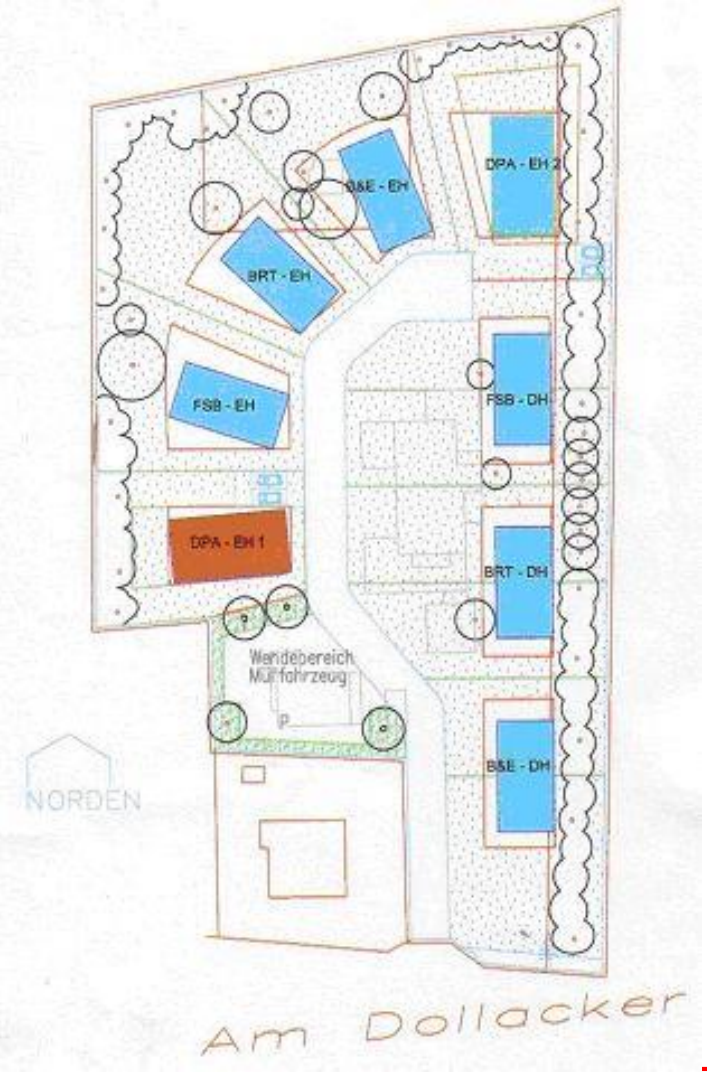




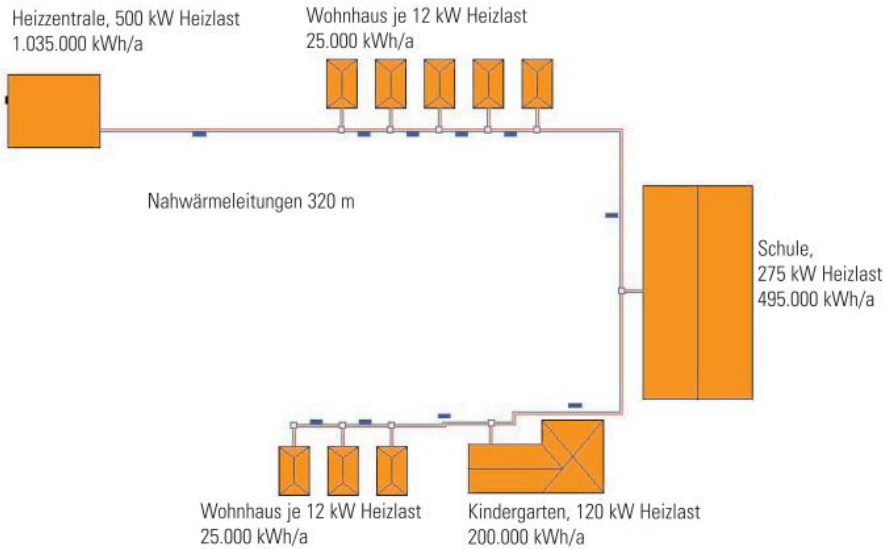
Grundlagen / Forschungsprojekt

Das Siedlungsprojekt wird südlich von Darmstadt am Rande des Ortes Malchen errichtet und steht unter dem Titel „Leben im 21. Jahrhundert“.

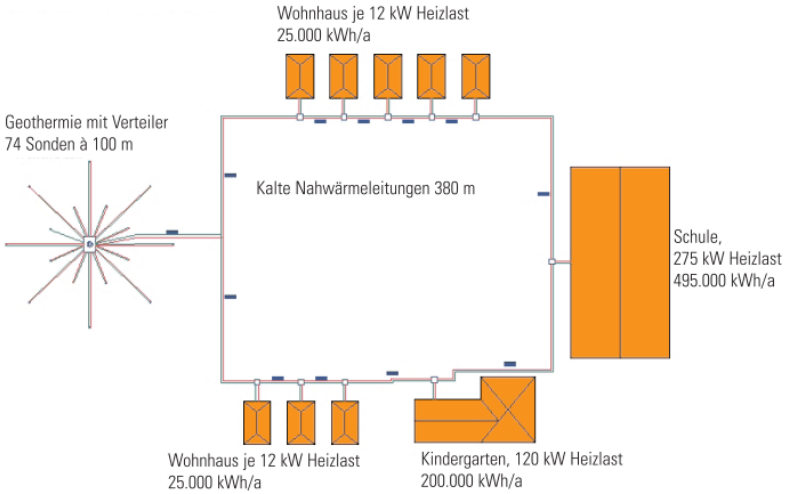
Das Bauvorhaben besteht aus drei Doppelhäusern und fünf Einzelhäusern, welche von international bekannten Stararchitekten entworfen wurden.



Warmes Nahwärmenetz



Kaltes Nahwärmenetz



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.

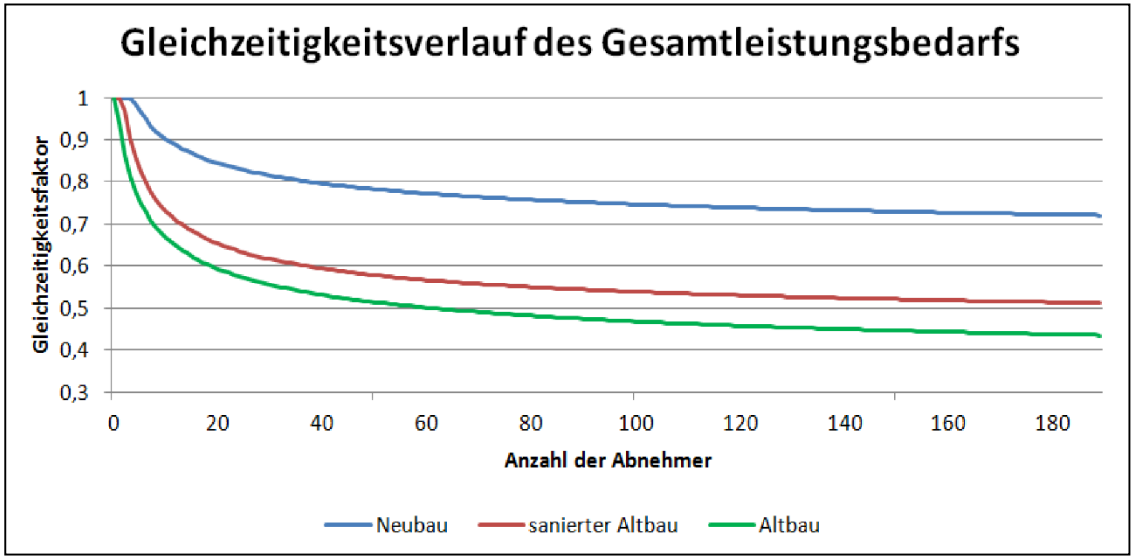
Vorteile der kalten Nahwärme:

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 im wesentlichen auf dem geothermischen Nutzungspotential des Standortes. Dieses wird durch die spezifische Entzugsleistung der Erdwärmesonden und der Ringleitung (Flächenkollektor) bestimmt.
Die spezifische Entzugsleistung muss auf den Bedarf bei einem Kalten Nahwärmenetz angepasst (Stichwort GLEICHZEITIGKEIT) werden!



Im Fall von Abbildung 2-5 kann bei einer Neubausiedlung schon ab etwa 20 Teilnehmern der Gesamtleistungsbedarf auf wenigstens 85 % reduziert w

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**

Fazit:

Bei kalter Nahwärme kann bei einer Neubausiedlung schon ab etwa 20 Teilnehmern der Gesamtleistungsbedarf auf der Soleseite bei Heizen und Kühlen mindestens auf 75 % reduziert werden.

Berechnung der Gebäudedaten

Zunächst wurden für alle Gebäude die Heiz- und Kühllasten ermittelt.

Anhand dieser Daten werden die benötigten Wärme-pumpen ausgewählt und die Kälteleistungen bestimmt.

	Heizlast	Kälteleistung	Kühllast
	Φ_{HL}	$\Phi_{Kälte}$	Φ_{KL}
	[W]	[W]	[W]
B&E DH Nord	18,50	13,78	8,68
B&E DH Süd	16,87	13,32	8,60
B&E EH	26,76	20,05	12,88
BRT DH Nord	15,88	12,53	10,75
BRT DH Süd	14,15	11,06	10,84
BRT EH	20,96	15,70	10,47
DPA EH1	25,46	19,07	10,23
DPA EH2	25,55	19,14	10,90
FSB DH Nord	19,78	14,82	12,29
FSB DH Süd	17,78	13,80	11,58
FSB EH	27,76	20,82	14,57
Summe:	229,44	174,07	122,15

Auslegung der Erdwärmesonden der Einzelanlagen

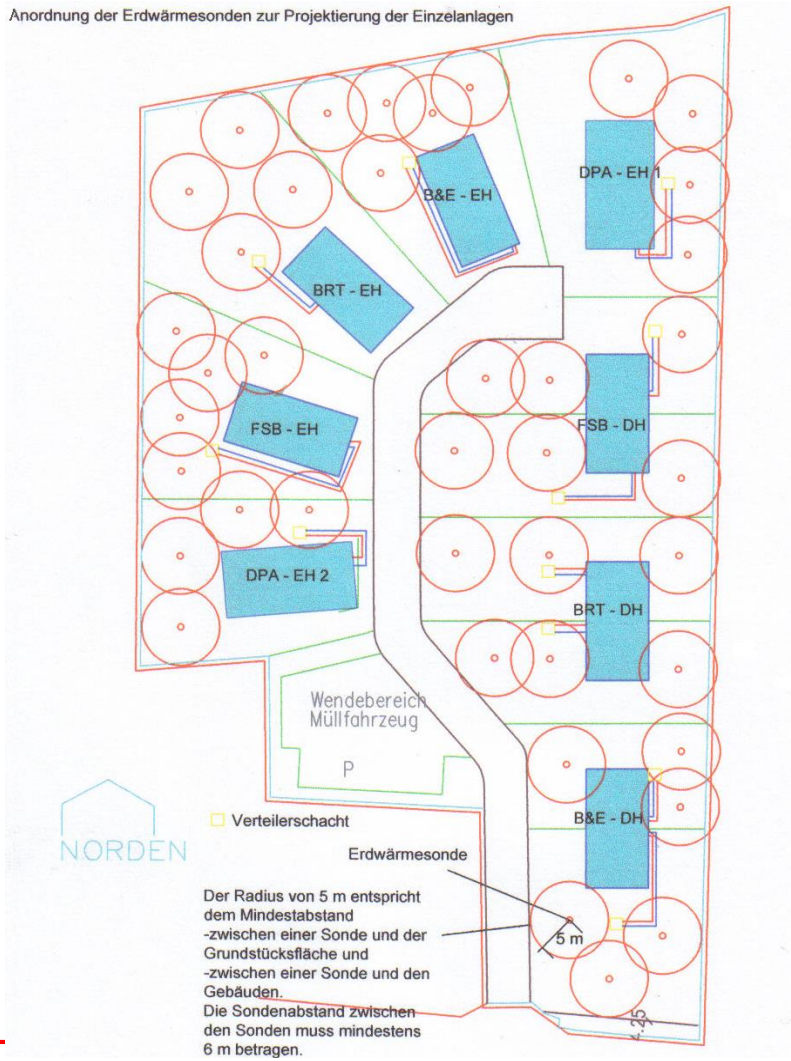
	Heizlast	Kälte-Leistung	Gesamt - EWS - Länge	Anzahl EWS	Sondenlänge pro EWS
	[W]	[kW]	[m]	[-]	[m]
B&E DH Nord	18,50	13,78	275,57	3	91,86
B&E DH Süd	16,87	13,32	266,32	3	88,77
B&E EH	26,76	20,05	400,91	5	80,18
BRT DH Nord	15,88	12,53	250,67	3	83,56
BRT DH Süd	14,15	11,06	221,14	3	73,71
BRT EH	20,96	15,70	314,01	4	78,50
DPA EH1	25,46	19,07	381,43	4	95,36
DPA EH2	25,55	19,14	382,84	4	95,71
FSB DH Nord	19,78	14,82	296,32	3	98,77
FSB DH Süd	17,78	13,80	275,93	3	91,98
FSB EH	27,76	20,82	416,34	5	83,27
Summe:	**229.443**	**174,07**	**3.481,49**	**40**	

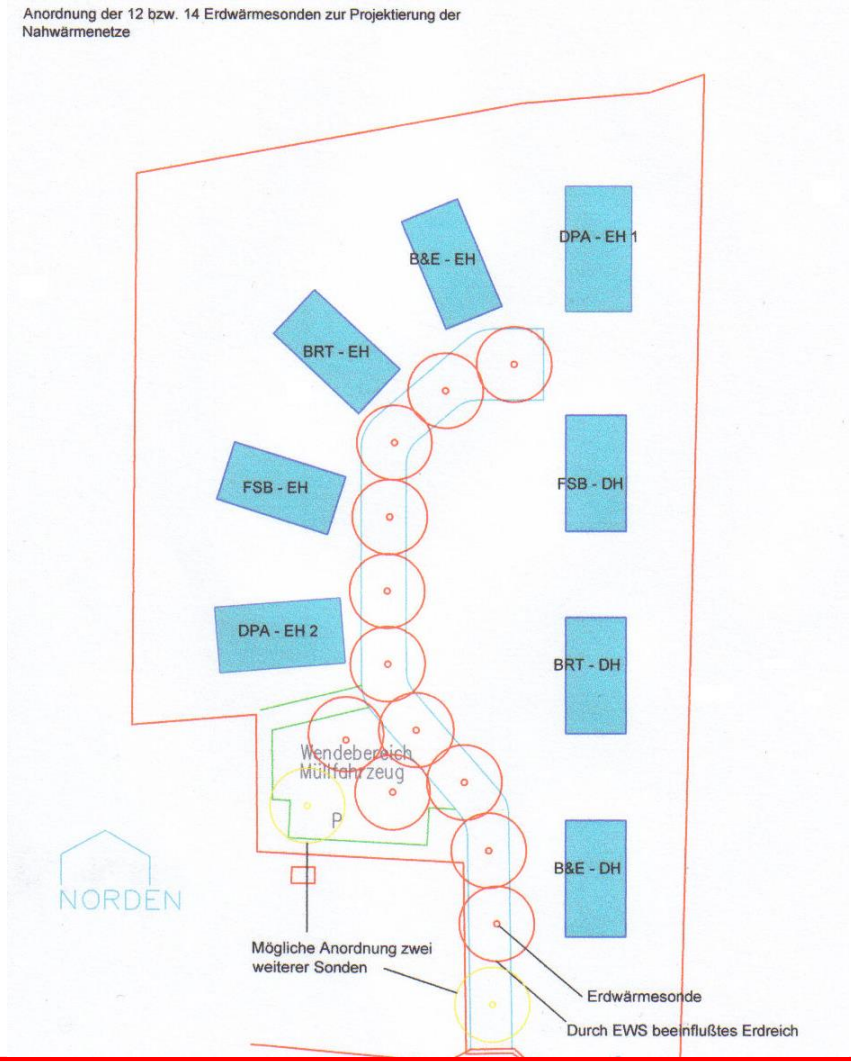
Anordnung der Erdwärmesonden

TSB

TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TGA-GM
Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting





Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

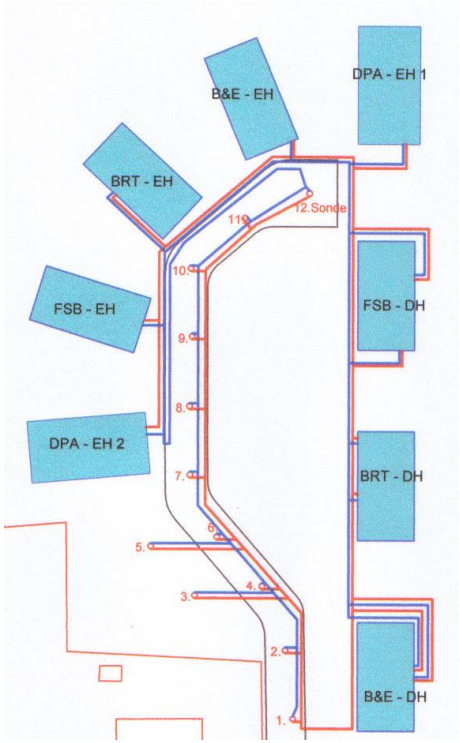
2018 Berliner ENERGIETAGE Energiewende in Deutschland

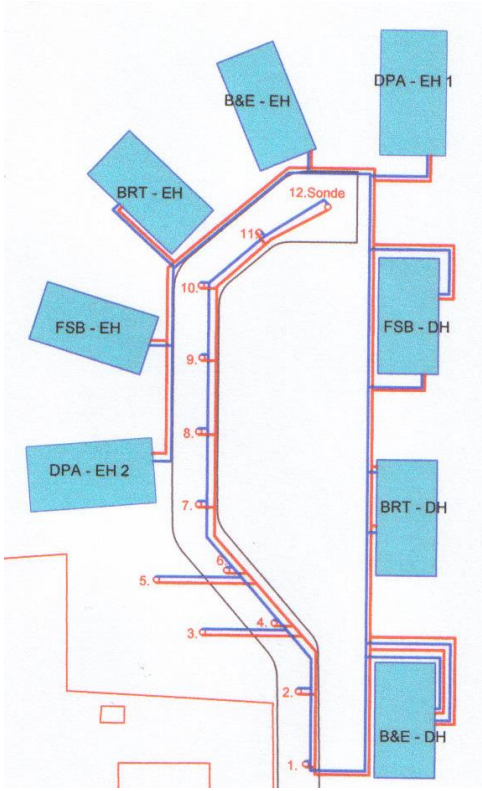
Die Konzepte der Netze

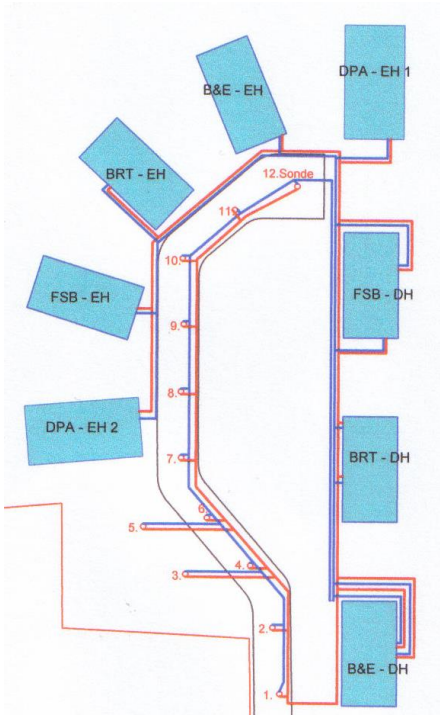
TSB

TECHNIK HOCHSCHULE MAINZ UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

TGA-GM
Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting







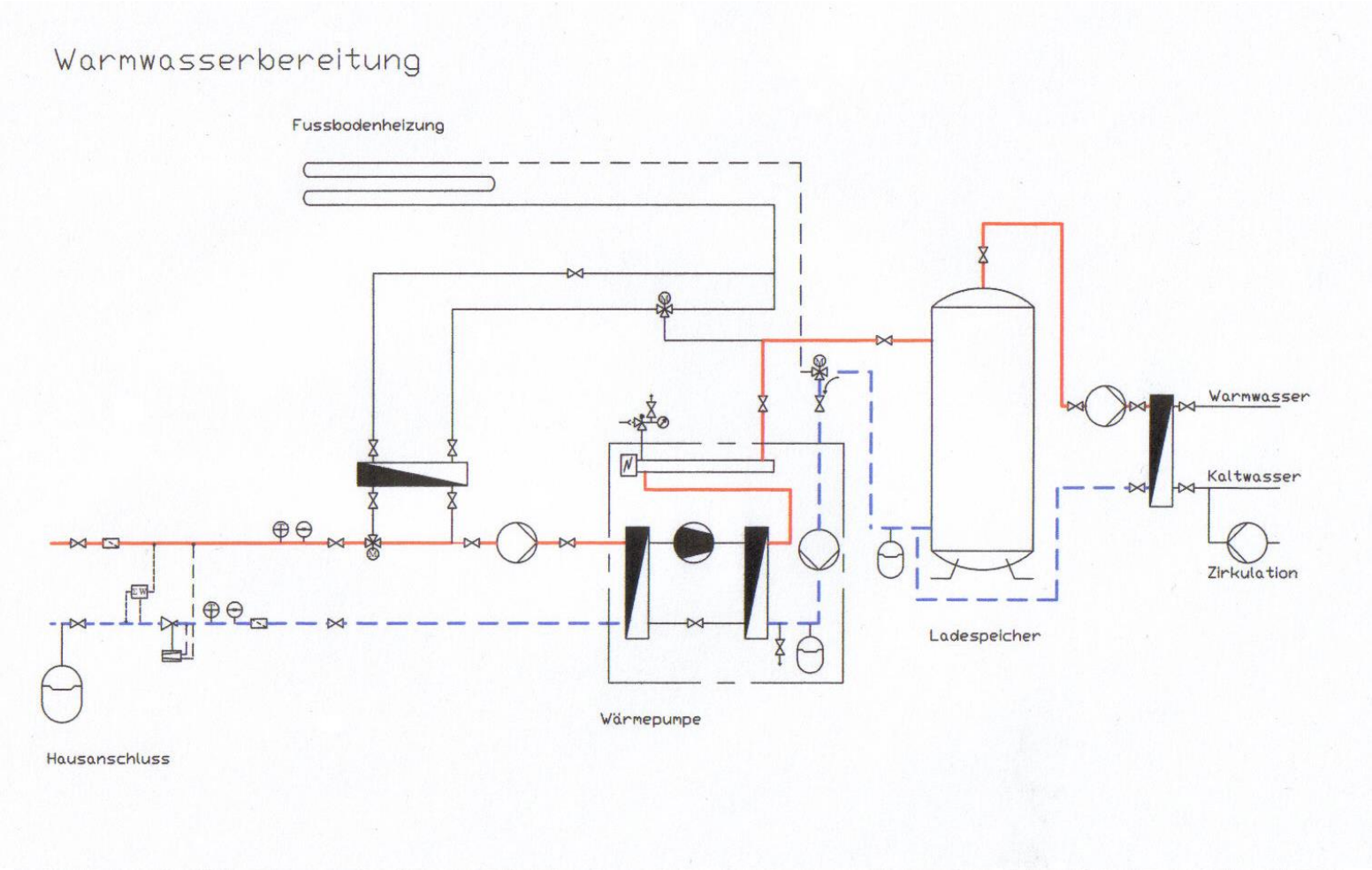
Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Wirtschaftlichkeit des Pilotprojektes:

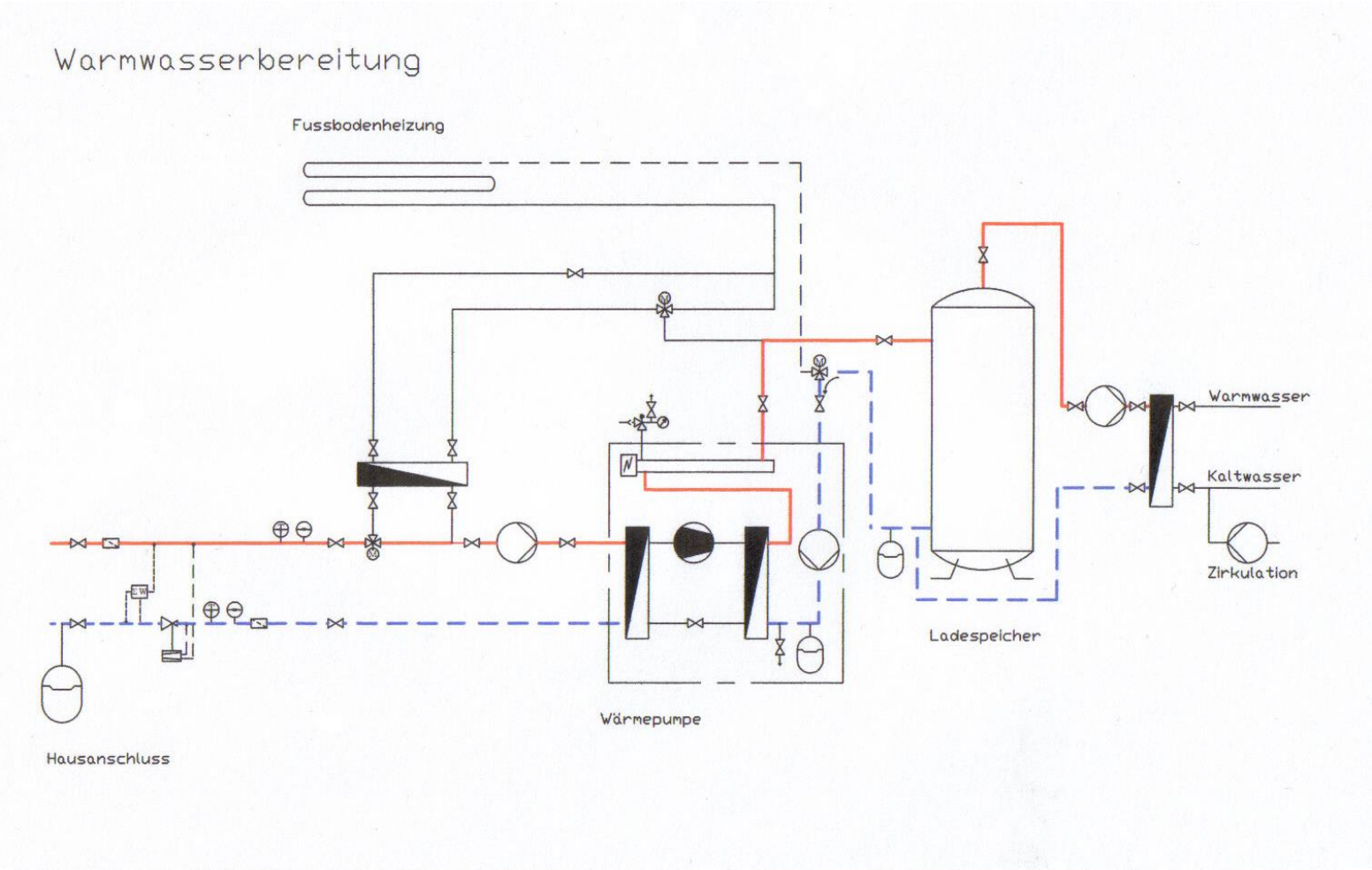
	FW	TS	TD	Ring
Versorgungsnetz	49.507,30 €	55.640,38 €	53.073,48 €	23.036,97 €
Hausanb. u. Übergabest.	32.288,02 €	32.288,02 €	32.714,02 €	31.547,17 €
Sonden	128.150,44 €	128.200,91 €	128.200,91 €	128.485,60 €
Wärmeträgerflüssigkeit	8.696,89 €	9.008,69 €	8.900,23 €	7.715,47 €
Dokumentation	500,00 €	500,00 €	500,00 €	500,00 €
Wärmepumpenanlage	140.092,20 €	140.092,20 €	140.092,20 €	140.092,20 €
Arbeitskosten	19.311,25 €	19.392,59 €	19.422,84 €	19.195,83 €
Summe Netto	378.546,10 €	385.122,78 €	382.903,67 €	350.573,23 €

	14 EWS	Δt = 10 K	Einzelanlagen
Versorgungsnetz	26.493,96 €	20.032,76 €	--
Hausanb. u. Übergabest.	31.546,17 €	29.666,17 €	27.635,95 €
Sonden	132.224,50 €	128.485,60 €	184.569,88 €
Wärmeträgerflüssigkeit	7.859,39 €	7.569,72 €	5.321,07 €
Dokumentation	500,00 €	500,00 €	3.850,00 €
Wärmepumpenanlage	140.092,20 €	140.092,20 €	140.092,20 €
Arbeitskosten	19.242,45 €	19.189,68 €	15.342,32 €
Summe Netto	357.958,66 €	345.536,11 €	376.811,42 €

Hydraulik:

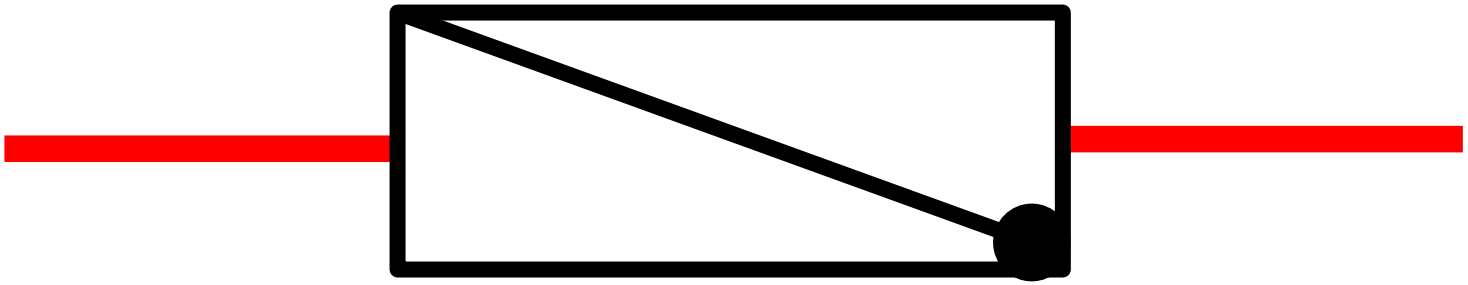

Warmwasserbereitung
Fussbodenheizung
Warmwasser
Kaltwasser
Zirkulation
Ladespeicher
Wärmepumpe
Hausanschluss

Hydraulik:


Warmwasserbereitung
Fussbodenheizung
Warmwasser
Kaltwasser
Zirkulation
Ladespeicher
Wärmepumpe
Hausanschluss

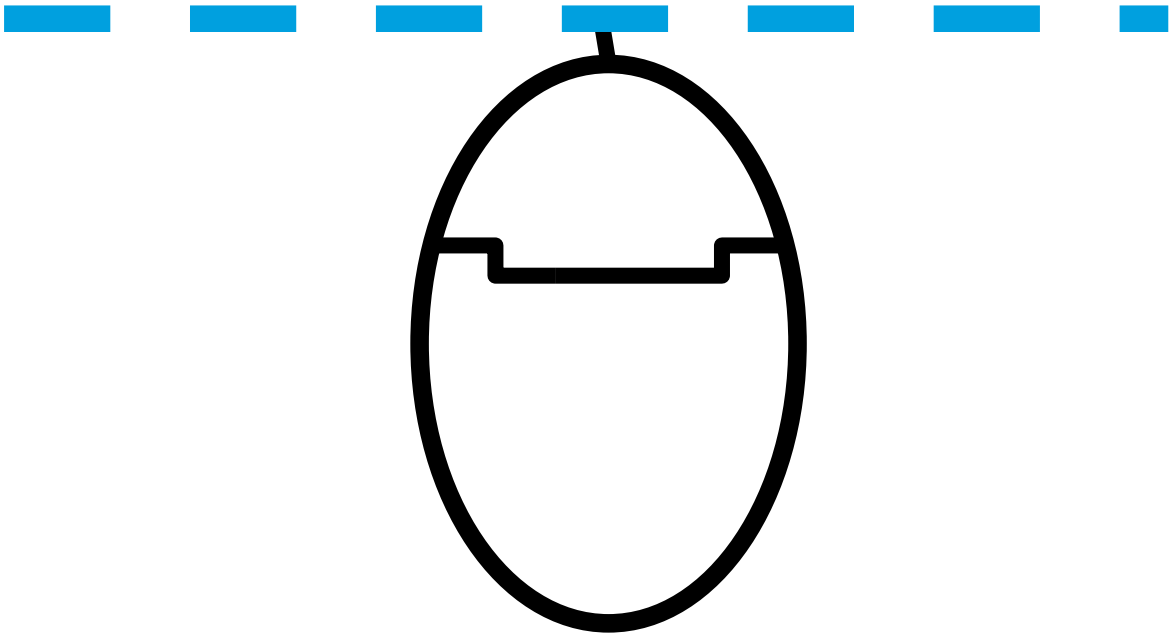
Hydraulik:

Rückschlagklappe !

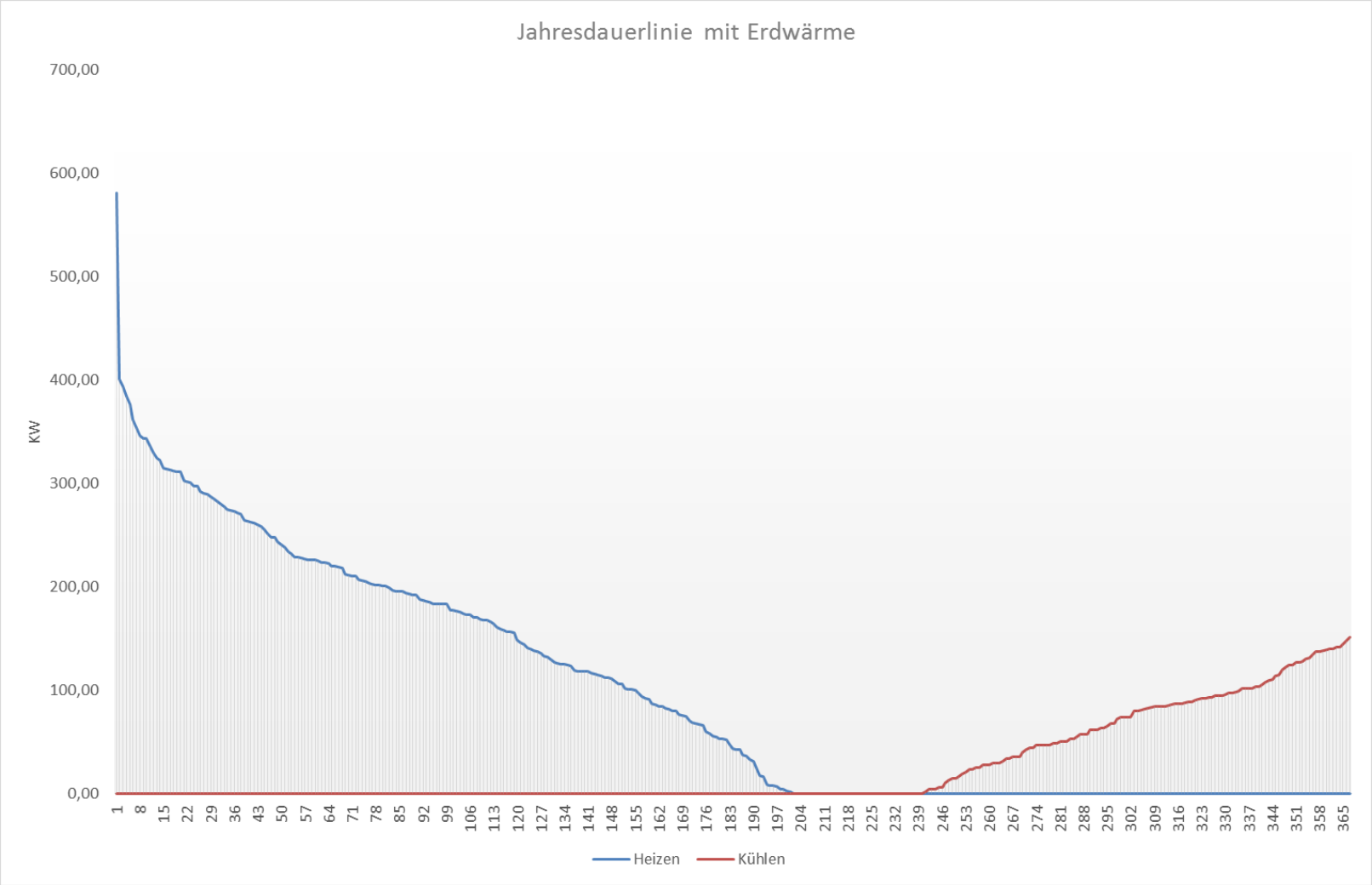


Hydraulik:

Entlüftung / Druckhaltung !



Untersuchtes Gebiet:


Jahresdauerlinie mit Erdwärme
700,00
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
KW
1 8 15 22 29 36 43 50 57 64 71 78 85 92 99 106 113 120 127 134 141 148 155 162 169 176 183 190 197 204 211 218 225 232 239 246 253 260 267 274 281 288 295 302 309 316 323 330 337 344 351 358 365
Heizen
Kühlen

Für das Energiekonzept werden drei Varianten gegenübergestellt:

Variante 1:

Kalte Nahwärme mit einem Erdwärmesondenfeld und Gaswärmepumpe dezentral in den jeweiligen Häusern

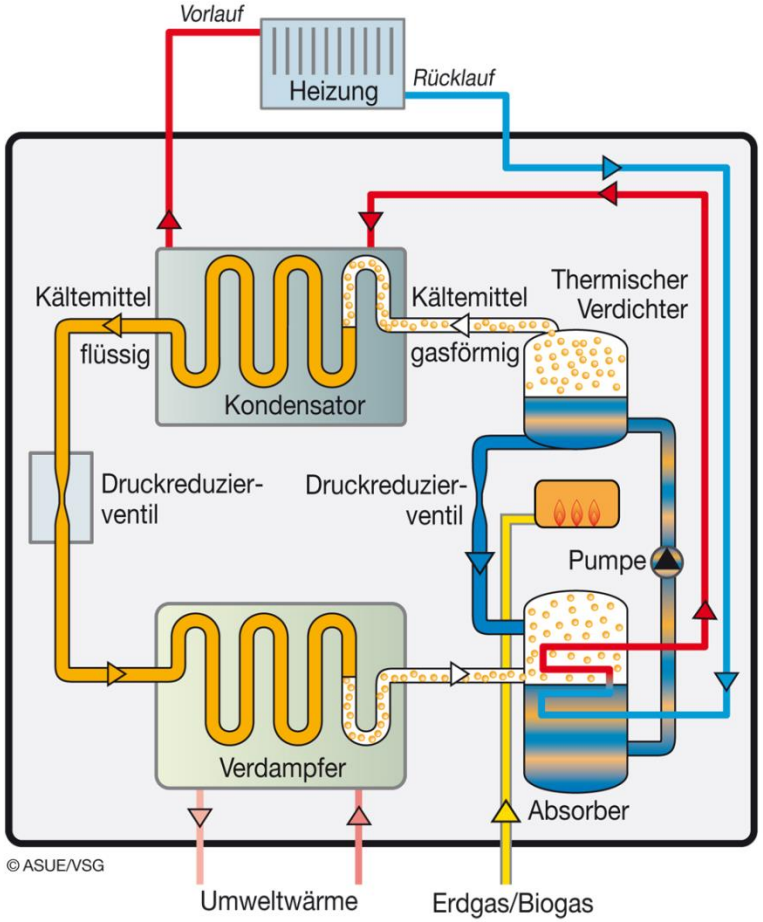
Variante 2:

Blockheizkraftwerk mit Gasspitzenlastkessel in als Nahwärmeheizzentrale mit Fernwärmeleitung und Übergabestation in jedem Gebäude.

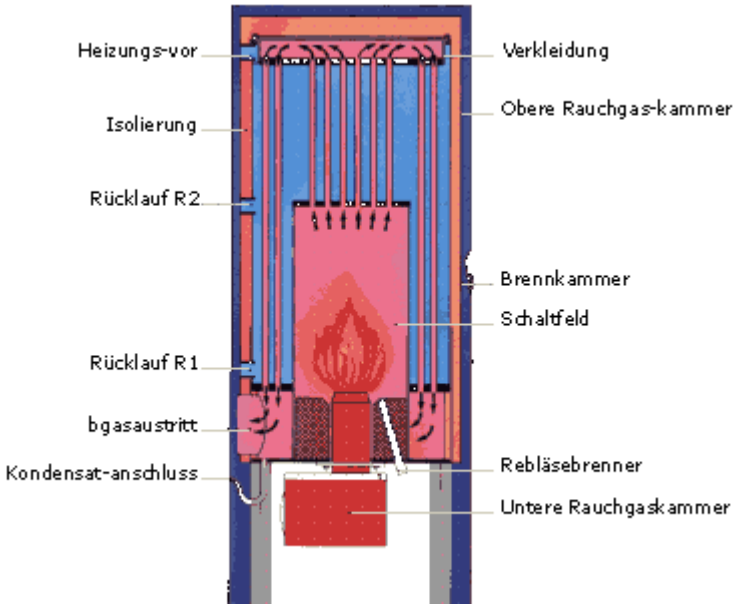
Variante 3:
Wie Variante jedoch zur Wärmeerzeugung wird eine Pelletkesselanlage gebaut.

Gas- Absorptions-Wärmepumpe

Bei der Gas- Absorptions-Wärmepumpe wird die Umgebungswärme mittels eines Arbeitsmedium-Kreislaufs vom tieferen zum höheren Temperaturniveau gepumpt. Das Arbeitsmedium ist in diesem Fall Ammoniak, das innerhalb der Maschine abwechselnd gasförmig und in Wasser gelöst ist. Den Antrieb des Kreislaufes besorgt ein Gasbrenner, der die Ammoniak-Wasser-Lösung erhitzt und so das Ammoniak wieder als Gas aus dem Wasser austreibt. Das heisse Ammoniakgas gelangt in den Kondensator, gibt seine Wärme als Heizenergie ab und wird wieder flüssig. Danach gelangt das flüssige Ammoniak in den Verdampfer, wo es Umgebungswärme aufnimmt und wieder gasförmig wird. Im danach folgenden Absorber löst sich das Ammoniakgas in Wasser und gibt dadurch die aufgenommene Wärme ab. Vom Absorber wird das Wasser-Ammoniak-Gemisch wieder in den Austreiber gepumpt, und der Kreislauf beginnt erneut.



Gasbrennwertkessel als Spitzenlastkessel



Gaskessel

Ein Brennwertkessel ist ein Heizkessel für Warmwasserheizungen, der den Energieinhalt (Brennwert) des eingesetzten Brennstoffes nahezu vollständig nutzt. Mit Brennwertkesseln wird das Abgas weitestgehend abgekühlt und dadurch auch die Kondensationswärme (= latente Wärme) des im Rauchgas enthaltenen Wasserdampfes (und in geringerem Maße sonstiger Dämpfe) zur Wärmebereitstellung genutzt.

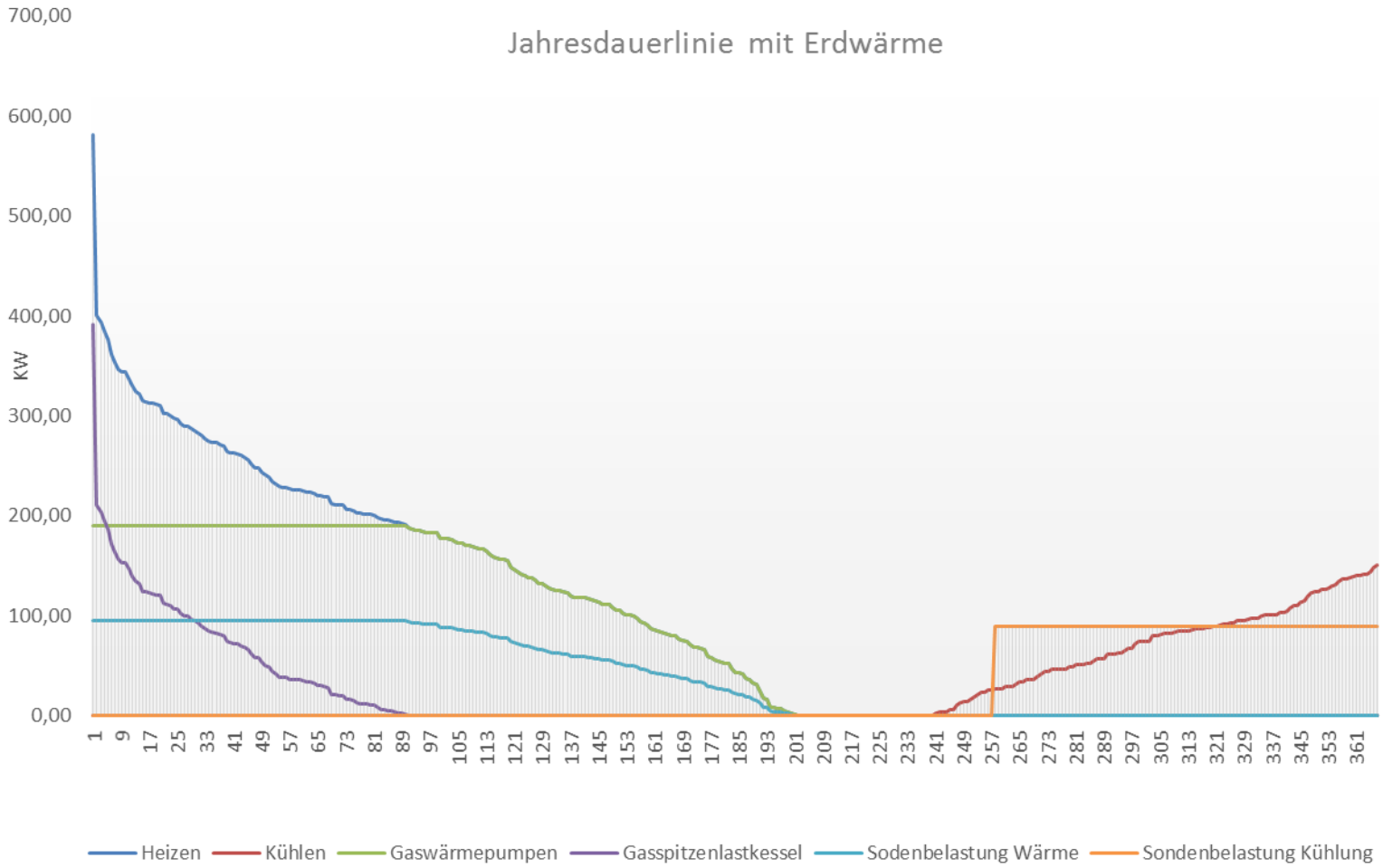
Je nach Brennstoffart, Verbrennungstemperaturen, Sauerstoffanteil und sonstiger Faktoren entstehen bei einer Verbrennung unterschiedliche Substanzen[1]. Wird das Abgas unter den Abgastaupunkt abgekühlt beginnen dessen kondensierbare Stoffe zu kondensieren.

Das Abgas bleibt aber weiterhin wasserdampfhältig, nur eine tiefere Abkühlung führt zu weiterer Abscheidung und besserer Nutzung der Kondensationsenergie (mehr dazu bei Rauchgaskondensation). (Auszug aus Wikipedia)

Heizungsanlagen bestehend aus Gaswärmepumpen auf dem Dach

=

Sondenfeld


Jahresdauerlinie mit Erdwärme
KW
700,00
600,00
500,00
400,00
300,00
200,00
100,00
0,00
Heizen
Kühlen
Gaswärmepumpen
Gasspitzenlastkessel
Sodenbelastung Wärme
Sondenbelastung Kühlung

Ausgangsdaten						
Wärmeverbrauch Heizung	853.863	kWh/a				
Wärmeverbrauch Warmwasser	0	kWh/a				
Jahresnutzwärme	853.863	kWh/a				
Netzverluste	0	kWh/a		Netzverluste		
Summe Wärmeerzeugung	853.863	kWh/a				
max. Wärmeleistungsbedarf	0	kW				
Auslegungsdaten						
Gasverbaruch WP	462.544	kWh/a	1,5		9	
Gasverbrauch Spitzenlastkessel	188.291	kWh/a	0,85			
Wärmeerzeugung	853.863	kWh/a				
Stromproduktion	0	kWh/a				
Stromverbrauch Solepumpen	6.480	kWh/a	0,15 kW			
Stromverbrauch Heizanlage, allg.	8.539	kWh/a	1,0%	Anteil Hilfsenergie		

Investitionskosten aus Kostenschätzung							
kalkulatorischer Zinssatz	4,00%						
Sektor	Inv. €	Nutz/a	Annuität	Kosten €/a	Faktor Inst.	Inst. €/a	
WP	115.000	15	8,99%	10.343	2,00%	2.300	
Armaturen + Rohrleitungen + Installation	10.000	15	8,99%	899	0,25%	25	
Spitzenlastkessel	14.000	15	8,99%	1.259	2,00%	280	
Warmwasserbereitung	12.500	15	8,99%	1.124	0,50%	63	
MSR	12.500	15	8,99%	1.124	0,50%	63	
Pumpen	3.000	15	8,99%	270	2,00%	60	
Druckhaltung Heiz.	2.500	15	8,99%	225	1,50%	38	
Geothermie	133.333	15	8,99%	11.992	0,10%	133	
Elektroarbeiten	2.500	15	8,99%	225	0,50%	13	
Unvorhersehbares	5.000	15	8,99%	450	0,50%	25	
	310.333	Inv. €		27.912	Kosten €/a	2.998	Inst. €/a

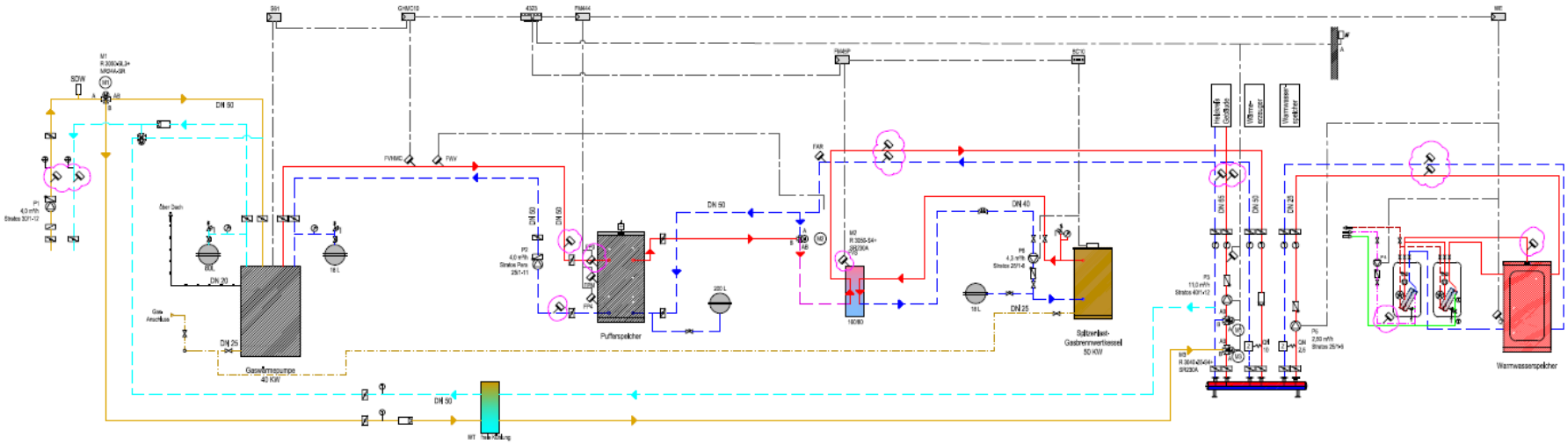
Verbrauchsgebundene Kosten					
Bereich	spez. Kosten	Einheit	Kosten €/a		
Gaskosten	0,0571	€/kWh	37.190,56		
Stromverbrauch bzw Gewinn	0,1800	€/kWh	2.703,35		
		Summe	39.893,92	€/a	
Betriebsgebundene Kosten					
Bereich	Ansatz	Einheit	Kosten €/a		
Grundpreis Gas	1500,00	€/a	1.500,00		
Instandhaltung plus Verwaltung	1000,00	€/a	3.998,33		
		Summe	5.498,33	€/a	
Zusammenstellung			Kosten €/a		
Kapitalgebunden			27.911,72		
Verbrauchsgebunden			39.893,92		
Betriebsgebunden			5.498,33		
		Summe	73.303,97	€/a	
spez. Wärmepreis			0,0858	€/kWh	zzgl. UmSt.

Kalte Nahwärme Gartenquartier

TSB

TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

TGA-GM
Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting



P 1	Heizungspumpe (Primärkreis)	F	Temperaturfühler Pufferspeicher Mitte
P 2	Solekreispumpe	G	Temperaturfühler Pufferspeicher oben
P 3	Heizungspumpe (Sekundärkreis)	H	Temperaturfühler Pufferspeicher unten
P 4	Zirkulationspumpe	I	Temperaturfühler Heizungsvorlauf
P 5	Speicherladepumpe	J	Temperaturfühler Vorlauf M
P 6	Heizungspumpe (Spitzenlastkessel)	K	Temperaturfühler Vorlauf System
P 7	Pumpe (passive Kühlung)	L	Temperaturfühler Wärmeerzeuger Vorlauf
P 8	Pumpe (Heizkreis FB-Heizung)	M	Bedieneinheit
A	Außentemperaturfühler	N	3-Wege-Mischventil
B	Funktionsmodul für Heizkreis + WWB	O	3-Wege-Umschaltventil Wärmeerzeuger
C	Funktionsmodul (für alt), Wärmeerzeuger	P	Basiscontroller Gas-Wärmepumpe
D	Funktionsmodul Strategiemodul	Q	Speichertemperaturfühler
E	Temperaturfühler Anlage Rücklauf	R	Regelung
		WT	Wärmetauscher

Legende Rohrleitungen und Armaturen

Absperrventil	Strömungswächter	Luftabscheider	Druckbegrenzer
Kappenventil	Strangdifferenzdruckregler	Temperaturfühler	Außenfühler
Strangabsperrventil	Rückschlagklappe	Filter	Wasser-Niveaumessung
KFR - Ventil	Schmutzfänger	Magnetventil	elektr. Druckanzeige
Sicherheitsventil	Motor - Dreiwegeventil	Kaltwasser	Heizkreis
Thermometer	motorisch gesteuerte Drosselklappe	Warmwasser	Solekreis
Manometer	Entleerung	Zirkulation	Gasleitung
Rohrtrenner	Pumpe		Ammoniakleitung
Wärmemengenzähler	Wassermangelsicherung		

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

2018 Berliner ENERGIETAGE Energiewende in Deutschland

Kalte Nahwärme
Bordinghaus Quartier

Vergleich:

Die durchschnittlichen Heizkosten für ein Ölheizungen weisen derzeit 9.2 Cent pro kWh durchschnittliche Heizkosten auf.
Brennwertheizungen, die mit Erdgas betrieben werden, haben im Vergleich der fossilen Brennstoffe die geringsten durchschnittlichen Heizkosten mit 7,8 Cent pro kWh. Dieser Verglich ist ohne Investitionskosten und Wartungskosten. Die Idee die Anlage mit einem kalten Nahwärmenetz mit Gaswärmepumpen (Primärenergiefaktor 0,6) zu betreiben würde derzeit folgende vergleichbare Kosten erzeugen:

Bei einem Contracting des kalten Nahwärmenetzes liegen die projektbezogen Kosten bei 8,6 Cent/kWh Wärme. Die Kühlung mit 20 W/m² kostet nur Pumpenstrom.

(Alle Preise sind Nettopreise)

Beispiele

TSB

TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

TGA-GM
Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

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

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

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

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

D o p p e l h a u s s i e d l u n g Wiesbaden - Wohnanlage mit 18 Doppelhaushälften. Energe-tische Versorgung über Kaltes Nahwärmenetz, Regenwasser-zisternen.

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

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

2018 Berliner ENERGIETAGE Energiewende in Deutschland

Beispiele

TSB

TECHNIK
HOCHSCHULE MAINZ
UNIVERSITY OF
APPLIED SCIENCES

TGA-GM
Professor Dipl. Ing. Thomas Giel Consulting

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

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

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

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

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

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

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !

Wir brauchen Gebäude, die mit der Zukunft gehen !