



Kalte Wärmenetze – Innovation mit Chancen und Risiken

Olaf Kruse | REHAU AG+Co | Projektmanager Nahwärme | Webinar am 27.03.2020

Fahrplan

1. Warum kalte Nahwärme ?
2. Auswirkungen auf Anlagentechnik und Rohrsysteme
3. Ein Systemvergleich | Netz
4. Projektbeispiel Meitingen
5. Schlussfolgerungen

Urheberrecht | Haftungsausschluss / Disclaimer:

Die Unterlage ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben vorbehalten.

Mit dem Seminarangebot der REHAU Akademie vermittelt REHAU seinen Kunden Informationen über die allgemeinen Merkmale und Einsatzbedingungen der dargestellten REHAU-Systeme. Die Schulung ist nicht als einzelfallbezogene Anwendungsberatung zu verstehen. Trotz unserer regelmäßigen Überarbeitung der Schulungsinhalte kann keine Gewähr für die Vollständigkeit und Qualität der bereitgestellten Informationen übernommen werden.

Unsere anwendungstechnische Beratung in Wort und Schrift beruht auf langjährigen Erfahrungen sowie standardisierten Annahmen und erfolgt nach bestem Wissen. Der Einsatzzweck der REHAU Produkte ist abschließend in den technischen Produktinformationen beschrieben. Die jeweils gültige Fassung ist online unter www.rehau.com/TL einsehbar. Anwendung, Verwendung und Verarbeitung der Produkte erfolgen außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegen daher ausschließlich im Verantwortungsbereich des jeweiligen Anwenders/Verwenders/Verarbeiters. Sollte dennoch eine Haftung in Frage kommen, richtet sich diese ausschließlich nach unseren Lieferungs- und Zahlungsbedingungen, einsehbar unter www.rehau.com/conditions, soweit nicht mit REHAU etwas anderes vereinbart wurde. Dies gilt auch für etwaige Gewährleistungsansprüche, wobei sich die Gewährleistung auf die gleichbleibende Qualität unserer Produkte entsprechend unserer Spezifikation bezieht.

Fahrplan

- 1. Warum kalte Nahwärme ?**
2. Auswirkungen auf Anlagentechnik und Rohrsysteme
3. Ein Systemvergleich | Netz
4. Projektbeispiel Meitingen
5. Schlussfolgerungen

Was könnte Motivation für ein „kaltes Wärmenetz“ sein ?

- Geringer Wärmebedarf von Neubauten ?
- Hohe Wärmeverluste (in bisherigen „warmen Netzen“) ?
- Suche nach einer innovativen Versorgungslösung ?
- Vorhandensein einer „günstigen“ (Ab-)Wärmequelle ?
- Wenn kein Anschluss- und Benutzungszwang möglich oder gewollt ist ?

Merkmale „Kalter Wärmenetze“

- Nutzung von „Umgebungswärme“ ... oder NT-Abwärme ... oder Erdwärme ...
- Wärmenetztemperaturen $< 30^{\circ}\text{C}$
- Keine Wärmeverluste ... (?)
- Rohrleitungen werden (meist) nicht gedämmt ...
- Geringe(re) Investitionskosten ... (?)

(M)Eine Definition

„Kalte Wärmenetze“:

- Den an ein kaltes (Wärme)Netz angeschlossenen Gebäuden wird Wärme auf einem Temperaturniveau bereitgestellt, die nicht unmittelbar zur Beheizung bzw. Trinkwassererwärmung nutzbar ist.
- In den angeschlossenen Gebäuden ist der Einsatz von Wärmepumpen erforderlich, um die Wärme auf ein nutzbares Temperaturniveau anzuheben.

Wann macht ein „kaltes Wärmenetz“ Sinn ?

Voraussetzung:

Verfügbarkeit und Möglichkeit zur Erschließung einer Wärmequelle!

D.h.

- dass z.B. bei **Erschließung der Wärmequelle Erdreich**, die **genehmigungsrechtlichen Voraussetzungen** geschaffen werden können.
- dass die **(Ab-)Wärmequelle „ausreichend ergiebig“** und für einen **„ausreichend langen Zeitraum“ zur Verfügung** steht bzw. erschlossen werden kann.

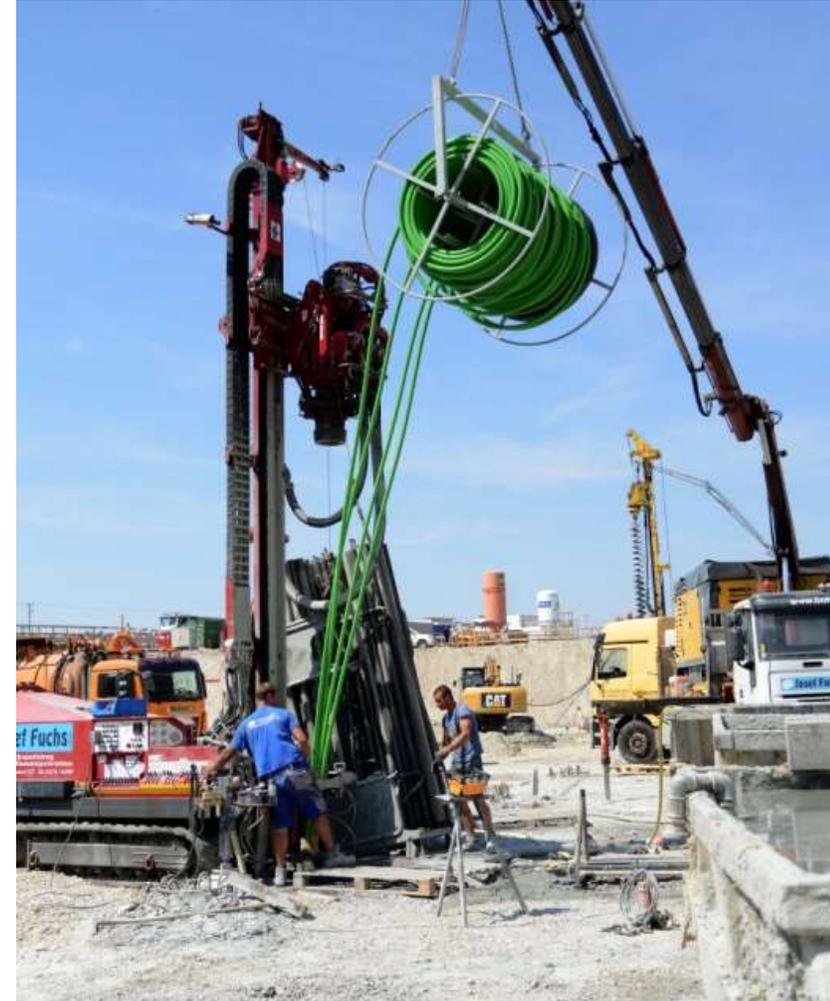
Fahrplan

1. Warum kalte Nahwärme ?
- 2. Auswirkungen auf Anlagentechnik und Rohrsysteme**
3. Ein Systemvergleich | Netz
4. Projektbeispiel Meitingen
5. Schlussfolgerungen

Anlagenkonzepte

Wärmequelle

- Grundwasser
- Erdwärmesonden / Erdkollektoren
- (industrielle) Abwärme
z.B. aus Kühlkreisläufen
- ...



Anlagenkonzepte

Wärmequelle

- Grundwasser
- Erdwärmesonden / Erdkollektoren
- (industrielle) Abwärme
z.B. aus Kühlkreisläufen
- ...

Wärmesenke

- Wärmepumpe
(tw. mit E-Heizstab)
- Pufferspeicher
- Trinkwassererwärmung
 - a) über Edelstahlwellrohr im Puffer
 - b) über „Frischwasserstation“

Grundsätzliche Überlegungen ... für den Betreiber

Definition der Liefer- und Leistungsgrenze

- A) Schnittstelle Übergabepunkt Netz (d.h. ohne WP)
- B) Schnittstelle Übergabepunkt hinter der WP (inkl. Pufferspeicher)

Auswirkungen auf die Wärmeerzeugung

Temperaturniveau und Platzbedarf

- Limitierung max. Vorlauftemperatur durch Wärmepumpensystem
→ Eignung für zentrale Trinkwassererwärmung in MFH ?
- Flächenbedarf für Aufstellung von Wärmepumpe und Pufferspeicher
→ Schnittstelle zum Bauherrn / Investor !
→ Kosten umbauter (Wohn-)Raum



Auswirkungen auf die Wärmeerzeugung

Heizzentrale / Wärmequellenerschließung

Beim kalten Netz ...

- Einsparungen im Bereich Erzeugeranlage zentral

Aber:

- ggf. Flächenbedarf für Wärmequellenerschließung

...

Auswirkungen auf die Rohrnetzdimensionierung

Temperaturniveau ?

- $10^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ K}$ → keine Dämmung !
- $>> 15 \dots^{\circ}\text{C}$ → Prüfung Aufwand (Kosten) für Dämmung vs. Wärmeverlust(Kosten)

Temperaturspreizung ?

- Max. Auskühlung durch Verdampfer der Wärmepumpe ?
Standard: i.d.R. ca. 5 K

Auswirkungen auf die Rohrnetzdimensionierung

Beispielrechnung

Kaltes Netz 10 / 5°C ... 10 / 0°C

- Wärmeleistung: 375 kW
(500 kW bei COP 4)
- Spreizung: 5 K ... 10 K
- Volumenstrom: ca. 64 ... 32 m³/h

NT-Wärmenetz 70 / 30°C

- Wärmeleistung: 500 kW
- Spreizung: 40 K
- Volumenstrom: ca. 11 m³/h

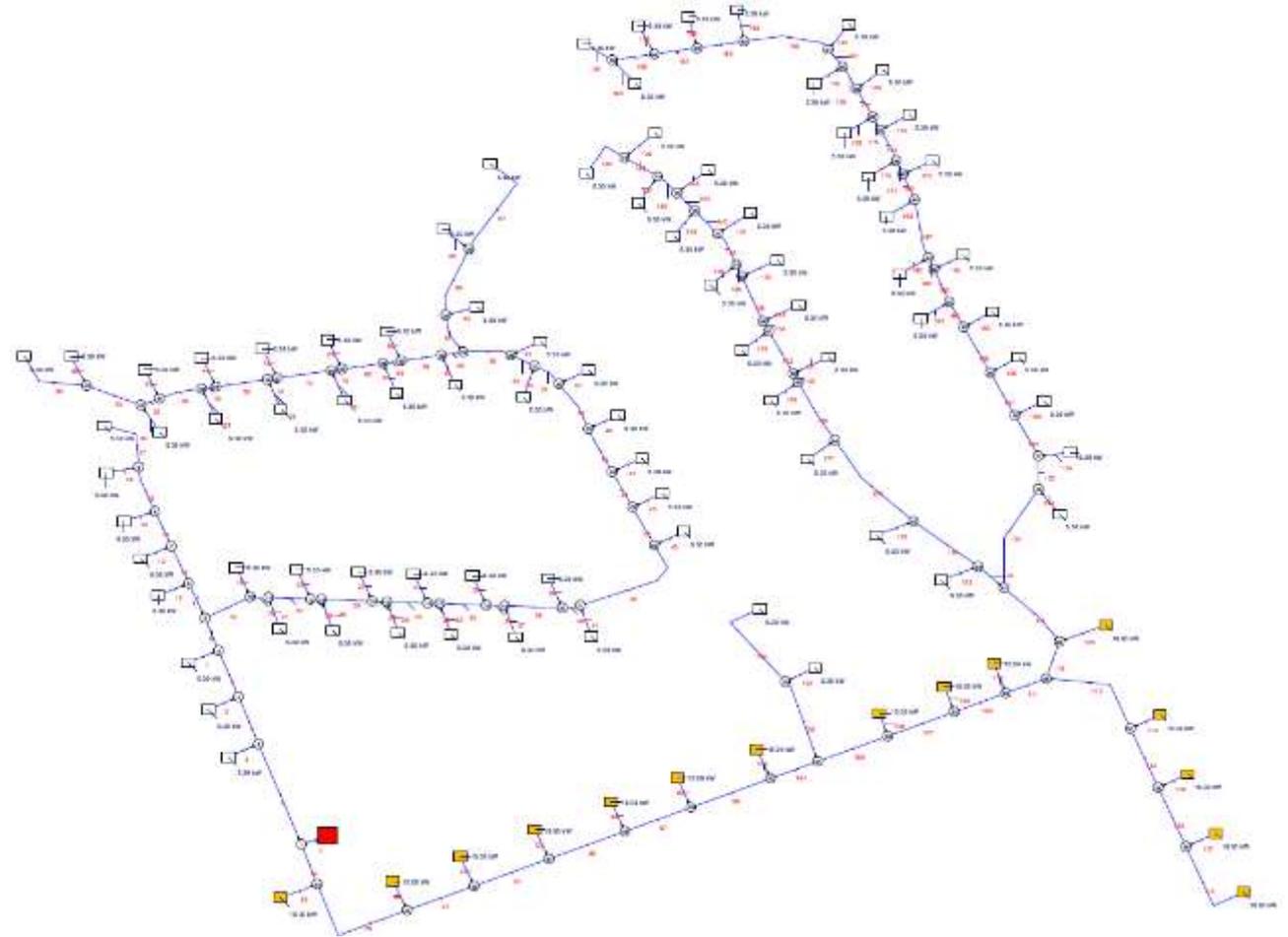
→ 6-fach größerer Volumenstrom !!

→ 3-fach größerer Volumenstrom !!

Beispiel Neubaugebiet

A) Kaltes Netz

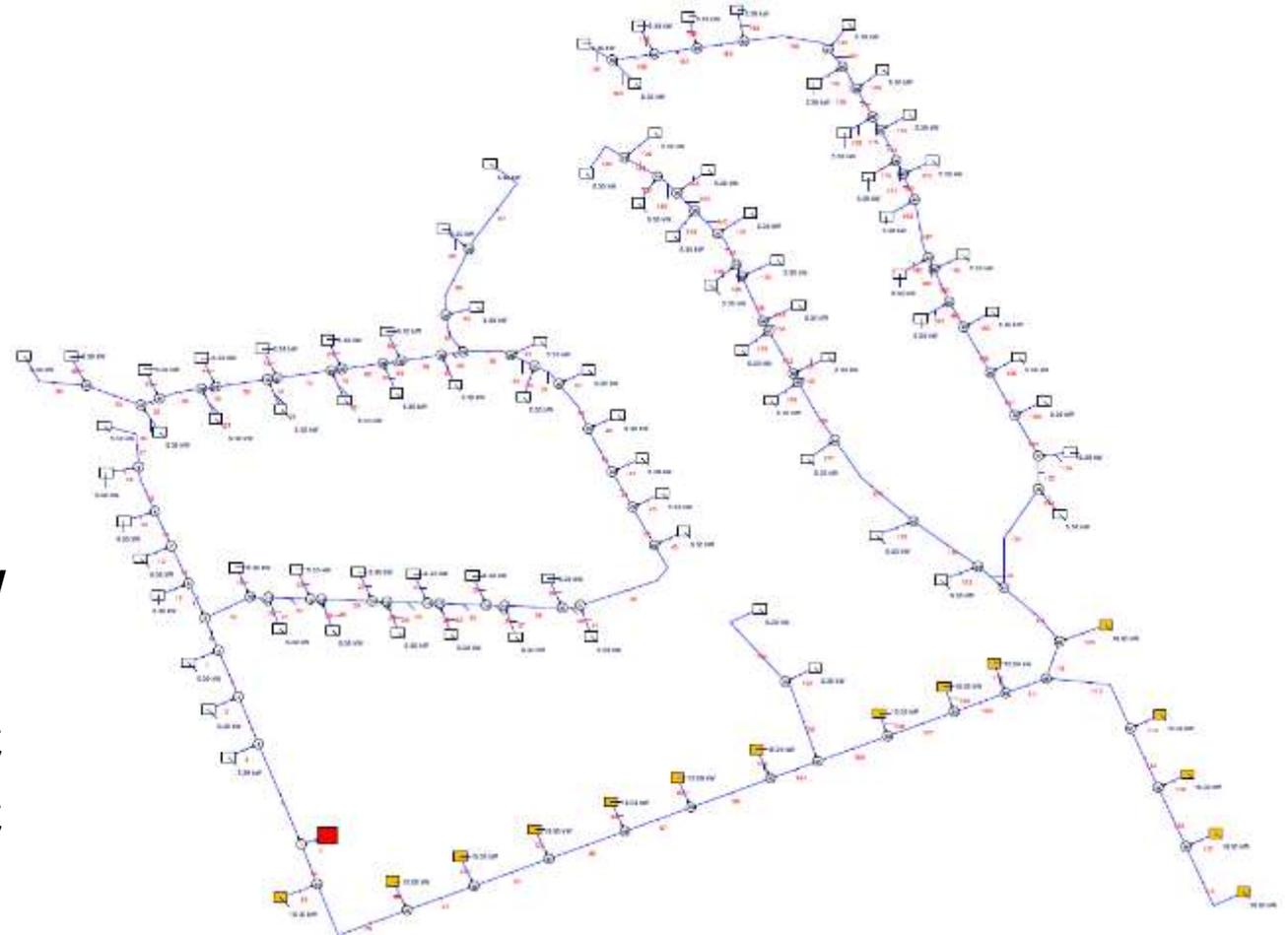
- Hausanschlüsse 96
[hier: 81 x je 7 kW Heizleistung]
- Wärme(quellen)leistung pro HA
5 kW
- Vorlauftemperatur 8°C
- Rücklauftemperatur 2°C



Beispiel Neubaugebiet

B) Niedertemperatur-Wärmenetz

- Hausanschlüsse 96
- Wärmeleistung pro HA 7 kW
- Vorlauftemperatur 70°C
- Rücklauftemperatur 30°C



Beispiel Neubaugebiet

Kaltes Netz

- Größte Rohrdimension: d160
- Rohrvolumen: 12,4 m³

Rohr/ Dimension	Gesamtlänge [m]	... [%]	Trassierungslänge [m]	... [%]
	1522	45,4%	1522	62,4%
25x2,3 / 25+25/111	706	21,1%	706	29,0%
32x2,9 / 32+32/111;126	0	0,0%	0	0,0%
40x3,7 / 40+40/126;142	217	6,5%	217	8,9%
50x4,6 / 50+50/162;182	101	3,0%	101	4,1%
63x5,8 / 63+63/182;202	194	5,8%	194	8,0%
75x6,8 / 75+75/202	304	9,1%	304	12,5%
	1831	54,6%	916	37,6%
25x2,3 / 25/91	400	11,9%	200	8,2%
32x2,9 / 32/91;111	0	0,0%	0	0,0%
40x3,7 / 40/91	225	6,7%	112	4,6%
50x4,6 / 50/111;126	0	0,0%	0	0,0%
63x5,8 / 63/126;142	0	0,0%	0	0,0%
75x6,8 / 75/162	0	0,0%	0	0,0%
90x8,2 / 90/162;182	380	11,3%	190	7,8%
110x10 / 110/162;182;202	290	8,6%	145	5,9%
125x11,4 / 125/182;202	323	9,6%	161	6,6%
140x12,7 / 202	197	5,9%	99	4,0%
160x14,6 / 250	17	0,5%	8	0,3%

NT-Wärmenetz

- Größte Rohrdimension: d90
- Rohrvolumen: 4,5 m³

Rohr/ Dimension	Gesamtlänge [m]	... [%]	Trassierungslänge [m]	... [%]
RAUTHERMEX DUO, SDR 11	2429	99,3%	2429	99,7%
25x2,3 / 25+25/111	1236	50,5%	1236	50,7%
32x2,9 / 32+32/111;126	170	7,0%	170	7,0%
40x3,7 / 40+40/126;142	289	11,8%	289	11,9%
50x4,6 / 50+50/162;182	294	12,0%	294	12,0%
63x5,8 / 63+63/182;202	210	8,6%	210	8,6%
75x6,8 / 75+75/202	230	9,4%	230	9,4%
RAUTHERMEX UNO, SDR 11	17	0,7%	8	0,3%
25x2,3 / 25/91	0	0,0%	0	0,0%
32x2,9 / 32/91;111	0	0,0%	0	0,0%
40x3,7 / 40/91	0	0,0%	0	0,0%
50x4,6 / 50/111;126	0	0,0%	0	0,0%
63x5,8 / 63/126;142	0	0,0%	0	0,0%
75x6,8 / 75/162	0	0,0%	0	0,0%
90x8,2 / 90/162;182	17	0,7%	8	0,3%
110x10 / 110/162;182;202	0	0,0%	0	0,0%
125x11,4 / 125/182;202	0	0,0%	0	0,0%
140x12,7 / 202	0	0,0%	0	0,0%
160x14,6 / 250	0	0,0%	0	0,0%

Wärmeverluste | Ein orientierender Vergleich

Versorgung Wohnungsneubauten

- NT-Wärmenetz
- Kaltes Netz - dezentrale WP mit Pufferspeicher

Wärmeverluste in NT-Wärmenetzen

1	Kennzahlen Wärmenetze im Neubau			
2	(Trassenlänge, Kosten, Wärmeverluste, etc.)			
3		Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3
5	Anzahl WE (EFH + MFH)	112	47	67
6	Gesamttrassenlänge (inkl. Einbindung HA)	765	690	1.095 m
8				
9	spez. Trassenlänge pro WE	7	15	16 m/WE

17	Wärmebedarf HZ + WW	10.000	10.000	15.000 kWh/(WE*a)
18	Gesamtwärmebedarf	1.120.000	470.000	1.005.000 kWh/a
19	Wärmebelegungsichte	1.464	681	918 kWh/(Trm*a)
20				
21	Auslegungstemperaturen			
22	Vorlauf	70	75	75 °C
23	Rücklauf	40	50	40 °C
24	Wärmeverlustleistung (Normwert)	6,4	5,5	9,8 kW
25	Wärmeverlustarbeit (Normwert x 8.760 h/a)	56.064	48.180	85.848 kWh/a
28	Wärmeverluste pro WE	501	1025	1281 kWh/a

Wärmeverluste in NT-Wärmenetzen

1 Kennzahlen Wärmenetze im Neubau				
2 (Trassenlänge, Kosten, Wärmeverluste, etc.)				
3		Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3
5 Anzahl WE (EFH + MFH)		112	47	67
6 Gesamtrassenlänge (inkl. Einbindung HA)		765	690	1.095 m
8				
9 spez. Trassenlänge pro WE	Spez. Trassenlänge	7	≈ 5 ... 15 m / WE	16 m/WE
17 Wärmebedarf HZ + WW		10.000	10.000	15.000 kWh/(WE*a)
18 Gesamtwärmebedarf		1.120.000	470.000	1.005.000 kWh/a
19 Wärmebelegungsichte	Spez. Wärmedichte	1.464	≈ 0,5 ... 1,5 MWh/(m*a)	918 kWh/(Trm*a)
20				
21 Auslegungstemperaturen				
22 Vorlauf	VL / RL	70	70 (65) / 40 (30) °C	75 °C
23 Rücklauf		40	50	40 °C
24 Wärmeverlustleistung (Normwert)		6,4	5,5	9,8 kW
25 Wärmeverlustarbeit (Normwert)	Spez. Netzverluste	56.064	≈ 0,5 ... 1,5 MWh/(WE *a)	48 kWh/a
28 Wärmeverluste pro WE		501	1025	1281 kWh/a

Wärmeverluste | dezentrale WP mit Pufferspeicher

30	Zum Vergleich Wärmeverlustrate eines Pufferspeichers (ca. 1.000 l, 45 K Temperaturdiff. zur Umgebung, sh. Prüfbericht ITW)	2,90	kWh/24 h
31	Speicherwärmeverluste	1059	kWh/a
32	Zum Vergleich Wärmeverlustrate eines Pufferspeichers (ca. 500 l, 45 K Temperaturdiff. zur Umgebung, sh. Prüfbericht ITW)	2,30	kWh/24 h
33	Speicherwärmeverluste	840	kWh/a

Engineering progress Enhancing lives

1	Kennzahlen Wärmenetze im Neubau			
2	(Trassenlänge, Kosten, Wärmeverluste, etc.)			
3		Projekt 1	Projekt 2	Projekt 3
5	Anzahl WE (EFH + MFH)	112	47	67
6	Gesamttrassenlänge (inkl. Einbindung HA)	765	690	1.095 m
9	spez. Trassenlänge pro WE	7	15	≈ 5 ... 15 m / WE
18	Gesamtwärmebedarf	1.120.000	470.000	1.095.000 kWh/a
19	Wärmebelegungsdichte	1.464	681	≈ 0,5 ... 1,5 MWh/(m*a)
22	Vorlauf	70	75	70 (65) / 40 (30) °C
23	Rücklauf	40	50	
24	Wärmeverlustleistung (Normwert)	6,4	5,5	9,8 kW
25	Wärmeverlustrarbeit (N)	70	50	≈ 0,5 ... 1,5 MWh/(WE *a)
28	Wärmeverluste pro WE	5	5	
30	Zum Vergleich Wärmeverlustrate eines Pufferspeichers (ca. 1.000 l, 45 K Temperaturdiff. zur Umgebung, sh. Prüfbericht ITW)	2,90	2,90	2,90 kWh/24 h
31	Speicherwärmeverlust	9	9	≈ 1 MWh/(WE*a)
32	Zum Vergleich Wärmeverlustrate eines Pufferspeichers (ca. 500 l, 45 K Temperaturdiff. zur Umgebung, sh. Prüfbericht ITW)	2,30	2,30	2,30 kWh/24 h
33	Speicherwärmeverluste	840	840	840 kWh/a

Fahrplan

1. Warum kalte Nahwärme ?
2. Auswirkungen auf Anlagentechnik und Rohrsysteme
- 3. Ein Systemvergleich | Netz**
4. Projektbeispiel Meitingen
5. Schlussfolgerungen

Systemvergleich | Fokus Investkosten Netz im Neubau

Kaltes Netz

(Basis: Wärmequelle Erdwärme)

Invest-Kosten senkend | erhöhend

Systemvergleich | Fokus Investkosten Netz im Neubau

Kaltes Netz

(Basis: Wärmequelle Erdwärme)

Invest-Kosten senkend | erhöhend

Material (PE ...)	X	
Keine Dämmung	X	
Dimensionen		X
Einzelrohr		X
Anteil Stangenware		X
Verarbeitung	X	
Tiefbau		X

Weitere Kostentreiber:

- Wärmeträger (Glykol)
- Große Pumpe + hoher Pumpenstromaufwand

Systemvergleich | Fokus Investkosten Netz im Neubau

Kaltes Netz

(Basis: Wärmequelle Erdwärme)

Invest-Kosten senkend | erhöhend

Material (PE ...)	X	
Keine Dämmung	X	
Dimensionen		X
Einzelrohr		X
Anteil Stangenware		X
Verarbeitung	X	
Tiefbau		X

NT-Wärmenetz

Invest-Kosten senkend | erhöhend

Material (PE-Xa)			X
Dämmung			X
Dimensionen	X		
Doppelrohr	X		
Anteil Ringbundware	X		
Verarbeitung		X	
Tiefbau	X		

Fahrplan

1. Warum kalte Nahwärme ?
2. Auswirkungen auf Anlagentechnik und Rohrsysteme
3. Ein Systemvergleich | Netz
- 4. Projektbeispiel Meitingen**
5. Schlussfolgerungen

Meitingen | Einordnung

- Gemeinde in Schwaben
- 12.000 Einwohner | 9 Gemeindeteile
- Produktionsstandort der SGL Carbon
- Neubaugebiet
- Planung und Umsetzung 2016 – 2019 ff.
- Projektträger:
SGL Carbon GmbH und Markt Meitingen
- Anlagen- und Netzbetrieb: Wasserwerk Meitingen
- Verantwortlich für Planung:
IB ratioplan, Dollnstein

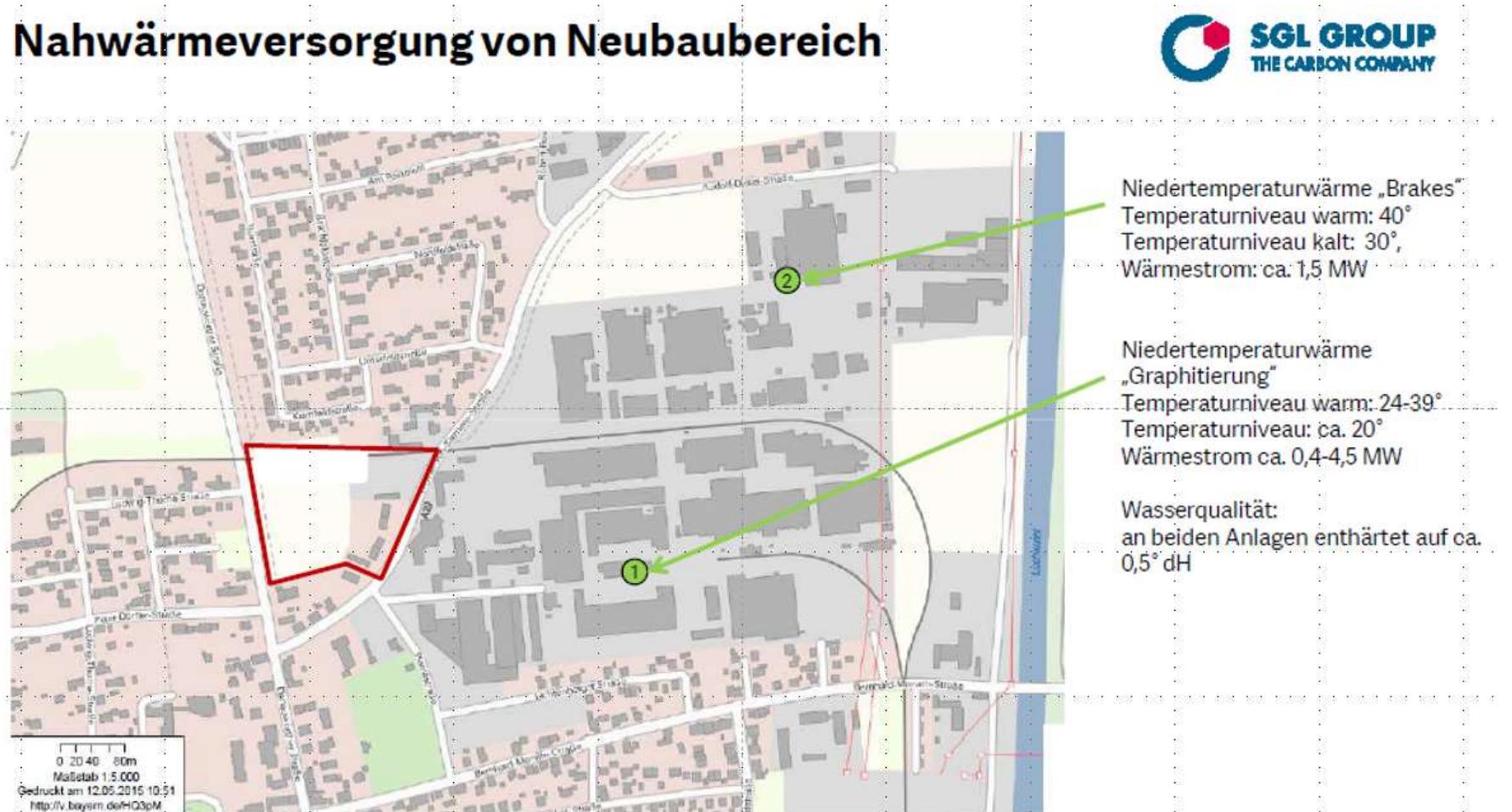


Meitingen | Kennzahlen

- Ca. 175 WE | 11 MFH, 15 EFH | Gemeindehalle
 - Gesamtwärmeleistung ca. 590 kW
 - Netz (Verteilung): ca. 1.350 m (PMR, max. d110) PE-Xa Leitungen, gedämmt, REHAU Rauthermex
 - Zuleitung bis Übergabepunkt: 420 m
 - Netztemperaturen VL / RL: 30 / 22 °C
 - Dezentrale Wärmepumpen
 - Pufferspeicher
zentral 15 m³ | dezentral (EFH / MFH) 0,2 – 2 m³
- CO₂-Einsparung: ca. 200 t/a

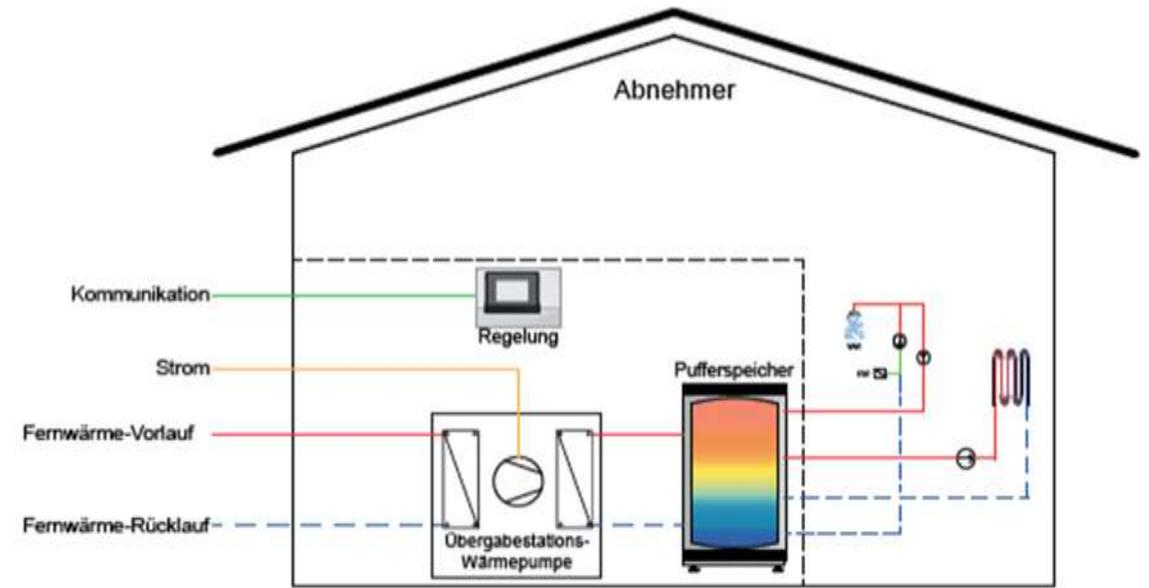


Meitingen | Industrielle Abwärme



Meitingen | Besondere Merkmale

- Dezentrale Wärmepumpen + Pufferspeicher (in Betreiberhand)
- COP der Wärmepumpen: 5 ... 7
- Dezentrale Puffer für Lastmanagement der Wärmepumpen (und mögliche Einspeisung von Überschussstrom aus zentraler PV-Anlage)
- Kommunikationsnetzwerk für zentrale Überwachung und Steuerung
- Aktives Lastmanagement → Reduktion der Leitungsdimensionen



Meitingen | Herausforderungen & Erfolgsfaktoren

- Abwärmenutzung bzw. –lieferung ist kein (Kern)Geschäft des Industrieunternehmens. Ein externer Dritter ist erforderlich, um ein solches Projekt bzw. System zu entwickeln, umzusetzen und betreiben.
- 1. Besicherung: Lieferung von Brunnenwasser als Wärmequelle + E-Heizstäbe.
- 2. Besicherung durch den Netz-Betreiber mittels Anschlussmöglichkeit einer mobilen Heizzentrale.
- Extrem frühzeitige Kommunikation zwischen Abwärmeanbieter und Wärmebedarfsträger
- Rechtzeitige Einbindung erfahrener Partner, hier:
 - Bifa | Augsburg (Projektentwicklung und -steuerung)
 - Ratioplan | Dollnstein (Technisches Konzept und Planung)
- Intensive Kommunikation aller Beteiligten

Förderung:

- Wärmepumpe → BAFA
- Wärmenetz → KfW
- Pufferspeicher → KfW

Meitingen | Fokus Netz

Wärmenetz:

- Trassenlänge gesamt ca. 670 m
(zzgl. Zuleitung)
 - Größte Dimension d110
Bei Netzdimensionierung Berücksichtigung
Gleichzeitigkeitsfaktor durch aktives
Lastmanagement
 - PE-Xa Leitungen, gedämmt
(REHAU, System Rauthermex)
- strategische Entscheidung !

Fahrplan

1. Warum kalte Nahwärme ?
2. Auswirkungen auf Anlagentechnik und Rohrsysteme
3. Ein Systemvergleich | Netz
4. Projektbeispiel Meitingen
5. **Schlussfolgerungen**

Einige Schlussfolgerungen ...

- **Vergleich von Versorgungslösungen**
 - Vergleich „Äpfel vs. Äpfeln“
- **Fokus auf die Wärmequelle**
 - Verfügbarkeit | Kosten | Genehmigungsrecht
- **Strategische Überlegungen einbeziehen**
 - Langfrist-Szenario der Wärmeversorgung
- **Interessen und projektspezifische Gegebenheiten beachten**



Dipl.-Ing. (FH) Olaf Kruse
Projektmanager Nahwärme
REHAU AG + Co
Email: [olaf.kruse\(at\)rehau.com](mailto:olaf.kruse(at)rehau.com)
Tel.: 09131 - 92 - 5346

Expertise seit
mehr als 30
Jahren

www.rehau.de/nahwaerme

KALTE WÄRMENETZE – INNOVATION MIT CHANCEN UND RISIKEN

Olaf Kruse | REHAU AG + Co | Projektmanager Nahwärme
Webinar am 27.03.2020

