



Fernwärme

Daniel Heiler | Wiesental | 15.03.2023

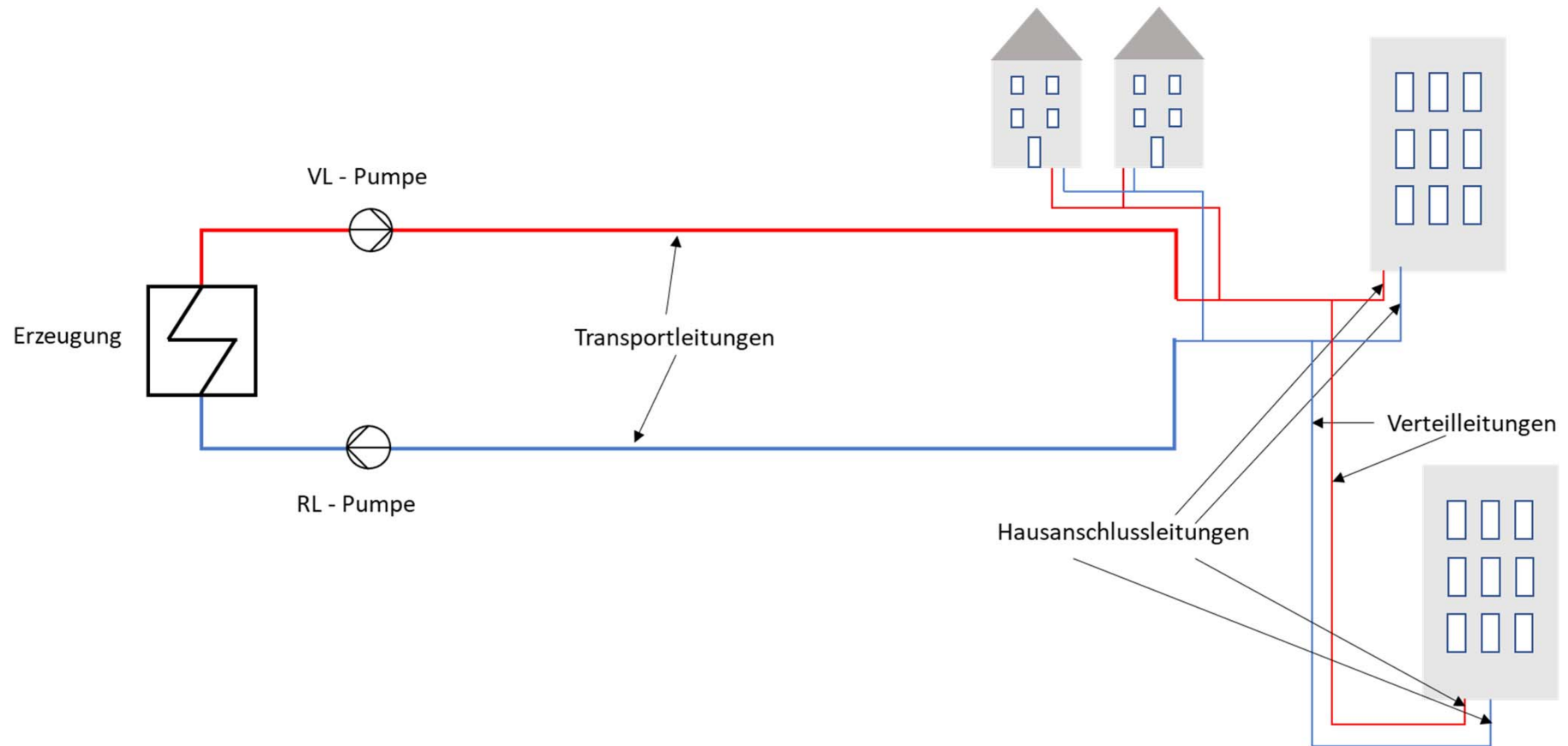
AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
www.agfw.de



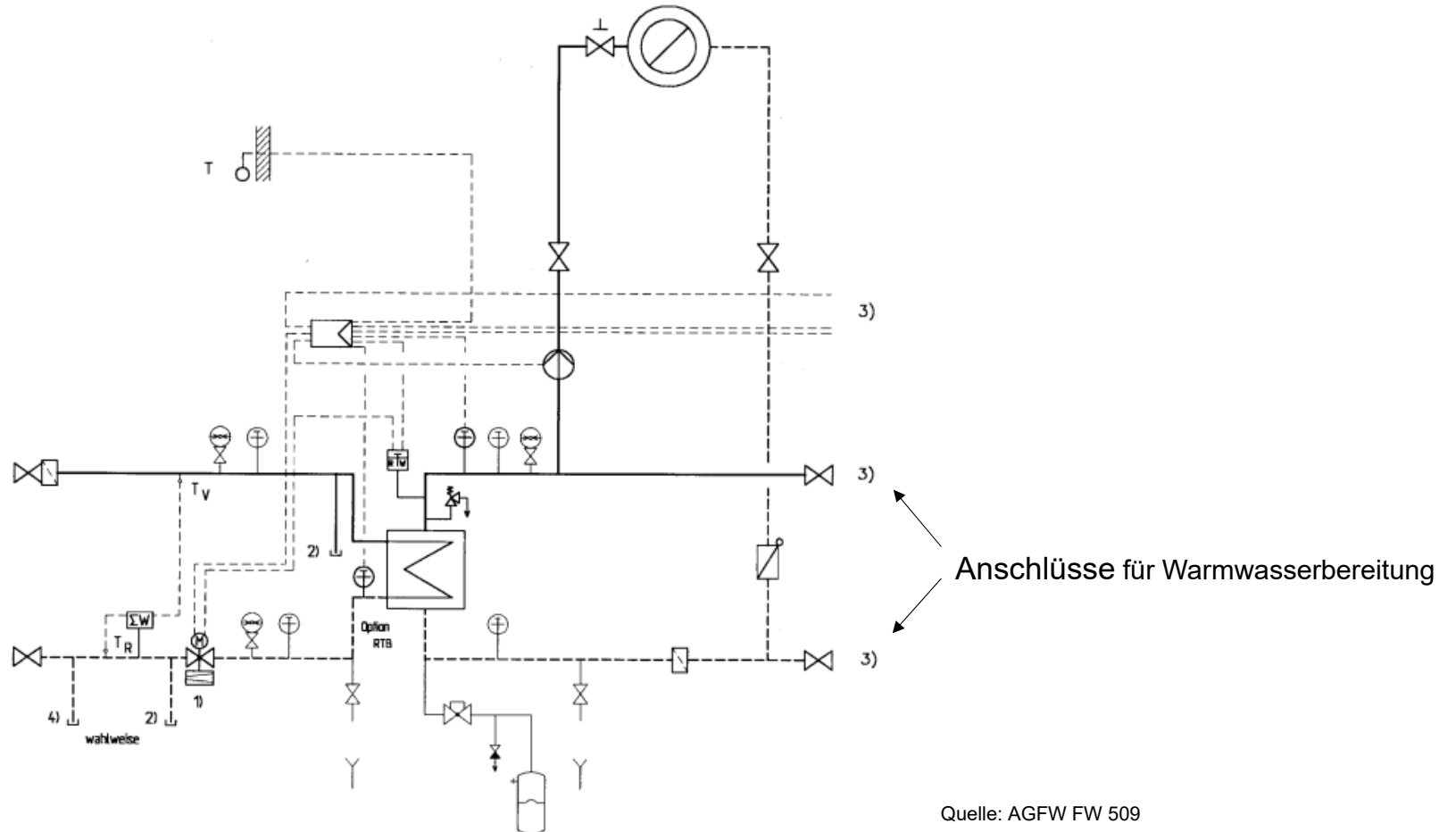
- » **AGFW** fördert seit über 50 Jahren als effizienter, unabhängiger, neutraler Verband die KWK sowie Wärme- und Kältesysteme auf nationaler und internationaler Ebene.
- » **AGFW** vereint mehr als 600 Fernwärme- und Kälteversorger (regional und kommunal) sowie Industriebetriebe der Branche aus Deutschland und Europa
- » **AGFW** vertritt über 95 % des deutschen Fernwärmeanschlusswertes – den größten Westeuropas
- » **AGFW** hat die Fachkompetenz über die gesamte Prozesskette der effizienten Wärme- und Kälteversorgung sowie der Kraft-Wärme-Kopplung

- » **Hauptbestandteile einer Fernwärmeversorgung**
- Hausstationen (Kundenanlagen)
 - Hausanschlussleitungen (Wärmenetz)
 - Verteilleitungen (Wärmenetz)
 - Transportleitungen (Wärmenetz)
 - Erzeugung (inklusive Druckhaltung und Netzpumpen)

» Schema einer Fernwärme-Nahwärmeversorgung



» Hausstation

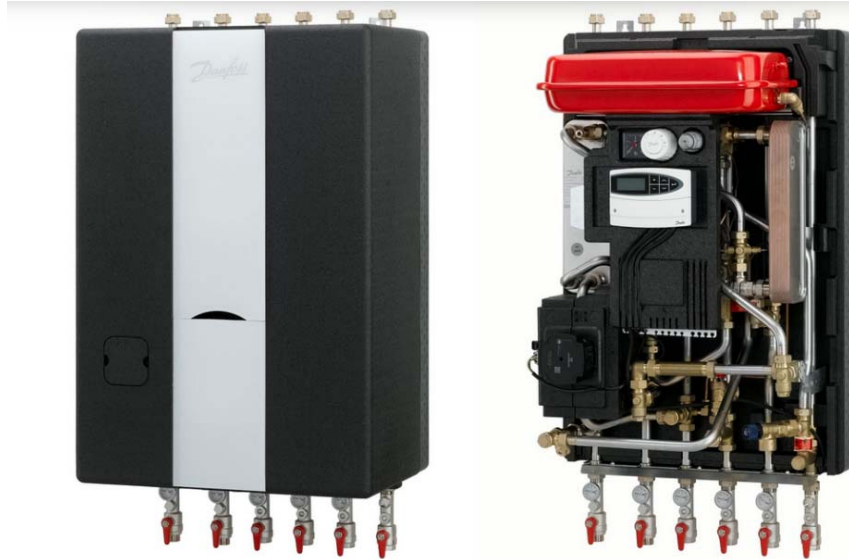


Quelle: AGFW FW 509

» **Aufgabe der Hausstation**

- Die Hausstation muss die Wärme vom Wärmenetz an die Kundenanlage entsprechend der vorbestellten Leistung abgeben
- Der wichtigste Punkt dabei ist die korrekte Vorlauftemperatur bei der entsprechenden Außentemperatur
- Mindestens genauso wichtig wie die Vorlauftemperatur ist der richtige Massenstrom von Fernwärmewasser für die Kundenanlage; dieser Massenstrom wird üblicherweise an dem Mengen-Differenzdruckregler verplombt
- Weiterhin sorgt die Hausstation dafür, dass jeder Fernwärmeanschluss annähernd den gleichen Druckverlust hat (Netzhydraulik)
- Es gibt in Deutschland mehrere Hersteller; die Preise für eine Hausübergabestation liegt bei ca. 5 – 8T€ für ein Ein- und Zweifamilienhaus, je nach der Art der Warmwasserbereitung
- Bei der Warmwasserbereitung setzt sich in letzter Zeit immer mehr das Durchfluss – Prinzip durch, sofern dies machbar ist; sollte die bestellte Wassermenge nicht für ein Durchflusssystem ausreichen, besteht die Möglichkeit, einen Pufferspeicher zum puffern von Fernwärmeheizungswasser einzusetzen.
- Der Wärmezähler, der in einer Hausstation integriert ist, wird vom Fernwärmeversorger eingebaut und muss nach 5 Jahren wieder gewechselt werden; für den Wärmezähler und dessen Abrechnung zahlt ein Fernwärmekunde einen Zählerpreis in Höhe von ca. 300 €/a.

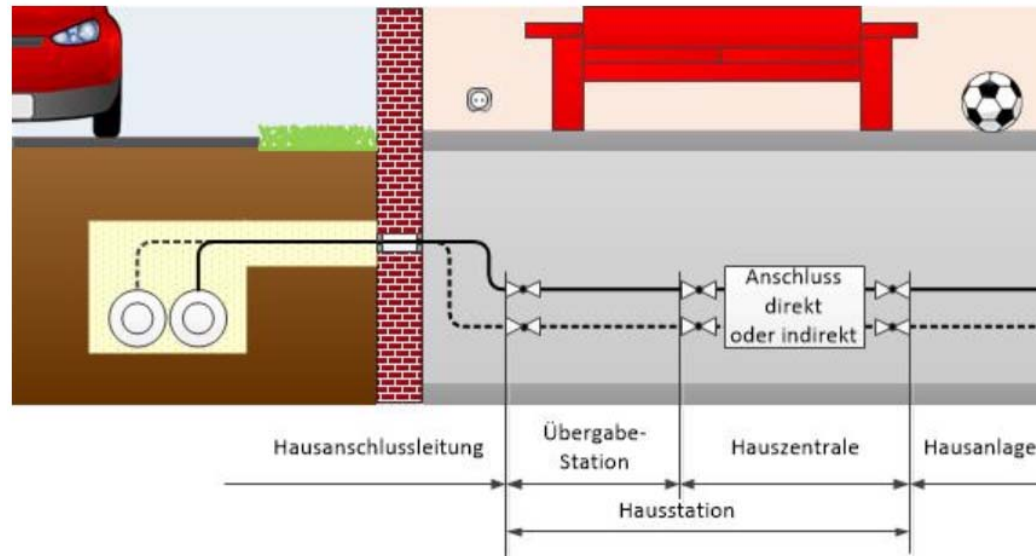
» **Beispiel für eine Hausstation:**



Quelle: Stadtwerke Gießen

» **Hausanschlussleitungen**

- Als Hausanschlussleitung wird die Verbindung zwischen dem Verteilnetz und der Hausübergabestation bezeichnet. Für Ein- und Zweifamilienhäuser liegt der Durchmesser üblicherweise bei DN 25
- Für die Hausanschlussleitung wird vom Fernwärmebetreiber normalerweise ein Pauschalbetrag verlangt, der eine gewisse Länge der Hausanschlussleitung beinhaltet (z.B. 5 – 10 m); bei Mehrlängen muss dies der Hauseigentümer zusätzlich bezahlen.
- Der Hausanschlusskostenbeitrag für Ein- und Zweifamilienhäuser liegt grob bei ca. 4.500 € brutto ; der Hausanschluss wird nach BEG gefördert, wenn die Fernwärme mindestens 25% Erneuerbare Energien aufweist. Zuschüsse von 30 – 40% nach BEG sind möglich.
- Der Fernwärmeversorger kann zusätzlich einen Baukostenzuschuss (BKZ) verlangen



Quelle: AGFW

» Verteilungen

- Unter Verteilungen versteht man die Fernwärmeleitungen zwischen dem Transportnetz und den Hausanschlussleitungen. Die Durchmesser der Verteilungen liegen zwischen DN 32 und DN 200 bis DN 250; eine genaue Definition bezüglich der Nennweiten existiert nicht

» **Beispiele für Verteilleitungen**



Quelle: AGFW

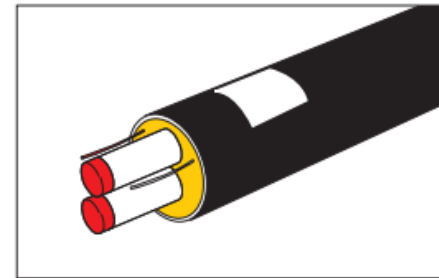
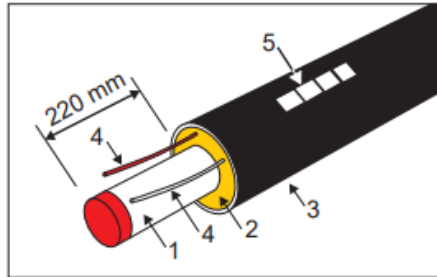
» **Transportleitungen**

- Unter Transportleitungen versteht man diejenigen Leitungen, die die Wärmeerzeugung mit dem Verteilnetz verbinden. In der Regel sind dies Rohrleitungen mit Durchmessern von größer DN 250

» Kunststoffverbundmantelrohr (KMR)

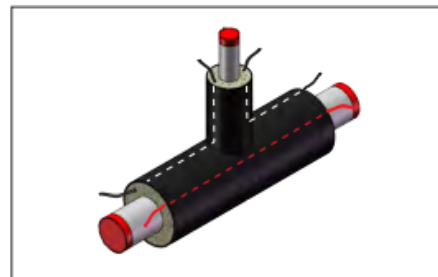
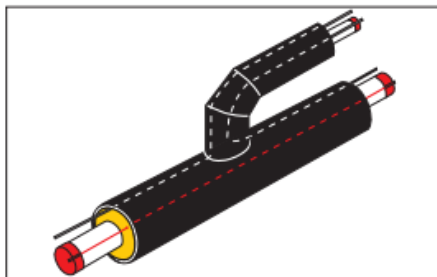
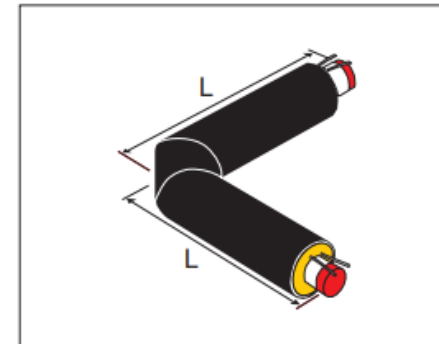
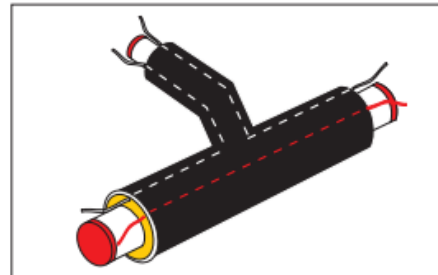
Ein vorgedämmtes Rohr besteht aus:

Pos.	Teil	Material
1	Mediumrohr	Stahl
2	Dämmung	Polyurethanschaum
3	Mantelrohr	Polyethylen, HDPE
4	Zwei 1,5 mm ² Kupferdrähte zur Überwachung	Ein Draht ist verzinkt
5	Rohraufkleber	



Alle vorgedämmten T-Stücke sind mit 2 eingebetteten Drähten versehen: Ein Kupferdraht und ein verzinnter Draht

Der verzinkte Draht ist immer in den Abzweig geführt, während der Kupferdraht gerade hinaus geht.



Quelle: Logstor Katalog

» **Erwartete Lebensdauer**

Rohrsystem	Fernwärme		Fernkälte	
	Technische Regel	Erwartete Lebensdauer	Technische Regel	Erwartete Lebensdauer
KMR	EN 13941 AGFW FW 401	30 – (50) (eine Erweiterung auf 50 Jahre ist in Diskussion; ggf. abhängig von Temperaturbereichen TR2 bis TR5)	EN 17414	50
Flexible Rohrsysteme	EN 15632 (AGFW FW 420)	30 – (50)	EN 17415	50
SMR	AGFW FW 410	50	-	-

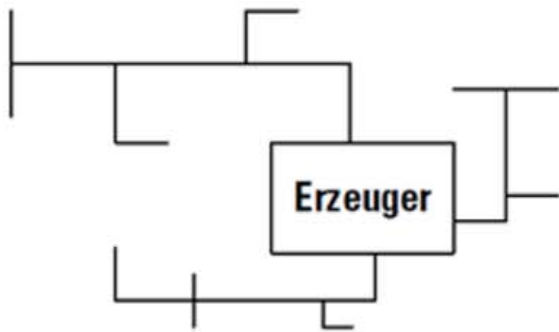
- » **Heutige Verlegesysteme sind langjährig bewährt**
 - KMR, SMR, Flexible Rohrsysteme, Frei- und Gebäudeleitungen, Kanal
 - Die Produkte, Materialien und Konstruktionen wurden im Laufe der langjährigen Anwendung verbessert
- » **Bei Beachtung der systemspezifischen Besonderheiten ist eine jahrzehntelange Nutzungsdauer zu erwarten**
 - Kompetente Planung
 - Verwendung von nachweislich geeigneten Produkten und Materialien
 - Bauausführung durch qualifizierte und erfahrene Unternehmen
 - Angemessene Qualitätssicherung (Prüfungen) während der Bauausführung
 - Beachtung der technischen Regeln und Hinweise / Erfahrungen

Netztopologie

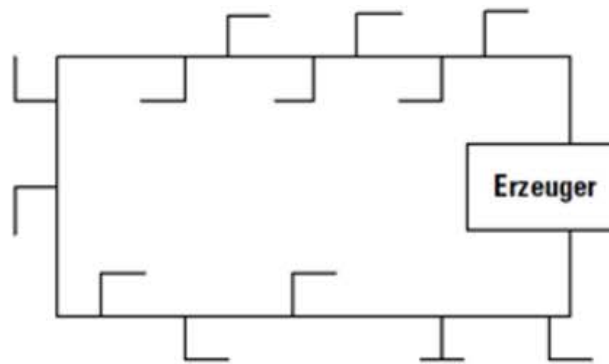
- » Primär-, Sekundär- und Terziärnetze
- » Transport-, Verteil-, Hausanschlussleitungen

Netzstruktur

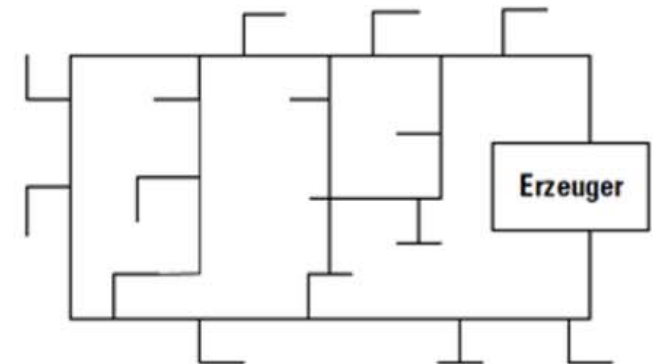
- » Grundarten



Strahlennetz



Ringnetz



Maschennetz

U.a.:

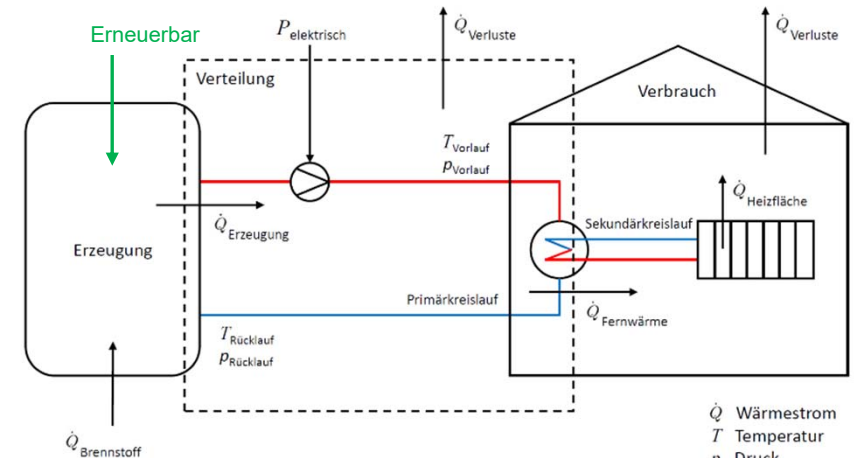
- » Hoher Anteil an Erneuerbaren Energien
- » Geringe Wärmenetzverluste (min. mögliche T_{Vorlauf})
- » Geringe Mengen an Pumpstrom (möglichst geringes $\dot{m}$, möglichst großes ΔT)
- » Möglichst energieeffiziente Gebäude
- » Kostengünstige, sichere Versorgung der Kunden

Betriebsweise und Betriebsparameter

$$\dot{Q}_{\text{Erzeugung}} = \dot{Q}_{\text{Fernwärme}} + \dot{Q}_{\text{Netzverluste}} = \dot{m} \times c_p \times \Delta T$$

Massenstrom ($\dot{m}$)
des Wärmeträgermediums

$$\Delta T = T_{\text{VL}} - T_{\text{RL}}$$



Schematische Darstellung eines Fernwärmesystems,
Quelle: Petersen et al. Abschlussbericht: Feldtest Absorptionskälteanlagen für KWKK-Systeme. 2019.

Empfehlung:

→ methodisches Vorgehen

→ Dekarbonisierungsziele bzw. Maßnahmen von der Kundenanlage aus planen!

» Planungstiefe

» Vereinfachte Planung

- Anwendungsbereich z. B.
 - o Hausanschlussleitungen
 - o Verlegungen außerhalb von Straßen- und Gehwegen
 - o „Begrenzte“ Rohrabmessungen
- Planungsaufwand auf zwingend notwendige Aspekte begrenzt, wie z. B.
 - o Festlegung von Nennweiten (hydraulische Dimensionierung)
 - o Statische Auslegung mit Bemessungsdiagrammen und Tabellen nach AGFW FW 401-11
 - o Inaugenscheinnahme der örtlichen Verhältnisse in Bezug auf Machbarkeit, Fremdgewerken etc.
 - o Abstimmung der Bauausführung mit dem Kunden auf privaten Grundstücken

» Detaillierte Planung

- Eine dem Umfang, der Komplexität, dem Investitionsvolumen und der Zeitdauer angemessene ingenieurmäßige Umsetzung aller Aspekte in verschiedenen Bearbeitungsschritten
 - o Bearbeitungsschritte nach z. B. Leistungsphasen der HOAI
 - LP1: Grundlagenermittlung
 - LP2: Vorplanung
 - LP3: Entwurfsplanung
 - LP4: Genehmigungsplanung
 - LP5 Ausführungsplanung
 - LP6: Vorbereitung der Vergabe
 - LP7: Mitwirkung bei der Vergabe
 - LP8: Objektüberwachung – Bauüberwachung und Dokumentation
 - LP9: Objektbetreuung

» Rohrleitungsspezifische Aspekte

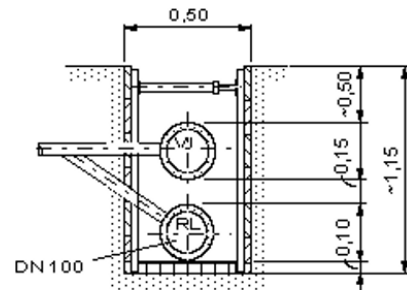
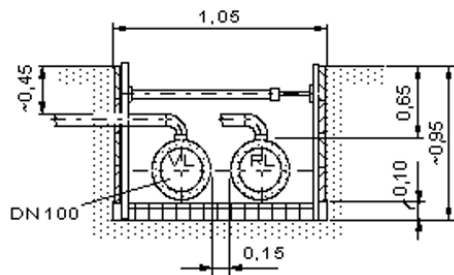
» Oberflächennahe Verlegung

- Leitungsführung mit minimaler Überdeckung orientiert am Geländeprofil und u. a. den kreuzenden Fremdleitungen
- Undefinierte Hoch- und Tiefpunkte im Leitungsverlauf
- Eine vollständige Entleerung und Entlüftung der Rohrleitung ist nicht immer möglich
 - o Für Rohrleitungen mit Abweichungen bis etwa 3° von der Horizontalen und Strömungsgeschwindigkeit mehr als ca. 0,5 m/s
 - o Lufteinschlüsse werden mit der Strömung aufgelöst und können durch erdverlegte Entlüftungsarmaturen oder über Hausanschlussleitungen abgeführt werden

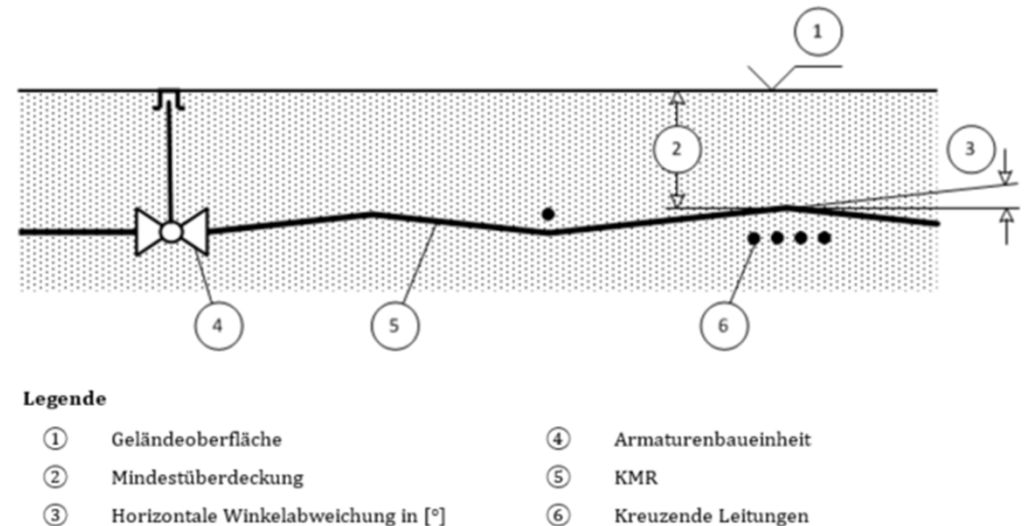
» „Sinnvolle“ Überdeckungshöhen

- $\geq 0,6$ m außerhalb von Straßenbereichen
- $\geq 0,8$ m in Straßenbereichen

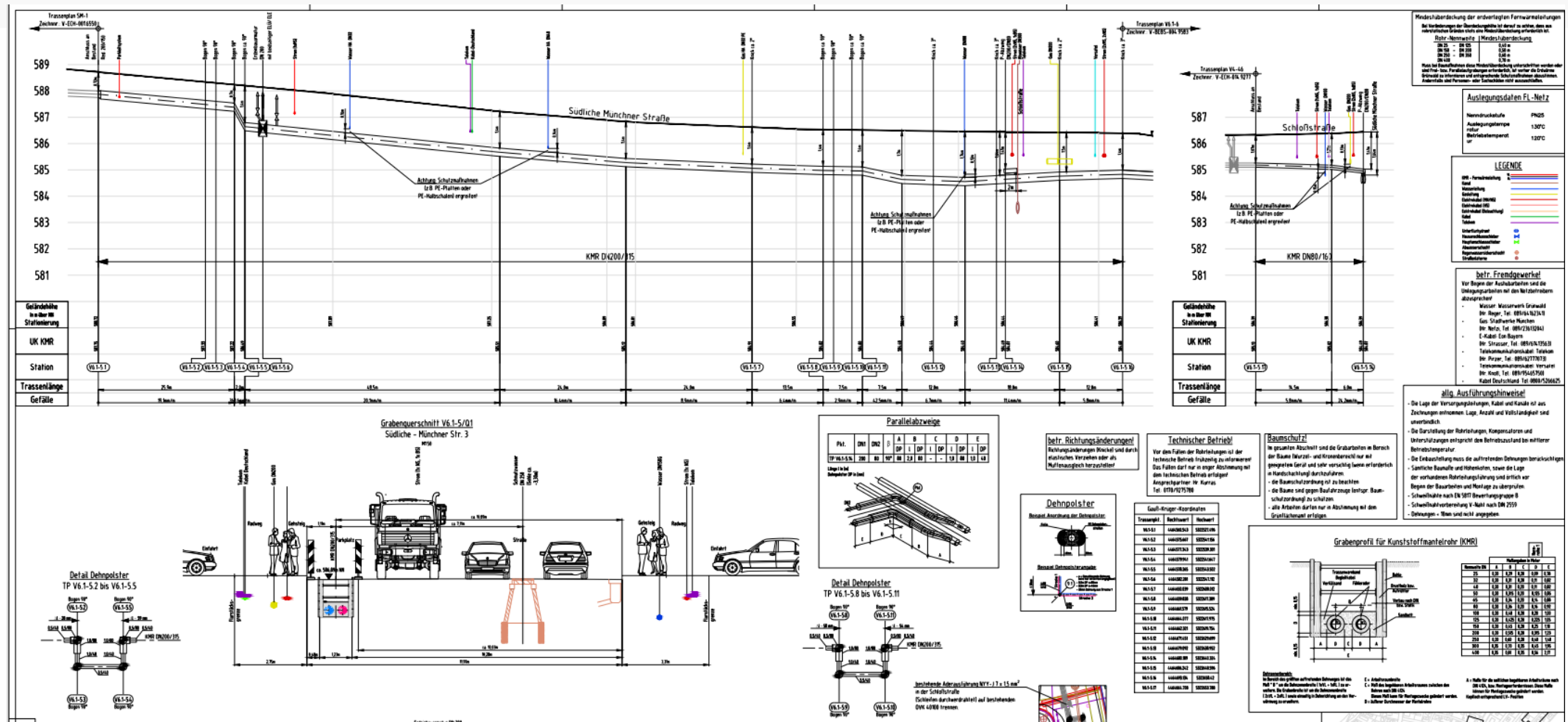
» Neben- oder Übereinanderverlegung

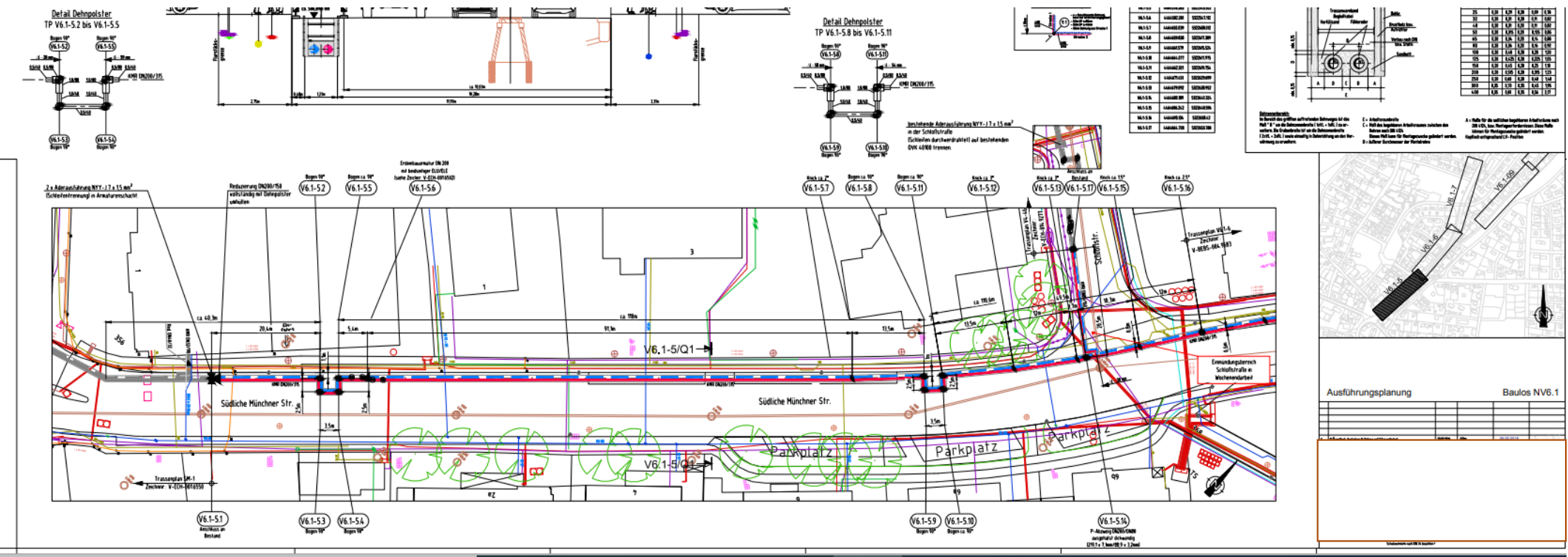


Quelle: MVV



Quelle: AGFW





» **Vorgabe der Bundesregierung**

- Bis 2045 muss die komplette Fernwärmeversorgung in Deutschland klimaneutral sein.

» **Bisherige Fernwärmeerzeugungen**

- Ein Großteil der heutigen Fernwärmeerzeugungsanlagen sind fossile Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
- Als Brennstoffe kommen hauptsächlich Gas oder Kohle in Frage; einige kleinere Anlagen benutzen auch Biomasse (Holz in verschiedenen Formen); darüber hinaus gibt es auch Müllverbrennungsanlagen, die in Fernwärmenetze einspeisen.
- Bei Spitzenheizwerken und Redundanzheiz(kraft)werken wird sehr oft Öl oder Gas eingesetzt
- Vereinzelt wird Tiefen Geothermie als Hauptquelle benutzt; für kleinere Quartierskonzepte existieren auch oberflächennahe Geothermie- Konzepte

» **Zukünftige Fernwärmeerzeugungsanlagen**

- Die BEW gibt vor, welche Erzeugungsvarianten mindestens untersucht werden sollen, wenn man einen entsprechenden Antrag nach BEW stellt.
- Dies sind:
 - o Sektorenkopplungstechnologien
 - o Tiefe Geothermie und sonstige geothermische Anlagen
 - o Solarthermie
 - o Biomasse – Anlagen
 - o Abwärme
 - o Thermische Abfallbehandlungsanlagen
 - o KWK Anlagen
 - o Integration von (Groß-) Wärmespeicher
 - o Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Verbindung mit dem Wärmenetz

» **Das BEW gliedert sich in insgesamt vier Module:**

- **Modul 1** → Machbarkeitsstudien (noch kein Wärmenetz vorhanden) und Transformationspläne (vorhandenes Wärmenetz).
Förderung: max. 50% der förderfähigen Kosten, max. jedoch 2 Mio.€; Bewilligungszeitraum: 12 Monate + einmalige Verlängerung um 12 Monate
- **Modul 2** → Systemische Förderung für Neubau- und Bestandsnetze
Die systemische Förderung für Neubaunetze im Sinne von Abschnitt 4.2.1 kann maximal 40 % der förderfähigen Ausgaben für die Investitionen in Erzeugungsanlagen und Infrastruktur betragen;
Bewilligungszeitraum: 48 Monate + einmalige Verlängerung um 24 Monate; Förderhöchstgrenze liegt bei 100 Mio. €; es muss eine Wirtschaftlichkeitslückenberechnung durchgeführt werden
- **Modul 3** → Einzelmaßnahmen
Bewilligungszeitraum für Einzelmaßnahmen beträgt 24 Monate + einmalige Verlängerung um 12 Monate; Fördergrenze liegt bei 100 Mio. €
- **Modul 4** → Betriebskostenförderung
für Solarthermieranlagen ca. 1 ct/kWh thermisch für max. 10 Jahre; muss jedoch jährlich geprüft werden
strombetriebene Wärmepumpen max. 9,2 ct/kWh Umgebungswärme oder Abwärme

» Beispielrechnung des Anteils des Fernwärmenetzes am Wärmepreis

- Der Fernwärmepreis setzt sich, zum Großteil, aus dem Preis der Wärmeauskopplung bei der Erzeugung und aus dem Preis für die Fernwärmeleitungen zusammen; hinzu kommen Kosten für ein Reserveheizwerk, sowie Wartung und Instandhaltung
- Die folgende Tabelle zeigt den Anteil eines Wärmenetzes, bei einem angenommenen Wärmeverkauf, mit und ohne Zuschuss der BEW

	Ohne Zuschuss		40% Zuschuss	
Kosten Wärmenetz	70.000.000[€]		42.000.000[€]	
Abschreibungszeitraum	30[a]		30[a]	
Zinssatz	5%	10%	5%	10%
Annuität (bei 5%)	4.553.600[€/a]		2.732.160[€/a]	
Annuität (bei 10%)	7.425.547[€/a]		4.455.328[€/a]	
jährlicher Wärmeverkauf	60.000[MWh/a]		60.000[MWh/a]	
anteiliger Wärmepreis (5%)	76[€/MWh]		46[€/MWh]	
anteiliger Wärmepreis (10%)	124[€/MWh]		74[€/MWh]	

- Aktueller Erdgaspreis von MVV ab dem 1. Januar 2023: 17,66 ct/kWh brutto (176,60 €/MWh)

» Zeitlicher Ablauf am Beispiel des Projektes Grünwald

Bergrechtliche Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme	Bergrechtliches Betriebs-Planverfahren Sonderbetriebsplan Herrichtung Bohrplatz	Bohrplatzbau	Bohrungen	Nutzungs-konzept Wärmenetz Wärmezentrale ORC Anlage	Wärmezentrale	Wärme-netz	ORC – Anlage	Fernwärme-Verbund mit Unterhaching
Antragstellung: April 2005 Erteilung: Juni 2005 Verlängerung Antragstellung: Sept 2006 Erteilung: Nov 2006	Antragstellung: Juni 2007 Erteilung: Jan 2008	Frühjahr 2009 Aufbau Bohranlage 350 t Hakenlast 60 LKW 5 Schwertransporte	Start: Aug 2009 Fertigstellung: Frühjahr 2010 Feststellung Fündigkeit: Juli 2010	Beginn Planung: Aug 2009	Baubeginn: April 2011 Start Fernwärme-betrieb: Okt 2011 Unterstützung durch mobile Heizzentrale	Baubeginn: Aug 2010	Start Netz-einspeisung: Dez 2014	Start Wärme-Lieferung: April 2013

Städtische Fernwärme – Beispiel SolarHeatGrid Ludwigsburg



Quelle: Solites

Anlagenbetreiber: Stadtwerke Ludwigsburg
-Kornwestheim GmbH

Kollektorfläche: 14.800 m² / 9 MW

Wärmespeicher: 2000 m³

Jahresertrag: 5500 MWh/a

www.swlb.de/solar-heat-grid

Förderung durch Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit



Quelle: Solites

Beispiel Solarenergiedorf – Mengersberg in Mittelhessen

Anlagenbetreiber: Bioenergiegenossenschaft
Mengersberg eG

Kollektorfläche: 2950 m² / 2 MW

Wärmespeicher: 300 m³

Anschlussnehmer: 147

Nutzwärmebedarf: 4700 MWh/a



Quelle: ibs Energie

- Standort: Simmern im Hunsrück
- Solare Anbindung an das neue Wärmenetz der Verbandsgemeinde Simmern
- Jahreswärmeertrag: 625 MWh
- Speicher: > 120.000 Liter
- Grundfläche: ca. 3.700 m²
- Holzhackschnitzel-Kessel
- Kollektorfläche: 1.422 m²
- Deckungsgrad Solar: 20 %
- Maximalleistung: 853 kW
- Inbetriebnahme: März 2016



Quelle: Stadtwerke Lemgo

Beispiel Solaranlage der
Stadtwerke Lemgo /NRW

Kollektorfläche: 9.181 m² / 5,2 MWth

Jahresertrag: 3.300 MWh

darum fernwärme ...

denn sie ist stubenrein und hilft,
CO₂ zu vermeiden.

fernwärme 
rein ins haus.

Noch Fragen?

www.fernwaerme-info.eu

Daniel Heiler
Forschung und
Entwicklung
E-Mail:

d.heiler@agfw.de

Tel.: 069 6304 - 455

