

Nahwärmenetze und gemeinschaftliche Wärmeversorgung		Wärmenetze																		
<b>Wärmenetze</b>																				
<b>Verbundene Maßnahmen</b>	Sanierungsmanagement / Modernisierung EFH/ZFH/RH																			
<b>Priorität</b>	hoch																			
<b>Hauptakteure</b>	Einzel-eigentümer:innen																			
<b>Weitere Akteure</b>	Energieberater:innen, Planer:innen, Handwerker:innen																			
<b>Umsetzungszeitraum</b>	langfristig																			
<b>Beschreibung</b>																				
<p>Eine der wichtigsten Maßnahmen zur Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Wärmeversorgung, ist die Umstellung auf erneuerbare Energieträger und Wärmepumpen. Die vorhandenen Potenziale sind jedoch nicht gleichmäßig in ausreichender Höhe über das Gebiet verteilt. So gibt es beispielsweise Grundstücke mit größeren Flächen für Geothermie, Dachflächen mit geringerer Verschattung, Abwasserkanäle mit größerem Durchfluss etc. Um die Potenziale dennoch allen Gebäudenutzern verfügbar zu machen, können Nahwärmenetze zum Einsatz kommen. Dabei verbindet ein Rohrleitungsnetz vorrangig im Erdreich die Wärmequellen mit den Wärmeerzeugern und der Nutzung in den Gebäuden.</p> <p>Das Prinzip der Wärmenetze gibt es bereits seit Ende des 18. Jahrhunderts. Daher spricht man von verschiedenen Wärmenetzgenerationen. Sie unterscheiden sich vor allem in der Vorlauftemperatur des Heizwassers und den dementsprechend verwendbaren Wärmeerzeugern. Je niedriger die Vorlauftemperatur, desto leichter lassen sich erneuerbare Energien integrieren.</p>																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Medium</th> <th>Vorlauftemperatur</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>1. Generation</b></td> <td>Dampf</td> <td><math>T_{VL} &lt; 200 \text{ °C}</math></td> </tr> <tr> <td><b>2. Generation</b></td> <td>Heißwasser</td> <td><math>100 \text{ °C} &lt; T_{VL} &lt; 200 \text{ °C}</math></td> </tr> <tr> <td><b>3. Generation</b></td> <td>Heißwasser</td> <td><math>70 \text{ °C} &lt; T_{VL} &lt; 200 \text{ °C}</math></td> </tr> <tr> <td><b>4. Generation</b></td> <td>Wasser</td> <td><math>50 \text{ °C} &lt; T_{VL} &lt; 70 \text{ °C}</math></td> </tr> <tr> <td><b>5. Generation</b></td> <td>Sole</td> <td><math>T_{VL} &lt; 20 \text{ °C}</math></td> </tr> </tbody> </table>				Medium	Vorlauftemperatur	<b>1. Generation</b>	Dampf	$T_{VL} < 200 \text{ °C}$	<b>2. Generation</b>	Heißwasser	$100 \text{ °C} < T_{VL} < 200 \text{ °C}$	<b>3. Generation</b>	Heißwasser	$70 \text{ °C} < T_{VL} < 200 \text{ °C}$	<b>4. Generation</b>	Wasser	$50 \text{ °C} < T_{VL} < 70 \text{ °C}$	<b>5. Generation</b>	Sole	$T_{VL} < 20 \text{ °C}$
	Medium	Vorlauftemperatur																		
<b>1. Generation</b>	Dampf	$T_{VL} < 200 \text{ °C}$																		
<b>2. Generation</b>	Heißwasser	$100 \text{ °C} < T_{VL} < 200 \text{ °C}$																		
<b>3. Generation</b>	Heißwasser	$70 \text{ °C} < T_{VL} < 200 \text{ °C}$																		
<b>4. Generation</b>	Wasser	$50 \text{ °C} < T_{VL} < 70 \text{ °C}$																		
<b>5. Generation</b>	Sole	$T_{VL} < 20 \text{ °C}$																		
<p>Die Grenzen zwischen den Generationen sind fließend, so ist die Fernwärme der Vattenfall Berlin trotz Vorlauftemperaturen über 100 °C eher als Wärmenetz der 3. Generation einzustufen, da im Kraftwerkspark bereits Biomasse-, Abwärme- und Power-To-Heat-Anlagen vorhanden sind.</p> <p>Im Rahmen der Nahwärme und Umstellung auf erneuerbare Energien spielen nur Netze der 4. Generation – sogenannte Niedrigtemperatur- oder Low-Ex-Netze – und Netze der 5. Generation oder kalte Wärmenetze eine Rolle.</p> <p>In Nahwärmenetzen der 4. Generation wird die Wärme hauptsächlich über Großwärmepumpen in zentralen Heizstationen erzeugt. Als Wärmequellen für die Wärmepumpen können Außenluft, Erdwärme, Abwasser aber auch Eisspeicher und PVT-Anlagen eingesetzt werden. Gegebenenfalls sind zusätzliche Spitzenlastgeräte, z.B. Gaskessel, erforderlich, wenn die Leistung der Wärmequelle nicht für einen wirtschaftlichen Betrieb der Wärmepumpen ausreicht.</p> <p>Ausgehend von der Heizstation werden die Rohrleitungen der Nahwärme im Zwei- oder</p>																				

Mehrleitersystem in die zu versorgenden Objekte geführt. Dabei vereinfacht das niedrige Temperaturniveau im Netzurücklauf die Einbindung von unvermeidbarer Abwärme, z.B. aus Gewerbeprozessen.

Bei der sogenannten kalten Nahwärme, also den Wärmenetzen der 5. Generation, wird kein warmes Wasser von einer zentralen Wärmeerzeugung umgewälzt, sondern stattdessen das Wasser aus einer oder mehrerer Wärmequellen direkt in die versorgten Gebäude gepumpt und dort von dezentralen Wärmepumpen auf das gewünschte Temperaturniveau gebracht. Durch die niedrigen Temperaturen muss das Leitungsnetz nicht gedämmt werden und statt Wärmeverluste ergeben sich in der Jahresbilanz sogar Wärmegewinne, da die erdverlegten Rohre Wärme aus dem Erdreich aufnehmen können. Die Wärmequellen können an den Orten mit dem höchsten Potenzial direkt in das Netz einspeisen.

Für beide Netztypen gilt, dass die Gesamteffizienz der Nahwärme steigt, wenn der energetische Standard der angeschlossenen Gebäude möglichst geringe Heiztemperaturen ermöglicht. Hierdurch erhöht sich die Effizienz der Wärmepumpen und die Wärmeverluste der Rohrleitungen werden reduziert. Sanierete Gebäude mit geringem Wärmebedarf, großen Heizflächen in Form von Fußboden- oder Wandflächenheizung oder großen Radiatoren und elektrischer Warmwasserbereitung eignen sich besonders.

Die relevanten Wärmequellen für die Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen sind nachfolgend kurz beschrieben.

### *Außenluft:*

Die in der Umgebungsluft gespeicherte Wärme kann in Luftwärmepumpen direkt als Wärmequelle genutzt werden, wodurch sich der Aufwand in der Installation minimiert. Die niedrigen Temperaturen der Außenluft führen aber auch zu geringeren Anlageneffizienzen.

### *Erdreich:*

In den oberen Erdreichsschichten folgt die Temperatur der Außenluft, steigt aber mit zunehmender Tiefe an und ist ab einer Tiefe von 15 m nahezu konstant. Dieser Effekt wird in Erdsonden ausgenutzt. Hier wird ein Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel, Sole genannt, in Bohrungen mit bis zu 100 m Tiefe erwärmt und dann als Wärmequelle in geeigneten Sole-Wasser-Wärmepumpen genutzt.

### *Abwasser:*

Das Abwasser der Berliner Haushalte weist im Abwasserkanal ganzjährig eine Temperatur zwischen 12 und 20 °C auf und kann daher als regenerative Wärmequelle für Wärmepumpen genutzt werden. Hierfür werden Wärmeübertrager in die Abwasserkanäle eingebaut, die jedoch einen Mindestdurchmesser von DN600 und einen Mindestdurchfluss von 15 l/s aufweisen sollen. Das trifft nur auf die Riemeisterstraße und Teile der Argentinischen Allee zu.

### *PVT-Kollektoren:*

In PVT-Modulen sind Wärmeübertrager an die Rückseite von PV-Zellen montiert, sodass die Kollektoren sowohl Strom als auch Wärme erzeugen. Die erzeugte Wärme kann dabei als Wärmequelle für eine Sole-Wasser-Wärmepumpe dienen.

### *Eisspeicher:*

Beim Phasenübergang von Wasser zu Eis wird Kristallisationsenergie freigesetzt, die in etwa der Energiemenge entspricht, die benötigt wird, um Wasser von 0 °C auf 80 °C zu erwärmen. In Eisspeichern wird ein Wasservolumen, z.B. in einer unterirdischen Betonzisterne durch Wärmeentzug vereist und die freiwerdende Kristallisationswärme an eine Sole übertragen, mit der dann eine Wärmepumpe versorgt werden kann.

Betreiber des Netzes kann beispielsweise ein energiewirtschaftliches Unternehmen als Contractor sein oder eine Bürgerenergiegenossenschaft der Bewohner der versorgten Objekte, wobei es jeweils spezifische Vor- und Nachteile gibt, wie folgende Tabelle zeigt.

Betriebsmodell	Chancen	Risiken
<b>Bürgerenergiegenossenschaft</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifikation mit Wärmewende durch wirksame Mitsprache</li> <li>• Einflussnahme auf Preisgestaltung</li> <li>• Kostentransparenz</li> <li>• Verstärkung der Nachbarschaftlichkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Finanzierung, Bau und Betriebsführung</li> <li>• Energiewirtschaftliches und technisches Know-How</li> <li>• Umgang mit Anteilen bei Gebäudeverkauf</li> </ul>
<b>Contracting</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fremdfinanzierung</li> <li>• Abgabe technischer und kaufmännischer Risiken</li> <li>• Know-How energiewirtschaftlicher Akteure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preiskonditionen Contractor</li> <li>• Insolvenzrisiko Contractor</li> <li>• Rechtsverhältnis zu Privatunternehmen (z.B. in Bezug auf Leitungsführung auf dem Grundstück)</li> </ul>

Die technische und rechtliche Ausgestaltung eines Nahwärmenetzes ist ein komplexes Unterfangen und erfordert eine gründliche Planung. Vor der Realisierung steht üblicherweise eine Machbarkeitsstudie, in der verschiedene Varianten durchgerechnet und verglichen werden, mit dem Ziel den Aufwand und Wärmegestehungskosten abzuschätzen und somit einen Vergleich mit dezentralen Lösungen zu ermöglichen.

Ziel dieser Maßnahme soll sein, auch für das Quartier Krumme-Onkel-Oskar eine solche Machbarkeitsstudie zu beauftragen. Diese Studie wäre auch förderfähig. Sie soll für ein Teilgebiet die relevanten Wärmequellen ermitteln und mehrere Anlagenkombinationen für die Wärmeerzeugung vergleichen, wobei sowohl Niedertemperatur- als auch kalte Nahwärmenetze zu betrachten sind. Auch eine Einspeisung regenerativer Energien in das Fernwärmenetz der Vattenfall Wärme Berlin (VWB) oder Nutzung des Fernwärmenetzes als Spitzenlastabdeckung wären denkbar. Neben den ökologischen Effekten sind auch die Wärmegestehungskosten eine entscheidende Kennzahl, um potenzielle Anschlusskunden zu überzeugen. Folgende Teilgebiete kommen dabei in Frage:

- Waldsiedlung Zehlendorf
- Waldsiedlung Krumme Lanke
- Weserberglandsiedlung
- Poßwegkiez
- Ernst-Reuter-Sportfeld (siehe separate Maßnahme)

**Beispiel – Niedertemperaturnetz – Siedlung Eichkamp in Berlin:**

In der Siedlung Eichkamp sollen möglichst viele der bisherigen fossilen dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen durch den Anschluss an ein neues, erneuerbares Wärmenetz ersetzt werden. Dabei ist ein Anlagenmix aus Wärmepumpen und Biomassekesseln geplant, wobei letztere den Spitzenbedarf abdecken. Das Netz wird als Niedertemperaturnetz aufgebaut und soll sowohl Ein- und Zweifamilienhäuser, Reihenhäuser, Mehrfamilienhäuser als auch öffentliche Gebäude versorgen. Die Eckdaten für den 1. Bauabschnitt lauten:

- Jahresgesamtwärmebedarf: 3,6 GWh
- 155 EZFH/RH, 3 MFH, 1 öff. Geb.
- 70 % Luftwärmepumpe, 30 % Biomasse
- Vorlauftemperatur 73 °C
- Nahwärmenetz mit ca. 2.400 m Trassenlänge

**Beispiel – Kalte Nahwärme – Bad Nauheim:**

In Bad Nauheim versorgt ein Erdwärmekollektor in Sandwichbauweise mit zwei Ebenen die Wärmepumpen von rund 400 Wohneinheiten mit regenerativer Wärme. Die Kollektorrohre werden in einer Energiezentrale gesammelt und von dort auf die Anschlussnehmer verteilt. In der Energiezentrale sind alle Anlagenteile wie Schaltschränke, Pumpen und Schieber, die für den Betrieb des Netzes erforderlich sind, untergebracht. Das Projekt wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes u.a. von der Technischen Hochschule Nürnberg begleitet.

- Jahresgesamtwärmebedarf: 3 GWh
- 400 Wohneinheiten
- 22.400 m<sup>2</sup> Erdwärmekollektor
- Nahwärmenetz mit ca. 6.000 m Trassenlänge

<b>Hinweise Bilanzgrenzen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei der Abschätzung des Endenergieverbrauchs der Nahwärme werden Trassenverluste berücksichtigt</li> <li>• die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen verwendet den Kennwert gemäß GEG</li> </ul>
<b>Jährliche Endenergieeinsparung (MWh/a) und CO<sub>2</sub>-Minderung (t/a)</b>	<p>Ein Gesamtpotenzial lässt sich nicht ohne weiteres abschätzen. Hier soll gerade durch die Machbarkeitsstudie Klarheit geschaffen werden.</p> <p>In dem im Rahmen des Quartierskonzeptes berechneten Szenarios wird davon ausgegangen, dass ein Anschluss erster Häuser an ein Nahwärmenetz frühestens im Jahr 2028 beginnt und dann auch erst mit einer geringen Umsetzungsrate von 0,4 % des Heizwärmebedarfs, was etwa 6 Gebäuden pro Jahr entspricht. Das angenommene Nahwärmenetz setzt sich aus einer Kombination von Fernwärme und Wärmepumpen zusammen. Bis zum Ende des Betrachtungszeitraums im Jahr 2032 steigt der jährliche Endenergieverbrauch der Nahwärme auf 179 MWh/a. Das entspricht einer Endenergieeinsparung von ca. 350 MWh/a ggü. einer Versorgung mit Gas und damit ca. 84 t/a.</p>
<b>Finanzierung und Kosten</b>	<p>Bei der Installation eines Nahwärmenetzes fallen folgende wesentliche Kostenpunkte an:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trassen inkl. Erdarbeiten</li> <li>• Wärmeerzeuger, Grund- und Spitzenlast, bei zentraler Erzeugung auch eine entsprechende Heizzentrale</li> <li>• Wärmequellen</li> <li>• Laufende Kosten für Betrieb, Wartung und Instandhaltung</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Planungskosten über alle Leistungsphasen nach HOAI</li> </ul> <p>Unter Berücksichtigung aller Kosten inkl. Preissteigerungen lassen sich für die Nutzungsdauer Wärmegestehungskosten bestimmen, die aber stark vom Netzaufbau und den Wärmequellen und -erzeugern abhängen. Beispielhaft sei hier auf die Siedlung Eichkamp verwiesen, je nach Fördermodell liegen die Vollkosten für Anschlusskunden um 15 ct/kWh.</p>
<p><b>Mögl. Förderprogramm(e) / Förderprogrammträger / Förderhöhe / Hinweise:</b></p>	<p><b>Förderung Bund</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW), Förderung in vier Modulen:              Modul 1 – Transformationspläne und Machbarkeitsstudien              Modul 2 – Systemische Förderung für Neubau und Bestandsnetze              Modul 3 – Einzelmaßnahmen in Bestandsnetzen              Modul 4 – Betriebskostenförderung</li> </ul> <p><a href="https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html">https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Waermenetze/Effiziente_Waermenetze/effiziente_waermenetze_node.html</a></p>
<p><b>Stärken / Chancen</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>räumlich verteilte Potenziale erneuerbarer Energien können für alle Nutzer erschlossen werden</li> <li>Genossenschaft: Einflussnahme auf Energie- und Wärmewende vor Ort und dadurch hohe Identifikation mit notwendigen Maßnahmen; Mitgestaltung der Energiepreise und dadurch hohe Kostentransparenz</li> <li>Contracting: Abgabe baulicher, anlagenbezogener und kaufmännischer Risiken</li> </ul>	
<p><b>Herausforderungen / Hemmnisse</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Komplexität der Systeme erfordert Fachplanung mit hoher Kompetenz</li> <li>hoher Koordinationsaufwand bei baulichen Tätigkeiten</li> <li>schwierige rechtliche Rahmenbedingungen (z.B. Leitungsrecht)</li> <li>kaufmännisches und energiewirtschaftliches Know-How erforderlich</li> <li>Genossenschaft: Risiken bei Finanzierung, Bau und Betriebsführung</li> <li>Contracting: keine Einflussnahme auf Preisgestaltung, Insolvenzrisiko Contractor</li> </ul>	
<p><b>Handlungsempfehlungen/ -schritte (Prioritätensetzung)</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Workshop mit Erfahrungsträgern und Akteuren auf dem Gebiet der erneuerbaren Nahwärme</li> <li>Festlegung zu untersuchendes Teilgebiet</li> <li>Leistungsbild Machbarkeitsstudie festlegen z.B.             <ul style="list-style-type: none"> <li>Potenzialanalyse erneuerbarer Wärmequellen im Teilgebiet</li> <li>Vergleich von Niedertemperatur- und kalter Nahwärme</li> <li>Simulation mehrerer Anlagenkombinationen für die Wärmeerzeugung</li> <li>Wirtschaftlichkeitsberechnung mit Ausgestaltung von Grund- und Arbeitspreis</li> <li>Berücksichtigung Fördermöglichkeiten</li> <li>Berücksichtigung rechtlicher Randbedingungen bei Trassenplanung im öffentlichen Straßenland</li> </ul> </li> <li>Finanzierung / Förderung recherchieren, sichern (z.B. Antrag stellen)</li> <li>Machbarkeitsstudie begleiten, Ergebnis diskutieren</li> <li>Auswahl Betreibermodell, ggf. Gründung Energiegenossenschaft</li> <li>Umsetzung, ggf. in mehreren Bauabschnitten</li> </ul>	