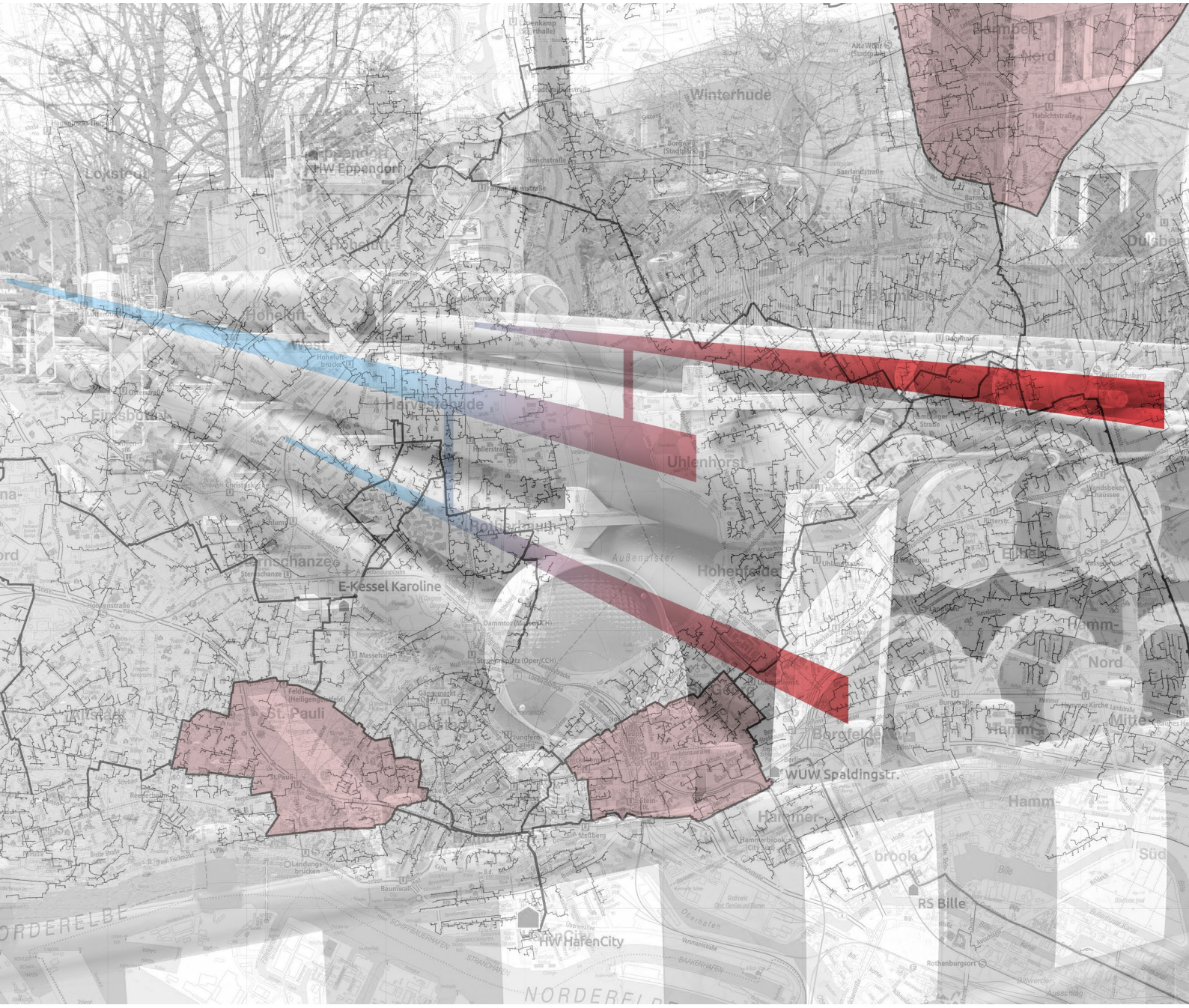
Scientists for Future

Policy-Paper Wärmewende 05-2022

Wärmenetze

Die klimaneutrale Wärmeversorgung für verdichtete Stadtgebiete



Autor:innen:

Clausen, Jens; Graf, Christopher; Huber, Michael; Lottis, Dennis; Seifert, Thomas; Weber, Urban

Quelle: Hamburger Energiewerke GmbH, Foto: Clausen

Inhaltsverzeichnis

01: Einleitung 3

02: Kernaussagen 4

03: Was ist eigentlich ein Wärmenetz? 5

04: Warum gibt es in Dänemark so viele Wärmenetze? 7

05: Wie kann man ein konventionelles Wärmenetz auf erneuerbare Energien umstellen? 9

06: Niedertemperatur- und kalte Wärmenetze 12

07: Handlungsfelder der Kommunen: Wärmeplanung und Fernwärmesatzung 13

Quellen 15

Impressum 16

01: Einleitung

Unbestritten spielt die Umstellung der Gebäudewärme auf CO_2-freie Energiequellen bei gleichzeitiger Umsetzung von Energieeinsparmaßnahmen eine fundamentale Rolle für das Erreichen der Treibhausgas-Neutralität bis 2045. Unbestritten ist auch, dass dafür Wärmenetze in vielen Fällen die optimale Lösung sein werden. So lange der Gaspreis relativ niedrig lag, war der Ausbau von bestehenden Wärmenetzen für Betreiber und Endkunden allerdings angesichts der geringen Anschaffungs- und Brennstoffkosten von Gasthermen für Wohnungen und Einzelgebäude wenig attraktiv. Andererseits erschien auch die Umstellung fossiler Wärmenetze auf CO_2-freie Wärmequellen zumindest kurz- und mittelfristig unwirtschaftlich. Nun macht der Überfall Russlands auf die Ukraine jedoch nicht nur auf die Gefahren der Abhängigkeit von importierter Energie aufmerksam, sondern setzt auch durch explodierende Erdgaspreise neue wirtschaftliche Rahmenbedingungen. Bisher weniger bekannte Lösungen der Wärmeversorgung wie die Wärmepumpe kommen so ins Gespräch.

Wärmenetze sind aus mehreren Gründen gerade für die Kommunalpolitik wichtig. Denn zum Ersten stellen sie eine gemeinschaftliche, also quasi kommunale Möglichkeit der Wärmeversorgung dar. Zum Zweiten ist es für die Endkunden besonders vorteilhaft, wenn die Wärmeversorgung durch die Kommune oder in ihrem Auftrag und in ihrem Eigentum betrieben werden. Und zum Dritten bedürfen sie der kommunalen Planung. Hintergrund dafür ist, dass die Rohrleitungen der Wärmenetze zumeist unter öffentlichen Straßen verlegt und daher in der Stadtplanung mitgedacht werden müssen. Hinzu kommt, dass die für die Wärmegewinnung erforderlichen Flächen bereitgestellt werden müssen. Das können, je nach lokaler Verfügbarkeit, Flächen für geothermische Bohrungen, solarthermische Großanlagen, Abfallverbrennungsanlagen oder Großwärmepumpen an Flüssen und Seen sein. All diese Technologien und Anlagen benötigen Standorte, an denen sie errichtet und betrieben werden können. Außerdem gibt es durch die zukünftige kommunale Pflichtaufgabe der Wärmeplanung (Scientists for Future, 2022a) gleich noch eine Schnittstelle zwischen Wärmenetzen und Kommune.

Wärmenetze sind also aus verschiedenen Perspektiven ein Thema der Kommunalpolitik. Kommunalpolitiker:innen, die sich mit Energie und Klimaschutz beschäftigen, können sich in der vorliegenden Broschüre über die Bedeutung von Wärmenetzen für die Energiewende informieren. Aber auch für Sozialpolitiker:innen ist wichtig zu wissen, dass die Wärmeversorgung mit erneuerbarer Wärme in Wärmenetzen aktuell und langfristig preisgünstiger sein dürfte als fossile Energien, zumal die Abkehr von fossilen Brennstoffen sowieso unumgänglich ist.

Darüber hinaus bietet ein Wärmenetz das Potenzial, Wärmequellen und -senken innerhalb eines Stadtteils miteinander zu verbinden und damit beispielsweise Überschusswärme aus gewerblichen oder industriellen Prozessen nutzbar zu machen. Für die energieeffiziente Umsetzung und Integration von erneuerbaren und Überschuss-Wärme bieten sich insbesondere Niedertemperatur-Wärmenetze (40-70 °C Vorlauftemperatur) an, die sich sehr wirtschaftlich betreiben lassen.

02: Kernaussagen

Wärmenetze spielen in der Wärmeversorgung der Zukunft eine immer größere Rolle. Sie werden erhebliche Teile der verdichteten Wohnbebauung in Innenstädten mit Wärme versorgen. Verschiedene wissenschaftliche Studien sehen zum Erreichen der nationalen Klimaziele eine Verdopplung bis Verdreifachung der bestehenden Trassenkilometer innerhalb der nächsten 20 bis 30 Jahre als erforderlich an (AGFW, 2022). Daher besteht hier unmittelbarer und breitenwirksamer Handlungsbedarf.

- Durch Wärmenetze können Wärmepotenziale erschlossen werden, die sonst zur Wärmeversorgung nicht zur Verfügung stehen. Hierzu gehören die Nutzung von Abwärme aus Industrieprozessen oder Rechenzentren, Wärme aus tiefer Geothermie, Wärme aus großen solarthermischen Anlagen, Wärme aus der Verbrennung von Abfall und Klärschlamm und anderes mehr. Diese Wärmepotenziale werden zur Substitution der fossilen Energien aus Erdgas und Heizöl dringend gebraucht.

- Wärmenetze machen es möglich, regenerative Wärme von außerhalb in Ortskerne hinein zu bringen. Sie vereinfachen damit die Gewinnung und Nutzung von erneuerbarer Wärme.

- Das Beispiel Dänemark zeigt, dass die Wärmeversorgung durch Wärmenetze nicht nur klimafreundlich, sondern auch zu geringeren und stabileren Kosten im Vergleich zu fossilen Energien gewährleistet werden kann. Dies gilt besonders, wenn die Wärmeversorgung gemeinnützig, genossenschaftlich oder kommunal organisiert ist.

- Der Aufwand zum Umbau der bereits bestehenden großen Wärmenetze, die heute noch zu 80 % Abwärme aus fossilen Kraftwerken mit Kraft-Wärme-Kopplung nutzen, auf regenerative Wärmequellen wird erheblich sein. Neben der Verbrennung von Reststoffen werden zunehmend Abwärme aus Industrieprozessen und Rechenzentren, Wärme aus Flusswasser, Solarthermie sowie die tiefe und oberflächennahe Geothermie eine Rolle spielen. An vielen Stellen wird das Temperaturniveau dieser Quellen durch Wärmepumpen angehoben werden müssen. Im Gegenzug sollte das gegenwärtig oft sehr hohe Temperaturniveau der Fernwärmenetze sukzessive abgesenkt werden.

- Neben großen Fernwärmenetzen wird es auch mehr Quartierswärmenetze und sogenannte „kalte Nahwärmenetze“ geben. Auch sie bieten Potenziale, unkonventionelle Wärmequellen abseits von fossilen Energien oder Strom zu erschließen. Die Stadtplanung muss diese Wärmenetze in der kommunalen Wärmeplanung mitdenken und den Rahmen für sie schaffen.

Wärmeversorgung wird in Zukunft nicht nur Sache der Gebäudeeigentümer:innen sein, die eine Gas- oder Ölheizung kaufen und sich wie selbstverständlich an die Gasversorgung anschließen lassen. Wärmeversorgung wird zunehmend zu einer kommunalen Aufgabe. Die Kommunen müssen die Wärmeversorgung der Zukunft planerisch vorbereiten. Statt sich darauf zu beschränken, wie bisher Lizenzen an Gasnetzbetreiber zu vergeben, werden sie durch eine Wärmeplanung dafür sorgen, dass Wärmenetze auf Basis erneuerbarer Energien dort entstehen können, wo sie sozioökonomisch gegenüber der Einzelversorgung von Gebäuden vorteilhaft sind.

03: Was ist eigentlich ein Wärmenetz?

Ein Wärmenetz ist ein Leitungsnetz, das als Wärmequelle für die Heizungsversorgung der an dieses Netz angeschlossenen Gebäude dient. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- Ein **Kaltes Nahwärmenetz** stellt Wasser auf einem Temperaturniveau von ca. 5 °C bis 20 °C zur Verfügung. Die angeschlossenen Heizungssysteme der Gebäude müssen mittels eigener Wärmepumpen die Temperatur auf das für das jeweilige Gebäude nötige Temperaturniveau anheben.

- Ein **Niedertemperatur-Wärmenetz** liefert Wasser mit Temperaturen zwischen 40 °C und 70 °C. Das heißt, Gebäude mit geeigneten Wärmeverteilsystem und ausreichend gutem Dämmstandard können die gelieferte Wärme über Fernwärmeübergabestationen direkt in ihren Heizungskreislauf einspeisen, schlechter gedämmte Gebäude müssen ggfs. saniert werden oder zusätzlich eine eigene Wärmepumpe einsetzen.

- Ein **Konventionelles Wärmenetz** ist, insbesondere im Fall vieler alter und großer Wärmenetze, auf hohe Vorlauftemperaturen ausgelegt. Das liegt daran, dass die Abwärme der bisher üblichen Kohle- oder Erdgas-Heizkraftwerke problemlos hohe Temperaturen zwischen ca. 80 °C im Sommer und ca. 110 °C im Winter ermöglichte. Zudem sind viele der angeschlossenen Gebäude auf hohe Vorlauftemperaturen des Netzes ausgelegt, und die im Netz benötigte Wärmemenge kann in den vorhandenen Rohren überhaupt nur auf einem hohen Temperaturniveau transportiert werden. Deshalb ist die Umstellung dieser Netze auf niedrigere Temperaturen eine schwierige Aufgabe. Allerdings haben einige Fernwärmeversorger bereits begonnen, ihre bisherigen hohen Vorlauftemperaturen etwas abzusenken.

Wenn Rohre des Wärmenetzes unter der Straße vor einem Gebäude verlegt wurden, kann ein Anschluss erfolgen. Dabei schließt der Eigentümer des Wärmenetzes einen Versorgungsvertrag mit dem Hauseigentümer und verpflichtet sich dazu, die Wärme für das Gebäude zu liefern. Das Wärmenetz kann so zahlreiche Gebäude einer ganzen Stadt oder auch nur ein Quartier mit Wärme für Heizung und Trinkwarmwasser versorgen. Der Aufbau gleicht dem Stromnetz. Das Medium, mit dem die Wärme durch die Wärmenetzrohre an die Gebäude geliefert wird, ist heutzutage meist Wasser.

Abbildung 1: Verlegung von Fernwärmeleitungen.

Foto: Clausen

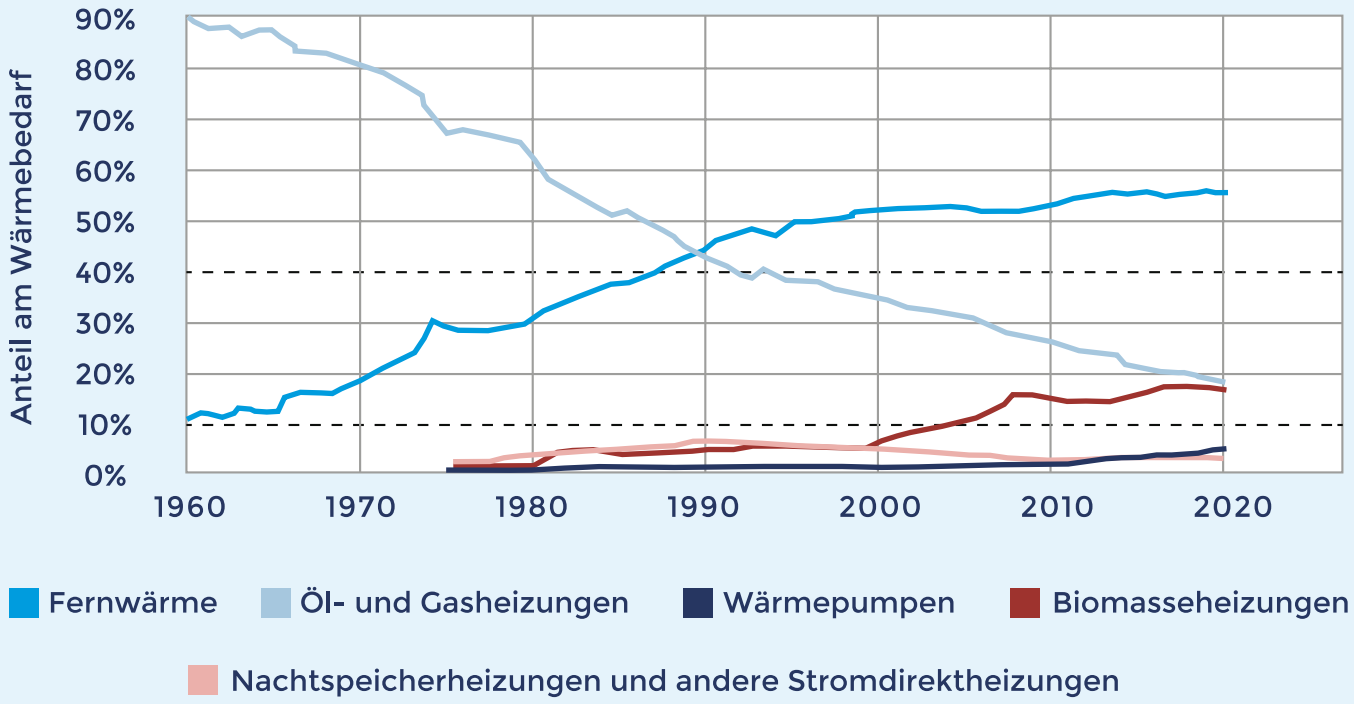
Die Rohre des Wärmenetzes haben einen größeren Verlegung von Fernwärmeleitungen. Abbildung 1 zeigt eine Baustelle zur Verlegung von Rohren mit einem Durchmesser von 25 cm in etwa 2 m Tiefe. Von solchen Leitungen unter der Straße zweigen dünnere Leitungen zu den Gebäuden ab. Im Gebäude fließt das Wasser aus dem Wärmenetz durch eine Fernwärmeübergabestation, welche die Wärme des Wassers aus dem Wärmenetz auf den Heizungskreislauf im Gebäude überträgt. Wärmenetze gibt es seit vielen Jahren. Bis in die Gegenwart hinein wurden sie meist von sogenannten Kraft-Wärme-Kraftwerken gespeist. In vielen solcher Kraftwerke wird Kohle, Öl oder Gas verbrannt und heißer Dampf erzeugt. Dieser treibt eine Turbine zur Stromerzeugung an. Der dort wieder austretende Dampf ist dann immer noch warm genug, um ein Fernwärmenetz zu versorgen. Diese Technik ist nicht zukunftsfähig, denn sie nutzt fossile Energien, wodurch große Mengen CO_2 in die Atmosphäre abgegeben werden. Solche Hochtemperatur-Wärmenetze müssen also in den nächsten Jahren auf andere Wärmequellen umgebaut werden, wie sie z.B. für Berlin (Fraunhofer IEE, 2021) oder Hannover (Clausen, 2020) vorgeschlagen wurden. Neue Wärmenetze sollten zur effizienteren Nutzung CO_2-freier Wärmequellen (z.B. Wärme aus Abwasser, Flusswasser, Erdwärme oder Solarthermie) mit möglichst niedrigen Vorlauftemperaturen betrieben werden.

04: Warum gibt es in Dänemark so viele Wärmenetze?

Dänemark ist eine Art Musterland der Wärmenetze. Schon in den 1960er Jahren wurden Wärmenetze gebaut, um damit die Abwärme der Kraftwerke nutzen und so das Energiesystem effizienter gestalten zu können. Im Zuge der Ölkrise kam die Motivation hinzu, die Abhängigkeit von Ölimporten zu reduzieren (Johansen & Werner, 2022). Im Jahr 2020 waren landesweit ca. 66 % der Wohngebäude an ein Fernwärmenetz angeschlossen und ca. 55 % des Wärmebedarfs wurde durch Wärmenetze bereitgestellt (Johansen & Werner, 2022). Der Anteil der Wohnungen, die mit individuellen fossilen Öl- oder Gasheizungen beheizt wurden, lag in 1960 bei ca. 90 % und sank kontinuierlich auf heute nur noch knapp 20 %.

Auch sozialpolitische Motive unterstützten diesen Weg, weil die Nutzung von Abwärme eine preiswerte Wärmeversorgung ermöglichte. Eine vergleichende Untersuchung von Chittum und Østergaard (2014, S. 471) zeigt, dass die Kosten für das Heizen eines typischen dänischen Eigenheims mit Fernwärme zur Zeit der Untersuchung für ca. 95 % der Häuser die preiswerteste Lösung der Wärmeversorgung war. Gründe hierfür sind die technische Effizienz der Netze, die Kosten der

Abbildung 2: Anteil des dänischen Wärmebedarfs, der 2020 durch verschiedene Energieträger gedeckt wurde



Quelle: Johansen & Werner (2022), Wohn- und Gewerbegebäude incl. landwirtschaftlicher Gebäude

eingesetzten Energiequellen (Dänemark hatte schon damals einen hohen CO_2-Preis), wie auch das Geschäftsmodell der unterschiedlichen Fernwärmeanbieter. Öffentliche Betreiber von Wärmenetzen erweisen sich in Dänemark als preiswerter als ihre privatwirtschaftlichen Wettbewerber.

Schwachpunkt der dänischen Fernwärmeversorgung ist, dass Energie nach wie vor fast ausschließlich in Form von Brennstoffen genutzt wird. 45 % der Primärenergie stammt aus Biomasse, von der knapp 80 % importiert werden (Johansen & Werner, 2022). Und auch die über 20 % Wärme aus der Abfallverbrennung werden, wie der hohe Biomasseimport, als nicht nachhaltig kritisiert. In den letzten Jahren wurden aber auch verbrennungsfreie Wärmequellen erschlossen. In schon über 120 Wärmenetzen tragen solarthermische Großanlagen zur Deckung des Wärmebedarfs bei, die größte mit einer Kollektorfläche von 15,7 ha steht in Silkeborg (Georgiev, 2019). Im Ørum Varmeværk in Dänemark stellen eine große Solarthermieanlage und eine 2,5 MW-Umgebungsluft-Wärmepumpe, deren Wärmetauscher über 80 Ventilatoren verfügt, zusammen 93 % der für das lokale Wärmenetz nötigen Wärme bereit (Aalborg CSP, 2022). Auch einige Geothermieanlagen sind schon in Betrieb (Johansen & Werner, 2022).

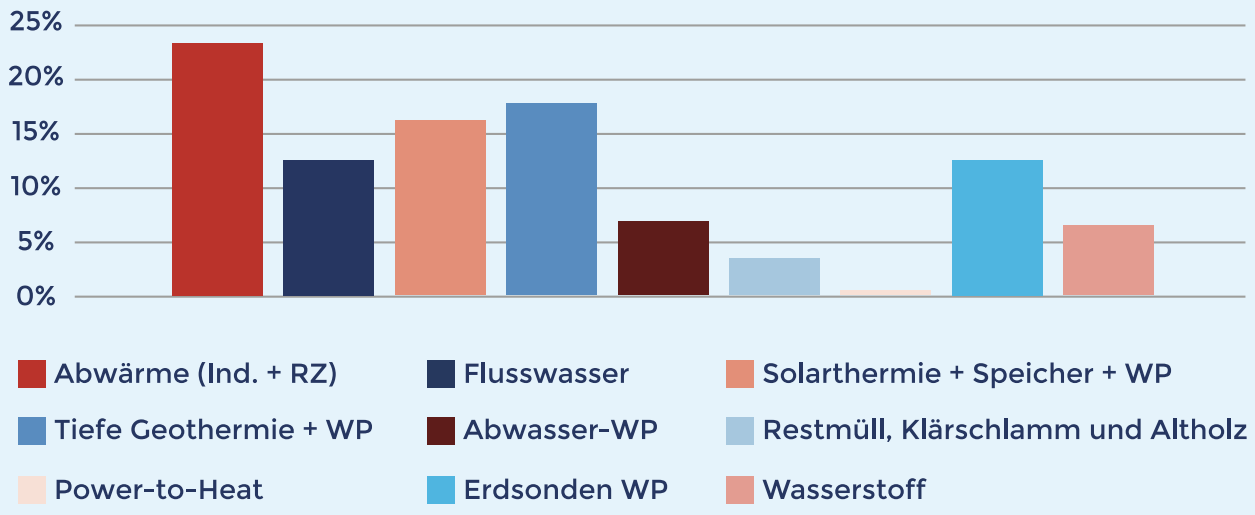
05: Wie kann man ein konventionelles Wärmenetz auf erneuerbare Energien umstellen?

Die in die großen deutschen Wärmenetze eingespeiste Energie kommt, genau wie in Dänemark, zu einem hohen Anteil aus Verbrennungsprozessen. Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (AGFW e.V., 2021) weist für die angeschlossenen 196 großen Wärmenetze einen Brennstoffeinsatz von 79 % Kohle, Erdgas und Öl sowie weitere 15 % aus der Müllverbrennung aus. 5 % stammen aus Biomasse und nur 1 % kommen aus anderen Energiequellen, u.a. Abwärme. 80 % werden in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Im Gegensatz zu Dänemark gehen aber nicht 30 %, sondern knapp 80 % der Wärme auf fossile Energieträger zurück. Bis zur Klimaneutralität in 2045 müssen die großen Wärmenetze also 80 % der verteilten Wärme auf Basis regenerativer Wärmequellen neu erschließen. Wie kann dies ablaufen?

Die Abfallverbrennung ist in Deutschland bereits weitgehend etabliert und erreicht mit 15 % einen ähnlich hohen Wert wie in Dänemark. Die Verbrennung von zusätzlicher Biomasse ist in Deutschland, 40 Jahre nachdem der Trend in Dänemark eingeläutet wurde, keine nachhaltige Perspektive mehr. Nicht nur das Umweltbundesamt warnt seit Jahren vor der Übernutzung von Biomasse (Umweltbundesamt, 2019), auch die Wissenschaft sieht die Perspektive kritisch (Scientists for Future, 2022b) und die Bundesregierung rät im Kontext der kommunalen Wärmeplanung ebenfalls dazu, überregionale Restriktionen bei Biomasse und klimaneutralem Wasserstoff zu beachten (BMWK, 2022).

Eine radikale Alternative zeigt die „Potenzialstudie klimaneutrale Wärmeversorgung Berlin 2035“ des Fraunhofer IEE (2021) auf. Eine erneuerbare Fernwärmeversorgung für Berlin konstruiert diese Studie aus über 80 % Niedertemperatur-Wärmequellen in Berlin und im Berliner Umland, die mit dem Einsatz von Groß-Wärmepumpen erschlossen werden. Die größten lokal

Abbildung 3: Jahreswärmeertrag der Erzeugeranlagen bei der Transformation der Berliner Fernwärme bis 2035



Quelle: Fraunhofer IEE (2021)

nutzbaren Potenziale haben dabei die Abwärme aus Industrieprozessen und Rechenzentren (23,6% der erzeugten Wärme), die Wärme aus Flusswasser (12,9%), die Solarthermie (16,5%) sowie die tiefe (17,9%) und oberflächennahe (12,8%) Geothermie. Auch große saisonale Wärmespeicher sind vorgesehen.

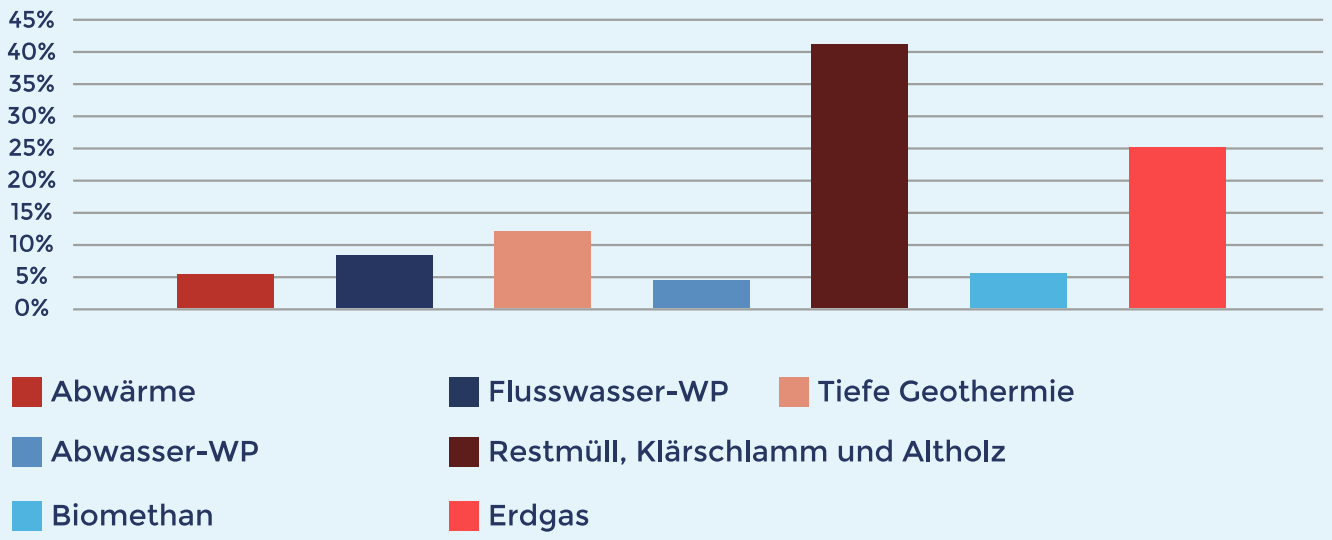
Das Berliner Szenario erfüllt die Forderung, auf fossile Energien wie auch auf Biomasse vollständig zu verzichten. Die reale Umsetzung sieht in den meisten Kommunen dennoch anders aus. Im Fall der Landeshauptstadt Hannover dominiert die Verbrennung von Restmüll, Klärschlamm und Altholz mit ca. 40 % der benötigten Wärmemenge immer noch die Planung der zukünftigen Wärmeversorgung, die aber darüber hinaus ebenfalls ein breites Mix an Wärmequellen und vorübergehend auch noch Erdgas erschließt.

Während das Berliner Beispiel von einem wissenschaftlichen Institut konzipiert wurde, spiegelt das Beispiel Hannover das Ergebnis eines zweiten Wegs wider: auf Basis einer mehrjährigen Diskussion der Stadtwerke enercity AG mit Politik und Zivilgesellschaft wurde ein Konzept zur Wärmeversorgung unter Vermeidung wirtschaftlichen Risiken entwickelt, bei gleichzeitiger Verpflichtung zur Versorgung mit bezahlbarer Wärme. Die Umsetzung dieses wirtschaftlich-technisch Ansatzes ist in Hannover bis 2026 geplant.

Auch in vielen anderen großen Städten werden gegenwärtig neue Wärmequellen erschlossen. Ausgangspunkt ist dabei oft die Frage, wie fossile KWK-Kraftwerke ersetzt werden können. Für jedes größere Wärmenetz stehen aber andere Wärmequellen zur Verfügung, da sich deren Verfügbarkeit von Ort zu Ort deutlich unterscheidet. Es wird also viele Einzellösungen und kein „One-Size-Fits-All“ geben. Wichtig ist, dabei auch im Auge zu behalten, dass die bisher üblichen Kraftwerke riesige Mengen an Wärme zur Verfügung stellten. Die Potenziale von Abwärmequellen, geothermischen Bohrungen u.a.m. sind dagegen meist deutlich kleiner, so dass jedes alte Kraftwerk durch eine Vielzahl neuer Wärmequellen ersetzt werden muss. Um diese Transformation zu bewältigen, müssen komplexe Transformationsstrategien mit konkreten Meilensteinen erarbeitet werden.

So nutzen beispielsweise die Stadtwerke München das hohe Geothermiepotenzial der Region für ihre Wärmenetze auf relativ niedrigem Temperaturniveau. Im Quartier Freiham speist 90 °C heißes Wasser aus

Abbildung 4: Jahreswärmeertrag der Erzeugeranlagen bei der Transformation der Hannoveraner Fernwärme bis 2035



Quelle: eigene Abschätzung auf Basis von Pressemitteilungen der enercity AG aus 2019 bis 2022

Tiefer Geothermie den Vorlauf eines 60 °C- Wärmenetzes (Stadtwerke München, 2016).

Auch die Einbindung überschüssiger Abwärme wird zukünftig eine wichtige Rolle spielen. Zahlreiche Quellen von Abwärme können genutzt werden: Rechenzentren, Abluft aus U-Bahn-Stationen, Abwärme aus Kühlprozessen in der Industrie oder aus Kühlhäusern und dem Einzelhandel sowie auch Abwasser in Abwasserkanälen und Kläranlagen: Sie alle können je nach Ausgangslage mit oder ohne Wärmepumpe genutzt werden. Fast überall fehlt aber Erfahrung in der Erschließung und Nutzung von Abwärme, so dass potentielle Abwärmequellen oft nicht erkannt und erschlossen werden (Lygnerud et al., 2022).

Averfalk et al. (2021) untersuchten Transformationsstrategien von Wärmenetzen in städtischen Gebieten auf dem Weg hin zu erneuerbarer Wärme. Dabei wird deutlich, dass zur besseren Einbindung von erneuerbaren Wärmequellen die Absenkung der Temperaturen im Wärmenetz hilfreich ist, denn je niedriger die Temperaturen im Wärmenetz liegen, desto mehr Wärmequellen können direkt eingespeist werden. Zudem gilt: falls das Temperaturniveau mit einer Wärmepumpe angehoben werden muss, ist die Arbeitszahl der Wärmepumpe umso besser, je niedriger das Temperaturniveau des Wärmenetzes ist. Eine solche Temperaturabsenkung ist damit langfristig lohnend, denn es werden sowohl Energie als auch Stromkosten gespart.

In großen Bestandsnetzen stellt die Temperaturabsenkung aber eine schwierige und langfristige Aufgabe dar, denn für jedes angeschlossene Gebäude muss geprüft werden, welcher Mindestwert der Vorlauftemperatur erforderlich ist. Reicht die geplante Vorlauftemperatur des Wärmenetzes für die Wärmeversorgung eines Gebäudes nicht aus, muss

- entweder durch energetische Sanierungsmaßnahmen der Wärmebedarf reduziert werden oder
- durch den Einbau größerer Heizkörper oder von Flächenheizungen eine Wärmeversorgung mit niedrigerer Vorlauftemperatur ermöglicht werden oder
- die Wärmeverteilung durch eine digitale Steuerung der Heizungsanlage inkl. eines digitalen hydraulischen Abgleichs so optimiert werden, dass eine niedrigere Vorlauftemperatur zur Beheizung ausreicht.

06: Niedertemperatur- und kalte Wärmenetze

Niedertemperatur-Wärmenetze mit Temperaturen zwischen 40 °C und 70 °C reduzieren die Wärmeverluste, die Belastung der Rohre des Wärmenetzes und erhöhen die Effizienz von Wärmepumpen, die Wärmequellen niedriger Temperatur auf Netztemperatur hochpumpen. Außerdem wird die potenziell nutzbare Menge von Abwärme erhöht. (Schmidt et al., 2017)

Kalte Wärmenetze weisen noch niedrigere Temperaturen auf. Hier wird die Wärme auf niedrigem Temperaturniveau dezentral gewonnen und in ein Netz gespeist, das mit einem Temperaturniveau von 5 °C bis 20 °C betrieben wird. Durch die geringen Temperaturen im Netz sind die Wärmeverluste niedrig. Bei sehr niedrigen Vorlauftemperaturen kann durch das Netz sogar Umgebungswärme aufgenommen werden. Als Wärmequellen können Erdwärme, Abwärme, Abwasser, Solarthermie oder andere Niedertemperatur-Wärmequellen dienen. In den angeschlossenen Gebäuden hebt eine Wärmepumpe das Temperaturniveau auf die Vorlauftemperatur der jeweiligen Heizungsanlage an. Der Vorteil des Systems liegt darin, dass die individuelle Erschließung einer Wärmequelle entfällt. Es muss also nicht neben jedem Haus eine Erdsonde gebohrt oder ein Luftwärmetauscher installiert werden. Zudem ist der Leitungsbau vergleichsweise günstig, da auf eine Isolierung der Rohre verzichtet werden kann.

Niedertemperatur-Wärmenetze oder kalte Wärmenetze können auch als Teilnetze in größere Wärmenetze eingebunden werden. Sie nutzen dann den Wärme-Rücklauf der heißen Netze für Gebäude mit hohem energetischem Standard, die mit niedriger Vorlauftemperatur beheizt werden können. Ein besonders kalter Rücklauf würde wiederum die Chancen verbessern, Wärmeerzeuger wie Solarthermie oder Geothermie in die Netze einzubinden. Es ergäbe sich z.B. folgender Kreislauf:

1. Der Rücklauf aus dem Wärmenetz wird zunächst durch Nutzung von Niedertemperatur-Wärmequellen (Abwärme eines Rechenzentrums, oberflächennahe Geothermie) und ggf. mithilfe einer Wärmepumpe auf ca. 70 °C erwärmt.

2. Mit der Abwärme, z.B. einer Müllverbrennungsanlage, wird eine Vorlauftemperatur von 100 °C erzeugt.

3. Mit dieser hohen Vorlauftemperatur wird ein konventionelles Wärmenetz betrieben, das Bestandsgebäude versorgt, deren Heizung eine sehr hohe Vorlauftemperatur (zumindest bis zu ihrer Sanierung) erfordert.

4. Der Rücklauf des konventioneller Wärmenetzes (ca. 40 – 50 °C) wird für den Betrieb eines Teilnetzes mit warmem Wasser genutzt, das modernere Gebäude mit geringeren Anforderungen an die Vorlauftemperatur versorgt oder als Wärmequelle für Wärmepumpen dient, die für einzelne Gebäude die Vorlauftemperatur anheben. Der Rücklauf wird hierdurch nochmals deutlich abgekühlt und der Kreislauf startet wieder mit Punkt 1.

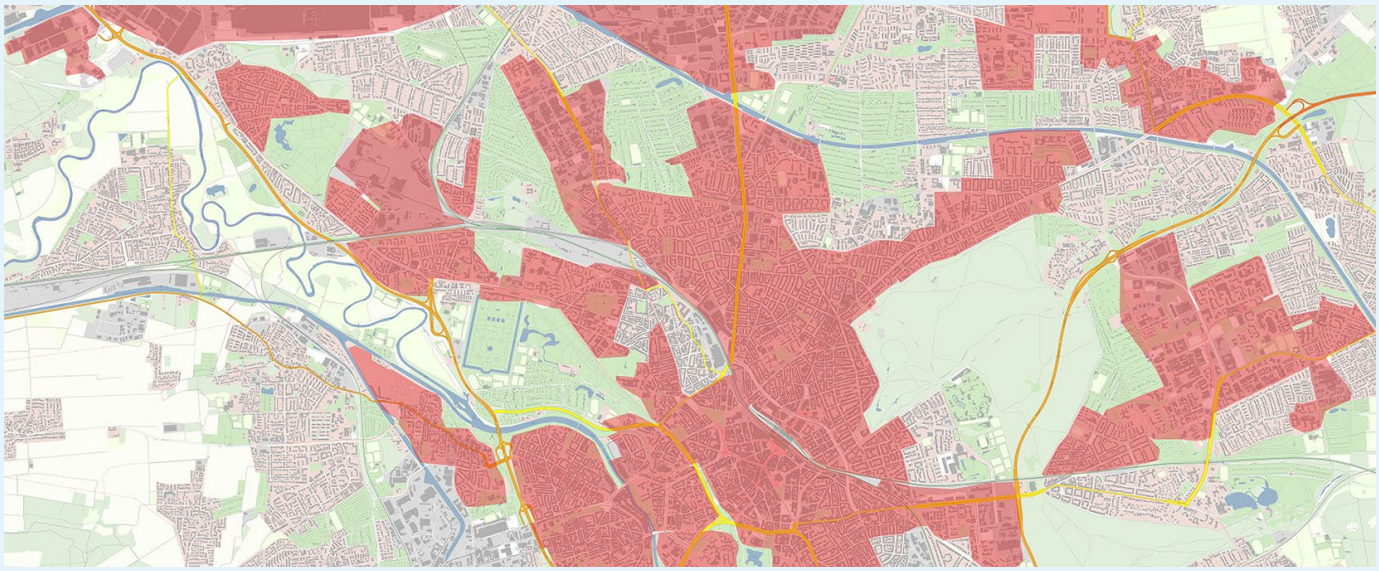
07: Handlungsfelder der Kommunen Wärmeplanung und Fernwärmesatzung

Damit ein Wärmenetz seine Funktion zur sicheren Versorgung der Bevölkerung mit preiswerter und umweltfreundlicher Wärme möglichst gut erfüllt, ist es sinnvoll, in einer kommunalen Wärmeplanung eine Wärmewendestrategie zu entwickeln (Scientists for Future 2022a). Darin werden unter anderem Gebiete für die Versorgung mit Fernwärme festgelegt. Ausschlaggebend für die Festlegung dieser Versorgungsgebiete sind der Wärmebedarf pro Flächeneinheit und die Lage etwaiger bereits bestehender Wärmenetze. Je höher der spezifische Wärmebedarf und je dichter existierende Wärmenetze, desto sinnvoller ist die Ausweisung eines Gebietes als Fernwärme-Versorgungsgebiet, vgl. die Darstellung der Versorgungsgebiete durch Fernwärme in Hannover in Abb. 5.

Innerhalb des Fernwärme-Versorgungsgebiets sind die Details der Versorgung in einer Fernwärmesatzung zu regeln. Insbesondere empfiehlt es sich hier, einen Anschluss- und Benutzungszwang zu verhängen. Eine solche Vorschrift kann so ausgestaltet werden, dass eine defekte Gas- oder Ölheizung nicht mehr einfach ersetzt werden darf, sondern stattdessen ein Anschluss an die Fernwärme erfolgen muss. Ausnahmen sind möglich, wenn z.B. ein Gebäude bereits durch erneuerbare Energien beheizt wird. Auf lange Sicht führt eine solche Vorschrift dazu, dass fast alle Gebäude im Versorgungsgebiet mit Fernwärme versorgt werden. Je mehr Gebäude im Versorgungsgebiet an das Wärmenetz angeschlossen werden, umso geringer sind die anteiligen Verluste und umso effizienter und preiswerter wird die Wärmeversorgung.

Wenn im Zuge der kommunalen Wärmeplanung festgestellt wurde, dass ein Teil des Gemeindegebiets langfristig praktisch nur mit Fernwärme klimaneutral beheizt werden kann, dann sollte in diesen Gebieten ein bestehendes Wärmenetz planmäßig ausgebaut und verdichtet

Abbildung 5: Die Versorgungsgebiete der Fernwärmeversorgung in Hannover



Quelle: Landeshauptstadt Hannover (2022)

werden. Besteht noch kein Wärmenetz, dann sollte ein solches neu geplant und gebaut werden. Die Koordination mit anderweitig fälligen Tiefbaumaßnahmen ist aus Kostengründen empfehlenswert und notwendig, um die Kosten für den Ausbau der Wärmenetze zu minimieren. Eine Kommunikation mit den betroffenen kommunalpolitischen Gremien, den Einwohner:innen und das Schaffen von Möglichkeiten der Beteiligung sind wesentlich für die Akzeptanz.

Die langjährigen Erfahrungen dänischer Kommunen mit dem Betrieb von Wärmenetzen zeigen, dass es vorteilhaft ist, wenn der Betrieb des Wärmenetzes gemeinnützig, also ohne das Ziel der Gewinnerzielung, erfolgt (Clausen, Benne & Hinterholzer, 2021), denn im Regelfall wird es sinnvoll sein, in der Fernwärmesatzung einen Anschluss- und Benutzungszwang anzuordnen, wodurch der Betreiber des Wärmenetzes praktisch ein Versorgungsmonopol erhält.

Ein solches Monopol ist zur Erzielung einer hohen Energieeffizienz des Wärmenetzes und damit auch aus Gründen des Klimaschutzes und der Verantwortung der Gemeinde, für günstige Preise zu sorgen, dringend geboten. Es sollte aber institutionell verhindert werden, dass der Betreiber des Wärmenetzes als Monopolist auf Kosten der Wärmeabnehmer unangemessene Gewinne erwirtschaftet. Hierfür haben sich in Dänemark besonders die Organisation der Wärmeversorgung in Form einer Genossenschaft im Eigentum der Wärmeabnehmenden oder als Gesellschaft im Eigentum der Gemeinde als zweckmäßig erwiesen (Danish Energy Agency, 2012).

Eine weitere vorsorgende Tätigkeit der Gemeinde zur Sicherstellung der Wärmeversorgung besteht darin, die zur Wärmegewinnung nötigen Flächen und Bauplätze in der Flächennutzungsplanung und den Bebauungsplänen auszuweisen.

Was aber ist zu tun, wenn in der Gemeinde ein Wärmenetz zwar zweckmäßig wäre, aber ein Stadtwerk nicht vorhanden ist? Zahlreiche Bioenergiedörfer haben in den letzten Jahren gezeigt, dass die Errichtung einer zentralen Wärmeversorgung und eines Wärmenetzes im ländlichen Raum durchaus möglich ist. Bei diesen Gründungen ist die Rechtsform der Genossenschaft die häufigste vor verschiedenen privatrechtlichen Rechtsformen (Roland & Eigner-Thiel, 2016).

Grundsätzlich erscheint es aber auch möglich, dass eine Gemeinde eine Partnerschaft mit einer Nachbargemeinde eingeht, wenn diese schon über ein Stadtwerk verfügt. Ziel wäre dabei, das Aktivitätsgebiet des bestehenden Stadtwerks auf eine weitere Gemeinde auszudehnen.

Abbildung 6: Fläche für Solarkollektoren in Silkeborg in Dänemark

Quelle: Clausen

Quellen

Aalborg CSP. (2022). 2.5MW integrated heat pump system, Denmark. Aalborg CSP. Verfügbar unter: https://www.aalborgcsp.com/projects/district-heating-projects/25mw-integrated-heat-pump-system-denmark

AGFW e.V. (2021). AGFW Hauptbericht 2020. Frankfurt. Verfügbar unter: https://www.agfw.de/zahlen-und-statistiken/agfw-hauptbericht

AGFW. (2022). Fernwärmenetze im Kontext nationaler Klimaziele: Potenziale für „UrbanTurn". Frankfurt am Main: AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. Verfügbar unter: https://www.agfw.de/forschung/urbanturn

Averfalk, H.; Benakopoulos, T.; Best, I.; Dammel, F.; Engel, C.; Geyer, R. et al. (2021). Low-Temperature District Heating Implementation Guidebook. Final Report of IEA DHC Annex TS2 - Implementation of Low-Temperature District Heating Systems. Kassel.

BMWK. (2022). Diskussionspapier des BMWK: Konzept für die Umsetzung einer flächendeckenden kommunalen Wärmeplanung als zentrales Koordinierungsinstrument für lokale, effiziente Wärmenutzung. Berlin. Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/diskussionspapier-waermeplanung.pdf?__blob=publicationFile&v=4

Chittum, A. & Østergaard, P. A. (2014). How Danish communal heat planning empowers municipalities and benefits individual consumers. Energy Policy, 74, 465–474. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.08.001

Clausen, J. (2020). Regenerative Wärmequellen. Wärmepotentiale zur Versorgung der Landeshauptstadt Hannover. Berlin: Borderstep Institut. Verfügbar unter: https://www.borderstep.de/publikation/clausen-j-2020-regenerative-waermequellen-waermepotentiale-zur-versorgung-der-landeshauptstadt-hannover-borderstep-institut-hannover-und-berlin/

Clausen, J., Benne, M. & Hinterholzer, S. (2021). Wärmeplanung als Instrument der Wärmewende. Digitale Unterstützung als Schlüssel zur Verbreitung in der Verwaltung. CliDiTrans Werkstattbericht. Berlin: Borderstep Institut. Verfügbar unter: https://www.borderstep.de/publikation/clausen-j-benne-m-hinterholzer-s-2021-waermeplanung-als-instrument-der-waermewende-digitale-unterstuetzung-als-schluessel-zur-verbreitung-in-der-verwaltung-cliditrans-werkstattbericht-b/

Danish Energy Agency. (2012). Varmeprisanalyse. Studie. Kopenhagen: Forsyningstilsynet. Verfügbar unter: https://forsyningstilsynet.dk/media/5192/varmeprisanalyse.pdf

Fraunhofer IEE. (2021). Potenzialstudie klimaneutrale Wärmeversorgung Berlin 20. Berlin. Verfügbar unter: https://www.bund-berlin.de/service/publikationen/detail/publication/potenzialstudie-klimaneutrale-waermeversorgung-berlin-2035/

Georgiev, I. (2019). Case study on Solar-heating plant in Silkeborg, Denmark. Brüssel. Verfügbar unter: https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/981d585d-c492-11e9-9d01-01aa75ed71a1

Johansen, K. & Werner, S. (2022). Something is sustainable in the state of Denmark: A review of the Danish district heating sector. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 158, 112117. https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112117

Landeshauptstadt Hannover. (2022). Drucksache Nr. 0081/2022 N1: Fernwärmesatzung Hannover. Hannover. Verfügbar unter: https://e-government.hannover-stadt.de/lhhsimwebre.nsf/DS/0081-2022N1

Lygnerud, K.; Nielsen, S.; Persson, U.; Wynn, H.; Wheatcroft, E.; Antolin-Gutierrez, J.; Leonte, D.; Rosebrock, O.; Ochsner, K.; Keim, C. et al. (2022). Handbook for increased recovery of urban excess heat. ReUseHeat Project, Grant Agreement 767429, European Commission. Verfügbar unter: https://www.reuseheat.eu/wp-content/uploads/2022/09/ReUseHeat-Handbook-For-Increased-Recovery-of-Urban-Excess-Heat.pdf

Roland, F. & Eigner-Thiel, S. (2016). 10 Jahre Bioenergiedörfer – Ergebnisse einer Metaanalyse von 160 Bioenergiedörfern. Göttingen. Verfügbar unter: http://www.bioenergiedorf.info/fileadmin/user_upload/Schriftenreihe/SR-4_10_Jahre_BED_2017.pdf

Schmidt, D.; Kallert, A.; Blesl, M.; Li, H.; Svendsen, S.; Nord, N. et al. (2017). Future Low Temperature District Heating Design Guidebook. Final Report of IEA DHC Annex TS 1, Low Temperature District Heating for Future Energy Systems. Kassel und Paris. AGFW-Project Germany und International Energy Agency (IEA DHC|CHP).

Scientists for Future. (2022a). Kommunale Wärmeplanung Grundlage einer klimaverantwortlichen Stadtplanung. Berlin. Verfügbar unter: https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/

Scientists for Future. (2022b). Heizen mit Holz: knapp, teuer und unerwartet klimaschädlich. Berlin. Verfügbar unter: https://de.scientists4future.org/keypoints-kommunale-waermewende/

Stadtwerke München. (2016). Niedertemperaturnetz Freiham-Nord: die richtige Lösung. München. Verfügbar unter: https://www.swm.de/dam/doc/geschaeftskunden/fernwaerme/niedertemperaturnetz-freiham-nord.pdf

Umweltbundesamt. (2019). Wege in eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität. RESCUE - Studie. Dessau-Roßlau. Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/rescue_studie_cc_36-2019_wege_in_eine_ressourcenschonende_treibhausgasneutralitaet.pdf

Impressum

Die Policy Paper-Reihe zur Wärmewende stellt knapp und evidenzbasiert relevante Fakten mit Bedeutung für die Wärmewende dar. Sie richtet sich an politische Entscheider:innen auf kommunalpolitischer Ebene, aber auch an Akteure aus Wirtschaft, Journalismus und Zivilgesellschaft und die am jeweiligen Thema interessierten Öffentlichkeit.

Dieser Text wurde von Mitgliedern der „Scientists for Future" verfasst und durch Kollegen und Kolleginnen hinsichtlich der wissenschaftlichen Qualität (insbesondere der Belegbarkeit von Argumenten) ausführlich geprüft.

Dieses Projekt wurde unter dem Förderkennzeichen: 372223V284 gefördert durch das Umweltbundesamt und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Die Mittelbereitstellung erfolgt auf Beschluss des Deutschen Bundestages.

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit
und Verbraucherschutz

Umwelt Bundesamt

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

An der Erstellung dieses Textes waren beteiligt: Clausen, Jens; Graf, Christopher; Huber, Michael; Lottis, Dennis; Seifert, Thomas; Weber, Urban

Endredaktion: Franz Ossing

Scientists for Future (S4F) ist ein überparteilicher und überinstitutioneller Zusammenschluss von Wissenschaftler:innen, die sich für eine nachhaltige Zukunft engagieren. Scientists for Future bringt als Graswurzelbewegung den aktuellen Stand der Wissenschaft in wissenschaftlich fundierter und verständlicher Form aktiv in die gesellschaftliche Debatte um Nachhaltigkeit und Zukunftssicherung ein.

Zitiervorschlag:
Clausen, Jens; Graf, Christopher; Huber, Michael; Lottis, Dennis; Seifert, Thomas; Weber, Urban (2022). Wärmenetze. Die klimaneutrale Wärmeversorgung für verdichtete Stadtgebiete. Policy Paper der Scientist for Future. Berlin

Veröffentlicht unter CC BY-SA 4.0

Mehr Informationen unter: www.de.scientists4future.org

Kontakt: kontakt@scientists4future.org

Winterhude
HW Eppendorf
Harvestehude
Uhlenhorst
Hohenfelde
E-Kessel Karoline
St. Pauli
WUW Spaldingstr.
RS Bille
HW HafenCity