

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

TransUrban
.NRW

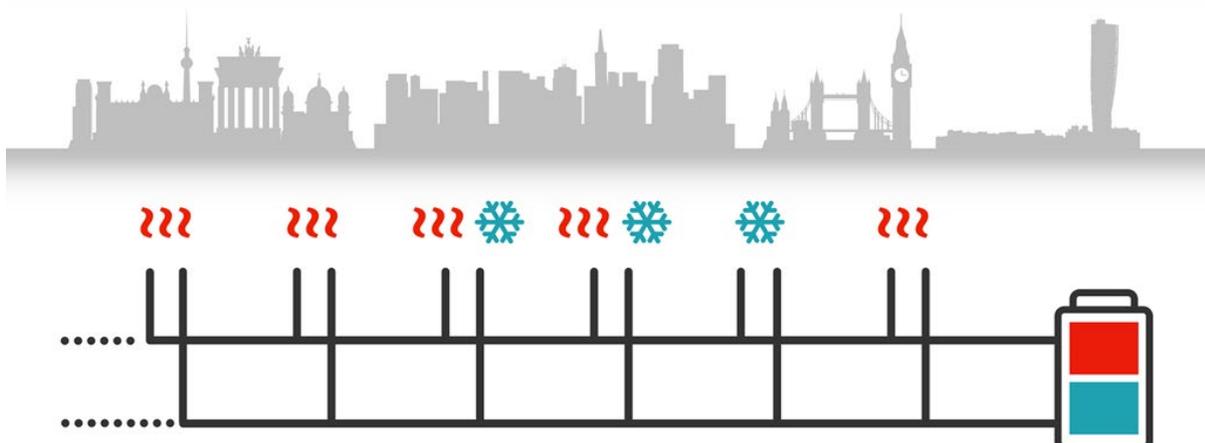


Positionspapier aus dem Reallabor der Energiewende „TransUrban.NRW“

Bundesförderung effiziente Wärmenetze (BEW):
Fehlallokation der OPEX-Förderung benachteiligt fossil-freie,
zukunftsichere, kalte Nahwärmesysteme für
Quartierswärme im Bestand und Neubau

Dieses Dokument zeigt die Vorteile von kalten Wärmenetzen mit dezentralen
Wärmepumpen gegenüber konventionellen Wärmenetzen mit hohen Temperaturen und
zentralen Wärmepumpen.

Anhand eines einfachen Beispiels wird nachgewiesen, wie die Ausnahme dezentraler
Wärmepumpen aus der BEW OPEX-Förderung der Verbreitung dieser vielversprechenden
Technik entgegenwirkt und die für den Klimaschutz wirksamere Technologie wirtschaftlich
schlechter gestellt wird.



1. Hintergrund

Am 15.09.2022 wurden durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle alle Merkblätter und begleitenden Dokumente für die „Bundesförderung für effiziente Wärmenetze“ (kurz BEW) veröffentlicht. Die **BEW** fördert Investitionen in innovative und emissionsarme, netzbasierte Energiesystemlösungen und trägt damit zur Erreichung der Treibhausgarneutralität der Wärmeversorgung bis 2045 bei. Ein Bestandteil der neuen BEW ist neben der Förderung der Investitionen, die Förderung der Betriebskosten von elektrischen Wärmepumpen und Solarthermieanlagen. Die Betriebskostenförderung für elektrische Wärmepumpen wird in Abhängigkeit der Jahresarbeitszahl der zentralen Wärmepumpen ermittelt.

Die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze schränkt die **Betriebskostenförderung für Wärmepumpen** allerdings ausschließlich auf **zentral im Netz eingesetzte Wärmepumpen** ein. Eine **Betriebskostenförderung für dezentrale Wärmepumpen**, die sich in den vom Netz zu versorgenden Gebäuden befinden, wird **ausgeschlossen**. Dabei sind diese dezentralen und netzgekoppelten Wärmepumpen der wesentliche Baustein der **5. und damit neusten Generation der Wärmenetze**, die ein hohes Innovationspotential aufweisen und bereits heute ökonomisch und ökologisch vorteilhaft betrieben werden können.

Die Wärmenetze der 5. Generation, die auch als kalte Wärmenetze bezeichnet werden, verteilen die Energie auf einem sehr niedrigen Temperaturniveau, was die Nutzung sämtlicher lokaler erneuerbarer Wärmequellen überhaupt erst ermöglicht. Erst durch den Einsatz von dezentralen Wärmepumpen wird die Temperatur innerhalb eines Gebäudes auf den notwendigen Wert angehoben, so dass eine sichere Beheizung erfolgen kann. Diese kalten Wärmenetze haben viele technische Vorteile, die sich bereits in laufenden Forschungsprojekten und Demonstrationsvorhaben gezeigt haben. Dabei sind insbesondere die **direkte Nutzung von Abwärme auf niedrigem Temperaturniveau und die Möglichkeit einer Wärmeverschiebung zwischen Gebäuden** zu nennen.

Werden bei einem kalten Wärmenetz dezentrale Wärmepumpen von einer Betriebskostenförderung ausgeschlossen, sind wirtschaftlichere Lösungen mit geringeren Emissionen benachteiligt. Da die Technik der kalten Wärmenetze in BMWK-Projekten gefördert und weiterentwickelt wird, sollte hier eine Anpassung der Förderrichtlinien erfolgen.

2. Kalte Wärmenetze – Eine innovative Lösung für Neubau- und Bestandsgebäude mit dezentralen Wärmepumpen

Kalte Wärmenetze können lokale Wärmequellen auf sehr niedrigem Temperaturniveau direkt nutzbar machen. Potenzielle Wärmequellen sind beispielsweise oberflächennahe Geothermie, Grundwasser oder Abwärme aus verschiedensten Prozessen (Abwasser, Rechenzentren, industriellen Anlagen etc.). Die Abwärme wird auf niedrigem Temperaturniveau in einem Wärmenetz verteilt und es wird, mithilfe dezentraler Wärmepumpen und Kältemaschinen, bzw. durch direkte Kühlung in den Gebäuden das notwendige Temperaturniveau für Raumwärme, Trinkwarmwasser und eventuell notwendige Kühlung gebäudeindividuell bereitgestellt. Das Temperaturniveau ist in der Regel so niedrig, dass auf eine Dämmung der Rohre im Erdreich verzichtet werden kann. Dies ermöglicht zusätzliche Energiegewinne aus dem das Rohr umgebenden Erdreich von bis zu 15 %. Die dezentrale Anlagentechnik ermöglicht die Einbindung von Bestandsgebäuden mit höheren Vorlauftemperaturen, ohne dass das gesamte Netz auf einer hohen Temperatur betrieben werden muss. Dadurch wird die Energieeffizienz des Netzes nicht durch den Verbraucher mit der höchsten Vorlauftemperaturenanforderung bestimmt. Dies ist insbesondere für die **Dekarbonisierung des Gebäudebestandes** wichtig, weil die anzuschließenden Gebäude einen sehr unterschiedlichen Sanierungsgrad und damit auch eine jeweils spezifische

Vorlauftemperatur im Gebäude benötigen. Auch diesen Bestandgebäuden kann somit eine wirtschaftliche Wärmeversorgung bereitgestellt werden.

Das niedrige Temperaturniveau ermöglicht außerdem, dass diese Netze für eine passive Kühlung der Gebäude im Sommer als auch als Senke für Kältemaschinen genutzt werden können. Sowohl im Wohngebäude- als auch im Nichtwohngebäudesektor ist in Zukunft mit erhöhten Kühlbedarfen als Folge der Erderwärmung zu rechnen. Mit kalten Wärmenetzen kann dieser neue Bedarf nahezu ohne zusätzlichen Energieeinsatz bereitgestellt werden. Bei einer geothermischen Energieversorgung ist die wirtschaftliche und langfristige Kältebereitstellung durch die Regeneration des Erdreichs im Sommer sichergestellt.

Vorteile kalter Wärmenetze sind:

- eine direkte Nutzung lokaler Wärmequellen (Abwärme und regenerative Quellen),
- eine gemeinsame Infrastruktur zur Wärme- und Kälteversorgung,
- eine mögliche Wärmeverschiebung zwischen Gebäuden mit gleichzeitigem Kühl- und Heizbedarfen,
- eine Vermeidung von Netzverlusten, da mit dem Einsatz günstiger und ungedämmter Rohrleitungen gegebenenfalls sogar Gewinne aus dem Erdreich erreicht werden können,
- eine zentrale Erschließung aufwendiger Quellen (z. B. Erdwärme),
- eine Sektorenkopplung und lokale Nutzung erneuerbaren Stroms (z. B. aus gebäudeseitiger PV),
- eine Anpassung der Vorlauftemperaturen an die Bedarfe jedes Gebäudes, je nach Dämm- und Sanierungsstand.

3. Vergleich eines konventionellen Wärmenetzes mit einem kalten Wärmenetz am Beispiel eines Mischquartiers (40 Neubaugebäude und 10 Bestandsgebäude)

Zum besseren Verständnis der qualitativen Unterschiede der Wärmenetze der 4. und 5. Generationen sollen diese beiden Konzepte an einem Beispiel verglichen werden. Dieser Vergleich dient nicht einer generellen Bewertung der beiden Versorgungskonzepte. Es soll nur gezeigt werden, dass

- a. mit einer zentralen Wärmepumpe (4. Generation – konventionell)
- b. mit dezentralen Wärmepumpen (5. Generation – kaltes Netz)

ähnliche Ergebnisse erreicht werden können. Das hier betrachtete Quartier besteht aus 50 Gebäuden, 40 Neubauten und 10 Bestandsgebäuden. Für beide Versorgungsvarianten wurden der Primärenergiefaktor (PEF) sowie die jährlichen Betriebskosten berechnet. Es wurde eine stündlich aufgelöste Beispielrechnung beider Quartierssysteme für ein Beispieljahr durchgeführt. Hierbei wurden vereinfachend die Netztemperaturen, Erdbodentemperaturen sowie Vorlauftemperaturen in den Gebäuden als konstant angenommen. Die Pumparbeit wurde als Anteil der gelieferten Wärme in Anlehnung an AGFW-Arbeitsblatt FW 309-1 pauschal angesetzt. Weitere Detailannahmen sind im Anhang dargestellt.

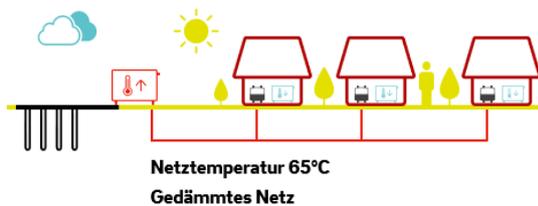
Der Primärenergiefaktor für die Wärme wurde vereinfacht mit dem Primärenergiefaktor für Netzstrom von 1,8 berechnet. Der Einfluss eines reduzierten PEF von 1,2 für den Strombedarf von Großwärmepumpen mit einer thermischen Leistung von mehr als 500 kW (gemäß GEG-Novellierung) wird in den Ergebnissen zur Modellrechnung dargestellt. Für den Strompreis zur Versorgung aller Anlagen im Quartier sind 25 ct/kWh angenommen. Der Strombedarf zur Bereitstellung der Kälte im Quartier mit konventionellem Wärmenetz ist über eine JAZ von 5 berechnet. Als BEW-Förderung für

den Wärmepumpenstrom ist anhand der JAZ der Großwärmepumpe von 3,1 eine Vergütung von 7 ct pro kWh Quellwärme angesetzt worden.

Der Primärenergiefaktor des konventionellen Wärmenetzes liegt mit einem Wert von 0,68 oberhalb des Wertes für das kalte Wärmenetz. Pro Kilowattstunde Wärme werden somit mehr CO₂-Emissionen verursacht. Ohne Förderung liegen die Betriebskosten des kalten Wärmenetzes unterhalb der Betriebskosten des konventionellen Netzes, so dass mit der neuen Technik der kalten Wärmenetze sowohl Emissionen vermieden als auch Betriebskosten gesenkt werden können. Es wird allerdings auch deutlich, dass durch die Betriebskostenförderung für das konventionelle Wärmenetz, das kalte Wärmenetz wirtschaftlich schlechter gestellt wird, obwohl es zu weniger CO₂-Emissionen führt. Dieser, wahrscheinlich nicht intendierte Effekt der BEW-Betriebskostenförderung wirkt einer klimafreundlichen Entscheidung für eine neue Technik im Bereich der Wärmenetze entgegen. Die folgende Abbildung fasst die Ergebnisse der Berechnung zusammen.

4. Zusammenfassung

Konventionelles Wärmenetz mit zentraler Wärmepumpe



| | | |
|------------|--|-----------------|
| PEF | Primärenergiefaktor | 0,68 |
| | Betriebskosten Strombezug | 54.500 € |
| € | Mögliche OPEX-Förderung | 29.680 € |
| | Effektive Betriebskosten Strombezug | 24.820 € |
| | Strombedarf der Versorgung | 218 MWh |

Kaltes Wärmenetz mit dezentralen Wärmepumpen



| | | |
|------------|--|-----------------|
| PEF | Primärenergiefaktor | 0,52 |
| | Betriebskosten Strombezug | 41.500 € |
| € | Mögliche OPEX-Förderung | / |
| | Effektive Betriebskosten Strombezug | 41.500 € |
| | Strombedarf der Versorgung | 166 MWh |

Dieses Berechnungsbeispiel zeigt, dass eine einseitige Förderung der Betriebskosten bei konventionellen Wärmenetzen nicht zu einer optimalen Auswahl eines Wärmenetztyps beiträgt. Die kalten Wärmenetze werden benachteiligt, obwohl sie bereits heute an vielen Stellen, auch in dem vom BMWK geförderten Reallabor der Energiewende TransUrban.NRW eingesetzt werden.

Daher wird seitens der Autoren empfohlen, die Betriebskostenförderung auch auf die kleineren und dezentralen Wärmepumpen in den innovativen kalten Wärmenetzen der 5. Generation anzuwenden.

Anhang

Detaillierte Ergebnisse und Annahmen für die Modellrechnung

Die für die Berechnung gemachten Annahmen und die berechneten Ergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Es handelt sich um eine vereinfachte Berechnung. Allerdings können nach Einschätzung der Autoren auch mit diesen vereinfachten Annahmen vergleichende Aussagen zu den Wärmenetzen der 4. und 5. Generation der Wärmenetze gemacht werden.

| Annahmen Gebäude | |
|-------------------------------|--|
| Gebäude Neubau (EG 55) | <ul style="list-style-type: none"> • 40 Stück á 160 m² BGF • spez. Wärmebedarf (inkl. TWW): 60 kWh/(m²*a) • spez. Kältebedarf: 8 kWh/(m²*a) • spez. Heizleistung: 40 W/m² • Notwendige Vorlauftemperatur heizen: 35 °C • Notwendige Vorlauftemperatur TWW: 60 °C |
| Gebäude Bestand | <ul style="list-style-type: none"> • 10 Stück á 160 m² BGF • spez. Wärmebedarf (inkl. TWW): 120 kWh/(m²*a) • spez. Heizleistung: 75 W/m² • Notwendige Vorlauftemperatur heizen: 55 °C • Notwendige Vorlauftemperatur TWW: 60 °C |

| Annahmen Versorgungssystem – konventionelles und kaltes Wärmenetz | | |
|---|--|---|
| Variante | Konventionelles Wärmenetz | Kaltes Wärmenetz |
| Vorlauftemperatur Netz | 65 °C | 8 °C |
| Ausführung Netz | Gedämmt | Ungedämmt |
| Netzverluste | 8 % | 0 % |
| Quelle | Geothermiesonden + zentrale Wärmepumpe | Geothermiesonden + dezentrale Wärmepumpen |
| Installierte Leistung | 419 kW (zentral) | 422 kW (dezentral) |
| JAZ-Wärmepumpe | 3,1 | Neubau: 4,3 Bestand: 3,1 |
| JAZ-Kältemaschinen | 5 | --- |
| JAZ-System Wärme | 3,1 | 3,9 |



| Variante | Ergebnisse | |
|---|------------------------------|--|
| | Konventionelles Wärmenetz | Kaltes Wärmenetz |
| Wärmebedarf aller Gebäude | 576 MWh | 576 MWh |
| Kältebedarf aller Gebäude | 51 MWh | 51 MWh |
| Verluste Wärmenetz | 50 MWh | --- |
| Ausgleich Wärme- und Kältebedarfe | --- | 19 MWh |
| Strombedarf dezentrale Wärmepumpen | --- | 157 MWh (COP-Neubau-Raumwärme: 5,1; COP-Neubau-TWW: 2,9; COP-Neubau-gesamt: 4,04; COP-Bestand-Raumwärme: 3,2; COP-Bestand-TWW: 2,8; COP-Bestand-gesamt: 3,1) |
| Strombedarf dezentrale Kältemaschinen | 10 MWh | --- |
| Pumparbeit Wärmenetz | 6 MWh | 9 MWh |
| Strombedarf Großwärmepumpe | 202 MWh | --- |
| Quellwärme Großwärmepumpe | 424 MWh | --- |
| Gesamt-Strombedarf der Wärmeversorgung | 218 MWh | 166 MWh |
| Primärenergiefaktor (PEF Strom: 1,8)* | 0,68 | 0,52 |
| Stromkosten ohne OPEX-Förderung (25 ct/kWh) | 54.500 € | 41.500 € |
| OPEX-Förderung für Großwärmepumpe | 29.680 € | / |
| Verbleibende Stromkosten für den Wärmepumpen-Betrieb (7 ct/kWh_Quellwärme) | 24.820 € | 41.500 € |

* Anmerkung zum angesetzten PEF von 1,8 für den Strombezug der Großwärmepumpe: Nach der Novellierung des GEGs können für Großwärmepumpen mit einer thermischen Leistung von mehr als 500 kW_{th} ein PEF von 1,2 für den Strombezug angesetzt werden. Wenn es sich in der dargestellten Beispielrechnung um eine Großwärmepumpe oberhalb dieser Leistungsgrenze handeln würde, würde sich der PEF für das konventionelle Wärmenetz von 0,68 auf 0,47 reduzieren.

Durch die Beschränkung des reduzierten Primärenergiefaktors (PEF) auf große (> 500 kW) zentrale Wärmepumpen werden die innovativen Wärmenetze der 5. Generation mit vielen kleineren, dezentralen Wärmepumpen zusätzlich benachteiligt, weil für letztere weiterhin mit einem PEF von 1,8 gerechnet werden muss – auch wenn es sich um denselben Netzstrom wie für die zentrale Großwärmepumpe handelt. Den Netzstrom je nach Wärmenetzlösung mit einem unterschiedlichen PEF anzusetzen, weist auf die Unstimmigkeit der gesamten Berechnungslogik hin.