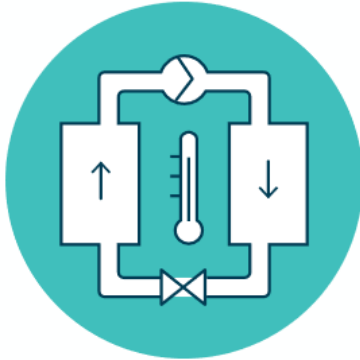


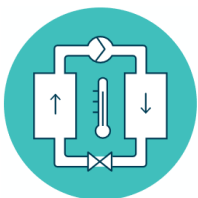


Erneuerbare Quartiersversorgung auf Nahwärmebasis

Übersicht Technologien

Im Folgenden werden verschiedene Technologien, die in den Versorgungsvarianten der beispielhaften Lösungen für Nahwärmenetze betrachtet wurden, kurz vorgestellt.

Wärmeerzeugung mit Wärmepumpen



Funktionsprinzipien der Wärmepumpe

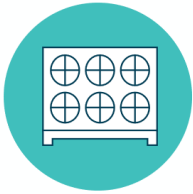
Das Funktionsprinzip der Wärmepumpe entspricht einem umgekehrten Kühlschrank: Durch das Wärmeträgermedium wird einer Wärmequelle Wärme entzogen und mithilfe eines elektrisch angetriebenen Verdichters auf das benötigte Temperaturniveau angehoben.

Das Verhältnis von eingesetztem Strom zu abgegebener Wärme wird als Jahresarbeitszahl (JAZ) bezeichnet und

beschreibt die Effizienz der Wärmepumpe im Betrieb. Je höher die Temperatur der Wärmequelle und je niedriger die zu erreichende Vorlauftemperatur ist, desto effizienter kann die Wärmepumpe betrieben werden.

Für die betrachteten Versorgungslösungen wurden als Wärmequellen Außenluft und Geothermie betrachtet. Grundsätzlich kommen auch weitere Wärmequellen infrage. Da ihre Eignung jedoch stark von den jeweiligen Standortbedingungen abhängt, werden sie in den beispielhaften Lösungen nicht berücksichtigt.

Wärmequellen für Wärmepumpen



Außenluft

Eine Luftwärmepumpe, oder genauer: Luft-Wasser-Wärmepumpe, nutzt die Außenluft als Wärmequelle. Die Luftwärmepumpe wird in der Regel so dimensioniert, dass sie den Großteil des jährlichen Wärmebedarfs deckt. Nur für die Spitzenlasten, die oft nur an wenigen kalten Tagen auftreten, ist ein weiterer Wärmeerzeuger, beispielsweise ein Heizstab oder Gaskessel, notwendig.



Oberflächennahe Geothermie

Oberflächennahe Geothermie kann durch Erdsonden oder Kollektoren nutzbar gemacht werden. Erdsonden werden über Bohrungen in den Erdboden eingelassen. Die Erdsonden sind über Rohrleitungen, durch die ein Wärmeträgermedium (Sole) fließt, mit der zentralen Wärmepumpe verbunden. Für größere Leistungen können mehrere Sonden zu einem Sondenfeld zusammengefasst werden. Dabei muss die Beeinflussung der Sonden untereinander beachtet werden. Eine Alternative bei ausreichendem Platzangebot können Erdkollektoren darstellen, die in wenigen Metern Tiefe horizontal, ähnlich einer Fußbodenheizung, verlegt werden.

Im Gegensatz zur Außenluft weist der Erdboden ab einer Tiefe von 10 bis 15 m ganzjährig eine konstante Temperatur auf, was sich positiv auf die Effizienz der Wärmepumpe auswirkt. Die jährliche Wärmeentnahme bzw. die Betriebsstunden der Sonden sind jedoch begrenzt. Beim Einsatz von Erdsonden ist darauf zu achten, dass die jährliche Wärmeentnahme regeneriert wird, um ein langfristiges Auskühlen des Bodens zu vermeiden.



Grundwasserwärme

Grundwasser kann aufgrund seiner relativ konstanten Temperatur als Wärmequelle für eine Wärmepumpe genutzt werden. Dazu wird Grundwasser über einen Förderbrunnen entnommen, die Wärme wird an die Wärmepumpe übertragen und das abgekühlte Wasser über einen Schluckbrunnen wieder in den Untergrund eingeleitet. Förder- und Schluckbrunnen müssen standortbezogen geplant werden. Dabei sind Wasserqualität, Grundwasserschutz und Genehmigungen zu beachten.



Aquathermie (Quelle)

Aquathermie nutzt See-, Fluss- oder Meerwasser als Wärmequelle für eine Wärmepumpe. Ein Wärmetauscher überträgt die Umweltwärme auf den Wärmekreislauf. Die Effizienz kann insbesondere gegenüber einer Luft-Wasser-Wärmepumpe im Winter oder in der Übergangszeit vorteilhaft sein, da Gewässertemperaturen weniger stark schwanken als die Außenluft. Vor der Umsetzung sind die verfügbare Wassermenge und das Temperaturprofil, die Entfernung zur Energiezentrale, der Schutz von Gewässerökologie und Fischbestand sowie erforderliche Genehmigungen zu prüfen. Bei Meerwasser müssen zudem Korrosion und die Materialbeständigkeit der Anlagen berücksichtigt werden.



Abwasserwärme

Abwasser eignet sich aufgrund seiner ganzjährig relativ konstanten Temperatur als Wärmequelle für Wärmepumpen. Im Vergleich zu Luft-Wasser-Wärmepumpen kann dadurch insbesondere im Winter ein effizienterer Betrieb möglich sein. Für die Umsetzung sind Durchflussmenge, Temperaturprofil, Entfernung zum Kanal, die Integration eines Wärmetauschers und die erforderlichen behördlichen Abstimmungen zu prüfen.

Abwasserwärme kann ab einer Heizleistung von rund 50 kW in Betracht gezogen werden, besser sind 150 kW oder mehr. Der Abwasserkanal sollte mindestens eine Dimension von DN400 haben und der Trockenwetterabfluss sollte nicht unter 10 l/s liegen.



Eisspeicher

Ein Eisspeicher besteht aus einer unterirdischen, mit Wasser gefüllten Zisterne. Eine Wärmepumpe entzieht dem Wasser Wärme und nutzt zusätzlich die beim Gefrieren freiwerdende Kristallisationsenergie. Mithilfe einer Wärmepumpe wird die Wärme auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben. Der Speicher muss regelmäßig regeneriert werden, beispielsweise durch Solar-Luft-Absorber oder ein Rückkühlwerk.

Weitere Technologien können für Nahwärmelösungen in Quartieren ebenfalls infrage kommen, sofern ein ausreichend großes und dauerhaft verfügbares Potenzial vorhanden ist. Sie können entweder direkt zur Wärmeversorgung eingesetzt oder als Wärmequelle für Wärmepumpen genutzt werden.



Tiefengeothermie

Tiefengeothermie nutzt die Wärme aus größeren Tiefen des Untergrunds, meist über mehrere hundert Meter. Das geförderte heiße Tiefenwasser kann direkt in ein Wärmenetz eingespeist oder über eine Wärmepumpe auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben werden. Die Technologie kann ganzjährig Wärme bereitstellen, erfordert jedoch geeignete geologische Bedingungen, Bohrungen sowie eine sorgfältige Prüfung der Genehmigungs- und Förderbedingungen.

Weitere Wärmeerzeuger



Blockheizkraftwerk

BHKW sind Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) mit Verbrennungsmotor oder Gasturbine, die gleichzeitig Strom und nutzbare Wärme erzeugen. In Kombination mit einer Luft-Wärmepumpe ist ein flexibler und netzdienlicher Betrieb in Abhängigkeit vom Strompreis möglich: Bei hohen Strompreisen wird bevorzugt das BHKW betrieben, bei niedrigen Strompreisen die Luft-Wärmepumpe. Zusätzlich kann der erzeugte BHKW-Strom direkt für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden.



Gaskessel

Ein Gaskessel verbrennt Methan zur Erzeugung von Wärme. Daher können sowohl Erdgas als auch Biomethan eingesetzt werden. Das Gebäudemodernisierungsgesetz sieht mit der Grüngasquote eine Steigerung des Biomethan-Anteils im Gasnetz vor. Die Bio-Treppe schreibt für neue Gaskessel, die als Erzeuger zur Wärmeversorgung von Gebäuden oder Gebäudenetzen eingebaut werden, einen Mindestanteil an Biomethan vor.



Direktelektrischer Spitzenlasterzeuger

Ein direktelektrischer Wärmeerzeuger wandelt elektrische Energie direkt in Wärme um und kann sowohl Heizungswasser als auch Trinkwarmwasser bereitstellen. Er eignet sich insbesondere zur Deckung von Spitzenlasten sowie als Reserve- oder Zusatzheizung. Die Technologie ist kompakt, schnell regelbar und lässt sich vergleichsweise einfach in bestehende Wärmeversorgungs-systeme integrieren. Die Betriebskosten und die Klimawirkung hängen maßgeblich vom Strompreis und vom Anteil erneuerbarer Energien im Strommix ab.

Weitere Technologien für Nahwärmelösungen



Solarthermieranlage

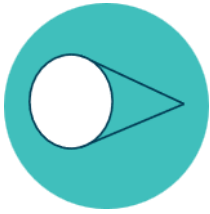
Bei Solarthermieranlagen handelt es sich um Kollektoren, die aus solarer Strahlungsenergie Wärme für die Beheizung und Trinkwarmwasser erzeugen. Je nach Kollektortyp können 80 °C und mehr erreicht werden. Entsprechend der Sonneneinstrahlung treten saisonale Schwankungen in der Erzeugung auf. Der meiste Wärmeertrag fällt im Sommer an, während im Winter zur Heizsaison entsprechend weniger Wärme erzeugt werden kann.



Abwärme

Abwärme kann genutzt werden, wenn ein ausreichend großes und dauerhaft verfügbares Potenzial vorhanden ist. Sie kann je nach Temperaturniveau direkt oder mithilfe einer Wärmepumpe für Raumwärme und Trinkwarmwasser nutzbar gemacht werden. Für die Umsetzung sind insbesondere Temperaturniveau, Entfernung zur Energiezentrale sowie das Verhältnis von Angebot und Bedarf zu prüfen.

Nahwärmenetze



Warme und Kalte Nahwärmenetze

Warme Nahwärmenetze verteilen Wärme mit höheren Netztemperaturen, die in der Regel direkt für Raumheizung und Trinkwarmwasser genutzt werden können. Die Wärme wird zentral erzeugt und über gedämmte Rohrleitungen zu den angeschlossenen Gebäuden transportiert. Gegenüber kalten Nahwärmenetzen benötigen die Gebäude keine eigene Wärmepumpe. Dafür entstehen höhere Wärmeverluste im Netz und höhere Anforderungen an die Wärmedämmung. Kalte Nahwärmenetze arbeiten mit niedrigeren Temperaturen, wodurch die Netzverluste reduziert werden. Durch dezentrale Wärmepumpen wird die Netztemperatur auf das erforderliche Temperaturniveau angehoben.

In den vorliegenden Factsheets wurden ausschließlich warme Nahwärmenetze betrachtet.

Berechnungsmethodik: Primärenergie- und Emissionsfaktoren

Ab dem 1. Januar 2027 gelten nach dem Gebäudemodernisierungsgesetz (GModG) neue Primärenergie- und Emissionsfaktoren. Im Vergleich zum Gebäudeenergiegesetz (GEG) wird der Primärenergiefaktor für netzbezogenen Strom einheitlich von 1,8 auf 1,5 gesenkt. Der bisher geltende Primärenergiefaktor für den Strombezug von Großwärmepumpen mit mehr als 500 kW thermischer Leistung von 1,2 entfällt. Großwärmepumpen werden damit beim Strombezug künftig nicht mehr gesondert bewertet. Der Primärenergiefaktor für Erdgas bleibt unverändert bei 1,1.

Da der Anteil erneuerbarer Energien im Strommix voraussichtlich weiter steigt, ist davon auszugehen, dass sich der Primärenergiefaktor für netzbezogenen Strom in Zukunft weiter reduziert.

Primärenergiefaktoren	
Erdgas	1,1
Strom netzbezogen	1,5

Der Emissionsfaktor für netzbezogenen Strom sinkt deutlich von 560 g CO₂-äq/kWh nach dem GEG auf 100 g CO₂-äq/kWh nach dem GModG. Dadurch fällt der resultierende Emissionsfaktor strombasierter Wärmeerzeugung künftig deutlich niedriger aus. Der Emissionsfaktor für Erdgas bleibt unverändert bei 240 g CO₂-äq/kWh.

Emissionsfaktoren	
Erdgas	240 g CO ₂ -äq/kWh
Strom netzbezogen	100 g CO ₂ -äq/kWh

Ab dem 1. Januar 2027 ändert sich zudem die Berechnungsmethodik des Primärenergiefaktors für KWK-Anlagen. Dieser wird künftig nicht mehr nach der Stromgutschriftmethode, sondern nach der Carnot-Methode bestimmt. Dadurch fällt der Primärenergiefaktor der erzeugten Wärme, beispielsweise aus einem Blockheizkraftwerk, in der Regel höher aus. Grund dafür ist, dass bei der Carnot-Methode die Gutschrift für den erzeugten Strom entfällt und der eingesetzte Brennstoff stärker der Wärme zugerechnet wird.



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

Kontakt:

Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)
Andreas Koch
Teamleiter, Urbane Energiewende
Chausseestraße 128 a, 10115 Berlin
Tel.: +49 30 66 777-416
E-Mail: Andreas.Koch@dena.de

E-Mail: info@dena.de / info@gebaeudeforum.de
Internet: www.dena.de / www.gebaeudeforum.de

Erstellt mit fachlicher Unterstützung von Megawatt Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin

Alle Rechte sind vorbehalten. Die Nutzung steht unter dem Zustimmungsvorbehalt der dena.

Stand: 10/2026