



# **Industrielle Abwärme für die Fernwärme: Bewertung einer Großwärmepumpe im Bestandsnetz der Iqony Wärme GmbH**

von Lars Hoge

Schriftenreihe des Westfälischen Energieinstituts

Herausgeber:  
Direktorium des Westfälischen Energieinstituts

Heft 3/2026

Dieses Werk mit dem Titel **Industrielle Abwärme für die Fernwärme: Bewertung einer Großwärmepumpe im Bestandsnetz der Iqony Wärme GmbH** von **Lars Hoge** ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Diese Veröffentlichung erscheint zwar in der Schriftenreihe des Westfälischen Energieinstituts, für die Inhalte ist/sind aber ausschließlich der/die Verfasser verantwortlich.

## Zusammenfassung

Industrielle Abwärme gilt als wichtiger Bestandteil der Dekarbonisierung von Fernwärmenetzen. Ihre Nutzung mithilfe von Großwärmepumpen lässt sich jedoch nicht allein über technische Kennzahlen wie Leistung oder COP bewerten, sondern muss im Zusammenhang mit dem bestehenden Erzeugersystem, zeitlich variierenden Strompreisen und verschiedenen Förderungsbedingungen betrachtet werden.

Der vorliegende Beitrag gibt auf Basis einer Potenzialstudie im Netzgebiet der Iqony Wärme GmbH einen exemplarischen Einblick in die Bewertung einer Großwärmepumpe zur Nutzung von industrieller Abwärme. Im Mittelpunkt steht dabei ein stündlich aufgelöstes Modell, mit dem Einsatzzeiten, Verdrängungseffekte gegenüber bestehenden Erzeugern und die daraus resultierende Wirtschaftlichkeit untersucht werden.

Es zeigt sich, dass die wirtschaftlich sinnvolle Auslegung und Bewertung einer Großwärmepumpe nicht durch eine isolierte Kennzahlenbetrachtung des Projektes bestimmt werden kann. Vielmehr ist eine gesamtsystemische Betrachtung des Fernwärmenetzes erforderlich, um die Rolle strompreisabhängiger Wärmepumpen in bestehenden Fernwärmenetzen realistisch einzuordnen.

**Schlagwörter:** Großwärmepumpe, Fernwärme, Dekarbonisierung, industrielle Abwärme, Wärmewende

## 1 Ausgangslage und Ziel der Untersuchung

Die Dekarbonisierung der Energieversorgung ist in der heutigen Zeit ein zentrales Problem. Fernwärmeversorger stehen vor der Herausforderung, ihre Wärme künftig klimaneutral erzeugen zu müssen. In Deutschland macht der Wärmesektor aktuell noch mehr als die Hälfte des gesamten Endenergiebedarfs aus und hat somit einen entscheidenden Anteil an den CO<sub>2</sub>-Emissionen (Agora Energiewende, Fraunhofer IEG (2023, S. 19)).

Am 1. Januar 2024 ist gemeinsam mit dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) das Wärmeplanungsgesetz (WPG) in Kraft getreten. Dadurch sind Wärmenetzbetreiber verpflichtet, einen Wärmenetzausbau- und Dekarbonisierungsfahrplan zu erstellen. Dies kann durch einen Transformationsplan erfolgen, dessen Erstellung ebenso wie die darin vorgesehenen Maßnahmen im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Wärmenetze (BEW) gefördert werden. Das Ziel ist neben einem Ausbau der Wärmenetze und einer verbesserten Effizienz auch die vollständige Umstellung der Wärmeerzeugung auf erneuerbare Quellen (WPG (2025)). Zur Untersuchung dieser Quellen werden zunächst Potenzialstudien erstellt, die analysieren, ob geplante Projekte zur Dekarbonisierung technisch umsetzbar und wirtschaftlich sinnvoll sind. In dieser Bachelorarbeit wurde, in Form einer solchen Potenzialstudie, die Nutzung unvermeidbarer, industrieller Abwärme aus einem Kühlwerk eines Industriebetriebs im Netzgebiet der Iqony Wärme GmbH mithilfe einer Großwärmepumpe untersucht.<sup>1</sup>

Die Arbeit zeigt exemplarisch, dass die grundsätzliche Größenauslegung und insbesondere die allgemeine Prüfung der Wirtschaftlichkeit für eine neue Großwärmepumpe in einem bestehenden, großen Fernwärmenetz nicht durch eine isolierte Kennzahlenbetrachtung hinreichend bewertet werden kann. Stattdessen ist eine umfangreiche gesamtsystemische Modellierung unter zeitlich variablen Parametern notwendig. Im Folgenden werden zunächst die Systemlogik der Fernwärme skizziert und anschließend der methodische Ansatz der stündlichen Wirtschaftlichkeitsbewertung beschrieben.

---

<sup>1</sup> Dieser Beitrag basiert auf der Bachelorarbeit „Potenzialstudie zur Installation einer Großwärmepumpe für die Nutzung industrieller Abwärme“ (Lars Hoge, Abgabe 12/2025). Für diesen Beitrag wurden projekt-, standort- und unternehmensspezifische Detailangaben entfernt bzw. abstrahiert; der Fokus liegt auf der methodischen Vorgehensweise sowie übertragbaren Erkenntnissen.

## 2 Wie funktioniert Fernwärme?

Um eine genaue Betrachtung durchführen zu können, ist zunächst ein Blick auf die Funktionsweise der Fernwärme hilfreich. Die Fernwärme ist ein Versorgungssystem, das private Haushalte und gewerbliche Gebäude mit Raumwärme und Wärme für Warmwasser versorgt. Dabei wird die Wärme von zentralen Erzeugern über ein gedämmtes Rohrleitungssystem vorrangig mit Wasser zu den Verbrauchern transportiert. Heutzutage ist das Portfolio möglicher Erzeuger sehr umfangreich. Neben fossilen Kraftwerksanlagen gibt es einige erneuerbare Ansätze wie die Verbrennung von Biomasse, Geothermie oder die Nutzung von Flusswasser sowie Abwärme zur Wärmegewinnung. In großen Wärmenetzen decken mehrere verschiedene Erzeuger mit unterschiedlichen Kostenstrukturen und Randbedingungen eine stark von der Außentemperatur abhängige Nachfrage (Fernwärme Info (2025)).

Das Rohrnetz besteht aus Doppelrohrleitungen: der warme Vorlauf (VL) vom Erzeuger hin zum Hausanschluss und der kältere Rücklauf (RL) parallel zurück vom Verbraucher zum Erzeuger. Die Wärme wird durch große Verbundleitungen über weite Strecken transportiert, von denen sich das Netz in immer kleinere Leitungen bis zu den Verbrauchern verzweigt. Am Hausanschluss wird die Wärme über eine Station mithilfe eines Wärmetauschers vom primären Fernwärmenetz an den Sekundärkreis, also das hauseigene Heizungssystem übertragen. Das System ist vereinfacht in Abbildung 1 dargestellt.

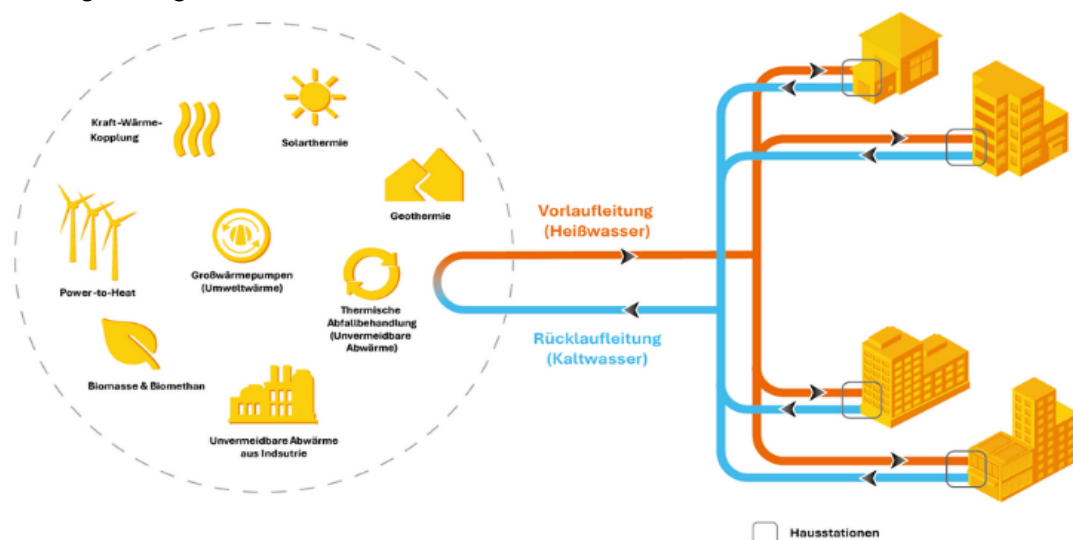


Abbildung 1: Die Funktionsweise von Fernwärme vereinfacht dargestellt  
Quelle: Fernwärme Info (2025)

Für die Bewertung eines neuen Erzeugers ist somit entscheidend, wie dieser in das bestehende Gesamtsystem passt und welche anderen Erzeuger zu welchen Stunden dafür verdrängt würden.

### 3 Die Großwärmepumpe zur Nutzung von Abwärme

Das betrachtete Kühlwerk als potenzielle Wärmequelle hat einen konstanten Volumenstrom mit etwa 30 °C warmem Wasser. Für die Fernwärmeversorgung werden Vorlauftemperaturen von 90 °C bis 135 °C benötigt. Um also die Wärme des Kühlwerks nutzen zu können, soll sie mittels einer Wärmepumpe auf das entsprechende Temperaturniveau des Fernwärmenetzes angehoben werden. Denn Wärmepumpen können nach einem thermodynamischen Prinzip das Temperaturniveau einer Wärmequelle mithilfe von Strom anheben. Dies ist deutlich effizienter als die elektrische Energie direkt zur Wärmeerzeugung zu verwenden, beispielsweise durch einen Heizstab. Dabei ist die zentrale Kennzahl der Wärmepumpe der Coefficient of Performance (COP), der das Verhältnis von erzeugter Wärme zu benötigtem Strom darstellt. Er wird stark durch den benötigten Temperaturhub beeinflusst (von Böckh (2015, S. 142-143)). In dem Fall des konstanten Kühlwasserstroms wird auch der COP über das gesamte Jahr näherungsweise als konstant angenommen. Die Wärmegestehungskosten der Wärmepumpe sind somit im Wesentlichen abhängig vom Strompreis. Dadurch ergeben sich die Einsatzzeiten und die damit verbundene Wirtschaftlichkeit erst aus einer zeitlich aufgelösten Betrachtung, die zu jedem Zeitpunkt die verschiedenen Erzeuger nach Wärmebedarf und optimaler Wirtschaftlichkeit einsetzt.

### 4 Modellansatz zur Bewertung der Wirtschaftlichkeit

Für die wirtschaftliche Betrachtung des Wärmepumpenprojektes wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Python-basiertes Modell entwickelt. Um die Wirtschaftlichkeit abschätzen zu können, musste im ersten Schritt analysiert werden, in welchem Maße die Wärmepumpe im bestehenden Netz eingesetzt werden kann. Dies hängt von vielen verschiedenen Faktoren ab, unter denen für ein Beispieljahr, mithilfe des Skriptes, stündlich die Fahrweise der Wärmepumpe bestimmt wird. Ergebnis des Modells sind stündliche Einsatzwerte der Erzeuger und daraus abgeleitete Jahreskennzahlen.

Dieses Modell erstellt eine mögliche Jahreslastkurve und berücksichtigt dabei die genaue Spezifikation des Fernwärmenetzes und dessen bestehende Wärmeerzeuger sowie die stündlichen Strompreise und Wärmebedarfe eines Beispieljahres. Ebenso werden die umfangreichen Förderungsbedingungen der BEW berücksichtigt

und in dem Modell abgebildet. So wird beispielsweise die Fördersumme auf maximal 10 Mio. Euro pro Jahr gedeckelt und bei Überschreitung die stündlich angenommene Fördersumme heruntergeregelt. Durch das Modell wird für jede einzelne Stunde eines Jahres die kostenoptimale Nutzung der verschiedenen Fernwärmeerzeuger ermittelt. Dies basiert auf dem Wärmebedarf, den komplexen Kosten- und Vertragsstrukturen anderer Erzeuger und dem schwankenden Strompreis. Angepasst an verschiedene Eingangsparameter wird das Modell mehrfach durchlaufen. Diese Parameter sind zum Beispiel die Maximalleistung, der COP, die Teillastgrenzen der Wärmepumpe sowie sämtliche festgesetzte Parameter des bestehenden Fernwärmenetzes, wie etwa eine Wärmeverlustquote und die Leistungsgrenzen und Kosten der anderen Wärmeerzeuger. Ein mögliches Ergebnis eines Durchgangs der Jahreslastmodellierung zeigt Abbildung 2.

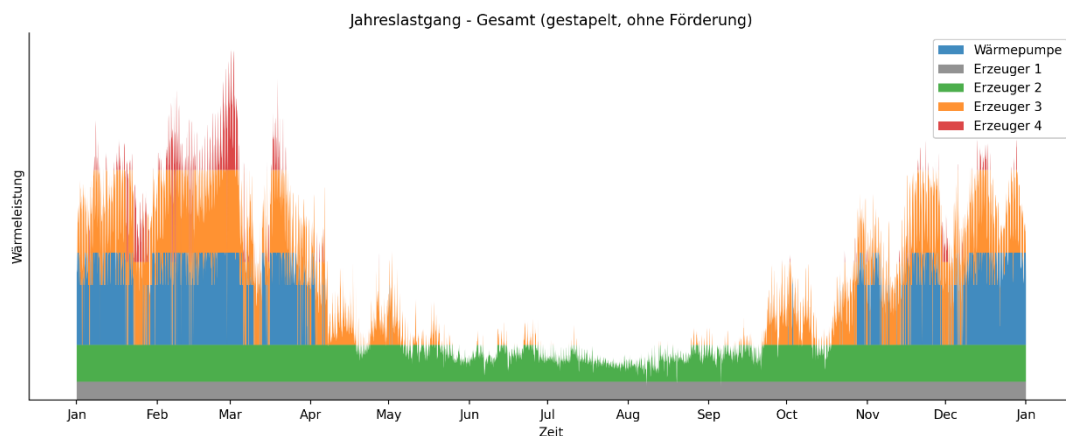


Abbildung 2: Jahreslastgang der Erzeuger, gestapelt, Wärmepumpe ohne Förderung  
Quelle: eigene Darstellung aus Wärmepumpen-Python-Modell

Um nun daraus die Gesamtwirtschaftlichkeit des Wärmepumpenprojektes zu analysieren, wird der Nettobarwert (NPV) ermittelt. Der NPV beschreibt den heutigen Wert zukünftiger Ein- und Auszahlungen einer Investition. Dabei wird berücksichtigt, dass ein aktuell verfügbarer Geldbetrag einen höheren Wert besitzt als derselbe Betrag in der Zukunft. Durch diese Betrachtung kann die Investition mit einer alternativen Verwendung des Kapitals, etwa einer Anlage am Kapitalmarkt, verglichen werden. Wenn der NPV positiv ist, lohnt sich eine Investition (Kruschwitz (2011, S. 55)). Wie viel Wärme aus der Wärmepumpe verkauft wird, wird nicht betrachtet. Stattdessen werden die Kosten des Gesamterzeugersystems mit und ohne Einsatz der Großwärmepumpe verglichen. Schließlich wird durch diese Anlage nicht mehr Fernwärme verkauft, sondern lediglich die Wärme anderer, teurerer Erzeuger verdrängt. Zur Ermittlung des NPV wird eine Laufzeit von 20 Jahren angenommen. Dabei wird der zuvor ermittelte Jahreslastgang auf jedes Laufzeitjahr projiziert. Neben der jährlich

ermittelten Kostenersparnis gegenüber den substituierten Erzeugern, werden auch die geschätzten Investitionskosten zu Beginn des Projektes sowie jährliche Betriebs- und Wartungskosten berücksichtigt. Es wird zwischen den ersten und den zweiten zehn Jahren unterschieden, denn die Betriebskostenförderung durch die BEW gilt nur für die ersten zehn Betriebsjahre. Für den weiteren Zeitraum wird ein anderer Jahreslastgang ermittelt.

Durch das Durchlaufen verschiedener Szenarien bezüglich der Maximalleistung zeigt sich, dass die Wärmepumpengröße von 60 MW<sub>th</sub> unter den gewählten Eingangsparametern den wirtschaftlichen Best-Case darstellt. Größere Anlagen können nicht ihre gesamte Wärmemenge im Bestandssystem unterbringen und haben höhere Investitionskosten. Kleinere Anlagen bleiben unter ihrem Potenzial und schöpfen die verfügbare Fördersumme nicht vollständig aus.

## 5 Einordnung: Unsicherheiten, Übertragbarkeit, Ausblick

Bei der Bewertung der Ergebnisse aus diesem Modell sind folgende Punkte zu beachten: Der NPV als Geldwert, der am Ende der Modellberechnungen steht, ist lediglich ein Maß für die Wirtschaftlichkeit anhand des Ist-Zustandes und einiger sehr grober Abschätzungen wie etwa der Inflationsrate und eines Zinssatzes. Prognosen zu Strompreis und Inflationsfaktor über einen so langen Zeitraum sind kaum möglich, da sie von zu vielen gravierenden, nicht vorhersehbaren Faktoren abhängen. Zudem verändern sich auch die Wärmenetze im Kontext der Wärmewende stark und werden es voraussichtlich in den nächsten Jahren noch viel weiter. In welcher Form genau lässt sich allerdings aufgrund der großen Zeitspanne nur mit Unsicherheiten vorher-sagen und modellieren.

Als Ausblick in die Zukunft lässt sich jedoch die Annahme treffen, dass ein Netzausbau und der Rückbau fossiler Energieerzeuger in den Wärmenetzen die Voraussetzungen für ein solches Wärmepumpenprojekt tendenziell eher begünstigen werden. Außerdem gewinnen große Wärmespeicher zunehmend an Bedeutung. Solche Speicher helfen bei einem strompreisoptimierten Betrieb von Großwärmepumpen. Im Zusammenspiel mit den erneuerbaren Stromquellen aus Windkraft und Photovoltaik wird eine Sektorenkopplung geschaffen, die einen zusätzlichen positiven Beitrag zur Energiewende in Deutschland leisten kann (Agora Energiewende, Fraunhofer IEG (2023, S. 38-41)).

Trotz all dieser Einschränkungen kann ein solches Modell unter entsprechender Einordnung maßgeblich dazu beitragen, die ideale Größenordnung eines solchen Projektes zu ermitteln und eine Einschätzung über die Wirtschaftlichkeit zu treffen. Insbesondere wenn Eingangsparameter tendenziell eher pessimistisch festgelegt werden, lassen sich daraus gute Tendenzen ablesen, die das Risiko eines solchen Projektes minimieren. Ohne eine solch ausführliche Modellierung sind belastbare Aussagen in komplexen Bestandsnetzen über eine Projektumsetzung kaum möglich. Sie wird also benötigt, um frühzeitig einordnen zu können, ob es für ein Unternehmen sinnvoll ist, eine Projektumsetzung weiter zu verfolgen.

## Literatur

*Agora Energiewende, Fraunhofer IEG (2023): Roll-out von Großwärmepumpen in Deutschland. Strategien für den Markthochlauf in Wärmenetzen und Industrie, abgerufen am 09.11.2025, <https://www.agora-energiewende.de/publikationen/roll-out-von-grosswaermepumpen-in-deutschland#downloads>*

*Fernwärme Info (2025): Fernwärme kurz erklärt, abgerufen am 09.12.2025, <https://www.fernwaerme-info.com/fernwaerme/was-ist-fernwaerme>*

*Kruschwitz, Lutz. Investitionsrechnung, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2011. <https://doi.org/10.1524/9783486714579>*

*VON BÖCKH, Peter und Matthias STRIPF, 2015. Technische Thermodynamik: Ein beispielorientiertes Einführungsbuch [online]. 2., neu bearb. u. erw. Aufl. 2015. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, Imprint: Springer Vieweg. ISBN 9783662468890. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-46890-6>*

*WPG (2025), Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (Wärmeplanungsgesetz - WPG), §32 Verpflichtung zur Erstellung von Wärmenetzausbau- und -dekarbonisierungsfahrplänen, abgerufen am 02.11.2025, <https://www.gesetze-im-internet.de/wpg/BJNR18A0B0023.html#BJNR18A0B0023BJNG000900000>*