

WERKBANK

Sektorenkopplung

Abschlussbericht

„Aktion WärmepumpenCheck 25/26“

Ergebnisse einer Feldmessung zur Feststellung des wirtschaftlichen Betriebes von Wärmepumpen in bestehenden Mehrfamilienhäusern



 HOCHSCHULE
HAMM-LIPPSTADT

 IfSK Institut für Sektorenkopplung
in der Energiewende

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

5-StandorteProgramm



Gefördert durch:

Ministerium für Wirtschaft,
Industrie, Klimaschutz und Energie
des Landes Nordrhein-Westfalen



Bitte zitieren als:

Hochschule Hamm-Lippstadt | Werkbank Sektorenkopplung (2026): Abschlussbericht „Aktion WärmepumpenCheck 25/26“.

Autoren: Dipl. Ing. Andreas Lutters, Dipl. Ing. (FH) Jan Lebek

Impressum

Hochschule Hamm-Lippstadt
Institut für Sektorenkopplung in der Energiewirtschaft (IfSK)
Werkbank Sektorenkopplung
Marker Allee 76-78, 59063 Hamm
E-Mail: sektorenkopplung@hshl.de
Telefon: +49 2381 8789-496
Internet: <https://werkbanksektorenkopplung.de>

Hamm, Juli 2026

Haftungshinweis

Die in diesem Bericht getätigten Aussagen basieren auf Messdaten und deren Weiterverarbeitung mittels mathematischer Modelle. Bei der Aufzeichnung der Messdaten kann es aufgrund der Messmethode zu Abweichungen kommen; diese können sich durch die Weiterverarbeitung erhöhen. Der Energieverbrauch ist stark abhängig vom Nutzungsverhalten, z.B. durch Erhöhung der Raumtemperatur, vermehrtes Duschen, Baden und Lüften.

Die Hochschule Hamm-Lippstadt kann für in diesem Bericht getätigten Berechnungen, Aussagen und Bewertungen weder haftbar gemacht, noch können Schadenersatzansprüche bei tatsächlichen Abweichungen in einem späteren realen Betrieb geltend gemacht werden. Für eine detaillierte technische Beratung einschließlich der aktuellen Fördermöglichkeiten sowie eine vertiefte Analyse und Planung für die Umsetzung der in dieser Untersuchung betrachteten Maßnahmen wird empfohlen, ein qualifiziertes Fachunternehmen oder eine Energieberaterin/einen Energieberater einzubinden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Haftungshinweis	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis.....	4
Abkürzungsverzeichnis.....	5
Einleitung	6
1 Zusammenfassung der Ergebnisse.....	7
2 Messungen	8
2.1 Außentemperatur.....	9
2.2 Verbrauchsdaten zur Abschätzung der Heizlast bei Norm-Außentemperatur.....	9
2.3 Vorlauftemperatur bei Norm-Außentemperatur	10
3 Bewertung des Einsatzes einer Wärmepumpe.....	12
3.1 Arbeitszahl (AZ) und Stromverbrauch	12
3.2 Betriebskosten einer Wärmepumpe	14
4 Hydraulik	14
4.1 Berechnung	14
4.2 Interpretation für eine Wärmepumpe (Luft / Wasser) mit einer Fußbodenheizung.....	15
4.3 Interpretation für eine Wärmepumpe (Luft / Wasser) mit Heizkörpern.....	16
5 Ausblick	16
5.1 Förderung	17

5.2 Einbindung von Energieberaterinnen und Energieberatern, Fachunternehmen.....	18
6 Formelzeichen	19
Literaturverzeichnis	20

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht der Ergebnisse.....	7
Tabelle 2: Einsatzorte der Sensoren	8
Tabelle 3: Vorlauftemperaturen je Gebäude	12
Tabelle 7: Arbeitszahlen je Gebäude.....	14
Tabelle 4 Volumenstrom Heizwasser	15
Tabelle 5: Fußbodenheizung und Wärmepumpe Betrachtung Temperaturspreizung	16
Tabelle 6: Radiator Heizkörper und Wärmepumpe Betrachtung Temperaturspreizung	16

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Prinzip der Sektorenkopplung: Nutzung von (überschüssigem) Strom für Wärme-/Kälteanwendungen, Mobilität oder als Wasserstoffspeicher u.a. in Haushalten (Bildquelle KI Generiert chatGPT).....	6
Abbildung 2: Messzeiträume je Gebäude.....	8
Abbildung 3: Außentemperaturen im Messzeitraum gemäß Wetterstation Hamm	9
Abbildung 4: Kennlinie der Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur am Beispiel des MFH 9 auf Grundlage der zeitgleichen Gasverbräuche	10
Abbildung 5: Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur in MFH 9	11
Abbildung 6: COP in Abhängigkeit von Außen - und Vorlauftemperatur (VL)	13

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AT	Außentemperatur
AZ	Arbeitszahl
BEG EM	Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen
COP	Coefficient of Performance; Leistungszahl einer Wärmepumpe
HSHL	Hochschule Hamm-Lippstadt
IfSK	Institut für Sektorenkopplung in der Energiewende
JAZ	Jahresarbeitszahl
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
MFH	Mehrfamilienhaus
RL	Rücklauf beziehungsweise Rücklauftemperatur
VL	Vorlauf beziehungsweise Vorlauftemperatur
WP	Wärmepumpe

Einleitung

Die „Aktion WärmepumpenCheck“ ist Teil des Projekts „Werkbank Sektorenkopplung“, das durch das *Institut für Sektorenkopplung in der Energiewende (IfSK) der Hochschule Hamm-Lippstadt (HSHL)* durchgeführt wird. Die Zielsetzung des Projektes Werkbank Sektorenkopplung besteht darin, die bestehenden und nach wie vor in wesentlichen Teilen fossil und getrennt voneinander betriebenen Sektoren Strom, Wärme und Mobilität mithilfe von Technologien der Sektorenkopplung intelligent und klimafreundlich zu vernetzen. Dies soll durch einen wechselseitigen Wissens- und Technologietransfer zwischen der Hochschule Hamm-Lippstadt, dem IfSK und den unterschiedlichen Nutzungsgruppen und Marktakteuren in der Region der kreisfreien Stadt Hamm sowie den umliegenden Landkreisen Soest, Unna und Warendorf geschehen.

Ein zeitgemäßes Beispiel für Sektorenkopplung stellt dabei der Einsatz von Wärmepumpen dar. In Wärmepumpen wird elektrischer Strom, der in stetig zunehmendem Maße durch Erneuerbare Energien erzeugt wird, in einem thermodynamischen Prozess dazu genutzt, Wärme für die Beheizung von Wohngebäuden und die Erzeugung von Brauchwarmwasser auf besonders effiziente Art und Weise bereitzustellen und für das Ziel Klimaneutralität beizutragen. [1]

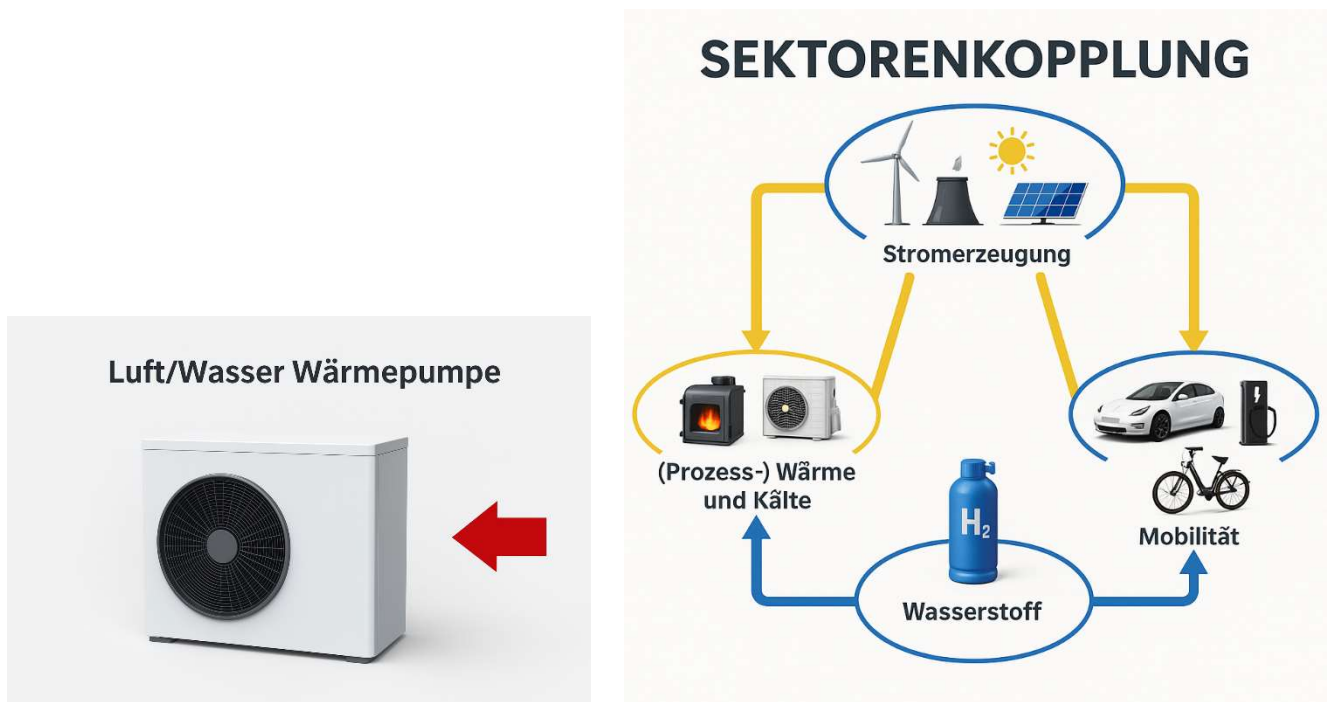


Abbildung 1: Prinzip der Sektorenkopplung: Nutzung von (überschüssigem) Strom für Wärme-/Kälteanwendungen, Mobilität oder als Wasserstoffspeicher u.a. in Haushalten (Bildquelle KI Generiert chatGPT)

Im Rahmen der „Aktion WärmepumpenCheck“ wurden im Oktober 2025 Eigentümerinnen und Eigentümer von bestehenden Mehrfamilienhäusern in Hamm und den umliegenden Kreisen gesucht, die Interesse an einer Teilnahme an der Aktion während der Heizperiode 2025/2026 hätten. Über direkte Ansprachen bei Wohnungsgesellschaften wurden 16 Gebäude mit Gasheizungen für die Aktion gewonnen.

Leitgedanke der Aktion war es, den Einsatz einer Wärmepumpe durch Erfassung der Vorlauftemperaturen, Außentemperatur und des Gasverbrauchs zu simulieren. Als Ergebnis der Aktion sollte jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer eine qualifizierte Antwort auf die Frage erhalten, wie wirtschaftlich für das betrachtete

Mehrfamilienhaus eine Luft-Wasser-Wärmepumpe als Ersatz für das bestehende fossile Heizsystem hätte betrieben werden können. [2] Die gemessenen Daten wurden dabei mathematisch auf die zu erwartenden Vorlauftemperaturen bei Norm-Außentemperatur ($-9,7^{\circ}\text{C}$ für 59071 Hamm, $-9,4^{\circ}\text{C}$ für 59494 Soest [3]) hochgerechnet. Hierfür wurden Temperaturen und Verbräuche entsprechend Tabelle 2 aufgenommen. Dieses Verfahren ersetzt zwar keine wesentlich aufwändigere Heizlastberechnung nach DIN EN 1283 [4], jedoch ist es durchaus in der Lage, eine praxisorientierte Indikation für die grundsätzliche Eignung und eine erste grobe Auslegung einer Luft-Wasser-Wärmepumpe zu liefern.

Basierend auf Effizienzkennlinien von Wärmepumpen wurden theoretische Arbeitszahlen berechnet und die Betriebskosten mit denen des bestehenden Heizsystems verglichen. Bei den Gebäuden handelte es sich um ältere, freistehende Mehrfamilienhäuser, die vor 2005 erbaut und energetisch nicht saniert waren.

1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Auswertung der Messdaten in den 16 untersuchten Mehrfamilienhäusern ergab Arbeitszahlen zwischen 1 und 4,4, die für die Dauer der Messzeiträume in der Heizperiode 2025/2026 ermittelt werden konnten. Das bedeutet, dass bei Einsatz einer Wärmepumpe aus einer kWh Strom bis zu 4,4 kWh Wärme erzeugt werden könnte. Als Kriterium für eine mindestens „gute“ Eignung wurde hierbei eine Arbeitszahl während des Messzeitraum von mindestens 3,5 festgelegt (sechs Gebäude).

Eine Arbeitszahl von mehr als 4,0 wurde mit der Eignung „sehr gut“ versehen (drei Gebäude). Unter Berücksichtigung aktueller Strom- und Gaspreise ließ sich darüber hinaus feststellen, dass bei etwa 50% der untersuchten Gebäude die Betriebskosten mit einer Wärmepumpe geringer ausgefallen wären als bei einem Betrieb mit fossilen Energieträgern wie Erdgas. Grundlage hierfür war eine Arbeitszahl von mindestens 3,0.

Tabelle 1: Übersicht der Ergebnisse

Gebäude	Arbeitszahl	Start Messungen	Ende Messungen	Summe Gasverbrauch [kWh _{th}]:	Notwendiger elektrische Energie der Wärmepumpe [kWh _{el}]:	Eignung für eine Wärmepumpe
MFH 1	3,52	09.01.2026	05.02.2026	438	124	gut
MFH 2	2,58	08.12.2025	11.02.2026	2.564	993	bedingt
MFH 3	1,00	09.12.2025	19.02.2026	3.655	3.650	bedingt
MFH 4	3,85	16.12.2025	16.03.2026	14.059	3.653	gut
MFH 5	2,74	11.12.2025	15.03.2026	39.947	14.597	bedingt
MFH 6	3,61	12.01.2026	12.02.2026	1.900	527	gut
MFH 7	2,62	10.12.2025	13.02.2026	9.741	3.723	bedingt
MFH 8	2,21	05.12.2025	27.01.2026	48.543	21.977	bedingt
MFH 9	3,27	16.12.2025	12.02.2026	15.049	4.599	bedingt
MFH 10	4,06	16.12.2025	17.02.2026	7.027	1.732	sehr gut
MFH 11	2,85	08.12.2025	22.02.2026	48.571	17.065	bedingt
MFH 12	1,92	08.12.2025	12.02.2026	14.766	7.694	bedingt
MFH 13	3,45	09.01.2026	01.03.2026	5.135	1.487	bedingt
MFH 14	4,46	09.01.2026	08.03.2026	2.660	596	sehr gut
MFH 15	4,02	09.01.2026	15.03.2026	3.081	766	sehr gut
MFH 16	1,83	22.12.2025	15.03.2026	58.826	32.100	bedingt

Die ausgewählten Gebäude unterschieden sich hinsichtlich ihrer Größe und der Art der Wärmeabgabe teils deutlich voneinander. Eine direkte Vergleichbarkeit der Objekte ist daher nicht möglich. Die ausgewählten Gebäude stellten somit eine zufällige Stichprobe dar und bieten eine vielfältige Grundlage für weiteren Messungen und Analysen.

2 Messungen

Im Zeitraum zwischen dem 05.12.2025 und dem 16.03.2026 wurden Messdaten in den ausgewählten Gebäuden erfasst. Nicht jedes Gebäude wurde dabei über den gesamten Zeitraum hinweg untersucht.

In Abbildung 2 sind die jeweiligen Messzeiträume für jedes Gebäude dargestellt.

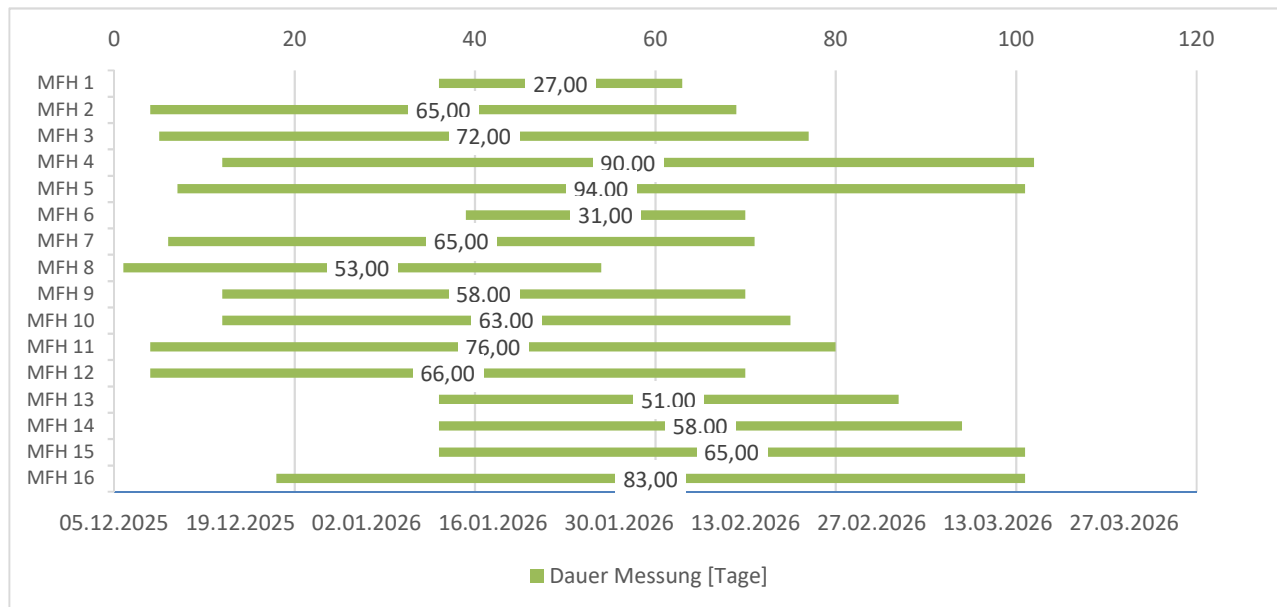


Abbildung 2: Messzeiträume je Gebäude

Während der gesamten Messdauer wurden an den in Tabelle 2 aufgeführten Messstellen kontinuierlich Werte erfasst:

Tabelle 2: Einsatzorte der Sensoren

Einbauorte der Sensoren:	Was wurde gemessen?
Außenbereich	Außentemperatur [°C]
Gaszähler	Gasverbrauch [m³]
Heizungsanlage	Vorlauftemperatur [°C]
Heizungsanlage	Rücklauftemperatur [°C]

Für die Datenerfassung kamen überwiegend eigene Messsysteme zum Einsatz. Die aufgezeichneten Daten wurden anschließend über die Cloud-Plattformen abgerufen und für die Auswertung aufbereitet. Die Messwerte wurden mit einem Intervall von 15 Minuten gemessen.

2.1 Außentemperatur

Zur Überprüfung der Plausibilität der gemessenen Außentemperaturdaten wurden zusätzlich Wetterdaten einer nahegelegenen Wetterstation (Wetterstation der HSHL in Hamm) herangezogen. Abbildung 3 zeigt den Verlauf der Außentemperatur in Hamm über den gesamten Messzeitraum. Die kältesten Temperaturen traten dabei am 11.01.2026 mit bis zu $-10,6^{\circ}\text{C}$, am 25.12.2025 mit bis zu -6°C und am 15.02.2025 mit bis zu $-5,6^{\circ}\text{C}$ auf.

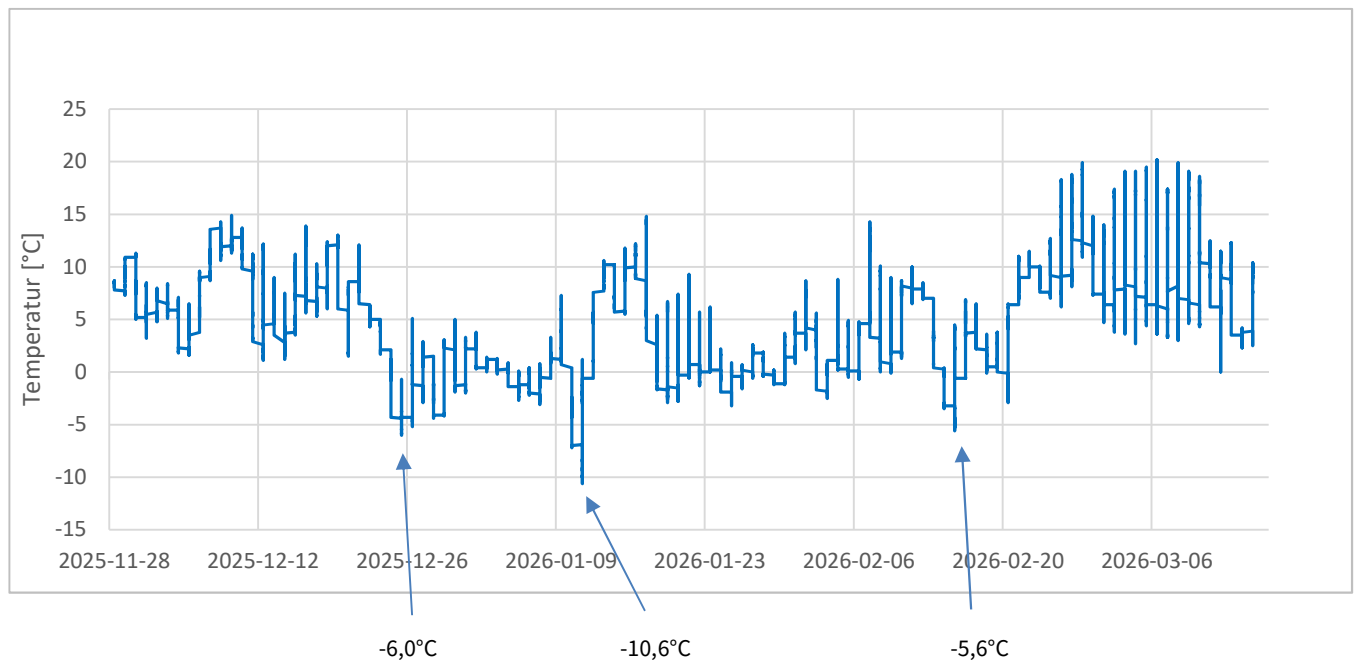


Abbildung 3: Außentemperaturen im Messzeitraum gemäß Wetterstation Hamm

Der Mittelwert im betrachteten Messzeitraum betrug $5,1^{\circ}\text{C}$.

2.2 Verbrauchsdaten zur Abschätzung der Heizlast bei Norm-Außentemperatur

Der Winter im betrachteten Messzeitraum verlief mit Ausnahme Mitte Januar relativ mild. Heizungsanlagen werden für die sogenannte Norm-Außentemperatur ausgelegt – sie ist entscheidend für die Berechnung der erforderlichen Heizleistung nach DIN EN 12831. Die Norm-Außentemperatur ist das tiefste Zweitagesmittel der Außenlufttemperatur eines Ortes, das statistisch gesehen 10-mal in 20 Jahren erreicht oder unterschritten wird.

Für den Standort 59071 Hamm beträgt die Norm-Außentemperatur $-9,7^{\circ}\text{C}$. Für Soest beträgt sie $-9,4^{\circ}\text{C}$.

Auch wenn die Norm-Außentemperatur an einem Tag erreicht wurde, bildet der Verbrauch an diesem Tag nicht genau die Heizlast des Gebäudes ab, da das Gebäude selber die Wärme noch einige Zeit speichert. Die Anzahl der Daten ist zu klein, um die Speicherfähigkeit oder sonstige Einflussgrößen auszugleichen. Deshalb wurde mit einem mathematischen Verfahren ermittelt, welche Heizlast sich unter Berücksichtigung aller Messdaten erbeben würde. Dieses Verfahren wurde bereits im Rahmen des Wärmepumpenchecks 24/25 erläutert.

Werden die Reihen der Messwerte sortiert und gemittelt über die Außentemperatur dargestellt, ergibt sich für jedes Gebäude die für diese Temperatur hochgerechneten Wärmeleistungen als Trendlinie. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 4 exemplarisch für das MFH 9 dargestellt. Jeder Punkt entspricht dort einem Mittelwert für eine spezifische Außentemperatur. Je mehr Messwerte vorhanden sind, desto näher liegt dieser an der Trendlinie.

Die Heizlast bei Norm-Außentemperatur beträgt demnach ca. 25.000 Watt. Wären lediglich die Verbräuche vom 11.01.2025 berücksichtigt worden, wäre die Heizlast mit ca. 18.000 Watt zu gering ermittelt worden.

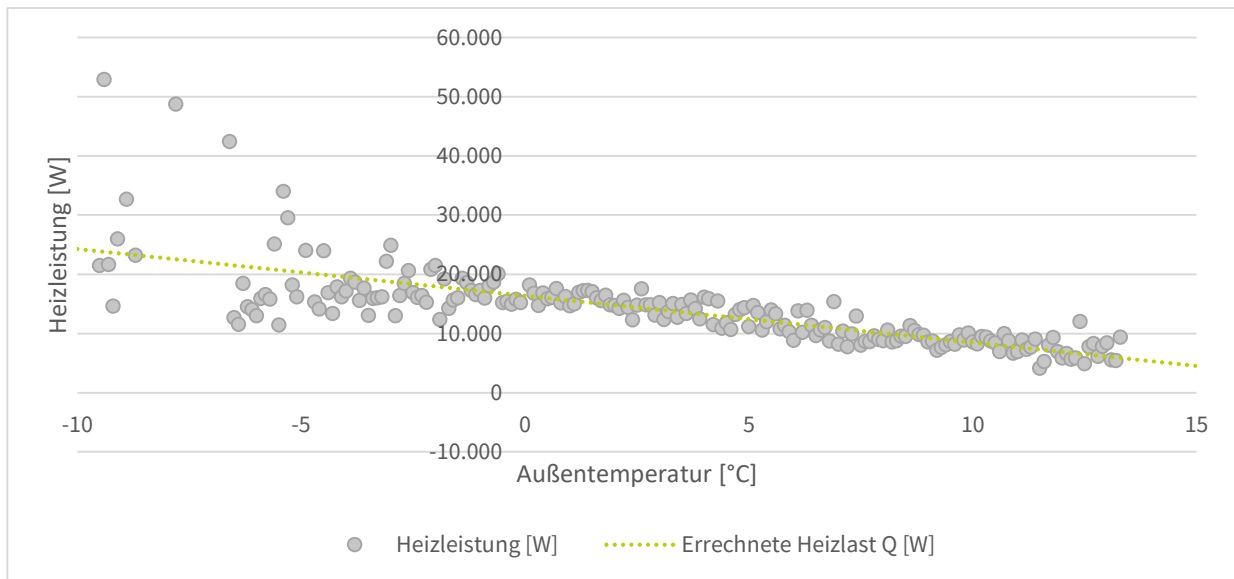


Abbildung 4: Kennlinie der Wärmeleistung in Abhängigkeit von der Außentemperatur am Beispiel des MFH 9 auf Grundlage der zeitgleichen Gasverbräuche

2.3 Vorlauftemperatur bei Norm-Außentemperatur

Auch die für die Erreichung der gewünschten Raumtemperatur erforderliche Vorlauftemperatur der Heizungsanlage bei Norm-Außentemperatur lässt sich mit einem mathematischen Verfahren bestimmen. Auch dieses Verfahren wurde bereits im Rahmen des Wärmepumpenchecks 24/25 erläutert. Für das MFH 9 ergibt sich bei einer Norm-Außentemperatur von $-9,4^{\circ}\text{C}$ (Soest) eine erforderliche Vorlauftemperatur von $55 - 60^{\circ}\text{C}$.

Die Einstellung der Vorlauftemperatur ist typischerweise in der Regelung des Wärmeerzeugers implementiert und ein zentraler Faktor für die Effizienz beim Betrieb einer Heizungsanlage [5]. Sie erfolgt in der Praxis über die sogenannte Heizkurve bzw. Heizkennlinie, die Abhängigkeit zwischen Außentemperatur und Vorlauftemperatur beschreibt. Bei sinkender Außentemperatur muss die Vorlauftemperatur steigen, um den wachsenden Heizwärmebedarf des Gebäudes zu decken. Die gewählte Steilheit der Heizkurve bedingt den Leistungsbedarf in Abhängigkeit von der Temperaturänderung.

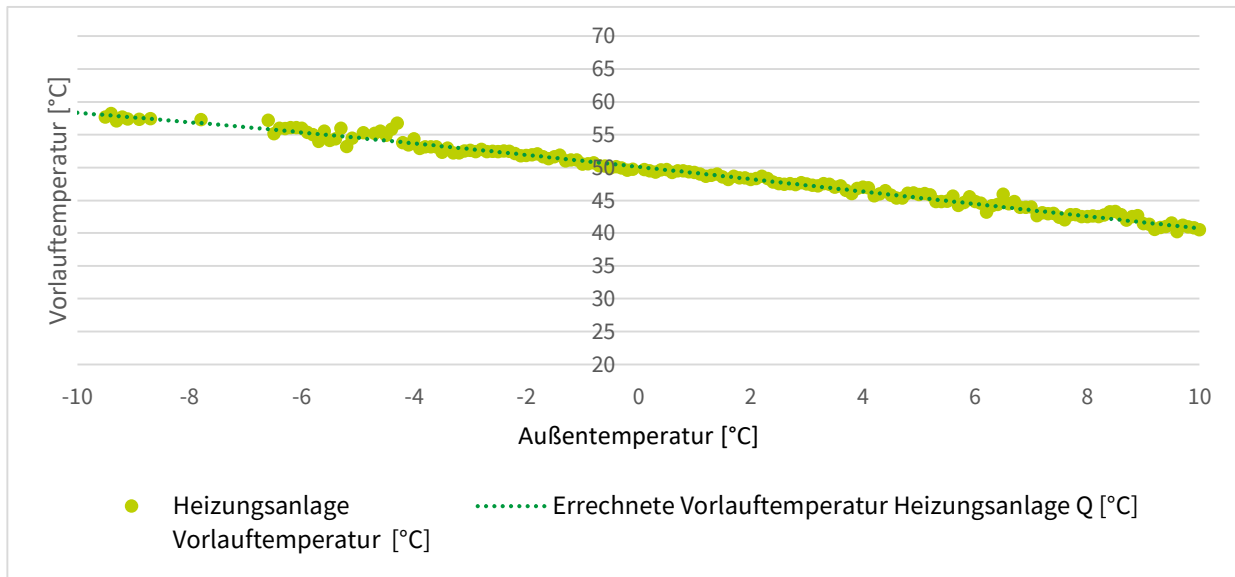


Abbildung 5: Vorlauftemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur in MFH 9

Bis etwa 55 °C Vorlauftemperatur kann eine Standard - Wärmepumpe effizient betrieben werden. Ab einer Vorlauftemperatur von mehr als 55°C sinkt die Effizienz einer Luft-Wasser-Wärmepumpe deutlich und die Stromkosten steigen entsprechend.

Liegt die Temperatur über diesem Wert, sollten zusammen mit einem Heizungsfachbetrieb oder im Rahmen einer Energieberatung Maßnahmen geprüft werden, die zu einer Absenkung des Vorlauftemperaturniveaus führen.

Als mögliche Maßnahmen kommen beispielsweise in Frage:

- Weitere Anpassen der Heizkurve: Eine flachere Heizkurve reduziert die Vorlauftemperatur an milderen Tagen und spart Energie.
- Absenkung der Raumtemperaturen: Schon 1 °C weniger in den Wohnräumen erlaubt eine Absenkung Vorlauftemperatur.
- Durchführung des Hydraulischen Abgleichs: Eine gleichmäßige Durchströmung der Heizkörper verhindert, dass einzelne Räume zu hohe oder zu niedrige Temperaturen erreichen und spart Energie.
- Minimierung der Wärmeverluste an Heizleitungen: Gut isolierte Rohrleitungen verringern unnötige Wärmeverluste.
- Vergrößerung der Heizflächen: Zu kleine Heizkörper können durch Niedertemperatur-Heizkörper ersetzt werden. Diese sind großflächiger und verteilen die Wärme effizienter.
- Verbesserung der Gebäudedämmung: Eine Dämmung von Dachflächen und Außenwände sowie der Austausch alter Türen und Fenster führt zu einer Reduzierung der Wärmeverluste und senkt somit den Heizbedarf.

Es wurden folgende Werte zur Vorlauftemperatur in den jeweiligen Gebäuden ermittelt:

Gebäude	Perzentile 95% Vorlauftemperaturen [°C]	Mittelwert Vorlauftemperatur (bei AT <5°C) [°C]	Eignung für eine Wärmepumpe
MFH 1	48,1	39,5	gut
MFH 2	61,2	53,1	bedingt
MFH 3	65,4	62,4	Vorlauftemperatur zu hoch
MFH 4	50,9	42,8	gut
MFH 5	68,8	52,7	Vorlauftemperatur zu hoch
MFH 6	46,8	40,9	gut
MFH 7	62,6	52,0	bedingt
MFH 8	72,2	63,0	Vorlauftemperatur zu hoch
MFH 9	52,5	47,4	gut
MFH 10	52,0	29,0	gut
MFH 11	59,2	51,7	bedingt
MFH 12	74,7	60,0	Vorlauftemperatur zu hoch
MFH 13	52,2	43,1	gut
MFH 14	46,7	28,7	gut
MFH 15	49,0	39,2	gut
MFH 16	70,0	60,6	Vorlauftemperatur zu hoch

Tabelle 3: Vorlauftemperaturen je Gebäude

Die detaillierten Ergebnisse wurden den Nutzern vorgestellt und in separaten Berichten übergeben.

3 Bewertung des Einsatzes einer Wärmepumpe

3.1 Arbeitszahl (AZ) und Stromverbrauch

Anhand der vor Ort gemessenen Vorlauftemperaturen lässt sich errechnen, wie effizient eine Wärmepumpe eingesetzt werden kann, um die Heizlast des jeweiligen Gebäudes zu decken. In Abbildung 6 ist der sogenannte „Coefficient of Performance“ (COP) für verschiedene Betriebspunkte einer Wärmepumpe dargestellt. Der COP ist ein Kennwert für die Effizienz einer Wärmepumpe und beschreibt das Verhältnis zwischen der erzeugten Wärmeleistung und der aufgenommenen elektrischen Leistung. Ein beispielhafter COP von 3 bedeutet, dass die Wärmepumpe aus 1 kWh elektrischer Energie 3 kWh Wärme erzeugt.

$$\text{COP} = \frac{Q_{\text{nutz}}}{W_{\text{el}}}$$

Legende:

Q_{nutz} : nutzbare Wärmeleistung in [kW oder J/s]

W_{el} : eingesetzte elektrische Leistung in [kW]

Der COP ist als Effizienzkennwert dimensionslos.

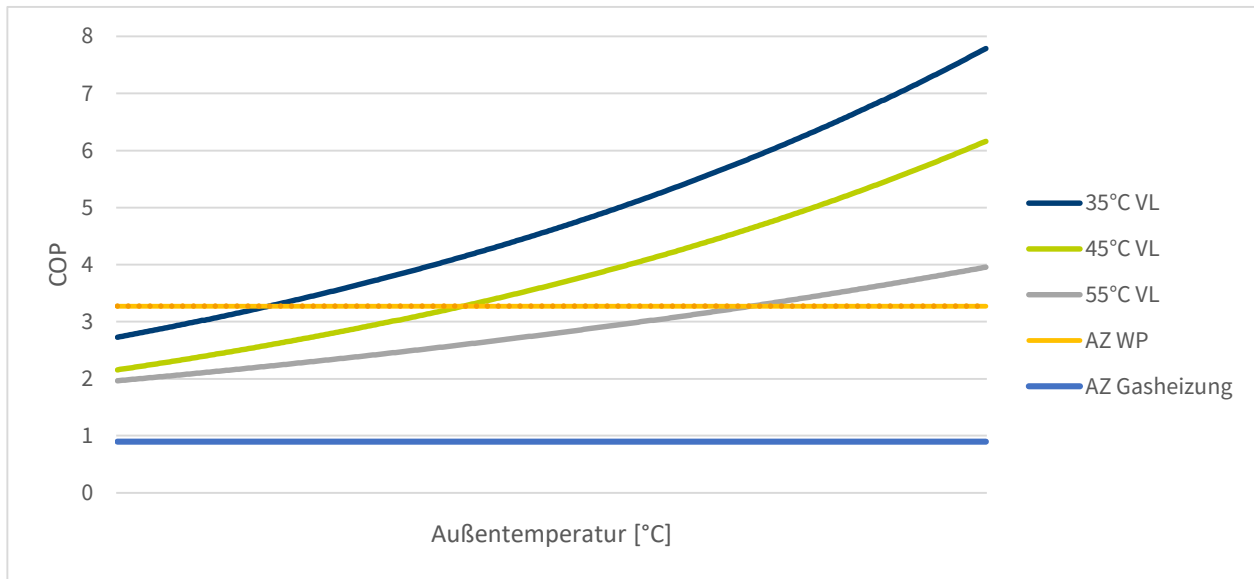


Abbildung 6: COP in Abhängigkeit von Außen - und Vorlauftemperatur (VL)

Da die Außentemperaturen während einer Heizperiode erheblich variieren, variiert auch der tatsächliche COP im realen Betrieb entsprechend. Er ist also keine konstante Größe, sondern eine Anreicherung von Momentanwerten. Um die Effizienz der Wärmepumpe über einen längeren Zeitraum (z.B. über ein Kalenderjahr) mit vertretbarem Aufwand bewerten zu können, wird eine weitere Größe, die sog. Jahresarbeitszahl (JAZ), herangezogen. Die JAZ gibt an, wie effizient eine Wärmepumpe im Durchschnitt über den Zeitraum eines gesamten Jahres arbeitet. Sie wird berechnet aus dem Verhältnis zwischen der in einem Jahr durch die Wärmepumpe erzeugten Wärmemenge (in kWh) und der dafür aufgewendeten Menge an elektrischem Strom (in kWh).

$$JAZ = \frac{Q_{h,gesamt}}{E_{el,gesamt}}$$

Legende:

- $Q_{h,gesamt}$: Gesamte innerhalb eines Jahres erzeugte Wärmemenge in [kWh]
- $E_{el,gesamt}$: Gesamte innerhalb eines Jahres bezogene elektrische Energie in [kWh]
- Die JAZ ist – wie auch der COP oder die AZ - dimensionslos.

Da im Rahmen dieses Projekts keine Messungen über einen vollständigen Jahreszeitraum durchgeführt werden konnten, handelt es sich in unseren Berechnungen daher nicht um Jahresarbeitszahlen, sondern um Arbeitszahlen (AZ) für den jeweiligen Messzeitraum.

Unter Berücksichtigung der Kennwerte marktüblicher Luft-Wasser-Wärmepumpen [6] wurde die Arbeitszahl für jedes Gebäude ermittelt. Arbeitszahlen größer 4 wurden dabei als „sehr gut“, die zu erwartende Arbeitszahl größer 3,5 als „gut“ bewertet.

Tabelle 4: Arbeitszahlen je Gebäude

Gebäude	Arbeitszahl	Start Messungen	Ende Messungen	Summe Gasverbrauch [kWh _{th}]:	Notwendiger elektrische Energie der Wärmepumpe [kWh _{el}]:	Eignung für eine Wärmepumpe
MFH 1	3,52	09.01.2026	05.02.2026	438	124	gut
MFH 2	2,58	08.12.2025	11.02.2026	2.564	993	bedingt
MFH 3	1,00	09.12.2025	19.02.2026	3.655	3.650	bedingt
MFH 4	3,85	16.12.2025	16.03.2026	14.059	3.653	gut
MFH 5	2,74	11.12.2025	15.03.2026	39.947	14.597	bedingt
MFH 6	3,61	12.01.2026	12.02.2026	1.900	527	gut
MFH 7	2,62	10.12.2025	13.02.2026	9.741	3.723	bedingt
MFH 8	2,21	05.12.2025	27.01.2026	48.543	21.977	bedingt
MFH 9	3,27	16.12.2025	12.02.2026	15.049	4.599	bedingt
MFH 10	4,06	16.12.2025	17.02.2026	7.027	1.732	sehr gut
MFH 11	2,85	08.12.2025	22.02.2026	48.571	17.065	bedingt
MFH 12	1,92	08.12.2025	12.02.2026	14.766	7.694	bedingt
MFH 13	3,45	09.01.2026	01.03.2026	5.135	1.487	bedingt
MFH 14	4,46	09.01.2026	08.03.2026	2.660	596	sehr gut
MFH 15	4,02	09.01.2026	15.03.2026	3.081	766	sehr gut
MFH 16	1,83	22.12.2025	15.03.2026	58.826	32.100	bedingt

3.2 Betriebskosten einer Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe kann aus einer Kilowattstunde elektrischer Energie mehrere Kilowattstunden Wärme erzeugen. Entscheidend für die Wirtschaftlichkeit ist dabei das Verhältnis der Stromkosten zu den Brennstoffkosten. Liegt dieses Verhältnis der Kosten unterhalb der ermittelten Arbeitszahl (AZ), fallen die Betriebskosten einer Wärmepumpe geringer aus als die einer fossilen Heizung- Liegt es darüber, wäre eine fossile Heizungsanlage die derzeit günstigere Option bzgl. der Betriebskosten.

Für Deutschland kann derzeit ein Preisverhältnis von 3:1 bis 3,5:1 angenommen werden – bei Strompreisen von rund 34- 37 ct/kWh und Gaspreisen von etwa 11ct/kWh für Privathaushalte. Da für die untersuchten Gebäude keine aktuellen individuellen Energiepreise vorlagen, wurde dieses Preisverhältnis als Berechnungsgrundlage für einen einfachen Betriebskostenvergleich verwendet. Auf dieser Basis wären 50% der Gebäude im Untersuchungszeitraum kostengünstiger mit einer Wärmepumpe beheizt worden, da deren ermittelte Arbeitszahlen zumeist oberhalb des Preisverhältnissfaktors von 3 lagen.

Es zeigte sich insbesondere, dass die gemessenen Vorlauftemperaturen bei teilweise über 70°C lagen. Hier sind die oben beschriebenen Maßnahmen zu prüfen, damit eine Wärmepumpe wirtschaftlich betrieben werden kann.

4 Hydraulik

4.1 Berechnung

Um den Zustand der Hydraulik beurteilen zu können bedarf es nur einiger weniger Informationen.

Praktische Ingenieurformel für Heizsystem

$$\dot{V}_{\text{Heizung}} \approx \frac{V_{\text{gas}} \cdot H \cdot \eta}{t \cdot c_{p_wasser} \cdot \Delta T} \quad (1)$$

Es wird das verbrauchte Gasvolumen benötigt und mit einem Anlagewirkungsgrad z.B. $\eta = 0,9$ multipliziert, um den Heizwert des verbrauchten Gases zu ermitteln:

$$\text{Heizwert von Erdgas} \approx 10 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} \quad (2)$$

$$\text{Spezifische Wärmekapazität von Wasser } (c_{p_Wasser}) = 1,163 \frac{Wh}{kg \cdot K} \quad (3)$$

Gegeben:

Verbrauch: z.B. 1 m³ pro Stunde => 10 kW

Vorlauftemperatur ϑ_{VL} : z. B. 50 °C

Rücklauftemperatur ϑ_{RL} : = z. B. 30 °C

$$\dot{V}_{Heizung} \approx \frac{10 \text{ kW} \cdot 0,9}{1,163 \cdot (50^\circ\text{C} - 30^\circ\text{C})} = 387 \frac{l}{h}$$

Diese vereinfachten Beziehungen werden häufig in der Heizungs- und Energieanlagentechnik zur Abschätzung des Volumenstroms und zur Plausibilitätsprüfung von Pumpen- oder Messwerten eingesetzt.

Volumenstrom Heizwasser in l/h

Leistung Q [kW]	ΔT 3 K [l/h]	ΔT 5 K [l/h]	ΔT 10 K [l/h]	ΔT 14 K [l/h]	ΔT 20 K [l/h]
4	1147	688	344	246	172
8	2293	1376	688	491	344
10	2867	1720	860	614	430
12	3440	2064	1032	737	516
16	4587	2752	1376	983	688
18	5160	3096	1548	1106	774
20	5733	3440	1720	1229	860
30	8600	5160	2580	1843	1290
40	11467	6880	3440	2457	1720
50	14333	8600	4300	3071	2150

Tabelle 5 Volumenstrom Heizwasser

4.2 Interpretation für eine Wärmepumpe (Luft / Wasser) mit einer Fußbodenheizung

Spreizung (Delta ϑ)	Volumenstrom	Auswirkung auf Effizienz
> 10 Kelvin (zu hoch)	Zu gering	JAZ-Reduktion 8 - 15 %, ineffiziente Wärmeübertragung
5 - 7 Kelvin (optimal)	Ausgeglichen	Maximale Systemeffizienz, optimale JAZ
< 3 Kelvin (zu niedrig)	Zu hoch	Hoher Pumpenstromverbrauch, JAZ-Degradation 3 - 8 %

Tabelle 6: Fußbodenheizung und Wärmepumpe Betrachtung Temperaturspreizung [7]

4.3 Interpretation für eine Wärmepumpe (Luft / Wasser) mit Heizkörpern

Für die Interpretation bei Systemen mit Heizkörpern verschieben sich die Zielwerte für die Spreizung deutlich nach oben. Während eine Fußbodenheizung sehr träge ist und viel Durchfluss benötigt, arbeiten Heizkörper effizienter mit einer höheren Temperaturdifferenz $\Delta\vartheta$, um die Wärme optimal an die Raumluft abzugeben.

Spreizung (Delta ϑ)	Volumenstrom	Auswirkung auf Effizienz
> 20 Kelvin (zu hoch)	Viel zu gering	Starke JAZ-Reduktion, Heizkörper werden unten kalt, unzureichender Raumkomfort wegen Strahlungsdefizit.
10 - 15 Kelvin (optimal)	Ausgeglichen	Maximale Systemeffizienz für Heizkörper, gute Balance zwischen Vorlauftemperatur und Pumpenleistung.
< 7 Kelvin (zu niedrig)	Zu hoch	Hoher Pumpenstromverbrauch, Strömungsgeräusche an Thermostatventilen, JAZ-Degradation.

Tabelle 7: Radiator Heizkörper und Wärmepumpe Betrachtung Temperaturspreizung

5 Ausblick

Globale Energiekrisen, geopolitische Konflikte und die Klimaziele Deutschlands und der Europäischen Union wirken sich zunehmend auf die Preise für fossile Energieträger aus. In den kommenden Jahren ist daher mit einem weiteren Anstieg der Kosten für Heizöl und Erdgas zu rechnen – nicht nur durch die gestiegene Nachfrage und Marktunsicherheiten, sondern auch durch politische Maßnahmen wie die seit 2021 eingeführten und jährlich steigenden CO₂-Preise auf Brenn- und Kraftstoffe.

Zwar basiert ein Teil der aktuellen Stromerzeugung noch auf Erdgas und anderen fossilen Energieträgern, jedoch ist im Zuge der fortschreitenden Dekarbonisierung und des Ausbaus erneuerbarer Energien davon auszugehen, dass die Strompreise langfristig weniger stark ansteigen als die Preise für fossile Brennstoffe. Insbesondere der zunehmende Anteil von Photovoltaik und Windenergie am deutschen Strommix wirkt preisstabilisierend und entkoppelt die Strompreise zunehmend von fossilen Märkten.

Vor diesem Hintergrund ist davon auszugehen, dass sich die Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpen im Vergleich zu fossilen Heizsystemen in den kommenden Jahren weiter verbessern wird. Wärmepumpen

profitieren dabei sowohl von ihrer hohen Energieeffizienz als auch von der zunehmenden Verfügbarkeit klimafreundlich erzeugter Elektrizität.

5.1 Förderung

Der Einbau von Wärmepumpen in bestehende Mehrfamilienhäuser (MFH), die bislang mit Erdgas- oder Heizöl-Kesseln beheizt werden, wird in Deutschland auch im Jahr 2026 (Stand: 16.03.2026) weiterhin attraktiv gefördert. Über die KfW-Bankengruppe stellt der Staat im Rahmen der Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) unterschiedliche Zuschüsse zur Verfügung

Wärmepumpen in Wohngebäuden im Eigentum von Privatpersonen (KfW-Programm 458)

Die Förderhöhe für Wärmepumpen in bestehenden Wohngebäuden im Eigentum von Privatpersonen (Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser, Eigentumswohnungen in Wohnungseigentümergeinschaften) liegt zwischen einer Grundförderung von 30 % bis maximal 70 % der förderfähigen Kosten. Die Höhe der Bonusförderungen hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab:

- dem Haushaltsjahreseinkommen der antragstellenden Privatperson (Einkommensbonus),
- dem Zeitpunkt der Antragsstellung (Klimageschwindigkeitsbonus),
- dem Einsatz von erneuerbaren Kältemitteln oder besonders effizienten Wärmequelle (Effizienzbonus)

Wärmepumpen in Wohngebäuden im Eigentum von Unternehmen und juristischen Personen (KfW-Programm 459)

Die Förderhöhe für Wärmepumpen in bestehenden Wohngebäuden im Eigentum von Unternehmen sowie für Kontraktoren, die Investitionsmaßnahmen in bestehenden Wohngebäuden in Deutschland durchführen, liegt zwischen einer Grundförderung von 30 % bis maximal 35 % der förderfähigen Kosten. Die Höhe der Bonusförderung (5% Effizienzbonus) hängt dabei von dem Einsatz von erneuerbaren Kältemitteln oder einer besonders effizienten Wärmequelle (Wasser, Erdreich, Abwasser) ab.

Grundvoraussetzungen für eine Förderung des Einbaus von Wärmepumpen über die KfW:

- Die Maßnahme erhöht den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch des Gebäudes.
- Es handelt sich um ein bestehendes Wohngebäude, dessen Bauantrag beziehungsweise Bauanzeige zum Zeitpunkt der Antragstellung mindestens fünf Jahre zurückliegt.
- Der Einbau der fabrikneuen Wärmepumpe ist mit einer Optimierung des gesamten Heizungsverteilungssystems (inklusive Durchführung des hydraulischen Abgleichs bzw. Anpassung der Luftvolumenströme) verbunden.

Rechtliche Grundlage:

Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude – Einzelmaßnahmen (BEG EM) vom 21.12.2023 [8].

Zusätzliche Informationen und Antragsformulare finden sich auf den Internetseiten der KfW-Förderbank:

- Förderprogramm 458 - Zuschuss: Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude [9] sowie
- Förderprogramm 459 - Zuschuss: Heizungsförderung für Unternehmen – Wohngebäude [10].

5.2 Einbindung von Energieberaterinnen und Energieberatern, Fachunternehmen

Um einen Antrag für einen Förderzuschuss [8] zum Einbau einer Wärmepumpe bei der KfW einreichen zu können, ist zwingend die Einbindung einer/eines für das Programm zugelassenen Energieberaterin/Energieberaters oder eines Fachunternehmens für Heizungs- bzw. Wärmepumpentechnik erforderlich.

Adressen von zugelassenen Energieberaterinnen und Energieberatern sind veröffentlicht in der Energie-Effizienz-Experten-Datenbank der Deutschen Energie-Agentur GmbH [11]

6 Formelzeichen

Symbol	Bedeutung	Einheit
$\dot{Q}$	Wärmeleistung / Wärmestrom	W oder kW
ρ	Dichte des Heizwassers	$\frac{kg}{m^3}$
$\dot{V}_{Heizung}$	Volumenstrom des Heizwassers	$\frac{m^3}{h}$
c_p	spezifische Wärmekapazität	$\frac{kJ}{kg \cdot K}$
$\Delta\theta$	Temperaturdifferenz Vorlauf–Rücklauf	K oder °C
E_{gas}	Energieinhalt des verbrauchten Gases	kWh
V_{gas}	Gasvolumen (Zählerstand-Differenz)	m^3
H	Heizwert (Hi) oder Brennwert (Hs) des Gases	$\frac{kWh}{m^3}$
η	Anlagenwirkungsgrad (Nutzungsgrad)	% (oder dezimal)
t	Zeitbezug der Messung (Zeitraum)	h (Stunden)

Literaturverzeichnis

[1]	E. Online, „CO2-Vergleich: Energieträger Heizung – eine Klimabilanz,“ [Online]. Available: https://www.effizienzhaus-online.de/heizung-energetraeger-und-klimabilanz/CO2-Vergleich: Energieträger Heizung – eine Klimabilanz. [Zugriff am 13 7 2026].
[2]	Umweltbundesamt, „Richtiges Heizen schützt das Klima und den Geldbeutel,“ [Online]. Available: https://www.umweltbundesamt.de/umwelttipps-fuer-den-alltag/richtiges-heizen-schuetzt-das-klima-den-geldbeutel. [Zugriff am 13 7 2026].
[3]	B. W. e.V., „Klimakarte,“ [Online]. Available: https://www.waermepumpe.de/werkzeuge/klimakarte/. [Zugriff am 13 7 2026].
[4]	Beuthverlag, „DIN 12831,“ [Online]. Available: https://www.dinmedia.de/de/vornorm/din-ts-12831-1/316645651.
[5]	S. Fonseca, „Gruenes Haus,“ [Online]. Available: https://gruenes.haus/waermepumpe-vorlauftemperatur/. [Zugriff am 13 7 2026].
[6]	A. d. S. L. -. L. u. Energie, „Produktdatenbank Get,“ [Online]. Available: https://www.produktdatenbank-get.at/#/search?eq(group,337)&eq(instock,1)&select(id,name,subsidable,custom.field_107,custom.field_103,custom.field_109,custom.field_128,custom.field_111,custom.field_101,custom.field_19,custom.field_27,custom.field_135,custo. [Zugriff am 13 7 2026].
[7]	M. Nestler, „Volumenstrom Wärmepumpe: Dimensionierung und Optimierung für maximale Effizienz,“ 42 Watt, [Online]. Available: https://42watt.de/magazin/volumenstrom-warmepumpe?loaded=1&sid=1772713698&cid=764630268.1772713698&gadsclid=&fbadsclid=&utmso=chatgpt.com&utme=referral&utca=no_campaign&utt=2026-03-05T11:23:37.533Z&utco=no_content&utte=no_term&utfb=no_fbaid&skip_welcome=. [Zugriff am 24 07 2026].
[8]	B. f. W. u. Klimaschutz, „Richtlinie für die Bundesförderung für effiziente Gebäude die Bundesförderung für effiziente Gebäude,“ 21 12 2023. [Online]. Available: https://www.bundesanzeiger.de/pub/publication/TevdpcR9NeEp7m7RhBJ/content/TevdpcR9NeEp7m7RhBJ/BAz0AT029.12.20230B1.pdf. [Zugriff am 13 7 2026].
[9]	KfW, „BEG Heizungsförderung für Privatpersonen – Wohngebäude -Merkblatt 458,“ 1ß 12 2025. [Online]. Available: https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000005131_M_458.pdf. [Zugriff am 13 7 2006].

[10]	KfW, „BEG Heizungsförderung für Unternehmen - Wohngebäude - Merkblatt 459,“ 10 12 2025. [Online]. Available: https://www.kfw.de/PDF/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000005132_M_459.pdf . [Zugriff am 13 7 2026].
[11]	D. E.-A. G. (dena), „Energieeffizienz Experten für Förderprogramme des Bundes,“ [Online]. Available: https://www.energie-effizienz-experten.de/ . [Zugriff am 13 7 2026].
[12]	Beuth, „Normaussentemperatur,“ 13 7 2026. [Online]. Available: DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (2020): DIN/TS 12831- 1 Verfahren zur Berechnung der Raumheizlast - Teil 1: Nationale Ergänzungen zur DIN EN 12831-1. Ausgabe 2020-04. Berlin, Beuth Verlag..