

Energetische Bewertung

**Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktor der Nahkälteversorgung
„Heidelberg Innovation Park“**



► Bericht

Nußloch, April 2023

Projektleitblatt

Auftraggeber: Stadtwerke Heidelberg Energie GmbH
Kurfürsten-Anlage 42-50
69115 Heidelberg

Auftragnehmer: Ing.-Büro Gerd Fleischhammer
Daimlerweg 15
69226 Nußloch

Nußloch, den 01. April 2023



(Gerd Fleischhammer)

1 Aufgabenstellung

Mit dem Inkrafttreten des Gebäudeenergiegesetzes 2020 (GEG) am 1. November 2020 wurden das Energieeinsparungsgesetz (EnEG 2013), die Energieeinsparverordnung (EnEV 2014) und das Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG 2011) zusammengeführt. Das GEG hat die Regelungen, die für Fernwärme- und Kälteversorgungen relevant sind, größtenteils unverändert übernommen.

Für Primärenergiefaktoren gilt jetzt eine Kappungsgrenze von 0,3 abzüglich erneuerbarer Anteile. Neu ist außerdem, dass auf Energieausweisen die CO₂-Emissionen angegeben werden müssen.

Zur Abbildung der Neuregelungen hat die AGFW ihr Regelwerk der Reihe FW 309 angepasst. Aktuell kommt die Endfassung aus dem Mai 2021 zur Anwendung.

Die Berechnung und Bescheinigung folgender Kennwerte für die Nahkälteversorgung „Heidelberg Innovation Park“ basierend auf derzeitigen Plandaten ist Gegenstand der vorliegenden Ausarbeitung:

- Primärenergiefaktor
- CO₂-Emissionsfaktor
- Erfüllungsgrad des erforderlichen erneuerbaren Anteils gemäß GEG

2 Struktur der Kälteversorgung

Die Stadtwerke Heidelberg Energie GmbH planen in Heidelberg die Nahkälteversorgung „Heidelberg Innovation Park“. Für die Kälteerzeugung wird eine Energiezentrale errichtet. Diese dient der Versorgung der Liegenschaften im Bereich des Heidelberg Innovation Park (Laborflächen, Büros, Rechenzentrum, Großsporthalle). Im Endausbau wird die Kältezentrale eine maximale Kälteleistung von 10 MW erbringen können.

Die Kälte wird zum einen mit 5 hocheffizienten, ölfreien Kompressionskältemaschinen mit magnetgelagerten Turboverdichter erzeugt. Die Kompressionskältemaschinen speisen 2 unterirdische Eisspeicher mit einem Gesamtvolumen von 500m³. Somit kann in Spitzenzeiten zusätzliche Kälteleistung bereitgestellt werden und die Versorgungssicherheit kann deutlich erhöht werden.

Aus den Eisspeichern bis zu 30 h Kälte mit einer Leistung von 1000 kW geliefert werden kann, ohne dass eine Kältemaschine läuft. Auf dem Dach des angrenzenden Parkhauses wird eine ca. 530 kW große PV Anlage speziell für die Kältezentrale installiert. Dadurch können etwa 16% des benötigten Stroms lokal emissionsfrei erzeugt werden.

Ferner werden im Endausbau 2 BHKW installiert, deren Abwärme in 6 thermisch angetriebenen Absorptionskältemaschinen in Kälte umgewandelt wird. Die erzeugte Strommenge wird eingespeist. Ein Teil der Wärme für die Absorptionskältemaschinen wird aus dem Fernwärmenetz der Stadtwerke Heidelberg bezogen.

In der kühleren Jahreszeit können 15% des Jahreskältebedarfs durch freie Kühlung bereitgestellt werden.

Die detaillierten Energieflüsse sind in *Anlage 1* dargestellt.

3 Berechnung des Primärenergiefaktors

Der Primärenergiefaktor wird auf der Basis der derzeitigen Plan-
daten berechnet. Die zugehörige Bescheinigung hat eine Gültig-
keitsdauer von sieben Jahren.

Der Primärenergiefaktor wird nach folgender Formel zu berechnen
(Formel (1) FW 309-1:2021):

$$f_{we;out} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} \cdot f_{we;in;cr} - E_{el;exp;em} \cdot f_{we;el;exp;em}}{Q_{out}}$$

Dabei ist:

$f_{we;out}$	Gewichtungsfaktor der abgegebenen Energie
$E_{in;cr}$	Energie des zugeführten Energieträgers cr
$f_{we;in;cr}$	Gewichtungsfaktor des zugeführten Energieträgers cr
$E_{el;exp;em}$	KWK-Strom, der vom System exportiert wird
$f_{we;el;exp;em}$	Gewichtungsfaktor des exportierten KWK-Stroms
Q_{out}	Energieabgabe des Systems

Die nicht erneuerbaren Gewichtungsfaktoren $f_{P,n.em.}$ der Energie-
flüsse werden entsprechend AGFW Arbeitsblatt FW 309 Teil
1:2021 wie folgt verwendet:

- Erdgas im BHKW 1,1
- Fernwärmebezug 0,31
- Stromerzeugung in KWK 2,8
- Stromeigenbedarf (Netzbezug) 1,8
- Selbst genutzter PV-Strom 0,0

Ein Kopie der Bescheinigung des Primärenergie- und CO₂-Emis-
sionsfaktors der Fernwärme ist in *Anlage 2* dargestellt.

Die Berechnung nach FW 309-1:2021 ergibt für die Nahkältever-
sorgung „Heidelberg Innovation Park“ einen Primärenergiefaktor
von **0,33**. Die Berechnungstabelle mit den wesentlichen Ein-
gangsdaten ist als *Anlage 3* beigefügt.

4 Berechnung des CO₂-Emissionsfaktors

Basierend auf denselben Daten und der Formel aus Abschnitt 3 wird der CO₂-Emissionsfaktor ermittelt.

Die Gewichtungsfaktoren f_{CO_2eq} der Energieflüsse werden entsprechend AGFW Arbeitsblatt FW 309 Teil 1:2021 wie folgt verwendet (g/kWh_{CO₂eq}):

- Erdgas im BHKW 240
- Fernwärmebezug 156,8
- Stromerzeugung in KWK 860
- Stromeigenbedarf (Netzbezug) 560
- Selbst genutzter PV-Strom 0

Die Berechnung nach FW 309-1:2021 ergibt für die Nahkälteversorgung „Heidelberg Innovation Park“ einen CO₂-Emissionsfaktor von **35 g/kWh_{CO₂eq}**. Die Berechnungstabelle mit den wesentlichen Eingangsdaten ist als *Anlage 4* beigefügt.

5 Bescheinigung

Die Berechnung von Primärenergiefaktoren und CO₂-Emissionsfaktoren wird wie oben beschrieben im AGFW Regelwerk in FW 309-1:2021 zusammengefasst. Die FW 309-1:2021 basiert neben den Regelungen des GEG auf DIN V 18599-1:2018-09, Gleichung A.2.

Die Angaben auf Bescheinigungen der oben genannten Faktoren sowie deren Geltungsdauer sind in FW 309-7:2021 geregelt. Auf Grund der Verwendung von Plandaten beträgt die Gültigkeitsdauer sieben Jahre.

Eine Kopie der Bescheinigung ist als *Anlage 5* beigefügt.

Hinweis: Bei Änderungen der Anlagenkonfiguration oder des Energieträgermixes der betrachteten Anlagen, die eine wesentliche Erhöhung der bescheinigten Faktoren bewirken, ist mit den Bilanzdaten des Folgejahres oder mit angepassten Plandaten unverzüglich der Primärenergiefaktor und der CO₂-Emissionsfaktor neu zu berechnen und zu bescheinigen.

6 Erfüllungsgrad der erneuerbaren Anteile

Die Anforderung des Einsatzes erneuerbarer Energieträger in Gebäuden wurde bisher vom Erneuerbaren Wärmegesetzes (EEWärmeG) geregelt. Die Anforderungen sind zum 01. November 2020 in das GEG § 44 übergegangen.

Auf dieser Grundlage wurde das AGFW Arbeitsblatt FW 309 Teil 5 angepasst. Für die Nahkälteversorgung „Heidelberg Innovation Park“ ist der Kälteanteil, der aus objektnaher Stromerzeugung aus der PV-Anlage als erneuerbar anzurechnen. Darüber hinaus werden 15% der Kälte durch freie Kühlung bereit gestellt.

GEG §44 gilt als erfüllt, wenn die Kälteerzeugung zu 15% mit objektnah erzeugtem Strom aus PV-Anlagen erfolgt. Gemäß der derzeitiger Planung wird dieser Anteil bei 10% liegen. Für freie Kühlung beträgt der Anforderungswert bei 50% bei einem tatsächlichen Anteil im Versorgungssystem von 15%. Darüber hinaus ist der Anteil der Fernwärme anrechenbar. Gleiches gilt auch für die Kälte auf Basis von KWK.

Die Kopie der Bescheinigung über den erneuerbaren Anteil und Erfüllungsgrad der Fernwärme ist in *Anlage 6* dargestellt.

Daraus ergibt sich ein Erfüllungsgrad für die Kälteversorgung von **147%** bezogen auf die Anforderungen gemäß § 44 GEG. Der KWK-Anteil ist **24%**.

Die Kopie der zugehörigen Bescheinigung ist in *Anlage 7* dargestellt.

Anmerkungen:

Der gesamte erneuerbare Anteil der Kälteversorgung umfasst neben dem Kälteanteil aus PV auch den erneuerbaren Anteil des netzbezogenen Stroms selbst. Dieser beträgt Stand 2021 rund 41%. Daraus ergibt sich ein gesamter erneuerbarer Anteil (RER) von 32%.

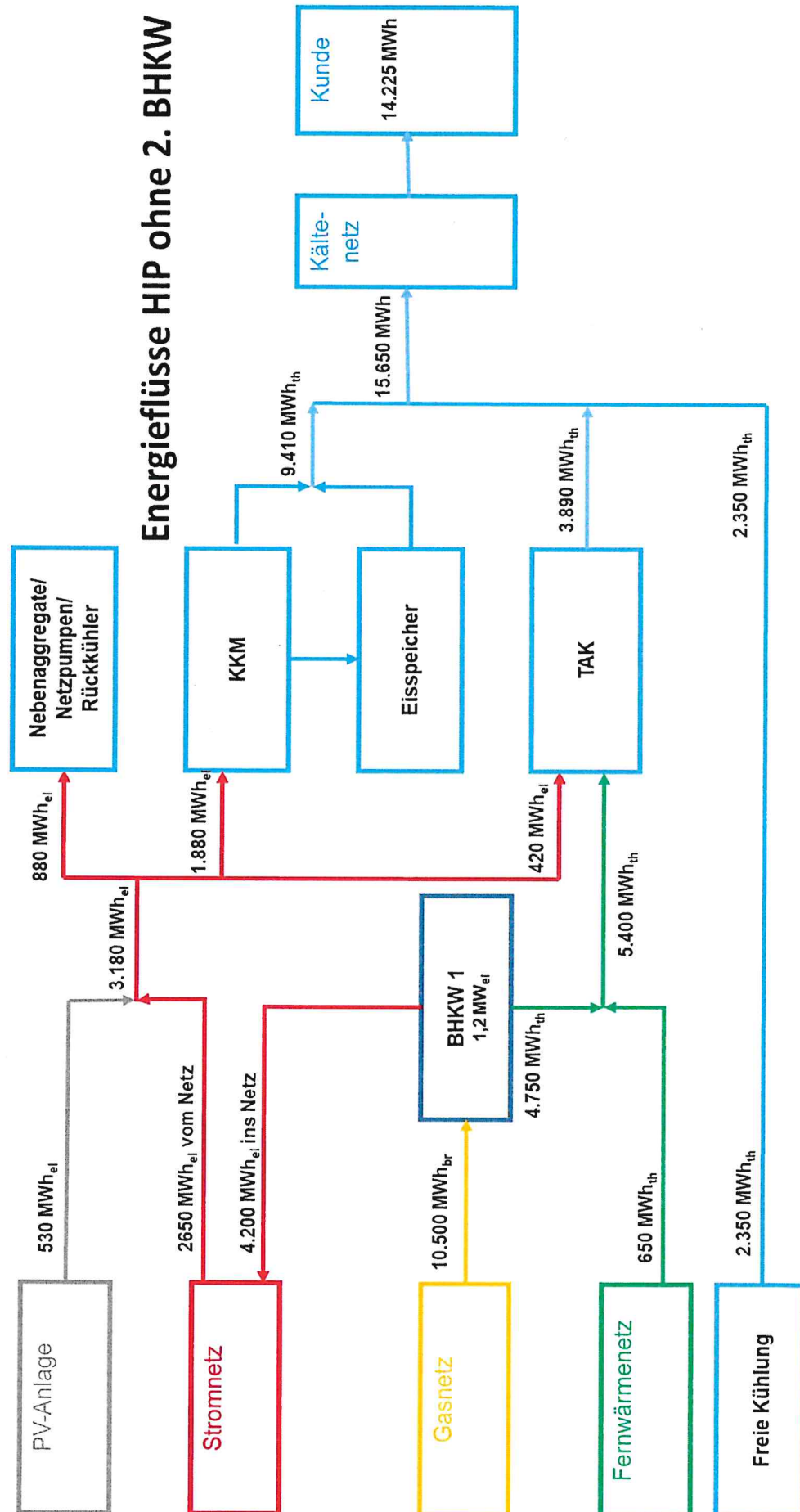
Der erneuerbare Anteil des netzbezogenen Stroms kann für das GEG und im BEG jedoch nicht berücksichtigt werden.

Der für das Förderprogramm BEG relevante erneuerbare Anteil beträgt 26%.

Anlagen

- 1) Energieflussbild Nahkälteversorgung
- 2) Kopie der Bescheinigung Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktors der Fernwärme nach FW 309 Teile 1 und 7
- 3) Berechnungstabelle Primärenergiefaktor
- 4) Berechnungstabelle CO₂-Emissionsfaktor
- 5) Kopie der Bescheinigung Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktor der Nahkälteversorgung nach FW 309 Teile 1 und 7
- 6) Kopie der Bescheinigung der erneuerbaren Anteile der Fernwärme nach FW 309 Teile 5 und 7
- 7) Kopie der Bescheinigung der erneuerbaren Anteile der Nahkälteversorgung nach FW 309 Teile 5 und 7

Anlage 1: Energieflussbild Nahkälteversorgung



Anlage 2: Kopie der Bescheinigung Primärenergie- und CO₂-Emissionsfaktors der Fernwärme
nach FW 309 Teile 1 und 7

BESCHEINIGUNG

über die energetische Bewertung nach
FW 309 Teile 1 und 7

Wärme-Versorgungssystem

Heidelberg 

Betreiber

Stadtwerke Heidelberg Netze GmbH 

Der Gutachter bescheinigt dem Versorgungssystem
folgende Kennzahlen

Primärenergiefaktor FW 309-1:2020 (GEG § 22 (2)) [f_p] 0,31

Emissionsfaktor FW 309-1:2020 (GEG Anl. 9) [f_{CO₂eq}] 156,8 g_{CO₂}/kWh

Beinhaltet Plandaten.

Diese Bescheinigung ist gültig bis zum 22.12.2027.


ausgestellt am: 22.12.2020

Stefan Zickgraf

Gutachter-Nr.: FW609-3 

erstellt über www.district-energy-systems.info

Bescheinigungsnummer:

DEBW0017_FW309-1u7_22122020 



Anlage 3: Berechnungstabelle Primärenergiefaktor

Stadtwerke Heidelberg Energie GmbH Nahkälteversorgung Heidelberg Innovation Park Primärenergiefaktor nach AGFW FW 309-1:2021 Plandaten		Absorptions- und Kompressionkälte mit PV-Unterstützung	
Energieträgereinsatz zur Kälteerzeugung			
Erdgas			
<i>BHKWs</i>		MWh/a	10.500
Strom, netzbezogen		MWh/a	2.650
<i>davon erneuerbar (nicht anrechenbar nach GEG)</i>	41%	MWh/a	1.087
Strom aus objektnaher erneuerbarer Erzeugung		MWh/a	530
Wärmebezug 1		MWh/a	650
Summe			14.330
Primärenergieeinsatz			
Erdgas	1,10	MWh/a	11.550
Heizöl EL	1,10	MWh/a	0
Strom, netzbezogen	1,80	MWh/a	4.770
Strom aus objektnaher erneuerbarer Erzeugung	0,00	MWh/a	0
Wärmebezug 1	0,31	MWh/a	202
Summe			16.522
Kälteerzeugung			
Kältebedarf (Verkauf + Verluste)		MWh/a	15.650
Kältenetzeinspeisung		MWh/a	15.650
<i>davon aus AKM mit BHKW-Abwärme</i>		MWh/a	3.422
<i>davon aus AKM mit Fernwärme</i>		MWh/a	468
<i>davon KKM mit Netzstrom</i>		MWh/a	7.842
<i>davon aus KKM mit PV-Strom (objektnah)</i>		MWh/a	1.568
<i>davon freie Kühlung</i>		MWh/a	2.350
Gekoppelter Anteil			24%
<i>davon aus KWK Erdgas</i>		MWh/a	3.422
<i>davon aus Fernwärme</i>		MWh/a	375
Erneuerbarer Anteil			32%
<i>davon aus Fernwärme</i>		MWh/a	124
<i>davon Strom aus Netzbezug (nicht anrechenbar nach GEG)</i>		MWh/a	1.087
<i>davon Strom aus objektnaher erneuerbarer Erzeugung</i>		MWh/a	1.568
<i>davon aus freier Kühlung</i>		MWh/a	2.350
KWK-Stromerzeugung			
KWK-Bruttostromerzeugung		MWh/a	4.200
Primärenergie KWK-Bruttostromerzeugung (Gutschrift)	2,80	MWh/a	11.760
Strom			
Hilfsenergie (Strom) ist oben enthalten		MWh/a	0,0
Primärenergieeinsatz Hilfsenergie (Strombezug)	1,80	MWh/a	0
Kälteverkauf			
		MWh/a	14.225
Gesamtbilanz			
Primärenergie			
Primärenergieeinsatz Energieträger		MWh/a	16.522
Primärenergie Hilfsenergie (Strombezug)		MWh/a	0
Gutschrift für KWK-Strom		MWh/a	11.760
Kälte			
Kältenetzeinspeisung		MWh/a	15.650
<i>davon aus KWK</i>		MWh/a	3.796
<i>davon erneuerbar (nach GEG)</i>		MWh/a	4.042
Kälteabgabe an Kunden		MWh/a	14.225
Strom			
KWK-Stromerzeugung, brutto		MWh/a	4.200
Kennzahlen			
Primärenergiefaktor, berechnet			0,33
Primärenergiefaktor, nach GEG zu verwenden			0,33
Netzverluste, bezogen auf Kälteerzeugung			9%
KWK-Anteil			24%
Erneuerbar anrechenbar nach GEG (ungewichtet)			50%
Erneuerbar anrechenbar nach GEG (gewichtet) = Erfüllungsgrad nach §44			147%
Erneuerbarer Anteil (RER) - nicht anrechenbar nach GEG			32%

Anlage 4: Berechnungstabelle CO₂-Emissionsfaktor

Stadtwerke Heidelberg Energie GmbH Nahkälteversorgung Heidelberg Innovation Park CO ₂ -Emissionsfaktor nach AGFW FW 309-1:2021 Plandaten		Absorptions- und Kompressionkälte mit PV-Unterstützung	
Energieträgereinsatz Hu zur Kälteerzeugung			
Erdgas			
<i>BHKWs</i>		MWh/a	10.500
Strom, netzbezogen		MWh/a	2.650
Strom aus objektnaher erneuerbarer Erzeugung		MWh/a	530
Wärmebezug 1		MWh/a	650
Wärmebezug X		MWh/a	0
Summe			14.330
CO₂-Emissionen			
Erdgas	g _{CO2eq.} /kWh	t/a	2.520
240			
Strom, netzbezogen	560	t/a	1.484
Wärmebezug 1	157	t/a	102
Summe			4.106
Kälteerzeugung			
Kältebedarf (Verkauf + Verluste)		MWh/a	15.650
Kältenetzeinspeisung		MWh/a	15.650
Gekoppelter Anteil			22%
davon aus KWK Erdgas		MWh/a	3.422
KWK-Stromerzeugung /Strombezug			
KWK-Bruttostromerzeugung	g _{CO2eq.} /kWh	MWh/a	4.200
860			
CO ₂ Stromerzeugung (Gutschrift)		t/a	3.612
Kälteverkauf		MWh/a	14.225
Gesamtbilanz			
CO₂-Emissionen			
CO ₂ -Emissionen Energieträger		t/a	4.106
CO ₂ -Emissionen Hilfsenergie (Strom)		t/a	0
Gutschrift für KWK-Strom		t/a	3.612
Kennzahlen			
CO ₂ -Emissionsfaktor, gerechnet	g _{CO2eq.} /kWh		35
CO ₂ -Emissionsfaktor, nach GEG zu verwenden	g _{CO2eq.} /kWh		35

Anlage 5: Kopie der Bescheinigung Primärenergie- und
CO₂-Emissionsfaktor der Nahkälteversorgung nach FW 309 Teile 1 und 7

BESCHEINIGUNG

über die energetische Bewertung nach
FW 309 Teile 1 und 7

Kälte-Versorgungssystem

Nahkälteversorgung Heidelberg Innovation Park 

Betreiber

Stadtwerke Heidelberg Energie GmbH 

Der Gutachter bescheinigt dem Versorgungssystem
folgende Kennzahlen

Primärenergiefaktor FW 309-1:2021 (GEG § 22 (2)) [f_p] 0,33

Emissionsfaktor FW 309-1:2021 (GEG Anl. 9) [f_{CO2eq}] 35 g_{CO2eq}/kWh

Beinhaltet Plandaten.

Diese Bescheinigung ist gültig bis zum 01.04.2030.


ausgestellt am: 01.04.2023

Gerd Fleischhammer

Gutachter-Nr.: FW609-112 

erstellt über www.district-energy-systems.info

Bescheinigungsnummer:

DEBW0607_FW309-1u7_06022023_2 



Anlage 6: Kopie der Bescheinigung der erneuerbaren Anteile der Fernwärme nach FW 309 Teile 5 und 7

Bescheinigung des Wärmenetzbetreibers über die Erfüllung der Nutzungspflicht nach § 44 GEG 2020 in Verbindung mit AGFW FW 309 Teile 5 & 7

	MWh	Deckungsanteil DA	Pflichtanteil PA	Erfüllungsgrad EG
Wärmenetzeinspeisung gesamt	616.719			
aus hocheffizienter KWK	492.340			
hiervon aus Wärmebezug FRN	457.732	0,7422	0,5	1,484
hiervon aus EB-BHKW	13.608	0,0221	0,5	0,044
hiervon aus iKWK	21.000	0,0341	0,5	0,068
aus bilanziellem Biomethan in KWK	27.139	0,0440	0,3	0,147
aus fester Biomasse	77.520	0,1257	0,5	0,251
aus Umweltwärme (WP)	8.100	0,0131	0,5	0,026
aus Solarthermie	296	0,0005	0,15	0,003
insgesamt aus erneuerb. Energien (RER)	163.498	26,5%		
insgesamt aus Abwärme/Abfall (WHR)	117.383	19,0%		
aus sonst. Wärmeerzeugern mit Heizöl	2.394	0,39%		
Erfüllungsgrad der Fernwärme EG_{FW}				2,02

Die Anforderungen des § 44, GEG 2020 an die Wärmelieferung sind erfüllt? ja
 Die Anforderungen des § 4 in Verbindung mit § 10 EWärmeG sind erfüllt? ja
 "Effiziente Fernwärme" nach EU-Effizienz-Richtlinie? ja

Name des Wärmenetzbetreibers: Stadtwerke Heidelberg Netze GmbH
 Name des Wärmenetzes: Fernwärmeversorgung Heidelberg
 Lage des Netzes: Stadt Heidelberg

 Verantwortlicher Koordinator: Herr Dipl.-Ing. Peter Erb (Prokurist)
 Telefon: 06221 513-4146
 E-mail: peter.erb@swhd.de
 Zeitraum der Datenbasis: Planzahlen 11/2020
 Diese Bescheinigung ist gültig bis: 1. November 2024

Ort, Datum

Unterschrift

Die Berechnung der Zusammensetzung der Wärme wurde von dem Ingenieurbüro ZICON - Dr. Stefan Zickgraf durchgeführt und in einem Gutachten vom 29. März 2021 bestätigt. Die Geltungsdauer ist auf die der Wärmelieferung der FRN GmbH beschränkt



Ludwigshafen, 29. März 2021
 Ort, Datum

Unterschrift



Anlage 7: Kopie der Bescheinigung der erneuerbaren Anteile der Nahkälteversorgung nach
FW 309 Teile 5 und 7

BESCHEINIGUNG

über die energetische Bewertung nach
FW 309 Teile 5 und 7

Kälte-Versorgungssystem

Nahkälteversorgung Heidelberg Innovation Park 

Betreiber

Stadtwerke Heidelberg Energie GmbH 

Der Gutachter bescheinigt dem Versorgungssystem
folgende Kennzahlen

Erfüllungsgrad der Fernwärme [EG _{FW}]	147 %
Erneuerbarer Anteil [RER]	32 %
Anteil aus fossilem Heizöl [-]	0 %
KWK-Anteil [-]	24 %

Beinhaltet Plandaten.

Diese Bescheinigung ist gültig bis zum 01.04.2030.

ausgestellt am: 01.04.2023

Gerd Fleischhammer

Gutachter-Nr.: FW609-112 

erstellt über www.district-energy-systems.info

Bescheinigungsnummer:
DEBW0607_FW309-5u7_01042023 