



Gutachten

Bescheinigung der energetischen Bewertung der Fernwärme nach FW 309,
für die Wärmenetze „Hainholzweg“, „Bahnhofstraße“, „Nord“, „Ost“ der
Stadtwerke Pritzwalk GmbH

Projekt-Nr.: B-PRI-001

Auftraggeber: Stadtwerke Pritzwalk GmbH
Gartenstraße 8
69181 Leimen

Auftragnehmer: GEF Ingenieur AG
Ferdinand-Porsche-Straße 4a
69181 Leimen

Version: 1.0

Leimen, 19.12.2024



Inhalt

1. Einleitung	3
2. Beschreibung der Wärmenetze.....	4
2.1 Wärmenetz „Hainholzweg“	4
2.2 Wärmenetz „Bahnhofstraße“	5
2.3 Wärmenetz „Nord“	6
2.4 Wärmenetz „Ost“	7
3. Bestimmung des Primärenergiefaktors und des Emissions-faktors nach FW 309-1	8
4. Datengrundlage des Fernwärmenetzes	11
5. Berechnung Gewichtungsfaktoren.....	14
6. Zusammenfassung Gewichtungsfaktoren	15
7. Anlagenverzeichnis.....	15

1. Einleitung

Die Energieeinsparverordnung und das Erneuerbare Energien Wärmegesetz wurden im Gebäudeenergiegesetz (GEG) im Jahr 2020 zusammengefasst. Im GEG wird der maximal zulässige Jahres-Primärenergiebedarf für die Gebäude-Energiebilanz begrenzt. In dieser Gebäude-Energiebilanz wird nicht nur die Wärmedämmung allein berücksichtigt, vielmehr kommt der Güte des Heizsystems eine besondere Bedeutung zu.

Die Güte eines Heizsystems wird durch den **Primärenergiefaktor** charakterisiert, der das Verhältnis von eingesetzter Primärenergie zu abgegebener Heizwärme bezeichnet.

Um den Jahresprimärenergieeinsatz und die CO₂-Emissionen berechnen zu können, ist die Angabe eines unabhängig bescheinigten Gewichtungsfaktor (Primärenergiefaktor f_P und Emissionsfaktor $f_{CO_2eq.}$) für die eingesetzte Heizungsart notwendig.

Für Fernwärme gelten allgemein und ohne Bescheinigung gemäß FW 309-1 die in Tabelle 2 dargestellten Standard-Gewichtungsfaktoren.

Andere Gewichtungsfaktoren sind nur zulässig, wenn diese nach den Regeln der Technik gemäß FW 309-1 von einem unabhängigen Gutachter ausführlich berechnet wurden. In diesem Fall wird ein spezifischer Primärenergiefaktor f_P und ein Emissionsfaktor $f_{CO_2eq.}$ für ein Wärmeversorgungssystem bescheinigt.

Gegenstand des Gutachtens ist die Berechnung und Bescheinigung der Primärenergiefaktoren $f_{P,FW}$ für die Wärmenetze „Hainholzweg“, „Bahnhofstraße“, „Nord“, „Ost“ der Stadtwerke Pritzwalk GmbH in Pritzwalk nach FW 309-1 und FW 309-7.

Die Berechnung der Faktoren erfolgt auf der Grundlage von Bilanzdaten der Jahre 2021 - 2023. Die bescheinigten Faktoren haben eine Gültigkeit von 10 Jahren.

2. Beschreibung der Wärmenetze

2.1 Wärmenetz „Hainholzweg“

Das Wärmenetz „Hainholzweg“ wird auf Basis von Erdgaskesseln und BHKW mit Erdgas als Brennstoff betrieben. Der zu bewertende Bilanzkreis lässt sich damit folgendermaßen darstellen (siehe Abbildung 1):

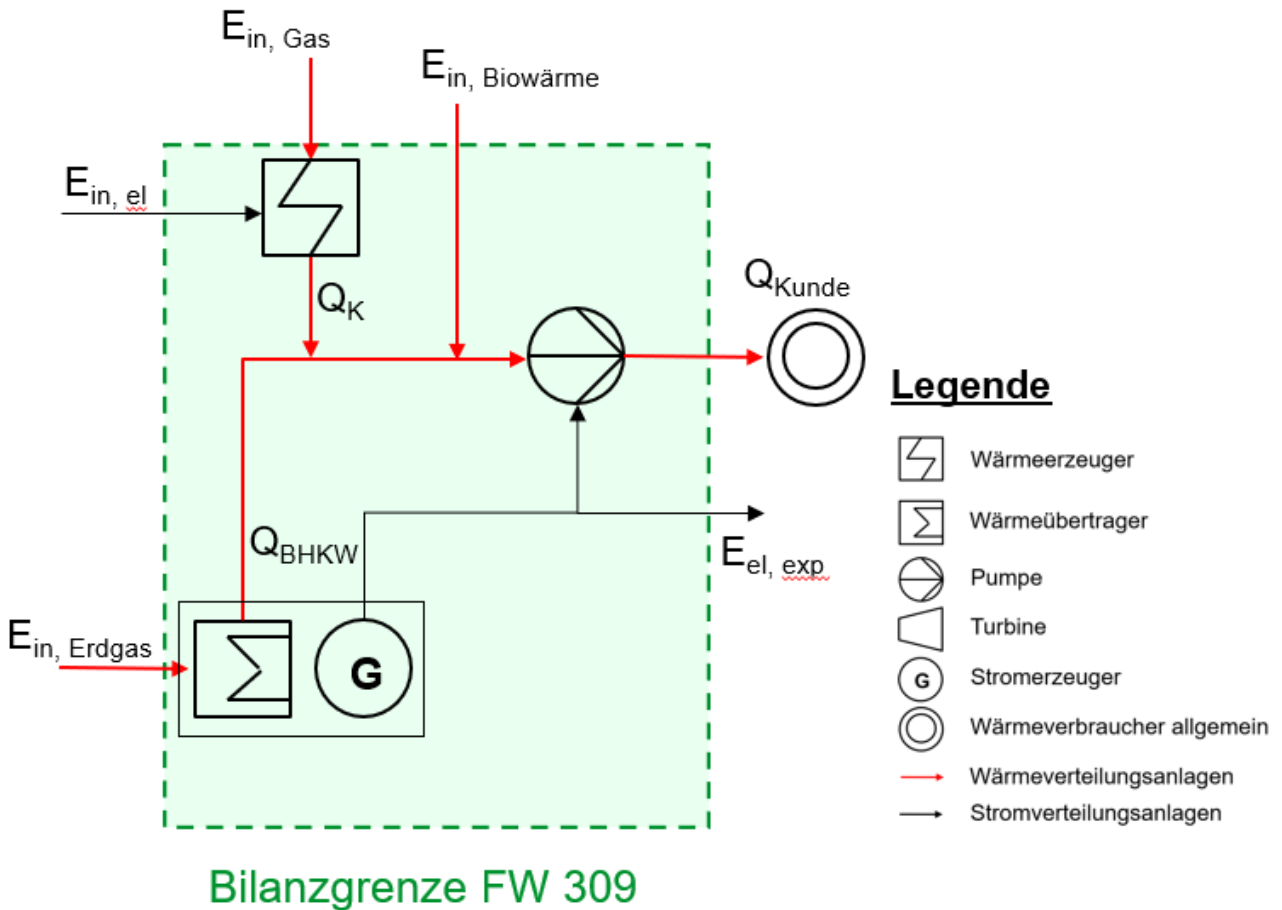


Abbildung 1: Bilanzkreis Wärmenetz "Hainholzweg"

2.2 Wärmenetz „Bahnhofstraße“

Das Wärmenetz „Bahnhofstraße“ wird auf Basis von Erdgaskesseln, BHKW welches Biomethan als Brennstoff nutzt und einer zusätzlichen Wärmelieferung durch dritte betrieben, welche 100 % Biomethan in KWK-Anlagen nutzen. Der PEF der Wärmelieferung ist unbekannt, in Übereinstimmung mit der FW 309-1 wird der Pauschalfaktor 0 für die Wärmelieferung angesetzt, vgl. Tabelle 2.

Der zu bewertende Bilanzkreis lässt sich damit folgendermaßen darstellen (siehe Abbildung 2):

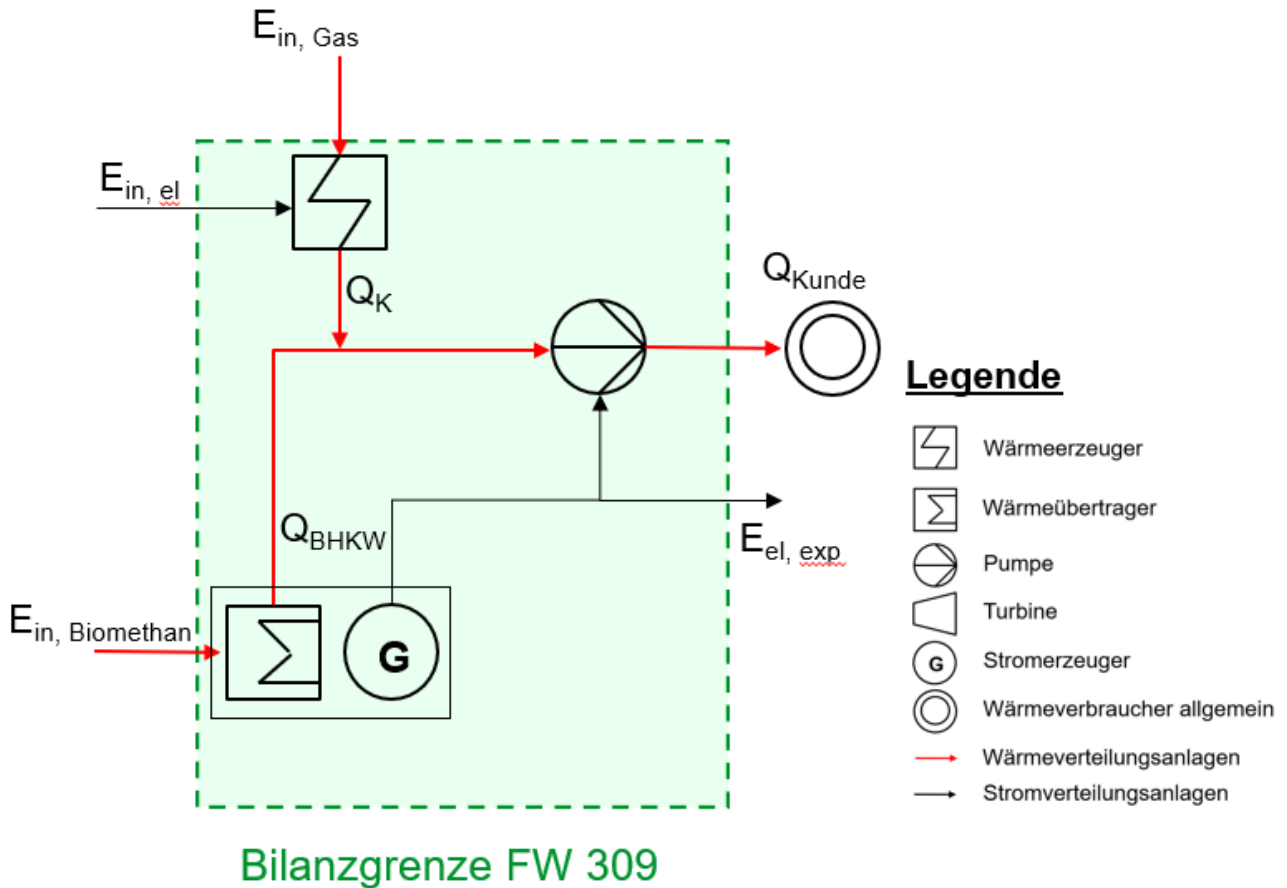


Abbildung 2: Bilanzkreis Wärmenetz "Bahnhofstraße"

2.3 Wärmenetz „Nord“

Das Wärmenetz „Nord“ wird auf Basis von Erdgaskesseln und BHKW mit Erdgas als Brennstoff betrieben

Der zu bewertende Bilanzkreis lässt sich damit folgendermaßen darstellen (siehe Abbildung 3):

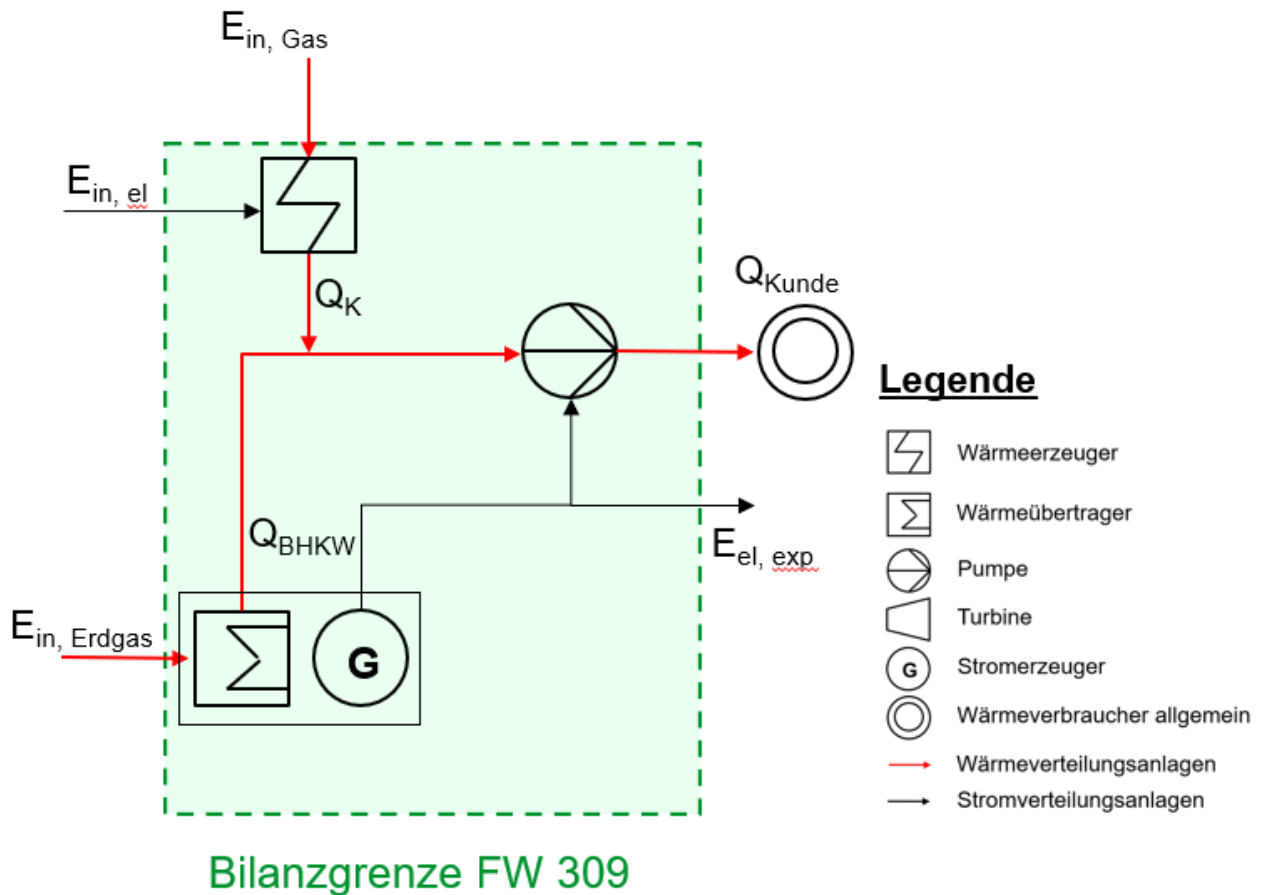


Abbildung 3: Bilanzkreis Wärmenetz "Nord"

2.4 Wärmenetz „Ost“

Im Wärmenetz „Ost“ kommen nur Erdgaskessel als Erzeuger zum Einsatz. Der zu bewertende Bilanzkreis lässt sich damit folgendermaßen darstellen (siehe Abbildung 4):

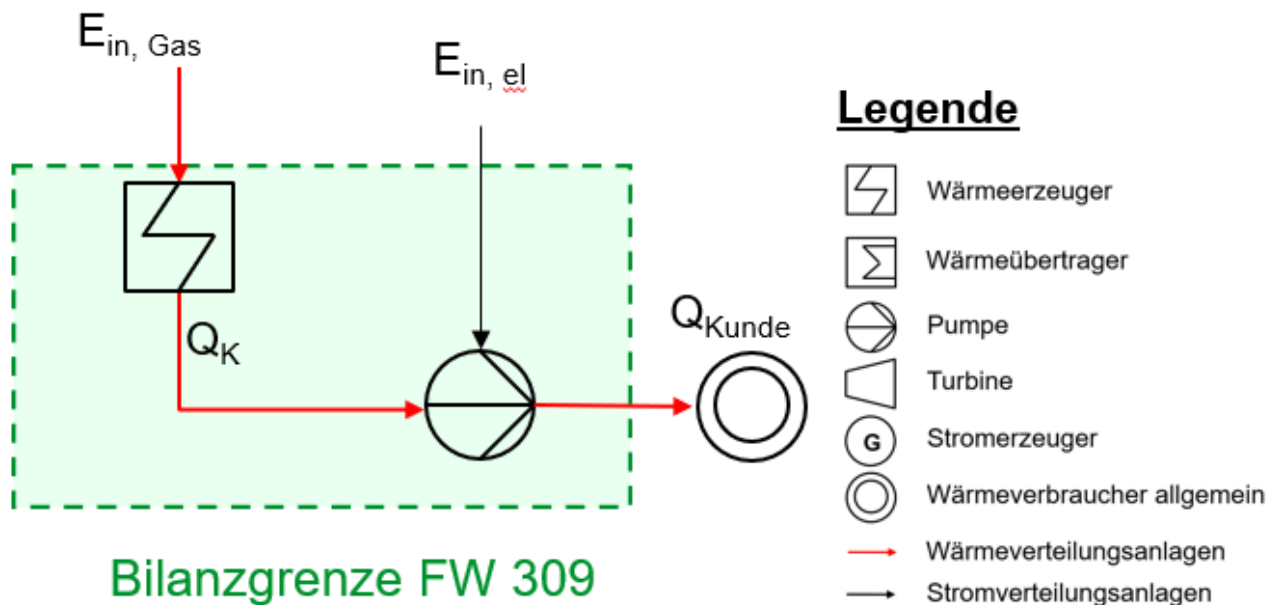


Abbildung 4: Bilanzkreis Wärmenetz "Ost"

3. Bestimmung des Primärenergiefaktors und des Emissionsfaktors nach FW 309-1

Das GEG 2020 verweist bei der Bestimmung der Primärenergie- und Emissionsfaktoren auf die FW 309. In dieser ist eine Berechnungsvorschrift für Primärenergie- und Emissionsfaktoren konkreter Wärmeversorgungssysteme angegeben. Die entsprechende Gleichung lautet:

$$(1) \quad f_{we;out} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} * f_{we;in;c} - E_{el;exp;cm} * f_{we;el;exp;cm}}{Q_{out}}$$

Die in **Gleichung (1)** verwendeten Formelzeichen haben folgende Bedeutung:

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

Laut AGFW Arbeitsblatt FW 309 Teil 1 Kapitel 5 ist es möglich eigenständige Teilbilanzkreise zu definieren. Jeder Teilbilanzkreis ist mit einem eigenen Faktor f_{pext} zu bewerten. Anschließend ist dieser mit der externen Wärmearbeit Q_{ext} zu multiplizieren. Falls ein Teilbilanzkreis vorhanden ist, wird dieses Produkt in dem Zähler der **Formel (1)** berücksichtigt. In der FW 309-1 2023 ist es erlaubt Pauschalfaktoren für vorgelagerte Teilbilanzkreise zu verwenden.

Tabelle 1: Standard-Gewichtungsfaktoren für Brennstoffe

Energieträger cr		$f_{P,n.ern.}^e$	$f_{CO2eq.}^f$
Fossile Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	310
	Erdgas H	1,1	240
	Flüssiggas	1,1	270
	Steinkohle	1,1	400
	Braunkohle	1,2	430
Biogene Brennstoffe	Biogas	1,1	140
	Biogas, gebäudenah erzeugt ^b	0,3	75
	Biomethan in KWK ^b	0,5	140
	Biomethan in Brennwertkesseln ^b	0,7	140

	Biogenes Flüssiggas in KWK ^b	0,5	180
	Biogenes Flüssiggas in Brennwertkesseln ^b	0,7	180
	Bioöl	1,1	210
	Bioöl, gebäudenah erzeugt ^b	0,3	105
	Holz	0,2	20
	Stoffe die thermisch behandelt oder entsorgt werden müssen (Abfall, Klärschlamm, Klärgas, Deponiegas, Grubengas u.A.)	0,0 ^{a,c}	0 ^c
<p>)^a Quelle: Gebäudeenergiegesetz)^b Anwendungsgrenzen und -bedingungen in GEG, §22 beachten)^c Quelle: DIN EN 15316-4-5:2017-09)^e nicht-erneuerbarer Primärenergiefaktor)^f Emissionsfaktor Kohlendioxidäquivalente in g/kWh</p>			

Tabelle 2: Standard Gewichtungsfaktoren für Wärme

Energieträger <i>cr</i>		$f_{P,n.ern.}^e$	$f_{CO2eq.}^f$
Nah-/Fernwärme aus KWK mit Deckungsanteil der KWK an der Wärmeerzeugung von mindestens 70 %	Brennstoff: Stein- /Braunkohle	0,7 ^b	300 ^a
	Gasförmige und flüssige Brennstoffe	0,7 ^b	180 ^a
	Erneuerbarer Brennstoff	0,0 ^b	40 ^a
Nah- /Fernwärme aus Heizwerken	Brennstoff: Stein- /Braunkohle	1,3 ^b	400 ^a
	Gasförmige und flüssige Brennstoffe	1,3 ^b	300 ^a
	Holz und andere feste Biomasse	0,4	60 ^a
Umweltwärme	Erdwärme, Geothermie, Solarthermie, Umgebungswärme	0,0 ^a	0 ^a
Abwärme	Prozess bedingter Anteil	0,0 ^{a,c}	0 ^c
	Prozess bedingter Anteil + Fernwärme bedingter Anteil	0,4 ^{c,d}	90 ^{c,d}
	Aus Abfallverbrennung	0,1 ^c	20 ^a
<p>)^a Quelle: Gebäudeenergiegesetz)^b Quelle: DIN V 18599-1:2018-09)^c Quelle: DIN EN 15316-4-5:2017-09)^d nicht anwendbar auf Wärme aus Wärmepumpen)^e nicht-erneuerbarer Primärenergiefaktor)^f Emissionsfaktor Kohlendioxidäquivalente in g/kWh</p>			

Tabelle 3: Standard Gewichtungsfaktoren für Strom

Energieträger <i>cr</i>		$f_{P,n.ern.}^e$	$f_{CO2eq.}^f$	
Strom ^a	Netzbezogen	Allgemein	1,8	560
		Bei Einsatz in einer Großwärmepumpe mit einer thermischen Leistung von mindestens 500 kW	1,2	560
	Unmittelbar aus Photovoltaik, Wasser- oder Windkraft		0,0	0
	Verdrängungsstrommix für KWK		2,8	860
<p>)^a Quelle: Gebäudeenergiegesetz)^e nicht-erneuerbarer Primärenergiefaktor)^f Emissionsfaktor Kohlendioxidäquivalente in g/kWh</p>				

Die in **Gleichung (1)** formulierte Berechnungsvorschrift bilanziert die Energieströme über die Grenzen von Wärmeversorgungssystemen hinweg. Zur Veranschaulichung dient die schematische Darstellung der Bilanzgrenzen, siehe auch **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** Der dargestellte Bilanzraum umfasst das Wärmeversorgungssystem mit seinen Erzeugungseinheiten und Verbrauchern.

Der Zähler von **Gleichung (1)** beschreibt den primärenergetischen Aufwand bzw. das Kohlendioxidäquivalent der ein- und ausgehenden Energieströme, der aus folgenden Anteilen bestehen kann:

Zunächst sind die eingehenden Energieströme $E_{in,cr}$ zu benennen, die in den Bilanzraum eintreten und mit dem entsprechenden Gewichtungsfaktor (**Tabelle 1**, **Tabelle 2** und **Tabelle 3**) multipliziert werden. Eingehende Energieströme können z.B. Brennstoffwärme aber auch elektrische Energie (z.B. für Pumpstrombedarf) sein.

Die ausgehenden Energieströme $E_{el;exp;cm}$ (KWK-Stromproduktion) werden mit dem entsprechenden Gewichtungsfaktor $f_{we;el;exp;cm}$ (**Tabelle 3**) multipliziert und von den bewerteten, eingehenden Energieströmen $E_{in,cr}$ subtrahiert.

Der Nenner von **Gleichung (1)** kennzeichnet die Summe der im Bilanzraum an die Kunden gelieferten Heizwärmemenge.

4. Datengrundlage des Fernwärmenetzes

Die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren erfolgt auf Grundlage von Bilanzdaten der Jahre 2021 – 2023, die vom Auftraggeber bereitgestellt wurden. Da für die Lieferung der Biowärme kein PEF bekannt ist, wird für diese der Pauschalfaktor für Wärmelieferungen aus KWK mit erneuerbaren Brennstoffen verwendet, vgl. Tabelle 2.

Tabelle 4: Bilanzdaten 2021 – 2023 Wärmenetz „Nord“

		2021	2022	2023
gesamter Gaseinsatz	[MWh _{Hi}]	17.421.841	15.624.924	15.529.275
davon Bioerdgas	[MWh _{Hi}]	14.508.116	13.211.933	13.162.439
davon Erdgas	[MWh _{Hi}]	2.913.725	2.412.991	2.366.836
-davon KWK/EEG	[MWh _{Hi}]	14.508.116	13.211.933	13.162.439
-davon Kessel	[MWh _{Hi}]	2.913.725	2.412.991	2.366.836
Zukauf Biowärme	[MWh _{th}]	0	0	0
Wärmeerzeugung	[MWh _{th}]	9.411.610	8.590.975	8.442.207
Wärmeabsatz	[MWh _{th}]	8.370.499	7.196.410	6.859.190
Stromerzeugung	[MWh _{el}]	4.694.791	4.311.611	4.294.803

Die Wärmeverluste belaufen sich rechnerisch auf ca. 15,2 % der Wärmeeinspeisung im Mittel. Der Anteil an KWK-Wärme im Netz beträgt im Mittel 74,6 %.

Tabelle 5: Bilanzdaten 2021 – 2023 Wärmenetz „Ost“

		2021	2022	2023
gesamter Gaseinsatz	[MWh _{Hi}]	2.499.469	2.168.968	2.069.426
davon Bioerdgas	[MWh _{Hi}]	0	0	0
davon Erdgas	[MWh _{Hi}]	2.499.469	2.168.968	2.069.426
-davon KWK/EEG	[MWh _{Hi}]	0	0	0
-davon Kessel	[MWh _{Hi}]	2.499.469	2.168.968	2.069.426

		2021	2022	2023
Zukauf Biowärme	[MWh _{th}]	0	0	0
Wärmeerzeugung	[MWh _{th}]	2.069.848	1.795.833	1.713.650
Wärmeabsatz	[MWh _{th}]	1.800.296	1.523.780	1.486.330
Stromerzeugung	[MWh _{el}]	0	0	0

Die Wärmeverluste belaufen sich rechnerisch auf ca. 13,8 % der Wärmeeinspeisung im Mittel. Der Anteil an KWK-Wärme im Netz beträgt im Mittel 0 %.

Tabelle 6: Bilanzdaten 2021 – 2023 Wärmenetz „Hainholzweg“

		2021	2022	2023
gesamter Gaseinsatz	[MWh _{Hi}]	1.384.577	1.399.358	1.185.855
davon Bioerdgas	[MWh _{Hi}]	0	0	0
davon Erdgas	[MWh _{Hi}]	1.384.577	1.399.358	1.185.855
-davon KWK/EEG	[MWh _{Hi}]	1.074.229	1.216.139	993.091
-davon Kessel	[MWh _{Hi}]	310.348	183.219	192.764
Zukauf Biowärme	[MWh _{th}]	1.040.270	831.500	868.780
Wärmeerzeugung	[MWh _{th}]	1.821.350	1.617.640	1.563.900
Wärmeabsatz	[MWh _{th}]	1.230.932	1.293.360	1.267.310
Stromerzeugung	[MWh _{el}]	302.051	350.547	293.046

Die Wärmeverluste belaufen sich rechnerisch auf ca. 24,2 % der Wärmeeinspeisung im Mittel. Der Anteil an EE-Wärme im Netz beträgt im Mittel 54,8 %.

Tabelle 7: Bilanzdaten 2021 – 2023 Wärmenetz „Bahnhofstraße“

		2021	2022	2023
gesamter Gaseinsatz	[MWh _{Hi}]	668.315	579.137	592.345
davon Bioerdgas	[MWh _{Hi}]	397.647	360.642	412.499
davon Erdgas	[MWh _{Hi}]	270.668	218.495	179.846
-davon KWK/EEG	[MWh _{Hi}]	397.647	360.642	412.499
-davon Kessel	[MWh _{Hi}]	270.668	218.495	179.846
Zukauf Biowärme	[MWh _{th}]	0	0	0
Wärmeerzeugung	[MWh _{th}]	441.180	377.130	368.190
Wärmeabsatz	[MWh _{th}]	392.331	327.910	324.465
Stromerzeugung	[MWh _{el}]	95.919	88.307	101.814

Die Wärmeverluste belaufen sich rechnerisch auf ca. 12,0 % der Wärmeeinspeisung im Mittel.

Der Pumpstromeinsatz wurde bei allen 4 Netzen mit 5 % der Wärmeeinspeisung abgeschätzt.

5. Berechnung Gewichtungsfaktoren

Für den definierten Bilanzraum und die Bilanzdaten wurden für die Wärmenetze der Primärenergiefaktor bestimmt. Hierzu wurden die Jahre 2021 – 2023 einzeln berechnet und zuletzt der Durchschnitt gebildet. Nachfolgend ist exemplarisch die Berechnung für den Durchschnitt aufgeführt.

Tabelle 8: Eingabeparameter Gewichtungsfaktoren Wärmenetz „Raumwärme Daimler“

	Nord	Ost	Hainholzweg	BHKW Bahnhofstraße (Nahwärme)
Erdgaskessel	2.564.517	2.245.954	228.777	223.003
Erdgas-KWK	13.627.496	0	1.094.486	0
Biomethan-KWK		0	0	390.263
Biowärme	0	0	913.517	0
Strombedarf	0	0	0	0
Wärmeerzeugung	8.814.931	1.859.777	1.667.630	395.500
Stromerzeugung	4.433.735	0	315.215	95.347
Pumpstromeinsatz	4.407	930	834	198
Wärmeabsatz	7.475.366	1.603.469	1.263.867	348.235
PEF	0,72	1,54	0,45	0,50

Damit ergibt sich exemplarisch folgender Primärenergiefaktor für das Wärmenetz „Hainholzweg“:

$$f_{we;out} = \frac{\sum_{cr} E_{in;cr} * f_{we;in;c} - E_{el;exp;cm} * f_{we;el;exp;cm}}{Q_{out}}$$

$$= \frac{(228.777 + 1.094.486) \frac{MWh_{th}}{a} * 1,1 + 913.517 \frac{MWh_{th}}{a} * 0 + (834) \frac{MWh_{th}}{a} * 1,8 - 315.215 \frac{MWh_{el}}{a} * 2,8}{1.263.867 \frac{MWh_{th}}{a}}$$

$$f_p = 0,45$$

Für die Bilanzdaten ergibt sich somit ein berechneter Primärenergiefaktor von $f_p = 0,45$ für das Wärmenetz „Hainholzweg“.

Für das Netz „Nord“ ergibt sich rechnerisch ein Wert von $f_p = 0,72$. Da der KWK-Anteil im Netz >70 % ist, kann der Pauschalfaktor 0,7 Anwendung finden, vgl. Tabelle 2.

Für das Netz „Ost“ ergibt sich rechnerisch ein Wert von $f_p = 1,54$. Gemäß Tabelle 2 kann der Pauschalfaktor 1,3 verwendet werden.

Für das Netz „Bahnhofstraße“ ergibt sich rechnerisch ein Wert von $f_p = 0,50$.

Nach §22 Absatz 3 GEG 2020 ist bei Unterschreiten eines Wertes von 0,3 der Wert von 0,3 zu verwenden. Dieser darf jedoch um den Wert von 0,001 für jeden Prozentpunkt des aus erneuerbaren Energien oder aus Abwärme erzeugten Anteils der im Wärmenetz genutzten Wärme verringert werden. Dies ist in der Veröffentlichung mit anzugeben. Für die betrachteten Wärmenetze ist dies nicht der Fall.

6. Zusammenfassung Gewichtungsfaktoren

Für das Wärmenetz „Nord“ der Stadtwerke Pritzwalk GmbH in Pritzwalk wurde der Primärenergiefaktor nach den Berechnungsvorschriften der FW 309 und gemäß § 22 Absatz 3 GEG 2021 ermittelt.

Der Primärenergiefaktor über die energetische Bewertung der Fernwärme nach FW 309-1 (Stand: 01/23) des Wärmenetzes „Nord“ in Pritzwalk der Stadtwerke Pritzwalk GmbH wurde mit $f_p = 0,72$ auf Basis von Bilanzdaten der Jahre 2021 – 2023 berechnet. Der Primärenergiefaktor darf mit dem Pauschalfaktor 0,7 angegeben werden, da der KWK-Anteil im Netz größer 70 % ist.

Für das Wärmenetz „Ost“ der Stadtwerke Pritzwalk GmbH in Pritzwalk wurde der Primärenergiefaktor nach den Berechnungsvorschriften der FW 309 und gemäß § 22 Absatz 3 GEG 2021 ermittelt.

Der Primärenergiefaktor über die energetische Bewertung der Fernwärme nach FW 309-1 (Stand: 01/23) des Wärmenetzes „Ost“ in Pritzwalk der Stadtwerke Pritzwalk GmbH wurde mit $f_p = 1,54$ auf Basis von Bilanzdaten der Jahre 2021 – 2023 berechnet. Der Primärenergiefaktor darf mit 1,3 angegeben werden.

Für das Wärmenetz „Hainholzweg“ der Stadtwerke Pritzwalk GmbH in Pritzwalk wurde der Primärenergiefaktor nach den Berechnungsvorschriften der FW 309 und gemäß § 22 Absatz 3 GEG 2021 ermittelt.

Der Primärenergiefaktor über die energetische Bewertung der Fernwärme nach FW 309-1 (Stand: 01/23) des Wärmenetzes „Hainholzweg“ in Pritzwalk der Stadtwerke Pritzwalk GmbH wurde mit $f_p = 0,45$ auf Basis von Bilanzdaten der Jahre 2021 – 2023 berechnet. Durch § 22 Absatz 3 GEG ist ein Wert von $f_p = 0,45$ zu verwenden. Die Bescheinigung besitzt eine Gültigkeit von 10 Jahren.

Für das Wärmenetz „Bahnhofstraße“ der Stadtwerke Pritzwalk GmbH in Pritzwalk wurde der Primärenergiefaktor nach den Berechnungsvorschriften der FW 309 und gemäß § 22 Absatz 3 GEG 2021 ermittelt.

Der Primärenergiefaktor über die energetische Bewertung der Fernwärme nach FW 309-1 (Stand: 01/23) des Wärmenetzes „Bahnhofstraße“ in Pritzwalk der Stadtwerke Pritzwalk GmbH wurde mit $f_p = 0,50$ auf Basis von Bilanzdaten der Jahre 2021 – 2023 berechnet. Durch § 22 Absatz 3 GEG ist ein Wert von $f_p = 0,50$ zu verwenden. Die Bescheinigung besitzt eine Gültigkeit von 10 Jahren.

7. Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Bescheinigung Primärenergiefaktoren der Wärmenetze