

Fernwärmeversorgungssystem Bad Elster

Bestimmung der spezifischen CO₂- Emissionsfaktoren der Fernwärme nach AGFW-Arbeitsblatt FW309-6

Bearbeitet von

Dipl.-Ing. (FH) Wolfram Fränken

Gutachter nach FW611

Chemnitz, 21.09.2020

1 Berechnungsmethodik

Die Bestimmung der spezifischen CO₂-Emissionen für das Fernwärmeversorgungssystem Bad Elster erfolgt auf der Grundlage der Regelungen des AGFW-Arbeitsblattes FW309 – 6 in der Fassung vom Juni 2016 (FW_309-6_A_2016-06)

2 Definition Bilanzraum

Das Fernwärmesystem der **eins** in Bad Elster umfasst entsprechend Abbildung 1 auf der Erzeugerseite die KWK-Anlage „Fernheizwerk Bad Elster“ (Bilanzraum FW308) mit den wesentlichen Anlagenteilen Gasturbine mit Abhitzeessel, Gegendruckdampfturbine, Spitzenkesselanlage. Die KWK-Anlage speist sowohl Dampf als auch Heißwasser in das Fernwärmenetz ein.

Weitere Wärmeeinspeisungen in das Fernwärmenetz gibt es nicht.

Dem Bilanzraum (FW309) wird Brennstoffenergie über die Energieträger Erdgas und Heizöl zugeführt. Die Verbraucherseite umfasst die Abnehmer der Endenergie Fernwärme. Über die Bilanzhülle wird keine Wärmeenergie importiert.

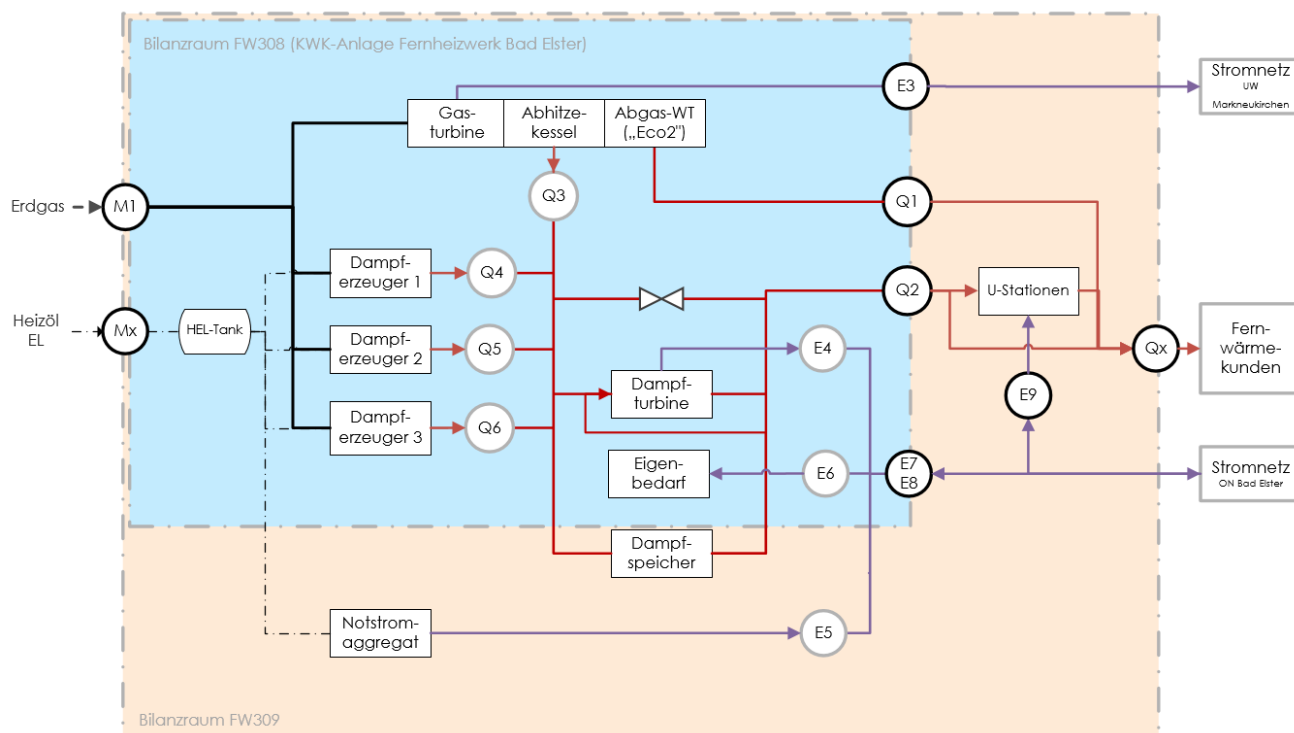


Abbildung 1

Der Berechnung liegen die Daten der Jahre 2017 - 2019 zugrunde. Datenquellen sind

- die Emissionsberichte nach § 5 TEHG für das Fernheizwerk Bad Elster
- Berechnungen der KWK-Stromerzeugung nach FW308 – Basis für die mit Wirtschaftsprüfertestat bestätigte Jahresmeldung KWK-Stromerzeugung
- interne Produktionsabrechnungen
- Jahresrechnungen Strombezug U-Stationen
- der Fernwärmeabsatz der angeschlossenen Versorgungsanlagen aus dem Abrechnungssystem der **eins**

Messstellenliste

Nr.	Bezeichnung, MaLo-ID	Prozessgröße	Qualitäts-sicherung	Bemerkung
M1	Erdgasmenge 10233525907	Volumen	Eichung	siehe Regelung in AA.ER.0751
Mx	Heizölmenge	Volumen	Eichung	siehe Regelung in AA.ER.0731
E3	Netzeinspeisung Gasturbine 50087256150	el. Arbeit	Eichung	
E7	Netzeinspeisung Dampfturbine 50086907051	el. Arbeit	Eichung	
E8	Strombezug 50086907043	el. Arbeit	Eichung	
E4	Bruttostromerzeugung Dampfturbine	el. Arbeit	Sonstige	
E5	Bruttostromerzeugung Notstromaggregat	el. Arbeit	Sonstige	
E6	Stromeigenbedarf	el. Arbeit	Sonstige	
E9	Stromverbrauch U-Stationen	el. Arbeit	Sonstige	Summe des Strombezuges der U-Stationen Richard-Wagner-Str. 4A, „Schorbus“, Hagerstr.
Q1	Nettowärmeerzeugung Heißwasser	th. Arbeit	Sonstige	
Q2	Nettowärmeerzeugung Dampf	th. Arbeit	Bilanz	Bilanzierung nach FW308, Methodik im Sachverständigengutachten definiert, Ergebnisse mit WP-Testat geprüft
Q3	Bruttowärmeerzeugung AHK	th. Arbeit	Bilanz	
Q4	Bruttowärmeerzeugung Dampferzeuger 1	th. Arbeit	Bilanz	
Q5	Bruttowärmeerzeugung Dampferzeuger 2	th. Arbeit	Bilanz	
Q6	Bruttowärmeerzeugung Dampferzeuger 3	th. Arbeit	Bilanz	
Qx	Fernwärmeabsatz	th. Arbeit	Bilanz	Datenursprung SAP-BW (Sicht Wärmeverbrauch) Abfrage aus Datenquelle DWH „InfraMap“ der eins

Tabelle 1

3 Emissionen der Brenn- und Hilfsstoffe

3.1 Anlage mit Berichtspflicht nach §5 TEHG

3.1.1 Emissionen lt. Emissionsbericht

Grundlage der Berechnungen sind die verifizierten Emissionen aus dem Emissionsbericht gemäß §5 TEHG. Auf eine Differenzierung nach Brennstoffarten wird deshalb hier verzichtet.

			2017 - 2019
CO ₂ -Emissionen	E _{FHW}	t	49863

3.2 Hilfsstrombezug

Im Fernwärmenetz werden 3 eigene und 1 fremde U-Station sowie 7 Hausanschlussstationen (HAST) betrieben.

Die Verbräuche der fremden U-Stationen und HAST'en werden dem Hilfsstrombedarf zugerechnet, da diese nach den Anlagen-Contracting-Verträgen dem Zuständigkeitsbereich des Wärmenetzbetreibers **eins** zugeordnet sind.

Der Stromverbrauch der U-Station FHW wird aus dem Eigenbedarfsnetz gedeckt.

Die Stromverbräuche von 3 U-Stationen außerhalb des Eigenbedarfsnetzes Fernheizwerk werden gemessen und der jeweiligen Jahresabrechnung entnommen.

Die verbleibenden U-Stationen bzw. HAST'en werden ungemessen von den jeweiligen Wärmekunden versorgt. Der Stromverbrauch dieser Abnehmer wird anhand der Leistungsaufnahmen (Tabelle 2) auf ein Jahr hochgerechnet und auf volle 100 kWh/a gerundet.

Umformstation und HASTen im Anlagen-Contracting der eins	Leistungsaufnahmen R – Regelung LÜ – Lüfter HP – Heizkreispumpe KP – Kondensatpumpe ZP - Zirkulationspumpe	Hochrechnung Stromverbrauch
U-Station Heimdall	R:90W+LÜ:160W+4xHP:370W+KP:40W	5.800 kWh/a
HAST Badehaus Flügel C	R:210W+ZP:140W+ZP:140W	4.300 kWh/a
HAST Marienquelle	R:120W+ZP:70W+HP:40W	2.000 kWh/a
HAST Badecafé	R:50W	400 kWh/a
HAST Wandelhalle	R:50W+ZP:70W	1.100 kWh/a
HAST Prinz von Preußen	R:30W	300 kWh/a
HAST Hotel "König Albert"	R:30W	300 kWh/a
HAST Hagerstr. 26	R:30W+ZP:70W	900 kWh/a
Summe		15,1 MWh/a

Tabelle 2

Die aus dem Strombezug resultierenden Emissionen sind das Produkt aus dem Stromverbrauch und der spezifischen Emission des eingesetzten Stromes gemäß Stromkennzeichnung (§42 EnWG).

$$E_{HEX} = f_{HEX} \cdot A_{BV}$$

(FW309-6, Formel 6)

			2017 - 2019
U-Station Richard-Wagner-Str. 4A		MWh	120,3
U-Station Schorbus, Arnsgrüner Kirchsteig			5,6
U-Station Hagerstr.			107,6
Schätzung fremde U-Station und HAST'en			45,3
Summe Hilfsstrombezug	A _{BV}		278,8
spez. Emission (Kennzeichnung nach §42 EnWG, Unternehmensmix eins lt. Rechnung) ¹	f _{HEX} §42	t/MWh	0,374
Emissionen	E _{HEX}	t	104

Tabelle 3

¹ nach dem Hilfsstrombezug gewichtetes Mittel der Einzelwerte 2017 - 2019

4 Bestimmung des Emissionsanteiles der Wärmeerzeugung in der KWK-Anlage

4.1 Allokation der Emissionen

Mit der KWK-Anlage besteht grundsätzlich die Möglichkeit neben der gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung auch ungekoppelte Wärme zu erzeugen. Die Erzeugung von Kondensationsstrom ist technisch nicht möglich.

Die Differenzierung erfolgt mittels der Berechnungsregeln nach AGFW-Richtlinie FW308.

Die Brennstoffwärme gesamt (W_{Br}), Brennstoffwärme für ungekoppelte Wärmeerzeugung (W_{th}), die bereinigte Brennstoffwärme ($W = W_{Br} - W_{th}$) und der KWK-Anteil an der bereinigten Brennstoffwärme (W_{KWK}) sind Ergebnisse der monatlichen KWK-Stromberechnung nach FW308.

Diese Daten werden zur Bestimmung der Emissionsanteile der Wärmeerzeugung (Allokation) aus den Gesamtemissionen lt. Emissionsbericht benötigt.

Es gilt:

$$1 = a_{W_{th}} + a_{KWK_{ges}}$$

mit dem

- Anteil der Brennstoffwärme zur ungekoppelten Wärmeerzeugung $a_{W_{th}} = W_{th} / W_{Br}$
- KWK-Anteil an der gesamten Brennstoffwärme $a_{KWK_{ges}} = W_{KWK} / W_{Br}$

Gemäß FW309-6 werden die Brennstoffwärmeanteile den Emissionsanteilen gleichgesetzt. Es gilt:

$$\begin{aligned} E_{KWK} &= a_{KWK_{ges}} E_{FHW} \\ E_{th} &= a_{W_{th}} E_{FHW} \end{aligned}$$

Daten dazu in Tabelle 5 und 6 unten.

4.2 Bestimmung des Carnot-Wirkungsgrads der Nettowärmeerzeugung

Die Wärmeabgabe aus der KWK-Anlage erfolgt als Dampf und als Heißwasser.

Der Carnot-Wirkungsgrad wird getrennt für jeden der beiden Wärmeträger berechnet und nach der monatlichen KWK-Nettowärmeerzeugung Dampf und Heißwasser gewichtet.

Grundlage der Berechnung der thermodynamischen Mitteltemperatur T_m des abgegebenen Dampfes sind die monats-scharf vorliegenden Temperaturmesswerte für Dampf und Rückführkondensat.

Wegen nicht verfügbarer Messwerte werden bei Heißwasser die Auslegungsdaten für Vor- und Rücklauf des Heißwassernetzes (110°C/65°C) zur Berechnung verwendet.

Die zugrundeliegende Umgebungstemperatur T_U ist die nach der monatlichen Wärmeerzeugung gewichtete Außentemperatur² im Berechnungszeitraum.

$$\beta_{C-Q-KWK} = 1 - \frac{T_U}{T_m} \quad (\text{FW309-6, Formel 16})$$

mit der thermodynamischen Mitteltemperatur

$$T_m = \frac{T_1 - T_2}{\ln \frac{T_1}{T_2}} \quad (\text{FW309-6, Formel 17})$$

² Außentemperatur für Gebiet Plauen, Datenquelle: meteomedia.ch, [Abfrage aus interner Datenbank](#) der eins

Der mengengewichtete mittlere Carnotwirkungsgrad wird mit folgender Gleichung berechnet:

$$\beta_{C-Q-KWK, BadElster} = \frac{\beta_{C-Q-D} Q_{BneD, KWK} + \beta_{C-Q-HW} Q_{BneHW, KWK}}{Q_{BneD, KWK} + Q_{BneHW, KWK}}$$

			2017 - 2019		
			Heißwasser	Dampf	gesamt
KWK-Nettowärmeerzeugung	Q_Bne	MWh	22301	110318	132619
Obere Temperatur	t ₁	°C	110	189,6	
Untere Temperatur	t ₂	°C	65	67,4	
thermodynamische Mitteltemperatur	T _m	K	360,2	398,6	
gewichtete Außentemperatur	t _U	°C	6,7		
Carnot-Wirkungsgrad	β _{C-Q-KWK}		0,223	0,297	0,2842

Tabelle 4

4.3 Bestimmung des Emissionsanteils der KWK-Wärmeerzeugung

$$E_{Q-KWK} = \frac{Q_{BneKWK} \beta_{C-Q-KWK}}{A_{BneKWK} + Q_{BneKWK} \beta_{C-Q-KWK}} a_{KWKges} E_{FHW}$$

			2017 - 2019
Emissionen (vergl. 3.1.1)	E _{FHW}	t	49863
Brennstoffwärme gesamt	W _{Br}	MWh	249417
bereinigte Brennstoffwärme	W		249251
KWK-Nettostromerzeugung	A _{BneKWK}		76661
KWK-Nettowärmeerzeugung	Q _{BneKWK}		132619
KWK-Anteil an der gesamten Brennstoffwärme	a _{KWKges}		99,93%
Emissionen der KWK-Wärmeerzeugung	E _{Q-KWK}	t	16426

Tabelle 5

4.4 Bestimmung des Emissionsanteils der ungekoppelten Wärmeerzeugung

$$E_{Q-th} = a_{w-th} E_{FHW}$$

			2017 - 2019
Emissionen (vergl. 3.1.1)	E _{FHW}	t	49863
Brennstoffwärme gesamt	W _{Br}	MWh	249417
Brennstoffwärme für ungekoppelte Wärmeerzeugung KWK-Anlage	W _{th}		166
Anteil Brennstoffwärme	a _{w-th}		0,07%
Emissionen der ungekoppelten Wärmeerzeugung	E _{Q-th}	t	33

Tabelle 6

5 Fernwärmeabsatz

Die anrechenbare Fernwärme (Summe der Wärmelieferungen) ist die Summe aus dem Wärmeabsatz der an das Fernwärmenetz angeschlossenen Versorgungsanlagen.

			2017 - 2019
Wärmeabsatz (Kunden)	Q_{Abs}	MWh	97154

Tabelle 7

6 Berechnung der spezifischen Emissionen der Fernwärme

Die durch die Verwendung von Fernwärme in Bad Elster verursachten CO₂-Emissionen aus dem Betrieb der KWK-Anlage (Wärmeanteil) und dem zum Betrieb des Wärmenetzes erforderlichen Hilfsstrombezug werden auf die beim Wärmenutzer gemessene Wärme bezogen.

			2017 - 2019
Emissionen der KWK-Wärmeerzeugung	E_{Q-KWK}	t	16426
Emissionen der ungekoppelten Wärmeerzeugung	E_{Q_th}		33
Emissionen Hilfsstrombezug	E_{HEX}		104
Summe Emissionen Wärmeerzeugung und -verteilung	$E_{\Sigma WL}$		16563
Wärmeabsatz = Summe Wärmelieferung	$Q_{\Sigma WL}$	MWh	97154
spez. CO₂-Emission der Fernwärme an der Bilanzgrenze Wärmezähler Kunde	f_{WL}	t/MWh	0,170

Tabelle 8

7 Zusammenfassung

Die Verwendung von Fernwärme aus dem Fernwärmeversorgungssystem Bad Elster verursacht spezifische CO₂ - Emissionen von 0,170 t/MWh.

Mit der Verwendung von Bilanzdaten der Jahre 2017 - 2019 ist das Ergebnis der Berechnung gemäß Geschäftsordnung zur FW 309-6 maximal 10 Jahre gültig. Die Gültigkeit endet spätestens am 10.9.2030.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei Änderungen der Anlagenkonfiguration und/oder am Brennstoffmix der betrachteten Anlagen, die eine wesentliche Änderung der spezifischen Emissionen bewirken, mit den Bilanzdaten des Folgejahres unverzüglich die spezifischen CO₂-Emissionen neu zu berechnen sind.

Der für das Fernwärmesystem berechnete CO₂-Emissionsfaktor und die zugehörige Bescheinigung werden auf der Informationsplattform District Energy Systems (DESI) <http://www.district-energy-systems.info> der AGFW veröffentlicht.

AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.
 Stresemannallee 30
 60596 Frankfurt am Main
 Telefon +49 69 6304-293
 Telefax +49 69 6304-455
 E-Mail info@agfw.de
 Internet www.agfw.de