



RheinEnergie AG

Fernwärmeversorgung für Köln

Zertifizierung der
Primärenergiefaktoren und KWK-Anteile
für die Fernwärmeversorgung der RheinEnergie AG
auf Basis der Daten für Jahre 2006 – 2008

f_p-Gutachter FW 609

Dr. Wladimir Mai

Köln, März 2010

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

1. Einleitung	2
2. Struktur der Fernwärmeversorgung	5
3. Bilanzierte Energiemengen	6
4. Netzbezogene Berechnung der Primärenergiefaktoren	9
5. Netzbezogene Berechnung der KWK-Anteile der Fernwärme	9
6. Ergebnisse	10

1. Einleitung

Seit dem Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (EnEV) am 1. Februar 2002 und deren Änderungen wird eine ganzheitliche Betrachtung der Energieversorgung für bestehende und neu zu errichtende Gebäude vom Gesetzgeber vorgeschrieben. Die EnEV begrenzt den Jahres-Primärenergiebedarf der Gebäude. Die Ermittlung des Jahres-Primärenergiebedarfs beinhaltet die Energieaufwände und Energieverluste, die bei der Gewinnung bzw. Erzeugung und Transport bis zum Gebäude entstehen. Diese vorgelagerten Aufwände und Verluste werden in den Primärenergiefaktoren der Energieträger berücksichtigt.

Die RheinEnergie (RE) betreibt zur Wärmeversorgung von Köln unter anderem mehrere Fernwärmenetze, damit spielt der Energieträger Fernwärme bei der effizienten Energieversorgung eine wesentliche Rolle. Im Folgenden wird die Ermittlung der Primärenergiefaktoren der Fernwärmeversorgung für die Fernwärmenetze der RE beschrieben.

In der Regel liegt bei der Fernwärmeversorgung ein Mischfall unterschiedlicher Wärmeerzeuger vor. Zusätzlich zu KWK-Anlagen kommen auch Heizkesselanlagen zur Spitzenlastabdeckung zum Einsatz, damit wird eine hohe Sicherheit der Fernwärmeversorgung gewährleistet.

Die Primärenergiefaktoren konkreter Fernwärmenetze werden nach dem AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil1 (Ausgabe Mai 2010), der DIN-Normen DIN V 4701-10 und der DIN V 18599-1 ermittelt. Nach aktuellem Stand der Gesetzgebung wird das AGFW-Regelwerk als Grundlage zur Ermittlung der KWK-Förderung herangezogen. Danach wird eine Kraftwerksanlage mit anteiliger Kondensationsstromerzeugung rechnerisch in eine KWK- und eine Kondensationsanlage aufgeteilt, und nur die Daten des KWK-Teils (Brennstoffeinsatz, Wärme- und Stromerzeugung) fließen in die Ermittlung des Primärenergiefaktors ein. Für die Bestimmung des spezifischen Primärenergiefaktors der Fernwärme aus KWK-Anlagen ist eine Brennstoffzuordnung zu den Koppelprodukten Strom und Fernwärme erforderlich. Die hier verwendete Stromgutschriftmethode berücksichtigt, dass KWK-Anlagen sogenannte „Must-run-Anlagen“ sind und der in KWK erzeugte Strom bei der Einspeisung ins Netz Vorrang vor fossilem Kondensationsstrom hat. Damit verdrängt der KWK-Strom die gleiche Menge an fossilem Kondensationsstrom. Der Primärenergieaufwand des verdrängten (nicht erzeugten) Stroms wird der KWK-Wärme gutgeschrieben, d.h. vom Primärenergieaufwand der KWK-Wärme abgezogen.

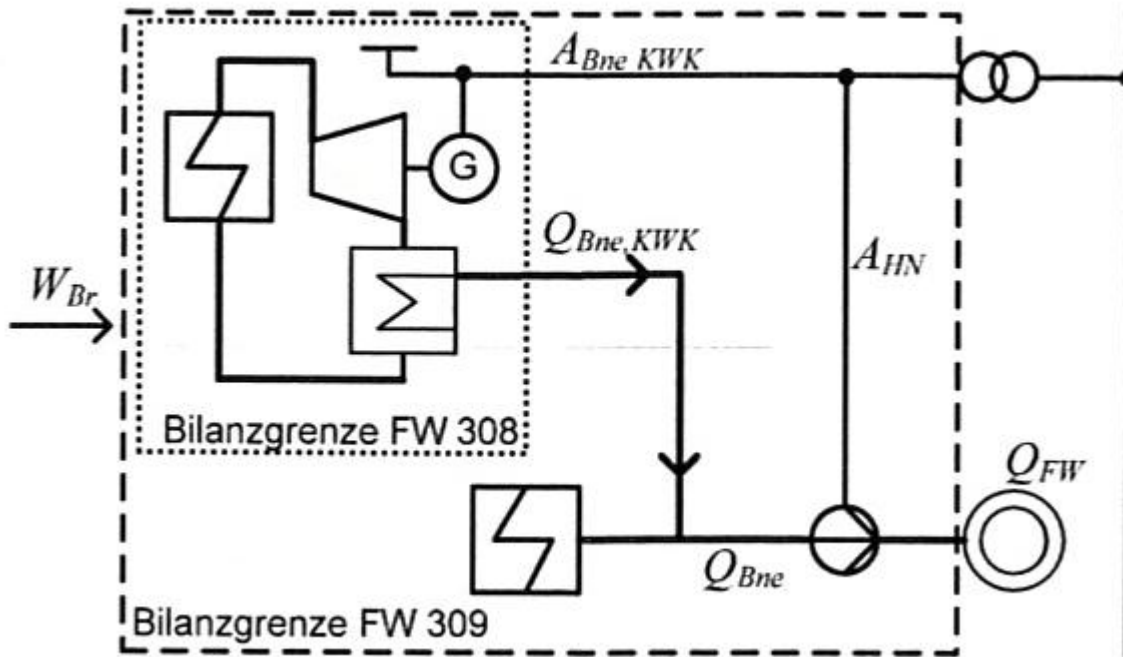


Bild 1:

Anlagenkonfiguration mit KWK- und HW-Anlagen

Die hier dargestellte Anlagenkonfiguration umfasst KWK-Anlagen und Kessel-Anlagen (Spitzenkessel). Der Primärenergiefaktor des Fernwärmesystems wird folgendermaßen ermittelt:

$$f_{P,FW} = \frac{W_{Br} \cdot f_{P,Br} + (A_{HN} - A_{Bne,KWK}) \cdot f_{P,verdr}}{\sum Q_{FW}} \quad (1)$$

mit $f_{P,FW}$ Primärenergiefaktor des Fernwärmesystems,
 W_{Br} Brennstoffwärme des eingesetzten Energieträgers in MWh_{Hu}
 $f_{P,Br}$ Primärenergiefaktor des eingesetzten Brennstoffes
 A_{HN} Stromarbeit zum Betrieb des Heiznetzes
 $A_{Bne,KWK}$ KWK-Nettostromproduktion nach FW 308
 $f_{P,verdr}$ Primärenergiefaktor des verdrängten elektrischen Stroms
 $\sum Q_{FW}$ Summe der an der Systemgrenze (am Endverbraucher) gemessenen
 Wärmeenergieverbrauchswerte.

Bei hocheffizienten KWK-Anlagen kann der Primärenergiefaktor der Fernwärmeversorgung einen negativen Wert annehmen und ist dann zu 0 zu setzen. Ist der KWK-Anteil des Wärmeverbrauchs $> 0,7$, kann für den Primärenergiefaktor der Pauschalwert 0,7 eingesetzt werden.

2. Struktur der Fernwärmeversorgung

Die Fernwärmeversorgung der RE umfasst vier thermodynamisch getrennte Fernwärmenetze:

- Neue Stadt-Bocklemünd
- Innenstadt-Deutz
- Merheim
- Junkersdorf



Bild 3. Schematische Darstellung der Fernwärmeversorgungsgebiete der RheinEnergie AG

Für das Versorgungsgebiet, das mehrere unverbundene Fernwärmenetze enthält, kann nach aktuellem Stand der Regelwerke kein einheitlicher Primärenergiefaktor der Fernwärme verwendet werden. Für jede KWK-Anlage, die in ein Fernwärmenetz Wärme einspeist, wird die eingespeiste Wärmemenge, die gekoppelte Nettostromerzeugung und die dafür eingesetzte Brennstoffwärme ermittelt. Für jede einspeisende Heizwerkanlage wird die eingespeiste Wärmemenge, die eingesetzte Brennstoffmenge und der für den Eigenbedarf der Anlage erforderliche Strombezug ermittelt. Für das gesamte Fernwärmenetz wird die an die Kunden gelieferte (abgerechnete) Wärmemenge sowie auch der für den Netzbetrieb erforderliche Stromeigenbedarf ermittelt. Auf dieser Datenbasis wird für jedes der aufgelisteten Fernwärmenetze ein eigener Primärenergiefaktor berechnet.

3. Bilanzierte Energiemengen

In den nachfolgenden Tabellen werden die in die Fernwärmenetze eingespeisten Wärmemengen und die ins Stromnetz eingespeisten Strommengen (Nettostromerzeugung) angegeben.

Tabelle 1. Wärmeabsatz Q_{FW} nach Netzen und Berichtsjahren

Fernwärmenetze	Wärmeabsatz in MWh		
	2006	2007	2008
Sammelschienenanlage HKW Merkenich	19.548	16.230	37.401
GuD-Anlage HKW Merkenich	207.995	197.419	182.885
Reservekessel HKW Merkenich	0	0	1.433
HW Bocklemünd	4.474	0	1.383
Netz Neue Stadt-Bocklemünd	232.017	213.649	223.101
HKW Niehl	701.579	630.318	708.765
GT-HKW Niehl KWK-Anteil	11.007	13.525	9.023
GT-HKW Niehl HW-Anteil	12.035	9.844	3.781
GuD-Anlage HKW Südstadt KWK-Anteil	211.803	195.864	168.476
GuD-Anlage HKW Südstadt HW-Anteil	4.420	3.137	613
Heizkessel HKW Südstadt	11.698	2.846	3.241
Heizwerk KHD Deutz	677	327	575
Netz Innenstadt-Deutz	953.218	855.862	894.473
GuD-Anlage HKW Merheim KWK-Anteil	75.505	68.324	77.950
GuD-Anlage HKW Merheim HW-Anteil	9.055	512	315
Heizkessel HKW Merheim	21.118	27.089	22.731
Netz Merheim	105.678	95.925	100.997
Gasmodule BHKW Junkersdorf	6.869	8.613	9.039
Heizkessel BHKW Junkersdorf	9.903	7.354	7.941
Netz Junkersdorf	16.772	15.967	16.980

Tabelle 2. Eingespeiste Netto-Strommengen in KWK ($A_{BNE; kwk}$) gegliedert nach Netzen und Berichtsjahren*

Fernwärmenetze	Netto-Stromerzeugung in MWh		
	2006	2007	2008
Sammelschienenanlage HKW Merkenich	6.009	5.983	13.814
GuD-Anlage HKW Merkenich	314.944	298.307	276.647
Reservekessel HKW Merkenich	0	0	-29
HW Bocklemünd	-112	-60	-84
Netz Neue Stadt-Bocklemünd	321.204	304.230	290.348
HKW Niehl	1.143.650	1.010.084	1.210.041
GT-HKW Niehl	4.346	5.734	4.192
GuD-Anlage HKW Südstadt	105.647	102.678	91.165
Heizkessel HKW Südstadt	-451	-185	-145
Heizwerk KHD Deutz	-9	-5	-11
Netz Innenstadt-Deutz	1.253.182	1.118.305	1.305.242
GuD-Anlage HKW Merheim	47.619	46.412	53.042
Heizkessel HKW Merheim	-569	-587	-529
Netz Merheim	47.050	45.825	52.513
Gasmodule BHKW Junkersdorf	3.614	4.362	4.734
Heizkessel BHKW Junkersdorf	0	0	0
Netz Junkersdorf	3.614	4.362	4.734

* (gemindert um Anteile des Stromeigenbedarfs der Fernwärmenetze A_{HN})

Tabelle 3. Einsatz Brennstoffwärme W_{Br} für Fernwärmeerzeugung nach Netzen *

Fernwärmenetze		Brennstoffwärme in MWh		
		2006	2007	2008
Sammelschienenanlage HKW Merkenich	BK	34.380	29.307	68.505
	G/Ö	1.271	1.009	3.728
GuD-Anlage HKW Merkenich	G/Ö	656.391	626.352	547.110
Reservekessel HKW Merkenich	G/Ö	0	0	1.900
HW Bocklemünd	G/Ö	5.463	0	1.715
Netz Neue Stadt-Bocklemünd	BK	34.380	29.307	68.505
	G/Ö	663.126	627.361	554.454
HKW Niehl	G/Ö	2.687.561	2.486.646	3.010.069
GT-HKW Niehl KWK-Anteil	G/Ö	20.435	25.865	18.245
GT-HKW Niehl HW-Anteil	G/Ö	15.788	13.288	5.179
GuD-Anlage HKW Südstadt KWK-Anteil	G/Ö	386.220	366.799	322.737
GuD-Anlage HKW Südstadt HW-Anteil	G/Ö	5.564	3.949	804
Heizkessel HKW Südstadt	G/Ö	13.642	3.367	3.898
Heizwerk KHD Deutz	G/Ö	857	421	781
Netz Innenstadt-Deutz	G/Ö	3.130.059	2.900.335	3.361.713
GuD-Anlage HKW Merheim KWK-Anteil	G/Ö	160.330	149.664	172.726
GuD-Anlage HKW Merheim HW-Anteil		11.302	646	411
Heizkessel HKW Merheim	G/Ö	28.288	37.214	32.840
Netz Merheim		199.920	187.524	205.977
Gasmodule BHKW Junkersdorf	G/Ö	12.064	14.547	15.867
Heizkessel BHKW Junkersdorf	G/Ö	11.006	7.972	8.560
Netz Junkersdorf	G/Ö	23.070	22.519	24.427

* (bei KWK-Anlagen- für gekoppelte Strom- und Fernwärmeerzeugung, Erdgas oder Heizöl – G/Ö, Braunkohle - BK)

4. Netzbezogene Berechnung der Primärenergiefaktoren

Die Primärenergiefaktoren der Fernwärmebereitstellung werden unter Berücksichtigung folgender Besonderheiten ermittelt.

- Die Kondensations-Entnahmeanlagen (GuD-Anlagen Merkenich und Niehl) wurden nach Regeln des FW 308 rechnerisch in Kondensationsanlage, und Gegendruckanlage aufgeteilt und für die Ermittlung der Primärenergiefaktoren wurden nur die Gegendruckanlagen-Anteile berücksichtigt.
- Bei Anlagen mit anteiliger ungekoppelter Fernwärmeerzeugung (GT HKW Niehl, GuD-Anlagen Südstadt und Merheim, Anteile der Wärmeerzeugung mittels Zusatzfeuerung ohne gekoppelter Stromerzeugung) wurde die ungekoppelte Wärmeerzeugung als Heizwerkbetrieb berücksichtigt.
- Der Stromeigenbedarf der Fernwärmenetze wurde auf die einspeisenden Anlagen proportional zu deren Beitrag aufgeteilt und von den Nettostromerzeugungswerten der Anlagen abgezogen.

Für die Primärenergiefaktoren für Brennstoff und Strom wurden folgende aktuellen Werte (AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 1, Ausgabe Mai 2010 Anhang A) verwendet:

- Braunkohle –	$f_{P,Br} = 1,2$
- Erdgas und Heizöl –	$f_{P,Br} = 1,1$
- Primärenergiefaktor des aus dem Netz bezogenen Stroms	$f_{P,el} = 2,6$
- Primärenergiefaktor des verdrängten elektrischen Stroms	$f_{P,verdr} = 3,0$

Mit den Daten der Tabellen 1 bis 3 wurden mit den oben angegebenen Formeln 1 und 2 Energiebilanzen für jedes Fernwärmenetz aufgestellt und daraus die Primärenergiefaktoren ermittelt.

5. Netzbezogene Berechnung der KWK-Anteile der Fernwärme

Die Tabellen 1 und 3 beinhalten Brennstoffwärme- und Heizwärmewerte, aufgeteilt auf KWK- und Heizwerk-Anteile. Die Summe der abgesetzten Heizwärmemengen in KWK, geteilt durch die gesamte abgesetzte Fernwärme, ermittelt für jedes Fernwärmenetz, ergibt den KWK-Anteil der Fernwärme.

6. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Ermittlung der Primärenergiefaktoren und KWK-Anteile der Fernwärmeversorgung für die einzelnen Fernwärmenetze der RE sind mit den Daten aus den Jahren 2006 bis 2008 in der Tabelle 4 zusammengefasst. Die angegebenen rechnerischen Werte sind aus der Energiebilanz ermittelt. Die bereinigten Werte sind nach folgenden Bestimmungen korrigiert:

- Negative Werte sind auf Null gesetzt worden,
- Für das Netz Merheim (Anteil der Fernwärmeeinspeisung in KWK 73,3%) wurde für den Primärenergiefaktor ein Pauschalwert für Nah-/Fernwärme gleich 0,7 angewendet.
- Für das Netz Junkersdorf (Anteil der Fernwärmeeinspeisung in KWK < 50%) konnte der Pauschalwert nicht verwendet werden, der rechnerische Wert wurde beibehalten.

Tabelle 4. Zusammenfassung der bescheinigten Primärenergiefaktoren und KWK-Anteile der Fernwärmebereitstellung der Rheinenergie AG

Fernwärmenetze	Primärenergiefaktor $f_{P,FW}$		KWK-Anteil der Fernwärme
	Rechnerischer Wert	Bereinigter Wert	
Neue Stadt-Bocklemünd	-0,82	0	98,9 %
Innenstadt-Deutz	-0,26	0	98,0 %
Merheim	0,72	0,70	73,3 %
Junkersdorf	0,78	0,78	49,3 %

Dr. Wladimir Mai

Geprüfter f_P -Gutachter FW 609

Registrierungsnummer: AGFW-FW609-115