



- Fernwärmeversorgung Merseburg-

**Zertifizierung des Primärenergiefaktors Fernwärme und
Berechnung des KWK-Anteils
Nachweis der Hocheffizienz der KWK-Anlagen und
Ermittlung der spezifischen CO₂-Emissionen
der Fernwärme
der SW Merseburg GmbH
2010**

Erstellt durch: Monika Bell

Sebastian Kroemer

EEB Energiewirtschaftliche Beratung GmbH

Aldenhoven, Juli 2011

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und Ausgangssituation	1
2	Gesetzliche Rahmenbedingungen	2
2.1	Energiesparverordnung (EnEV 2002/ 2007/ 2009).....	2
2.2	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG 2009)	4
2.3	Richtlinie der EU 2004/8/EG	5
2.4	Stromkennzeichnung nach § 42 EnWG	6
3	Bilanzraum der Fernwärmeversorgung Merseburg	9
4	Physikalische Energiebilanz 2010 der Fernwärmeerzeugung für den Bilanzkreis	12
5	Berechnung des KWK-Anteils an der Fernwärmeerzeugung 2010	16
6	Nachweis der Hocheffizienz	17
7	Spezifische CO₂-Emissionen der Koppelprodukte Strom und Wärme	18
7.1	Methodik zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Koppelprodukte.....	18
7.2	Brennstoffeinsatz 2010 und Stromproduktion.....	18
7.3	Stromkennzeichnung HKW West SW Merseburg.....	18
8	Ergebnis und Zusammenfassung	20
	Quellenverzeichnis	22
	Anhang	23
	Anlagen 1 bis 5	

1 Aufgabenstellung und Ausgangssituation

Die EEB ENERKO energiewirtschaftliche Beratung GmbH erhielt von den Stadtwerken Merseburg (SWM) den Auftrag über

- die Bestimmung des Primärenergiefaktors der Fernwärme aus dem HKW-West,
- die Bestimmung des KWK-Anteils der Fernwärme,
- den Nachweis für „Hocheffiziente KWK“ gemäß EU-Richtlinie 2004/8/EG für die von Ihnen zur Fernwärme-Erzeugung betriebenen BHKW-Anlagen und
- die Bestimmung der spezifischen CO₂-Emissionen für die Koppelprodukte Strom und Wärme im Rahmen der Stromkennzeichnung.

Allen diesen Kennwerten liegt die physikalische Energie-Bilanz zugrunde.

Diese wird erstellt aus

- den im Rahmen des Monitoringkonzeptes für die Erstellung der jährlichen CO₂-Emissionsberichte nach TEHG § 5 erhobenen und geprüften Daten zum Brennstoffeinsatz,
- der jährlichen Meldung der KWK-Strom- und -Wärmeerzeugung im Rahmen der Förderung der KWK an das BAFA,
- der Summe der Abgabe von Fernwärme an die Abnehmer/Kunden aus dem geprüften Geschäftsbericht sowie
- der Angaben von SWM über direkt abgerechnete Fernwärme, die zu der aus der Bilanzierung des Fernwärmeverkaufs im geprüften Geschäftsbericht noch hinzukommt.

2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

2.1 Energiesparverordnung (EnEV 2002/ 2007/ 2009)

Am 01. Februar 2002 ist die Energiesparverordnung (EnEV 2002) in Kraft getreten. Diese wurde inzwischen bereits zweimal novelliert. Seit 2002 galt für Neubauten oder wesentliche Modernisierungen bei Gebäuden, dass der Bauherr das Unterschreiten bestimmter Grenzen hinsichtlich des Primärenergieverbrauchs seines Gebäudes nachweisen musste. Erstmals wurde damit zur Beurteilung von Gebäuden der Primärenergieverbrauch herangezogen. Dies geschieht durch die Bestimmung eines Primärenergiefaktors, mit dem der Energiebedarf des Gebäudes gewichtet wird.

Nach dem 01.10.2007 mit Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (EnEV2007) /1/ wurde der Energiepass auch für bestehende Wohngebäude zur Pflicht. Mieter, Käufer und Pächter von Gebäuden oder Wohnungen haben seither das Recht, vor Vertragsabschluss einen Energieausweis einzusehen.

Wer eine Wohnung bzw. ein Haus mieten oder kaufen möchte, kann also die zu erwartenden Heizkosten von Anfang an mit einkalkulieren. Denn der Energieausweis bewertet die energetische Qualität von Gebäuden. Er dokumentiert und bewertet alle wichtigen Kenndaten, die Einfluss auf den Energieverbrauch und die damit verbundenen Umweltbelastungen haben. Damit wurde ein Vergleichsmaßstab geschaffen, der es auch dem Laien (Vermieter, Mieter, Bauherren) ermöglicht, den Energieverbrauch eines Hauses bzw. einer Wohnung einzuordnen.

Der Jahres-Primärenergiebedarf für das Gebäude war dabei nach DIN EN 832: 2003-06 /2/ in Verbindung mit DIN V 4108-6: 2003-06 /3/ und DIN V 4701-10: 2003-08 /4/, geändert durch A1 2006-12 /5/, zu ermitteln. Beim Nichtwohngebäude musste der Berechnung die DIN V 18599 Teile 1-10 „Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Lüftung Trinkwarmwasser und Beleuchtung“ /6/ zugrunde gelegt werden.

Durch Primärenergiefaktoren nach DIN V 4701-10 2003-08 in Verbindung mit A1 2006-12 wurde dabei die Art der Wärmeerzeugung (z.B. Strom, fossile Brennstoffe, KWK) inklusive der vor gelagerten Prozessketten außerhalb des Gebäudes berücksichtigt.

Seit dem 01.10.2009 ist die EnEV 2009 /7/ in Kraft. Die Änderungen der EnEV 2009 gegenüber der EnEV 2007 betreffen sowohl Neubauten als auch Bestandsbauten.

Die wichtigsten Änderungen gegenüber EnEV 2007 im Überblick:

- Die Obergrenze für den zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf (Q_P) für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Kühlung sinkt um bis zu 30 %. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an den Wärmeschutz der Gebäudehülle (HT) um bis zu 15 %.
- Berechnungsmethodik bei Wohngebäuden: Der Nachweis erfolgt auch hier zukünftig über ein Referenzgebäude, der Wärmeschutz orientiert sich nunmehr am Wohnhaustyp.
- Für Wohngebäude gelten seither parallel zwei Rechenverfahren:
 - 1) das nach DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“, was bisher nur für Nichtwohngebäude galt, und
 - 2) wie bisher das Rechenverfahren nach DIN EN 832: 2003-06 in Verbindung mit DIN V 4108-6: 2003-06 und DIN V 4701-10: 2003-08, geändert durch A1 2006-12.

Bezüglich der Anlagentechnik gilt weiterhin, dass das Produkt aus Erzeugeraufwandszahl e_g und Primärenergiefaktor $f_{p,FW}$ nicht größer als 1,30 sein darf. Der Einfluss der Primärenergiefaktoren auf die Höhe des Primärenergiebedarfs bleibt so in jedem Fall bestehen.

Soweit Primärenergiefaktoren nicht unmittelbar in der EnEV2009 festgelegt sind, ist der Primärenergiefaktor $f_{p,FW}$ für den nicht erneuerbaren Anteil nach DIN V 4701-10: 2003-08, geändert durch A1: 2006-12, bzw. DIN V 18599-100:2009-10 Tab. 1 zu bestimmen.

Die EnEV 2009 berücksichtigt erneuerbare Energien beim Referenzgebäude.

Sollte der Bauherr bei der Ausführung seines Gebäudes im Vergleich zum entsprechenden Referenzgebäude die Anforderungen der EnEV 2009 zum Primärenergiebedarf um 15 % unterschreiten, kann er dies in seinem Energieausweis kenntlich machen und damit als anerkannte Ersatzmaßnahme nach EEWärmeG ausweisen.

Die Bestimmung eines spezifischen Primärenergiefaktors ($f_{p,FW}$) für das versorgende Fernwärmesystem bietet einige Vorteile für das Fernwärmeversorgungs-Unternehmen. Die Bestimmung des $f_{p,FW}$ ist aus folgenden Gründen sinnvoll:

- Der Standard- Primärenergiefaktor nach DIN V 4701-10 2003-08 in Verbindung mit A1 2006-12 bzw. DIN V 18599-100:2009-10 Tab. 1 darf für Fernwärme aus KWK nur dann eingesetzt werden, wenn diese überwiegend aus KWK stammt. In den entsprechenden Tabellen der zu verwendenden DIN ist ein typischer Wert für FW aus KWK (bei rd. 70 % KWK-Anteil) mit 0,7 ausgewiesen.
- Die $f_{p,FW}$ sind bei Anlagen mit einem sehr hohen KWK-Anteil und beim Einsatz von erneuerbaren Brennstoffen (oder vergleichbarer Brennstoffe, wie z.B. Abfall) sehr viel niedriger als der für Fernwärme aus Heizwerken (1,3) oder aus KWK (0,7) zu verwendende Standard-Primärenergiefaktor nach DIN V 4701-10 2003-08 i. V. m. A1 2006-12 bzw. DIN V 18599-100:2009-10 Tab. 1.
- Es ergeben sich Marketingvorteile gegenüber der Versorgung mit Wärme durch Anlagen mit höheren $f_{p,FW}$, da gilt: je niedriger der spezifisch ermittelte Primärenergiefaktor im Vergleich zu alternativen Beheizungssystemen ist, desto größer sind die Gestaltungsspielräume beim Eigentümer und dessen Planer.

- Es ergibt sich eine langfristige Kundenbindung bei der Wärme-Versorgung der Kunden mit im Vergleich zu anderen Anlagen niedrigem Primärenergiefaktor und dessen Anwendung bei der Festlegung der energetischen Qualität und gleichzeitig der Bestimmung des Primärenergiebedarfs des Gebäudes. Diese energetische Qualität muss nach EnEV aufrechterhalten werden.

Damit ist bei Feststellung und Bekanntmachung eines niedrigen Primärenergiefaktors nicht nur ein Marketinginstrument, sondern auch ein Instrument zur Kundenbindung.

Die AGFW (Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.) entwickelte mit dem Ziel der Harmonisierung der Bestimmung und Zertifizierung der spezifischen Primärenergiefaktoren von konkreten Fernwärmeversorgungsanlagen ein Arbeitsblatt FW 309 Teil 1 /8/. Für die Berechnung des Primärenergiefaktors wird auf die im Arbeitsblatt beschriebenen Regeln Bezug genommen.

Auch die derzeit gültige EnEV 2009 soll bereits 2012 zur Umsetzung der Neufassung der Europäischen Richtlinie zur Gesamteffizienz von Gebäuden wieder geändert werden. Die Berechnung wird dann nach der dann aktuellen DIN V 18599 erfolgen und nicht mehr wahlweise nach DIN 4701-10: 2003-08 i. V. m. A1 2006-12.

2.2 Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG 2009)

Das am 01.01.2009 in Kraft getretene EEWärmeG /9/ verpflichtet Eigentümer von neu errichteten Gebäuden, den Wärmeenergiebedarf anteilig (Solarthermie: min. 15 %, Biogas in KWK: min. 30 %, andere erneuerbare Energieträger: min. 50 %) aus erneuerbaren Energien zu decken. Das EEWärmeG wurde durch das Europarechtsanpassungsgesetz vom 12. April 2011 (BGBl. I S. 619 vom 15.04.2011) in einigen Details geändert, die zum 1. Mai 2011 in Kraft getreten sind. Danach kommt öffentlichen Gebäuden eine besondere Vorbildfunktion zu. Dies bedeutet, dass hier die Verpflichtung zur anteiligen Nutzung von regenerativen Energien schon nach grundlegender Renovierung - nach §, 2 Absatz 2, 3. - a) Austausch eines Heizkessels oder Wechsel des fossilen Energieträgers und b) Renovierung von 20% der Gebäudehülle innerhalb von 2 Jahren – besteht.

Nach § 7 Absatz 1 Nr. 3 kann die Wärmebedarfsdeckung aus Fernwärme dieser Versorgung mit regenerativen Energieträgern ersetzen, da das Ziel des Gesetzes, neben der Steigerung des Anteils der regenerativen Energie an der Wärmebereitstellung, gleichwertig in der Steigerung der Energieeffizienz liegt.

Die Anerkennung der Wärme aus Wärmenetzen als Ersatzmaßnahme zur Erfüllung der o.g. Nutzungspflicht unterliegt dabei verschiedenen Voraussetzungen. Sie muss dazu entweder

- überwiegend aus erneuerbaren Energien,
- zu mehr als 50% aus Abwärme,
- zu mindestens 50% in hocheffizienten KWK-Anlagen oder
- zu mindestens 50 % aus einer Kombination dieser drei Bedingungen

erzeugt werden. Als Nachweis zur Erfüllung der Verpflichtung nach EEWärmeG benötigt der Eigentümer die entsprechende Bescheinigung des Wärmenetzbetreibers.

Für den Fall, dass SWM beabsichtigen, einen Ausbau des Fernwärmenetzes nach § 5a KWKG /10/ vorzunehmen, ist eine Förderung nur möglich, wenn die Wärmeeinspeisung aus KWK-Anlagen im Anwendungsbereich des Gesetzes im Endausbau mindestens 60 % beträgt.

Zudem gilt, dass die KWK, um als Ersatzmaßnahme bzw. als Grundlage zur Förderung von Netzausbaumaßnahmen dienen zu können, sogenannte „hocheffiziente KWK“ sein muss. Die Kriterien für hocheffiziente KWK und die Verfahren zur Bestimmung der Effizienz des KWK-Prozesses sind im Anhang III der EU-Richtlinie 2004/8/EG /11/ festgelegt.

In der „Entscheidung 2008/952/EG vom 19.11.2008“ werden detailliert die Methoden zur Bestimmung der in KWK erzeugten Strommenge festgelegt.

2.3 Richtlinie der EU 2004/8/EG

Hocheffiziente KWK wird in der Richtlinie der EU 2004/8/EG über den Umfang der Energieeinsparungen, die durch die kombinierte anstatt der getrennten Produktion von Wärme und Strom erzielt werden, definiert.

Das Ziel dieser Richtlinie besteht darin, eine einheitliche Methode der Berechnung des in KWK erzeugten Stroms sowie die erforderlichen Leitlinien für ihre Anwendung festzulegen. Damit sichergestellt ist, dass die Förderung von KWK im Rahmen dieser Richtlinie auf dem Nutzwärmebedarf und auf Primärenergieeinsparungen beruht, wurden Kriterien aufgestellt, anhand derer die Energieeffizienz der KWK-Erzeugung gemäß der Grundlagendefinition ermittelt und beurteilt werden kann. Die Kriterien für hocheffiziente KWK und die Verfahren zur Bestimmung der Effizienz des KWK-Prozesses sind im Anhang II der EU-Richtlinie 2004/8/EG festgelegt.

In der Entscheidung 2007/74/EG der Kommission vom 21. Dezember 2006 /12/ wurden dazu einheitliche Wirkungsgrade für die Referenzanlagen veröffentlicht.

Im Anhang der Entscheidung 2008/952/EG vom 19.11.2008 /13/ wurden die Leitlinien zur Umsetzung und Anwendung des Anhangs II der 2004/8/ EG veröffentlicht.

Im Rahmen der Richtlinie 2004/8/EG muss „hocheffiziente KWK“ das folgende Kriterium erfüllen:

- die gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung in KWK-Blöcken ermöglicht gemäß der Formel in Anhang III der Richtlinie berechnete Primärenergieeinsparungen von mindestens 10% im Vergleich zu den Referenzwerten für die getrennte Strom- und Wärmeerzeugung;
- die Erzeugung in KWK-Klein- und Kleinstanlagen, die Primärenergieeinsparungen erbringen, kann als hocheffiziente KWK gelten.

Die Höhe der Primärenergieeinsparungen durch KWK gemäß Anhang II der Richtlinie ist anhand folgender Formel zu berechnen:

$$PEE = (1 - 1 / (KWK W\eta / Ref W\eta + KWK E\eta / Ref E\eta)) * 100\%$$

Formel 1: Primärenergieeinsparung

PEE	Primärenergieeinsparung
KWK Wη	Wärmewirkungsgrad-Referenzwert der KWK-Erzeugung, definiert als jährliche Nutzwärmeerzeugung im Verhältnis zum Brennstoff, der für die Erzeugung der Summe von KWK-Nutzwärmeleistung und KWK-Stromerzeugung eingesetzt wurde
Ref Wη	Wirkungsgrad-Referenzwert für die getrennte Wärmeerzeugung
KWK Eη	elektrischer Wirkungsgrad der KWK, definiert als jährlicher KWK-Strom im Verhältnis zum Brennstoff, der für die Erzeugung der Summe von KWK-Nutzwärmeleistung und KWK-Stromerzeugung eingesetzt wurde. Wenn ein KWK-Block mechanische Energie erzeugt, so kann der jährlichen KWK-Stromerzeugung ein Zusatzwert hinzugerechnet werden, der der Strommenge entspricht, die der Menge der mechanischen Energie gleichwertig ist. Dieser Zusatzwert berechtigt nicht dazu, Herkunftsnachweise gemäß Artikel 5 auszustellen.
Ref Eη	Wirkungsgrad-Referenzwert für die getrennte Stromerzeugung

Zur Anpassung an das deutsche KWKG und zur Vereinheitlichung der Beurteilungskriterien für Strom aus KWK, wurden die Vorgaben der Europäischen Richtlinien 2004/8/EG Anhang II in das Arbeitsblatt FW 308 der AGFW /14/ eingearbeitet.

Dieses Arbeitsblatt ist in Deutschland als technische Norm zur Beurteilung und Begutachtung von KWK-Prozessen zu Grunde zu legen. Es wurde im Januar 2009 in aktualisierter Fassung erweitert um ein Arbeitsblatt zur Bestimmung der Primärenergieeinsparung (PEE) im Sinne der EU-Richtlinie 2004/8/EG.

2.4 Stromkennzeichnung nach § 42 EnWG

§ 42 EnWG /15/ verpflichtet Erzeuger von Elektrizität, für die zur Lieferung an Endverbraucher bestimmte Stromerzeugung, den Anteil der einzelnen Energieträger am gesamten Energieträgermix und die Umweltauswirkungen, zumindest in Bezug auf die Kohlendioxidemissionen und den radioaktiven Abfall, zu ermitteln. Dabei sind spätestens ab 15. Dezember eines Jahres jeweils die Werte des vorangegangenen Kalenderjahres anzugeben.

Es existiert derzeit keine rechtlich verbindliche und einheitliche Berechnungsmethodik zur Bestimmung der geforderten Daten, da die Bundesregierung bisher nicht von ihrem Recht Gebrauch macht, per Rechtsverordnung (§ 42, Abs. 6) Methoden zur Erhebung dieser Daten festzulegen.

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) bzw. dessen Vorgänger, der Verband der Elektrizitätswirtschaft (VDEW) haben einen Leitfaden „Stromkennzeichnung“ /13/ als Umsetzungshilfe für die gesetzlichen Bestimmungen erarbeitet.

In Bezug auf die Datenermittlung für die CO₂-Emissionen der Stromerzeugung finden sich dort in Abschnitt 6.7.5 entsprechende Hinweise für die Vorgehensweise: „Die Werte für CO₂-Emissionen sind, soweit möglich, dem Monitoring für den Emissionshandel zu entnehmen“.

Es wird dort jedoch nicht die Methodik für die Zuordnung der Produkte aus dem KWK- Prozess (Strom, Wärme) beschrieben. Dazu wird lediglich vage auf das AGFW-Arbeitsblatt FW 308 verwiesen.

Bei Anwendung der Methodik des FW-308 wird jedoch zunächst nur eine Aufteilung zwischen ungekoppelten Strom (Brennstoffmenge ist zu 100 % dem Strom zuzuordnen) und KWK-Strom vorgenommen werden.

Für die Aufteilung der Brennstoffwärme und der damit verbundenen CO₂-Emissionen auf die Produkte Strom und Wärme des KWK-Prozesses gibt es verschiedene Methoden (vgl. z.B. VDI 4660 03/2003). Die in der VDI 4660 genannten Methoden sind unterschiedlich geeignet und führen zu deutlich unterschiedlichen Ergebnissen.

Nr.	Methode	Zuordnung	Bemerkungen
1	kalorische (energetische)	entsprechend des Energiegehaltes der Produkte	Strom und Wärme werden in ihrem energetischen Wert (Umwandelbarkeit in andere Energieformen) gleichgesetzt, was nicht zutreffend ist
2	exergetische	entsprechend des Exergiegehaltes der Produkte	wahrscheinlich die beste Methode, aber außerhalb der Fachwelt schwer nachvollziehbar und aufwendige Ermittlung
3	Arbeitswert	dem Produkt Wärme wird der Stromverlust bei der Wärmeauskopplung der Dampfturbine gegenüber vollständiger Kondensation zugeordnet	nur bei Entnahme-Kondensations-Anlagen anwendbar
4	Exergieverlust	entsprechend den unterschiedlichen Exergieverlusten bei getrennter und gekoppelter Produktion	siehe 2
5	Restwert	einem Koppelprodukt wird eine spezifische Emission angelastet (z.B. bei Strom alternativer Bezug aus dem öffentlichen Stromnetz (nationaler Strommix))	für Stromkennzeichnung nur Zuordnung spez. Emissionen zur Wärme z.B. aus einem Kessel denkbar
6	Substitution	Nur Brennstoffmehrbedarf gekoppelter gegenüber ungekoppelter Erzeugung, wird entsprechend entweder dem Strom oder der Wärme angelastet	

Tabelle 1: Methoden zur Aufteilung der Brennstoffwärme bei KWK nach VDI 4660

Ohne näher auf die einzelnen Methoden einzugehen, erscheint uns für den Zweck der Stromkennzeichnung die Substitutionsmethode in erweiterter Form geeignet und wird hier zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Koppelprodukte Strom und Wärme verwendet.

Dieser Ansatz wird auch vom Verband der industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V. (VIK) /15/ favorisiert und zwar in Form der sogenannten finnischen Methode /12/ (in Quelle auf S.4) und von der AGEB (AG Energiebilanzen) verwendet.

Die finnische Methode basiert auf dem Effizienzkriterium („hocheffiziente KWK“) nach EU-Richtlinie 2004/8/EG und den dort genannten Referenznutzungsgraden für eine getrennte Erzeugung (siehe Kapitel 2.3).

Der Vorteil dieser Methode liegt u. E. darin, dass die anteilige Zuordnung des Brennstoffmehrabbedarfs in Abhängigkeit von der jeweiligen Ist-Effizienz der vorhandenen Strom- bzw. Wärmeerzeugung im Vergleich zu den Referenzbedingungen erfolgt, so dass keines der Produkte unangemessen bevorzugt wird.

3 Bilanzraum der Fernwärmeversorgung Merseburg

Die Stadtwerke Merseburg GmbH (SWM) betreiben das Fernwärmenetz im Versorgungsgebiet Merseburg und erzeugen die benötigte Wärme selbst. Die Länge des Fernwärmenetzes beträgt rd. 37 km.

Damit werden 194 Sondervertragskunden (Anzahl Zähler 307) mit Fernwärme und 1108 Direktkunden mit 1182 Zählern versorgt.

Die maximale Wärmelast beträgt ca. 30 MW und im Jahr 2010 wurden rd. 72 GWh/a Wärme an die Kunden abgegeben.

Die Fernwärmeerzeugung erfolgt ausschließlich im Heizkraftwerk West (HKW-West) mittels sechs BHKW-Modulen und einer Spitzenlastkesselanlage.

Durch die Kraft-Wärme-Kopplung im BHKW wurden im Jahr 2010 zusätzlich noch 46,5 GWh/a Strom für das öffentliche Netz erzeugt.

In Abbildung 1 ist der Bilanzkreis der Fernwärmeversorgung für das Versorgungsgebiet Merseburg mit der im HKW-West erzeugten Fernwärme dargestellt.

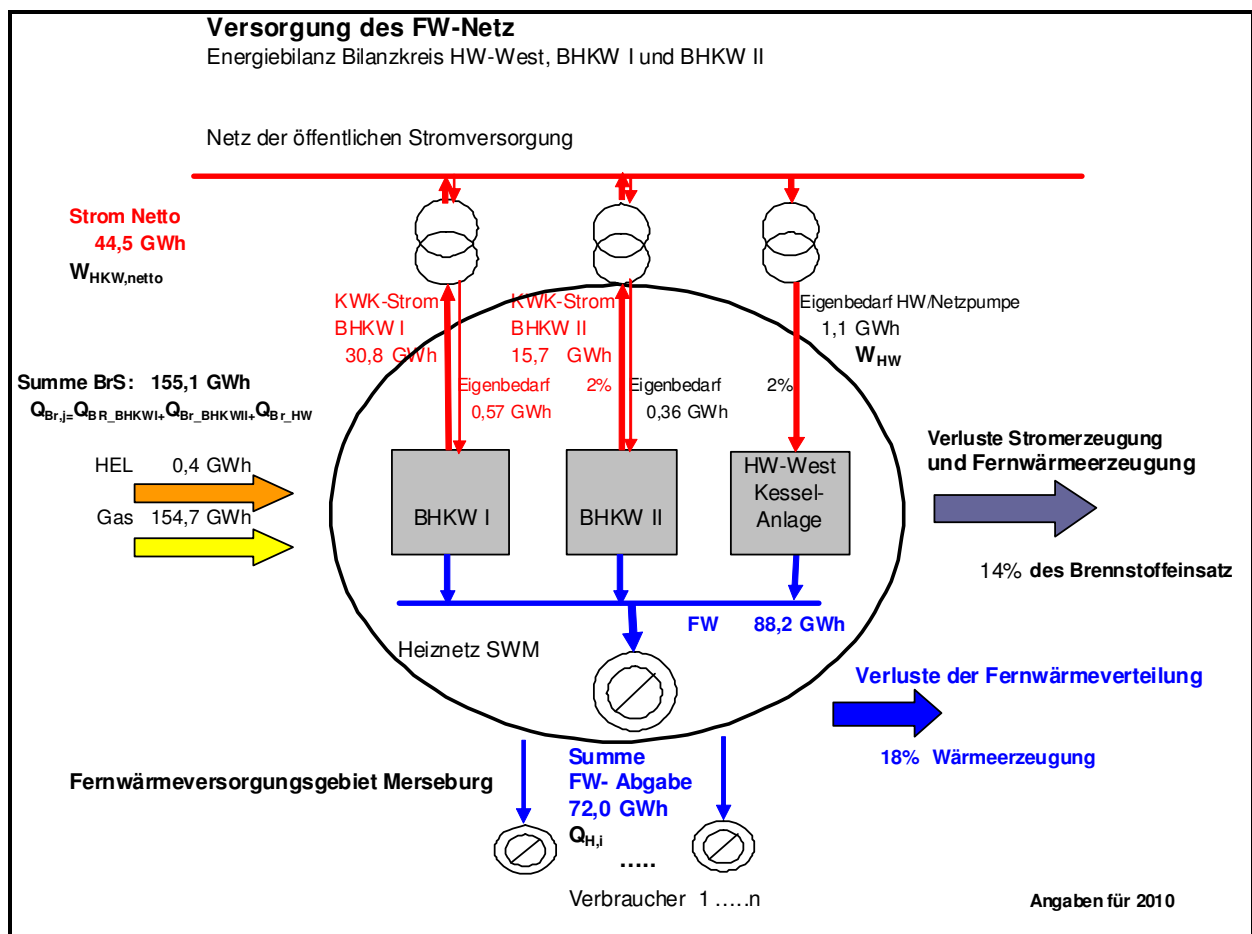


Abbildung 1: Bilanzkreis FW der SWM, Brennstoffeinsatz in den Erzeugungsanlagen und Strom- und FW-Erzeugung für das Jahr 2010

Die technischen Eckdaten der Erzeugeranlagen sind in folgender Tabelle 2 aufgeführt:

		BHKW-I	BHKW-II	Kessel
Elektrische Netto-Leistung	MW	6,45	1,95	
Summe thermische Leistung	MW	8,11	2,21	36,00
Feuerungswärmeleistung	MW _{Hu}	17,64	4,91	39,60
Wärmespeicher für BHKW	m ³	300		-

Tabelle 2: Eckdaten Erzeugeranlagen HKW West

Zusammen haben die BHKW-Anlagen eine elektrische Leistung von 8,5 MW_{el} und eine thermische Leistung von 10,3 MW_{th}, bei einer Feuerungswärmeleistung (FWL) von 22,5 MW_{HU}.

Die Kesselanlage hat bei einer FWL von 39,6 MW_{HU} eine thermische Leistung von 36 MW.

4 Physikalische Energiebilanz 2010 der Fernwärmeerzeugung für den Bilanzkreis

Die Zertifizierung erfolgt für das Jahr 2010 auf der Grundlage der buchhalterischen Jahresabschlussbilanz und der kaufmännisch nachgewiesenen Energiebilanz.

Die verwendeten Werte für die Einsatz- und Produktionsmengen wurden sowohl zur Meldung des KWK-Stroms an das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), als auch im CO₂-Emissionsbericht gemäß Treibhausgas-Emissions-Handels-Gesetz (TEHG) verwendet.

Anlage 1 ist ein Ausschnitt aus der Jahresabrechnung für KWK-Strom, die gemäß KWK-Gesetz dem BAFA für das Vorjahr gemeldet werden muss. Hierin sind noch keine Daten der Kesselanlage enthalten. Die Zahlen sind von einem Wirtschaftsprüfer verifiziert worden.

In Anlage 2 sind Produktmengen (Strom und Wärme) sowie Brennstoffeinsätze für alle Teilanlagen – einschließlich Heizkessel zusammengefasst. Diese Aufstellung wurde für den Nachweis der emittierten CO₂-Mengen erstellt, von einem Umweltgutachter zertifiziert und an die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) gemeldet.

Die folgende Tabelle fasst die In- und Outputdaten 2010 zusammen:

Datenbasis: Emissionsbericht zum TEHG; zertifiziert TÜV Cert
Quelle Fernwärmeabgabe (an Endkunden): SWM

Energiebilanzen HKW / HW für FW

Teilanlage	Energieeinsatz				Produkte			
	Heizöl (MWh Hu)	Erdgas (MWh Hu)	BrennstoffGe- samt (MWh Hu)	Strom- eigenbedarf (MWh el)	FW- Erzeugung (MWh th)	FW-Abgabe (MWh th)	Bruttostrom- erzeugung * (MWh el)	Nettostrom- erzeugung * (MWh el)
Heizwerk	443	33.179	33.622	1.076	30.989	-		-1.076
Module 1-5		81.044	81.044	573	38.851	-	30.756	30.183
Modul 6		40.483	40.483	356	18.373	-	15.740	15.383
Gesamt	443	154.706	155.149	2.006	88.213	72.033	46.496	44.490

* Die elektrische Jahresnettoarbeit nach DIN V 4701-10 ergibt sich nach Abzug des elektrischen Heizkraftwerks-eigenbedarfs und der Antriebsenergie für den Heiznetzbetrieb.

Tabelle 3: In- und Outputdaten Bilanzkreis Fernwärme Merseburg – Energiebilanz

Der Energiefluss wurde bereits weiter oben in Abbildung 1 (Bilanzkreis) dargestellt. Die darin ausgewiesene Nettostromerzeugung ist die Stromlieferung in das öffentliche Netz nach Abzug des elektrischen Eigenbedarfs des Heizwerks und der Antriebsenergie Wärme Kessel für den Heiznetzbetrieb.

Die Berechnung des Primärenergiefaktors für Fernwärme erfolgt auf Basis des in DIN 4701-10 für Nah- und Fernwärmenetze festgelegten Berechnungswegs, unter Anwendung der Regeln des Arbeitsblattes FW 309-1 /8/. Der Berechnung sind die oben dargestellten gemessenen und geprüften Werte für das Jahr 2010 zugrundegelegt.

Darüber hinaus wurden die Werte aus der in der EnEV vorgeschriebenen Tabelle C.4.-1 DIN V 4701-10/12-2006, bzw. der aktualisierten Tabelle in DIN V 18599-100:2009-10 Tab. A.1, für die

Primärenergiefaktoren der bei der Fernwärmeerzeugung eingesetzten Brennstoffe, Erdgas und HEL übernommen.

Anhang A (normativ)

Energieträger ^a		Primärenergiefaktoren f_P	
		insgesamt	nicht erneuerbarer Anteil
		A	B
Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	1,1
	Erdgas H	1,1	1,1
	Flüssiggas	1,1	1,1
	Steinkohle	1,1	1,1
	Braunkohle	1,2	1,2
	Holz	1,2	0,2
Nah-/Fernwärme aus KWK ^b	fossiler Brennstoff	0,7	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,7	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	1,3	0,1
Strom	Strom-Mix	3,0	2,6
Biogene Brennstoffe	Biogas, Bioöl	1,5	0,5
Umweltenergie	Solarenergie, Umgebungswärme	1,0	0,0

a Bezugsgröße Endenergie: Heizwert H_i
 b Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70 %

Tabelle 2: Primärenergiefaktoren für Deutschland (Quelle: DIN V 18599-100:2009), Teil 1

Energieträger		Primärenergiefaktoren f_P
Brennstoffe	Grubengas, Gichtgas, Kokereigas	0,0
	Abfall	0,0
	Deponiegas	0,0
	Klärschlamm	0,0
Abwärme	industrielle Produktionsprozesse	0,0
Tiefen-Geothermie	Thermalwasser	0,0

Tabelle 3: Primärenergiefaktoren für Deutschland, Teil 2

Quelle: AGFW-Regelwerk FW-309 Stand: Mai 2010, entspricht DIN 18599-100 Tabelle A1- Primärenergiefaktoren

Berechnungsvorschrift für Primärenergiefaktoren

$$f_{PE,WV} = \frac{\sum_j Q_{Br,j} \times f_{PE,Br,j} - W_{HKW,verdr} \times f_{PE,Elverdr} + (\Delta W_{KW,netto} + W_{HKW,eigen}) \times f_{PE,El}}{\sum_i Q_{H,i}}$$

Ergebnisse:

$f_{PE,Br}$ Erdgas,HEL,Kohle	[-]	1,1 TabC.4.-1 DIN V 4701-10/A1:2006-12/Anhang A DIN 18599-100:2009
$f_{PE,el}$	[-]	3,0 TabC.4.-1 DIN V 4701-10/A1:2006-12/Anhang A DIN 18599-100:2009
$f_{PE,elverdr}$	[-]	3,0 TabC.4.-1 DIN V 4701-10/A1:2006-12/Anhang A DIN 18599-100:2009
$\sum Q_{Br,j}$	[MWh/a]	155.149 Tab. 2
$\Delta W_{KW,netto}$	[MWh/a]	kein Fremdwärmebezug
$W_{HKW,Eigenbedarf}$	[MWh/a]	2.006
$W_{HKW,verdrängt}$	[MWh/a]	46.496 Anlage 2
$\sum Q_{H,i}$	[MWh/a]	72.033 Anlage 2

==> $f_{PE,WV}$ [-] **0,52 Formel (1)**

Bedeutung der verwendeten Formelzeichen:

$f_{PE,WV}$	Primärenergiefaktor der Wärmeversorgung in kWh Primärenergie je kWh Heizenergie an der Gebäudehülle als Präzisierung zu den Pauschalvorgaben in Tabelle C.4-1
$Q_{H,i}$	Jahresheizenergie an der Übergabestelle zum Gebäude i in kWh/a, MWh/a oder GWh/a
$Q_{Br,j}$	Jahresbrennstoffwärme aus dem fossilen Brennstoff j (z.B. Kohle, Heizöl, Erdgas) für die Wärmeerzeugerwerke (Heizwerke HW und Heizkraftwerke HKW) eines Wärmeversorgungssystems berechnet aus der Jahresmenge $m_{Br,j}$ und dem unteren Heizwert Hu_j : $Q_{Br,j} = m_{Br,j} \times Hu_j$
$f_{PE,Br,j}$	Primärenergiefaktor des jeweiligen Brennstoffes j für HW und HKW unter Berücksichtigung der Vorkette nach Tabelle C.4-1
$\Delta W_{KW,netto}$	Arbeitsminderung eines großen Kondensations-Kraftwerkes (sog. Ohnehin-Kraftwerk) mit Fernwärme-auskopplung bei gleichem Brennstoffeinsatz wie im Kondensationsbetrieb und nach Abzug der elektrischen Pumparbeit für die Fernwärme-Transportleitung
$W_{HKWEigenbedarf}$	elektrischer Heizkraftwerkseigenbedarfs und Antriebsenergie für den Heiznetzbetrieb (Umwälzung, Druckhaltung) in kWh/a, MWh/a oder GWh/a
$W_{HKWverdrängt}$	Elektrische Jahresnettoarbeit der Heizkraftwerke des Wärmeversorgungssystems, eingespeister Strom
$f_{PE,El}$	Primärenergiefaktor der Strombereitstellung nach Tabelle C.4-1 DIN 4701-10 angepasst an EnEV 2009 durch Anhang A DIN 18599-100:2009 Spalte B
$f_{PE,verdr}$	Primärenergiefaktor der durch Einspeisung des KWK-Stroms verdrängten Strombereitstellung nach Tabelle C.4-1 DIN 4701-10 angepasst an EnEV 2009 durch Anhang A DIN 18599-100:2009, Spalte A

Formel 2: Berechnung des Primärenergiefaktors der Fernwärme der Stadtwerke Merseburg nach FW 309-1

Hinweis: Entsprechend der Methodik des Arbeitsblatts FW 309 Teil 1 wird bei Nutzung der KWK zur Fernwärmeerzeugung, sowohl für verdrängten Strom $f_{PEI,verdr}$, wie auch für den bezogenen Strom $f_{PEI,El}$ der Wert 3,0 aus Spalte A der Tabelle aus Anhang A verwendet.

Der Strom aus KWK und aus regenerativen Energien genießt bei der Einspeisung gesetzlich gesicherten Vorrang und wird deshalb nicht verdrängt. Daraus ergibt sich für den verdrängten Strom, dass er dem bundesdeutschen Mix ohne regenerativen oder durch KWK erzeugten Strom entspricht und daher mit dem höheren Primärenergiefaktor des fossilen Strom-Mix bewertet wird. Im Arbeitsblatt FW-309-1 wurde festgelegt, dass auch der bezogene Strom-Mix für den Eigenverbrauch im Falle der KWK mit 3 bewertet wird.

Bei Fernwärmeerzeugung im Heizwerk, ohne gekoppelte Stromerzeugung, wird der Stromeigenverbrauch aus dem Strom-Mix BRD mit dem in der EnEV 2009 unter Berücksichtigung des zunehmenden Anteils der regenerativen Stromerzeugung festgelegten Wert von 2,6 (siehe Spalte B Anhang A) bewertet.

5 Berechnung des KWK-Anteils an der Fernwärmeerzeugung 2010

Da außer dem HKW West keine weiteren Erzeuger für die Fernwärme des Bilanzraumes betrieben werden, reicht die Betrachtung der Energiebilanz dieses Standortes aus.

Der KWK-Anteil ist das Verhältnis von Wärmeerzeugung aus den BHKW-Modulen zur gesamten Fernwärmeerzeugung des HKW West.

Die Verteilungsverluste auf dem Weg zum Kunden haben keinen Einfluss auf dieses Verhältnis.

Die erzeugte Fernwärme aus dem HKW West beträgt 88.213 MWh/a, die aus der KWK 57.224 MWh/a.

$$\text{KWK-Anteil} = (\text{FW BHKW I} + \text{FW BHKW II}) / (\text{FW gesamt})$$

$$\Rightarrow \text{KWK-Anteil} = \mathbf{57.224} \text{ geteilt durch } \mathbf{88.213} \text{ MWh th}$$

$$\Rightarrow \text{Anteil der KWK an der Wärmeerzeugung} \quad \mathbf{64,9\%}$$

6 Nachweis der Hocheffizienz

Mit den vorliegenden arbeitsbezogenen Daten aus 2010 (siehe Anlagen 1 und 2) für den Betrieb der BHKW Motorenanlagen 1 und 2 in Merseburg ergibt sich, dass beide BHKW-Anlagen, die zur Erzeugung der Grundlast des FW-Versorgungsgebietes Merseburg betrieben werden, hocheffizient im Sinne der EU-Richtlinie 2004/8/EG sind (Berechnungsblätter zum Nachweis siehe Anlage 4).

Die Primärenergieeinsparung, die durch den Betrieb der KWK-Kapazitäten der SW Merseburg erzielt wird im Bezug auf die ungekoppelte Erzeugung, wurde gemäß Arbeitsblatt FW 308 als Kriterium zum Nachweis der Hocheffizienz wie folgt berechnet:

- BHKW I-Motorenanlage (Modul 1-5): PEE = 23,5 %
- BHKW II-Motorenanlage (Modul 6) PEE = 20,9 %

Damit überschreiten sie jeweils die geforderte Mindest-Primärenergieeinsparung (PEE) von 10 % bei Weitem.

7 Spezifische CO₂-Emissionen der Koppelprodukte Strom und Wärme

7.1 Methodik zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Koppelprodukte

Die finnische Methode basiert auf dem Effizienzkriterium („hocheffiziente KWK“) nach EU-Richtlinie 2004/8/EG und den dort genannten Referenznutzungsgraden für eine getrennte Erzeugung. (siehe Kapitel 2.3)

Der Vorteil dieser Methode liegt u. E. darin, dass die anteilige Zuordnung des Brennstoffmehrabbedarfs in Abhängigkeit von der jeweiligen Ist-Effizienz der vorhandenen Strom- bzw. Wärmeerzeugung im Vergleich zu den Referenzbedingungen erfolgt, so dass keines der Produkte unangemessen bevorzugt wird.

7.2 Brennstoffeinsatz 2010 und Stromproduktion

Im HKW-West der SWM wurden 2010 Erdgas und in der Kesselanlage in geringem Umfang leichtes Heizöl eingesetzt.

Erdgas und leichtes Heizöl sind in die Gruppe der fossilen Energieträger einzuordnen. Erdöl wird jedoch nur in den Spitzenkesseln eingesetzt, also zur Erzeugung von Wärme ohne gekoppelte Stromerzeugung.

Die verwendete physikalische Energiebilanz entspricht der, zur Bestimmung des Primärenergiefaktors für den Bilanzkreis der Fernwärme der SWM, in Kapitel 4 dargestellten.

Dabei wurde für den Brennstoffeinsatz die Stoffdaten und die Tätigkeitsdaten verwendet, wie sie bei der jährlichen CO₂-Emissionserklärung gemäß TEHG § 5 für 2010 berichtet wurden.

Die Angaben zur Stromerzeugung wurden anhand der jährlichen Meldung der KWK-Strom- und Wärmeerzeugung an das BAFA geprüft.

7.3 Stromkennzeichnung HKW West SW Merseburg

Die Erzeugung in den Motorenanlagen im HKW West der SW Merseburg war im Jahr 2010 mit folgenden spezifischen Kohlenstoffdioxid-Emissionen verbunden (Anlage 5):

- Produkt Strom 321 gCO₂/kWh
- Produkt Wärme 172 gCO₂/kWh; für die Wärme ausschließlich aus KWK

In den BHKW (gekoppelte Strom- und Fernwärmeerzeugung) wurde ausschließlich Erdgas eingesetzt. In den Kesseln wurde in geringem Umfang (0,3% des gesamten Brennstoffeinsatzes) leichtes Heizöl (Fernwärmeerzeugung) eingesetzt.

Beide insgesamt zur Fernwärme- und Stromerzeugung eingesetzten Energieträger (Erdgas, Heizöl) sind den fossilen Brennstoffen zuzuordnen.

Betrachtet man das gesamte Heizwerk, also die Fernwärmeezeugung insgesamt, können der Fernwärme folgende spezifische CO₂-Emissionen zugerechnet werden:

CO ₂ -Emissionen der gesamten Fernwärme						spezifische CO ₂ -Emissionen	
	Erdgas [MWh/a]	Heizöl [MWh/a]	CO ₂ - Emissionen [t/a]	erzeugte Fernwärme [MWh/a]	verkaufte Fernwärme [MWh/a]	spez. Emissionen erzeugte FW [g/kWh]	spez. Emissionen verkaufte FW [g/kWh]
Brennstoffeinsatz KWK	48.962		9.871	57.224			
Brennstoffeinsatz Kessel	33.179	443	6.807	30.989			
	82.141	443	16.678	88.213	72.033	189	232

Tabelle 4: Spezifische CO₂-Emissionen der Fernwärme im HKW West

8 Ergebnis und Zusammenfassung

Das Ergebnis der hier erfolgten Berechnungen wurde auf der Grundlage geprüfter Daten der Stadtwerke aus dem Jahr 2010 ermittelt.

Für die Fernwärmeversorgung von Gebäuden im Versorgungsgebiet der Stadtwerke Merseburg können folgende Werte zugrunde gelegt werden:

- Der Primärenergiefaktor kann, abweichend zu den Standardfaktoren der Tabelle C.4.-1 der DIN V 4701-10 bei Einsatz von Fernwärme der SW Merseburg mit $f_{PE,FW} = 0,52$ angesetzt werden.

Abbildung 3 stellt den $f_{P,FW}$ für Merseburg und die entsprechenden zu verwendenden Tabellenwerte aus der DIN 4701-10/A1: 2006-12 gegenüber.

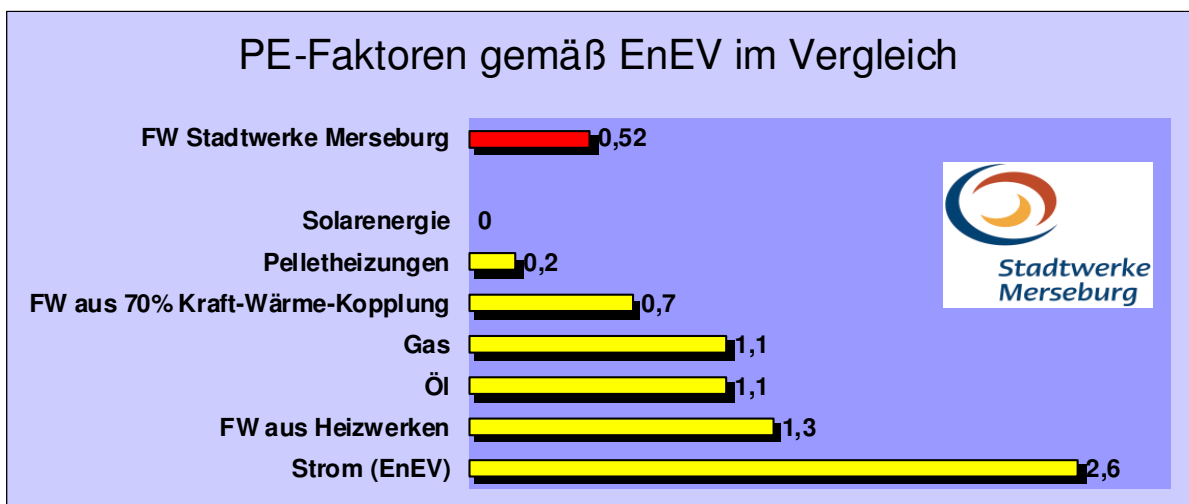


Abbildung 3: PE-Faktoren gemäß EnEV im Vergleich

- Der KWK-Anteil der Wärmeversorgung beträgt dabei 64,9%.
Das vereinfachte Rechenverfahren gemäß § 3 Abs. 3 Satz 1 der EnEV 2002 wurde mit der EnEV 2007 abgeschafft. Der KWK-Anteil ist nun aus anderen Gründen ein wichtiger Schwellenwert.

Anforderungen gemäß EEWärmeG:

Bei der Wärmebereitstellung für die FW Merseburg wird der geforderte KWK-Anteil (Ersatzmaßnahme nach §7 EEWärmeG) von 50 % mit rd.65 % sicher übertroffen. Die Fernwärme in Merseburg erfüllt die Anforderungen des EEWärmeG voll, da die KWK-Anlage hocheffizient arbeitet.

Anforderungen nach §5a KWKG2009:

Die Anforderung nach §5a KWKG2009 zur Förderung des Fernwärmenetzausbaus von mindestens 60 % ist mit rd.65 % ebenfalls überschritten.

Durch den hohen KWK-Anteil von rd. 65 % und der vorrangigen Einspeisung von KWK-Strom, mit entsprechender Verdrängung von Stromerzeugung aus dem bundesdeutschen Mix ohne regenerative Stromerzeugung, ergibt sich ein günstiger Primärenergiefaktor für die Fernwärme der SWM von 0,52.

Darüber hinaus führt der Einsatz von Erdgas in hocheffizienten KWK-Anlagen bei der Erzeugung von Fernwärme insgesamt zu geringen spezifischen CO₂-Emissionen in Relation zur getrennten Erzeugung von Wärme und Strom.

Insgesamt konnte durch den Einsatz von Fernwärme aus hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung zu einem Anteil von 64,9 % an der Erzeugung im Vergleich zu ungekoppelter Stromerzeugung im deutschen Strommix und Wärmeerzeugung im Gaskessel, ein Ausstoß von ca. 11.123 t CO₂ im Jahr 2010 in Merseburg vermieden werden.

Die Vorteile des Einsatzes von Fernwärme der Stadtwerke Merseburg für die Wärmeversorgung von Gebäuden für die Nutzer - und letztlich für die Umwelt - sind klar erkennbar.



Dipl. Ing. (FH) Monika Bell

fP- Gutachter- Nr.: FW 609-132

Quellenverzeichnis

- [1] EnEV 2007 Energieeinsparverordnung für Gebäude, Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung–EnEV) vom 24. Juli 2007 - seit dem 1. Oktober 2007 in Kraft
- [2] DIN EN 832, Ausgabe:1998-12, Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden - Berechnung des Heizenergiebedarfs; Wohngebäude; Deutsche Fassung EN 832:1998
- [3] DIN V 4108-6, Ausgabe:2000-11, Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs
- [4] DIN V 4701-10, Ausgabe:2003-08, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
- [5] DIN V 4701-10, Ausgabe: 2006-12, Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen - Teil 10: Heizung, Trinkwassererwärmung, Lüftung
- [6] DIN V 18599-Teile 1-10:2007-10 und deren Aktualisierung in DIN V 18599-100:2009-10
- [7] EnEV 2009 Energieeinsparverordnung für Gebäude Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 30.4.2009, In Kraft getreten am 01.10.2009
- [8] AGFW-Regelwerk FW-309-1, Endfassung Stand Mai 2010, Energetische Bewertung von Fernwärme; Bestimmung der spezifischen Primärenergiefaktoren für Fernwärmeversorgungssysteme
- [9] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich; Erneuerbare-Energieen-WärmeGesetz – EEWärmeG vom 1.1.2009, zuletzt geändert vom Europarechtsanpassungsgesetz vom 12. April 2011 (BGBl. I S. 619 vom 15.04.2011) am 01.05. 2011
- [10] KWKG 2009, Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung, zuletzt geändert durch Art. 5 G vom 21. August 2009 (BGBl. I S. 2870, 2875)
- [11] EU Richtlinie 2004/8/EG, vom 11. Februar 2004 über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG
- [12] Entscheidung 2007/74/EG/ und 2008/952/EG; Anwendung harmonisierter Wirkungsgrade bei der getrennten Erzeugung von Strom und Wärme Referenzwirkungsgrade nach 2004/8/EG
- [13] VDEW- Leitfaden „Stromkennzeichnung“ Endfassung Berlin 14.10.2005

- [14] AGFW-Arbeitsblatt AGFW-308, Zertifizierung von KWK-Anlagen, Ermittlung des KWK-Stroms 01/2009
- [15] VIK-Entwurf CO₂-Kennzeichnung von Strom aus KWK-Anlagen, Brennstoffzuordnung auf elektrische und thermische Energie, Essen, September 2006/16/ AGEB- Vorwort zu den Energiebilanzen für die BRD, November 2008

Anhang

Anlagenverzeichnis

- Anlage 1 KWK Nettostrom 2009
- Anlage 2 Tabelle Input/Output aus Meldungen zum Emissionshandel an die DEHSt und zur KWK an BAFA
- Anlage 3 Bescheinigung Primärenergiefaktor, KWK-Anteil
- Anlage 4 Berechnungsblätter zur Bestimmung der Hocheffizienz der KWK-Anlagen 2009
- Anlage 5 Berechnungsblatt Bestimmung der Energieträger und produktbezogenen spezifischen CO₂- Emissionen Strom – und Wärme 2009

Quellen: Excel-Datei CO₂-Bilanz 2010 der Stadtwerke Merseburg GmbH; CO₂-Emissionsbericht, Jahresbericht, Zählerdaten

Anlage 1

P:\SW Merseburg\MERS1103_PEF\Bearing\Zertifizierung\110411_Zertifizierung_Mers2010.xls\KWK-Meldung 2010		12-Apr-11	
Berechnung KWK-Nettostrom		Jahr	2010
		Anlage 1	
1. Generelle Vorgaben (Stoffwerte, Anlagen- und Maschinenkennwerte)			
A	Heizwert Erdgas	10,13	(MWh Hu/ 1000Nm³)
B	Standardwert (ZuV Emissionshandel)	10,00	(MWh Hu/ 1000Nm³)
C			
2. Brennstoffeinsatz HKW Blau = Messwert			
Der Gaseinsatz wird per geeichte Eingangsmessungen ermittelt.			
	Einspeisung/ Verbraucher	Messstellen	Erdgaseinsatz
	Erdgas	<i>Grundfließbild</i>	(1000 Nm³)
A	Module 1-5	FIQ2	81.044,4
C	Modul 6	FIQ3	40.482,6
F	Gaseinsatz KWK =		121.527
	Verbraucher	Messstellen	HEL-Einsatz
	HEL	<i>Grundfließbild</i>	(1000 l)
G			0
H			
I	HEL-Einsatz KWK = (2G+2H)		0
P	==> Energieeinsatz Erdgas KWK	1.231.619 (MWh Hu)	(= 1A * 2F)
T	Energieeinsatz Brennstoffe	1.231.619 (MWh Hu)	= Energieeinsatz KWK-Teil (W gem. AGFW 308)
3. Nettowärmeerzeugung HKW aus der KWK-Anlage Blau = Messwert			
Die Wärmeabgabe der Module 1-6 wird direkt gemessen.			
	Nutzwärmeabgabe		
	Anlagen	Messstellen	FW
		<i>Grundfließbild</i>	MWh
A	Module 1- 5	WZ 2	38.851
B	Modul 6	WZ 3	18.373
F			57.224
X	Nutzwärme aus KWK	57.224 (MWh th)	= Nutzwärmeabgabe (Q Bne-Kwk gem. AGFW 308)
4. Netto-Stromerzeugung HKW West Blau = Messwert			
Die Nettostromerzeugung A_{Net} ist gleich der Brutto-Erzeugung A_{Br} der Module 1 bis 6 abzüglich des Eigenbedarfs für den KWK-Teil. Der Eigenstrombedarf wird gemessen.			
	KWK-Brutto-Stromerzeugung Module aus Bafa-Mitteilung		
	Heizwerkessel	Messstellen	Stromerzeugung
		<i>Grundfließbild</i>	(MWh el)
A	Module 1-5	Z 1	30.756 (= 3S)
B	Modul 6	Z 4 - Z 3	15.740
E	SUMME KWK-Brutto-Stromerzeugung Module (MWh el)		46.496
	Eigenstrombedarf		
	Fremd-Verbraucher	Messstellen	Stromerzeugung
		<i>Grundfließbild</i>	(MWh el)
F	Modul 1-5 (BHKW)		573
G	Modul 6 (BHKW 2)		356
H	Heizwerk	Z2	1.076
J	SUMME vorläufiger Eigenstrombedarf (MWh el)		930
	SUMME KWK-Netto-Stromerzeugung Module (MWh el)		45.566
		entspricht AbneKWK gemäß Arbeitsblatt AGFW308; der Bedarf des Heizwerkes und des Fernwärmenetzes (Pumpstrom) muss zur $f_{p,FW}$ - Berechnung einbezogen werden	

Anlage 2

Daten aus CO2-Emissionsbericht					
Anlagenteil		Motorenanlage 1	Kesselanlage	Motorenanlage 2	Gesamtanlage
FeuerungsWL	MW	17,45	39,6	5,05	62,1
	elektr. Leistung	6,45	0	1,95	8,4
	therm. Leistung	8,03	36,0	2,21	46,24
Produktionskapazität					
Prod01 Strom	GWh	56,50	0,00	17,08	73,58
Prod02 Wärme	GWh	70,34	315,36	19,36	405,06

Produktion					
Prod01 Strom	GWh	30,18		15,38	45,56
Vollaststunden	h	4.679		7.889	
Auslastung		55%		93%	
Prod02 Wärme	GWh	38,85	30,99	18,37	88,21
Vollaststunden	h	4.838	861	8.314	
Auslastung		57%		98%	
Summe	GWh	69,03	30,99	33,76	133,78

Brennstoffeinsatz					
Erdgas H GUS	1000 Nm3	8.104,44	3.317,89	4.048,26	15.470,58
36,00	GWh	81,04	33,18	40,48	154,71
GJ/1000Nm ³	GJ	291.759,80	119.443,90	145.737,18	556.940,88
Heizöl EL	l	0,00	44.361,00	0,00	44.361,00
	t		37,44		37,44
42,60	GWh		0,44		0,44
GJ/t	GJ		1.594,80		1.594,80
Summe	GWh	81,04	33,62	40,48	155,15

Wirkungsgrad %	85,2%	92,2%	83,4%	86,2%
-----------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Emissionen [t/a]					
Erdgas H GUS		16.338,55	6.688,86	8.161,28	31.188,69
Heizöl		0,00	118,02	0,00	118,02
Summe		16.339	6.807	8.161	31.307

Anlage 3

Bescheinigung

über die energetische Bewertung der Fernwärme
nach FW 309-1 (2010-05) der

Stadtwerke Merseburg GmbH



Stadtwerke
Merseburg

Fernwärmenetz Merseburg

Fernwärmeerzeugung HW West, BHKW I und BHKW II

Primärenergiefaktor $f_{P,FW} = 0,52$

Anteil hocheffiziente KWK = 64,9 %

Die Berechnung der bescheinigten Werte basiert auf den Daten des Jahres 2010.
Die Bescheinigung ist gültig bis zum 05.07.2014.



EEB ENERKO
Energiewirtschaftliche
Beratung GmbH

EEB Energiewirtschaftliche Beratung
GmbH Landstraße 20
52457 Aldenhoven
Tel.: +49 (02464) 971-3
Fax: +49 (02464) 971-555
Internet: www.enerko.de

05.07.2011

Aldenhoven, Datum

Dipl.-Ing. (FH) Monika Bell
fP- Gutachter- Nr.: FW 609-132

Anlage 4-1

Effizienzberechnung ("hocheffiziente KWK")

EU-Richtlinie 2004/8/EG

Merseburg HW-West Motorenanlage 1

BHKW-Standort gesamt

Anlage		Modul 1	Modul 2	Modul 3	Modul 4	Modul 5	Deutschland	Deutschland
Aufstellungsort		Deutschland	Deutschland	Deutschland	Deutschland	Deutschland	Deutschland	Deutschland
Berechnungsjahr	a _b	2008	2008	2008	2008	2008	2010	MWM TBG 620 V 16K
Inbetriebnahmehjahr	a	1997	1997	1997	1997	1997	1997	Sachverständigen Gutachten zur Feststellung der Eigenschaften der KWK-anlage, §6 Abs 1 Punkt 4 KWVG 2002, 03.06.2002
Jahr des Referenzwertes	a _{ref}	1998	1998	1998	1998	1998	2000	
Primärenergieträger		Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas	
Art der Wärmeerzeugung		Dampf, HW	Dampf, HW	Dampf, HW	Dampf, HW	Dampf, HW	Dampf, HW	
el. Klemmenarbeit/ Bruttostromerzeugung	A _{Br KWK}	kW	1.290	1.290	1.290	1.290	1.290	6.450
Stromnetzeinspeisung	A _{one e}	kW	1.265	1.265	1.265	1.265	1.265	6.325
Vor Ort (lokal) verbrauchter Strom	A _{one i} +A _{e Eig}	kW	25	25	25	25	25	125
Wärmeerzeugung	Q _{one KWK}	kW	1.605	1.605	1.605	1.605	1.605	8.025
Brennstoffeinsatz	W _{KWK}	kW	3.528	3.528	3.528	3.528	3.528	17.640
Stromeinspeisung								
-Spannungsebene		0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV
-Anteil		98,1%	98,1%	98,1%	98,1%	98,1%	98,1%	98,1%
Eigenverbrauch								
-Spannungsebene		0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV	0,4-50 kV
-Anteil		1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%	1,9%
Kontinuierliche Erfassung des KWK-Prozesses, arbeitsbezogen								
Bruttostromerzeugung	ABbr	MWh						30.767,97
Nettostromerzeugung	Abne	MWh						30.183,03
Vor Ort (lokal) verbrauchter Strom	Abne i+AB	MWh						584,94
Nettowärmeerzeugung	Q _{one}	MWh						38.850,63
Brennstoffeinsatz	WB	MWh						81.044,39
Anlagennutzungsgrade (brutto)								
-elektrisch			36,6%	36,6%	36,6%	36,6%	36,6%	38,0%
-thermisch			45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	45,5%	47,9%
-gesamt			82,1%	82,1%	82,1%	82,1%	82,1%	85,9%
Referenzdaten								
Nutzungsgrade Referenz getrennte Erzeugung								
-elektrisch ohne Korrekturen	f _{Ref, v}		50,8%	50,8%	50,8%	50,8%	50,8%	51,4%
-KorrFak Außentemperatur	k _k		0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
-KorrFak vermiedene Netzverluste Einspeisung	k _e		94,5%	94,5%	94,5%	94,5%	94,5%	94,5%
-KorrFak vermiedene Netzverluste Verbrauch	k _i		92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%	92,5%
-KorrFak vermiedene Netzverluste	k _U		94,5%	94,5%	94,5%	94,5%	94,5%	94,5%
-elektrisch	f _{Ref, a}		48,5%	48,5%	48,5%	48,5%	48,5%	49,0%
-thermisch			90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%	90,0%
errechnete Primärenergieeinsparung								
							PEE =	23,5% > 10%

Anmerkung:

Daten aus Herstellerangaben zu den eingesetzten Motoren	der Nachweis ist, wie nach FW 308 01/2009 vorgesehen anhand arbeitsbezogener Daten des Jahres 2009 durchgeführt worden.
---	---

Hocheffizienz-Kriterium gemäß RL 2004/08/EG erfüllt mit PEE > 10 %, da PEE =

23,5%

Anlage 4-2

Effizienzberechnung ("hocheffiziente KWK")

EU-Richtlinie 2004/8/EG

Anlage

BAFA Anlagen-Nr.

Merseburg HW-West Motorenanlage 2

Modul 6 BHKW II arbeitsbezogene PEE; FW 308 01/2009

Aufstellungsort			Deutschland	Deutschland	caterpillar G 3520 C TA
Berechnungsjahr	a _b		2008	2009	Zusammenstellung der techn. Daten für Anträge auf Zulassung als KWK-Anlage nach KWKG 2002
Inbetriebnahmehjahr	a _i		ab 2006	ab 2006	
Jahr des Referenzwertes	a _{Ref}		ab 2006	ab 2006	
Primärenergieträger			Erdgas	Erdgas	
Art der Wärmeerzeugung			Dampf, HW	Dampf, HW	Herstellerdatenblatt vom 17.12.2004
elektrische Klemmenarbeit/ Bruttostromerzeugung	A _{Bbr KWK}	kW	2.020	2.020	
Stromnetzeinspeisung	A _{bne e}	kW	1.952	1.952	Differenz Brutto - Netto
Vor Ort (lokal) verbrauchter Strom	A _{bne I+A_{B EIG}}	kW	68	68	
Wärmeerzeugung	Q _{bne KWK}	kW	2.210	2.210	
Brennstoffeinsatz	W _{KWK}	kW	4.905	4.905	
Stromeinspeisung					
-Spannungsebene			0,4-50 kV	0,4-50 kV	
-Anteil			96,6%	96,6%	
Eigenverbrauch					
-Spannungsebene			0,4-50 kV	0,4-50 kV	
-Anteil			3,4%	3,4%	
Kontinuierliche Erfassung des KWK-Prozesses, arbeitsbezogen					
Bruttostromerzeugung	AB _{br}	MWh		15.739,91	Daten aus 2010 siehe Bilanz aus
Nettostromerzeugung	Ab _{ne}	MWh		15.383,44	
Vor Ort (lokal) verbrauchter Strom	Ab _{ne I+A_{B EIG}}	MWh		356,47	
Nettowärmeerzeugung	Q _{bne}	MWh		18.373,44	
Brennstoffeinsatz	WB	MWh		41.016,77	
Anlagennutzungsgrade (brutto)					
-elektrisch			41,2%	38,4%	CO ₂ Emissionsbericht BAFA Meldung und Zählerdaten (Strom /Wärmezählung)
-thermisch			45,1%	44,8%	
-gesamt			86,2%	83,2%	
Referenzdaten					
Nutzungsgrade Referenz getrennte Erzeugung					
-elektrisch ohne Korrekturen	≙ _{Ref, v}		52,5%	52,5%	
-KorrFak Außentemperatur	K _k		0,5%	0,5%	
-KorrFak vermiedene Netzverluste Einspeisung	K _e		94,5%	94,5%	
-KorrFak vermiedene Netzverluste Verbrauch	K _I		92,5%	92,5%	
-KorrFak vermiedene Netzverluste	K _U		94,4%	94,4%	
-elektrisch	≙ _{Ref, a}		50,0%	50,0%	
-thermisch			90,0%	90,0%	

errechnete Primärenergieeinsparung	PEE	20,9% > 10%
---	------------	-----------------------

Anmerkung:

Daten aus Herstellerangaben zu den eingesetzten Motoren	der Nachweis ist, wie nach FW 308 01/2009 vorgesehen, anhand arbeitsbezogener Daten des Jahres 2010 durchgeführt worden.
---	--

Hocheffizienz-Kriterium gemäß RL 2004/08/EG PEE > 10 % ist erfüllt PEE =

20,9%

Anlage 5

Berechnungsblatt zur Bestimmung der Energieträger- und produktbezogenen spezifischen CO₂-Emissionen für das Jahr 2010

Näherungsweise Bestimmung des KWK-Brennstoffwärmeanteils und Produktzuordnung zum HKW-Prozess

	KWK- Nettowärme- erzeugung (Q _{Net,KWK})	ca. Strom- verlust MWh	KWK- Nettostrom- erzeugung (A _{Net,KWK})	Nettostrom- erzeugung (A _{Net})	ca. Anteil KWK- Brennstoff- wärme (W _{KWK,W})	Erzeugte Wärme (Q _{Erz,KWK})	KWK- Nettowärme- erzeugung GuD (Q _{Net,KWK,GuD})	KWK- Nettowärme- erzeugung HKW (Q _{Net,KWK,HKW})	KWK- Nettostrom- erzeugung GuD (A _{Net,KWK,GuD})	KWK- Nettostrom- erzeugung HKW (A _{Net,KWK,HKW})	Nettostrom- erzeugung GuD (A _{Net})	Nettostrom- erzeugung HKW (A _{Net})
HV West Kessel	0		0		keine KWK		0	0	0	0	0	0
Motorenanlage 1	38.851		30.183	30.183	100,00%			38.851		30.183		30.183
Motorenanlage 2	18.373		15.383	15.383	100,00%		0	18.373	0	15.383	0	15.383
Summe	57.224		45.566	45.566			0	57.224	0	45.566	0	45.566

Zuordnung der eingesetzten Energieträger zu den einzelnen Erzeugungsanlagen

	Mengen t/a oder 1000 Nm ³ a	leichtes Heizöl MWh/a	Erdgas MWh/a	MWh/a	MWh/a	Summe (W) MWh/a	ca. KWK- Brennstoff- wärme (W _{KWK}) MWh/a
Heizwerk Kessel	37	443				443	keine KWK
Motorenanlage 1	3.318		33.179			33.179	keine KWK
Motorenanlage 2	8.104		81.044			81.044	
Summe	4.949		40.493			40.493	
Summe						155.149	121.527

Zuordnung der eingesetzten Brennstoffwärme je Produkt und Energieträger; beim KWK-Prozess nach der "finnischen Methode"

	zugeordnete Brennstoff- wärme (W) MWh	Einsatz Heizöl Kessel (W _{Er,HEI}) MWh	Erdgas (W _{Er,EG}) MWh	Brennstoff- anteil Strom bei KWK	Anlagen- nutzungsgrad Brutto KWK ?	Referenz?	Erdgas bezogen auf Produkt Strom (W _{Er,EG,Strom}) MWh	Erdgas bezogen auf Produkt Wärme (W _{Er,EG,Wärme}) MWh
ungekoppelt Strom HKW	0						0	
ungekoppelt Wärme HKW	33.622	443	33.179					33.179
gekoppelt Strom Motorenanlage1	48.017		48.017	59,2%	38%	51%	48.017	
gekoppelt Wärme Motorenanlage1	33.027		33.027	40,8%	45%	90%		33.027
gekoppelt Strom Motorenanlage2	24.548		24.548	60,6%	38%	50%	24.548	
gekoppelt Wärme Motorenanlage2	15.935		15.935	39,4%	45%	90%		15.935
Summe nur KWK-Prozess	121.527	0	121.527				72.565	48.962

CO₂-Emissionen, aus KWK [t]	24.500					14.629	9.871
---	---------------	--	--	--	--	---------------	--------------

spez.Emissionen Strom KWK 321 t/GWh =g/kWh
spez.Emissionen Wärme KWK 172 g/kWh

"Finnische methode" Formel WBR_{th} = WBR*(1-PEE)?th,KWK/?th,Ref s. Hocheffizienznachweis
WBR_{el} = WBR*(1-PEE)?el,KWK/?el,Ref PEE Motorenanlage 1 23,5%
PEE Motorenanlage 2 20,9%

	CO ₂ -Emissionen der gesamten Fernwärme				spezifische CO ₂ -Emissionen		
	Erdgas [MWh/a]	Heizöl [MWh/a]	CO ₂ - Emissionen [t/a]	erzeugte Fernwärme [MWh/a]	verkaufte Fernwärme [MWh/a]	spez. Emissionen erzeugte FW [g/kWh]	spez. Emissionen verkaufte FW [g/kWh]
Brennstoffeinsatz KWK	48.962		9.871	57.224			
Brennstoffeinsatz Kessel	33.179	443	6.807	30.989			
	82.141	443	16.678	88.213	72.033	189	232