

## Kurzbericht

**Zertifizierung des Primärenergiefaktors nach FW 309 Teil 1  
für das Fernwärmenetz „Ilensee/ Auf der Freiheit“  
in 24837 Schleswig  
der Schleswiger Stadtwerke GmbH**

Bearbeiter: Jörg Helge Gottburg, geprüfter Gutachter AGFW ( $f_P$ -Gutachter-Nr. FW-609-191)

Leck, 23. Oktober 2013

## Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund .....	1
2	Anlagenbeschreibung.....	2
3	Datengrundlage.....	3
4	Gültigkeit der Zertifizierung .....	4
5	Anteil der Wärme aus KWK und aus erneuerbaren Energien .....	4
6	Berechnung des Primärenergiefaktors .....	4
7	Anhang.....	8

## 1 Hintergrund

Mit der Einführung der Energieeinsparverordnung (EnEV) am 01. Februar 2002 wird neben einem vom Gebäudetyp abhängigen Transmissionswärmeverlust auch die maximal zulässige Jahresmenge des gebäudespezifischen Primärenergiebedarfs begrenzt. Hierdurch ergibt sich die Möglichkeit innerhalb bestimmter Grenzen die Ausgaben für Wärmedämmung und Heizanlagentechnik wechselseitig zu optimieren. Die Ermittlung des Jahresprimärenergiebedarfs berücksichtigt auch die Aufwendungen, die bei der Gewinnung und beim Transport der Primärenergie bis zum Gebäude anfallen, indem diese vorgelagerten Verluste in die Primärenergiefaktoren der Energieträger eingerechnet werden.

Die Primärenergiefaktoren fossiler und regenerativer Brennstoffe sind im Wesentlichen konstant. Durch die Vielfalt an Möglichkeiten der Wärmeerzeugung (Brennstoffmix, KWK-Anteil, Anlagenstruktur) weist die Fernwärme eine große Bandbreite auf. Die Erzeugung der Fernwärme findet üblicherweise außerhalb des Gebäudes statt.

Die vorliegende Zertifizierung bezieht sich auf die FW 309-1 („Energetische Bewertung von Fernwärme“ FW 309 - Teil 1“), die im Mai 2010 veröffentlicht worden ist. Zum Teil 1 der FW 309 gehört eine Geschäftsordnung, welche Form und Inhalt, die Gültigkeitsdauer, die Ausstellungsberechtigung, das Verfahren zur Veröffentlichung und die inhaltliche Überprüfung der Bescheinigungen regelt.

Der Pauschalwert für den Wärmemix in Fernwärmenetzen aus Heizwerken und Heizkraftwerken ist  $f_{P,FW} = 1,3$ . Durch eine spezifische Zertifizierung des Fernwärmesystems kann dieser Primärenergiefaktor reduziert werden. Die vorliegende Zertifizierung ermöglicht damit dem Netzbetreiber die Darstellung der tatsächlichen energetischen Effizienz und der Kosteneinsparpotenziale einer Gebäudesanierung nach EnEV.

## 2 Anlagenbeschreibung

Seit mehreren Jahren betreiben die Schleswiger Stadtwerke ein Fernwärmenetz zur Versorgung des Stadtgebiets „Ilensee/ Auf der Freiheit“ in Schleswig. Dieses Netz wird von der im Nordosten gelegenen Kläranlage in der Karl-Imhoff-Straße und dem Holmer Noorweg im Westen eingegrenzt. Das Netz wird von zwei Standorten mit Wärme versorgt. Dabei sind auf dem Gelände der Kläranlage zwei BHKW Module und zwei Heizkessel installiert. In der Werkstraße befinden sich zudem ein weiteres BHKW und ein Heizkessel, um das Netz mit Wärme zu versorgen. Die Wärmerzeuger in der Werkstraße werden mit Erdgas betrieben, welches von einer externen Quelle bezogen wird. An der Kläranlage findet ein Betrieb mit Biogas, Klärgas, Erdgas und Heizöl statt. Das Bio- und Klärgas wird selber auf der Kläranlage erzeugt.

Aus dem Fernwärmenetz werden neben der Kläranlage noch eine Schule inklusive Turnhalle versorgt. Außerdem ist das an die Schlei grenzende Wohngebiet „Ilensee/ Auf der Freiheit“ an das Netz angeschlossen. Ein entsprechender Fernwärmeleitungsplan ist im Anhang auf Seite 8 zu finden.

Eines der BHKWs auf dem Gelände des Klärwerks wird ausschließlich mit Klär- und Biogas nach dem EEG betrieben. Es handelt sich um ein Modul mit 700 kW thermischer Leistung. Diese Kraft-Wärme-Kopplungsanlage versorgt das Fernwärmenetz im Grundlastbereich mit Wärme. Ein weiteres BHKW mit einer thermischen Leistung von 440 kW ist ebenfalls am Klärwerk installiert. Dieses wird sowohl mit Erdgas als auch mit Bio- und Klärgas das gesamte Jahr wärmegeführt nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz bzw. dem Erneuerbaren Energien Gesetz betrieben. Diese KWK-Anlage versorgt das Netz im Mittellastbereich mit Wärme. Zwei Niedertemperaturheizkessel mit einer Leistung von 440 kW sorgen für eine Spitzenlastversorgung durch Ölverbrennung. Die thermische Leistung des in der Werkstraße installierten und nach dem KWK-G betriebenen BHKWs beträgt 30 kW. Der zusätzliche Niedertemperaturheizkessel hat eine Leistung von 480 kW. Das BHKW und der Kessel in der Werkstraße werden mit Erdgas betrieben. Genau wie die mit Öl betriebenen Kessel auf dem Gelände der Kläranlage decken diese Heizwerke vornehmlich die Spitzenlast ab. Bevor die Kessel an der Kläranlage betrieben werden, wird die Versorgung über die Erdgasheizwerke geregelt.

Durch diese Erzeugungsstruktur werden bis zu 91,7% der Wärme durch Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Die eingesetzten fossilen Energiemengen werden bei der Berechnung des Primärenergiefaktors berücksichtigt.



## 4 Gültigkeit der Zertifizierung

Aufgrund der detaillierten Datensammlung des bestehenden Netzes über einen Zeitraum von drei Jahren gilt diese Zertifizierung für einen Zeitraum von zehn Jahren ab dem Ausstellungsdatum. Die Geltungsdauer bleibt unberührt von Änderungen der Primärenergiefaktoren der eingesetzten Brennstoffe, des Strommixes und des Verdrängungsmixes. Bei Änderungen der Anlagenkonfiguration oder des Energieträgermixes der betrachteten Anlage, die eine wesentliche Erhöhung des Primärenergiefaktors bewirken, ist mit den Bilanzdaten des Folgejahres unverzüglich der Primärenergiefaktor neu zu berechnen und zu bescheinigen.

## 5 Anteil der Wärme aus KWK und aus erneuerbaren Energien

Die Grundlastherzeugung des Fernwärmenetzes geschieht ausschließlich durch Blockheizkraftwerke. Der Großteil der Energie wird durch erneuerbare Energie in Form von Klär- und Biogas bereitgestellt. Zwischen den Gasen besteht ein in Bezug auf den Einsatz prozentuales Verhältnis von 26% Klärgas zu 74% Biogas. Zusätzlich wird aufgrund der eingesetzten BHKWs die Energie ebenfalls in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt. Das kleine BHKW in der Werkstraße wird aufgrund der hohen Leistung der BHKWs an der Kläranlage kaum betrieben. Für eventuell anstehende Mittel- und Spitzenlasten sind die Heizölkessel und der Erdgaskessel vorgesehen. Auf Basis dieser Verteilung ergibt sich eine prozentuale Aufteilung der Produktion nach der Wärmeerzeugung durch KWK sowie der Nutzung von erneuerbaren Energieträgern und fossilen Brennstoffen.

Der Anteil der nach dem KWK-Prinzip erzeugten Wärme beträgt 91,7%. Von der insgesamt im Wärmenetz „Ilensee/ Auf der Freiheit“ bereitgestellten Wärme werden 89,7% aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt. Die für die Mittel- und Spitzenlast vorgesehenen Anlagen erzeugen einen Anteil von 8,3%.

## 6 Berechnung des Primärenergiefaktors

Der Primärenergiefaktor für das Fernwärmenetz wird nach FW 309 - 1 nach der folgenden Formel bestimmt.

$$f_{P,FW} = \frac{\sum_i W_{Br,i} * f_{P,Br,i} + (A_{HN} - A_{Bne,KWK}) * f_{P,verdr}}{\sum_j Q_{FW,j}}$$

mit

$f_{P,FW}$	Primärenergiefaktor der Fernwärmeversorgung in kWh Primärenergie je kWh Heizenergie an der Übergabestation zum Kunden
$f_{P,Br}$	Primärenergiefaktor des Brennstoffes unter Berücksichtigung der Vorkette nach Tabelle 1
$W_{Br}$	Bezogene Brennstoffwärme des Energieträgers i in MWh ( $H_i$ )
$f_{P,verdr}$	Primärenergiefaktor des verdrängten elektrischen Stroms nach Tabelle 1 in MWh
$A_{HN}$	Stromanteil für Betrieb des Fernwärmenetzes in MWh
$A_{Bne,KWK}$	KWK-Nettostromproduktion in MWh
$\sum Q_{FW}$	Summe des gemessenen Wärmeverbrauchs an der Primärseite der Hausstationen von den versorgten Gebäuden in MWh

Die in Tabelle 1 dargestellten Primärenergiefaktoren für Brennstoffe und weitere Produkte weisen einen gesamten Primärenergiefaktor und einen für den nicht erneuerbaren Anteil auf. Hierbei wird jeweils der notwendige Anteil für Hilfsenergien berücksichtigt (für z. B. Abbau, Transport, Aufbereitung), so dass auch die regenerativen Energieträger einen Primärenergiefaktor von mehr als 0,0 aufweisen. Für die Berechnungen ist der nicht erneuerbare Anteil der brennstoffspezifischen Primärenergiefaktoren zu verwenden.

Einen Unterschied gibt es bei der Verwendung des Primärenergiefaktors für Strom. Durch den steigenden Anteil an erneuerbaren Energien und dem verbesserten Gesamtwirkungsgrad des deutschen Kraftwerksparks ergibt sich derzeit ein Primärenergiefaktor von 2,6 für den bezogenen Strommix. Der Primärenergiefaktor des Stromes wird unterschieden nach dem Strommix für bezogenen Strom und dem Strommix für verdrängten Strom. Die Unterscheidung ist notwendig, weil bestimmte Erzeugungsanlagen (wie z. B. Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien) gesetzlich privilegiert sind und immer ins Netz der öffentlichen Versorgung einspeisen dürfen. Der Strom solcher Anlagen kann demnach stets aus dem Netz bezogen werden, jedoch nicht durch die Einspeisung von KWK-Strom aus dem Netz verdrängt werden. Der Primärenergiefaktor des Verdrängungsmixes ist somit 3,0 und der Primärenergiefaktor des Bezugsmixes beträgt 2,6. Wenn es sich, wie in diesem Fall, um eine KWK Anlage handelt, die Strom in das öffentliche Netz einspeist, ist der Verdrängungsmixfaktor von 3,0 dann einheitlich sowohl für die Stromerzeugung wie auch für den Strombezug für den Betrieb des Fernwärmenetzes zu verwenden.

Tabelle 1: Primärenergiefaktoren für Deutschland nach der EnEV 2009, Quelle: basierend auf FW 309 Teil 1

Energieträger <sup>a</sup>		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 <sup>b</sup>	fossiler Brennstoff	0,7	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,7	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

<sup>a</sup> Bezugsgröße Endenergie: Heizwert  $H_i$

<sup>b</sup> Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/ Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70%

Aus Tabelle 1 werden für die nachfolgenden Berechnungen die folgenden Faktoren verwendet:

Primärenergiefaktor für den Brennstoff Erdgas:	1,1
Primärenergiefaktor für den Brennstoff Heizöl:	1,1
Primärenergiefaktor für den Brennstoff Klärgas:	0,0
Primärenergiefaktor für den Brennstoff Biogas:	0,5
Primärenergiefaktor für den verdrängten Strom:	3,0

Der Primärenergiefaktor von 0,0 für Klärgas ergibt sich aus der spezifischen Betrachtung thermischer Abfallbehandlungsanlagen. Die aus diesen Anlagen erzeugten erneuerbaren Brennstoffe zeichnen sich dadurch aus, dass keine energetischen Ressourcen aufgebraucht werden. Deshalb kann das Klärgas den erneuerbaren Brennstoffen gleichgesetzt werden. Erzeugte Brennstoffe aus thermischen Abfallverwertungsanlagen dürfen mit dem Primärenergiefaktor 0,0 bilanziert werden.

Die nachstehende Tabelle stellt die wesentlichen Eingangsparameter und Ergebnisse von Zwischenberechnungen für die Primärenergiefaktorberechnung dar.

**Tabelle 2: Primärfaktorberechnung**

Brennstoffwärme Erdgas	$W_{EG}$	kWh p.a.	1.551.622
Brennstoffwärme Heizöl	$W_{Öl}$	kWh p.a.	492.830
Brennstoffwärme Klärgas	$W_{KG}$	kWh p.a.	3.172.221
Brennstoffwärme Biogas	$W_{BG}$	kWh p.a.	8.696.412
Heizöl Wärme	$Q_{Bne}$	kWh p.a.	462.067
Erdgas Wärme	$Q_{Bne}$	kWh p.a.	22.457
Biogas KWK-Wärme	$Q_{Bne,KWK}$	kWh p.a.	3.626.665
Klärgas KWK-Wärme	$Q_{Bne,KWK}$	kWh p.a.	1.264.099
Erdgas KWK-Wärme	$Q_{Bne,KWK}$	kWh p.a.	456.185
Wärmeerzeugung	$Q_{Bne}$	kWh p.a.	5.831.473
FW-Abgabemenge	$Q_{FW}$	kWh p.a.	4.829.453
Deckungsanteil Heizöl	$\alpha_{Öl}$		7,9%
Deckungsanteil Erdgas	$\alpha_{EG}$		0,4%
Deckungsanteil KWK - Biogas	$\alpha_{BG,KWK}$		62,2%
Deckungsanteil KWK - Klärgas	$\alpha_{KG,KWK}$		21,7%
Deckungsanteil KWK - Erdgas	$\alpha_{EG,KWK}$		7,8%
Primärenergiefaktor Erdgas	$f_{P,EG}$		1,1
Primärenergiefaktor Heizöl	$f_{P,Öl}$		1,1
Primärenergiefaktor Biogas	$f_{P,BG}$		0,5
Primärenergiefaktor Klärgas	$f_{P,KG}$		0,0
Primärenergiefaktor verdrängter Strom	$f_{P,verdr}$		3,0
Bezogener Strom (Netz und Eigenstrom)	$A_{HN}$	kWh p.a.	115.328
Verdrängter Strom	$A_{Bne,KWK}$	kWh p.a.	4.613.113
<b>Primärenergiefaktor Fernwärme</b>	<b><math>f_{P,FW}</math></b>		<b>-1,43</b>

Im Ergebnis ergibt sich ein Primärenergiefaktor von -1,43. Aufgrund der Unzulässigkeit negativer Werte wird der Primärenergiefaktor für den Zeitraum von zehn Jahren auf 0,0 festgelegt.

## 7 Anhang

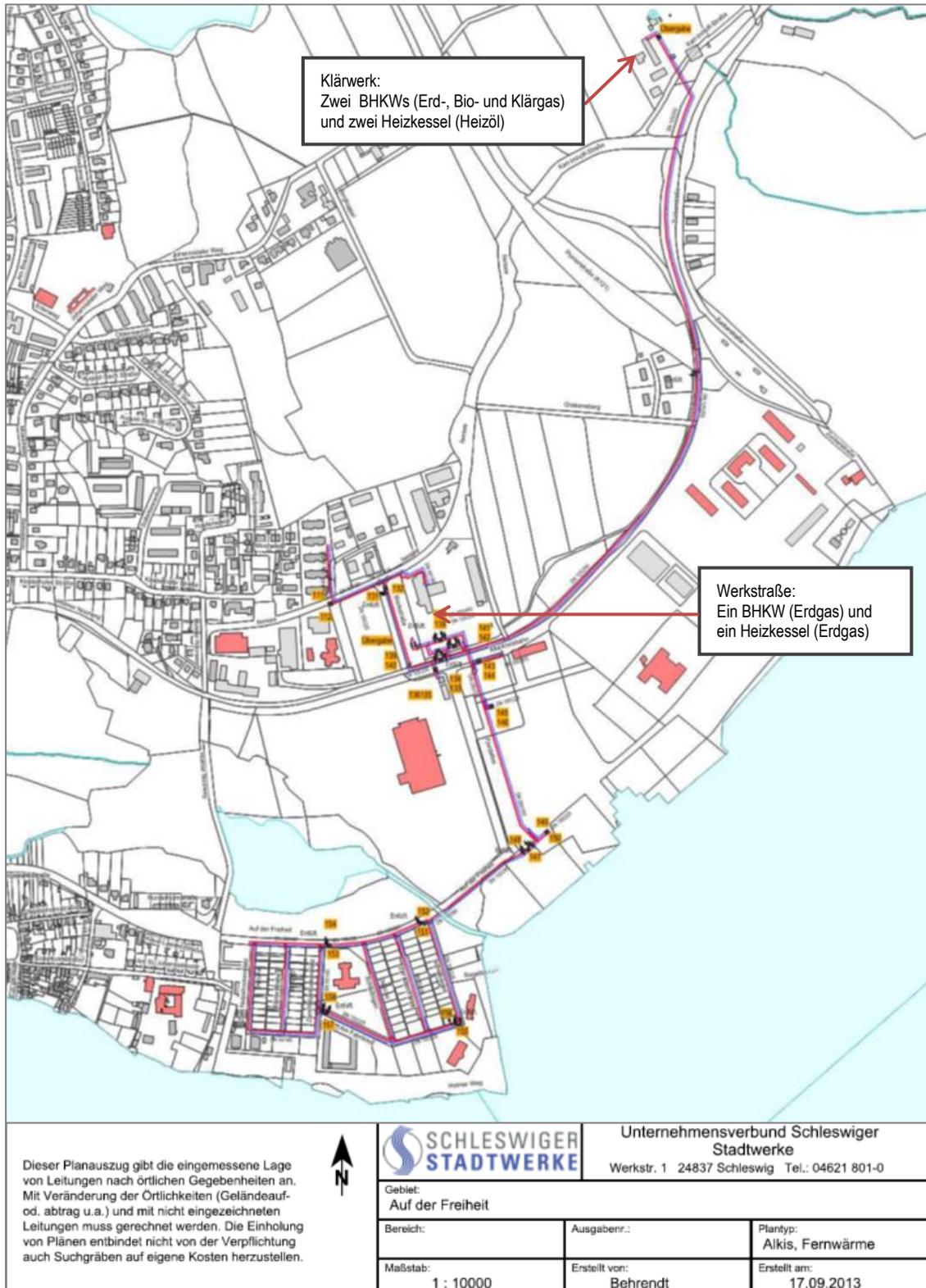


Abbildung 2: Fernwärmeleitungsplan "Ilensee/ Auf der Freiheit"