

## Kurzbericht

**Zertifizierung des Primärenergiefaktors nach FW 309 Teil 1  
für das Fernwärmenetz „Stadtnetz“  
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 .....	5
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 Stadtgebietes in Schleswig. Dieses Netz erstreckt sich von dem in nordöstlicher Richtung gelegenen Stadtfeld bis zum Hesterberg in westlicher Richtung. Im Süden Schleswigs begrenzt der Hafen das Fernwärmenetz. Das Netz wird mit Hilfe von sieben Blockheizkraftwerken (BHKWs) mit Wärme versorgt. Fünf dieser BHKWs werden mit Erdgas und zwei mit Biogas betrieben. Des Weiteren sind drei Kessel installiert, welche sowohl mit Erdgas als auch mit Heizöl betrieben werden können. Die Biogas-BHKWs wurden erst im Jahr 2012 vollständig bilanziert. Die Brennstoffe stammen von externen Bezugsquellen.

Neben mehreren Wohnblöcken im südlichen Bereich von Schleswig versorgt das Stadtnetz zudem eine Vielzahl weiterer Verbraucher mit Wärme. Zu diesen Verbrauchern zählen unter anderem ein Krankenhaus, ein Klinikum Gelände, eine Fachpflegeeinrichtung, eine Schwimmhalle, eine Polizeistation sowie mehrere Schulen. Ein entsprechender Fernwärmeleitungsplan ist im Anhang auf Seite 8 zu finden. Im Jahr 2012 wurde eine durchschnittliche Wärmeleistung von 4,416 MW pro Stunde bereitgestellt um die an das Schleswiger Stadtnetz angeschlossenen Verbraucher flächendeckend zu versorgen.

Die in den erdgasbetriebenen BHKWs erzeugte Fernwärme, deckt die im Stadtnetz benötigte Grund- und Mittellast ab. Seit 2012 tragen ebenfalls zwei Biogas-BHKWs zur Abdeckung der Wärmegrundlast bei. Das Netz ist vornehmlich auf die Nutzung der BHKWs ausgelegt. Diese werden während des gesamten Jahres wärmegeführt betrieben. Die mit Erdgas betriebenen BHKWs erfüllen dabei die Vorgaben des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG). Die Biogas-BHKWs genügen hingegen den Anforderungen, die das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) stellt. Die zusätzlich installierten Zweistoffkessel sind zur Versorgung der auftretenden Verbraucherspitzen vorgesehen. Diese Kessel werden mit Erdgas und Heizöl betrieben und dienen ebenfalls in Störungs- und Revisionszeiten zur Erzeugung der Fernwärme. Insgesamt erzeugen die Zweistoffkessel ca. 11 % des Jahreswärmebedarfs. Durch die vorrangige Verwendung von BHKWs in diesem Wärmenetz werden bis zu 89% der benötigten Wärme durch Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) erzeugt. Die eingesetzten fossilen Energiemengen werden bei der Berechnung des Primärenergiefaktors berücksichtigt.

Abbildung 1 stellt das vereinfachte Anlagenkonzept des Städtetzes grafisch dar. Die Bilanzgrenze ist so definiert, dass die Erdgas- bzw. Biogaslieferung dem betrachteten System vorgelagert ist und das Gas als Input des Systems betrachtet wird.

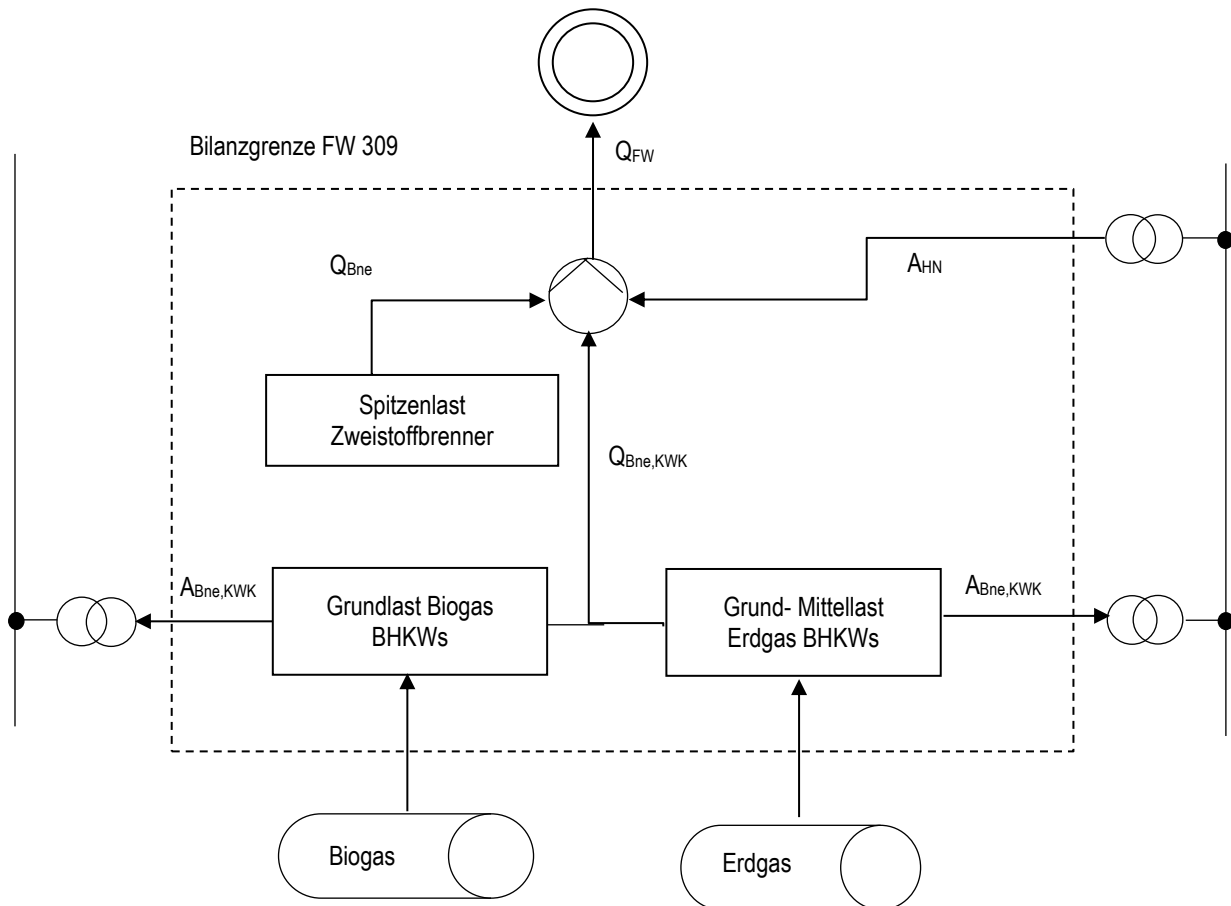


Abbildung 1: Energiebilanzraum zur Bestimmung des Primärenergiefaktors

### 3 Datengrundlage

Als Datengrundlage für die Zertifizierung des Primärenergiefaktors für das Fernwärmenetz „Städtetz“ werden die von den Schleswiger Stadtwerken zur Verfügung gestellten Unterlagen verwendet. Diese liegen für das Jahr 2012 vor. Die Daten beschreiben die Wärme- und Stromerzeugung, sowie die Menge der eingesetzten Brennstoffe. Sie sind monatlich festgehalten. Die Fernwärmeabnahmemengen und der Stromeigenbedarf für das Fernwärmenetz inklusive des Strombedarfs für die Wärmeerzeuger sind ebenfalls beschrieben. In Verbindung mit den durch die EnEV bereitgestellten Primärenergiefaktoren für die einzelnen Bezugstoffe lässt sich der Primärenergiefaktor für die erzeugte Fernwärme berechnen.

## 4 Gültigkeit der Zertifizierung

Aufgrund der detaillierten Datensammlung des bestehenden Netzes für das Jahr 2012 gilt diese Zertifizierung für einen Zeitraum von drei 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 in den Blockheizkraftwerken erzeugte Fernwärme für die Grund- und Mittellast wird nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) erzeugt. Dabei wird die Wärme zu einem Teil aus dem fossilen Brennstoff Erdgas erzeugt, zum anderen Teil aus Biogas und somit aus einem erneuerbaren Energieträger. Für Revisions- und Störungszeiten sowie für Spitzenlastzeiten sind zwei Kessel installiert, die mit Erdgas oder Heizöl befeuert werden und die Wärme nicht nach dem KWK-Prinzip erzeugen. Rund 11% der insgesamt im Fernwärmenetz bereitgestellten Jahreswärmearbeit werden durch diese Heizkessel erzeugt. 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.

89% der im Städtnetz benötigten Wärme wird nach dem KWK-Prinzip erzeugt. Die übrigen 11% werden in konventionellen Wärmeerzeugern produziert. Im gesamten Brennstoffmix des Städtnetzes werden 71% in Form von Erdgas in KWK-Anlagen eingesetzt. Zudem werden 18% Biogas in KWK-Anlagen verwendet. Die übrigen 11% des Brennstoffmixes teilen sich auf das in den Zweistoffbrennern verwendete Erdgas und Heizöl auf. Dabei hat das Erdgas einen Anteil von 10% am Brennstoffmix und Heizöl von 1%. Die Endwerte sind gerundet.

## 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
$A_{HN}$	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.

**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%

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 Netz einspeist, ist der Verdrängungsmixfaktor von 3,0 dann einheitlich sowohl für die Stromerzeugung ( $A_{\text{Bne,KWK}}$ ) wie auch für den Strombezug für den Betrieb des Fernwärmenetzes ( $A_{\text{HN}}$ ) zu verwenden.



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

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

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.	55.615.321
Brennstoffwärme Heizöl	$W_{Öl}$	kWh p.a.	383.625
Brennstoffwärme Biogas	$W_{BG}$	kWh p.a.	11.763.211
Erdgas KWK-Wärme	$Q_{Bne,KWK}$	kWh p.a.	27.489.628
Biogas KWK-Wärme	$Q_{Bne,KWK}$	kWh p.a.	7.172.030
Heizöl Wärme	$Q_{Bne}$	kWh p.a.	383.625
Erdgas Wärme	$Q_{Bne}$	kWh p.a.	3.748.975
Wärmeerzeugung	$Q_{Bne}$	kWh p.a.	38.794.258
FW-Abgabemenge	$Q_{FW}$	kWh p.a.	37.996.451
Deckungsanteil Erdgas KWK	$\alpha_{EG,KWK}$		71%
Deckungsanteil Biogas KWK	$\alpha_{BG,KWK}$		18%
Deckungsanteil Heizöl	$\alpha_{Öl}$		1%
Deckungsanteil Erdgas	$\alpha_{EG}$		10%
Primärenergiefaktor Erdgas	$f_{P,EG}$		1,1
Primärenergiefaktor Biogas	$f_{P,BG}$		0,5
Primärenergiefaktor Heizöl	$f_{P,Öl}$		1,1
Primärenergiefaktor verdrängter Strom	$f_{P,verdr}$		3,0
Bezogener Strom (Netz und Eigenstrom)	$A_{HN}$	kWh p.a.	835.143
Verdrängter Strom	$A_{Bne,KWK}$	kWh p.a.	20.518.195
<b>Primärenergiefaktor Fernwärme</b>	<b><math>f_{P,FW}</math></b>		<b>0,22</b>

Im Ergebnis ergibt sich für den Zeitraum von drei Jahren ein Primärenergiefaktor von 0,22. Der Anteil von erneuerbaren Energien liegt bei 18%.

## 7 Anhang

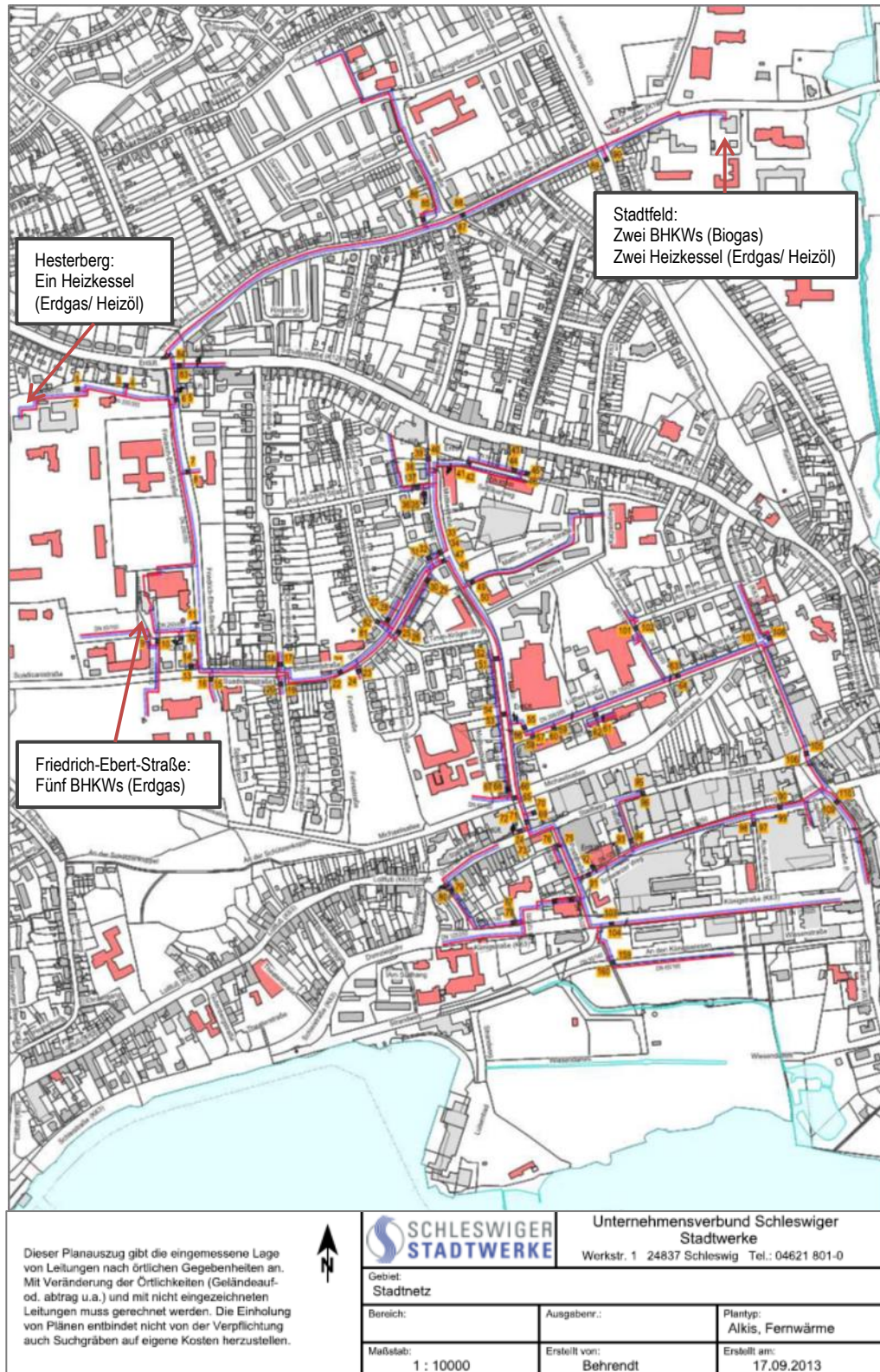


Abbildung 2: Fernwärmeleitungsplan " Stadtnetz"