

---

<b>BESCHREIBUNG FÜR PROJEKTE ZUR EMISSIONSVERMINDERUNG IN DER SCHWEIZ<sup>1</sup></b>
---

<b>Heizzentrale mit Wärmeverbund im Quartier Waser</b>
--

Dokumentversion	1.1
Datum	26.11.2013

#### INHALT

1. Angaben zur Projektorganisation
2. Technische Angaben zum Projekt
3. Abgrenzung zu weiteren klima- und energiepolitischen Instrumenten
4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderung
5. Nachweis der Zusätzlichkeit
6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

#### ANHANG

- A1. Belege für den Umsetzungsbeginn
- A2. Unterlagen zu beantragten und erhaltenen Finanzhilfen
- A3. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen
- A4. Wirtschaftlichkeitsanalyse und Unterlagen dazu
- A5. Unterlagen zur Monitoring

---

<sup>1</sup> Bitte prüfen Sie vor dem Ausfüllen dieser Vorlage, ob die vorliegende Version noch aktuell ist. Die aktuelle Version ist zu finden unter [www.bafu.admin.ch/kompensationsprojekte-ch](http://www.bafu.admin.ch/kompensationsprojekte-ch).

<p>Hinweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Graue, kursive Textelemente</i> bitte durch entsprechende Angaben ersetzen.</li> <li>- Falls zweckmässig Check-Boxes mittels rechter Maustaste (→ Eigenschaften) aktivieren.</li> <li>- Tabellen falls zweckmässig mittels rechter Maustaste um weitere Zeilen ergänzen ( → Einfügen)</li> </ul>
---

1. Angaben zur Projektorganisation
------------------------------------

Projekttitel	Heizzentrale mit Wärmeverbund im Quartier Waser
Version des Dokuments	1.1
Datum	26.11.2013

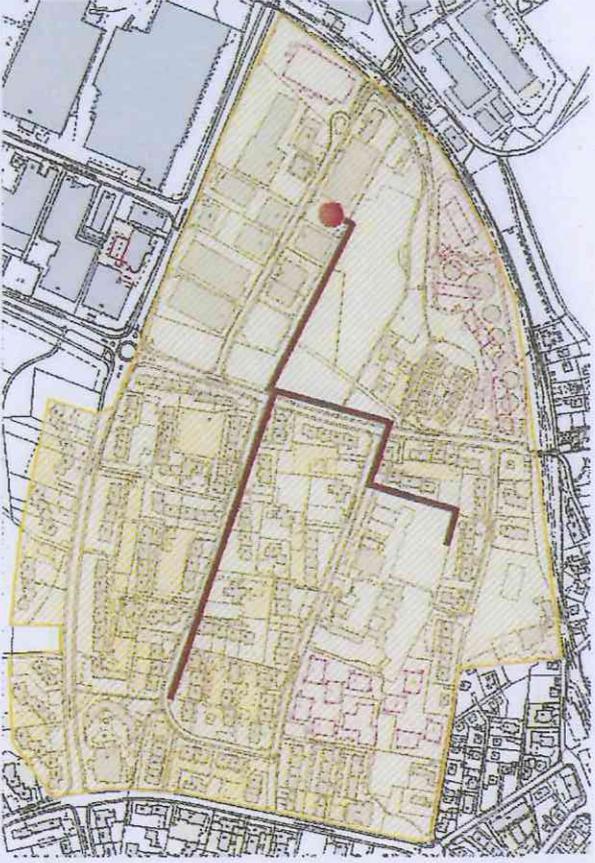
Gesuchsteller	Stadtwerk Winterthur Stefan Treudler, Abteilungsleiter Energie-Contracting Postfach, 8402 Winterthur stefan.treudler@win.ch
Kontakt	InfraWatt Pflanzschulstrasse 2, CH-8400 Winterthur Ernst A. Müller, Geschäftsführer Tel. 052 238 34 34 mueller@infrawatt.ch  First Climate (Schweiz) AG Stauffacherstrasse 45, 8004 Zürich Luzia Bieri, Senior Advisor +41 44 298 28 84 luzia.bieri@firstclimate.com

Zeitplan	Datum	Spezifische Bemerkungen
Umsetzungsbeginn	Erstes Quartal 2014	Noch keine Verträge unterzeichnet
Wirkungsbeginn	2015	Erste Wärmelieferung

2. Technische Angaben zum Projekt
-----------------------------------

2.1. Allgemeine Informationen
-------------------------------

Projektstandort	Stadtkreis Winterthur-Seen, Quartier Waser
-----------------	--

<p>Situationsplan</p>	<p><b>Übersichtsplan des Versorgungsgebiets HHZ Wasser in Winterthur</b></p> <p> <input type="radio"/> Standort Quartierheizzentrale     <input type="checkbox"/> Versorgungsgebiet  <input type="checkbox"/> Wärmehauptnetz Stand August 2013         </p>  <p><small>Stadtwerk Winterthur Planer und Sanierer</small></p> <p><small>Stadt Winterthur <b>WW</b></small></p>
<p>Projekttyp</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Abwärmenutzung</li> <li><input type="checkbox"/> Abwärmevermeidung</li> <li><input type="checkbox"/> Effizientere Nutzung von Prozesswärme</li> <li><input type="checkbox"/> Biogasanlagen</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Wärmeerzeugung durch Verbrennen von Biomasse</li> <li><input type="checkbox"/> Nutzung von Umweltwärme</li> <li><input type="checkbox"/> Nutzung von Solarenergie</li> <li><input type="checkbox"/> Brennstoffwechsel für Prozesswärme</li> <li><input type="checkbox"/> Effizienzverbesserung Personentransport / Güterverkehr</li> <li><input type="checkbox"/> Abfackelung / Energetische Nutzung von Methan</li> <li><input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution synthetischer Gase</li> <li><input type="checkbox"/> Vermeidung und Substitution von Lachgas (N<sub>2</sub>O)</li> <li><input type="checkbox"/> andere: <i>Nähere Bezeichnung</i></li> </ul>

<p>Technologie</p>	<p>Das Projekt umfasst den Bau einer Heizzentrale mit Holz- und Gaskesseln sowie den Bau eines Fernwärmenetzes für das Quartier Waser in Winterthur.                  Dazu werden voraussichtlich drei Holzkessel für die Verbrennung von Nassholzschnitzeln mit einmal 900 kW und zweimal 1200 kW sowie zwei Gaskessel mit je 1700 kW installiert. Dank der Wärmerückgewinnung wird für die Holzkessel ein Wirkungsgrad von 95% erwartet. Die Gaskessel mit einem Wirkungsgrad von je 90% sollen die Lastspitzen und Übergangszeiten, wenn der Holzkessel im Schwachlastbetrieb Probleme verursacht, abdecken.                  Ziel ist es, mindestens 70% der Wärme mit Holz zu produzieren.</p>
<p>Schematische Darstellung</p>	

2.2 Art des Projekts		
<input checked="" type="checkbox"/> Einzelnes Projekt	<input type="checkbox"/> Projektbündel	<input type="checkbox"/> Programm
Treibhausgas(e)	<input checked="" type="checkbox"/> CO <sub>2</sub> <input type="checkbox"/> CH <sub>4</sub> <input type="checkbox"/> N <sub>2</sub> O <input type="checkbox"/> HFC <input type="checkbox"/> PFC <input type="checkbox"/> SF <sub>6</sub> <input type="checkbox"/> NF <sub>3</sub>	

2.3 Beschreibung des Projekts
<i>Ausgangslage:</i>
<p>Im Stadtkreis Winterthur-Seen, Quartier Waser, befinden sich mehrere Liegenschaften in denen die Wärmeversorgung (Heizung und Brauchwarmwasser) mehrheitlich mit Öl- und Gasheizungen erfolgt. Das Projekt sieht den Bau einer mit erneuerbaren Energieträgern befeuerten Quartierheizzentrale mit Wärmeverbund vor, welche den Liegenschaften im Quartier Waser eine ökologische Wärmeversorgung ermöglichen wird.</p>
<i>Projektziel:</i>
<p>Das Projekt sieht den Ersatz der bestehenden, individuellen, mit Heizöl resp. Erdgas befeuerten Gebäudeheizungen durch den Anschluss an den geplanten Holz-Wärmeverbund vor.</p> <p>Dafür wird eine Quartierheizzentrale mit Fernwärmenetz gebaut, wo mindestens 70% der</p>

Wärme mit Holz erzeugt wird. Die Heizzentrale wird in einem naheliegenden Industriequartier unterirdisch gebaut werden und wird aus drei Holzkesseln inklusive Wärmerückgewinnung und zwei Gaskesseln bestehen.

Das Stadtwerk Winterthur wird dieses Projekt in drei Etappen vorantreiben. In der ersten Etappe soll im Jahre 2014 der erste Teil des Fernwärmenetzes gebaut sowie ein Teil der Holz-/Gaskessel installiert werden, so dass ab 2015 ein Teil der Haushalte ihre Wärme über das neue Fernwärmenetz beziehen können. In der zweiten Etappe, von 2015 bis 2019, wird das Fernwärmenetz weiter ausgebaut und weitere Liegenschaften werden nach und nach angeschlossen. In der dritten Etappe, von 2020 bis 2024, werden die restlichen Holz-/Gaskessel installiert und das Fernwärmenetz fertig ausgebaut.

Der derzeitige Wärmebedarf im Quartier Waser beträgt 16.3 GWh pro Jahr. Die Wärmeversorgung über eine ökologische Quartierheizzentrale bietet in Sachen Energieeffizienz und Lufthygiene einen deutlich höheren Standard, als er mit vielen kleinen Einzelheizungen erreicht werden könnte. Mit einer Quartierheizung ergibt sich auch eine realistischere Möglichkeit, flächendeckend erneuerbare Energien einzusetzen.

*Referenzszenario:*

Folgende Alternativen werden zur Bestimmung des Referenzszenarios untersucht:

1. Weiterführung des Ist-Zustandes, d.h. es wird kein Wärmeverbund gebaut und die Wärmeversorgung im Quartier Waser erfolgt weiterhin über individuelle, mit Heizöl oder Erdgas befeuerte Gebäudeheizungen
2. Erstellung eines Wärmeverbundes mit einer Grundwasserwärmepumpe
3. Projekt ohne Bescheinigungen: Realisierung des Projektes ohne Erzeugung von Bescheinigungen
4. Erstellung eines Wärmeverbundes mit Abwärme der KVA

Alternative 1, die Wärmeversorgung mit individuellen, mit Heizöl oder Erdgas befeuerten Gebäudeheizungen, repräsentiert die Weiterführung des Ist-Zustandes und ist ein realistisches Referenzszenario.

Für die Prüfung der Alternative 2 wurde eine Machbarkeitsstudie inkl. Bohr- und Pumpversuchen durchgeführt. Die Studie ergab, dass Alternative 2 aufgrund mangelnder Grundwasserverfügbarkeit nicht durchgeführt werden kann.

Alternative 3, die Realisierung des Projektes nicht als Kompensationsprojekt und somit ohne die Ausstellung von Bescheinigungen, ist, wie im Abschnitt 5 (Zusätzlichkeit) dargelegt, nicht wirtschaftlich und ist somit nicht ein realistisches Referenzszenario.

Die Alternative 4 ist ebenfalls kein realistisches Referenzszenario, da die Wärmeversorgung durch die Abwärme der KVA für andere Stadtteile vorgesehen ist und kein zusätzliches Quartier wie das Quartier Waser angeschlossen werden kann.

Somit ist Alternative 1, die Weiterführung des Ist-Zustandes, das Referenzszenario.

Das Referenzszenario sieht vor, dass die individuellen, mit Heizöl oder Erdgas befeuerten Gebäudeheizungen im Quartier Waser weiterbetrieben und sobald nötig saniert werden. Es wird davon ausgegangen, dass bei Sanierungen der Öl-/Gasheizungen in 40% der Fälle auf erneuerbare Energien umgestiegen wird und, dass bei Neubauten 100% erneuerbare Energien eingesetzt werden (gemäss Referenzszenario für Wärmeverbünde des BAFU).

*Laufzeit des Projekts (in Jahren):*

Die Projektlaufzeit beträgt 15 Jahre, welche der technischen Lebensdauer von

Heizzentralen gemäss BAFU (Projekte zur Emissionsverminderung im Inland, Anhang A2) entspricht. Das Fernwärmenetz hat gemäss BAFU eine technische Lebensdauer von 40 Jahren, was in der Wirtschaftlichkeitsrechnung entsprechend berücksichtigt wird.

3. Abgrenzung zu weiteren klima- oder energiepolitischen Instrumenten

Ist das Projekt zur Inanspruchnahme von *staatlichen* Finanzhilfen berechtigt?

Ja  Nein

Es werden keine Fördergelder oder Finanzhilfen beantragt werden.

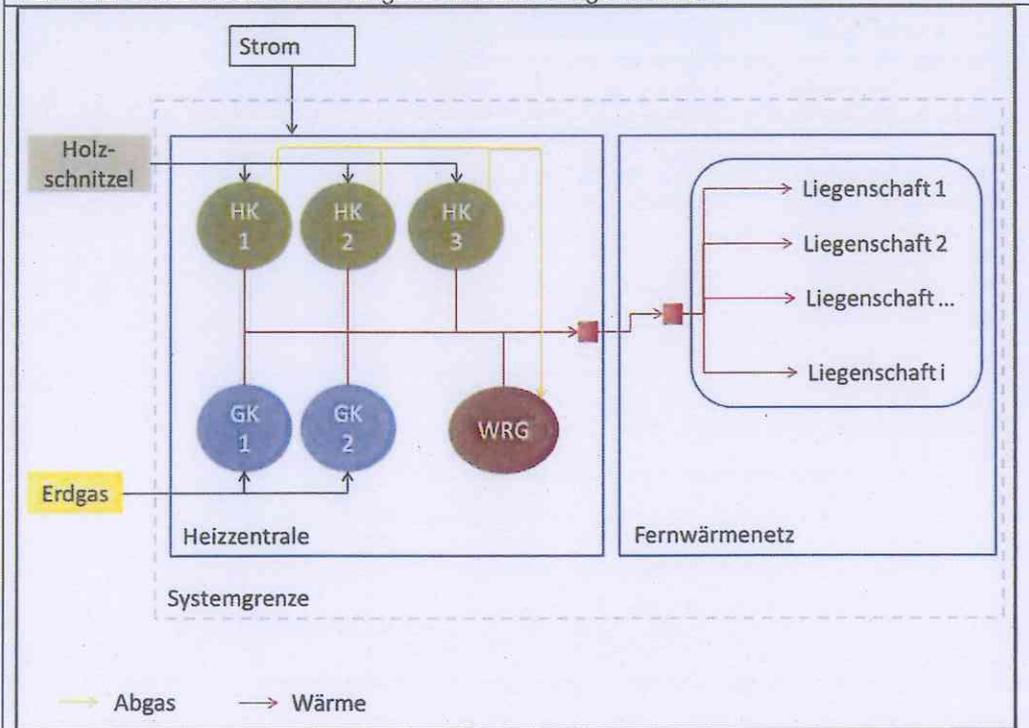
Weist das Projekt Schnittstellen zu Unternehmen auf, die von der CO<sub>2</sub>-Abgabe befreit sind?

Ja  Nein

4. Berechnung der erwarteten Emissionsverminderungen

4.1. Systemgrenze

Die Systemgrenze umfasst die Heizzentrale mit drei Holzkesseln (HK) inklusive Wärmerückgewinnung (WRG) und zwei Gaskesseln (GK) sowie das dazugehörige Fernwärmenetz mit den daran angeschlossenen Liegenschaften.



4.2 Direkte und indirekte Emissionsquellen				
	Quelle	Gas	Enthalten	Begründung / Beschreibung
Projektmissionen	Verbrennung fossiler Brennstoffe	CO <sub>2</sub>	ja	CO <sub>2</sub> -Emissionen entstehen durch die Verbrennung von Erdgas in den Gaskesseln der Heizzentrale.
	Stromverbrauch	CO <sub>2</sub>	ja	CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Stromverbrauch in der Heizzentrale
	Indirekte Emissionen: Transportemissionen	CO <sub>2</sub>	nein	Die indirekten, durch den Transport von Holzschnitzeln verursachten CO <sub>2</sub> -Emissionen werden hier vernachlässigt, da die Holzschnitzel aus den naheliegenden Wäldern angeliefert werden und die Transportemissionen von Heizöl im Referenzszenario ebenfalls nicht berücksichtigt werden.
	-	CH <sub>4</sub>	nein	
	-	N <sub>2</sub> O	nein	
	-	<i>andere</i>	nein	
Referenzentwicklung	Verbrennung fossiler Brennstoffe	CO <sub>2</sub>	ja	CO <sub>2</sub> -Emissionen durch die Verbrennung von Heizöl und Erdgas in den Öl-/Gasheizungen der einzelnen Liegenschaften, welche im Projekt an das Fernwärmenetz angeschlossen werden
	Indirekte Emissionen: Transportemissionen	CO <sub>2</sub>	nein	Die indirekten, durch den Transport von Heizöl verursachten CO <sub>2</sub> -Emissionen werden im Referenzszenario nicht berücksichtigt.
	-	CH <sub>4</sub>	nein	
	-	N <sub>2</sub> O	nein	
	-	<i>andere</i>	nein	

**Leakage**

Weiternutzung alter Öl-/Gasheizungen: Wenn eine Liegenschaft an das Fernwärmenetz angeschlossen wird, wird die bestehende Öl-/Gasheizung ausgebaut und entsorgt. Es wird also keine Verlagerung durch die (anderweitige) Weiternutzung der ausgebauten Heizungen erwartet.

Leakage bei Biomasse-Projekten: Gemäss Abklärungen des Stadtwerks Winterthur mit den entsprechenden Forstbetrieben, ist die Produktion in den umliegenden Wäldern mehr als ausreichend, um den Holzschnitzelbedarf der Heizzentrale Waser zu decken. Es wird daher keine Verlagerung erwartet.

**Einflussfaktoren**

---

Förderung erneuerbarer Energien: In Abwesenheit des Projektes würden die bestehenden Öl- und Gasheizungen irgendwann sowieso ersetzt werden. Bei vermehrter Förderung erneuerbarer Energien und steigenden Öl- und Gaspreisen, ist es wahrscheinlich, dass ein Teil der bestehenden Heizungen durch Heizsysteme mit erneuerbaren Energien ersetzt würden. Dies wird im Referenzszenario berücksichtigt unter Anwendung des Referenzszenarios für Wärmeverbünde des BAFU, bei welchem davon ausgegangen wird, dass bei 40% der bestehenden Öl- und Gasheizungen auf erneuerbare Energien umgestiegen wird, und dass für den Anschluss von Neubauten an den Wärmeverbund keine Emissionsreduktionen generiert werden können.

#### 4.3 Projektemissionen

Die zu erwartenden Projektemissionen werden ex ante wie folgt berechnet:

$$E_p = WB / (1 - WV) * (WP_{Gas} * EF_{Gas} / WG_{GK} + SV / 1000 * EF_{Strom})$$

WB	Wärmebedarf der angeschlossenen Liegenschaften (MWh)
WV	Wärmeverlust im Fernwärmenetz (%)
WP <sub>Gas</sub>	Anteil Wärmeproduktion mit Erdgas (%)
EF <sub>Gas</sub>	Emissionsfaktor für Erdgas (tCO <sub>2</sub> /MWh)
WG <sub>GK</sub>	Wirkungsgrad Gaskessel (%)
SV	Spezifischer Stromverbrauch (kWh <sub>e</sub> /MWh <sub>th</sub> )
EF <sub>Strom</sub>	Emissionsfaktor für Strom (tCO <sub>2</sub> /MWh)

Folgende Werte werden für die ex-ante Schätzung der zu erwartenden Projektemissionen verwendet:

Parameter	Wert	Quelle
Wirkungsgrad Gaskessel	90%	Schätzung Projekteigner
Wärmeproduktion mit Holzschnitzeln	70%	Schätzung Projekteigner
Wärmeproduktion mit Erdgas	30%	Schätzung Projekteigner
Wärmeverlust im Fernwärmenetz	12%	Erfahrungswert Projekteigner
Emissionsfaktor für Erdgas	0.198 tCO <sub>2</sub> /MWh	BAFU
Emissionsfaktor für Strom	0.0242 tCO <sub>2</sub> /MWh	BAFU
Spezifischer Stromverbrauch	25 kWh <sub>e</sub> /MWh <sub>th</sub>	Erfahrungswert Projekteigner

Es wird zudem angenommen, dass der Wärmebedarf im Referenzszenario und im Projektszenario derselbe ist. Den zukünftigen Wärmebedarf der einzelnen Liegenschaften schätzte der Projekteigner anhand historischer Daten.

Die ex-post Berechnung der Projektemissionen wird in Abschnitt 6.2 aufgezeigt.

#### 4.4 Referenzentwicklung

Für die ex-ante Berechnung der Referenzentwicklung wird das Referenzszenario für Wärmeverbände des BAFU berücksichtigt, um einer möglichen Zunahme von Heizsystemen mit erneuerbaren Energien Rechnung zu tragen. Dabei wird davon ausgegangen, dass 40% der bestehenden Öl- und Gasheizungen sowieso durch Heizsysteme mit erneuerbaren Energien ersetzt werden und, dass bei Neubauten 100% erneuerbare Energien eingesetzt werden. Ebenfalls wird die vom BAFU vorgegebene technische Lebensdauer für Heizungen von 15 Jahren angewandt, obwohl viele Heizungen unter Umständen wesentlich länger in Betrieb bleiben könnten.

Die Emissionen im Referenzszenario werden ex ante anhand des geschätzten Wärmebezuges der einzelnen Liegenschaften berechnet. Es wird dabei angenommen, dass der Wärmebedarf im Referenzszenario und im Projektszenario derselbe ist. Den zukünftigen Wärmebedarf der einzelnen Liegenschaften schätzte der Projekteigner anhand historischer Daten.

Für die Berechnung werden folgende Fälle unterschieden:

Fall a): Die technische Lebensdauer der Heizung von 15 Jahren ist noch nicht abgelaufen.

$$E_{RE} = \sum_i (A_{RE,i,k} / WG_k * EF_k)$$

$E_{RE,a}$	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall a)
$A_{RE,i,k}$	Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k (MWh)
$WG_k$	Wirkungsgrad der mit Brennstoff k befeuerten Heizung (%)
$EF_k$	Emissionsfaktor für Brennstoff k (tCO <sub>2</sub> /MWh)
k	Brennstoff (Erdgas oder Heizöl), welcher vor dem Anschluss an das Fernwärmenetz für die Heizung verwendet wurde.

Fall b): Die technische Lebensdauer der Heizung von 15 Jahren ist abgelaufen.

$$E_{RE,b} = \sum_i (A_{RE,i,k} / WG_k * EF_k * (1 - 40\%))$$

$E_{RE,b}$	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall b)
$A_{RE,i,k}$	Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k (MWh)
$WG_k$	Wirkungsgrad der mit Brennstoff k befeuerten Heizung (%)
$EF_k$	Emissionsfaktor für Brennstoff k (tCO <sub>2</sub> /MWh)
k	Brennstoff (Erdgas oder Heizöl), welcher vor dem Anschluss an das Fernwärmenetz für die Heizung verwendet wurde.

Fall c): Neubau

Für Neubauten gilt gemäss Referenzszenario des BAFU:

$$E_{RE,c} = 0$$

$E_{RE,c}$	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall c)
------------	--

Die Emissionen im Referenzszenario entsprechen der Summe der Referenzentwicklungen der Fälle a) bis c).

$$E_{RE} = E_{RE,a} + E_{RE,b} + E_{RE,c}$$

$E_{RE}$	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> )
----------	---

Für die ex-ante Schätzung der Referenzentwicklung werden folgende Standardwerte verwendet:

Parameter	Wert	Quelle
Wirkungsgrad Ölheizung	85%	energie.ch ( <a href="http://www.energie.ch/heizungsvergleich">http://www.energie.ch/heizungsvergleich</a> )
Wirkungsgrad Gasheizung	90%	energie.ch ( <a href="http://www.energie.ch/heizungsvergleich">http://www.energie.ch/heizungsvergleich</a> )
Emissionsfaktor für Heizöl	0.265 tCO <sub>2</sub> /MWh	BAFU
Emissionsfaktor für Erdgas	0.198 tCO <sub>2</sub> /MWh	BAFU
Technische Lebensdauer von Heizungen	15 Jahre	BAFU
Anteil erneuerbarer Energien bei Heizungssanierungen	40%	BAFU

Die ex-post Berechnung der Emissionen im Referenzszenario wird in Abschnitt 6.2 aufgezeigt.

#### 4.5 Erwartete Emissionsverminderungen

Jahr	Erwartete Referenzentwicklung (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Projekt-emissionen (in t CO <sub>2</sub> eq)	Schätzung der Leakage (in t CO <sub>2</sub> eq)	Erwartete Emissionsverminderungen (in t CO <sub>2</sub> eq)
1. Jahr (2014)	0	0	0	0
2. Jahr (2015)	375	171	0	204
3. Jahr (2016)	628	250	0	378
4. Jahr (2017)	881	329	0	552
5. Jahr (2018)	1'135	409	0	726
6. Jahr (2019)	1'359	488	0	871
7. Jahr (2020)	1'530	567	0	963
In der Kreditierungsperiode	5'908	2'214	0	3'695
Über die Projektlaufzeit	27'331	12'002	0	15'329

#### Wirkungsaufteilung

Nicht relevant, da das Projekt keine Fördergelder erhalten wird.

#### 5. Nachweis der Zusätzlichkeit

##### Analyse der Zusätzlichkeit:

Das Projekt erhält keine anderweitige Förderung und ist ohne Förderung nicht wirtschaftlich, wie dies in der nachfolgenden Wirtschaftlichkeitsanalyse aufgezeigt wird. Der Ertrag aus dem Verkauf der erzeugten Bescheinigungen verbessert den internen Zinsfuß.

##### Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die Wirtschaftlichkeitsanalyse wird mit der Option 3, der Benchmarkanalyse, durchgeführt. Dabei wird der interne Zinsfuss des Projektes mit dem Benchmark verglichen.

Als Benchmark können gemäss Leitfaden zur Investitionsanalyse der UNFCCC kommerzielle Zinssätze für Darlehen verwendet werden. Da dieser Wert je nach Bank variieren kann, wird hier der von der Weltbank publizierte Zinsfuss von 2.6% (real) für die Schweiz im Jahre 2012 verwendet (<http://data.worldbank.org/indicator/FR.INR.RINR/countries>). Dies ist ein konservativer Benchmark, da in diesem Fall von einer Finanzierung mit 100% Fremdkapital ausgegangen wird.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Investitionskosten sowie die Kosten für Betrieb und Unterhalt. Die Zahlen wurden vom Projekteigner basierend auf Offerten, Kostenschätzungen Dritter und eigener Erfahrungswerte errechnet.

Investitionskosten		Einheit
Baukosten Etappe 1		CHF
Baukosten Etappe 2		CHF
Baukosten Etappe 3		CHF
Heizkessel Etappe 1		CHF
Heizkessel Etappe 2		CHF
Heizkessel Etappe 3		CHF
Verteilnetz Hauptstränge Etappe 1		CHF
Verteilnetz Hauptstränge Etappe 2		CHF
Verteilnetz Hauptstränge Etappe 3		CHF
Verteilnetz Anschluss Häuser Etappe 1		CHF
Verteilnetz Anschluss Häuser Etappe 2		CHF
Verteilnetz Anschluss Häuser Etappe 3		CHF
Messeinrichtungen Etappe 1		CHF
Messeinrichtungen Etappe 2		CHF
Messeinrichtungen Etappe 3		CHF
<b>Betrieb und Unterhalt</b>		
Betriebskosten Personal Etappe 1		CHF/Jahr
Betriebskosten Personal Etappe 2		CHF/Jahr
Betriebskosten Personal Etappe 3		CHF/Jahr
Betriebskosten Reparaturen und Unterhalt Etappe 1		CHF/Jahr
Betriebskosten Reparaturen und Unterhalt Etappe 2		CHF/Jahr
Betriebskosten Reparaturen und Unterhalt Etappe 3		CHF/Jahr

Für Energie, Wärme und Bescheinigungen werden in der Wirtschaftlichkeitsanalyse folgende Preise verwendet:

	Einheit	Quelle
Erdgas	CHF/MWh	BAFU (Projekte zur Emissionsverminderung im Inland, Energiepreise (Stand 31.01.2013))
Holzschnittel	CHF/MWh	Erfahrungswert Stadtwerk Winterthur mit dem städtischen Forstbetrieb Winterthur (pro MWh produzierte Wärme)
Strom	CHF/MWh	Herleitung Stadtwerk Winterthur
Wärme (Verkaufspreis)	CHF/MWh	Stadtwerk Winterthur
Preis Bescheinigung	CHF/t CO <sub>2</sub>	Stiftung Klik

Resultat der Wirtschaftlichkeitsanalyse:

Interner Zinsfuss (ohne Bescheinigungen)	
Interner Zinsfuss (mit Bescheinigungen bis 2020)	
Interner Zinsfuss (mit Bescheinigungen bis 2029)	

Resultat der Sensitivitätsanalyse:

Variable	Variation	Interner Zinsfuss (ohne
----------	-----------	-------------------------

		Bescheinigungen)
Investitionskosten	10%	0.49%
	-10%	2.08%
Betrieb und Unterhalt	10%	1.07%
	-10%	1.33%
Energiepreis	10%	0.52%
	-10%	1.88%
Wärmeproduktion	10%	1.30%
	-10%	1.12%
Anschlusskosten	10%	1.52%
	-10%	0.90%
Grundpreis	10%	1.68%
	-10%	0.73%
Wärmeverkauf	10%	1.96%
	-10%	0.43%

Das Resultat der Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt, dass das Projekt ohne den Beitrag durch die Bescheinigungen nicht wirtschaftlich ist, da der interne Zinsfuss ohne Bescheinigungen unterhalb des Benchmarks von 2.6% liegt. Auch bei einer Variation der wichtigsten Parameter um +/- 10% liegt der interne Zinsfuss immer noch unterhalb des Benchmarks. Das Projekt ist somit nicht wirtschaftlich.

#### Erläuterungen zu anderen Hemmnissen

#### Übliche Praxis

Der Bau eines Wärmeverbundes, wo Wärme hauptsächlich durch die Verbrennung von Holzschnitzeln erzeugt wird, entspricht nicht der üblichen Praxis im Kanton Zürich. Stadtwerk Winterthur realisierte zwar bereits andere Holzwärmeverbände, diese unterscheiden sich jedoch vom Wärmeverbund Wasser, indem diese alle Fördergelder vom Kanton Zürich erhalten und zudem alle in Neubau-Gebieten umgesetzt wurden, während der Wärmeverbund Wasser in einem Altbauggebiet realisiert wird. In einem Altbauggebiet ist es viel schwieriger und aufwändiger, die Eigentümer zu überzeugen, ihre Liegenschaft am Fernwärmenetz anzuschliessen. Dies bestätigt auch die Tatsache, dass bis jetzt noch kein Hauseigentümer im Quartier Wasser den Vertrag über den Anschluss am Fernwärmenetz mit dem Stadtwerk Winterthur unterzeichnet hat.

### 6. Aufbau und Umsetzung des Monitorings

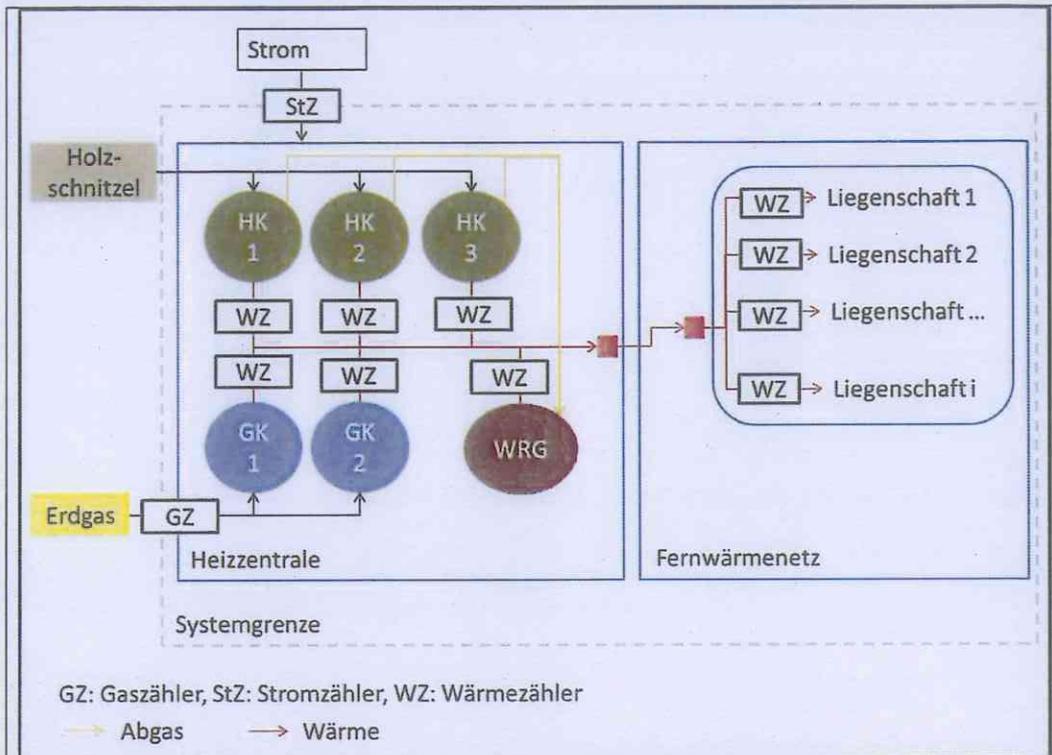
#### 6.1 Beschreibung der gewählten Monitoringmethode

Für die Berechnung der Emissionsreduktionen ex post müssen folgende Parameter gemessen werden:

- Erdgaskonsum der Heizzentrale
- Stromverbrauch der Heizzentrale
- Bezogene Wärme pro Liegenschaft

Für die Überwachung der Wärmeproduktion wird zudem auch die in der Heizzentrale produzierte Wärme gemessen. Diese Messdaten dienen auch der Qualitätskontrolle.

Die nachfolgende Grafik zeigt die einzelnen Messpunkte.



Ex-post Berechnung der Emissionsverminderungen:

$$ER = E_{RE} - E_P$$

ER	Emissionsverminderungen (tCO <sub>2</sub> )
E <sub>P</sub>	Projektemissionen (tCO <sub>2</sub> )
E <sub>RE</sub>	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> )

Die Projektemissionen werden ex post anhand des gemessenen Erdgas- und Stromverbrauchs berechnet:

$$E_P = E_{P, Gas} + E_{P, Strom}$$

E <sub>P</sub>	Projektemissionen (tCO <sub>2</sub> )
E <sub>P, Gas</sub>	Projektemissionen durch die Verbrennung von Erdgas (tCO <sub>2</sub> )
E <sub>P, Strom</sub>	Projektemissionen durch den Stromverbrauch (tCO <sub>2</sub> )

$$E_{P, Gas} = A_{P, Gas, n} * EF_{Gas}$$

A <sub>P, Gas, n</sub>	Erdgaskonsum im Projekt (m <sup>3</sup> bei Normbedingungen)
EF <sub>Gas</sub>	Emissionsfaktor für Erdgas (tCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> bei Normbedingungen) = 0.002 tCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> (BAFU)

$$E_{P, Strom} = A_{P, Strom} * EF_{Strom}$$

A <sub>P, Strom</sub>	Stromverbrauch im Projekt (MWh)
-----------------------	---------------------------------

EF <sub>Strom</sub>	Emissionsfaktor für Strom (tCO <sub>2</sub> /MWh)																						
$A_{P, Gas, n} = A_{P, Gas} * ((T_n/T) * ((p_{atm} + p_{Eingang})/p_n))$																							
A <sub>P, Gas</sub>	Erdgaskonsum im Projekt (m <sup>3</sup> )																						
T	Jahresdurchschnittstemperatur am Gaszähler (K)																						
T <sub>n</sub>	Temperatur bei Normbedingungen (273.15 K)																						
p <sub>atm</sub>	Jahresdurchschnittswert für den atmosphärischen Druck (bar)																						
p <sub>Eingang</sub>	Eingangsdruck des Gaszählers (bar)																						
p <sub>n</sub>	Druck bei Normbedingungen (1,01325 bar)																						
<p>Für die Berechnung der Referenzentwicklung wird das Referenzszenario für Wärmeverbünde des BAFU berücksichtigt, um einer möglichen Zunahme von Heizsystemen mit erneuerbaren Energien Rechnung zu tragen. Dabei wird davon ausgegangen, dass 40% der bestehenden Öl- und Gasheizungen sowieso durch Heizsysteme mit erneuerbaren Energien ersetzt werden und, dass bei Neubauten 100% erneuerbare Energien eingesetzt werden. Ebenfalls wird die vom BAFU vorgegebene technische Lebensdauer für Heizungen von 15 Jahren angewandt, obwohl viele Heizungen unter Umständen wesentlich länger in Betrieb bleiben könnten.</p> <p>Die Emissionen im Referenzszenario werden ex post anhand des gemessenen Wärmebezuges der einzelnen Liegenschaften berechnet. Dabei werden folgende Fälle unterschieden:</p> <p>Fall a): Die technische Lebensdauer der Heizung von 15 Jahren ist noch nicht abgelaufen.</p> $E_{RE, a} = \sum_i (A_{RE, i, k} / WG_k * EF_k)$ <table border="1"> <tr> <td>E<sub>RE, a</sub></td> <td>Referenzentwicklung (tCO<sub>2</sub>), Fall a)</td> </tr> <tr> <td>A<sub>RE, i, k</sub></td> <td>Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k (MWh)</td> </tr> <tr> <td>WG<sub>k</sub></td> <td>Wirkungsgrad der mit Brennstoff k befeuerten Heizung (%)</td> </tr> <tr> <td>EF<sub>k</sub></td> <td>Emissionsfaktor für Brennstoff k (tCO<sub>2</sub>/MWh)</td> </tr> <tr> <td>k</td> <td>Brennstoff (Erdgas oder Heizöl), welcher vor dem Anschluss an das Fernwärmenetz für die Heizung verwendet wurde.</td> </tr> </table> <p>Fall b): Die technische Lebensdauer der Heizung von 15 Jahren ist abgelaufen.</p> $E_{RE, b} = \sum_i (A_{RE, i, k} / WG_k * EF_k * (1 - 40\%))$ <table border="1"> <tr> <td>E<sub>RE, b</sub></td> <td>Referenzentwicklung (tCO<sub>2</sub>), Fall b)</td> </tr> <tr> <td>A<sub>RE, i, k</sub></td> <td>Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k (MWh)</td> </tr> <tr> <td>WG<sub>k</sub></td> <td>Wirkungsgrad der mit Brennstoff k befeuerten Heizung (%)</td> </tr> <tr> <td>EF<sub>k</sub></td> <td>Emissionsfaktor für Brennstoff k (tCO<sub>2</sub>/MWh)</td> </tr> <tr> <td>k</td> <td>Brennstoff (Erdgas oder Heizöl), welcher vor dem Anschluss an das Fernwärmenetz für die Heizung verwendet wurde.</td> </tr> </table> <p>Fall c): Neubau</p> <p>Für Neubauten gilt gemäss Referenzszenario des BAFU:</p> $E_{RE, c} = \square$ <table border="1"> <tr> <td>E<sub>RE, c</sub></td> <td>Referenzentwicklung (tCO<sub>2</sub>), Fall c)</td> </tr> </table> <p>Fall d): Unternehmen mit Verminderungsverpflichtung:</p>		E <sub>RE, a</sub>	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall a)	A <sub>RE, i, k</sub>	Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k (MWh)	WG <sub>k</sub>	Wirkungsgrad der mit Brennstoff k befeuerten Heizung (%)	EF <sub>k</sub>	Emissionsfaktor für Brennstoff k (tCO <sub>2</sub> /MWh)	k	Brennstoff (Erdgas oder Heizöl), welcher vor dem Anschluss an das Fernwärmenetz für die Heizung verwendet wurde.	E <sub>RE, b</sub>	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall b)	A <sub>RE, i, k</sub>	Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k (MWh)	WG <sub>k</sub>	Wirkungsgrad der mit Brennstoff k befeuerten Heizung (%)	EF <sub>k</sub>	Emissionsfaktor für Brennstoff k (tCO <sub>2</sub> /MWh)	k	Brennstoff (Erdgas oder Heizöl), welcher vor dem Anschluss an das Fernwärmenetz für die Heizung verwendet wurde.	E <sub>RE, c</sub>	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall c)
E <sub>RE, a</sub>	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall a)																						
A <sub>RE, i, k</sub>	Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k (MWh)																						
WG <sub>k</sub>	Wirkungsgrad der mit Brennstoff k befeuerten Heizung (%)																						
EF <sub>k</sub>	Emissionsfaktor für Brennstoff k (tCO <sub>2</sub> /MWh)																						
k	Brennstoff (Erdgas oder Heizöl), welcher vor dem Anschluss an das Fernwärmenetz für die Heizung verwendet wurde.																						
E <sub>RE, b</sub>	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall b)																						
A <sub>RE, i, k</sub>	Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k (MWh)																						
WG <sub>k</sub>	Wirkungsgrad der mit Brennstoff k befeuerten Heizung (%)																						
EF <sub>k</sub>	Emissionsfaktor für Brennstoff k (tCO <sub>2</sub> /MWh)																						
k	Brennstoff (Erdgas oder Heizöl), welcher vor dem Anschluss an das Fernwärmenetz für die Heizung verwendet wurde.																						
E <sub>RE, c</sub>	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall c)																						

Falls sich ein Unternehmen mit Verminderungsverpflichtung im Gebiet des Wärmeverbundes ansiedeln würde und an den Wärmeverbund angeschlossen würde, würden die Emissionsverminderungen dem Unternehmen mit Verminderungsverpflichtung überlassen, das heisst, das betroffene Gebäude würde für die Referenzentwicklung wie ein Neubau behandelt, also:

$$E_{RE,d} = 0$$

$E_{RE,d}$	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> ), Fall d)
------------	--

Die Emissionen im Referenzszenario entsprechen der Summe der Referenzentwicklungen der Fälle a) bis d).

$$E_{RE} = E_{RE,a} + E_{RE,b} + E_{RE,c} + E_{RE,d}$$

$E_{RE}$	Referenzentwicklung (tCO <sub>2</sub> )
----------	---

Folgende Standardwerte werden für die ex-post Berechnung verwendet. Diese Werte bleiben gleich für die ganze Kreditierungsperiode:

Parameter	Wert	Quelle
Wirkungsgrad Ölheizung	85%	energie.ch ( <a href="http://www.energie.ch/heizungsvergleich">http://www.energie.ch/heizungsvergleich</a> )
Wirkungsgrad Gasheizung	90%	energie.ch ( <a href="http://www.energie.ch/heizungsvergleich">http://www.energie.ch/heizungsvergleich</a> )
Emissionsfaktor für Heizöl	0.265 tCO <sub>2</sub> /MWh	BAFU
Emissionsfaktor für Erdgas	0.198 tCO <sub>2</sub> /MWh	BAFU
Technische Lebensdauer von Heizungen	15 Jahre	BAFU
Anteil erneuerbarer Energien bei Heizungssanierungen	40%	BAFU

6.2 Datenerhebung und Parameter	
Parameter	$A_{P,Gas}$
Beschreibung des Parameters	Erdgaskonsum im Projekt
Einheit	m <sup>3</sup>
Datenquelle	Messung
Erhebungsinstrument	Geeichter Gaszähler des Gaslieferanten
Beschreibung Messablauf	Automatische und kontinuierliche Messung des Gasvolumens durch den Gaszähler in m <sup>3</sup> .
Kalibrierungsablauf	Der Gaszähler ist geeicht. Die Verantwortung für die Wartung und den Ersatz des Gaszählers liegt beim Gaslieferanten.
Genauigkeit der Messmethode	

Messintervall	kontinuierlich
Verantwortliche Person	Gaslieferant

Parameter	T
Beschreibung des Parameters	Jahresdurchschnittstemperatur am Gaszähler
Einheit	K
Datenquelle	Der Gaslieferant berechnet die Jahresdurchschnittstemperatur am Gaszähler anhand der Temperaturmessungen der Stadt Winterthur und unter Anwendung eines Korrekturfaktors für den Temperaturunterschied zum Gaszähler. Dieser Wert wird bei der Rechnungstellung des Folgejahres berücksichtigt.
Erhebungsinstrument	
Beschreibung Messablauf	
Kalibrierungsablauf	
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	
Verantwortliche Person	Gaslieferant

Parameter	$p_{atm}$
Beschreibung des Parameters	Jahresdurchschnittswert für den atmosphärischen Druck
Einheit	bar
Datenquelle	Der Gaslieferant berechnet den Jahresdurchschnittswert für den atmosphärischen Druck anhand der Druckmessungen der Stadt Winterthur. Dieser Wert wird bei der Rechnungstellung des Folgejahres berücksichtigt.
Erhebungsinstrument	
Beschreibung Messablauf	
Kalibrierungsablauf	
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	
Verantwortliche Person	Gaslieferant

Parameter	$p_{Eingang}$
Beschreibung des Parameters	Eingangsdruck des Gaszählers
Einheit	bar
Datenquelle	Der Eingangsdruck wird durch den Gaslieferanten bei der Installation festgelegt.
Erhebungsinstrument	
Beschreibung Messablauf	

Kalibrierungsablauf	
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	
Verantwortliche Person	Gaslieferant

Parameter	$A_{P,Strom}$
Beschreibung des Parameters	Stromverbrauch im Projekt
Einheit	MWh
Datenquelle	Messung
Erhebungsinstrument	Geeichter Stromzähler
Beschreibung Messablauf	Automatische und kontinuierliche Messung des Stromverbrauchs durch den Stromzähler
Kalibrierungsablauf	Der Stromzähler ist geeicht. Die Verantwortung für die Wartung und den Ersatz des Stromzählers liegt beim Stromlieferanten.
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	kontinuierlich
Verantwortliche Person	Stromlieferant

Parameter	$A_{RE,i,k}$
Beschreibung des Parameters	Wärmebezug der Liegenschaft i mit Brennstoff k
Einheit	MWh
Datenquelle	Messung
Erhebungsinstrument	Geeichter Wärmehzähler von Aquametro (pro Liegenschaft)
Beschreibung Messablauf	Bei jeder an das Fernwärmenetz angeschlossenen Liegenschaft wird ein Wärmehzähler installiert. Die Messdaten können vom Projekteigner online abgerufen werden.
Kalibrierungsablauf	Der Wärmehzähler ist geeicht und wird alle 5 Jahre ersetzt.
Genauigkeit der Messmethode	
Messintervall	kontinuierlich
Verantwortliche Person	Betriebsleiter Energie-Contracting Stadtwerk Winterthur

### 6.3 Prozess- und Managementstruktur

Die Verantwortlichkeit für die Datenbeschaffung, Archivierung sowie die Qualitätskontrolle liegt beim Betriebsleiter des Energie-Contracting. Er entnimmt die Daten zum Erdgas- und Stromverbrauch den Rechnungen des entsprechenden Lieferanten oder fragt diese beim Lieferanten nach, falls die Zeitperiode für den Monitoringbericht nicht mit den Rechnungsperioden übereinstimmt. Für den Erdgasverbrauch gilt der abgelesene Verbrauch, dh. der neue Zählerstand minus den alten Zählerstand. Die für die Monitoringperiode gültigen Werte für den atmosphärischen Druck und die Temperatur am Gaszähler fragt der Betriebsleiter ebenfalls beim Gaslieferanten nach. Der Wärmebezug der einzelnen Liegenschaften wird mittels individueller Wärmehzähler gemessen. Die Messdaten werden

regelmässig online abgerufen und pro Liegenschaft in einer Übersichtstabelle dokumentiert.

Zusätzlich wird die durch die Holz- und Gaskessel produzierte Wärme mit geeichten Wärmezählern von Aquametro gemessen. Diese Daten dienen einerseits der Berechnung des Holzschnitzelverbrauchs und der Wärmeproduktion wie auch der Qualitätskontrolle. Für die Qualitätskontrolle wird der Erdgasverbrauch regelmässig mit der Wärmeproduktion der Gaskessel verglichen und auf Plausibilität überprüft, ebenso der Stromverbrauch mit der Gesamtwärmeproduktion und der gesamte Wärmebezug der angeschlossenen Liegenschaften mit der Gesamtwärmeproduktion. Diese Vergleiche ermöglichen es, mögliche Fehler in der Datenerfassung aufzudecken. Der Betriebsleiter ist verantwortlich für die regelmässige Durchführung dieser Vergleiche.

Die Daten zum Erdgas- und Stromverbrauch, der Wärmeproduktion sowie die Daten zu den Wärmebezügen der einzelnen Liegenschaften werden monatlich gespeichert und intern bis mindestens zwei Jahre nach Ablauf der Kreditierungsperiode archiviert.

Ort, Datum und Unterschrift

Winterthur, 10.12.13 