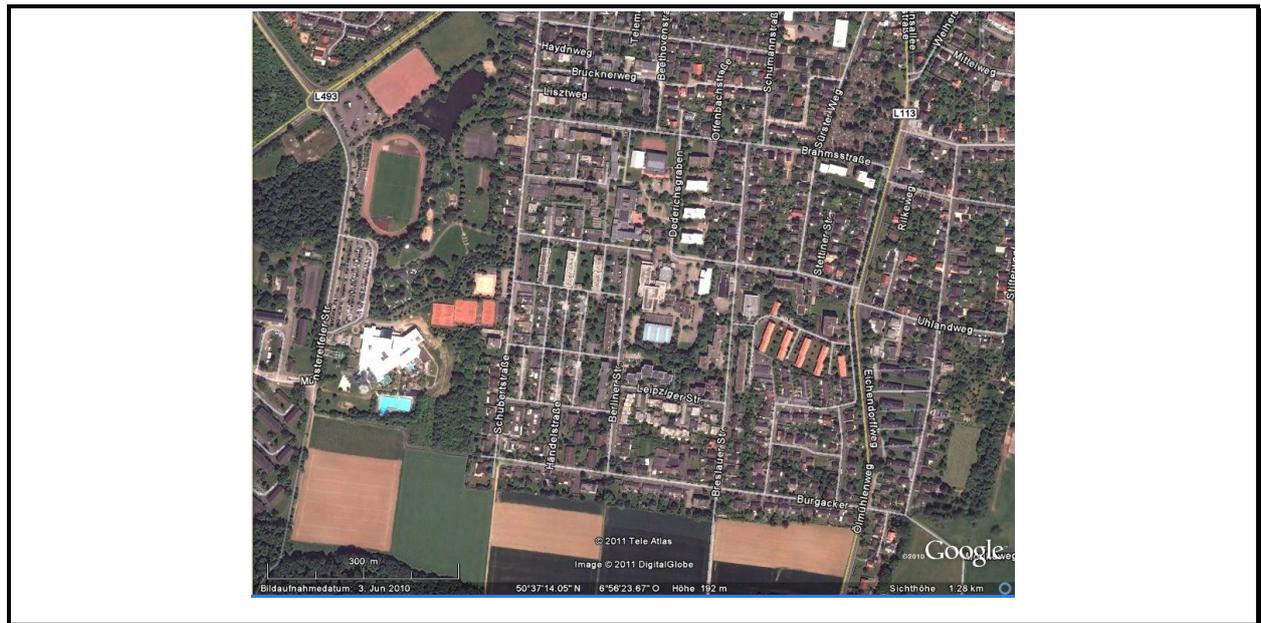




Klimaschutz-Teilkonzept für die integrierte Wärmenutzung in Rheinbach und
Konzept für die technische und wirtschaftliche Optimierung einer Nahwärmeversor-
gung für das Schulzentrum mit Gymnasium, Hauptschule und angeschlossene Sport-
hallen der Stadt Rheinbach sowie umliegenden Mietwohnungsbau und Gewerbe

– Entwurf des Endberichtes –



Auftraggeber: Stadt Rheinbach

Erstellt von: Dipl.-Ing. Steffen Roß
Dipl.-Ing. Klaus Gründler
WiRo Energie & Konnex Consulting GmbH

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhaltsverzeichnis

A	Hintergrund zum integriertes Klimaschutzkonzept und Zielsetzung für den Aufbau einer ökologischen Nahwärmeversorgung	3
B	Bewertung des Untersuchungsraums Rheinbach Süd-West in Bezug zur Stadt Rheinbach	4
C	Ansatz Nahwärmekonzept für Hauptschule, Gymnasium, Sporthallen sowie umliegenden Mietwohnungsbau und Gewerbebetriebe	4
D	Energetischer Gebäudezustand städtische Gebäude und bisher umgesetzte Sanierungsmaßnahmen	6
E	Potential der möglichen Wärmeanschlussnehmer aus Mietwohnungsbau und Gewerbe	9
E.1	Interessensbekundungsverfahren - Informationsvermittlung zur Gewinnung potentieller Wärmekunden	11
E.2	Interessierte Wärmeanschlussnehmer aus Mietwohnungsbau sowie Gewerbebetrieben	14
E.3	Ableitung des Gesamt-Nutzwärmebedarfs der potentiellen Wärmeanschlussnehmer für die Nahwärmeversorgung	14
F	Sinnvollste Trassenverläufe der Nahwärmeleitung und Aufstellort für ein neues Heizhaus	15
G	Analyse der Wärmeerzeugungsvarianten für die Nahwärmeversorgung und mögliche regionale Wertschöpfung	20
G.1	Basisdaten für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen und ökologischen Analysen	21
G.2	Wärmeerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung und Erdgasspitzenkessel	22
G.3	Wärmeerzeugung mit Holzpelletkessel und Erdgas-Spitzenkessel	25
G.4	Wärmeerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung und Holzpelletkessel sowie Erdgasspitzenkessel	27
G.5	Betrachtung einer alternativen Wärmebereitstellung über Nutzung der Geothermie	27
H	Vergleich der Wärmeerzeugungsvarianten mit angeschlossenem Nahwärmenetz aus ökologischer und ökonomischer Sicht	28
I	Empfehlungen für die Konzeptumsetzung	29
J	Empfehlung für ein Controlling-Konzept zur zukünftigen transparenten und nachhaltigen Wärmeversorgung	29
K	Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit und Dokumentation	29
L	Anhänge zum Endbericht	30

Der vorliegende Entwurf des Endberichtes fasst die bisher vorliegenden Ergebnisse, die im Detail auch noch mit den Verantwortlichen der Stadt Rheinbach intensiv diskutiert werden müssen, zusammen. Ein Großteil der bisherigen Ergebnisse wird zunächst in Tabellenform wiedergegeben. Ergänzende Kommentierungen werden nach Abstimmung der Ergebnisse mit dem Bauamt implementiert. Dieser Bericht dient gleichzeitig dazu, die Politik für erste Ergebnisse zu sensibilisieren, um auch hier den Diskussionsprozeß für den geeignetesten Weg der Stadt Rheinbach anzustossen.

A Hintergrund zum integriertes Klimaschutzkonzept und Zielsetzung für den Aufbau einer ökologischen Nahwärmeversorgung

Mit der Nationalen Klimaschutzinitiative initiiert und fördert das Bundesumweltministerium seit 2008 zahlreiche Aktivitäten, die einen Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele leisten. Sie decken ein breites Spektrum an Klimaschutzaktivitäten ab, von der Konzepterstellung bis hin zu investiven Maßnahmen. Von den Programmen und Projekten der Nationalen Klimaschutzinitiative profitieren Verbraucherinnen und Verbraucher ebenso wie Kommunen, Unternehmen und Bildungseinrichtungen.

Für die Stadt Rheinbach wurde im Jahr 2010 ein Integriertes Klimaschutzkonzept mit Beteiligung von WiRo Energie & Konnex Consulting GmbH aus Aachen („WiRo Consultants“) erstellt. Dabei wurde der gesamte Handlungsrahmen für die Verminderung von Treibhausgasen in der Stadt Rheinbach untersucht. Das daraus entstandene Handlungskonzept listet eine Vielzahl konkreter Maßnahmen auf, die die Stadt Rheinbach zur Minderung der CO₂-Emissionen um 20 % bis zum Jahr 2020 ergreifen kann.

Dabei kristallisierte sich heraus, dass eine Nahwärmeversorgung über regenerative Energieträger und/oder über eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage im Bereich Rheinbach Südwest mit Einbindung der dortigen Schulen und Sporthallen eine sehr vielversprechende Maßnahme sein könnte. Die Maßnahme entspricht der Maßnahme Nr.9 „Nahwärmeversorgung“ des Integrierten Klimaschutzkonzeptes, welches im Abschnitt 3.2.3 des Ergebnisberichtes zum Klimaschutzkonzept genauer beschrieben wird. Es ist zu untersuchen, welche Variante einer Nahwärmeversorgung sich aus wirtschaftlicher und ökologischer Sicht für die Wärmeversorgung der Öffentlichen Gebäude anbieten würde. Zudem sollen an das Nahwärmenetz weitere Gebäude aus dem umliegenden Mietwohnungsbau sowie aus dem gewerblichen Bereich angeschlossen werden.

Die Umsetzung konkreter Nahwärmenetze scheitert sehr häufig an der Komplexität und der damit einhergehenden Unsicherheit und/oder den hohen Kosten. Sowohl praxisingerechte technische Konzepte als auch die Einbindung potentieller Wärmenutzer von Beginn sind maßgebliche Erfolgsfaktoren für den Auf- und Ausbau von Nahwärmenetzen.

Im ersten Teil des Klimaschutz-Teilkonzeptes werden die grundsätzlichen Potentiale für die integrierte Wärmenutzung ermittelt. Dabei werden „Wärmeverbräuche“ mit „Wärmeüberschüssen“ – soweit dies in einem räumlich engen Zusammenhang steht – miteinander abgeglichen.

Im zweiten Teil – dem Maßnahmenkatalog – werden anhand eines konkreten Nahwärmekonzeptes die Investitionen und laufenden Kosten sowie erreichbaren CO₂-Einsparungen im Detail ermittelt.

B Bewertung des Untersuchungsraums Rheinbach Süd-West in Bezug zur Stadt Rheinbach

Die Energieverbräuche für alle Gebäude in Rheinbach insgesamt (Strom, Wärme) teilen sich wie folgt auf:

Strombedarf 2012:	Ca. 109.703 MWh (Haushalte HH ca. 49 Mio. kWh)
Erdgasbedarf 2012:	Ca. 121.129 MWh _{Ho} (Haushalte ca. 71 Mio. kWh _{Ho})
Heizölbedarf 2012:	Ca. 5,9 Mio. Liter (59.076 MWh _{Hu} ; HH ca. 5 Mio. Liter)
Holz 2012:	Ca. 28.869 MWh _{Hu}
Fernwärme 2012:	Ca. 26.803 MWh _{th}
Steinkohle 2012:	Ca. 12.946 MWh _{Hu}
Braunkohle 2012:	Ca. 4.376 MWh _{Hu}
Flüssiggas 2012:	Ca. 3.707 MWh _{Hu}
Abfall, Biogase, Solarthermie, Umweltwärme:	in Summe ca. 6.685 MWh

Darüber hinaus wurde analysiert, ob Industrieunternehmen vorhanden sind, die entweder über nennenswerte Abwärmepotentiale oder über nicht genutzte Wärmekapazitäten aus z.B. Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen verfügen. Dies ist aber nicht der Fall.

Darüber hinaus werden die im gesamten Siedlungsgebiet Rheinbachs nutzbaren erneuerbaren Energieträger berücksichtigt. Hierzu wurde ein separates Klimaschutz-Teilkonzept mit dem Titel „Nutzung regenerativer Energieformen im Stadtgebiet von Rheinbach“ beantragt. Die Ergebnisse daraus wurden insbesondere im Zusammenhang mit der Geothermie berücksichtigt.

Der Untersuchungsraum betrifft das Gebiet Rheinbach Südwest mit den vorgenannten Schulen sowie den umliegenden Wohngebäuden. Gewerbebetriebe sind hier so gut wie keine zu finden.

C Ansatz Nahwärmekonzept für Hauptschule, Gymnasium, Sporthallen sowie umliegenden Mietwohnungsbau und Gewerbebetriebe

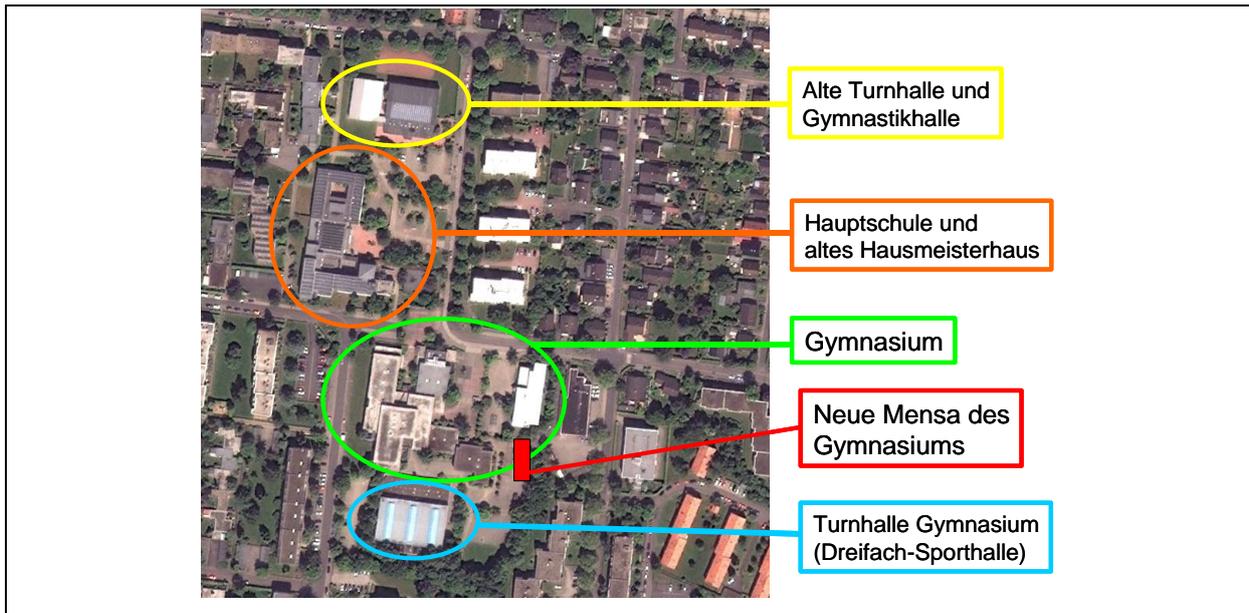
Eine Nah- oder eine Fernwärmeversorgung ist i.d.R., insbesondere wenn sie mit KWK und/oder erneuerbaren Energieträgern (z.B. Holzpelletkesseln) arbeitet, deutlich effizienter und mit weniger CO₂-Emissionen verbunden als die Versorgung mit jeweils getrennten Wärmeerzeugern auf Basis von Erdgas und Heizöl.

Für die Nahwärmeversorgung können unterschiedliche Heizungssysteme zum Einsatz kommen. Als Varianten werden der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung (vgl. Maßnahmenpaket Nr.8 der Zusammenfassung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes) sowie erneuerbare Energieträger (z.B. heimisches Holz; ggf. noch Solarthermie; vgl. Maßnahmenpaket Nr. 10 der Zusammenfassung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes) auf die Umsetzbarkeit geprüft.

Ob die Kombination von KWK mit erneuerbaren Energieträgern sinnvoll ist, wird in Verbindung mit Heißwasser-Pufferspeichern und der Ausdehnung des Nahwärmenetzes ermittelt.

Bereits im Integrierten Klimaschutzkonzept hat sich herauskristallisiert, dass eine Nahwärmeversorgung im Bereich von Hauptschule und Gymnasium eine erfolversprechende Variante sein kann – insbesondere unter Berücksichtigung des umliegenden Mietwohnungsbaus sowie weiterer Gewerbe- bzw. Industriebetriebe.

Einen vergrößerten Ausschnitt als Luftbild zeigt die nachfolgende Abbildung. Hier sind auch die für den Anschluss an die Nahwärmeversorgung vorgesehenen Gebäude (Hauptschule, städtisches Gymnasium (jeweils bestehend aus mehreren Gebäudeteilen; inkl. der neuen Mensa), drei Sporthallen) bezeichnet. Gut zu erkennen sind auch die umliegenden größeren Gebäude, die überwiegend mehrgeschossige Mietwohnbauten sind.



Die beiden Einrichtungen Hauptschule und Gymnasium verfügen derzeit über sieben verschiedene Heizungen bzw. Heizanlagen, die überwiegend abgängig sind. Sie sind im Folgenden abgebildet.



Die gesamte installierte Heizleistung beträgt aktuell 3.135 kW, was, historisch bedingt und aufgrund von Wärmeeinsparmaßnahmen, einer deutlichen Überdimensionierung für heutige Anforderungen entspricht. Die Überdimensionierung verursacht hohe Bereitschaftsverluste in den Bestandsheizkesseln. Die tatsächlich benötigte Heizleistung dürfte etwa bei 2.200 kW_{th} liegen. Dies zeigt, dass hier ein hohes Potential zur Reduzierung der Brennstoffverbräuche und ein hohes CO₂-Einsparpotential durch Nutzung von regenerativen Energieträgern und/oder der Kraft-Wärme-Kopplung vorhanden ist.

D Energetischer Gebäudezustand städtische Gebäude und bisher umgesetzte Sanierungsmaßnahmen

Gegenüber dem Integrierten Klimaschutzkonzept haben sich in der Zwischenzeit Veränderungen ergeben, die es zu berücksichtigen gilt. Hierzu zählt auch die neu errichtete Mensa. Auf dem Gelände des Gymnasiums im östlichen Bereich neben dem Oberstufentrakt wurde 2011 diese Mensa mit rund 300 m² Nutzfläche errichtet. Die Wärmeversorgung erfolgt über die zentrale Heizungsanlage im Hauptgebäude des Gymnasiums. In der Mensa werden im Wesentlichen eine Spülküche, zwei Konvektomaten, mehrere Kühleinheiten sowie die Lichtanlage und die Kompaktlüftungsanlage betrieben, die den Elektroenergiebedarf dominieren.

Die wichtigsten seit der Erstellung des Klimaschutzkonzeptes bereits umgesetzten Energiesparmaßnahmen:

- Dach Dreifach-Sporthalle (= Turnhalle Gymnasium Berliner Str. 2) wurde 2009 erneuert / gedämmt
- Lichtbänder Dreifach-Sporthalle im Zuge der Dachsanierung erneuert; in den Wärmeverbräuchen von 2010 finden sich die aus den beiden Maßnahmen resultierenden Wärmeeinsparungen bereits wieder
- Für Dreifach-Sporthalle weiterhin geplant: Lüftungsanlage erneuern und deutlich verkleinern; Beheizung der Halle überwiegend über Deckenstrahlplatten (→ Senkung Wärmespitzenbedarf!)
- In der Hauptschule (insbesondere Verwaltung) wurden Fenster erneuert
- Alle Fenster Hausmeisterhaus Hauptschule (= Musikräume) erneuert
- Weitere Dächer des Gymnasiums wurden saniert und zusätzlich gedämmt
- Dach des Stadttheaters (Gymnasium) wurde saniert u. zusätzlich gedämmt

Weiterhin sind geplant:

- Konsequente Erneuerung von Beleuchtungsanlagen
- Umsetzung weiterer Wärmedämm-Maßnahmen

Die nachfolgende Tabelle zeigt alle bisher umgesetzten Maßnahmen in der Übersicht:

Gebäude und Adresse	Gebäudeteile / Baujahre	Zustandsbeschreibung und bereits umgesetzte Maßnahmen und weitere Details
Hauptschule Dederichsgraben 4	Hauptgebäude div. Trakte / 1970 Aufbau Räume 210, 211, 310, 311 / 2003 Alte Turnhalle (eigene Heizung) / 1970 Neue Turnhalle/Gymnastikhalle / Neu Altes Hausmeisterhaus (Bungalow mit Musikraum) / 1970	Strom -und Wärmeverbrauch der Hauptschule haben sich 2010 gegenüber den Vorjahren deutlich erhöht! Insgesamt 53 Fenster mit 205 m ² Gesamtfläche wurden 2010/2011 erneuert (U: 1,1) Dachfläche von 680 m ² über dreigeschossigem Gebäudeteil 2008/2009 saniert (U: 0,2) Großer Handlungsbedarf bei Erneuerung Lichtenanlagen. Heizungsanlage hat nahezu Ende der techn. Lebensdauer erreicht; niedrige Nutzungsgrade. Erweiterung 1.OG, 2.OG um Räume 210, 211, Flur, 310, 311, Flur (Baujahr 2003); Nutzfläche 170 m ² ; BGF 194 m ² Dächer nun alle saniert Auf Dächern wurde große Photovoltaikanlage errichtet Fenster an Aussenfassaden zum großen Teil isolierverglast
Alte Turnhalle Hauptschule Dederichsgraben 4	Baujahr 1970 Hallenhöhe ca. 7 m Anbau Umkleidetrakt	Lichtbänder an der Fassade wurden 2010/11 erneuert (170 m ² ; U: 1,4) Handlungsbedarf bei Erneuerung Lichtenanlagen. Dezentrale Beheizung über Brennwertkessel (inkl. Warmwasserbereitung) seit 1996 (aufgestellt in neuer Fertigarage); Inhalt Warmwasserspeicher 1.500 Liter (Bj. 1988) Die alte Turnhalle liegt rund 3 m tiefer als die Hauptschule
Neue Turnhalle/ Gymnastikhalle Hauptschule Dederichsgraben 4	Baujahr 2008 Kleinere Turnhalle; Deckenhöhe ca. 5,5m Anbautrakt mit Umkleiden/Duschen Das Gebäude ist keine(!) Versammlungsstätte	Dezentrale Beheizung über Brennwertkessel BGF/BRI Halle 447 m ² /2.837 m ² + Nebentrakt 137 m ² /428 m ² Warmwasserversorgung über alte Turnhalle!
Altes Hausmeisterhaus Hauptschule (Musikräume) Dederichsgraben 4	Baujahr 1970; früher Hausmeisterwohnung Heute Musikräume mit nicht(!) durchgängiger Nutzung; Objekt wird noch Heizöl beheizt !	5 Fenster mit insgesamt 16 m ² wurden 2010/2011 erneuert (U: 1,1) Großer Handlungsbedarf bei Erneuerung Lichtenanlagen. Öl-Heizungsanlage hat Ende techn. Lebensdauer erreicht; niedrige Nutzungsgrade Am Hausmeisterhaus grenzt eine Trafostation an!
Gymnasium Königsberger Str. 29	Hauptgebäude / 1975 Oberstufentrakt / 1978 Erweiterungsbau/Neubau / 1998 (teilweise auch über Hauptgebäude versorgt) Neue Mensa ab 2012 ebenfalls über Hauptheizzentrale oder Neubau mit versorgt	Erneuerte Dachflächen 2008/09: Gymnasium 1.755m ² (U: 0,2); Aula 411m ² (U: 0,2); Dächer sind damit saniert und Wärmeeinsparungen finden in Verbräuchen 2010 Berücksichtigung Fenster sind i.d.R. noch von 1973; einige bereits ausgetauscht; Brüstungselemente dürften weitestgehend ungedämmt sein; Fenster erscheinen zum großen Teil mechanisch ausgeleiert Eingangstüren/Außentüren weisen zu große Spaltmaße auf (-> Lüftungswärmeverluste) -> Großer Handlungsbedarf im Bereich Fassaden Neue Heizzentrale seit 1999/2000. Bypass für Wärmeversorgung Neubau (seit 200? dauerhaft vom Hauptgebäude versorgt) Lichtenanlagen zum Teil bereits erneuert (Treppenhäuser, Keller, Flure) Neue Fluchtwege und Fluchtfenster Großer Handlungsbedarf bei Erneuerung Lichtenanlagen. Raumhöhen/Geschosshöhen: Gym 3,13/3,60 m; Aula < 6,60 m; Bühne ca. 7,30 m; Oberstufentrakt 3,0/3,60 m; Neubau 3,05/3,40 m BGF: Hauptgebäude 6.331 m ² ; Aula 1.073 m ² ; Oberstufentrakt 1.327 m ² ; Neubau 2.015 m ² BRI: Hauptgebäude+Aula 28.086 m ² ; Oberstufentrakt 4.586 m ² ; Neubau 7.848 m ²
Turnhalle Gymnasium (Dreifach-Sporthalle) Berliner Str. 2	Baujahr 1974/1975	Das Dach (970 m ² ; U=0,2) und die Lichtbänder (324 m ² ; U=1,4) wurden 2009 erneuert; Großer Handlungsbedarf bei Erneuerung Lichtenanlagen - insbesondere in Sporthalle. Großer Handlungsbedarf im Bereich Fassaden. Vorab Thermografien erstellen lassen. Heizungsanlage hat nahezu Ende techn. Lebensdauer erreicht; niedrige Nutzungsgrade. Zudem erscheint Warmwasserbereitung wenig effizient und überdimensioniert. Die Lüftungsanlagen sind aus dem Jahr 1974; haben Ende der techn. Lebensdauer erreicht Außenmaße Sporthalle: 28,5 m x 45 m; zzgl. Anbau Umkleiden/Sportler (15,5 m x 45 m); zzgl. Anbau Zuschauer (24,5 m x 6,24 m) BGF/BRI: Halle 1.315 m ² /12.165 m ² ; Anbau Sportler 694 m ² /2.222 m ² ; Anbau Zuschauer 153 m ² /781 m ²
Neue Mensa Gymnasium Berliner Str. 2 (Wärme über Bestand Gymnasium)	Ein Gebäudetrakt Baujahr 2012 Wärmeversorgung über Neubau bzw. Zentralkesselanlage Hauptgebäude (Norm-Gebäudewärmebedarf 76 kW)	Neubau nach EnEV 2009 291,3 m ² beheizte Nutzfläche; 299,8 m ² Nutzfläche gesamt Solarthermische Anlage (5 oder 10 m ²) Laut EnEV-Nachweis ca. 195 kWh/m ² a Raumheizwärmebedarf Laut EnEV-Nachweis ca. 190 kWh/m ² a Wärmebedarf für Warmwasserbereitung Fazit Prognose Wärmebedarf: 93.715 kWh/a (Wert wird vermutlich niedriger ausfallen!) Kompaktlüftungsgerät mit WRG: 480 m ³ /h Abluftgerät Spülküche: 1.400 m ³ /h

Der Gesamt-Erdgasbedarf der städtischen Gebäude beträgt rund 2.376 MWh_{Ho} pro Jahr. Hinzu kommen geschätzte 3.000 Liter Heizöl (30.000 kWh_{Hu}) pro Jahr für die Beheizung des alten Hausmeisterhauses der Hauptschule.

Die Gesamt-Stromverbräuche der städtischen Objekte betragen rund 379.420 kWh pro Jahr.

Insgesamt belaufen sich die Wärme- und Stromkosten (Baseline) der städtischen Objekte auf rund 230.000 Euro (netto) pro Jahr.

Der Gesamt-Nutzwärmebedarf aller städtischen Objekte beträgt rund 1.800 MWh_{th} pro Jahr.

Unter Berücksichtigung der bereits im Klimaschutzkonzept aufgezeigten – und bisher nicht umgesetzten – Maßnahmen zur Wärmeeinsparung könnte der Nutzwärmebedarf von 1.800 MWh_{th} noch auf ca. 1.675 MWh_{th} pro Jahr zurückgehen. Hierbei spielen insbesondere die noch nicht sanierten Fassadenelemente der Hauptschule eine wesentliche Rolle. Sofern weitere Wärmedämm-Maßnahmen im Bereich des Gymnasiums (Fassaden des Hauptgebäudes) und der Turnhalle des Gymnasiums (Fassade) ergriffen werden, könnte der Nutzwärmebedarf noch mal merklich reduziert werden.

Eine zukünftige Nahwärmeversorgung ist so zu konzipieren und wirtschaftlich abzusichern, dass bei weiteren Senkungen des Wärmebedarfs das Nahwärmesystem nicht unakzeptabel hohe Verluste aufweist bzw. unwirtschaftlich arbeitet.

Mögliche Trassenverläufe der Nahwärmeleitung und mögliche Aufstellorte für ein neues Heizhaus

Die möglichen Trassenverläufe der Nahwärmeleitung müssen mit den Vertretern der Stadt Rheinbach diskutiert bzw. vor Ort erörtert werden. Ohnehin vorgesehene Tiefbaumaßnahmen für die Erneuerung von Strom- und/oder Telekommunikationsleitungen bzw. Trink-/Abwasserleitungen sollten für das Verlegen der Nahwärmeleitungen genutzt werden.

Als favorisierten Aufstellort für ein neues Heizhaus kommt eine Fläche südlich angrenzend zum alten Hausmeisterhaus der Hauptschule in Frage. Kurze Anbindungen an die anzuschließenden Heizzentralen und recht großer Abstand zur Wohnbebauung (Schallschutz) sind hier die entscheidenden Vorteile (vgl. nachfolgende Grafik).

Grundsätzlich wären aber auch noch Aufstellorte im Gelände der Hauptschule und des Gymnasiums denkbar. Auch dies muss vor Ort noch erörtert werden.

Wärmeerzeugungsvarianten für die Nahwärmeversorgung und mögliche regionale Wertschöpfung

Im Falle des Einsatzes von Holzheizanlagen sollte im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes nach Möglichkeit heimisches Holz aus dem Gemeindegebiet Rheinbachs eingesetzt werden. Dafür stehen rund 2.000 Schüttraummeter, entsprechend rund 1.840 MWh_{Hu} pro Jahr zur Verfügung. Dieses Holz sollte möglichst von einem Holzpellethersteller angekauft und der Stadt Rheinbach als Fertigprodukt wieder verkauft werden. Nach einer ersten überschlägigen Schätzung könnten daraus rund 360 Tonnen Holzpellets pro Jahr mit einem Gesamtheizwert von rund 1.764 MWh_{Hu} als „heimisches Holz“ bei der Verbrennung eingesetzt werden. Das sind immerhin fast 40 % der benötigten Heizenergie. Die Ökobilanz könnte also sehr gut werden! Um den Wettbewerb anzuregen, sollen bis zu drei Holzpellethersteller gefunden und um die Unterbreitung eines Gesamtangebotes „Ankauf Rheinbacher Holz / Verkauf daraus erstellter Holzpellets“ gebeten werden.

Die zu installierende Heizleistung wird insgesamt rund 1.800 bis 2.000 kW betragen.

Zu untersuchende Wärmeversorgungsvarianten:

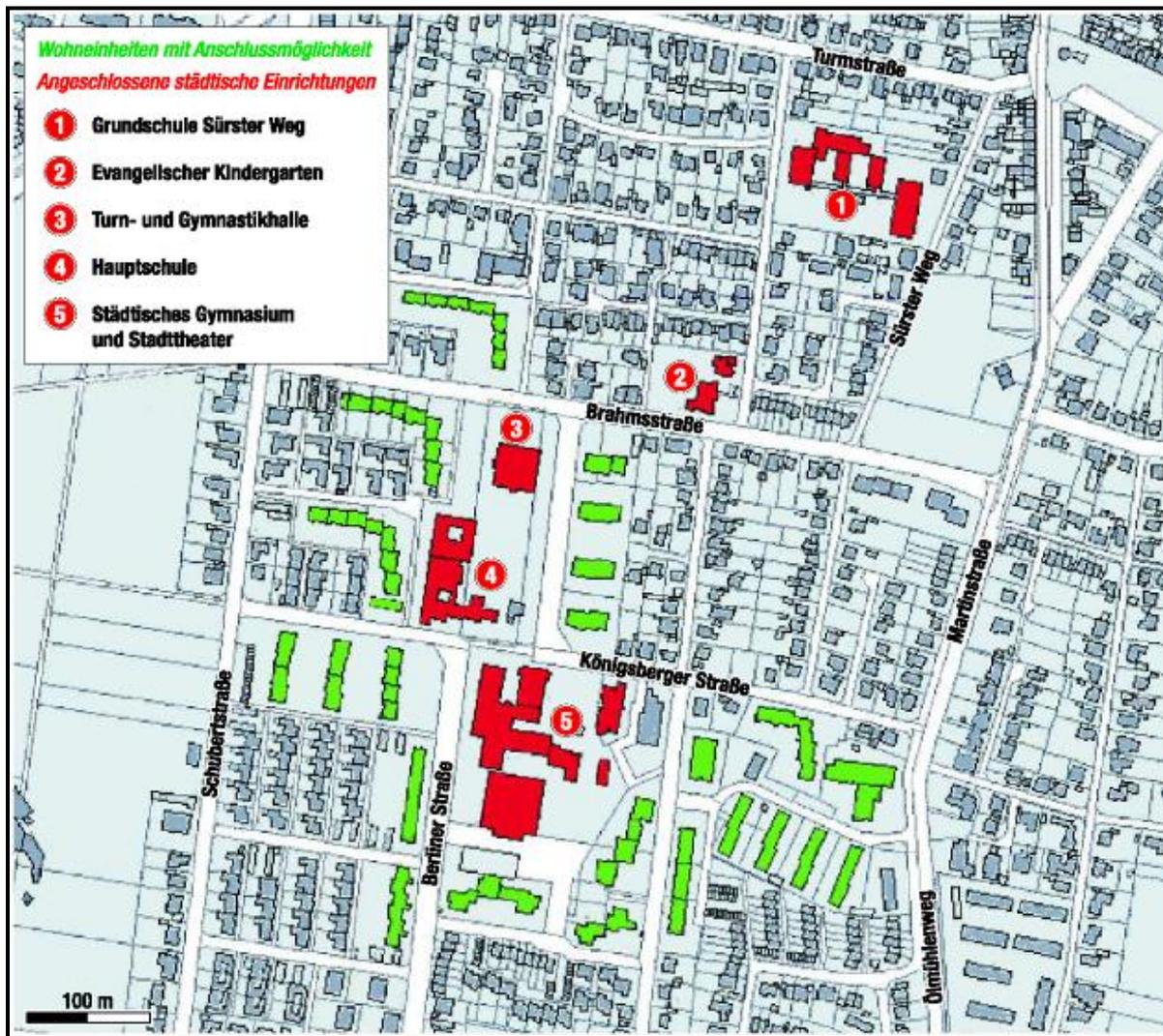
- Holzpelletkessel für Grund- u. Mittellast und Deckung der Spitzenlast aus zusätzlichem neuen Kessel in neuer Wärmeerzeugungszentrale
- BHKW und Holzpelletkessel für Grund- u. Mittellast sowie Deckung der Spitzenlast aus zusätzlichem neuen Kessel in neuer Wärmeerzeugungszentrale
- BHKW für Grund- u. Mittellast sowie Deckung der Spitzenlast aus zusätzlichem neuen Kessel in neuer Wärmeerzeugungszentrale

Vorbehaltlich der Klärung, inwieweit die Sporthallen in den Sommerferien genutzt werden, sollte als Variante dezentrale solarthermische Anlagen auf allen Sporthallen untersucht werden. Diese würden die Warmwasserbereitung in den Sommerferien sicherstellen. Dann könnte auch das Nahwärmenetz über 5 bis 8 Wochen komplett stillgelegt werden.

WiRo Consultants haben im Zusammenhang mit der Erstellung der Vorhabenbeschreibung bereits erste Vorüberlegungen zu den drei Varianten angestellt. Ohne die Errichtung einer Heizzentrale wird eine Nahwärmeversorgung nicht möglich sein. Insbesondere wenn heimisches Holz zum Einsatz kommen soll, wird der Baukörper Dimensionen in einer Größenordnung von 800 bis 1.000 m³ umbauten Raums annehmen.

E Potential der möglichen Wärmeanschlussnehmer aus Mietwohnungsbau und Gewerbe

An das Nahwärmenetz sollen möglichst weitere Gebäude aus den Bereichen Mietwohnungsbau sowie Gewerbe- und Industriebetrieben angeschlossen werden. Die nachfolgende Grafik zeigt die dafür vorgesehenen umliegenden Objekte, die überwiegend aus dem Mietwohnungsbau stammen (grün markiert).



Sämtliche Gebäude wurden vor Ort hinsichtlich Zustand, Anzahl der Wohnungen und Geschosse erfasst. Über TIM online wurden die bebauten Grundflächen ermittelt, so dass die Bruttogeschossfläche ermittelt werden konnte. Die Erfassung erfolgte über eine Tabelle, von der nachfolgend ein kleiner Ausschnitt gezeigt ist.

Straße	Hs-Nr.	Anzahl WE	Objektart	Bebaute Grundfläche über TIM-online m²	Anzahl Geschosse ohne Keller	Gesamt-BGF ohne Keller in m²	BGF geschätzt je WE inkl. Trepph. in m²	Umrechnungsfaktor WFI zu BGF	Wohnfläche geschätzt je WE bzw. Hauptnutzfl. in m²	Wohnfläche bzw. Haupt-NF ges in m²	Spezif. Wärmebedarf geschätzt in kWh _{th} je m² BGF	Gesamtwärmebedarf in kWh _{th} /a
Brucknerweg	11	1	Feuerwehr	542	1 bis 3	1.037,5	731,7	0,85	621,9	621,9	130	134.875
Brucknerweg	7	6	Wohnhaus	150	3	450,0	75,0	0,75	56,3	337,5	160	72.000

Da es sich um eine sehr umfangreiche Tabelle handelt, sind in der nachfolgenden Tabelle die wichtigsten Ergebnisse der Gebäudeerfassung in einer Zusammenfassung dargestellt.

Anzahl WE	Bebaute Grundfläche (TIM-online) in m ²	Gesamt-BGF ohne Keller in m ²	Wohnfläche bzw. Haupt-NF ges in m ²	Gesamtwärmebedarf in kWh _{th} /a
693	22.712	62.123	46.413	9.983.848

Auf Basis der erfassten Gebäudedaten wurden zunächst alle rund 693 Mietparteien angeschrieben und für die erste Infoveranstaltung am 25. April 2013 eingeladen.

E.1 Interessensbekundungsverfahren - Informationsvermittlung zur Gewinnung potentieller Wärmekunden

Ziel war es, die in Frage kommenden Gebäudeeigentümer, Wohnungsnutzer, Betriebsinhaber direkt anzusprechen gesprochen und für einen Anschluss an das Nahwärmenetz zu werben.

E.1.1 Infoveranstaltung am 25.04.2013 für Wohnungsinhaber und -nutzer

Die für an den Anschluss an das Nahwärmenetz potentiellen Bewohner wurden zu einer ersten Infoveranstaltung eingeladen, in dessen Verlauf einerseits detaillierte Informationen zu Technik, Wirtschaftlichkeit und CO₂-Minderung bereitgestellt wurden und andererseits die Rahmenbedingungen für den konkreten Anschluss der Akteure gemeinsam erörtert wurden.

Im Rahmen der Sitzung stellte sich heraus, dass die insbesondere für die Umsetzung von Maßnahmen wichtigen Wohnungsverwaltungsgesellschaften hätten ebenfalls gezielt eingeladen werden müssen.

Mit den Teilnehmern dieser ersten Sitzung wurde vereinbart, dass es eine zweite Infoveranstaltung speziell für die Wohnungsverwaltungsgesellschaften geben müsse.

Unter anderem waren vereinzelt Wohnungsverwalter dabei; diese baten um eine zweite gesonderte Veranstaltung für die Zielgruppe Wohnungsverwalter, da diese steuernde Funktionen für ganze Gebäude übernehmen. Daraufhin erfolgte eine aufwendige Recherche der Gebäudeeigentümer, die teilweise gar nicht in Rheinbach wohnen. Die Gebäudeeigentümer wurden mit einem zweiten Schreiben für eine gesonderte Informationsveranstaltung eingeladen.

Der nachfolgende Artikel erschien im Bonner Stadtanzeiger zwei Tage nach der ersten Infoveranstaltung.

Noch sind viele Fragen offen

Klimaschutz: Stadt stellte erste Pläne zu einem „Nahwärmekonzept Rheinbach Süd-West“ vor

Von Nadia Wattad

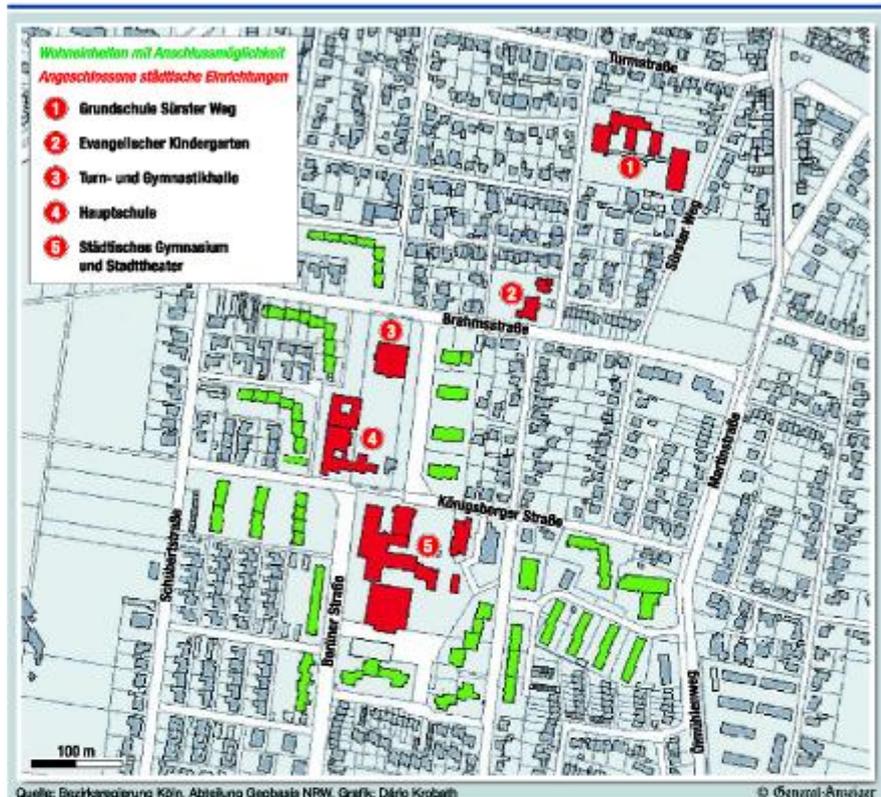
RHEINBACH. Gemeinsam Energie sparen und gleichzeitig die Umwelt schonen: Wie das gehen soll, hat Ingenieur Steffen Roß mit Rheinbachs Bau-Fachbereichsleiterin Sigrid Burkhardt und Hochbau-Fachgebietsleiter Matthias Swoboda am Donnerstagabend auf einer Informationsveranstaltung zum geplanten „Nahwärmekonzept Rheinbach Süd-West“ in der Aula des Städtischen Gymnasiums vorgestellt.

Es sieht vor, die alten Heizanlagen in Hauptschule und Gymnasium durch eine klimaschonende Variante zu ersetzen, die mit Holzpellets und/oder einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage arbeitet. Der Clou dabei: Umliegende Wohngebäude sollen von der städtischen Maßnahme profitieren und die Heizwärme ebenfalls nutzen können.

„Unsere Heizanlagen sind in die Jahre gekommen. Sie zu erneuern steht außer Frage. Doch es ist ein Projekt, in das auch die Bürger einbezogen werden können“, erläuterte Burkhardt. Die Stadt Rheinbach hat ehrgeizige Pläne: „Wir möchten eine Art Vorreiter im Klimaschutz sein“, sagte Burkhardt. Die Bundesregierung hat sich bis 2020 das Klimaziel gesetzt, 20 Prozent an CO₂ einzusparen und den Anteil der Erneuerbaren Energien auf 20 Prozent zu erhöhen. Im Zuge dessen hat Rheinbach im Jahr 2010 ein Handlungskonzept für Klimaschutz entwickelt, das zur Energieeinsparung und zur Verminderung von Treibhausgasen in der Stadt beitragen soll. 2009 waren bereits erste Sanierungsmaßnahmen erfolgt, wie etwa der Einbau neuer Fenster in der Hauptschule und eine Erneuerung der Schuldächer. Das geplante Nahwärmekonzept soll die Kommune einen Schritt näher an die angestrebten 20 Prozent bringen. 250 betroffene Haushalte hatte die Stadt angeschrieben, rund 30 Bürger

Holzherkunft

Falls es zum Einsatz von Holzpellets kommen sollte, ist vorgesehen, heimisches Holz aus dem Stadtgebiet zu nutzen. Holzpellethersteller würden das Holz ankaufen und der Stadt als Fertigprodukt wieder verkaufen. Laut einer ersten Schätzung könnten jährlich 130 Tonnen Holzpellets mit einem Gesamtheizwert von 650 Megawattstunden eingesetzt werden. wat



Quelle: Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW, Grafik: Dario Kobath

© Gesamt-Angebot

kamen zum Infoabend. „Im Grunde bieten wir ihnen ein Rundum-Sorglos-Paket“, sagte Burkhardt. So hätten die betroffenen Haushalte deutlich geringere Investitionskosten zu tragen, die Wartungsarbeiten finden dezentral in einem Heizhaus statt, durch Wegfall des eigenen Kessels gäbe es mehr Platz im Heizungskeller. Es wäre kein eigener Gasanschluss mehr nötig, eine Brennstoff-Lagerung falle weg und nicht zu vergessen, die Ersparnis. „Erfahrungen aus anderen Projekten zeigen, dass die Wärmekosten zwischen zehn und 20 Prozent unter den bisherigen liegen“, sagte Ingenieur Roß aus Aachen, der 2010 das integrierte Klimaschutzprojekt für die Gemeinde erstellt hat. Laut dem Fachmann gibt es drei mögliche Varianten für ein von der Bundesregierung gefördertes Klimaschutzteilprojekt: ein Blockheizkraftwerk (BHKW) sowie ein zusätzlicher Erdgasspitzenkes-

sel, ein Holzpelletkessel und ein Erdgas-Spitzenlastkessel oder ein BHKW und einen Holzpelletkessel und einen Spitzenlastkessel. Darüber hinaus könnten zur unterstützenden Warmwasserbereitung auf den schulischen Sporthallen dezentrale solarthermische Anlagen errichtet werden. Das Projekt sieht zudem den Bau eines Heizhauses auf städtischem Grund vor. Dort würden auch die Holzpellets lagern.

„Es gibt natürlich keinen Anschlusszwang“, betonte Burkhardt. „Die Wirtschaftlichkeit des Projekts hängt mit den Haushalten zusammen, die sich anschließen lassen möchten.“ Nach Schätzungen belaufe sich der Wärmebedarf der umliegenden Haushalte auf zehn Millionen Kilowattstunden. Die städtischen Gebäude benötigen „lediglich“ zwei Millionen Kilowattstunden, was sich bisher im Jahr mit 100 000 Euro niedergeschlagen ha-

be. Bei den Ausführungen zeigte sich, dass das Vorhaben bei vielen Anwesenden Fragen aufwirft. „Wir als Eigentümer können das doch gar nicht alleine entscheiden, weil dafür eine Mehrheit in der Verwaltungsgemeinschaft vorhanden sein muss“, sagte ein Zuhörer. Andere sorgten sich um nicht kalkulierbare Kosten, da noch keine konkreten Zahlen genannt werden konnten. Von Seiten der Stadt soll es bis Ende des Jahres eine grobe Kostenschätzung geben. „Wir möchten zunächst wissen, wer sich überhaupt vorstellen kann, bei dem Projekt mitzumachen“, sagte Burkhardt. Es ist ein Projekt-Zeitrahmen von drei Jahren geplant. So könnte die Nahwärme-Anlage ab 2016 in Betrieb sein.

i Interessierte wenden sich an Matthias Swoboda, ☎ 0 22 26/ 91 72 19, E-Mail: matthias.swoboda@stadt-rheinbach.de.

E.1.2 Infoveranstaltung am 17.07.2013 für Wohnungsverwalter

Am 17.07.2013 wurde dann eine zweite Informationsveranstaltung für Wohnungsverwalter durchgeführt.

E.1.3 Pressemitteilung und daraus folgende Interessenten

Ergänzend zu der Informationsveranstaltung wurde auch die folgende Pressemitteilung veröffentlicht.

STADT RHEINBACH

PRESSEMITTEILUNG

Rheinbach, den 31.07.2013

Klimaschutzteilkonzept „Nahwärmeversorgung Rheinbach Süd-West“

Nahwärmeversorgung Rheinbach Süd-West konkretisiert sich

Die steigenden Energiepreise machen vielen Bewohnern in Rheinbach Sorgen. Da wäre eine Lösung der Energiekosten bei gleichzeitiger Umweltentlastung ein willkommener Gewinn. Genau das möchte die Stadt Rheinbach ihren Mitbürgern im Bereich Rheinbach Süd-West und von der Kolonnen zum Gymnasium, Hauptplatz und Sportplatz bieten.

Das Konzept ist den Anwohnern der Kolonne vor der mehrfachen großen Wohnanlage eine gemeinsame Heizungsanlage vor. Diese so genannte Heizungsanlage wird vorerst aus einer zentralen Heizungsanlage mit einer Heizungsanlage und einer Kraft-Wärme-Kopplungsanlage. Die Wohnanlage werden keine eigene Heizungsanlage, die Biomasse, Holzpellets und Holz verschmelzen aus den Häusern und die Gebäudeeigentümer müssen sich keine Sorgen um Beschaffung, Wartung, Instandsetzung, Abgasreinigung, etc. machen. Das ist ein wichtiges Konzept ist dem Umweltschutz und dem Klimaschutz. Das Projekt wird konkretisiert. Folgende ist ein beispielhaftes Klimaschutzkonzept.

Ein gemeinsamer Kessel ist geplant. Die Heizungsanlage in den Kolonnen ringsum erstellt werden. Damit werden wir die volle Kostensumme. Einzelne bereits existierende Gebäudeeigentümer vor gemeinsamen leben und durch die allen Anwohnern thermischen Komfort und noch wirtschaftlicher und können wir die mehrfachen Wohnanlage mit anschließen, dann werden die zentralen geofraktionen und umweltfreundlichen Anlagen besser ausgeführt. Denn die Kolonnen werden thermisch getrennt die Heizungsanlage werden eher schnell. Damit können die Kosten für alle gerecht werden. Ebenso eine einzelne Anlage, die sich durch die so genannten Kessel durch die alle in Frage kommenden Gebäudeeigentümer angelegt werden.

Eventuelle Informationsbeiträge dazu werden in der Entscheidung für die Gebäudeeigentümer und Wohnungsverwaltung geberaten und gefördert. Auch wenn sich Details noch nicht geklärt sind, folgen noch einmal. Der Interessierte sind: Matthias Schwela, Fachgebiet für Hochbau der Stadt Rheinbach. Den Wärmebedarf unserer Kolonnen können wir genau. Wir sind eine zentrale Heizungsanlage zusammen, damit der zentrale beauftragte Ingenieurbüro WiRo, Consultant aus Aachen ein Konzept für die große Wohnanlage Wohnanlage erstellt werden kann. Dafür soll ein Kessel bei uns noch nicht ganz fertig sein. Interessierten ein nachfragen sind, bitte frage direkt. Damit sind noch keine Verpflichtungen verbunden, aber es müssen Grundlagen für die Beschaffung der Ausrüstung bereitgestellt werden.“

-2-

- 2 -

Fachbereich für Signal Bauwerk ergänzt. Wir stellen Wärmeenergie aus den in der Kolonne vor den letzten Wärmeenergie für Heizungsanlage Holzpellets und Kraft-Wärme-Kopplungsanlage. Die Wärmeenergiekonzept ist ein Konzept, das sich von der Kolonne zum Gymnasium, Hauptplatz und Sportplatz bietet. Die Gebäudeeigentümer 2013 angeordnet werden. Weitere Informationen werden sich bitte direkt an Matthias Schwela vom Fachgebiet Hochbau per E-Mail m.schwela@stadt-rheinbach.de

Mit freundlichen Grüßen
Matthias Schwela

gez. Peter Kruze
Pressesprecher

Herausgeber: PRESSEMITTEILUNG DER STADT RHEINBACH
Postfach 11 23 53348 Rheinbach
 Tel: 02226/817-104
 FAX 02226/817-215

Herausgeber: PRESSEMITTEILUNG DER STADT RHEINBACH
Postfach 11 23 53348 Rheinbach
 Tel: 02226/817-104
 FAX 02226/817-215

Bis zum 28.08.2013 konnten die interessierten Gebäudeeigentümer sich bei der Stadt oder bei WiRo Consultants melden. Es meldeten sich sogar einige weitere Ein- und Zweifamilienhausbesitzer, deren Objekte sich in räumlicher Nähe zum Schulzentrum befinden.

Sämtliche Daten wurden in der entsprechenden Tabelle s.o. ergänzt (vgl. nachfolgende Tabelle).

Zusammenfassung Nutzwärme- und Strombedarf Objekte für Nahwärmeversorgung in kWh _{th} /a	Erdgasverbrauch bisher kWh _{H_o} /a	Heizöl-Verbrauch bisher kWh _{H_u}	Nutzwärme kWh _{th} /a	Strombedarf kWh _e /a
Hauptschule mit Turnhalle, Gymnastikhalle, Hausmeisterhaus	907.800	0	679.400	77.583
Hausmeisterhaus Hauptschule (Heizöl, Strom überschlägig geschätzt)	0	30.000	24.000	4.500
Gymnasium mit Erweiterung, Cafeteria, Mensa	1.021.400		774.400	218.453
Turnhalle Berliner Straße	447.300		323.000	78.885
Grundschule Sürster Weg mit Turnhalle	744.600		571.200	78.807
Errechneter Bedarf Feuerwehr	175.976		135.000	18.000
Errechneter Bedarf Ev. KiGa und Pfarrhaus	232.028		178.000	15.000
Summe Bedarf interessierte Wohngebäudebesitzer (113 WE) (Annahmen: Rund 50 % über Erdgas; 50 % über Heizöl)	1.675.800	1.565.800	2.661.900	395.500
POTENTIAL "25 % Interessierte" bisher nicht gemeldeter Gebäudeeigentümer (+ 57 WE)	455.200	425.300	723.000	199.500
Summe ohne POTENTIAL	5.204.905	1.595.800	5.346.900	886.727
Summe mit POTENTIAL	5.660.105	2.021.100	6.069.900	1.086.227

Demnach könnten insgesamt rund 5,35 GWh Nutzwärme pro Jahr über das FW-Netz verteilt werden. Der Gesamtstrombedarf aller Abnehmer beträgt rund 887 MWh. Die Stromverbräuche von Evangelischen Kindergarten und Pfarrhaus sowie Feuerwehr wurden geschätzt. Für private Haushalte wurde der VDEW-Wohnungsstromverbrauch von rund 3.500 kWh pro Jahr angesetzt.

F Sinnvollste Trassenverläufe der Nahwärmeleitung und Aufstellort für ein neues Heizhaus

Mit Nahwärmenetzen lassen sich viele Gebäude – allgemein Wärmeabnehmer – aus hocheffizienten Wärmequellen, die an nur einer zentralen Stelle installiert sind, versorgen. Nahwärmenetze bieten die Möglichkeit, verschiedene Wärmequellen in die umweltorientierte Wärmeversorgung einzubinden. Dazu gehören beispielsweise:

- Abwärmennutzung
- Regenerative Energien wie z.B. Solarthermische Anlagen, Geothermie, Biogas-BHKW, Holzheizkraftwerke etc.
- Einsatz von Wärmespeichern (Langzeit- bzw. Saisonspeicher)

Kraft-Wärme-Kopplung: Die Kombination aller drei Varianten mit einer solarthermischen Anlage und zentraler Wärmeinspeisung in die Heiz-zentrale ist technisch-wirtschaftlich eher unsinnig! Denn in den Sommerferien mit dem höchsten Solarenergieangebot sind die schulischen Einrichtungen geschlossen. Etwaige Grundlasten sollten dann durch den Holzheizkessel oder ein BHKW bereitgestellt werden.

Jede Technik trägt erheblich zur Umweltentlastung und – bei weiter steigenden Energiepreisen – auch erheblich zur Kostentlastung bei.

Nahwärmenetze bieten also die Möglichkeit, umweltfreundliche und ggf. verschiedene Technologien zu bündeln und die umweltfreundliche Wärme daraus einer Vielzahl von Wärmeabnehmern zu attraktiven Kosten zur Verfügung zu stellen.

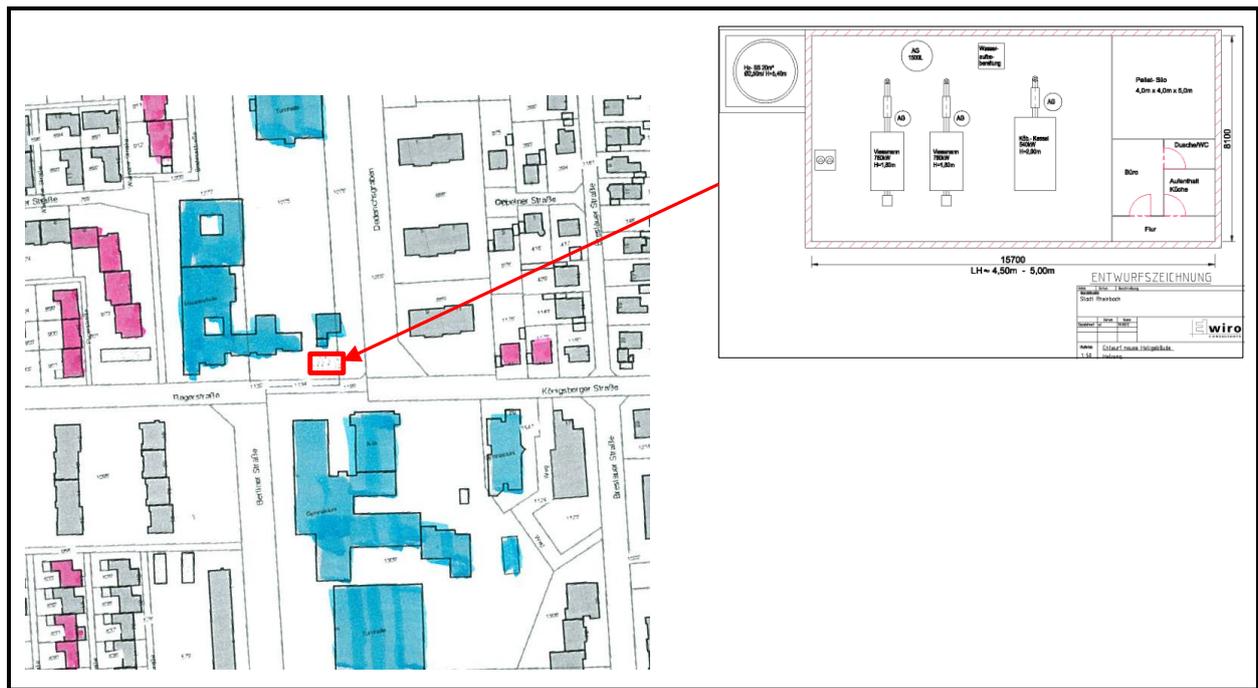
Die Vorteile für die Gebäudeeigentümer beim Anschluss an die Nahwärmeversorgung liegen auf der Hand:

- Deutlich geringere Investitionen als bei Erneuerung der eigenen Heizwärmeerzeugung
- Deutliche geringere Wartungs-, Instandsetzung- und Schornsteinfegerkosten durch Verlagerung der Services in eine Heizzentrale
- Kein „sich kümmern“ um Wartung, Instandsetzung, Schornsteinfeger
- Mehr Platz im Heizungskeller, kleine wartungsarme Wärmeübergabestation, Wegfall Heizöltankraum bzw. Heizöllagerstätte
- Keine Kesselverluste im Haus (insbesondere gegenüber alten Ölkesseln bis –40 % reduzierte Verluste)
- Kein eigener Gasanschluss mehr notwendig, kein Brennstoff mehr im eigenen Haus
- Das wichtigste: Langfristig kostenoptimierte Wärmeversorgung mit entsprechend niedrigen Wärmepreisen durch zentrale, vorausschauende Beschaffung und optimierten Betrieb der Heizzentrale

Die Trassenverläufe der Nahwärmeleitung müssen mit den Vertretern der Stadt Rheinbach im Detail noch diskutiert bzw. vor Ort erörtert werden. Ohnehin vorgesehene Tiefbaumaßnahmen für die Erneuerung von Strom- und/oder Telekommunikationsleitungen bzw. Trink-/Abwasserleitungen sollten für das Verlegen der Nahwärmeleitungen genutzt werden. Auch dies ist kurzfristig vor Ort zu erörtern.

Als favorisierten Aufstellort für ein neues Heizhaus kommt eine Fläche südlich angrenzend zum alten Hausmeisterhaus der Hauptschule in Frage. Kurze Anbindungen an die anzuschließenden Heizzentralen und recht großer Abstand zur Wohnbebauung (Schallschutz) sind hier die entscheidenden Vorteile. Grundsätzlich wären aber auch noch Aufstellorte im Gelände der Hauptschule und des Gymnasiums denkbar.

Die folgende Skizze zeigt die räumlichen Gegebenheiten bei einer Einbindung des Heizhauses südlich angrenzend zum alten Hausmeisterhaus der Hauptschule.



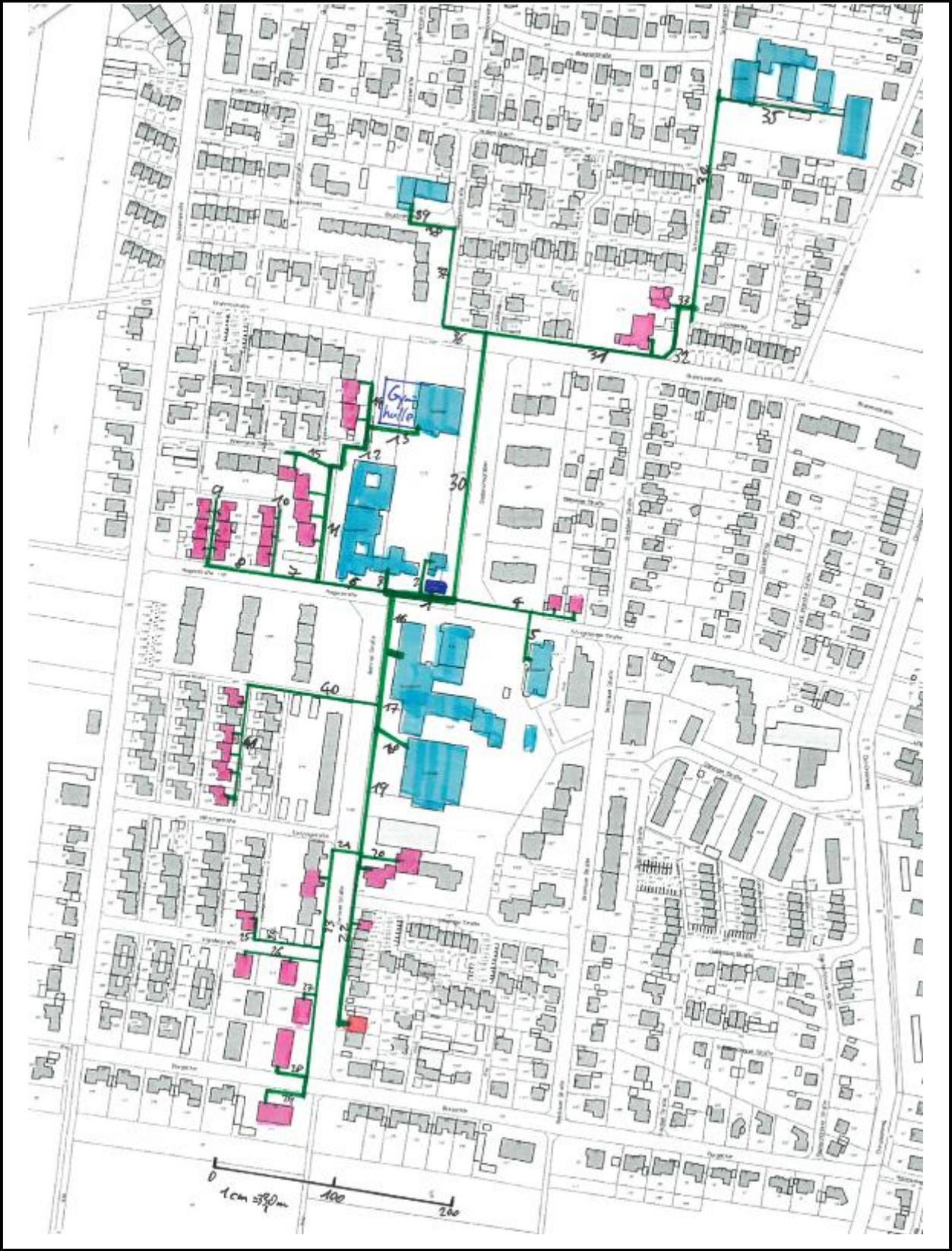
Der Transport der Wärme ist unvermeidlich mit Verlusten verbunden. Diese hängen von folgenden Faktoren ab:

- Wärmedämmzustand der Rohre
- Netzlänge und Rohrdurchmesser
- Vor- und Rücklauftemperaturen

Die Rohrwiderstände sowie die Umlaufwassermengen – die bei zu geringer Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf sehr groß werden können – haben einen großen Einfluss auf den Elektroenergiebedarf für die Nahwärmenetz-Umwälzpumpen. Die ideale Temperaturspreizung zwischen Vor- und Rücklauf liegt zwischen 10 und 15 Kelvin. Bei größerer Temperaturspreizung sinken die Umlaufwassermengen, was ggf. zu regelungstechnischen Problemen führt. Bei niedrigeren Temperaturspreizungen werden die Umlaufwassermengen zur Übertragung einer geforderten thermischen Leistung zu groß. Die Temperaturspreizung sollte möglichst nicht unter 5 Kelvin fallen.

Bei der Auslegung von Nahwärmenetzen – und insbesondere im Zusammenhang mit der Einspeisung von thermischer Energie – ist darauf zu achten, dass eine Strömungsumkehr vermieden wird. Insofern muss sich an diese (Machbarkeits-)Studie – sofern die Entscheidung für die Abwärmenutzung mit Hilfe einer Elektrowärmepumpe getroffen wurde – noch eine vertiefte Nahwärmenetzanalyse (ggf. mit zusätzlichen Messwerten) anschließen.

Die folgende Grafik zeigt eine mögliche Ausdehnung und einen möglichen Trassenverlauf für das Nahwärmenetz.



Nr. im Plan	Abschnitt (FWL = Fernwärmeleitung; HA = Hausanschluss)	Straßen-/ Fußweg- querung? (S, W)	Dimen- sion/ Nenn- weite Leitung	An- zahl	Mess. (cm)	Maß- stab (3cm= 100m)	Länge (m)	Spezif. Nvest. netto Euro/m	Zuschl. Straß./ Wege- Querg. in %	Kosten FW-Leitg. (inkl. Bau) netto Euro	Spezif. Wärme- verluste kWh/m ² a	Gesamte Wärme- verluste FW-Leitg. kWh/a
1	FWL-Hauptleitung vor Heizzentrale		DN 300	1	1,8	33,33	60,0	850		51.000	210	12.600
2	FWL Hausmeisterhaus		DN 32	1	1,0	33,33	33,3	180		5.994	26	866
	HA Hausmeisterhaus		DN 32	1	0,3	33,33	10,0	180		1.800	26	260
3	Anschluss Heizzentrale Hauptschule		DN 200	1	0,7	33,33	23,3	450		10.485	140	3.262
4	FWL Königsberger Straße	S	DN 150	1	3,1	33,33	103,3	320	8	35.700	105	10.847
	HA Königsberger 12, 14		DN 32	2	0,3	33,33	20,0	180		3.600	26	520
5	FWL Gymnasium Neubau	S	DN 100	1	1,2	33,33	40,0	275	15	12.650	79	3.160
	HA Gymnasium Neubau		DN 100	1	0,3	33,33	10,0	275		2.750	79	790
6	FWL Hauptschule Regerstraße Ost	W	DN 200	1	1,7	33,33	56,7	450	8	27.556	140	7.938
7	FWL Regerstraße Mitte Ost	W	DN 125	1	1,2	33,33	40,0	300	8	12.960	88	3.520
8	FWL Regerstraße Mitte West		DN 100	1	1,7	33,33	56,7	275		15.593	79	4.479
9	FWL Regerstraße 1, 3, 5, 7, 9, 11		DN 80	1	2,4	33,33	80,0	250		20.000	61	4.880
	HA Regerstraße 1, 3, 5, 7, 9, 11		DN 32	6	0,2	33,33	40,0	180		7.200	26	1.040
10	FWL Regerstraße 13, 15, 17		DN 65	1	2,4	33,33	80,0	225		18.000	44	3.520
	HA Regerstraße 13, 15, 17		DN 32	3	0,2	33,33	20,0	180		3.600	26	520
11	FWL Weimarer Straße 14, 12, 10		DN 150	1	2,9	33,33	96,7	320		30.944	105	10.154
12, 14	FWL Brahmstr. 35, 37	W	DN 125	1	3,2	33,33	106,7	300	5	33.611	88	9.390
	HA Brahmstr. 35, 37	W	DN 80	2	0,4	33,33	26,7	250	10	7.343	61	1.629
13	FWL Alte Turnhalle Hauptschule	W	DN 100	1	1,3	33,33	43,3	275	5	12.503	79	3.421
	HA Alte Turnhalle Hauptschule		DN 100	1	0,3	33,33	10,0	275		2.750	79	790
15	FWL Weimarer Straße 8		DN 125	1	0,9	33,33	30,0	300		9.000	88	2.640
	HA Weimarer Straße 8		DN 80	1	0,5	33,33	16,7	250		4.175	61	1.019
16	FWL Hauptleitung/Teilstück 1 Berliner Str. Nord	S	DN 250	1	1,4	33,33	46,7	650	10	33.391	175	8.173
	HA Gymnasium		DN 200	1	0,6	33,33	20,0	450		9.000	140	2.800
17	FWL Berliner Straße Teilstück 2		DN 200	1	2,0	33,33	66,7	450		30.015	140	9.338
18	FW-Zuleitung 3-fach-Sporthalle Berliner Straße		DN 150	1	1,1	33,33	36,7	320		11.744	105	3.854
19	FWL Berliner Straße Teilstück 3		DN 150	1	3,0	33,33	100,0	320		32.000	105	10.500
20	FWL Zuleitung + HA Leipziger Straße 8		DN 100	1	1,2	33,33	40,0	275		11.000	79	3.160
21	FWL Berliner Straße Teilstück 4 (Querung B.Str.)	S	DN 125	1	0,7	33,33	23,3	300	25	8.738	88	2.050
22	FWL Berliner Straße Teilstück 5	S	DN 125	1	4,3	33,33	143,3	300	10	47.289	88	12.610
	HA Berliner Straße 5		DN 80	1	0,4	33,33	13,3	250		3.325	61	811
	HA Berliner Straße 9		DN 32	1	0,3	33,33	10,0	180		1.800	26	260
	HA Berliner Straße 23		DN 32	1	0,3	33,33	10,0	180		1.800	26	260
23	FWL Berliner Straße Teilstück 6	2 x S	DN 125	1	6,1	33,33	203,3	300	10	67.089	88	17.890
24	FWL Lortzigstraße Süd		DN 100	1	1,7	33,33	56,7	275		15.593	79	4.479
25	FWL Lortzigstraße 12 bis 16		DN 65	1	0,5	33,33	16,7	225		3.758	44	735
	HA Lortzigstraße 16		DN 32	1	0,3	33,33	10,0	180		1.800	26	260
26	FWL Händelstraße Nord		DN 100	1	1,8	33,33	60,0	275		16.500	79	4.740
	HA Händelstraße 11, 13		DN 65	2	0,3	33,33	20,0	225		4.500	44	880
27	FWL Zuleitung + HA Berliner Straße 14		DN 65	1	0,5	33,33	16,7	225		3.758	44	735
28	FWL Burgacker Nord		DN 80	1	0,7	33,33	23,3	250		5.825	61	1.421
	HA Berliner Straße 16		DN 65	1	0,3	33,33	10,0	225		2.250	44	440
29	FWL Burgacker Süd		DN 65	1	0,9	33,33	30,0	225		6.750	44	1.320
	HA Burgacker 35		DN 65	1	0,5	33,33	16,7	225		3.758	44	735
30	FWL Dederichsgraben West	S	DN 250	1	6,7	33,33	223,3	650	5	152.402	175	39.078
31	FWL Brahmstraße Ost Teilstück 1	S + W	DN 200	1	4,2	33,33	140,0	450	12	70.560	140	19.600
	HA Kindergarten Schumannstraße 34		DN 65	1	0,5	33,33	16,7	225		3.758	44	735
32	FWL Teilstück Brahmstraße/Schumannstraße		DN 150	1	1,6	33,33	53,3	320		17.056	105	5.597
	HA Pfarrhaus Schumannstraße 32		DN 40	1	0,3	33,33	10,0	200		2.000	35	350
33	FWL Querung Schumannstraße		DN 150	1	0,4	33,33	13,3	320		4.256	105	1.397
34	FWL Schumannstraße		DN 150	1	5,2	33,33	173,3	320		55.456	105	18.197
35	FWL Schule Sürster Weg		DN 125	1	3,4	33,33	113,3	300		33.990	88	9.970
36	FWL Brahmstraße West Teilstück 2		DN 125	1	1,1	33,33	36,7	300		11.010	88	3.230
37	FWL Beethovenstraße West		DN 125	1	2,5	33,33	83,3	300		24.990	88	7.330
38	FWL Brucknerstraße Süd		DN 125	1	1,2	33,33	40,0	300		12.000	88	3.520
39	FWL und HA Feuerwehr Brucknerstraße		DN 80	1	0,4	33,33	13,3	250		3.325	61	811
40	FWL Dresdner Straße	S	DN 150	1	2,4	33,33	80,0	320	10	28.160	105	8.400
41	FWL Dresdner Straße 12 bis 17	W	DN 80	1	2,8	33,33	93,3	250	5	24.491	61	5.691
	HA Dresdner Straße 12, 14, 15, 16, 17		DN 32	5	0,3	33,33	50,0	180		9.000	26	1.300
Summe							3.117			1.103.351		299.902

Die Tabelle auf der vorigen Seite gibt Einblick in die Planung des zuvor dargestellten Nahwärmenetzes. Dieses hat eine Gesamtlänge von 3.117 m. Die Investition dafür beträgt rd. 1,1 Mio. Euro. Die ermittelten Wärmeverluste in diesem Netz betragen rd. 300 MWh_{th}/a.

Ermittlung der Kosten für den Ausbau des Fernwärmenetzes Rheinbach		
Anzahl potentieller neuer Wohneinheiten		113
Gesamte ermittelte zu beheizende Bruttogeschossfläche	m ²	16.284
Heizenergiebedarf aller städtischen Gebäude (inkl. Feuerwehr)	kWh_{th}/a	2.483.000
Strombedarf aller städtischen Gebäude (inkl. Feuerwehr)	kWh_{el}/a	471.727
Heizenergiebedarf aller privaten Wohngebäude (inkl. KiTa, Pfarrhaus)	kWh_{th}/a	2.839.900
Annahme zum durchschnittlichen Strombedarf je Privathaushalt	kWh _{el} /a	3.500
Annahme Strombedarf KiTa/Pfarrhaus	kWh _{el} /a	15.000
Gesamtstrombedarf aller privaten (nicht-städtischen Objekte)	kWh_{el}/a	410.500
Gesamter rechnerisch ermittelter Heizenergiebedarf aller FW-Anschlussnehmer	kWh_{th}/a	5.322.900
FW-Leitungsverluste neue FW-Leitungen	kWh _{th} /a	299.902
FW-Leitungsverluste im Verhältnis zum FW-Absatz	%	5,63
Notwendige Heizwärmeerzeugung FW-Heizzentrale gesamt	kWh_{th}/a	5.622.802
Ansatz Elektroenergiebedarf Heizzentrale + Netz in % Wärmemenge	%	2,0
Elektroenergie-Eigenbedarf Heizzentrale + Netz	kWh/a	112.456
Annahme Vollbenutzungsdauer	h/a	1.600
Notwendige maximale Heizleistung	kW	3.510
Gesamt-Investition FW-Netz betriebsfertig (inkl. Bau) netto	Euro	1.103.351
Pauschaler Ansatz Nebenkosten (Planung, Genehmigungen, Absperrungen etc.)	%	12
Gesamt-Investition FW-Netz betriebsfertig (inkl. Bau, Plan., Genehm., etc.) netto	Euro	1.235.753
Anzahl FW-Übergabestationen in Wohnhäusern		35
Durchschnitts-Investition FW-Übergabestation in Wohnhäusern netto	Euro	3.500
Anzahl FW-Übergabestationen in städtischen Gebäuden		8
Durchschnitts-Investition FW-Übergabestation in städtischen Gebäuden netto	Euro	5.500
Gesamt-Investition FW-Übergabestationen netto	Euro	166.500
Gesamt-Investition Erneuerung FW-Netz und Wärmeübergabestationen	Euro	1.402.253
Überschlägige Abschätzung der Einnahmesituation von Kunden		
Einmaliger durchschnittlicher Baukostenzuschuss je Wohngebäude netto	Euro	3.000
Einmaliger durchschnittlicher Baukostenzuschuss je städtischen Gebäude netto	Euro	5.000
Direkte Einnahme aller FW-Anschlussnehmer netto	Euro	145.000
Verbleibende und zu finanzierende Investition netto	Euro	1.257.253
Nutzungsdauer	Jahre	20
Kalkulationszinssatz	%	3,00
Annuität für Investitionen	1/a	0,0672
Jährliche Kapitalkosten für Errichtung FW-Netz	Euro/a	84.507
Pauschaler Ansatz für jährliche Betriebsführungskosten FW-Netz	%	1,00
Jährliche Betriebsführungskosten FW-Netz netto	Euro/a	14.023
Ansatz für spezifische Wärmekosten zur Deckung Netzverluste netto	Ct./kWh _{th}	6,00
Kosten für die Deckung der FW-Verluste auf FW-Leitungen netto	Euro/a	17.994
Gesamte Fixkosten FW-Netz netto	Euro/a	116.524
Umrechnung gesamte Fixkosten FW-Netz in FW-Wärmearbeitspreis netto	Ct./kWh_{th}	2,189

Die Kostenermittlung (s.o.) für den Ausbau des Fernwärmenetzes Rheinbach ergibt bei einer angenommenen Nutzungsdauer von 20 Jahren einen Netznutzungsarbeitspreis von 2,189 ct./kWh_{th}.

G Analyse der Wärmeerzeugungsvarianten für die Nahwärmeversorgung und mögliche regionale Wertschöpfung

Besonders hohe CO₂-Minderungspotentiale lassen sich durch die Kraft-Wärme-Kopplung sowie durch regenerative Energieträger (z.B. Holz, Geothermie etc.) erzielen.

Die Wirtschaftlichkeit der Kraft-Wärme-Kopplung ist aus folgenden Gründen besonders groß:

1. Der in KWK erzeugte Strom, der direkt genutzt werden kann, wird immer wertvoller, weil sich die Strom-Umlagen deutlich spürbar erhöht haben (vgl. nachfolgende Tabelle).

Umlage	2012	2013	2014
EEG-Umlage	3,592	5,277	6,240
KWK bis 100.000 kWh	0,002	0,126	0,178
KWK ab 100.001 kWh	0,05	0,06	0,055
Offshore-Haftungsumlage bis 1 Mio kWh	-	0,250	0,250
Offshore-Haftungsumlage ab 1.000.001 kWh	-	0,05	0,05
Zu- und abschaltbare Lasten	-	-	0,009
§19 StromNEV bis 100.000 kWh	0,151	0,329	0,092
§19 StromNEV 100.001 – 1 Mio kWh	0,05	0,05	0,482
§19 StromNEV ab 1.000.001 kWh	0,05	0,05	0,05

2. Die Erdgaspreise sind seit inzwischen rund 3 Jahren auf einem vergleichsweise geringen Niveau verblieben. Das Überangebot auf dem Weltmarkt – nicht zuletzt durch das Verfahren des Frackings in Nordamerika – führt zu stabilen und gegenüber dem Heizöl deutlich niedrigeren Erdgaspreisen.

3. Die KWK-Förderung ist im August 2012 noch mal deutlich angehoben worden.

In den folgenden Abschnitten werden drei Varianten miteinander verglichen. Ob die Kombination von KWK und erneuerbaren Energieträgern sinnvoll ist, wird in Verbindung mit Heißwasser-Pufferspeichern und Ausdehnung Nahwärmenetz ermittelt. Auf Sporthallen und der Heizzentrale könnten ggf. dezentrale solarthermische Anlagen errichtet werden, die die Warmwasserbereitung im Sommer unterstützen.

G.1 Basisdaten für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen und ökologischen Analysen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes verwendeten Basisdaten:

Basisparameter für Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen		
Kalkulationszinssatz	%	3,00
Finanzierungsdauer Gebäude/Energiezentrale	Jahre	50
Annuität für Investitionen Gebäude/Energiezentrale	1/a	0,0389
Finanzierungsdauer Fernwärmenetze	Jahre	20
Annuität für Investitionen Fernwärmenetze	1/a	0,0672
Finanzierungsdauer TGA (Kessel, BHKW etc.)	Jahre	15
Annuität für Investitionen TGA (Kessel, BHKW etc.)	1/a	0,0838
Hinweis: Mehrwertsteuer Holzprodukte	%	7,00
Mehrwertsteuer übrige Produkte und Energieträger	%	19,00
Durchschnitts-Erdgaspreis Heizzentrale (inkl. En.Steuer) netto	Ct./kWh _{Ho}	4,80
Durchschnitts-Erdgaspreis Heizzentrale (inkl. En.Steuererstattung §55) netto	Ct./kWh _{Ho}	4,25
Durchschnitts-Biomethanpreis Heizzentrale (inkl. En.Steuer) netto	Ct./kWh _{Ho}	7,50
Durchschnitts-Biomethanpreis Heizzentrale (inkl. En.Steuererstattung §55) netto	Ct./kWh _{Ho}	6,95
Umrechnung Ho/Hu		1,108
Anteil der Umlagen (EEG, §19StromNEV, KWKG, OffHU, KA) im Strompreis ab 2014	Ct./kWh _{el}	7,00
Anteil Stromsteuer im Strompreis (2013, 2014)	Ct./kWh _{el}	2,05
Anteil Netzentgelte im Strompreis an private Haushalte	Ct./kWh _{el}	4,00
Anteil Netzentgelte im Strompreis an städtische Gebäude und größere Gewerbebetriebe	Ct./kWh _{el}	2,00
Netto-Verkaufspreis bei Direktvermarktung an private Haushalte	Ct./kWh _{el}	22,00
Deckungsbeitrag durch Stromverkauf an priv. Haushalte (< 4,5 km; Stromsteuer befreit)	Ct./kWh_{el}	11,00
Netto-Verkaufspreis bei Direktvermarktung städtische Gebäude u. größere Gewerbebetriebe	Ct./kWh _{el}	18,00
Deckungsbeitrag Stromverkauf städt. Gebäude / Gewerbe (< 4,5 km; oh. Stromsteuer)	Ct./kWh_{el}	9,00
Durchschnitts-Strompreis FW-Kunden Haushalte netto	Ct./kWh _{el}	24,00
Durchschnitts-Strompreis bei Strombezug Energiezentrale netto	Ct./kWh _{el}	18,00
KWK-Zuschlag bis 30.000 Vollbenutzungsstunden bis 50 kW _{el}	Ct./kWh _{el}	5,41
KWK-Zuschlag bis 30.000 Vollbenutzungsstunden von 50 bis 250 kW _{el}	Ct./kWh _{el}	4,00
KWK-Zuschlag bis 30.000 Vollbenutzungsstunden ab 250 kW _{el}	Ct./kWh _{el}	2,40
Stromerlös bei reiner Netzeinspeisung (üblicher Preis + vermied. Netzentgelte)	Ct./kWh_{el}	5,00
Grundvergütung EEG 2012 für das Jahr 2013 bis 150 kW (über Bemessungsleistung!)	Ct./kWh _{el}	14,00
Grundvergütung EEG 2012 für das Jahr 2013 bis 500 kW (über Bemessungsleistung!)	Ct./kWh _{el}	12,10
Grundvergütung EEG 2012 für das Jahr 2013 bis 5.000 kW (über Bemessungsleistung!)	Ct./kWh _{el}	10,80
Zusätzliche durchschnittliche Vergütung der Einsatzstoffvergütungsklasse EKI (bis 500 kW 6 Ct/kWh; bis 750 kW 5 Ct/kWh) o. EKII (bis 500 kW 8 Ct/kWh; ab 500 8 o. 6 Ct/kWh); bezogen auf energetischen Anteil (ggf. im Einzelfall genauer)	Ct./kWh _{el}	5,50
Aufbereitungsbonus Biomethan aus Erdgasnetz	Ct./kWh _{el}	1,00
Preis Holzpellets netto (C.A.R.M.E.N.)	Euro/t	236,36
Energieinhalt Holzpellets	kWh _{Hu} /t	4.900,00
Spezifischer Brennstoffpreis Holzpellets netto	Ct./kWh _{Hu}	4,824

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit werden die sich mit den verschiedenen Versorgungsvarianten ergebenden Gesamt-Wärmepreise ermittelt und miteinander verglichen.

G.2 Wärmeerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung und Erdgasspitzenkessel

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für den Betrieb des Fernwärmenetzes mit Kraft-Wärme-Kopplung und Erdgasspitzenkessel.

Variante: Neue Energiezentrale mit Erdgas-/Biomethan-BHKW und Erdgas-Spitzenkessel		
Zu bebauende Grundfläche Energiezentrale	m ²	180
Höhe Gebäude Energiezentrale	m	5
Gesamt umbauter Raum Energiezentrale	m ³	810
Spezif. Netto-Gesamtkosten Errichtung Energiezentrale (inkl. Erschließ., Plan., Genehm. etc.)	Euro/m ³	450
Netto-Gesamtinvestition Energiezentrale (ohne heiztechnische Einrichtungen)	Euro	364.500
Jährl. Netto-Kapitalkosten Energiezentrale (50 Jahre!)	Euro/a	14.166
Ansatz für jährliche Netto-Betriebsführungskosten der Energiezentrale in %/a der Investition	%/a Inv.	3,0
Jährliche Netto-Betriebsführungskosten der Energiezentrale	Euro/a	10.935
Jährliche Gesamt-Netto-Fixkosten der Energiezentrale	Euro/a	25.101
Zielgröße Anteil Wärmeerzeugung aus BHKW	%	55
Erzeugte Nutzwärme aus BHKW	kWh _{th} /a	3.092.541
Zielgröße BHKW-Vollbenutzungsdauer zur Auslegung	h/a	6.400
Rechnerisch ermittelte Ca. Wärmeleistung BHKW	kW _{th}	483
Vorgeschlagenes BHKW		Sokratherm GG 402
Thermische Nennleistung BHKW	kW _{th}	538
Elektrische Nennleistung BHKW	kW _{el}	405
Nenn-Brennstoffbedarf	kWh _{H₂O} /h	1.158
Nenn-Wirkungsgrad BHKW	%	90,2
Vollbenutzungsdauer BHKW	h/a	6.300
Jahresnutzungsgrad BHKW	%	81
Erzeugte Jahreswärmemenge aus BHKW	kWh _{th} /a	3.389.400
Erzeugte Jahresstrommenge aus BHKW	kWh _{el} /a	2.551.500
Elektro-Eigenbedarf der Energiezentrale	kWh _{el} /a	112.456
Jahres-Erdgas- bzw. Biomethanbedarf BHKW	kWh _{H₂O} /a	8.126.564
Netto-Gesamtinvestition für BHKW (inkl. Planung, Montage, el. + th. Einbindung, Baukosten, Nebenkosten etc.)	Euro	420.000
Jährl. Netto-Kapitalkosten KWK-Anlage (15 Jahre!)	Euro/a	35.182
Ansatz verbrauchsabh. jährl. Betriebsführungskosten	%/a	0,5
Verbrauchsabhängige jährl. Betriebsführungskosten	Euro/a	2.100
Ansatz fixe jährl. Betriebsführungskosten	%/a	0,0
Fixe jährl. Netto-Betriebsführungskosten	Euro/a	0
Spezifische Vollwartungskosten BHKW-Modul netto	Ct./kWh _{el}	1,80
Jährliche Vollwartungskosten BHKW-Modul netto (verbrauchsabhängig)	Euro/a	45.927
Spezifische Rücklage Revision BHKW-Modul nach ca. 60.000 h netto	Ct./kWh _{el}	0,50
Jahreskosten für Rücklage Revision BHKW (ca. 60.000 h) netto (verbrauchsabh.)	Euro/a	2.100
Jahresfixkosten BHKW (unabhängig von Brennstoffmodell) netto	Euro/a	35.182
Verbrauchsabh. Jahreskosten BHKW (unabh. von Brennstoffmodell) netto	Euro/a	50.127

Kostenbetrachtung Erdgas-BHKW/Vergütung nach KWKG (100% Netzeinspeisung):		
Jahres-Erdgaskosten BHKW netto (inkl. Energiesteuererstattung)	Euro/a	345.379
Jährl. Vergütung für Netzeinspeisung (üblicher Preis + vermied. NNE) netto	Euro/a	-121.952
Durchschnittliche KWKG-Förderung für gesamten erzeugten BHKW-Strom netto	Ct./kWh _{el}	3,562
Jährliche Vergütung aus KWKG-Förderung erste 30.000 Vbh netto	Euro/a	-90.884
Dauer der KWKG-Förderung	Jahre	4,760
Durchschnittl. jährl. Vergütung aus KWKG-Förderung über 20 Jahre netto	Euro/a	-21.630
Verbrauchsabh. Jahreskosten für Brennstoff unter Berücksichtig. Vergütung netto	Euro/a	201.796
Kostenbetrachtung Erdgas-BHKW/Vergütung nach KWKG (100% Direktvermarktung):		
Jahres-Erdgaskosten BHKW netto (inkl. Energiesteuererstattung)	Euro/a	345.379
Anteil Strom-Direktvermarktung bei privaten Haushalten (s.o.)	kW _{el} /a	410.500
Deckungsbeitrag/Strom-Gutschrift durch Direktvermarktung bei privaten Haushalten (s.o.)	Ct./kW _{el}	11,00
Anteil Strom-Direktvermarktung bei städtischen Gebäuden mit Fernwärmeanschluss (s.o.)	kW _{el} /a	471.727
Anteil Strom-Direktvermarkt. (insg. 100%) weitere städtische Gebäude + Gewerbebetriebe (s.o.)	kW _{el} /a	1.556.817
Deckungsbeitrag/Strom-Gutschrift durch Direktvermarktung bei städtischen Gebäuden (s.o.)	Ct./kW _{el}	9,00
Jährl. Vergütung für Netzeinspeisung (üblicher Preis + vermied. NNE) netto	Euro/a	-227.724
Durchschnittliche KWKG-Förderung für gesamten erzeugten BHKW-Strom netto	Ct./kWh _{el}	3,562
Jährliche Vergütung aus KWKG-Förderung erste 30.000 Vbh netto	Euro/a	-90.884
Dauer der KWKG-Förderung	Jahre	4,760
Durchschnittl. jährl. Vergütung aus KWKG-Förderung über 20 Jahre netto	Euro/a	-21.630
Verbrauchsabh. Jahreskosten für Brennstoff unter Berücksichtig. Vergütung netto	Euro/a	96.025
Kostenbetrachtung Biomethan-BHKW/Vergütung nach EEG (100% Netzeinspeisung):		
Jahres-Biomethankosten BHKW netto (inkl. Energiesteuererstattung)	Euro/a	564.796
Bemessungsleistung BHKW für Vergütung nach EEG	kW _{el}	291,3
Durchschnittliche EEG-Grundvergütung über 20 Jahre(!) netto	Ct./kWh _{el}	13,078
Jährliche EEG.-Grundvergütung netto	Euro/a	-318.978
Jährliche EEG-Vergütung für Einsatzstoffkategorie über 20 Jahre(!) netto	Euro/a	-134.147
Jährliche EEG-Vergütung für Aufbereitungsbonus über 20 Jahre(!) netto	Euro/a	-24.390
Verbrauchsabh. Jahreskosten für Brennstoff unter Berücksichtig. Vergütung netto	Euro/a	87.280
Verbleibende Nutzwärmeerzeugung Erdgaskessel		
	kWh_{th}/a	2.233.402
Ca. Heizleistung NT-Erdgas-Spitzenkessel (ausgelegt auf max. Heizleistung + 20%)	kW _{th}	4.210
Vollbenutzungsdauer NT-Erdgasspitzenkessel	h/a	530
Jahresnutzungsgrad mit Berücksichtigung Teillast	%	84
Erdgasbedarf	kWh _{H₂O} /a	2.945.964
Netto-Jahres-Erdgaskosten	Euro/a	141.406
Netto-Gesamtinvest. NT-Erdgas-Spitzenkessel (inkl. Plang, Mont., Baukost., Nebenkost. etc.)	Euro	240.000
Jährl. Netto-Kapitalkosten Erdgaskesselanlage (15 Jahre!)	Euro/a	20.104
Ansatz verbrauchsabh. jährl. Betriebsführungskosten	%/a	0,5
Verbrauchsabhängige jährl. Betriebsführungskosten	Euro/a	1.200
Ansatz fixe jährl. Betriebsführungskosten	%/a	2,0
Fixe jährl. Netto-Betriebsführungskosten	Euro/a	4.800
Gesamte Fixkosten FW-Netz netto	Euro/a	116.524

Der Strom aus dem BHKW kann im gesamten Fernwärmegebiet und andere Abnehmer im Umkreis von < 4,5 km direkt vermarktet werden und ist auch von der Stromsteuer befreit!

Gesamtkosten Var. BHKW KWKG-Vergütung (reine Netzeinsp.) + Erdgaskessel:		
Verbrauchsabhängige Netto-Jahreskosten Heizzentrale + FW-Netz gesamt	Euro/a	394.529
umgerechnet in Wärmearbeitspreis	Ct./kWh _{th}	7,412
Fixe Netto-Jahreskosten Heizzentrale + FW-Netz gesamt	Euro/a	201.711
umgerechnet in Wärmearbeitspreis	Ct./kWh _{th}	3,789
Gesamtwärmepreis BHKW/KWKG + Gaskessel Verkauf netto (inkl. Marge)	Ct./kWh_{th}	11,201
Gesamtwärmepreis BHKW/KWKG + Gaskessel Verkauf brutto (inkl. Marge)	Ct./kWh_{th}	13,329
Gesamtkosten Var. BHKW KWKG-Vergütung (100% Direkt-Vermarkt.) + Erdgaskessel:		
Verbrauchsabhängige Netto-Jahreskosten Heizzentrale + FW-Netz gesamt	Euro/a	288.758
umgerechnet in Wärmearbeitspreis	Ct./kWh _{th}	5,425
Fixe Netto-Jahreskosten Heizzentrale + FW-Netz gesamt	Euro/a	201.711
umgerechnet in Wärmearbeitspreis	Ct./kWh _{th}	3,789
Gesamtwärmepreis BHKW/EEG + Gaskessel Verkauf netto (inkl. Marge)	Ct./kWh_{th}	9,214
Gesamtwärmepreis BHKW/EEG + Gaskessel Verkauf brutto (inkl. Marge)	Ct./kWh_{th}	10,965
Gesamtkosten Var. Biomethan-BHKW EEG-Vergüt. (reine Netzeinsp.) + Erdgaskessel:		
Verbrauchsabhängige Netto-Jahreskosten Heizzentrale + FW-Netz gesamt	Euro/a	280.013
umgerechnet in Wärmearbeitspreis	Ct./kWh _{th}	5,261
Fixe Netto-Jahreskosten Heizzentrale + FW-Netz gesamt	Euro/a	201.711
umgerechnet in Wärmearbeitspreis	Ct./kWh _{th}	3,789
Gesamtwärmepreis BHKW/EEG + Gaskessel Verkauf netto (inkl. Marge)	Ct./kWh_{th}	9,050
Gesamtwärmepreis BHKW/EEG + Gaskessel Verkauf brutto (inkl. Marge)	Ct./kWh_{th}	10,770

Bei einem Betrieb des Fernwärmenetzes mit Kraft-Wärme-Kopplung und Erdgasspitzenkessel erweist sich die Variante 3 als am günstigsten, bei der das BHKW mit Biomethan gespeist wird. Der Strom wird ausschließlich ins Netz gespeist. Bedarfsspitzen werden durch den Erdgasspitzenkessel abgedeckt. Durch den Einfluss der EEG-Vergütung beträgt der resultierende Netto-Gesamt-Wärmepreis 9,050 Ct./kWh (bei Direktvermarktung: 9,214 ct/kWh, bei KWKG-Vergütung: 11,201 ct./kWh).

G.3 Wärmeerzeugung mit Holzpelletkessel und Erdgas-Spitzenkessel

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für den Betrieb des Fernwärmenetzes mit Holzpelletkessel und Erdgas-Spitzenkessel.

Variante: Holzkessel mit Holzpellets UND Erdgas-Spitzenkessel		
Zu bebauende Grundfläche Energiezentrale	m ²	250
Höhe Gebäude Energiezentrale	m	5
Gesamt umbauter Raum Energiezentrale	m ³	1.250
Spezif. Netto-Gesamtkosten Erricht. Energiezentrale (inkl. Erschließ., Planung, Genehm. etc.)	Euro/m ³	450
Netto-Gesamtinvestition Energiezentrale (ohne heiztechnische Einrichtungen)	Euro	562.500
Jährl. Netto-Kapitalkosten Energiezentrale (50 Jahre!)	Euro/a	21.862
Ansatz für jährliche Netto-Betriebsführungskosten der Energiezentrale in %/a der Investition	%/a Inv.	3,0
Jährliche Netto-Betriebsführungskosten der Energiezentrale	Euro/a	16.875
Jährliche Gesamt-Netto-Fixkosten der Energiezentrale	Euro/a	38.737
Rechnerische Heizleistung Holzkessel (ausgelegt auf etwa 40 % der max. Heizleistung)	kW_{th}	1.400
Gewählter Holzheizkessel		Viessmann/ Mawera Pyroflex FSB 1400
Zusatzbemerkungen		Umfangreiche Baumaßnahmen für Kessel, Holzlagerstätte
Betriebsgewicht Kessel	Tonnen	Ca. 26
Nennwärmeleistung ausgewählter Holzpelletkessel	kW_{th}	1.400
Minimalleistung	kW _{th}	350
Nennwirkungsgrad	%	92
Brennstoffbedarf bei Nennwärmeleistung	kWh _{HU} /h	1.522
Anteil Nutzwärmeerzeugung mit Holzkessel	%	70
Anteil Nutzwärmeerzeugung mit Holzkessel	kWh _{th} /a	3.936.000
Vollbenutzungsdauer Holzkessel	h/a	2.811
Jahresnutzungsgrad mit Berücksichtigung Teillast	%	85
Jahresbrennstoffbedarf	kWh _{HU} /a	4.630.590
Beschaffungsmenge Holzpellets	Tonnen/a	945
Netto-Holzpelletkosten	Euro/a	223.360
Netto-Gesamtinvestition Holzheizanlage Grobschätzung (inkl. Planung, Montage, Pufferspeicher, Baukosten, Nebenkosten etc.)	Euro	750.000
Jährliche Netto-Kapitalkosten Holzheizanlage (15 Jahre!)	Euro/a	62.825
Ansatz Brennstoffverbrauchsabh. jährl. Betriebsführungskosten Holzpelletanlage	%/a	1,5
Verbrauchsabh. Netto-Betriebsführungskosten mit Holzpellets	Euro/a	11.250
Ansatz fixe Betriebsführungskosten Holzheizanlage	%/a	3,0
Fixe Netto-Betriebsführungskosten Holzheizanlage	Euro/a	22.500
Verbleibende Nutzwärmeerzeugung Erdgaskessel	kWh_{th}/a	1.686.802
Ca. Heizleistung NT-Erdgas-Spitzenkessel (ausgelegt auf max. Heizleistung; Pufferspeicher)	kW _{th}	3.510
Vollbenutzungsdauer NT-Erdgasspitzenkessel	h/a	481
Jahresnutzungsgrad mit Berücksichtigung Teillast	%	85
Erdgasbedarf	kWh _{HU} /a	2.198.796
Netto-Jahres-Erdgaskosten	Euro/a	105.542
Netto-Gesamtinvestition für NT-Erdgas-Spitzenkessel (inkl. Planung, Montage, Baukosten, Nebenkosten etc.)	Euro	220.000
Jährl. Netto-Kapitalkosten Erdgaskesselanlage (15 Jahre!)	Euro/a	18.429
Ansatz verbrauchsabh. jährl. Betriebsführungskosten	%/a	0,5
Verbrauchsabhängige jährl. Betriebsführungskosten	Euro/a	1.100
Ansatz fixe jährl. Betriebsführungskosten	%/a	1,5
Fixe jährl. Netto-Betriebsführungskosten	Euro/a	3.300
Gesamte Fixkosten FW-Netz netto	Euro/a	116.524
Ansatz Elektroenergiebedarf Holz-Heizzentrale + Netz in % Wärmemenge	%	2,5
Elektroenergiebedarf Heizzentrale + Netz	kWh _{el} /a	140.570
Jährliche wärmeverbrauchsabh. Stromkosten netto	Euro/a	25.303
Gesamtkosten Variante mit Holzpelletkessel und Erdgas-Spitzenkessel:		
Verbrauchsabhängige Netto-Jahreskosten Heizzentrale + FW-Netz gesamt umgerechnet in Wärmearbeitspreis	Euro/a Ct./kWh _{th}	366.555 6,519
Fixe Netto-Jahreskosten Heizzentrale + FW-Netz gesamt umgerechnet in Wärmearbeitspreis	Euro/a Ct./kWh _{th}	262.315 4,665
Gesamtwärmepreis mit Holzpellets Verkauf netto (inkl. Marge)	Ct./kWh_{th}	11,184
Gesamtwärmepreis mit Holzpellets Verkauf brutto (inkl. Marge)	Ct./kWh_{th}	13,309

Bei einem Betrieb des Fernwärmenetzes mit Holzkessel und Holpellets beträgt der resultierende Netto-Gesamt-Wärmepreis 11,184 Ct./kWh.

G.4 Wärmeerzeugung mit Kraft-Wärme-Kopplung und Holzpelletkessel sowie Erdgasspitzenkessel

In Bearbeitung

G.5 Betrachtung einer alternativen Wärmebereitstellung über Nutzung der Geothermie

Von SynergieKomm und BDO wurden zeitgleich zum vorliegenden Klimaschutzteilkonzept die Potentiale zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie (Erdreich-Kollektoren horizontal oder vertikal verlegt bis in eine Tiefe von max. 100 Metern) untersucht. Richtigerweise grenzen SynergieKomm und BDO auch die Nutzbarkeit der Geothermie auf rund 7.100 nachrüstbare Wohngebäude ein, wobei verdeutlicht wurde, dass Neubauten und umfangreich wärmetechnisch sanierte Bestandsbauten mit Niedrigsttemperatur-Wärmeverteilsystem (Fußboden- und Wandflächenheizungen) prinzipiell nur für die oberflächennahe Geothermienutzung in Frage kommen. Denn nur für solche Objekte lassen sich Jahresarbeitszahlen (Verhältnis der erzeugten Wärme zur eingesetzten elektrischen Energie für die Elektrowärmepumpe) von 3,8 und mehr erreichen.

Eine Jahresarbeitszahl von unter 2,8 führt sogar zu höheren CO₂-Emissionen, da der Elektrobetrieb der Wärmepumpe hohe CO₂-Emissionen gemäß Strommix nach sich zieht. Die CO₂-bedingten Anforderungen an die Mindest-Jahresarbeitszahl sinken zwar mit steigendem Anteil regenerativ erzeugten Stroms. Aber die Nutzung der oberflächennahen Geothermie mit Hilfe von Elektrowärmepumpen in Bestandsgebäuden mit herkömmlichen Heizverteilsystemen (i.d.R. Heizkörper und WWB VL/RL 70/55) führt zu Jahresarbeitszahlen von unter 3,0.

Unterm Strich kommen auch SynergieKomm und BDO zu dem Schluss, dass die sinnvollste Nutzung der oberflächennahen Geothermie in rund 50 Wohngebäude-Neubauten in Rheinbach besteht.

Die Geothermienutzung für die Fernwärmeversorgung im Stadtteil Rheinbach-Südwest ist aus folgenden Gründen keine wirkliche Option und kann daher für eine weitere, vertiefere ökonomisch-ökologische Analyse ausgeklammert werden:

Der Betrieb des Fernwärmenetzes wird auf Vor-/Rücklauftemperaturen von ca. 90°/70° ausgelegt. Diese Temperaturparameter werden jahreszeitabhängig nicht sehr hoch schwanken, denn in den angeschlossenen Gebäuden muss auch jederzeit die Warmwasserbereitung sichergestellt werden können. Der Betrieb einer Elektrowärmepumpe wird eine Jahresarbeitszahl von unter 2,4 nach sich ziehen (→ Erhöhung der CO₂-Emissionen).

Im Stadtteil Rheinbach Südwest kann mit Hilfe von Wärmepumpen rund 140 kWh/a je Sondenmeter an Umweltwärme genutzt werden. Diese Bohrungen werden in Deutschland i.d.R. bis maximal 100 Meter vorgenommen, da bei größeren Tiefen das Bergrecht greift und der Genehmigungsaufwand deutlich zunimmt! Die Bohrabstände betragen in der Regel rund 6 bis 8 Meter.

Unter der Annahme, dass die Heizzentrale mit einer großen Industrie-Elektrowärmepumpe ausgestattet wird, und mit dieser Elektrowärmepumpe die Rücklauftemperatur um der Fernwärmeleitung mit einer Jahresarbeitszahl von 2,6 rund 50 % der benötigten thermischen Energie bereitstellt, ergeben sich folgende Anforderungen an die Erdsonden:

- Je Erdsonde mit einer Tiefe von 100 Metern können rund 14.000 kWh/a an Umweltwärme dem Boden entzogen werden.

- Für die Erzeugung von 3,0 Mio. kWh_{th} für das Fernwärmenetz werden 1,15 Mio. kWh elektrische Energie und 1,85 Mio. kWh_{th} Umweltwärme aus dem Boden benötigt.
- Für 1,85 Mio. kWh_{th} Umweltwärme sind rund 132 Bohrungen à 100 Meter Tiefe notwendig. Bei einem sinnvollen Abstand der Sonden von 8 Metern zur Vermeidung zu großer Auskühlungen im Erdreich (Vereisungsgefahr) ist eine Fläche für 11 X 12 Bohrungen insgesamt zur Verfügung zu stellen. Der Flächenbedarf beträgt rund 9.000 m². Diese Fläche steht im Bereich des Schulzentrums definitiv nicht zu Verfügung.

Unterm Strich kann festgehalten werden, dass eine zentrale Nutzung der Geothermie für Heizsysteme mit Temperaturanforderungen oberhalb von etwa 50° sowohl ökologisch als auch ökonomisch Nachteile nach sich zieht!

H Vergleich der Wärmeerzeugungsvarianten mit angeschlossenem Nahwärmenetz aus ökologischer und ökonomischer Sicht

Über die Verwendung allgemeingültiger CO₂-Faktoren für Strom und alle Wärmeenergieträger wird die Gesamt-CO₂-Bilanz für alle Gebäude in Rheinbach (ohne Verkehr) erstellt.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse für die beiden ersten Varianten. Die dritte Variante ist zur Zeit noch in Bearbeitung. Da es sich allerdings um einen Mischvariante der ersten beiden handelt, wird das Ergebnis in etwa zwischen dem der ersten beiden Varianten liegen.

Energieträger	Spezif. CO ₂ -Emissionsfaktor kg/MWh	Bedarf Rheinbach 2012 (ohne Verkehr) MWh/a	CO ₂ -Emissionen 2012 t/a	Wegfall dezent. Wärme-Erzeug. im MWh	Variante BHKW + Erdgas-Spitzenkessel			Variante Hozpelletkessel + Erdgas-Spitzenkessel			Variante BHKW + Hozpelletkessel + Erdgas-Spitzenkessel			
					Veränd. MWh/a	Bedarf NEU MWh/a	CO ₂ t/a	Veränd. MWh/a	Bedarf NEU MWh/a	CO ₂ t/a	Veränd. MWh/a	Bedarf NEU MWh/a	CO ₂ t/a	
Strom	580	109.703	63.628	0	-2.439	107.264	62.213	0	109.703	63.628	In Bearbeitung; Ergebnis wird zwischen ersten beiden Varianten liegen			
Erdgas	202	121.129	24.468	-5.205	11.071	126.995	25.653	2.199	118.123	23.861				
Heizöl	273	59.076	16.128	-1.596	0	57.480	15.692	0	57.480	15.692				
Holz	42	28.869	1.212	0	0	28.869	1.212	4.630	33.499	1.407				
Fernwärme	130	26.803	3.484	0	0	26.803	3.484	0	26.803	3.484				
Steinkohle	335	12.946	4.337	0	0	12.946	4.337	0	12.946	4.337				
Braunkohle	396	4.376	1.733	0	0	4.376	1.733	0	4.376	1.733				
Flüssiggas	234	3.707	867	0	0	3.707	867	0	3.707	867				
Sonstige	100	6.685	669	0	0	6.685	669	0	6.685	669				
Summe		373.294	116.526	-6.801		375.125	115.860		373.321	115.678				
CO₂-Einsparung t/a							-666			-848				
CO₂-Einsparung rel.							-0,57%			-0,73%				

Der Einsatz von Holz als Brennstoff führt zu höheren CO₂-Einsparungen als der Betrieb eines BHKW. Dies hängt nicht zuletzt auch damit zusammen, dass der Bedarf aller Fernwärmeanschlussnehmer wärmeseitig deutlich höher als der Strombedarf ist.

Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Variante mit Kraft-Wärme-Kopplung und der Betrieb des BHKW mit Biomethan (Vergütung nach EEG) oder der Betrieb mit Erdgas und die Direkt-Vermarktung des hochwertigen KWK-Stroms an geeignete Abnehmer in Rheinbach im Umkreis von weniger als 4,5 km die wirtschaftlichste Variante.

Insofern verbleibt eine Schere zwischen ökonomischen und ökologischen Anforderungen!

I Empfehlungen für die Konzeptumsetzung

Wird nach Diskussion und Abstimmung der Zwischenergebnisse ergänzt.

Bei Umsetzung des Projektes zu lösende Aufgaben der Stadt:

- Organisation und Bereitstellung aller Services rund um die Heizzentrale
- Klärung, ob ggf. sogar ein Stadtwerk gegründet wird, um die Wärmeversorgung und weitere Infrastrukturfunktionen der Stadt Rheinbach (Bauhof, Wasserbetriebe etc.) zu bündeln
- Wärmelieferverträge sind mit allen Wärmekunden abzuschließen und entsprechende Messdienstleistungen sowie Abrechnungsdienstleistungen zu übernehmen

Ergänzende Empfehlung: In diesem Zuge sollte bei der Stadt Rheinbach noch eine Anlaufstelle für alle Fragen rund um das Thema „energetische Sanierung“ und Energieeffizienz eingerichtet werden

J Empfehlung für ein Controlling-Konzept zur zukünftigen transparenten und nachhaltigen Wärmeversorgung

Ein Controlling-Konzept wird in Anlehnung an die Vorgaben der DIN EN ISO 50001 („Einführung und Zertifizierung von Energiemanagementsystemen“) zum Teilbereich Energiemonitoring entwickelt. Hierzu werden die notwendigen Messseinrichtungen eingebaut und die Energieverbräuche regelmäßig erfasst und mit Hilfe gradtagsbereinigter und ggf. auch konjunkturbereinigter Kennwerte analysiert.

Das Energiecontrollingkonzept wird ganz wesentlich dann auch von den Gesamt-Ergebnissen und den Zielen der Stadt Rheinbach abhängen. Am Markt stehen ausreichend entsprechend leistungsfähige Systeme zur Verfügung.

Nach Abstimmung der Ergebnisse werden WiRo Consultants ein geeignetes System vorschlagen.

K Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit und Dokumentation

Die Bevölkerung soll frühzeitig über die Möglichkeiten sowie ökonomische und ökologische Vorteile informiert werden. Dies erhöht nicht nur die Akzeptanz in der Bevölkerung hinsichtlich alternativer Versorgungsvarianten sondern erhöht auch den Anschlussgrad weiterer Wärmeanschlussnutzer.

Bevor die Öffentlichkeit in großem Stil informiert und eingebunden wird, sollten die Ergebnisse erst noch in den städtischen Gremien besprochen werden. Die Form der Öffentlichkeitsarbeit wird sich an den daraus erwachsenen Erfordernissen orientieren.

L Anhänge zum Endbericht

Anhang 1: Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung aus dem KWK-Gesetz

Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung

Beitrag zur Erhöhung der Stromerzeugung aus KWK in Deutschland auf 25 %: Zur Energieeinsparung, zum Umweltschutz, für Klimaschutzziele

befristeten Schutz von KWK-Anlagen

Förderung der Modernisierung und des Neubaus von KWK-Anlagen

Förderung des Neubaus von Wärmenetzen, in die überwiegend Wärme aus KWK-Anlagen (mind. 60 % !) eingespeist wird

Förderung des Ausbaus (Ausbau = mind. +50 % Wärmemenge) von Wärmenetzen, in die überwiegend Wärme aus KWK (mind. 60 % !) eingespeist wird

Regelung der Abnahme und der Vergütung von KWK-Strom aus Kraftwerken mit KWK-Anlagen auf Basis von Steinkohle, Braunkohle, Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen

Regelung von Zuschlägen für den Neubau und den Ausbau von Wärmenetzen, sofern die KWK-Anlagen und die Wärmenetze im Geltungsbereich dieses Gesetzes gelegen sind.

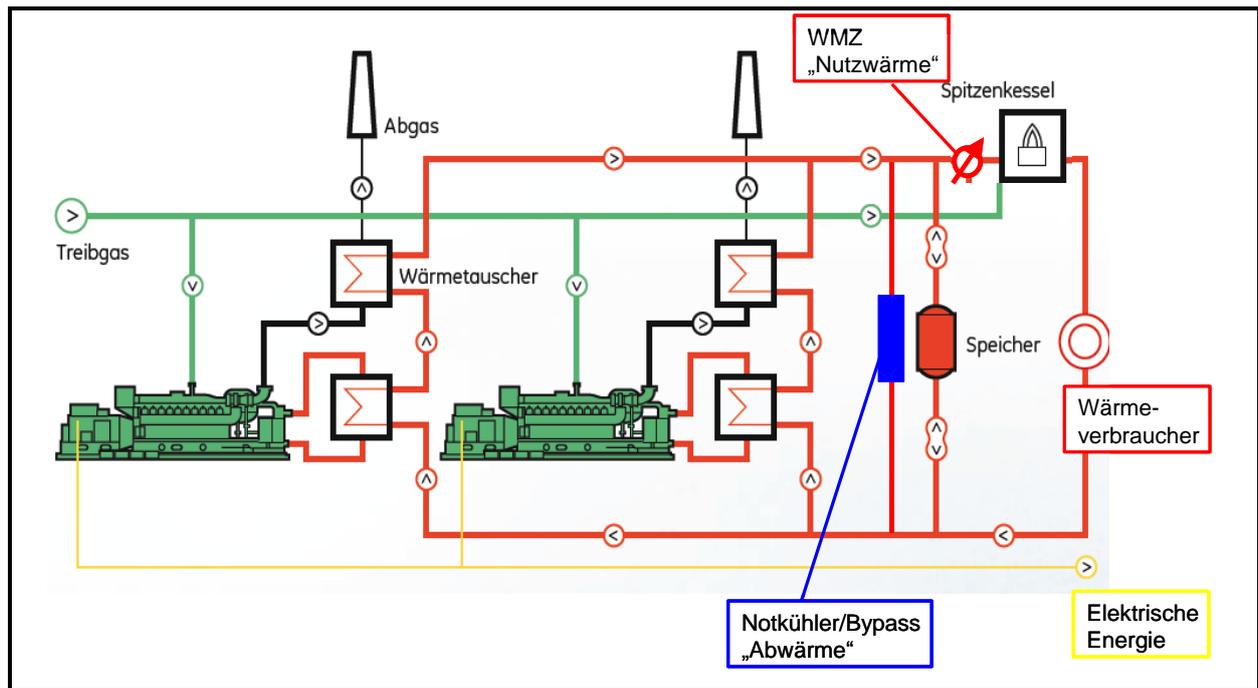
KWK-Strom, der nach dem EEG vergütet wird, fällt nicht in den Anwendungsbereich des KWK-Gesetzes

Das KWK-Gesetz regelt

- Die Abnahme und die Vergütung von Kraft-Wärme-Kopplungsstrom (KWK-Strom) aus Kraftwerken mit KWK-Anlagen auf Basis von Steinkohle, Braunkohle, Abfall, Abwärme, Biomasse, gasförmigen oder flüssigen Brennstoffen
- Zuschläge für den Neubau und den Ausbau von Wärme- und Kältenetzen
- Zuschläge für den Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältespeichern, sofern die KWK-Anlagen, die Wärmenetze und die Wärmespeicher sowie die Kältenetze und die Kältespeicher im Geltungsbereich dieses Gesetzes gelegen sind.

KWK-Strom, der nach dem EEG vergütet oder direkt vermarktet wird, fällt nicht in den Anwendungsbereich des KWK-Gesetzes.

Die nachfolgende Grafik zeigt die wichtigsten Komponenten einer KWK-Anlage.



Dabei bedeuten:

- KWK-Strom ist das rechnerische Produkt aus Nutzwärme und Stromkennzahl der KWK-Anlage. Bei Anlagen, die nicht über Vorrichtungen zur Abwärmeabfuhr (Notkühler, Bypass) verfügen, ist die gesamte Nettostromerzeugung KWK-Strom.
- Wärmenetze im Sinne dieses Gesetzes sind Einrichtungen zur leitungsgebundenen Versorgung mit Wärme, die
- eine horizontale Ausdehnung über die Grundstücksgrenze des Standorts der einspeisenden KWK-Anlage hinaus haben und
- an die als öffentliches Netz eine unbestimmte Anzahl von Abnehmenden angeschlossen werden kann.
- An das Wärmenetz muss mindestens ein Abnehmender angeschlossen sein, der nicht gleichzeitig Eigentümer oder Betreiber der in das Wärmenetz einspeisenden KWK-Anlage ist.
- Wärmenetzbetreiber im Sinne dieses Gesetzes sind diejenigen, die Dritte über ein Wärmenetz mit Wärme versorgen. Die Betreibereigenschaft setzt nicht das Eigentum am Wärmenetz voraus.
- Stromnetzbetreiber sind verpflichtet, KWK-Anlagen an ihr Netz unverzüglich vorrangig anzuschließen und den in diesen Anlagen erzeugten KWK-Strom unverzüglich vorrangig abzunehmen.
- Stromnetzbetreiber können den aufgenommenen KWK-Strom verkaufen oder zur Deckung ihres eigenen Strombedarfs verwenden.
- Für den aufgenommenen KWK-Strom gemäß Absatz 2 sind der Preis, den der Betreiber der KWK-Anlage und der Netzbetreiber vereinbaren, und ein Zuschlag zu entrichten. Kommt eine Vereinbarung nicht zustande, gilt der übliche Preis als vereinbart, zuzüglich dem nach den maßgeblichen Rechtsvorschriften, ansonsten nach den anerkannten Regeln der Technik berechneten Teil der Netznutzungsentgelte, der durch die dezentrale Einspeisung durch diese KWK-Anlage vermieden wird. Als üblicher Preis gilt für KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leis-

tung von bis zu zwei Megawatt der durchschnittliche Preis für Grundlaststrom an der Strombörse EEX in Leipzig im jeweils vorangegangenen Quartal. Weist der Betreiber der KWK-Anlage dem Netzbetreiber einen Dritten nach, der bereit ist, den eingespeisten KWK-Strom zu kaufen, ist der Netzbetreiber verpflichtet, den KWK-Strom vom Betreiber der KWK-Anlage zu dem vom Dritten angebotenen Strompreis abzunehmen. Der Dritte ist verpflichtet, den KWK-Strom zum Preis seines Angebotes an den Betreiber der KWK-Anlage vom Netzbetreiber abzunehmen.

Ein Zuschlag ist auch für KWK-Strom zu entrichten, der nicht in ein Netz für die allgemeine Versorgung eingespeist wird. Die Verpflichtung zur Zahlung des Zuschlags trifft den Betreiber eines Netzes für die allgemeine Versorgung, mit dessen Netz die in Satz 1 genannte KWK-Anlage unmittelbar oder mittelbar verbunden ist. Absatz 1 Satz 3 gilt entsprechend.

Die Vergütung des eingespeisten KWK-Stromes setzt sich zusammen aus:

- Üblicher Preis (Durchschnittstropreis vorangegangenes Quartal der EEX)
- KWK-Zuschlag
- Vermiedene Netznutzungsentgelte

Der Wert des eigengenutzten Stromes setzt sich zusammen aus:

- Anlegbarer Durchschnittspreis für vermiedenen Strombezug
- KWK-Zuschlag

Wärmenetzbetreiber haben für den Neu- oder Ausbau von Wärmenetzen gegenüber dem Netzbetreiber Anspruch auf Zahlung eines Zuschlags, wenn

- der Neu- oder Ausbau ab dem 1. Januar 2009 begonnen wird und die Inbetriebnahme des neuen oder ausgebauten Wärmenetzes spätestens bis zum 31. Dezember 2020 erfolgt,
- die Versorgung der an das neue oder ausgebaute Wärmenetz angeschlossenen Abnehmenden
- überwiegend mit Wärme aus KWK-Anlagen im Anwendungsbereich dieses Gesetzes gemäß § 2 (Inbetriebnahme mit > 50 %) erfolgt und für den geplanten Endausbau des Netzbereichs für die Wärmeeinspeisung aus KWK-Anlagen im Anwendungsbereich dieses Gesetzes gemäß § 2 mindestens ein Anteil von 60 % nachgewiesen wird, oder
- für den geplanten Endausbau des Netzbereichs für die Wärmeeinspeisung aus KWK-Anlagen im Anwendungsbereich dieses Gesetzes gemäß § 2 mindestens ein Anteil von 60 % innerhalb von 24 Monaten ab Aufnahme des Dauerbetriebs nachgewiesen wird,

Neubau ist die erstmalige Errichtung eines Wärmenetzes einschließlich aller Komponenten, die zur Übertragung von Wärme vom Standort der einspeisenden KWK-Anlage bis zum Verbraucherabgang erforderlich sind, in einem Gebiet, in dem zuvor keine Versorgung mit Wärme durch Wärmenetze erfolgte.

Der Zuschlag für den Neu- und Ausbau von Wärmenetzen beträgt:

1. für Leitungen mit einem mittleren Nenndurchmesser (Vorlaufleitung) von weniger als 100 Millimeter (DN 100) 100 Euro je laufender Meter der neu verlegten Wärmeleitung (bisher 1 Euro je Meter und mm Durchmesser; verbessert die Fördersituation für Nahwärmeleitungen mit < DN 100),
2. für Leitungen mit einem mittleren Nenndurchmesser (Vorlaufleitung) von mehr als 100 mm (DN 100) 30 % der ansatzfähigen Investitionskosten des Neu- oder Ausbaus.

Ansatzfähige Investitionskosten sind alle Kosten, die für erforderliche Leistungen Dritter im Rahmen des Neu- oder Ausbaus von Wärmenetzen tatsächlich angefallen sind. Nicht dazu gehören insbesondere interne Kosten für Konstruktion und Planung, kalkulatorische Kosten, Grundstücks-, Versicherungs- und Finanzierungskosten.

Gewährte Bundes-, Länder- und Gemeindegzuschüsse müssen abgesetzt werden, wenn sie nicht ausdrücklich zusätzlich zum Zuschlag nach Absatz 1 gewährt werden.

Der Anteil des Zuschlages, der auf die Verbindung des Verteilungsnetzes mit dem Verbraucherabgang entfällt, ist von dem Betrag, der dem Verbraucher für die Anschlusskosten in Rechnung gestellt wird, in Abzug zu bringen.

Betreiber von Wärmespeichern haben für den Neu- und Ausbau von Wärmespeichern mit einer Kapazität von mindestens 5 Kubikmetern Wasseräquivalent oder mindestens 0,3 Kubikmeter pro Kilowatt der installierten elektrischen Leistung der KWK-Anlage gegenüber dem Netzbetreiber Anspruch auf Zahlung eines Zuschlages, wenn

1. der Neu- oder Ausbau ab dem Datum des Inkrafttretens des Gesetzes begonnen wird und die Inbetriebnahme des neuen oder ausgebauten Wärmespeichers bis zum 31. Dezember 2020 erfolgt. Als Inbetriebnahme gilt der Zeitpunkt der ersten Befüllung nach Abschluss des Probebetriebes;
2. die Wärme des Wärmespeichers überwiegend aus KWK-Anlagen stammt, die an das Netz für die allgemeine Versorgung nach § 3 Absatz 9 angeschlossen sind und die in dieses Netz nach § 4 Absatz 1 einspeisen oder einspeisen können;
3. der jährliche Wärmeverlust des Wärmespeichers weniger als 15 Prozent der entnommenen Wärme beträgt;
4. die KWK-Anlage über Informations- und Kommunikationstechnik verfügt, um Signale des Strommarktes zu empfangen und technisch in der Lage ist, auf diese zu reagieren und
5. eine Zulassung gemäß § 6b erteilt wurde.

Neubau ist die erstmalige Errichtung eines Wärmespeichers aus fabrikneuen Komponenten. Ausbau ist die Erweiterung einer bestehenden Anlage aus fabrikneuen Komponenten.

Zuschlag für den Neu- und Ausbau von Wärmespeichern

Der Zuschlag für den Neu- und Ausbau von Wärmespeichern beträgt 250 Euro pro Kubikmeter Wasseräquivalent des Wärmespeichervolumens (mind. 5 Kubikmeter), höchstens aber 30 Prozent der Investitionskosten.

Ansatzfähige Investitionskosten sind alle Kosten, die für erforderliche Leistungen Dritter im Rahmen des Neubaus von Wärmespeichern tatsächlich angefallen sind. Nicht dazu gehören insbesondere interne Kosten für Konstruktion und Planung, kalkulatorische Kosten, Grundstücks-, Versicherungs- und Finanzierungskosten. Gewährte Bundes-, Länder-

und Gemeindegremien müssen abgesetzt werden, wenn sie nicht ausdrücklich zusätzlich zum Zuschlag nach Absatz 1 gewährt werden.

Die Vergütungssätze für den KWK-Strom zeigen die nachfolgenden Tabellen:

Elektrische Leistungsklasse	Ct/kWh _{el}	Dauer der Zahlung ab Aufnahme des Dauerbetriebs
Kategorie A - kleine KWK-Anlagen bis 2 MW und Brennstoffzellen		
KWK-Anlagen bis 50 kW und Brennstoffzellen*	5,41	10 Jahre oder wahlweise 30.000 Vollbenutzungsstunden
Neu: KWK-Anlagen über 50 kW bis 2 MW		30.000 Vollbenutzungsstunden
für den Leistungsanteil bis 50 kW	5,41	
Neu: für den Leistungsanteil 50 kW bis 250 kW	4,0	
für den Leistungsanteil 250 kW bis 2 MW	2,4	
*Sonderregelung sehr kleine Anlagen bis 2 kW und Brennstoffzellen optional pauschalierte Vorabzahlung des Zuschlags für KWK-Strom für 30.000 Vollbenutzungsstunden (innerhalb von 2 Monaten nach Antragstellung).		
Kategorie B - Neue KWK-Anlagen über 2 MW		
für den Leistungsanteil bis 50 kW	5,41	30.000 Vollbenutzungsstunden
Neu: für den Leistungsanteil über 50 kW bis 250 kW	4,0	
für den Leistungsanteil über 250 kW bis 2 MW	2,4	
für den Leistungsanteil über 2 MW	1,8	
für den Leistungsanteil über 2 MW (ab 01.01.2013 für Anlagen im Anwendungsbereich des Treibhausgas Emissionshandelsgesetzes)	2,1	

Elektrische Leistungsklasse	Ct/kWh _{el}	Dauer der Zahlung ab Aufnahme des Dauerbetriebs
Kategorie A - kleine KWK-Anlagen bis 2 MW und Brennstoffzellen		
KWK-Anlagen bis 50 kW und Brennstoffzellen*	5,41	10 Jahre oder wahlweise 30.000 Vollbenutzungsstunden
Neu: KWK-Anlagen über 50 kW bis 2 MW		30.000 Vollbenutzungsstunden
für den Leistungsanteil bis 50 kW	5,41	
Neu: für den Leistungsanteil 50 kW bis 250 kW	4,0	
für den Leistungsanteil 250 kW bis 2 MW	2,4	
*Sonderregelung sehr kleine Anlagen bis 2 kW und Brennstoffzellen optional pauschalierte Vorabzahlung des Zuschlags für KWK-Strom für 30.000 Vollbenutzungsstunden (innerhalb von 2 Monaten nach Antragstellung).		
Kategorie B - Neue KWK-Anlagen über 2 MW		
für den Leistungsanteil bis 50 kW	5,41	30.000 Vollbenutzungsstunden
Neu: für den Leistungsanteil über 50 kW bis 250 kW	4,0	
für den Leistungsanteil über 250 kW bis 2 MW	2,4	
für den Leistungsanteil über 2 MW	1,8	
für den Leistungsanteil über 2 MW (ab 01.01.2013 für Anlagen im Anwendungsbereich des Treibhausgas Emissionshandelsgesetzes)	2,1	

Anhang 2: Übertragbare Wärmeleistungen in Fernwärmerohren

In Fernwärmerohren können Wärmeleistungen übertragen werden, die von folgenden Faktoren abhängig sind:

- Nennweite des Fernwärmerohres
- Durchflussgeschwindigkeit des Heißwassers (ist von der Netz-Regelung („Netzkennlinie“) und der Pumpenleistung sowie den Rohrwiderständen („Förderhöhe“) abhängig
- Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf der Fernwärmeleitung
- Die nachfolgende Tabelle zeigt für typische Rohrmennweiten die Übertragungsleistungen in Abhängigkeit der Temperaturspannung zwischen Vor- und Rücklauf sowie der Fließgeschwindigkeit

		°	○	○	○	○	○	○	○	○
Rohr-Nennweite	Einheit	DN 25	DN 32	DN 50	DN 80	DN 100	DN 150	DN 200	DN 300	DN 500
Innendurchmesser	mm	25	32	50	80	100	150	200	300	500
Rohr-Querschnitt	mm ²	491	804	1.963	5.027	7.854	17.671	31.416	70.686	196.350
	cm ²	4,91	8,04	19,63	50,27	78,54	176,71	314,16	706,86	1.963,50
	dm ²	0,049	0,080	0,196	0,503	0,785	1,767	3,142	7,069	19,635
Durchflussmenge	m ³ /s	0,00049	0,00080	0,00196	0,00503	0,00785	0,01767	0,03142	0,07069	0,19635
Wärmekapazität Wasser	kWs/kg*K	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18	4,18
Delta T V1 - T1	Kelvin	5,00								
Delta T V1 - T2	Kelvin	10,00								
Delta T V1 - T3	Kelvin	20,00								
Durchfluss-Geschwindigkeit V1	m/s	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Durchfluss-Wassermenge V1	kg/s	0,25	0,40	0,98	2,51	3,93	8,84	15,71	35,34	98,18
Übertragene Wärmeleistung V1 - T1	kW	5,13	8,40	20,51	52,53	82,07	184,7	328,3	738,7	2.052
Übertragene Wärmeleistung V1 - T2	kW	10,26	16,80	41,03	105,1	164,1	369,3	656,6	1.477	4.104
Übertragene Wärmeleistung V1 - T3	kW	20,52	33,61	82,05	210,1	328,3	738,6	1.313	2.955	8.207
Durchfluss-Geschwindigkeit V2	m/s	1,00								
Durchfluss-Wassermenge V2	kg/s	0,49	0,80	1,96	5,03	7,85	17,67	31,42	70,69	196,35
Übertragene Wärmeleistung V2 - T1	kW	10,26	16,80	41,03	105,1	164,1	369,3	656,6	1.477	4.104
Übertragene Wärmeleistung V2 - T2	kW	20,52	33,61	82,05	210,1	328,3	738,6	1.313	2.955	8.207
Übertragene Wärmeleistung V2 - T3	kW	41,05	67,21	164,1	420,3	656,6	1.477	2.626	5.909	16.415
Durchfluss-Geschwindigkeit V3	m/s	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Durchfluss-Wassermenge V3	kg/s	0,74	1,21	2,94	7,54	11,78	26,51	47,12	106,03	294,53
Übertragene Wärmeleistung V3 - T1	kW	15,39	25,21	61,54	157,6	246,2	553,99	984,9	2.216	6.156
Übertragene Wärmeleistung V3 - T2	kW	30,79	50,41	123,1	315,2	492,4	1.108	1.970	4.432	12.311
Übertragene Wärmeleistung V3 - T3	kW	61,57	100,8	246,2	630,4	984,9	2.216	3.940	8.864	24.622
Durchfluss-Geschwindigkeit V4	m/s	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Durchfluss-Wassermenge V4	kg/s	0,98	1,61	3,93	10,05	15,71	35,34	62,83	141,4	392,7
Übertragene Wärmeleistung V4 - T1	kW	20,52	33,61	82,05	210,1	328,3	738,65	1.313	2.955	8.207
Übertragene Wärmeleistung V4 - T2	kW	41,05	67,21	164,1	420,3	656,6	1.477	2.626	5.909	16.415
Übertragene Wärmeleistung V4 - T3	kW	82,10	134,4	328,2	840,5	1.313	2.955	5.253	11.819	32.830
Durchfluss-Geschwindigkeit V4	m/s	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40
Durchfluss-Wassermenge V4	kg/s	1,18	1,93	4,71	12,06	18,85	42,41	75,40	169,6	471,2
Übertragene Wärmeleistung V4 - T1	kW	24,63	40,33	98,46	252,2	394,0	886,4	1.576	3.546	9.849
Übertragene Wärmeleistung V4 - T2	kW	49,26	80,66	196,9	504,3	787,9	1.773	3.152	7.091	19.698
Übertragene Wärmeleistung V4 - T3	kW	98,51	161,3	393,9	1.009	1.576	3.546	6.303	14.182	39.396

Idealerweise sollte die Fließgeschwindigkeit in Fernwärmerohren bei etwa 1,0 Meter pro Sekunde liegen. Darüber hinaus steigt der Pumpstrombedarf erheblich an. Liegt die Fließgeschwindigkeit dauerhaft deutlich drunter, sind die Fernwärmeleitungen überdimensioniert und die Wärmeverluste nehmen merklich zu – insbesondere auch im Verhältnis zu der tatsächlichen übertragenen Nutzwärme über die Fernwärmeleitungen.

Anhang 3: Kosten für das Verlegen von Fernwärmeleitungen

Die nachfolgende Tabelle zeigt die im Rahmen dieser Studie abgeschätzten Investitionen für das Verlegen von Fernwärmeleitungen.

Beispiele für typische Investitionen in Fernwärmenetze		DN 150	DN 300
Investition Rohr (inkl. Lieferung, Montage), nur VL oder RL, netto	Euro/Meter	90	380
Rohrbögen, Dehnpolster, Schrumpfmuffen, Anschlussstücke	Euro/Meter	20	35
Kanalarbeiten im Gelände (überwiegend unbefestigter Boden), netto	Euro/Meter	55	70
Kanalarbeiten im Straßenbereich, netto	Euro/Meter	130	150
Gesamtinvestition Verlegung Fernwärmeleitung im Gelände, netto	Euro/Meter	255	865
Gesamtinvestition Verlegung Fernwärmeleitung im Straßenbereich, netto	Euro/Meter	330	945
Mittelwert Gesamtinvestition Verlegung Fernwärmeleitung, netto	Euro/Meter	292,5	905

In Rheinbach wurden folgende Preise für Fernwärmeleitungen und deren Montage in Abhängigkeit von der Nennweite angesetzt:

Ansatz spezifische Preise Fernwärmeleitungen € netto	
DN 300	850
DN 250	650
DN 200	450
DN 150	320
DN 125	300
DN 100	275
DN 80	250
DN 65	225
DN 40	200
DN 32	180

Anhang 4: Abschätzung der Wärmeverluste auf Fernwärmeleitungen

Die Wärmeverluste auf Fernwärmeleitungen hängen im wesentlichen von folgenden Faktoren ab:

- Nenn-Durchmesser der Fernwärmeleitung sowie Dicke und Art der sie umschließenden Rohrdämmung
- Betriebszeit der Fernwärmeleitung
- Temperaturdifferenz zwischen Medientemperatur und Umgebungstemperatur

In der Regel werden Wärmeverluste auf Fernwärmeleitungen nicht systematisch erfasst, so dass nur vereinzelt Praxiserfahrungen zu den tatsächliche entstehenden Verlusten vorliegen. Diese haben WiRo Consultants über eine Internetrecherche analysiert.

Für unterschiedliche Leitungen ergeben sich die in der nachfolgenden Tabelle ermittelten auf spezifische Wärmeverluste hochgerechneten Werte, die bei der Auslegung der neuen Bestandteile der Fernwärmeleitung berücksichtigt werden.

Leitung		DN 32	DN 40	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300
Rohrinnendurchmesser	mm	32	40	65	80	100	125	150	200	250	300
Dauer-Verlustleistung (Praxiswerte)	W_{th}/m	3	4	5	7	9	10	12	16	20	24
bei Dämmung	mm	50	50	60	80	100	100	100	100	100	100
bei Medientemperatur	°C	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
bei Umgebungstemperatur	°C	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
daraus Delta T	Kelvin	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Betriebszeit Fernwärmeleitung	h/a	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760	8.760
Wärmeverluste pro Jahr	kWh_{th}/m^*a	26	35	44	61	79	88	105	140	175	210