EnergieSystemTechnik
Gesellschaft für Energiesystemtechnik mbH

ENERGIEKONZEPT FÜR DEN BEBAUUNGSPLAN O 35 GROßENBAUMER STRAßE / SAARNBERG IN DER STADT MÜLHEIM AN DER RUHR

Mülheim an der Ruhr
Stadt am Fluss

IM AUFTRAG DER
STADT MÜLHEIM AN DER RUHR

PROJEKT-NR.: 110254

ESSEN, NOVEMBER 2014

Das im Rahmen des Bauleitplanverfahrens hier eingestellte Gutachten dient ausschließlich der Information der Öffentlichkeit. Die Herstellung von Kopien und Download ist lediglich für den persönlichen privaten und nicht kommerziellen Gebrauch (Eigengebrauch) zulässig. Jede nach Urheberrecht beschränkte Weiterverbreitung, Einarbeitung in eigene Werke, Verkauf oder andere Verwendung, insbesondere die Einstellung ins Internet, die über den Eigengebrauch hinausgeht, ist nicht gestattet.

ENERGIEKONZEPT
FÜR DEN BEBAUUNGSPLAN O 35
GROßENBAUMER STRAßE/ SAARNBERG
IN DER STADT MÜLHEIM AN DER RUHR

IM AUFTRAG DER
STADT MÜLHEIM AN DER RUHR

PROJEKT-NR.: 110254

Auftragnehmer:

E·S·T Gesellschaft für
Energiesystemtechnik mbH
Friedrichstraße 12
45128 Essen
Telefon (02 01) 8 20 32 - 0
E-Mail: est.consult@est-essen.de
www.est-essen.de

ESSEN, NOVEMBER 2014

Die vorliegende Arbeit ist urheberrechtlich geschützt.
Jegliche - auch auszugsweise - Vervielfältigung und Weitergabe
an Dritte ist nur mit unserer ausdrücklichen Zustimmung gestattet.

INHALTSVERZEICHNIS SEITE

1 AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG 1

2 BESCHREIBUNG DES BAUGEBIETES O 35 3

3 ERMITTLUNG DES WÄRME- UND STROMBEDARFES 4

3.1 A / V-Verhältnis 5
3.2 Wärmebedarf 6
3.3 Strombedarf 7
3.4 Wärmebedarf der Gebäude im Umkreis von 200 Meter 7
3.5 Anschlussmöglichkeiten an die bestehende Versorgung 8

4 ENERGIEVERSORGUNGSKONZEPTE 9

4.1 Zentrale Wärmeversorgung 9
4.1.1 Brennwertheizzentrale 10
4.1.2 Wasser / Wasser-Wärmepumpenanlage 10
4.1.3 Erdgasbefeuertes Blockheizkraftwerk (BHKW) 11
4.2 Dezentrale Wärmeversorgung 12
4.3 Nahwärmeversorgungskonzept für die umliegenden Gebäude 12
4.4 Wirtschaftlichkeitsberechnungen Versorgungsvarianten und CO_2-Emissionen 14
4.5 Wirtschaftlichkeitsberechnung Nahwärmeversorgung der umliegenden Gebäude 18

5 ALTERNATIVER HANDLUNGSANSATZ 21

6 ZUSAMMENFASSUNG 23

ANHANG

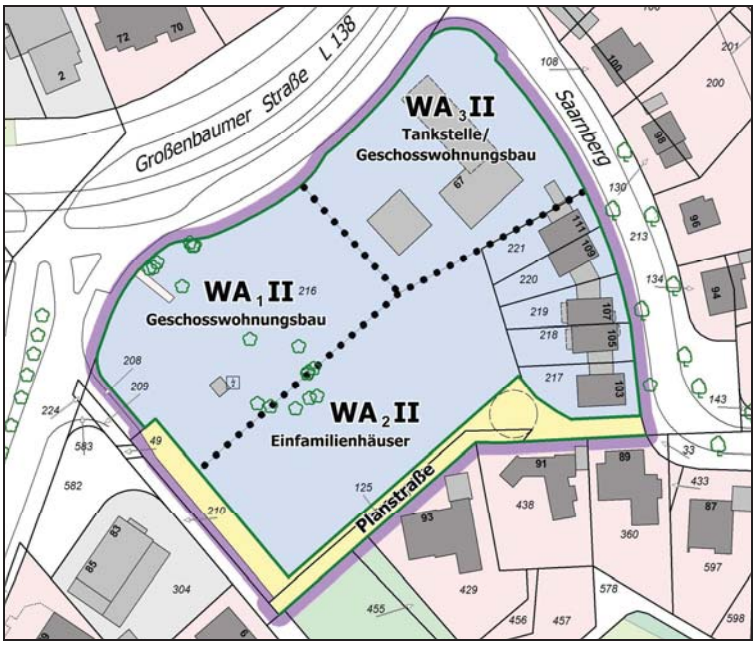
1 AUFGABENSTELLUNG UND ZIELSETZUNG

Die Stadt Mülheim an der Ruhr erteilte der E·S·T Gesellschaft für Energiesystemtechnik mbH, Essen mit Schreiben vom 18. Juni 2014 den Auftrag, ein Energiekonzept für den Bebauungsplan O 35 *Großenbaumer Straße / Saarnberg* der Stadt Mülheim an der Ruhr zu erstellen.

Hintergrund des Energiekonzeptes sind die Handlungsansätze und Leitgedanken der Stadt Mülheim an der Ruhr zu Klimaschutz (Senkung der CO_2-Emissionen) und Klimaanpassung (Einbindung von Stadt und Natur) sowie der seit August 2011 erstellte *Energetische Stadtentwicklungsplan* als informelles Planungsinstrument für die zukünftige energetische Ausgestaltung der Stadt und ihrer Infrastruktur.

Der Planungsausschuss der Stadt Mülheim an der Ruhr hat in seiner Sitzung am 20. Dezember 2012 die Aufstellung eines Bebauungsplanes O 35 *Großenbaumer Straße / Saarnberg* beschlossen.

Das rund 1,1 ha große Plangebiet (WA1, WA2 und WA3) soll in zwei Bauabschnitten als Wohnnutzung in Form von zweigeschossigem Geschosswohnungsbau mit eventueller Tiefgarage (WA1 und WA3) sowie in zweigeschossigem Einfamilienhausbau mit Garagen (WA2) entwickelt werden (siehe Karte).



Der Pachtvertrag mit der in WA3 vorhandenen Tankstelle wurde zum Untersuchungszeitpunkt um weitere 10 Jahre verlängert; dementsprechend wird das Plangebiet WA2 im vorliegenden Gutachten nicht berücksichtigt. Dieser Teilbereich soll nach eventueller Aufgabe der Tankstelle zu einem späteren Zeitpunkt neu geordnet werden.

Für das beschriebene Plangebiet ist ein Energiekonzept zu erstellen, welches neben der energetischen Analyse der vorhandenen Rahmenbedingungen vor Ort - u. a. Lage und Verschattung der Grundstücke, energetische Infrastruktur - sowie den Handlungsansätzen und Leitgedanken der Stadt Mülheim an der Ruhr zu Klimaschutz und Klimaanpassung den *technischen Baustandard* festlegt, das geplante *Energieversorgungssystem* beschreibt sowie die *Effizienz* und die *Wirtschaftlichkeit* von Planungsalternativen untersucht, im Einzelnen:

- Ermittlung des Oberfläche-zu-Volumen-Verhältnisses (A / V-Verhältnis) der geplanten Gebäude als Maßzahl für den Heizenergiebedarf
- Festlegung des zu realisierenden Baustandards: EnEV 2014, Passivhaus, Energieplus-gebäude
- Ermittlung des sich auf der Grundlage des Baustandards ergebenden Primärenergie- und Endenergiebedarfes der geplanten Gebäude
- Darstellung der geplanten Energieversorgung: dezentral / zentral, eingesetzte Erzeugungstechnologien, Energieträger(mix): fossile Energieträger, erneuerbare Energien
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die Versorgungsalternativen mit Ausweis der CO_2-Emissionen.

Festlegungen zum Energieeffizienzstandard in Neubaugebieten sind von der Stadt Mülheim bislang nicht gefasst worden.

Zielsetzung des zu erstellenden Energiekonzeptes für das Bebauungsgebiet O 35 ist es, unter ökologischen und technischen Aspekten sinnvolle Versorgungskonzepte zu untersuchen, wirtschaftlich zu bewerten und eine Handlungsempfehlung zu erarbeiten.

Einzelheiten der Auftragsbearbeitung wurden am 7. August 2014 in Mülheim an der Ruhr auf der Grundlage einer Ortsbegehung des Planungsgebietes besprochen.

2 BESCHREIBUNG DES BAUGEBIETES O 35

Das für das Bauvorhaben als allgemeines Wohngebiet zur Verfügung stehende überwiegend städtische Baugrundstück befindet sich im Süd-Westen der Stadt Mülheim an der Ruhr. Das rund 1,1 ha große Plangebiet soll in zwei Bauabschnitten für Wohnzwecke bebaut werden.

Der nördliche Teilbereich des Plangebietes wird derzeit als Tankstelle genutzt. Das restliche Grundstück liegt zurzeit brach und ist mit entsprechendem Bewuchs verwildert. Ein Teil der Fläche wird als Schotterparkplatz genutzt. Das angrenzende Umfeld ist durch zweigeschossige Wohnbebauung gekennzeichnet (siehe **Anhang I**).

Mit dem ersten Bauabschnitt (WA1) soll entlang der Großenbaumer Straße eine Wohnnutzung in Form von zweigeschossigem Geschosswohnungsbau realisiert werden. Für den ruhenden Verkehr ist der Bau einer Tiefgarage angedacht.

Im südöstlichen Bereich des Plangebietes (WA2) sollen Einfamilienhäuser realisiert werden. Diese Wohngebäude sollen ebenfalls als maximal zweigeschossige Baukörper errichtet werden. Hier soll der ruhende Verkehr in Form von Garagen auf dem jeweiligen Grundstück untergebracht werden. Die Erschließung der Einfamilienhäuser soll über den bereits bestehenden Erschließungsstich für die Wohngebäude Saarnberg 89, 91 und 93 über die Diedenhofer Straße erfolgen.

In diesem Zusammenhang sollen auch die Standorte der vorhandenen Wertstoffsammelstelle und der bestehenden Transformatorstation des RWE neu festgelegt werden.

Der zweite Bauabschnitt (WA3) sieht zunächst die bauliche Weiternutzung als Tankstelle vor. Falls die Tankstelle aufgegeben wird, soll hier ebenfalls eine Wohnnutzung in Form von Geschosswohnungsbau realisiert werden. Auch hier wird die Realisierung einer Tiefgarage für den ruhenden Verkehr im weiteren Verfahren geprüft. Die Erschließung soll über den Saarnberg erfolgen.

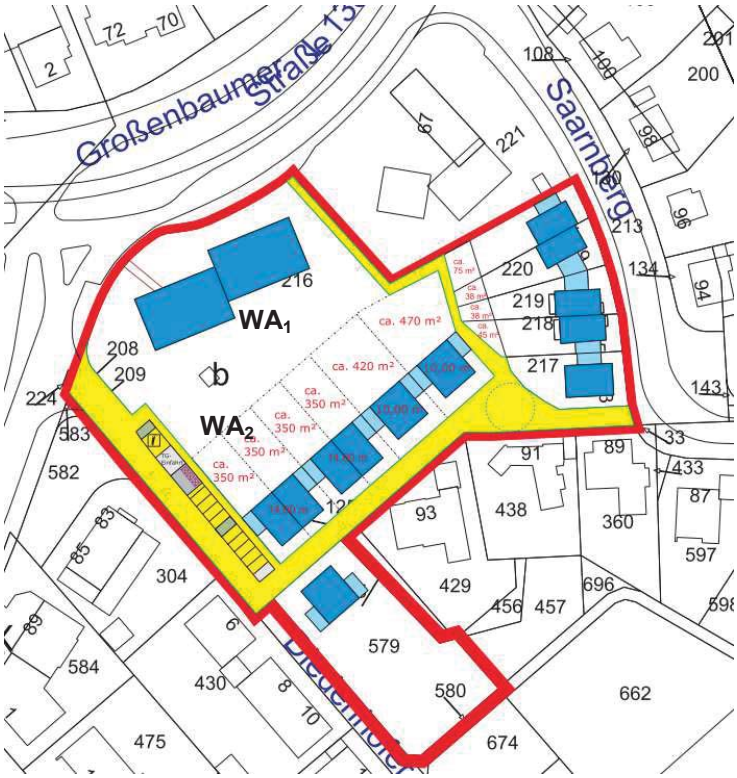
Die Energieversorgung der Gebäude im Umfeld des Plangebietes besteht aus Einzelfeuerungsanlagen überwiegend auf Basis Erdgas oder Heizöl.

3 ERMITTLUNG DES WÄRME- UND STROMBEDARFES

Ausgangspunkt des Energiekonzeptes für das Bebauungsgebiet O 35 ist die zu Grunde zu legende Bebauungsstruktur und der Wärmedämmstandard mit dem sich hieraus ergebenden Wärme- und Strombedarf.

Gemäß des städtebaulichen Konzeptes der Stadt Mülheim an der Ruhr (siehe nachfolgende Karte des Plangebietes mit der vorgesehenen Bebauungsstruktur) sind für das Plangebiet in Abschnitt

- WA1 zwei zweigeschossige Mehrfamilienhäuser (mit jeweils vier Wohneinheiten)
- WA2 insgesamt sechs Einfamilienhäuser geplant, wobei vier der Einfamilienhäuser als Doppelhaushälften und zwei als freistehende Gebäude ausgeführt werden sollen. Beide Haustypen sollen ebenfalls in zweigeschossiger Bauweise ausgeführt werden.



Die Häuser 217 bis 220 bestehen bereits auf städtischen Grundstücken, das bestehende Haus 579 befindet sich auf privatem Grund und Boden.

Für den Baustandard wurde vereinbarungsgemäß die *Energieeinsparverordnung (EnEV)* 2014 zu Grunde gelegt.

Neben der Versorgung des Plangebietes wurde auch die Wirtschaftlichkeit einer Nahwärmeversorgung unter Einbeziehung der bestehenden Gebäude in einem Umkreis von 200 Meter um das Plangebiet herum untersucht, um hierdurch das Absatzpotenzial für eine zentrale Wärmeversorgungsvariante zu erhöhen.

3.1 A / V-VERHÄLTNIS

Das A / V-Verhältnis ist in der Bauphysik und beim Wärmeschutznachweis gemäß EnEV eine wichtige Kenngröße für die Kompaktheit eines Gebäudes. Es wird berechnet als Quotient aus der wärmeübertragenden Hüllfläche, also allen Flächen, die Wärme an die Umwelt abgeben - Wände, Fenster, Dach - und dem beheizten Gebäudevolumen. Das A / V-Verhältnis beeinflusst entscheidend den Heizenergiebedarf eines Gebäudes und damit auch die Umweltauswirkungen der Beheizung.

Ein geringeres A / V-Verhältnis bedeutet bei gleichem Gebäudevolumen eine kleinere wärmeübertragende Außenfläche. Pro m³ Volumen ist somit weniger Energie notwendig, um die Wärmeverluste über die Gebäudehülle auszugleichen.

Große Gebäude weisen dabei naturgemäß kleinere A / V-Verhältnisse auf als beispielsweise Einfamilienhäuser. Typische Werte für Einfamilienhäuser liegen zwischen 0,8 und 1,0 m²/m³ bei Häusern mit vielen Erkern und Vorsprüngen. Bei großen, kompakten Gebäuden sind Werte bis unter 0,2 m²/m³ möglich.

Je kleiner das A / V-Verhältnis ist, um so geringer sind der Dämm-Aufwand und die damit verbundenen Kosten.

Anhand der geplanten Gebäude des Baugebietes O 35 gemäß EnEV 2014 ergeben sich die folgenden Oberflächen zu Volumen-Verhältnisse:

A / V-Verhältnis				
		Einfamilienhaus	**Doppelhaushälfte**	**Mehrfamilienhaus**
Länge	[m]	10,00	7,00	14,00
Breite	[m]	10,70	12,00	22,10
Höhe	[m]	5,40	5,40	5,40
Volumen	[m³]	577,80	453,60	1.670,76
Oberfläche	[m²]	452,16	319,40	980,95
A / V		0,783	0,704	0,587

3.2 WÄRMEBEDARF

Für die vorgesehene Bebauungsstruktur wird der Wärmebedarf (Gebäudeheizlast) in Anlehnung an die EnEV 2014 und die DIN EN 12831 (*Heizungsanlagen in Gebäuden - Verfahren zur Berechnung der Norm-Heizlast*) ermittelt.

Unter Zugrundelegung einer Geschosshöhe von 2,70 Meter ergeben sich für die einzelnen Haustypen die folgenden Gebäudeheizlasten.

Ermittlung der Gebäudeheizlasten				
		Einfamilienhaus	**Doppelhaushälfte**	**Mehrfamilienhaus**
Gebäudemaße	[m x m]	10,0 x 10,7	12,0 x 7,0	22,1 x 14,0
Gebäudeheizlast	[kW]	6,32	4,57	14,43
Gebäudeheizlast gesamt	**[kW]**	**59,79**		

Für die Berechnung der Heizlast der Häuser wurden die Standardwerte der EnEV 2014 verwendet. Diese Berechnung fast lediglich die Heizlast der Gebäude zusammen, die Warmwasserbereitstellung wird dort nicht berücksichtigt.

Für die Warmwasserbereitstellung wird die Gebäudeheizlast mit einer Kesselspitzenlast auf der Grundlage statistischer Werte beaufschlagt.

Ermittlung des Gesamtwärmebedarfes				
		Einfamilienhaus	**Doppelhaushälfte**	**Mehrfamilienhaus**
Heizlast	[kW]	6,32	4,58	14,43
Kesselspitzenlast	[kW]	6,20	6,20	12,60
SUMME	[kW]	12,52	10,78	27,03
Anzahl der Einheiten	[-]	2	4	2
Gebäudeheizlast gesamt	**[kW]**	**122,19**		

Unter Berücksichtigung der für die Wärmeversorgung typischen Vollbenutzungsstunden von 2.000 Stunden pro Jahr errechnet sich für die einzelnen Gebäudetypen der folgende Primär- und Endenergiebedarf:

Energiebedarf				
		Einfamilienhaus	**Doppelhaushälfte**	**Mehrfamilienhaus**
Primärenergiebedarf	[kWh Hu/a]	14.045	10.169	32.056
Endenergiebedarf	[kWh/a]	12.640	9.152	28.851

3.3 STROMBEDARF

Die Berechnung des Strombedarfes (Leistungsermittlung) erfolgt auf der Grundlage der DIN 18015 (*Elektrische Anlagen in Wohngebäuden*).

Ermittlung des Stromleistungsbedarfes				
		Einfamilienhaus	**Doppelhaushälfte**	**Mehrfamilienhaus**
DIN-Leistung am Hausaschluss	[kW]	14,5	14,5	36,0
Anzahl der Einheiten	[-]	2	4	2
Leistung je Gebäudeart insgesamt	[kW]	29,0	58,0	72,0
Gebäudestromlast gesamt	**[kW]**	**159,00**		

Unter Berücksichtigung der für die Stromversorgung typischen Vollbenutzungsstunden von 600 Stunden pro Jahr ergibt sich ein Gesamtstrombedarf von rund 95 MWh pro Jahr.

3.4 WÄRMEBEDARF DER GEBÄUDE IM UMKREIS VON 200 METER

Die Ermittlung des Wärmebedarfes für die Gebäude im Umkreis von 200 Meter um das Plangebiet herum wurde mithilfe eines von der Stadt Mülheim zur Verfügung gestellten Bebauungsplanes durchgeführt.

Durch Sichtung und Abschätzung der Beschaffenheit der Häuser auf der Grundlage von Satellitenaufnahmen wurde die Anzahl und die Art der Bebauung abgeschätzt. In dem zu betrachtenden Umkreis befinden sich ca. 75 Häuser unterschiedlicher Bauart (Ein- bis Achtfamilienhäuser). Auf Grundlage dieser Abschätzung und einer Beurteilung der Energieeffizienz der Gebäudehülle wurde eine Gesamtheizlast für das Plangebiet und den Gebäudebestand von ca. 3,2 MW ermittelt.

3.5 ANSCHLUSSMÖGLICHKEITEN AN DIE BESTEHENDE VERSORGUNG

Bezüglich der Anschlussmöglichkeiten des Plangebietes an die Strom- und Erdgasversorgung sowie ggf. an eine bestehende Wärmeversorgung des örtlichen Energieversorgers medl Mülheimer Energiedienstleistungsgesellschaft mbH wurde eine entsprechende Versorgungsanfrage gestellt (siehe **Anhang II**).

Vom Grundsatz her sind gemäß Auskunft der medl mit den berechneten Wärme- und Strombedarfsdaten die Anschlussmöglichkeiten an das bestehende Erdgas- und das Stromnetz gegeben. Eine Anschlussmöglichkeit an eine bestehende Nahwärmeversorgung besteht auf Grund der räumlichen Entfernung zur nächsten Nahwärmeversorgung aus wirtschaftlichen Gründen nicht.

4 ENERGIEVERSORGUNGSKONZEPTE

Im Folgenden werden die für das Bebauungsgebiet O 35 untersuchten Energieversorgungsvarianten dargestellt und die durchgeführten Wirtschaftlichkeitsberechnungen erläutert. Diesbezüglich wurden für die vorliegende Bebauungsstruktur zentrale und dezentrale Versorgungskonzepte untersucht.

Zentrale Wärmeversorgung

- Brennwertheizzentrale
- Wasser / Wasser-Wärmepumpenanlage
- erdgasbefeuertes Blockheizkraftwerk (BHKW)

Dezentrale Wärmeversorgung

- Einzelfeuerungsanlagen / Brennwertthermen

Nahwärmekonzept für die umliegenden Gebäude

4.1 ZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

Die zentrale Wärmeversorgung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Wärme an einem zentralen Punkt erzeugt und dann in geeigneten Verteilungsnetzen an die einzelnen Endkunden weitergegeben wird.

Diese Versorgungsmöglichkeit erfordert in der Regel zusätzlich zu den Wohngebäuden den Bau eines geeigneten Heizhauses (sofern keine geeigneten Kellerräume oder Nebengebäude zur Verfügung stehen) sowie den Aufbau eines Wärmenetzes (Doppel-Wärmeleitungssystem mit Heizungsvorlauf- und Heizungsrücklaufleitung):

4.1.1 BRENNWERTHEIZZENTRALE

Die grundsätzliche Versorgungsmöglichkeit des Baugebietes O 35 besteht aus einer zentralen erdgas- oder heizölbefeuerten Kesselanlage (Heizzentrale mit Heizhaus) in Verbindung mit einem Nahwärmenetz.

Entsprechend den Anforderungen des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetzes (EEWärmeG) ist ein Anteil des Wärmebedarfes aus 15 Prozent solarer Strahlungsenergie, 30 Prozent gasförmiger Biomasse, 50 Prozent fester, flüssiger Biomasse oder 50 Prozent Geothermie zu decken. Dies kann beispielsweise über den Einsatz von Bioerdgas als Brennstoff erfolgen oder aber über den Einsatz einer Solarthermieanlage.

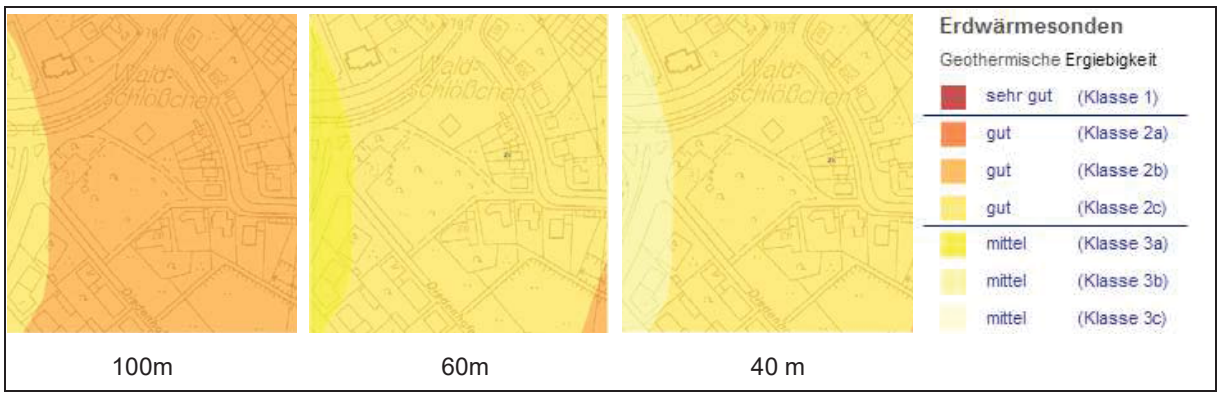
Auf Grund der am Baugebiet O 35 vorhandenen Erdgasleitung unter Berücksichtigung der im Wesentlichen gleichen Wärmegestehungskosten einer Heizöl- und einer Erdgas-Brennwertheizzentrale wird mit Blick auf den besseren CO_2-Faktor von Erdgas im Folgenden lediglich eine Gas-Brennwertheizzentrale betrachtet. Zusätzlich wird eine solarthermische Anlage auf den Dächern der Mehrfamilienhäuser angenommen und entsprechend in die Berechnung einbezogen.

4.1.2 WASSER / WASSER-WÄRMEPUMPENANLAGE

Ausschlaggebend für den Einsatz einer Wärmepumpe sind ein hoher Wirkungsgrad und eine hohe Leistungszahl (Maß für die Energieeffizienz) der Wärmepumpe selber sowie die geothermische Ergiebigkeit des Grund und Bodens im Bebauungsgebiet.

Um eine Wasser / Wasser-Wärmepumpe nutzen zu können, müssen Erdsonden in das Erdreich gelegt werden. Diese werden für den vorliegenden Fall mit 100 Meter Tiefe unterstellt, um eine hohe Leistungszahl der Wärmepumpe zu erreichen. Eine Luft / Wasser-Wärmepumpe ist bei einer zentralen Lösung auf Grund des schlechteren Wirkungsgrades unseres Erachtens nicht zu empfehlen.

Die geothermische Ergiebigkeit (Eignung des Bodens im Baugebiet O 35 für Erdwärmesonden in 100 Meter Tiefe) wurde anhand der Datensammlungen der NRW-Landeseinrichtung *Geologischer Dienst Nordrhein-Westfalen - Landesbetrieb* - (www.gd.nrw.de) untersucht (siehe Abbildung 4). Hieraus ergibt sich eine grundsätzlich technisch gute Eignung des Baugebietes O 35 für den Einsatz von Wärmepumpen mit Erdwärmesonden:

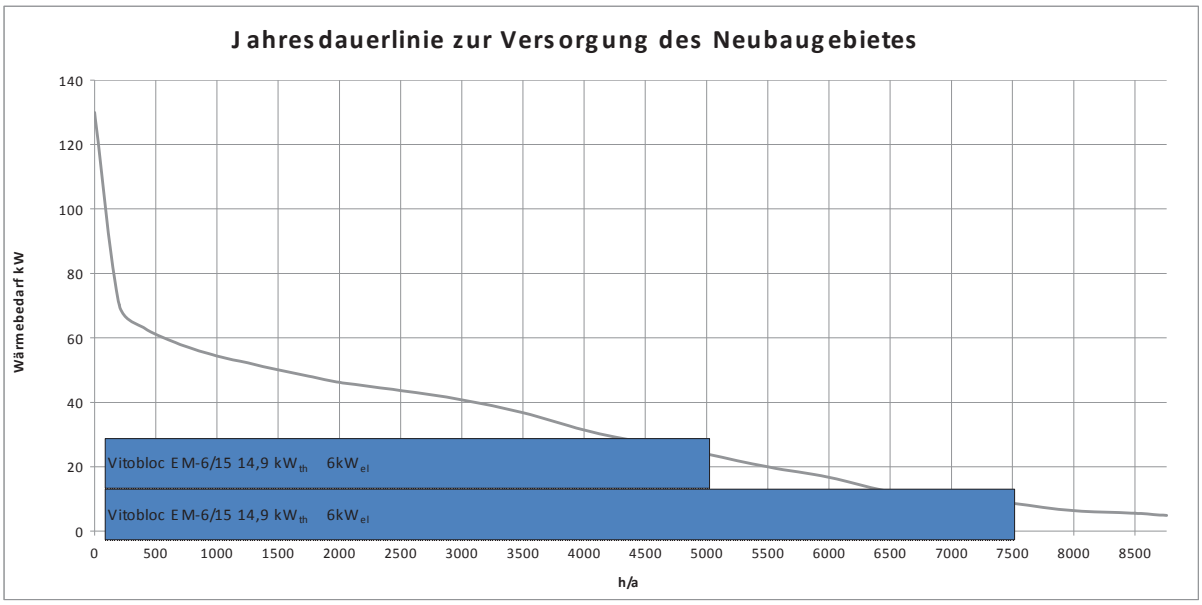


4.1.3 ERDGASBEFEUERTES BLOCKHEIZKRAFTWERK (BHKW)

Eine Möglichkeit zur zentralen Wärmeerzeugung ist der Einsatz eines erdgasbetriebenen Blockheizkraftwerkes (BHKW) zur gleichzeitigen (gekoppelten) Erzeugung von Wärme und Strom zur Deckung der Grundlast in Verbindung mit einem erdgasbefeuerten Brennwert-Spitzenlastkessel.

Auf der Grundlage der ermittelten Wärmebedarfswerte für das Baugebiet ergibt sich die folgende geordnete Jahresdauerlinie. Mit ihrer Hilfe erfolgt die Dimensionierung der BHKW-Aggregate. Die Auslegung erfolgt dabei so, dass rund 20 Prozent der Wärmeleistung durch das BHKW gedeckt werden und die übrigen 80 Prozent durch den Spitzenlastkessel, der auch während der Wartung und bei Störungen des BHKW die Versorgung übernimmt.

Aus Gründen der Versorgungssicherheit und der Erzeugungsflexibilität wurden im vorliegenden Fall zwei baugleiche Module mit einer thermischen Leistung von jeweils 14,9 kW (6 kW_{el}) gewählt. Die Spitzenlasten werden durch einen Brennwertkessel mit 130 kW thermischer Leistung gedeckt (siehe **Anhang III**).



4.2 DEZENTRALE WÄRMEVERSORGUNG

Die dezentrale Wärmeversorgung zeichnet sich dadurch aus, dass jeder Haushalt die Erzeugung der Wärme selber übernimmt. Die Errichtung eines Heizhauses und eines Nahwärmenetzes entfällt.

Erdgasbefeuerte Brennwerttherme

Die Effizienz moderner Brennwertgeräte ist in den vergangenen Jahren stark gestiegen. Durch die höhere Effizienz ergibt sich ein geringerer Primärenergieeinsatz sowie verringerter CO_2-Ausstoß für gleiche Raumtemperaturen im Vergleich mit einfachen Thermen. In Kombination mit einer Niedertemperaturheizung, beispielsweise in Form einer Fußbodenheizung, ist eine weitere Effizienzsteigerung möglich, welche sich positiv auf den Energieverbrauch und den CO_2-Ausstoß auswirkt. Ein Teil der Warmwasserbereitstellung ist dabei gemäß EEWärmeG mittels Solarkollektoren (Solarthermie) zu realisieren.

4.3 NAHWÄRMEVERSORGUNGSKONZEPT FÜR DIE UMLIEGENDEN GEBÄUDE

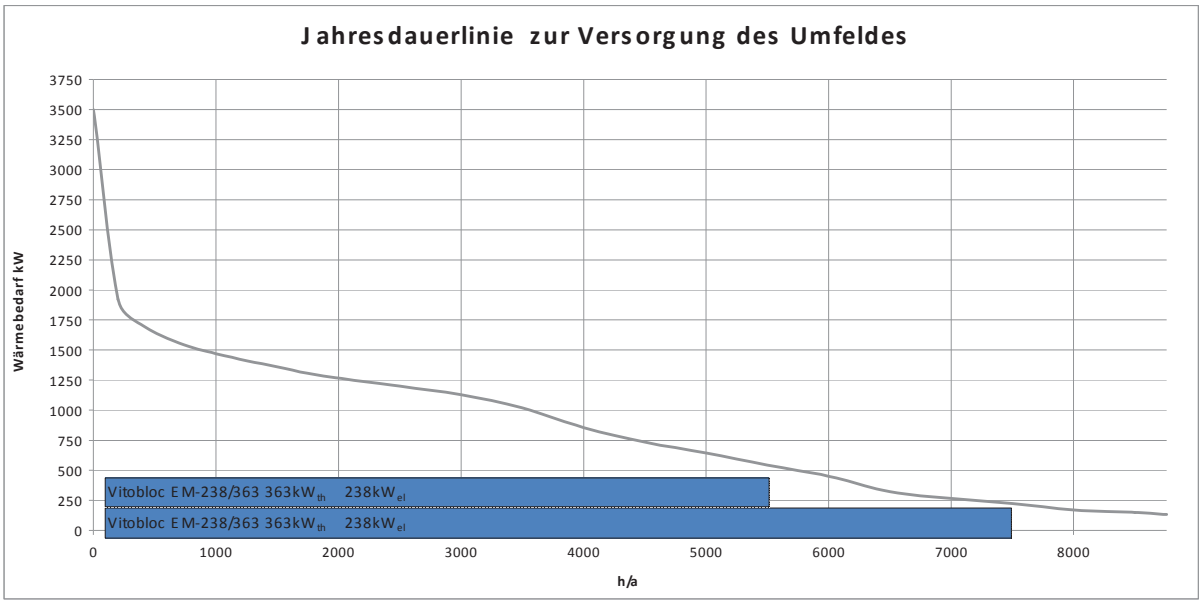
Die Wirtschaftlichkeit von Nahwärmeversorgungen hängt entscheidend von der Wärmedichte (Wärmeabgabe je Meter Leitungsnetz) ab. Zur Erhöhung der Wärmedichte wurde daher von Seiten der Stadt Mülheim an der Ruhr untersucht, welche Gebäude sich im Umfeld des Baugebietes O 35 theoretisch für einen Anschluss an eine Nahwärmeversorgung eignen würden. Heraus kam dabei ein Radius um das Baugebiet von rund 200 Metern, was einem Gebäudebestand von rund 75 Gebäuden entspricht.

Für die Energieversorgung der rund 75 Gebäude wurden zwei zentrale Versorgungssysteme untersucht:

- erdgasbefeuerte BHKW-Anlage
- erdgasbefeuerter Heißwasserkessel.

Diese Versorgungssysteme werden mit dem bisherigen dezentralen Versorgungssystem verglichen. Es wird angenommen, dass die umliegenden Gebäude über Brennwertthermen mit üblichen Nutzungsgraden versorgt werden.

Die Auswahl des Blockheizkraftwerkes erfolgte analog zu der Auswahl des Blockheizkraftwerkes für das Baugebiet O 35 auf der Grundlage der folgenden ermittelten Jahresdauerlinie:



Die BHKW-Auswahl fiel auf zwei baugleiche Module, wodurch ein Großteil des Wärmebedarfes über die Kraft-Wärme-Kopplung gedeckt werden kann. Die Deckung der Spitzenlast wird durch einen Heißwasserkessel gewährleistet. Der gleiche Spitzenlastkessel wird als Berechnungsgrundlage für die zentrale Versorgung benutzt. Die Wahl fiel auf einen 4,5 MW Heißwasserkessel.

4.4 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNGEN VERSORGUNGSVARIANTEN UND CO_2-EMISSIONEN

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die einzelnen Versorgungsvarianten erfolgen annuitätisch in Anlehnung an die VDI 2067 (*Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen*).

Im Folgenden werden die technischen und wirtschaftlichen Eingangsdaten der Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Versorgungsvarianten vergleichend nebeneinander gestellt und erläutert.

Der ermittelte Wärmebedarf und die jeweilige Wärmeerzeugung der Versorgungsvarianten sind in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

Energiebezogene Eingangsdaten der Versorgungsvarianten					
		BHKW	Wärmepumpe	dezentr. Thermen	zentr. Kessel
Daten der Verbraucher:					
- Wärmebedarf	kW	122	122	122	122
- Jahreswärmebedarf	MWh/a	272	272	272	272
- Solarthermie	MWh/a	-	-	23	78
Daten BHKW:					
- Anzahl der Module		2	-	-	-
- Wärmeleistung	kW	30	-	-	-
- Generatorleistung	kW	12	-	-	-
- erzeugte Wärmemenge	MWh/a	186	-	-	-
- erzeugte Strommenge	MWh/a	74	-	-	-
- Vollaststunden	h/a	6.250	-	-	-
- Nutzungsgrad	%	94,14	-	-	-
- Wärmeleistung Spitzenkessel	kW	170			
- erzeugte Wärmemenge Spitzenkessel	MWh/a	100			
- Vollaststunden Spitzenkessel	h/a	586			
- Nutzungsgrad Spitzenkessel	%	90,00			
Daten Wärmepumpe					
- Anzahl der Module	-	-	1	-	-
- Wärmeleistung	kW	-	180	-	-
- erzeugte Wärmemenge	MWh/a	-	270	-	-
- Vollaststunden	h/a	-	1.500	-	-
- Nutzungsgrad	-	-	3,80	-	-
Daten dezentr. Brennwerttherme					
- Anzahl der Module	-	-	-	8	-
- Wärmeleistung	kW	-	-	226	-
- erzeugte Wärmemenge	MWh/a	-	-	203	-
- Vollaststunden	h/a	-	-	900	-
- Nutzungsgrad	%	-	-	90,03	-
Daten zentr. Brennwertkessel					
- Anzahl der Module	-	-	-	-	
- Wärmeleistung	kW	-	-	-	170
- erzeugte Wärmemenge	MWh/a	-	-	-	204
- Vollaststunden	h/a	-	-	-	1.200
- Nutzungsgrad	%	-	-	-	90,00
- Erdgasbezug KWK	MWh/a	278	-	-	-
- Erdgasbezug Spitzenkessel	MWh/a	111	-	-	-
- Erdgasbezug Brennwertkessel	MWh/a	-		226	227
- Strombezug Wärmepumpe	MWh/a	-	71	-	-
- Energiebezug gesamt	MWh/a	388	71	226	227

Investitionen

Die Investitionen für die Anlagen wurden aus vergleichbaren Projekten abgeleitet oder auf der Grundlage von Richtpreisangeboten aus Herstelleranfragen angesetzt.

Jährliche Kosten (ohne Energie)

Für die Ermittlung der **kapitalgebundenen Kosten** (Abschreibungen, Zinsen, Tilgung) wurde der Zinssatz auf 3,00 Prozent p. a. festgelegt. Die technisch-wirtschaftliche Nutzungsdauer ergibt sich für die einzelnen Anlagenteile aus der VDI 2067.

Die **betriebsgebundenen Kosten** der neuen Anlagen werden anhand der Investitionen und den Prozentsätzen gemäß der VDI 2067 errechnet. Für die bestehenden Anlagen lagen keine Kosten für Wartung, Betrieb und Personalkosten vor. Ausgehend von der VDI 2067 werden daher für bestehende Anlagen die Betriebskosten wie bei den Neuanlagen angesetzt.

Sonstige Kosten für *Versicherung* und *Verwaltung* werden für die Neuanlagen mit 0,5 und 1,5 Prozent pro Jahr der Investitionen berücksichtigt. Für bestehende Anlagen werden die gleichen Kosten wie bei einer Neuanlage berücksichtigt.

Verbrauchsgebundene Kosten (Energiekosten)

Für den Gaseinsatz wird der gemittelte *Erdgaspreis* der Region herangezogen. Gegenüber konventionellen Heißwasserkesselanlagen sind Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK) Erdgas- bzw. Energiesteuer befreit.

Die Ermittlung des reinen *Strompreises* erfolgt analog zum Erdgaspreis auf der Grundlage des Preisniveaus in der Region.

Für alle KWK-Anlagen, die ab dem 1. Januar 2012 in Betrieb gehen oder modernisiert werden, wird eine KWK-Zuschlagszahlung gewährt. Die Vergütung gestaltet sich dabei wie folgt:

- Anlagen bis 50 kW (für den Leistungsanteil bis 50 kW) 5,41 ct/kWh
  (Inbetriebnahme ab dem 1. Januar 2009 bis 31. Dezember 2020) befristet auf 10 Jahre
- Anlagen von 50 bis 250 kW (für den Leistungsanteil von 50 bis 250 kW) 4,00 ct/kWh
  (Inbetriebn. vom 1. Januar 2009 bis 31. Dezember 2020) max. 30.000 Betriebsstunden
- Anlagen von 250 bis 2000 kW (für den Leistungsanteil von 250 bis 2000 kW) 2,40 ct/kWh
  (Inbetriebn. vom 1. Januar 2009 bis 31. Dezember 2020) max. 30.000 Betriebsstunden

Für die Einspeisung ins öffentliche Netz ergibt sich die Vergütung aus dem Baseload-Preis gemäß Börsenpreis an der EEX Leipzig (Mittelwert der vergangenen vier Quartale) und den vermiedenen Netzentgelten:

- 4. Quartal 2013 3,754 ct/kWh
- 1. Quartal 2014 3,350 ct/kWh
- 2. Quartal 2014 3,124 ct/kWh
- 3. Quartal 2014 3,150 ct/kWh

Hieraus errechnet sich ein Gesamtpreis aus dem Baseload-Preis von 3,526 ct/kWh. Die vermiedenen Netzentgelte werden mit 0,73 ct/kWh angesetzt. Gemäß EEG 2014 wird vom errechneten Stromerlös 35 Prozent der EEG-Umlage (6,24 ct/kWh) abgezogen, da mit der Neufassung des EEG 2014 das so genannte *Eigenstromprivileg* (die Befreiung von selber erzeugtem KWK-Strom von der EEG-Umlage) im Wesentlichen abgeschafft wurde. Hieraus errechnet sich für den Stromerlös:

KWK-Bonus	5,410	ct/kWh
Baseload-Preis	3,345	ct/kWh
Vermiedene Netzentgelte	0,730	ct/kWh
. /. EEG-Umlage (35 %)	./. 2,184	ct/kWh
Gesamtvergütung	**7,301**	**ct/kWh**

Unter Zugrundelegung der genannten Kosten und Preise ergeben sich die in der folgenden Tabellen zusammengestellten Wirtschaftlichkeitsdaten für die einzelnen Versorgungsvarianten. Eine Stromgutschrift für den selber erzeugten Strom (vermiedener Strombezug aus dem Netz der öffentlichen Versorgung) erfolgt nur bei der untersuchten BHKW-Anlage.

Kostenbezogene Eingangsdaten der Versorgungsvarianten					
		BHKW	**Wärmepumpe**	**dezentr. Thermen**	**zentr. Kessel**
kapitalgebundene Kosten					
- Zinssatz	%	3,0	3,0	3,0	3,0
- rechnerische Nutzungsdauer	a	nach VDI 2067	nach VDI 2067	nach VDI 2067	nach VDI 2067
- mittlere gewichtete Nutzungsdauer	a	29,5	40,0	17,7	26,4
- Annuität	%	5,15	4,33	7,37	5,54
verbrauchsgebundene Kosten					
- spez. Gaspreis **KWK** (Mischpreis):	€/MWh(Hu)	58,22		-	-
- spez. Gaspreis **HWK** (Mischpreis):	€/MWh(Hu)	63,72	0,00	63,72	63,72
- Strompreis:		-	168,90	-	-
- Hilfsenergiekosten	€/a	1.100	1.100	1.100	1.100
betriebsgebundene Kosten					
- Module:	€/MWh el	121,50	-	-	-
- Maschinentechnik:	%	nach VDI 2067	-	-	-
- Elektrotechnik:	%	nach VDI 2067	-	-	-
- Bauteil:	%	nach VDI 2067	-	-	-
- Nahwärmenetz:	%	nach VDI 2067	-	-	-
- Personal:	€/a	15.000	15.000	1.200	15.000
sonstige Kosten					
- Versicherung:	%/a	0,5	0,5	0,5	0,5
- Verwaltung:	%/a	1,5	1,5	1,5	1,5
Stromgutschrift	€/MWh	73,01	0	0	0

Die Investitionen der einzelnen Versorgungssysteme, die mit den Investitionen verbundenen Kosten, die Betriebskosten sowie die Wärmegestehungskosten sind in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

Investitionen und Wärmegestehungskosten der Versorgungsvarianten					
		BHKW	Wärmepumpe	dezentr. Thermen	zentr. Kessel
Investitionen:					
Maschinen- und elektrotechnischer Teil:					
- KWK-Module inkl. Schmierölversorgung:	T€	52	0	0	0
- Lüftung KWK/HWK:	T€	3	0	0	0
- HWK inkl. Brenner:	T€	16	0	0	16
- Brennstoffversorgung:	T€	1	1	1	1
- Netzumwälzung:	T€	8	5	0	8
- Armaturen:	T€	19	11	4	13
- Rohrleitungen inkl. Dämmung:	T€	5	5	0	5
- Elektrotechnik:	T€	20	20	0	20
- Regelungstechnik:	T€	10	10	0	10
- Stahlschornstein/Abgassystem:	T€	19	0	0	14
- Hilfseinrichtungen:	T€	9	0	33	4
- Pufferspeicher	T€	5	5	16	5
- Wärmepumpe	T€	0	54	0	0
- Erdsondenbohrung	T€	0	185	0	0
- Brennwerttherme	T€	0	0	42	0
- Solarthermie	T€	0	0	96	200
SUMME:	T€	167	296	192	297
Bauteil:					
- Baukonstruktionen:	T€	45	45	0	45
SUMME:	T€	45	45	0	45
Nahwärmenetz:					
- Wärmeverteilung (z. B. KMR):	T€	75	75	0	75
- Hausübergabestationen:	T€	20	20	0	20
SUMME:	T€	95	95	0	95
Gesamtsumme:	**T€**	**307**	**436**	**192**	**437**
Kosten:					
- kapitalgebundene Kosten	€/a	15.812	18.867	14.130	24.181
- verbrauchsgebundene Kosten	€/a	24.303	13.101	15.497	15.540
- betriebsgebundene Kosten	€/a	28.370	24.800	4.949	22.017
- sonstige Kosten	€/a	5.164	7.747	3.837	7.757
- Gesamtkosten	€/a	73.649	64.514	38.412	69.495
- Stromerlöse	€/a	5.366	0	0	0
Wärmegestehungskosten:	**€/a**	**68.284**	**64.514**	**38.412**	**69.495**
spezifische Wärmegestehungskosten:	**€/MWh**	**252**	**238**	**154**	**359**

Im Ergebnis zeigt sich, das die Wärmegestehungskosten bei der dezentralen Versorgungsvariante am geringsten sind. Bei dieser Variante sind auch die Investitionen deutlich geringer als bei den zentralen Lösungen, was aus den zusätzlichen Investitionen für das Bauteil der Heizzentrale sowie das Nahwärmenetz herrührt.

CO_2-Emissionen

Die Wärmegestehungskosten der Versorgungsvarianten bilden die wirtschaftliche Seite der einzelnen Anlagenkonfigurationen ab.

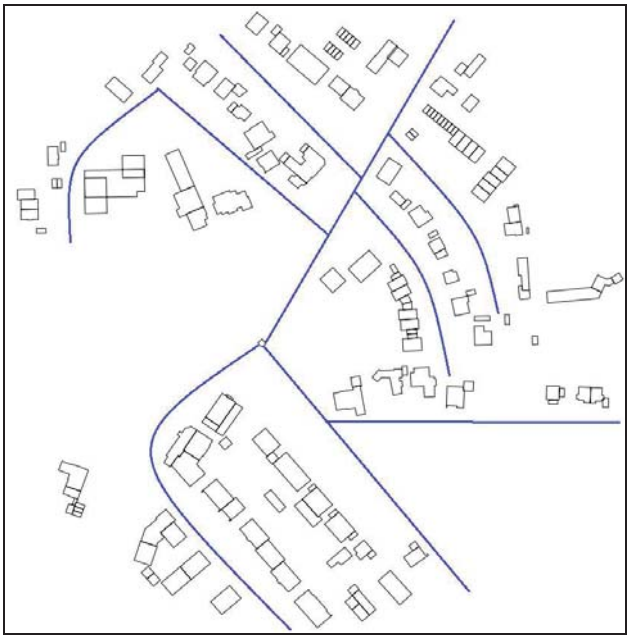
Die ökologische Bewertung erfolgt anhand des erforderlichen Energieeinsatzes unter Berücksichtigung der *äquivalenten CO_2-Emissionen*. Da die bei Verbrennungsprozessen neben CO_2 entstehenden Gase jeweils unterschiedlich starke Treibhauseffekte bewirken, werden diese Treibhausgase in ihrer Relation zu CO_2 in einer einheitlichen Bemessungsgrundlage (CO_2-Äquivalente) berücksichtigt.

Das Ergebnis der ökologischen Bewertung ist in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

		BHKW	Wärmepumpe	dezentr. Thermen		zentraler Kessel	
				Erdgas	Heizöl	Erdgas	Heizöl
Emissionsfaktoren Energieträger	g/kWh	247	557	247	319	247	319
CO_2-Ausstoß	t/a	54,921	39,576	55,806	72,074	55,975	72,292

4.5 WIRTSCHAFTLICHKEITSBERECHNUNG NAHWÄRME-VERSORGUNG DER UMLIEGENDEN GEBÄUDE

Auf der Grundlage des von der Stadt Mülheim an der Ruhr ermittelten Gebäudepotenziales haben wir das erforderliche Nahwärmenetz nach Länge, Dimension und Investitionsvolumen überschlägig projektiert. Die in blau eingezeichneten Leitungen in der nachfolgenden Zeichnung bilden dabei das unterstellte Wärmeversorgungsnetz ab.



Die Kosten für den Bau des Nahwärmenetzes sind dabei vergleichsweise hoch, da das Wärmenetz innerhalb eines bestehenden Wohngebietes neu verlegt werden müsste, mit den entsprechenden Kosten für Tiefbau und Oberflächenwiederherstellung im Vergleich zur Verlegung im Rahmen einer Neubaumaßnahme mit in der Regel offenen Baugruben.

Um den höheren Wärmebedarf zu decken, muss die elektrische und thermische Leistung der BHKW-Anlage und des Spitzenkessels entsprechend angepasst werden. Dies ist mit höheren Investitionen verbunden, was mit Blick auf die Wärmegestehungskosten durch einen entsprechend höheren Wärmeabsatz auszugleichen wäre, damit die Gestehungskosten zumindest den aktuellen Kosten entsprechen. Neben dem erhöhten Investitionsvolumen ist es allerdings fraglich, ob die Eigentümer bestehende Verträge und Anlagen zur Wärmeversorgung aufgeben, um Wärme aus einem neu gebauten BHKW zu beziehen. Hierzu müssten die Wärmekosten im Vergleich zur Ist-Situation mindestens gleich bleiben (bei ggf. höherem Komfort) oder aber (deutlich) sinken.

Analog zur Wirtschaftlichkeitsberechnung für das Baugebiet O 35 haben wir die Wirtschaftlichkeit der Umlandversorgung untersucht. Das Ergebnis ist in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Energiebezogene Eingangsdaten der Umlandversorgung				
		Vitobloc 200 EM-238/363 BHKW	**Vitomax 200 LW 4,5 MW** Heißwasserkessel	**IST-Zustand**
Daten der Verbraucher:				
- Wärmebedarf	kW	3.323	3.323	3.323
- Jahreswärmebedarf	MWh/a	6.646	6.646	6.646
Daten BHKW:				
- Anzahl der KWK-Module		2	-	-
- Wärmeleistung KWK	kW	726	-	-
- Generatorleistung KWK	kW	476	-	-
- erzeugte Wärmemenge KWK	MWh/a	4.719	-	-
- erzeugte Strommenge KWK	MWh/a	3.015	-	-
- Vollaststunden KWK	h/a	6.500	-	-
- Nutzungsgrad KWK	%	90,10	-	-
- Wärmeleistung Spitzenkessel	kW	4.500	-	-
- erzeugte Wärmemenge Spitzenkessel	MWh/a	2.277	-	-
- Vollaststunden Spitzenkessel	h/a	506	-	-
- Nutzungsgrad Spitzenkessel	%	90,00	-	-
Daten zentraler Brennwertkessel				
- Anzahl der HWK		-	1	-
- erzeugte Wärmemenge HWK		-	6.995,79	-
- Vollaststunden KWK		-	1.554,62	-
- Nutzungsgrad HWK		-	90,00	-
Daten dezentrale Brennwertkessel				
- Anzahl der HWK		-	-	150
- erzeugte Wärmemenge HWK		-	-	6.646,00
- Vollaststunden KWK		-	-	1.661,50
- Nutzungsgrad HWK		-	-	90,00
- Erdgasbezug KWK	MWh/a	8.671	-	-
- Erdgasbezug Spitzenkessel/HWK	MWh/a	2.530	7.773	7.384
- Erdgasbezug gesamt	MWh/a	11.201	7.773	7.384

Investitionen und Wärmegestehungskosten der Umlandversorgung				
		Vitobloc 200 EM-238/363 BHKW	Vitomax 200 LW 4,5 MW Heißwasserkessel	IST-Zustand
Investitionen:				
Maschinen- und elektrotechnischer Teil:				
- KWK-Module inkl. Schmierölversorgung:	T€	375	0	0
- Lüftung KWK/HWK:	T€	2	1	0
- HWK inkl. Brenner:	T€	143	143	0
- Brennstoffversorgung:	T€	1	1	0
- Netzumwälzung:	T€	6	4	0
- Armaturen:	T€	55	55	0
- Rohrleitungen inkl. Dämmung:	T€	5	5	0
- Elektrotechnik:	T€	20	20	0
- Regelungstechnik:	T€	10	10	0
- Stahlschornstein/Abgassystem:	T€	35	23	0
- Hilfseinrichtungen:	T€	10	4	0
- Pufferspeicher	T€	30	30	0
- Wärmetauscher	T€	13	13	0
SUMME:	T€	706	309	0
Bauteil:				
- Baukonstruktionen:	T€	60	60	0
SUMME:	T€	60	60	0
Nahwärmenetz:				
- Wärmeverteilung (z. B. KMR):	T€	677	667	0
- Hausübergabestationen:	T€	197	197	0
SUMME:	T€	874	864	0
Gesamtsumme:	**T€**	**1.640**	**1.233**	**0**
Kosten:				
- kapitalgebundene Kosten	€/a	86.039	59.522	0
- verbrauchsgebundene Kosten	€/a	666.022	495.302	470.537
- betriebsgebundene Kosten	€/a	48.330	38.314	0
- sonstige Kosten	€/a	22.025	15.924	0
- Gesamtkosten	€/a	822.416	609.062	470.537
- Stromerlöse	€/a	153.267	0	0
Wärmegestehungskosten:	**€/a**	**669.149**	**609.062**	**470.537**
spezifische Wärmegestehungskosten:	**€/MWh**	**101**	**92**	**71**

Die Wirtschaftlichkeit einer BHKW-Anlage oder einer zentralen Kesselanlage ist auf Grund der höheren Investitionen nicht gegeben. Da bei der Berechnung davon ausgegangen wurde, dass die umliegenden Haushalte über ein Heizungssystem verfügen, wurden für den Ist-Zustand keine Investitionen beaufschlagt.

CO_2-Emissionen

Das Ergebnis der ökologischen Bewertung der Nahwärmeversorgung unter Einbeziehung der Umlandgebäude ist in der nachfolgenden Tabelle wiedergegeben.

		Vitobloc 200 EM-238/363	Vitomax 200 LW 4,5 MW		IST-Zustand
		BHKW	Heißwasserkessel	Heizöl betrieben	
Emissionsfaktoren Energieträger	**g/kWh**	247	247	319	247
CO_2-Ausstoß	**t/a**	1.087	1.920	2.480	1.824

5 ALTERNATIVER HANDLUNGSANSATZ

Die oben beschriebenen Versorgungsvarianten fußen auftragsgemäß auf dem Wärmeenergiebedarf entsprechend der EnEV 2014. Aus Sicht eines wirtschaftlich handelnden Unternehmers als Bauträger mit Blick auf die Renditeerwartung gibt es keinen Grund, diesen Standard überzuerfüllen.

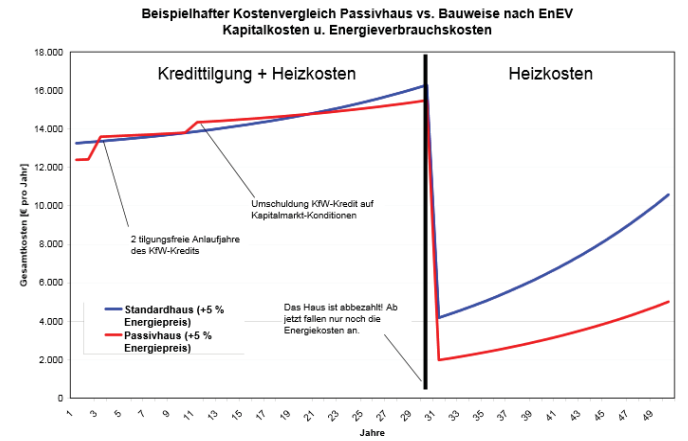
Mit Blick auf die Klimaschutzziele der Stadt Mülheim an der Ruhr entsprechend der Leitgedanken zu Klimaschutz und Klimaanpassung liegt die am meisten effiziente, innovative und nachhaltige Versorgung aber im Nicht-Verbrauch von Energie. Jede Kilowattstunde Energie, die nicht benötigt wird, trägt daher am meisten zum Klimaschutz und Ressourcenschutz bei, da hierfür keine Folgekosten für Energiebeschaffung, Energietransport, Anlagentechnik, Instandhaltung und Erneuerung anfallen.

Ein dementsprechender Ansatz für das Baugebiet O 35 liegt in der bautechnischen Übererfüllung der EnEV 2014 in Form von Passiv- oder Energie-Plus-Häusern. Die höheren Baukosten beispielsweise für ein Passivhaus im Vergleich zu einem gleichen Haus mit Standard der EnEV 2014 (ca. 10 bis 15 Prozent) werden durch die geringeren Betriebskosten (Verringerung um bis zu 65 Prozent im Vergleich zur EnEV 2014) relativiert.

Ein Passivhaus zeichnet sich durch eine optimale Dämmung mit 3-fach-Verglasung und kontrollierte Lüftung unter Ausnutzung der vorhandenen inneren Wärmelasten und Wärmerückgewinnung aus. Hierdurch entsteht lediglich noch ein geringer Rest-Wärmebedarf, der in der Regel mittels einer Stromheizpatrone oder einer Luft- / Wasser-Wärmepumpe (Leistungszahl 3,2 bis 4,0 keine Bohrung für Erdwärmesonden, keine Verlegung von Erdwärmekollektoren) über eine Fußbodenheizung mit niedrigen Vorlauf- und Rücklauftemperaturen gedeckt wird.

Das Passivhaus hat zusätzlich Anspruch auf eine entsprechende Förderung durch die KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau)-Bank mit zinsgünstigen Darlehen. EnEV 2014-Haus und Passivhaus können nach 30 Jahren mit nahezu gleichen jährlichen Kosten für Energie, Tilgung und Zinsen abgezahlt werden. Nach der Finanzierungsphase sind lediglich noch die Energiekosten zu rechnen, welche bei dem Passivhaus lediglich rund 40 bis 50 Prozent des Standardhauses gemäß EnEV 2014 ausmachen (siehe nachfolgendes Bild).

Die Betrachtung der Gesamtkosten beider Bauvarianten über einen Zeitraum von 50 Jahren ergibt folgendes Bild:



(Quelle: www.energiereferat.stadt-frankfurt.de)

Würde das ganze Baugebiet O 35 in Passivhausbauweise ausgeführt, ergäbe sich ein Energiebedarf von rund 51,7 kW, welcher rund ein Drittel des CO_2-Äquivalent bedeutet im Vergleich zu dem EnEV-Standardhaus (rund 60 Tonnen pro Jahr).

6 ZUSAMMENFASSUNG

Auftragsgemäß hat die E·S·T GmbH, Essen für die Stadt Mülheim an der Ruhr ein Energiekonzept für den Bebauungsplan O 35 *Großenbaumer Straße / Saarnberg* erstellt.

Das rund 1,1 ha große Baugebiet soll in zwei Bauabschnitten als Wohnnutzung in Form von zweigeschossigem Geschosswohnungsbau mit eventueller Tiefgarage (WA1 und WA3) sowie in zweigeschossigem Einfamilienhausbau mit Garagen (WA2) entwickelt werden. Insgesamt sollen hier 14 Wohneinheiten entstehen.

Hierzu wurden die folgenden zentralen und dezentralen Energieversorgungsvarianten in Bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit und die Umweltauswirkungen untersucht:

Zentrale Wärmeversorgung

- Brennwertheizzentrale
- Wasser / Wasser-Wärmepumpenanlage
- erdgasbefeuertes Blockheizkraftwerk (BHKW)

Dezentrale Wärmeversorgung

- Einzelfeuerungsanlagen / Brennwertthermen

Zusätzlich erfolgte die Untersuchung der Einbeziehung von rund 75 Gebäuden im Umfeld des Baugebiets im Rahmen einer Nahwärmeversorgung mit und ohne BHKW.

Mit Blick auf die Leitgedanken der Stadt Mülheim an der Ruhr zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung ergibt sich das folgende Fazit:

- In Bezug auf das Baugebiet O 35 ist die dezentrale Lösung in Form von erdgasbefeuerten Brennwertthermen mit Solarunterstützung gemäß des EEWärmeG für diese Konstellation die wirtschaftlichste Lösung. Die Installation einer Fußbodenheizung wirkt sich dabei positiv auf die Effizienz der Heizungsanlage aus.
- Bei den betrachteten zentralen Lösungen sind zusätzlich Investitionen für die Errichtung eines Heizhauses und des Wärmenetzes erforderlich (zusammen ca. 140.000 €). Diese zusätzlichen Kosten werden aber nicht durch die Effizienz der zentralen Heizungsanlage und die Wärmedichte kompensiert. Erst bei steigendem Wärmebedarf beginnen zentrale Lösungen wirtschaftlicher zu werden.
- Die Einbeziehung der Gebäude im Umfeld des Baugebietes führt weder mit einer BHKW-Lösung noch einer zentralen Kesselanlage zu wirtschaftlich gleichwertigen Wärmegestehungskosten im Vergleich zur aktuellen dezentralen Versorgung.
- Erdgas wird auch zukünftig eine wichtige Rolle im Wärmemarkt spielen, dann aber mehr und mehr auch in Form von Bioerdgas mit einem wesentlich geringeren CO_2-Äquivalent. Mit Blick auf die umweltauswirkungen stellt demzufolge eine zentrale oder dezentrale Versorgungslösung auf Basis von Bioerdgas als Brennstoff in Verbindung mit einem effizienten Heizungssystem eine weitere Handlungsoption dar, um die Klimaschutzziele der Stadt Mülheim an der Ruhr zu erreichen.

- Unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit hat E·S·T darüber hinaus untersucht, welche wirtschaftlichen und ökologischen Auswirkungen eine Übererfüllung der EnEV 2014 in Form von Passivhäusern hat. Mit Blick auf die Klimaschutzziele der Stadt Mülheim an der Ruhr wäre hierdurch langfristig der größte Nutzen für die Umwelt zu erreichen. Die höheren Kosten für den Bau eines Passivhauses werden über die Lebensdauer des Gebäudes durch die geringeren Kosten für die Wärmebereitstellung relativiert. Die monatlichen Kosten zur Finanzierung und zur Deckung der Wärmekosten sind nahezu identisch.
- Fraglich in diesem Zusammenhang ist allerdings, ob sich ein bestimmter Versorgungs- oder Gebäudestandard im Rahmen der Bauleitplanung festschreiben lässt und ob ein gewinnorientierter Bauträger bereit ist, den jeweils gültigen Stand der Technik überzuerfüllen.

Die Handlungsempfehlung für das Bebauungsgebiet O 35 Großenbaumer Straße / Saarnberg ist eine Bebauung in Passivbauweise, da sich auf Grund der geringen Heizlast des Baugebietes eine zentrale Energieversorgung wirtschaftlich nicht darstellen lässt.

Die Vermeidung von klimaschädlichen Treibhausgasen wird beim Bau von Passiv- (oder Energie-Plus-)Häusern mit Blick auf die Nachhaltigkeit am besten gewährleistet.

Essen, 17. November 2014

E·S·T Gesellschaft für Energiesystemtechnik mbH

Thomas Daun
Geschäftsführer

ANHANG

I Fotodokumentation des Baugebietes O 35

II Versorgungsanfrage Baugebiet O 35

III Aufstellungsplan BHKW-Anlage

I Fotodokumentation des Baugebietes O 35

Fotodokumentation Bebauungsplan O 35 vom 7. August 2014

Parkplatz (WA1)

Trafostation RWE (WA1)

Ecke Diedenhofer Straße / Saarnberg (WA2)

Saarnberg (WA2)

Fußweg Saarnberg / Großenbaumer Straße (WA2)

Fußweg Saarnberg / Großenbaumer Straße (WA2)

Blick vom Fußweg auf Parkplatz (WA1)

Parkplatz (WA1)

II Versorgungsanfrage Baugebiet O 35

E·S·T
EnergieSystemTechnik
Gesellschaft für Energiesystemtechnik mbH

E·S·T GmbH · Postfach 10 10 14 · 45010 Essen

Friedrichstraße 12 · 45128 Essen
Telefon: (02 01) 8 20 32 - 0
Telefax: (02 01) 8 20 32 - 32
E-Mail: est.consult@est-essen.de
www.est-essen.de

medl Mülheimer
Energiedienstleistungs GmbH
Postfach 10 05 61

45405 Mülheim an der Ruhr

Ihr Ansprechpartner: Thomas Daun
Telefon-Durchwahl: (02 01) 8 20 32 - 13
Datum: 17. September 2014

Versorgungsanfrage zum Baugebiet O35 Großenbaumer Straße / Saarnberg
Unsere Projekt-Nr.: 110254

Sehr geehrte Damen und Herren,

die Stadt Mülheim hat unser Unternehmen mit der Erstellung eines Energiekonzeptes für den Bebauungsplan O35 Großenbaumer Straße / Saarnberg beauftragt. Im Zusammenhang mit der konzeptionellen Gestaltung der zukünftigen Bebauung und dem sich daraus ergebenden Energiebedarf zur Versorgung der Gebäude stellen wir die folgende Versorgungsanfrage an die medl Mülheimer Energiedienstleistungs GmbH:

- Anschlussmöglichkeiten und Anschlusskosten für einen Gasanschluss Wärmeleistungsbedarf ca. 120 bis 145 kW, Brennstoffbedarf ca. 250.000 bis 310.000 kWh_{Hu}
- Anschlussmöglichkeiten und Anschlusskosten für einen Stromanschluss Leistungsbedarf ca. 200 bis 210 kW
- ggf. Anschlussmöglichkeiten an eine bestehende Nahwärmeversorgung der medl.

Für Ihre Bemühungen bedanken wir uns im Voraus.

Für Fragen und weitere Erläuterungen steht Ihnen Thomas Daun gerne zur Verfügung.

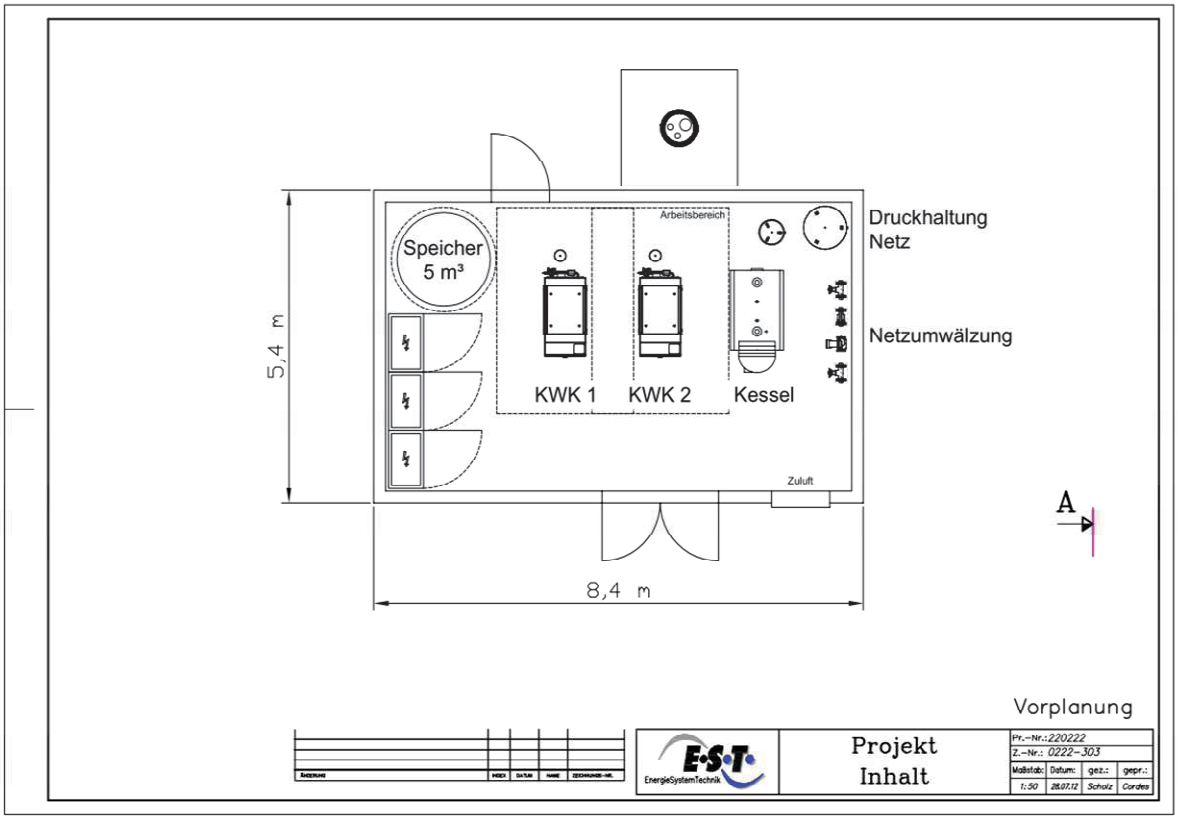
Mit freundlichem Gruß nach Mülheim an der Ruhr!

E·S·T Gesellschaft für Energiesystemtechnik mbH

Thomas Daun
Geschäftsführung

i. A. Dipl.-Ing. Carina Camin
Planung und Projektmanagement

III Aufstellungsplan BHKW-Anlage


Speicher
5 m³
Arbeitsbereich
KWK 1
KWK 2
Kessel
Druckhaltung
Netz
Netzumwälzung
Zuluft
5,4 m
8,4 m
A
Vorplanung
Projekt
Inhalt
Pr.-Nr.: 220222
Z.-Nr.: 0222-303
Maßstab: 1:50
Datum: 26.07.12
gez.: Scholz
gepr.: Cordes