Anlage 4

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

Wärmeversorgungskonzept

für das

Baugebiet Mainz-Finthen

bml-ing.de

Auftraggeber:

BPD Immobilienentwicklung GmbH
Lyoner Straße 15
60528 Frankfurt am Main

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Herbert Bischoff

Offenbach, den 25.07.2016

überarbeitet am 14.11.2016

Kapitel **Inhaltsverzeichnis**

Inhaltsverzeichnis

bml-ing.de

Kapitel **Seite**

1 Aufgabenstellung 3
2 Grundlagen 5
3 Wärmebedarf und Wärmeverbrauch 6
4 Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung 8
4.1 Variante A: Brennwerttherme mit Solarthermie 9
4.2 Variante B: Wärmepumpe (Luft / Wasser) 10
4.3 Variante C: Erdgas-BHKW 50 kW_{el} 11
4.4 Variante D: Biomasse-Heizwerk 12
5 Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung 13
5.1 Investitionskostenschätzung und kapitalgebundene Kosten 14
5.2 Verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten 15
5.3 Stromvergütung bei Varianten C 16
5.4 Wärme(rest)kosten 17
6 Primärenergiefaktor 18
7 Emissionsberechnung 19
8 Akteure, Finanzierung, Förderung 20
9 Zusammenfassung und Resümee 21
10 Anlagen 22

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Aufgabenstellung 1

Die Stadt Mainz hat im Stadtteil Mainz-Finthen südlich der Flughafenstraße ein Neubaugebiet mit 20 Einfamilien-, 14 Reihen- und 16 Reihenmittelhäusern ausgewiesen. Die bpd Immobilienentwicklung GmbH (bpd) wurde beauftragt, das Baugebiet zu erschließen und zu bebauen. Mit dem Ziel, die Energieverbräuche und CO_2-Emissionen des Wohneinheiten gering zu halten sowie die jährlichen Kosten für die Nutzer zu reduzieren, war im Auftrag der bpd ein Wärmeversorgungskonzept für das Baugebiet zu erarbeiten.

bml-ing.de

Um die technisch, wirtschaftlich und ökologisch günstigste Lösung für die Wärmeversorgung des Baugebietes zu finden, wurden vier technische Varianten betrachtet. Danach kann die Entscheidung über die zukünftige Wärmeversorgung getroffen sowie weitere Planungsschritte eingeleitet werden:

Variante A: Dezentrale Versorgung
Gasbrennwertkessel mit thermischer Solaranlage (zur Einhaltung des des EEWärmeG) jeweils pro Gebäude.

Brennstoff: Erdgas H

Variante B: Dezentrale Versorgung
Heizung mit Luft-Wasser-Wärmepumpe jeweils pro Gebäude

Energiequelle: elektr. Strom, Umgebungswärme

Variante C: Zentrale Versorgung
Nahwärmezentrale im Nordosten des Baugebietes (Annahme): Zentrales BHKW mit Spitzenkessel und technischen Subsystemen, Wärmebereitstellung mittels erdverlegtem Nahwärmenetz sowie indirekter Übergabestation jeweils pro Gebäude

Brennstoff:: Erdgas H

Variante D: Zentrale Versorgung
Nahwärmezentrale im Nordosten des Baugebietes (Annahme): Zentrale Holzpellet-Kesselanlage und technischen Subsysteme, Wärmebereitstellung mittels erdverlegten Nahwärmenetz sowie indirekter Übergabestationen jeweils Pro Gebäude

Brennstoff: Holzpellets

Die Investitionskosten der Versorgungsvarianten sind zu schätzen, dabei sind auch die notwendigen Subsysteme, wie Druckhaltung, Wasseraufbereitung, Pumpen und Armaturen, bauliche Maßnahmen etc. technisch und kostenmäßig zu erfassen.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Aufgabenstellung 1

Aus den kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten der Energieversorgungsvarianten sowie der Gutschrift aus der Stromerzeugung für die Variante C sind die Wärme(rest)kosten zu ermitteln und diese mit den anderen Varianten zu vergleichen.

Die ökologischen Auswirkungen der Energieversorgungsvarianten B, C und D sind im Vergleich zu der Variante A darzustellen. Hier ist insbesondere die Emission des Treibhausgases CO_2 zu bewerten.

Die Aufgabe besteht in der Erstellung eines solchen Energiekonzeptes, um die technisch und wirtschaftlich günstigste Variante herauszufinden. Das Ergebnis der Untersuchung ist in einem Abschlussbericht darzustellen und in einer Übersicht zusammenzufassen. Diese ist in **Anlage 1** enthalten.

Auftraggeber:	bpd Immobilienentwicklung GmbH Lyoner Straße 15 60528 Frankfurt am Main
Ansprechpartner :	Frau Feodora Wolff Tel.: 0 69 / 50 95 79 10 - 73 Fax: 0 69 / 50 95 79 10 - 73 E-Mail: f.wolff@bpd-de.de

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Materialien und Daten
Vor-Ort-Datenaufnahme
Gesetze, Normen und Richtlinien
Literatur

Grundlagen 2

Das vorliegende Energieversorgungskonzept wurde auf Basis folgender Grundlagen erstellt:

- unser Angebot vom 26.02.2016 und die Beauftragung der bpd vom 18.04.2016
- alle Daten, Informationen und Aspekte aus der Besprechung bei bpd vom 15.04.2016 sowie aus den per E-Mail übersendeten Unterlagen vom 20. und 22.04.2016 sowie 10.06.2016
- Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 29. Juni 2015 (BGBl. I S. 1010) geändert worden ist
- Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (EEWärmeG) vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722, 1732) geändert worden ist
- Gesetz zur Neuregelung des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG) vom 21. Dezember 2015
- Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) aus dem Jahre 1986, die zuletzt am 30. Juli 2002 (GMBl S. 511 vom 24. Juli 2002) geändert worden ist
- Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), die zuletzt am 08. September 2015 (GMBl S. 1474, 1487 vom 31. August 2015) geändert worden ist
- Energieeinsparverordnung (EnEV 2013) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I S. 1519), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 24. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1789, 1790) geändert worden ist
- VDI-Richtlinie 2067, Blatt 1: Berechnung der Kosten von Energieversorgungsanlagen - betriebstechnische und wirtschaftliche Grundlagen, September 2012
- Stromnetzentgeltverordnung vom 25. Juli 2005 (BGBl. I S. 2225), zuletzt geändert durch Artikel 312 VO vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474, 1519)
- Globales Emissions-Modell-Integrierter-Systeme (GEMIS), Version 4.94 (Stand 03/2015)
- KWK-Index EEX Leipzig (Stand Q2/2016)
- Erdgasbezug: ENTEGA Energie GmbH: Tarif ENTEGA Erdgas XL (Stand 01.11.2014)
  Strombezug: ENTEGA Energie GmbH: ENTEGA Ökostrom Gewerbe (Stand 01.01.2015)
  Holzpelletbezug: Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV, Stand 03/2016)
- ENTEGA Energie GmbH Website für Fördermittel (Stand 01/2016)
- Förderrichtlinien der Mainzer Stiftung für Klimaschutz und Energieeffizienz für KWK-Anlagen (Stand 01/2016)
- Förderrichtlinien des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle für elektrische Wärmepumpen mit der Wärmequelle Luft (Stand 01/2016)

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Wärmebedarf und Wärmeverbrauch** 3

Untersuchungsgebiet
Wärmebedarf
Wärmeverbrauch

Wärmebedarf und Wärmeverbrauch 3

Das Untersuchungsgebiet liegt am westlichen Rand des Stadtteils Mainz-Finthen südlich der Flugplatzstraße. Als Nutzung ist ausschließlich Wohnbebauung in Einzel- und Reihenhäusern vorgesehen.

bml-ing.de

Der Wärmebedarf der zukünftigen Gebäude wird begrenzt durch die Berechnung der Heizlast nach DIN 12831 einschließlich eines Zuschlags für die Warmwasserbereitung, die die maximal benötigte Wärmeleistung für ein Gebäude darstellt. Die Heizlastberechnung erfolgt hier nach dem vereinfachten Hüllflächenverfahren mit den nach EnEV maximal zulässigen Wärmedurchgangswerten (U-Werte). Zukünftig ist aufgrund politischer Vorgaben von weiter sinkenden Wärmeenergiebedarfswerten auszugehen. Die zurzeit gültige EnEV 2014 (Fortschreibung 01.01.2016) nähert sich bereits fast dem Passivhausstandard an.

Die Stadt Mainz sieht in dem Merkblatt „Anforderungen der Stadt Mainz an Energiekonzepte" die Betrachtung verschiedener Gebäudestandards vor. Hierbei sollen neben EnEV-Standard auch Passiv- und KfW-Effizienzhausstandards berücksichtigt werden. Welche Gebäudestandards zur Anwendung kommen, muss in einem städtebaulichen Vertrag zwischen der Stadt Mainz und dem Investor geregelt werden. Der hier berechnete Wärmeverbrauch reduziert sich um bis zu 40 % bei Planung nach Passivhausstandard.

Bei der Berechnung des Wärmebedarfs der Gebäude sind zwei verschiedene Bedarfswerte zu unterscheiden: aus dem Hüllflächenverfahren lässt sich der gesamte Wärmeverlust, also der Wärmebedarf der Heizung ermitteln. Dieser Wert ist noch um einen sog. Kesselzuschlag zu erhöhen, um den Wärmebedarf der Warmwasserbereitung berücksichtigen zu können. Zu diesen zwei verschiedenen Bedarfswerten gehört je ein Gleichzeitigkeitsfaktor, der der nachstehenden Tabelle zu entnehmen ist. Nach Multiplikation der zusammengehörigen Werte ergeben sich daraus zwei Wärmehöchstlasten, die zusammenaddiert wurden, um die Gesamtwärmehöchstlast bei den Varianten C und D zu bekommen. Bei den Varianten A und B, in denen die Wärmeversorgung nicht zentral ist, wurden die Kesselzuschläge durch verschiedene Gleichzeitigkeitsfaktoren je nach Gebäudetyp ermittelt und nach Multiplikation als Gesamtwärmebedarf zusammenaddiert. Die Details der Berechnung sind aus der **Anlage 2** zu entnehmen.

	Heizwärmebedarf	Wärmebedarf der Warmwasserbereitung
Wärmebedarf	274 kW	173 kW
Gleichzeitigkeitsfaktor	0,8	0,1
Wärmehöchstlast	219 kW	17 kW
Wärmehöchstlast Gesamt bei Var. C und D	237 kW	
Wärmebedarf Gesamt bei Var. A + B	447 kW	

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Untersuchungsgebiet
Wärmebedarf
Wärmeverbrauch

Wärmebedarf und Wärmeverbrauch 3

Auch bei der Berechnung des Wärmeverbrauchs ist neben dem Wert für Heizung, der sich aus dem obengenannten Leistungsbedarf unter Berücksichtigung der spezifischen Vollbenutzungsstunden ergibt, der Warmwasserverbrauch einzubeziehen. Nach EnEV 2014, Anlage 1, 2.2, ist für Wohngebäude von einem spezifischen Verbrauch für Warmwasser in Höhe von 12,5 kWh/(m²*a) auszugehen. Im Fall der zentral versorgten Varianten C und D sind die Wärmeverluste des Nahwärmenetzes zu berücksichtigen. Die Berechnung ist **Anlage 4, Blatt 4** zu entnehmen. Somit ergibt sich der Gesamtwärmeverbrauch zu:

bml-ing.de

	Wärmeverbrauch	Spez. Wärmeverbrauch
Heizungs-Wärmeverbrauch Warmwasser-Wärmeverbrauch	411 MWh/a 122 MWh/a	42,4 kWh/m²
Gesamt-Wärmeverbrauch Kunden Netzwärmeverlust bei Varianten C und D	533 MWh/a 76 MWh/a	54,9 kWh/m² -
Gesamt-Wärmeerzeugung	609 MWh/a	-

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung** 4

Variante A: Brennwerttherme + Solarthermie 4.1
Variante B: Wärmepumpe (Luft / Wasser) 4.2
Variante C: Erdgas-BHKW 50 kWel 4.3
Variante D: Biomasse-Heizwerk 4.4

Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung 4

Die Technischen Konzeptionen der Wärmeversorgung für alle Versorgungsvarianten sind nach den im Kapitel 3 genannten Wärmebedarfszahlen ausgelegt, der daraus ermittelten Bedarfsganglinie sowie den benötigten Heizwassertemperaturen. Berücksichtigt werden Brennwertthermen mit thermischen Solaranlagen, Luft-Wasser-Wärmepumpe, Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) mit Brennstoff Erdgas sowie Holzpelletkessel. Das Konzept mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlage (KWK) ist mit einem Brennwertkessel als Spitzenkessel mit dem Brennstoff Erdgas ergänzt.

bml-ing.de

In den folgenden Abschnitten sind die Varianten der Wärmeversorgung mit ihren Technischen Konzeptionen im Einzelnen erläutert. Die Leistungswerte der Erzeugungsanlagen und ihrer Komponenten sind für alle Varianten in der Tabelle „Zusammenstellung der Versorgungsvarianten" in **Anlage 1** vollständig aufgeführt.

Liefer- und Leistungsgrenzen sind

Input : Brennstoffbereitstellung, Versorgung auf dem Grundstück und Entsorgung der Asche durch Müllabfuhr (Variante D)

Output : Heizwasser am Ausgang des Wärmetauschers im Gebäude;
Stromeinspeisung in das Niederspannungsnetz der ENTEGA GmbH

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung** 4

- **Variante A: Brennwerttherme + Solarthermie** 4.1
- Variante B: Wärmepumpe (Luft / Wasser) 4.2
- Variante C: Erdgas-BHKW 50 kWel 4.3
- Variante D: Biomasse-Heizwerk 4.4

Variante A: Brennwerttherme mit Solarthermie 4.1

Aufbau: Errichtung von dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen mit Brennwerttherme und Solarthermie zur Versorgung der jeweiligen Gebäude mit Wärme zur Heizung und Warmwasserbereitung.

Brennstoff: Kessel – Erdgas H

bml-ing.de

Standort: Dezentral in den Gebäuden

Komponenten: Gas-Brennwertkessel in verschiedenen Größen je nach Gebäudebedarf,
Thermische Einzelleistungen ca. von 6 bis 12 kW, insgesamt 50 Stück
Zur Kessel gehörende außenliegende Kaminanlagen, Höhe ca. 9m,
Herstellen eines neuen Erdgashausanschlusses,
Thermische Solaranlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung (nach EEWärmeG 15% der gesamten Wärmeerzeugung), Fläche je nach Gebäudebedarf,
Rohrleitungen, Armaturen und Wärmedämmung,
E- und MSR-Technik,
Anteiliger Raumbedarf für die Heizung.

Layoutentwurf: **Anlage 8**, Zeichnungsnummer Var. A

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung** 4

Variante A: Brennwerttherme + Solarthermie 4.1
• Variante B: Wärmepumpe (Luft / Wasser) 4.2
Variante C: Erdgas-BHKW 50 kWel 4.3
Variante D: Biomasse-Heizwerk 4.4

Variante B: Wärmepumpe (Luft / Wasser) 4.2

Aufbau: Errichtung von dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen mit Luft-Wasser-Wärmepumpen zur Versorgung der jeweiligen Gebäude mit Wärme zur Heizung und Warmwasserbereitung.

Standort: Dezentral in den Gebäuden

bml-ing.de

Komponenten: Wärmepumpe (Luft / Wasser) Innenaufstellung,
einzelne thermische Leistungen: ca. von 3 bis 9 kW
zzgl 3 kW Elektroheizstab
mittlere Jahresarbeitszahl ca. 3,7
Pufferspeicher in jedem Gebäude, mit verschiedenen Volumen,
Rohrleitungen, Armaturen und Wärmedämmung,
E- und MSR-Technik,
Anteiliger Raumbedarf für die Heizung.

Layoutentwurf: **Anlage 8**, Zeichnungsnummer Var. B

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung** 4

Variante A: Brennwerttherme + Solarthermie 4.1
Variante B: Wärmepumpe (Luft / Wasser) 4.2
• Variante C: Erdgas-BHKW 50 kWel 4.3
Variante D: Biomasse-Heizwerk 4.4

Variante C: Erdgas-BHKW 50 kW_{el} 4.3

Aufbau: Errichtung einer zentralen Wärmeerzeugungsanlage mit motorgetriebenem BHKW und Spitzenkessel mit Nahwärmenetz zur Versorgung der angeschlossenen Gebäude mit Wärme zur Heizung und Warmwasserbereitung. Rückeinspeisung des erzeugten Stroms mit Zuschlag nach KWK-Gesetz.

bml-ing.de

Brennstoff: BHKW-Modul – Erdgas H
Spitzenkessel – Erdgas H

Standort: Heizzentrale im Nordosten des Versorgungsgebietes

Komponenten: Motormodul mit Generator und Schallschutzhaube als Package,
Leistung ca. 81 kW_{th}, ca. 50 kW_{el},
Pufferspeicher in der Heizzentrale, Volumen ca. 2,5 m^3 für ca. 1 h Volllast,
1 Gasbrennwertkessel incl. modulierendem Brenner,
Leistung 1 x ca. 170 kW,
Leistungsauslegung: ca.34% der Wärmehöchstlast als Redundanz,
Herstellen eines neuen Erdgasanschlusses,
neue Kaminanlage außerhalb des Gebäudes zweizügig, H = ca. 9 m,
Druckhaltung, Heizungswasseraufbereitung,
Rohrleitungen und Armaturen in der Heizzentrale, Wärmedämmung nach EnEV aus Mineralwolle und Blechummantelung,
Be- und Entlüftung, Elektro- und MSR-Technik,
Nahwärmenetz KMR-Rohr Dämmserie 3, erdverlegt,
indirekte Übergabestationen in den Verbrauchergebäuden,
Warmwasserbereitung kundenseitig

Darstellung: Jahresdauerlinie **Anlage 3**, Blatt 1

Lageplan: **Anlage 7**, Plannummer WK-03

Layoutentwurf: **Anlage 8**, Plannummer H-03

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Technische Konzeptionen der Wärmeversorgung** 4

Variante A: Brennwerttherme + Solarthermie 4.1
Variante B: Wärmepumpe (Luft / Wasser) 4.2
Variante C: Erdgas-BHKW 50 kWel 4.3
• Variante D: Biomasse-Heizwerk 4.4

Variante D: Biomasse-Heizwerk 4.4

Aufbau: Errichtung einer zentralen Wärmeerzeugungsanlage mit Holzpelletkessel mit Nahwärmenetz zur Versorgung der angeschlossenen Gebäude mit Wärme zur Heizung und Warmwasserbereitung.

Brennstoff: Biomassekessel – Holzpellets

bml-ing.de

Standort: Heizzentrale im Nordosten des Versorgungsgebietes

Komponenten: 2 Biomassekessel mit einer thermischen Leistung von 108kW und 135 kW,
Behälter und Fördersystem zur Austragung und Beschickung der Holzpellets,
Befüllrhythmus ca. 3-4 Füllungen pro Jahr
Pufferspeicher 7,5m³ in der Heizzentrale,
neue Kaminanlage außerhalb des Gebäudes zweizügig, H = ca. 9 m,
Druckhaltung, Wasseraufbereitung (Entsalzung und Dosierung),
Rohrleitungen und Armaturen in der Heizzentrale, Wärmedämmung nach EnEV aus Mineralwolle und Blechummantelung,
Be- und Entlüftung, Elektro- und MSR-Technik,
Nahwärmenetz KMR-Rohr Dämmserie 3, erdverlegt,
indirekte Übergabestationen in den Verbrauchergebäuden,
Warmwasserbereitung kundenseitig.

Darstellung: Jahresdauerlinie **Anlage 3, Blatt 2**

Lageplan: **Anlage 7**, Plannummer WK-03

Layoutentwurf: **Anlage 8**, Plannummer H-04

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung** 5

Investitionskostenschätzung 5.1
Verbrauchs- und Betriebskosten 5.2
Stromvergütung bei Varianten C 5.3
Wärme(rest)kosten 5.4

Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung 5

Die Wirtschaftlichkeit der Varianten der Wärmeversorgung wurde durch eine statische Wirtschaftlichkeitsrechnung (Kostenvergleichsrechnung) in Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2067 für alle technischen Varianten untersucht. Hiernach teilen sich die Kosten der Wärmeerzeugung auf in kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten und ergeben die Wärmekosten. Bei den Anlagen mit Stromerzeugung (Variante C) ist für den erzeugten Strom eine Vergütung in entsprechender Höhe abzuziehen. Die resultierenden Kosten sind die Wärme(rest)kosten.

bml-ing.de

Wesentliche Parameter waren für alle Rechenvorgänge die folgend aufgeführten Grundlagen:

- kalkulatorischer Zinssatz: 5,0 % / a
- Nutzungsdauer: Contracting-Vertragsdauer pauschal 15 a
- Erdgaspreis: ENTEGA Energie GmbH: Tarif ENTEGA Erdgas XL
- Holzpelletpreis: Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V.
- Strombezugspreis: ENTEGA Energie GmbH: ENTEGA Ökostrom Gewerbe
- Einspeisevergütung: für Erdgas-BHKW: nach KWK-Gesetz –
  für 50 kW_{el}: 116,45 € / MWh

Aus der Investitionskostenschätzung wurden die kapitalgebundenen Kosten nach der Annuitätenmethode mit einem zins- und nutzungsdauerabhängigen Annuitätsfaktor ermittelt. Die verbrauchsgebundenen Kosten umfassen in erster Linie Brennstoffkosten. Weiterhin sind alle verbrauchsabhängigen Kosten für Hilfsenergie und Hilfsstoffe berücksichtigt. Zu den betriebsgebundenen Kosten gehören Instandsetzung, Steuern und Versicherungen, Personalkosten und sonstige Kosten wie Wartung, Emissionsüberwachung durch Schornsteinfeger, Wärmeabrechnung etc.

Die vollständige Wirtschaftlichkeitsrechnung ist in **Anlage 4 Blatt 2** enthalten.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung** 5

- **Investitionskostenschätzung** 5.1
- Verbrauchs- und Betriebskosten 5.2
- Stromvergütung bei Varianten C 5.3
- Wärme(rest)kosten 5.4

Investitionskostenschätzung und kapitalgebundene Kosten 5.1

Die überschlägigen Investitionskosten aller Varianten wurden für alle Hauptkomponenten wie z.B. Motor-Modul des BHKW, Brennwertkessel, Wärmepumpe, Holzpelletkessel, Wärmespeicher, Wasseraufbereitung und Druckhaltung durch Einholung aktueller Richtpreise sowie auf Basis vorliegender Angebote geschätzt. Die Investitionskosten der übrigen Komponenten und Systeme wurden aus Herstellerpreislisten sowie von aktuellen vergleichbaren Projekten übernommen.

bml-ing.de

Der Summe der Einzelpositionen wurde noch ein ca. 5%-iger pauschaler Zuschlag für „Unvorhergesehenes" sowie Planungskosten nach HOAI hinzuaddiert.

In der **Anlage 4, Blatt 5 bis 8** zur statischen Wirtschaftlichkeitsrechnung sind alle Investitionstitel pro Variante bei der Ermittlung der kapitalgebundenen Kosten aufgeführt.

Im Folgenden die Investitionskostenschätzung und die kapitalgebundenen Kosten für alle Varianten (**Anlage 4, Blatt 2, 11 und 17**):

Kosten	Einheit	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Investitionskosten (brutto)	€	1.568.253	1.742.993	1.351.109	1.300.854
Kapitalgebundene Kosten (brutto)	€ / a	151.089	167.924	133.563	125.327

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Investitionskostenschätzung 5.1
• **Verbrauchs- und Betriebskosten 5.2**
Stromvergütung bei Varianten C 5.3
Wärme(rest)kosten 5.4

Verbrauchs- und betriebsgebundene Kosten 5.2

Die verbrauchsgebundenen Kosten umfassen in erster Linie Brennstoffkosten. Weiterhin sind alle verbrauchsabhängigen Kosten für Hilfsenergie und Hilfsstoffe berücksichtigt. Der Brennstoffverbrauch wurde bei den Varianten C und D mithilfe der Jahresdauerlinien bestimmt, die sich aus dem zuvor bestimmten Wärmebedarf der Heizungsanlage und dem ausgewählten BHKW-Modul / Biomassekessel aufstellen lässt. In **Anlage 3, Blatt 1 bis 2** sind die Jahresdauerlinien der KWK-Anlage und des Biomassekessels graphisch dargestellt. Anhand dieser lassen sich der Brennstoffverbrauch und –kosten sowie die Kosten für Hilfsenergie ableiten, die notwendig sind, um Wärme und Strom zu erzeugen. Die gesamten verbrauchsgebundenen Kosten sind der **Anlage 4, Blatt 9 bis 12** zu entnehmen.

bml-ing.de

Zu den betriebsgebundenen Kosten gehören Wartung und Instandhaltung, Steuern und Versicherungen, Personalkosten und sonstige Kosten wie Schornsteinfeger und Verbrauchsabrechnungen. Diese lassen sie sich aus **Anlage 4, Blatt 13 bis 16** entnehmen.

Die verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten aller Varianten sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Kosten	Einheit	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Verbrauchsgebundene Kosten (netto)	€ / a	36.763	39.843	59.821	42.891
Betriebsgebundene Kosten (netto)	€ / a	38.421	24.119	41.223	39.263

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Investitionskostenschätzung 5.1
Verbrauchs- und Betriebskosten 5.2
• **Stromvergütung bei Varianten C 5.3**
Wärme(rest)kosten 5.4

Stromvergütung bei Varianten C 5.3

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung von KWK-Anlagen ist der Bewertung der Stromerzeugung besonderes Gewicht beizumessen.

Im Fall des Erdgas-BHKW ist das KWK-Gesetz 2016 maßgebend, wobei für KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von bis zu 100 kW eine Rückspeisung in das vorgelagerte Netz des Netzbetreibers vorgesehen ist. Bei höheren Leistungen ist der erzeugte Strom auf dem Weg der Direktvermarktung an Letztverbraucher zu verwerten. Laut § 8 Absatz 1 des KWK–G 2016 wird für neue KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung bis zu 50 kW_{el} ein Zuschlag für den in das Netz der allgemeinen Versorgung eingespeisten Strom für 60.000 Vollbenutzungsstunden ab Aufnahme des Dauerbetriebs der Anlage gezahlt.

bml-ing.de

Hinzu kommt der durchschnittliche Grundlast-Strompreis der Strombörse Leipzig (EEX Base Load), der quartalsweise festgestellt wird und starken Schwankungen unterliegt, demzufolge wurde der Durchschnitt der letzten acht Quartale berücksichtigt (30,35 €/MWh).

Abschließend ist noch der Betrag für vermiedene Netznutzung des Vorlieferanten zu berücksichtigen, der mit durchschnittlich 6,10 €/MWh angesetzt wurde. Insgesamt beträgt die Einspeisevergütung somit 116,45 €/MWh.

Die Berechnung der erzeugten Strommenge, die Einspeisevergütung und die resultierende Stromvergütung ist **Anlage 4, Blatt 2, 11 und 17** zu entnehmen. Die errechnete Stromvergütung für Variante C ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

Beschreibung	Einheit	Variante C (Erdgas-BHKW)
Erzeugte Strommenge	MWh / a	308
Einspeisevergütung	€ / MWh	116,45
Resultierende Stromvergütung (netto)	€ / a	35.867

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Investitionskostenschätzung 5.1
Verbrauchs- und Betriebskosten 5.2
Stromvergütung bei Varianten C 5.3
• **Wärme(rest)kosten 5.4**

Wärme(rest)kosten 5.4

Die Wärme(rest)kosten ergeben sich durch die Addition der kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten abzüglich der Stromgutschrift der jeweiligen Variante. Die Ermittlung der kapital-, verbrauchs- und betriebsgebundenen Kosten für die Varianten ist in **Anlage 4, Blatt 1 bis 18** tabellarisch detailliert aufgeführt.

bml-ing.de

Die Ermittlung der Wärme(rest)kosten führt zu folgendem Ergebnis:

Kosten	Einheit	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Gesamte Jahreskosten	€ / a	202.149	205.075	213.238	187.471
Vergütung aus Stromerzeugung	€ / a	-	-	35.867	-
Wärme(rest)kosten	€ / a	202.149	205.075	177.415	187.471
Gesamt-Wärme-verbrauch Kunden	MWh / a	533	533	533	533
spez. Wärme(rest)-kosten (netto)	€ / MWh	379,29	384,78	332,88	351,75
MwSt. 19%	€ / MWh	72,07	73,11	63,25	66,84
spez. Wärme(rest)-kosten (brutto)	€ / MWh	451,36	457,89	396,13	418,59

Als Ergebnis ist festzustellen, dass die Variante C die wirtschaftlich günstigste Variante ist. Die Wärme(rest)kosten liegen um ca. 15% unter denen der Variante A. Dieser Unterschied lässt sich aus der Stromerzeugung und der dafür bezogenen Einspeisevergütung bei nahezu gleichen Jahreskosten erklären. Die spezifischen Wärme(rest)kosten der Variante D sind um ca. 5% höher als in Variante C.

Im Falle der Teilung des Baugebietes durch das Grundstück des mittleren Eigentümers („Sperrgrundstück") ist für die Varianten C und D mit wesentlich höheren spezifischen Kosten zu rechnen, so dass in diesem Fall die Einzelversorgungsvarianten A und B klar im Vorteil wären.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Primärenergiefaktor 6

Bei Neubauten wird für den Bauantrag der Wärmeschutznachweis nach EnEV benötigt. Als Kennwert der Effizienz der Wärmeerzeugung dient dazu der Primärenergiefaktor. Der Primärenergiefaktor gibt das Verhältnis der eingesetzten Primärenergie zur abgegebenen Endenergie an. Die Primärenergiefaktoren für alle Varianten der Wärmeversorgung wurden überschlägig nach AGFW-Arbeitsblatt FW 309 berechnet. Basis ist die AGFW 309 Teil 1, Kap. 3.3 Formel 2: Berechnung mit Planungsdaten. Wird hiermit ein Primärenergiefaktor zertifiziert, gilt diese Bescheinigung 7 Jahre. Die Folgebescheinigung ist dann mit Messwerten der letzten 3 Jahre aufzustellen.

bml-ing.de

In **Anlage 5** wurde der Primärenergiefaktor für alle vier Varianten ermittelt zu:

	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Abgegebene Endenergie				
Wärme	533 MWh/a	533MWh/a	624 MWh/a	624 MWh/a
Strom	-	-	318 MWh/a	-
Gesamt-Endenergie	533 MWh/a	533 MWh/a	942 MWh/a	624 MWh/a
Primärenergie-faktor	0,99	0,49	0,51	0,25

Damit liegt der Primärenergiefaktor der Variante D (Holzpelletkessel) am niedrigsten mit f_{PE} = 0,25 und bei der Variante A (Brennwerttherme mit Solarthermie) am höchsten mit f_{PE} = 0,99. Bei der wirtschaftlich günstigsten Variante (Erdgas-BHKW, Variante C) beträgt der PE-Faktor f_{PE} = 0,51.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Emissionsberechnung 7

Die ökologische Bewertung der Energieversorgungsvarianten wurde anhand des Programms „Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme (GEMIS, Version 4.94, 03/2015) vorgenommen. Dieses Programm wird allgemein als Standard für Vergleichsrechnungen von Schadstoffemissionen sowie Energie- und Ressourcenverbrauch energetischer Systeme eingesetzt.

bml-ing.de

Die Berechnungsergebnisse von GEMIS umfassen Energieverbrauch und Emissionen des eigentlichen Prozesses der Wärmeerzeugung einschließlich des Eigenbedarfs, sowie allen vorgelagerten Prozessketten wie Energiegewinnung, Transport und Verteilung.

Bei der Berechnung wurden Bruttowerte der Wärmeerzeugung der Variante A, B und D, in der kein Strom erzeugt wird, mit der Variante C verglichen. Daher ist die in den obengenannten Varianten die gegenüber Variante C fehlende Strommenge rechnerisch aus dem öffentlichen Netz zu beziehen und mit dazugehörigem Energieverbrauch und Emissionen einzurechnen.

Es wurden in GEMIS der Primärenergieverbrauch an nicht regenerativen Energieträgern sowie die Luftschadstoffemissionen Schwefeldioxid (SO_2), Stickstoffoxid (NO_x), Staub und die wichtigste Treibhausgasemission, CO_2 als Summenäquivalent berechnet. Die Berechnung ist der **Anlage 6, Blatt 2** zu entnehmen.

		Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
SO_2	kg/a	91	126	5	178
NO_x	kg/a	232	225	80	359
Staub	kg/a	14	16	7	55
CO_2	t/a	261	224	149	177
CO_2-Äquivalent	t/a	278	236	159	187
Primärenergie	MWh/a	1.130	849	757	675

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Akteure, Finanzierung, Förderung 8

Die Umsetzung des Wärmekonzepts im Fall der zentralen Versorgung (Variante C oder D) kann durch ein Energiedienstleistungsunternehmen (Contractor) erfolgen. Der Contractor ist dann mittels eines Ausschreibungsverfahrens zu finden und zu beauftragen. Auftraggeber ist der Eigentümer der Grundstücke zum Zeitpunkt der Erschließung. Die Vertragsdauer beträgt üblicherweise ca. 15 Jahre. Im Contractingvertrag sind die Modalitäten wie Vertragsverlängerung, Restwert festzulegen.

bml-ing.de

Die Finanzierung wurde im vorliegenden Konzept mit einem kalkulatorischen Zinssatz von 5%/a berechnet. Da die Kreditzinsen aktuell günstiger liegen, ist für eingesetztes Eigenkapital eine höhere Verzinsung zu erreichen.

Die ENTEGA Energie GmbH fördert Solarthermieanlagen ab 20m² mit 100 € je Anlage. Im vorliegenden Fall kommt dies nicht zum tragen, da die Anlagen kleiner sind.

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) fördert hocheffiziente Wärmepumpenanlagen mit 40 € pro kW, mindestens jedoch mit 1.500 € je Anlage für leistungsgeregelte und/oder monovalenten Wärmepumpen, bei allen sonstigen Wärmepumpen beträgt die Mindestförderung 1.300 € je Anlage. Des Weiteren fördert ENTEGA Energie GmbH Wärmepumpen mit 250 € je Anlage.

Variante C wird durch die Mainzer Stiftung für Klimaschutz und Energieeffizienz und nach KWK-G gefördert. Nach KWK-G § 18 haben Betreiber einen Anspruch auf einen Zuschlag für Wärmenetzte, wenn die Inbetriebnahme des Wärmenetzes bis zum 31.12.2022 erfolgt, innerhalb von 36 Monaten mindesten 60% Wärme aus KWK-Anlagen geliefert wird sowie die Zulassung gemäß § 20 erteilt wurde. Die Höhe des Zuschlags beträgt nach §19 Absatz 1, mit einem mittleren Nenndurchmesser von 100 mm 100 € je laufenden Meter, höchstens aber 40% der ansatzfähigen Investitionskosten.

Die Mainzer Stiftung für Klimaschutz und Energieeffizienz fördert KWK-Anlagen bis 50 kW elektrischer Leistung mit 5.000 € je Anlage.

Pufferspeicher werden nach § 22 KWK-G gefördert, wenn die Inbetriebnahme des Pufferspeichers bis zum 31.12.2022 erfolgt, die Wärme des Wärmespeichers überwiegend aus KWK-Anlagen erfolgt, die an das Netz der allgemeinen Versorgung angeschlossen sind, sowie die mittleren Wärmeverluste weniger als 15 W / m² Behälteroberfläche betragen und eine Zulassung nach § 24 erteilt wurde. Anspruch auf Zahlung haben Wärmespeicher mit einer Kapazität von 1 m³ Wasseräquivalent oder mindestens 0,3 m³ je Kilowattstunde installierter elektrischer Leistung der KWK-Anlage. Die Höhe des Zuschlags beträgt nach § 24, 250 € / m³ Wasseräquivalent des Wärmespeichervolumens.

Im vorliegenden Konzept wurde zunächst keine Förderung berücksichtigt, um keine Variante zu bevorteilen, da auf einzelne Förderungen kein Rechtsanspruch besteht. Die weitest gehende Förderung würde jedoch der Variante C zugute kommen.

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Zusammenfassung und Resümee 9

In diesem Energiekonzept sollen die Möglichkeiten der Wärmeversorgung für das Neubaugebiet südlich der Flugplatzstraße in Mainz-Finthen mit zentraler und dezentraler Wärmeerzeugung durch unterschiedliche Anlagen, teils mit Kraft-Wärme-Kopplung im Vergleich betrachtet und dargestellt werden. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

bml-ing.de

1. Für die Bearbeitung standen ausreichende Daten und Informationen zur Verfügung. Die Bearbeitungstiefe ist für die vorgenannte Aufgabenstellung ausreichend.

2. Die Erzeugung von Heizwärme für das Gesamtgebiet ist in den benötigten Mengen und Qualitäten mit allen betrachteten Konzeptionen technisch realisierbar. Die Wärme(rest)-kosten differieren um ca. 15%.

3. Die Ermittlung des Wärmebedarfs erfolgte nach EnEV 2014, Stand 2016. Die von der Stadt Mainz geforderte Betrachtung von unterschiedlichen Gebäudestandards ist in einem städtebaulichen Vertrag mit dem Investor zu regeln. Die Reduzierung des Wärmebedarfs auf Passiv- oder KfW-Effizienzhausniveau bewirkt jedoch keine Änderung in der Reihenfolge der Kosten der Varianten.

4. Mit einem BHKW mit 50 kW_{el} (Variante C) sind nach statischer Berechnung die niedrigsten Wärmerestkosten zu erzielen. Der Abstand zur Variante A (einzelne Brennwerttherme mit Solarthermie) beträgt ca. 15%.

5. Der niedrigste Primärenergiefaktor kann in der Variante D (Biomethan-BHKW) erreicht werden (f_{PE} = 0,25). Bei der wirtschaftlich günstigsten Variante C beträgt der Primär-energiefaktor f_{PE} = 0,51.

Alle genannten Investitionskosten sind hinsichtlich ihrer Betrachtungsgrenzen und Bearbeitungs-tiefe identisch und somit direkt vergleichbar. Alle Preisangaben sind aktuell. Eine Optimierung der vorgetragenen Investitionen ist nach genauer Auslegung insbesondere für das Nahwärmenetz möglich.

Alle Varianten ermöglichen eine betriebs- und preissichere Wärmelieferung. Variante C ist für das gesamte Baugebiet die wirtschaftlich günstigste Variante und sollte planerisch weiter verfolgt und technisch ausgearbeitet werden. Ist mit einer Teilung des Gebietes am Sperrgrundstück oder einer längeren Ausbauzeit (über 5 Jahre) zu rechnen, sind die Einzelversorgungen der Varianten A und B vorzuziehen.

Offenbach, den 14. November 2016

BML Ingenieurgesellschaft mbH

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

Kapitel **Anlagen** 10

Anlagen 10

Anlage 1 :	Zusammenstellung der Versorgungsvarianten
Anlage 2 :	Wärmebedarfsermittlung
Anlage 3:	Geordnete Jahresdauerlinie der Energieerzeugung Blatt 1 und 2
Anlage 4:	Statische Wirtschaftlichkeitsrechnung gemäß VDI-Richtlinie 2067 Blatt 1-17
Anlage 5:	Vorläufiger Primärenergiefaktor
Anlage 6:	Emissionsberechnung Blatt 1 und 2
Anlage 7:	Trassenplan der Nahwärmeversorgung
Anlage 8:	Layoutentwurf Variante A und B sowie Heizzentrale Variante C und D

bml-ing.de

Dieser Bericht ist nur für den Gebrauch des Auftragsgebers bestimmt. Eine darüber hinaus gehende Verwendung, vor allem durch Dritte, unterliegt dem Schutz des Urheberrechts gemäß UrhG.

BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Kunde:	BPD Immobilienentwicklung GmbH; Lyoner Straße 15, Frankfurt am Main	Datum:	25.07.2016
LP:	Wärmekonzept	Anlage:	1
Projekt:	Wärmekonzept für das Baugebiet Mainz-Finthen	Blatt:	1

Zusammenstellung der Versorgungsvarianten:

Wärmebedarf / Wärmeverbrauch

		Heizung	
Varianten		A-B	C - D
Wärmebedarf	kW	**447**	**447**
Gleichzeitigkeitsfaktor	-		0,53
Wärmehöchstlast (WHL)	kW		**237**
Wärmeverbrauch Netto	MWh/a	**533**	**533**
Netzverluste (Wärme ca. 15%)	MWh/a		76
Wärmeverbrauch Brutto	MWh/a		**609**

Technische Konzeption		Referenz **Variante A** **Brennwertkessel mit therm. Solaranlage**	**Variante B** **Wärmepumpen**	**Variante C** **BHKW (Erdgas)**	**Variante D** **Holzpelletkesselanlage**
Anlagenbeschreibung		Wärmeversorgung für jedes Gebäude separat durch Brennwertkessel	Wärmeversorgung für jedes Gebäude separat durch Wärmepumpen	Wärmeversorgung für alle Gebäude zentral durch BHKW und Spitzenkessel	Wärmeversorgung für alle Gebäude zentral durch Holzpelletkesselanlage
Wärme- und Stromerzeugung					
Wärmeerzeuger (Heizkessel, Wärmepumpen)		Brennwertkesselanlage	Wärmepumpen	NT-Kessel	-
Brennstoff		Erdgas	Erdgas	Erdgas	-
Anzahl	Stk.	50	50	1	-
Therm. Leistung	kW	6 - 12	6 - 12	170	-
Therm. Leistung gesamt	kW	447	447	170	-
Wärmeerzeugung	MWh/a	453	533	118	-
Fernwärme / BHKW / Holzpelletkesselanlage / Reversible Wärmepumpe		-	-	BHKW	Holzpelletkesselanlage
Brennstoff		-	-	Erdgas	Holzpellets
Anzahl		-	-	1	2
Therm. Leistung	kW	-	-	81	108, 135
Therm. Leistung gesamt	kW	-	-	81	243
El. Leistung	kW	-	-	50	-
Energieeinsatz bei TA - Luft	kW	-	-	145	-
Volllaststunden a. d. Jahresdauerlinie	h/a	-	-	6.150	-
Wärmeerzeugung	MWh/a	-	-	498	609
Anteil am gesamten Wärmeverbrauch	%	-	-	82	100
Stromerzeugung	MWh/a	-	-	308	-
Solarthermie					
Wärmeerzeugung	MWh/a	80	-	-	-
Installierte therm. Leistung	kW	-	-	251	243
Redundanz bei Ausfall der größten Einheit	%	-	-	34%	46%
Nahwärmenetz (Dämmserie 3)					
Durchmesser	DN	-	-	DN 65 - DN 20	DN 65 - DN 20
Länge	Tr. m	-	-	950	950

BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Kunde:	BPD Immobilienentwicklung GmbH; Lyoner Straße 15, Frankfurt am Main	Datum:	25.07.2016
LP:	Wärmekonzept	Anlage:	1
Projekt:	Wärmekonzept für das Baugebiet Mainz-Finthen	Blatt:	2

Zusammenstellung der Versorgungsvarianten:

Investitionskostenschätzung		Referenz Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
		Brennwertkessel mit therm. Solaranlage	Wärmepumpe	BHKW (Erdgas)	Holzpelletkesselanlage
Investitionskosten Netto	€	1.317.860	1.464.700	1.135.385	1.093.154
Mehrwertsteuer 19%	€	250.000	278.000	216.000	208.000
Investitionskosten Brutto	€	1.568.000	1.743.000	1.351.000	1.301.000
Energie(rest)kosten Netto					
Kapitalgebundene Kosten	€/a	126.966	141.113	112.238	105.317
Verbrauchsgebundene Kosten	€/a	36.763	39.843	59.821	42.891
Betriebsgebundene Kosten	€/a	38.421	24.119	41.223	39.263
Stromvergütung	€/a	0	0	-35.867	0
Energie(rest)kosten	€/a	202.149	205.075	177.415	187.471
Energieverbrauch Netto	MWh/a	533	533	533	533
Spez. Energie(rest)kosten	€/MWh	379,29	384,78	332,88	351,75
in % zu Variante A	%	100	101	88	93
Sensitivitätsanalysen					
Brennstoffkosten					
Ausgangswert	€/MWh	379,29	384,78	332,88	351,75
+50%	€/MWh	413,78	422,16	372,18	391,99
+100%	€/MWh	448,27	459,54	411,48	432,23
Ökologie					
Primärenergieverbrauch					
Verbrauch	MWh/a	1.130	849	757	675
in % zu Variante A	%	100	75	67	60
Verbrauch ohne vorgelagerte Prozesse am Standort	MWh/a	2.356	4.295	4.295	732
in % zu Variante A	%	100	182	182	31
Schadstoffemissionen					
SO2	kg/a	91	126	5	178
NOx	kg/a	232	225	80	359
Staub	kg/a	14	16	7	55
Treibhausgasemissionen					
CO2	t/a	261	224	149	177
CO2-Äquivalent	t/a	278	236	159	187
in % zu Variante A	%	100	85	57	67
Primärenergiefaktor nach AGFW-Arbeitsblatt FW 309					
PE-Faktor	-	0,99	0,49	0,51	0,25

BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Kunde: BPD Immobilienentwicklung GmbH, Lyoner Straße 15, 60528 Frankfurt am Main
LP: Wärmekonzept
Projekt: Wärmekonzept für das Baugebiet Mainz-Finthen

Datum: 25.07.2016
Anlage: 2
Blatt: 1

Energiebedarf und Energieverbrauch nach EnEV 2014 (Werte für Bauvorhaben ab 01.01.2016)

	Einheit															
Bezeichnung:		**EFH 1**	**EFH 2**	**REH 6**	**RMH 7**	**RMH 8**	**EFH 13**	**EFH 14**	**REH18**	**RMH 19**	**RMH 20**	**RMH 24**	**EFH 27**	**EFH 29**	**DHH 35**	
Eckdaten:																
Bauweise		Einfamilienhaus	Einfamilienhaus	Reihenendhaus	Reihenmittelhaus	Reihenmittelhaus	Einfamilienhaus	Einfamilienhaus	Reihenendhaus	Reihenmittelhaus	Reihenmittelhaus	Reihenmittelhaus	Einfamilienhaus	Einfamilienhaus	Doppelhaushälfte	
Anzahl der Gebäude	-	1	4	2	3	2	1	4	8	6	3	2	4	6	4	
Vollgeschosse	-	2,5	2,5	2,9	2,5	2,9	2,0	2,0	2,9	2,9	2,9	2,5	2,5	2,0	2,5	
Geschosshöhe	m	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	
Länge	m	13,5	11,5	11,5	9,5	11,5	19,5	12,5	11,5	10,5	11,5	9,5	10,0	12,5	12,0	
Länge bei trapezförmiger Grundfläche	m						16,2	5,5								
Länge Anbau	m						7,6									
Breite	m	9,3	6,5	5,5	7,6	5,5	6,5	6,5	5,5	6,0	5,5	6,5	10,0	7,6	6,0	
Breite bei trapezförmiger Grundfläche	m	8,5			5,1		6,5	5,5								
Breite Anbau	m						6,3									
Höhe	m	7,4	7,4	8,5	7,4	8,5	6,1	6,1	8,5	8,5	8,5	7,4	7,4	6,1	7,4	
Heizlast:																
Transmissionswärmeverlust:																
Brutto-Geschossfläche (BGF) pro Gebäude	m²	305	187	183	181	183	230	223	183	183	183	154	250	190	180	
Freie Gebäudeaußenfläche	m²	577	417	335	215	208	526	527	326	228	237	220	497	434	322	
Wärmedurchgangskoeffizient	W/m²K	0,40	0,40	0,45	0,65	0,65	0,45	0,40	0,45	0,65	0,65	0,65	0,40	0,40	0,45	
Innentemperatur	°C	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Außentemperatur	°C	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	-12	
Temperaturdifferenz zwischen innen und außen	K	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
Transmissionswärmeverlust	kW	7,4	5,3	4,8	4,5	4,3	7,6	6,7	4,7	4,7	4,9	4,6	6,4	5,6	4,6	
Lüftungsverlust:																
Volumen Gebäude	m³	932	555	538	536	538	770	494	538	536	538	458	743	577	535	
Beheiztes Luftvolumen (= auszutauschende Luft)	m³	708	422	409	407	409	585	375	409	407	409	348	564	439	406	
Luftwechsel	1/h	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Volumenstrom Luft	m³/h	354	211	204	204	204	293	188	204	204	204	174	282	219	203	
Wärmekapazität Luft	Wh/(m³K)	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	
Temperaturdifferenz	K	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	
Lüftungsverlust (bei 90 % Wärmerückgewinnung)	kW	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	
Gesamter Wärmeverlust (Heizlast) pro Gebäude	**kW**	**7,8**	**5,6**	**5,0**	**4,7**	**4,5**	**7,9**	**6,9**	**4,9**	**5,0**	**5,2**	**4,8**	**6,7**	**5,8**	**4,9**	
spez. Wärmeverlust	**W/m²**	**25**	**30**	**28**	**26**	**25**	**34**	**31**	**27**	**27**	**28**	**31**	**27**	**31**	**27**	
Kesselzuschlag für Warmwasserbereitung pro Gebäude	**kW**	**3,1**	**3,1**	**3,1**	**3,1**	**3,1**	**4,7**	**3,1**	**3,1**	**3,1**	**3,1**	**3,1**	**4,7**	**4,7**	**3,1**	
Wärmebedarf pro Gebäude	**kW**	**10,9**	**8,7**	**8,1**	**7,8**	**7,6**	**12,6**	**10,0**	**8,0**	**8,1**	**8,3**	**7,9**	**11,4**	**10,5**	**8,0**	
Wärmebedarf (Heizung) pro Gebäudetyp	**kW**	**7,8**	**22,3**	**10,1**	**14,1**	**9,1**	**7,9**	**27,8**	**39,4**	**29,8**	**15,5**	**9,5**	**26,7**	**34,8**	**19,4**	**274**
Kesselzuschlag für Warmwasserbereitung pro Gebäudetyp	**kW**	**3,1**	**12,4**	**6,2**	**9,3**	**6,2**	**4,7**	**12,4**	**24,8**	**18,6**	**9,3**	**6,2**	**18,8**	**28,2**	**12,4**	**172,6**
Wärmebedarf pro Gebäudetyp	**kW**	**10,9**	**34,7**	**16,3**	**23,4**	**15,3**	**12,6**	**40,2**	**64,2**	**48,4**	**24,8**	**15,7**	**45,5**	**63,0**	**31,8**	**446,6**
Energieverbrauch:																
Heizwärmeverbrauch nach EnEV 2014:																
Gesamter Wärmeverlust	kW	7,8	5,6	5,0	4,7	4,5	7,9	6,9	4,9	5,0	5,2	4,8	6,7	5,8	4,9	
Vollbenutzungsstunden	h/a	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	
Wärmeverbrauch Heizung pro Gebäude	**MWh/a**	**11,6**	**8,3**	**7,6**	**7,0**	**6,8**	**11,8**	**10,4**	**7,4**	**7,4**	**7,7**	**7,1**	**10,0**	**8,7**	**7,3**	
spez. Wärmeverbrauch	**kWh/m²a**	**38,2**	**44,7**	**41,3**	**39,0**	**37,1**	**51,5**	**46,7**	**40,3**	**40,8**	**42,1**	**46,3**	**40,0**	**45,8**	**40,5**	
Warmwasserverbrauch laut EnEV 2014 (2016)	**kWh/m²a**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	**12,5**	
Wärmeverbrauch Warmwasser pro Gebäude	**MWh/a**	**3,8**	**2,3**	**2,3**	**2,3**	**2,3**	**2,9**	**2,8**	**2,3**	**2,3**	**2,3**	**1,9**	**3,1**	**2,4**	**2,3**	
Gesamt-Wärmeverbrauch (Heizung + Warmwasser) pro Gebäude	**MWh/a**	**15,5**	**10,7**	**9,9**	**9,3**	**9,1**	**14,7**	**13,2**	**9,7**	**9,7**	**10,0**	**9,1**	**13,1**	**11,1**	**9,5**	
Wärmeverbrauch Heizung pro Gebäudetyp	**MWh/a**	**11,6**	**33,4**	**15,1**	**21,1**	**13,6**	**11,8**	**41,7**	**59,1**	**44,7**	**23,2**	**14,3**	**40,0**	**52,2**	**29,2**	**411,0**
Wärmeverbrauch Warmwasser pro Gebäudetyp	**MWh/a**	**3,8**	**9,3**	**4,6**	**6,8**	**4,6**	**2,9**	**11,2**	**18,3**	**13,7**	**6,9**	**3,9**	**12,5**	**14,3**	**9,0**	**121,7**
Gesamt-Energieverbrauch (Heizung + Warmwasser) pro Gebäudetyp	**MWh/a**	**15,5**	**42,7**	**19,7**	**27,9**	**18,2**	**14,7**	**52,8**	**77,4**	**58,4**	**30,1**	**18,2**	**52,5**	**66,4**	**38,2**	**532,7**
spez. Wärmeverbrauch (Heizung + Warmwasser)	**kWh/m²a**	**50,7**	**57,2**	**53,8**	**51,5**	**49,6**	**64,0**	**59,2**	**52,8**	**53,3**	**54,6**	**58,8**	**52,5**	**58,3**	**53,0**	

BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Kunde: BPD Immobilienentwicklung GmbH, Lyoner Straße 15, 60528 Frankfurt am Main
LP: Wärmekonzept
Projekt: Wärmekonzept für das Baugebiet Mainz-

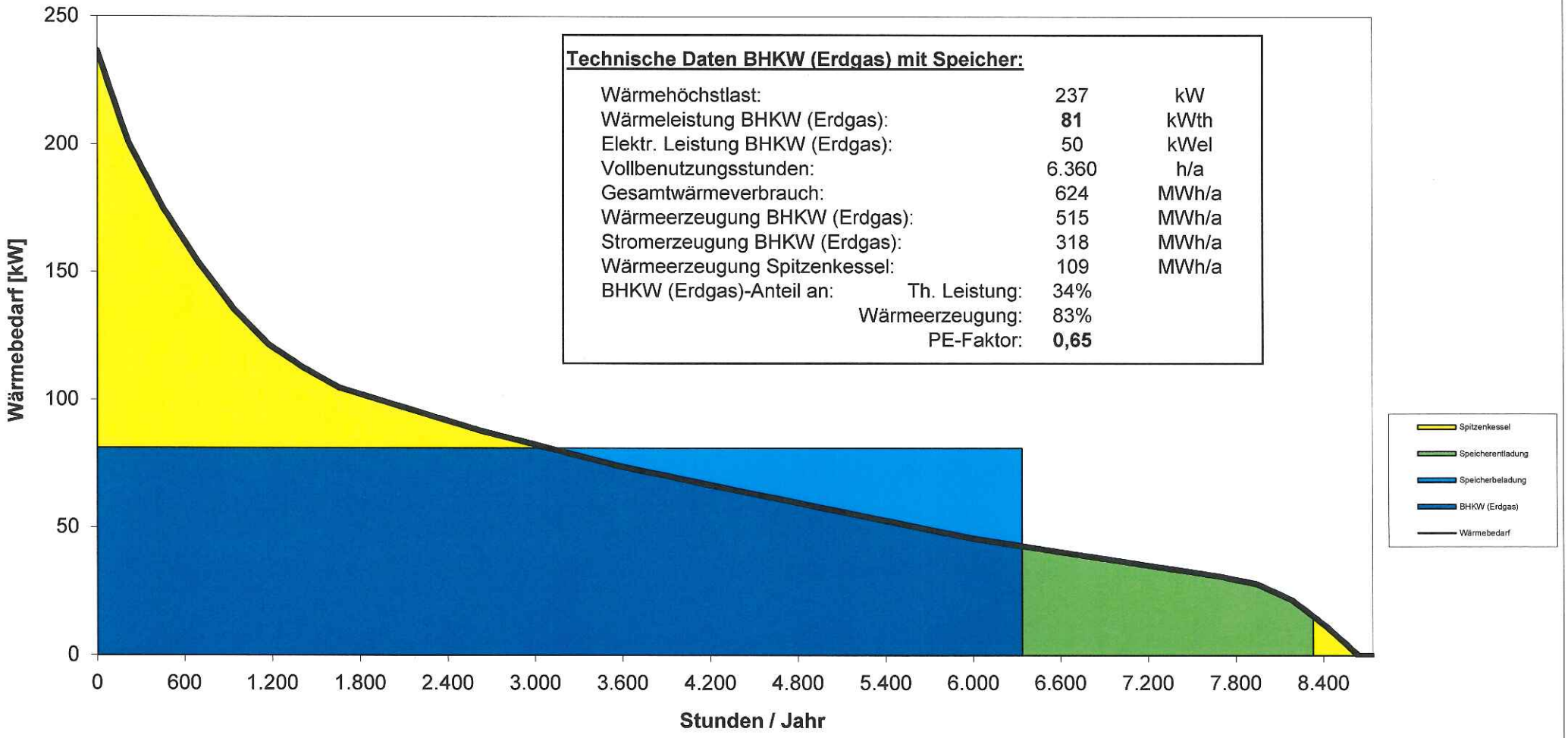
Datum: 25.07.2016
Anlage: 2
Blatt: 2

1. Wärmebedarf		Gebäudetypen													
		EFH 1	EFH 2	REH 6	RMH 7	RMH 8	EFH 13	EFH 14	REH18	RMH 19	RMH 20	RMH 24	EFH 27	EFH 29	DHH 35
Gebäudeanzahl je Bauweise	Stück	1	4	2	3	2	1	4	8	6	3	2	4	6	4
Wärmebedarf Heizung je Bauweise	**kW**	8	22	10	14	9	8	28	39	30	15	10	27	35	19
Wärmebedarf Warmwasser je Bauweise		**11**	**35**	**16**	**23**	**15**	**13**	**40**	**64**	**48**	**25**	**16**	**45**	**63**	**32**
Wärmebedarf Heizung	**kW**	**274**													
Gleichzeitigkeitsfaktor	-	0,8													
Wärmehöchstlast Heizung	**kW**	**219**													
Kesselzuschlag Warmwasser	**kW**	**173**													
Gleichzeitigkeitsfaktor	-	0,1													
Wärmehöchstlast Wasser	**kW**	**17**													
Wärmehöchstlast (WHL)	**kW**	**237**													
2. Wärmeverbrauch															
Wärmeverbrauch Kunden je Bauweise	MWh/a	15	43	20	28	18	15	53	77	58	30	18	53	66	38
Gesamt-Wärmeverbrauch Kunden	**MWh/a**	**533**													
Verteilungsnetzverluste (ca. 15%)	MWh/a	76													
Gesamt-Wärmeerzeugung	**MWh/a**	**609**													

BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Kunde:	BPD Immobilienentwicklung GmbH, Lyoner Straße 15, 60528 Frankfurt am Main	Datum:	25.07.2016
LP:	Wärmekonzept	Anlage:	3
Projekt:	Wärmekonzept Für das Baugebiet Mainz-Finthen	Seite:	1

Variante C: BHKW (Erdgas) 81 kW_{th} / 50 kW_{el} mit Spitzenkessel 180 kW_{th}
Geordnete Jahresdauerlinie der Wärmeerzeugung



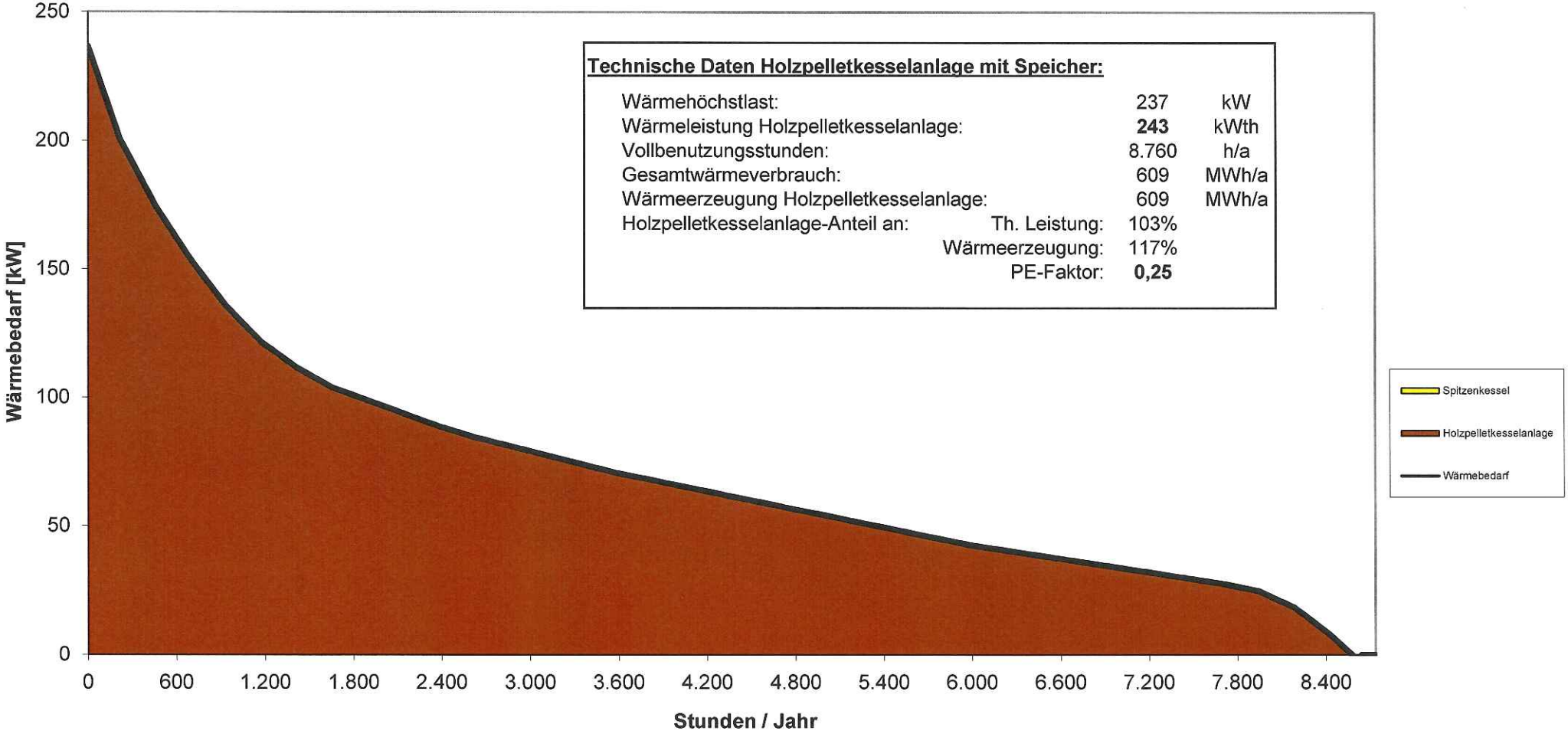
Technische Daten BHKW (Erdgas) mit Speicher:

Wärmehöchstlast:		237	kW
Wärmeleistung BHKW (Erdgas):		**81**	kWth
Elektr. Leistung BHKW (Erdgas):		50	kWel
Vollbenutzungsstunden:		6.360	h/a
Gesamtwärmeverbrauch:		624	MWh/a
Wärmeerzeugung BHKW (Erdgas):		515	MWh/a
Stromerzeugung BHKW (Erdgas):		318	MWh/a
Wärmeerzeugung Spitzenkessel:		109	MWh/a
BHKW (Erdgas)-Anteil an:	Th. Leistung:	34%	
	Wärmeerzeugung:	83%	
	PE-Faktor:	**0,65**	

BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Kunde:	BPD Immobilienentwicklung GmbH, Lyoner Straße 15, 60528 Frankfurt am Main	Datum:	25.07.2016
LP:	Wärmekonzept	Anlage:	3
Projekt:	Wärmekonzept Für das Baugebiet Mainz-Finthen	Seite:	2

Variante D: Holzpelletkesselanlage 1 x 108 kW_{th} 1 x 135 kW_{th}
Geordnete Jahresdauerlinie der Wärmeerzeugung



Technische Daten Holzpelletkesselanlage mit Speicher:

Wärmehöchstlast:		237	kW
Wärmeleistung Holzpelletkesselanlage:		**243**	kWth
Vollbenutzungsstunden:		8.760	h/a
Gesamtwärmeverbrauch:		609	MWh/a
Wärmeerzeugung Holzpelletkesselanlage:		609	MWh/a
Holzpelletkesselanlage-Anteil an:	Th. Leistung:	103%	
	Wärmeerzeugung:	117%	
	PE-Faktor:	**0,25**	

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

Statische Wirtschaftlichkeitsrechnung

gemäß VDI-Richtlinie 2067

Wärmekonzept
für das
Baugebiet Mainz-Finthen

bml-ing.de

im Auftrag der

BPD
Immobilienentwicklung GmbH
Lyoner Straße 15
60528 Frankfurt am Main

Index	Datum	Beschreibung	Bearbeitet	Geprüft
0	25.05.2016	Erste Fassung	T. Weber	R. Maaß
1	25.07.2016	Änderung nach Bebauungsplan 10.06.2016	C. Lüders	R. Maaß

BML INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

25.07.2016

Wärmekonzept für das Baugebiet Mainz-Finthen

Anlage 4
Blatt 1

Wirtschaftlichkeitsrechnung - Eckdaten -

Methode		Stat. Kostenvergleich	
Nutzungsdauer (Vertragslaufzeit)	a	15	
Kalkulatorischer Zinssatz	% / a	5,00	
1. Brennstoffpreise (netto)		**Brennwertkessel Wärmepumpe Holzpelletkessel**	**BHKW**
Erdgas als Gewerbekunde			
(Aus Internet: ENTEGA Privatkunden GmbH & Co. KG, Angaben vom 01.11.2014)		Erdgas XL	Erdgas XL
Tarif	-	Erdgas	Erdgas
Arbeitspreis Ho	€ / MWh	56,30	-
Arbeitspreis Ho (für BHKW, ohne Erdgassteuer)	€ / MWh	-	50,80
Arbeitspreis Hu	€ / MWh	62,49	-
Arbeitspreis Hu (für BHKW, ohne Erdgassteuer)	€ / MWh	-	56,99
Meß-/Grundpreis (pro Jahr)	€ / a	160,00	160,00
Holzpellets			
(DEPV 03/2016)			
Preis pro Tonne	€ / to	238,28	-
Arbeitspreis pro MWh	€ / MWh	55,00	-
Ascheentsorgung			
(Entsorgungsbetrieb der Stadt Mainz, Angaben vom 16.08.2013)			
Aschegehalt	Vol.-%	0,50%	-
Preis pro Tonne	€ / to	209,73	-
Preis pro MWh	€ / MWh	0,24	-

bml-ing.de

BML INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

25.07.2016

Wärmekonzept für das Baugebiet Mainz-Finthen

Anlage 4
Blatt 2

Wirtschaftlichkeitsrechnung - Eckdaten -

2. Preise und Vergütungen (netto)		**Brennwerttherme Wärmepumpe Holzpelletkessel**	**BHKW**
Strombezug als Gewerbekunde **(Aus Internet: ENTEGA Privatkunden GmbH & Co. KG, Angaben vom 01.01.2015)**			
Tarif	-	Ökostrom Gewerbe fix 24	Ökostrom Gewerbe fix 24
Arbeitspreis (einschl. Stromsteuer etc.)	€ / MWh	229,00	229,00
Grundpreis (pro Jahr)[1]	€ / Jahr	112,00	112,00
[1] Enthält Konzessionsabgabe sowie gesetzliche Abgaben und Steuern gemäß EEG, KWKG, StromNEV, Offshore-Haftungsumlage und Stromsteuer			
Stromeinspeisung nach KWK-Gesetz			
Erdgasbetriebenes BHKW			
KWK-Index EEX Leipzig (Q2/2016)	€ / MWh		24,79
KWK-Index EEX Leipzig Durchschnitt (letzte 8 Quartale)	€ / MWh	-	30,35
Durchschn. Vermiedene Netznutzung	€ / MWh	-	6,10
KWK-Zuschlag für ≤ 50 kW	€ / MWh	-	80,00
Einspeisevergütung nach KWKG für 50 kW BHKW	**€ / MWh**	-	**116,45**

bml-ing.de

Wirtschaftlichkeitsrechnung - Bedarfsdaten -

1. Wärmebedarf

Gebäude-Typ	Anzahl Gebäude	Wärmebedarf Heizuing pro Gebäude	WWB pro Gebäude	Wärmebedarf Heizung pro Gebäude-Typ	WWB-Wärmebedarf pro Gebäude-Typ
	-	kW	kW	kW	kW
Einfamilienhaus 1	1	7,8	3,1	7,8	3,1
Einfamilienhaus 2	4	5,6	3,1	22,3	12,4
Reihenendhaus 6	2	5,1	3,1	10,1	6,2
Reihenmittelhaus 7	3	4,7	3,1	14,1	9,3
Reihenmittelhaus 8	2	4,6	3,1	9,1	6,2
Einfamilienhaus 13	1	7,9	4,7	7,9	4,7
Einfamilienhaus 14	4	7,0	3,1	27,8	12,4
Reihenendhaus 18	8	4,9	3,1	39,4	24,8
Reihenmittelhaus 19	6	5,0	3,1	29,8	18,6
Reihenmittelhaus 20	3	5,2	3,1	15,5	9,3
Reihenmittelhaus 24	2	4,8	3,1	9,5	6,2
Einfamilienhaus 27	4	6,7	4,7	26,7	18,8
Einfamilienhaus 29	6	5,8	4,7	34,8	28,2
Doppelhaushälfte 35	4	4,9	3,1	19,4	12,4
Wärmebedarf Heizung / WWB	**50**			**274**	**173**
Gleichzeitigkeitsfaktoren				0,8	0,1
Wärmehöchstlast Heizung / WWB				**219**	**17**
Wärmehöchstlast Gesamt bei Varianten C und D				**237**	
Anschlusswert Gesamt bei Varianten A und B (Berechnung in der Anlage 2)				**447**	

2. Wärmeverbrauch

Wärmeverbrauch netto	Wärmeverbrauch pro Gebäude Heizung	Spez. WWB-Verbrauch	Wärmeverbrauch pro Gebäude WWB	**Wärmeverbrauch pro Gebäude WWB + Heizung**	**Wärmeverbrauch pro Gebäudetyp WWB + Heizung**
	MWh/a	kWh/(m²*a)	MWh/a	**MWh/a**	**MWh/a**
Einfamilienhaus 1	11,7	12,5	3,8	**15,5**	**16**
Einfamilienhaus 2	8,4	12,5	2,3	**10,7**	**43**
Reihenendhaus 6	7,6	12,5	2,3	**9,9**	**20**
Reihenmittelhaus 7	7,1	12,5	2,3	**9,3**	**28**
Reihenmittelhaus 8	6,8	12,5	2,3	**9,1**	**18**
Einfamilienhaus 13	11,9	12,5	2,9	**14,7**	**15**
Einfamilienhaus 14	10,4	12,5	2,8	**13,2**	**53**
Reihenendhaus 18	7,4	12,5	2,3	**9,7**	**77**
Reihenmittelhaus 19	7,5	12,5	2,3	**9,7**	**58**
Reihenmittelhaus 20	7,8	12,5	2,3	**10,0**	**30**
Reihenmittelhaus 24	7,1	12,5	1,9	**9,1**	**18**
Einfamilienhaus 27	10,0	12,5	3,1	**13,1**	**53**
Einfamilienhaus 29	8,7	12,5	2,4	**11,1**	**66**
Doppelhaushälfte 35	7,3	12,5	2,3	**9,5**	**38**
Wärmeverbrauch Kunden (Wärmeverbrauch in den Varianten A und B)					**533**
Verteilungsnetzverluste (ca. 15%)					76
Wärmeerzeugung (Wärmeverbrauch in den Varianten C und D)					**609**

bml-ing.de

BML INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

25.07.2016

Variante A / Brennwertkessel mit Solaranlage

Anlage 4
Blatt 4

Wirtschaftlichkeitsrechnung **- Kapitalgebundene Kosten -**

kalk. Zinssatz in [%/a]	5,0	Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel					
1. Brennwertkessel (BW) als Wandtherme hydraulisch dem Solarpufferspeicher nachgeschaltet, Anschluss an innenliegenden Kamin, Pumpengruppe für zwei Heizkreise (stat. Heizung und Fußbodenheizung) Warmwasserbereitung grundsätzlich über die therm. Solaranlage, bei Fehlleistung Zuspeisung durch den BW-Kessel, Kesselleistung 2,2 - 12,1 kW	50 Stück	255.000	15	0,0963	24.567
2. Innenliegender Kamin, raumluftunabhängig (LAS System), h = ca. 9m	50 Stück	40.000	15	0,0963	3.854
3. Therm. Solaranlage (ca. 10,04qm) auf dem Dach zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung incl. Solarladestation und verbindende Rohrleitungen sowie Puferspeicher mit 750 Liter	50 Stück	356.050	15	0,0963	34.303
4. Zwei Pumpen- und Mischergruppen (Heizung) mit Verteiler / Sammler, verbindende Rohrleitungen auch zwischen BW-Kessel und Solarpufferspeicher incl. Wärmedämmung	50 Stück	105.250	15	0,0963	10.140
5. E- und MSR-Technik Anschluss aller elektrischen Verbraucher, Regelung in den Komponenten bereits enthalten	50 Stück	25.000	15	0,0963	2.409
6. Anteiliger Raumbedarf für die Heizzentrale B x T x H = 2,5*1,8*2,4m	50 Stück	172.800	15	0,0963	16.648
7. Nebenarbeiten, Inbetriebnahme und Dokumentation		23.400	15	0,0963	2.254
8. Unvorhergesehenes ca. 3%		29.330	15	0,0963	2.826
9. Erdgas - Hausanschluss aus Preisblatt der Stadtwerke Mainz (01.01.2016)	50 Stück	110.000	15	0,0963	10.598
10. TGA - Planungshonorar ca. 18%	1.116.830	201.030	15	0,0963	19.368
11. Kapitalgebundene Kosten netto		1.317.860			126.966
12. Mehrwertsteuer 19%		250.393			24.123
13. Kapitalgebundene Kosten brutto		1.568.253			151.089

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

25.07.2016

Variante B / Wärmepumpe

Anlage 4
Blatt 5

Wirtschaftlichkeitsrechnung - Kapitalgebundene Kosten -

kalk. Zinssatz in [%/a]	5,0	Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel					
1. Luft / Wasser Wärmepumpe zum Heizen und optionalen Kühlen, max. Vorlauftempratur 60°C Innenaufstellung in Silent Ausführung Leistungszahl bei Heizbetrieb COP ca. 3,9 Nenn-Wärmeleistung 3,0 - 9,0 kW Speicher-Wassererwärmer 300 Liter mit elektrischem Heizstab ca. 3 kW(el) Heizwasser-Pufferspeicher 200 Liter	50 Stück	809.050	15	0,0963	77.946
2. Zwei Pumpen- und Mischergruppen (Heizung) mit Verteiler / Sammler, verbindende Rohrleitungen incl. Wärmedämmung	50 Stück	76.000	15	0,0963	7.322
3. E- und MSR-Technik Anschluss aller elektrischen Verbraucher, Regelung in den Komponenten bereits enthalten	50 Stück	25.000	15	0,0963	2.409
4. Anteiliger Raumbedarf für die Heizzentrale B x T x H = 3,0*2,0*2,4m	50 Stück	230.400	15	0,0963	22.197
5. Nebenarbeiten, Inbetriebnahme und Dokumentation		23.400	15	0,0963	2.254
6. Unvorhergesehenes ca. 3%		34.920	15	0,0963	3.364
7. Zweiter Wärmepumpenstromzähler, elektrische Leistungsaufnahme ca. 2,4 kW	50 Stück	42.500	15	0,0963	4.095
8. TGA - Planungshonorar ca. 18%	1.241.270	223.430	15	0,0963	21.526
9. Kapitalgebundene Kosten netto		1.464.700			141.113
10. Mehrwertsteuer 19%		278.293			26.811
11. Kapitalgebundene Kosten brutto		1.742.993			167.924

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

25.07.2016

Variante C / BHKW mit Spitzenkessel und Nahwärmenetz

Anlage 4
Blatt 6

Wirtschaftlichkeitsrechnung **- Kapitalgebundene Kosten -**

kalk. Zinssatz in [%/a]	5,0	Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel					
1. BHKW, Erdgas H elektrische Leistung: Thermische Leistung: Brennstoffeinsatz: mit Schallschutzkabine, anschlussfertig	 50 kW 81 kW 145 kW	86.000	10	0,1295	11.137
2. Gas - Brennwertkessel mit Brenner, ca. 170 kW und Schalldämmhaube / Matrixbrenner		12.600	15	0,0963	1.214
3. Freistehender Kamin, DN 80 und DN 200, H = 9m und Schalldämpfer		9.700	15	0,0963	935
4. Pufferspeicher 2,5 cbm incl. Wärmedämmung		4.500	15	0,0963	434
5. Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen		29.700	15	0,0963	2.861
6. Pumpengesteuerte Druckhalteanlage mit automatischer Nachspeisung		7.250	15	0,0963	698
7. Heizungswasseraufbereitung nach VDI 2035		6.500	15	0,0963	626
8. E- und MSR-Technik		37.900	15	0,0963	3.651
9. Be- und Entlüftung mit Schalldämmung		4.100	15	0,0963	395
10. Nahwärmenetz erdverlegt von DN 65 bis DN 20 DN 65 Einzelrohrverlegung (KMR) DN 50 - DN 20 Doppelrohrsystem (KMR)	 60 m 890 m	 27.000 211.920	 15 15	 0,0963 0,0963	 2.601 20.417
11. Indirekte Wärmübergabestationen ca. 12 kW	50 Stück	138.235	15	0,0963	13.318
12. Warmwasserspeicher ca. 150 Liter	50 Stück	55.000	15	0,0963	5.299
13. Zwei Pumpen- und Mischergruppen (Heizung) mit Verteiler / Sammler, verbindende Rohrleitungen incl. Wärmedämmung	50 Stück	76.000	15	0,0963	7.322
14. Anteiliger Raumbedarf für die Heizzentrale ca. 164 cbm		73.800	15	0,0963	7.110
15. Nebenarbeiten, Inbetriebnahme und Dokumentation		35.320	15	0,0963	3.403
16. Unvorhergesehenes ca. 5%		40.780	15	0,0963	3.929
17. Erdgasanschluss, ca. DN 80 ND, ca. 80m		52.000	15	0,0963	5.010
18. Planungskosten für Gebäude, Statik, TGA, Schornsteingutachten, Schallschutz ca. 25%	908.305	227.080	15	0,0963	21.877
19. Kapitalgebundene Kosten netto		1.135.385			112.238
20. Mehrwertsteuer 19%		215.723			21.325
21. Kapitalgebundene Kosten brutto		1.351.109			133.563

bml-ing.de

BML INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

25.07.2016

Variante D / Pelletkesselanlage mit Nahwärmenetz

Anlage 4
Blatt 7

Wirtschaftlichkeitsrechnung - Kapitalgebundene Kosten -

kalk. Zinssatz in [%/a] 5,0		Investitions-summe in [€]	Nutzungs-dauer in [a]	Annuitäts-faktor in [ ]	Kapitalgeb. Kosten in [€ / a]
Titel					
1. Pelletkesselanlage 2 x 135 kW mit Rührwerksaustragung und Förderschnecke Regelung, Befüllungs- und Entlüftungsstutzen, Prallmatte etc.		68.429	15	0,0963	6.593
2. Freistehender Kamin, 2 x DN 200, H = 9m und Schalldämpfer		9.600	15	0,0963	925
3. Pufferspeicher 1 x 3,5 cbm 1 x 4 cbm incl. Wärmedämmung		8.000	15	0,0963	771
4. Pumpen, Rohrleitungen und Armaturen		31.500	15	0,0963	3.035
5. Pumpengesteuerte Druckhalteanlage mit automatischer Nachspeisung		7.250	15	0,0963	698
6. Heizungswasseraufbereitung nach VDI 2035		6.500	15	0,0963	626
7. E- und MSR-Technik		32.900	15	0,0963	3.170
8. Be- und Entlüftung mit Schalldämmung		4.100	15	0,0963	395
9. Nahwärmenetz erdverlegt von DN 65 bis DN 20					
DN 65 Einzelrohrverlegung (KMR)		27.000	15	0,0963	2.601
DN 50 - DN 20 Doppelrohrsystem (KMR)		211.920	15	0,0963	20.417
10. Indirekte Wärmübergabestationen ca. 12 kW		138.235	15	0,0963	13.318
11. Warmwasserspeicher ca. 150 Liter		55.000	15	0,0963	5.299
12. Zwei Pumpen- und Mischergruppen (Heizung) mit Verteiler / Sammler, verbindende Rohrleitungen incl. Wärmedämmung		76.000	15	0,0963	7.322
13. Anteiliger Raumbedarf für die Heizzentrale ca. 273 cbm		122.630	15	0,0963	11.814
14. Nebenarbeiten, Inbetriebnahme und Dokumentation		33.820	15	0,0963	3.258
15. Unvorhergesehenes ca. 5%		41.640	15	0,0963	4.012
16. Planungskosten für Gebäude, Statik, TGA, Schornsteingutachten, Schallschutz ca. 25%	874.524	218.630	15	0,0963	21.063
17. Kapitalgebundene Kosten netto		1.093.154			105.317
18. Mehrwertsteuer 19%		207.699			20.010
19. Kapitalgebundene Kosten brutto		1.300.854			125.327

bml-ing.de

BML INGENIEUR-GESELLSCHAFT MBH

15.07.2016

Variante A / Brennwertkessel mit Solaranlage

Anlage 4
Blatt 8

Wirtschaftlichkeitsrechnung **- Verbrauchsgebundene Kosten -**

	Einheit	
1. Wärmebedarf und Wärmeverbrauch		
Wärmebedarf (ohne Glf.)	kW	447
Wärmeverbrauch Kunden	MWh / a	533
2. Wärmeerzeugung		
2.1 Brennwertkessel		
Wärmeleistung	kW	447
Wärmeerzeugung	MWh / a	453
2.2 Solaranlage		
Wärmeerzeugung	MWh / a	80
3. Brennstoffkosten		
3.1 Brennwertkessel		
Nutzungsgrad Brennwertkessel	%	94
Brennstoffverbrauch Brennwertkessel	MWh / a	482
Brennstoffpreise		
Arbeitspreis Hu	€ / MWh	62,49
Mess-/Grundpreis alle 50 Gebäude	€ / a	5.500,00
Brennstoffkosten Brennwertkessel	€ / a	35.618
Gesamte Brennstoffkosten	€ / a	35.618
4. Stromkosten		
4.1 Hilfsenergie		
Verteilte Heizwärme	MWh / a	533
davon anteilig Hilfsenergie	%	1,0
in	MWh / a	5
Durchschnittlicher Strompreis	€ / MWh	229,00
Hilfsenergiekosten	€ / a	1.145
Gesamte Stromkosten	€ / a	1.145
5. Verbrauchsgebundene Kosten netto	€ / a	36.763

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

15.07.2016

Variante B / Wärmepumpe

Anlage 4
Blatt 9

Wirtschaftlichkeitsrechnung **- Verbrauchsgebundene Kosten -**

	Einheit	
1. Wärmebedarf und Wärmeverbrauch		
Gesamtheizlast (ohne Glf.)	kW	447
Wärmeverbrauch Kunden	MWh / a	533
2. Wärmeerzeugung		
2.1 Wärmepumpe		
Wärmehöchstlast (WHL)	kW	447
Wärmeerzeugung	MWh / a	533
Jahresarbeitszahl (JAZ)	-	3,7
elektrischer Stromverbrauch	MWh / a	144
Entzugsarbeit	MWh / a	389
3. Stromkosten		
3.1 Wärmepumpe		
Jahresarbeitszahl (JAZ)	-	3,7
Stromverbrauch	MWh / a	144
Strompreis	€ / MWh	229,00
Mess-/Grundpreis alle 51 Gebäude	€ / a	5.712,00
Stromkosten Wärmepumpe	€ / a	38.698
3.2 Hilfsenergie		
Verteilte Heizwärme	MWh / a	533
davon anteilig Hilfsenergie	%	1,0
in	MWh / a	5
Durchschnittlicher Strompreis	€ / MWh	229,00
Hilfsenergiekosten	€ / a	1.145
Gesamte Stromkosten	€ / a	39.843
4. Verbrauchsgebundene Kosten netto	€ / a	39.843

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

15.07.2016

Variante C / BHKW mit Spitzenkessel und Nahwärmenetz

Anlage 4
Blatt 10

Wirtschaftlichkeitsrechnung - Verbrauchsgebundene Kosten -

	Einheit	
1. Wärmebedarf und Wärmeverbrauch		
Wärmehöchstlast	kW	237
Wärmeerzeugung	MWh / a	609
2. Wärmeerzeugung		
2.1 BHKW		
Volllaststunden a.d. Jahresdauerlinie	h / a	6.150
Elektrische Leistung	kW	50
Stromerzeugung	MWh / a	308
Thermische Leistung	kW	81
Wärmeerzeugung	MWh / a	498
Nutzenergie aus BHKW	MWh / a	806
2.2 Brennwertkessel		
Wärmeleistung	kW	156
Wärmeerzeugung	MWh / a	111
3. Brennstoffkosten		
3.1 BHKW		
Brennstoffeinsatz BHKW	kW	145
Brennstoffverbrauch BHKW	MWh / a	892
Nutzungsgrad BHKW	%	90
Brennstoffpreise		
Arbeitspreis Hu	€ / MWh	56,99
Meß-/Grundpreis	€ / a	110,00
Brennstoffkosten BHKW	€ / a	50.934
3.2 Brennwertkessel		
Brennstoffverbrauch Brennwertkessel	MWh / a	118
Nutzungsgrad Brennwertkessel	%	94%
Brennstoffpreise		
Arbeitspreis Hu	€ / MWh	50,80
Meß-/Grundpreis	€ / a	110,00
Brennstoffkosten Brennwertkessel	€ / a	6.099
Gesamte Brennstoffkosten	€ / a	57.032
4. Stromkosten		
4.1 Hilfsenergie		
Verteilte Heizwärme	MWh / a	609
davon anteilig Hilfsenergie	%	2,0
in	MWh / a	12
Durchschnittlicher Strompreis	€ / MWh	229,00
Hilfsenergiekosten	€ / a	2.789
Gesamte Stromkosten	€ / a	2.789
5. Verbrauchsgebundene Kosten netto	€ / a	59.821

bml-ing.de

Variante D / Pelletkesselanlage mit Nahwärmenetz

Wirtschaftlichkeitsrechnung - Verbrauchsgebundene Kosten -

	Einheit	
1. Wärmebedarf und Wärmeverbrauch		
Wärmehöchstlast	kW	237
Wärmeerzeugung	MWh / a	609
2. Wärmeerzeugung		
2.1 Holzpelletkesselanlage		
Thermische Leistung	kW	237
Wärmeerzeugung	MWh / a	609
3. Brennstoffkosten		
3.1 Holzpelletkesselanlage		
Kesselwirkungsgrad		
Volllast	%	89%
Teillast	%	90%
Brennstoffverbrauch Holzpelletkesselanlage	MWh / a	677
Brennstoffpreis Holzpellets	€ / MWh	55,00
Preis für Ascheentsorgung	€ / MWh	0,21
Brennstoffkosten Holzpellets	€ / a	37.395
Gesamte Brennstoffkosten	€ / a	37.395
4. Stromkosten		
4.1 Hilfsenergie		
Verteilte Heizwärme	MWh / a	609
davon anteilig Hilfsenergie	%	4,0
in	MWh / a	24
Durchschnittlicher Strompreis	€ / MWh	229,00
Hilfsenergiekosten	€ / a	5.496
Gesamte Stromkosten	€ / a	5.496
5. Verbrauchsgebundene Kosten netto	€ / a	42.891

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

25.07.2016

Variante A / Brennwertkessel mit Solaranlage

Anlage 4
Blatt 12

Wirtschaftlichkeitsrechnung **- Betriebsgebundene Kosten -**

		Einheit	
1.	**Instandsetzung**		
	Investitionskosten netto ohne Ing.honorar	€	1.116.830
	Anteil Instandsetzung	% / a	1,5
	Instandsetzungskosten	€ / a	16.752
2.	**Versicherung und Verwaltung**		
	Investitionskosten netto ohne Ing.honorar	€	1.116.830
	Anteil Versicherung und Verwaltung	% / a	1
	Kosten Versicherung und Verwaltung	€ / a	11.168
3.	**Kapitalgeb. Betriebskosten**	€ / a	27.921
4.	**Wartungskosten**		
	Kundendienst Brennwertkessel etc. 50 Stück	€ / a	6.500
	Schornsteinfegergebühr, Emissions-überwachung, Abgasverlustkontrolle 50 Stück	€ / a	4.000
	Gesamte Wartungskosten	€ / a	10.500
5.	**Betriebsgebundene Kosten netto**	€ / a	38.421

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

25.07.2016

Variante B / Wärmepumpe

Anlage 4
Blatt 13

Wirtschaftlichkeitsrechnung - **Betriebsgebundene Kosten** -

		Einheit	
1.	**Instandsetzung**		
	Investitionskosten netto ohne Ing.honorar	€	1.241.270
	Anteil Instandsetzung	% / a	0,5
	Instandsetzungskosten	€ / a	6.206
2.	**Versicherung und Verwaltung**		
	Investitionskosten netto ohne Ing.honorar	€	1.241.270
	Anteil Versicherung und Verwaltung	% / a	1
	Kosten Versicherung und Verwaltung	€ / a	12.413
3.	**Kapitalgeb. Betriebskosten**	€ / a	18.619
4.	**Wartungskosten**		
	Wartungskosten Wärmepumpen 50 Stück	€ / a	5.500
	Gesamte Wartungs- und Wärmekosten	€ / a	5.500
5.	**Betriebsgebundene Kosten netto**	€ / a	24.119

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

25.07.2016

Variante C / BHKW mit Spitzenkessel und Nahwärmenetz

Anlage 4
Blatt 14

Wirtschaftlichkeitsrechnung - **Betriebsgebundene Kosten** -

		Einheit	
1.	**Instandsetzung**		
	Investitionskosten netto ohne Ing.honorar	€	908.305
	Anteil Instandsetzung	% / a	1,5
	Instandsetzungskosten	€ / a	13.625
2.	**Versicherung und Verwaltung**		
	Investitionskosten netto ohne Ing.honorar	€	908.305
	Anteil Versicherung und Verwaltung	% / a	1
	Kosten Versicherung und Verwaltung	€ / a	9.083
3.	**Kapitalgeb. Betriebskosten**	€ / a	22.708
4.	**Personal**		
	Betätigungszeitaufwand	h / a	110
	spez. Personalkosten	€ / h	35,00
	Personalkosten	€ / a	3.850
5.	**Wartungs- und Wärmeabrechnungskosten**		
	Vollwartungskosten BHKW	€ / a	6.765
	Kundendienst Brennwertkessel (2 AK, 5 h, 2 Termine, 45 € / h)	€ / a	900
	Schornsteinfegergebühr, Emissions-überwachung, Abgasverlustkontrolle	€ / a	500
	Wartungskosten Hausübergabestation 50 Stück	€ / a	5.000
	Heizkostenabrechnung Wohnhäuser 50 Stück	€ / a	1.500
	Gesamte Wartungs- und Wärmeabrechnungskosten	€ / a	14.665
6.	**Betriebsgebundene Kosten netto**	€ / a	41.223

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

25.07.2016

Variante D / Pelletkesselanlage mit Nahwärmenetz

Anlage 4
Blatt 15

Wirtschaftlichkeitsrechnung - **Betriebsgebundene Kosten** -

	Einheit	
1. Instandsetzung		
Investitionskosten netto ohne Ing.honorar	€	874.524
Anteil Instandsetzung	% / a	1,5
Instandsetzungskosten	€ / a	13.118
2. Versicherung und Verwaltung		
Investitionskosten netto ohne Ing.honorar	€	874.524
Anteil Versicherung und Verwaltung	% / a	1
Kosten Versicherung und Verwaltung	€ / a	8.745
3. Kapitalgeb. Betriebskosten	€ / a	21.863
4. Personal		
Betätigungszeitaufwand	h / a	220
spez. Personalkosten	€ / h	35,00
Personalkosten	€ / a	7.700
5. Wartungs- und Wärmeabrechnungskosten		
Vollwartungskosten Holzpelletkesselanlage (2 AK, 10 h, 2 Termine, 45 € / h)	€ / a	1.800
Kundendienst Brennwertkessel (2 AK, 5 h, 2 Termine, 45 € / h)	€ / a	900
Schornsteinfegergebühr, Emissions-überwachung, Abgasverlustkontrolle	€ / a	500
Wartungskosten Hausübergabestation 50 Stück	€ / a	5.000
Heizkostenabrechnung Baufelder 50 Stück	€ / a	1.500
Gesamte Wartungs- und Wärmeabrechnungskosten	€ / a	9.700
6. Betriebsgebundene Kosten netto	€ / a	39.263

bml-ing.de

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

25.07.2016

Anlage 4
Blatt 16

BPD Immobilienentwicklung GmbH

Wirtschaftlichkeitsrechnung - spezifische Wärme(rest)kosten -

Variante A / Brennwertkessel mit Solaranlage	Einheit	
1. Kapitalgebundene Kosten netto	€ / a	126.966
2. Verbrauchsgebundene Kosten netto	€ / a	36.763
3. Betriebsgebundene Kosten netto	€ / a	38.421
4. Gesamte Jahreskosten netto	€ / a	202.149
5. Gesamt-Wärmeverbrauch Kunden	MWh / a	533
6. spez. Wärmekosten	**€ / MWh**	**379,29**

bml-ing.de

Variante B / Wärmepumpe	Einheit	
1. Kapitalgebundene Kosten netto	€ / a	141.113
2. Verbrauchsgebundene Kosten netto	€ / a	39.843
3. Betriebsgebundene Kosten netto	€ / a	24.119
4. Gesamte Jahreskosten netto	€ / a	205.075
5. Gesamt-Wärmeverbrauch Kunden	MWh / a	533
6. spez. Wärmekosten	**€ / MWh**	**384,78**

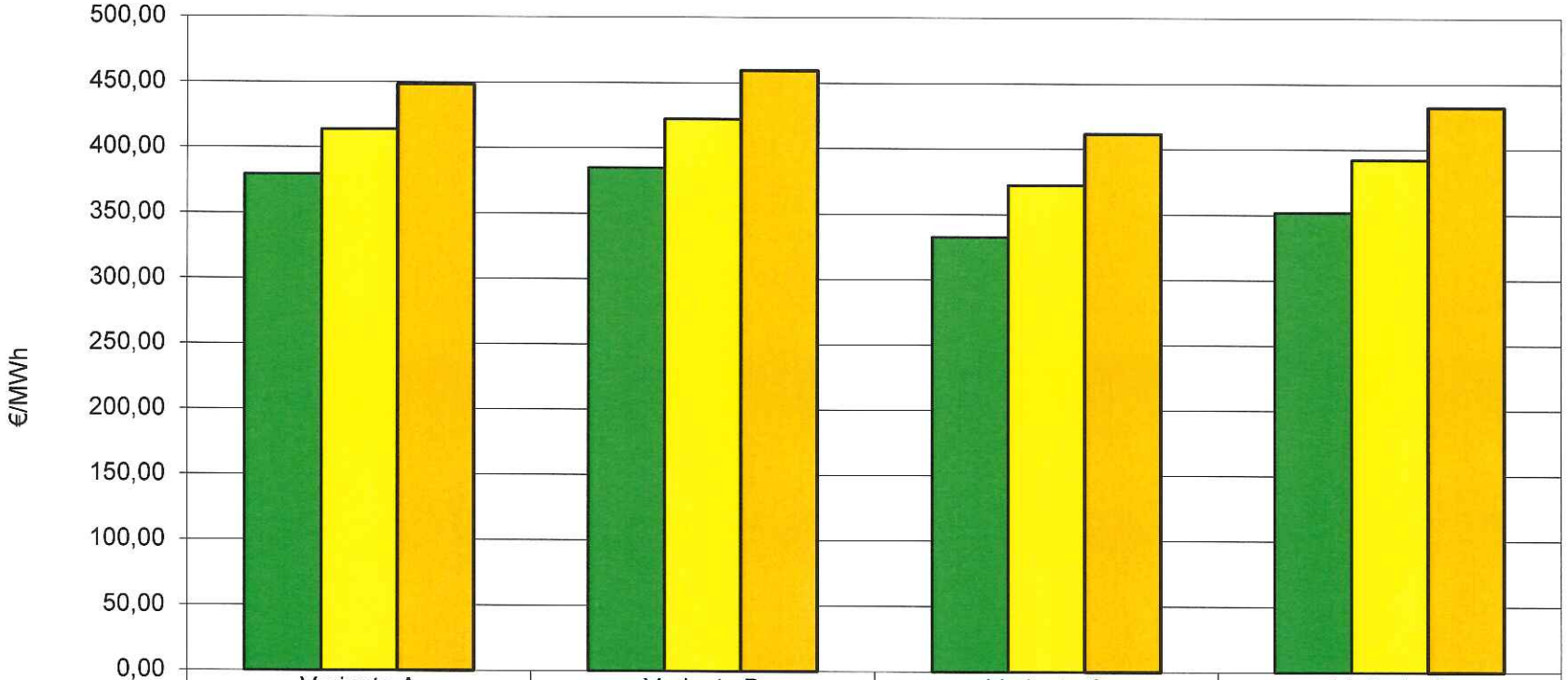
Variante C / BHKW mit Spitzenkessel und Nahwärmenetz	Einheit	
1. Kapitalgebundene Kosten netto	€ / a	112.238
2. Verbrauchsgebundene Kosten netto	€ / a	59.821
3. Betriebsgebundene Kosten netto	€ / a	41.223
4. Gesamte Jahreskosten Netto	€ / a	213.281
5. Vergütung aus Stromerzeugung	€ / a	35.867
6. Gesamte Jahresrestkosten netto	€ / a	177.415
7. Gesamt-Wärmeverbrauch Kunden	MWh / a	533
8. spez. Wärmerestkosten	**€ / MWh**	**332,88**

Variante D / Pelletkesselanlage mit Nahwärmenetz	Einheit	
1. Kapitalgebundene Kosten netto	€ / a	105.317
2. Verbrauchsgebundene Kosten netto	€ / a	42.891
3. Betriebsgebundene Kosten netto	€ / a	39.263
4. Gesamte Jahreskosten netto	€ / a	187.471
5. Gesamt-Wärmeverbrauch Kunden	MWh / a	533
6. spez. Wärmekosten	**€ / MWh**	**351,75**

BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Kunde:	BPD Immobilienentwicklung GmbH, Lyoner Straße 15, 60528 Frankfurt am Main	Datum:	25.07.2016
LP:	Wärmekonzept	Anlage:	4
Projekt:	Wärmekonzept für das Baugebiet Mainz-Finthen	Blatt:	17

Varianten A - D der Energieversorgung
Resultierende Wärme(rest)kosten und
Variation der Brennstoffkosten



	Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
spez. Wärme(rest)kosten	379,29	384,78	332,88	351,75
Brennstoffkosten +50%	413,78	422,16	372,18	391,99
Brennstoffkosten +100%	448,27	459,54	411,48	432,23

BML
INGENIEUR-
GESELLSCHAFT
MBH

Primärenergiefaktor

Anlage 5
25.07.2016

Vorläufige Berechnung des Primärenergiefaktors BHKW aus Planungsdaten (SOLL)
gemäß AGFW-Arbeitsblatt FW 309 Teil 1, Kap. 3.3, Formel 2

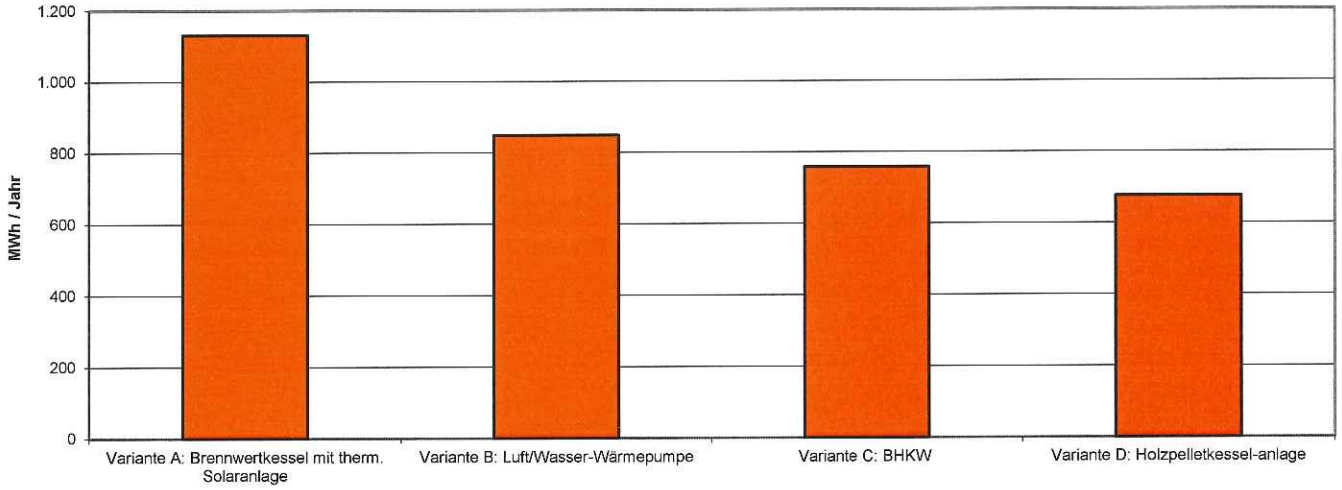
Technische Konzeption		Variante A	Variante B	Variante C	Variante D
Wärmeerzeugung		**Solarthermie + Brennwert-therme**	**Luft-Wasser-Wärme-pumpe**	**ErdgasBHKW mit Spitzenkessel**	**Biomassekessel mit Spitzenkessel**
Stromerzeugung		-	-	KWK-Stromerzeugung mit BHKW-Modul	-
Wärmebedarf/-verbrauch					
Wärmehöchstlast / / Anschlussleitung	kW	447	447	237	237
Wärmeverbrauch Kunden	MWh/a	533	533	533	533
Wärmeerzeugung	MWh/a	533	533	609	609
Wärmeerzeuger 1		**Brennwert-kessel**	**Luft-Wasser-Wärmepumpe**	**Erdgas-BHKW (50/81 kW)**	**Biomassekessel**
Brennstoff		Erdgas	Strom	Erdgas	Holzpellets
Gesamt-Therm. Leistung	**kW**	**447**	**447**	**81**	**243**
Elektrische Leistung	**kW**	**-**	**-**	**50**	**-**
Energieeinsatz bei TA - Luft:	kW	-	-	**145**	-
Volllaststunden	h/a	-	-	**6.336**	
Wärmeerzeugung	MWh/a	453	533	498	609
Stromerzeugung	MWh/a	-	-	308	-
Strom-/Brennstoffverbrauch (Hu)	MWh/a	482	144	892	677
Anteil an Wärmeerzeugung	%	85%	100%	82%	100%
Wärmeerzeuger 2		**Solarthermie**	-		
Brennstoff		-	-	Erdgas	
Wärmeleistung pro Kessel	kW			170	
Gesamt-Therm. Leistung	**kW**				
Wärmeerzeugung	MWh/a	80		111	
Brennstoffverbrauch (Hu)	MWh/a			118	
Brennstoff-Primärenergiefaktoren					
Erdgas		1,1	1,1	1,1	1,1
Biomethan		0,5	0,5	0,5	0,5
Strom verdrängt		2,8	2,8	2,8	2,8
Strom Bezug		1,8	1,8	2,4	2,4
Holz		0,2	0,2	0,2	0,2
Solarenergie		0,0	0,0	0,0	0,0
Umgebungswärme		0,0	0,0	0,0	0,0
PE-Faktor Gesamtanlage		**0,99**	**0,49**	**0,51**	**0,25**

bml-ing.de

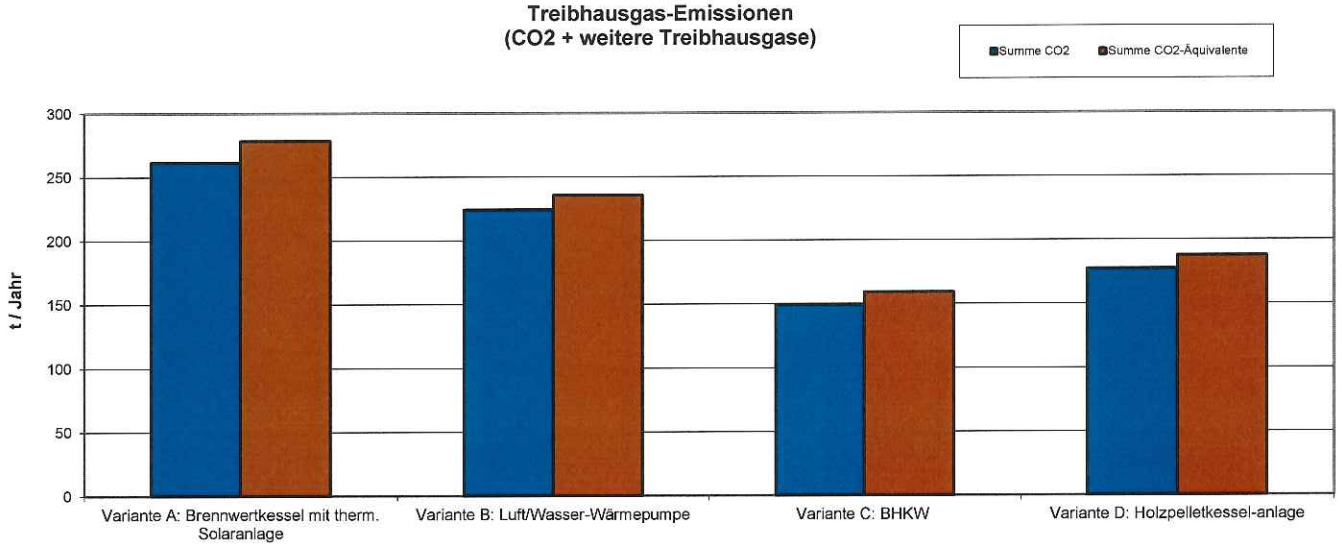
BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Kunde:	BPD Immobilienentwicklung GmbH, Lyoner Straße 15, 60528 Frankfurt am Main	Datum:	25.07.2016
LP:	Wärmekonzept	Anlage:	6
Projekt:	Wärmekonzept für das Baugebiet Mainz-Finthen	Seite:	1

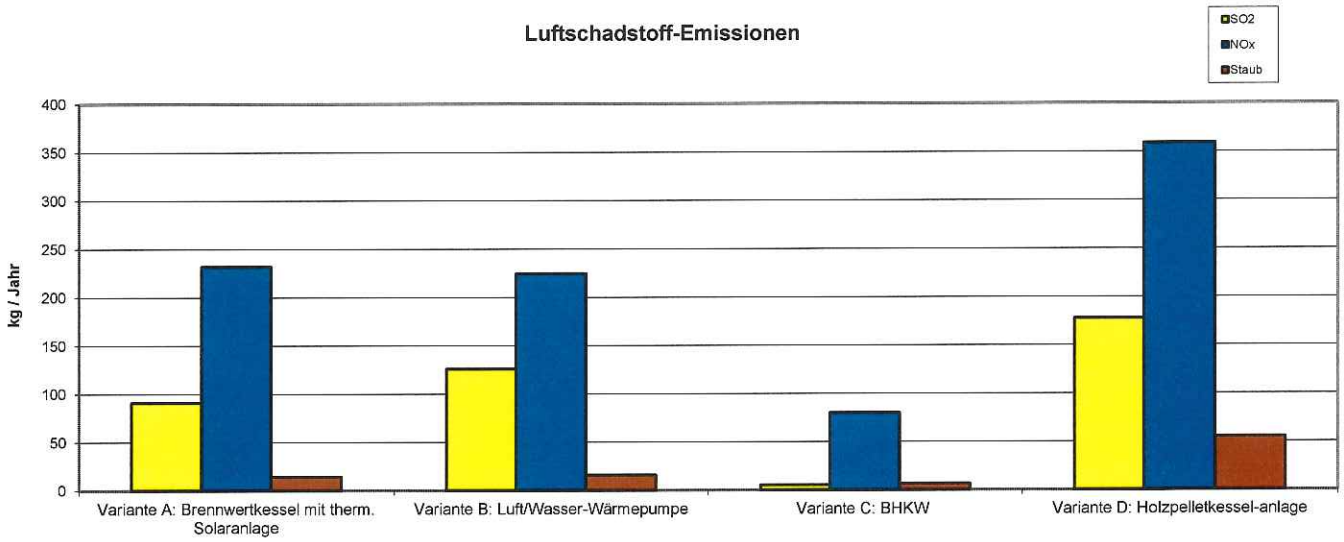
Primärenergieverbrauch
(nicht erneuerbare Energieträger)



Treibhausgas-Emissionen
(CO2 + weitere Treibhausgase)



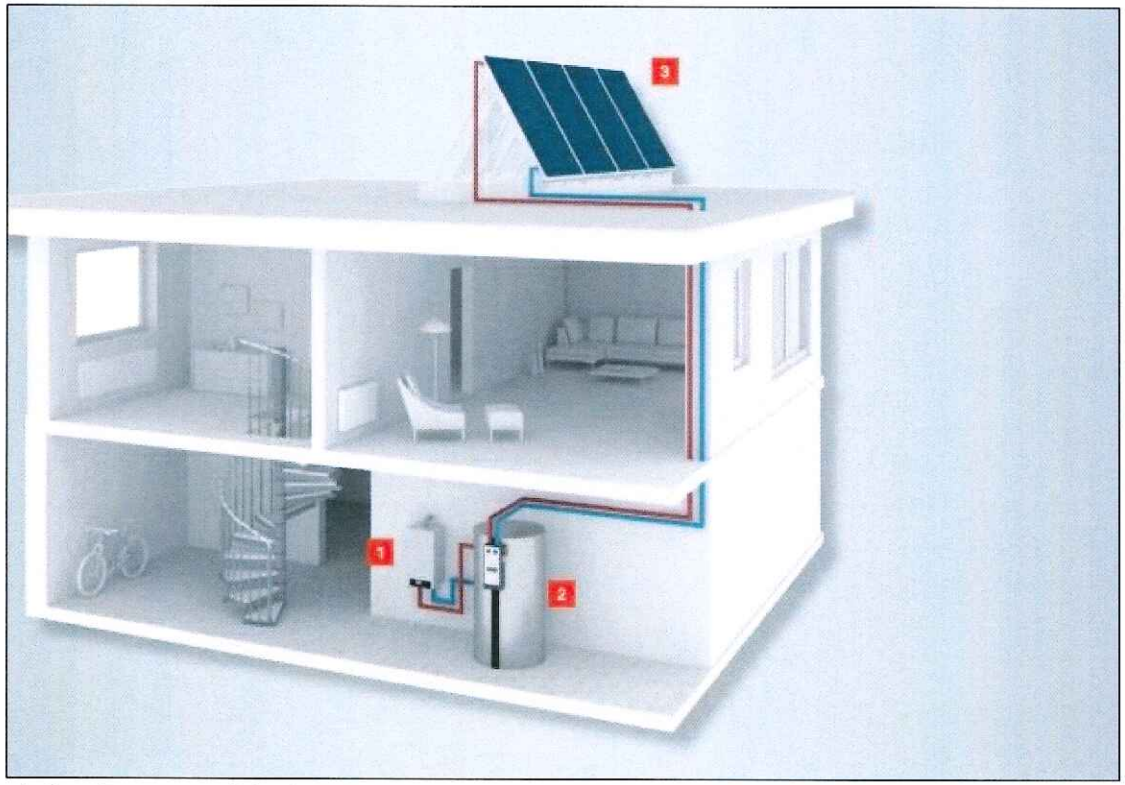
Luftschadstoff-Emissionen



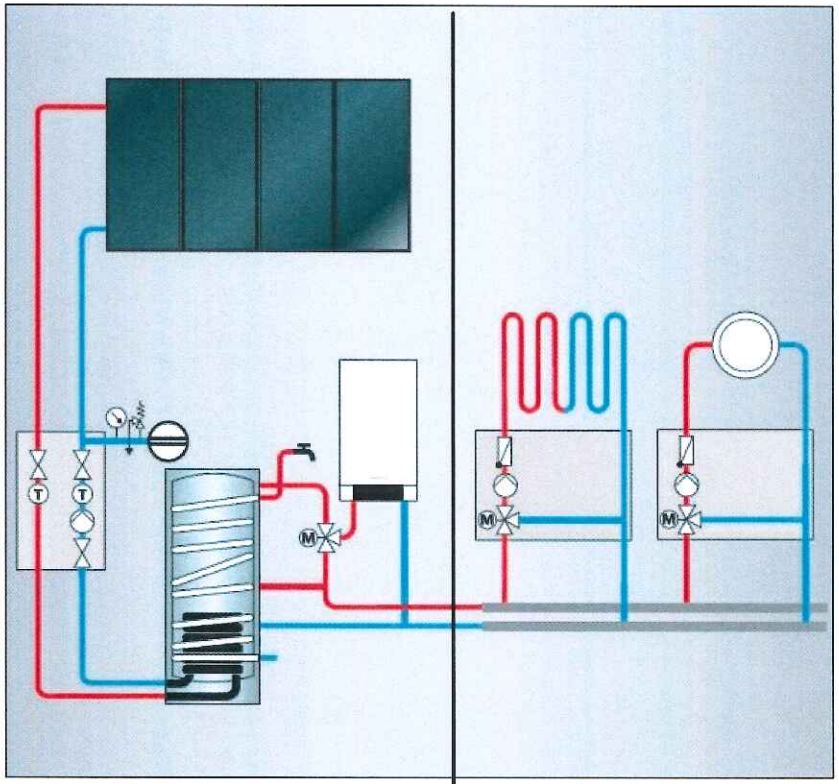
BML Ingenieurgesellschaft mbH
Luisenstraße 51 * 63067 Offenbach a.M. * Tel.: 069 / 82 99 375-0 * Fax: 069 / 82 99 375-29

Resultierende Schadstoffemissionen

	Dim.	Variante A: Brennwertkessel mit therm. Solaranlage	Variante B: Luft/Wasser-Wärmepumpe	Variante C: BHKW	Variante D: Holzpelletkessel-anlage
Summe SO2	kg/a	91	126	5	178
anteilig		100%	138%	6%	195%
Summe NOx	kg/a	232	225	80	359
anteilig		100%	97%	35%	155%
Summe Staub	kg/a	14	16	7	55
anteilig		100%	112%	46%	388%
Summe CO2	t/a	261	224	149	177
anteilig		100%	86%	57%	68%
Summe CO2-Äquivalente	t/a	278	236	159	187
anteilig		100%	85%	57%	67%
Summe Primärenergie	MWh/a	1.130	849	757	675
anteilig		100%	75%	67%	60%



1. Gas-Brennwert-Wandgerät
2. Multivalenter Kombispeicher für Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung
3. Flachkollektoren



Solar Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung

Betrachtungsgrenze

N

bpd Gestaltung lebendiger Räume

BPD Immobilien GmbH
Lyoner Straße 15
D - 60528 Frankfurt am Main

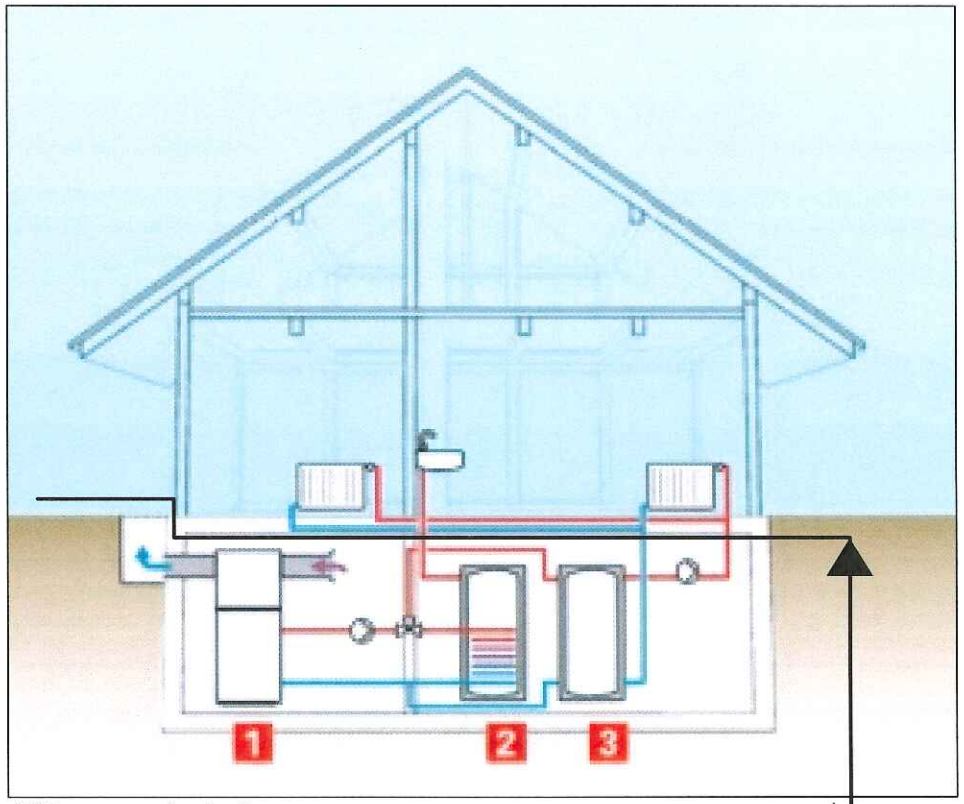
Heizzentrale "Mainz Finthen"
Variante "A": Gas- Brennwerttherme und therm. Solaranlage

Planungsphase:	Maßstab:	Datum:	Zeichnungsnr.:	Unterschrift Planer:
Vorplanung	o.M.	25.07.2016	Var. A	

Luisenstraße 51
63067 Offenbach a m Main
Telefon 069.82 99 375-0
Fax 069.82 99 375-29
E-Mail info@bml-ing.de
Url www.bml-ing.de

BML
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Energie- und Umwelttechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energetische Systemanalyse

geeignet für die Außenaufstellung
H= 1.870 mm
B= 880 mm
T= 946 mm



Wärme aus der Luft
1. Luft / Wasser Wärmepumpe
2. Speicher - Wassererwärmer
3. Heizwasser - Pufferspeicher

Betrachtungs-grenze

bpd Gestaltung lebendiger Räume

BPD Immobilien GmbH
Lyoner Straße 15
D - 60528 Frankfurt am Main

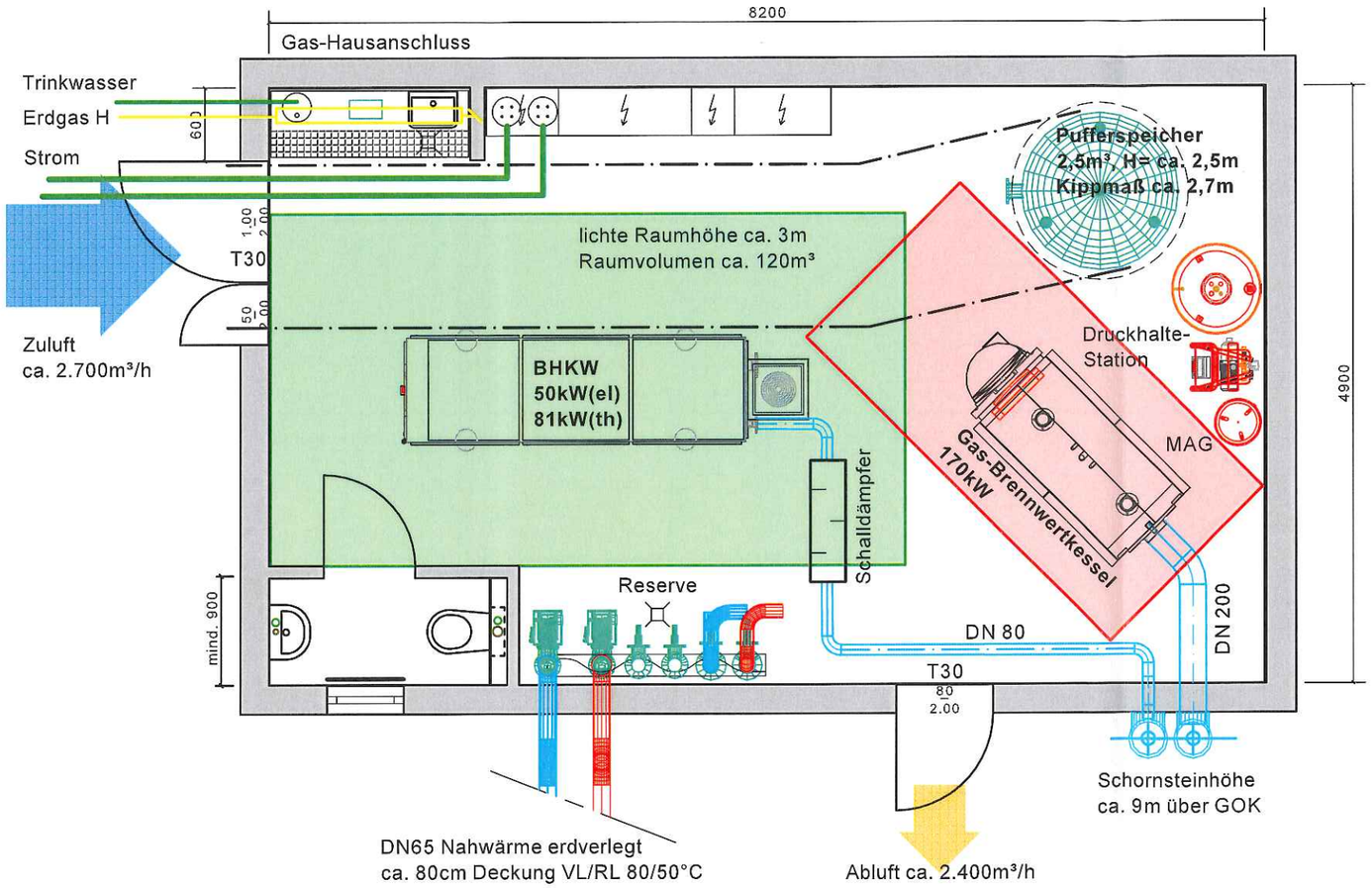
Heizzentrale "Mainz Finthen"
Variante "B": Luft / Wasser Wärmepumpe

Planungsphase:	Maßstab:	Datum:	Zeichnungsnr.:	Unterschrift Planer:
Vorplanung	o.M.	25.07.2016	Var. B	

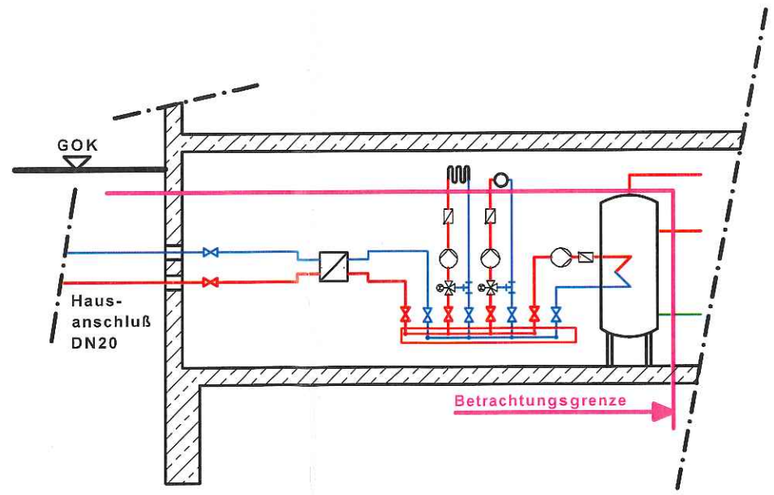
Luisenstraße 51
63067 Offenbach a m Main
Telefon 069.82 99 375-0
Fax 069.82 99 375-29
E-Mail info@bml-ing.de
Url www.bml-ing.de

BML
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Energie- und Umwelttechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energetische Systemanalyse

WHL = ca.237 kW



Grundriss Heizzentrale 1:50



Schnitt Hausanschuß 1:100

bpd Gestaltung lebendiger Räume

BPD Immobilien GmbH
Lyoner straße 15
D - 60528 Frankfurt am Main

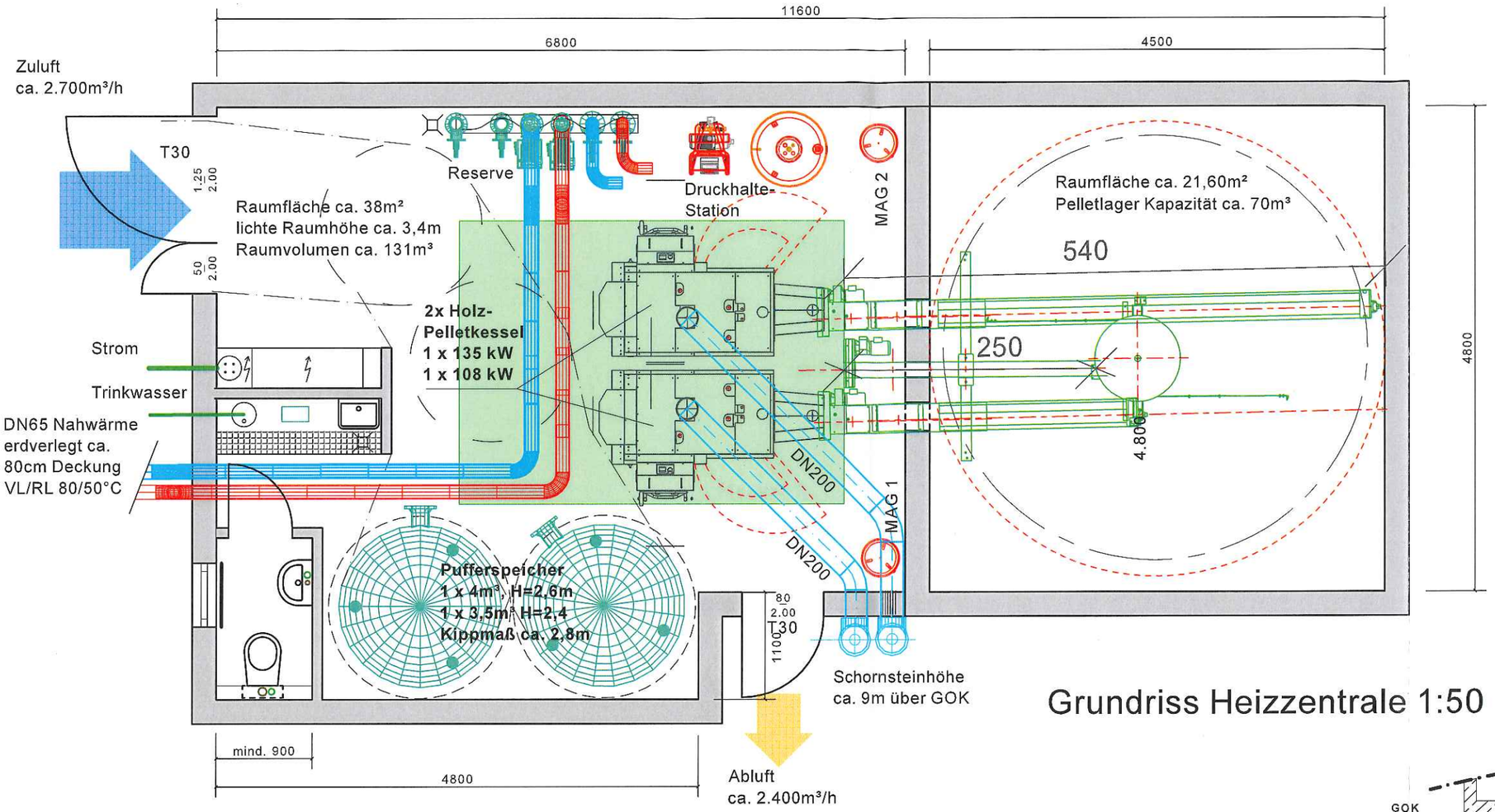
Wärmekonzept für das Baugebiet
"Mainz Finthen"
Grundriss Heizzentrale und Schnitt Nahwärme-Hausanschluß
Variante C: BHKW mit Spitzenkessel

Planungsphase:	Maßstab:	Datum:	Zeichnungsnr.:	Unterschrift Planer:
Vorplanung	1:50	25.07.2016	H - 03	

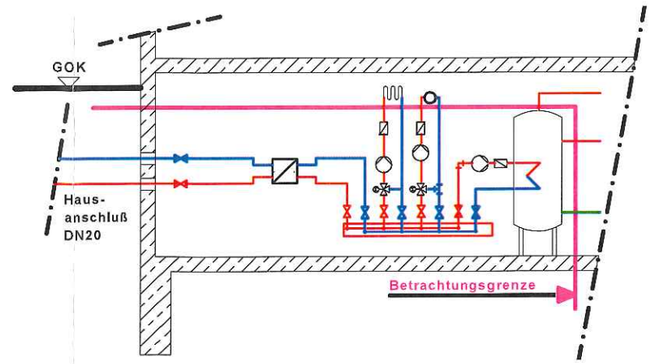
Luisenstraße 51
63067 Offenbach am Main
Telefon 069.82 99 375-0
Fax 069.82 99 375-29
E-Mail info@bml-ing.de
Url www.bml-ing.de

BML
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Energie- und Umwelttechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energetische Systemanalyse

WHL = ca.237 kW



Grundriss Heizzentrale 1:50



Schnitt Hausanschuß 1:100

bpd Gestaltung lebendiger Räume

BPD Immobilien GmbH
Lyoner straße 15
D - 60528 Frankfurt am Main

Wärmekonzept für das Baugebiet
"Mainz Finthen"
Grundriss Heizzentrale und Schnitt Nahwärme-Hausanschluß
Variante D: Holzpelletkesselanlage

Planungsphase:	Maßstab:	Datum:	Zeichnungsnr.:	Unterschrift Planer:
Vorplanung	1:50	25.07.2016	H - 04	

Luisenstraße 51
63067 Offenbach am Main
Telefon 069.82 99 375-0
Fax 069.82 99 375-29
E-Mail info@bml-ing.de
Url www.bml-ing.de

BML
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Energie- und Umwelttechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energetische Systemanalyse

Verlegung Doppelrohrsystem

indirekte Übergabestation
BxHxT 900mm x 820mm x 400mm

Legende:

- Heizzentrale
- Haupttrasse
- Hausanschluss-Trasse

Wärmehöchstlast	ca. 237 kW
Trassenlänge DN 65	ca. 60 Tr.m
Trassenlänge DN 50 - DN 25	ca. 370 Tr.m
Hausanschlusslänge DN 20	513 Tr.m
Summe	ca. 950 Tr.m
Summe HA	50 Stck.

PN 6
VL / RL = 80° / 50° C

DN 65 Einzelrohr
≤ DN 50 Doppelrohr

N

BPD Immobilien GmbH
Lyoner Straße 15
D-60528 Frankfurt am Main

bpd Gestaltung lebendiger Räume

Wärmekonzept für das Baugebiet
"Mainz Finthen"
Trassenplan Nahwärme Variante C + D

Planungsphase:	Maßstab:	Datum:	Zeichnungsnr.:	Unterschrift Planer:
Vorplanung	1:1000	25.07.2016	WK-03	

Luisenstraße 51
63067 Offenbach am Main
Telefon 069.82 99 375-0
Fax 069.82 99 375-29
E-Mail info@bml-ing.de
Url www.bml-ing.de

BML
INGENIEURGESELLSCHAFT MBH
Energie- und Umwelttechnik
Technische Gebäudeausrüstung
Energetische Systemanalyse