

Gemeinde Scharbeutz

BHKW-Nahwärmeversorgung für die Bebauungsgebiete B-Plan 45 und B-Plan 4

- Machbarkeitsstudie -

94.026.010.000
Juni 1995

E S N
EnergieSystemeNord GmbH
Ingenieurunternehmen für Energie- und Umwelttechnik
Hopfenstraße 1 d, 24114 Kiel, Tel.: (04 31) 66 00-0

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung	3
2	Grundlagenermittlung	4
2.1	Bebauungsstruktur	4
2.2	Wärmebedarfsermittlung	6
2.2.1	Basisvariante	9
2.2.2	Ausbauvariante	10
2.2.3	Zusammenfassung	10
3	Wärmeversorgungskonzept	11
3.1	BHKW-Auslegung	11
3.2	Technisches Konzept	15
3.3	BHKW- bzw. Heizkesselgebäude	17
3.4	Nahwärmenetz	18
4	Wirtschaftlichkeitsberechnung	20
4.1	Investitionen BHKW und Nahwärmenetz	20
4.2	Wärmegestehungskosten	21
4.2.1	Anlegbare Wärmekosten	23
4.2.2	Vergleich der Wärmegestehungskosten mit den anlegbaren Wärmekosten	24
4.2.3	Struktur der Wärmepreise	26
5	Umweltauswirkungen	28
6	Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen	30

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Gemeinde Scharbeutz plant, im Bereich des Neubaugebietes B-Plan 45 „Redderkrog“ eine neue Wohnsiedlung mit ca. 220 Wohneinheiten zu realisieren. Für dieses Gebiet liegt bereits eine Untersuchung der EnergieSystemeNord GmbH über eine Nahwärmeversorgung auf der Basis eines Blockheizkraftwerkes (BHKW) vor. Das Untersuchungsgebiet soll jetzt um den Bereich des B-Planes 4 mit vorhandener Altbebauung, geplanter Überbauung und geplanten Neubauinseln erweitert werden, so daß beide B-Plangebiete unter dem Aspekt der Nahwärmeversorgung als ein Gebiet betrachtet werden.

Die vorliegenden Untersuchungen des B-Plan-45-Gebietes sind dahingehend anzupassen.

Mit der erzeugten Wärme aus dem BHKW sollen beide Gebiete mit Nahwärme für Raumheizung und Brauchwassererwärmung versorgt werden.

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie ist zu untersuchen, welche Wärmepotentiale bei der gegebenen Bedarfsstruktur erschließbar sind und unter welchen technisch/wirtschaftlichen Voraussetzungen eine Wärmeversorgung mit einem BHKW aufgebaut werden kann. Die ökologischen Auswirkungen einer zentralen Wärmeversorgung sind aufzuzeigen.

Das entwickelte Konzept ist mit den Investoren und Erschließungsträgern bezüglich seiner Umsetzung und Realisierung abzustimmen.

2 Grundlagenermittlung

Die Ermittlung der Grundlagen erfolgte auf Basis der von der Gemeinde zur Verfügung gestellten Bebauungspläne:

- B-Plan 45 „Redderkrog“ Stand 01/95
- B-Plan 4 „Ortskern“ Stand 01/95.

In Absprache mit der Gemeinde wurde der B-Plan 45 durch den neueren Entwurf, Stand 03/95 (Übersichtsplan) und Stand 05/95 (Textteil), ersetzt.

Die Wettbewerbsunterlagen zur Gestaltung des im B-Plan 4 geplanten Bürgerhauses dienten zu seiner wärmetechnischen Bewertung.

Weiterhin dienten die bereits vorliegenden Untersuchungen zum B-Plan-gebiet 45 und eigene Untersuchungen als Basis für die vorliegende Studie.

Als Ansprechpartner standen dabei zur Verfügung:

- Stadtplanung Bruns, Herr Popert
- Unternehmensgruppe Gollan, Herr Rukat
(Investor)
- Fa. R. Warenholz, Herr Warenholz
(Investor)
- Zweckverband Ostholstein, Herr Dr. Donitzky
(Erdgasversorgung).

2.1 Bebauungsstruktur

Die nach dem gegenwärtigen Stand der Planung vorgesehene Bebauung des Neubaugebietes sowie die Lage der bereits vorhandenen Gebäude sind im Anhang im Lageplan „B-Plangebiete 4 und 45“, Ortskern und Redderkrog, dargestellt.

Für das **B-Plangebiet 45** sind ca. 76 Neubauten mit insgesamt ca. 230 Wohneinheiten (WE) mit einer Nutzfläche von ca. 21.000 m² neu geplant, denen folgende Aufteilung zugrunde liegt:

- | | |
|---|---------------------|
| - 24 Einfamilienhäuser | mit insgesamt 24 WE |
| - 11 Einfamilienhäuser mit Einliegerwohnung | mit insgesamt 22 WE |
| - 10 Doppelhäuser | mit insgesamt 20 WE |
| - 17 Reihenhäuser | mit insgesamt 79 WE |
| - 14 Mehrfamilienhäuser
(sog. Stadtvillen) | mit insgesamt 84 WE |

Des Weiteren ist der Neubau eines zweizügigen Kindergartens mit ca. 1.700 m³ umbautem Raum vorgesehen.

Das **B-Plangebiet 4** ist der historisch gewachsene Ortskern der Gemeinde Scharbeutz und beinhaltet neben der Wohn- und Gewerbebebauung folgende öffentliche Liegenschaften:

- Kindergarten
- Grund- und Hauptschule
- Turnhalle der Grund- und Hauptschule
- Feuerwehrgerätehaus.

Weiterhin ist im B-Plangebiet 4 für ca. 1996/97 der Neubau eines Bürgerhauses geplant.

2.2 Wärmebedarfsermittlung

Für das Neubaugelbiet des B-Planes 45 wurden auf Basis der Wärmeschutzverordnung (WSVO) '95 zur Ermittlung des Raumwärmebedarfes folgende Ansätze gewählt:

- Einfamilienhäuser ohne Einliegerwohnung	100 kWh/m ² a
- Einfamilienhäuser mit Einliegerwohnung	100 kWh/m ² a
- Doppelhäuser	80 kWh/m ² a
- Reihenhäuser	70 kWh/m ² a
- Mehrfamilienhäuser	60 kWh/m ² a
- Altbebauung	120 kWh/m ² a
- Kindergarten (Neubau)	100 kWh/m ² a (incl. Warmwasserbereitung)

Die Brauchwassererwärmung wurde wie folgt berücksichtigt:

- Belegungszahl	2,5 Pers./WE
- Warmwasserbedarf	30 l/Tag/Person
- Kaltwasser	10 °C
- Zapftemperatur	45 °C
- Temperaturdifferenz	35 K

Es ergibt sich für die WW-Bereitung ein Nutzwärmebedarf von ca. 1,1 MWh/a und WE.

Die Angaben zu den Wärmebedarfen der vorgenannten öffentlichen Liegenschaften des B-Planes 4 basieren auf der „Machbarkeitsstudie für die Wärmeversorgung des geplanten Neubaugelbietes am Redderkrog“ der EnergieSystemeNord GmbH vom August 1993.

Hierbei wurden folgende Modifikationen vorgenommen:

- Berücksichtigung eines Sanierungsabschlages von ca. 10 % auf den Wärmebedarf für die Objekte Grund- und Hauptschule, Turnhalle und Feuerwehrgerätehaus
- Berücksichtigung des eingeschossigen Schulbaues mit einer Grundfläche von ca. 350 m².

Der Wärmebedarf des vorhandenen Kindergartens wurde nicht berücksichtigt, da von einem Ersatz durch den vorgesehenen Neubau ausgegangen wird.

Der Wärmebedarf des neu zu errichtenden Bürgerhauses wurde auf Grundlage der Vorgaben zu den Wettbewerbsunterlagen der Ausschreibung ermittelt.

Die übrigen Gebäude des B-Plangebietes 4 wurden über die im B-Plan enthaltenen Angaben zur Art der vorhandenen und vorgesehenen Bebauung unterteilt in die Gruppen:

- Wohnbebauung (vorhanden)
- Wohnbebauung (neu)
- Mischbebauung (vorhanden)

und entsprechend bewertet.

Hinsichtlich der Neubebauung wurde der im B-Plan 4 dargestellte Zustand als Endzustand zugrunde gelegt.

Tabelle 2.2-1 zeigt eine Zusammenfassung der Bebauungsstruktur und der daraus resultierenden Wärmebedarfe.

Tabelle 2.2-1: Wärmebedarfsermittlung für die B-Plangebiete 45 und 4

Gebäude	Objektanzahl	WE	Fläche/WE	Gesamtfläche	Wärmebedarf spez. kWh/m²/a	Wärmebedarf Raumwärme MWh/a	Anschlußleistung (Nutz) kW	Nutzwärmebedarf Warmwasser MWh/a	Nutzwärmebedarf gesamt MWh/a
	Anzahl	m²	m²	m²	kWh/m²/a	MWh/a	kW	MWh/a	MWh/a
B-Plangebiet 45									
Einfamilienhäuser	24	100	2.400	100	240	150	26	266	
Einfamilienhäuser	11	80	1.760	100	176	110	24	200	
Doppelhäuser	10	100	2.000	80	160	100	22	182	
Reihenhäuser	17	100	7.800	70	553	307	87	640	
Mehrfamilienhäuser	14	80	6.720	60	403	224	92	495	
Kindergarten (neu)	1	-	550	100	55	39	enthalten	55	
Altbebauung	10	100	1.500	120	180	113	17	197	
Summe B-Plan 45	87	-	22.830	-	1.767	1.043	268	2.035	
B-Plangebiet 4									
Schule	1	-	-	-	190	136	enthalten	190	
Schulanbau	1	-	350	100	35	25	enthalten	35	
Turnhalle	1	-	-	-	228	207	enthalten	228	
Feuerwehr	1	-	-	-	54	45	enthalten	54	
Bürgerhaus	1	-	2.800	100	280	187	enthalten	280	
Wohnbebauung (vorh.)	11	unbekannt	7.200	140	1.008	630	enthalten	1.008	
Wohnbebauung (neu)	44	unbekannt	9.600	100	960	600	enthalten	960	
Mischbebauung (vorh.)	43	unbekannt	19.300	120	2.316	1.654	enthalten	2.316	
Summe B-Plan 4	103	-	-	-	5.071	3.484	-	5.071	
Summe gesamt	190	-	62.080	-	6.838	4.527	-	7.106	

Aufgrund der unterschiedlichen Anschlußwahrscheinlichkeiten der vorhandenen Bebauung und dem gegenwärtig nicht definitiv festzulegenden Realisierungszeitpunkt der Überbauung des B-Planes 4 werden eine Basis- und eine Ausbauvariante untersucht. Die Ausbauvariante wurde derart gestaltet, daß sie ohne großen Aufwand durch eine Erweiterung aus der Basisvariante hervorgehen kann.

2.2.1 Basisvariante

Die Basisvariante beinhaltet sämtliche für das B-Plangebiet 45 vorgesehene Neubebauung incl. des Kindergarten-Neubaus, jedoch ohne die auf diesem Plangebiet vorhandene Altbebauung.

Hinzu kommen die öffentlichen Liegenschaften des B-Plangebietes 4, jedoch ohne den vorhandenen Kindergarten.

Die Tabelle 2.2.1-1 faßt den Wärmebedarf der Basisvariante zusammen:

Tabelle 2.2.1-1: Zusammenfassung Wärmebedarf Basisvariante

	Leistung kW	Nutzwärme MWh/a
B-Plangebiet 45, ohne Altbebauung incl. Kindergartenneubau	930	1.838
B-Plangebiet 4, nur öffentliche Liegenschaf- ten ohne Kindergartenaltbau	600	787
Summe	1.530	2.625

Unter Berücksichtigung der Netzverluste mit ca. 7 % und der Gleichzeitigkeit der Verbraucher ergeben sich

ca. 1.450 kW Netzwärmeleistung
und ca. 2.810 MWh/a Netzwärmearbeit.

2.2.2 Ausbauvariante

Die Ausbauvariante beinhaltet die B-Plangebiete 45 und 4, allerdings ohne den Kindergartenaltbau des B-Plangebietes 4.

Die Tabelle 2.2.2-1 faßt den Wärmebedarf der Ausbauvariante zusammen.

Tabelle 2.2.2-1: Zusammenfassung Wärmebedarf Ausbauvariante

	Leistung kW	Nutzwärme MWh/a
B-Plangebiet 45, komplett	1.043	2.035
B-Plangebiet 4 (ohne Kindergartenaltbau)	3.484	5.071
Summe	4.527	7.106

Unter Berücksichtigung der Netzverluste mit ca. 7 % und der Gleichzeitigkeit der Verbraucher ergeben sich

ca. 4.065 kW Netzwärmeleistung
und ca. 7.605 MWh/a Netzwärmeleistung.

2.2.3 Zusammenfassung

Die Tabelle 2.2.3-1 faßt die ermittelten Daten der beiden Varianten zusammen.

Tabelle 2.2.3-1: Zusammenfassung der Wärmebedarfe

Variante	Nutzwärmearbeit MWh/a	Netzwärmeleistung kW	Netzwärmeleistung MWh/a
Basis	2.625	1.450	2.810
Ausbau	7.106	4.065	7.605

3 Wärmeversorgungskonzept

3.1 BHKW-Auslegung

Mit Blockheizkraftwerken (BHKW) kann Wärme und Strom verbrauchernah mit hohen Jahresnutzungsgraden erzeugt werden. Damit derartige Anlagen wirtschaftlich betrieben werden können, müssen Verbraucher mit einer ausreichend hohen Wärmedichte vorhanden sein. Das Neubaugebiet „B-Plan 45“ und der Ortskern „B-Plan 4“ in der Gemeinde Scharbeutz bieten sich aufgrund ihrer Bebauungsstruktur dazu an.

Zur Auslegung eines BHKW ist eine Jahresdauerlinie der Wärmebedarfsleistungen erforderlich. Hierzu werden Stundenmittelwerte der Wärmeleistung für ein ganzes Betriebsjahr benötigt. Da derartige Werte weder für das Neubaugebiet noch für die bereits vorhandenen Gebäude vorliegen, wurden für derartige Versorgungsfälle typische Jahresdauerlinien mit einem EDV-Programm erstellt.

Um eine möglichst hohe Auslastung zu erreichen, wurden die in Tabelle 3.1-1 aufgeführten Module ausgewählt. Mit der gewählten Anlagenkonfiguration ist der wirtschaftlichste Betrieb der Kraft-Wärmekopplung zu erwarten. Die Auslegung der BHKW-Module erfolgte im Hinblick auf einen schrittweisen Ausbau der Nahwärmeversorgung, die eine problemlose Erweiterung der Erzeugungsanlagen bedingt.

Tabelle 3.1-1: Modulauswahl

	elektrische Leistung kW	thermische Leistung kW
Basisvariante	1 x 140	1 x 234
Ausbauvariante	3 x 140	3 x 234

Zur Abdeckung der Spitzenlast und zur Vorhaltung von Reserveleistung bei Ausfall des BHKW muß zusätzlich eine Kesselanlage mit 100 % thermischer Leistung installiert werden.

Basisvariante:

Die Auslegung der Spitzenlastkesselanlage erfolgt über zwei Kessel verschiedener Leistung, wodurch eine Leistungsabstufung und damit eine gute Anpassung an die jeweilige Bedarfssituation erreicht wird. In den Sommermonaten wird der größere Kessel außer Betrieb genommen und der Bedarf an Brauchwarmwasser allein durch den verbleibenden Kessel abgedeckt.

	Basisvariante	
Kessel 1	ca.	450 kW
Kessel 2	ca.	1.000 kW
Gesamtleistung	ca.	1.450 kW

Ausbauvariante:

Der sich erhöhende Wärmeleistungsbedarf wird durch die zusätzliche Installation weiterer Kessel abgedeckt.

Die Dimensionierung und somit auch die Anzahl der zusätzlichen Kessel ist im Zuge der fortschreitenden Planung in Abhängigkeit des erreichten Anschlußgrades der Versorgungsgebiete konkret abzustimmen. Die endgültige Auslegung muß im Zuge der konkreten Planungsarbeiten gemeinsam mit dem Betreiber festgelegt werden.

	Ausbauvariante	
Kessel 1	ca.	450
Kessel 2	ca.	1.000
Kessel 3	ca.	2.615
Gesamtleistung	ca.	4.065

Die Jahresdauerlinie für die gewählten Anlagenkonfigurationen der Basis- und Ausbauvariante sind in den Bildern 3.1-1 und 3.1-2 dargestellt.

Die Auslegungsdaten und Energiebilanzen für die Basis- und Ausbauvariante sind in Tabelle 3.1-2 aufgeführt.

Gemeinde Scharbeutz, B-Plan 45 und 4

Bild 3.1-1: Basisvariante

BHKW-Modul 1x 140kW_el/234kW_th

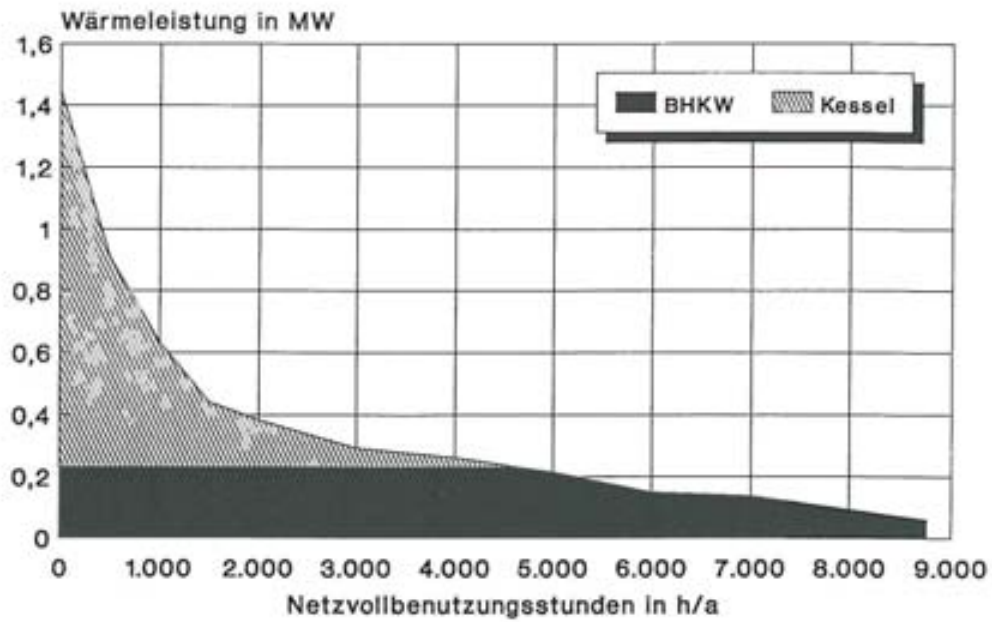
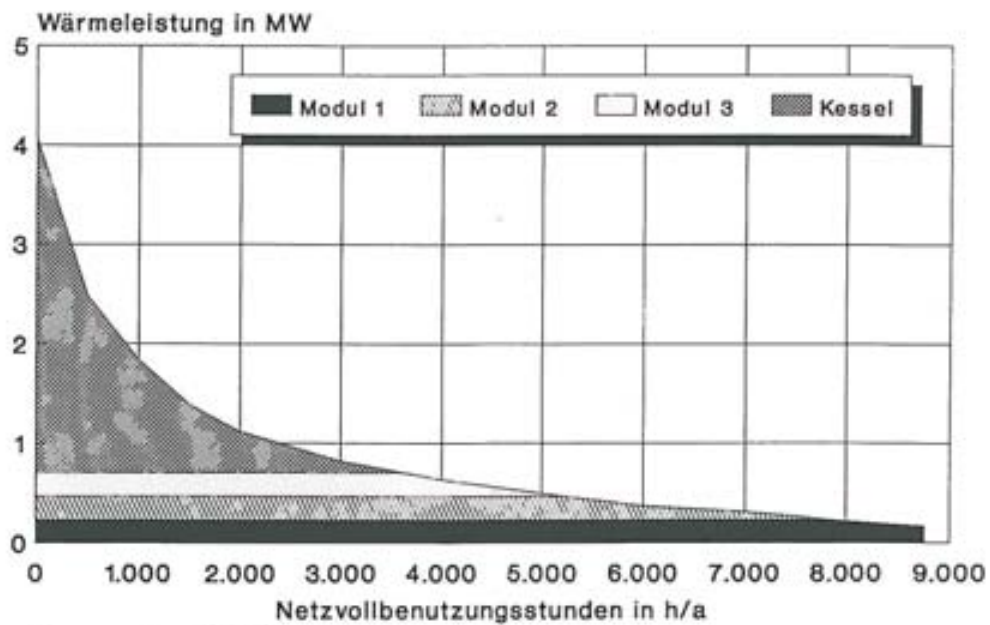


Bild 3.1.2: Ausbauvariante

BHKW-Module 3x 140kW_el/234kW_th



EnergieSystemeNord (ESN) GmbH

Tabelle 3.1-2: Auslegungsdaten und Energiebilanzen

	Basisvariante	Ausbauvariante
Auslegungsdaten:		
Allgemein :		
Gesamter Netzwärmebedarf	ca. 2.810 MWh/a	ca. 7.605 MWh/a
Gesamter Nutzwärmebedarf	ca. 2.625 MWh/a	ca. 7.106 MWh/a
Netzwärmeleistungsbedarf	ca. 1.450 kW	ca. 4.065 kW
BHKW-Anlage :		
Elektrische Leistung	1 x 140 kW	3 x 140 kW
Thermische Leistung	1 x 234 kW	3 x 234 kW
Brennstoffleistung	1 x 425 kW	3 x 425 kW
Mittlere Jahresvollbenutzungsstunden	7.135 h/a	6.475 h/a
Kesselanlage		
Jahresnutzungsgrad	ca. 90 %	ca. 90 %
Thermische Leistung	1 x 450 kW	1 x 450 kW
	1 x 1.000 kW	1 x 1.000 kW
		1 x 2.615 kW
Thermische Leistung (ges.)	ca. 1.450 kW	ca. 4.065 kW
Jahresvollbenutzungsstunden	ca. 785 h/a	ca. 755 h/a
Bilanzen:		
Strom :		
Stromerzeugung	ca. 1.000 MWh_el/a	ca. 2.720 MWh_el/a
Netzwärme :		
Netzwärmeerzeugung BHKW	ca. 1.670 MWh/a	ca. 4.545 MWh/a
Netzwärmeerzeugung Kesselanlage	ca. 1.140 MWh/a	ca. 3.060 MWh/a
Brennstoff :		
Brennstoffbedarf BHKW	ca. 3.030 MWh_Hu/a	ca. 8.255 MWh_Hu/a
Brennstoffbedarf Kesselanlage	ca. 1.265 MWh_Hu/a	ca. 3.385 MWh_Hu/a
Gesamt Brennstoffbedarf - Arbeit	ca. 4.295 MWh_Hu/a	ca. 11.640 MWh_Hu/a
Gesamt Brennstoffbedarf - Leistung	ca. 1.775 kW_Hu/a	ca. 5.010 kW_Hu/a

3.2 Technisches Konzept

Auslegungsdaten BHKW Scharbeutz „B-Plan 45 und 4“

Fernwärmenetz

Systemtemperaturen	ca.	100/60 °C
max. zul. Betriebstemperatur		100 °C
max. zul. Betriebsdruck		6 bar

Das BHKW besteht im wesentlichen aus folgenden Komponenten bzw. Systemen:

Strom- und Wärmeerzeugungsanlage

- BHKW-Module mit Gas-Otto-Motor für Magergemischbetrieb und Oxidationskatalysator sowie Asynchrongenerator und Wärmenutzungseinheit.
- Schmierölver- und -entsorgung für den Gas-Otto-Motor mit einem Lager-tank zur Frischöl-Bevorratung für eine Betriebsdauer von 3 Monaten sowie einem Altöl-Lagertank.
- Abgasanlage mit Vor- und Nachschalldämpfer sowie Oxidationskatalysator und Abgas-Rohrleitungen.

Spitzenlast-Wärmeerzeugungsanlage

- Heizkesselanlage, bestehend aus mehreren erdgasbefeuerten Heizkesseln mit unterschiedlicher Wärmeleistung, für eine max. zulässige Betriebstemperatur von 110 °C und einen max. zulässigen Betriebsdruck von 6 bar.
- Brenneranlage (stufenlos modulierend) zur Verfeuerung von Erdgas.
- Abgasanlage mit Schalldämpfer.

Schornsteinanlage, bestehend aus einem mehrzügigen Schornstein mit Edelstahl-Rauchgasrohren, jeweils für die BHKW-Module und die Heizkessel.

Die endgültige Schornsteinhöhe ist im Rahmen einer Schornsteinhöhenberechnung und Immissionsprognose nach TA-Luft zu ermitteln.

Heizwassersystem

- Wärmeübertrager in der Abwärmenutzungseinheit des BHKW-Moduls zur Auskopplung der
 - Schmierölwärme
 - Motorkühlwasserwärme und
 - Abgaswärme.
- Stahl-Rohrleitungen mit Wärmedämmung.
- Armaturen als Absperr-Durchgangsventile oder Absperrklappen.
- Heizwasser-Umwälzpumpen
- Wärmespeicher zur Ermöglichung eines optimalen BHKW-Betriebes.

E- und Leittechnik

- Trafostation
- Schaltanlagen auf der NS/MS-Seite für die Netzeinspeisung und für die Hilfsverbraucher.
- Hausanschlußstation
- E-Installation für Verkabelung der elektrotechnischen und MSR-Komponenten, Beleuchtung, Steckdosen sowie Erdung, Potentialausgleich und Blitzschutz.
- MSR-Anlagen für Wärme- und Strombedarfsdeckung.

Sonstige technische Einrichtungen

- Hebezeuge zur Montage und Demontage.
- Brandmelde- und Gaswarnanlagen.

Funktionsbeschreibung der Anlage

Bei nicht ausreichender Wärmebereitstellung durch die BHKW-Module werden die Spitzenlast-Heizkessel in Abhängigkeit des Wärmebedarfes über eine Kesselfolgeschaltung zu- und abgeschaltet.

Die parallel geschalteten Heizkessel sind zur BHKW-Modul-Wärmeauskopplungseinheit parallel geschaltet.

Die Netzumwälzpumpen werden drehzahl geregelt in Abhängigkeit des Netz-Differenzdruckes (am druckbestimmenden Kunden).

Bis zur Installation des BHKW-Modules bzw. auch später kann die Spitzenlast-Heizanlage als autarkes Heizwerk betrieben werden.

3.3 BHKW- bzw. Heizkesselgebäude

Als Standort wird der hintere Bereich des Schulgeländes im B-Plan 4 vorgesehen.

Die Erweiterungsfähigkeit des Gebäudes in Abhängigkeit zur jeweils erreichten Ausbaustufe der Nahwärmeversorgung ist bei der Planung zu berücksichtigen.

Es ergibt sich eine vorläufige Grundfläche von ca. 200 m² (Basisvariante) bzw. ca. 300 m² (Ausbauvariante).

Die Heizzentrale sollte in einem separaten Gebäude realisiert werden. Die genauen Abmessungen sind nach der Detailplanung und Festlegung der Fabrikate zu ermitteln.

3.4 Nahwärmenetz

Zur Realisierung der Nahwärmeversorgung der B-Plangebiete 45 und 4 in Scharbeutz muß im Zuge der Erschließung des Neubaugebietes im B-Plan-gebiet 45 ein Wärmeverteilungsnetz verlegt werden.

Unter Hinweis auf die Einsparmöglichkeiten durch neue kostengünstigere Verlegeverfahren ist insbesondere darauf zu achten, daß das Wärmeverteilungsnetz im Zuge der allgemeinen infrastrukturellen Erschließung des Gebietes mitverlegt wird. Die hiermit verbundenen kostenmindernden Faktoren sind in der Kostenschätzung zu den Investitionen berücksichtigt. Weiterhin sind die in der Basisvariante zu versorgenden öffentlichen Liegenschaften an das Netz anzubinden.

In der Ausbauvariante ist, ausgehend von der Anbindung der öffentlichen Liegenschaften, das Netz im B-Plangebiet 4 schrittweise so auszubauen, daß alle Wärmeverbraucher erreicht werden können.

Dies hat neben der Erhöhung der Trassenlänge auch Auswirkungen auf die Dimensionierung eines Teiles der vorgelagerten Trasse.

Basisvariante:

Insgesamt sind ca. 1.900 m Trasse (bestehend aus Vor- und Rücklauf) in den Dimensionen DN 20 bis DN 65 zu verlegen.

Zusätzlich sind die Hausanschlüsse zu berücksichtigen.

Um die ca. 230 Wohneinheiten zu versorgen, sind ca. 75 Hausübergabestationen im Leistungsbereich zwischen 5 und 20 kW vorzusehen.

Hinzu kommen insgesamt 4 Hausübergabestationen der entsprechenden Leistungsstufe zur Versorgung der öffentlichen Liegenschaften.

Ausbauvariante:

Insgesamt sind ca. 3.900 m Trasse (bestehend aus Vor- und Rücklauf) in den Dimensionen DN 20 bis DN 150 zu verlegen.

Der Anschluß der restlichen Gebäude der B-Plangebiete 45 und 4 hat Auswirkungen auf die Dimensionierung der Teilstrecke zwischen BHKW-Standort und Knotenpunkt Bahnhofstraße.

Zusätzlich sind die Hausanschlüsse zu berücksichtigen.

Um die zusätzlichen Objekte zu versorgen, sind ca. 110 Hausübergabestationen im Leistungsbereich zwischen 10 und 100 kW vorzusehen.

Den Verlauf der Nahwärmetrasse für beide Varianten zeigt der Übersichtsplan im Anhang.

4 Wirtschaftlichkeitsberechnung

4.1 Investitionen BHKW und Nahwärmenetz

Basierend auf Erfahrungswerten von ausgeführten Anlagen, sind die Investitionen für

- Kessel-, Maschinen-, Anlagen-, E- und Leittechnik
- Bautechnik
- Fernwärmetrasse, Hausanschlüsse und Übergabestationen

in der nachfolgenden Tabelle 4.1-1 aufgeführt.

Tabelle 4.1-1: Investitionsschätzung ohne Zuschüsse (ohne MWSt.)

Investitionen	Basisvariante TDM	Ausbauvariante TDM
Maschinen-, Anlagen-, E- und Leittechnik Kesselanlage	610 250	1.550 610
Nahwärmetrasse, Hausanschlüsse und -übergabestationen Gasanschluß	1.215 15	3.045 30
Bautechnik	310	440
Gutachten, Baunebenkosten, Planung und Bauüberwachung	190	450
Gesamtinvestitionen	2.590	6.125

Tabelle 4.1-2 zeigt die erforderlichen Investitionen bei Berücksichtigung von Zuschüssen. Dabei werden 30 % Investitionszuschüsse auf das Nahwärmenetz und die Hausanschlüsse und -stationen im Rahmen des Programmes „KKW und Fernwärme“ des Landes Schleswig-Holstein angesetzt.

Tabelle 4.1-2: Investitionsschätzung mit Zuschüssen (ohne MWSt.)

Investitionen	Basisvariante TDM	Ausbauvariante TDM
Gesamtinvestitionen	2.225	5.210

4.2 Wärmegestehungskosten

Der Berechnung der Wärmegestehungskosten liegen folgende Ansätze zugrunde:

Kapitaldienst

- Zinssatz	8 %
- Abschreibungsdauer	
· BHKW und Kesselanlage	15 Jahre
· Gebäude	50 Jahre
· Wärmeverteilung	30 Jahre

Betriebskosten

- BHKW-Vollwartungsvertrag für Bedienung, Instandhaltung, Schmieröl, Reinigung, Überwachung	3,5 Pf/kWh _{el}
- Kesselanlagen	1,0 %/a der Investitionen

Versicherung und Steuern

1 %/a
der Investitionen

Brennstoffkosten

- Erdgas (Mischpreis)	3,3 Pf/kWh _{th}
-----------------------	--------------------------

Stromvergütung (Mischpreis)

10 Pf/kWh_{el}

Mit den aufgeführten Grundlagen wurden die in der Tabelle 4.2-1 dargestellten Wärmegestehungskosten für die BHKW-Varianten bestimmt.

Die sich ergebenden spezifischen Kosten sind, nach Versorgungsgruppen unterteilt, ebenfalls in dieser Tabelle enthalten.

Zusätzlich werden in Tabelle 4.2-2 die Wärmegestehungskosten bei Berücksichtigung von Zuschüssen dargestellt.

Tabelle 4.2-1: Wärmegestehungskosten ohne Zuschüsse (ohne MWSt.)

BHKW-Modul:	Basisvariante 1 x 234 kW _{th}	Ausbauvariante 3 x 234 kW _{th}	
Jährliche Kosten:			
Kapitaldienst	251.871	561.296	DM/a
Instandhaltung	37.500	101.300	DM/a
Versicherung und Steuern	24.000	56.750	DM/a
Brennstoffkosten	157.134	425.854	DM/a
Zwischensumme:	470.505	1.145.200	DM/a
Stromgutschrift für Einspeisung	97.000	266.000	DM/a
Gesamtsumme	373.505	879.200	DM/a
Wärmegestehungskosten	142,29	123,73	DM/MWh
Wärmegestehungskosten je Versorgungsgruppe:			
Versorgungsgruppe			
Ein-, Zweifam.-, Reihenhäuser (B-45, Neubau)	13,03	11,33	DM/m ² a
Mehrfamilienhäuser(B-45, Neubau)	10,48	9,11	DM/m ² a
Wohnbebauung (B-4, Neubau)	14,23	12,37	DM/m ² a
Wohnbebauung (B-45 und B-4, Altbau)	19,71	17,14	DM/m ² a

Tabelle 4.2-2: Wärmegestehungskosten mit Zuschüssen (ohne MWSt.)

BHKW-Modul:	Basisvariante 1 x 234 kW _{th}	Ausbauvariante 3 x 234 kW _{th}	
Jährliche Kosten:			
Kapitaldienst	219.104	479.378	DM/a
Instandhaltung	37.500	101.300	DM/a
Versicherung und Steuern	24.000	56.750	DM/a
Brennstoffkosten	157.134	425.854	DM/a
Zwischensumme:	437.738	1.063.282	DM/a
Stromgutschrift für Einspeisung	97.000	266.000	DM/a
Gesamtsumme	340.738	797.282	DM/a
Wärmegestehungskosten	129,80	112,20	DM/MWh
Wärmegestehungskosten je Versorgungsgruppe:			
Versorgungsgruppe			
Ein-, Zweifam.-, Reihenhäuser (B-45, Neubau)	11,89	10,28	DM/m ² a
Mehrfamilienhäuser(B-45, Neubau)	9,56	8,26	DM/m ² a
Wohnbebauung (B-4, Neubau)	12,98	11,22	DM/m ² a
Wohnbebauung (B-45 und B-4, Altbau)	17,98	15,54	DM/m ² a

4.2.1 Anlegbare Wärmekosten

Um einen Verbraucher als Wärmekunden gewinnen zu können, müssen die Wärmelieferkosten für den Kunden akzeptabel sein. Das bedeutet, daß die Jahresgesamtkosten der Nahwärme nicht wesentlich höher, im Idealfall niedriger, als die Kosten einer vergleichbaren Versorgung mit Heizöl oder Erdgas sein müssen.

Zur Berechnung der Vergleichskosten, der „anlegbaren Kosten“, sind alle Kostenbestandteile, auch Kapitalkosten, zu berücksichtigen.

Tabelle 4.2.1-1 zeigt eine Übersicht der untersuchten Versorgungsgruppen. Als Versorgungsalternativen wurden erdgasbefeuerte Heizkesselanlagen bzw. Thermen mit integrierter Brauchwarmwassererwärmung vorgesehen.

Tabelle 4.2.1-1: Anlegbare Wärmekosten

<i>Versorgungsgruppe:</i>	Ein-, Zwei- familien- und Reihenhäuser (B-45, Neubau)	Mehrfamilien- häuser (B-45, Neubau)	Wohnbebauung (B-4, Neubau)	Wohnbebauung (B-45/4, Altbau)	
Ansätze:					
Abschreibungsdauer	15	15	15	15	a
Zinssatz	8	8	8	8	%/a
Kapitaldienstfaktor	0,1168	0,1168	0,1168	0,1168	1/a
Jahresnutzungsgrad Kesselanlage	85	85	80	80	%
Erdgaspreis	4,5	4,25	4,25	4,25	Pf/kWh _{Ho}
WärmeKennzahlen:					
Nutzwärmebedarf	8.900	35.400	21.800	57.400	kWh _{Nutz} /a
Nutzfläche (durchschnittlich)	100	480	220	415	m ²
Investitionsbedarf:					
Erdgasanschluß	2.000	3.000	3.000	3.000	DM
Heizkesselanlage incl. Nebenkosten und Schornstein	10.000	17.000	14.000	30.000	DM
Gesamtinvestitionen	12.000	20.000	17.000	33.000	DM
Laufende Betriebskosten:					
Erdgasbezug	518	1.947	1.274	3.354	DM/a
Grundpreis Erdgas	0	0	0	0	DM/a
Wartung, Messung, Instandhaltung	250	500	250	500	DM/a
Gesamtkosten	768	2.447	1.524	3.854	DM/a
Jahresgesamtkosten:					
Kapitalkosten	1.402	2.337	1.986	3.855	DM/a
Lfd. Kosten	768	2.447	1.524	3.854	DM/a
Gesamtkosten	2.170	4.784	3.510	7.710	DM/a
Durchschn. spez. Wärmekosten	21,70	9,97	15,95	18,58	DM/m ² a
Durchschn. spez. Wärmekosten	243,85	135,13	161,01	134,32	DM/MWh

4.2.2 Vergleich der Wärmegestehungskosten mit den anlegbaren Wärmekosten

Um einen direkten Vergleich der Wärmekosten zu ermöglichen, wurden die spezifischen Wärmegestehungskosten der untersuchten BHKW-Varianten den spezifischen anlegbaren Kosten gegenübergestellt.

Tabelle 4.2.2-1 zeigt diese Zusammenstellung. Bei Berücksichtigung von Zuschüssen ergeben sich die in Tabelle 4.2.2-2 dargestellten Werte.

**Tabelle 4.2.2-1: Vergleich der Wärmekosten
(ohne Zuschüsse, ohne MWSt.)**

Versorgungsgruppe	Wärmegestehungskosten bei BHKW-Variante		anlegbare Wärmekosten DM/m ² a
	Basisvariante DM/m ² a	Ausbauvariante A DM/m ² a	
Ein-, Zweifamilien- und Reihenhäuser (B-45, Neubau)	ca. 13,00	ca. 11,30	ca. 21,70
Mehrfamilienhäuser (B-45, Neubau)	ca. 10,50	ca. 9,10	ca. 10,00
Wohnbebauung (B-4, Neubau)	ca. 14,20	ca. 12,40	ca. 16,00
Wohnbebauung (B-45 und B-4, Altbau)	ca. 19,70	ca. 17,10	ca. 18,60

**Tabelle 4.2.2-2: Vergleich der Wärmekosten
(mit Zuschüssen, ohne MWSt.)**

Versorgungsgruppe	Wärmegestehungskosten bei BHKW-Variante		anlegbare Wärmekosten DM/m ² a
	Basisvariante DM/m ² a	Ausbauvariante A DM/m ² a	
Ein-, Zweifamilien- und Reihenhäuser (B-45, Neubau)	ca. 11,90	ca. 10,30	ca. 21,70
Mehrfamilienhäuser (B-45, Neubau)	ca. 9,60	ca. 8,30	ca. 10,00
Wohnbebauung (B-4, Neubau)	ca. 13,00	ca. 11,20	ca. 16,00
Wohnbebauung (B-45 und B-4, Altbau)	ca. 18,00	ca. 15,50	ca. 18,60

4.2.3 Struktur der Wärmepreise

Aus dem Vergleich der anlegbaren Wärmekosten mit den durchschnittlichen Wärmekosten der Nahwärmeversorgung ist erkennbar, daß unterschiedliche Wärmepreise für Groß- und Kleinverbraucher angeboten werden müssen. Insgesamt muß die Summe der Einnahmen dann aber die Gesamtkosten der Nahwärmeversorgung decken.

Es wird die in Tabelle 4.2.3-1 dargestellte Struktur der Wärmepreise vorgeschlagen.

Tabelle 4.2.3-1: Struktur der Wärmepreise

<i>Versorgungsgruppe:</i>	Kleinverbraucher (bis 20 MWh/a)	Großverbraucher (über 20 MWh/a)	Sonderverbraucher Altbebauung Mehrfamilienhäuser		Sonderverbraucher Öffentl. Liegensch.	
Meßpreis	120	60	60	DM/WEa	3.000	DM/a
Grundpreis	4,0	2,0	2,0	DM/m ² a	6.000	DM/a
Arbeitspreis	60	60	60	DM/MWh	45	DM/MWh
Anschlußkostenbeitrag	100	25	50	DM/m ²	-	DM/m ²

Durchschnittliche Kosten für den Verbraucher:						
	Reihenhaus	MFH (neu)	MFH (Altbau)		Bürgerhaus	
Fläche	100	480	450	m ²	-	
Anzahl Wohneinheiten	1	6	7	WE	-	
Nutzwärmebedarf	8.100	35.400	63.500	kWh/a	280.000	kWh/a
Spezifische Kosten	19,06	9,43	15,90	DM/m ² a	77,14	DM/MWh

Bei dieser Preisstruktur errechnen sich die nachfolgenden Einnahmen für die einzelnen Alternativen (Tabelle 4.2.3-2). Werden von diesen Einnahmen die Kosten der Nahwärmeversorgung abgezogen, so entstehen mehr oder minder große Deckungsbeiträge, die für die Abdeckung von Verwaltungs- und Personalkosten sowie des Unternehmensrisikos verwendet werden können.

Hierbei ist zu beachten, daß bei einem durchschnittlichen Erdgaspreis von 3,3 Pf/kWh_{H₂} bereits in diesem Preis ein Deckungsbeitrag enthalten ist.

Tabelle 4.2.3-2: Deckungsbeiträge

	Basisvariante	Ausbauvariante	
Einnahmen:			
Baukostenzuschuß (BKZ)	1.574	3.454	TDM
Meßpreis	37,4	47,2	TDM/a
Grundpreis	99,7	174,9	TDM/a
Arbeitspreis	144,9	413,7	TDM/a
Gesamteinnahmen	282,0	635,8	TDM/a

Deckungsbeitrag ohne Zuschüsse:			
Kosten	373,5	879,2	TDM/a
BKZ (Kapitaldienstanteil)	-153,1	-316,5	TDM/a
verbleibende Kosten	220,4	562,7	TDM/a
Deckungsbeitrag	61,6	73,1	TDM/a
Spezifischer Deckungsbeitrag	34,52	11,67	DM/MWh

Deckungsbeitrag mit Zuschüssen:			
Kosten	340,7	797,3	TDM/a
BKZ (Kapitaldienstanteil)	-155,3	-318,3	TDM/a
verbleibende Kosten	185,4	479,0	TDM/a
Deckungsbeitrag	96,6	156,7	TDM/a
Spezifischer Deckungsbeitrag	54,16	25,02	DM/MWh

5 Umweltauswirkungen

Für die Gemeinde Scharbeutz als Seeheilbad besteht, nicht zuletzt aufgrund eines Gutachtens des Deutschen Wetterdienstes zur Luftqualität, Handlungsbedarf im Hinblick auf eine Entlastung der Luft von Schadstoffen. Dieses gilt insbesondere für die Schadstoffe CO₂ und NO₂, die u. a. durch die Einzelfeuerungsanlagen zur Gebäudeheizung verursacht werden.

Der notwendige Neubau von Wohnungen hat zunächst einen zusätzlichen Energiebedarf für deren Beheizung und damit auch zwangsläufig weitere Schadstoffemissionen zur Folge. Um die Forderungen nach Emissionsminderungen trotzdem zu realisieren, müssen Neubauten für einen minimalen Energiebedarf ausgelegt und eine möglichst effiziente und schadstoffarme Wärmeversorgung eingesetzt werden.

Bei Realisierung der BHKW-Konzepte erfolgt aufgrund der Kraft-Wärme-Kopplung eine Verringerung des Primärenergieeinsatzes.

Im Vergleich zur getrennten Stromerzeugung in fossil befeuerten Kondensationskraftwerken und Wärmebereitstellung in Einzel-Kesselanlagen (Neubauten: Erdgas) kann für die BHKW-Varianten mit geringeren Emissionen gerechnet werden.

Zur Ermittlung der Emissionsbilanzen wurde für die vorhandene Bebauung von heizölbefeuerten Heizungsanlagen ausgegangen. Ohne eine kleinräumige Erhebung, z. B. in Form eines Emissionskatasters, können hier keine genaueren Angaben gemacht werden.

Die Primärenergie und die resultierenden Emissionseinsparungen zeigt die Tabelle 5-1. Eine graphische Darstellung der Schadstoffemissionen zeigen die Bilder 5-1 und 5-2.

Tabelle 5-1: Primärenergie- und Emissionseinsparungen

Versorgungs- variante	Primär- energie	CO ₂	CO	NO _x	SO ₂	Staub
	MWh _{Hu} /a	t/a	kg/a	kg/a	kg/a	kg/a
Basisvariante	1.688	767	-508	57	1.112	149
Ausbauvariante	4.788	2.340	-1.513	196	3.916	422

Gemeinde Scharbeutz, B-Plan 4/45
Emissionsbilanzen
Bild 5-1: Basisvariante

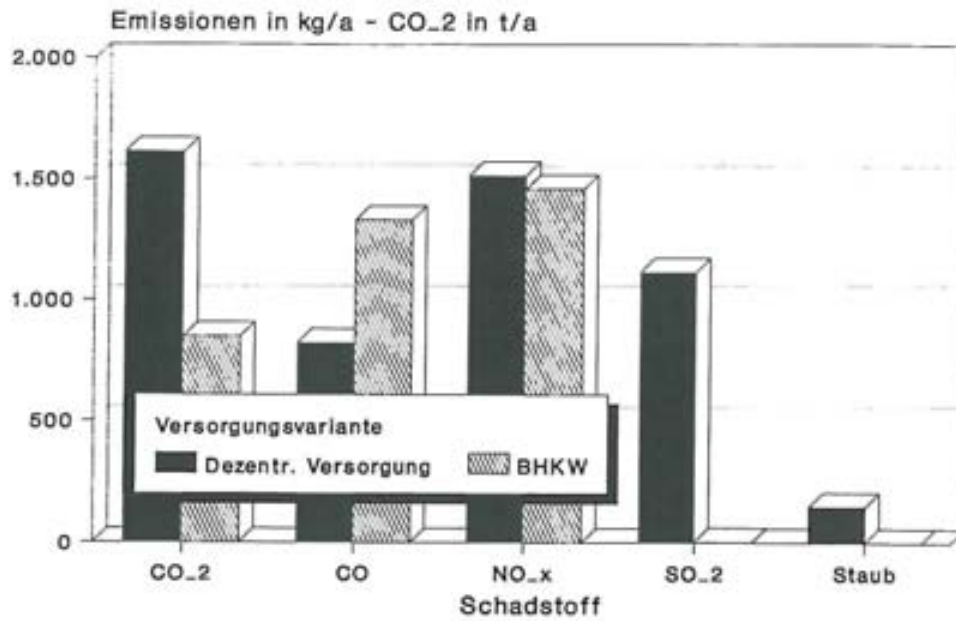
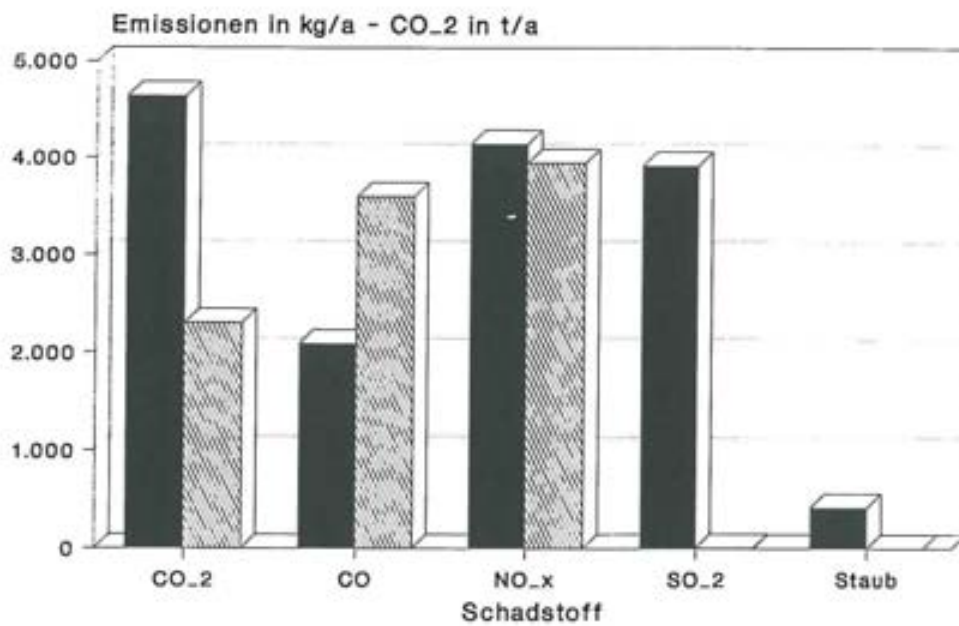


Bild 5-2: Ausbauvariante



EnergieSystemeNord (ESN) GmbH

6 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen

In der Gemeinde Scharbeutz ist im Bereich des Neubaugebietes B-Plan 45 (Redderkrog) die Errichtung einer neuen Wohnsiedlung mit ca. 220 Wohneinheiten geplant. Darüber hinaus ist im angrenzenden B-Plangebiet 4 (Ortskern) der Neubau eines Bürgerhauses sowie in Teilbereichen die Überplanung der vorhandenen Bebauung vorgesehen. Mit der Durchführung einer Machbarkeitsstudie für die Errichtung einer gemeinsamen zentralen Wärmeversorgung für diese beiden Gebiete wurde das Ingenieurunternehmen EnergieSystemeNord GmbH (ESN), Kiel, beauftragt.

Aufgrund der unterschiedlichen Anschlußwahrscheinlichkeiten der vorhandenen Bebauung und dem gegenwärtig nicht definitiv festzulegenden Realisierungszeitpunkt der Überbauung des B-Planes 4 werden eine Basis- und eine Ausbauvariante untersucht. Die Ausbauvariante (gesamtes Gebiet der beiden B-Plangebiete) wurde derart gestaltet, daß sie ohne großen Aufwand durch eine Erweiterung aus der Basisvariante (Neubauten B-Plan 45 und öffentliche Liegenschaften B-Plan 4/45) hervorgehen kann.

Tabelle 6-1 zeigt eine Zusammenfassung der Ergebnisse. Die technische und wirtschaftliche Machbarkeit einer Nahwärmeversorgung konnte nachgewiesen werden. Die Ermittlung eines anlegbaren Wärmepreises und die vorgeschlagene Struktur der Wärmepreise zeigt, daß sowohl für den Wärmeabnehmer als auch für den Wärmelieferanten ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist.

Die Berechnungen ergeben, daß sich bei der Ausbauvariante die günstigsten Wärmegestehungskosten ergeben. Durch die vorgeschlagene Struktur der Wärmepreise kann jedoch bereits bei einem Anschluß nur der Neubauten und der öffentlichen Liegenschaften (Basisvariante) ein sehr hoher Deckungsbeitrag erzielt werden.

Durch den Aufbau einer Nahwärmeversorgung können erhebliche Schadstoff- und Primärenergiemengen eingespart werden. Das Einsparpotential beträgt bei CO₂ bis zu 2.340 t/a, bei SO₂ bis zu 3.920 kg/a und bei NO_x bis zu 200 kg/a gegenüber einer getrennten Stromerzeugung in fossil befeuerten Kondensationskraftwerken und Wärme-Bereitstellung in Einzelkesselanlagen.

Tabelle 6-1: Zusammenfassung der Versorgungsvarianten

	Versorgungsvariante		
	Basis	Ausbau	
Nutzwärmebedarf	2.625	7.105	MWh/a
Netzwärmebedarf	2.810	7.605	MWh/a
Netzwärmeleistung	1.450	4.065	kW
BHKW-Anlage :			
Elektrische Leistung	1 x 140	3 x 140	kW
Thermische Leistung	1 x 234	3 x 234	kW
Brennstoffleistung	1 x 425	3 x 425	kW
Jahresvollbenutzungsstunden	7.135	6.475	h/a
Kesselanlage:			
Thermische Leistung (ges.)	1.450	4.065	kW
Bilanzen:			
Stromerzeugung	1.000	2.720	MWh_el/a
Brennstoffbedarf	4.295	11.640	MWh_Hu/a
Investitionsvolumen (ohne MWSt.):			
ohne Zuschüsse	2.590	6.125	TDM
Wärmegestehungskosten (ohne MWSt.):			
ohne Zuschüsse	ca. 142	ca. 124	DM/MWh_Nutz
EFH, DH, RH (Neubau)	13,03	11,33	DM/m ² *a
Mehrfamilienhäuser (Neubau)	10,48	9,11	DM/m ² *a
Wohnbebauung B-4 (Neubau)	14,23	12,37	DM/m ² *a
Wohnbebauung B-4/45 (Altbau)	19,71	17,14	DM/m ² *a
Deckungsbeitrag (ohne MWSt.):			
Deckungsbeitrag	61,6	73,1	TDM/a
Spezifischer Deckungsbeitrag	ca. 34,50	ca. 11,65	DM/MWh_Nutz
Primärenergie- und Emissionseinsparungen:			
Primärenergieeinsparung	1.690	4.790	MWh_Hu/a
Einsparung SO ₂ -Emission	1.110	3.915	kg/a
Einsparung CO ₂ -Emission	765	2.340	t/a

Vergleich der Wärmekosten

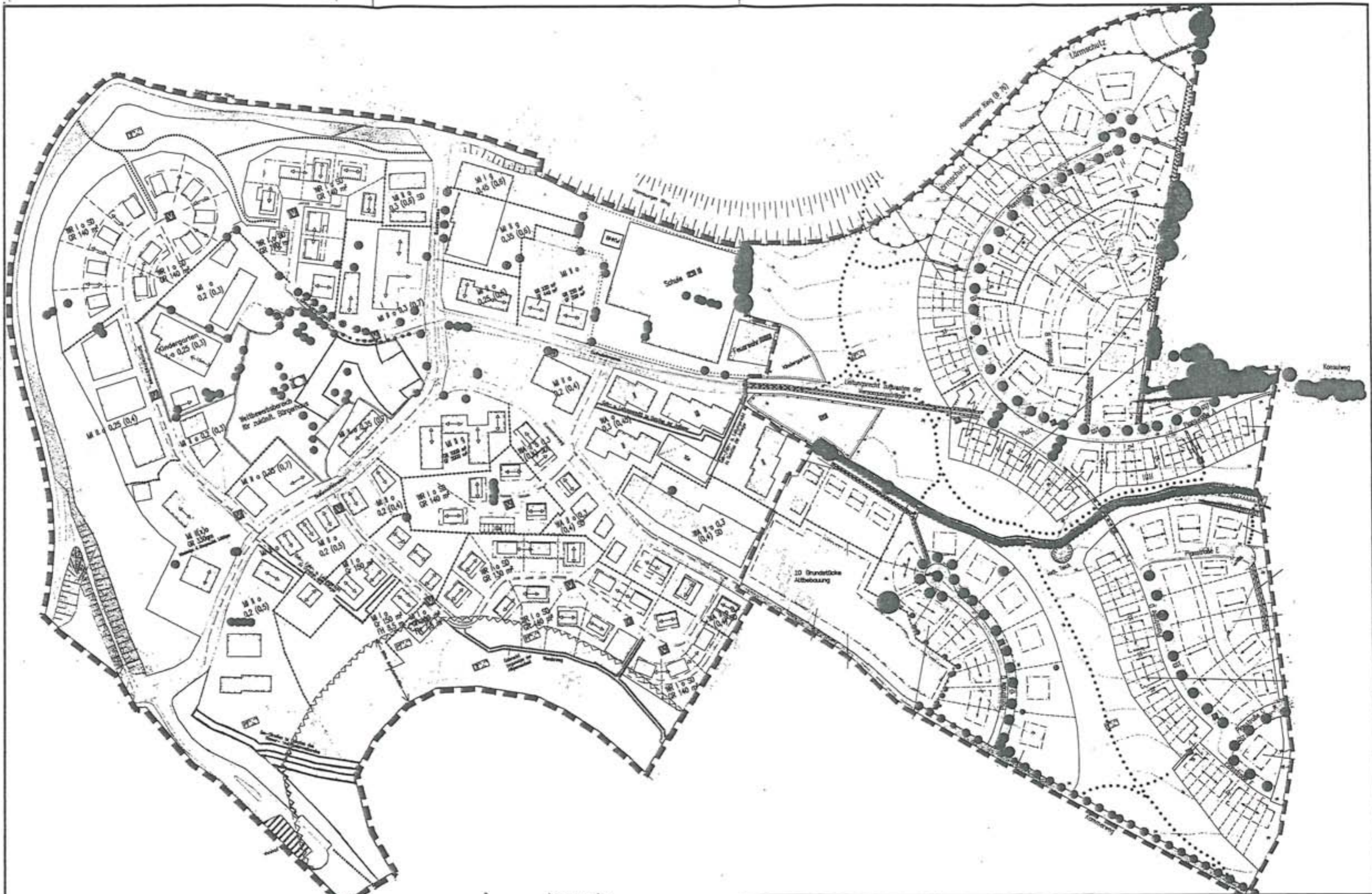
	anlegbar		gem. Tarifstruktur		
EFH/Reihenhaus (Neubau)	ca.	21,70	ca.	19,06	DM/m ² a
Mehrfamilienhaus (Neubau)	ca.	9,95	ca.	9,45	DM/m ² a
Mehrfamilienhaus (Altbau)	ca.	18,60	ca.	15,90	DM/m ² a

Handlungsempfehlungen

Für die weitere Vorgehensweise werden zunächst folgende Handlungsempfehlungen gegeben:

1. Ausweisung des Neubaugebietes B-Plan 45 als „Nahwärmegebiet“ durch die gemeindlichen Gremien.
2. Aufnahme von Gesprächen mit den Investoren (Firma Gollan, Firma Warenholz) bezüglich der Akzeptanz zum Nahwärmeanschluß; Abstimmung der Rahmenbedingungen mit dem Planer und Bauträger der Maßnahme.
3. Aufnahme von Gesprächen mit den Betreibern der bestehenden Liegenschaften bezüglich der Akzeptanz zum Nahwärmeanschluß.
4. Festlegung der gesellschaftsrechtlichen Beteiligungsform der Gemeinde an der zu gründenden Betreibergesellschaft.
5. Durchführung einer Ausschreibung zum Betrieb der Nahwärmeversorgung.
6. Auswahl des Versorgungsunternehmens, Gründung der Betreibergesellschaft.
7. Konkretisierung der Planungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.

Mit der zuvor aufgezeigten Vorgehensweise bestehen für die Gemeinde Scharbeutz gute Voraussetzungen zum Aufbau einer Nahwärmeversorgung im B-Plan 4/45, zur Verbesserung der Luftqualität und zur Einflußnahme auf die lokale Versorgung von Wohngebäuden mit Wärme.



Legende:

- Basisvariante
- - - Ausbauvariante

ZEICHNR.
94.026.010.000 B030

MASSTAB:	1 : 2500		
	CAD		
	BEARB:	28.06.95	Schu
	GEPR:		
NO	DATUM	NAME	DATUM

EnergieSystemeNord GmbH
Ingenieurunternehmen für Energie- und Umwelttechnik
Hopfenstraße 1d * 24114 Kiel * Tel. 0431/6600-0



Gemeinde Scharbeutz
"B-Plangeblete 4 und 45"
Ortskern und Redderkrog

-Trassenplan-