



Energie- und Klimaschutzkonzept für die Gemeinde Senden



Endbericht Wärmeversorgung

30. März 2012

Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages – Förderkennzeichen 03KS1119 -



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



Geschäftsführer
Diplom Volkswirt Carl Zeine

Handelsregister
Nr. 3102

Deutsche Bank 24 Münster
111 1285 (BLZ 400 700 24)
<http://www.ages-gmbh.de>

Klosterstraße 3 Telefon (02 51) 4 84 78 10
48143 Münster Telefax (02 51) 4 84 78 40
E-Mail carlzeine@ages-gmbh.de

Inhalt

INHALT	2
1 AUFGABENBESCHREIBUNG	4
2 WÄRMEVERSORGUNG IST	4
3 HANDLUNGSOPTIONEN	7
3.1 ERSATZ VON ALTKESSEL DURCH NEUE ANLAGEN	8
3.2 BRENNWERTNUTZUNG	11
3.3 HEIZANLAGENBETRIEB VERBESSERN	12
3.3.1 Heizkurve	13
3.3.2 Einzelraumregelung/Thermostatventile	13
3.3.3 Hydraulischer Abgleich	14
3.3.4 Verteilung	14
3.4 STROMHEIZUNGEN IM WÄRMEMARKT	14
3.4.1 Einsparmöglichkeiten	15
3.4.2 Bestand in der Gemeinde Senden	15
3.4.3 Ersatz von Elektro-Speicher-Heizungen	15
3.4.3.1 Kosten und Wirtschaftlichkeit	15
3.4.3.2 Sanierungsoptionen	16
3.4.3.3 PV- und Windstrom und Stromspeicherheizungen	16
3.5 BHKW	19
3.5.1 Klein-BHKW	22
3.5.1.1 Anlagentypen und Betriebsweise	22
3.5.1.2 Wirtschaftlichkeit	24
3.5.2 BHKW 50 kW elt	26
3.5.3 BHKW Großanlagen	27
3.6 ABWÄRMENUTZUNG	30
3.7 NAHWÄRMEVERSORGUNG	31
3.7.1 Wärmedichten in der Gemeinde Senden	31
3.7.2 Wärmeverteilnetze in der Gemeinde Senden	35
3.7.2.1 Senden	36
3.7.2.2 Bösensell	37
3.7.2.3 Ottmarsbocholt	38
3.7.3 Wärmeverteilungskosten in der Gemeinde Senden	39
3.7.4 Wirtschaftlichkeit einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Senden	42
3.7.5 Anschlussquote und Wärmeabnahme	43
3.7.6 Finanzierungsrechnung - Anlaufkostenproblematik	44
3.7.7 Fördermittel	45
3.7.8 Umsetzungsprobleme beim Aufbau einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Senden	45
3.7.9 Empfehlungen zum Aufbau einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Senden	46
3.8 NUTZUNG VON SOLARENERGIE	46
3.9 WÄRMEPUMPEN	47
3.9.1 Einzelversorgung – Elektrische Wärmepumpe mit Erdsonde	49
3.9.1.1 Auslegung und Investitionen	49
3.9.1.2 Jahreskosten der Einzelversorgung Wärmepumpe mit Erdsonde	50

3.9.2	Einzelversorgung Elektrische Wärmepumpe mit Luft-Wärmetauscher	50
3.9.2.1	Auslegung und Investitionen	50
3.9.2.2	Jahreskosten der Einzelversorgung Wärmepumpe mit Luft-Wärmetauscher	51
3.10	BIOMASSEHEIZUNGEN	52
3.10.1	Holzpelletfeuerungen	52
3.10.2	Holz hackschnitzelfeuerungen	53
3.10.3	Biomethanheizungen und BHKW	58
4	<u>ZUSAMMENFASSUNG</u>	60
5	<u>UMSETZUNG, HEMMNISSE, EMPFEHLUNGEN</u>	62

Projektleitung: Diplom Volkswirt Carl Zeine
Bearbeitung: Diplom Volkswirt Carl Zeine
 Stefan Gausling

1 Aufgabenbeschreibung

Energieträgerwahl und Effizienz haben einen großen Einfluss auf die mit der Wärmeversorgung in der Gemeinde Senden verbundene Höhe des Energieverbrauchs und der Emissionen.

Ausgehend von der aktuellen Wärmeversorgung in der Gemeinde Senden werden verschiedene Ansätze für eine Erhöhung der Effizienz und Verringerung des Einsatzes fossiler Energieträger vorgestellt und bewertet.

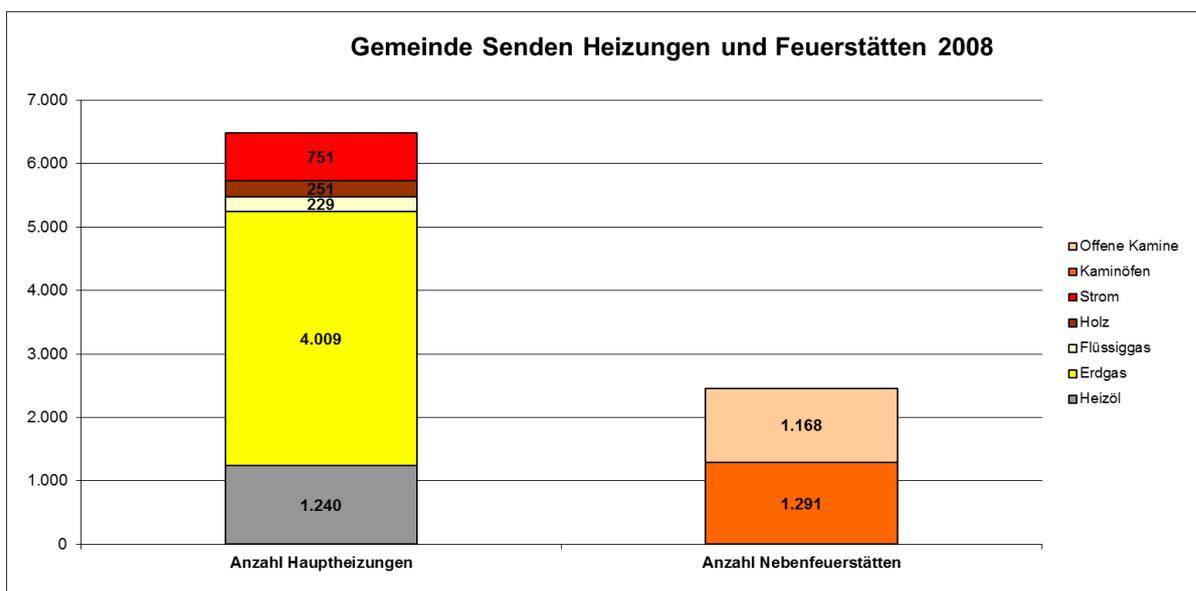
Diese Betrachtungen betreffen alle Verbrauchergruppen und alle Wärmeanwendungen im Niedertemperaturbereich wie Heizung und Warmwasserbereitung.

2 Wärmeversorgung IST

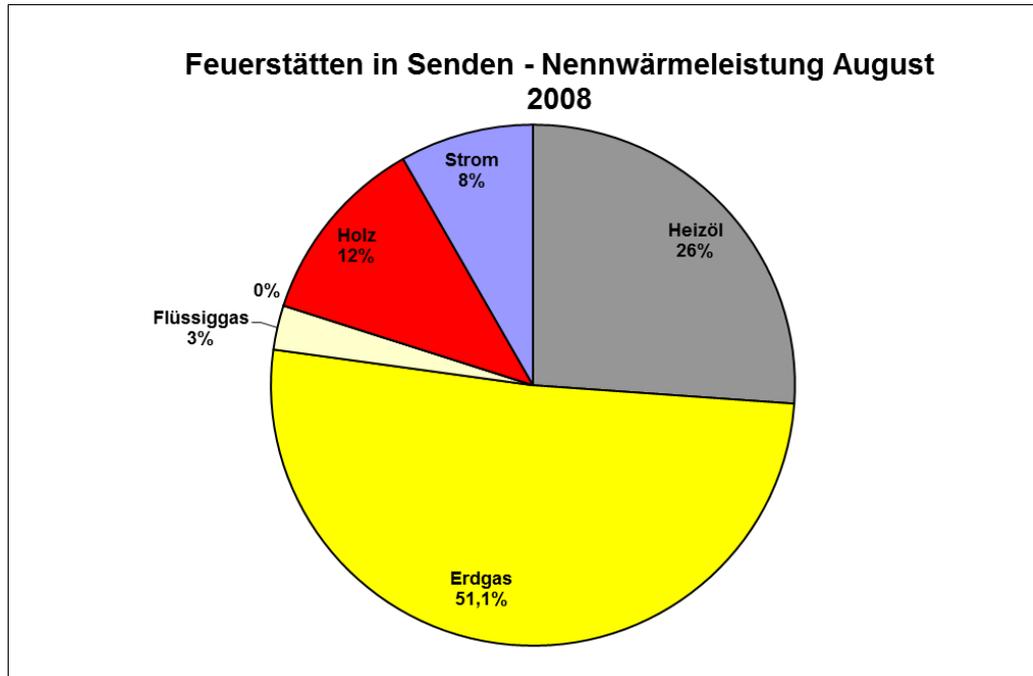
Aus den Angaben der Energieversorger zur Abgabe von Erdgas und Heizstrom und über die Feuerstättenliste der zuständigen Schornsteinfeger wurden die Daten zum Wärmemarkt in der Gemeinde Senden ermittelt. Ebenfalls berücksichtigt wurden Angaben zur installierten Fläche solarthermischer Anlagen und die Ergebnisse der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Umfrage bei Gewerbebetrieben und Gartenbaubetrieben mit Gewächshäusern.

Von den für die Gemeinde Senden zuständigen Schornsteinfegern wurden im August 2008 anonymisierte Auszüge aus der Feuerstättenliste zur Verfügung gestellt, die Aufschluss über die Anzahl der Feuerstätten, Nennwärmeleistung, Alter und eingesetzte Energieträger gibt.

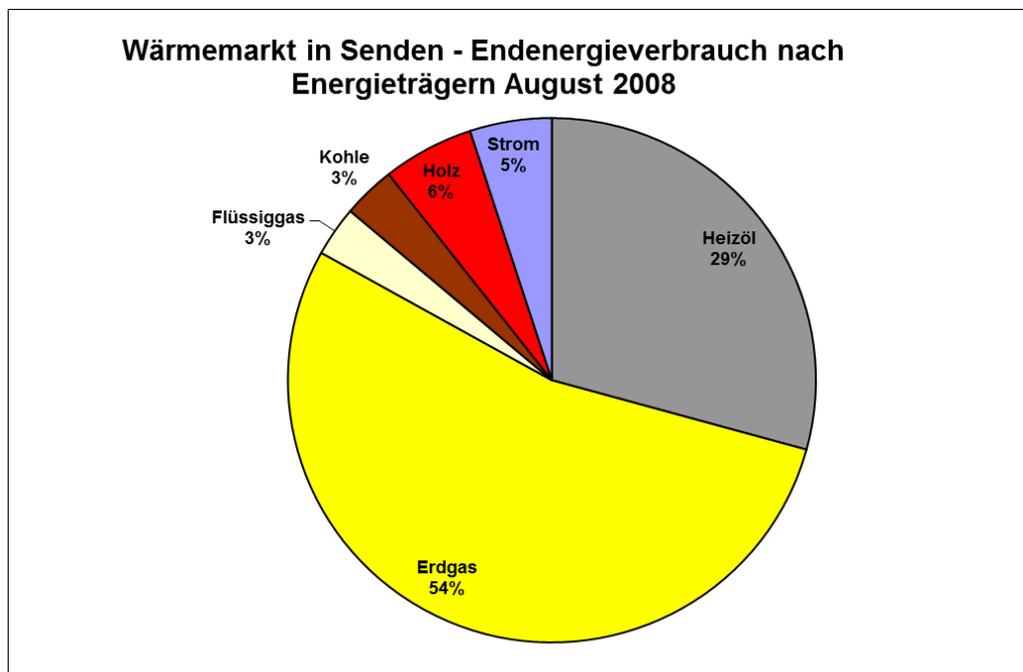
	Anzahl Hauptheizungen	Anzahl Nebenfeuerstätten
Heizöl	1.240	
Erdgas	4.009	
Flüssiggas	229	
Holz	251	
Strom	751	
Kaminöfen		1.291
Offene Kamine		1.168
Summe	6.480	2.459
Zahl der Wohnungen	7.570	



Bei der überwiegenden Zahl der Feuerstätten (62% der Hauptfeuerstätten) wird Erdgas eingesetzt. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass bei 38% der Hauptfeuerstätten zusätzlich ein offener Kamin oder ein Kaminofen vorhanden ist.



Für den Energieverbrauch ist allerdings nicht die Anzahl der Feuerstätten, sondern die Nennwärmeleistung nach Energieträger aussagefähiger. Da eine Vielzahl von Erdgasheizungen in den Neubaugebieten der 80-er Jahre und danach anzutreffen sind, wo der Wärmebedarf niedriger ist als in der Altbausubstanz, fällt der Anteil der Erdgasheizungen gemessen an der installierten Leistung mit 51% niedriger aus als bei der Anzahl der Feuerstätten.



Über Annahmen zum Jahresnutzungsgrad der Heizanlagen und den jährlichen Volllaststunden der installierten Leistung wurde daraus dann der Endenergieverbrauch für Heizzwecke differenziert nach Energieträgern abgeleitet.

Der Endenergieverbrauch für Heizöl, Erdgas und Flüssiggas wurde auf der Grundlage der Feuerstättenliste und der Erdgasabgabe in der Gemeinde Senden nach Angaben der Gelsenwasser AG ermittelt. Die Anzahl der mit Speicherheizungen oder Wärmepumpen versorgten Wohnungen wurde ebenso wie die damit verbunden Abgaben von Heizstrom von RWE geliefert.

Der Endenergieverbrauch von Holz für Heizzwecke wurde über die Nennwärmeleistung der Hauptfeuerstätten und die Anzahl der offenen Kamine und Kaminöfen sowie Annahmen hinsichtlich der Nutzung der Nebenfeuerstätten ermittelt.

	Hauptfeuerstätten		Endenergieverbrauch	
	Anzahl		kWh Ho EE	
Heizöl	1.240	19%	62.571.376	29%
Erdgas	4.009	62%	115.061.802	54%
Flüssiggas	229	4%	6.598.392	3%
Kohle			6.895.427	3%
Holz	251	4%	11.960.430	5,6%
Strom	751	12%	10.729.907	5%
Solarthermie	229	4%	771.400	0%
Summe	6.480		214.588.735	100%

Über die Zahl der Solarthermieanlagen, deren Fläche in m² und einen mittleren Ertrag von 350 kWh/m² wurde der Anteil der Solarthermie am Wärmemarkt ermittelt. Der Anteil ist mit 0,4% sehr gering.

Verglichen mit der Stromabgabe ist der Wärmemarkt mit 214 Mio. kWh etwa 3 Mal so groß. In Öläquivalent umgerechnet entspricht der Wärmemarkt in der Gemeinde Senden einem Verbrauch von 21,4 Mio. Litern Heizöl pro Jahr. Bei einem Preis von 75 ct. pro Liter Heizöl ergibt sich ein Jahresumsatz von 16,05 Mio. Euro.

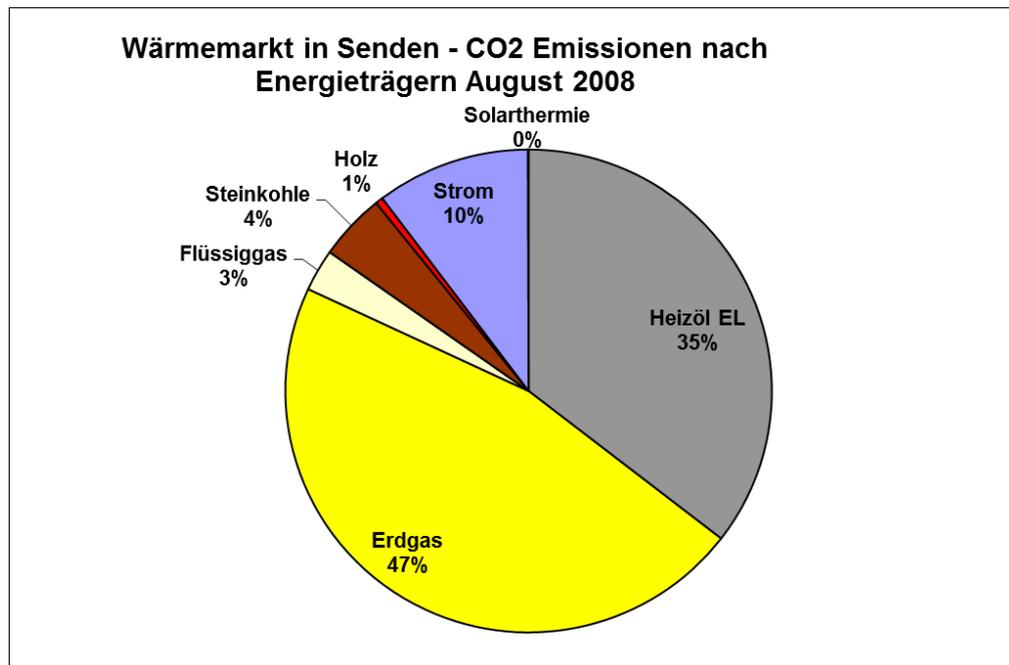
Von der CO₂ Bilanz sind die eingesetzten Energieträger sehr unterschiedlich.

Energieträger	2010	2011
Strom	539	k.A.
Heizöl EL	320	320
Erdgas	228	228
Fernwärme	0	0
Holz	24	24
Kohle	371	371
Umweltwärme	164	164
Sonnenkollektoren	25	25
Biogase	15	15
Abfall	250	250
Flüssiggas	241	241
Pflanzenöl	36	36
Braunkohle	438	438
Steinkohle	365	365

CO₂-Emissionsfaktoren je Energieträger - LCA-Energie (g/kWh) (nach eco region)

Über die Mengen und die spezifischen Emissionsfaktoren hochgerechnet, ergeben sich jährliche CO₂ Emissionen von 56.454 t pro Jahr. Es zeigt sich, dass insbesondere Heizstrom und

Heizöl einen Anteil an der CO₂ Bilanz aufweisen, der deutlich größer ist als der Anteil am Endenergieverbrauch.



3 Handlungsoptionen

Der überwiegende Teil des Endenergieverbrauchs für den Wärmemarkt in der Gemeinde Senden wird über den Einsatz fossiler Energieträger gedeckt. Nur 7,3 % werden aus regenerativen Energieträgern gedeckt, wenn man davon ausgeht, dass 25% des Stromeinsatzes im Wärmemarkt aus regenerativen Energien kommt.

Der Wärmemarkt ist insofern von großer Bedeutung, wenn es um die Entwicklung von Ansätzen zur Senkung der CO₂ Emissionen in der Gemeinde Senden geht.

Die Ansätze lassen sich in die Bereiche

- Bedarfsreduktion
- Effizienzstrategien und
- Substitutionsstrategien aufteilen.

Der **Energiebedarf** für den Wärmemarkt in Senden wird sich durch verbesserte Wärmedämmung in den kommenden Jahren deutlich senken lassen. Realistisch ist hier eine Bedarfssenkung von 30 bis 50% wie an anderer Stelle dieses Klimaschutzkonzeptes bereits dargelegt wurde.

Effizienzstrategien stellen auf die effiziente Bereitstellung von Wärme ab, ohne dabei einen Energieträgerwechsel vorzunehmen. Interessant ist hier der Ersatz alter Heizanlagen durch neue Wärmeerzeuger mit teilweise deutlich geringeren Verlusten und die Verbesserung des Heizsystems insgesamt durch eine bessere Regelung und die Vornahme eines hydraulischen Abgleichs. Eine insgesamt bessere Energiebilanz lässt sich auch durch den Einsatz von BHKW erreichen, bei denen neben Wärme auch Strom erzeugt wird.

Eine **Substitution** fossiler Energieträger ist durch die Nutzung von Umweltwärme (Solar oder Erdwärme) oder den Einsatz von Biomasse für die Wärmeversorgung möglich. Die Nutzung örtlich verfügbarer Biomasse in größerem Umfang wird – wie an anderer Stelle dieser Untersuchung gezeigt wird – nur in Verbindung mit dem Aufbau von Nahwärmenetzen möglich sein.

3.1 Ersatz von Altkessel durch neue Anlagen

Die Effizienz von Heizanlagen hat sich in den letzten 20 Jahren weiter verbessert. Energieverluste durch schlechte Brennstoffnutzung oder unnötigen Betrieb der Heizanlage werden durch konstruktive Maßnahmen und verbesserte Regelungen ständig gesenkt. Diese Entwicklung wird einerseits von den Herstellern, andererseits aber auch durch gesetzliche Vorgaben vorangetrieben. In der Konsequenz benötigen gerade die älteren Wärmeerzeuger mehr Brennstoff als neue Geräte, um die gleiche Menge Wärme bereitzustellen.

Die folgende Zusammenstellung des IWU macht den Zusammenhang zwischen Alter und Art des Wärmeerzeugers und Kesselwirkungsgrad deutlich.

	70er Jahre		80er Jahre		90er Jahre	
	$\eta_{k,70,20kW}$	$q_{B,70,20kW}$	$\eta_{k,70,20kW}$	$q_{B,70,20kW}$	$\eta_{k,70,20kW}$	$q_{B,70,20kW}$
<i>Standardwärmeerzeuger ohne gleitende Temperaturregelung:</i>						
Festbrennstoffkessel	0,78	0,045	0,82	0,025	0,85	0,025
Umstell-/Wechselbrandkessel (Betrieb mit Festbrennstoff)	0,76	0,05	0,79	0,035	-	-
Umstell-/Wechselbrandkessel (Betrieb mit Öl oder Gas)	0,81	0,05	0,85	0,035	-	-
Öl-Spezialkessel	0,84	0,04	0,88	0,025	-	-
Gas-Spezialkessel	0,85	0,035	0,89	0,025	-	-
<i>Kessel mit gleitender Temperaturregelung:</i>						
Öl-Niedertemperaturkessel/Brennwertkessel	-	-	0,89	0,02	0,92	0,015
Gas-Niedertemperatur-/Brennwertkessel	-	-	0,89	0,02	0,92	0,015

Tab. 2 Tabellierte Werte für den Kesselwirkungsgrad $\eta_{k,70,20kW}$ und den Bereitschaftswärmeverlust $q_{B,70,20 kW}$ bei 70 °C mittlerer Kesseltemperatur und 20 kW Kesselennleistung (s. Kesselmodell im Anhang)

Quelle IWU Energetische Kenngrößen für Heizungsanlagen im Bestand, Darmstadt 2002

Die Kenngröße für die Effizienz von Wärmeerzeugern ist der Jahresnutzungsgrad, der angibt, wieviel nutzbare Wärme in kWh dieser im Jahresmittel im Verhältnis zur eingesetzten Energie abgibt. Dieser Wert kann rechnerisch ermittelt oder gemessen werden. In beiden Fällen werden unterschiedliche Betriebszustände berücksichtigt, die wegen Teillastbetrieb und unterschiedlich lange Stillstandzeiten letztlich zu Jahresnutzungsgraden führen, die deutlich niedriger sind als der Kesselwirkungsgrad, der für ideale Betriebszustände ermittelt wird.

Aus Gründen der Vergleichbarkeit werden Wirkungsgrad und Jahresnutzungsgrad von Wärmeerzeugern auf den unteren Heizwert (Hu/Hi) des Brennstoffs bezogen ermittelt.

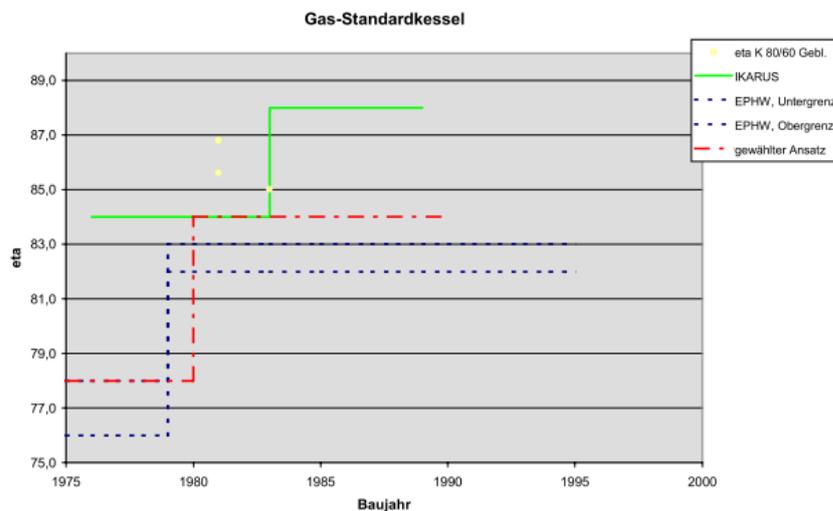


Bild 3: Jahresnutzungsgrade von Gas-Standardkesseln

Für alte Heizanlagen vom Typ Gas-Standardkessel ergeben sich bis 1980 Jahresnutzungsgrade von 78%, danach von 84%.

Für Gas-Niedertemperaturkessel setzt das IWU bis 1990 Jahresnutzungsgrade von 89, danach von 91% an.

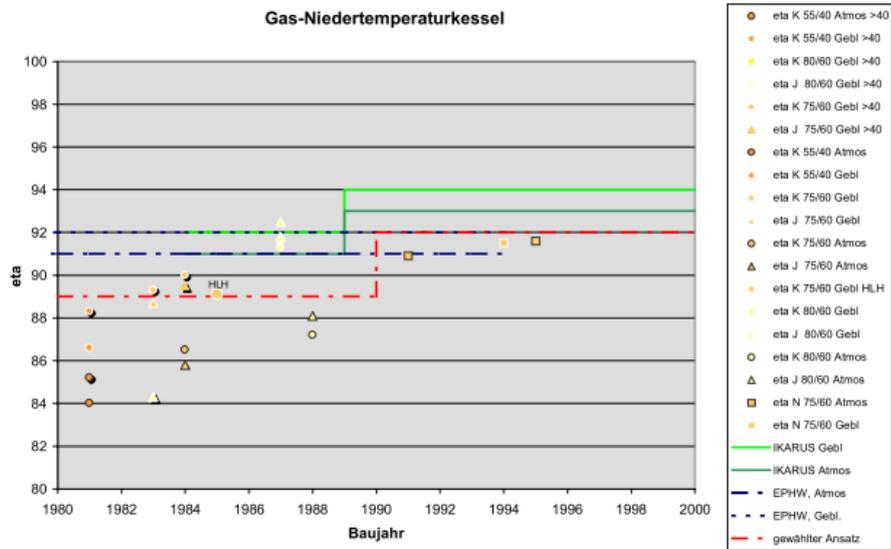


Bild 4: Jahresnutzungsgrade von Gas-Niedertemperaturkesseln

Bei Gas-Brennwertkesseln werden vom IWU bis 1990 Jahresnutzungsgrade von 99%, danach von 102% angesetzt.

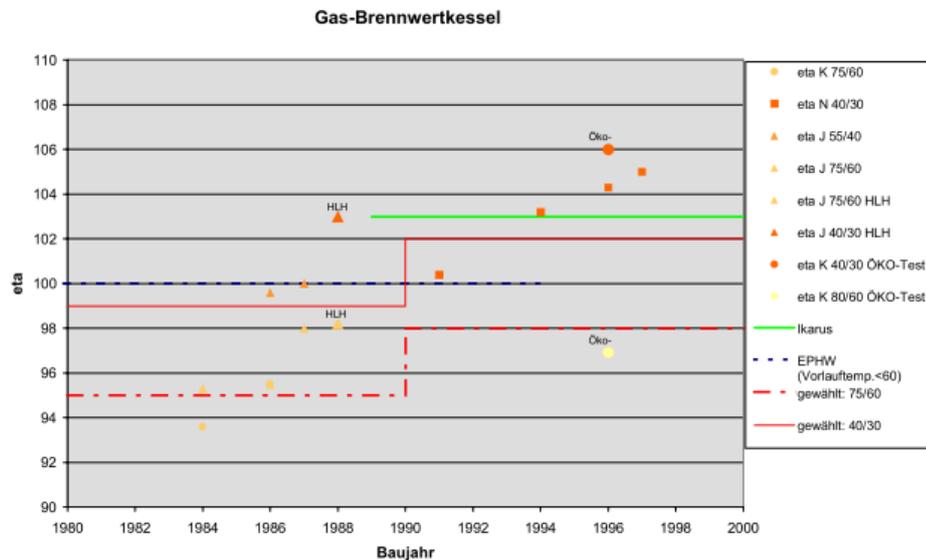


Bild 5: Jahresnutzungsgrade von Gas-Brennwertkesseln

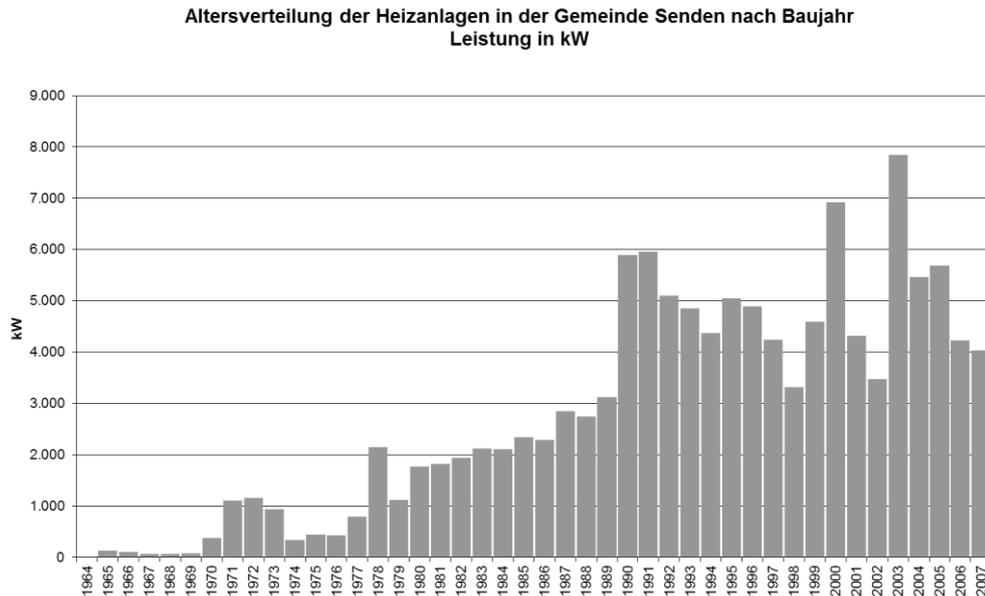
Bei gleichem Wärmebedarf wird also von den unterschiedlichen Wärmeerzeugern unterschiedlich viel Erdgas eingesetzt.

Geht man bei einem Altbau von einem Jahreswärmebedarf von 25.000 kWh aus, dann stellen sich für unterschiedliche Jahresnutzungsgrade die folgenden Erdgasmengen und Brennstoffkosten ein:

Jahreswärmebedarf	25.000 kWh
Erdgaspreis	5,76 ct/kWh Hu
Erdgaspreis	5,20 ct/kWh Ho

Jahres- nutzungs- grad	kWh Erd- gas Hu	Kosten Erdgas Euro/Jahr	Mehrkosten Erdgas Euro in 10 Jahren
78%	32.051	1.848	4.348
84%	29.762	1.716	3.028
89%	28.090	1.619	2.064
91%	27.473	1.584	1.708
99%	25.253	1.456	428
102%	24.510	1.413	0

Die Auswertung der Feuerstättenlisten für die Gemeinde Senden weist Mitte 2007 ein mittleres Alter der Heizanlagen von 13,8 Jahren auf.



Geht man davon aus, dass sich in Abhängigkeit vom Baualter allein durch den Kesslersatz die folgenden Verbesserungen beim Jahresnutzungsgrad erzielen lassen, wird sich der Brennstoffbedarf dadurch um 5,9% verringern.

Baujahr bis	kW	Anteil	eta +
1978	8.159	7%	18,5%
1986	15.485	13%	14,5%
1994	34.891	28%	8,0%
2002	36.785	30%	2%
2007	27.256	22%	0
	122.576		5,9%

Mehrkosten sind dafür nicht anzusetzen, weil hier von einer reinen Ersatzinvestition ausgegangen wird.

3.2 Brennwertnutzung

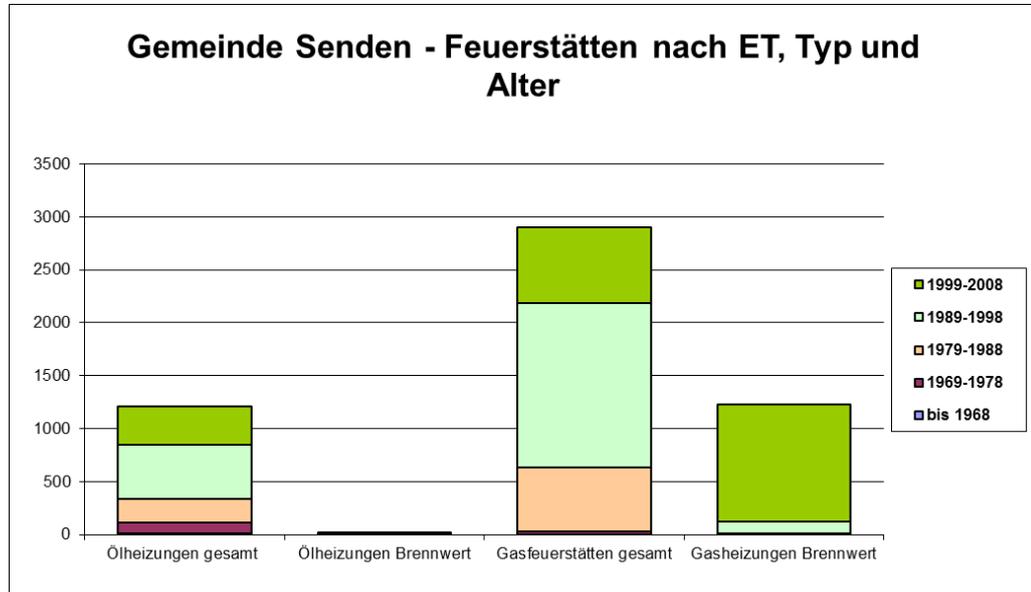
Bei der Verbrennung von Heizöl und Erdgas entsteht Wasser, welches aufgrund sehr hoher Verbrennungstemperaturen als Wasserdampf vorliegt. Das Merkmal eines Brennwertkessels besteht darin, dass die im Wasserdampf enthaltene Energie gezielt genutzt wird. Hierzu muss das Abgas unter seinen Taupunkt (Kondensationspunkt) abgekühlt werden. Die Abgasabkühlung erfolgt in der Regel in einem Wärmetauscher, der Abgase und Kesselrücklaufwasser im Gegenstromprinzip führt. Daher kann das Abgas bestenfalls auf das möglichst niedrig liegende Rücklaufftemperaturniveau abgekühlt werden. Der Gewinn durch die Nutzung der latenten Wärme ist vom Energieträger (Wasserstoffgehalt) abhängig und beträgt bei vollständiger Nutzung maximal

- Erdgas 11%
- Heizöl 6%

Brennwertnutzung setzt also eine möglichst niedrige Rücklaufftemperatur im Heizkreis voraus. Das kann problemlos mit Flächenheizungen, wie Fußbodenheizungen, Wandheizungen oder

auch großflächigen Flachheizkörpern in Verbindung mit einem hydraulischen Abgleich erreicht werden.

Im Baubestand sind die Heizkörper meistens auf höhere Betriebstemperaturen ausgelegt, so dass eine Brennwertnutzung nicht ganzjährig möglich ist. Wo aber wegen nachträglich durchgeführter Wärmedämmung der Wärmebedarf reduziert worden ist, können auch alte Heizkörper mit niedrigeren Temperaturen betrieben werden.



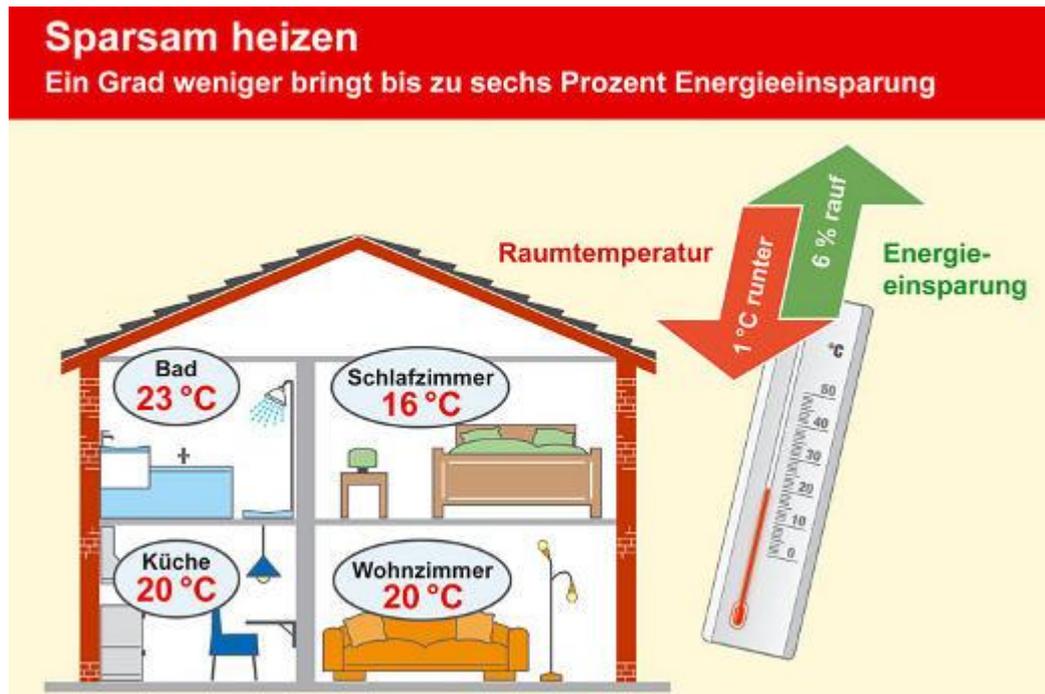
Von insgesamt 4.193 Erdgasfeuerstätten sind nur 29,4% Brennwertgeräte, bei Ölheizungen sind es nur 1,8%. Erstaunlich ist dabei, dass auch bei den nach 1999 aufgestellten Gasfeuerstätten immer noch ein nennenswerter Anteil keine Brennwertnutzung hat. Würden alle Öl- und Erdgaswärmeerzeuger auf Brennwertnutzung umgestellt, könnte der Brennstoffeinsatz zusätzlich um 4,5% verringert werden.

Mehrkosten fallen beim Einbau von Brennwertheizungen durch die erforderliche Kaminsanierung und die Kondensatabführung an. Auch sind Brennwertgeräte in der Anschaffung etwas teurer, weil sie durch den Kondensatanfall höherwertige Materialien benötigen. Sofern die Verhältnisse es erlauben, sollte aber ein Brennwertgerät angeschafft werden.

3.3 Heizanlagenbetrieb verbessern

Nicht nur die technische Ausstattung des Wärmeerzeugers, sondern auch die Funktion der Regelung, die Dämmung der Heizungsrohre und die hydraulische Einregulierung der Wärmeverteilung haben einen großen Einfluss auf den Heizenergieverbrauch.

Selbst moderne Heizanlagen verbrauchen unnötig Energie, wenn die Temperaturen zu hoch eingestellt sind, die Räume zu warm werden und die störende Hitze anschließend über die Fenster abgegeben wird.



Optimale Raumtemperatur, Bildquelle: [Institut für Wärme und Oeltechnik e. V.](http://www.institut-fuer-waerme-und-oeltechnik.de)

3.3.1 Heizkurve

Für den Betrieb von Heizanlagen ist heutzutage eine außentemperaturabhängige Regelung gesetzlich vorgeschrieben. Für jeden Tag können für unterschiedliche Tageszeiten Temperaturen vorgewählt werden. Die Einstellung der Regelung bietet vielfältige Möglichkeiten den Heizbetrieb zu optimieren oder auch um durch Fehleinstellungen den Energieverbrauch in die Höhe zu treiben. Normalerweise sollte im Rahmen der regelmäßigen jährlichen Wartung der Heizanlage auch die Regelung durch einen Fachbetrieb überprüft werden.

3.3.2 Einzelraumregelung/Thermostatventile

Thermostatventile sind Pflicht. Mit dem Austausch technisch veralteter oder schlecht funktionierender Thermostatventile gegen moderne elektronische lassen sich schnell und einfach je nach Quadratmeterzahl bis zu 15 % des Heizenergiebedarfs einsparen. In Kombination mit dem Einbau einer geregelten Heizungspumpe und dem hydraulischen Abgleich kann der Heizenergieverbrauch sogar um bis zu 20 % gesenkt werden (<http://www.intelligent-heizen.info/austausch-der-thermostatventile>)

Es gibt zum einen moderne Thermostatventile zur raumweisen Temperaturregelung (a) und zum anderen intelligente, elektronische, programmierbare Thermostatventile (b) zur bedarfsgerechten Temperaturregelung nach Uhrzeiten. Darüber hinaus ermöglichen alle modernen Thermostatventile einen hydraulischen Abgleich womit optimale Einspareffekte erzielbar sind.

Kosten:

- a) ca. 350 (Einfamilienhaus 110 qm) bis 750 € (Zweifamilienhaus 170 qm)
- b) ca. 900 (Einfamilienhaus) bis 1.800 € (Zweifamilienhaus)

3.3.3 Hydraulischer Abgleich

Bei einer Zentralheizung erfolgt die Wärmeverteilung üblicherweise durch den Transport von erwärmtem Wasser in die einzelnen Räume. An den einzelnen Heizkörpern und den Verteilungen für Flächenheizungen sollen die Durchflussmengen so eingestellt werden, dass es in allen Räumen warm wird. Über den hydraulischen Abgleich werden überhöhte Vorlauftemperaturen und unnötiger Pumpstromaufwand vermieden.

Untersuchungen in Wohngebäuden haben gezeigt, dass bei 90% der Heizanlagen keine hydraulische Optimierung vorliegt und dass durch einen hydraulischen Abgleich Verbrauchssenkungen von 15% und mehr erreicht werden können.

Die Kosten liegen je nach Wohnungsgröße zwischen 250 und 500 Euro.

3.3.4 Verteilung

Bei älteren Heizanlagen sind häufig die Armaturen und Verteilleitungen ungedämmt. Im Neubaubereich ist inzwischen eine Dämmung der Rohrleitungen vorgeschrieben. Die nachträgliche Dämmung von Rohrleitungen und Armaturen ist bei Amortisationszeiten von unter einem Jahr hoch wirtschaftlich. Im Wohnungsbestand sind mit vertretbarem Aufwand aber nur die frei zugänglichen Abschnitte der Wärmeverteilung nachträglich dämmbar.

Grundsätzlich sollte vorab geklärt werden, ob Pumpen, Armaturen oder Verteilleitungen nicht ohnehin erneuert werden müssen. Der finanzielle Aufwand ist gering und beträgt meistens unter 100 Euro, wenn die Maßnahmen selbst gemacht werden.

3.4 Stromheizungen im Wärmemarkt

Die direkte Erzeugung von Wärme mit elektrischer Energie führt in der Regel, wenn dieser Strom aus fossilen Kraftwerken kommt, zu einem größeren Primärenergieeinsatz, zu verstärktem Schadstoffausstoß und zu höheren Kosten als bei einer Wärmeversorgung mit Erdgas. Da der Anteil regenerativer Energieträger am Strommix in Deutschland inzwischen über 20% liegt und weiter ansteigen soll, verbessert sich die Emissionsbilanz von Stromanwendungen im Wärmemarkt.

Steht elektrische Energie aus eigenen PV oder WEK Anlagen zur Verfügung, ist der Einsatz von Strom zur Wärmeerzeugung weitgehend emissionsfrei. Hier muss aber bedacht werden, dass:

- PV- und WEK Strom nicht ständig zur Verfügung stehen und im Bedarfsfall fossile Kraftwerke die Lücke schließen müssen
- Insbesondere in der Heizperiode PV-Strom in deutlich geringerem Umfang zur Verfügung steht als im Sommer.

Aus diesem Grund sind Speicherheizungen nur begrenzt geeignet, „überschüssigen“ PV Strom einer netzstabilisierenden Nutzung zuzuführen.

Strom als höherwertige Energie sollte insofern nur im Wärmemarkt eingesetzt werden, wenn Wärmepumpen zum Einsatz kommen oder wenn andere Formen der Warmwasserbereitung zu teuer und zu wenig effizient sind.

Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung arbeiten bei ganzjährigem Betrieb mit Arbeitszahlen von 2,5 - 3, setzen also 1 kWh Strom in 2,5 bis 3 kWh Warmwasser um.

Die Warmwasserbereitung über fossile Energieträger in Zentralheizungen ist gerade außerhalb der Heizperiode mit hohen Umwandlungs- und Speicherverlusten verbunden. Hier kann die Warmwasserbereitung mit elektrischen Durchlauferhitzern durchaus eine wirtschaftliche Alternative sein. Bei Mehrfamilienhäusern und bei kommunalen Gebäuden kommt noch die Legionellenproblematik hinzu.

Insgesamt kann deshalb festgehalten werden:

- Neue Nachtspeicherheizungen sollten daher auf keinen Fall mehr installiert werden
- Der Einsatz elektrischer Wärmepumpen zu Heizzwecken und zur Warmwasserbereitung kann gerade beim Vorhandensein von eigenen PV-Anlagen eine interessante Option sein.
- elektrische Warmwasserbereitung kann in Einzelfällen interessant sein. Durchlauferhitzern ist der Vorrang vor Speichergeräten einzuräumen.

3.4.1 Einsparmöglichkeiten

Verändertes Verhalten der Benutzer

Aufgrund der hohen laufenden Kosten ist von einem relativ sparsamen Umgang mit Elektroheizungen auszugehen. Auf die Einsparmöglichkeiten durch verändertes Verbraucherverhalten (z.B. Senken der Raumtemperatur) gehen wir deshalb hier nicht ein.

3.4.2 Bestand in der Gemeinde Senden

Nach Angaben von RWE liegen folgende Daten zu Nachtspeicherheizungen in Senden (2007) vor:

- | | |
|---|----------------|
| • Stromverbrauch insgesamt: | 10.604.255 kWh |
| • Stromverbrauch pro strombeheiztem Haushalt: | 14.500 kWh |
| • Anzahl der strombeheizten Haushalte: | 731 |

Das sind 9,2% aller Haushalte.

3.4.3 Ersatz von Elektro-Speicher-Heizungen

Der Stromverbrauch der Haushalte für Speicherheizungen liegt mit 28% des gesamten Stromverbrauchs der Haushalte sehr hoch. Die Umstellung der 731 Heizstromkunden in Senden führt zu einer Verringerung der Schadstoffabgabe, bedeutet aber für den einzelnen Verbraucher die Vornahme beträchtlicher Investitionen, da nicht nur die Anschaffung eines neuen Wärmeerzeugers erforderlich wird, sondern auch die hausinterne Wärmeverteilung neu zu installieren ist. Der Ersatz von Elektrospeicherheizungen, die vor 1977 erbaut worden sind, ist zudem aus gesundheitlichen Gründen zu empfehlen, da diese Geräte mit Asbestmatten isoliert wurden. Besonders beim Ausbau der Geräte ist größte Vorsicht geboten.

Nach EnEV 2009 § 10a (Außerbetriebnahme von elektrischen Speicherheizsystemen) dürfen ab 31.12.2019 in Wohngebäuden mit mehr als 5 Wohneinheiten keine elektrischen Speicherheizsysteme mehr betrieben werden, wenn sie vor dem 01.01.1990 eingebaut oder aufgestellt wurden. Nach dem 31.12.1989 eingebaute oder aufgestellte elektrische Speicherheizsysteme dürfen nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betrieben werden. Elektrische Speicherheizsysteme, die nach dem 31.12.1989 in wesentlichen Bauteilen erneuert wurden, dürfen nach Ablauf von 30 Jahren nicht mehr betrieben werden. Werden mehrere Heizaggregate in einem Gebäude betrieben, werden die Anforderungen auf das zweitälteste Heizaggregat gestellt.

3.4.3.1 Kosten und Wirtschaftlichkeit

Da die Preise für Heizstrom in den letzten Jahren kontinuierlich gestiegen sind, sind die Heizkosten von Stromspeicherheizungen im Vergleich zu Gas- oder Ölheizungen deutlich höher. Bei einem mittleren Heizenergieverbrauch in einem älteren EFH von 25.000 kWh pro Jahr ergeben sich bei einem Heizstrompreis von 12.39 ct./kWh zzgl. MWST Energiekosten von 3.686 Euro. Bei einem Brennstoffpreis von 5,07 ct./kWh Ho für Erdgas und einem Jahresnutzungsgrad von 95% für eine Brennwerttherme liegen die Heizkosten bei 1.480 Euro (zzgl. MWST). Mit der Differenz von 2.206 Euro (zzgl. MWST) können im Normalfall Investitionen von ca. 12.000 Euro (zzgl. MWST) sowohl in die neue Heizung als auch in eine neue Wärmeverteilung in etwas mehr als 5 Jahren refinanziert werden.

Aus diesem Grund wurden in den letzten Jahren auch schon in Senden in einer Reihe von

Wohngebäuden die Stromheizungen durch eine neue Wärmeversorgung ersetzt. Eine Umrüstung ist in der Regel problemlos durchführbar, weil die neuen Heizkörper anstelle der alten Speicherheizgeräte montiert und die Wärmeverteilungen im Fußsockelbereich angebracht werden können. Bei entsprechender Raumhöhe ist auch die nachträgliche Einbringung einer Fußbodenheizung möglich, was allerdings teurer wird als bei einem reinen Radiatortausch.

3.4.3.2 Sanierungsoptionen

In der Gemeinde Senden finden sich gehäuft Stromheizungen in Senden West. Hier sind unterschiedliche Anlagentypen im Einsatz. Neben Elektrospeichergeräten in den einzelnen Räumen finden sich auch elektrische Fußbodenheizungen. Diese sollen die Speichermasse des Bodenaufbaus nutzen, um vorwiegend in den preisgünstigen Schwachlastzeiten den Heizstrombezug zu ermöglichen. Tatsächlich kommt es hier aber zu Nachladungen während des Tages, so dass 20 bis 30% des Heizstrombezugs zu höheren Preisen erfolgt. Ein Ersatz der Stromheizung wird dadurch noch wirtschaftlicher.

Da vielfach als Alternative kein Erdgasanschluss verfügbar ist, sind die Chancen für den Aufbau einer Nahwärmeversorgung relativ gut.

3.4.3.3 PV- und Windstrom und Stromspeicherheizungen

Unter dem Arbeitstitel „Windheizung“ untersucht RWE zusammen mit Siemens und Tekmar (Hersteller von Elektrospeicherheizungen) die Nutzungsmöglichkeit von Überschussstrom aus Wind- und Solaranlagen zur Wärmeversorgung von Gebäuden.

Hintergrund ist die ansteigende installierte Leistung von WEK und PV-Anlagen und die absehbar immer häufiger auftretenden Situationen, in denen die Stromerzeugung aus reg. Energien die Stromnachfrage übersteigt.

Die Stromversorger wollen so einerseits der als unökologisch und teuer erachteten Stromheizung ein neues Image verschaffen und zum anderen der mit der ENEC 2009 angestrebten Verdrängung von Stromspeicherheizungen aus dem Wärmemarkt argumentativ entgegenzutreten.

Stromspeicherheizungen werden nach dieser Sichtweise sogar zum Retter des Ökostroms und zu einer Lösung von Stromspeicherproblemen.

Die scheinbar schlüssige Argumentation mit der Auffüllung der Nachttäler, um einen durchgängigen Betrieb ansonsten in der Nacht ungenutzt herumstehender Kraftwerke zu erreichen, greift aber nur während der Heizperiode, so dass außerhalb der Heizperiode diese Kraftwerke dann doch in der Nacht heruntergefahren werden müssen.

Bislang werden Speicherheizungen also vorwiegend aus Mittellastkraftwerken, also kohlegefeuerten Kraftwerken – versorgt. Entsprechend hoch sind deshalb auch die zuzurechnenden CO₂ Emissionen .

Bereits in Heft 5/2009 der Energiewirtschaftlichen Tagesfragen wurden unter dem Titel „Elektro-Speicherheizungen – neue Anwendungen statt Verbot“ als Reaktion auf die von der Bundesregierung beabsichtigte Außerbetriebnahme von elektrischen Speicherheizsystemen von Martin Kleimeier und Jürgen Schwarz die neuen Chancen für die E-Speicherheizungen in die Diskussion gebracht.

Einerseits würde der zunehmende Ökostromanteil für eine Verbesserung der CO₂ Bilanz von E-Speicherheizung führen, zum anderen sei der Speichereffekt zur besseren Nutzbarkeit von EEG-Strom sinnvoll.

Was ist davon zu halten?

Zunächst einmal sind E-Speicherheizungen immer die schlechtere Lösung gegenüber E-Wärmepumpen. Wenn schon Strom für die Wärmeversorgung eingesetzt werden soll, dann doch über die E-Wärmepumpe, die selbst mit Jahresarbeitszahlen von 3 nur 1/3 der elektrischen Energie benötigt als die E-Speicherheizung.

Selbst der Speichereffekt wäre bei der E-Wärmepumpe gegeben, wenn ein entsprechender Wärmespeicher mit Wasser vorhanden ist.

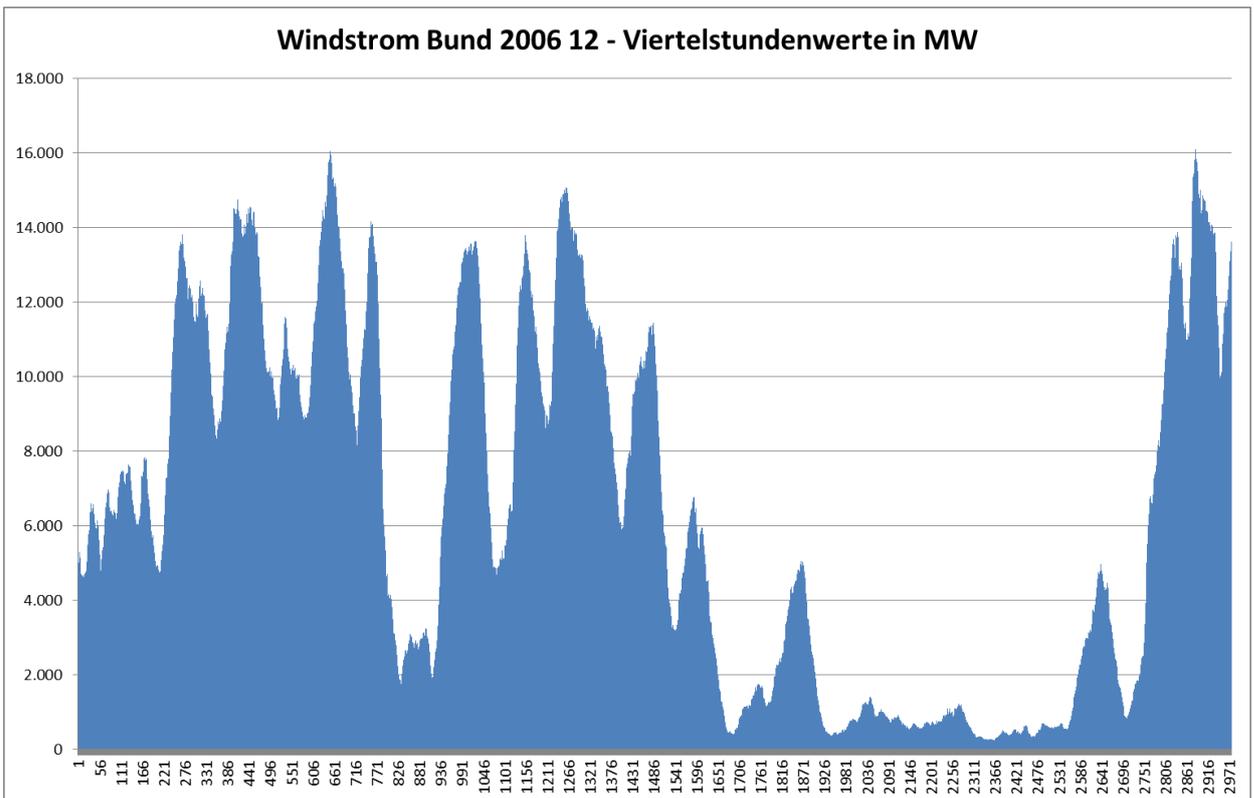
Weil ja die mit E-Speicherheizungen ausgestatteten Wohnungen nach Aussagen der Elektrizitätswirtschaft deutlich besser gedämmt sind als der sonstige Wohngebäudebestand, finden wir hier dann auch besonders gute Voraussetzungen für den Einbau von Niedertemperaturverteilungen (Fußboden- oder Wandheizungen) vor. Diese sind ja die Voraussetzung für gute Jahresarbeitszahlen (JAZ) von Wärmepumpen.

Es stellt sich jedoch noch die Frage, ob es sinnvoll ist, überschüssige Strommengen aus WEK und Solaranlagen in E-Speicherheizungen unterzubringen.

Die Überschüsse von PV-Anlagen sind gerade in den Wintermonaten geringer als außerhalb der Heizperiode. Die täglichen Sonnenstunden und die Intensität der Solarstrahlungen sind im Winter geringer und es kommt zusätzlich wegen Schnee und Regen zu geringeren Erträgen. Überschüssiger Solarstrom dürfte insofern in der Heizperiode nicht in relevanten Größenordnungen zur Verfügung stehen. An kalten sonnigen Tagen kann die PV-Leistung durchaus auch den Bedarf an einzelnen Stunden übersteigen. Ladezeiten von 6 Stunden und mehr können so aber nicht bedient werden, so dass dann doch in erheblichem Umfang fossile Kraftwerke einspringen müssen.

Insofern ist die Bezeichnung „Windheizung“ vielleicht doch zutreffender?

WEK produzieren Strom noch weniger gleichmäßig als PV Anlagen. Beispielhaft sind hier die WEK Leistungen im Dezember 2006 zusammengestellt worden. Die ¼-Stunden Lastdaten gelten als saldierte Werte für das gesamte Bundesgebiet, sind also schon deutlich gleichmäßiger als die Windstromerzeugung an einem einzigen Standort.



Der Spitzenwert von ca. 16.000 MW wird nur sehr selten erreicht. In der Regel ist die tatsächliche Stromerzeugung der WEK deutlich kleiner als die maximal mögliche Menge. Würde man alles, was 50% der Höchstleistung (also 8.000 MW) überschreitet, als Überschussstrom deklarieren, stände nur zu 39% der Zeit Überschussstrom zur Verfügung. In der restlichen Zeit müsste Strom aus fossilen Kraftwerken für die Nachladung der Speicherheizung genutzt werden.

Eine wesentliche Verbesserung der CO₂ Bilanz von NSP (Nachtspeicher) wird dadurch sicherlich nicht erreicht. Selbst bei einer Halbierung des fossilen Anteils sind die spezifischen CO₂ Emissionen immer noch fast doppelt so hoch (780/2= 390 g CO₂/kWh) wie z.B. bei Erdgasbrennwertwärme (253 g CO₂/kWh).

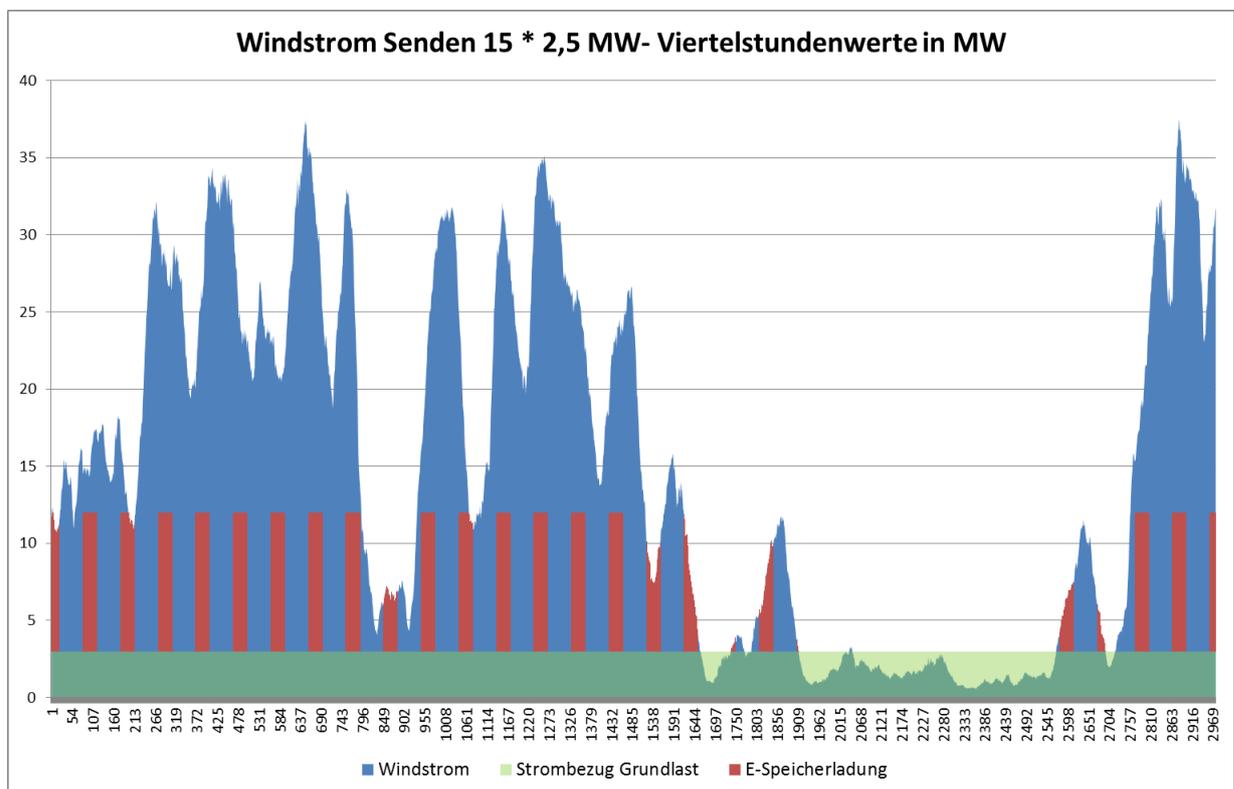
Weil NSP nur in der Heizperiode betrieben werden, stehen sie als Speicheroption auch nur in dieser Zeit zur Verfügung. Für das Problem „Überschussstrom aus EEG Anlagen“ müssen insofern Lösungen entwickelt werden, die ganzjährig tragen.

Übertragung auf die Verhältnisse in Senden

In Senden gibt es nach Angaben der RWE 751 mit NSP beheizte Wohnungen, die bei einem mittleren Anschlusswert von 12 kW pro Wohnung eine Gesamtleistung von 9 MW haben. Die Stromhöchstlast in der Gemeinde Senden dürfte bei einer Abgabe von ca. 60 Mio. kWh (ohne Heizstrom) bei ca. 12 MW liegen.

Werden in der Gemeinde Senden 15 WEK mit einer Leistung von jeweils 2,5 MW errichtet, wäre damit eine maximale Einspeiseleistung von 37,5 MW verbunden, also etwa das 3-fache der Spitzenlast im Bezug oder das 4,4-fache der Leistung der NSP.

Überträgt man die Bundeswerte der Windeinspeisung vom Dez.2006 auf die Verhältnisse in der Gemeinde Senden zeigt sich, dass über die Grundlast beim Strombezug hinausgehend (grünes Band) WEK Leistung als Überschussleistung (rotes Band) in einer Größenordnung von 9 MW auch nicht ständig, sondern ca. zu 53% der Zeit zur Verfügung steht.



Da ja nicht die gesamte Zeit die E-Speicherheizungen nachgeladen werden, sondern max. 10 Stunden pro Tag und zudem auch nicht immer die volle Wärmeleistung abgerufen wird, muss für den verbleibenden Überschussstrom aus der WEK ohnehin eine andere Lösung gefunden werden.

Da es während der Heizperiode immer wieder zu Situationen kommen wird, in denen Strom aus WEK nicht zur Verfügung steht, werden Netzinfrastruktur und Kraftwerksreserveleistung so vorzuhalten sein, als stände kein Überschussstrom aus WEK für die Beladung von E-Speicherheizungen zur Verfügung.

Speicherlösungen für Überschussstrom aus WEK müssen unabhängig von der Option der Aufladung von E-Speicherheizungen gefunden werden, weil diese Option weder ganzjährig noch außerhalb der Ladezeiten in der Heizperiode zur Verfügung stehen. Nicht einmal eine geringere Dimensionierung der Speicherlösung wäre über die Aufladung von E-Speicherheizungen möglich, weil der maximale Lastfall derjenige ist, bei dem die Option Nachladung von E-Speicherheizungen nicht zur Verfügung steht.

Resümee

Die von Seiten der Elektrizitätswirtschaft propagierte Nutzung von Windstrom für die Nachladung von E-Speicherheizungen ist weder zur Verringerung der CO₂ Emissionen noch als relevanter Beitrag zur Lösung der Speicherung von Überschussstrom aus WEK ökologisch zu empfehlen.

Der Ersatz andere Heizsysteme durch E-Speicherheizungen ist auch bei einem Überschuss von WEK Strom nicht sinnvoll, weil weiterhin ca. 50% des Heizstroms aus fossilen Kraftwerken kommen wird. Zudem ist das Problem der Nutzung von überschüssigem WEK Strom so nicht lösbar, weil E-Speicherheizungen nur in der Heizperiode und von der Auslegung her mit maximalen Ladezeiten von 10 Stunden pro Tag zur Verfügung stehen.

E-Wärmepumpen sind im Prinzip die bessere Lösung, weil sie nur 1/3 des Stroms benötigen als NSP. In Verbindung mit Wärmespeichern für mehrere Tage dürfte sich der Nutzungsanteil von WEK Strom gegenüber NSP erhöhen lassen.

3.5 BHKW

Block-Heiz-Kraft-Werke (BHKW) sind technische Anlagen, die zugleich Wärme und Strom erzeugen. Sie bestehen entweder aus mit Brenngasen oder Heizöl betriebenen Motoren, die Generatoren zur Stromerzeugung antreiben. Die Abwärme der Motoren (Kühlwasser und Verbrennungsabgase) wird zu Heizzwecken genutzt. Die Energie des zugeführten Brennstoffes wird wesentlich höher ausgenutzt, als es bei getrennter Erzeugung von Wärme und Strom möglich ist, so dass insgesamt für die gleiche Wärme- und Strommenge weniger Primärenergie eingesetzt werden muss. Heutige moderne Kondensationskraftwerke auf Steinkohlebasis erzeugen Strom mit einem Wirkungsgrad von 42%, ein Heizkessel zur Wärmeerzeugung hat einen Wirkungsgrad von etwa 90%. Der Gesamtwirkungsgrad für getrennte Wärme- und Stromerzeugung erreicht 66%. Demgegenüber erreicht ein Blockheizkraftwerk zur gemeinsamen Erzeugung von Strom und Wärme einen Gesamtwirkungsgrad von bis zu 100%. Bezogen auf den Primärenergieeinsatz für getrennte Erzeugung bedeutet das eine Primärenergieeinsparung von 34% und auch eine entsprechende Minderung der CO₂-Emissionen.

Dabei reichen die Einsatzfelder von Mikro-BHKW-Anlagen zur Energieversorgung von Einfamilienhäusern bis hin zu der Strom- und Wärmeversorgung ganzer Stadtteile oder Industrieareale mittels Heizkraftwerke. Als Brennstoffe finden fossile Energiequellen wie Erdgas, Heizöl oder Flüssiggas als auch Erneuerbare Energien wie Biogas, Holzgas und Pflanzenöl Verwendung.

Für die Anwendung in Mehrfamilienhäusern, bis hin zu der Versorgung mehrerer Objekte mittels eines Nahwärmenetzes, kommen BHKW Module der sogenannten Mikro-BHKW Klasse in Frage. Mikro-BHKW verfügen über eine elektrische Leistung von mehr als 2,5 kW bis zu 15 kW. Kleinere BHKW mit einer Leistung unter 2,5 kW werden als Nano-BHKW klassifiziert.

Größere BHKW von mehr als 15 kW bis 50 kW elektrischer Leistung werden hingegen als Mini-BHKW bezeichnet und noch leistungsfähigere Anlagen als Groß-BHKW. Beispiele für ausgewählte BHKW unterschiedlicher Hersteller sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.



KWK-Therme Vitotwin 300-W Das Vitotwin 300-W erreicht seine elektrische Nennleistung von einem Kilowatt bei der Bereitstellung von etwa 5,3 bis 5,5 kW Heizleistung. Ein integrierter modulierender Brennwertspitzenlastbrenner stellt im Vitotwin 300-W zusätzliche 20 kW Heizleistung bereit, so dass die Gesamtheizleistung rechnerisch etwa 25 kW beträgt.



Mikro-BHKW ASV 14/32 (energiewerkstatt) mit 14 kW elektrischer und 32 kW thermischer Leistung



Comuna Metall BHKW Blockheizkraftwerk Typ 2726/50 kW elt/110 kW th

Mit Erdgas betriebene Motor BHKW weisen ein Verhältnis bei der Strom- zu Wärmeerzeugung von 0,4 bis 0,6 auf. Das bedeutet, dass auf eine kWh Strom 2,5 bis 1,67 kWh Wärme erzeugt werden. Bei Stirling BHKW ist die Stromkennzahl mit 0,13 bis 0,18 deutlich geringer. Hier wird dann auf eine kWh Strom die 7,7 bis 5,5 fache Wärmemenge erzeugt.

Die im BHKW erzeugte Elektrizität kann entweder vollständig in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist, vom BHKW Betreiber direkt an andere Stromabnehmer vermarktet oder selbst verbraucht werden.

BHKW Anlagen werden so ausgelegt, dass sie nur einen Teil (20 – 30% im Wohnbereich) der maximalen Wärmelast decken. Eine Auslegung auf die Höchstlast würde das BHKW zu teuer in der Anschaffung machen, hätte einen Betrieb überwiegend in Teillast zur Folge und würde zu geringe Betriebsstunden zur Folge haben. Insofern ist parallel ein weiterer Wärmeerzeuger erforderlich, der zu Spitzenlastzeiten die Wärmeversorgung sicherstellt. Bei den Micro BHKW sind diese zusätzlichen Wärmeerzeuger im Gerät bereits integriert, ansonsten ist eine zusätzliche Aufstellung erforderlich.

Ein BHKW deckt insofern nur ca. 85% des gesamten jährlichen Wärmebedarfs, der Rest wird über den Spitzenkessel erzeugt.

Aus wirtschaftlichen Gründen werden bei wärmegeführten BHKW jährlich mindestens 5.000 Betriebsstunden erwartet. Damit werden aber zugleich Anforderungen an den Wärmebedarf der Gebäude gestellt, wo das BHKW eingesetzt werden soll.

Die folgende Übersicht verdeutlicht diesen Zusammenhang zwischen BHKW Leistung und Wärmebedarf:

	Technologie		Leistung			Einsatzbereich
	Art der MWK	Bezeichnung	elektrisch	thermisch	für Wärmebedarf	
 ecoPOWER 1.0	Verbrennungsmotor	mikro-BHKW ecoPOWER 1.0	1 kW	2,5 kW	ab 15.000 kWh/a	
 ecoPOWER	Verbrennungsmotor	mini-BHKW ecoPOWER 3.0	1,5-3 kW	4,7-8 kW	ab 25.000 kWh/a	
		mini-BHKW ecoPOWER 4.7	1,5-4,7 kW	4,7-12,5 kW	ab 45.000 kWh/a	
 ecoPOWER 20.0	Verbrennungsmotor	mini-BHKW ecoPOWER 20.0	7-20 kW	12-42 kW	ab 150.000 kWh/a	

Quelle: Vaillant

Für den wirtschaftlichen Betrieb eines BHKW mit einer elektrischen Leistung von 50 kW_{el} und 110 kW_{th} ist eine Wärmeabnahme von 650.000 kWh Wärme erforderlich, damit bei einem Deckungsanteil von 85% 5.000 Betriebsstunden erreicht werden. Mit zunehmender Leistung des BHKW wird die Zahl der zu versorgenden Wohngebäude oder die Anforderungen an den Wärmebedarf von Einzelverbrauchern immer größer.

Gleichzeitig sinken die spezifischen Anlagenkosten mit zunehmender Anlagengröße und auch die Kosten für Wartung und Instandhaltung sinken.

Der Vorteil von BHKW durch gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom den eingesetzten Brennstoff effizient zu nutzen, ist mit dem Nachteil von Mehrinvestitionen, höheren Wartungskosten und einem geringeren Wirkungsgrad bei der Wärmebereitstellung verbunden. Daraus resultiert ein Brennstoffmehrerverbrauch gegenüber einer reinen Wärmeversorgung.

Da als Brennstoff vorwiegend Erdgas zum Einsatz kommt, ist damit letztlich auch ein Mehrein-
satz von Erdgas bei der Stromerzeugung verbunden.

Typ Communa Metall Typ 2719 -Brennwertnutzung				
Leistung elt	50,00	kW elt	110,00	Leistung therm
Leistungsaufnahme Gas	156,00	kW Gas Hu/Hi		
Betriebsstunden pro Jahr	5.000	h/a		
BHKW Wärme	550.000	kWh th		
BHKW Strom	250.000	kWh elt		
Erdgasbedarf BHKW	780.000	kWh Gas Hu	864.745	kWh Gas Ho
Erdgasverbrauch BHKW Spitzenkessel	102.167	kWh Gas Hu	113.267	kWh Gas Ho
Erdgasverbrauch gesamt BHKW	882.167	kWh Gas Hu	978.012	kWh Gas Ho
Erdgasverbrauch gesamt nur Erdgaskessel	681.115	kWh Gas Hu	755.116	kWh Gas Ho
Erdgasmehrerverbrauch	201.053	kWh Gas Hu	222.896	kWh Gas Ho

Der Brennstoffmeherverbrauch ist allerdings sehr effektiv, weil für 201.053 kWh Hu Erdgas-meherverbrauch 250.000 kWh Strom erzeugt werden.

Da die Anschaffung des BHKW eine Zusatzinvestition gegenüber der Wärmeversorgung aus einem Brennkessel darstellt, und weil laufend Mehrkosten für das BHKW für Wartung und Instandhaltung anfallen, wird die Wirtschaftlichkeit von BHKW maßgeblich über die Höhe der Vergütung für den erzeugten Strom bestimmt.

Bei dem obigen Beispiel ist zunächst der Brennstoffmehraufwand in Höhe des Brennstoffpreises zu finanzieren, der aktuell für eine Abnahme in dieser Größenordnung mit ca. 5 ct./kWh Hu angesetzt werden kann. Hinzu kommen Wartungskosten von 2,6 ct./kWh Eigenstromerzeugung. Schließlich müssen die Anschaffungskosten des BHKW von 123.000 Euro (netto ohne MWST) über die Stromerzeugung finanziert werden. Werden die Anschaffungskosten bei einem Zins von 2% annuitätisch über 10 Jahre finanziert, ergeben sich laufenden Kosten von 13.693 Euro pro Jahr. Bei 5.000 Betriebsstunden und einer Stromerzeugung von 250.000 kWh pro Jahr sind das 5,48 ct./kWh.

Insgesamt muss also für den im Beispiel-BHKW erzeugten Strom ein Erlös von 13,08 ct./kWh erzielt werden, damit sich die Anlage unter den oben genannten Bedingungen rechnet. Aus der Sicht eines Endverbrauchers im Haushaltsbereich wären das durchaus attraktive Strompreise, auch wenn noch 19% MWST hinzugerechnet werden. Ein einzelner Haushalt könnte aber bei einem Jahresstromverbrauch von 3.500 bis 5.000 kWh den überwiegenden Teil der Eigenstromerzeugung nicht selbst nutzen. Für einen Stromgroßverbraucher mit Abnahmemengen über 250.000 kWh pro Jahr wäre aber ein sehr wirtschaftlicher Betrieb zu erwarten, wenn der selbst erzeugte Strom überwiegend selbst genutzt werden kann und dadurch den Fremdstrombezug verringert, der auch bei solchen Abnahmemengen mit 15 ct./kWh angesetzt werden kann.

Hinzu kommen noch die Fördermöglichkeiten, die über die Erdgassteuerrückvergütung (0,55 ct./kWh Ho) auf den gesamten Erdgasverbrauch im BHKW und die Förderung nach dem KWKG, welches 10 Jahre lang pro erzeugte kWh ein Zuschuss von 5,41 ct. gewährt und zusätzlich für den eingespeisten Strom eine Mindestvergütung in Höhe des EEX Baseloadpreises (im 1. Quartal 2012: 4,510 ct./kWh) zzgl. der vermiedenen Netznutzungskosten (ca. 0,5 Ct./kWh) vorsieht.

Gleichwohl ist ein BHKW mit 50 kWelt auch nur dann wirtschaftlich zu betreiben, wenn ein hoher Anteil des erzeugten Stroms selbst genutzt werden kann und wenn hohe Betriebsstunden (> 5.000 h/a) erzielt werden können.

Geringere Betriebsstunden können dann wirtschaftlich sein, wenn das BHKW vorwiegend dann betrieben wird, wenn hohe Strompreise an der Strombörse realisiert werden können.

Der Einsatz von Bioerdgas in BHKW wird an dieser Stelle nicht weiter betrachtet, weil die Mehrkosten beim Bezug von zertifiziertem Biomethan über das Erdgasnetz nur bei Vorliegen besonderer Randbedingungen wirtschaftlich darstellbar ist. Diese Aspekte werden im Kapitel „Biomasseheizungen“ näher betrachtet. Gleiches gilt für den Betrieb von Satelliten BHKW, die mit Biogas betrieben werden.

3.5.1 Klein-BHKW

3.5.1.1 Anlagentypen und Betriebsweise

Am Markt verfügbar sind vorwiegend stromerzeugende Heizungen für den Brennstoff Erdgas. Die Klein-BHKW mit einer elektrischen Leistung von 1 kW sind mit Stirling Motoren ausgestattet, die wartungsarm sind und den Vorteil haben, dass die Wärme von außen an den Motor zugeführt wird. Verschiedene Hersteller haben deshalb schon Versuche mit Heizanlagen gemacht, die Wärme für den Stirling Motor über Holzpelletfeuerungen zu erzeugen. Aktuell befindet sich ein Anlagentyp der Firma Öko-Fen im Feldtest. Die Anlage hat eine Wärmeleistung von 14 kW und eine elektrische Leistung von 1 kW.

Ebenfalls in der Entwicklung sind Klein BHKW auf der Basis von Brennstoffzellen. Das Brennstoffzellen-BHKW BlueGen ist das erste in Deutschland für Endkunden erhältliche Brennstoffzellenheizgerät und nutzt eine moderne von Ceramic Fuel Cells (CFCL) selbst entwickelte SOFC-Brennstoffzelle zur Umwandlung von Erdgas in Strom und Wärme. Dabei erreicht das BlueGen Modul seine elektrische Nennleistung von 1,5 kW bei einer Heizleistung von nur etwa 625 Watt und erzielt somit eine Stromkennzahl von 2,4 bei einem elektrischen Wirkungsgrad von 60 Prozent. Mit einem Preis von 29.000 Euro netto zzgl. Lieferung und Montage (ohne Spitzenkessel und ohne Speicher) ist diese Anlage aber deutlich teuer als die anderen vorstellten Klein-BHKW. Für den Wohnungsbereich erweist sich die sehr hohe Stromkennzahl zudem als Problem, weil nur geringe Anteile der erzeugten Elektrizität vor Ort genutzt werden kann.

Die Hersteller von Micro BHKW setzen einen jährlichen Wärmebedarf von mindestens 15.000 bis 20.000 kWh pro Jahr voraus. Legt man einen Jahresverbrauch Wärme von 20.000 kWh zugrunde, ergibt sich für eine Modellanlage mit einer elektrischen Leistung von einem kW und von 5,5 kW Wärmeleistung in der Monatsbilanzbetrachtung eine 100%-ige Deckung des Jahreswärmebedarfs durch das BHKW. Die Jahresstromerzeugung ist mit 3.509 kWh fast mit dem angesetzten Jahresstromverbrauch von 3.500 kWh pro Gebäude identisch.

Würde in allen 5.000 Wohngebäuden in der Gemeinde Senden ein solches Micro-BHKW betrieben, könnten neben dem Heizbetrieb 17,5 Mio. kWh Strom zusätzlich erzeugt werden.

BHKW Kalkulation	BHKW Betrieb		Wohnbereich am BHKW orientiert					
Vitotwin 300-w			Viessmann					
Kosten incl. 0 % MWST								
BHKW Betrieb	Wärmebedarf	BHKW Wärme	Wärme Spitzenkessel	Strombedarf	BHKW Strom eff kWk	BHKW Strom Eigennutzung kWh	BHKW Stromspeisung kWh	Reststrombezug kWh
	kWh th	kWh th	kWh th	kWh elt	kWh elt	kWh elt	kWh elt	kWh elt
Januar	2.756	2.756	0	292	484	292	192	0
Februar	2.505	2.505	0	292	439	292	148	0
März	2.253	2.253	0	292	395	292	104	0
April	1.625	1.625	0	292	285	285	0	7
Mai	1.122	1.122	0	292	197	197	0	95
Juni	808	808	0	292	142	142	0	150
Juli	808	808	0	292	142	142	0	150
August	745	745	0	292	131	131	0	161
September	996	996	0	292	175	175	0	117
Oktober	1.625	1.625	0	292	285	285	0	7
November	2.128	2.128	0	292	373	292	82	0
Dezember	2.630	2.630	0	292	461	292	170	0
Jahr	20.000	20.000	0	3.500	3.509	2.814	695	686
		100%	0%		100%	80%	-20%	

Legt man die technischen Daten einer anderen Anlage mit 1,0 kW elt und 2,4 kW th zugrunde, ergeben sich deutlich höhere Betriebsstunden pro Jahr (6.884 h/a). Würde in allen 5.000 Wohngebäuden in der Gemeinde Senden ein solches Micro BHKW betrieben, könnten neben dem Heizbetrieb 34,4 Mio. kWh Strom zusätzlich erzeugt werden.

BHKW Kalkulation	BHKW Betrieb		Wohnbereich am BHKW orientiert					
eco Power 1.0			nur Modul					
Kosten incl. 0 % MWST								
BHKW Betrieb	Wärmebedarf	BHKW Wärme	Wärme Spitzenkessel	Strombedarf	BHKW Strom eff kWk	BHKW Strom Eigennutzung kWh	BHKW Stromspeisung kWh	Reststrombezug kWh
	kWh th	kWh th	kWh th	kWh elt	kWh elt	kWh elt	kWh elt	kWh elt
Januar	2.756	1.786	970	292	744	292	452	0
Februar	2.505	1.613	892	292	672	292	380	0
März	2.253	1.786	468	292	744	292	452	0
April	1.625	1.625	0	292	677	292	385	0
Mai	1.122	1.122	0	292	467	292	176	0
Juni	808	808	0	292	337	292	45	0
Juli	808	808	0	292	337	292	45	0
August	745	745	0	292	310	292	19	0
September	996	996	0	292	415	292	123	0
Oktober	1.625	1.625	0	292	677	292	385	0
November	2.128	1.728	400	292	720	292	428	0
Dezember	2.630	1.786	845	292	744	292	452	0
Jahr	20.000	16.426	3.574	3.500	6.844	3.500	3.344	0
		82%	18%		196%	51%	-49%	

Die Stromerzeugung dieser beiden Modellanlagen kann aber bei einem Jahresstromverbrauch von 3.500 kWh/a nicht vollständig selbst genutzt werden.

BHKW Kalkulation		BHKW Betrieb		EFH Bestand					
eco Power 1.0				Vaillant					
Kosten incl. 19 % MWST									
BHKW Betrieb	Wärmebedarf kWh th	BHKW Wärme kWh th	Wärme Spitzenkessel kWh th	Strombedarf kWh elt	BHKW Strom eff kWh elt	BHKW Strom Eigennutzung kWh	BHKW Strom einspeisung kWh	Reststrombezug kWh	
Januar	3.445	1.786	1.659	292	744	292	452	0	
Februar	3.131	1.613	1.518	292	672	292	380	0	
März	2.817	1.786	1.031	292	744	292	452	0	
April	2.031	1.728	303	292	720	292	428	0	
Mai	1.402	1.402	0	292	584	292	293	0	
Juni	1.010	1.010	0	292	421	292	129	0	
Juli	1.010	1.010	0	292	421	292	129	0	
August	931	931	0	292	388	292	96	0	
September	1.245	1.245	0	292	519	292	227	0	
Oktober	2.031	1.786	245	292	744	292	452	0	
November	2.659	1.728	931	292	720	292	428	0	
Dezember	3.288	1.786	1.502	292	744	292	452	0	
Jahr	25.000	17.810	7.190	3.500	7.421	3.500	3.921	0	
		71%	29%		212%	47%	-53%		
Energiepreise in ct/kWh	6,99			25,23					
	100%	Preisfaktor Gas		100%	Preisfaktor Strom				
BHKW Anlagendaten	10	Wahl							
Typ	eco Power 1.0								
Anmerkung	Vaillant								
Anzahl der Module	1	Gesamtleistung							
Leistung elt	1,00	1,00	kW elt		26%				
Leistung therm	2,40	2,40	kW th		63%				
Leistungsaufnahme Gas	3,80	3,80	kW Gas Hu/Hi						
Euro pro Modul - ohne MWST	16.807	Euro							
AfA	10	Jahre							
Vollwartung	0,000	ct/kWh elt	zzgl.	500,000	Euro/Jahr				
Betriebsstunden pro Jahr	7.421	h/a		100%	Betriebsfaktor				
BHKW Wärme	17.810	kWh th							
Erdgasbedarf BHKW	28.199	kWh Gas Hu		0,902	Hu/Ho				
Erdgasbedarf BHKW	31.262	kWh Gas Ho							
Wärmebedarf Spitzenkessel	7.190								
Erdgasverbrauch Spitzenkessel	7.569	kWh Gas Hu		95%	NEU				
Erdgasverbrauch Spitzenkessel	8.391	kWh Gas Ho							
Erdgasverbrauch gesamt Hu	35.767	kWh Gas Hu							
Erdgasverbrauch gesamt Ho	39.653	kWh Gas Ho							
Erdgasverbrauch gesamt Hu ohne BHKW	26.316	kWh Gas Hu	95%	NEU			Kessel NEU		
Erdgasverbrauch gesamt Ho ohne BHKW	29.175	kWh Gas Ho			2.425	Euro/Jahr	Kessel NEU		
BHKW Kosten									
Investitionen mit 0,19 % MWST	20.000	Euro	16.807	16.807	Euro pro Modul - ohne MWST				
Abschreibung Finanzierung	2.405	Euro/Jahr		3,5%	Zins		AfA 10		
Vollwartung	595	Euro/Jahr		0,000	ct/kWh elt netto				
Kosten Erdgasbezug	3.296	Euro/Jahr							
Betriebsführungsentgelt		Euro/Jahr							
Summe Kosten	6.296	Euro/Jahr							
BHKW Erlöse									
Stromerzeugung	7.421	kWh/Jahr					Kalk. Arbeitspreis Strom		
Eigenstromverbrauch	3.500	kWh/Jahr		25,23	ct/kWh elt	883	Euro/Jahr		
Einpeisevergütung	3.921	kWh/Jahr		5,01	ct/kWh elt	234	Euro/Jahr	100%	
KWKG Stromvergütung bis 50 kW	7.421	kWh/Jahr	50	5,41	ct/kWh elt	478	Euro/Jahr	100%	
KWKG Stromvergütung > 50 < 250 kW	0	kWh/Jahr	250	4,00	ct/kWh elt	0	Euro/Jahr	100%	
KWKG Stromvergütung > 250 kW	0	kWh/Jahr	2000	2,40	ct/kWh elt	0	Euro/Jahr	100%	
Erdgassteuerrückvergütung	31.262	kWh Gas Ho		0,55	ct/kWh Gas	205	Euro/Jahr	100%	
Summe Erlöse						1.799	Euro/Jahr		
Ergebnis									
Wärmeerzeugungskosten BHKW	4.497	Euro/Jahr				17,99	ct/kWhth		

Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurde ein Zeitraum von 10 Jahren angesetzt, weil die aktuelle Vergütungsregelung nach KWKG einen Zuschlag nur für 10 Jahre gewährt. Unklar ist zudem, wie es um die Lebensdauer der BHKW Komponenten bestellt ist. Eine Abschreibung über 20 Jahre führt allerdings zu Wärmegestehungskosten von 12,11 bzw. 14,95 ct./kWh, was diese Anlagen gerade in Verbindung mit einem Investitionszuschuss bei der Anschaffung wirtschaftlich zunehmend interessant macht.

Die Kalkulation macht auch deutlich, dass bei geringer Eigennutzung des erzeugten Stroms die Höhe der Vergütung für den erzeugten Strom maßgeblich für das wirtschaftliche Ergebnis ist.

3.5.2 BHKW 50 kW elt

Auf der Förderkulisse nach dem KWKG sind zur Zeit BHKW mit einer elektrischen Leistung bis 50 kW eine betriebswirtschaftlich interessante Leistungsgröße. Für diese Anlagen wird über 10 Jahre eine KWKG Vergütung von 5,41 ct./kWh gezahlt. Bei größeren Anlagen sinkt die KWKG Vergütung und wird auch nur noch für 30.000 Betriebsstunden gezahlt.

BHKW Anlagen dieser Größe haben nur den Platzbedarf einer PKW Garage, benötigen aber für einen wirtschaftlichen Betrieb mindestens einen jährlichen Wärmebedarf von 650.000 kWh, der auch in den Sommermonaten anfallen sollte.

BHKW Kalkulation	BHKW Betrieb		EFH Bestand					
Communa Metall Typ 2719			Brennwertnutzung					
Kosten incl. 19 % MWST								
BHKW Betrieb	Wärmebedarf kWh th	BHKW Wärme kWh th	Wärme Spitzenkessel kWh th	Strombedarf kWh elt	BHKW Strom eff kW	BHKW Strom Eigennutzung kWh	BHKW Stromspeisung kWh	Reststrombezug kWh
Januar	137.601	81.840	55.961	0	37.200	0	37.200	0
Februar	125.231	73.920	51.311	0	33.600	0	33.600	0
März	112.662	81.840	30.822	0	37.200	0	37.200	0
April	81.238	79.200	2.038	0	36.000	0	36.000	0
Mai	56.100	56.100	0	0	25.500	0	25.500	0
Juni	40.388	40.388	0	0	18.358	0	18.358	0
Juli	40.388	40.388	0	0	18.358	0	18.358	0
August	37.246	37.246	0	0	16.930	0	16.930	0
September	49.815	49.815	0	0	22.643	0	22.643	0
Oktober	81.238	81.238	0	0	36.927	0	36.927	0
November	106.377	79.200	27.177	0	36.000	0	36.000	0
Dezember	131.215	81.840	49.675	0	37.200	0	37.200	0
Jahr	1.060.000	783.015	216.985	0	355.916	0	355.916	0
Energiepreise in ct/kWh	6,00	78%	22%		#DIV/0!	0%	-100%	
	100%	Preisfaktor Gas		100%	Preisfaktor Strom			
BHKW Anlagendaten								
Typ	3	Wahl						
Anmerkung	Communa Metall Typ 2719							
Anzahl der Module	1	Gesamtleistung						
Leistung elt	50,00	50,00	kW elt		32%			
Leistung therm	110,00	110,00	kW th		71%			
Leistungsaufnahme Gas	156,00	156,00	kW Gas Hu/HI					
Euro pro Modul - ohne MWST	123.000	Euro						
ATA	10	Jahre						
Vollwartung	2.600	ct/kWh elt	zzgl.	0,000	Euro/Jahr			
Betriebsstunden pro Jahr								
BHKW Wärme	783.015	kWh th		100%	Betriebsfaktor			
Endgasbedarf BHKW	1.110.458	kWh Gas Hu		0,002	Hu/Ho			
Endgasbedarf BHKW	1.231.106	kWh Gas Ho						
Wärmebedarf Spitzenkessel								
Wärmebedarf Spitzenkessel	216.985	kWh Gas Hu		95%	NEU			
Endgasverbrauch Spitzenkessel	228.405	kWh Gas Hu						
Endgasverbrauch Spitzenkessel	253.221	kWh Gas Ho						
Endgasverbrauch gesamt Hu								
Endgasverbrauch gesamt Hu	1.338.863	kWh Gas Hu						
Endgasverbrauch gesamt Ho	1.484.227	kWh Gas Ho						
Endgasverbrauch gesamt Hu ohne BHKW								
Endgasverbrauch gesamt Hu ohne BHKW	1.052.632	kWh Gas Hu	95%	NEU		Kessel NEU		
Endgasverbrauch gesamt Ho ohne BHKW	1.166.997	kWh Gas Ho			97.007	Euro/Jahr	Kessel NEU	
BHKW Kosten								
Investitionen mit 0,19 % MWST	146.370	Euro	2.460	123.000	Euro pro Modul - ohne MWST			
Abschreibung Finanzierung	17.600	Euro/Jahr		3,5%	Zins	ATA	10	
Vollwartung	11.012	Euro/Jahr		2,600	ct/kWh elt netto			
Kosten Endgasbezug	123.385	Euro/Jahr						
Betriebsführungsentgelt		Euro/Jahr						
Summe Kosten	151.997	Euro/Jahr						
BHKW Erlöse								
Stromerzeugung	355.916	kWh/Jahr		17,85	ct/kWh elt	Kalk. Arbeitspreis Strom		
Eigenstromverbrauch	0	kWh/Jahr		0	Euro/Jahr			
Eigenstromvergütung	355.916	kWh/Jahr		5,01	ct/kWh elt	21.219	Euro/Jahr	100%
KWKG Stromvergütung bis 50 kW	355.916	kWh/Jahr	50	5,41	ct/kWh elt	22.914	Euro/Jahr	100%
KWKG Stromvergütung > 50 < 250 kW	0	kWh/Jahr	250	4,03	ct/kWh elt	0	Euro/Jahr	100%
KWKG Stromvergütung > 250 kW	0	kWh/Jahr	2000	2,40	ct/kWh elt	0	Euro/Jahr	100%
Erdgassteuerrückvergütung	1.231.106	kWh Gas Ho		0,95	ct/kWh Gas	8.058	Euro/Jahr	100%
Summe Erlöse						52.190	Euro/Jahr	
Ergebnis								
Wärmeerzeugungskosten BHKW	99.806	Euro/Jahr				9,98	ct/kWhth	
Arbeitskosten Wärme Spitzenkessel	97.007	Euro/Jahr				9,70	ct/kWhth	

Für die Wirtschaftlichkeit entscheidend ist dann die Nutzung der erzeugten Elektrizität. Muss diese zu Börsenpreisen vollständig in das Stromnetz eingespeist werden, dann ist die Wärmeerzeugung im Erdgaskessel geringfügig preisgünstiger.

Kann 100% der Stromerzeugung selbst zu einem Preis von 15 ct/kWh genutzt werden, dann ergibt sich ein Wärmepreis von 5,75 ct. kWh.

BHKW Kosten						
Investitionen mit 0,19 % MWST	146.370	Euro	2.460	123.000	Euro pro Modul - ohne MWST	
Abschreibung Finanzierung	17.600	Euro/Jahr		3,5%	Zins	AIA 10
Vollwartung	11.012	Euro/Jahr		2,600	ct/kWh elt netto	
Kosten Erdgasbezug	123.388	Euro/Jahr				
Betriebsführungsentgelt		Euro/Jahr				
Summe Kosten	151.997	Euro/Jahr				
BHKW Erlöse						
Stromerzeugung	355.916	kWh/Jahr			Kalk. Arbeitspreis Strom	
Eigenstromverbrauch	355.916	kWh/Jahr		17,85	ct/kWh elt	63.531 Euro/Jahr
Einpeiservergütung	0	kWh/Jahr		5,01	ct/kWh elt	0 Euro/Jahr
KWKG Stromvergütung bis 50 kW	355.916	kWh/Jahr	50	5,41	ct/kWh elt	22.914 Euro/Jahr
KWKG Stromvergütung > 50 < 250 kW	0	kWh/Jahr	250	4,00	ct/kWh elt	0 Euro/Jahr
KWKG Stromvergütung > 250 kW	0	kWh/Jahr	2000	2,40	ct/kWh elt	0 Euro/Jahr
Erdgassteuerückvergütung	1.231.106	kWh Gas Ho		6,55	ct/kWh Gas	8.058 Euro/Jahr
Summe Erlöse						94.502 Euro/Jahr
Ergebnis						
Wärmeerzeugungskosten BHKW	57.494	Euro/Jahr			5,75	ct/kWhth
Arbeitskosten Wärme Spitzenkessel	97.007	Euro/Jahr			9,70	ct/kWhth

Diese Randbedingungen werden aber nur bei Großverbrauchern anzutreffen sein. Wird ein solches BHKW zur Wärmeversorgung im Wohnbereich eingesetzt, stellt sich die Frage, wer den erzeugten Strom vor Ort nutzen kann. Stromgroßabnehmer könnten z.B. ein solches BHKW betreiben und die anfallende Wärme an Dritte verkaufen, sofern sie diese nicht selbst nutzen können.

3.5.3 BHKW Großanlagen

Neben dem Einsatz von BHKW in den oben beschriebenen Quartierslösungen können BHKW auch in eine zentrale Wärmeversorgung eingebunden werden. Die spezifischen Investitionskosten und auch der Aufwand für Wartung und Instandhaltung liegen bei Großanlagen deutlich niedriger als bei Klein-BHKW. Hinzu kommen die deutlich geringeren Brennstoffkosten aufgrund der Abnahmestruktur mit großen Mengen und hohen Vollbenutzungsstunden.



Die Auslegung der zentralen BHKW Anlage muss so gewählt werden, dass ein möglichst wirtschaftlicher Betrieb der Anlage möglich ist. Bei einem wärmeseitig geführten Betrieb sind jährliche Betriebsstunden von mehr als 5.000 Stunden erforderlich. Wir haben mit einer Modellanlage gerechnet, die mit einer Wärmeleistung von 1.332 kW bei 33% der Spitzenlast von 4.000 kW liegt. Bei dieser Auslegung ist ein ganzjähriger Grundlastbetrieb mit ca. 7.000 h/a zu erwarten.

Technische Parameter BHKW Heizzentrale	Nennleistung	Jahresnutzungsgrad
BHKW - Elektrische Leistung	1.067 kW	41%
BHKW - Thermische Leistung	1.332 kW	51%
BHKW - Nutzleistung	2.399 kW	92%
BHKW - Erdgasverbrauch Hs (Hu)	2.605 kW	

Feinauslegung und Betriebskonzept müssen letztlich vom Betreiber der BHKW Heizzentrale festgelegt werden.

BHKW nutzen durch die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und elektrischer Energie die eingesetzte Energie effizienter aus, als wenn Wärme und Strom getrennt erzeugt werden. Für die wirtschaftliche Bewertung von BHKW Anlagen ergibt sich allerdings immer das Problem, dass wegen der Koppelproduktion die Preise und die Preisentwicklung von Brennstoff und Strom berücksichtigt werden müssen.

Die gegenüber einem Erdgaskessel geringere Wärmeerzeugung eines BHKW (hier 51% zu 90% bei einem Erdgaskessel) und der Mehraufwand bei den Investitions- und Betriebskosten muss wirtschaftlich durch die höheren Erlöse für den erzeugten Strom ausgeglichen werden.

Kann der Strombezug eines BHKW Betreibers durch den Einsatz von BHKW verringert werden, können die reduzierten Strombeschaffungskosten als Erlös der Eigenstromerzeugung angesetzt werden. Ansonsten und darüber hinaus sind die Vergütungssätze für die Einspeisung oder den Verkauf von Strom aus KWK Anlagen anzusetzen.

Ein Großabnehmer elektrischer Energie, der ca. 7,5 Mio. kWh elektrische Energie jährlich am Plangebiet abnehmen könnte, ist als Betreiber zum jetzigen Planungsstand nicht erkennbar. Es ist aber durchaus denkbar, dass sich zu einem späteren Zeitpunkt ein oder mehrere Betreiber finden, die zentrale BHKW-Anlagen betreiben und die elektrische Energie teilweise selber nutzen.

Wir gehen deshalb für die weitere wirtschaftliche Bewertung davon aus, dass die elektrische Energie aus dem BHKW in vollem Umfang in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist wird, soweit sie den Eigenbedarf der Heizzentrale übersteigt.

Damit gilt zunächst die Einspeisevergütung nach KWKG. Eine erhöhte Einspeisevergütung kann beim Einsatz von Biomasse (Biogas oder Öl) als Brennstoff für das BHKW erreicht werden. Dieser Aspekt wird aus folgenden Gründen nicht weiter untersucht:

- Es ist unsicher, ob und in welchem Umfang die Förderung nach EEG Bestand haben wird.
- Für den Einsatz von Rohgas ist kein Angebot in wirtschaftlich vertretbarer Nähe zum Plangebiet erkennbar.
- Wird Biogas aufbereitet und über das Erdgasnetz für die KWK Nutzung im Plangebiet durchgeleitet, muss mit Biogaspreisen gerechnet werden, die letztlich zu einer Wirtschaftlichkeit der BHKW Anlage führen, die dem Ergebnis bei reinem Erdgasbezug entspricht.

BHKW Anlagen mit elektrischen Leistungen über 50 kW erfordern eine große Wärmeabnahme, können aber wegen der sinkenden spezifischen Kosten für die Anschaffung und beim Betrieb der Anlagen auch bei geringeren Vergütungen für die Stromproduktion attraktive Wärmepreise erreichen.

BHKW Kalkulation		BHKW Betrieb		EFH Bestand					
MAN Gasmotor 240/365				Brennwertnutzung					
Kosten incl. 19 % MWST									
BHKW Betrieb	Wärmebedarf kWh th	BHKW Wärme kWh th	Wärme Spitzenkessel kWh th	Strombedarf kWh elt	BHKW Strom eff kWh elt	BHKW Strom Eigennutzung kWh	BHKW Stromspeisung kWh	Reststrombezug kWh	
Januar	689.003	276.768	412.235	0	172.608	0	172.608	0	
Februar	626.156	249.984	376.172	0	155.904	0	155.904	0	
März	563.309	276.768	286.541	0	172.608	0	172.608	0	
April	406.192	267.840	138.352	0	167.040	0	167.040	0	
Mai	280.499	276.768	3.731	0	172.608	0	172.608	0	
Juni	201.940	201.940	0	0	125.941	0	125.941	0	
Juli	201.940	201.940	0	0	125.941	0	125.941	0	
August	186.229	186.229	0	0	116.143	0	116.143	0	
September	249.075	249.075	0	0	155.337	0	155.337	0	
Oktober	406.192	276.768	129.424	0	172.608	0	172.608	0	
November	531.886	267.840	264.046	0	167.040	0	167.040	0	
Dezember	657.579	276.768	380.811	0	172.608	0	172.608	0	
Jahr	5.000.006	3.008.688	1.991.312	0	1.876.386	0	1.876.386	0	
Energiepreise in ct/kWh	6,19	60%	40%	17,85	#DIV/0!	0%	-100%		
	100%	Preisfaktor Gas		100%	Preisfaktor Strom				
BHKW Anlagendaten	5	Wahl							
Typ	MAN Gasmotor 240/365								
Anmerkung	Brennwertnutzung								
Anzahl der Module	1	Gesamtleistung							
Leistung elt	232,00	232,00	kW elt		35%				
Leistung therm	372,00	372,00	kW th		56%				
Leistungsaufnahme Gas	669,00	669,00	kW Gas Hu/Hi						
Euro pro Modul - ohne MWST	220.000	Euro							
AfA	10	Jahre							
Vollwartung	1,250	ct/kWh elt	zzgl.	0,000	Euro/Jahr				
Betriebsstunden pro Jahr	8.088	h/a		100%	Betriebsfaktor				
BHKW Wärme	3.008.688	kWh th							
Erdgasbedarf BHKW	5.410.786	kWh Gas Hu		0,902	Hu/Ho				
Erdgasbedarf BHKW	5.998.655	kWh Gas Ho							
Wärmebedarf Spitzenkessel	1.991.312								
Erdgasverbrauch Spitzenkessel	2.096.117	kWh Gas Hu		95%	NEU				
Erdgasverbrauch Spitzenkessel	2.323.855	kWh Gas Ho							
Erdgasverbrauch gesamt Hu	7.506.904	kWh Gas Hu							
Erdgasverbrauch gesamt Ho	8.322.510	kWh Gas Ho							
Erdgasverbrauch gesamt Hu ohne BHKW	5.263.158	kWh Gas Hu	95%	NEU			Kessel NEU		
Erdgasverbrauch gesamt Ho ohne BHKW	5.834.987	kWh Gas Ho			429.672	Euro/Jahr	Kessel NEU		
BHKW Kosten									
Investitionen mit 0,19 % MWST	261.800	Euro	948	220.000	Euro pro Modul - ohne MWST				
Abschreibung Finanzierung	31.479	Euro/Jahr		3,5%	Zins	AfA 10			
Vollwartung	27.911	Euro/Jahr		1,250	ct/kWh elt netto				
Kosten Erdgasbezug	612.846	Euro/Jahr							
Betriebsführungsentgelt		Euro/Jahr							
Summe Kosten	672.237	Euro/Jahr							
BHKW Erlöse									
Stromerzeugung	1.876.386	kWh/Jahr				Kalk. Arbeitspreis Strom			
Eigenstromverbrauch	0	kWh/Jahr		17,85	ct/kWh elt	0	Euro/Jahr		
Einpeiservergütung	1.876.386	kWh/Jahr		5,01	ct/kWh elt	111.868	Euro/Jahr	100%	
KWKG Stromvergütung bis 50 kW	150.000	kWh/Jahr	50	5,41	ct/kWh elt	9.657	Euro/Jahr	100%	
KWKG Stromvergütung > 50 < 250 kW	508.361	kWh/Jahr	250	4,00	ct/kWh elt	24.198	Euro/Jahr	100%	
KWKG Stromvergütung > 250 kW	0	kWh/Jahr	2000	2,40	ct/kWh elt	0	Euro/Jahr	100%	
Erdgassteuerrückvergütung	5.998.655	kWh Gas Ho		0,55	ct/kWh Gas	39.261	Euro/Jahr	100%	
Summe Erlöse						184.984	Euro/Jahr		
Ergebnis									
Wärmeerzeugungskosten BHKW	487.252	Euro/Jahr				9,75	ct/kWhth		
Arbeitskosten Wärme Spitzenkessel	429.672	Euro/Jahr				8,59	ct/kWhth		

Bei einer 100%-igen Stromspeisung ist aber auch hier kein wirtschaftlicher Betrieb zu erwarten, selbst wenn angesichts der großen Abnahmemengen von geringeren Erdgaspreisen ausgegangen wird.

Kann die gesamte Eigenstromerzeugung zu Preisen von 15 ct./kWh (ohne MWST) genutzt werden, können Wärmepreise bei 5 ct./kWh erzielt werden.

BHKW Kosten							
Investitionen mit 0,19 % MWST	261.800	Euro	948	220.000	Euro pro Modul - ohne MWST		
Abschreibung Finanzierung	31.479	Euro/Jahr		3,5%	Zins	AfA	10
Vollwartung	27.911	Euro/Jahr		1,250	ct/kWh elt netto		
Kosten Erdgasbezug	612.846	Euro/Jahr					
Betriebsführungsentgelt		Euro/Jahr					
Summe Kosten	672.237	Euro/Jahr					
BHKW Erlöse							
Stromerzeugung	1.876.386	kWh/Jahr				Kalk. Arbeitspreis Strom	
Eigenstromverbrauch	1.876.386	kWh/Jahr		17,85	ct/kWh elt	334.935	Euro/Jahr
Einpeisevergütung	0	kWh/Jahr		5,01	ct/kWh elt	0	Euro/Jahr 100%
KWKG Stromvergütung bis 50 kW	150.000	kWh/Jahr	50	5,41	ct/kWh elt	9.657	Euro/Jahr 100%
KWKG Stromvergütung > 50 < 250 kW	696.000	kWh/Jahr	250	4,00	ct/kWh elt	33.130	Euro/Jahr 100%
KWKG Stromvergütung > 250 kW	0	kWh/Jahr	2000	2,40	ct/kWh elt	0	Euro/Jahr 100%
Erdgassteuerrückvergütung	5.998.655	kWh Gas Ho		0,55	ct/kWh Gas	39.261	Euro/Jahr 100%
Summe Erlöse						416.983	Euro/Jahr
Ergebnis							
Wärmeerzeugungskosten BHKW	255.254	Euro/Jahr				5,11	ct/kWh
Arbeitskosten Wärme Spitzenkessel	429.672	Euro/Jahr				8,59	ct/kWh

3.6 Abwärmenutzung

Aus der im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes durchgeführten Befragung von Betrieben mit mehr als 20 Beschäftigten geht hervor, dass in der Gemeinde Senden Abwärme quasi nicht zur Verfügung steht. Bei einem holzverarbeitenden Betrieb ist eine hohe BHKW Leistung installiert, die prinzipiell auch Wärme in ein Nahwärmenetz einspeisen könnte.

3.7 Nahwärmeversorgung

Bei einer zentralen Wärmeversorgung wird die Wärme zu Heizzwecken und für die Warmwasserbereitung in einer Heizzentrale erzeugt und über ein Wärmeverteilnetz in die einzelnen Häuser verteilt. In den einzelnen Häusern gibt es dann eine Wärmeübergabestation mit einem Warmwasserspeicher. Bei Mehrfamilienhäusern, Reihenhäusern und Doppelhaushälften reicht eine gemeinsame Übergabestation.

Bis auf die Wärmeleitungen im Bereich Steverpark und beim Biogas-BHKW an der Davertschule in Ottmarsbocholt sind keine Nahwärmeleitungen in der Gemeinde Senden bekannt.

Insofern ist eine Neuverlegung von Rohrleitungen und der Bau von Wärmeübergabestationen mit Wärmemengenzählern, Regelungen und ggf. Speichern erforderlich.

Bei der Neuverlegung von Nahwärmeleitungen im Wohnungsbestand sind die Erdarbeiten relativ aufwändig, weil die bereits verlegten Leitungen (Strom, Erdgas, Wasser, Telefon, Abwasser) berücksichtigt werden müssen und weil die Wiederherstellung der Oberflächen bei Straßen und Gehwegen deutlich teurer ist als in Neubaugebieten. Hinzu kommt, dass sich die Nahwärme in Konkurrenz zur bestehenden Versorgung (Erdgas, Heizstrom, Heizöl) durchsetzen muss und unter Umständen erst über mehrere Jahre die vorgesehenen Anschlussquoten erreicht. Hinzu kommen die Verluste bei der Wärmeverteilung, die auch bei gut isolierten Nahwärmeleitungen bis zu 30% betragen können.

Diesen Problemen steht aber eine Reihe von Vorteilen einer verbundenen Wärmeversorgung gegenüber:

- Die Anschaffungskosten für einen zentralen Wärmeerzeuger sind deutlich niedriger als für viele dezentrale Heizanlagen.
- Die über den Wärmeverbund hergestellte hohe Wärmeabnahme an einem Einspeisepunkt ermöglicht die wirtschaftliche Nutzung von Biomasse oder den Einsatz von KWK Anlagen.
- Bei einer Änderung der technischen Möglichkeiten oder der energiewirtschaftlichen Randbedingungen ist eine Anpassung der Wärmeversorgung besser möglich als bei vielen Einzelanlagen.
- Die lokale Wertschöpfung ist deutlich höher, weil bereits in der Bauphase Erd- und Verlegearbeiten, die von örtlich ansässigen Firmen erbracht werden können, einen großen Kostenanteil ausmachen und später durch den Einsatz lokaler Biomasse der Import von Erdgas und Heizöl ersetzt wird.

Für die Ermittlung der Wirtschaftlichkeit von Wärmeverbundlösungen in der Gemeinde Senden wurden beispielhaft für drei Versorgungsbereiche in den Ortslagen Senden, Bösensell und Ottmarsbocholt die Kosten der Wärmeverteilung ermittelt. Aus der Differenz zu den Vollkosten der aktuellen Wärmeversorgung kann dann der Preis ermittelt werden, zu dem Wärme bereitgestellt werden muss, damit sich eine Wirtschaftlichkeit für die verbundene Wärmeversorgung ergibt.

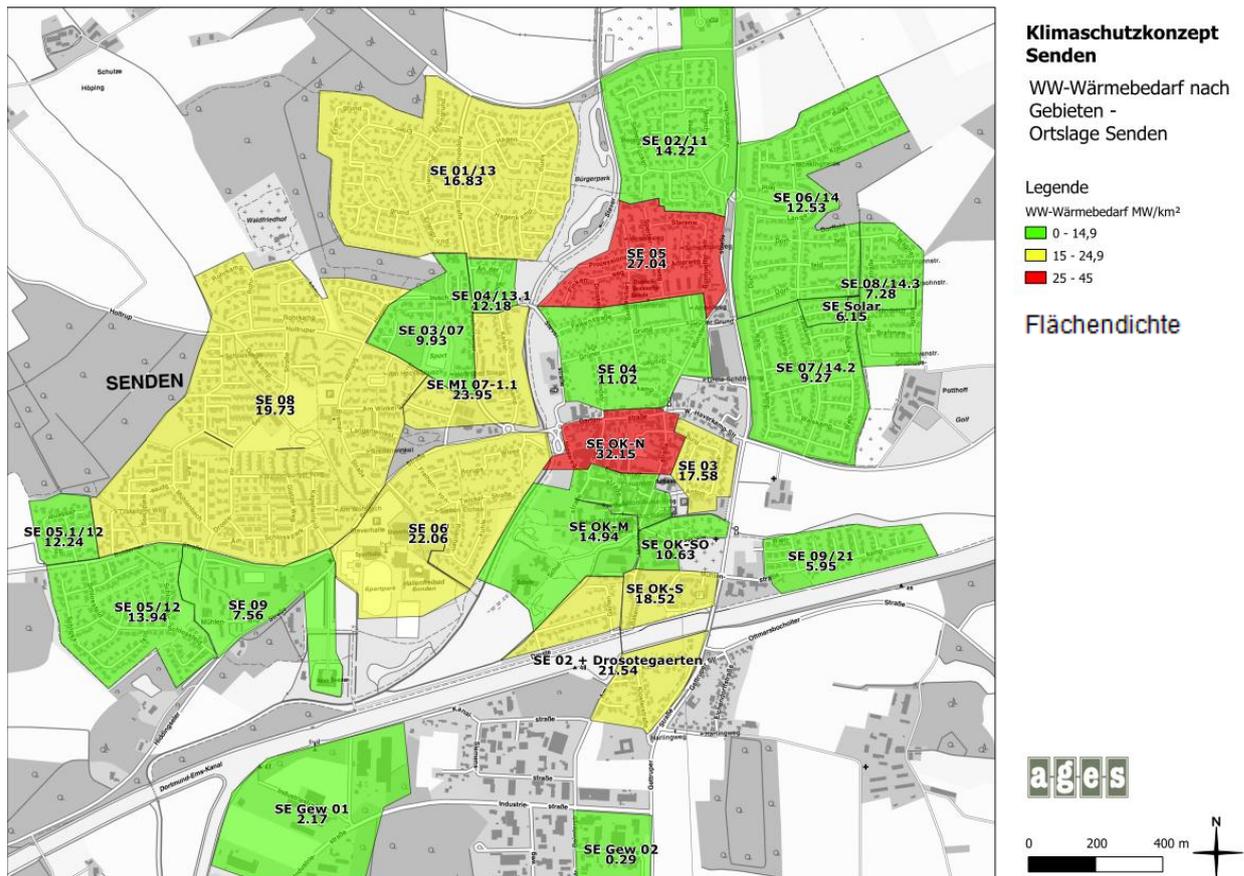
3.7.1 Wärmedichten in der Gemeinde Senden

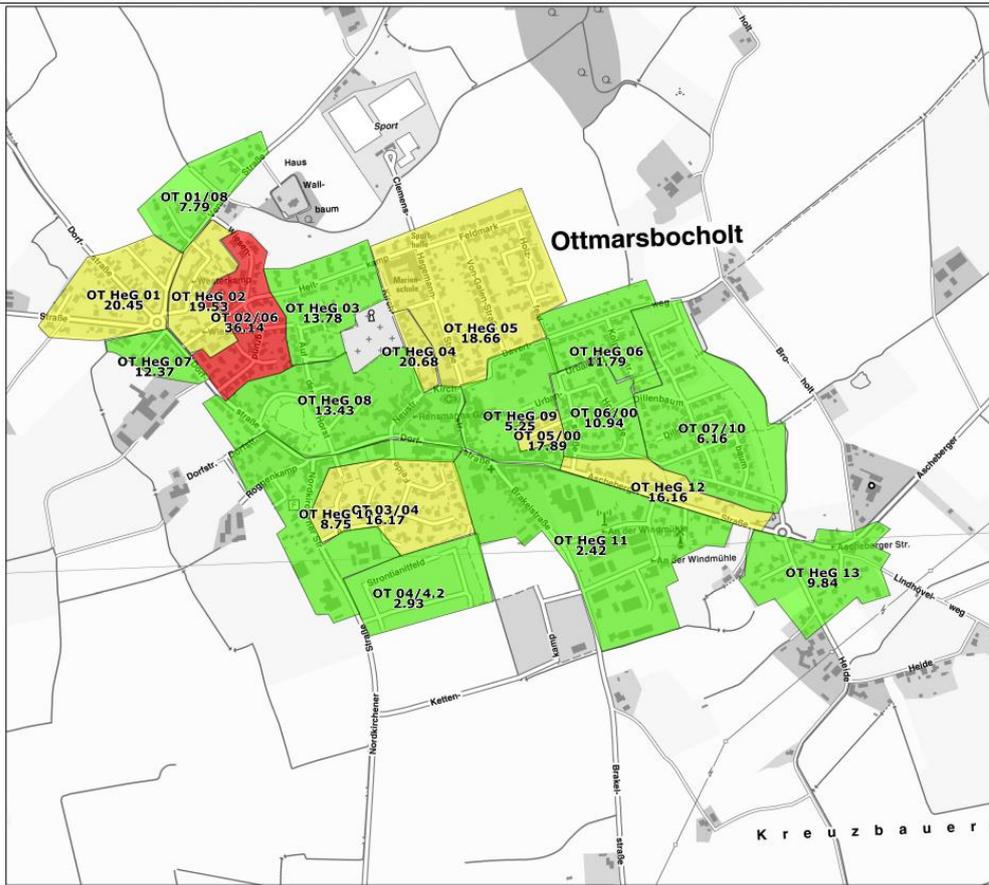
Über die Befragung der Gewerbetriebe, Angaben zum Energieverbrauch der kommunalen Gebäude und die kleinräumige Aufnahme der Wohnbausubstanz stehen kleinräumig Angaben zum Wärmebedarf in der Gemeinde Senden zur Verfügung. Der Heizwärmebedarf der Wohnbebauung wurde aus den Daten der Gebäudetypologie und der Anzahl der erfassten Gebäude pro Parzelle ermittelt. Der Wärmebedarf für die Warmwasserbereitung wurde pauschal mit 15

kWh/m² angesetzt, die Wärmehöchstlast aus dem Jahreswärmebedarf und 1.500 Volllaststunden ermittelt.

Bezogen auf die Fläche der jeweiligen Parzelle ergibt sich so der Wärmebedarf in MW/km². Über die Ermittlung der Straßenlängen in jeder einzelnen Parzelle ergibt sich als sog. Liniendichte der Wärmebedarf in MW/km. Insbesondere die Liniendichte gibt einen Hinweis darauf, welche Gebiete gut, mittel oder schlecht für eine verbundene Wärmeversorgung geeignet sind.

Bei den Flächen- und Liniendichten sind die gut geeigneten Bereiche rot markiert.

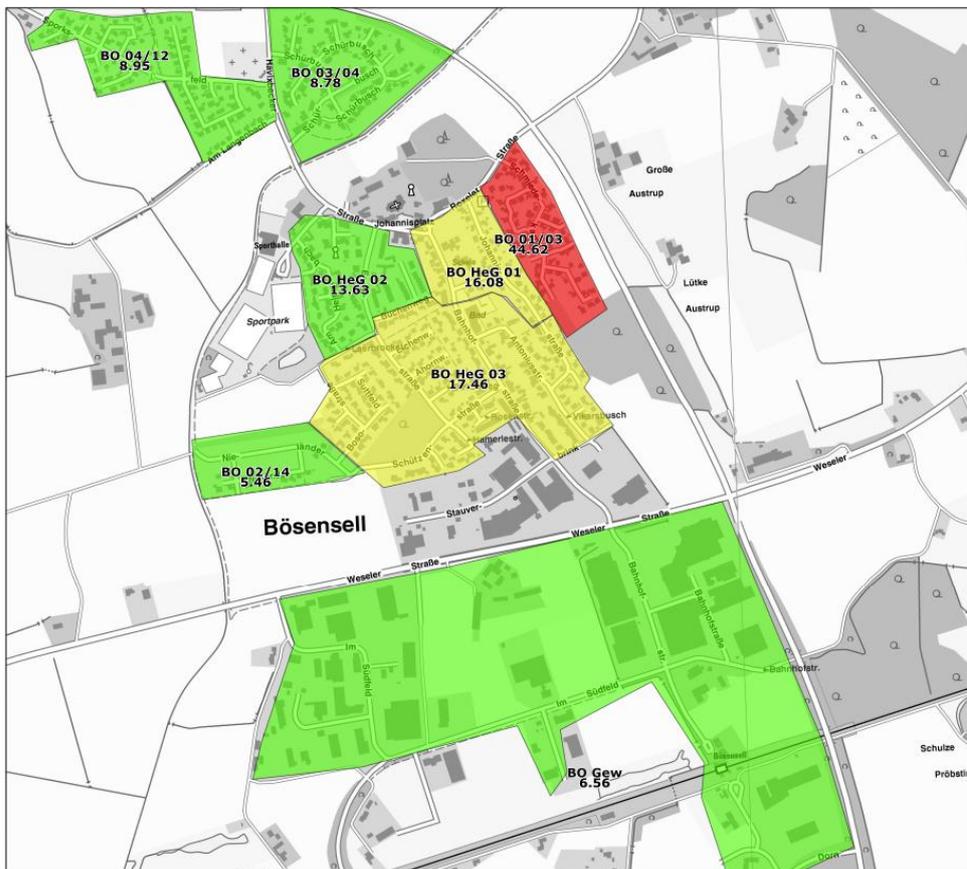
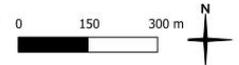




Klimaschutzkonzept Senden
 WW-Wärmebedarf nach Gebieten - Ortslage Ottmarsbocholt

Legende
 WW-Wärmebedarf MW/km²
 0 - 14,9
 15 - 24,9
 25 - 45

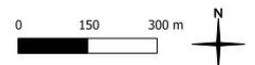
Flächendichte

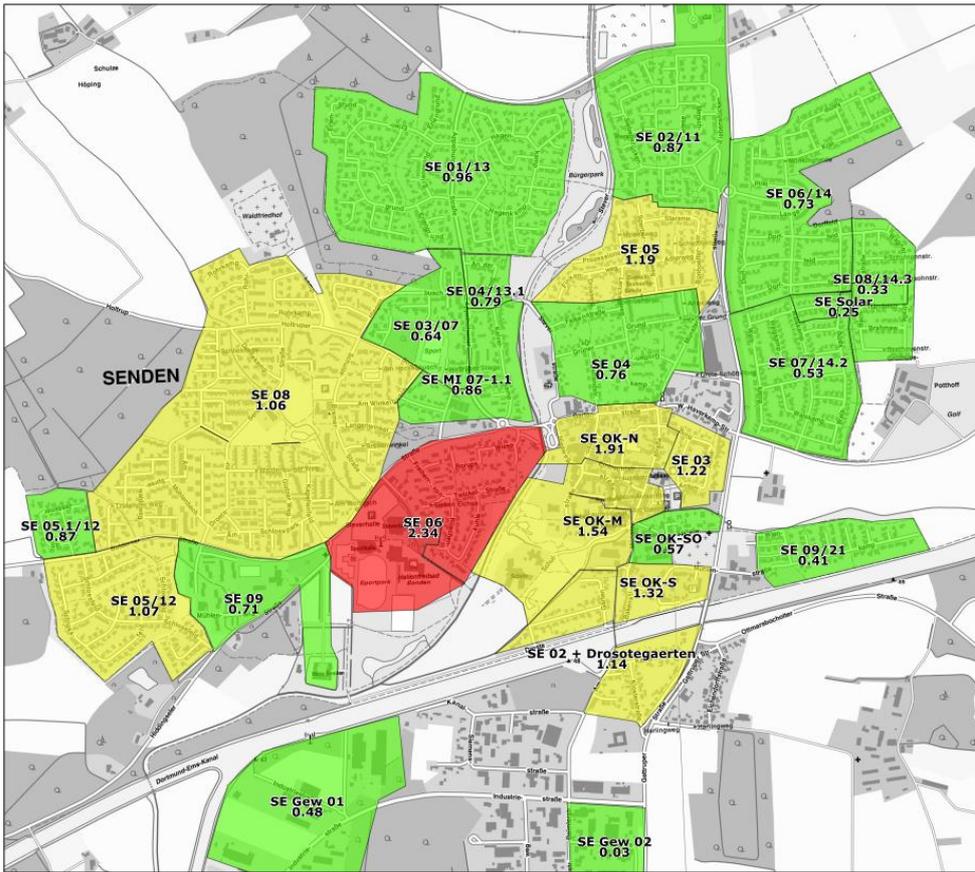


Klimaschutzkonzept Senden
 WW-Wärmebedarf nach Gebieten - Ortslage Bösensell

Legende
 WW-Wärmebedarf MW/km²
 0 - 14,9
 15 - 24,9
 25 - 45

Flächendichte

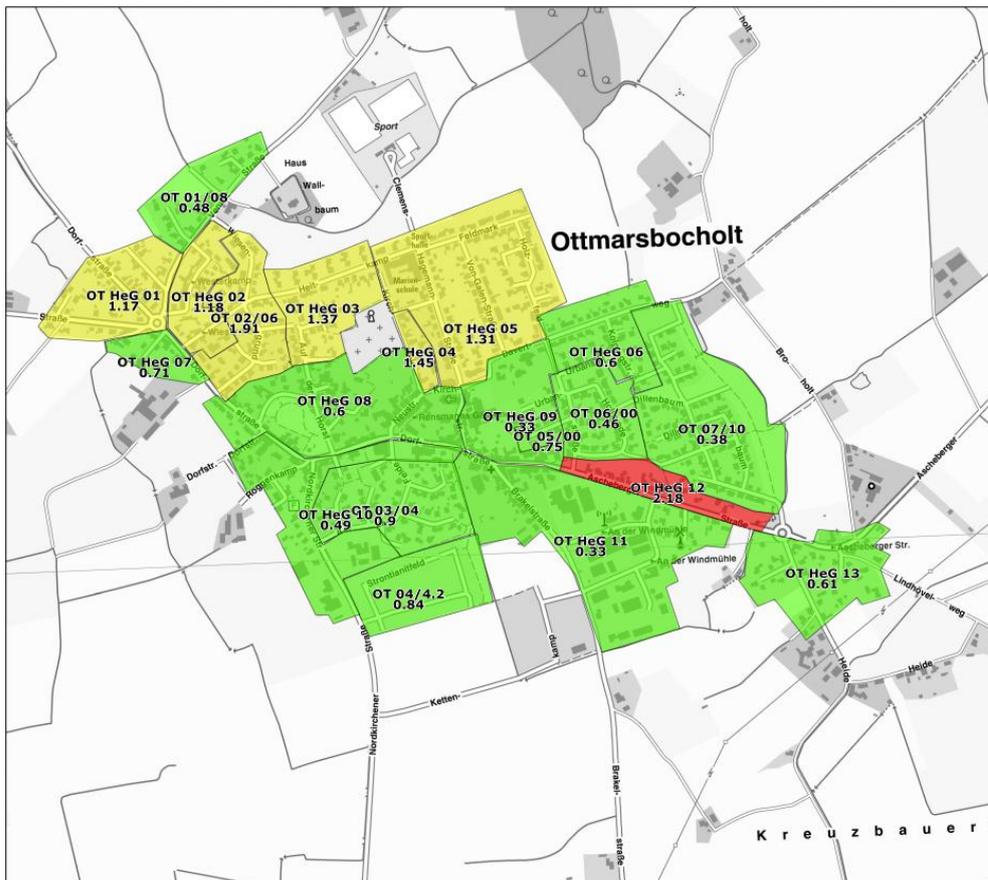
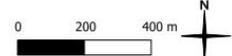




Klimaschutzkonzept Senden
 WW-Wärmebedarf nach Gebieten - Ortslage Senden

Legende
 WW-Wärmebedarf MW/km
 0 - 0,9
 1 - 1,9
 2 - 2,6

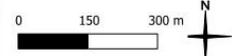
Linien-dichte-

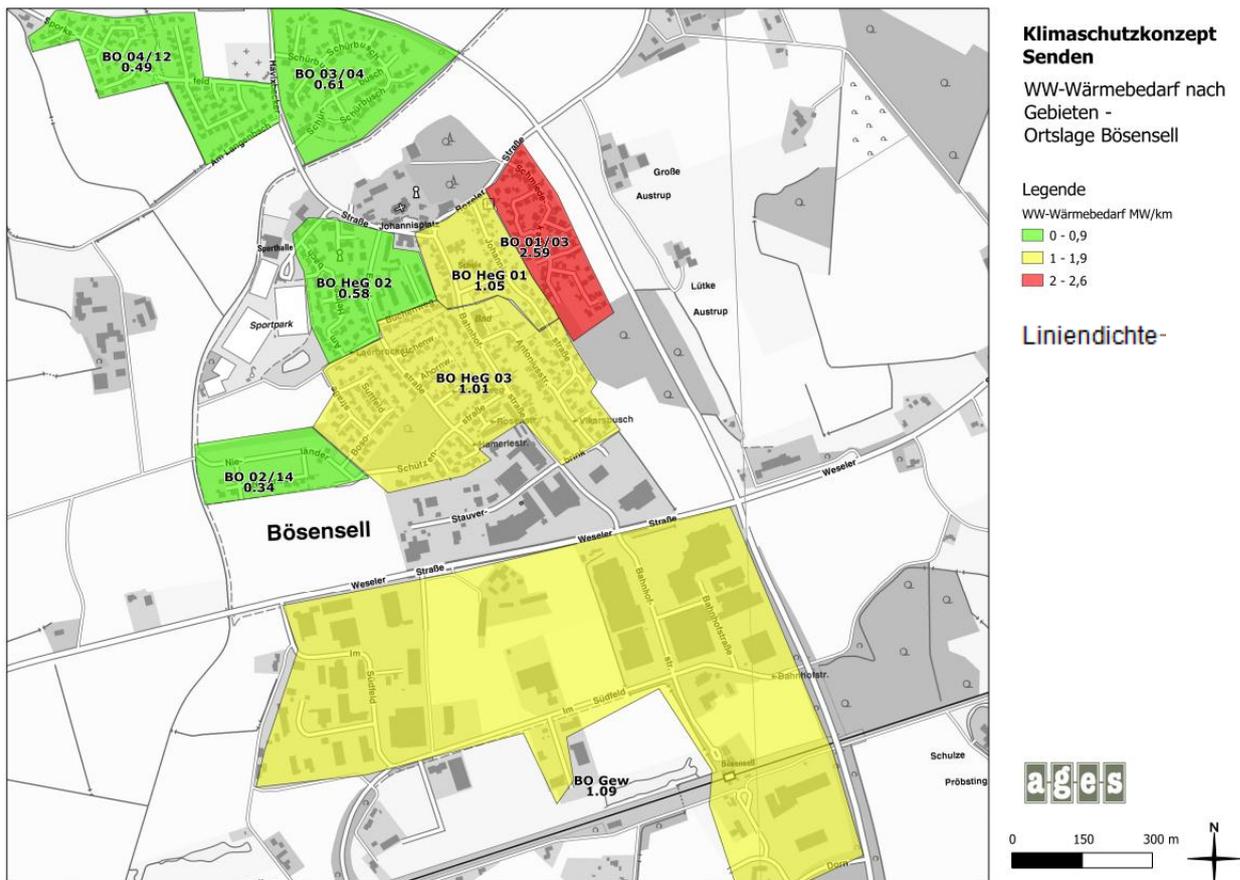


Klimaschutzkonzept Senden
 WW-Wärmebedarf nach Gebieten - Ortslage Ottmarsbocholt

Legende
 WW-Wärmebedarf MW/km
 0 - 0,9
 1 - 1,9
 2 - 2,6

Linien-dichte-





Das KfW Programm „Erneuerbare Energien Premium“ gibt als Fördervoraussetzung für Nahwärmenetze eine Wärmeabgabe von 500 kWh/m Nahwärmenetz vor. Das entspricht bei einem Ansatz von 1.500 kWh/kW einer Liniendichte von 0,33 MW/km. Dieser Wert wird in fast allen Parzellen überschritten.

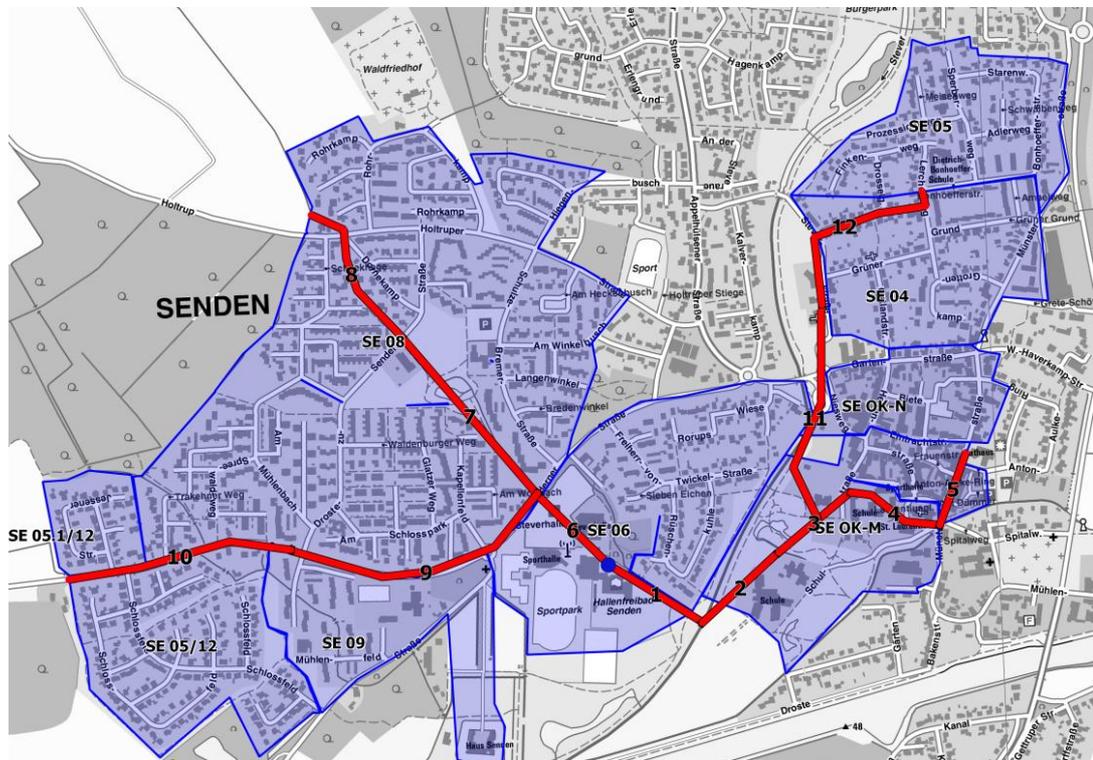
Die hier ausgewiesenen Liniendichten gehen allerdings von einem Wärmebedarf aus, der heutigem Dämmstandard entspricht. Auf mittlere Sicht wird der Wärmebedarf wegen baulicher Sanierungsmaßnahmen um 30 – 50% sinken. Hinzu kommt, dass die Liniendichten sich an den Straßenlängen orientieren, die Hausanschlussleitungen mit ca. 10 m pro Hausanschluss also noch nicht berücksichtigt sind. Die gelb und rot hinterlegten Bereiche (< 1 MW/km) werden aber auch bei reduziertem Wärmebedarf und Berücksichtigung aller Leitungslängen den KfW Förderanforderungen gerecht. Aber auch in den grün hinterlegten Bereichen mit Liniendichten über 0,5 MW/km kann die Liniendichte durchaus auch ausreichen, wenn dort keine größeren baulichen Sanierungen zu erwarten sind (errichtet nach 1984) oder wegen vieler MFH oder Reihenhausbebauung relativ wenige Hausanschlüsse erforderlich sind.

3.7.2 Wärmeverteilnetze in der Gemeinde Senden

Über eine Grobauslegung von Wärmeverteilnetzen in den drei Ortslagen wurden für besser geeignete Gebiete Kosten der verbundenen Wärmeversorgung ermittelt. Bei der Auslegung der Verteilnetze wurde von einer 100%-igen Anschlussquote bei heutigem Wärmebedarf ausgegangen. Die Trassenverläufe sind als Grobtrassierungen zu verstehen, die weder Eigentumsverhältnisse noch Besonderheiten wie Altlasten oder wasserwirtschaftliche Belange berücksichtigen. Der Trassenverlauf wurde nach Möglichkeit so gewählt, dass Grünflächen oder öffentliche Flächen (Verkehrswege) genutzt werden können. Mit der Grobtrassierung erfolgt auch noch keine Festlegung für einen Einspeisepunkt von Wärme oder für einen Heizwerkstandort!

3.7.2.1 Senden

In der Ortslage Senden wird exemplarisch die Erschließung der verdichteten Bebauung im Bereich Senden West und eine Erschließung des Ortskerns bis zum Rathaus bzw. zur Bonhoeffer Schule betrachtet.



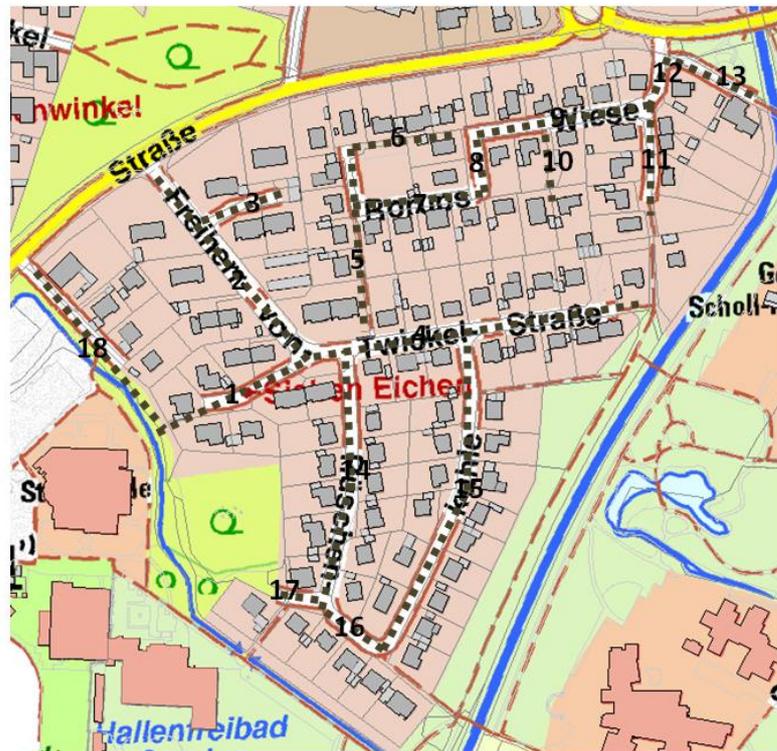
Für eine verbunden Wärmeversorgung in diesem Bereich spricht die hohe Wärmeabnahme einzelner kommunaler Großverbraucher (Sportpark, Gymnasium, Realschule, Hauptschule, Rathaus, Bonhoeffer Schule, Marienschule), der hier anzutreffende Geschosswohnungsbau, die insgesamt relativ dichte Bebauung und der hohe Anteil an elektrisch beheizten Wohnungen in Senden West.

Die in die Wärmeversorgung eingebundenen Bereiche sind in der folgenden Übersicht gesondert hervorgehoben.

Insgesamt befinden sich im Plangebiet 1.317 Gebäude mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von 44,4 Mio. kWh bei einem Anschlusswert von 28,18 MW. Die Leitungslängen wurden in den Planwerken gemessen. Unterschieden wurden die Trassenlängen für die Hauptstränge und die Unterverteilungen.

Für die Hauptstränge ergibt sich in der Ortslage Senden eine Länge von 3,816 km. Die Länge der Unterverteilung beträgt 23,31 km. Da 278 Wohngebäude Doppelhaushälften (DHH), Reihenend- oder Reihenmittelhäuser sind, werden nur 1.039 Hausanschlüsse erforderlich, was bei einer mittleren Länge von 10 m pro Hausanschluß mit weiteren 10 km Hausanschlußleitung verbunden ist.

Nahwärmenetz Senden-West (06)



Strang	Länge [m]								
1	105	2	160	3	55	4	200	5	120
6	70	7	80	8	40	9	110	10	40
11	60	12	30	13	60	14	160	15	220
16	50	17	25	18	125	19		20	
21		22		23		24		25	

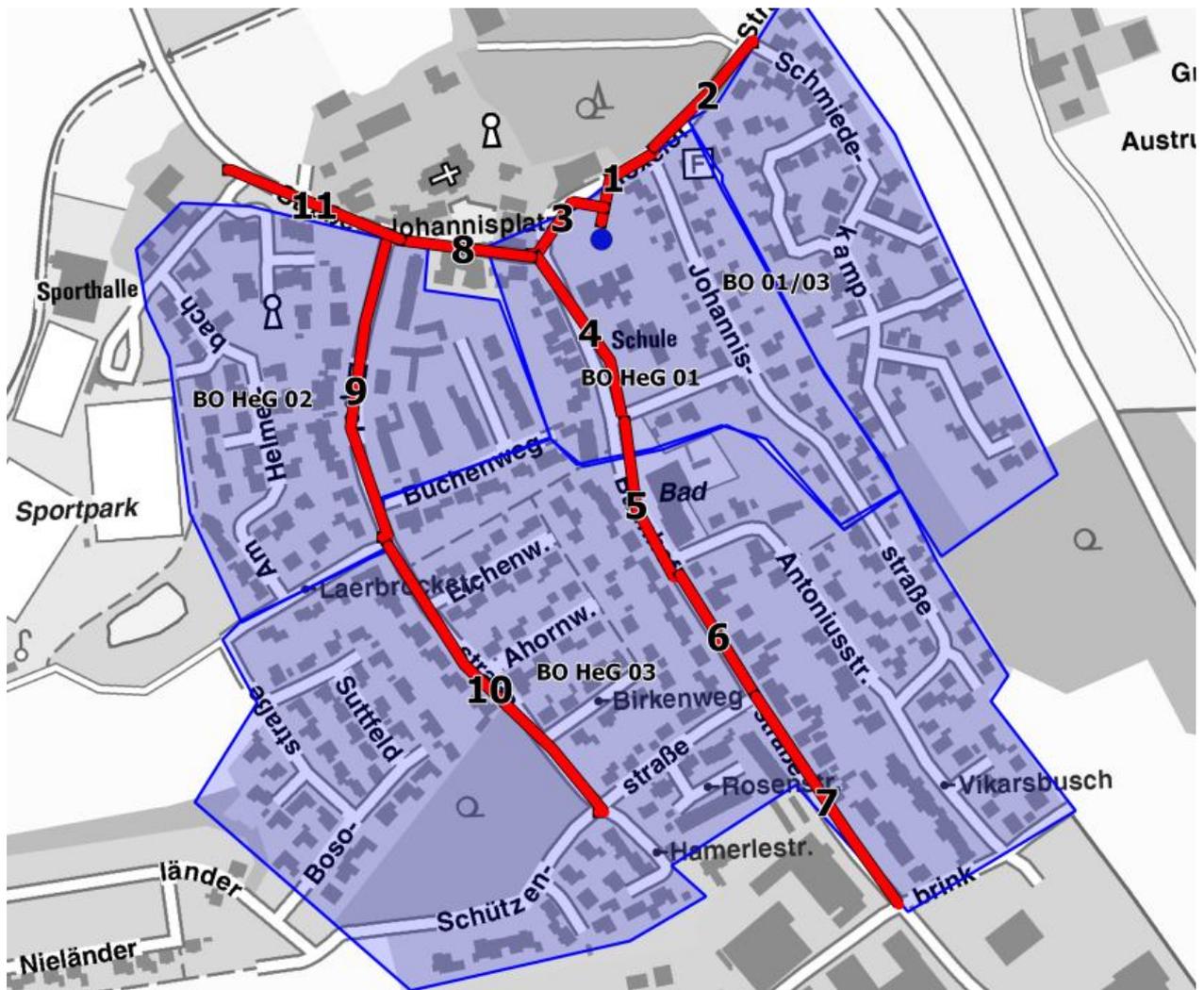
Beispiel: Trassenlängenermittlung der Unterverteilung in Senden West

Die Vorgehensweise für die Wärmeverteilnetze in den Ortslagen Bösensell und Ottmarsbocholt ist entsprechend.

3.7.2.2 Bösensell

In Bösensell wurden diejenigen Bereiche betrachtet, die von der Wärmedichte eine besonders gute Eignung erwarten lassen. Die Hauptstränge wurden in diesem Fall bis hin zu den Gewerbegebieten geführt, so dass ggf. auch eine Ausweitung in diese Bereiche möglich ist.

Insgesamt befinden sich im Plangebiet Bösensell 414 Gebäude mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von 9,775 Mio. kWh bei einem Anschlusswert von 6,68 MW.

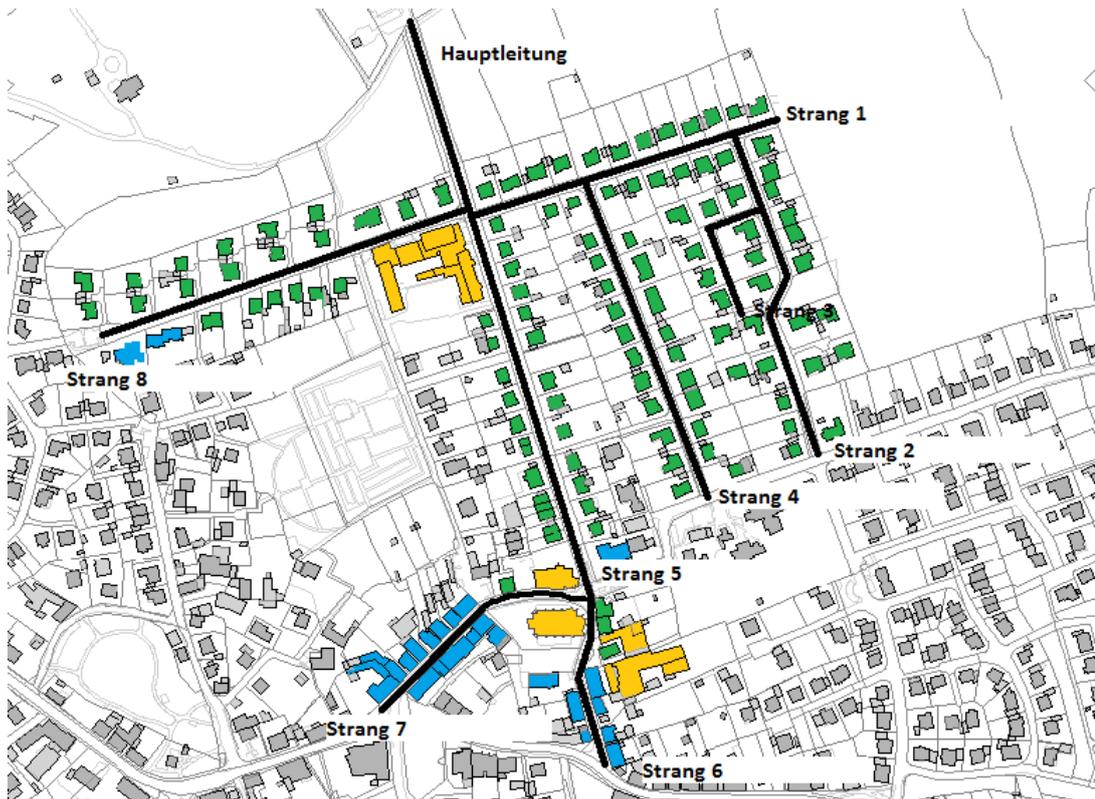


Für die Hauptstränge ergibt sich in der Ortslage Bösensell eine Länge von 1,564 km. Die Länge der Unterverteilung beträgt 5,899 km. Da 99 Wohngebäude DHH, Reihenend- oder Reihenmittelhäuser sind, werden nur 315 Hausanschlüsse erforderlich, was bei einer mittleren Länge von 10 m pro Hausanschluß mit weiteren 3 km Hausanschlußleitung verbunden ist.

3.7.2.3 Ottmarsbocholt

In Ottmarsbocholt wurden Bereiche im Umfeld der Davert Grundschule betrachtet, weil im Sportpark bereits ein Biogas-Satelliten-BHKW steht, welches die Schule und die Turnhallen mit Wärme versorgen wird, aber durchaus noch über Reserven verfügt, um weitere Abnehmer mit Wärme zu versorgen.

Insgesamt befinden sich im Plangebiet Ottmarsbocholt 144 Gebäude mit einem jährlichen Heizwärmebedarf von 7,56 Mio. kWh bei einem Anschlusswert von 5,04 MW.



Für die Haupt- und Unterverteilung ergibt sich in der Ortslage Ottmarsbocholt eine Länge von 2,238 km. Insgesamt werden 144 Hausanschlüsse erforderlich, was bei einer mittleren Länge von 10 m pro Hausanschluss mit weiteren 1,4 km Hausanschlussleitung verbunden ist.

3.7.3 Wärmeverteilkosten in der Gemeinde Senden

Die Kosten für die Wärmeverteilung werden maßgeblich von den Investitionskosten für Verteilnetz, Hausanschlüsse und Übergabestationen bestimmt.

Die Kosten für die Verteilnetze setzen sich aus den Positionen

- Erdarbeiten incl. Baustelleneinrichtung und Wiederherstellung der Oberfläche,
- Materialkosten Nahwärmeleitungen und
- Verlegekosten Nahwärmeleitungen zusammen.

Eine genaue Ermittlung der Investitionskosten für Wärmeverteilnetze ist deshalb nur im Rahmen einer Vorplanung möglich, bei der die örtlichen Randbedingungen berücksichtigt werden müssen. Grundsätzlich ist in der Gemeinde Senden von relativ günstigen Bodenverhältnissen auszugehen, weil bei Verlegetiefen bis 1 m nicht mit felsigem Untergrund zu rechnen ist. In der Ortslage Senden sind auch Trassenverläufe denkbar, die über die Verlegung in Grünflächen niedrige Verlegekosten erwarten lassen. Deutlich senken lassen sich die Verlegekosten, wenn die Verlegung von Wärmeleitungen mit ohnehin anstehenden Sanierungsarbeiten bei Straßenoberflächen oder Gehwegen bzw. bei Ver- und Entsorgungsleitungen koordiniert werden.

Bei technischen Nutzungsdauern von 35 Jahren und aktuell sehr niedrigen Zinsen von unter 3% ergeben sich Annuitäten von 4 bis 5%. Hinzu kommen laufende Kosten für Wartung und Instandhaltung, Pumpstrom, Versicherung, Abrechnung und Verwaltung. Bei der Kalkulation zu berücksichtigen sind auch die Wärmeverluste.

Da bereits Wärme für eine Einspeisung in ein Nahwärmenetz verfügbar ist, wurden Auslegung und Kosten eines Verteilnetzes genauer ermittelt.

Die Eckdaten für die Auslegung des Verteilnetzes sind der folgenden Übersicht zu entnehmen:

	EFH	MFH	NWG	Ange- schlos- sene Gebäude	Ange- schlos- sene Wärme- leistung	Ange- schlos- sene Wärme- arbeit	Gleichzei- tigkeits- faktor	effektive Wärme- leistung	Verteil- netz Gesamt- länge
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	kW	kWh/a		kW	m
Hauptstrang	116	25	3	144	5.040	7.560.000	0,70	3.528	160 m
Strang 1	69	0	0	69	2.415	3.622.500	0,70	1.691	257 m
direkt an Strang 1	22	0	0	22					
Strang 2	20	0	0	20	700	1.050.000	0,70	490	396 m
Strang 3	6	0	0	6	210	315.000	0,70	147	158 m
Strang 4	21	0	0	21	735	1.102.500	0,70	515	257 m
Strang 5	26	23	2	51	1.785	2.677.500	0,70	1.250	317 m
direkt an Strang 5	22	1	1	24					
Strang 6	3	7	1	11	385	577.500	0,70	270	158 m
Strang 7	1	15	0	16	560	840.000	0,70	392	218 m
Strang 8	21	2	1	24	840	1.260.000	0,70	588	317 m
					5.040	7.560.000			2.238

Nahwärme Ottmarsbocholt - Basisdaten

Die Dimensionierung der einzelnen Teilstränge wurde bei Ansatz einer Vorlauftemperatur von 90 °C und einer Rücklauftemperatur von 65 °C ermittelt. Bei den Investitionskosten des Verteilnetzes wurde durchgängig von befestigten Oberflächen ausgegangen. Daraus resultieren für das Verteilnetz Gesamtinvestitionen von 620.197 Euro (ohne MWST).

Bei den Hausanschlüssen ergeben sich im Mittel pro Gebäude Investitionen von 1.460 Euro für die 10 m Anschlussleitung und von 2.500 Euro für die Fernwärmeübergabestation.

	Verteil-netz Gesamt- länge	gewählter Durchmes- ser DN	Investiti- onskosten je Trm	Netz Investi- tionskosten	Hausan- schlüsse	Übergabe- station	Summe Invest
	m	mm	Euro/m	Euro	Euro	Euro	Euro
Hauptstrang	160 m	150	446	71.360			641.600
Strang 1	257 m	125	372	95.604			95.604
direkt an Strang 1		25	182	0			0
Strang 2	396 m	65	237	93.852			93.852
Strang 3	158 m	40	206	32.548			32.548
Strang 4	257 m	65	237	60.909			60.909
Strang 5	317 m	100	304	96.368			96.368
direkt an Strang 5		25	182	0			0
Strang 6	158 m	50	225	35.550			35.550
Strang 7	218 m	50	225	49.050			49.050
Strang 8	317 m	80	268	84.956			84.956
	2.238 m			620.197	210.240	360.000	1.190.437

Nahwärme Ottmarsbocholt – Auslegung und Investitionen (ohne MWST)

Insgesamt ergeben sich bei einer Vollerschließung aller 144 Gebäude im Plangebiet Investitionen von 1,19 Mio. Euro (zzgl. MWST). Im Mittel ergeben sich für jedes angeschlossene Gebäude Investitionskosten von 8.267 Euro (zzgl. MWST). Diese Investitionen sind für den einzelnen Hausbesitzer als Alternative zur bisherigen Wärmeversorgung zu betrachten. Da die technische Nutzungsdauer der Wärmenetze fast doppelt so hoch ist, wie die eines Gas- oder Ölkessels, erspart sich der Nahwärmekunde den zweifachen Kesseleratz. Ob allerdings diese Investitionskosten in vollem Umfang als Anschlusskostenbeiträge auf die Neukunden umgelegt werden oder in den Wärmepreis eingepreist werden, ist letztlich eine unternehmerische Entscheidung.

Die jährlichen Kosten ergeben sich bei den Kapitalkosten aus der technischen Nutzungsdauer und einem Zins von 2%, der bei der Finanzierung von Nahwärmenetzen und Wärmeübergabestationen über die KfW erzielt wird.

	Verteilnetz	Hausanschlüsse	Übergabestation
Nutzungsdauer	35	20	20
Zins	2%	2%	2%
Annuität	4,0%	6,1%	6,1%

Die Kosten für Wartung und Instandhaltung wurden mit 0,5% der Investitionen angesetzt, die Pumpstromkosten aus einem Pumpstromverbrauch, der 1% der Wärmeabgabe entspricht und einem Strompreis von 15 ct./kWh ermittelt. Für Versicherung wurden jährlich 0,2%, für Verwaltung 0,5% der Gesamtinvestitionen angesetzt.

	Verteilnetz AfA/Fin	Hausanschlüsse AfA/Fin	Übergabestation AfA/Fin	Summe AfA/Fin	Wartung/Inst.	Pumpstrom	Versicherung	Verwaltung	Summe Kosten /a	Summe Kosten /kWh
	Euro/a	Euro/a	Euro/a	Euro/a	Euro/a	Euro/a	Euro/a	Euro/a	Euro/a	ct/kWh
Hauptstrang	2.855	12.858	22.016	37.729	3.208		1.283	3.208	56.768	
Strang 1	3.824			3.824	478		191	478	4.972	
direkt an Strang 1	0			0	0		0	0	0	
Strang 2	3.754			3.754	469		188	469	4.881	
Strang 3	1.302			1.302	163		65	163	1.693	
Strang 4	2.436			2.436	305		122	305	3.167	
Strang 5	3.855			3.855	482		193	482	5.011	
direkt an Strang 5	0			0	0		0	0	0	
Strang 6	1.422			1.422	178		71	178	1.849	
Strang 7	1.962			1.962	245		98	245	2.551	
Strang 8	3.398			3.398	425		170	425	4.418	
	24.809	12.858	22.016	59.683	5.952	11.340	2.381	5.952	85.309	1,29

Nahwärme Ottmarsbocholt – Jahreskosten (ohne MWST)

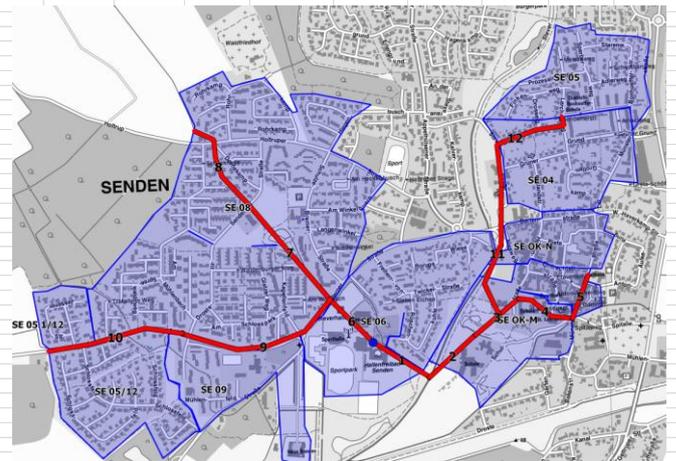
Die reinen Wärmeverteilungskosten liegen bei 1,29 ct./kWh (zzgl. MWST). Hinzuzurechnen sind hier noch die Verteilverluste, die bei 0,966 Mio. kWh pro Jahr liegen und damit 12,8% des Wärmebedarfs im Plangebiet betragen. Je nach angesetztem Preis für die Wärme am Einspeisepunkt des Netzes erhöhen sich dadurch die Kosten der Verbundlösung. Bei einem Wärmepreis von 3 ct./kWh erhöhen sich die Kosten für die Wärmeverteilung um jährlich 28.997 Euro auf 1,96 ct./kWh.

Die Ergebnisse für die Wärmeverteilnetze in den Ortslagen Senden und Bösensell sind den folgenden Übersichten zu entnehmen.

Ergebnisübersicht

Kalkulation Nahwärmenetz Ortslage Senden - Grobauslegung

direkt versorgte Gebäude	Anzahl	1.317		
Angeschlossene Wärmeleistung	kW	28.176		
Angeschlossene Wärmerarbeit	kWh/a	44.436.889		
Gleichzeitigkeitsfaktor		0,70		
effektive Wärmeleistung	kW	19.723		
Hauptstränge	m	3.816		
Unterverteilung	m	23.310		
Verteilnetz Gesamtlänge	m	27.126		
Verteilnetz pro Gebäude	m/Geb.	21 m		
Hausanschlüsse	Anzahl	8.757		
Länge Hausanschlüsse	m	756		
Verluste Wärmeleistung	kW	2,7%		
Verluste Wärmeleistung	%	2,7%		
Verlustrarbeit	kWh/a	6.621.114		
Verlustrarbeit	%	14,9%		
	Euro	AfA/Fin Euro/a	Kenndaten	
Netz Investitionskosten	7.395.083	295.820	Euro/m	273
Hausanschlüsse	1.278.590	78.194	Euro/HA	1.460
Übergabestation	3.291.868	201.320	Euro/Gebäude	2.590
Summe Invest	11.965.540	575.334	Euro/Gebäude	9.087
Wartung/Inst.		59.828		
Pumpstrom		66.665		
Versicherung		23.931		
Verwaltung		59.828		
Summe Kosten /a		785.576		
Summe Kosten /kWh			ct/kWh	2,08
Summe Kosten /kWh incl. Verluste			ct/kWh	2,60

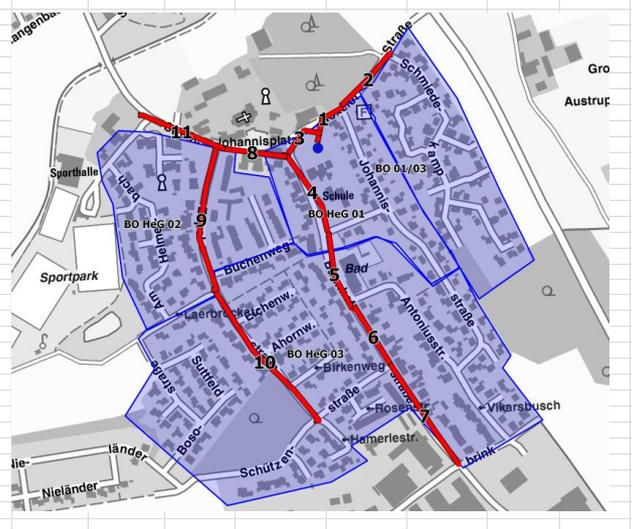


Die Erschließung von 1.317 Gebäuden in der Ortslage Senden ist bei einer Trassenlänge für die Haupt- und Unterverteilung von 27 km mit Gesamtinvestitionen von 27,1 Mio. Euro verbunden. Die Wärmeverteilungskosten ergeben sich zu 2,08 ct./kWh ohne und zu 2,60 ct./kWh incl. Wärmeverluste.

Ergebnisübersicht

Kalkulation Nahwärmenetz Ortslage Boesensell - Grobauslegung

direkt versorgte Gebäude	Anzahl	414		
Angeschlossene Wärmeleistung	kW	6.680		
Angeschlossene Wärmerarbeit	kWh/a	9.775.200		
Gleichzeitigkeitsfaktor		0,00		
effektive Wärmeleistung	kW	4.676		
Hauptstränge	m	1.564		
Unterverteilung	m	5.899		
Verteilnetz Gesamtlänge	m	7.463		
Verteilnetz pro Gebäude	m/Geb.	18 m		
Hausanschlüsse	Anzahl	300		
Länge Hausanschlüsse	m	2.996		
Verluste Wärmeleistung	kW	225		
Verluste Wärmeleistung	%	0,0%		
Verlustrarbeit	kWh/a	1.969.396		
Verlustrarbeit	%	20,1%		
	Euro	AfA/Fin Euro/a	Kenndaten	Kenndaten
Netz Investitionskosten	1.844.643	73.790	Euro/m	247
Hausanschlüsse	437.360	26.747	Euro/HA	1.460
Übergabestation	1.033.904	63.230	Euro/Gebäude	2.500
Summe Invest	3.315.906	163.767	Euro/Gebäude	8.018
Wartung/Inst.		16.580		
Pumpstrom		14.663		
Versicherung		6.632		
Verwaltung		16.580		
Summe Kosten /a		218.221		
Summe Kosten /kWh			ct/kWh	2,80
Summe Kosten /kWh incl. Verluste			ct/kWh	3,55



Die Erschließung von 414 Gebäuden in der Ortslage Bösensell ist bei einer Trassenlänge für die Haupt- und Unterverteilung von 7,46 km mit Gesamtinvestitionen von 3,3 Mio. Euro verbunden. Die Wärmeverteilungskosten ergeben sich zu 2,80 ct./kWh ohne und zu 3,55 ct./kWh incl. Wärmeverluste.

3.7.4 Wirtschaftlichkeit einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Senden

Bei den Investitionskosten wurden noch keine Fördermittel in Abzug gebracht. Nach aktueller Förderkulisse kann bei einer Finanzierung über die KfW ein Restschulderlass von 60 Euro/Trassenmeter und von 1.800 Euro pro Hausanschluss in Anspruch genommen werden, wenn die Wärme aus Biomasse oder KWK Anlagen kommt.

Aber bereits ohne Fördermittel lassen die ermittelten Verteilkosten von 2 bis 3,55 ct./kWh Wärme einen konkurrenzfähigen Wärmepreis erwarten, wenn der Preis für die in das Wärmeverteilnetz eingespeiste Wärme unter 5 ct./kWh liegt. Dann ist der Gesamtpreis für die Wärme aus dem Nahwärmenetz bereits günstiger als die Fortsetzung der Wärmeerzeugung mit Erdgas oder Heizöl aus einer bereits bezahlten Heizanlage. Steht die Ersatzinvestition der Heizanlage an, könnte der Nahwärmepreis noch deutlich höher ausfallen, um trotzdem noch konkurrenzfähig zu sein.

Anlagenbetreiber erforderlich. Das betrifft zunächst vor allem die zentralen Einrichtungen, wie Heizzentrale und das Verteilnetz für Wärme. Die Aufwendungen für die Hausanschlüsse Wärme fallen erst dann an, wenn neue Kunden tatsächlich angeschlossen werden. Die Strom- und Erdgasversorgungsunternehmen vereinnahmen dann Hausanschlusskosten und Baukostenzuschüsse für die vorher getätigten Infrastrukturinvestitionen. Die Hausanschlusskosten werden zu 100% umgelegt, über die Baukostenzuschüsse bis zu 70% der sonstigen Investitionen.

Das Volumen der Investitionen, mit denen ein Wärmeversorger in Vorleistung zu treten hat, wird dadurch verringert.

Bei der Modellrechnung für die Ortslage Senden sind in der Anlaufphase nur Investitionen von ca. 7,4 Mio. Euro (von insgesamt 12 Mio. Euro) vorzufinanzieren. Geht man von einer gleichmäßigen Anschlussentwicklung über 5 Jahre aus, werden in der Anlaufphase Defizite aus dem laufenden Betrieb erwirtschaftet, die sich in der Folge durch die Vereinnahmung von Baukostenzuschüssen weitgehend ausgleichen.

Wichtig ist deshalb, beim Aufbau der Nahwärmeversorgung von einzelnen Großverbrauchern auszugehen, die bereits in der Aufbauphase einen Beitrag zur Projektfinanzierung leisten können.

Die restlichen Investitionen können nach Baufortschritt in Form von Hausanschlusskosten und Baukostenzuschüssen finanziert werden. In weiten Bereichen kann der Betreiber des Wärmenetzes die Gestaltung der Preisgefüge so vornehmen, dass entweder der Finanzbedarf der Bauherren durch geringe Baukostenzuschüsse möglichst niedrig gehalten wird, oder bei Ansatz hoher Baukostenzuschüsse die laufenden Grundkosten möglichst gering gehalten werden. In Hinblick auf eine rasche Marktdurchdringung kann es durchaus ein Marketinginstrument sein, die Hausanschlusskosten sehr niedrig anzusetzen.

3.7.7 Fördermittel

Die Wirtschaftlichkeitsberechnung ist ohne die Berücksichtigung von Fördermitteln erfolgt. Tatsächlich stehen aber umfangreiche Fördermittel aus dem Marktanreizprogramm der Bundesregierung und auch aus dem Progress Programm NRW zur Verfügung.

Gefördert wird u.a. die Errichtung und die Erweiterung eines Wärmenetzes (inklusive der Errichtung der Hausübergabestationen), sofern das Wärmenetz zu mindestens 50 % mit Wärme aus erneuerbaren Energien oder zu mindestens 20 % aus solarer Strahlungsenergie gespeist wird, sofern ansonsten fast ausschließlich Wärme aus hocheffizienten KWK-Anlagen oder aus Wärmepumpen eingesetzt wird. Für das Wärmenetz muss im Mittel über das gesamte Netz ein Mindestwärmeabsatz von 500 kWh pro Jahr und Meter Trasse nachgewiesen werden.

Finanziert werden bis zu 100 % der förderfähigen Netto-Investitionskosten (ohne MwSt.) bis maximal 10 Millionen Euro pro Vorhaben. Der Zinsvorteil liegt bei 0,5% gegenüber dem Marktzins.

Weitaus interessanter sind die **Tilgungszuschüsse** für die in diesem Programm förderfähigen Maßnahmen z.B. von 60 Euro je neu errichteten Meter Trassenlänge.

3.7.8 Umsetzungsprobleme beim Aufbau einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Senden

Bei Wärmepreisen von 3 bis 5 ct./Wärmeeinspeisung sind die betrachteten Nahwärmenetze im Vergleich zu einer Einzelwärmeversorgung mit Erdgas oder Heizöl wirtschaftlich zu betreiben. Die angeschlossenen Kunden können also Wärme preisgünstiger beziehen, als selbst in eigenen Gas oder Ölkesseln erzeugen.

Mit den drei untersuchten Nahwärmeversorgungsnetzen kann ein Wärmemarkt von 61, 6 Mio. kWh versorgt werden. Das ist mehr als 25% des gesamten Wärmemarktes in der Gemeinde Senden. Bei einem Investitionsvolumen von 16,5 Mio. Euro für die Wärmeverteilung und lau-

fenden jährlichen Kosten von 1,1 Mio. Euro stellen Aufbau und Betrieb des Verteilnetzes eine unternehmerische Herausforderung dar, die auch mit Risiken verbunden ist.

Wegen der Anlaufproblematik und dem Risiko, nur Teile des Wärmemarktes zu erschließen, ist eine starke Finanzkraft und insbesondere eine hohe Akzeptanz in der Gemeinde Senden erforderlich.

Grundsätzlich stellt sich die Frage nach den Akteuren für den Aufbau der Nahwärmeversorgung. Hier kommen Wärmelieferanten infrage, die günstig Wärme liefern können wie z.B. die Betreiber von Bioerdgas BHKW, Hackschnitzelfeuerungen oder Strohheizzentralen.

Alternativ kann auch von der Verbraucherseite her die Initiative ausgehen. Hier können Großverbraucher wie z.B. der Gemeinde Senden mit ihren öffentlichen Einrichtungen eine Vorreiterrolle übernehmen.

3.7.9 Empfehlungen zum Aufbau einer Nahwärmeversorgung in der Gemeinde Senden

Innerhalb eines „Aktionsplans Wärmeversorgung Senden“ sollte eine Arbeitsgruppe Nahwärme Senden mit den folgenden Aufgabenfeldern eingerichtet werden:

- Festlegung von Vorranggebieten
- Marktevaluierung
- Wärmelieferanten suchen
- Standortfragen klären
- Betreiber suchen
- Öffentlichkeitsarbeit
- Kooperation mit dem Handwerk -> Schulung Nahwärme

Wärmeverbundlösungen sollten in verdichteten Bereichen mit einzelnen Großverbrauchern angegangen werden. Inhaltlich bietet sich folgende Vorgehensweise an:

Schritt 1: Nahwärme Ottmarsbocholt

Schritt 2: Nahwärme Senden: Verbund Kommunalbauten – Spange Rathaus

Schritt 3: Nahwärme Senden: Verbund Senden West

Schritt 4: Nahwärme Bösensell

3.8 Nutzung von Solarenergie

An anderer Stelle dieser Untersuchung wurden mögliche Beiträge und Wirtschaftlichkeit der Sonnenenergienutzung für den Wärmemarkt betrachtet. Bis auf Sonderanwendungen ist für die Solarthermie zur Zeit noch keine Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu einer Wärmeversorgung auf der Basis fossiler Energien zu erzielen.

In Verbindung mit elektrisch betriebenen Wärmepumpen stellt selbst erzeugter PV Strom eine interessante Option für die Wärmeversorgung auf regenerativer Basis dar. Werden im EFH Bereich Kosten der Stromerzeugung aus PV-Anlagen von 15 ct./kWh erreicht, kann über Wärmepumpen mit Arbeitszahlen von 3,0 Solarwärme zu Preisen von 5 ct./kWh erzeugt werden. Ein Problem bei der Eigennutzung stellt das jahreszeitlich unterschiedliche Profil von Solarstromerzeugung und Heizwärmebedarf dar. Gerade in den Wintermonaten – während der Heizperiode – wird ein Reststrombezug aus dem Netz erforderlich sein.

3.9 Wärmepumpen

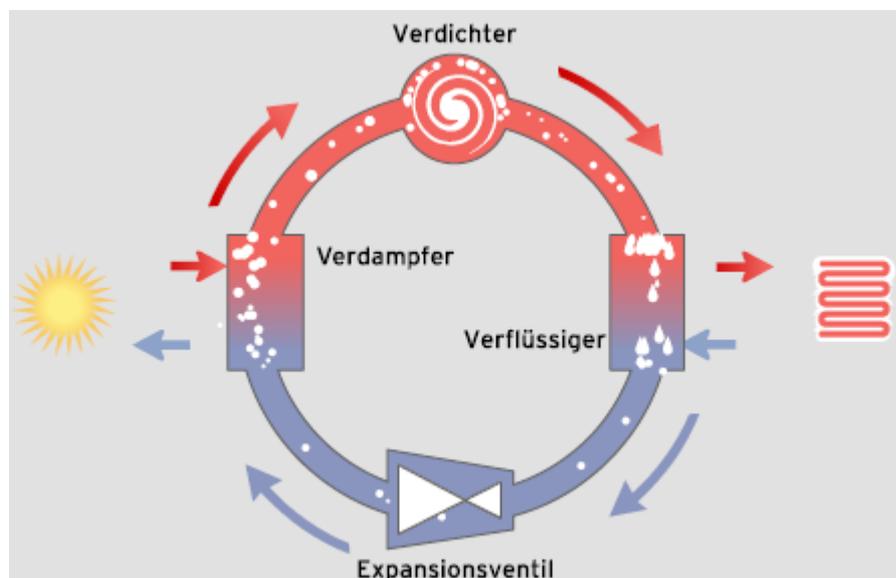
Von RWE wurden die folgenden Angaben zum Bestand und Stromverbrauch der Wärmepumpen in Gemeinde Senden (2007) zur Verfügung gestellt:

Stromverbrauch insgesamt:	125.652 kWh
Stromverbrauch pro strombeheiztem Haushalt:	6.500 kWh
Anzahl der strombeheizten Haushalte:	19

das sind 0.24% aller Haushalte.

Die Nutzung von Umweltwärme über den Einsatz von Wärmepumpen hat in den vergangenen Jahren eine Renaissance erlebt. Der geringe Wärmebedarf von Neubauten, der verstärkte Einsatz von Niedertemperatursystemen, technische Fortschritte bei den Anlagen und bei der Bohrtechnik und die Einbeziehung von Wärmepumpen in diverse Förderprogramme haben den Wärmepumpen einen Absatzboom beschert.

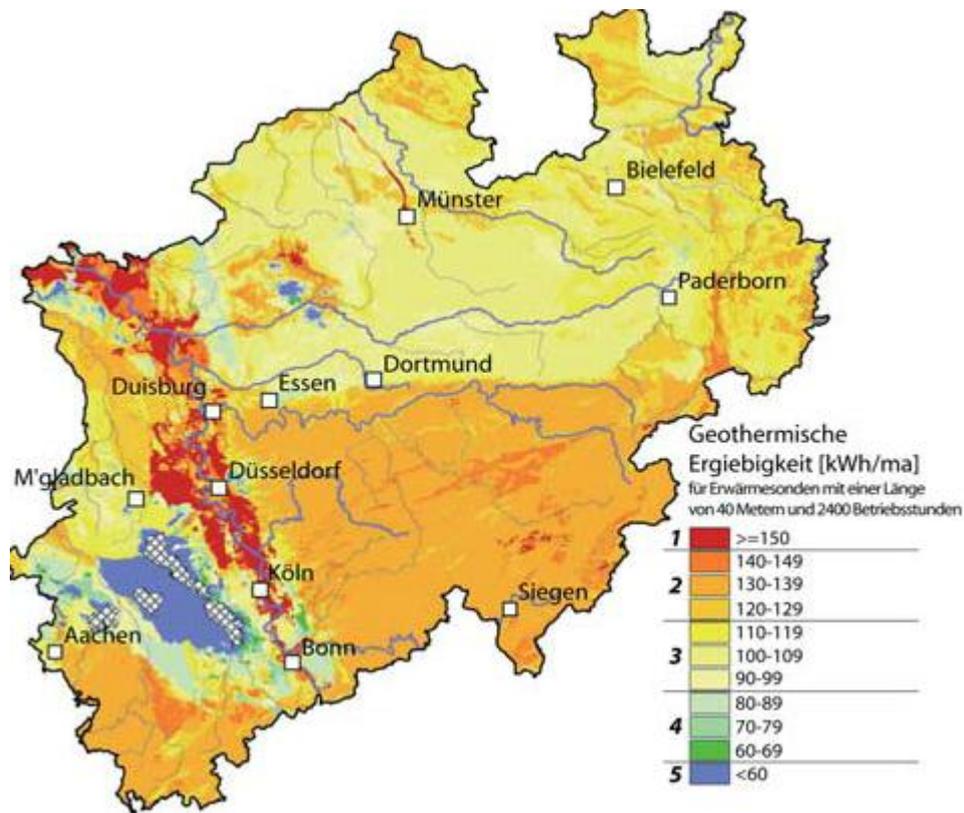
Wärmepumpen funktionieren nach dem Prinzip des Kältschranks, nur umgekehrt. Beim Kältschrank wird dem Innenraum Wärme entzogen und nach außen (in den Raum) abgegeben, bei der Wärmepumpe wird der Luft, dem Boden oder dem Wasser Wärme entnommen und dem Raum zugeführt. Bei Elektrowärmepumpen wird dafür eine Flüssigkeit von einem Elektromotor durch Rohre und zwei Wärmetauschern gepumpt. Durch Verdichten und Ausdehnen der Flüssigkeit an unterschiedlichen Stellen des Systems wird einerseits Wärme mit geringer Temperaturdifferenz (z.B. 5 Kelvin) aufgenommen und andererseits Wärme mit höherer Temperaturdifferenz (z.B. 30 Kelvin) abgegeben.



Je nach eingesetzter Technik und Temperaturverhältnissen können so pro eingesetzter kWh elektrischer Energie 3 bis 5 kWh Wärme gewonnen werden. Die Wärme wird dabei der Luft, dem Erdreich oder z.B. dem Grundwasser entnommen.

Je höher die Temperatur der Wärmequelle und je niedriger die erforderliche Temperatur der benötigten Wärme ist, umso effizienter arbeitet die Wärmepumpe.

Nach dem Geothermie Atlas NRW ist die geothermische Ergiebigkeit in Senden im mittleren Bereich.



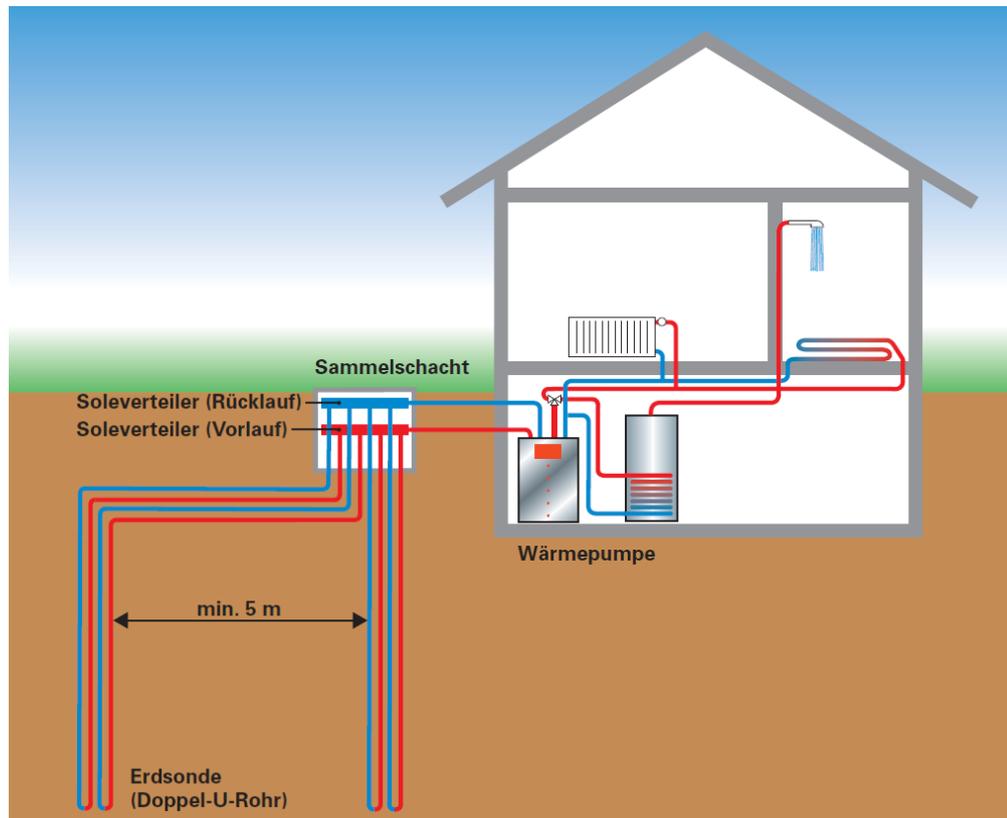
Diese Aussage gilt für oberflächennahe Geothermienutzung bis 40 Metern. Für tiefergeothermische Nutzung (> 400 m) liegen hier keine besonders günstige Randbedingungen vor wie im Oberrheingraben oder dem Aachener Raum. Diese Wärmequelle wird deshalb hier auch nicht weiter betrachtet.

Die Nutzung der Wärme aus Grundwasser für Wärmepumpen ist aber oft problematisch, weil große Mengen entnommen und wieder zurückgeführt werden müssen. Diese Eingriffe in den Wasserhaushalt sind oft nicht genehmigungsfähig und verursachen wegen Verunreinigungen im Wasser teilweise Probleme beim Betrieb der Anlagen. Grundwasser oder Oberflächenwasser scheidet für den untersuchten Standort aus, so dass Luft und Erdreich als Wärmequellen weiter untersucht werden.

In der Gemeinde Senden kommt grundsätzlich auch der Dortmund-Ems-Kanal als Wärmequelle infrage. An anderer Stelle des Kanals – z.B. am Heizkraftwerk Hafen in Münster - wird bereits das Wasser des Kanals für Rückkühlzwecke genutzt.

3.9.1 Einzelversorgung – Elektrische Wärmepumpe mit Erdsonde

Die oberflächennahe Geothermienutzung erfolgt zunehmend durch Erdsonden mit Tiefen bis 100 m, die in Mindestabständen von 5 m von Spezialfirmen gebohrt werden.



3.9.1.1 Auslegung und Investitionen

Bei einem Heizwärmebedarf von 7,6 kW im EFH gehen wir von 2 Erdsonden aus, die auf jedem einzelnen Grundstück verlegt werden müssen.

Obwohl der Einsatz von Wärmepumpen mit Arbeitszahlen über 3,8 nach §5 (4) EEWärmeG als Nutzung von Umweltwärme gilt, wenn auch die Warmwasserbereitung über die elektrische Wärmepumpe erfolgt und damit der Bau einer Solaranlage nicht mehr notwendig ist, liegen die Investitionskosten des Systems Wärmepumpe mit Erdsonden mit 19.375 Euro (ohne MWST) deutlich über den Kosten für das System Erdgas. Die angesetzten Investitionen sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

Investitionskosten Einzelversorgung		
WP		
Raumkosten	Euro	500
Kamin	Euro	0
Wärmeerzeuger	Euro	7.500
WW Speicher 150 l	Euro	1.750
Solaranlage	Euro	0
Solar Speicher 500+250	Euro	0
Installation Elt	Euro	500
Erdsonde	Euro	6.000
Mehrkosten NT-Verteilung	Euro	1.500
Nebenkosten	Euro	1.625
Summe Investitionen	Euro	19.375

Hier berücksichtigt sind die Mehrkosten für die hausinterne Verteilung, weil die Wärmepumpen ein Niedertemperatur-Verteilssystem (Fußbodenheizung, Wandheizung) erfordern.

3.9.1.2 Jahreskosten der Einzelversorgung Wärmepumpe mit Erdsonde

Aus einem Nutzwärmebedarf von 12.952 kWh ergibt sich ohne solare Deckung bei einer Jahresarbeitszahl von 4,0 ein Strombedarf von 3.228 kWh. Bei einem Stromarbeitspreis von 12,8 ct/kWh und einem Jahresgrundpreis von 66,00 Euro ergeben sich jährliche Kosten für den Energiebezug von 480 Euro. Das sind jährlich 250 Euro weniger als bei der Erdgasheizung.

Die laufenden Kosten zu heutigen Preisen (März 2012) stellen sich wie folgt dar:

JAHRESKOSTENÜBERSICHT		EFH
Schornsteinfeger	Euro/Jahr	0
Wartung+Instandhaltung	Euro/Jahr	238
Abschreibung/Finanzierung	Euro/Jahr	1.255
Heizstrom	Euro/Jahr	480
Hilfsenergie	Euro/Jahr	0
Summe Jahreskosten	Euro/Jahr	1.973
Spez. Wärmepreis	ct/kWh	15,23

Das sind die Kosten pro Jahr und Haus ohne MWST.

3.9.2 Einzelversorgung Elektrische Wärmepumpe mit Luft-Wärmetauscher

Wird die Wärme für das System Wärmepumpe aus der Luft entnommen, spricht man von Luft-Sole-Wärmepumpen. Gegenüber der Wärmequelle Erdreich liegen die Kosten für die Wärmegewinnung aus der Außenluft deutlich niedriger. Es reicht, außerhalb des Gebäudes einen Wärmetauscher aufzustellen und die Außenluft mit einem Ventilator am Wärmetauscher vorbeizuführen. Nachteil der Luft als Wärmequelle ist deren schwankende Temperatur. Gerade wenn der Wärmebedarf am höchsten ist, ist auch die Außentemperatur niedrig und kann nur mit schlechten Arbeitszahlen genutzt werden. Bei Temperaturen unter 0°C wird zudem wegen der Vereisung des Wärmetauschers ein regelmäßiges elektrisches Aufheizen erforderlich.

Hinzu kommen Betriebsgeräusche, die gerade in der Nacht als störend empfunden werden können.

3.9.2.1 Auslegung und Investitionen

Obwohl der Einsatz von Wärmepumpen mit Arbeitszahlen über 3,8 nach §5 (4) EEWärmeG als Nutzung von Umweltwärme gilt, wenn auch die Warmwasserbereitung über die elektrische Wärmepumpe erfolgt, und damit der Bau einer Solaranlage nicht mehr notwendig ist, liegen die Investitionskosten des Systems Wärmepumpe mit Luft-Wärmetauscher mit 14.425 Euro (ohne MWST) leicht über den Kosten für das System Erdgas.



Die angesetzten Investitionen (ohne MWST) sind der folgenden Übersicht zu entnehmen.

Investitionskosten Einzelversorgung		
Wärmepumpe		
Raumkosten	Euro	500
Kamin	Euro	0
Wärmeerzeuger	Euro	7.500
WW Speicher 150 l	Euro	1.750
Solaranlage	Euro	0
Solar Speicher 500+250	Euro	0
Installation Elt	Euro	500
WT Luft	Euro	1.500
Mehrkosten NT-Verteilung	Euro	1.500
Nebenkosten	Euro	1.175
Summe Investitionen	Euro	14.425

Hier berücksichtigt sind die Mehrkosten für die hausinterne Verteilung, weil die Wärmepumpen ein Niedertemperatur Verteilsystem (Fußbodenheizung, Wandheizung) erfordern.

3.9.2.2 Jahreskosten der Einzelversorgung Wärmepumpe mit Luft-Wärmetauscher

Aus einem Nutzwärmebedarf von 12.952 kWh ergibt sich ohne solare Deckung bei einer Jahresarbeitszahl von 3,3 ein Strombedarf von 3.925 kWh. Bei einem Stromarbeitspreis von 12,8 ct/kWh und einem Jahresgrundpreis von 66,00 Euro ergeben sich jährliche Kosten für den Energiebezug von 568 Euro. Das sind jährlich 160 Euro weniger als bei der Erdgasheizung.

Die laufenden Kosten zu heutigen Preisen (März 2012) stellen sich wie folgt dar:

JAHRESKOSTENÜBERSICHT		EFH
Schornsteinfeger	Euro/Jahr	0
Wartung+Instandhaltung	Euro/Jahr	193
Abschreibung/Finanzierung	Euro/Jahr	969
Heizstrom	Euro/Jahr	568
Hilfsenergie	Euro/Jahr	0
Summe Jahreskosten	Euro/Jahr	1.730
Spez. Wärmepreis	ct/kWh	13,35

Das sind die Kosten pro Jahr und Haus ohne MWST.

3.10 Biomasseheizungen

Bei der Ermittlung der Biomassepotentiale wurde bereits darauf hingewiesen, dass mit Biomasse gefeuerte Heizungen ökologisch und ökonomisch durchaus eine Alternative zu einer Wärmeversorgung mit Erdgas oder Heizöl darstellen können.

3.10.1 Holzpelletfeuerungen

Diverse Wirtschaftlichkeitsvergleiche zwischen der Wärmeversorgung mit Heizöl, Erdgas und Holzpellets zeigen, dass trotz deutlich höherer Anschaffungskosten für Wärmeerzeuger, Wärmespeicher und Pelletlager Pelletheizungen bei EFH zu vergleichbaren Wärmekosten führen wie Öl- oder Erdgasheizungen. Größere Pelletanlagen für MFH, gewerbliche oder kommunale Abnehmer sind von der Wirtschaftlichkeit her häufig noch günstiger. Das gilt bereits bei Ansatz der Anfang 2012 gültigen Energiepreise.

Bei der Investitionsentscheidung für eine Heizanlage mit einer technischen Nutzungsdauer von 20 Jahren spielen die Erwartungen hinsichtlich der Preisentwicklung der unterschiedlichen Brennstoffe eine wichtige Rolle.



Bei Gesamtinvestitionen von gut 17.000 Euro (ohne MWST und ohne Abzug von Fördermitteln) für eine Pelletheizung in einem EFH ergeben sich bei einem Pelletpreis von 235 Euro/t (incl. MWST) Vollkosten bei der Wärme von jährlich 2.443 Euro (9,77 ct./kWh). Die Jahreskosten für eine Erdgasbrennwertheizung liegen mit 2.090 Euro (8,36 ct./kWh) knapp 15% niedriger.

Klimaschutzkonzept Senden		Kosten incl. 0 % MWST							
Kalkulation Einzelversorgung nach Gebäudetypen und Dämmstandards									
Pelletheizung EFH		Preisfaktor	100%						
Zins			3,00%						
MWST			0,00%						
Gebäudetyp		EFH Altbestand							
									ohne Solar
Wärmebedarf									
Wärmebedarf	kWh/Jahr	25.000							
solare Deckung	kWh/Jahr	0							
Arbeit	kWh/Jahr	25.000							
Leistung gesamt	kW max	16,7							
Jahresnutzungsgrad Kessel			85%						
Energiebedarf	kWh/Jahr	29.412							
Pelleteinsatz	kWh/Jahr	29.412							
Hilfsenergie	kWh/Jahr	500	2%						
Pelletpreis									
- Arbeitspreis	ct/kWh	3,87							
- Grundpreis pro Jahr	Euro/Jahr	0							
Kosten Pellet Gebäude	Euro/Jahr	1.137							
Kosten Hilfsenergie	ct/kWhelt	21,20							
Kosten Hilfsenergie	Euro/Jahr	106,00							
Investitionskosten Einzelversorgung Pellets				AIA Dauer	Annuität	Wartung	Jahreskosten	Wartung	
Raumkosten	Euro	2.500	50	3,89	0,00	97	0		
Kamin	Euro	500	50	3,89	1,00	19	5		
Wärmeerzeuger	Euro	7.143	20	6,72	2,00	480	143		
WW Speicher 150 l	Euro	0	20	6,72	1,00	0	0		
Solaranlage	Euro	0	20	6,72	0,50	0	0		
Solar Speicher 500+250	Euro	2.500	20	6,72	1,00	168	25		
Installation	Euro	1.000	50	3,89	0,50	39	5		
Brennstofflager	Euro	2.000	30	5,10	1,00	102	20		
Gasanschluß	Euro	0	50	3,89	0,00	0	0		
Nebenkosten	Euro	1.564	30	5,10	0,00	80	0		
Summe Investitionen	Euro	17.207							
Summe Jahreskosten Anlage	Euro/Jahr					985	198		
Investitionskosten Pflangebiet	Euro	17.207				5,73%	1,15%		
JAHRESKOSTENÜBERSICHT			EFH Altbestand						
Schornsteinfeger	Euro/Jahr	17							
Wartung	Euro/Jahr	198							
Abschreibung/Finanzierung	Euro/Jahr	985							
Brennstoffbezug	Euro/Jahr	1.137							
Hilfsenergie	Euro/Jahr	106							
Summe Jahreskosten	Euro/Jahr	2.443							
Spez. Wärmepreis	ct/kWh	9,77							

Werden allerdings 10 m² Raumkosten für Pelletkessel und Pelletlager nicht mit 2.500 Euro angesetzt und Fördermittel von 2.000 Euro vom Anschaffungspreis abgezogen, dann nähern sich die Kosten für Erdgas und Pelletheizungen bis auf eine Differenz von 59 Euro pro Jahr an. Wird dann noch von steigenden Brennstoffpreisen ausgegangen, ist rasch ein wirtschaftlicher Vorteil für die Pelletfeuerungen erreicht.

Im Sanierungsfall sollte die Pelletheizung als Option geprüft werden. Voraussetzung ist ein ausreichender Platz für die Aufstellung von Pelletheizung, Wärmespeicher und Pelletlager.

3.10.2 Holzackschnittzelfeuerungen

Angesichts steigender Preise und teilweise unsicherer Versorgungslage bei Heizöl und Erdgas erlebte der Einsatz von Holz für Heizzwecke in den vergangenen Jahren einen regelrechten Boom. Mit Förderungen aus Landes- und Bundesmitteln ist eine Vielzahl von Heizanlagen mit Holz als Brennstoff entstanden. Mittlerweile liegen mehrjährige Erfahrungen vor und moderne, optimierte Anlagen und Systeme können von einer steigenden Anzahl von Anbietern bezogen werden. Inzwischen existiert auch ein Markt von Lieferanten für Holzpellets und Holzackschnitzel, die in der Lage sind, die erforderliche Qualität mit Silowagen oder als Schüttgut anzuliefern.

Preisentwicklung bei Waldhackschnitzeln in Euro pro Tonne									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
WG 35 gesamt	46,94	48,05	51,35	65,94	69,90	76,58	82,63	85,94	94,59
WG 35 Norden						72,09	82,59	84,82	96,21
WG 35 Süden						77,92	82,80	85,79	93,88
WG 20 gesamt						108,65	114,43	125,60	138,31
WG 20 Norden						105,04	112,96	125,34	136,44
WG 20 Süden						110,89	115,58	125,55	139,31

***Norden:**

Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen

***Süden:**

Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Rheinland-Pfalz, Saarland

Holz hackschnitzel sind ein relativ preisgünstiger Brennstoff, der mit Marktpreisen für Waldholz hackschnitzel von zwischen 40 und 140 Euro pro t (Restfeuchte 35%) einem Ölpreis von 12 ct. bis 42 ct pro Liter Heizöl entspricht (bei 3.300 kWh/t).

Der Jahresmittelwert 2011 betrug nach Angabe von C.A.R.M.E.N. e.V 94,59 Euro pro Tonne Die Preisangaben beziehen sich auf die Lieferung von 80 Schüttraummetern Wald hackschnitzel mit einem Wassergehalt (WG) von 35 % im Umkreis von 20 km und verstehen sich inklusive MwSt. Ohne MWST ergibt sich ein mittlerer äquivalenter Ölpreis von 23 ct. pro Liter Heizöl.

Die Wirtschaftlichkeit einer Hackschnitzelanlage kann verbessert werden, wenn auch lokal verfügbare Chargen z.B. aus Grünschnitt und Durchforstungsrückständen energetisch genutzt werden.

In Vorgesprächen wurde deutlich, dass der Aufbau einer Logistik für die dauerhafte Belieferung von Heizzentralen mit Hackschnitzeln durchaus im Interesse der Waldeigner ist, um so einen (krisen-) sicheren Absatzmarkt für bislang nicht oder nur schwer vermarktbar Holzprodukte zu schaffen. Über vorhandene Einrichtungen wie z.B. den Energiehof Osterwick könnte nicht nur eine dauerhafte Belieferung sichergestellt werden, sondern auch die Wartung der Heizzentrale erfolgen.

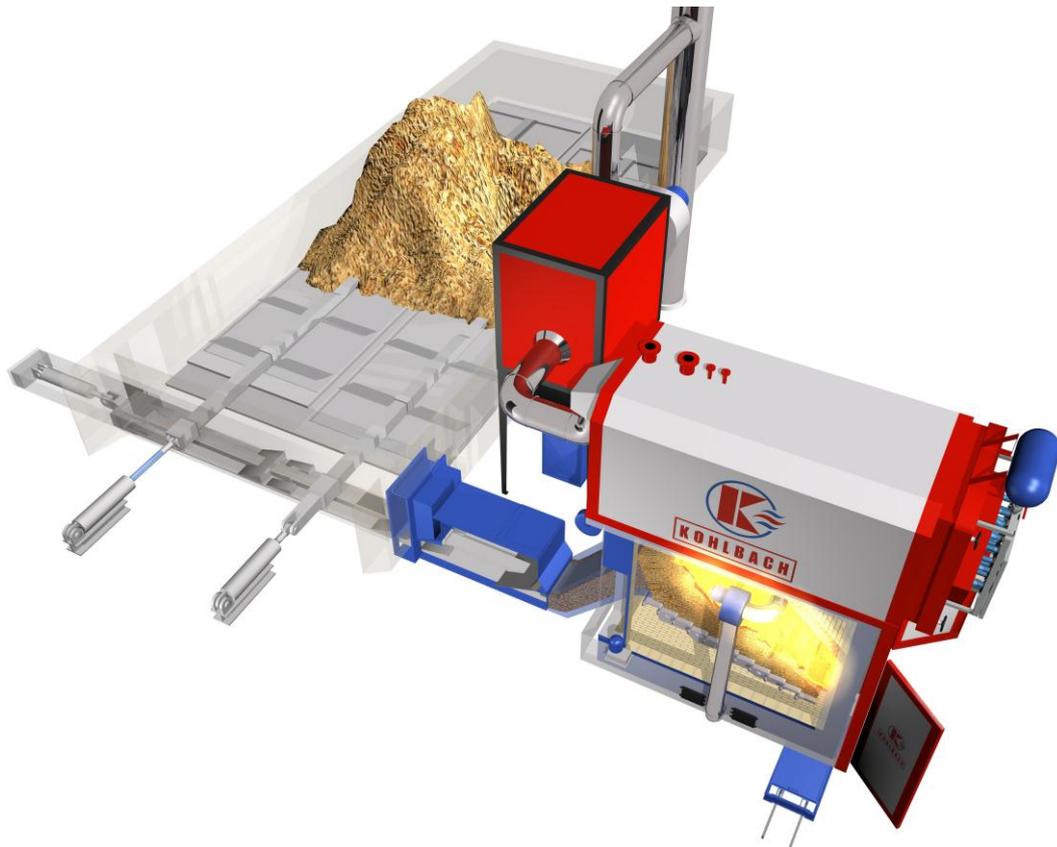
Wir gehen von einer Kesselleistung von 2.000 kW aus und haben die Wirtschaftlichkeitsberechnung und das technische Konzept mit einem Produkt gemacht, welches sich seit Jahren auch beim Einsatz schwieriger und feuchter Chargen bewährt hat.

Als Ausfallreserve und als Spitzenkessel sind zwei weitere Wärmeerzeuger mit einer Leistung von insgesamt 4.000 KW vorgesehen, die mit Erdgas oder Heizöl befeuert werden können.

Bei der Modellrechnung wird also von einer Hackschnitzelheizzentrale ausgegangen, die auf eine Höchstlast von 4 MW ausgelegt ist und mit dieser Leistung einen Wärmebedarf von ca. 12. Mio. kWh bedient.

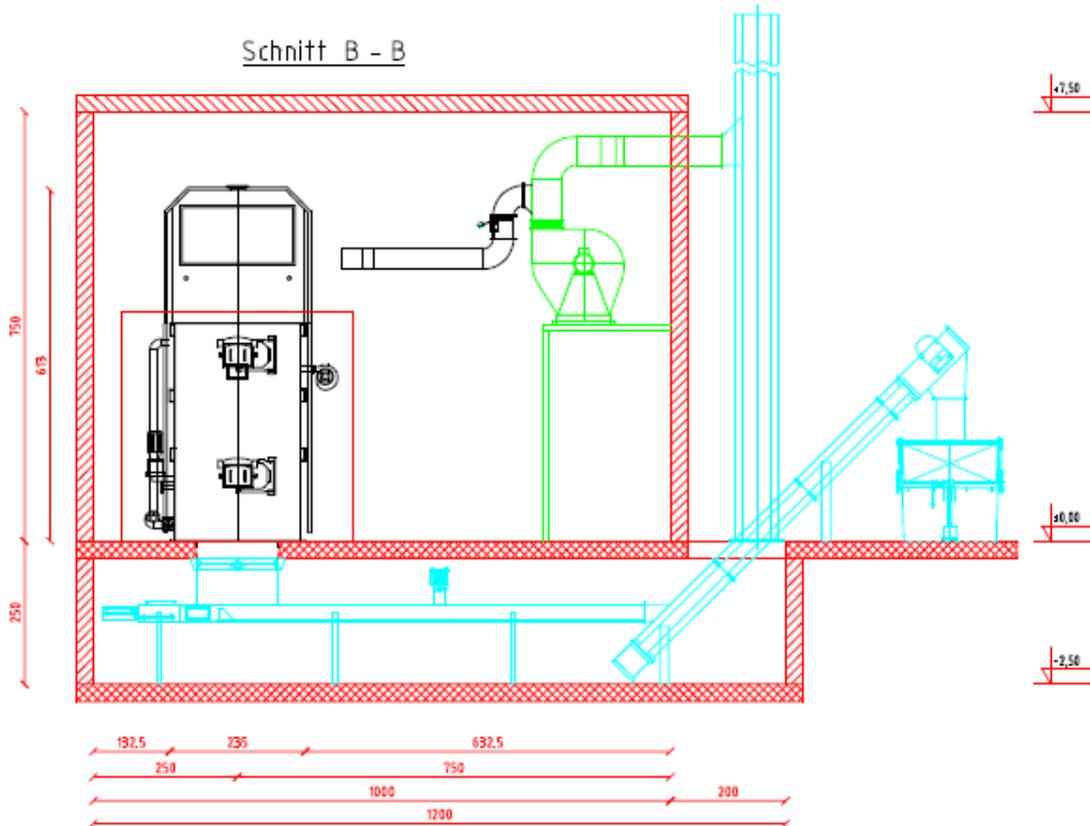
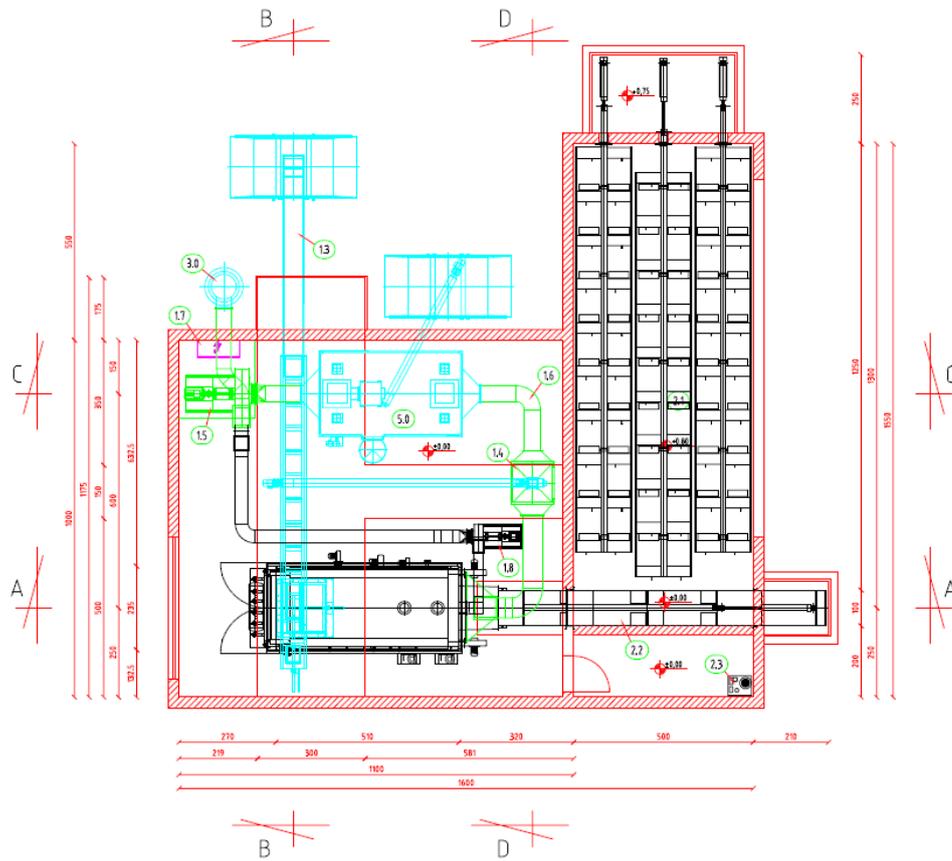
Die wichtigsten technischen Komponenten von Holzhackschnitzelheizungen sind der folgenden Übersicht zu entnehmen:

- Das Hackschnitzellager hat einen hydraulisch betätigten Schubboden.
- Durch die Bewegungen des Schubbodens werden die Hackschnitzel zu einer Fördereinrichtung hin bewegt, z.B. einem Kratzkettenförderer.
- Mit einer weiteren Fördereinrichtung werden die Hackschnitzel in den Feuerraum befördert.



Der Hackschnitzelbunker hat eine Länge von rund 15,5 m, einer Breite von 5 m und ist rund 7,5 m tief. Die Hydraulikeinrichtungen haben einen Platzbedarf von weiteren 2,5 m, so dass die Länge des Baukörpers rund 18 m beträgt. Der Bunker ist mit einem Silodeckel abgedeckt, der z.B. aus zwei Teilen besteht, die seitlich ineinander verschoben werden können. So kann jeweils eine Hälfte des Bunkers geöffnet und vom LKW befüllt werden.

Der Holzhackschnitzel-Kessel wird zusammen mit den Spitzenkesseln in einem anschließenden, neu zu errichtenden Gebäude (15*10*7,5 m) untergebracht.



Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden Kostenansätze ausgeführter Anlagen zugrunde gelegt. Die Kalkulation erfolgt ohne MWST und die Berücksichtigung von Fördermitteln.

Klimaschutzkonzept Senden		Variante Hackschnitzel - Zentral			Zinssatz [%]	Nebenkosten [%]	
Investitionskosten					3,00	14,9	
Die Wirtschaftlichkeitsberechnung erfolgte auf Basis von Nettopreisen mittels Annuitätenmethode.							
Anlagenkomponenten	Einzel Invest Euro	Investitionen [€]	Kapitalkosten, Zins: 3,0%			Wartung u. Instandhaltung	
			Nutzung [a]	Annuität [%]	Kosten [€/a]	[€/a]	[%]
Gebäude							
Heizzentrale		405.000	50	3,89	15.741	2.025	0,5
Zufahrt		40.000	50	3,89	1.555	200	0,5
Anschluß Erdgas		65.000	50	3,89	2.526	0	0
Anschluß Strom		10.000	50	3,89	389	0	0
Erschließung		30.000	50	3,89	1.166	150	0,5
		550.000			21.376	2.375	
Holzheizung							
Holzkessel (2.000 kW)		250.000	20	6,72	16.804	11.250	4,5
Regelungstechnik		35.000	20	6,72	2.353	350	1,0
Austragung und Beschickung		40.000	20	6,72	2.689	1.400	3,5
automatische Entaschung		40.000	20	6,72	2.689	600	1,5
Elektrofilter		170.000	20	6,72	11.427	3.400	2,0
Schornstein		70.000	20	6,72	4.705	350	0,5
Silodeckel		50.000	20	6,72	3.361	500	1,0
Pufferspeicher mit Wärmedämmung		40.000	20	6,72	2.689	200	0,5
Druckhaltung, Pumpen und Armaturen		52.000	20	6,72	3.495	260	0,5
Lüftung u. Druckluftversorgung		9.000	20	6,72	605	45	0,5
Wasseraufbereitung und Sanitär		12.000	20	6,72	807	60	0,5
Rohrleitung mit Wärmedämmung		54.000	20	6,72	3.630	270	0,5
Übergeordnete Regelung		25.000	20	6,72	1.680	125	0,5
Elektroinstallation		24.000	20	6,72	1.613	120	0,5
		871.000			58.545	18.930	
Gasheizung	4.000.000	kw					
Gaskessel (2*2.000 kW)		170.000	20	6,72	11.427	4.250	2,5
Kamin		24.000	20	6,72	1.613	480	2,0
Pumpen, Armaturen, Rohrleitung		45.000	20	6,72	3.025	225	0,5
Elektroinstallation		19.500	20	6,72	1.311	98	0,5
		258.500			17.375	5.053	
Summe Heizzentrale		1.679.500			97.296	26.358	
Summe Investitionskosten		1.679.500			97.296	26.358	
Nebenkosten		250.000	30	5,10	12.755		
Summe Investitionskosten + Nebenkosten		1.929.500			110.051	26.358	

Bei Investitionen von 1,9 Mio. Euro ergeben sich Jahreskosten von 110.051 Euro für Abschreibung und Finanzierung und von 26.358 Euro für Wartung und Instandhaltung.

Klimaschutzkonzept Senden		Variante Hackschnitzel - Zentral			
Brennstoff- und Betriebskosten					
Technische Parameter Heizzentrale		Nennleistung	Jahresnutzungsgrad		
Holzheizung		2.000 kW	80%		
Gasheizung		4.000 kW	90%		
Summe		6.000 kW			
Wärmeverbrauch					
Wärmeverbrauch Verbraucher		12000000 kWh/a			
Netzverluste		0 kWh/a	0%		
Summe		12.000.000 kWh/a			
Wärmeerzeugung			Deckungsanteil		
Holzkessel		9.600.000 kWh/a	80%		
Gaskessel		2.400.000 kWh/a	20%		
Summe		12.000.000 kWh/a	100%		
Brennstoffkosten		Brennstoffverbrauch	Brennstoffpreis	Nutzwärmepreis in ct/kWh	Euro/a
Hackschnitzel (Heizwert: 700 kWh/srm)		17.143 srm/a	14 €/srm	2,5 ct/kWh	240.000
Erdgas - kWh Hs (Ho)		2.933.000	4,7800	5,8 ct/kWh	140.197
Summe					380.197
Betriebskosten ohne Wartung					[€/a]
Anlagenbetreuung		[h/a]	[€/h]		16.800
		600	28,00		
Versicherung		Satz	Basis [Euro]		
Gebäude		0,2%	550.000		1.100
Heizung		0,2%	1.129.500		2.259
Wärmeverbund		0,2%	0		0
Eigenstromverbrauch		[kWh/a]	[Euro/kWh]		
Holzheizung		144.000	0,15		21.600
Gasheizung		5.000	0,15		750
Elektrofilter		15.000	0,15		2.250
Pumpenstrom		0	0,15		0
Ascheentsorgung		[t/a]	[Euro/t]		
		137	50		6.850
Abgasmessung u. Kaminreinigung					500
Summe					52.109

Bei einem Wärmepreis für Hackschnitzel von 2,5 ct./kWh Wärme – gemessen hinter dem Wärmeerzeuger – und einem angenommenen Deckungsanteil von 80% für den Holzkessel ergeben sich Brennstoffkosten von 380.197 Euro.

Die weiteren Betriebskosten für Anlagenbetreuung, Versicherung, Eigenstromverbrauch und Aschenentsorgung belaufen sich auf jährlich 52.109 Euro.

Afa Fin			110.051	19%
Wartung/Inst.			26.358	5%
Brennstoffkosten			380.197	67%
Betriebskosten ohne Wartung			52.109	9%
			568.715	
			4,74 ct/kWh	

Aus jährlichen Gesamtkosten von 568.715 Euro (ohne MWST) resultiert ein Wärmepreis von 4,74 ct./kWh Wärme frei Heizhaus.

Die Hackschnitzelfeuerung erreicht bei diesen Eckdaten 4.800 Vollaststunden pro Jahr. Eine größere ganzjährige Wärmeabnahme vorausgesetzt, kann eine solche Anlage durchaus mehr Wärme liefern. Bei einer Wärmeabnahme von 18 Mio. kWh pro Jahr ergibt sich dann ein Wärmepreis von 4,29 ct./kWh.

3.10.3 Biomethanheizungen und BHKW

Biogas kann – wie an anderer Stelle des Berichts erläutert wurde - aufbereitet und in das Erdgasnetz der öffentlichen Versorgung eingespeist werden. Über ein Zertifizierungsverfahren haben Bioerdgasverkäufer dann die Möglichkeit, dieses Biomethan bundesweit zu vermarkten. Ohne weitere technische Änderungen können Endverbraucher so aus dem vorhandenen Erdgasanschluss Bioerdgas beziehen.

Wird zertifiziertes Biomethan in BHKW zur Stromerzeugung genutzt, wird die aus dieser Anlage in das öffentliche Netz eingespeiste Strommenge zu den Vergütungssätzen des EEG vergütet. Diese Vergütung ist für 20 Jahre garantiert. Die Höhe der Vergütung richtet sich nach der Größe der Anlage und den eingesetzten Stoffen zu Biogaserzeugung, aus der das Biomethan bezogen wird. Nach EEG 2012 schwanken die Vergütungen zwischen 6 und 22,3 ct./kWh.

Vergütung für Biomethan aus					
Anlagenleistungs-äquivalent	Biogasanlagen (ohne Bioabfall)				Bioabfall- vergärungsanlagen ⁵⁾
	Grund- vergütung ¹⁾ [ct/kWh _{el}]	Einsatzstoff- vergütungs- klasse I ²⁾	Einsatzstoff- vergütungs- klasse II ²⁾	Gasaufbereitungs- Bonus ³⁾	
≤ 75	14,3	6	8	≤700 Nm³/h: 3	16
≤ 150				≤1.000 Nm³/h: 2	
≤ 500	12,3		8 / 6 ³⁾	≤1.400 Nm³/h: 1	
≤ 750	11	5			14
≤ 5.000	11	4			
≤ 20.000	6	-	-	-	



1) Vergütungshöhe bis zur Grenze der Bemessungsleistung
 2) Entsprechend der Definitionen der Biomasseverordnung
 3) Für den energetischen Anteil von Gülle wird ab einer Bemessungsleistung von 500 kW_{el} eine Einsatzstoffvergütung von 6 ct/kWh_{el} gewährt.
 4) Wird gewährt bei Einhaltung der Anspruchsvoraussetzungen nach Anlage 1 EEG 2012.
 a) Methanemissionen bei der Aufbereitung höchstens 0,2 %.
 b) Stromverbrauch der Aufbereitung max. 0,5 kWh/Nm³ Rohgas
 c) ausschließlicher Einsatz von erneuerbaren Energien für die Bereitstellung der Prozesswärme der Aufbereitung
 d) max. Nennleistung der Aufbereitungsanlage von 1.400 Nm³
 5) Gilt ausschließlich für Anlagen, die bestimmte Bioabfälle (nach § 27a Abs. 1 EEG) vergären und mit einer Einrichtung zur Nachrotte der festen Gärückstände ausgestattet sind. Die Gärückstände sind stofflich zu verwerten. Bei Einspeisung in das Erdgasnetz kann zusätzlich der Einspeise-Bonus gewährt werden.
 6) Die Vergütung unterliegt einer jährlichen Degression von 2%. Die Vergütung zum Inbetriebnahmezeitpunkt gilt für die gesamte Vergütungsdauer.

Gegenüber der Stromvergütung nach KWKG hat die Vergütungsregelung nach EEG den Vorteil einer Vergütungsdauer von 20 Jahren und deutlich höherer Vergütungen für Stromeinspeisungen. Die Vergütungsdauer nach KWKG beschränkt sich auf 10 Jahre bzw. 30.000 Betriebsstunden. Zudem liegt die Vergütung für die Stromeinspeisung nach KWKG mit maximal 5,41 ct./kW zzgl. Börsenpreis und vermiedene Netznutzungsentgelte bei 10,52 ct./kWh elt deutlich geringer, als die Vergütung nach EEG, die bei günstigen Randbedingungen (BHKW 500 kW elt. Einsatzstoffvergütungskategorie II) über 20 ct./kWh liegt.

Die Bezugskosten für Biomethan sind allerdings mit 7 bis 9 ct./kWh Ho für Großabnehmer deutlich höher als für Erdgas. Diese Mehrkosten beim Brennstoffbezug werden zur Zeit nur bei besonderen Randbedingungen erwirtschaftet. Besteht keine Möglichkeit der Stromeigenutzung, ist – wie oben gezeigt wurde – eine günstige Wärmeerzeugung aus einem Erdgas-BHKW wegen der geringen Stromvergütung in den meisten Fällen nicht zu erzielen. Hier kann dann ein BHKW, welches mit zertifiziertem Biomethan betrieben wird, eine wirtschaftlich interessante Lösung darstellen.

Das ist z.B. der Fall, wenn die Wärmeversorgung von MFH oder von mehreren Wohngebäuden durch einen Contractor erfolgt und der erzeugte Strom nicht zugleich von den wärmeversorgten Kunden abgenommen wird.

KSK Senden				
Biomethannutzung dezentral				
			Einspeisung	Einspeisung
		Biogas	konventionell	konventionell
Gasbezugspreis	ct/kWhHo	7,50	5,00	5,00
Erdgassteuer	ct/kWhHo	0	0,55	0,55
Nettopreis	ct/kWhHo	7,50	4,45	4,45
BHKW	eta elt	35%	35%	35%
BHKW Strompreis Anteil Gas	ct/kWh elt	21,43	12,71	12,71
Vergütung Strom	ct/kWh elt	23,30	7,72	17,71
EEG 2012 Grundpreis	ct/kWh elt	14,30		
EEG 2012 Einsatzstoffvergütung	ct/kWh elt	6,00		
Gasaufbereitungsbonus	ct/kWh elt	3,00		
KWKG bis 50 kW	ct/kWh elt		2,71	2,71
Marktpreis	ct/kWh elt		4,51	
Netz	ct/kWh elt		0,50	
Arbeitspreis Strombezug	ct/kWh elt			15,00
Saldo	ct/kWh elt	1,87	-5,00	4,99

4 Zusammenfassung

Bei einem Wärmemarkt in der Gemeinde Senden von 214, 6 Mio. kWh bestehen einerseits Effizienzpotentiale durch effektivere Nutzung der eingesetzten Energie. Die Erschließung dieser Potentiale ist durchgängig wirtschaftlich. Betrachtet wurden hier:

Maßnahme	Einsparung
Ersatz von Altanlagen durch moderne Wärmeerzeuger	5,9%
Ersatz von Altanlagen durch Wärmeerzeuger mit Brennwertnutzung	4,5%
Heizungsregelung optimieren	5%
Einzelraumregelung/Einbau moderner Heizkörperthermostatventile	3,75%
Hydraulischer Abgleich	8%
Dämmung der Verteilung	1,25“

Diese %-Werte dürfen nicht aufsummiert werden, sondern sind multiplikativ zu verknüpfen. Eine Kombination aller Maßnahmen würde zu einer Senkung des Heizenergieverbrauchs um gut 25% führen.

Darüber hinausgehend wurde untersucht, welche Alternativen sich zur jetzt vorherrschenden Wärmeversorgung mit den fossilen Brennstoffen Erdgas und Heizöl stellen und wie mit der vergleichsweise umfangreichen Heizstromversorgung umgegangen werden kann.

Bei der Bewertung der Versorgungsalternativen steht zunächst einmal die Wirtschaftlichkeit der Wärmeversorgung im Vordergrund, weil Investitionsentscheidungen sich vorwiegend an diesem Kriterium orientieren. Es wurden also die Kosten der Wärmeerzeugung in Euro/Jahr und in ct./kWh ermittelt. In der Fachliteratur findet sich eine Vielzahl von Heizkostenvergleichen, die in Anlehnung oder nach VDI 3807 die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Heizsysteme ermitteln. Diese Kostenvergleiche werden häufig im Auftrag von Verbänden erstellt und haben – je nach Auftraggeber – Ergebnisse zur Folge, die dann bestimmte Energieträger oder Technikvarianten besonders günstig darstellen.

Wir haben einen neutralen Heizkostenvergleich für ein Bestandsgebäude mit einem Jahreswärmeverbrauch (incl. Warmwasser) von 25.000 kWh erstellt. Als Energiepreise wurden zunächst die im 1. Quartal 2012 gültigen Preise in der Gemeinde Senden zugrunde gelegt. Die Rechnungen wurden durchgängig ohne die Ausweisung von MWST gemacht.

Wenn ein neues Heizsystem eingesetzt werden soll, wird dieses mit der in der Gemeinde Senden hauptsächlich eingesetzten Erdgasversorgung konkurrieren müssen. Die Vollkosten für eine neue Erdgasheizung liegen bei 8,36 ct./kWh (zzgl. MWST). Wird eine alte Erdgasheizung durch eine neue Brennwertheizung ersetzt, müssen Kosten für den Erdgasanschluss nicht erneut in Ansatz gebracht werden. Hier ergeben sich dann beim Austausch Vollkosten von 1.999 Euro pro Jahr bzw. 8,00 ct./kWh. Das gilt für einen Erdgaspreis von 5,2 ct./kWh Ho.

Die anderen untersuchten Heizsysteme für den Einsatz im EFH liegen durchgängig höher, wobei die Unterschiede bei den Jahreskosten in Größenordnungen von 185 bis 450 Euro liegen. Eine deutliche Abweichung nach oben ergibt sich für das Heizsystem Elektro-Nachtspeicherheizung mit Jahreskosten von 3.943 Euro pro Jahr.

Die Wärmeerzeugung mit Klein-BHKW ist immer noch mit Mehrkosten gegenüber einer Erdgasheizung verbunden, nähert sich bei Berücksichtigung von Investitionszuschüssen aber so weit an, dass hier nicht mehr von der Anschaffung eines Luxusgutes gesprochen werden muss, sondern von einer ernstzunehmenden Alternative gesprochen werden kann.

Mit Berücksichtigung von Fördermitteln stellt sich auch die Wärmeerzeugung mit Holzpellets als wirtschaftliche Alternative dar, gerade wenn im Bestand ohnehin Platz für ein Pelletlager verfügbar ist (z.B. durch Nutzung des Öllageraumes).

Neben den individuell für einzelne Wohngebäude umsetzbaren Lösungen wurden auch die Wärmeerzeugungskosten für größere BHKW und für Wärme aus Biomasse untersucht. Hier ergeben sich Wärmepreise, die mit Preisen von 2,14 bis 5,70 ct./kWh deutlich unter den Kosten für eine Wärmeversorgung aus Erdgas liegen.

Die günstigen Wärmegehaltungskosten werden aber nur durch Anlagengrößen erreicht, die entweder die Abnahmeverhältnisse einzelner Großverbraucher oder den Aufbau und Betrieb eines Wärmeverteilnetzes voraussetzen.

Die Kosten der Wärmeverteilung wurden deshalb exemplarisch für drei Verteilnetze in den Ortslagen Senden, Ottmarsbocholt und Bösensell ermittelt. Die Verteilkosten (incl. Verluste) liegen in einer Größenordnung, die eine wirtschaftliche Wärmeversorgung aus einer Hackschnitzel- bzw. Strohheizzentrale oder aus Biogas BHKW Abwärme erlauben.

Ortslagen Senden	2,60 ct/kWh
Ottmarsbocholt	1,96 ct/kWh
Bösensell	3,55 ct/kWh

Bei Verteilkosten von 2 ct./kWh kann auch ein BHKW mit 50 kW eld wirtschaftlich in einen Nahwärmeverbund eingebunden werden, auch wenn die erzeugte Elektrizität zu 100% eingespeist werden muss. Nach aktueller Förderkulisse kann die Wirtschaftlichkeit in diesem Fall durch den Einsatz von Biomethan verbessert werden.

Das wirtschaftliche Potential der BHKW und Biomassevarianten wird bei steigenden Energiepreisen ansteigen. Eine Verdopplung der Energiepreise verbessert die relative Wirtschaftlichkeit insbesondere derjenigen Versorgungsvarianten, die einen geringen Brennstoffkostenanteil an den Wärmegehaltungskosten aufweisen. Insbesondere die Wärmeverteilungskosten werden von steigenden Energiepreisen kaum beeinflusst.

5 Umsetzung, Hemmnisse, Empfehlungen

Als Ergebnis der Untersuchung kann festgehalten werden, dass sich dem Wärmemarkt in der Gemeinde Senden eine Vielzahl von Ansätzen bietet, den Einsatz fossiler Energieträger für die Wärmeversorgung zu reduzieren.

Unabhängig davon, ob ein Wechsel des Energieträgers möglich oder gewollt ist, sollten Maßnahmen ergriffen werden, um einen effizienten Heizanlagenbetrieb sicherzustellen.

Perspektivisch stellt eine Nahwärmeversorgung unter Nutzung von Biomassewärme und der Einsatz von BHKW unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten die beste Lösung dar.

Größere Wärmeverbundlösungen werden aber nur dort zu realisieren sein, wo Großverbraucher den Aufbau wirtschaftlich erleichtern wie in Senden (Sportpark etc.), wo wie in Senden West eine verdichtete Bebauung vorliegt und zudem wegen der Stromheizungen Handlungsbedarf besteht oder wo wie in Ottmarsbocholt bereits Abwärme aus einem vorhandenen Biogas BHKW verfügbar ist.

In den Außenbereichen und den neueren Wohngebieten, die aufgrund der höheren Dämmstandards nur eine vergleichsweise geringe Wärmeabnahme haben, werden vielfach individuelle Lösungen zu finden sein. Pelletheizungen, elektrische Wärmepumpen in Verbindung mit Solaranlagen und Klein BHKW können hier eine wirtschaftliche und ökologische Alternative zur Erdgas- oder Ölheizung darstellen.

Bereits aus betriebswirtschaftlichen Gründen sollte der Ersatz von Strom-Speicherheizungen vorangetrieben werden.

Für die Umsetzung der aufgezeigten Möglichkeiten bedarf es einerseits einer Dynamik von Akteuren, die den Aufbau von Heizzentralen und Wärmeverteilnetzen vorantreiben. Andererseits ist für den Aufbau von Wärmeverteilnetzen und das Erreichen einer hohen Anschlussquote eine hohe Akzeptanz für diese Vorgehensweise in der Bevölkerung erforderlich.

Insofern empfiehlt es sich in der Gemeinde Senden einen „Aktionsplan Zukunftswärmeversorgung Senden“ zu diskutieren und abzustimmen.

Bei diesem Abstimmungsprozess sollten Inhalte, Ziele und Vorranggebiete festgelegt werden. Zudem müssen Akteure gefunden werden. Vorteilhaft wären aus Akzeptanzgründen auch hier Genossenschaften als Betreiber von Wärmeverteilnetzen.

Wichtig sind auch frühzeitige Kooperationen mit dem Handwerk, um zu vermeiden, dass diese aus Sorge um den Verlust ihres bisherigen Absatzmarktes gegen den Wandel auftreten. Dabei muss deutlich gemacht werden, dass eine Umstrukturierung der Wärmeversorgung durchaus auch eine Chance für das Handwerk darstellt.