

Kosten und Marktpotenziale ländlicher Wärmenetze

Arbeitspapier zu AP 6 A im Rahmen des Projektes
„Möglichkeiten und Grenzen von Nahwärmenetzen in ländlich strukturierten
Gebieten unter Einbeziehung regenerativer Wärmequellen – Vernetzung von
dezentralen Kraft- und Wärmeerzeugungs- Systemen unter Berücksichtigung
von Langzeitwärmespeicherung“

von Jens Clausen

Hannover, Juni 2012

Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gGmbH

Prinz Albrecht Ring 12

30657 Hannover

Tel.: 0511-300 59 245

Fax: 03212-134 13 19

E-Mail: clausen@borderstep.de, winter@borderstep.de

Internet: www.borderstep.de

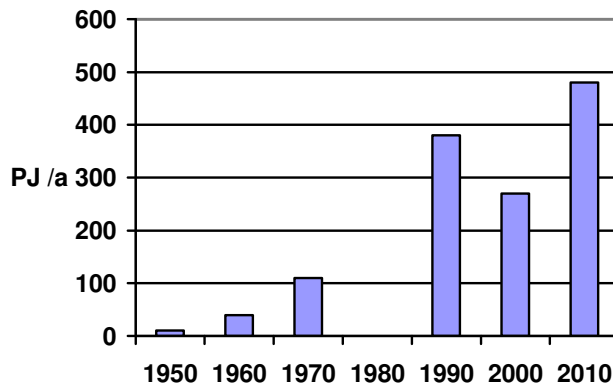
Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Kostenstruktur der Wärmenetze	5
2.1	Kosten der Hausanschlüsse.....	5
2.2	Kosten für den Rohleitungsbau.....	6
2.3	Kosten der Netztechnik.....	8
2.4	Gesamtkosten und mögliche Kennzahlen.....	8
3	Vollkosten aus Kundensicht	11
3.1	Kosten für Gas- und Ölheizungen	13
3.2	Kosten für Nahwärmeversorgung	14
4	Marktpotenziale für Wärmenetze	20
4.1	Nationale Energieversorgungsszenarien	20
4.2	Abschätzung des Marktes ländlicher Wärmenetze bis 2030.....	21
5	Marktpotenziale in Abhängigkeit von Wärmequellen	28
6	Literaturverzeichnis	30

1 Einleitung

Die ersten Fernwärmenetze wurden 1876 in den USA und 1880 in Deutschland errichtet. 1929 waren in Deutschland bereits 40 Fernwärmenetze bekannt. Nach einer Förderphase in den 1970er Jahren kam der Ausbau der Wärmenetze längere Zeit fast zum Erliegen. In den letzten 10 Jahren hat sich weder die Länge der Netze der AGFW-Mitglieder noch die Zahl der angeschlossenen Haushalte wesentlich erhöht, der Wärmeabsatz pro Anschluss ist leicht zurückgegangen (AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V., AGFW 2011). In die Netze der Mitglieder des AGFW werden derzeit ca. 100 TWh/a eingespeist (AGFW 2011), davon ca. 1% aus industrieller Abwärme. Das Energiekonzept der Bundesregierung geht davon aus, dass in 2008 insgesamt knapp ca. 470 PJ Fernwärme über Netze verteilt wurden und berücksichtigt dabei auch Netze über den AGFW hinaus (Prognos et al. 2010: 35).

Abbildung 1: Über Wärmenetze verteilte Wärmemenge in Deutschland



Quelle: AGFW 2008 (1959 – 1970), BMWi 2012 (ab 1990),

Seit dem Jahr 2000 ist die Zahl der in Deutschland betriebenen kleinen BHKW-Anlagen von knapp unter 2.000 auf über 33.000 gestiegen (Ökoinstitut 2009 und 2010), wobei die meisten dieser BHKW ihre Wärme an industrielle Nutzer abgeben oder über kleine Netze verteilen, die weder bei der AGFW noch sonst irgendwo erfasst sind. In dieser Zahl enthalten sind vermutlich die ca. 6.000 BHKW, die von den ca. 6.000 Biogasanlagen in Deutschland gespeist werden.

Ein wirksamer Treiber besteht offenbar in der Novelle des KWK-Gesetzes aus 2009, welches den Absatz von BHKW in 2010 auf ein Rekordhoch trieb (Ökoinstitut 2010) und auch eine deutliche Wirkung auf die Beantragung der Förderung von Wärmenetzen hatte (BAFA 2011). Wurden in den ersten Förderjahren des Marktanzreizprogramms zusammen gerade etwas über 300 Nahwärmenetze gefördert, dokumentieren Langniß et al. (2010) für 2009 bereits ca. 1.200 Förderanträge für Nahwärmenetze, die zusammen ca. 1 TWh/a Endenergie bereitstellen. In 2010 sank die Zahl der Netze auf 876 und die Daten zur Errechnung des erwarteten Wärmeabsatzes standen nicht zur Verfügung (Langniß et al. 2011: 26). Hemmnisse liegen aber dennoch in den hohen Netzkosten und den langen Amortisationszeiträumen, die für Investoren gegenwärtig unattraktiv sind. Bei Errichtung von Wärmenetzen durch

Betreiber-genossenschaften stellen die hohen Kosten indirekt ein großes Hemmnis dar: die Suche nach Fördermitteln und Krediten dauert lange, die lange Dauer des Planungsprozesses macht anschlusswillige Hausbesitzer unsicher und die so sinkende Anschlussbereitschaft drückt auf die Wirtschaftlichkeit. Diese Schwierigkeiten spiegeln sich z.B. auch in der Analyse von Wolff und Jagnow (2011), die mit einem ökonomischen Begründungshintergrund kaum noch Spielräume für den Ausbau von Wärmenetzen erkennen lässt, sich dabei aber grundsätzlich auf die Wärmequelle KWK oder Heizwerk beschränkt.

In ihrer Analyse identifizieren Wolff und Jagnow Zukunftsaussichten für Wärmenetze ausschließlich in verdichteten Gebäudebeständen (Mehrfamilienhäuser) mit mäßigem oder schlechtem Sanierungszustand. Für die Verlegung neuer Netze sehen sie keine grundsätzlich empfehlenswerten Fälle, insbesondere in Dörfern oder Einfamilienhausgebieten raten sie dringend vom Neubau ab.

Abbildung 2: Bewertungsmatrix für Wärmenetze

Siedlungsart	Energiekennwert, in kWh/m ² a	Vorhandensein eines Bestandsnetzes für Nah- und Fernwärme Gebäude derzeit mit Anschluss		Vorhandensein eines Bestandsnetzes für Nah- und Fernwärme Gebäude derzeit ohne Anschluss		Verlegung eines neuen Netzes für Nah- und Fernwärme incl. Erweiterung von Bestandsnetzen	
		++ + o - --	Anschluss bleibt ↓ Rückbau prüfen ↓ Rückbau empfohlen	++ + o - --	Anschluss empfohlen ↓ Anschluss prüfen ↓ Anschluss nicht empfohlen	++ + o - --	Netz empfohlen ↓ Netz prüfen ↓ Netz nicht empfohlen
Großes Versorgungsgebiet, z.B. Stadtviertel mit großen Mehrfamilienhäusern	>180	++		+		o	
	120-180	++		+		o	
	80-120	+		o		o	
	<80	+		o		o	
mittleres Versorgungsgebiet, z.B. Kleinstadt oder Siedlung mit mittelgroßen Mehrfamilienhäusern	>180	++		+		o	
	120-180	+		o		-	
	80-120	o		-		--	
	<80	o		-		--	
Kleines Versorgungsgebiet, z.B. Siedlung, Dorf mit überwiegend Ein- und Zweifamilienhäusern	>180	+		o		-	
	120-180	+		-		-	
	80-120	o		--		--	
	<80	-		--		--	
alle Versorgungsgebiete	langfristig Abriss	++		--		--	

Quelle: Wolff und Jagnow 2011: 8

Die real stattfindende dynamische Entwicklung von Bioenergie-dörfern und ländlichen Nahwärmenetzen lässt sich mit der Analyse von Wolff und Jagnow nicht erklären, sondern steht mit ihr im Widerspruch.

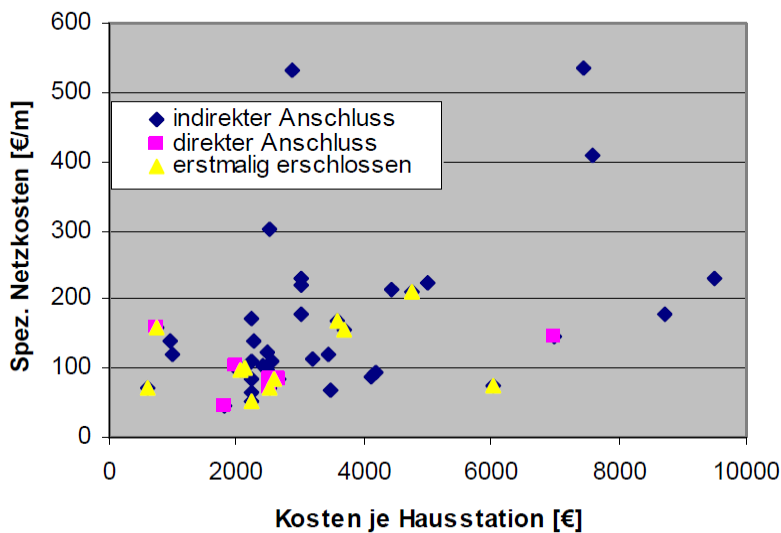
2 Kostenstruktur der Wärmenetze

Das Marktpotenzial kann in seiner finanziellen Dimension nur abgeschätzt werden, wenn grundsätzlich die Größenordnung der Kosten von Wärmenetzen bekannt ist. In diesem Abschnitt werden daher Informationen zu den Kosten von Wärmenetzen zusammengestellt.

2.1 Kosten der Hausanschlüsse

Die Kosten für Hausanschlüsse fallen für jedes an das Wärmenetz angeschlossene Gebäude einmal an, wenn hinter dem Hausanschluss intern weiter verteilt wird. Nast (2009) sieht sie als eine der beiden zentralen Variablen der Gesamtkosten.

Abbildung 3: Kosten von Nahwärmenetzen



Quelle: Nast 2009

Die Kosten je Hausstation ermittelt Nast auf der Basis von 45 Wärmenetzen zwischen ca. 1.000 € und ca. 8.000 €. Dabei bleibt offen, ob hier die Kosten für die technische Einrichtung „Hausübergabestation“ allein erfasst wurden oder die Kosten für einen realisierten Hausanschluss, bei dem zusätzlich zur Hausübergabestation ein Hausanschluss zu erstellen ist. Dieser wieder umfasst die Leitung vom Netz zum Haus sowie die Montagearbeiten zum Anschluss der Übergabestation an das Hausnetz.

Einen weiteren Hinweis auf die Kosten eines Hausanschlusses ergibt sich aus den Konditionen der Stadtwerke Bremen (swb). Mit einer Anschlussleistung bis zu 15 kW werden neue Wärmekunden von der swb zu einem Festpreis von 4.254,25 € incl. 15 m Leistungslänge an alle ihre Wärmenetze angeschlossen, höhere Entfernungen müssen extra bezahlt werden (swb 2012). Wenn man im Mittel davon ausgeht, dass die swb hierbei weder viel Gewinn macht noch viel zusetzt, könnten also die Gesamtkosten eines Anschlusses in der Größenordnung von 4.000 € bis 5.000 € veranschlagt werden.

Das FFI (2011) ermittelt für die 220 Hausanschlussstationen bis zu 25 kW, die im geplanten Wärmenetz des Fleckens Steyerberg benötigt werden, Gesamtkosten incl. Einbau von ca. 1 Mio. €, was pro Station einen Preis von 4.545 € ergibt.

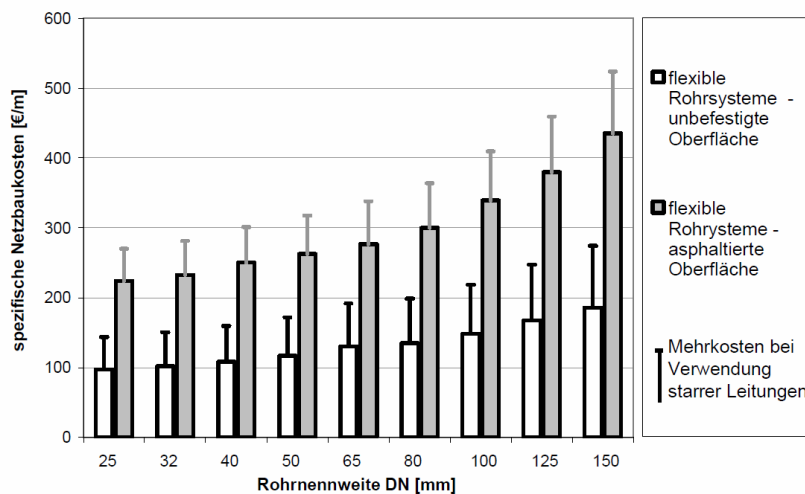
Manderfeld (2008: 122) gibt den Preis für eine Hausübergabestation mit 1.500 € an, wobei der Einbau nicht enthalten ist. Veranschlagt man diesen mit ca. 1.000 € und den Bau von ca. 10m Zuleitung auf 1.500 € bis 2.000 €, so kommt man in der Summe auf 4.000 € bis 4.500 € und damit auf die schon oben mehrfach ermittelte Größenordnung. Diese Größenordnung der Kosten der Hausübergabestation bestätigen auch Langniß et al. (2010: 68)¹, die für kleine Hausübergabestationen Kosten von 105 €/kW angeben, was bei einer für Einfamilienhäuser typischen Leistung von 15 kW etwa zu Kosten von 1.575 € führt.

Um das (finanzielle) Marktpotenzial abzuschätzen wird im Folgenden mit Kosten für die Übergabestation von 1.500 €, für den Einbau (und ggf. Rückbau vorhanden Altgeräte) mit 1.000 € Arbeitskosten und für den Leitungsbau mit 2.000 € gerechnet.

2.2 Kosten für den Rohrleitungsbau

Nach Nast (2009, vgl. Abbildung 3) variiert der Preis für den Rohrleitungsbau für ländliche Wärmenetze zwischen 50 €/m in einigen sehr preiswerten Projekten bis zu über 400 €/m in den drei mit Abstand teuersten von insgesamt 45 erfassten Projekten. 18 der Projekte wurde für 100 bis 200 €/m realisiert, 16 Projekte unter 100 €, 11 Projekte zu Preisen über 200€/m. Diese Werte etwas niedriger als die, die Manderfeld (2008a) dokumentiert.

Abbildung 4: Durchschnittliche Preise für Netzbaukosten flexibler Leitungen und Mehrkosten bei der Verwendung starrer Leitungen



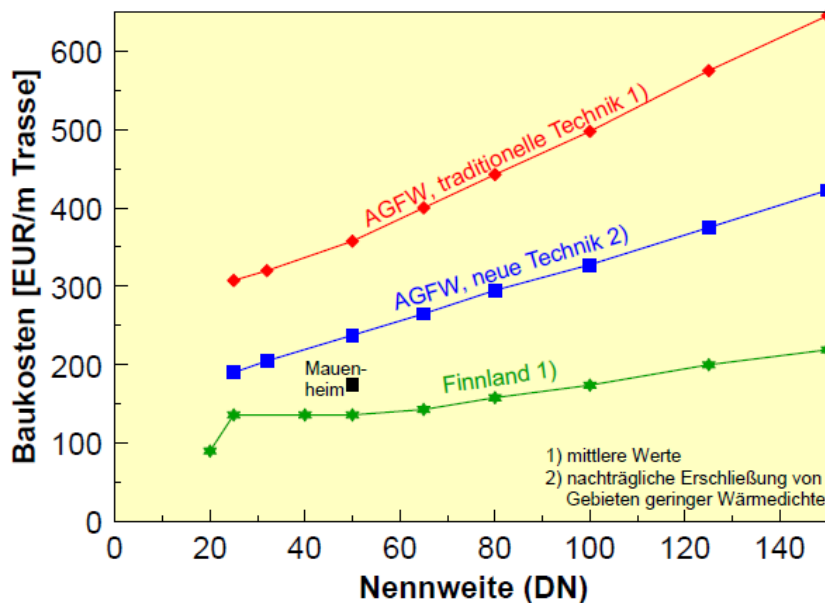
Quelle: Manderfeld 2008a: 35

¹ Bei Langniß et al. 2011 (60) streuen dagegen die Kosten je nach Leistung in wenig plausibler Weise zwischen 63 €/kW und 134 €/kW. .

Manderfeld unterscheidet zwischen flexiblen Rohren verlegt in unbefestigter Oberfläche, für die er Netzbaukosten zwischen 100 €/m für kleine Nennweiten bis zu 180 €/m für große Nennweiten angibt, und Verlegung unter asphaltierter Oberfläche, wo diese Kosten auf 220 €/m für kleine Nennweiten bis zu 440 €/m für große Nennweiten ansteigen.

Die DLR et al. (2009) dokumentieren einerseits Kostenschätzungen, die deutlich über den für ländliche Wärmenetze empirisch ermittelten Werten liegen. Andererseits dokumentieren sie finnische Zahlen, die recht gut den Verlegekosten in unbefestigter Oberfläche entsprechen. In Finnland jedoch liegen diese Kosten so niedrig, weil oft im Winter in gefrorenem Boden gebaut wird, wodurch ein Verbau der Baugrube verzichtbar wird. Weiter werden die Rohre nur flach unter 30cm Deckschicht verlegt und das ausgehobene Material wird oft zur Verfüllung wieder eingebracht, also nicht gegen Sand ausgetauscht.

Abbildung 5: Baukosten für Wärmenetze in Deutschland und Finnland in Abhängigkeit vom Leitungsquerschnitt



Quelle: DLR et al. 2009: 54

Die Machbarkeitsstudie Steyerberg (FFI 2011) kalkuliert für 16,8 km Leitungsnetz unterschiedlicher Durchmesser mit Kosten für den Rohrleitungsbau und Tiefbau von ca. 4,2 Mio. €, entsprechend 250 €/m. Da in Steyerberg über große Streckenanteile unterhalb von Fahrbahnen oder Gehwegen verlegt werden muss, bewegt sich diese Schätzung im unteren Bereich der Vergleichszahlen.

Es erscheint vor diesem Hintergrund plausibel, für eine grobe Umsatzschätzung der Netzbaukosten in dichter besiedelten Orten 220 €/m zu veranschlagen und diese zu je 50% auf die Tiefbaukosten und die Rohrleitungsbaukosten aufzuteilen.

2.3 Kosten der Netztechnik

Neben dem Tief- und Rohrleitungsbau und den Übergabestationen ist es notwendig, die Anlagen zum Betrieb und zur Steuerung des Wärmenetzes zu beschaffen und einzubauen. Zu diesen Anlagen gehören Pumpen, Regelungsarmaturen, Erdkabel, Wärmespeicher sowie die Netzleittechnik.

Im Fall Steyerberg machen diese Kosten 7,2% der Gesamtkosten aus und lassen sich so entweder aus den Gesamtkosten herausrechnen oder, sofern die Kosten des Netzbaus und der Übergabestationen bekannt sind, auf dem Wege der Zuschlagskalkulation ermitteln.

2.4 Gesamtkosten und mögliche Kennzahlen

Da für eine Marktpotenzialschätzung aber immer nur von einer angenommenen Zahl von Haushalten ausgegangen werden kann, die sich an ein Wärmenetz anschließen bzw. die zur Realisierung eines politischen Szenarios an ein Wärmenetz anzuschließen wären, ist darüber hinaus eine Zahl zu ermitteln, die die zu erwartende Leitungslänge pro Hausanschluss beziffert.

Auf Basis der von Degenhart (2010) zusammengestellten Fälle, ergänzt um die Orte Reiffenhausen, Rheinfeld am Niederrhein sowie Heitlingen und Steyerberg sowie ergänzt um die Zahl der angeschlossenen Haushalte, die in allen Fällen auf der Homepage der Bioenergiedörfer recherchiert wurde, ergibt sich ein breites Spektrum von Leitungslängen und Kosten, die pro Haushalt erforderlich sind.

Tabelle 1: Kosten der Wärmenetze pro Haushalt in Abhängigkeit von der Netzlänge

Genossenschaft	Wesentliche Investitionsobjekte	Investitionsvolumen ohne Biogasanlage (in Tsd. Euro)	Angeschlossene Haushalte	Leitungslänge pro Haushalt in m	Kosten pro Haushalt in 1.000 €
Energieversorgung Honigsee eG	Wärmenetz (3.000 m)	580	38	55,56	10,74
Biowärmeversorgung Tangeln eG	Notfallheizung, Wärmenetz (2.400 m)	710 *)	75	32,00	9,47
Bioenergiedorf Gunzenau eG	Holzhackschnitzelheizung, Spitzenlastheizung Wärmenetz (2.300 m)	834	32	71,88	26,06
Nahwärmegenossenschaft Grüsselbach eG iG	Holzhackschnitzelheizung, Fotovoltaik, Wärmenetz (1.900 m)	1.000 *)	40	47,50	25,00
Energiegenossenschaft Lieberhausen eG	Holzhackschnitzelheizung, Wärmenetz (6.230 m)	1.700	81	76,91	20,99
Bioenergiedorf Reiffenhausen eG	Holzhackschnitzelheizung, Wärmenetz (5.000 m)	2.000 *)	95	52,63	21,05
Bioenergiedorf Presberg eG	Holzhackschnitzelheizung, Wärmenetz (3.200 m)	2.100	65	49,23	32,31
Bioenergiedorf Jühnde eG	Holzhackschnitzelheizung,	2.500	156	35,26	16,03

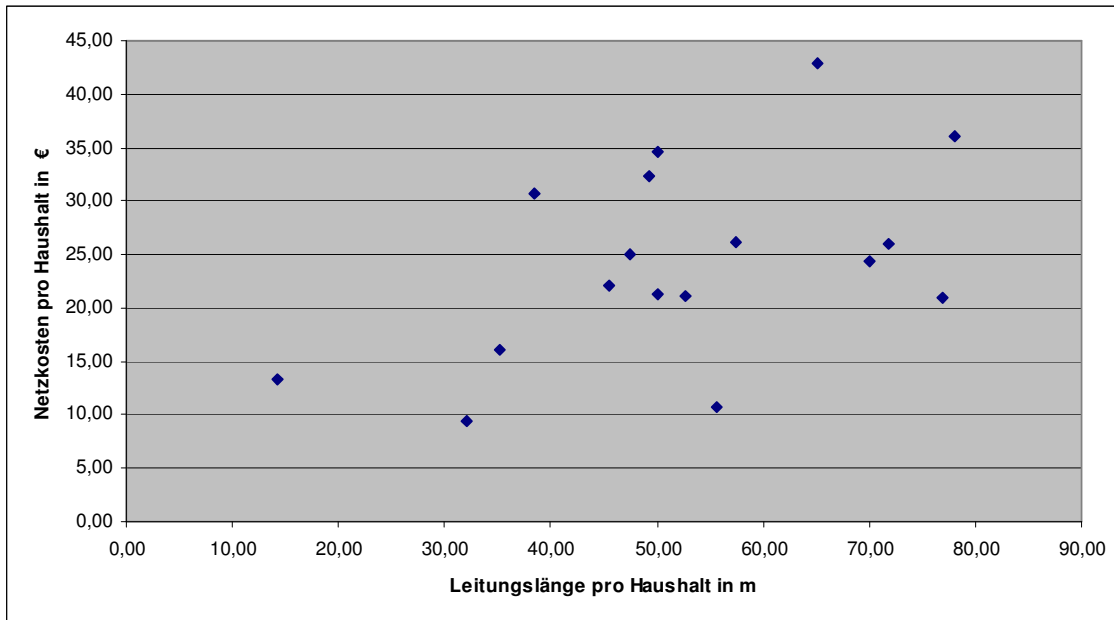
	Fotovoltaik, Wärmenetz (5.500 m)				
Fernwärmenetz Markt- oberdorf eG	Spitzenlastheizung, Wärmenetz (4.100 m)	2.700	63	65,08	42,86
Bioenergiedorf Ober- rosophe eG	Holzhackschnitzelheizung, Spitzenlastheizung, Fotovoltaik, Wärmenetz (7.000 m)	3.200	122	57,38	26,23
Bioenergiedorf Burgjoss im Spessart eG	Holzhackschnitzelheizung, Spitzenlastheizung, Lagerhalle, Wärmenetz (6.600 m)	3.200	145	45,52	22,07
Bioenergiedorf Breuberg- RaiBreitenbach eG	Holzhackschnitzelheizung, Spitzenlastheizung, Fotovoltaik, Blockheizkraftwerk-Holzgas, Wärmenetz (7.500 m)	3.200	150	50,00	21,33
Stadt Rheinberg	Wärmenetz (8.168 m)	7.640	571	14,30	13,38
Genossenschaft Bioener- gie Wolbrandshausen- Krebeck eG	Blockheizkraftwerke, Wärmenetz (10.000m)	5.000 *)	260	38,46	30,77
Bürgerenergie St. Peter eG	Holzhackschnitzelheizung, Wärmenetz (7.500 m)	5.200 *)	150	50,00	34,67
Heitlingen	Wärmenetz (7.800 m)	3.600	100	78,00	36,00
Steyerberg	Wärmenetz (16.800 m)	5.840	240	70,00	24,33

Quellen: Degenhardt 2010, ergänzende Internetrecherche auf den Homepages der Genossenschaften, ergänzt um Rheinfeld, Reiffenhausen, Heitlingen und Steyerberg; *) in Planung

Stellt man die Daten grafisch dar, ergibt sich – letztlich wenig überraschend - eine deutliche Abhängigkeit von Leitungslänge und Kosten pro Haushalt².

² Die Korrelation nach Pearson beträgt 0,542 und ist auf dem 5% Niveau signifikant.

Abbildung 6: Kosten der Wärmenetze pro Haushalt in Abhängigkeit von der Netzlänge



Quelle: eigene

Implizit entsteht im Rahmen dieser Analyse ein Kennzahlensystem zur Beurteilung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit einer Wärmenetzplanung. Auf Basis der Daten:

- Gesamtkosten in €,
- Zahl der angeschlossenen Haushalte,
- Zahl der Haushalte im durch Leitungen erschlossenen Gebiet und
- Leitungslänge in m

lassen sich drei Kennzahlen errechnen:

- Anschlussgrad der Haushalte im durch Leitungen erschlossenen Gebiet,
- Leitungslänge pro Haushalt in m sowie
- Netzkosten pro Haushalt in €,

mit denen sich eine Netzplanung im Vergleich zu anderen Netzen bewerten lässt.

Von den 18 hier erfassten Netzen erreichen 13 einen Anschlussgrad, der zu Netzlängen unterhalb von 60 m pro Haushalt führt. Von diesen wiederum lassen sich 10 Netze zu Kosten unterhalb von 30.000 € pro Haushalt realisieren, 5 davon sogar zu Kosten unterhalb von 20.000 € pro Haushalt.

Vergleichend sei hier zusätzlich auf Zahlen aus der Evaluation des Marktanzreizprogramms 2009 (Lanniß et al. 2010) verweisen. Die geförderten 1.207 Netze erreichen zusammen eine Länge von 802 km und bedienen 11.100 Abnehmer, was einer Netzlänge von ca. 72m pro Abnehmer entspricht. Die Gesamtsumme der Investitionen in diese Netze beträgt ca. 275 Mio. € oder ca. 24.800 € pro Abnehmer.

Da das zu erstellende Szenario einen Fall beschreibt, in dem durch politische Maßnahmen Wärmenetze stark gefördert werden, wird, um das (finanzielle) Marktpotenzial abzuschätzen, im Folgenden von hohen Anschlussgraden und damit niedrigeren Leitungslängen pro Haushalt von ca. 50 m ausgegangen, was zu Kosten in der Größenordnung von 18.000 € pro Haushalt führen dürfte. Mit Blick auf die für die Abnehmer entstehenden Kosten ist dieses Szenario möglicherweise zu günstig, mit Blick auf die zu erwartenden Marktvolumina führt es u.U. zu etwa zu niedrigen Zahlen.

Im Fall Steyerberg würden schon bei einem Anschluss von 100 Haushalten mehr (also 340 statt 240, vgl. Tabelle 1) die Leitungslängen unter 50 m pro Haushalt und die Kosten auf unter 18.000 € pro Haushalt fallen.

Konsolidiert man die o.a. Annahmen und schlägt noch eine Einzelfallbezogene Position „Sonstiges“ auf ergibt sich folgende Kostenaufteilung:

Tabelle 2: Kosten der Wärmenetze pro Haushalt nach Kostenarten

Kostenart in €	Kosten	Untersummen	Anteil
Übergabestation	1.500		8,33%
Montage	1.000		5,56%
Leitungsbau zum Haus	2.000		11,11%
Summe Hausanschluss		4.500	25,00%
Tiefbau	5.500		30,56%
Rohre	5.500		30,56%
Summe Leitungsnetz		11.000	61,11%
Summe Netztechnik (7%)	1.240	1.240	6,89%
Sonstiges (7%)	1.260	1.260	7,00%
Gesamtsumme		18.000	

3 Vollkosten aus Kundensicht

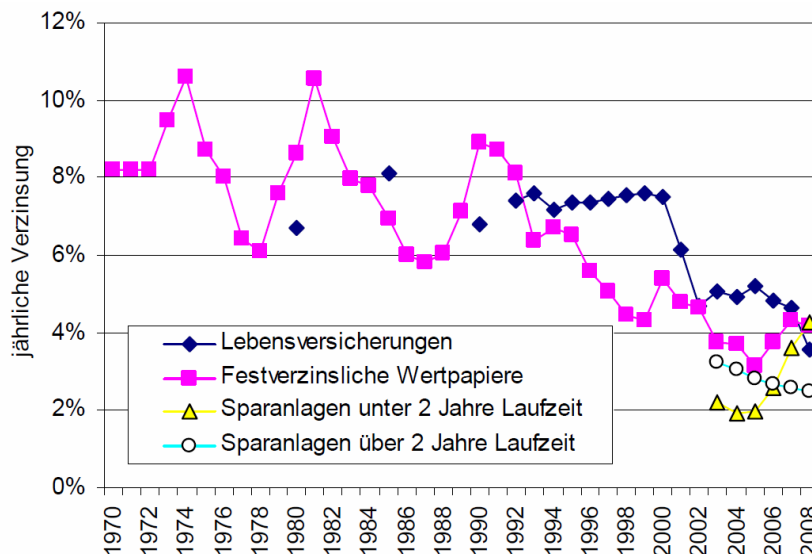
Aus Kundensicht ist weniger die errechnete Wirtschaftlichkeit von Interesse als die Frage, ob dem erheblichen Aufwand zur Umstellung auf ein Nahwärmenetz auch eine signifikante Energieeinsparung gegenübersteht (Weiß et al. 2011). Weiß et al. formulieren auf Basis einer Befragung von 1.008 Eigenheimbesitzern, die jeweils über 4.000 € in eine energetische Sanierung investiert hatten, wie folgt: „Das Verständnis von Wirtschaftlichkeit unterscheidet sich überdies zwischen denjenigen, die Eigenheime besitzen, und Expertinnen bzw. Experten deutlich. Die von Fachleuten häufig angewandten, vermeintlich exakten Wirtschaftlichkeitsberechnungen verfehlen teilweise ihre Wirkung. Es reicht meistens, wenn klar wird, dass es signifikante Einspareffekte gibt.“ Zu einer ähnlichen Konsequenz führt ein Ergebnis von Clausen und Fichter (2012). Bei der Analyse der Diffusion von Nachhaltigkeitsinnovationen konnte nachgewiesen werden, dass beim Verkauf an Institutionen wie z.B. Unternehmen die Wirtschaftlichkeit unabhängig von der Preisentwicklung eines Investitionsgutes die Diffusion deutlich fördert, beim Verkauf an Privatpersonen aber die sukzessive Preissenkung eine deutliche, die Diffusion fördernde Wirkung hat, die errechnete Wirtschaftlichkeit dagegen nicht. Wird also im Folgenden die Wirtschaftlichkeit der Investition in ein Nahwärmenetz abgeschätzt, so

ist dies nicht gleichbedeutend damit, dass das Ergebnis die Entscheidung aller Interessenten auch beeinflusst. Vielmehr ist die Wirtschaftlichkeitsrechnung als ein Instrument unter verschiedenen zu interpretieren, mit dem bestimmte Gruppen unter den Interessenten angesprochen werden können. Es soll an dieser Stelle aber deutlich erwähnt werden, dass auch neben der Kostensenkung andere Argumente die Bereitschaft zur Teilnahme an einem Wärmenetzprojekt fördern können. So weist die Diskussion rund um Bioenergievillagen immer wieder darauf hin, dass die Förderung der Dorfgemeinschaft ein wichtiges Argument darstellen kann (IZNE 2007, FNR 2008). Und auch das Mitmachen beim Klimaschutz ist als Argument wichtig (a.a.O.).

Um eine Vollkostenrechnung für Gas- und Ölheizung sowie Wärmenetzanschluss rechnen zu können, sind die Kosten für Anschaffung und Betrieb der Heizanlagen zu ermitteln. Darüber hinaus ist es wichtig, mit einem realistischen Satz für kalkulatorische Zinsen zu arbeiten.

Kalkulatorische Zinsen sind die Zinsen, die erzielt worden wären, wenn Kapital – statt es zu investieren – auf dem Kapitalmarkt angelegt worden wäre. Diese Zinsen spiegeln sich in den Ertragsdaten, die Börsch-Supan (2009) für verschiedene private Anlageformen dokumentiert.

Abbildung 7: Verzinsung privater Vermögensanlagen



Quelle: Börsch-Supan et al. 2009: 10

Zwischen 2008 und 2010 sind die Bankzinsen von Tagesgeld, Termingeld und Spareinlagen allesamt um etwa 1% gefallen, die Umlaufrenditen deutscher Staatsanleihen mit einer Restlaufzeit von 3 bis 4 Jahren sogar um 2,3% (GDV 2011: 105). Keiner der vom GDVB dokumentierten Zinssätze für private Anleger lag 2010 mehr über 3%. Höhere Renditen lassen sich nur noch im Aktienmarkt oder mit Risikokapital erzielen. Es scheint von daher angemessen, für Vergleichsrechnungen für private Investoren den kalkulatorischen Zinssatz mit 3% zu veranschlagen.

Letztlich ist aber zusätzlich ein zweiter Fall zu bedenken. Haushalte mit geringer Liquidität müssen u.U. zur Finanzierung der Genossenschaftseinlage oder der Anschlussgebühr einen Bankkredit aufnehmen. So bieten z.B. die Sparkassen Privatkredite, die keine Baukredite sind, z.Zt. zu einem Effektivzins zwischen 5 % und 6% an. Im Einzelfall mögen auch höhere Zinsen berechnet werden.

Die Anschaffungskosten (incl. Montage) eines Gas- oder Ölheizkessels werden in Anlehnung an IZNE (2004), DLR et al. (2009: 162) sowie Kahle (2012) auf 5.000 € veranschlagt. Für den Ölkessel ist darüber hinaus ein Öltank für ca. 1.500 € erforderlich (IZNE 2004).

Die Kosten für den Schornsteinfeger werden wiederum in Anlehnung an IZNE (2004) und Kahle (2012) auf 80 € jährlich für den Ölkessel und 50 € jährlich für die Gastherme, die für Wartung, Reparaturen und Pumpenstrom auf 160 € jährlich geschätzt.

Der Energieverbrauch zum Heizen eines Hauses mit einem Wärmebedarf von 20.000 kWh/a ist abhängig von den durchschnittlichen Wirkungsgraden der Heizsysteme. Diese werden unter Verweis auf DLR et al. (2009: 162) auf 96% für den Wärmenetzanschluss, auf 88% für die Gasheizung (mit Brennwerttechnik) und auf Basis von FFI (2011: 24) auf 76% für die Ölheizung (ohne Brennwerttechnik) ermittelt. Damit ergeben sich Wärme- bzw. Brennstoffbedarfe von 20.833 kWh aus dem Wärmenetz, 22.727 kWh für Erdgas und 23.530 kWh für Heizöl.

Der Heizwert wurde für Heizöl EL mit 9,8 kWh/l ermittelt. Erdgas und Wärme werden üblicher Weise direkt in kWh abgerechnet.

3.1 Kosten für Gas- und Ölheizungen

Errechnet man auf dieser Basis die (gegenwärtigen) jährlichen Kosten, so ergeben sich ca. 3.059 €/a für die Ölheizung und ca. 2.122 €/a für die Gasheizung.

Tabelle 3: Vollkosten Ölzentralheizung

Beispielrechnung: Vollkosten Ölzentralheizung			
1.	Heizkessel (20 kW, Regelung, Speicher, Montage)		
	Anschaffungskosten	Euro	5.000
	Nutzungsdauer	Jahre	20
	jährliche Abschreibung	€/a	250,00 €
2.	Öltank		
	Anschaffungskosten	Euro	1.500
	Nutzungsdauer	Jahre	30
	jährliche Abschreibung	€/a	50,00 €
3.	durchschnittlich gebundenes Kapital	Euro	3.750
	Kalkulationszinsatz		3,00%
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a	112,50 €
4.	Schornsteinfeger	€/a	70,00 €
5.	Wartung, Reparaturen, Pumpenstrom	€/a	160,00 €
	Summe jährliche Fixkosten	€/a	642,50 €
6.	Heizölverbrauch in Litern	Liter	2.685
	Bruttopreis	€/l	0,9
	Summe Heizölkosten	€/a	2.416,50 €
	jährliche Gesamtkosten	€/a	3.059,00 €

Quelle: in Anlehnung an IZNE 2004

Tabelle 4: Vollkosten Gaszentralheizung

Beispielrechnung: Vollkosten Gaszentralheizung				
1.	Kombitherme (20 kW, Regelung, Speicher, Montage)			
	Anschaffungskosten	Euro	5.000	
	Nutzungsdauer	Jahre	20	
	jährliche Abschreibung	€/a		250,00 €
2.	durchschnittlich gebundenes Kapital	Euro	3.000	
	Kalkulationszinsatz		3,00%	
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a		90,00 €
3.	Schornsteinfeger	€/a		50,00 €
4.	Wartung, Reparaturen, Pumpenstrom	€/a		160,00 €
	Summe jährliche Fixkosten	€/a		550,00 €
5.	Gasversorgungs-Grundpreis	€/a		150,00 €
6.	Gasverbrauch	kWh	22.727	
	Bruttopreis	€/l	0,0625	
	Gasverbrauchskosten	€/a		1.420,44 €
	Summe Gasversorgungskosten			1.570,44 €
	jährliche Gesamtkosten	€/a		2.120,44 €

Quelle: in Anlehnung an IZNE 2004

3.2 Kosten für Nahwärmeversorgung

Die Konditionen, zu denen Wärme abgenommen werden kann, variieren von Ort zu Ort. Während Orte wie z.B. Presberg bei einer monatlichen Grundgebühr von 12,61 € und einem Arbeitspreis von 11,2 Cent/kWh oder Oberrospehe eine monatliche Grundgebühr von 11,90 € und einen Arbeitspreis von 9,4 Cent/kWh berechnen, ist im Ort Düdinghausen das Kostenproblem durch komplette Umlage der Investitionskosten gelöst worden, so dass die Wärme nunmehr gratis abgegeben wird. Der Betreiber der Biogasanlage profitiert dennoch: vom Wärmenutzungsbonus.

Eine konsequente Kostensenkungsstrategie entwickelt die kleine schleswig-holsteinische Gemeinde Honigsee: „Dadurch dass jeder Vorstand und Aufsichtsrat im Rahmen seiner Fähigkeiten unterstützt hat, jedes Mitglied seinen Hausanschlussgraben in Eigenregie erstellt hat, Synergie-Effekte im Großen (Rohr-Gräben werden von Gemeinde zur Erneuerung der Straßenbeleuchtung mitgenutzt) und im Kleinen genutzt wurden (z.B. Grabennutzung für Drainage, Gartenumgestaltung), ein unschlagbar günstiger Wärmeeinkaufspreis von in Worten – Null Cent pro Kilowattstunde ausgehandelt worden war – die Vergütungsstruktur für Strom aus regenerativen Quellen umfasst einen attraktiven Kraft-Wärme-Kopplungs-Bonus für die Biogaserzeuger - und auf ein teureres indirektes Übergabesystem, ein Wärmezählerstandsübertragungssystem und eine fest installierte Redundanzheizung (vorerst) verzichtet wurde, konnte für einen attraktiven Preis von 3,8 Cent pro Kilowattstunde (Netto) abgenommene Wärme und eine monatliche Grundgebühr von 12,- Euro (Netto) wohlige Wärme in alle angeschlossenen Häuser transportiert und gleichzeitig der wirtschaftliche Betrieb des Wärmenetzes gewährleistet werden“ (Energieversorgung Honigsee 2012). Auch das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Raab 2011) stellt bei Alt-Biogasanlagen fest, dass die Wärme häufig verschenkt oder zu sehr günstigen Preisen abgegeben wird.

Die Gestaltung der Konditionen für die Wärmeabnahme aus Netzen folgt also offenbar unterschiedlichen Logiken.

Die DLR et al. (2009: 52) arbeitet hohe Abnahmepreise als Hemmnis für die weitere Verbreitung der Fernwärme heraus: „Die hohen Preise lassen sich durchsetzen, weil für die angeschlossenen Haushal-

te keine kurzfristig aktivierbaren Alternativen zur Verfügung stehen. An sich müssten den Preissteigerungen Grenzen gesetzt sein, weil die Verordnung über allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVB Fernwärme) Gleitklauseln vorsieht, die sich an den Preisindizes der üblichen Brennstoffe orientieren. Die Versorger müssen grundsätzlich die AVB Fernwärme anwenden, falls es nicht ausdrücklich im beiderseitigem Einvernehmen anderes festgelegt wird. Bei den Hochpreisbietern muss es sich um Unternehmen handeln, für die Neukundenwerbung kein Thema ist und die systematisch alle Spielräume zur Anhebung der Preise ausgeschöpft haben. Vor dem Hintergrund dieses Missstandes, der ja auch bisweilen von den Medien aufgegriffen wird, wiegt die Tatsache, dass sich ein Haushalt, der sich an die Fernwärme anschließt, in eine preisliche Abhängigkeit bringen wird, besonders schwer. Umso wichtiger ist es, für transparente Preisfestlegungen zu sorgen, die sich an den Preisen der Alternativen orientieren und auf eine Zufriedenheit des Kunden abgestellt sind.“

Die Kosten für die Versorgung durch ein Wärmenetz ergeben sich also nicht allein aus den Investitions- und Wärmegestehungskosten, sondern spiegeln auch die Preispolitik des Wärmenetzbetreibers sowie die Verfügbarkeit von Fördermitteln. So ergäbe z.B. für vom IZNE (2004) erdachte Preisgestaltung in unserem Vergleich eines Hauses mit 20.000 kWh/a Wärmebedarf und mit aktuellem Zinssatz jährliche Kosten von 2.250 €, ungefähr gleichauf mit der Gasheizung.

Tabelle 5: Vollkosten Nahwärmeversorgung

Beispielrechnung: Vollkosten Nahwärme (IZNE 2004, akualisiert)				
1.	einmalige Anschlussgebühr (brutto)	Euro	2.500	
	Kalkulationszinsatz		3,00%	
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a		75,00 €
2.	Demontage alte Anlage (brutto)	Euro	1.000	
	Kalkulationszinsatz		3,00%	
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a		30,00 €
3.	Warmwasserspeicher, Montage, Installation (brutto)	€	1.500	
	Nutzungsdauer	Jahre	25	
	jährliche Abschreibung	€/a		60,00 €
	durchschnittlich gebundenes Kapital	Euro	750	
	Kalkulationszinsatz		3,00%	
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a		22,50 €
4.	Jährlicher Grundbetrag (brutto)	€/a		500,00 €
	Summe jährliche Fixkosten	€/a		687,50 €
5.	Wärmebedarf in kWh	kWh	20.833	
	Bruttopreis	€/kWh	0,075	
	Summe Wärmeverbrauchskosten	€/a		1.562,48 €
	jährliche Gesamtkosten	€/a		2.249,98 €

Quelle: in Anlehnung an IZNE 2004

Die folgenden Tabellen haben das Ziel, am konkreten Beispiel die Auswirkungen verschiedener Preis- und Kostenmodelle aufzuzeigen. Sie wurden ausgehend von den genannten Quellen sowie insbesondere mit Blick auf die Machbarkeitsstudie für das Fernwärmenetz Steyerberg (FFI 2011) entwickelt. Die Tabellen stellen aber dennoch theoretische Modelle und keine praktischen Fälle dar.

Eingeflossen ist eine Randbedingung des Projektes Steyerberg, nämlich dass aufgrund der Nutzung industrieller Abwärme nur ein niedriger Preis für die Wärme vom Netzbetreiber gezahlt werden muss. In drei der vier Kostenszenarien wird daher auch nur ein sehr niedriger Abnahmepreis für die Endkunden zugrunde gelegt.

Geht man von durchschnittlichen Investitionskosten (s.o.) von anteilig 18.000 € für einen am Wärmenetz beteiligten Haushalt aus, der kombiniert durch eine hohe Genossenschaftseinlage von 10.000 € sowie über ein Kapitalmarktdarlehen von 4% Jahreszins finanziert wird, ergibt sich ein ganz anderes Kostengefüge. Hier geht zunächst der entgangene Zins für die hohe Genossenschaftseinlage ein.

Weiter muss der anteilige Kredit über 8.000 €, den die Genossenschaft aufnehmen muss, mit einem Jahreszins von 320 € und einer auf 25 Jahre ausgelegten Tilgung von ebenfalls 320 € mit dem jährlichen Grundbetrag wieder eingenommen werden, da die Zinszahlung auch möglich sein muss, wenn nach einem warmen Winter wenig Wärme verkauft wurde. Um auch einen Beitrag zu den ebenfalls fixen Posten Netzmanagement und Netzunterhaltung leisten zu können, wurde in der folgenden Rechnung der jährliche Grundbetrag entsprechend hoch angesetzt.

Nachdem so die hohen Fixkosten des Netzes getragen sind, kann der Wärmepreis niedrig mit hier beispielhaft netto 2 Cent/kWh angesetzt werden. Es ergibt sich ein hoch konkurrenzfähiger Gesamtpreis von 1.588 € pro Jahr. Eingeflossen in diese Kalkulation sind zudem die über die 10.000 € hinausgehenden, anteiligen Netzkosten von 8.000 €, für die ein Zinssatz von 4% angenommen wurde. Weiter wurde angenommen, dass der Kredit über 25 Jahre getilgt wird, woraus eine gleich bleibende Jahresrate von 506 € folgt. Zudem wurden 160 € netto Jahresgrundpreis eingerechnet, der (in allen durchgerechneten Varianten) der Deckung von Fixkosten der Betreibergesellschaft dient.

Tabelle 6: Vollkosten Nahwärmeversorgung: Preismodelle für Kunden hoher Liquidität

Beispielrechnung: Vollkosten Nahwärme (Hohe Liquidität 1)			
1.	Genossenschaftseinlage	Euro	10.000
	Kalkulationszinsatz		3,00%
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a	300,00 €
2.	Jährlicher Grundbetrag (Abzahlung von 8.000 € durch Jahresraten von 506 € über 25 Jahre)	€/a	666,00 €
	MwSt.	19%	126,54 €
	Summe jährliche Fixkosten / Grundbetrag	€/a	1.092,54 €
3	Wärmebedarf in kWh	kWh	20.833
	Nettopreis	€/kWh	0,02
	MwSt.	19%	0,0038 €
	Summe Wärmeverbrauchskosten	€/a	495,83 €
	Jährliche MwSt. gesamt	€/a	205,71 €
	jährliche Gesamtkosten	€/a	1.588,37 €

Beispielrechnung: Vollkosten Nahwärme (Hohe Liquidität2)			
1.	Genossenschaftseinlage	Euro	3.000
	Kalkulationszinsatz		3,00%
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a	90,00 €
2.	Anschlussgebühr	Euro	7.000
	MwSt.	19%	1.330
	Kalkulationszinsatz		3,00%
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a	249,90 €
2.	Jährlicher Grundbetrag (Abzahlung von 8.000 € durch Jahresraten von 506 € über 25 Jahre)	€/a	666,00 €
	MwSt.	19%	126,54 €
	Summe jährliche Fixkosten / Grundbetrag	€/a	1.132,44 €
3	Wärmebedarf in kWh	kWh	20.833
	Nettopreis	€/kWh	0,02
	MwSt.	19%	0,0038 €
	Summe Wärmeverbrauchskosten	€/a	495,83 €
	einmalige MwSt.	€/a	1.330,00 €
	Jährliche MwSt. gesamt	€/a	205,71 €
	jährliche Gesamtkosten	€/a	1.628,27 €

Als 2. Variante wurden die hohe Genossenschaftseinlage gesplittet: in 3.000 € Einlage und 7.000 € Anschlussgebühr. Das Ergebnis ist ähnlich, nur das jetzt einmalig noch 1.330 € Mehrwertsteuer auf die Anschlussgebühr fällig werden. Auch in dieser Variante ist ein sehr vorteilhafter Wärmepreis möglich.

Nicht jeder Wärmekunde aber kann solch hohe Einlagen leisten. Das folgende Beispiel rechnet daher den Fall eines Kunden mit deutlich niedrigerer Liquidität und insoweit höheren Zinskosten von 6% durch, einmal mit hoher Grundgebühr, einmal mit hohem Wärmepreis. Zum einen wird dieser Kunde

durch den teuren Kredit belastet, den er zur Finanzierung der deswegen niedrig angesetzten Genossenschaftseinlage aufnehmen muss. Zum anderen muss er in den ersten 25 Jahren die etwas höher angesetzten Kreditzinsen der Genossenschaft von 4% mit tragen und darüber hinaus die Tilgung über 25 Jahre leisten. Zins und Tilgung wurden jeweils mit dem Ziel gleich bleibender Raten errechnet. Durch diese Effekte steigen die Kosten um ca. 350 € jährlich an. Allein die höhere Mehrwertsteuer macht davon gut 95 € jährlich aus.

Tabelle 7: Vollkosten Nahwärmeversorgung: Preismodelle für Kunden niedriger Liquidität

Beispielrechnung: Vollkosten Nahwärme (Niedrige Liquidität 1)			
1.	Genossenschaftseinlage	Euro	3.000
	Kalkulationszinsatz		6,00%
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a	180,00 €
2.	Jährlicher Grundbetrag (Abzahlung von 15.000 € durch Jahresraten von 950 € über 25 Jahre)	€/a	1110
	MwSt.	19%	210,90 €
	Summe jährliche Fixkosten / Grundbetrag	€/a	1.500,90 €
3.	Wärmebedarf in kWh	kWh	20.833
	Nettopreis	€/kWh	0,02
	MwSt.	19%	0,0038 €
	Summe Wärmeverbrauchskosten	€/a	495,83 €
	Jährliche MwSt. gesamt	€/a	290,07 €
	jährliche Gesamtkosten	€/a	1.996,73 €

Beispielrechnung: Vollkosten Nahwärme (Niedrige Liquidität 2)			
1.	Genossenschaftseinlage	Euro	3.000
	Kalkulationszinsatz		6,00%
	jährliche kalkulatorische Zinsen	€/a	180,00 €
2.	Jährlicher Grundbetrag (Abzahlung von 5.400 € durch Jahresraten von 340 € über 25 Jahre)	€/a	500
	MwSt.	19%	95,00 €
	Summe jährliche Fixkosten / Grundbetrag	€/a	775,00 €
3.	Wärmebedarf in kWh	kWh	20.833
	Nettopreis (über 25 Jahre erhöht)	€/kWh	0,05
	MwSt.	19%	0,0095 €
	Summe Wärmeverbrauchskosten	€/a	1.239,56 €
	Jährliche MwSt. gesamt	€/a	292,91 €
	jährliche Gesamtkosten	€/a	2.014,56 €

Im zweiten Fall wurden die Belastungen der Genossenschaft durch Zins und Tilgung auf den Wärmepreis umgelegt, der in diesem Beispiel nicht 2 Cent/kWh netto beträgt, sondern 5 Cent/kWh. Auch hier können ausreichende Zahlungsflüsse generiert werden, es entsteht jedoch ein Risiko auf Seiten der Genossenschaft. Führt der zu diesen Konditionen kaufende Kunde eine Wärmesanierung durch, sinken die Einnahmen aus dem hier sehr teuer vereinbarten Wärmeverkauf, während aber die Genossenschaft den Kredit weiter bedienen muss.

In allen Beispielen wurden anteilige Kreditsummen auf eine Tilgungsdauer von 25 Jahren eingerechnet. Im Anschluss an diese 25 Jahren würden sich daher, wenn alle anderen Kosten gleich blieben, die Kosten wie folgt ändern:

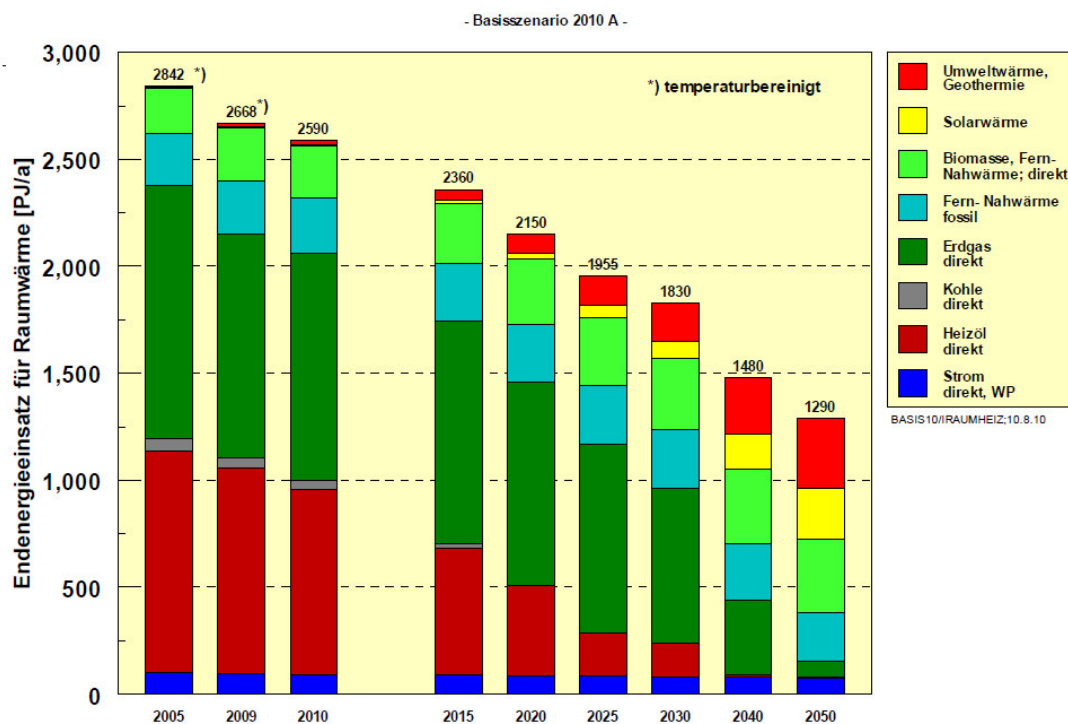
In den beiden Fällen mit hoher Liquidität bleiben die Belastungen aus dem kalkulatorischen Zinsatz der Einlage bzw. Anschlussgebühr erhalten, während Zins und Tilgung für die 8.000 € Kredit wegfallen. Die Gesamtkosten reduzieren sich auf ca. 1.000 €/a. In den beiden Fällen niedriger Liquidität ist der wesentlich höhere anteilige Kredit über 15.000 € dann abgezahlt und die jährlichen Gesamtkosten reduzieren sich auf ca. 870 €/a, wobei in Fall 2 fairer Weise auch der Wärmepreis zu diesem Zeitpunkt auf 2 Cent/kWh netto gesenkt wurde.

4 Marktpotenziale für Wärmenetze

4.1 Nationale Energieversorgungsszenarien

Nach dem Statistischen Bundesamt (2011) werden in Deutschland gegenwärtig knapp 4,8 Mil. Wohneinheiten mit Fernwärme versorgt, was etwa 13 % des Bestandes entspricht. Nach der Leitstudie des Bundesumweltministeriums zur Versorgung mit erneuerbaren Energien sollen Wärmenetze bis 2050 aber zur dominierenden Wärmeversorgung von Gebäuden werden (BMU 2010). Auch der Anteil der auf Basis fossilen Energieträger erzeugten Wärme, der über Netze verteilt werden soll, wird bei etwa 70% liegen (vgl. Abbildung 8, Anteil „Fern- und Nahwärme fossil“). Die Zahl der über Wärmenetze zu versorgenden Wohneinheiten wird dementsprechend bis 2050 auf ca. 70% steigen müssen, was bei Anschluss aller Mehrfamilienhäuser, der Hälfte der Doppelhäuser und eines Viertels der Einfamilienhäuser erreicht würde. Dennoch bedeutet dies in der Summe die Versorgung von knapp 8 Millionen Wohngebäuden über Wärmenetze. Wie dieser Ausbau letztlich vonstatten gehen soll bleibt aber auch nach der Lektüre des 200seitigen Berichtes von Fishedick et al. (2006) zu „Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze“ offen. Insbesondere offen bleibt die Frage des ökonomischen Modells, welches den Betrieb der Netze rentabel darstellt.

Abbildung 8: Endenergieeinsatz für Raumwärme im Basisszenario 2010 A einschließlich Stromeinsatz für Wärme



Quelle: BMU 2010: 61

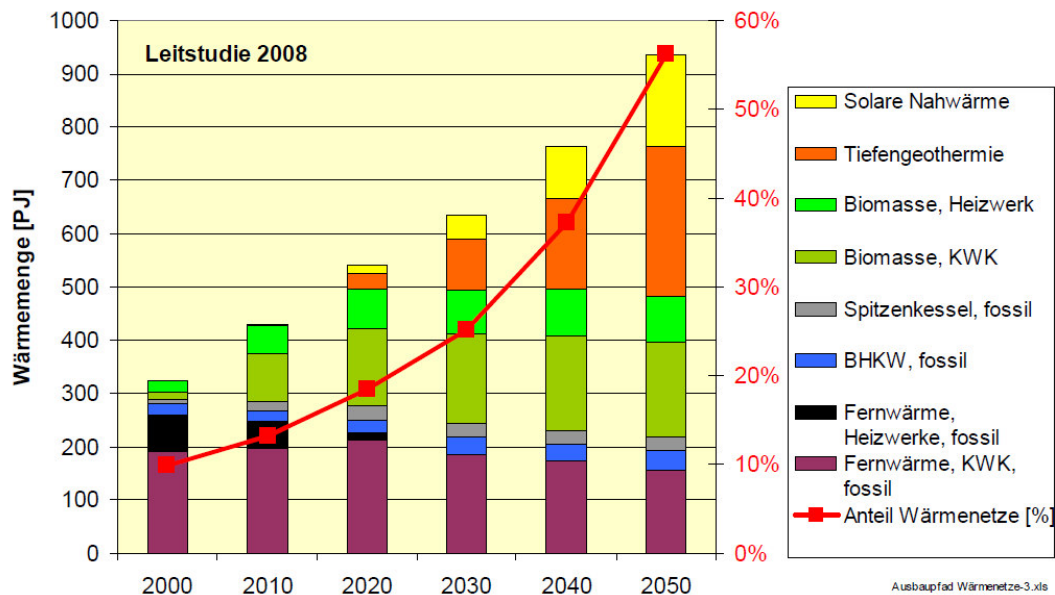
Es sei an dieser Stelle nicht unerwähnt, dass in den Szenarien zum Energiekonzept der Bundesregierung (Prognos et al. 2010: 34f) sogar von einer deutlichen Abnahme der Wärmelieferungen durch Fernwärmenetze ausgegangen wird. Wärmenetze werden in den Überlegungen dieser Szenarien überhaupt nicht erwähnt. Es bleibt dabei das Geheimnis der Autoren, wie 200 TWh/a KWK-Wärme (Prognos et al. 2010: 112) – davon 150 TWh aus CCS-Steinkohlekraftwerken - verteilt werden sollen, ohne dabei deutlich mehr Wärmenetze zu nutzen. Es läuft darauf hinaus, dass die Verteilung dieser Wärmemenge nur über Netze sichergestellt werden kann, die etwa 55 % des Gebäudebestandes versorgen. Letztlich liegen also die zunächst so verschieden erscheinenden Szenarien von BMU und Bundesregierung in ihrer Bedeutung für die Entwicklung von Wärmenetzen gar nicht so weit auseinander. Nach Prognos et al. (2010) wären bis 2050 etwa 55% des Raumwärmebedarfs über Wärmenetze zu decken, nach BMU (2010) etwa 68 %. In beiden Fällen wird also davon ausgegangen, dass die Wärmeversorgung zu mehr als der Hälfte über Wärmenetze erfolgen soll.

4.2 Abschätzung des Marktes ländlicher Wärmenetze bis 2030

Schon für das Jahr 2020 wünscht das BMU: „Ein Viertel des gesamten Strombedarfs wird nun durch KWK-Anlagen gedeckt. Rund die Hälfte der KWK-Wärme findet ganzjährig in der Industrie Verwendung. Die verbleibende Hälfte wird über Wärmenetze an ca. 10 - 15 Mio. Haushalte verteilt. Intelligente Regelungen, zentrale Wärmespeicher und die Ausnutzung von thermischen Trägheiten der Netze und der zu beheizenden Gebäude machten erhebliche Effizienzsteigerungen der Heizkraftwerke möglich (BMU 2009: 23). In 2020 sieht das BMU also bereits 2- bis 3-mal so viele Haushalte an Wärmenetze angeschlossen wie 2010.

Aber nicht nur die Technik wird sich ändern. Auch in den Köpfen tut sich was. Das BMU (2009: 23) führt weiter aus: „Völlig unabhängig von der Kostensituation hat sich ein neues, umweltbewusstes Selbstverständnis bei Investoren, Architekten, Haustechnikplanern und Bauherren gebildet. Anlagen zur Nutzung von Abwärme, wie beispielsweise bei KWK, oder zur Nutzung erneuerbarer Energien sind selbstverständlich. Das hohe Wärmedämmniveau stellt eine allgemein geschätzte Komfortsteigerung dar.“ Den Ausbaupfad der Wärmenetze sehen DLR et al. (2009) im Auftrag des BMU steil nach oben steigen und er erreicht im Zieljahr 2030 der hier geplanten Analyse 25%:

Abbildung 9: Ausbaupfad der Nah- und Fernwärme gemäß der Leitstudie 2007 des BMU (linke Achse) und Anteil der Wärmenetze am gesamten Wärmebedarf für Raumheizung und Warmwasser des jeweiligen Jahres (rechte Achse).



Quelle: DLR et al. 2009: 28

Aber wie lässt sich der Anteil ländlicher Regionen daran abschätzen? Für die Errechnung des Marktpotenzials ländlicher Wärmenetze muss mit den begrenzten Mitteln des Projektes auf Gebäudezahlen zurückgegriffen werden, die zumindest grob die unterschiedlichen Gebäudestrukturen ländlicher und städtischer Regionen reflektieren.

Hierzu wird auf Bestandszahlen des statistischen Bundesamtes zu Wohnungen zurückgegriffen (Destatis 2010). Diese Statistik unterscheidet Wohngebäude und Wohnungen in kreisfreien Städten sowie Landkreisen, die an dieser Stelle als „ländliche Regionen“ gesehen werden.

Tabelle 8: Wohngebäude und Wohnungen in kreisfreien Städten sowie Landkreisen zum 31.12.2009

	Wohngebäude mit 1 Wohnung	Wohngebäude mit 2 Wohnungen	Zahl Wohnungen darin	Wohngebäude mit 3 und mehr Wohnungen	Zahl Wohnungen darin
Kreisfreie Städte	1.811.486	539.174	1.078.348	1.328.486	10.738.022
Landkreise	9.557.863	3.049.123	6.098.246	1.743.143	10.106.503

Quelle: Destatis 2010: 13

Es ist festzustellen, dass sich ca. 79% der Gebäude mit ca. 65% der Wohnungen in Landkreisen befinden. Besonders der Anteil der Einfamilienhäuser ist dabei mit 83,5% sehr groß.

Die gegenwärtige Verbreitung von Wärmenetzen umfasst ca. 4,8 Millionen Wohnungen, die sich aller Voraussicht nach primär in kreisfreien großen Städten befinden und dort deutlich mehr Mehrfamilienhäuser als Einfamilien- und Doppelhäuser versorgen dürften.

Zieht man dies in Betracht und unterstellt man bis 2030 ein weiteres, wenngleich langsames Wachstum der Wärmenetze in Städten, dann kann das Ziel des BMU zur Versorgung von 25% des Bestandes in 2030 z.B. dann erreicht werden, wenn in den Landkreisen 12% der Einfamilien-, 15% der Doppelhäuser und 20% Mehrfamilienhäuser in 2030 über Wärmenetze versorgt werden. Die vergleichsweise kleinere Spreizung der Anschlussgrade von Ein- und Mehrfamilienhäuser in ländlichen Regionen begründet sich damit, dass große Gebiete mit homogener Bebauung in kleinen Städten seltener sind als in großen.

Tabelle 9: Szenario zur Versorgung von Wohngebäuden mit netzgebundener Wärme bis 2030

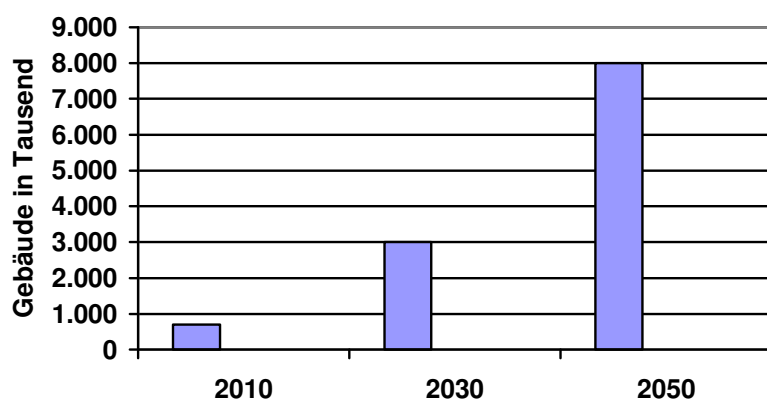
	Wohngebäude mit 1 Wohnung	Wohngebäude mit 2 Wohnungen	Zahl Wohnungen darin	Wohngebäude mit 3 und mehr Wohnungen	Zahl Wohnungen darin	Summe Wohnungen
Bestand 2010						
Kreisfreie Städte	1.811.486	539.174	1.078.348	1.328.486	10.738.022	13.627.856
Landkreise	9.557.863	3.049.123	6.098.246	1.743.143	10.106.503	25.762.612
Versorgte Gebäude 2010 ³	0	0	0	706.000	4.800.000	4.800.000
Anschlussgrad in % 2010	0%	0%	0%	23%	23%	
Anschlussgrad in % 2030						
Kreisfreie Städte	15,00%	20,00%	20,00%	50,00%	50,00%	
Landkreise	12,00%	15,00%	15,00%	20,00%	20,00%	
Wohnungen mit Fernwärme 2030						
Kreisfreie Städte	271.723	107.835	215.670	664.243	5.369.011	5.856.404
Landkreise	1.146.944	457.368	914.737	348.629	2.021.301	4.082.981
					Summe	9.939.385
					Anschlussgrad bundesweit	25,23%

Quelle: eigene

Es kann abgeleitet werden, dass in diesem Fall bis 2030 eine Zahl von ca. 1,4 Millionen Einfamilienhäusern, 560.000 Doppelhäuser und ca. 1 Million Mehrfamilienhäuser über Wärmenetze versorgt werden müsste. Gegenwärtig dürfte es sich bei der größten Zahl der über Fernwärme versorgten Gebäude, in denen sich die 4,8 Millionen statistisch erfassten Wohnungen mit Fernwärmeversorgung befinden, um Mehrfamilienhäuser handeln, deren Zahl sich daher auf ca. 700.000 abschätzen lässt. Zusammen würde dies daher eine bis 2030 zusätzliche versorgte Gebäudezahl von ca. 2,26 Millionen Gebäuden bedeuten. Bis 2050 müsste die Zahl auf ca. 8 Millionen ansteigen.

³ Es ist zwar bekannt, dass durch den Zubau kleiner Wärmenetze, u.a. im Umfeld ländlicher Biogasanlagen, in 2010 schon Ein- und Zweifamilienhäuser in Netze eingebunden waren. Jedoch dokumentiert der AGFW (2011) für seine Netze nur 325.000 Kundenanlagen. Setzt man diese Zahl ins Verhältnis zu 4,8 Millionen über Fernwärme versorgten Haushalten, so ergeben sich pro Kundenanlage 14,8 Haushalte, was deutlich auf eine dominierende Zahl von versorgten Wohngebäuden mit 3 und mehr Wohnungen hinweist. .

Abbildung 10: Zahl der mit Fernwärme versorgten Gebäude 2010 bis 2050



Würde zur Versorgung jedes der 2,3 Millionen Gebäude, die bis 2030 versorgt werden müssten, eine Summe von 18.000 € in Wärmenetze und Übergabestationen investiert und jeweils 40 m Netz verlegt, würde dies insgesamt bedeuten, dass bis 2030:

- eine Strecke von 92.000 km an Wärmenetzen primär in Landkreisen zu verlegen wäre sowie
- 41,4 Mrd. Euro dafür investiert werden müssten.

Insgesamt würde in diesem Szenario bundesweit ein Anschlussgrad an Wärmenetze in Höhe der vom BMU geplanten 25% der Wohnungen erreicht werden.

Bei einer durchschnittlichen Netzlänge von 7 km, wie sie bisher in ländlichen Netzen typisch ist, entspräche dies einer Zahl von knapp 13.000 Netzen zu je etwa 3 Millionen €.⁴

Jährlich müssten also allein im ländlichen Raum in den bis 2030 verbleibenden 18 Jahren gut 700 Netze für ca. 2,3 Mrd. € entstehen. Auf Basis der Abschätzung in Tabelle 2 können hieraus Marktvolumina für die Teilmärkte hochgerechnet werden.

⁴ Bei einer durchschnittlichen Zahl von nur 9,2 Abnehmern pro Netz, wie sie in 2009 beim MAP beantragt wurden (Langniß et al. 2010), ergäbe sich dagegen die hohe Zahl von ca. 250.000 sehr kleinen Netzen, von denen jedes nur wenig hundert Meter lang wäre.

Tabelle 10: Abschätzung des Marktvolumina der Einzelmärkte bis 2030

Kostenart in €	Kosten	Untersummen	Anteil	Wert hochgerechnet auf 2,3 Mrd. € Jahresvolumen in Mil. €
Übergabestation	1.500		8,33%	192
Montage	1.000		5,56%	128
Leitungsbau zum Haus	2.000		11,11%	256
Summe Hausanschluss		4.500	25,00%	
Tiefbau	5.500		30,56%	703
Rohre	5.500		30,56%	703
Summe Leitungsnetz		11.000	61,11%	
Summe Netztechnik (7%)	1.240	1.240	6,89%	158
Sonstiges (7%)	1.260	1.260	7,00%	160
Gesamtsumme		18.000		3180

Es ist anzumerken, dass mit den in diesem Szenario für 2030 erschlossenen 25% der Haushalte das vom BMU in 2009 (BMU 2009: 23) aufgestellte Ziel, schon in 2020 ganze 10 bis 15 Millionen Haushalte mit Wärmenetzen zu versorgen, nicht erreicht würde. Würde das Ziel, in 2020 schon 10 Millionen Haushalte zu versorgen, ernst genommen, so müsste die oben errechnete Zahl von Netzen nicht in 18, sondern in 8 Jahren errichtet werden. Dies ergäbe ein Ziel von linear 1.625 Netzen jährlich und ein Umsatzvolumen von ca. 5,2 Mrd. € jährlich. Dadurch würden sie die o.a. Marktvolumina nochmals verdoppeln.

Schon heute leistet die Wärmenetzförderung durch das Marktanreizprogramm hierzu einen Beitrag. So dokumentieren Langniß et al. (2010) für 2009 bereits ca. 1.200 Förderanträge für Nahwärmenetze, die zusammen ca. 1 TWh/a Endenergie bereitstellen. Auf Basis des gesamten Raumwärmebedarfs von 720 TWh in 2010 (vgl. BMU 2010: 61) sowie der Gesamtzahl von Wohneinheiten von ca. 40 Mio. lässt sich abschätzen, dass diese Netze etwa 55.000 Wohneinheiten versorgen dürften. Über ca. 20 Jahre würde diese Dynamik zu ca. 1 Mio. angeschlossener Wohneinheiten führen und so ca. 20% des oben genannten Zwischenziels von 5 Mio. zusätzlichen WE (oder einem Anschlussgrad von ca. 25%) in 2030 erreichen helfen.

Alle bis hierher aufgeführten Abschätzungen werden allerdings durch eine neu in die Debatte getragene Zahl in Frage gestellt. Die Abschätzungen gehen davon aus, dass der Kern der deutschen Wärmenetze in etwa 2.500 durch AGFW Mitglieder betriebenen Netzen mit einer Gesamtlänge von knapp 20.000 km und ca. 325.000 Kundenanlagen und ca. 4,8 Mio. versorgen Wohneinheiten besteht, die jährlich mit ca. 100 TWh Wärme beliefert werden. Dabei repräsentieren die 4,8 Mio. Wohneinheiten ca. 1/8 des Bestandes, die 100 TWh ca. 1/7 des Raumwärmebedarfs. Dies ist etwas inkonsistent, da in Mehrfamilienhäusern eigentlich ein unter dem Durchschnitt liegender Verbrauch zu erwarten wäre.

Eine Befragung der Rohrleitungshersteller lässt dagegen auf Basis von Verkaufsmengen aus den vergangenen Jahren auf eine vorhandene Netzlänge von 100.000 km schließen (Euroheat & Power 2011: 158), von denen 82.000 km durch die Zahlen der AGFW nicht erklärt wären. Da Euroheat & Power diese Zahlen nicht interpretiert, führen sie zumindest zu Unsicherheiten:

- Entweder die Zahl der versorgten Wohnungen ist ca. fünfmal so hoch, wie oben abgeschätzt und läge heute schon bei 25 Millionen Wohneinheiten. Dann wäre es zumindest verwunderlich, wenn dieser Sachverhalt der Statistik bisher verborgen geblieben wäre.
- Mit Blick auf den Markt von ca. 700.000 Wärmeerzeugern (Schulte 2008), der sich ja dann auf die ca. 15 Mio. verbleibenden Wohneinheiten bezöge, könnte auch darauf geschlossen werden, dass ca. 5% der Wärmeerzeuger jährlich erneuert würden, was mit den Daten über das Alter dieser Wärmeerzeuger nicht konsistent ist (vgl. Clausen et al. 2012: 14).
- Oder aber, es werden mit diesen zusätzlichen Kilometern vergleichsweise kleine Wärmemengen pro m verteilt und somit weniger Wohneinheiten erschlossen. Wird eine Netzlänge von 50m pro Wohneinheit etwas oberhalb der obigen Kalkulationen angesetzt, dann würden diese Netze nur ca. 1,6 Mio. Wohneinheiten versorgen. Bezogen auf den das oben definierte Ziel von 2,3 Mio. zu erschließender Gebäude mit ca. 4 bis 5 Millionen zusätzlicher Wohneinheiten wäre dies aber eine relevante Menge.

5 Marktpotenziale in Abhängigkeit von Wärmequellen

Die Fragestellung des Forschungsprojektes „Möglichkeiten und Grenzen von Nahwärmenetzen in ländlich strukturierten Gebieten unter Einbeziehung regenerativer Wärmequellen“ umfasst mit gutem Grund die Einbeziehung regenerativer Wärmequellen. Auch die Szenarien des BMU (2010) sowie das Energiekonzept der Bundesregierung (BMWi und BMU 2010) messen der regenerativen Wärmeversorgung eine hohe Bedeutung zu.

Wärmenetze ermöglichen die Verteilung und Nutzung von Wärme aus Wärmequellen, die nicht dezentral in Einzelhäusern genutzt werden können. Zu den Wärmequellen, die nur mit Netzen genutzt werden können, gehören beispielhaft:

- Abwärme aus industriellen Quellen oder Rechenzentren,
- Wärme aus der Verbrennung von Waldrestholz, dessen Verbrennung in kleinen Öfen nicht erlaubt ist,
- Wärme aus tiefen geothermischen Bohrungen, deren Leistung für die Versorgung vieler Gebäude ausreicht,
- Wärme aus Solarkollektorfeldern,
- Wärme aus mittlerer und großer KWK.

Zur Erzielung eines hohen, regenerativen Versorgungsgrades sind also Wärmenetze eine notwendige Infrastruktur. Und die ausgeführten Wärmequellen erschließen über den Pfad der Biomasse und des Biogases hinaus wesentliche zusätzliche Potenziale.

Insoweit soll abschließend auf zwei kritische Sachverhalte hingewiesen werden:

1. Die Förderung von Wärmenetzen durch das KWKG in seiner bisher gültigen Form⁵ kann letztendlich nur auf Wärmenetze hinauslaufen, die entweder mit der Energiequelle Biogas oder aber auf Basis fossiler Energiequellen betrieben werden, da als Wärmequelle im Regelfall ein gasgetriebenes BHKW zum Einsatz kommt.
2. Die Förderung des MAP auf Basis des EEWärmeG führt ebenfalls nicht zu höheren Zahlen von Netzen zur Verteilung von solarer oder geothermischer Wärme. Vielmehr dokumentieren Langniß et al (2010 und 2011) für 47% (in 2009) und 59% (in 2010) der Netze, für die die entsprechende Information zu Brennstoffen vorlag, den Brennstoff Holz und für weitere 47% (in 2009) und 32% (in 2010) den Brennstoff Biogas. Nur in 6% (beide Jahre) der Fälle werden „sonstige“ Brennstoffe dokumentiert, wobei sowohl die Verwendung des Wortes „Brennstoff“ wie auch die Subsumption der wichtigsten regenerativen Low-Exergy-Wärmequellen unter „sonstige“ ein kritisches Licht auf die Untersuchung wirft. Letztlich wurden in 2009 aus dem MAP ganze 6 tiefengeothermischen Anlagen (mit einem durchschnittlichen Investitionswert von ca. 6,2 Mio. €) und 105 eher mittelgroße Solarkollektoranlagen mit einem durchschnittlichen Investitionswert von knapp 80.000 € gefördert.

Es ist daher daran zu erinnern, dass ein wesentliches Ziel der Energiewende im Wärmekontext darin besteht, die zusätzlichen Wärmequellen Tiefengeothermie und Solar zu erschließen, die ohne Netze

⁵ Eine Aktualisierung des KWKG steht an, die die Nutzung von industrieller und anderer Abwärme der Nutzung von Abwärme aus KWK gleichstellt.

nicht nutzbar wären. Zur Erreichung dieses Zieles wird es u.U. wenig beitragen, wenn an Standorten ohne solche Potenziale zusätzliche Wärmenetze gebaut würden. Genau solche Netze werden aber in großer Zahl entstehen, wenn ohne die Bindung an die Nutzung bestimmter Primärenergien die Förderung des Netzbaus erfolgt. Das für die Erschließung von solarer und geothermischer Wärme notwendige, oben skizzierte Neubaupotenzial wird daher trotz des faktisch auf Biogas und Holz fokussierten Förderprogramms in ähnlicher Höhe fortbestehen.

Deutlich wird an diesem Punkt auch, dass ein projektübergreifender, raumplanerischer Ansatz benötigt wird, um die Potenziale an regenerativer Wärme oder Abwärme und die verschiedenen Formen der Nutzung zu einem lokal sinnvollen Gesamtsystem zu vernetzen. Diese Raumplanung sollte neben Daten zu Gebäuden und Raumwärmebedarfen auch Daten zu tiefengeothermischen Potenzialen, Flächen für Solarkollektorfelder und Langzeitwärmespeicher, Abwärmequellen aller Art, die Lage vorhandener Wärmenetze sowie – als pragmatische Erweiterung - Daten zur Verfügbarkeit von Kühlwasser aus Flüssen, Uferfiltrat oder Aquiferen enthalten, so dass auch Kühllösungen auf dieser Basis besser geplant werden können.

Diese Sachverhalte wie auch die Zahl von Euroheat & Power lassen einen eindeutigen Schluss zu: Es besteht deutlicher Forschungsbedarf dazu, wie denn die Gebäude in Deutschland wirklich beheizt werden, welche Netze wo vorhanden sind und wie Abwärme oder regenerative Wärmequellen „eingepplant“ werden können.

6 Literaturverzeichnis

- AGFW (2000): Strategien und Technologien einer pluralistischen Fern- und Nahwärmeversorgung in einem liberalisierten Energiemarkt unter besonderer Berücksichtigung der Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbarer Energien- Kurzfassung der Studie. Frankfurt a M.
- AGFW (2008): Der AGFW im Spiegel der Zeit. Eine Chronik zur effizienten und sicheren Gestaltung unserer Energiezukunft. Frankfurt am Main. Online unter www.agfw.de vom 11.5.2012.
- AGFW (2011): Hauptbericht 2010. Frankfurt am Main. Online unter www.agfw.de vom 12.1.2012.
- Börsch-Supan, Axel; Gasche, Martin; Ziegelmeyer, Michael (2009): Auswirkungen der Finanzkrise auf die private Altersvorsorge. Paper 193 des Mannheim Research Institute for the Economics of Aging. Online unter www.mea.uni-mannheim.de vom 30.4.2012.
- Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA 2011): Bericht 2010 / 2011. Außenwirtschaft, Wirtschaftsförderung, Energiewirtschaft, Klimaschutz. Eschborn.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU 2004): Nitsch, J. u.a.: Ökologisch optimierter Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien in Deutschland. Forschungsvorhaben FKZ 901 41 803 für das BMU. DLR Stuttgart, WI Wuppertal, IFEU Heidelberg, 2004.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU 2008): Nitsch, J. u.a.: „Leitstudie 2008“ Weiterentwicklung der „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ vor dem Hintergrund der aktuellen Klimaschutzziele Deutschlands und Europas. Stuttgart.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU 2009): Neues denken, neue Energie. Roadmap Energiepolitik 2020. Berlin. Online unter www.bmu.de vom 28.4.2012.
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU 2010): Nitsch, J. u.a.: „Leitstudie 2010“ Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Stuttgart.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMWi, BMU 2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. 28. September 2010. Online unter www.bmwi.de vom 3.2.2012.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi 2012): Energiedaten. Ausgewählte Grafiken Stand: 25.01.2012. Online unter www.bmwi.de vom 15.5.2012.
- Clausen, Holger (2005): Identifying Economic Viable District Heating Potentials - A Study on Bavaria, Germany. Universität Stuttgart. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung.
- Clausen, Jens; Fichter, Klaus (2012): Diffusionspfade von Nachhaltigkeitsinnovationen. Im Erscheinen.
- Clausen, Jens; Winter, Wiebke; Kettemann, Cora (2012): Akzeptanz von Nahwärmenetzen. Bericht zu AP 7 im Rahmen des Projektes „Möglichkeiten und Grenzen von Nahwärmenetzen in ländlich strukturierten Gebieten unter Einbeziehung regenerativer Wärmequellen“. Hannover. Online unter www.borderstep.de,
- Defila, Rico; Di Giulio, Antonietta; Kaufmann-Hayoz, Ruth (Hrsg) (2011): Wesen und Wege nachhaltigen Konsums. Ergebnisse aus dem Themenschwerpunkt „Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum“. Band 13 Ergebnisse sozial-ökologischer Forschung. München: oekom

- Degenhart, Heinrich (2010): Die Finanzierung von Biomasse-Nahwärmegenossenschaften. Ein Überblick. Arbeitspapierreihe Wirtschaft & recht. Leuphana Universität Lüneburg. Online unter www.leuphana.de vom 26.4.2012.
- Destatis (2010): Bauen und Wohnen. Bestand an Wohnungen. Fachserie 5 Reihe 3. Wiesbaden. Online unter www.destatis.de vom 26.4.2012.
- DIN EN 253 (2011): Fernwärmerohre - Werkmäßig gedämmte Verbundmantelrohrsysteme für direkt erdverlegte Fernwärmenetze - Verbund-Rohrsystem, bestehend aus Stahl-Mediumrohr, Polyurethan-Wärmedämmung und Außenmantel aus Polyethylen; Deutsche Fassung EN 253:2009/prA1:2011.
- DLR, FHW, Ökoinstitut, IZES (2009): Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zu möglichen Ausgestaltungsvarianten eines Wärmegesetzes. Endbericht. Online unter www.dlr.de vom 27.4.2012.
- DLR, Fraunhofer IWES, IfnE (BMU 2010): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global - Leitstudie 2010. Stuttgart, Kassel, Teltow.
- Energieversorgung Honigsee (2012): Bio-WärmeEnergie vor Ort. Homepage. Online unter www.energieversorgung-honigsee.de vom 28.4.2012.
- Euroheat & Power (2011): District Heating and Cooling Country by Country. 2011 Survey.
- FFI (2010): Persönliches Gespräch mit Matthias Kahle, Fernwärmeforschungsinstitut am 24.2.2010.
- FFI (2011): Machbarkeitsstudie für ein Fernwärmenetz in Steyerberg im Auftrag der Gemeinde Steyerberg. Hannover.
- Fichter, Klaus; Clausen, Jens; Eimertenbrink, Maik (2009): Energieeffiziente Rechenzentren – Best-Practice-Beispiele aus Europa, USA und Asien. Broschüre herausgegeben vom Bundesumweltministerium, 2. Auflage, Berlin. Online unter www.bmu.de.
- Fischedick, Manfred et al. (2006): Anforderungen an Nah- und Fernwärmenetze sowie Strategien für Marktakteure in Hinblick auf die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2020. Wuppertal.
- Fischedick, Manfred et al. (2007): Potenziale von Nah- und Fernwärmenetzen für den Klimaschutz bis zum Jahr 2020. UBA-Schriftenreihe Climate Change 17/07. Berlin.
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR 2008): Wege zum Bioenergiedorf. Leitfaden. Online unter www.fnr.de vom 2.5.2012.
- Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV 2011): Statistisches Taschenbuch der Versicherungswirtschaft 2011. Berlin. Online unter www.gdv.de vom 30.4.2012.
- Gleich, A. von; Brand, U.; Stührmann, S.; Gößling-Reisemann, S.; Lutz-Kunisch, B. (2010): Leitbildorientierte Technologie- und Systemgestaltung. In: Fichter, K.; Gleich, A. von; Pfriem, R.; Siebenhüner, B. (Hrsg.): Theoretische Grundlagen für Klimaanpassungsstrategien. Bremen, Oldenburg (nord-west2050-Berichte).
- Groß, B, Tänzler, G. (2010): Industrielle Abwärme - Eine Potentialstudie für Deutschland; ISBN Nr. 978-3-00-032913-5.
- Hintemann, Ralph; Fichter, Klaus; Stobbe, Lutz (2010): Materialbestand der Rechenzentren in Deutschland. Eine Bestandsaufnahme zur Ermittlung von Ressourcen- und Energieeinsatz. UBA texte 55/2010. Dessau.
- Howaldt, Jürgen; Jacobsen, Heike (Hrsg.) (2010) Soziale Innovation. Auf dem Weg zu einem postindustriellen Innovationsparadigma.

- IFEU, Fraunhofer ISI, prognos et al. (IFEU 2011): Endbericht Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative. Heidelberg, Karlsruhe, Berlin, Osnabrück, Freiburg Oktober 2011.
- Interdisziplinäres Zentrum für nachhaltige Entwicklung der Universität Göttingen, Projektgruppe Bioenergiedörfer (IZNE 2004): Wirtschaftlichkeit für Wärmekunden. Online unter www.wege-zum-bioenergiedorf.de vom 30.4.2012.
- Interdisziplinäres Zentrum für nachhaltige Entwicklung der Universität Göttingen, Projektgruppe Bioenergiedörfer (IZNE 2007): Bioenergiedörfer - Dörfer mit Zukunft. Online unter www.bioenergiedorf.info vom 2.5.2012.
- KEF, FH-Hannover, FFI (2008): Machbarkeitsstudie. Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes in Heitlingen - Osterwald o.E. Hannover.
- Kahle, Matthias (2012): Heizkostentool zur Abschätzung von Versorgungskosten in Wärmenetzen. Unveröffentlicht. Hannover.
- König, Clemens von (2011): Das Wärmenetz im Bioenergiedorf Beuchte. Veredelung von Biomasse von Grenzertragsstandorten durch Wärmevertrieb. In: forum.new power 3/2011 (05. Jg.) S. 32-35.
- Kuhn, Thomas S. The Structure of Scientific Revolutions (dt. Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Chicago 1962, 2. erw. Ausg. 1970.
- Lagniñ, Ole et al. (2010): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011. Zwischenbericht Dezember 2010. Online unter www.fichtner.de vom 15.6.2012.
- Lagniñ, Ole et al. (2011): Evaluierung des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien: Ergebnisse der Förderung für das Jahr 2010. Auszug aus dem Gutachten. Online unter www.erneuerbare-energien.de vom 20.6.2012.
- Manderfeld, Markus (2008): Forschungsvorhaben Fernwärme in der Fläche. Abschlussbericht. Dinslaken.
- Manderfeld, Markus (2008a): Handbuch zur Entscheidungsunterstützung – Fernwärme in der Fläche. Dinslaken.
- Marz, Lutz; Dierkes, Meinolf (1994) Leitbildprägung und Leitbildgestaltung. In: Bechmann, G.; Petermann, T. (Hrsg.) Interdisziplinäre Technikforschung – Genese , Folgen, Diskurs. Frankfurt am Main: 35-71.
- Nast, Michael (2009): Ergebnisse im Bereich Bioenergie aus der Evaluation des Marktanreizprogramms (MAP). Vortrag auf dem 17. C.A.R.M.E.N-Symposium Konjunkturmotor Nachwachsende Rohstoffe Straubing 6.7.2009.
- Ökoinstitut (2009): BHKW-Umfrage 2009. Online unter www.bkwk.de vom 6.4.2010.
- Ökoinstitut (2010): Markt für Blockheizkraftwerke. Absatz 2009 und aktuelle Entwicklung. Online unter www.bkwk.de vom 4.11.2011.
- Pehnt, Martin; Bödecker, Jan et al. (2010): Die Nutzung industrieller Abwärme – technische-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung. Bericht im Rahmen des Vorhabens „Wissenschaftliche Begleitforschung zu übergreifenden technischen, ökologischen, ökonomischen und strategischen Aspekten des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative“. Karlsruhe und Heidelberg. Online unter www.ifeu.de vom 11.1.2012.
- Prognos, EWI, gws (Prognos et al. 2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studienprojekt Nr. 12/10 im Auftrag des BMWi, Köln Basel Osnabrück.

- Raab, Konrad (2011): 100 Bioenergiedörfer bis 2020 – wie geht das? Vortrag des Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg. Referat Erneuerbare Energien. Online unter www.bioenergieregion-suedschwarzwald.de vom 28.4.2012.
- Renn, Ortwin (2005) Technikakzeptanz: Lehren und Rückschlüsse der Akzeptanzforschung für die Bewältigung des technischen Wandels . In: TATup Heft 3 / 2005 der ITAS-Zeitschrift „Technikfolgenabschätzung – Theorie und Praxis“ (TATuP) mit dem Schwerpunkt „Akzeptanzforschung“ erschienen [07.12.2005], 29-38
- Sächsische Energieagentur (2012): Abwärmeatlas Sachsen. Homepage. Online unter www.abwaermeatlas.sachsen.de vom 29.2.2012.
- Scharpf, Fritz W. (2000) Interaktionsformen Akteurzentrierter Institutionalismus in der Politikforschung. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften
- Schulte, Heinrich-Hermann (2008): Die Entwicklung neuer Technologien im Wärmemarkt. Online unter www.ipb.fraunhofer.de vom 15.6.2012.
- Solar District Heating (2010): Denmark faces a significant Upswing of Large-Scale Solar District Heating Plants. Online www.solar-district-heating.eu vom 2.12.2010.
- Solar District Heating (2011): European Market Study. Online www.solar-district-heating.eu vom 4.11.2011.
- Statistisches Bundesamt (2011): Bewohnte Wohneinheiten in Wohngebäuden nach überwiegender Beheizungs- und Energieart 2006. Online unter www.destatis.de vom 2.11.2011.
- swb-Gruppe (2012): Produkte. swb Wärme Basis. Online unter www.swb-gruppe.de vom 28.3.2012.
- van den Dobbelsteen, Andy; Broersma, Sebe; Stremke, Sven (2011) Energy Potential Mapping for Energy-Producing Neighborhoods. In: SUSB Vol.2 No.2 Jun.2011 S. 170 – 176.
- VDI (2011): VDI 2067 Blatt 10: Energiebedarf von Gebäuden für Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten. Düsseldorf.
- Weiß, Julika; Steiß, Immanuel; Zundel, Stefan (2011): Motive und Hemmnisse für die energetische Sanierung von Eigenheimen. In: Defila, Rico; Di Giulio, Antonietta; Kaufmann-Hayoz, Ruth (Hrsg. 2011): Wesen und Wege des nachhaltigen Konsums. Oekom. München. S. 181 – 196.
- Wolff, Dieter; Jagnow, Kati (2011): Untersuchung von Nah- und Fernwärmenetzen. Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung. Online unter www.delta-q.de vom 29.2.2012.

Quellen zu Detailinformationen zu den in Tabelle 1 genannten Wärmenetzen (Zugriffe zwischen 26.4.2012 und 11.5.2012):

Beuchte: von König 2011,

Breuberg Rai Breitenbach: www.bioenergiedorf-odenwald.de,

Burgjoss: www.bioenergiedorf-burgjoss.de,

Flecken Steyerberg: FFi 2011

Grüsselbach: www.wege-zum-bioenergiedorf.de/index.php?id=2117&GID=0&OID=1118&KID=24&firma=11,

Gunzenau: www.fuldaerzeitung.de/nachrichten/kinzigtal/Kinzigtal-Bioenergiedorf-Gunzenau-uebernimmt-Anlagen-und-Gebaeude;art40,363468,

Heitlingen: KEF, FH-Hannover, FFI 2008

Honigsee: www.energieversorgung-honigsee.de,

Jühnde: www.bioenergiesiedorf.de,

Lieberhausen:

www.neuegenossenschaften.de/gruendungen/umwelt_energie_wasser/Lieberhausen.html,

Marktobersdorf: www.fernwaerme-marktoberdorf.de,

Oberrospe: www.bioenergiesiedorf-oberrospe.de,

Presberg: <http://bioenergiesiedorf-presberg.de>,

Reiffenhausen: www.bioenergiesiedorf-reiffenhausen.de,

Rheinberg: Manderfeld 2008,

St. Peter: www.frs.w.de/stpeter-bioenergiesiedorf.htm,

Tangeln: www.wege-zum-bioenergiesiedorf.de/index.php?id=2117&GID=0&OID=998&KID=24&firma=40,

Wolbrandshausen-Krebeck: www.biowk.de,