

Die zukünftige Entwicklung von Nahwärmenetzen in ländlich strukturierten Gebieten

Bericht zu AP 6 B 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 und Wiebke Winter

Hannover, Januar 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	Ausgangssituation	3
2	Ziel und Methode	4
3	Statusanalyse	4
3.1	Wärmeangebot	4
3.1.1	Abwärme aus BHKW und andere Abwärmequellen in Heitlingen	4
3.1.2	Abwärme aus BHKW und andere Wärmequellen in Steyerberg	5
3.1.3	Solarthermie	5
3.1.4	Geothermie	7
4	Wärmenachfrage	8
4.1	Wärmebedarfe	8
4.2	Kältebedarfe	8
4.3	Klimatisierungsbedarfe	8
5	Trends	9
5.1	Trends Wärmebedarf Haushalte	9
5.1.1	Entwicklung der Temperaturen und Temperaturkentage	9
5.1.2	Demographie und Einwohnerzahlen	11
5.1.3	Wohnfläche	12
5.1.4	Sanierung, Sanierungsquote und zukünftiger Heizwärmebedarf	13
5.2	Trends Klimatisierung Haushalte und Kältebedarf Milchkühlung	16
5.2.1	Stromkosten	16
5.2.2	Kälteverbrauch im Klimatisierungsfall	19
5.2.3	Kosten AKM	19
6	Szenarien	20
6.1	Szenario Heitlingen	20
6.2	Szenario Steyerberg	21
6.3	Bewertung der Szenarien	22
7	Literatur	24

1 Ausgangssituation

Den effektivsten Weg der Erzeugung von Wärme und elektrischer Energie aus festen, flüssigen oder gasförmigen Brennstoffen stellt die gekoppelte Erzeugung dar, wenn Wärme und Elektrizität ganzjährig auf hohem Niveau genutzt werden. Dies kann sowohl in zentralen, semizentralen als auch in dezentralen Systemen geschehen, wobei immer eine effiziente Wärmenutzung wichtig ist.

Bei der zentralen Kraft-Wärme-Kopplung wird die Wärme vorwiegend aus einer Dampfturbinenanlage zu Lasten der Stromerzeugung ausgekoppelt. In dezentralen und semizentralen Anlagen, z. B. in einem Motor, einer Stirlingmaschine oder einer Gasturbine, wird die Wärme aus der Abwärme der Stromerzeugung ohne Beeinflussung der Stromproduktion gewonnen. Auf der elektrischen Seite sind die einzelnen Erzeugungsanlagen im Normalfall über das europäische Verbundnetz miteinander verbunden, über das ein Lastausgleich erfolgt. Wärmenetze dagegen sind noch selten und finden sich überwiegend im urbanen Bereich. Bei Nahwärmenetzen wird die Wärme zudem meist nur von einer Stelle aus eingespeist.

In ländlich strukturierten Gebieten steht oftmals Biomasse als Primärenergie für die Kraft-Wärme-Kopplungsanlage zur Verfügung. Im sich gegenwärtig abzeichnenden Energieversorgungssystem der Zukunft werden zudem neben der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) weitere Quellen von Niedertemperaturwärme eine erhebliche Bedeutung haben. Die Nutzung von Solarkollektoren führt zu erheblichen Mengen sommerlicher Überschusswärme und auch die geothermischen Wärmemengen machen eine möglichst effiziente Nutzung mit Wärmenetzen wichtig. Eine vom UBA in Auftrag gegebene Studie schätzt, dass 2050 etwa 2/3 des Wärmebedarfs in Netzen verteilt wird (Fischedick, 2002). Kurz- wie mittelfristig wird dabei die Wärmeeinspeisung aus KWK die Wärmeerzeugung dominieren.

In Forschungsprojekt „Möglichkeiten und Grenzen von Nahwärmenetzen“ soll untersucht werden, wie es regelungstechnisch und hydraulisch möglich ist, mehrere konventionelle und regenerative Wärmequellen technisch und wirtschaftlich erfolgreich miteinander zu vernetzen. Zum Verständnis der regelungstechnischen und hydraulischen Eigenschaften eines Nahwärmenetzes ist dabei die Betrachtung des Gesamtsystems von der Erzeugung über den Transport bis zur Nutzung unter Einbeziehung von Langzeitspeichern notwendig. Auf der Erzeugerseite werden auf Grund der schon vorhandenen Marktdurchdringung zunächst Blockheizkraftwerke (BHKW) und Heizkessel mit unterschiedlichen regenerativen und fossilen Energieträgern untersucht. Auf der Nutzerseite werden neben Heiz- und Prozesswärme auch die Erzeugung von Klimatisierungs- und Prozesskälte (z. B. durch Absorptionskältemaschinen) einbezogen.

Für zwei Modellregionen erfolgt durch das Borderstep Institut die Bestimmung der regionalen und technisch-ökonomischen Ausbaupotenziale von KWK, industrieller, gewerblicher und privater Wärmerückgewinnung, Solarthermie und Geothermie. Für die Modellregionen werden die Wärme-, Kälte- und Klimatisierungsbedarfe für industrielle, gewerbliche und private Gebäude abgeschätzt. Auf dieser Basis erfolgen die Entwicklung von Marktszenarien und die Abschätzung von Marktpotenzialen für nationale Märkte.

Zur Vorbereitung dieser Arbeiten bietet die vorliegende Studie einen Überblick über die Technologien im Umfeld von ländlichen Nahwärmenetzen aus ökonomischer Sicht.

2 Ziel und Methode

Für zwei Modellregionen, unter ihnen das Versuchsgebiet Heitlingen, erfolgt die Bestimmung des Status und der regionalen und technisch-ökonomischen Ausbaupotenziale von KWK, industrieller, gewerblicher und privater Wärmerückgewinnung, Solarthermie und Geothermie (Kapitel 3).

Für die Modellregionen werden die Wärme-, Kälte- und Klimatisierungsbedarfe für industrielle, gewerbliche, öffentliche und private Gebäude sowie deren zukünftige Entwicklung (Zeitraumen 2030) abgeschätzt. Zunächst ist hierzu die gegenwärtige Nachfrage nach Wärme und Kälte zu erheben (Kapitel 4). Weiter werden die wesentlichen Faktoren, die die Entwicklung beeinflussen, identifiziert und Informationen zu den Entwicklungstrends dieser Faktoren zusammengestellt (Kapitel 5).

In Form von Szenarien wird dann die zukünftige Entwicklung der Wärme-, Kälte- und Klimatisierungsbedarfe für industrielle, gewerbliche und private Gebäude abgeschätzt (Kapitel 6.1 zu Heitlingen und 6.2 zu Steyerberg). Abschließend erfolgt die Bewertung der Szenarien (Kapitel 6.3).

3 Statusanalyse

3.1 Wärmeangebot

3.1.1 Abwärme aus BHKW und andere Abwärmequellen in Heitlingen

Das Wärmeangebot in Heitlingen besteht zur Zeit aus einer Biogasanlage mit ca. 500 kW_{el}, deren Abwärme jedoch einerseits durch den Eigenbedarf der Anlage selbst und andererseits durch die Wärmeversorgung von ca. 30 Haushalten komplett genutzt wird.

Für das geplante Nahwärmenetz stehen daher in zwei Varianten zur Verfügung (KEF, FHH und FFI, 2008):

Variante A: 1 BHKW mit 100 kW und 1 BHKW mit 500 kW

Variante C: 1 BHKW mit 789 kW

Darüber hinaus überlegt mindestens ein Einfamilienhausbesitzer, ob er sich ein Kleinst-BHKW installiert und so ebenfalls als Wärmelieferant in das geplante Nahwärmenetz einspeisen soll.

Mittelfristig ist ergänzend die Errichtung einer zweiten Biogasanlage geplant, über deren Technologie aber noch nicht entschieden ist.

Genauso ist als weitere Wärmequelle ein Saisonspeicher in Planung, über dessen Technologie ebenfalls noch keine Klarheit besteht.

Zusätzliche Quellen industrieller, gewerblicher oder privater Wärme sind nicht bekannt.

3.1.2 Abwärme aus BHKW und andere Wärmequellen in Steyerberg

Das FFI (2011: 8f) führt wie folgt aus: „Die Oxynova kann dauerhaft 2.000 kW Wärmeleistung und für begrenzte Zeiträume 3.000 kW Wärmeleistung bei einer Auslegung des Netzes für 80°C im Vorlauf und 50°C im Rücklauf zur Verfügung stellen. Zur Mittellastabdeckung kann das BHKW des Lebensgarten e.V. mit einer thermischen Leistung von 45 kW eingebunden werden. Die Spitzenlastabdeckung soll über die vorhandenen Kessel der Waldschule (Holzhackschnitzelkessel 283 kW, Erdgaskessel 630 kW) sowie Speicher abgedeckt werden.

Es wird angestrebt, die Vorlauftemperatur an den Einspeisestellen auf 90°C zu erhöhen, bei gleichzeitiger Reduzierung der Rücklauftemperatur auf deutlich unter 50°C. Durch die erhöhten Vorlauftemperaturen soll die Einbindung von Kälteanlagen, die mit Wärme angetrieben werden, ermöglicht werden.“

3.1.3 Solarthermie

Der Bestand an Solarwärmeanlagen in Heitlingen, soweit dieser im Rahmen der Machbarkeitsstudie in 2008 erfasst wurde, lag bei 0 (KEF, FHH und FFI, 2008).

In Deutschland insgesamt waren schon zu Beginn der 1990er Jahre ca. 300.000 m² installiert (DLR et al., 2011). Ende 2010 war der Bestand auf 1,5 Mio. Anlagen mit einer Kollektorfläche von 14 Mio. m² angewachsen (BSW-Solar, 2011). Damit waren 8 % des Gebäudebestandes mit einer Solarwärmeanlage ausgerüstet. Während zunächst Solarthermieanlagen zur Warmwasserbereitung dominierten, werden heute zunehmend Kombianlagen zur Bereitstellung von Warmwasser und zur Heizungsunterstützung installiert (DLR et al., 2011).

Das Basisszenario A der BMU EE-Leitstudie 2010 (DLR et al., 2011) geht davon aus, dass die Wärmebereitstellung durch Einzelanlagen und solargestützte Nahwärme sich in den nächsten Jahren wie folgt entwickelt:

Abbildung 1: Wärmebereitstellung durch Solarkollektoren im Basisszenario 2010 A

in TWh/a	2008	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Solarkollektoren	4,1	4,8	5,1	10,5	19,5	31,7	43,9	70,6	95,3
- Einzelanlagen	4,0	4,7	4,9	9,2	15,8	23,5	31,2	43,1	50,3
- Nahwärme	0,1	0,1	0,2	1,3	3,7	8,2	12,7	27,5	45,0

Quelle: DLR et al. 2011: 62

Der Zubau dürfte sich, der bisherigen Tendenz folgend, auf Kombianlagen konzentrieren¹. Aber auch der Bau großer solarthermischer Nahwärmanlagen mit saisonalem Speicher wird erwartet (DLR et al., 2011). Weiter rechnet die Leitstudie in den nächsten 10 bis 15 Jahren noch mit deutlichen Effizienzsteigerungen und Kostenreduktionen (DLR et al., 2011).

Vor diesem Hintergrund ist die Prognose der Entwicklung der Solarthermie in Heitlingen schwierig. Einerseits ist keine einzige Anlage vorhanden, andererseits wächst nach der Prognose der DLR et al. (2011) allein der Ertrag von Einzelanlagen im Bundesmittel zwischen 2010 und 2030 um den Faktor 6, was bei einem Leistungszuwachs von einem Faktor 2 pro Anlage (das ist in etwa der Sprung von den heute dominierenden Warmwasseranlagen zu den heizungsunterstützenden Anlagen) immer noch bedeuten würde, dass in 2030 nicht nur 8 %, sondern 24 % aller Einfamilienhäuser mit solarthermischen Anlagen ausgerüstet sein könnten. Hinzu kommt eine erwartete, nicht unwesentliche Entwicklung solarer Nahwärmesysteme, deren Bestand aber auch bundesweit bisher nur bei wenigen Einzelanlagen liegt.

Nun ist in Gebieten mit Nahwärmenetzen, die im Eigentum der Wärmenutzer stehen, eigentlich nicht davon auszugehen, dass die Anzahl der Solaranlagen zunimmt, da die niedrigen Wärmepreise thermische Solaranlagen zum einen unwirtschaftlich machen und zum anderen die Erträge aus dem Wärmenetz geschmälert würden. Im Szenario Heitlingen soll hier dennoch eine Variante „Solar“ erarbeitet werden, Diese Variante sollte davon ausgehen, dass auch in Heitlingen zwischen 2012 und 2030 der Bestand an Solarwärmanlagen auf das vorhergesagte Bundesmittel von 24 % des Gebäudebestandes an Einzel- und Doppelhäusern steigt. Mit Blick auf die Grundgesamtheit von voraussichtlich 96 in das Nahwärmesystem eingebundenen Gebäuden wäre also davon auszugehen, dass in 23 Gebäuden eine solarthermische Anlage installiert würde.

Dies Potenzial würde im Frühjahr, Sommer und Herbst die Wärmeabnahme der Wärmekunden absenken und in der Sommerzeit eine zusätzliche Wärmemenge bereitstellen, die in einen ggf. zu vergrößernden Langzeitspeicher eingespeist werden könnte. Letztlich dürfte eine Variante „Solar“ nur sinnvoll sein, wenn die Auswirkung auf Wärmeverbrauch und Speichertechnologie konsequent durchgerechnet wird.

In einer minimalen Version fließt zunächst in das Szenario Heitlingen als Variante ein, dass bis 2030 jährlich je 1 Haus mit einer solaren Kombianlagen ausgestattet wird, die den Wärmebedarf über das Jahr um 20 % senkt. Da hierbei nicht festgelegt wird, welches Haus mit Solarthermie ausgestattet wird, wird für jedes ausgestattet Haus pauschal 20 % des Durchschnittsverbrauchs von ca. 25.000 kWh/a, also 5.000 kWh/a als Wärmebeitrag der Solarthermieanlage veranschlagt (Clausen, 2010).

Im Flecken Steyerberg sind im Bestand derjenigen Wohngebäude, die in das Fernwärmenetz angeschlossen werden sollen, 18 solarthermische Anlagen vorhanden. Darüber sind in der Gruppe der

¹ Dies kann allerdings mit folgender Begründung angezweifelt werden: Mit steigendem Wärmedämmstandard verkürzt sich die Heizzeit immer weiter und wird somit in den Zeitraum mit der geringsten Sonneneinstrahlung verschoben wird. Für die Heizwärmebereitstellung in solchen Gebäuden müssten dann jeweils aufwändige saisonale Speicher installiert werden. Letztlich sinken die Marktchancen solarthermischer Anlagen mit dem Anteil derjenigen Gebäude, die schon renoviert sind.

„anderen Gebäude“ auf einem ehemaligen Stall sowie auf einem Wohn- und Gewerbegebäude ebenfalls solarthermische Anlagen vorhanden. Diese Anlagen decken anteilig den Wärmebedarf der jeweiligen Gebäude, speisen jedoch keine Wärme in das Wärmenetz ein.

In einer minimalen Version fließt zunächst in das Szenario Steyerberg als Variante ein, dass bis 2030 jährlich zusätzlich zum Bestand von 18 Häusern je 2 Häuser mit einer solaren Kombianlagen ausgestattet werden, die den Wärmebedarf über das Jahr um 20 % senken. Da hierbei nicht festgelegt wird, welches Haus mit Solarthermie ausgestattet wird, wird für jedes ausgestattet Haus pauschal 20 % des Durchschnittsverbrauchs von ca. 25.000 kWh/a, also 5.000 kWh/a als Wärmebeitrag der Solarthermieanlage veranschlagt (Clausen, 2010). Die 18 schon vorhandenen Anlagen werden dabei bei der Berechnung der Änderung des Wärmebedarfs nicht mitgerechnet, da sie ja bei der Ermittlung des Ausgabsbedarfs 2010 schon vorhanden waren.

3.1.4 Geothermie

Auch die Wärmenutzung durch Geothermie ist aus Heitlingen bisher nicht bekannt.

Umweltwärme und Geothermie werden bundesweit zzt. im Wesentlichen durch eine wachsende Zahl von Wärmepumpensystemen zur Wärmeversorgung genutzt. Für die kommenden Jahrzehnte ist das BMU aber hinsichtlich des Versorgungsbeitrags der aus tiefer Geothermie gespeisten Nahwärmeversorgung optimistisch (BMU 2010), fast 20 % des Endenergieverbrauchs für Wärme schrieb das BMU noch 2010 der Geothermie zu. Die DLR et al. (2011: 32) rechnet aber „trotz zunehmender Anlagenzahl ... nicht mit einer deutlichen Abnahme der spezifischen Investitionskosten in den nächsten Jahrzehnten ..., da für die Kosten der Bohrung, die die gesamten Investitionskosten dominieren, kein deutlicher Rückgang erwartet werden kann.“

Das Basisszenario A der BMU EE-Leitstudie 2010 (DLR et al., 2011) geht davon aus, dass die Wärmebereitstellung durch Geothermie sich in den nächsten Jahren wie folgt entwickelt:

Abbildung 2: Wärmebereitstellung durch Geothermie im Basisszenario 2010 A

in TWh/a	2008	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2040	2050
Umweltwärme, Geothermie	4,6	5,0	6,3	14,7	26,0	40,5	55,0	78,9	101,7
- Einzelanlagen (WP)	4,4	4,7	5,8	11,8	18,0	24,1	30,3	35,9	43,0
- Nahwärmeanlagen	0,2	0,3	0,5	2,9	8,0	16,4	24,7	43,0	58,7

Quelle: DLR et al. 2011: 62

Im Szenario scheint es wenig sinnvoll, die Geothermie als Wärmequelle zum gegenwärtigen Zeitpunkt zu berücksichtigen. Mit Blick auf die relativ hohen Bohrkosten einerseits und die Tatsache, dass es in Heitlingen aufgrund der geringen Neubauaktivität einen hohen Bestand an Bauten mit alten Heizsystemen gibt, die eine hohe Vorlauftemperatur erfordern, scheint hier wenig dafür zu sprechen, dass sich die Nutzung von Geothermie rasch ausbreitet. Zudem würde durch die Nahwärmeversorgung mit Biogas-BHKW ein technologischer Pfad eingeschlagen, der mit der dezentralen

Gewinnung von Wärme mittels Wärmepumpen wie auch mit einem geothermischen Nahwärmenetz wenig kompatibel scheint. Auch in Steyerberg ist mit der Oxynova zunächst eine dauerhafte Hauptwärmequelle vorhanden, so dass auch hier die geothermische Wärmegewinnung in größerem Maßstab nicht geplant ist. Im angeschlossenen Wohngebäudebestand ist eine Wärmepumpenanlage als Heizwärmequelle bekannt.

4 Wärmenachfrage

4.1 Wärmebedarfe

Der Wärmebedarf ist für Heitlingen in der Machbarkeitsstudie (KEF, FH-Hannover und FFI, 2008) erfasst und in einer durch das FFI erstellten Tabelle zusammengestellt. In den 96 in das Nahwärmenetz zurzeit einzubindenden Objekte beträgt der bezüglich Wirkungsgrad des Heizungssystems und Wetter bereinigte Jahreswärmebedarf für Heizung und Warmwasser knapp 2,4 MWh/a.

Der Wärmebedarf ist für Steyerberg in der Machbarkeitsstudie (FFI, 2011) erfasst und in einer durch das FFI erstellten Tabelle zusammengestellt. In den 208 in das Nahwärmenetz in Steyerberg zur Zeit einzubindenden Wohnhäusern und 27 anderen Gebäuden beträgt der bezüglich Wirkungsgrad des Heizungssystems und Wetter bereinigte Jahreswärmebedarf für Heizung und Warmwasser knapp 7,8 MWh/a.

4.2 Kältebedarfe

Kältebedarfe für gewerbliche Zwecke sind nur dahingehend bekannt, dass auf einem Hof mit ca. 120 Milchkühen eine Milchkühlanlage betrieben wird (bzw. werden dürfte).

In Steyerberg sind geplante Kältenutzungen zurzeit nicht bekannt.

4.3 Klimatisierungsbedarfe

Über Klimatisierungsbedarfe in Heitlingen oder Steyerberg ist nichts bekannt. Einzelne strombetriebene Klimageräte für die sommerliche Raumlüftkühlung dürften jedoch vorhanden sein.

Der Ausstattungsgrad mit Klimageräten in privaten Haushalten in Deutschland lag 2004 noch bei ca. 1,4 % (Fraunhofer ISI, 2004: 70).

Hofer (2005) schätzt für die Schweiz, dass der Ausstattungsgrad der Wohnungen/Haushalte mit Klimageräten von 2005 unter 1 % bis 2035 auf 50 % steigt. Hofers Schätzung einer starken Steigerung beruht dabei auch auf einem Vergleich mit Japan und den USA. Fraunhofer ISI (2004: 88) blickt dabei auch nach Übersee: „In den USA liegt die air-conditioner (AC)-Penetration bei 85 %, in Japan bei 65 %. Während in USA zentrale Anlagen auch im Wohnungsbau stark vertreten sind (80 % aller neuen Wohnungen verfügen über zentrale Klimaanlage), dominieren in Japan dezentrale Zimmergeräte (zur Hälfte können diese auch Heizen). Auch in der übrigen Welt sind in überwiegender Mehrheit dezentrale Anlagen in Wohngebäuden in Betrieb.“

5 Trends

5.1 Trends Wärmebedarf Haushalte

Um den zukünftigen Wärmebedarf der Haushalte abschätzen zu können ist es nötig, eine Reihe von Entwicklungen zu berücksichtigen:

- Die zukünftig zu erwartende Sanierungsquote und den nach der Sanierung noch zu erwartenden Heizwärmebedarf.
- Den Klimawandel und den Trend der Temperaturen, da er sich direkt auf den Heizwärmeverbrauch auswirkt.
- Den demographischen Wandel, da ein Steigen oder Fallen der Einwohnerzahl, aber auch ein höherer Anteil älterer Bewohner, die Bedarf an Wohnfläche und Heizwärme verändern.
- Die Wohnfläche pro Person, da eine größere Fläche den Heizwärmeverbrauch erhöht.

Als Varianten sollen mitbetrachtet werden:

- Die zukünftig zu erwartende Anwendung von wärmegetriebenen Klimatisierungsanlagen.
- Die zukünftig zu erwartende Nutzung der Solarthermie.

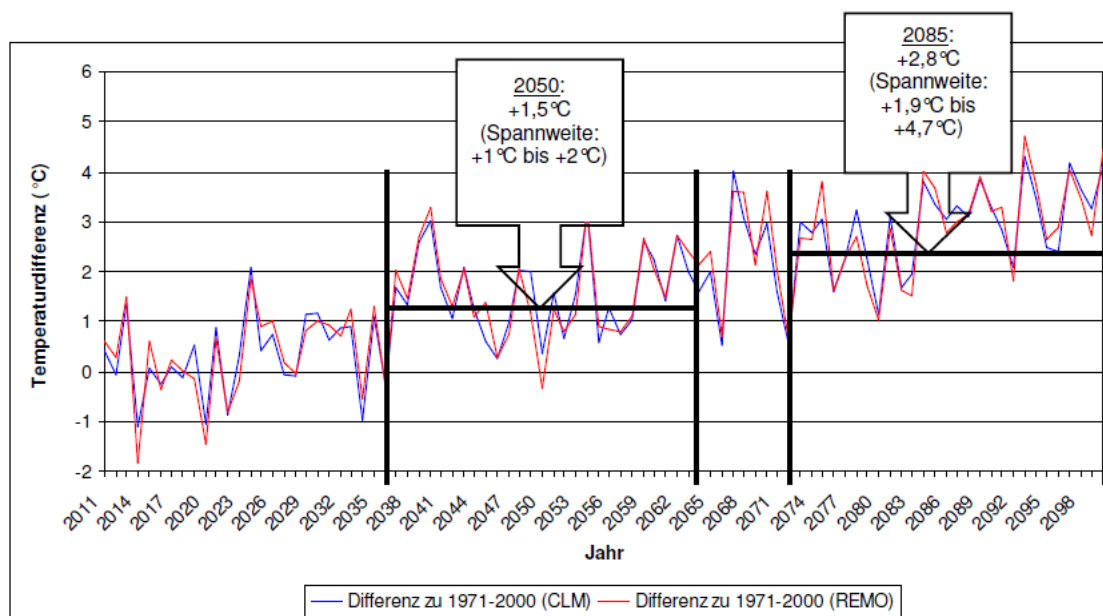
Diese Trends werden im Folgenden einzeln betrachtet und die konkret in Heitlingen und Steyerberg zu erwartenden Veränderungen mit Blick auf die vorliegende Literatur abgeschätzt.

5.1.1 Entwicklung der Temperaturen und Temperaturkenntage

Aufbauend auf den Szenarien des IPCC und unter Nutzung verschiedener Modelle gibt es vielfältige Prognosen der zukünftigen Klimaveränderung. Die Modellierung erfolgt in allen Studien mit den Modellen CLM, REMO und Wettreg, die bei Schuchardt et al. 2010a dargestellt werden. Die Zahl der Studien wird allerdings deutlich kleiner, wenn sich das Erkenntnisinteresse auf eine eingegrenzte Region bezieht. Da beide Modellregionen im Nordwesten Hannovers zwischen Hannover und Nienburg liegen, fokussieren wir hier auf die für dies Gebiet vorliegenden Szenarien von Schuchardt et al. (2010b), Krause (2008) sowie Sauer (2009).

Zunächst finden sich Daten bei Schuchardt et al (2010b), die die zu erwartenden Temperaturdifferenzen zur Referenzperiode 1971 bis 2000 in der Metropolregion Bremen-Oldenburg darstellen.

Abbildung 3: Temperaturdifferenzen der durchschnittlichen Jahresmittel aus den Regionalmodellen CLM und REMO im Vergleich mit der Referenzperiode 1971-2000



Quelle: Schuchardt et al 2010b: 25

Aufbauend auf diesen Modellen errechnen Schuchardt et al. Prognosen für die Zahl bestimmter Temperaturkenntage:

- Sommertage: Tage, an denen die maximale Lufttemperatur mindestens einmal am Tag über 25°C steigt ($T_{max} \geq 25^\circ\text{C}$);
- tropische Nächte, Tropennacht: Tage, an denen die minimale Lufttemperatur nicht unter 20°C sinkt ($T_{min} \geq 20^\circ\text{C}$);
- Frosttage: Tage, an denen die minimale Lufttemperatur unter 0°C sinkt ($T_{min} \leq 0^\circ\text{C}$);
- Eistage: Tage, an denen die maximale Lufttemperatur nicht über 0°C steigt ($T_{max} \leq 0^\circ\text{C}$).

Die Zahl dieser Tage geben sie für Nienburg an der Weser wie folgt an:

Abbildung 4: Entwicklung der Zahl der Temperaturkenntage

	Referenz	Szenario 2050		Szenario 2085	
	ist	erwartet	Spanne	erwartet	Spanne
Sommertage	33	42	35 bis 43	51	38 bis 76
tropische Nächte	0,5	2	1-2	4	2 bis 18
Frosttage	66	40	33 bis 56	28	27 bis 54

Eistage	14	9	0 bis 11	1	0 bis 9
---------	----	---	----------	---	---------

Quelle: Schuchardt et al 2010b

Die Arbeit von Krause (2008) nennt hinsichtlich der Sommer- und Forsttage ähnliche Zahlen. Die Zahl der tropischen Nächte wird noch niedriger eingeschätzt (nur 0,8 in der Periode 20171 bis 2100) und die Zahl der Eistage etwas höher (noch 5,1 in der Periode 20171 bis 2100).

Die Arbeit von Sauer (2009) bestätigt die Zahl der Frost- und Eistage, erwartet aber Ende des Jahrhunderts etwa 10 tropische Nächte und auch eine etwas höhere Zahl von Sommertagen. Sauer (2009) errechnet mit dem Klimamodell CLM auch die zu erwartenden Gradtagszahlen. Ausgehend von einem Ist-Wert von der GTZ20/15 von 3.900 K-Tage/a im Zeitraum 1961 bis 1990 erwartet Sie für den Zeitraum 2021 bis 2050 eine GTZ20/15 von 3.650 K-Tage/a und für den Zeitraum 2071 bis 2100 eine GTZ20/15 von 3.000 K-Tage/a. Sauer (2009: 31) erwartet bis Ende des Jahrhunderts eine Abnahme der Zahl der Heiztage um etwa 17 %.

In der Szenarientwicklung gehen wir für beide Ortschaften von einer Abnahme der Gradtagszahl von gegenwärtig 3.900 K-Tage/a auf 3.800 K-Tage/a in 2020 und 3.700 K-Tage/a in 2030 aus.

Weiter werden der Szenarientwicklung folgende Entwicklungen der Temperaturkenntage zu Grunde gelegt:

Abbildung 5: Entwicklung der Zahl der Temperaturkenntage für die Szenarientwicklung

	Referenz	2020	2030
Sommertage	33	35	37
tropische Nächte	0,5	0,8	1,1
Frosttage	66	61	55
Eistage	14	12	10

Quelle: eigene

Die Veränderung der Temperaturkenntage fließt jedoch nur insoweit in die Szenarien ein, als durch die steigende Zahl von Sommertagen und tropischen Nächten von einer langsamen Verbreitung von wärmegetriebenen Klimageräten ausgegangen wird.

5.1.2 Demographie und Einwohnerzahlen

Das Statistische Bundesamt (2006) geht im bundesweiten Mittel von einem Absinken der Bevölkerung um 0,8 % bis 2,2 % im Zeitraum von 2010 bis 2020 und von einem Absinken der Bevölkerung um 3,2 % bis 5,7 % im Zeitraum von 2010 bis 2030 aus. In derselben Studie erwartet man einen Anstieg der Zahl der über 65-jährigen von 16,8 Millionen in 2010 auf 18,6 Millionen in 2020 und 22,2 Millionen in 2030, was einem Anstieg um 10,7 % bis 2020 und 32,1 % bis 2030 entspricht. Der Anteil der über 65-jährigen würde so von 20,5 % in 2010 über 23 % in 2020 auf 28,5 % in 2030 steigen.

Blickt man nach Niedersachsen und dort speziell in den Landkreis Region Hannover, so dokumentieren Kröhnert et al. (2005: 31) für den Zeitraum von 1991 bis 2001 noch einen Zunahme der Wohnbevölkerung um ca. 6,5 %. Für den Zeitraum bis 2020 sagen sie dagegen ein minimales Absinken der Bevölkerung um ca. 0,5 % voraus. Für den Landkreis Nienburg (Flecken Steyerberg) sieht es ganz ähnlich aus.) Wurde im Zeitraum von 1991 bis 2001 noch eine Zunahme der Wohnbevölkerung um ca. 7,5 % errechnet, so sagen Kröhnert et al. für den Zeitraum bis 2020 ein minimales Zunehmen der Bevölkerung um ca. 0,5 % voraus. Für alle Regionen sehen Krönert et al. auch eine Zunahme der Zahl der über 60-jährigen.

Die Bertelsmann Stiftung (2008) rechnet die Stadt Garbsen, zu der die Gemeinde Heitlingen gehört, den ländlichen Gemeinden zu, die bis 2020 einen Bevölkerungsrückgang von über 3 % zu verzeichnen haben werden. Für den Flecken Steyerberg geht Bertelsmann dagegen von einer bis 2020 stagnierenden Bevölkerung aus.

Die Enquete Kommission „Demographischer Wandel“ des niedersächsischen Landtags (2007) erwartet bis 2020 in der Region Hannover eine um 0,5 % und im Landkreis Nienburg eine zwischen 0 und 5 % schrumpfende Bevölkerung. Weiter geht der Bericht der Enquete Kommission davon aus, dass die Zahl der unter 20-jährigen bis 2020 in der Region Hannover (-9,6 %) weniger stark abnimmt als im Landkreis Nienburg (-21,2 %), wo wiederum die Zahl der über 60-jährigen entsprechend stärker um 5,5 % gegenüber 0,5 % in der Region Hannover zunimmt.

Der Szenarienentwicklung wird für Heitlingen eine bis 2020 um 3 % und bis 2030 um 6 % schrumpfende Wohnbevölkerung zugrunde gelegt. Dabei wird weiter angenommen, dass der Anteil der über 65-jährigen gemäß dem Bundestrend von 20 % auf 28,5 % steigt.

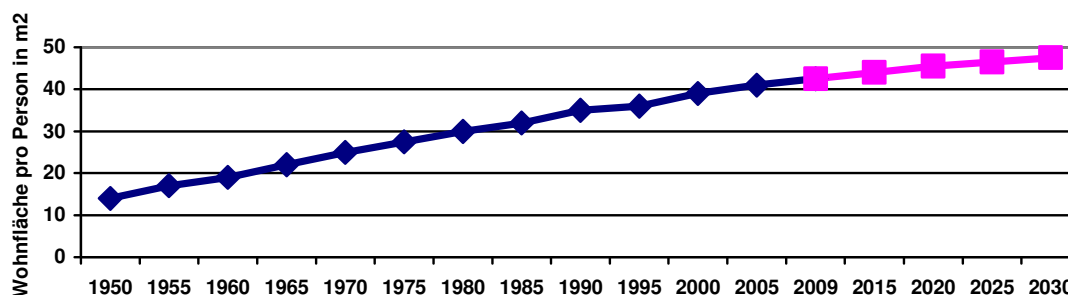
Der Szenarienentwicklung wird für Steyerberg eine bis 2020 um 0,5 % und bis 2030 um 1 % schrumpfende Wohnbevölkerung zugrunde gelegt. Dabei wird weiter angenommen, dass der Anteil der über 65-jährigen gemäß dem Bundestrend von 20 % auf 28,5 % steigt.

Mit Blick auf den steigenden Seniorenanteil ist auch hypothetisiert worden, dass die durchschnittliche Raumtemperatur in von Senioren bewohnten Gebäuden höher sein könnte, was zu einem mit dem steigenden Seniorenanteil steigenden Wärmeverbrauch führen würde. Da aber weder übliche Raumtemperaturen allgemein noch über spezielle Raumtemperaturgewohnheiten von Senioren belastbare Quellen gefunden wurden, wird dieser Faktor nicht betrachtet.

5.1.3 Wohnfläche

Die Wohnfläche pro Person ist seit 1950 vom damaligen Wert von 14 m² bis 2009 auf einen Durchschnittswert von 42,5 m² gestiegen. Dabei zeigt die Kurve eine langfristige Kontinuität, keine Sprünge und eine leichte Degression. Von einer solchen Degression ging auch das Umweltbundesamt (1999) bei der Entwicklung von Szenarien für das Bedürfnisfeld Wohnen bis 2020 aus. Sowohl für das Referenzszenario als auch das Szenario Struktur und Bewusstseinswandel steigt die Wohnfläche pro Person bis 2020 nicht über 50 m² pro Person an.

Abbildung 6: Entwicklung der Wohnfläche pro Person seit 1950



Quelle: Statistische Jahrbücher 1950 bis 2010, Trendforschreibung auf Basis von UBA 1999

Der Szenarientwicklung müsste also eine Steigerung der Wohnfläche pro Person auf 45,5 m² in 2020 und 47,5 m² in 2030 zugrunde gelegt werden und wird daher auch in Steyerberg angenommen. In Heitlingen dagegen kann aufgrund des bestehenden Bauverbotes wegen der Lage des Ortes in der Anflugschneise des Flughafens Hannover ein solcher Zuwachs an Wohnfläche nicht erfolgen. In Heitlingen wird daher abweichend davon aufgegangen, dass der Zuwachs an Wohnfläche die zurückgehende Wohnbevölkerung kompensiert, was einem Anstieg auf nur 45,1 m² pro Person bis 2030 entspricht.

5.1.4 Sanierung, Sanierungsquote und zukünftiger Heizwärmebedarf

Gemäß dem im Jahr 2010 von der Bundesregierung vorgelegten Energiekonzept soll die derzeitige Sanierungsquote im Baubestand von 1 % bis zum Jahr 2050 auf 2 % erhöht werden (BMW, 2010: 22).

Dabei führten zwischen 2005 und 2009 durchgeführte Sanierungsmaßnahmen nach Befragungen aus dem Projekt ENEF-Haus (Weiß und Dunkelberg, 2010: 39) zur Reduktion des durchschnittliche Heizwärmebedarf um 15,5 kWh/m² bzw. rund 10 %, wobei sich zeigt, dass mit zunehmendem Alter des zu sanierenden Gebäudes das potentielle Wärmeeinsparpotential steigt:

Abbildung 7: Durchschnittliche Reduktion des Energiebedarfs durch die umgesetzten Sanierungsmaßnahmen in verschiedenen Baualterklassen

		Einsparung Heizwärmebedarf (kWh/(m²a))	Prozentuale Einsparung Heizwärmebedarf (%)	Einsparung Primärenergiebedarf (kWh/m²)	Prozentuale Einsparung Primärenergiebedarf (%)
bis 1968	N=257	32,2	15,1	96,9	20,4
1969 - 1978	N=255	14,2	9,9	55	17,3
1979 - 1994	N=362	8,7	7,6	28,7	11,1
ab 1995	N=134	4,1	4,2	7,9	4,4

Quelle: Weiß und Dunkelberg 2010: 41

Jedoch veranschaulicht die Evaluierung der von der Klimaschutzagentur Hannover geleiteten Kampagne „Gut beraten starten“, dass die Energieberatung den energetischen Sanierungserfolg steigert. So wurden hier in 50 % der Beratungsfälle zusätzliche energetische Sanierungsmaßnahmen ergriffen oder Maßnahmen mit einem höheren energetischen Standard als geplant realisiert (Stieß und Birzle-Harder, 2010: 4). Zudem hat das Instrument der finanziellen Förderung einen positiven Einfluss auf die energetische Sanierungsqualität. So stoßen staatliche Zuschüsse das Neunfache an zusätzlichen Privatinvestitionen an (KfW-Bankengruppe, 2010: 10). Weiter ist es denkbar, dass der Staat zur Erfüllung der Klimaschutzziele in den nächsten Jahren auch regulative Maßnahmen ergreift, die direkte Auswirkungen auf Umfang und Zeitpunkt von Sanierungsmaßnahmen haben könnten.

Auf dieser Basis kann für die Szenarienentwicklung zum einen die von der Bundesregierung angestrebte Sanierungsquote von 2 % unterstellt werden, was einer Verdopplung der derzeitigen Sanierungsaktivitäten entspricht. Zum anderen kann angenommen werden, dass durch staatliche Anreizinstrumente der Förderung und Beratung, ggf. auch durch regulative Maßnahmen, der Umfang und die Qualität energetischer Sanierungsmaßnahmen steigt, sodass hier zukünftig von Heizwärmeeinsparungen in Folge von großen Sanierungsmaßnahmen von 40 % ausgegangen werden kann. Letztlich könnte der Effekt von der realen Preisgestaltung des künftigen Nahwärmenetzes abhängen. Wird ein hoher Kostenanteil als Grundkosten umgelegt und ist der verbrauchsabhängige Kostenanteil sehr klein, z. B. nur 3 Cent/kWh statt 6 Cent/kWh, dann könnte durch einen sehr geringen Kostenvorteil aufgrund der energetischen Sanierung die Sanierungsaktivität kleiner ausfallen.

Die Überführung dieser Annahmen in das Szenario wurde wie folgt realisiert: Die Auswahl der Objekte in der Tabelle erfolgte dadurch, dass immer abwärts gehend das nächste oder übernächste Haus einer passenden Wärmeverbrauchs-kategorie „renoviert“ wurde. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Wahrscheinlichkeit bei Objekten mit einem hohen flächenbezogenen Wärmeverbrauch höher ist und letztlich alle Objekte mit einem Jahreswärmebedarf über 200 kWh/ m² im Zeitraum bis 2020 energetisch saniert werden.

Abbildung 8: Renovierungstabelle Heitlingen

Jahreswärmebedarf 2010 pro m ² über	Zahl Gebäude 2010	Renovieren 2011 bis 2020	Renovieren 2021 bis 2030	Zahl Gebäude unrenoviert 2030
0 bis 49 kWh	6			6
50 bis 99 kWh	28			28
100 bis 149 kWh	32	5	11	16
150 bis 199 kWh	14	5	5	4
200 bis 249 kWh	8	5	3	
250 bis 299 kWh	4	3	1	
300 bis 349 kWh	1	1		
über 350 kWh	1	1		
Gesamtzahl	94	20	20	54

In Steyerberg wurde bezüglich der 208 Wohngebäude genauso vorgegangen (siehe Tabelle).

Abbildung 9: Renovierungstabelle Wohngebäude Steyerberg

Jahreswärmebedarf 2010 pro m ² über	Zahl Gebäude 2010	Renovieren 2011 bis 2020	Renovieren 2021 bis 2030	Zahl Gebäude unrenoviert 2030
0 bis 49 kWh	13			13
50 bis 99 kWh	62			62
100 bis 149 kWh	74	13	26	35
150 bis 199 kWh	32	12	12	8
200 bis 249 kWh	7	4	3	
250 bis 299 kWh	4	3	1	
300 bis 349 kWh	6	6		
über 350 kWh	4	4		
Gesamtzahl	202	42	42	118

Für 5 Gebäude konnte der flächenbezogene Wärmebedarf nicht ermittelt werden. Für ein Gebäude war er unplausibel.

Im Bestand der anderen Gebäude finden sich 4 Gebäude mit einem (bekannten) flächenbezogenen Verbrauch von unter 50 kWh/m², 8 unter 100 kWh/m², 3 unter 150 kWh/m², 3 unter 200 kWh/m² und eines mit 260 kWh/m². Bei einer Sanierungsquote von ebenfalls 2 % pro Jahr würde jedes dritte Jahr die Sanierung eines dieser Gebäude zu erwarten sein. Zur „Sanierung“ im Rahmen des Szenarios würden alle Gebäude mit einem flächenbezogenen Verbrauch von über 100 kWh/m² ausgewählt.

In fünf weiteren „anderen Gebäuden“ liegt der Wärmebedarf so hoch, dass eine zufällige Auswahl von Renovierungszeitpunkten zu willkürlich erschien. Hier werden die Eigentümer befragt, ob und wann eine Wärmesanierung denkbar scheint:

Waldschule (1.094.596 kWh/a, 155 kWh/ m²): Energetische Sanierungen der Gebäudefassade o. ä. auf absehbare Zeit nicht geplant. Gleiches gilt für die Turnhallen. Die vorhandene Holzhackschnitzelheizung wurde in den letzten 2 Jahren „ertüchtigt“, so dass eine bessere Auslastung des Kessels erreicht wird (u. a. Pufferspeicher), was in die erhobenen Verbrauchswerte schon eingeflossen ist.

Tagungszentrum (122.312 kWh/a, 111 kWh/ m²): Die Dachsanierung für das Hauptgebäude findet abschnittsweise (je nach den finanziellen Möglichkeiten) in den kommenden Jahren statt. Geplant ist weiter, die letzten verbliebenen einfachverglasten Fenster mit Isolierglas zu ersetzen. Im Heilhaus sind neue Fenster im EG geplant, die Umsetzung richtet sich gleichfalls nach den finanziellen Möglichkeiten und sind aktuell nicht terminiert. Im Szenario wurde ein von 2012 bis 2015 um jährlich 3 % sinkender Energieverbrauch eingeplant.

Rathaus und Feuerwehr (130.056 kWh/a, 157 kWh/ m²): Die Fahrzeughalle der Feuerwehr wird im Herbst neue Fenster erhalten (bisher einfach verglaste Betonfenster), was sich aber auf den Verbrauch kaum auswirken dürfte, da die Halle nur frostfrei gehalten wird. Ansonsten sind weder beim Feuerwehrgebäude noch beim Rathaus auf absehbare Zeit energetische Maßnahmen geplant. Beim Rathaus wurde das „Kaltdach“ im letzten Winter gedämmt, so dass sich die Wärmebedarfswerte hoffentlich nach unten verändern werden. Diese Maßnahme wurde im Szenario mit einem in 2011 um 10 % zurückgehenden Verbrauchswert berücksichtigt.

Kindergarten Wurzelhöhle (98.392 kWh/a, 187 kWh/ m²): Der Kindergarten wird in diesem Sommer mit neuen Fassadenelementen und teilweise mit neuen Fenstern und Türen ausgestattet. Diese Maßnahmen wurden im Szenario mit einem in 2011 um 20 % zurückgehenden Verbrauchswert berücksichtigt.

Waldbad (336.375 kWh/a, kein flächenbezogener Verbrauch): Der Wärmebedarf wird sich nicht verändern.

5.2 Trends Klimatisierung Haushalte und Kältebedarf Milchkühlung

Zwar ist die Möglichkeit, die Milchkühlung auf einem der Höfe mittels einer AKM durchzuführen, eher theoretisch. Da sie aber gleichzeitig nach Kenntnisstand die einzige Möglichkeit einer kommerziellen Kältenutzung darstellt, soll sie in den Szenarien mitbetrachtet werden.

Die Variablen, die die Wirtschaftlichkeit dieser Lösung bestimmen, sind

- die zukünftige Entwicklung der Stromkosten sowie
- die zu erwartenden Investitionskosten in eine Absorptionskältemaschine.

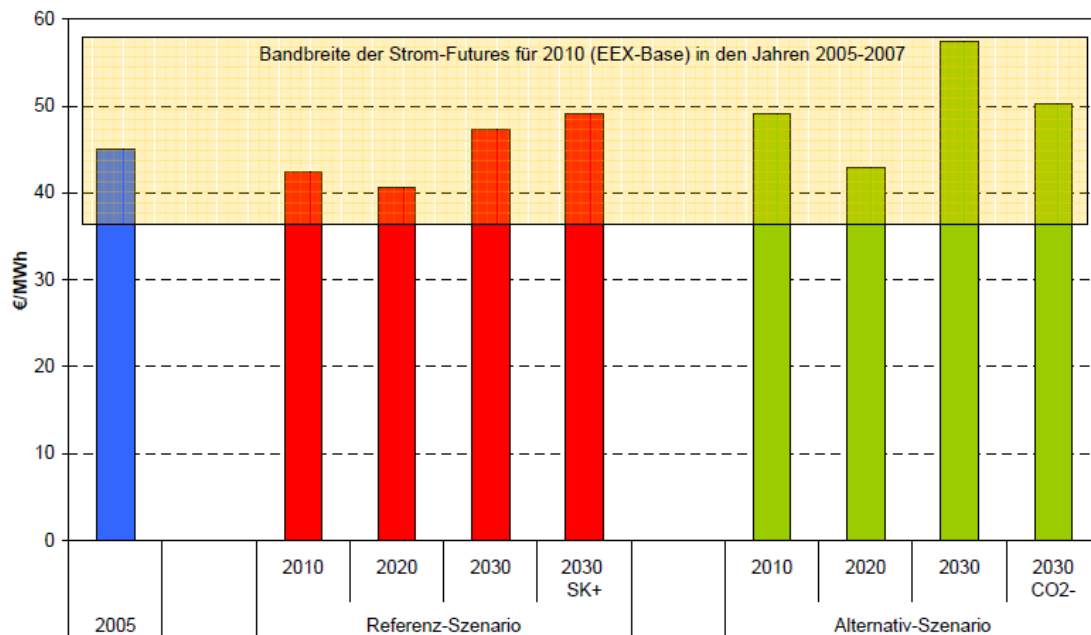
5.2.1 Stromkosten

Sämtliche vorliegenden Strompreisszenarien lassen nicht auf einen deutlich ansteigenden Strompreis bis 2030 schließen. So vergleichen z. B. die Umweltstiftung WWF Deutschland und die Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH) (2007) verschiedene Szenarien:

- „Im Referenz-Szenario werden die bisher ergriffenen energie- und klimapolitischen Maßnahmen berücksichtigt, es wird aber keine Weiterentwicklung in Richtung einer klimapolitisch ambitionierten Strategie angenommen. Das Referenz-Szenario entspricht damit einem Business-as-usual-Ansatz.
- Im Alternativ-Szenario wird dagegen untersucht, welche Effekte verstärkte energie- und klimapolitische Anstrengungen (durch das Ergreifen oder das Weiterentwickeln konkreter politischer Instrumente) in Bezug auf Emissionen, Brennstoffbedarf und Kosten haben. Einen zentralen Orientierungspunkt bildet dabei eine Minderung der Treibhausgasemissionen von 40 % für den Zeitraum 1990 bis 2020“ (a.a.O., 2007: 10).

Dabei ergibt sich keineswegs ein deutlich steigender Strompreispfad am Spotmarkt, weder im Zeitverlauf noch bei Wechsel vom Referenz- zum Alternativszenario.

Abbildung 10: Entwicklung des Spotmarkt-Preises für Strom in den Szenarien und Sensitivitätsrechnungen, 2005-2030



Quelle: Umweltstiftung WWF Deutschland und die Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH) 2007: 42

Zwar wird die Auswirkung auf den Haushaltsstrompreis hier nicht untersucht, der weitgehend konstante Preis auf dem Spotmarkt lässt aber den Schluss zu, dass große Preissprünge auch bei den Haushaltsstrompreisen nicht zu erwarten sind.

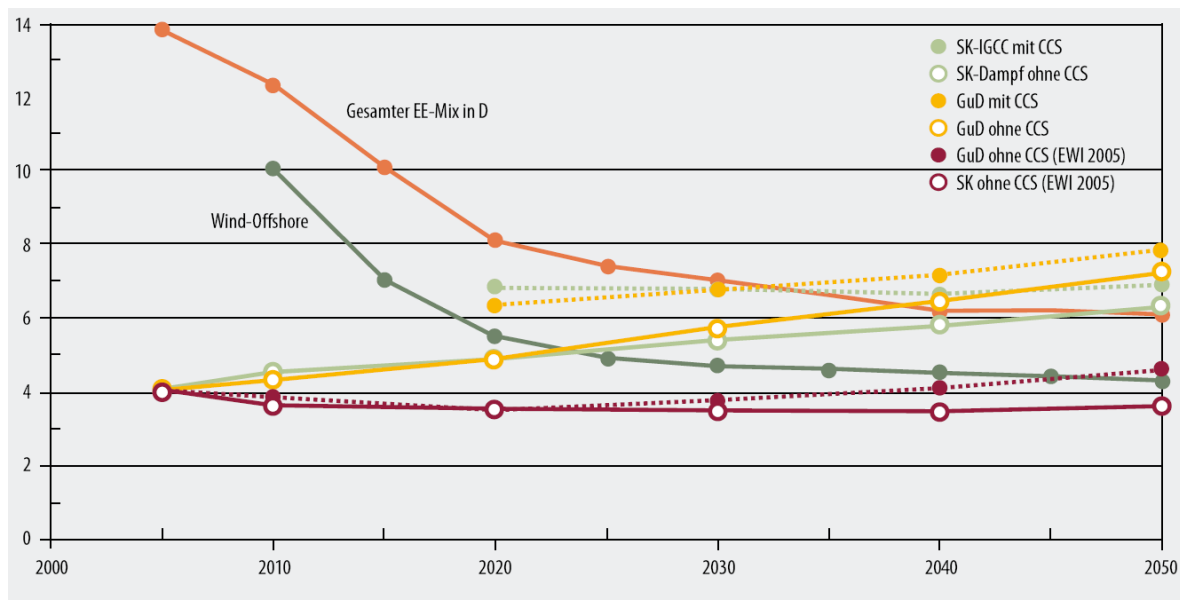
Auch der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. (BDEW, 2008) ließ ein Szenario 2030 erarbeiten. Die realen (inflationsbereinigten) Haushaltsstrompreise verändern sich in den hier aufgestellten Szenarien bis zum Jahr 2030 ebenfalls relativ wenig. „Für den Hochpreisfall liegt der höchste Haushaltsstrompreis im Jahr 2030 um +4 % höher (Szenario III) als der Preis 2005, der nied-

rigste um 8 % niedriger (Szenario II). Für den Niedrigpreisfall beträgt dieselbe Bandbreite +3 % bzw. -14 % (Abbildung 6.6). Die Haushalte tragen Szenario III im Jahr 2030 eine um 2,9 Mrd. € (2005) höhere Stromkostenbelastung als in Szenario II (Hochpreisfall), im Niedrigpreisfall beträgt diese Bandbreite der Stromkostenbelastung der Haushalte in den Szenarien 4,0 Mrd. € (2005)“ (BDEW, 2008: 44). Berücksichtigt man bei der Strompreisbetrachtung die Inflation, so ergeben sich langfristig bei 1,9 % Inflation bis 2030 Strompreissteigerungen zwischen 47 % (Szenario II) und 66 % (Szenario III) gegenüber 2005, im Niedrigpreisfall betragen sie zwischen 38 % (Szenario II) und 64 % (Szenario III).

In einer kritischen Begleitstudie des Energiekonzeptes der Bundesregierung (Prognos, EWI und EWS, 2010), welches das Ökoinstitut (2010) erarbeitet hat, werden die Szenarien der Laufzeitverlängerung mit hohen wie niedrigen Nachrüstkosten der Kernkraftwerke auf ihre Auswirkungen auf u. a. die Haushaltsstrompreise durchgerechnet. Diese werden für 2020 innerhalb der Spanne von 21 bis 22 Cent/kWh erwartet, für 2030 je nach Szenario zwischen 21 und 23 Cent/kWh. Selbst 2040 bis 2050 steigt diese Strompreiserwartung nicht weiter an.

Nach einer Phase stark steigender Energiepreise, im Wesentlichen im Öl- und Gasmarkt, aber auch gefolgt von Strompreisen in den Jahren 2000 bis 2010 verwundern diese Prognosen. Sie erklären sich letztlich dadurch, dass den vermutlich auch weiter ansteigenden Preispfaden für fossile Energieressourcen ein durch Economy of Scale sinkender Preispfad für erneuerbare Energien entgegenläuft, wodurch die Stromgestehungskosten auch langfristig auf einem Niveau von unter 8 Cent/kWh gedeckelt werden könnten.

Abbildung 11: Verlauf der Stromgestehungskosten (Neuanlagen)



Quelle: Wuppertal Institut u.a. (2007) (Wind Offshore wurde im EEG 2009 deutlich abweichend festgelegt)

Der Szenarienentwicklung wird daher ein bis 2020 um 5 % und bis 2030 um 10 % steigender Haushaltsstrompreis zugrunde gelegt. Dies hat in den Szenarien aber nur insoweit Konsequenzen, als im

Kontext sommerlicher Klimatisierung nicht von einem abschreckend hohen Preis für den Betrieb elektrischer Raumklimageräte ausgegangen werden kann.

5.2.2 Kälteverbrauch im Klimatisierungsfall

Den realen Kälteverbrauch für den Fall zu schätzen, dass in deutschen Haushalten ein Klimagerät vorhanden ist, ist nicht einfach.

Referenzzahlen sind aus den USA bekannt (EIA 2001). Dort verursachen die vorhandenen Klimageräte einen zusätzlichen Stromverbrauch von im Durchschnitt 2.260 kWh/a in denjenigen Haushalten, in denen sie vorhanden sind. Die IEA (zitiert nach Fraunhofer ISI, 2004) nennt einen etwas niedrigeren spezifischen Geräteverbrauch von 1.714 kWh/Gerät für das Jahr 2000. Bei einem COP der eingesetzten Klimageräte von zwischen 2,5 und 3 würde dies einer Kältemenge von ca. 4.200 bis 5.100 kWh entsprechen.

Bei einem angenommenen COP einer am Markt verfügbaren Absorptionskältemaschine von ca. 0,7 würde dies einer zum Zwecke des Antriebs nötigen Wärmemenge von 6.000 bis 7.300 kWh/a entsprechen.

Da zumindest der Süden der USA deutlich höhere Julitemperaturen hat als Deutschland², wird für die Szenariobildung mit dem niedrigeren Wert von 6000 kWh/a gerechnet.

5.2.3 Kosten AKM

Bis heute richten sich Angebote von AKM maßgeblich an Abnehmer großer Wärmemengen. Waren bis zum Jahr 2002 ausschließlich Maschinen größer als 35 kW Kälteleistung am Markt erhältlich (Wolkenhauer, 2002), kamen in den vergangenen Jahren zunehmend Angebote kleinerer AKM für Ein- und Zweifamilienhäuser, sogenannte Mini- oder Mikro AKM, auf den Markt (siehe Bspw. AKM Pinguin des Unternehmens SOLution). Diese verfügen üblicherweise über rund 8 kW Kälteleistung. Vor dem Hintergrund, dass bisher zur Klimatisierung von Wohnhäusern in der Regel KKM mit einer Kälteleistung kleiner 3 kW [test 2005] eingesetzt werden, existiert bis heute noch immer kein nennenswertes Angebot von geeignet kleinen AKM für die private Anwendung. Für die erfolgreiche Verbreitung der Technologie im privaten Klimatisierungsmarkt wirkt jedoch vielmehr der noch immer hohe Preis solcher Kältemaschinen hemmend. So liegen die Angebote für eine 8kW Anlage inkl. benötigtem Rückkühler und Montage bei rund 25.000-30.000 € (Aussage von Herrn Werner Pink der Pink Behältertechnik GmbH sowie Paketpreis Pinguin des Unternehmens SOLution Solartechnik bei Abzug geschätzter Aufwendungen für Paketinhalt bis auf 8kW AKM, Rückkühler und Montage [SOLution Solartechnik 2011]). Diese Angaben decken sich auch mit den Forschungsergebnissen von Schichtanz et al. (2011), der die Investitionskosten für eine AKM pro kW Kälteleistung mit rund 3.000 € Euro

² Julitemperaturen für die USA nach www.mapsofworld.com/usa/thematic-maps/usa-temperature-july.html, für Deutschland nach http://de.wikipedia.org/wiki/Zeitreihe_der_Lufttemperatur_in_Deutschland, beides vom 13.4.2011.

angibt. Hinzu kämen weitere Kosten im Rahmen der Kaltwasserverteilung. So fallen ca. 1.000 € pro Klimakonvektor an (Werner Pink – Pink Behältertechnik GmbH). Die zur Installation der Konvektoren und hierfür nötigen Leitungen entstehenden Kosten sind dabei nicht berücksichtigt.

Jedoch tauchen in der nahen Vergangenheit immer wieder Innovationen im Rahmen der Sorptionstechnik auf, die hohe Kostenreduktionen versprechen. So berichtete der vom MIT herausgegebene *technology Review* über eine neue Chiller-Technik, die nicht nur einen effizienteren Betrieb von AKM versprechen, sondern deren Anschaffungsinvestitionen halbieren sollen (Bullis, 2011). Noch radikalere Kostensenkungen verspricht das optimierte Absorptionskälteverfahren aus dem Hause Solar Frost. Das Solarfrost ICEBOOK soll bereits mit einer Kälteleistung von 2-3 kW für rund 500 € inkl. Rückkühler, jedoch ohne Montage und entsprechende Geräte zur Kaltwasserverteilung erhältlich sein (Aussage des Firmeninhabers). Das Problem hierbei besteht jedoch darin, dass entsprechende Innovationsprozesse noch am Beginn stehen und recht unklar ist, ob und wann die Technologien am Markt verfügbar sein werden.

Vor dem Hintergrund, dass auf der Mitgliederversammlung des BioEnergie Vereins Heitlingen am 2. April 2011 eine Zahlungsbereitschaft für die private Klimatisierung von maximal 1.000 € signalisiert wurde, da für weniger Geld bereits ein entsprechendes KK-Gerät erhältlich sei, erscheint die Sorptionskältetechnologie zur Nutzung überschüssiger Wärme im Sommer als noch nicht wirtschaftlich für private Nutzer. In Befragungen von Nutzern solarthermischer Anlagen im Raum Hannover (Clausen, 2011) wurde abweichend gefunden, dass sich etwa jeder vierte Haushalt zumindest für ein Angebot interessiert, welches eine solare Klimatisierung für einen Preis von ca. 8.000 € offeriert.

Auf dieser Basis kann ein realistisches Szenario mit einer hohen Eintrittswahrscheinlichkeit nicht entwickelt werden. Eher im Sinne einer so genannten „Wildcard“ wird daher angenommen, dass ab dem Jahr 2014 deutlich preiswertere AKM verfügbar sind und sich pro Jahr in Heitlingen 1 Haushalt und in Steyerberg 2 Haushalte damit ausstatten und diese jeweils 6.000 kWh Wärme zusätzlich abnehmen. Damit ergibt sich ein Ausstattungsgrad von ca. 17 % der Haushalte in 2030, der deutlich unter der Annahme von Hofer (2005) liegt, dabei aber dem Altbaubestand von Heitlingen und Steyerberg und ihrer Lage in der norddeutschen Tiefebene mit ihrem eher maritimen Klima entspricht.

6 Szenarien

6.1 Szenario Heitlingen

Die Durchrechnung der o.a. Annahmen in Heitlingen ergibt, dass der Jahreswärmebedarf bis 2030 um etwa 25 % sinken wird. Die durch Renovierungsaktivitäten, steigende Temperaturen (mit zurückgehenden Gradtagszahlen) und Wohnbevölkerungsrückgang erzielten Reduktionen werden anteilig durch eine etwas steigende Wohnfläche wieder aufgezehrt. Hinzu kommt ggf. ein sommerlicher Wärmebedarf zu Klimatisierungszwecken, wenn denn überhaupt eine bezahlbare Wandlungstechnologie zur Verfügung steht. Im Detail wurden folgende Zahlen errechnet:

Einflussfaktor	Einfluss auf die Wärmemenge von 2.388.000 kWh/a	Einfluss in %
Renovierungsaktivitäten	-490.000 kWh/a	- 20,5 %
steigende Temperaturen (mit zurückgehenden Gradtagszahlen)	- 97.000 kWh/a	- 4,0 %
Wohnbevölkerungsrückgang	- 107.000 kWh/a	- 4,4 %
steigende Wohnfläche	+ 103.000 kWh/a	+ 4,3 %
Klimatisierung (sehr unsicher)	+ 102.000 kWh/a	+ 4,3 %
Solarthermie (sehr unsicher)	- 100.000 kWh/a	- 4,3 %
Summe	- 589.000 kWh/a	- 25 %
Summe ohne Klimatisierung	- 691.000 kWh/a	- 29 %
Summe ohne Solarthermie	- 489.000 kWh/a	- 20 %
Summe ohne Solarthermie und ohne Klimatisierung	- 591.000 kWh/a	- 25 %

Die Kapazität des Nahwärmenetzes würde trotzdem um 25 % zunehmen, da die ca. 100.000 kWh/a für Klimatisierung im Sommer anfallen und insoweit die in der Heizperiode zur Verfügung stehende Wärmemenge um eben diese 100.000 kWh/a höher wäre.

6.2 Szenario Steyerberg

Die Durchrechnung der o. a. Annahmen in Steyerberg ergibt, dass der Jahreswärmebedarf bis 2030 um etwa 13 % sinken wird. Die durch Renovierungsaktivitäten, steigende Temperaturen (mit zurückgehenden Gradtagszahlen) und Wohnbevölkerungsrückgang erzielten Reduktionen werden anteilig durch eine etwas steigende Wohnfläche wieder aufgezehrt. Hinzu kommt ggf. ein sommerlicher Wärmebedarf zu Klimatisierungszwecken, wenn denn überhaupt eine bezahlbare Wandlungstechnologie zur Verfügung steht. Im Detail wurden folgende Zahlen errechnet:

Einflussfaktor	Einfluss auf die Wärmemenge von 7.766.846 kWh/a	Einfluss in %
Renovierungsaktivitäten	-1.377.000 kWh/a	- 17,7 %
steigende Temperaturen (mit zurückgehenden Gradtagszahlen)	- 327.000 kWh/a	- 4,2 %
Wohnbevölkerungsrückgang	- 61.000 kWh/a	- 0,8 %
steigende Wohnfläche	+ 706.000 kWh/a	+ 9,1 %
Klimatisierung (sehr unsicher)	+ 204.000 kWh/a	+ 2,6 %
Solarthermie (sehr unsicher)	- 200.000 kWh/a	- 2,6 %
Summe	- 1.006.000 kWh/a	- 13 %

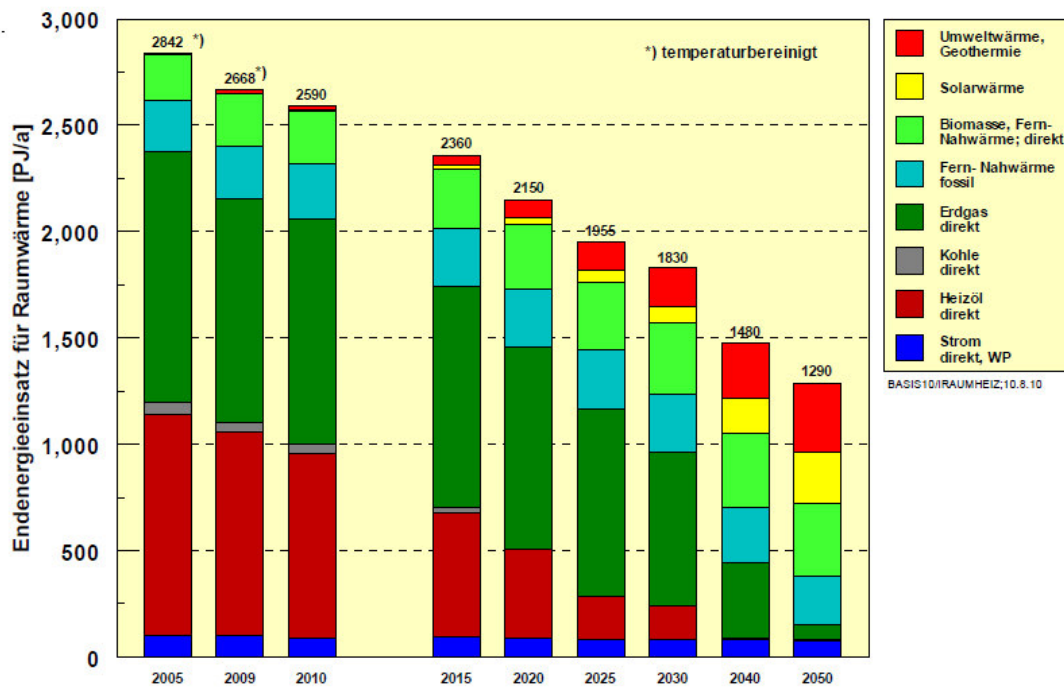
Summe ohne Klimatisierung	- 1.210.000 kWh/a	- 16 %
Summe ohne Solarthermie	- 806.000 kWh/a	- 10 %
Summe ohne Solarthermie und ohne Klimatisierung	- 1.010.000 kWh/a	- 13 %

Die Kapazität des Nahwärmenetzes zur Versorgung von Wärmekunden im Winter würde um ca. 1,2 Mio. kWh/a oder 16 % zunehmen, da die ca. 200.000 kWh/a für Klimatisierung im Sommer anfallen würden und insoweit die in der Heizperiode zur Verfügung stehende Wärmemenge um eben diese 200.000 kWh/a höher wäre.

6.3 Bewertung der Szenarien

Das BMU nimmt an, dass der Bedarf an Raumwärme von 2010 bis 2030 um 30 % zurückgeht.

Abbildung 12: Endenergieeinsatz für Raumwärme im Basisszenario 2010 A (einschließlich Stromeinsatz für Wärme)



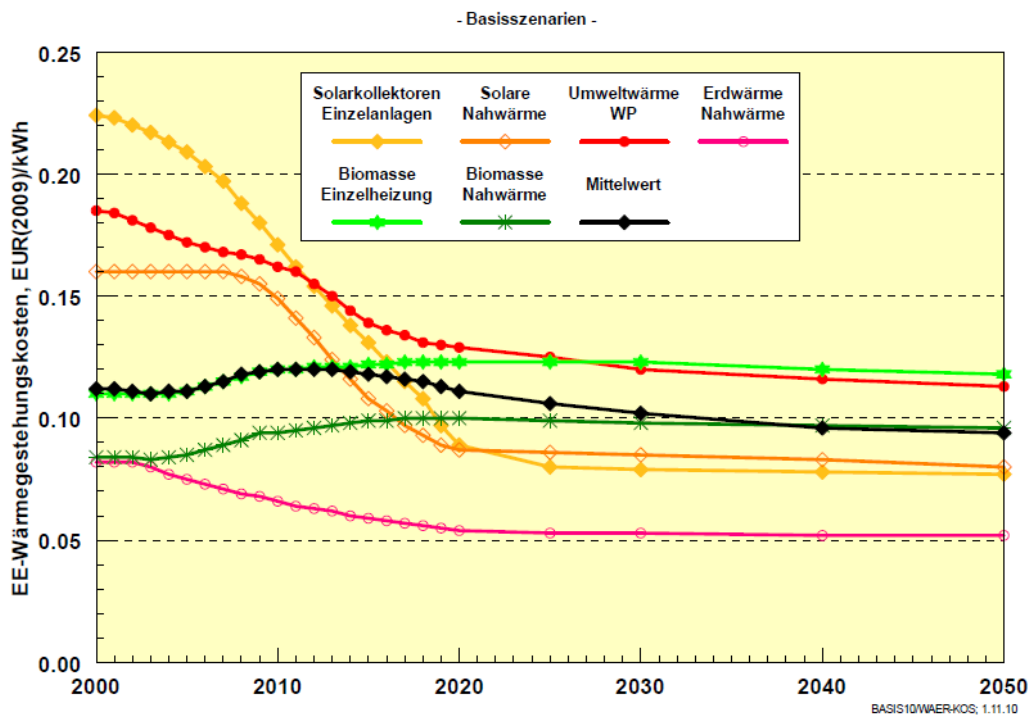
Quelle: BMU 2011

Würde die Wohnfläche nicht weiter steigen und Klimageräte nicht eingesetzt, so würden in Heitlingen diese 30 % auch ungefähr erreicht. Steigt aber die Wohnfläche pro Person weiter an, so wird nur eine Reduktion um ca. 25 % eintreten.

In Steyerberg fällt das Ergebnis deutlich kleiner aus. Die durch Renovierung zu erzielende Verbrauchsminderung fällt kleiner aus, da für wesentliche Verbraucher aus dem gewerblich-öffentlichen Bereich keine Renovierungen geplant bzw. absehbar sind und deren Verbrauch insoweit als bis auf weiteres konstant veranschlagt werden musste. Die Auswirkung der weiter zunehmenden Wohnfläche fällt in Steyerberg deutlich größer aus, da hier im Gegensatz zu Heitlingen kein Neubauverbot besteht. In Steyerberg wäre also ohne Wohnflächenzuwachs nur mit einer Verbrauchsminderung von ca. 25 %, mit Wohnflächenzuwachs sogar nur mit 16 % zu rechnen.

Separat zu betrachten ist der Wärmeaufwand, der u. U. im Sommer für Klimatisierung genutzt werden könnte. Er reduziert die im Winter nutzbare Wärmemenge nicht und trägt auch kaum zur Emission zusätzlicher Treibhausgase bei, da diese Wärme in einem System ohne Saisonspeicher nicht genutzt werden könnte. Wird dagegen ein Saisonspeicher errichtet, stellt sich die Lage anders dar. Blickt man langfristig in die Zukunft so ist auch die zu erwartende Kostenentwicklung von Interesse. Diese wird aktuell vom BMU wie folgt eingeschätzt.

Abbildung 13: Kostenentwicklung von Kollektoren, Umwelt- und Erdwärme, Biomasseanlagen (jeweils Einzelanlagen und Nahwärmesysteme; Mittelwerte mehrerer Einzeltechniken; Nahwärmesysteme einschließlich Verteilungskosten; realer Zinssatz 6 %/a) im Basisszenario 2010 A



Quelle: BMU 2011: 135

Für Heitlingen lassen sich diese Zahlen wie folgt interpretieren:

- Es besteht zurzeit nicht die Erwartung, dass sich Nahwärme aus Biomasse langfristig wesentlich verteuert.
- Langfristig könnte die Wärme aus Biomasse von solarer Wärme abgelöst werden, die etwa ab 2020 günstiger sein soll. Dies hat eine raumplanerische Konsequenz, denn hierfür wäre es vorsorgend wünschenswert, Wärmeverteilungsstation und Speicher an einem Ort zu errichten, in dessen Nähe langfristig auch ein Kollektorfeld gebaut werden kann.

In Steyerberg ist auch dieser Sachverhalt ein wenig anders zu interpretieren. Bis auf weiteres ist die Wärmeeinspeisung durch die Oxynova kostengünstig sichergestellt. Die in den BMU-Szenarien dargestellten Preisentwicklungen sind von daher hier ohne Bedeutung. Sollte die Oxynova ihren Betrieb einstellen und sich zwischenzeitlich deutlich ungünstigere Randbedingungen für die Biogasproduktion ergeben, könnte auch hier langfristig eine solare Wärmeeinspeisung interessant sein.

Letztlich ist aber in beiden Orten die zeitliche Dimension dieser Überlegungen größer, als dass sie sich in konkretes Handeln umsetzen ließe.

7 Literatur

Bertelsmann Stiftung (2008): Demographie konkret. Regionalreport Niedersachsen. Gütersloh. Online unter www.demographiekonkret.de vom 28.3.2011.

BMU (2010): ERNEUERBARE ENERGIEN IN ZAHLEN. Nationale und internationale Entwicklung. Online unter www.bmu.de vom 21.10.2010.

BMWi und BMU (Hrsg. 2010): Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Online unter www.bmu.de vom 27.3.2011.

BSW-Solar (2011): Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie). Online unter www.solarwirtschaft.de vom 30.3.2011.

Bullis, Kevin (2011): Using Heat to Cool Buildings. Online unter ww.technologyreview.com vom 08.04.2011.

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft – BDEW – e. V. (Hrsg. 2008): Studie Energiewirtschaftliches Gesamtkonzept 2030. Frankfurt a.M. Online unter www.ewi.uni-koeln.de vom 28.3.2011.

Clausen, Jens (2010): Die quantitative Erhebung zur Nutzung der Solarthermie und Ökostrom – Deskriptive Analyse. In: Antoni-Komar, Irene; Lehmann-Waffenschmidt, Marco; Pfriem, Reinhard; Welsch, Heinz (2010): Wenke 2 – Wege zum nachhaltigen Konsum. Mertropolis. Marburg. S. 411 – 436.

DLR, Fraunhofer IWES, ifn (2011): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Leitstudie 2010. Online unter www.bmu.de vom 30.3.2011.

FFI (2011): Machbarkeitsstudie für ein Fernwärmenetz in Steyerberg im Auftrag der Gemeinde Steyerberg. Hannover.

Fraunhofer ISI (2004): Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe–Handel–Dienstleistungen. Bericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe u.

- a.. Online unter www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/publikationen,did=31602.html vom 1.2.2007.
- Hofer P. (2005): Der Energieverbrauch der Privaten Haushalte 1990 – 2035. BFE. Bern. Online unter www.bibliothe.ethz.ch vom 30.3.2011.
- KEF, FH-Hannover, FFI (2008): Machbarkeitsstudie. Wirtschaftlichkeit eines Nahwärmenetzes in Heitlingen - Osterwald o.E. Hannover.
- kfw-Bankengruppe (2010): Frühstück mit dem Chefvolkswirt 8. September 2010. Frankfurt am Main. Online unter www.kfw.de/kfw/de/KfW.../Folien_Pressefruehstueck_08.09.2010.pdf vom 29.3.2011.
- Krause, Andrea (2008): Der Klimawandel in Niedersachsen. Analyse und Bewertung vorhandener Datensätze. Berichte des Instituts für Meteorologie und Klimatologie der Leibniz Universität Hannover. Band 74. Online unter www.muk.uni-hannover.de vom 28.3.2011.
- Kröhnert, Steffen; van Olst, Nienke; Klingholz, Rainer (2005): Deutschland 2020. Die demografische Zukunft der Nation. Berlin Institut.
- Niedersächsischer Landtag (2007): Bericht der Enquete-Kommission „Demografischer Wandel – Herausforderung an ein zukunftsfähiges Niedersachsen“. Hannover. Online unter www.landtag.niedersachsen.de vom 28.3.2011.
- Ökoinstitut (Hrsg. 2010): Erste Auswertungen der „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“ . Berlin. Online unter www.oeko.de vom 28.3.2011.
- Prognos, Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (EWI), Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforschung (GWS) (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Projekt Nr. 12/10 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologien. Basel, Köln, Osnabrück, 27. August 2010.
- Sauer, Manuela (2009): Analyse regionaler Klimaszenarien für Niedersachsen. Bachelorarbeit im Studiengang Meteorologie des Instituts für Meteorologie und Klimatologie der Leibniz Universität Hannover. Online unter www.muk.uni-hannover.de vom 28.3.2011.
- Schitzanz, Matthias (2011): Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung: Primärenergieeinsparung und Wirtschaftlichkeit? In: KI Kälte-, Luft-, Klimatechnik. Ausgabe Januar/Februar 2011. S. 22-26.
- Schuchardt, Bastian; Wittig, Stefan; Spiekermann, Jan (2010a): Klimaszenarien für ‚nordwest2050‘ Teil 1: Grundlagen. Online unter www.nordwest2050.de vom 28.3.2011.
- Schuchardt, Bastian; Wittig, Stefan; Spiekermann, Jan (2010b): Klimaszenarien für ‚nordwest2050‘ Teil 2: Randbedingungen und Beschreibung. Online unter www.nordwest2050.de vom 28.3.2011.
- SOLution Solartechnik (2011): Die Sonne von SOLution: Lösungen und Preise 2011. Sattledt.
- Statistisches Bundesamt (2006): Bevölkerung Deutschlands bis 2050. 11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung. Wiesbaden.
- Stieß,I.; Birzle-Harder, B. (2010): Evaluation der Kampagne „Gut beraten starten“. Frankfurt am Main. Online unter www.architektur-energieberatung.de vom 27.3.2011.
- Test (2005): Kaum Kühlung. In: Test 6/2005. S. 60-63.

- Umweltbundesamt (Hrsg. 1999): Stoffflussbezogene Bausteine für ein nationales Konzept der nachhaltigen Entwicklung. UBA Texte 47/1999. Berlin.
- Umweltstiftung WWF Deutschland und Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH) (2007): Klimaschutz und Stromwirtschaft 2020/2030. Technologien, Emissionen, Kosten und Wirtschaftlichkeit eines klimafreundlichen Stromerzeugungssystems. Berlin/Hamburg. Online unter www.arrhenius.de vom 28.3.2011.
- Weiß, E; Dunkelberg, E. (2010): Erschließbare Energieeinsparpotenziale im Ein- und Zweifamilienhausbestand. Institut für ökologische Wirtschaftsforschung. Berlin. Online unter www.ioew.de vom 27.3.2011.
- Wolkenhauer, Heino (2002): Regenerative Systemlösungen bei der Klimatisierung von Gebäuden. In: KI Luft- und Kältetechnik. Ausgabe 9/2002. S. 429-436.
- Wuppertal Institut, DLR, ZSW, PIK (2007): Strukturell-ökologisch-ökonomischer Vergleich regenerativer Energietechnologien (RE) mit Carbon Capture and Storage (CCS). Online unter www.bmu.de vom 29.3.2011.