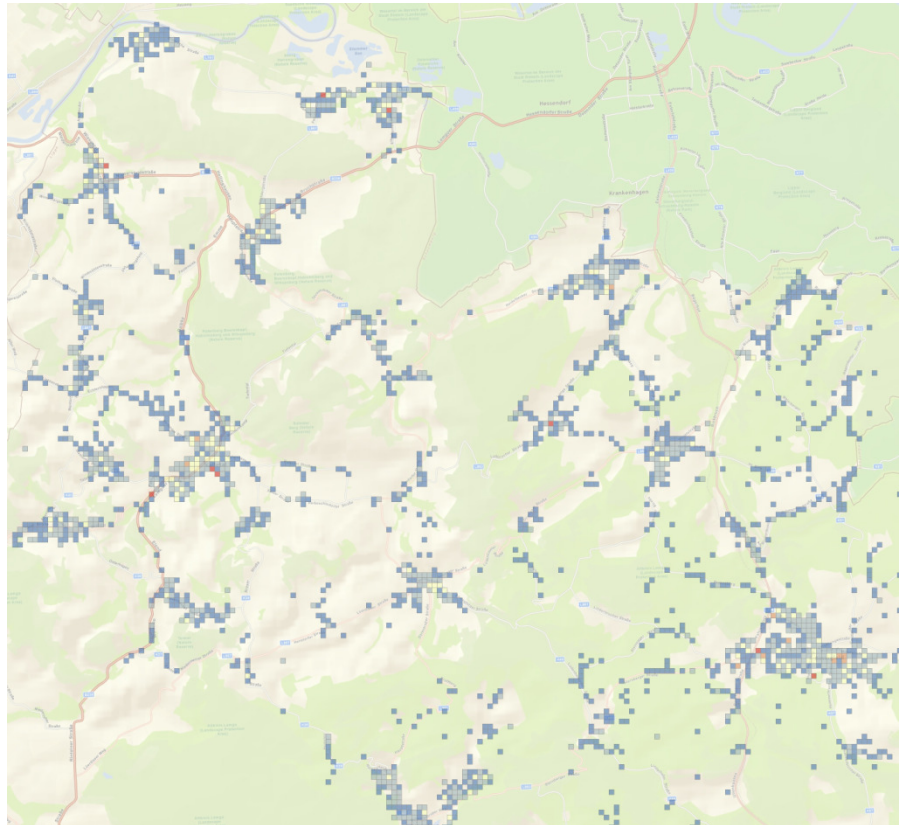


Regionales Energiekonzept Nordlippe



Antragsteller:
LAG Nordlippe, Extertal

Bearbeiter:
GEF Ingenieur AG
Leimen

September 2010

gefördert mit Mitteln des
Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER)



Regionales Energiekonzept Nordlippe

Antragsteller:
LAG Nordlippe, Extertal

Bearbeiter:
GEF Ingenieur AG, Leimen
Dr. Stephan Richter
Susanne Ochse
Simon Schad
Tobias Lustinetz
Tobias Rübartsch

September 2010

gefördert mit Mitteln des
Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raumes (ELER)

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Aufgabenstellung	5
2	Ausgangssituation.....	6
3	Theoretische Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien	9
3.1	Waldholz.....	9
3.2	Landschaftspflegematerial	9
3.3	Biogas	11
3.4	Stroh	12
3.5	Thermische Solarenergie.....	13
4	Wirtschaftliche Erschließung von Potenzialen im Bereich der erneuerbaren Energien	15
4.1	Pellets und Holzhackschnitzel	15
4.2	Biogas	17
4.3	Thermische Solarenergie.....	18
5	Wärmedichteatlas Nordlippe	20
5.1	Datenbasis	21
5.2	Ergebnisse	22
6	Zentrale Versorgungsoptionen.....	27
6.1	Rahmenbedingungen der Machbarkeitsprüfung	27
6.2	Nahwärme Bösingfeld	30
6.3	Nahwärme Bartrup.....	36
6.4	Nahwärme Hohenhausen.....	39
6.5	Innovative Erzeugungstechnologien	42
7	Dezentrale Effizienzmaßnahmen	45
7.1	Auswahl typischer Gebäude.....	46
7.2	Methodik Energiebilanzrechnungen und Sanierungsmaßnahmen	47
7.3	Ergebnisse	48
7.4	Wirtschaftlichkeit von Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich	51
7.5	Entscheidungshilfen Heizungserneuerung.....	55
7.6	Effizienzverbesserungen bei bestehenden Heizungsanlagen	61
8	Handlungsempfehlungen und -möglichkeiten.....	63
8.1	Schlussfolgerungen	63
8.2	Potenzial-Erschließung durch Kompetenz-Teams.....	67

8.3	Handlungsmöglichkeiten für Kommunen.....	68
8.4	Handlungsmöglichkeiten für Bürger und Hausbesitzer	70
9	Schlussbemerkung.....	72
10	Verzeichnisse.....	73
11	Anhänge	79
	Anhang Hausdatenblätter.....	80
	Anhang Berechnungsbeispiel Sanierungspaket	100
	Anhang Hydraulischer Abgleich	103
	Anhang Berechnungsbeispiele Wirtschaftlichkeit Heizungsanlagen	104

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Stadt Barntrop sowie die Gemeinden Dörentrop, Extertal und Kalletal haben sich zur Region Nordlippe zusammengeschlossen. Ziel dieser Kooperation ist die Umsetzung einer regionalen Strategie zur Entwicklung des ländlichen Raumes in Nordlippe. Ein Arbeitsschwerpunkt der LEADER¹-Kooperation ist es, den Anteil von regional vorhandenen regenerativen Energieträgern an der Energieversorgung zu erhöhen und Energieträger insgesamt effizienter einzusetzen. Dadurch soll ein Beitrag zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung geleistet und gleichzeitig die Wertschöpfung vor Ort erhöht werden.

Im Rahmen des regionalen Energiekonzeptes Nordlippe wird untersucht:

- Welche natürlichen Ressourcen sind in der Region Nordlippe verfügbar?
- Wie können diese Ressourcen optimal eingesetzt werden?

Das regionale Energiekonzept konzentriert sich auf den Bereich Wärme: Rund 60 % des Endenergieverbrauchs in Deutschland² werden für die Bereiche Raumwärmeerzeugung und Warmwasser benötigt. Im Anwendungssektor der privaten Haushalte beträgt der Anteil von Heizung und Warmwasser am Energieverbrauch über 80 %. Um die international vereinbarten Klimaschutzziele zu erreichen und die CO₂-Emissionen zu senken, sind daher gerade in diesem Bereich intensive Anstrengungen notwendig, die zugleich eine enorme Hebelwirkung haben.

Für das regionale Energiekonzept wurden zunächst die vorhandenen Potenziale an erneuerbaren Energieressourcen zur Wärmeerzeugung in Nordlippe abgeschätzt (Holz, Biogas, Stroh, thermische Solarenergie) und geprüft, welche Potenziale unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten vorrangig erschlossen werden sollten. In einem zweiten Arbeitspaket wurde ein Wärmedichteatlas für den Wohngebäudebereich in Nordlippe erarbeitet. Auf Basis der Wärmedichte wurden Teilgebiete identifiziert, die für den Aufbau von Nahwärmenetzen grundsätzlich geeignet sind. Für drei Teilgebiete wurde exemplarisch ein Wärmenetz mit Erzeugungsanlagen auf Basis von Biomasse und Kraft-Wärme-Kopplung entworfen und die technische und wirtschaftliche Machbarkeit geprüft.

Für Teilgebiete, deren Wärmedichte für den Aufbau einer zentralen biomassegestützten Wärmeversorgung nicht ausreicht, wurden die Einsparpotenziale und die Wirtschaftlichkeit von energetischen Sanierungsmaßnahmen zur Senkung des Heizenergiebedarfs für zehn typische Wohngebäude untersucht. Um Entscheidungshilfen für die Nutzung von erneuerbaren Energie im dezentralen Bereich zu bieten, wurde die Wirtschaftlichkeit von Pelletkesseln, Mini-BHKWs und Wärmepumpen betrachtet.

¹ EU-Programm zur Förderung der ländl. Entwicklung (Liaison Entre Actions de Développement de l'Economie Rurale)

² ohne Verkehr

Das Energiekonzept Nordlippe wurde in Zusammenarbeit mit der LEADER-Arbeitskreis Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Energie erstellt, wozu ein Reihe von Arbeitsbesprechungen stattfanden und in drei Meilensteinterminen mit der Öffentlichkeit diskutiert.

2 Ausgangssituation

Die LEADER-Region Nordlippe erstreckt sich über eine Fläche von ca. 310 km² und liegt im Kreis Lippe im Nordosten von NRW an der Grenze zu Niedersachsen. Die vier Kommunen Barntrop, Dörentrup, Extertal und Kalletal haben insgesamt rund 45.000 Einwohner. Die größten Ortschaften sind Barntrop (6.000 Einwohner), Bösingfeld im Extertal (4.900 Einwohner), Hohenhausen im Kalletal (3.700 Einwohner) und Hillentrup in der Gemeinde Dörentrup (3.600 Einwohner inkl. Dörentrup, Spork und Krubberg).



Abbildung 1: Der Kreis Lippe und seine Städte und Gemeinden

Kommunale Aktivitäten im Bereich Energie

Bei ihren Aktivitäten im Bereich Energie haben die vier Kommunen unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt:

Barntrop hat 2009 im Rahmen eines durch das Bundesumweltministerium geförderten Klimaschutzkonzeptes für 14 öffentliche Liegenschaften eine ausführliche Analyse von Gebäudehüllen und Heizungsanlagen durchgeführt. Das Konzept enthält Vorschläge für verschiedene Sanierungsvarianten und für eine Optimierung des kommunalen Energiemanagements. Bereits ab 2004 werden die Energieverbräuche der Schulgebäude jährlich ausgewertet, mit Referenzwerten verglichen und Verbesserungsvorschläge erarbeitet.

In *Dörentrup* entsteht im Ortsteil Wendlinghausen eine Nahwärmeversorgung, die aus drei Biogas-Blockheizkraftwerken gespeist wird und das Schloss, ein Sägewerk, mehrere Wohnhäuser und den

Kindergarten mit Wärme versorgt. Geplant ist, in Wendlinghausen ein Energiedorf zu realisieren. Zum Konzept gehört neben der Biogasanlage-Nahwärme auch Fotovoltaikanlagen und ein Neubaugebiet mit ressourcenschonend errichteten Einfamilienhäusern. Das neue Rathaus in Dörentrup wird in Passivbauweise errichtet, ebenso die Regenbogenschule in Bega³. Die Grundschule West wird zusammen mit der Mehrzweckhalle und dem Freibad über einen Wärmeverbund beheizt, der u.a. durch Erdgas-BHKW versorgt wird. Im Rahmen des kommunalen Energiemanagements werden die Zählerstände der öffentlichen Liegenschaften in Dörentrup monatlich erfasst. Gemeinsam mit den Stadtwerken Lemgo wurde das Projekt „Dial4light“ realisiert, ein mobilfunkgestütztes System zur bedarfsgerechten Steuerung der Straßenbeleuchtung.

Extertal beteiligt sich an der Solarbundesliga für Fotovoltaik und Solarthermie und führt zurzeit ein Audit für den European Energy Award durch. Im Rahmen des Energiemanagements für die kommunalen Gebäude werden die Zählerstände für Gas, Öl, Strom und Wasser für 26 kommunale Gebäude seit 2004 monatlich erfasst, in einem jährlichen Energiebericht ausgewertet, Verbesserungsvorschläge erarbeitet und, soweit möglich, umgesetzt. Die Grundschule in Bösingfeld wird seit 2008 mit Biomasse beheizt (Pelletkessel). Extertaler Schulen beteiligen sich am NRW-weiten Projekt „Energiesparen in Schulen“.

Im *Kalletal* ist geplant, bis 2011 die noch dezentral organisierte Erfassung von Energieverbräuchen in öffentlichen Gebäuden zu zentralisieren. Im Moment werden die Verbrauchswerte in den einzelnen Abteilungen erfasst. Ungewöhnlichen Verbrauchsschwankungen wird nachgegangen. Auch Schulen im Kalletal engagieren sich seit mehreren Jahren im Rahmen von „Energiesparen in Schulen“. Mittel für ein Klimaschutzkonzept wurden beim Bundesumweltministerium beantragt.

Alle vier Kommunen haben in den vergangenen Jahren über Contracting-Maßnahmen die Heizungsanlagen eines Großteils der Schulen und der anderen öffentlichen Gebäude saniert. Dabei wird mit mehreren Contracting-Anbietern zusammengearbeitet (u.a. Energieagentur Lippe, Stadtwerke Lemgo, Eon Westfalen Weser, RWE Westfalen-Weser-Ems).

KWK-Anlagen

Durch Abfrage beim Kreis Lippe, der Energieagentur Lippe, den Stadtwerken Lemgo und eigenen Recherchen wurden folgende Standorte von KWK-Anlagen in Nordlippe ermittelt:

Tabelle 1: KWK-Anlagen in Nordlippe

	Kommune / Ortsteil	Inbetriebnahme	Leistung	Bemerkungen
Biogas-KWK-Anlagen				
	Dörentrup / Wendlinghausen	2009	190 kW el	Über Biogasnetz von derselben Biogasanlage verbunden
	Dörentrup / Wendlinghausen	2009	190 kW el	
	Dörentrup / Wendlinghausen	2009	370 kW el	
	Extertal / Bösingfeld	2005 2010	350 kW el 500 kW el	Anlage wurde 2010 erweitert
	Kalletal / Bentorf	2005	350 kW el	

³ Der Kreis Lippe hat 2008 als erster Kreis in Deutschland den Passivhausstandard bei Neubau und Sanierungen von öffentlichen Gebäuden verbindlich gemacht.

Erdgas-KWK-Anlagen	Barntrop / Barntrop	1999 (2009 erneu.)	50 kW el	Kinderdorf
	Dörentrop / Humfeld	2008	48 kW el	Seniorenzentrum
	Dörentrop / Dörentrop	2010	50 kW el	Grundschule West / Mehrzweckhalle / Freibad (z. Zt. in der Realisierung)
	Dörentrop / Humfeld	In Planung	5,5 kW el	BHKW-Modul war ab 2001 in der Grundschule West/ MZH im Einsatz und soll in der Grundschule Ost weiterverwendet werden.
	Extertal / Bösingfeld	2008	48 kW el	Seniorenzentrum
	Kalletal / Varenholz	2009	47 kW el	Internat

3 Theoretische Potenziale im Bereich der erneuerbaren Energien

Im ersten Teilschritt werden die theoretischen Potenziale der Region Nordlippe im Bereich der erneuerbaren Energien abgeschätzt. Da beim Energiekonzept der Wärmebereich im Mittelpunkt steht, werden die Bereiche Holz, Grünschnitt, Biogas, Stroh und thermische Solarenergie betrachtet.

3.1 Waldholz

Zur Abschätzung der Potenziale im Bereich Holz wurden Informationen von der Forstbetriebsgemeinschaft Barntrop (Privatwald) und dem Forstmanagement des Landesverbands Lippe in Schieder (Kommunalwald) eingeholt. Die Gesamtwaldfläche in der Region Nordlippe wird mit 11.000 ha angegeben, davon entfallen rund 6.000 ha auf den Kommunalwald und 5.000 ha auf Privatwald. Etwa 60 % des Privatwaldes werden durch Forstbetriebsgemeinschaften gemanagt, ca. 15 % sind Großprivatwald und ca. 25 % Kleinprivatwald. Die Laubwaldfläche beträgt rund 6.000 ha, der Nadelwaldbestand 5.000 ha.

Bei einem vorsichtig angesetzten Hiebsatz von 7 Festmeter (fm) Derbholz pro Hektar und Jahr ergibt sich ein jährliches Derbholzaufkommen von 42.000 fm Laubholz und 35.000 fm Nadelholz. Der Anteil Spanholz, das als potenzielle Energieholzquelle in Frage kommt, wird für Laubholz mit 40 % und bei Nadelholz mit 25% angenommen. Damit ergibt sich ein Aufkommen von ca. 16.800 fm beim Laubholz und von 8.750 fm beim Nadelholz pro Jahr. Über den spezifischen Heizwert⁴ lässt sich ein theoretisches Wärmepotenzial aus Energieholz von **55.000 Megawattstunden pro Jahr [MWh/a]** ermitteln.

3.2 Landschaftspflegematerial

Landschaftspflegematerial fällt im privaten Bereich (Gartenpflege), bei den Kommunen, den Straßenmeistereien, im Naturschutz und bei der Landschaftspflege durch Land- und Forstwirtschaft an. Zum Teil werden Grasschnitt und Strukturmaterial getrennt, zum Teil zusammen gesammelt.

Aufkommen aus dem privaten und kommunalen Bereich: Die vier nordlippischen Kommunen gehen bei der Entsorgung von Landschaftspflegematerial unterschiedlich vor. Barntrop sammelt privates und öffentliches Material, Grünschnitt und Strukturmaterial gemeinsam und entsorgt den größeren Teil über das Kompostwerk Niedermeyer in Blomberg, den kleineren Teil über das Kompostwerk Lemgo, das ein Biogas-BHKW besitzt. Das Material aus Dörentrup wird ebenfalls über das Kompostwerk Lemgo entsorgt. Extertal liefert Strukturmaterial und Grasschnitt getrennt ans Kompostwerk Lemgo. Kalletal ist aktuell die einzige der vier Kommunen, die das häckselfähige Strukturmaterial aus dem öffentlichen Bereich für eine energetische Nutzung an ein Holzheizkraftwerk vermarktet (ca. 200 t pro Jahr). Das restliche Material aus dem öffentlichen und privaten Bereich wird ans Kompostwerk Lemgo abgegeben.

Die Mengen variieren von Jahr zu Jahr und werden nicht in allen Kommunen erfasst⁵. Daten über einen Zeitraum von mehr als zehn Jahren liegen aus dem Extertal vor.

⁴ Laubholz/Buche 2,411 MWh/fm, Nadelholz/Fichte 1,713 MWh/fm bei 50% Wassergehalt [HERO 2007]

⁵ In Dörentrup existiert keine zentrale Sammelstelle für Material aus dem privaten Bereich, das Material wird von den Haushalten direkt ans nahegelegene Kompostwerk angeliefert. Deshalb liegen keine Mengenangaben vor.

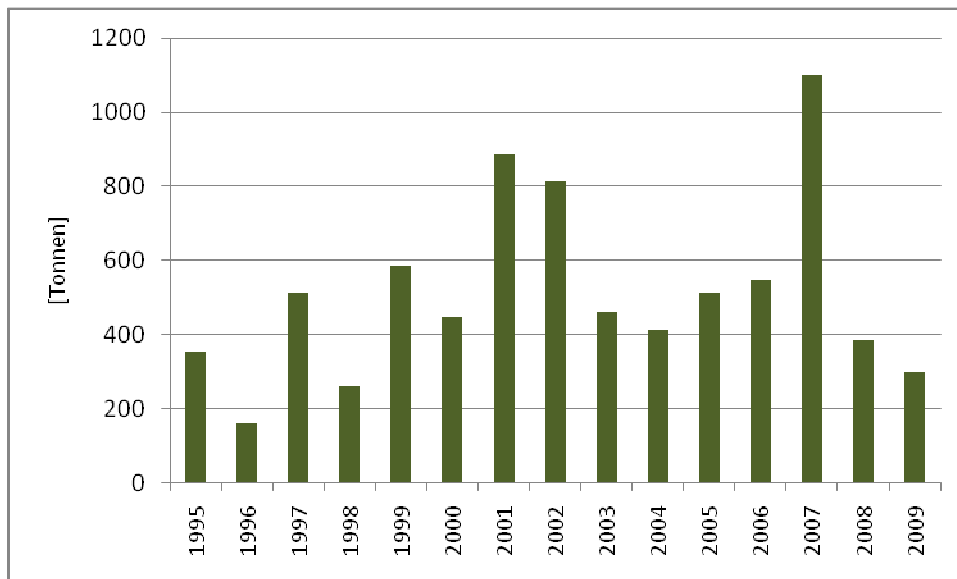


Abbildung 2: Abgabe Strukturmaterial aus der Kommune Extertal ans Kompostwerk Lemgo

Die Gemeinde Bartrup hat im Jahr 2009 etwa 130 t Frischmasse ans Kompostwerk Lemgo abgegeben, 580 t wurden nach Blomberg ans Kompostwerk Niedermeyer geliefert. Aus Dörentrup wurden 2009 ca. 200 t aus dem öffentlichen Bereich an das Kompostwerk Lemgo abgegeben.

Das Kompostwerk Lemgo benötigt nach Angaben des Kreises Lippe jährlich für seinen Prozessablauf etwa 6000 t Strukturmaterial. Im Abfallwirtschaftsverband, in dem auch die nordlippischen Kommunen Mitglied sind, wird zurzeit darüber diskutiert, die energetische Nutzung des Materials zu verbessern. Notwendig dazu wäre die getrennte Sammlung von Strukturmaterial und Grasschnitt bzw. die Separierung am Kompostwerk.

Für die Potenzialabschätzung wird angenommen, dass alle vier Kommunen je 200 t Frischmasse (FM) pro Jahr energetisch nutzen. Das entspricht der heute schon in Kalletal vermarkteten Menge. Insgesamt würde damit ein Aufkommen von **800 t Strukturmaterial pro Jahr aus dem kommunalen Bereich** zur Verfügung stehen.

Aufkommen Straßenbegleitgrün: Für die Pflege der Kreisstraßen in Nordlippe ist der Eigenbetrieb Straßen des Kreises Lippe verantwortlich, für die Landes- und Bundesstraßen teilen sich die Straßenmeistereien Schieder und Lemgo von Straßen NRW die Zuständigkeit. Beim Gras- und Grünschnitt erfolgen zwei Schnitte im Sommerhalbjahr, das Material wird vor Ort zum Mulchen belassen. Bei diesem Verfahren wirkt sich nachteilig aus, dass sich die Humusschicht auf den Banketten vergrößert. Von Vorteil ist, dass kein zweites Fahrzeug/kein zweiter Anhänger zur Aufnahme des Grünschnitts notwendig ist und der Grünschnitt nicht entsorgt werden muss. Mengenangaben zum insgesamt anfallenden Grünschnitt können die Straßenmeistereien nicht vornehmen.

Die Gehölzpflege wird im Winterhalbjahr durchgeführt. Ob das Material gehäckselt vor Ort verbleibt oder zum Stützpunkt transportiert und vermarktet wird, hängt vom vorhandenen Fahrzeugpark ab. Der Eigenbetrieb Straßen des Kreises Lippe besitzt nur einen mobilen Häcksler. Material, das nicht mit dem mobilen Häcksler verarbeitet werden kann ($500 - 1000 \text{ m}^3/\text{a}$ ⁶), wird zum Stützpunkt transportiert und ans Holzheizkraftwerk Oerlinghausen vermarktet (Häckselung am Stützpunkt, dann Abtransport). Die Straßenmeistereien des Landes NRW in Schieder und Lemgo besitzen mehrere mobile Häcksler, so dass der

⁶ Schätzung durch Mitarbeiter des Kreises, Juli 2010

größte Teil des Strukturmaterials aus der Pflege der Landes- und Bundesstraßen vor Ort am Straßenrand verbleibt.

Für die Potenzialabschätzung in Nordlippe wird angenommen, dass kein Straßenbegleitgrün für die energetische Nutzung zur Verfügung steht.

Aufkommen aus Landschaftspflege und Naturschutz: Ein vollständiges Heckenkataster für die Region Nordlippe existiert nicht. Für die Abschätzung von Potenzialen wurden Informationen von der Unteren Landschaftsbehörde sowie aus der Datenbank der Landwirtschaftskammer eingeholt.

Hecken in der Zuständigkeit der Unteren Landschaftsbehörde werden alle sieben bis zehn Jahr auf den Stock gesetzt, wobei ein erheblicher Teil des Materials vor Ort verbleibt. Eine Vermarktung der restlichen Mengen zur energetischen Nutzung wurde versucht, allerdings gibt es bisher keine Interessenten, da die Mengen klein sind und diskontinuierlich anfallen.

In der Datenbank der Landwirtschaftskammer ist eine Gesamtfläche von 61,1 ha für Hecken und Feldgehölze (Landschaftselemente Nr. 1, 3, 6, 8) erfasst⁷ (Stand März 2010):

Tabelle 2: Hecken und Feldgehölze in Nordlippe

Gemeinde	Feldgehölze [ha]	Hecken [ha]
Barntrup	1,4	4,2
Dörentrup	1,5	7,1
Extertal	4,2	18,7
Kalletal	7,9	16,4
Gesamt	15.0	46.4

[Kaltschmitt 2001] geht von einem jährlichen Aufwuchs von 5 Tonnen Frischmasse pro Hektar aus. Für die Potenzialabschätzung wird davon ausgegangen, dass die Hecken alle zehn Jahre einmal auf den Stock gesetzt werden. Der größere Teil des Materials sollte aus Gründen des Naturschutzes vor Ort verbleiben, ein Drittel der anfallenden Frischmasse kann jedoch energetisch genutzt werden [NAWARO]. Entsprechend ergibt sich ein Aufkommen von 101 t Frischmasse aus der Heckenpflege. Dies kann als eine untere Abschätzung angesehen werden.

In der Summe beträgt das abgeschätzte Aufkommen an Landschaftspflegematerial rund 900 t FM pro Jahr. [HERO 2007] gibt den Heizwert für waldfisches Laubholz mit 2,16 MWh/t an. Das theoretische Wärmepotenzial beträgt somit rund **2.000 MWh pro Jahr**.

3.3 Biogas

Das Biogaspotenzial wird auf Basis des Viehbestandes abgeschätzt. Eine Zusammenstellung der Landwirtschaftskammer nennt die folgenden Zahlen zu landwirtschaftlichen Betrieben und Viehbeständen in Nordlippe⁸.

⁷ In der Datenbank der Landwirtschaftskammer werden Hecken als so genannte Landschaftselemente erfasst, weil für die Pflege von Landschaftselementen Förderung beantragt werden kann. Die Landwirtschaftskammer bemüht sich um flächendeckende Erfassung, z.T. auch über Auswertung von Luftbildern. Vollständigkeit ist jedoch ein Anspruch, der nicht erreicht werden kann.

Tabelle 3: Übersicht landwirtschaftliche Betriebe und Viehbestände in Nordlippe

	Barntrup	Dörentrup	Extertal	Kalletal	Summe
Betriebe mit Viehhaltung	41	61	118	130	350
Betriebe ohne Viehhaltung	15	14	27	39	95
landwirt. genutzte Fläche	3.839	2.592	4.539	5.201	16.171

Mastschweine	6.514	4.995	3.564	7.311	22.384
Zuchtsauen	1.163	1.205	328	977	3.673
Rinder	592	765	2.047	1.460	4.864
Großvieheinheiten					10.112

Pro Großvieheinheit (GVE) wird ein Biogasertrag von 1,5 m³ pro Tag in Ansatz gebracht [DENA 2010]. Das entspricht ca. 550 m³ pro Jahr. In Anlehnung an [Kaltschmitt 1992] wird der durchschnittliche Brennwert von Biogas mit 6,2 kWh/m³ und der Eigenverbrauch der Biogasanlage mit 20 % angenommen. Damit verbleibt ein Potenzial von **27.000 MWh**.

3.4 Stroh

Aus der Aufstellung der Landwirtschaftskammer geht die landwirtschaftlich genutzte Fläche in der Region Nordlippe hervor. Eine Aufschlüsselung der Anbaufläche für verschiedene Feldfrüchte existiert jedoch auf kommunaler Ebene nicht. Deshalb wird die prozentuale Aufteilung des Feldfrüchteanbaus für den gesamten Kreis Lippe aus [LWK NRW 2008] für Nordlippe übernommen. Für die einzelnen Getreidearten wird ein mittlerer Strohertrag nach [Kaltschmitt 2001] angesetzt; auch der Heizwert der Stroharten wird in Anlehnung an [Kaltschmitt 2001] gewählt. In Absprache mit dem Arbeitskreis Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Energie wird angenommen, dass 20 % des Strohertrags energetisch genutzt werden können. Der Rest wird zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und als Einstreu benötigt. Auf Basis dieser Annahmen ergibt sich ein energetisch nutzbares Strohpotenzial von **56.000 MWh/a**.

⁸ Stand 2007 – neuere Daten liegen in einer Aufschlüsselung auf Kommunen liegen nicht vor

Tabelle 4: Abschätzung energetisches Potenzial Stroh

[ha]	Winterweizen	Roggen	Wintergerste	Sommergerste	Hafer	Triticale	Raps	Summe Ackerland
Anteil an der Ackerfläche [%]	31%	3%	19%	1%	3%	4%	16%	100%
Barntrop	1106	104	675	24	91	141	564	3.518
Dörentrop	667	62	408	15	55	85	341	2.123
Extertal	1065	100	650	23	87	136	543	3.387
Kalletal	1401	131	856	31	115	179	715	4.457
Summe [ha]	4239	397	2588	93	348	540	2163	13.485

spez. mit. Strohertrag [t/ha a]	5,4	7,34	5,57	4,21	5,48	6,88	5,95	
Strohertrag [t/a]	22893	2914	14418	390	1907	3718	12870	
20% energetisch nutzbar [t/a]	4579	583	2884	78	381	744	2574	

Heizwert Hu [MJ/kg]	17,2	17,4	17,5	17,5	17,1	17,1	17,1	
Energieertrag [MWh/a]	21.875	2.817	14.017	379	1.811	3.532	12.227	56.659

3.5 Thermische Solarenergie

In einer Untersuchung zur Abschätzung des Fotovoltaikpotenzials ermittelt [Lödl 2010] eine Kennzahl für die mittlere Grund- und Freifläche pro Strom-Hausanschluss für die Siedlungskategorien Land, Dorf und Vorstadt. Für die Grund- und Freiflächen liegen Daten aus der Landesstatistik vor [IT NRW 2009]. Die Gemeinden haben Daten zur Anzahl der Hausanschlüsse im Bereich Wasser/Abwasser zur Verfügung gestellt, die für diese Abschätzung übernommen werden. Entsprechend der Kennzahlen von Lödl zum Verhältnis Hausanschlüsse pro Quadratmeter Grund- und Freifläche wird die Gemeinde Dörentrop der Kategorie Land zugeordnet, die Gemeinden Barntrop, Extertal und Kalletal der Kategorie Dorf. Die verfügbare Dachfläche wird nach Lödl abgeschätzt. Es wird angenommen, dass ein Anteil von ca. 25 % der gesamten Dachflächen nach Südwest/Süd/Südost ausgerichtet ist und zur Gewinnung von Solarenergie genutzt werden. Für die Abschätzung des Potenzials wird angenommen, dass 1/3 der geeigneten Dachfläche für Solarthermie genutzt wird, so dass 2/3 für Fotovoltaik zur Verfügung stehen würden. Für die Region Nordlippe wird ein spezifischer Solarthermieertrag von 220 kWh pro Jahr und Quadratmeter angesetzt. Auf Basis dieser Abschätzungsmethodik ergibt sich ein solar erzeugtes Wärmepotenzial von **74.000 MWh/a**.

Tabelle 5: Solarthermie-Potenzial – obere Abschätzung

	Abschätzung Dachfläche gesamt [m ²]	Solar nutzbare Dachfläche [m ²]	Dachfläche Solarthermie [m ²]	Solarthermie-Ertrag [MWh]
Barntrop	720.000	180.000	60.000	13.000
Dörentrop	1.167.000	291.750	97.000	21.300
Extertal	1.022.000	255.500	85.000	18.700
Kalletal	1.154.000	288.500	96.000	21.100
Summe [MWh]				74.100

Eine andere Abschätzungsmethodik zur Ermittlung von Solarthermiepotenzialen geht von der Anzahl der Wohngebäude aus. In Anlehnung an [WI 2007] wird angenommen, dass in 50 % der Wohngebäude eine Solarthermieanlage zur Heizungsunterstützung mit einer Kollektorfläche von 20 m² installiert wird. Weitere 35 % der Wohngebäude nutzen Solarthermie mit 6 m² Kollektorfläche ausschließlich zur Warmwasserbereitung.

Tabelle 6: Solarthermie-Potenzial – untere Abschätzung

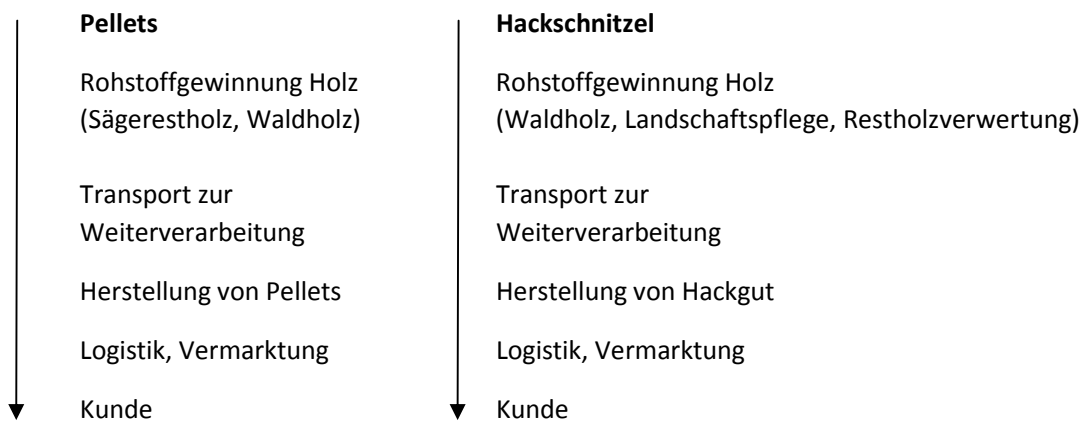
	Heizungsunterstützung	Warmwasserbereitung
Gesamtzahl Wohngebäude Nordlippe	11.750	11.750
Nutzungsart [%]	50%	35%
Anzahl Gebäude pro Nutzungsart	5.875	4.113
mittl. Kollektorfläche [m ²]	20	6
spez. Solarertrag [kWh/m ² a]	220	220
Solarthermiepotenzial [MWh/a]	25.850	5.429
Summe [MWh/a]		31.279

Der Vergleich der Ergebnisse macht deutlich, dass Potenzialabschätzungen mit Unsicherheiten behaftet sind und eher grob einen Hinweis auf die Größenordnung geben können. Die Abschätzung nach [Lödl 2010] kommt zu höheren Potenzialen, weil hier in den Kategorien Land und Dorf die großen Dachflächen landwirtschaftlicher und sonstiger Nebengebäude in die Abschätzung einfließen. Die Abschätzung nach [WI 2007] orientiert sich an Kollektorflächen für den Ein- und Zweifamilienhausbereich. Nichtwohngebäude und Mehrfamilienhäuser, auf denen z.T. deutlich größere Kollektorflächen realisiert werden könnten, gehen nicht in diese Methodik mit ein, so dass ein niedrigeres Abschätzungsergebnis ermittelt wird.

4 Wirtschaftliche Erschließung von Potenzialen im Bereich der erneuerbaren Energien

4.1 Pellets und Holzhackschnittel

Die Wertschöpfungsketten für Holzpellets und Holzhackschnittel können wie folgt untergliedert werden:



In der Region Nordlippe sind bisher keine kommerziellen Hersteller von Holzpellets oder Holzhackschnitteln angesiedelt [CARMEN 2010]. In Dörentrup und Extertal existiert je ein Sägewerk. Im näheren Umkreis befinden sich außerdem mehrere Produktionsstandorte der Holzfasersplattenindustrie, die Industrieholzsegmente nachfragen und eine Konkurrenz zur Energieholznutzung darstellen. Die Faserplattenwerke beschaffen ihre Rohstoffe sowohl regional als auch überregional.

Holzpellets

Nach Angaben des Deutschen Energieholz- und Pelletverbandes (DEPV) setzte sich die Rohstoffgrundlage der Pelletproduktion in Deutschland 2009 zu 70 % aus Sägeresthölzern und zu 30 % aus nicht sägefähigen Rundholzsortimenten zusammen. Dieser Anteil ist gegenüber 2008 stark angestiegen, weil durch die 2009 sinkende Schnittholzproduktion die Verfügbarkeit von Sägeresthölzern rückläufig war. Der DEPV geht davon aus, dass sich diese Entwicklung in 2010 fortsetzt. Hölzer aus Kurzumtriebsplantagen spielen bisher bei der Pelletproduktion als Rohstoffe keine Rolle [DEPV 2010].

Die Pelletherstellung in Deutschland erfolgt auf der überregionalen Ebene. [CARMEN 2010] listet in 120 km Umkreis um Nordlippe vier Pellethersteller auf (drei im Sauerland, einer in Niedersachsen). Der Vertrieb in der Fläche erfolgt in der Regel durch Brennstoffhändler, die ihr Angebot entsprechend erweitert haben. Nachfrage auf Kundenseite existiert in Nordlippe sowohl durch private Pelletheizungen als auch durch mehrere größere Objekte (z.B. Burg Sternberg, Grundschule Bösingfeld, Kindergarten Humfeld).

Eine telefonische Befragung der beiden Sägewerke in Nordlippe ergibt, dass keine Sägerestholzpotenziale für den möglichen Aufbau einer Pelletproduktion zur Verfügung stehen. Sägereste werden entweder im Betrieb energetisch genutzt oder an die Faserplattenindustrie vermarktet. Ohne die Rohstoffquelle Sägerestholz erscheint der Aufbau einer Wertschöpfungskette im Bereich Holzpellets wenig aussichtsreich.

Holzhackschnitzel

Als Rohstoffquelle für Holzhackschnitzel kann Strukturmaterial aus der Landschaftspflege oder aus dem Schwachholzsegment im Forst dienen. Das Landschaftspflegematerial wird bisher nur zum kleineren Teil zur energetischen Nutzung vermarktet, sondern in der Regel (z.T. kostenpflichtig) kompostiert. Beim Rohstoff aus dem forstlichen Bereich konkurriert im Segment Industrieholz die energetische Nutzung mit der stofflichen Nutzung, z.B. durch die Faserplattenindustrie. Freie Kapazitäten bei Lohnhackern scheinen in Nordlippe vorhanden. Auf der Nachfrageseite werden Holzhackschnitzel zurzeit nur in Einzelfällen im privaten Bereich genutzt. Größere Holzhackschnitzel-Heizwerke, die eine regelmäßige Nachfrage generieren würden, existieren in Nordlippe bisher nicht.

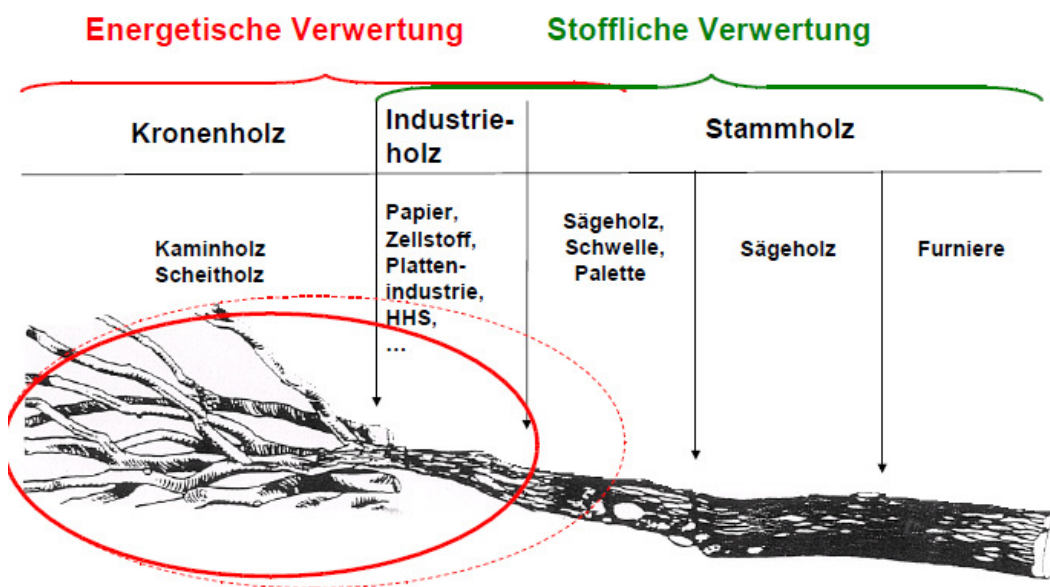


Abbildung 3: Nutzungskonkurrenz Holz energetische Verwertung – stoffliche Verwertung
(Quelle: Pflüger-Grone 2006)

Zur Bewertung der wirtschaftlichen Chancen für den Aufbau einer regionalen Wertschöpfungskette für Holzhackschnitzel werden zwei Abschätzungen vorgenommen, die obere und untere Grenzkosten markieren. Für die Kostenobergrenze wird angenommen, dass Industrieholz (Nadelholz/Fichte) zu einem Preis von 34 €/fm⁹ als Rohstoff verwendet wird. Für die Untergrenze wird Strukturmaterial aus der Landschaftspflege zu einem Preis von 2 € pro Schüttraummeter (srm) angesetzt¹⁰. Nach [Pflüger 2010] liegen (Lohn)-Hackkosten bei 3,5 – 4,5 €/srm und Transportkosten zur Heizanlage bei 2,5 – 4,5 €/srm. Für die hier vorgenommene Abschätzung wird jeweils der Mittelwert verwendet (Hacken 4 €/srm, Transport 3,5 €/srm). Als Vergleichsmaßstab wird der vom Centralen Agrar-Rohstoff-Marketing- und Entwicklungsnetzwerk CARMEN ermittelte Preis im Juni für Hackschnitzel in Norddeutschland in Höhe von 82,25 €/t

⁹ bei Fichte entspricht 1 fm = 2,5 srm [Pflüger 2006]

¹⁰ Der Eigenbetrieb Straßen Lippe erzielt Preise von 1-2€/srm je nach Qualität des Häckselgutes, die Straßenmeistereien des Landes NRW sind angewiesen, ihr Material zu einem Mindestpreis von 7€/srm zu vermarkten.

verwendet¹¹. Umgerechnet in Schüttraummeter und unter Abzug von 15 % Mehrwertsteuer¹² entspricht das einem Marktpreis für Holzhackschnitzel von 16,45 €/srm.

Tabelle 7: Schätzung Bereitstellungskosten Holzhackschnitzel

[€/srm]	Rohstoff	Hacken	Transport	Summe	mittlerer Preis Norddeutschland
Industrieholz	13,6	4	3,5	21,1	16,45
Landschaftspflegematerial	2 - 7	4	3,5	9,5 – 14,5	16,45

Die Abschätzung macht deutlich, dass allein auf Basis von Industrieholz als Rohstoff eine Kostendeckung nicht erreicht werden kann. Für den Aufbau einer wirtschaftlich attraktiven Holzhackschnitzellogistik ist es deshalb notwendig, kostengünstigere Rohstoffquellen wie Kronenholz, Landschaftspflegematerial oder ökologisch unbedenkliche Altholzsortimente ebenfalls zu erschließen. Als hemmend erweist sich dabei oft das Fehlen von Kooperationsstrukturen zwischen den Produzenten der verschiedenen Holzhackschnitzelrohstoffe. Der Aufbau von dauerhaften Kooperationsstrukturen wird erleichtert, wenn ein größerer Kunde (wie z.B. ein kommunales Heizwerk) bei einer Produzentengemeinschaft eine festgelegte Brennstoffmischung verlässlich nachfragt.

Das bietet zugleich die Option auf Synergieeffekte: Wenn nämlich umgekehrt der Aufbau eines mit Holzhackgut befeuerten Wärmenetzes für einen Zeitraum von z.B. 5 Jahren eine verlässliche Vertragsgrundlage bei der Brennstofflieferung hat, bekommen Netz-Investor/Netz-Betreiber eine gute Planungssicherheit, die beim Aufbau eines Wärmenetzes befördernd wirkt.

4.2 Biogas

Seit 2000 hat sich die Anzahl der Biogasanlagen in Deutschland etwa verfünffacht. Diese Dynamik wird durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ausgelöst, das für den in Kraft-Wärme-Kopplung aus Biogas erzeugten Strom eine verlässliche Einspeisevergütung vorsieht und damit eine wirtschaftliche Basis für die Investition schafft. Die EEG-Novelle 2009 hat die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen weiter verbessert und einen erheblichen Neubauschub ausgelöst. Dabei geht der Trend hin zu größeren Anlagen und zu Anlagen zur Produktion von Biomethan.

Mit einer Leistungsdichte von 0,84 kW pro 10 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche liegt Nordrhein-Westfalen im Bereich Biogas bisher lediglich im Mittelfeld der Bundesländer. Nordlippe liegt mit einer Leistungsdichte von etwa 1 kW pro 10 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche über dem Durchschnitt in NRW, aber noch deutlich hinter den führenden Flächenländern Niedersachsen (1,68), Bayern (1,31) und Schleswig-Holstein (1,25) zurück [FV Biogas 2009]. Das legt zumindest nahe, dass in Nordlippe weiteres Biogas-Potenzial (wirtschaftlich) erschließbar ist.

Für die energetische Effizienz von Biogasanlagen ist es wichtig, dass die im Kraft-Wärme-Kopplungsprozess entstehenden Energiearten Strom und Wärme beide möglichst vollständig genutzt werden.

¹¹ Waldhackschnitzel mit einem Wassergehalt von 35 % und einem Energieinhalt von 3,11 kWh/kg (entspricht in etwa Fichte), bei Anlieferung von 80 srm im Umkreis von 20 km inkl. MWSt., Juni 2010.

¹² Für Holzhackschnitzel gelten je nach Herkunft unterschiedliche Mehrwertsteuersätze. Nach Angaben von CARMEN lag der mittlere MWSt.-Satz der für das 2. Quartal 2010 ausgewerteten Hackschnitzelpreise bei rund 15%.

Von der erzeugten Primärenergie sind rund 15 % als Verluste nicht nutzbar. Je nach BHKW-Typ und Auslegung werden etwa 35 % in Strom und 50 % in nutzbare Wärme umgewandelt. Etwa 20 % der Energie werden als Wärme zur Heizung der Fermenter benötigt. Um Biogas-Anlagen effizient zu betreiben, sollten die verbliebenen 30 % der Wärmenergie ebenfalls bestmöglich genutzt werden.

Durch die steigenden Anlagengrößen ist es zunehmend schwieriger, die verbleibenden Wärmemengen zu nutzen. Biogasanlagen entstehen oft außerhalb geschlossener Ortschaften. Der Wärmebedarf der wenigen benachbarten Gebäude ist besonders im Sommer oft nicht hoch genug, um die vorhandene Wärmeenergie vollständig nutzen zu können – zumal im Sommer lediglich der Brauchwarmwasserbedarf über die Heizungsanlage zu decken ist. So stehen Biogas-BHKW z.B. in einer Konkurrenz zu solarthermischen Anlagen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, die Wärmenutzung zu verbessern und so die Effizienz von Biogasanlagen zu verbessern:

- Wärmetransport über ein Wärmenetz zur Versorgung von weiteren, ggf. entfernten Gebäuden,
- Transport des Biogases über ein kleines Biogasnetz zu weiteren, ggf. entfernten Gebäuden,
- Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität (Biomethan/Bioerdgas) und Nutzung des Erdgasnetzes für den Transport zu den Wärmenachfragern,
- Aufbau einer zusätzlichen Wärmenachfrage vor Ort (z.B. Holzhackschnitzeltrocknung oder Pelletierung).

Durch diese Maßnahmen entstehen z.T. zusätzliche Kosten. Um diesen Wirtschaftlichkeitsnachteil auszugleichen, gibt es verschiedene Fördermechanismen (z.B. Boni im EEG, Förderung für den Bau von Wärmenetzen oder Mikrogasnetzen). Welche Konzeption für eine bestimmte Anlage am wirtschaftlichsten ist, bedarf einer Untersuchung im Einzelfall.

Um die Energieeffizienz von Biogasanlagen zu erhöhen, müssen bei der Standortentscheidung für Biogasanlagen die Möglichkeit der Wärmenutzung und auch die Länge der Transportwege bei der Substratversorgung berücksichtigt werden.

4.3 Thermische Solarenergie

Die Wirtschaftlichkeit von thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung wird auf der Kostenseite im Wesentlichen durch die Investitionskosten bestimmt. Brennstoffkosten fallen nicht, Wartungs- und Betriebskosten fallen nur in geringem Umfang an. Die Rentabilität hängt deshalb primär davon ab, ob es gelingt, die Investition über die eingesparten fossilen Brennstoffkosten für die Warmwassererwärmung zu amortisieren. Neben den klassischen Faktoren der Wirtschaftlichkeitsrechnung (s. Kapitel 7.4, Energiepreise, Eigenkapitalquote, Zinsfuß, etc.) spielt bei thermischen Solaranlagen auch das Nutzerverhalten eine entscheidende Rolle.

Damit eine thermische Solaranlage Wasser erwärmen kann, müssen zwei Faktoren gegeben sein:

1. Die solare Einstrahlung muss ausreichend sein (im Sommerhalbjahr in der Regel gegeben)
2. Im Warmwasserspeicher muss zeitgleich zur solaren Einstrahlung kaltes Wasser vorhanden sein, das erwärmt werden kann.

Kaltes Wasser fließt immer dann ins Warmwassersystem nach, wenn warmes Wasser gezapft wird. Deshalb wird der zweite Faktor durch das Nutzerverhalten beeinflusst.

Die folgende Grafik illustriert die Tatsache, dass ein (unter ökologischen Gesichtspunkten wünschenswerter) sparsamer Warmwasserverbrauch zu einem reduzierten Solarertrag führt.

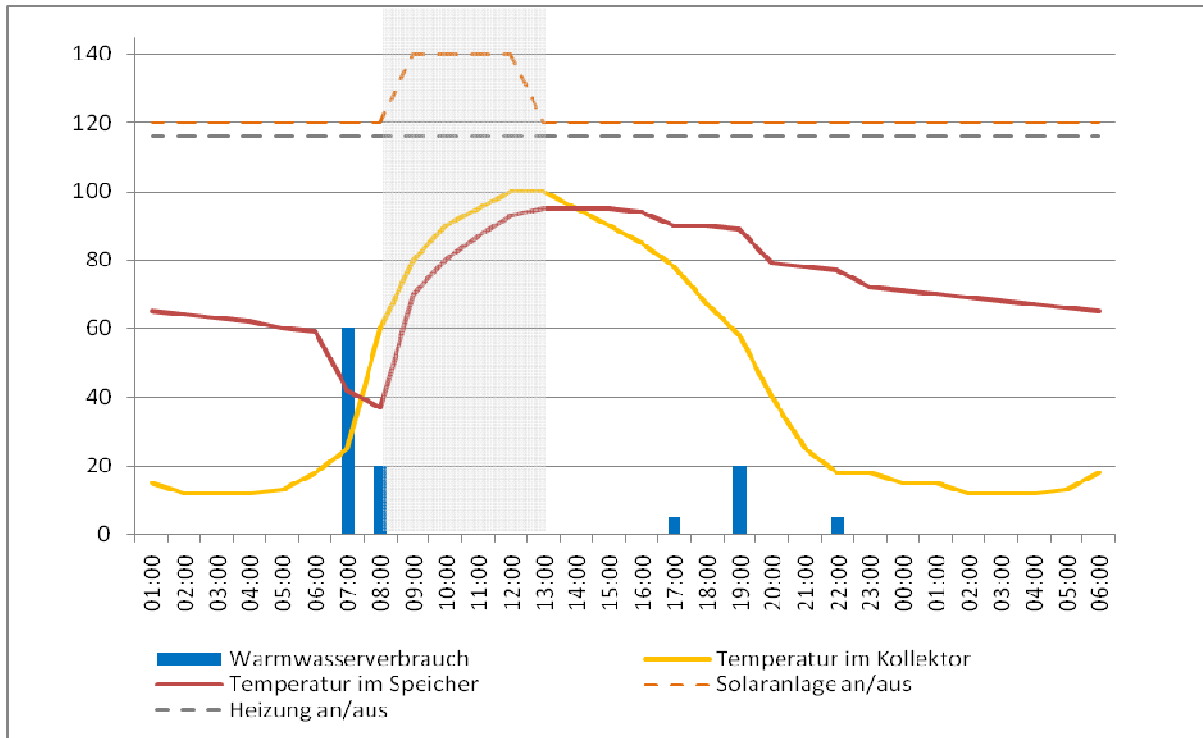


Abbildung 4: Darstellung des Zusammenhangs zwischen geringem Warmwasserbedarf und reduziertem Solarertrag anhand eines vermessenen Beispielgebäudes

Wenn morgens gegen 7.00 Uhr das Tagesmaximum des Warmwasserverbrauchs eintritt, werden erhebliche Mengen kaltes Wasser in den Warmwasserspeicher nachgespeist. Die Temperatur im Speicher sinkt ab (in diesem Beispiel auf ca. 38 °C). Am Beispieltag herrscht gutes Wetter, deshalb werden im Sonnenkollektor bereits gegen 8:00 Uhr Temperaturen von über 50 °C erreicht. Die Solaranlage schaltet sich an und erwärmt das Wasser im Speicher im Laufe des Vormittags bis auf über 95 °C. Wenn im Speicher solche hohen Temperaturen erreicht werden, schaltet die Solaranlage ab, um ein Verdampfen der Kollektorflüssigkeit zu verhindern. Weil weder mittags noch nachmittags warmes Wasser verbraucht wird, bleibt die Temperatur im Speicher hoch, ein solares Nachheizen am Nachmittag ist nicht erforderlich. Die Solaranlage bleibt in der zweiten Tageshälfte abgeschaltet, erwirtschaftet keinen solaren Ertrag und auch keine weiteren finanziellen Deckungsbeiträge zu ihrer Amortisation – obwohl Solarstrahlung vorhanden wäre.

Nutzer, deren Warmwasserverbrauch zeitlich gut mit dem Solarangebot korreliert, können höhere Solarerträge erzielen. Typische Beispiele hierfür sind Freibäder und Campingplätze, aber auch Pflegeheime oder Gastronomiebetriebe mit Warmwasserverbrauch in der Mittagszeit. In Mehrfamilienhäusern werden in der Regel höhere Solarerträge erwirtschaftet als im Ein-/Zweifamilienhausbereich, weil durch die größere Anzahl der Nutzer der Warmwasserverbrauch zeitlich breiter streut.

Für Gebäude mit mäßigem Wärmedämmstandard, die bis in den Frühsommer hinein heizen müssen, kann eine solare Heizungsunterstützung eine Möglichkeit sein, die Wirtschaftlichkeit einer thermischen

Solaranlage zu erhöhen. Ziel der solaren Heizungsunterstützung ist es, in der Übergangszeit – wenn zumindest stunden- oder tageweise ein ausreichendes Solarangebot vorhanden ist – durch die Heizung eine zusätzliche Nachfrage nach Solarwärme im Gebäude zu schaffen¹³. Je mehr Solarwärme im Gebäude tatsächlich nachgefragt und verbraucht wird, desto höher der Solarertrag und desto besser die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Thermische Solaranlagen sind eine ausgereifte Technik, die bei angepasster Auslegung der Komponenten im Einfamilienhausbereich während der Sommermonate fossile Brennstoffe zu 100 % ersetzen kann, wenn nur Warmwasser und keine Heizenergie benötigt wird. Hausbesitzer, die ihre Zentralheizung im Sommer nicht im Stand-By laufen lassen, sondern vollständig abschalten, vermeiden CO₂-Emissionen und sparen Kosten.

Thermische Solaranlagen sind eine Möglichkeit, erneuerbare Energien heute schon zu vertretbaren Kosten zu nutzen und so einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten. Allerdings ergibt eine Vollkostenrechnung mit konservativ niedrigen Annahmen zur Energiepreissteigerung und ohne Berücksichtigung von Förderung, dass Solarthermieanlagen für die Warmwasserbereitung im Wohnbereich die Wirtschaftlichkeitsgrenze nicht erreichen (s. Kapitel 7.4)¹⁴. Um die Wirtschaftlichkeit der Solaranlagen zu verbessern, wird der Bau thermischer Solaranlagen vom Staat mit Zuschüssen gefördert (z.B. Marktanzreizprogramm des Bundesamtes für Wirtschaft).

5 Wärmedichteatlas Nordlippe

Eine Umorientierung der Wärmeversorgung hin zu einem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien und zu einer Erhöhung der Energieeffizienz kann zentral und dezentral erfolgen.

- Beim dezentralen Ansatz ist das Ziel, den Energiebedarf von Gebäuden durch Wärmedämmung zu reduzieren. Weitere Effizienzgewinne können durch eine Optimierung des Heizungssystems erzielt werden. Um die CO₂-Emissionen zu senken, können erneuerbare Energien genutzt werden, um den Restwärmebedarf ganz oder teilweise zu decken. Die wichtigste Zielgruppe für den dezentralen Ansatz sind Immobilienbesitzer, an deren Gebäuden wichtige Bauteile sanierungsbedürftig sind (Fenster, Dach, Außenwände, etc.) sowie Heizungsanlagenbetreiber, deren Kessel zur Erneuerung anstehen.
- Zentrale Lösungen beinhalten den Aufbau von Wärmenetzen, in denen wenige zentrale Wärmeerzeugungsanlagen mehrere Gebäude gemeinsam mit Wärme versorgen. Wird die Wärme für das Netz in hocheffizienter Kraft-Wärme-Kopplung erzeugt, kann über diese eine Maßnahme die Wärmeversorgung aller angeschlossenen Häuser effizienter gestaltet werden. Gleiches gilt auch für Umstellung der Wärmeerzeugung auf regenerative Energien, wie z.B. die Nutzung von Holzhackschnitzeln, Pellets oder Biogas.

Der Weg zu einer klimafreundlicheren Energieversorgung über zentrale Wärmenetze bietet den Vorteil, dass es nicht notwendig ist, eine Vielzahl von Akteuren einzeln zur Umsetzung von Dämm-Maßnahmen

¹³ Solare Heizungsunterstützung kann KEINE nennenswerten Beiträge zur Deckung des Heizwärmebedarfs in den Wintermonaten leisten, da im Winterhalbjahr die Einstrahlungszeiten zu kurz und die Außentemperaturen zu niedrig sind.

¹⁴ Hausbesitzer, die eine Wirtschaftlichkeitsrechnung für einen geplante Sonnenkollektor durchführen wollen, finden ein einfaches Excel-Werkzeug unter auf der Internetseite des Umweltinstituts München (Fachbereich Energie und Klima)

oder zur Nutzung erneuerbarer Energien zu motivieren. Die Entscheidung zum Anschluss an ein Wärmenetz ist für den einzelnen Hausbesitzer mit vergleichsweise wenig Aufwand verbunden und ist – einen vernünftigen Wärmepreis vorausgesetzt – wirtschaftlich gleichwertig oder vorteilhafter.

Um ein Wärmenetz wirtschaftlich betreiben zu können, darf der Wärmebedarf der Kunden nicht zu dünn gestreut sein. Eine geringe Wärmedichte erfordert lange Netze mit hohen Investitionskosten und verursacht hohe Netzverluste. Beides wirkt sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes aus. Deshalb ist es sinnvoll, regional Teilgebiete zu bestimmen, in denen der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung in Frage kommen könnte und Gebiete, in welchen eher dezentrale Ansätze verfolgt werden sollten.

Ein Atlas, in dem die Wärmeleistungen pro Quadratkilometer (Wärmedichte) räumlich dargestellt sind, ist eine sinnvolle Grundlage für die Definition entsprechender Teilgebiete.

5.1 Datenbasis

Für die Region Nordlippe liegen weder Daten über Verbräuche aus der leitungsgebundenen Gasversorgung bei kommunalen Stadtwerken vor, noch ist eine einheitliche exportierbare Gebäudedatenbank mit Angaben über Baujahr, Gebäudenutzfläche, Gebäudenutzung, etc. vorhanden, aus der Wärmeverbräuche hochgerechnet werden könnten. Die Abschätzung des Wärmebedarfs wurde daher auf Basis von Wasserverbräuchen vorgenommen, für die die Kommunen Daten bereitstellen können. Aus anderen Projekten im ländlichen Raum ist bekannt, dass eine solche Abschätzung für den Wohngebäudebereich eine ausreichend genaue Abbildung der Realität ergibt. Dabei wird für alle vorliegenden Wasserverbrauchsdaten der Erfahrungswert angesetzt, dass der Verbrauch eines Kubikmeters Wasser einem Wärmeverbrauch von 170 Kilowattstunden (kWh) pro Jahr entspricht.

Fehler entstehen in der Region Nordlippe u.a. dadurch, dass besonders Einzelhöfe/-gebäude außerhalb geschlossener Ortschaften zum Teil nicht an die Wasser-/Abwasserversorgung angeschlossen sind und deshalb im Wärmeatlas nicht berücksichtigt werden. Dieser Fehler führt nicht zu einer relevanten Verzerrung der Wärmedichte, weil Streusiedlungsgebiete ohnehin eine so niedrige Wärmedichte haben, dass eine zentrale Wärmeversorgung dort nicht wirtschaftlich wäre.

Für die öffentlichen Gebäude (z.B. Rathäuser, Schulen, kommunale Kindergärten, etc.) werden Daten realer Verbräuche aus den letzten Jahren verwendet, die aus den kommunalen Energieberichten entnommen (Extertal, Barntrup) oder direkt von den Kommunen zur Verfügung gestellt wurden (Dörentrup, Kalletal).

Der Erfahrungswert von 1 m³ Wasser zu 170 kWh Wärme kann für Wohngebiete im ländlichen Bereich verwendet werden. Für Gewerbe- und Industriegebiete gilt diese Korrelation nicht. Der Wasserverbrauch eines Betriebs hängt stark von der Branche ab - so hat eine Tankstelle mit Waschanlage pro Quadratmeter Gewerbefläche einen höheren Wasserverbrauch als ein Möbelhaus. Eine feste Korrelation kann nicht abgeleitet werden. Um korrekte Angaben zu erheben, ist eine Abfrage bei den einzelnen Betrieben notwendig. Das war im Rahmen dieses Energiekonzeptes nicht leistbar. Deshalb wurde für Erstellung der grafischen Darstellung trotzdem die Korrelation 1m³/170kWh herangezogen. Es kann davon ausgegangen werden, dass für die Mehrzahl der Gewerbe- und Industriebetriebe der Wärmebedarf damit unterschätzt und nicht überschätzt wird, da oft große Hallen und Büroflächen geheizt werden müssen, während nur wenig Wasser für Teeküchen, Toiletten, Waschräume und Gebäudereinigung benötigt wird.

Als Ergebnis der Umrechnung mit dem Faktor 1m³ Wasser = 170 kWh erhält man eine Abschätzung für den Jahres-Wärmeenergieverbrauch. Im Wärmeatlas sollen jedoch Dichten der Wärmeleistung (in Megawatt pro Quadratkilometer) dargestellt werden. Um die Energiewerte in Leistungswerte umzurech-

nen, wird für Heizkessel in der Region Nordlippe eine Vollbenutzungsstundenzahl von 1600 Stunden pro Jahr angenommen¹⁵. Mit diesem Wert werden aus den Wärmeverbräuchen Wärmeleistungen in Megawatt (MW) ermittelt.

Im nächsten Schritt werden die auf Basis der Wasserdaten ermittelten Schätzwerte für die Wärmeleistung anhand einer Strichprobe von rund 70 Gebäuden in Bösingfeld mit Kesselleistungen aus den Datenbeständen der Schornsteinfeger verglichen. Diese Daten wurden vom zuständigen Schornsteinfeger anonymisiert und aggregiert zur Verfügung gestellt. Die 70 Gebäude befinden sich entlang einer möglichen Nahwärmetrasse zwischen dem Schulzentrum und den Bösingfelder Rathäusern und sind zum großen Teil Wohngebäude. Wegen in der Regel überdimensionierter Kesselleistungen, wegen der Erfassung der Kesselleistung durch die Schornsteinfeger in Leistungsintervallen und wegen nicht exakt gleichzeitiger Wärmenachfrage der Verbraucher werden die Kesselleistungen mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 0,60 multipliziert (siehe auch Kapitel 6.2). Ein Vergleich der beiden Abschätzungsmethoden zeigt, dass die auf Basis der Schornsteinfegerdaten berechneten Werte rund 20 % höher liegen als die auf Basis der Wasserdaten abgeschätzten Daten. Diese Abweichung entspricht den Erwartungen.

Um schließlich Wärmedichten in einem Geoinformationssystem (GIS) als Karte räumlich darstellen zu können, müssen zunächst den Gebäudeadressen Geokoordinaten zugeordnet werden. Für die Region Nordlippe liegt keine digitale Grundkarte mit Geokoordinaten der Gebäude vor. Aus den vier Kommunen sind jedoch rund 12.800 Adressen von Gebäuden vorhanden, die einen Wasseranschluss besitzen. Über die Abfrage einer externen Datenbank konnten für 12.200 dieser Adressen Geokoordinaten ermittelt werden; ca. 600 Adressen konnten keine Geokoordinaten zugeordnet werden (das sind rund 5 % der abgefragten Adressen), wodurch ein Fehler entsteht. Als Grundkarte wird ein Ausschnitt der World Street Map verwendet.

Für die GIS-Darstellung werden die abgeschätzten Leistungswerte mit den räumlichen Lagekoordinaten der Gebäude auf der Karte verknüpft. Im nächsten Schritt werden die Leistungswerte jeweils für eine Rasterfläche von 100 m x 100 m zu einer Wärmedichte aufsummiert und in der Einheit Megawatt pro Quadratkilometer [MW/km²] farblich abgestuft dargestellt.

Am Schluss werden in einem Korrekturdurchlauf die 125 höchsten Werte (1 %) einzeln auf Plausibilität überprüft, um Ausreißer zu vermeiden. Z.B. haben Campingplätze, Autowaschanlagen oder Zapfstellen im landwirtschaftlichen Bereich zwar einen hohen Wasserverbrauch, aber keinen entsprechend hohen Wärmebedarf. Unplausible Werte werden aus der Datenbank gelöscht oder neu geschätzt und die GIS-Darstellung aktualisiert.

5.2 Ergebnisse

Abbildung 5 zeigt den Wärmeatlas für die Gesamtregion Nordlippe (Atlas in hoher Auflösung als pdf-Datei auf CD in der Anlage). Rasterfelder mit oranger oder roter Färbung markieren Gebiete, deren Wärmedichte ausreichend hoch für eine zentrale Wärmeversorgung wäre. Eine Häufung solcher Felder findet sich in den Orten Bösingfeld, Bartrup und Hohenhausen.

¹⁵ Vollbenutzungsstunden sind ein Kennwert, den man berechnet, indem man die von einer Heizanlage in einem Jahr erzeugte Wärmemenge durch die Kesselleistung dividiert. Beispiel: Ein Heizkessel mit 20 Kilowatt Leistung erzeugt mit einer Vollbenutzungsstundenzahl von 1600 Stunden eine Wärmeenergie von 32.000 Kilowattstunden. In der Praxis haben Heizkessel eine Nutzungszeit, die deutlich höher liegt als 1600 h im Jahr. Allerdings laufen sie nur einen geringen Teil des Jahres tatsächlich mit voller Leistung. Durch die Normierung auf Vollbenutzungsstunden werden die Stunden im Teillastbetrieb auf Vollastbetrieb umgerechnet.

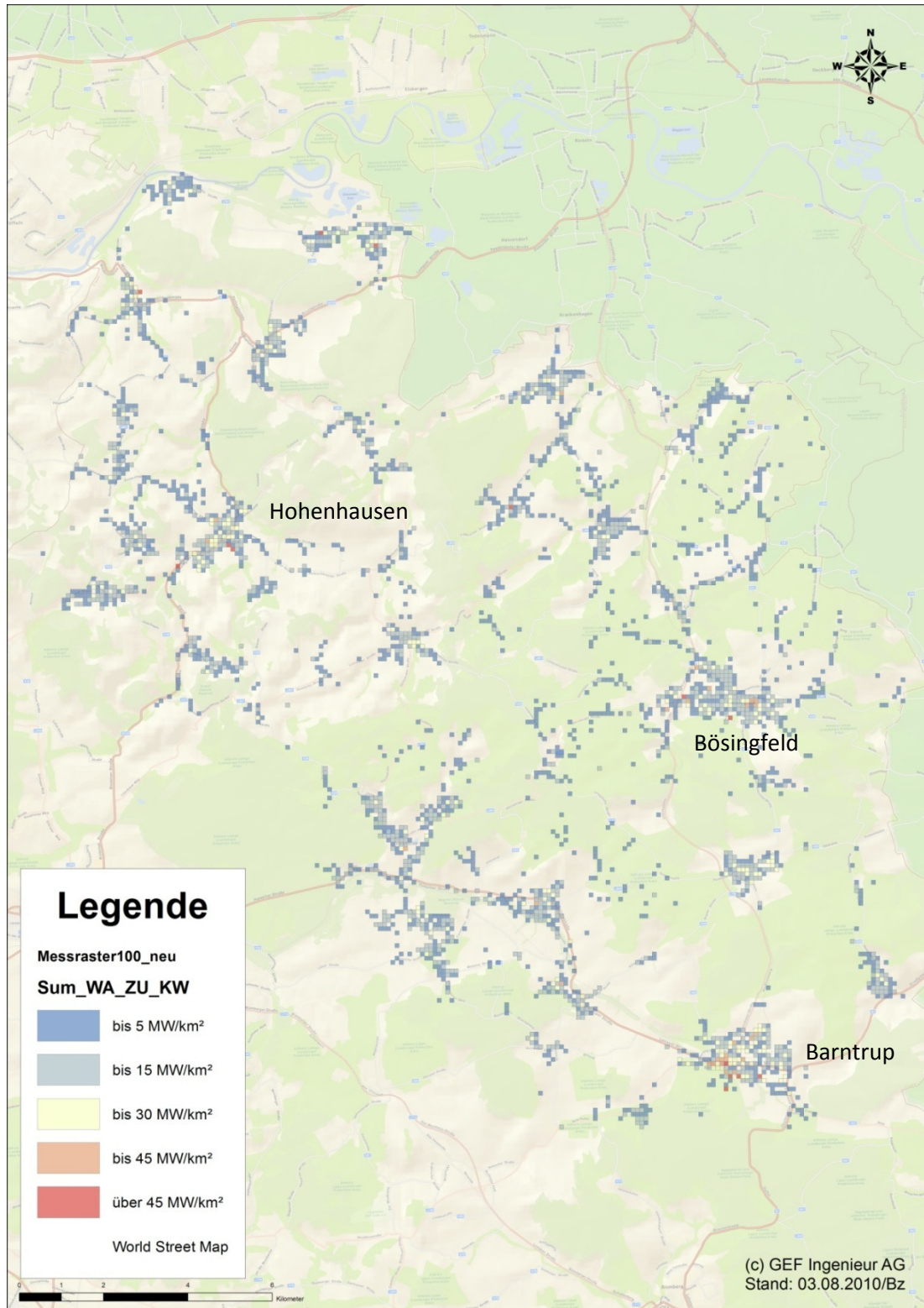


Abbildung 5: Wärmedichtekarte Gesamtregion Nordlippe

Insgesamt wird für die Region Nordlippe – unter Ausklammerung des gewerblich-industriellen Bereiches – eine Heizleistung von rund 180 MW abgeschätzt. Unter Ansatz von 1600 Vollbenutzungsstunden ergibt sich daraus ein jährlicher Wärmeverbrauch von rund **290.000 MWh** für die Bereich Wohnen und kommunale Gebäude.

Wärmedichte Bösingfeld

Auf der untenstehenden Grafik ist Bösingfeld in der Gemeinde Extertal als Ausschnitt dargestellt. Insgesamt herrschen niedrige Wärmedichten vor. Hohe Wärmedichten sind im Westen des Ortes (Industriegebiet), im Süden (Schulzentrum Hackemack) und in der Ortsmitte (Mittelstraße, Grundschule, AWO-Seniorenwohnheim) zu erkennen. Für den Bereich zwischen Schulzentrum und Ortsmitte wird im Kapitel 6.1 der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung auf seine technische und wirtschaftliche Machbarkeit überprüft.

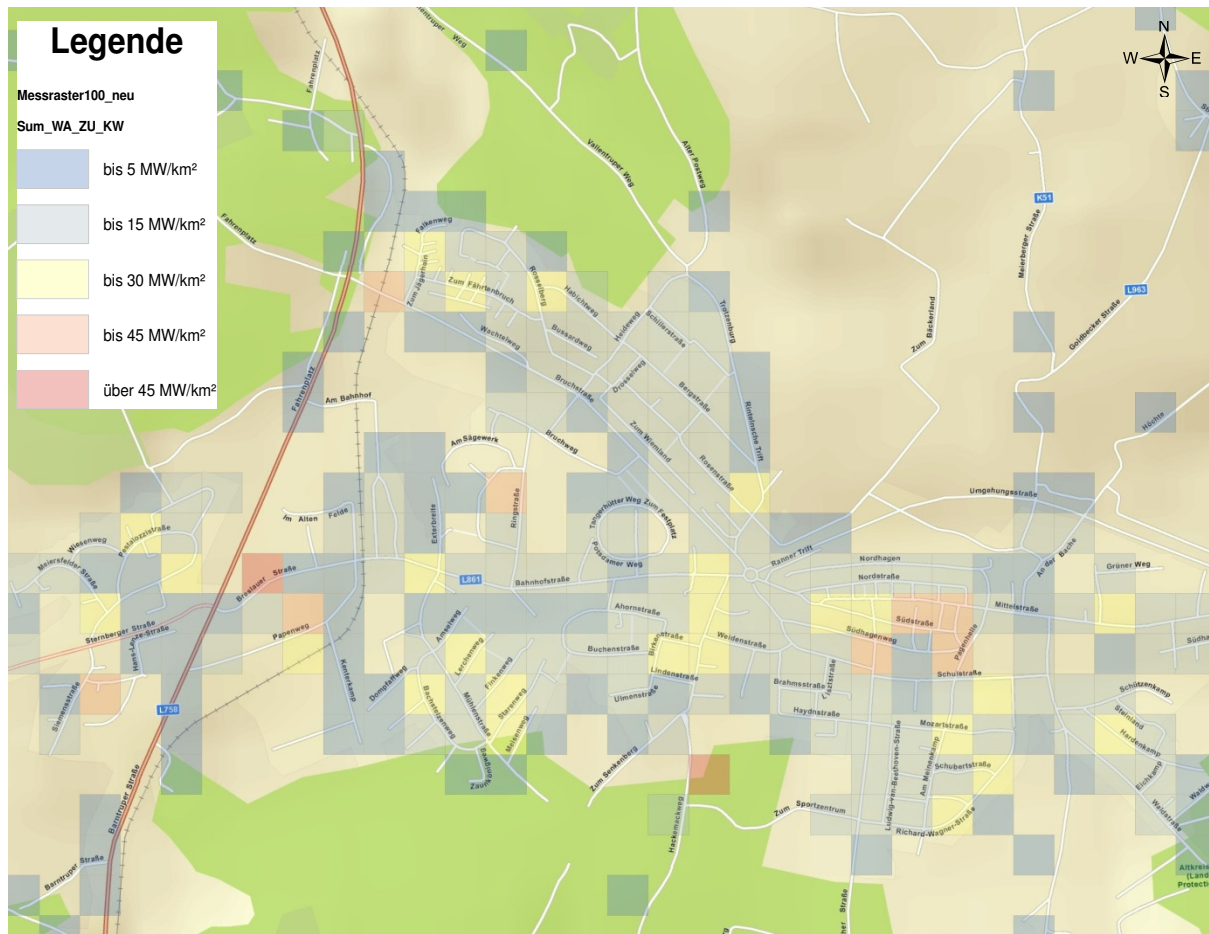


Abbildung 6: Wärmedichtekarte Bösingfeld (100 m x 100 m Raster)

Wärmedichte Bartrup

Die Wärmedichte in Bartrup liegt durch die kompaktere Siedlungsstruktur im Durchschnitt höher als in Bösingfeld. Hohe Wärmedichten von über 45 MW/km² ergeben sich für das Kinderdorf (südlichstes rotes Rasterfeld), im Industriegebiet (Westen), an den Schulstandorten sowie im dicht bebauten Innenstadtbereich (Stenebergsche Fabrik, Mittelstraße, Obere Straße, Untere Straße). Auch in den Wohngebieten finden sich mittlere bis hohe Wärmedichten, wo dichtere Bebauung oder Mehrfamilienhäuser vorherrschen (z.B. Emil-Zeiß-Straße).

Der Aufbau einer Nahwärmeversorgung bietet sich für den Bereich der Innenstadt an. In Kapitel 6.3 wird ein Wärmenetz entworfen, das diesen Bereich mit den Schulen am südlichen Stadtrand verknüpft.

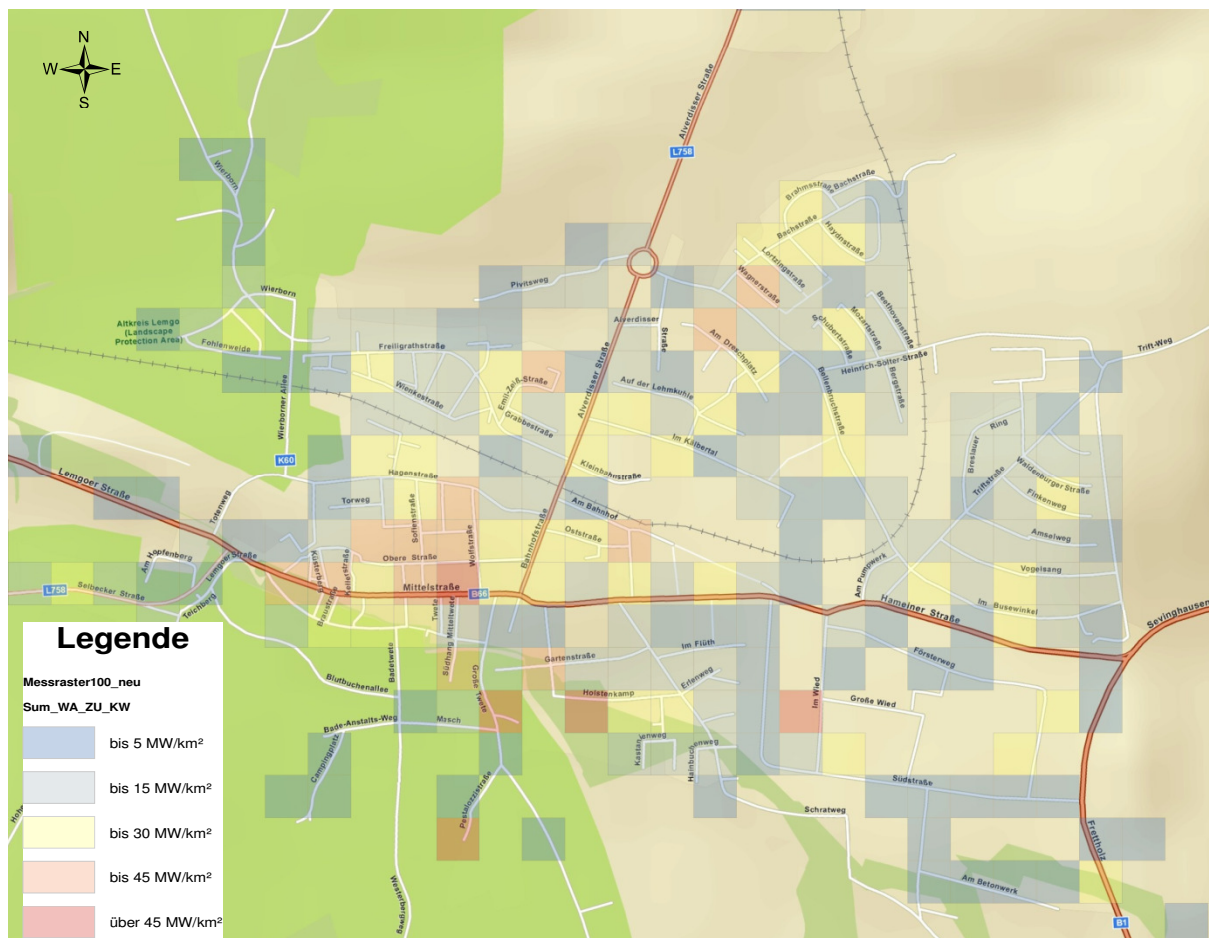


Abbildung 7: Wärmedichtekarte Bartrup (100 m x 100 m Raster)

Wärmedichte Hohenhausen

In Hohenhausen finden sich hohe Wärmedichten an den Standorten des Ziegelwerks Bergmann (Südwesten), der Schulen und im Ortskern (u.a. Altenzentrum „Mittendrin im Kalletal“). Mittlere Wärmedichten von 15-30 MW/km² existieren in einigen Wohngebieten mit Mehrfamilienhaus- oder dichter Ein/Zweifamilienhausbebauung. In Kapitel 6.4 wird als erster Schritt in den Einstieg in eine Nahwärmeversorgung ein Wärmenetz als Verbindung zwischen den Rathäusern, dem Altenzentrum und dem Schulzentrum auf Machbarkeit geprüft. Grundsätzlich denkbar wäre auch die Verlängerung eines solchen Netzes in das Wohngebiet Lohberg/Lohfeld/Lohbrede, das z.T. Mehrfamilienhausbebauung aufweist.

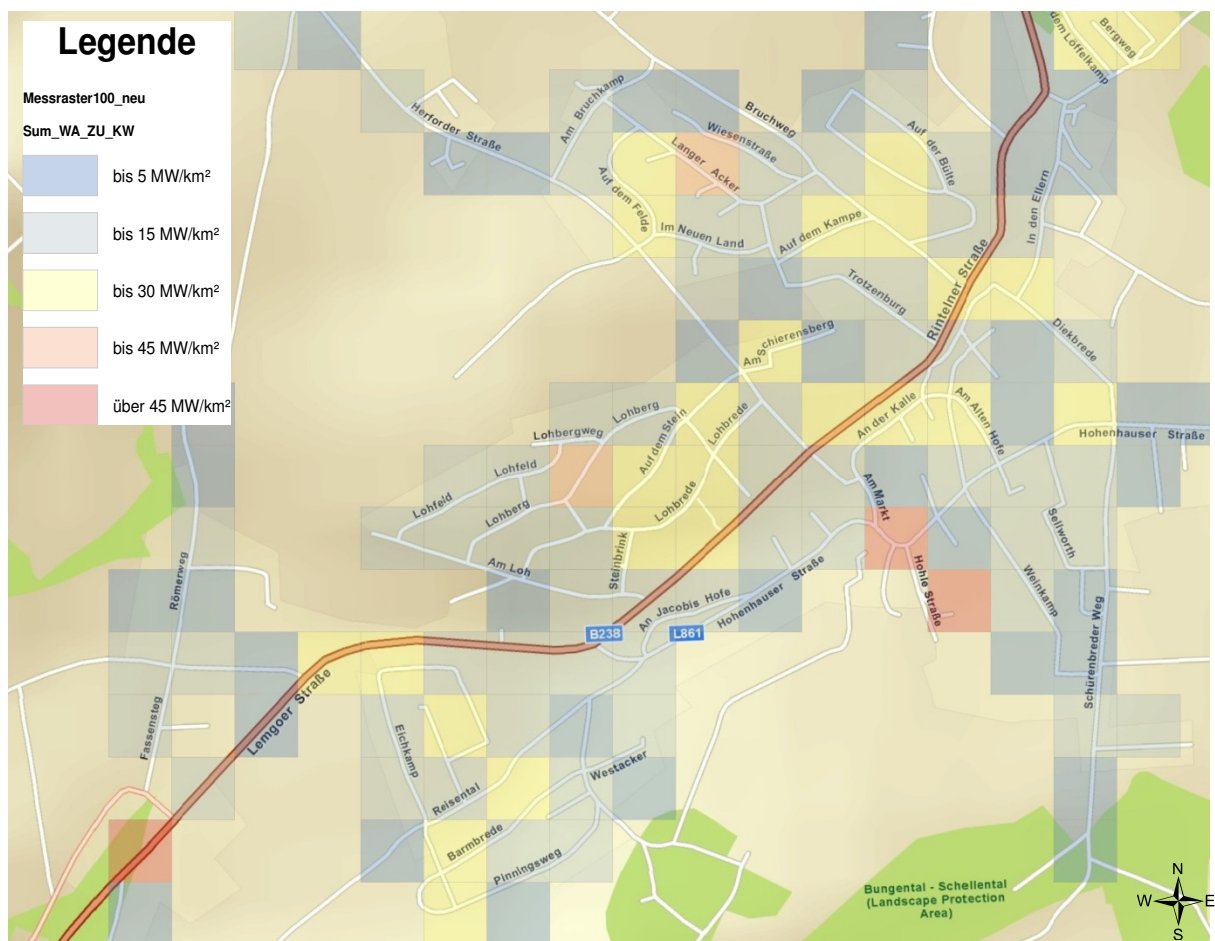


Abbildung 8: Wärmedichtekarte Hohenhausen (100 m x 100 m Raster)

6 Zentrale Versorgungsoptionen

Der Aufbau von Wärmenetzen ist ein langfristiges Projekt. Er erfordert z.T. erhebliche vorgelagerte Investitionen in den Leitungsbau, die sich in der Regel jedoch wirtschaftlich darstellen lassen, wenn zwei Bedingungen gegeben sind:

- Die Wärmeabnahme (Wärmedichte) pro Kilometer Leitung muss hoch genug sein, um die Leitungsbaukosten auf die von den Kunden abgenommene Arbeit/Leistung umzulegen und trotzdem einen attraktiven Wärmepreis bieten zu können.
- Die an der Leitungstrasse gelegenen Kunden müssen bereit sein, sich für einen längeren Zeitraum (10 bis 20 Jahre) an die zentrale Wärmeversorgung anschließen zu lassen, so dass der Leitungsbau refinanziert werden kann.

In der Praxis hat es sich bewährt, als Ausgangspunkt für den Aufbau von Nahwärmenetze Großobjekte als „Brückenköpfe“ zu nutzen. Als Brückenköpfe mit hohem Wärmeverbrauch sind beispielsweise Schulen, Krankenhäuser, Hallenbäder, Altenheime, oder große Mehrfamilienhäuser geeignet. Wenn es gelingt, solche Objekte langfristig für den Anschluss an die zentrale Wärmeversorgung zu gewinnen, reduziert sich das wirtschaftliche Risiko des Leitungsneubaus.

Regionale Beispiele für die Anwendung der Brückenkopf-Strategie beim Aufbau von Wärmenetzen sind

- das Energiedorf Wendlinghausen, wo Schloss Wendlinghausen und das Sägewerk Hundertmark als Brückenköpfe für den Bau von Wärmenetzen fungieren.
- die zentrale Wärmeversorgung durch ein Holzhackschnitzel-Heizwerk in Brakel, das über ein 1500 Meter langes Rohrnetz das Adolf-Kolping-Berufskolleg, das Kolping-Bildungswerk, Gebäude der Landwirtschaftskammer und des Landwirtschaftlichen Kreisverbandes Höxter-Warburg sowie die Grundschule Brakel versorgt.

Eine günstige Ausgangssituation für den Aufbau von Wärmenetzen bietet sich, wenn mehrere Brückenköpfe durch Wärmenetze verbunden werden können und die Leitungstrasse dabei durch Gebiete mit hoher Wärmedichte und/oder durch alte Ortskerne geführt werden kann. Ortskerne weisen häufig einen hohen Anteil von Gebäuden auf, deren Außenwände sich nicht zur Anbringung von Außendämmung eignen (Fachwerk-, Bruchstein-, Backstein- oder Klinkerfassaden). Solche Gebäude haben daher oft einen hohen Wärmebedarf, der ökologisch vorteilhafter durch eine zentrale Wärmeversorgung gedeckt werden kann.

Für drei Teilgebiete in Bantrup, Bösingfeld (Extertal) und Hohenhausen (Kalletal) werden im Folgenden exemplarisch Wärmenetze entworfen und auf ihre technische und wirtschaftliche Machbarkeit geprüft.

6.1 Rahmenbedingungen der Machbarkeitsprüfung

Technische Machbarkeit

Mittels hydraulischer Simulation mit dem EDV-Werkzeug sisHYD wird die technische Machbarkeit des Wärmenetzes geprüft und die notwendigen Rohrleitungsdurchmesser der Trassen ermittelt. Als Grundlage werden für die öffentlichen Gebäude die recherchierten Energieverbräuche verwendet. Für alle an-

deren Gebäude werden die aus den Wasserverbräuchen abgeleiteten Wärmeverbrauchswerte verwendet.

Für die Wärmenetze wird die Temperatur im Vorlauf mit 90 °C und die Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf mit ca. 30 °C angenommen. Die Rohrleitungsdurchmesser werden so dimensioniert, dass beim kritischen Kunden¹⁶ ein Differenzdruck von 1 bar eingeregelt wird.

Die Hausanschlussleitungen werden nicht in die hydraulische Simulation einbezogen. Es wird vereinfachend ein Leitungsdurchmesser von DN25 und eine durchschnittliche Länge pro Hausanschlussleitung von 10 m angesetzt. Die Hausanschlussleitungen werden in der Wirtschaftlichkeitsrechnung berücksichtigt.

Wärmeerzeugungskonzept

Für jedes der drei Wärmenetze wird ein Vorschlag für ein Erzeugungskonzept erarbeitet. Leitlinien für die Auswahl der Erzeugungsanlagen sind eine möglichst hohe Energieeffizienz der Erzeugung und der Einsatz erneuerbarer Energien gemäß Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz. Zur Erzeugung der Grundlast wird deshalb ein Blockheizkraftwerk auf Erdgasbasis verwendet, in der Spitzenlast kommen Holzhackschnitzelkessel und Pelletkessel zum Einsatz. Für die Auslegung von Holzhackschnitzelkesseln wird angenommen, dass die Kesselleistung mindestens 500 Kilowatt (kW) betragen soll, um einen störungsarmen Betrieb auch bei ungleichmäßiger Qualität der Hackschnitzel zu gewährleisten. Über Pelletkessel sollen sowohl die Lastspitzen im Winter als auch Teillastfälle in der Übergangszeit abgefahren werden. Pelletkessel sind im Vergleich zu Hackschnitzelkesseln besser modulierbar. Sie können zur Abdeckung von Teillastfällen auf rund 20% ihrer Leistung moduliert werden, Hackschnitzelkessel dagegen nur auf etwa 30-40% der Leistung.

Zur Absicherung des Wärmenetzes gegen den Ausfall einer Erzeugungsanlage wird zusätzlich ein Erdgaskessel als Reserve vorgesehen, dessen Leistung den Ausfall der größten Erzeugungseinheit annähernd ersetzen kann (so genannte „(n – 1)–Sicherheit“¹⁷).

Als Grundlage für die Auswahl der Erzeugungsanlagen wurden für die abgeschätzten Wärmeverbräuche der drei Teilnetze Jahresdauerlinien¹⁸ erarbeitet, die sich in ihrer Form am Wärmeverbrauch von Wohngebäuden orientieren.

Wirtschaftliche Machbarkeit

Für die Prüfung der wirtschaftlichen Machbarkeit werden die Kosten der Wärmeerzeugung für ein Jahr in einer Vollkostenrechnung abgeschätzt („Wärmegestehungskosten“) und mit den Gestehungskosten einer Einzelheizung auf Erdgas-Brennwert-Basis verglichen. Die Kosten werden dabei auf die in einem Jahr benötigte Energiemenge bezogen (Angabe in Euro pro Megawattstunde, €/MWh)

Für die Investitionskosten – Wärmenetz und Erzeugungsanlagen – wird nach der Annuitätenmethode ein jährlicher Deckungsbeitrag berechnet.

¹⁶ Die höchsten Druckverluste in einem Wärmenetz entstehen auf dem Weg zum so genannten kritischen Kunden. Um den kritischen Kunden auch im Höchstlastfall mit Wärme versorgen zu können, muss die Druckdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf beim kritischen Kunden noch mindestens 1 bar betragen.

¹⁷ Anzahl der Erzeugungsanlagen im Wärmenetz: Anzahl Anlagen = n
Wärmenetz kann auch noch versorgt werden, wenn eine Anlage ausfällt: Anzahl Anlagen = (n-1)

¹⁸ Für eine Jahresdauerlinie wird der Wärmeverbrauch für jede der 8760 Stunden eines Jahres abgeschätzt oder gemessen. Anschließend werden die Werte der Größe nach sortiert. Die Leistung am höchsten Punkt der Dauerlinie entspricht der benötigten Leistung in der kältesten Winterstunde. Die Fläche unter der Kurve entspricht der im Laufe des Jahres verbrauchten Energie. Mithilfe von Jahresdauerlinien lassen sich die Anteile von Grund- und Spitzenlast am Wärmeverbrauch bestimmen (für ein Beispiel siehe Abbildung 10: Jahresdauerlinie und Erzeugung für Variante Bösingfeld (klein)).

$$\text{Annuitätsfaktor} = \frac{i \cdot (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

$i = \text{kalkulatorischer Zinssatz}$
 $n = \text{technische Nutzungsdauer}$

Der kalkulatorische Zinssatz für die zentralen Erzeugungsanlagen wird mit 5 % angesetzt, für den dezentralen Brennwertkessel (wie für alle dezentralen Maßnahmen) mit 4 %. Die technische Nutzungsdauer für das Wärmenetz beträgt 40 Jahre und für die Erzeugungsanlagen 20 Jahre.

Damit beträgt der Annuitätsfaktor für

das Fernwärmenetz	ANF _{Netz} =	5,83 %
die zentr. Erzeugungsanlagen	ANF _{Erz} =	8,02 %

Weitere Kostenfaktoren, die in die Abschätzung der Wirtschaftlichkeit einfließen, sind die jährlich anfallenden betriebsgebundenen Kosten (Wartung, etc.) und die jährlichen Brennstoffkosten. Für die Blockheizkraftwerke werden zusätzlich die Einnahmen aus dem Stromverkauf (als negative Kosten) gegen gerechnet.

Als Basisdaten für die Wirtschaftlichkeit werden für die verschiedenen Erzeugungsvarianten folgende Rahmenbedingungen angenommen:

Tabelle 8: Übersicht Parameter Wirtschaftlichkeitsrechnung

	Investitionskosten	Wirkungsgrad η	betriebsgebundene Kosten	Brennstoffkosten
Holz hackschnitzelkessel	400 €/kW _{th}	$\eta_{th} = 90\%$	jährlich 2 % der Investitionssumme	24,4 €/MWh ¹⁹
Pelletkessel	350 €/kW _{th}	$\eta_{th} = 90\%$	jährlich 2 % der Investitionssumme	42,1 €/MWh
Erdgaskessel (Reserve)	160 €/kW _{th}	$\eta_{th} = 90\%$	jährlich 1 % der Investitionssumme	
Einzelheizung mit Erdgas-Brennwertkessel	580 €/kW _{th}	$\eta_{th} = 90\%$	jährlich 3 % der Investitionssumme	60,0 €/MWh
Erdgas-Blockheizkraftwerk	1110 €/kW _{th}	$\eta_{th} = 52\%$ $\eta_{el} = 36\%$	14 €/MWh _{el} + 0,5 Mannjahre	45,0 €/MWh
Wärmenetz	netzabhängig	10% Netzverluste	jährlich 1,5 % der Investitionssumme	

Die Stromvergütung inkl. Boni wird gemäß der gesetzlichen Vorgaben des KWKG-Gesetzes errechnet. Eine eventuell mögliche Förderung für den Bau des Wärmenetzes oder der Erzeugungsanlagen wird nicht in die Prüfung der wirtschaftlichen Machbarkeit einbezogen, da Förderung z.T. von Faktoren abhängt, die erst im Rahmen einer Projektkonkretisierung festgelegt werden²⁰.

Um zu einer ersten Bewertung der Wirtschaftlichkeit zu kommen, werden für Bösingfeld, Bartrup und Hohenhausen Wärmenetze entworfen, an die allein die ausgewählten Brückenköpfe als Kunden angeschlossen werden. Diese Minimalvariante (oder kleine Variante) ergibt eine Abschätzung der Wärme-

¹⁹ Preise für Pellets und Holz hackschnitzel recherchiert bei CARMEN e.V. 1. Halbjahr 2010, Energieinhalt Holz hackschnitzel angenommen für Fichte mit 35% Wassergehalt.

²⁰ Die Förderung des Leitungsbau nach dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz ist beispielsweise an die Bedingung geknüpft, dass 60% der im Netz verbrauchten Wärme in KWKG-Anlagen erzeugt wird. Die Kreditanstalt für Wiederaufbau fördert dagegen den Leitungsbau nur, wenn die Wärme zum überwiegenden Teil aus erneuerbaren Energien erzeugt wird. Außerdem müssen weitere Bedingungen erfüllt werden (nur bestimmte Antragsteller, Mindestwärmeabsatz pro Meter Trassenlänge).

gestehungskosten für den Fall, dass keine weiteren Kunden bereit sind, sich an die Nahwärme anschließen zu lassen. Liegen die Wärmegestehungskosten der Minimalvariante über den Gestehungskosten einer neuen Gas-Brennwertheizung, ist das Risiko hoch, dass eine zentrale Wärmeversorgung nicht wirtschaftlich zu realisieren ist.

Liegen die ermittelten Wärmegestehungskosten niedriger als bei der Alternative „Gas-Brennwert“, aber höher als 100 €/MWh, ist es sinnvoll, durch eine Umfrage unter den Anwohnern zu ermitteln, welche Potenziale über die Brückenköpfe hinaus realistisch für einen Anschluss an die zentrale Wärmeversorgung mobilisiert werden können. Bei Wärmegestehungskosten unter 100 €/MWh (Abschätzung ohne Förderung) ist für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung eine wirtschaftliche Darstellbarkeit in Aussicht.

Für den Standort Bösingfeld wird neben der kleinen Variante auch eine große Variante betrachtet, um an einem Beispiel deutlich zu machen, wie sich Wärmegestehungskosten verändern, wenn über die Brückenköpfe hinaus weitere Kunden an ein Wärmenetz angeschlossen werden. Bösingfeld wird für die Beispielrechnung ausgewählt, weil der dortige Brückenkopf „Schulzentrum“ bisher nicht durch Contractingverträge in der Wärmeversorgung gebunden ist und für den zurzeit eine politische Entscheidung über die zukünftige Wärmeversorgung des Schulzentrums angestrebt wird bzw. in Vorbereitung ist.

6.2 Nahwärme Bösingfeld

Für den Entwurf einer zentralen Wärmeversorgung in Bösingfeld werden als Brückenköpfe das Schulzentrum Hackemack, die Mehrfamilienhäuser in der Birkenstraße, die Grundschule Bösingfeld, das AWO-Seniorenzentrum und die drei Rathäuser definiert. Für den Aufbau eines Nahwärmenetzes in Bösingfeld werden zwei Varianten verglichen:

kleine Variante	ans Wärmenetz werden ausschließlich die Brückenköpfe angeschlossen (oberer Grenzfall für die Kosten)
große Variante	alle Anwohner entlang der Trasse werden ans Wärmenetz angeschlossen, zusätzlich werden einige Nebenstraßen erschlossen (unterer Grenzfall)

Für Bösingfeld liegen aus dem kommunalen Energiebericht 2007 Energieverbrauchsdaten für die Rathäuser, die Grundschule und das Schulzentrum vor, die als Grundlage für die Machbarkeitsprüfung verwendet werden. Für die anderen Anlieger an der entworfenen Wärmetrasse wird der Energieverbrauch nicht auf Basis des Wasserverbrauchs der Liegenschaften abgeschätzt, sondern auf Grundlage von Kesselleistungsdaten, die aus der Schornsteinfegerstatistik stammen. Zur Anonymisierung wurden die Verbrauchsdaten für Blockseiten zusammengefasst. Die ermittelten Kesselleistungen werden auf Grund folgender Faktoren reduziert:

Gleichzeitigkeitsfaktor: Die Erfahrung aus dem Betrieb von Wärmenetzen zeigt, dass selbst am kältesten Wintertag nie alle Kundenanlagen gleichzeitig mit der höchsten Last laufen. Dies ist zum Teil dadurch verursacht, dass viele Heizungsanlagen überdimensioniert sind, z.B. wegen Sicherheitsdenken bei der Auslegung, nachträgliche Wärmedämmung des Gebäudes, etc. Eine weitere Ursache ist die nicht 100%ige Gleichzeitigkeit der Wärmenachfrage (unterschiedliche Heizungsregelungen, einige Nutzer sind in Urlaub, etc.). Um Wärmenetze nicht zu groß zu dimensionieren, wird die Kesselleistung in der Netzauslegung daher mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor (üblich: 0,6 bis 0,8) reduziert.

Feststoff-Kessel: Die Schornsteinfegerstatistik zeigt, dass viele Gebäude an der Trasse Feststoffkessel mit z.T. erheblicher Leistung besitzen. Es ist davon auszugehen, dass diese Kessel zum Teil nicht im regulären Heizbetrieb eingesetzt werden.

Für die Machbarkeitsstudie in Bösingfeld wurde der Wärmebedarf aus der Kesselleistung mit einem Abschlagsfaktor von 0,60 und einer Vollbenutzungsstundenzahl der Heizungen von 1600 Stunden pro Jahr errechnet.

Kleine Variante

In der kleinen Variante beträgt die Länge der Wärmetrasse 1,9 km. Die Dimensionierung des Leitungsvorlaufs (VL) ergibt sich aus der farblichen Abstufung der folgenden Grafik.

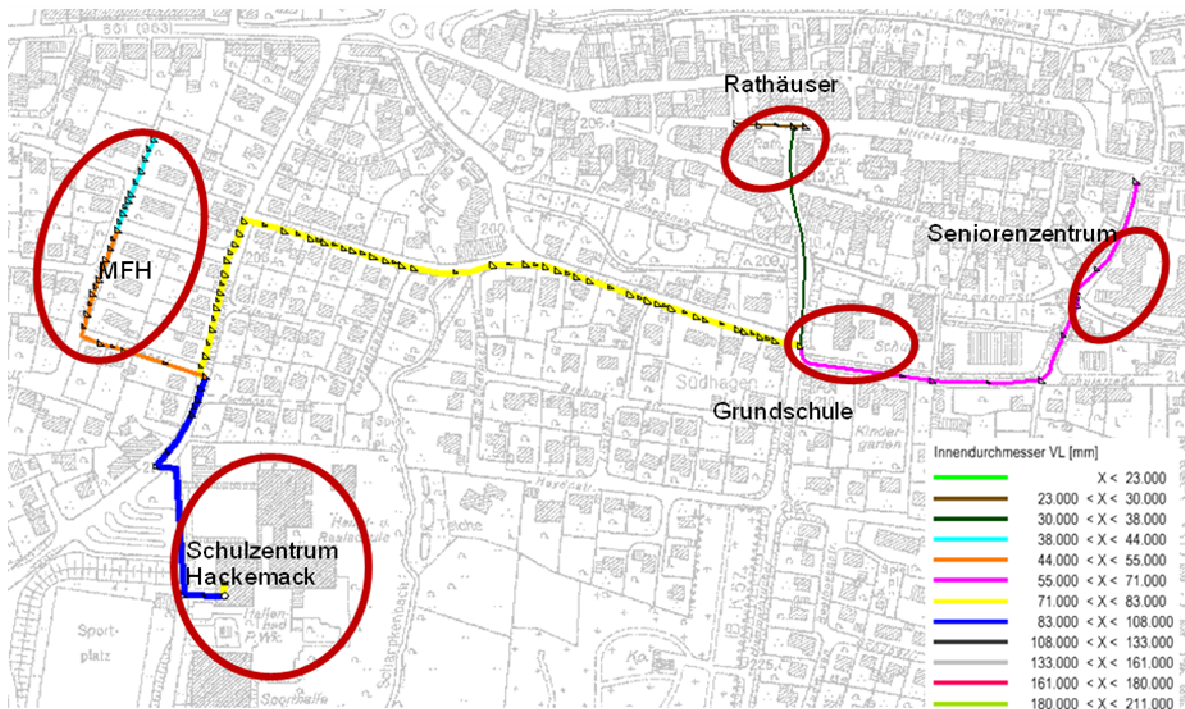


Abbildung 9: Trassendimensionierung Variante Bösingfeld (klein)

Für die angeschlossenen Großobjekte ergibt sich eine Höchstlast von 1.500 kW und ein Jahreswärmeverbrauch von rund 3.300 MWh. Der Prüfung der wirtschaftlichen Machbarkeit wird folgendes Erzeugerkonzept zugrunde gelegt:

Grundlast:	47 % des Jahresenergiebedarfs	Erdgas-BHKW	Leistung	200 kW _{th}
Spitzenlast:	52 % des Jahresenergiebedarfs	Holzhackschnitzelkessel	Leistung	1.000 kW
	1 % des Jahresenergiebedarfs	Pelletkessel	Leistung	600 kW
Reserve:		Erdgaskessel	Leistung	600 kW

Für die Erzeugungsanlagen wird ein Standort am Schulzentrum Hackemack angenommen.

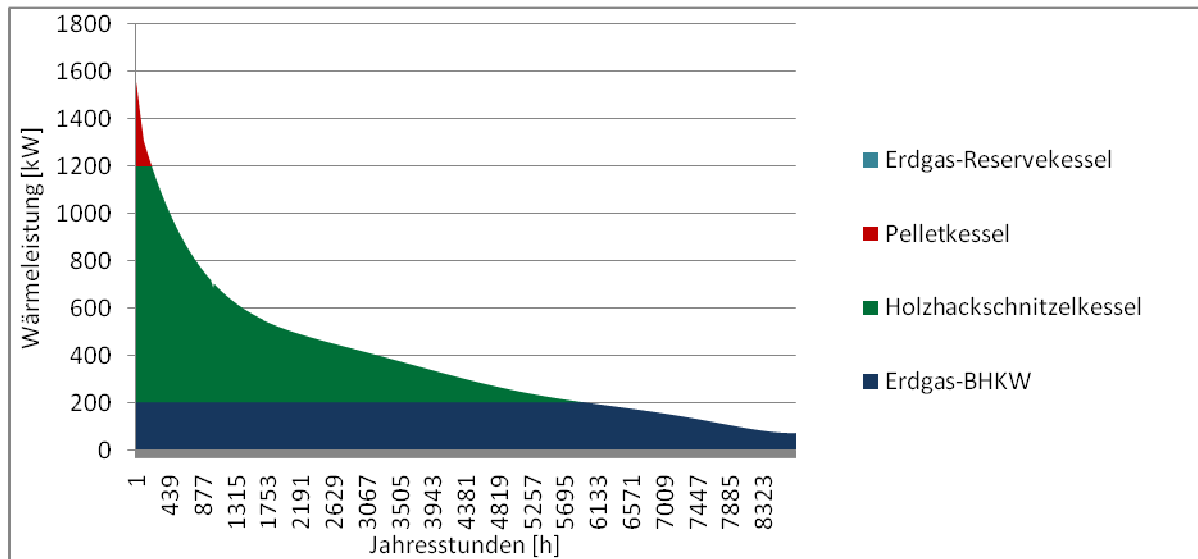


Abbildung 10: Jahresdauerlinie und Erzeugung für Variante Bösingfeld (klein)

Zur Abschätzung der Wärmegestehungskosten für die Variante Bösingfeld (klein) werden die jährlichen Kostenanteile für Investition, Betrieb und Brennstoff berechnet und durch die verkaufte Jahreswärmeenergie dividiert.

Jahresarbeit Wärme Verkauf	3.300 MWh/a
Jahresarbeit Wärme Erzeugung	3.630 MWh/a
Wärmeverluste	330 MWh/a

Netzbau

Netzbaukosten	938.680 EUR
annuisiert (40 Jahre, 5% Zinsen)	54.700 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	16,59 EUR/MWh

Investition Erzeugung

BHKW (1110 €/kW _{th} , 200 kW _{th})	220.000 EUR
Holzhackschnitzel (400 €/kW, 1000 kW)	400.000 EUR
Pelletkessel (350 €/kW, 600 kW)	210.000 EUR
Erdgaskessel (160 €/kW, 600 kW)	96.000 EUR
Summe annuisiert (20 Jahre, 5%)	74.300 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	22,53 EUR/MWh

Wartungskosten²¹

Netz (1,5% p.a. der Netzbaukosten)	14.080 EUR/a
BHKW (14 €/MWh _{el} + 0,5 MJ ²²)	40.123 EUR/a

²¹ Gemäß VDI 2067 werden bei %-Angaben Wartungs- und Instandhaltungskosten in % p.a. der Investitionskosten verrechnet, um Jahresaufwendung abschätzen zu können.

Holz hackschnitzel (2%), Pellet (2%), Erdgas (1%)	13.150 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	20,42 EUR/MWh

Brennstoffkosten

Erdgas-BHKW (45€/MWh, 1560 MWh/a, η_{th} 52%)	135.030 EUR/a
Holz hackschn. (24,4 €/MWh, 1715 MWh/a, η 90%)	46.500 EUR/a
Pelletkessel (42,1 €/MWh, 29 MWh/a, η 90%)	1.354 EUR/a
erzeugte Strommenge (η_{el} 36%)	1.080 MWh/a
Stromvergütung	- 80.710 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	30,98 EUR/MWh

Summe Wärmegestehungskosten	90,52 EUR/MWh
Vergleich Einzelheizung Erdgas-BW-Kessel	112,00 EUR/MWh

Bewertung

Die Wärmegestehungskosten für die Variante Bösingfeld (klein) liegen unter den angesetzten Rahmenbedingungen mit rund 90,50 Euro/Megawattstunde unter den (Voll-) Kosten, die für die Nutzung einer Einzelheizung auf Basis eines Erdgas-Brennwert-Kessels entstehen und auch unterhalb des Kennwerts von 100 €/MWh, ab dem der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung wirtschaftlich aussichtsreich ist. Eine Versorgung des Gebietes mit leitungsgebundener Wärme kann also für den Betreiber und für die Kunden wirtschaftlich attraktiv sein. Ein zusätzlicher Vorteil wäre die reduzierte Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Ebenfalls bietet die eine leitungsgebundene Wärmeversorgung deutliche ökologische Vorteile durch den großen regenerativen und zugleich einen effizienten KWK-Anteil.

Große Variante

Für die größere Variante wird angenommen, dass alle Anwohner entlang der Wärmetrasse zwischen Schulzentrum und Innenstadt an die zentrale Wärmeversorgung angeschlossen werden. Zusätzlich werden Seitenstraßen angebunden. Die Trassenlänge beträgt in der Variante Bösingfeld (groß) rund vier Kilometer. Die Dimensionierung der Vorlaufleitung ergibt sich aus der farblichen Abstufung der folgenden Grafik:

²² MJ = Mitarbeiterjahr

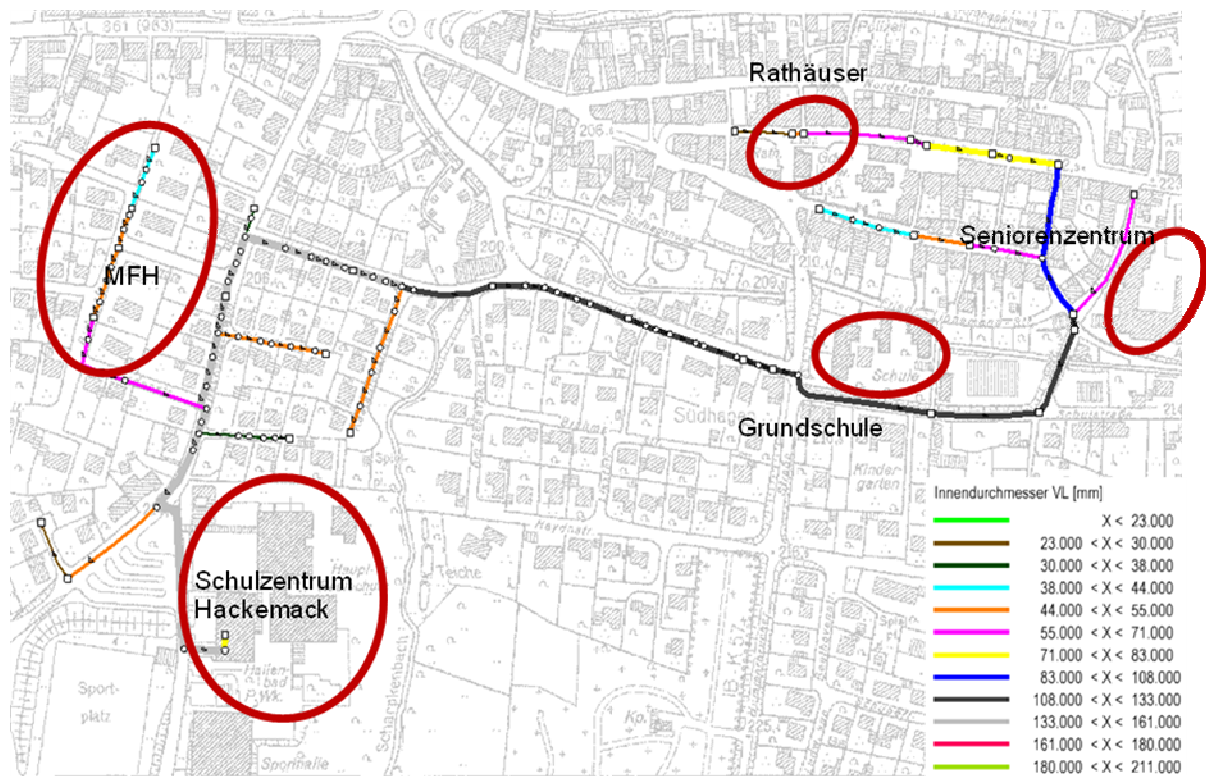


Abbildung 11: Trassendimensionierung Variante Bösingfeld (groß)

Für die angeschlossenen Kunden ergibt sich eine Höchstlast von 4.300 kW und ein Jahreswärmeverbrauch von rund 10.700 MWh. Für die Prüfung der wirtschaftlichen Machbarkeit wird folgendes Erzeugerkonzept zugrunde gelegt:

Grundlast:	38 % des Jahresenergiebedarfs	Erdgas-BHKW	Leistung	500 kW _{th}
Spitzenlast:	50 % des Jahresenergiebedarfs	Holzackschnitzelkessel	Leistung	1.500 kW
	10 % des Jahresenergiebedarfs	Holzackschnitzelkessel	Leistung	1.500 kW
	2 % des Jahresenergiebedarfs	Pelletkessel	Leistung	900 kW
Reserve:		Erdgaskessel	Leistung	1.000 kW

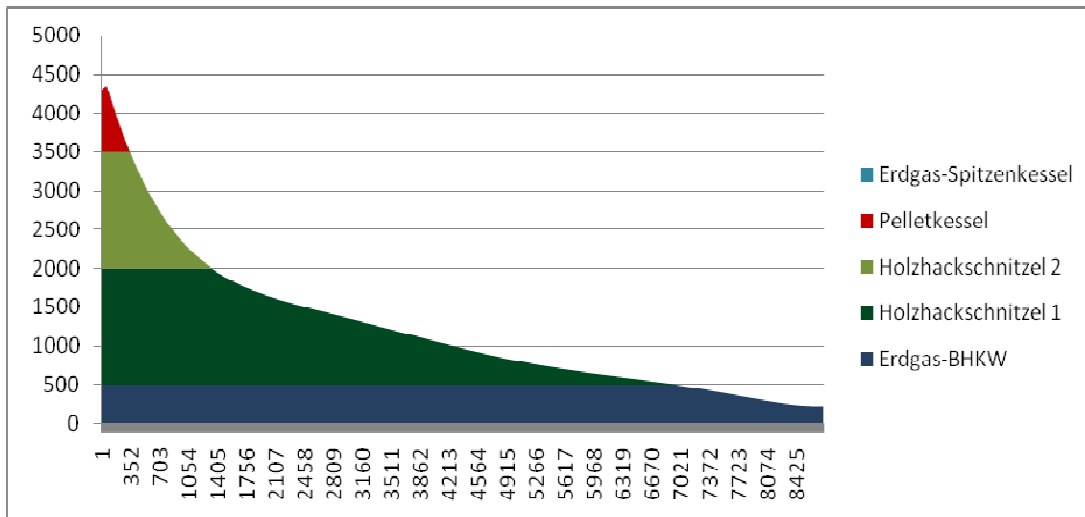


Abbildung 12: Jahresdauerlinie und Erzeugung für Variante Bösingfeld (groß)

Zur Abschätzung der Wärmegestehungskosten für die Variante Bösingfeld (groß) werden die jährlichen Kostenanteile für Investition, Betrieb und Brennstoff berechnet und durch die verkaufte Jahreswärmeenergie dividiert.

Jahresarbeit Wärme Verkauf	10.700 MWh/a
Jahresarbeit Wärme Erzeugung	11.700 MWh/a
Wärmeverluste	1.000 MWh/a

Netzbau

Netzbaukosten	2.100.000 EUR
annuisiert (40 Jahre, 5%)	122.100 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	11,40 EUR/MWh

Investition Erzeugung

BHKW (1110 €/kW _{th} , 500 kW _{th})	550.000 EUR
Holz hackschnitzel (400 €/kW, 2x1500 kW)	1.200.000 EUR
Pelletkessel (350 €/kW, 900 kW)	315.000 EUR
Erdgaskessel (160 €/kW, 1000 kW)	160.000 EUR
Summe annuisiert (20 Jahre, 5%)	74.300 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	16,67 EUR/MWh

Wartungskosten²¹

Netz (1,5%)	31.500 EUR/a
BHKW (14 €/MWh _{el} + 0,5 MJ)	65.000 EUR/a
Holz hackschnitzel (2%), Pellet (2%), Erdgas (1%)	32.000 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	11,96 EUR/MWh

Brennstoffkosten

Erdgas-BHKW (45€/MWh, 4104 MWh _{th} /a)	355.000 EUR/a
Holz hackschn. (24,4 €/MWh, 6470 MWh/a)	175.400 EUR/a
Pelletkessel (42,1 €/MWh, 175 MWh/a)	8.200 EUR/a
erzeugte Strommenge (η_{el} 36%)	2.850 MWh/a
Stromvergütung	- 190.800 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	32,49 EUR/MWh
Summe Wärmegestehungskosten	72,52 EUR/MWh
Vergleich Bösingfeld (klein)	90,52 EUR/MWh
Vergleich Erdgas-Einzelheizungen	112,00 EUR/MWh

Bewertung

Die Wärmegestehungskosten für die Variante Bösingfeld (groß) liegen unter den angesetzten Rahmenbedingungen mit rund 72,52 Euro/Megawattstunden rund 20 €/MWh unter den Kosten für die kleine Variante. Diese Beispielrechnung mit einer unterstellten Anschlußquote von 100 % der Anwohner an der entworfenen Wärmetrasse ist eine Grenzbetrachtung zur Ermittlung optimistischer Wärmegestehungskosten bei einem umfangreichen Ausbau eines Wärmenetzes. Wenn es gelingt, eine Anschlussquote von annähernd 100 % zu erreichen, so ergibt sich ein in einer ersten Abschätzung eine sehr gute Wirtschaftlichkeit. In diesem Fall könnte der Bau eines Wärmenetzes für den Betreiber und dem Endkunden deutliche wirtschaftliche Vorteile generieren. Außerdem sei auf die deutlichen ökologischen Vorteile der leistungsgebundenen Wärmevariante hinzuweisen (hoher KWK und regenerativer Anteil).

6.3 Nahwärme Bartrup

Bartrup bietet im kernstädtischen Bereich aussichtsreiche Wärmedichten für den Aufbau einer zentralen Wärmerversorgung. Für Bartrup wird ebenfalls ein erster Netzentwurf erstellt, bei dem öffentliche Gebäude als Brückenköpfe fungieren. Dieser Entwurf bietet eine Basis für die Abschätzung des wirtschaftlichen Risikos eines Wärmenetzaufbaus. Die Energieverbräuche für die öffentlichen Gebäude (Grundschule, Haupt- und Realschule, Gymnasium, Rathäuser, Kindergarten Sophienstraße) werden dem 2009 erstellten Klimaschutzkonzept für die städtischen Liegenschaften entnommen oder selbst recherchiert. Der Gleichzeitigkeitsfaktor für die hydraulische Berechnung wird mit 0,7 angesetzt.

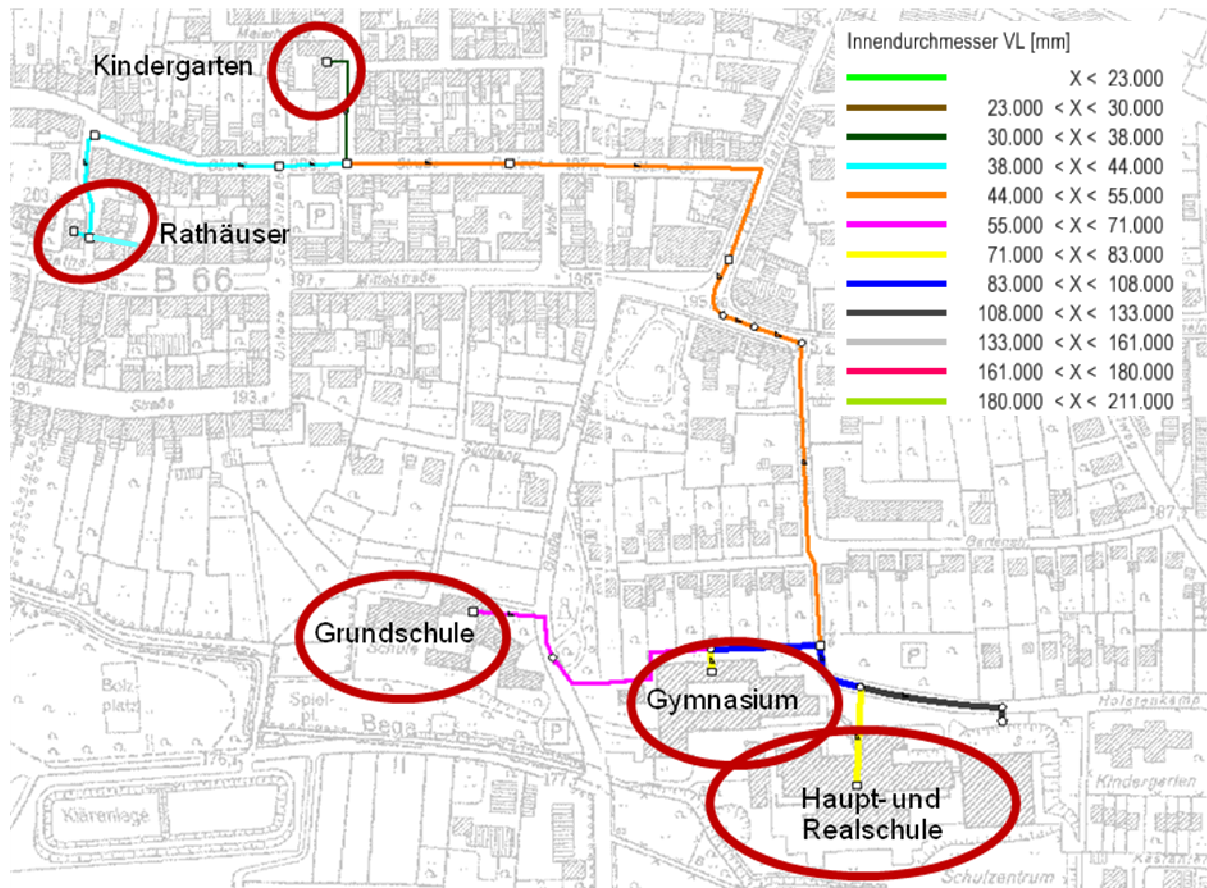


Abbildung 13: Trassendimensionierung Barntrop

Die Jahreshöchstlast für die angeschlossenen Gebäude liegt bei rund 1.850 kW, der Jahreswärmeverbrauch bei rund 2.961 MWh. Für die Prüfung der wirtschaftlichen Machbarkeit wird folgendes Erzeugerkonzept als Grundlage entworfen:

Grundlast:	55 % des Jahresenergiebedarfs	Erdgas-BHKW	Leistung	250 kW _{th}
Spitzenlast:	44 % des Jahresenergiebedarfs	Holz hackschnitzelkessel	Leistung	1.000 kW
	1 % des Jahresenergiebedarfs	Pelletkessel	Leistung	700 kW
Reserve:		Erdgaskessel	Leistung	800 kW

Für die Erzeugungsanlagen wird ein Standort in der Nähe des städtischen Gymnasiums angenommen. Die Trassenlänge des Netzes beträgt rund 1,6 km (inkl. Hausanschlussleitungen).

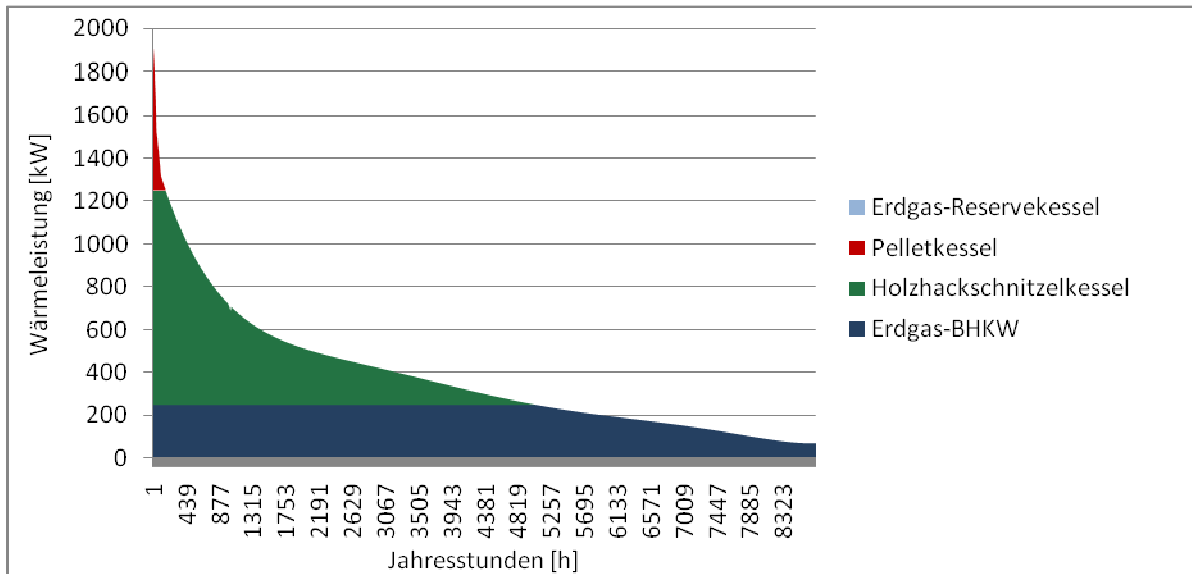


Abbildung 14: Jahresdauerlinie und Erzeugung für Bartrup

Zur Abschätzung der Wärmegegestehungskosten für ein Brückenkopf-Wärmenetz in Bartrup werden die jährlichen Kostenanteile für Investition, Betrieb und Brennstoff berechnet und durch die verkaufte Jahreswärmeenergie dividiert.

Jahresarbeit Wärme Verkauf	2.961	MWh/a
Jahresarbeit Wärme Erzeugung	3.316	MWh/a
Wärmeverluste	355	MWh/a

Netzbau

Netzbaukosten	802.581	EUR/a
annuisiert (40 Jahre, 5%)	46.773	EUR/a
Anteil Wärmegegestehungskosten	15,80	EUR/MWh

Investition Erzeugung

BHKW (1100 €/kW _{th} , 250 kW _{th})	275.000	EUR
Holzhackschnitzel (400 €/kW, 1000 kW)	400.000	EUR
Pelletkessel (350€/kW, 700 kW)	245.000	EUR
Erdgaskessel (160 €/kW, 800 kW)	128.000	EUR
Summe annuisiert (20 Jahre, 5%)	84.094	EUR/a
Anteil Wärmegegestehungskosten	28,40	EUR/MWh

Wartungskosten²¹

Netz (1,5%)	12.039	EUR/a
BHKW (14 €/MWh _{el} + 0,5 MJ)	42.796	EUR/a
Holzhackschnitzel (2%)	8.000	EUR/a
Pelletkessel (2%)	4.900	EUR/a
Erdgaskessel (1%)	1.280	EUR/a
Anteil Wärmegegestehungskosten	23,31	EUR/MWh

Brennstoffkosten

Erdgas-BHKW (1836 MWh/a)	158.908 EUR/a
Holzhackschnitzel (1465 MWh/a)	39.745 EUR/a
Pelletkessel (34 MWh/a)	1.504 EUR/a
erzeugte Strommenge (η_{el} 36%)	1.271 MWh/a
Stromvergütung	- 92.388 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	36,40 EUR/MWh
Summe Wärmegestehungskosten	103,90 EUR/MWh
Vergleich Erdgas-Einzelheizungen	112,00 EUR/MWh

Bewertung

Die Wärmegestehungskosten für die zentrale Wärmeversorgung allein auf Basis der öffentlichen Gebäude (kleine Variante) liegen unter den Vollkosten einer Gas-Brennwertheizung, aber höher als der Kennwert von 100 €/MWh, ab dem der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung in der Regel wirtschaftlich ist. Die Umsetzung eines Wärmenetzes stellt demnach ein (nennenswert) erhöhtes wirtschaftliches Risiko dar. Allerdings befindet sich in der Nähe der entworfenen Trasse eine Anzahl weiterer Gebäude mit großem bis mittelgroßem Wärmebedarf (z.B. Steneberg'sche Fabrik, DRK-Familienzentrum Holstenkamp und Geschäftsgebäude in der Innenstadt, z.B. Sparkasse). Wenn es gelingt, einige dieser Objekte bereits in der Aufbauphase der Wärmenetzes als Kunden zu gewinnen, lässt sich die Wirtschaftlichkeit weiter verbessern.

Von den ermittelten Wärmedichten her erscheint es grundsätzlich sinnvoll, den gesamten Innenstadtbereich (Untere Straße, Obere Straße, Mittelstraße, Wolfstraße) für eine zentrale Wärmeversorgung zu erschließen, wenn ausreichend Interesse bei den Anliegern vorhanden ist. Um diese Umsetzbarkeit zu überprüfen und damit das Risiko einer unrentablen Wirtschaftlichkeit der Fernwärme in Barntrop zu reduzieren, sollte eine Befragung der Anwohner durchgeführt werden.

Auch hier gilt, dass eine Versorgung mittels eines Wärmenetzes deutliche ökologische Vorteile durch den hohen Anteil an regenerativen Energien und effizienter KWK mit sich bringt. Außerdem reduziert sich durch den Bau eines Wärmenetzes die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Diese Vorteile kann eine rein monetäre Bewertung nicht berücksichtigen. Deshalb kann auch eine Umsetzung von Wärmenetzen auch bei einem knapp unwirtschaftlichen oder knapp wirtschaftlichen Ergebnis durchaus sinnvoll sein.

6.4 Nahwärme Hohenhausen

Auch für Hohenhausen wird als Einstiegsvariante in eine zentrale Wärmeversorgung eine Verbindungs-trasse zwischen dem Schulzentrum und den Rathäusern geprüft. Die entworfene Trasse durchquert den alten Ortskern, wo sich weitere öffentliche Gebäude befinden, die ebenfalls als Brückenköpfe fungieren können. Für eine erste Abschätzung des wirtschaftlichen Risikos beim Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung wird unterstellt, dass ausschließlich folgende öffentliche Gebäude an die Nahwärme angeschlossen werden: Schulzentrum (Grundschule, Hauptschule, Realschule, Fröbelschule), Kindergarten Weinkamp, Bürgerhaus, Flüchtlingsheim, Corves Mühle, Rathaus 1 und Rathaus 2. Zur Abschätzung des Wärmebedarfs für diese Gebäude werden von der Gemeinde Kalletal zur Verfügung gestellte Daten verwendet. Der Gleichzeitigkeitsfaktor für die hydraulische Berechnung wird mit 0,7 angesetzt.

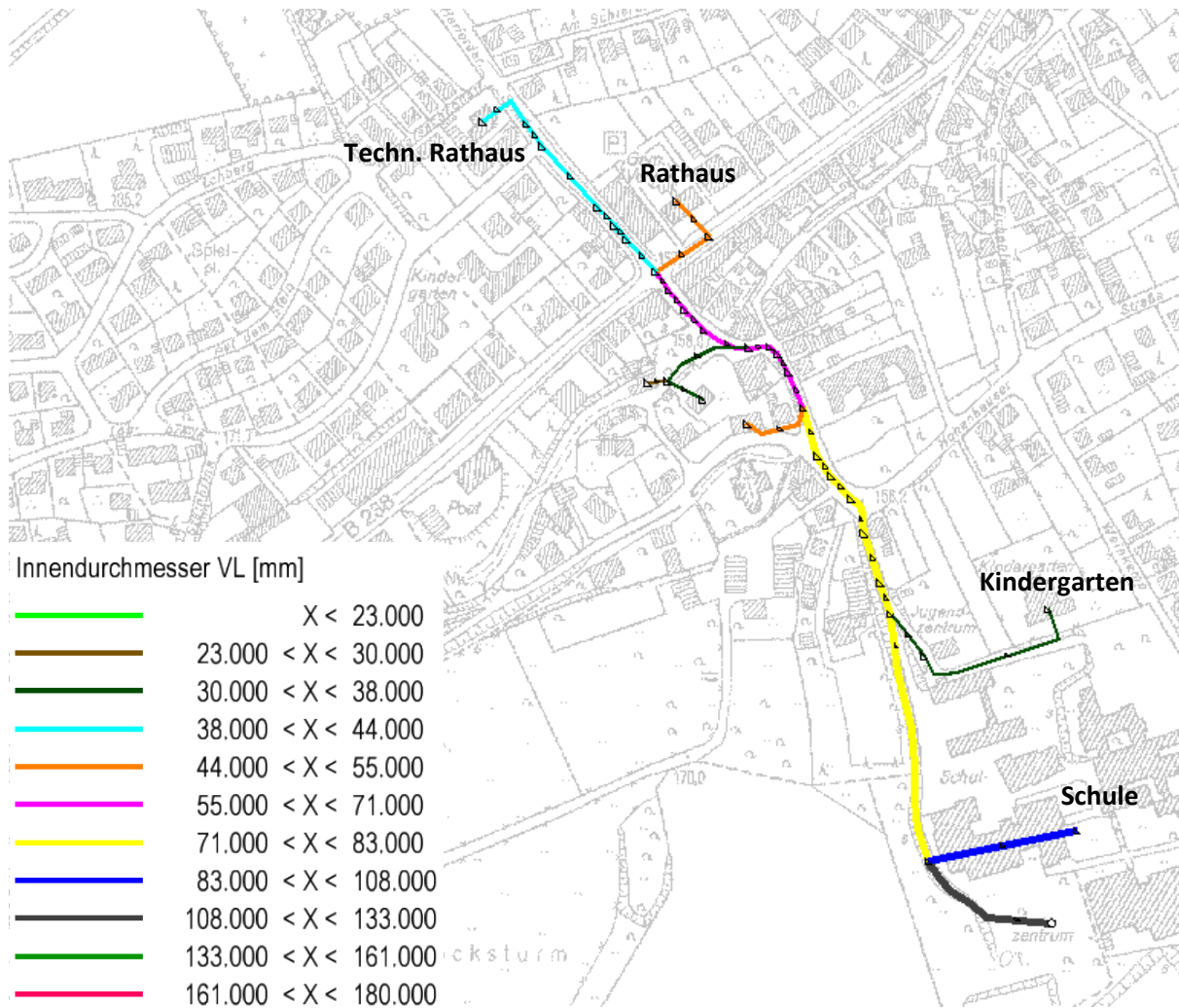


Abbildung 15: Trassendimensionierung Hohenhausen

Die Jahreshöchstlast für die angeschlossenen Gebäude an der rund 1,2 km langen Trasse liegt bei rund 1.256 kW, der Jahreswärmeverbrauch bei rund 2.009 MWh. Für die Prüfung der wirtschaftlichen Machbarkeit wird folgendes Erzeugerkonzept als Grundlage entworfen:

Grundlast:	51 % des Jahresenergiebedarfs	Erdgas-BHKW	Leistung	150 kW _{th}
Spitzenlast:	47 % des Jahresenergiebedarfs	Holzhackschnittelkessel	Leistung	600 kW
	2 % des Jahresenergiebedarfs	Pelletkessel	Leistung	600 kW
Reserve:		Erdgaskessel	Leistung	500 kW

Für die Erzeugungsanlagen wird ein Standort am Schulzentrum angenommen.

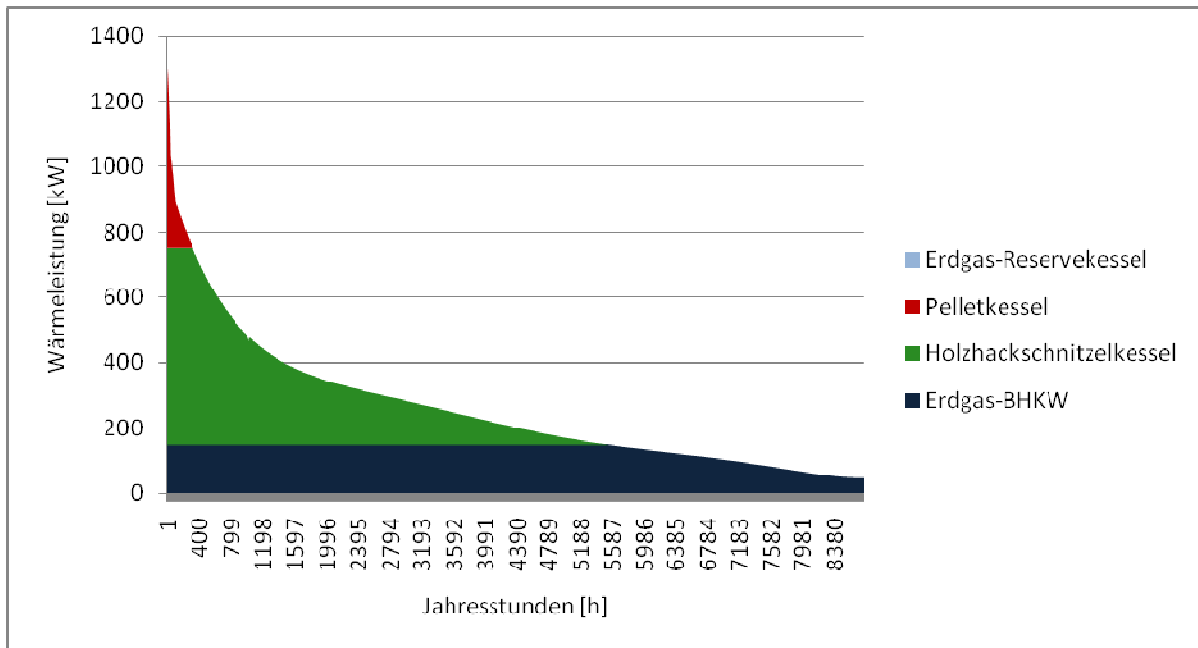


Abbildung 16: Jahresdauerlinie und Erzeugung für Hohenhausen

Zur Abschätzung der Wärmegestehungskosten für ein Brückenkopf-Wärmenetz in Hohenhausen werden die jährlichen Kostenanteile für Investition, Betrieb und Brennstoff berechnet und durch die verkaufte Jahreswärmeenergie dividiert.

Jahresarbeit Wärme Verkauf	2.009	MWh/a
Jahresarbeit Wärme Erzeugung	2.250	MWh/a
Wärmeverluste	241	MWh/a

Netzbau

Netzbaukosten	611.443	EUR/a
annuisiert (40 Jahre, 5%)	35.634	EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	17,74	EUR/MWh

Investition Erzeugung

BHKW (1100 €/kW _{th} , 150 kW _{th})	165.000	EUR
Holzhacksschnitzel (400 €/kW, 600 kW)	240.000	EUR
Pelletkessel (350€/kW, 600 kW)	210.000	EUR
Erdgaskessel (160 €/kW, 500 kW)	80.000	EUR
Summe annuisiert (20 Jahre, 5%)	55.769	EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	27,76	EUR/MWh

Wartungskosten²¹

Netz (1,5%)	9.172	EUR/a
BHKW (14 €/MWh _{el} + 0,5 MJ)	36.071	EUR/a
Holzhacksschnitzel (2%)	4.800	EUR/a

Pelletkessel (2%)	4.200 EUR/a
Erdgaskessel (1%)	800 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	27,40 EUR/MWh

Brennstoffkosten

Erdgas-BHKW (1142 MWh _{th} /a)	98.849 EUR/a
Holzhackschnitzel (1075 MWh/a)	29.145 EUR/a
Pelletkessel (47 MWh/a)	2.121 EUR/a
erzeugte Strommenge (η_{el} 36%)	791 MWh/a
Stromvergütung	- 61.255 EUR/a
Anteil Wärmegestehungskosten	34,28 EUR/MWh

Summe Wärmegestehungskosten **107,17 EUR/MWh**

Vergleich Erdgas-Einzelheizungen 112,00 EUR/MWh

Bewertung

Die Wärmegestehungskosten für die zentrale Wärmeversorgung allein auf Basis der öffentlichen Gebäude (kleine Variante) liegen unter den Vollkosten einer Gas-Brennwertheizung, aber höher als der Kennwert von 100€/MWh, ab dem der Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung wirtschaftlich aussichtsreich ist. Im Falle einer Umsetzung besteht in diesem Fall ein deutliches betriebswirtschaftliches Risiko. Falls weitere Anlieger an der Trasse für den Anschluss an die Nahwärme mobilisiert werden können (z.B. Kirchengemeinde, Altenzentrum), verbessert sich die Wirtschaftlichkeit. Eine weitere Perspektive könnte die Verlängerung der Trasse in das Wohngebiet Lohberg/Lohfeld/Lohbreite sein, das eine verhältnismäßig hohe Wärmedichte ausweist. Um die Herauszufinden kann bei dieser Ortschaft ebenfalls wie in Barntrup eine Befragung der Bevölkerung durchgeführt werden, um das betriebswirtschaftliche Risiko zu reduzieren. Durch die deutlichen ökologischen Vorteilen einer Wärmenetzvariante auf Basis von KWK und regenerativen Energien kann eine knappe Wirtschaftlichkeit akzeptabel sein. Dies muss abgewogen werden.

6.5 Innovative Erzeugungstechnologien

In den vorgestellten zentralen Wärmenetzkonzepten in Bösingfeld, Barntrup und Hohenhausen sind als KWK-Optionen Erdgas-BHKW vorgesehen worden. Zusätzlich wurden je nach Leistungsklasse Holzhackschnitzel- und Pellet-Kessel sowie Erdgas-Kessel als Redundanz-Anlagen eingeplant.

Damit sind Szenarien beschrieben, die heute den technischen Standard-Fall abbilden. Erdgas-BHKW sind etablierte Anlagenkonzepte, ebenso wie die Erdgas-Spitzen- bzw. Reservekessel. Bei holzgefeuerten Anlagen haben sich in den letzten Jahren Holzhackschnitzel und Pelletkessel ebenfalls als Standard etabliert, bei denen die Feuerungstechnik kontinuierlich verbessert wird. Zugleich ist es in den letzten Jahren gelungen, die erzielten Jahresnutzungsgrade zu steigern und die Einsatzbereiche der Anlagen auszuweiten. So sind heute Hackschnitzelanlagen mit Nennleistungen von 1 MW und weniger am Markt verfügbar und haben sich im Betrieb als verlässlich dargestellt.

Dennoch sind Holzanlagen in ihrem Einsatzfeld beschränkt. So können Holzkessel i.d.R. nur in geringeren Abstufungen als Gas-Kessel gefahren werden. Während Gas-Kessel Kleinlasten von 1:5 oder 1:6 abfahren

können, erreichen Pellet-Kessel im besten Fall 1:4 und Hack-Kessel i.d.R. noch geringere Kleinlasten. Auch ist in vielen Fällen die Wirkungsgradeinbuße bei Kleinlast in Holzkesseln stärker als bei Gas- oder Öl-Kesseln.

Neben den genannten, etablierten Optionen zur Wärmeerzeugung lassen sich weitere Optionen aufzeigen. Dazu ist in diesem Abschnitt eine Auflistung verfügbarer Techniken mit gewissen Eigenschaften aufgeführt, die einen Überblick über die Vielzahl der am Markt angebotenen Alternativen darstellen soll.

Vorangestellt sei jedoch eine Diskussion zwischen KWK und reiner Wärmeerzeugung vor dem Hintergrund der Wirtschaftlichkeit und Energieeffizienz.

In der Regel gilt, dass KWK-Anlagen hohe Investitionen verursachen, sich zugleich durch die gekoppelte Produktion von Strom und Wärme sowie ggf. durch eine Förderung geringe Bereitstellungskosten für Wärme auszeichnen. Um daraus einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen, müssen solche Anlagen eine Mindestlaufzeit im Sinne von Vollbenutzungsstunden pro Jahr haben. Der Grenzwert, ab dem sich eine KWK-Anlage wirtschaftlich darstellen lässt, also der Bereitstellungskostenvorteil die hohen Investitionen überwiegen, liegt bei 4.000 bis 4.500 Vollbenutzungsstunden pro Jahr.

Im Gegenzug sind (Gas-)Kesselanlagen zur reinen Wärmebereitstellung i.d.R. günstig in der Investition. Durch die Bereitstellung von reiner Wärme sind die Anlagen aber vergleichsweise hoch in den Bereitstellungskosten für Energie.

Aus diesen beiden Eigenschaften leitet sich ab, dass eine ideale Kombination der Erzeugung in einem Wärmenetz erreicht werden kann, wenn eine Grundlastanlage wie KWK-Anlagen im Allgemeinen mit einer Spitzen- bzw. Reserveanlage wie Gas-Kesseln kombiniert wird. Die KWK soll möglichst lange laufen und 50 bis 60 % des Jahreswärmebedarfs abdecken. Damit ist KWK auf eine gewisse Spitzenleistung (z.B. 30 bis 50 % der Höchstlast) beschränkt. Die Kesselanlage erzeugt mithin die verbleibende Wärmearbeit und hat einen Leistungsbeitrag, der deutlich höher als der der KWK ist.

Ein bedeutender Vorteil eines Wärmenetzes liegt nun darin, dass die Last einer Anzahl von Gebäuden zusammengefasst werden kann und damit das Handlungsfeld für Erzeugeranlagen wie z.B. KWK deutlich größer wird. Ein Wärmenetz mit reiner Wärmeerzeugung ist aus effizienz-sicht kein genereller Vorteil gegenüber einer dezentralen Versorgung, da z.B. Skaleneffekte bei Wirkungsgraden durch die unvermeidlichen Netzverluste egalisiert werden.

Unter Berücksichtigung der aktuellen Gesetzesvorgaben (KWK-Gesetz; Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz; Energie-Einspar-Verordnung) sind KWK-Wärme und regenerativ erzeugte Wärme in Wärmenetzen gleichwertig und es zählt letztlich der so genannte Primärenergiefaktor gemäß EnEV und VDI 4701-10.

Weiterhin vorteilhaft im Falle von Wärmenetzen ist, dass an wenigen Erzeugerstandorten (1 oder 2) ein Austausch der Erzeugung eine Umstellung aller angeschlossenen Liegenschaften bewirkt. Vor diesem Hintergrund ist zu sehen, dass in einem Wärmenetz die Grundlage liegt, um innovative Erzeugungsanlagen mit einem ohnehin erforderlichen Besicherungskonzept in einem Wärmenetz einzusetzen.

Grundsätzlich ist zu unterscheiden, ob eine Erzeugungsoption KWK-Betrieb oder reine Wärmeversorgung bietet und ob die Anlagen fossil, regenerativ oder mit beiden Brennstoffarten betrieben werden können. Weitere wesentliche Eigenschaften sind: Leistungsgrenzen (sind Anlagen in beliebigen Leistungsklassen verfügbar), Elastizität (wie gut kann die Anlage zwischen Teillasten und Volllast variieren), Flexibilität

(welches Kleinlastverhalten ist gegeben), Entwicklungsstatus, Investitionskosten, Zeitstandsverhalten (Lebensdauer und Wartungsanfälligkeit), Effizienz.

Tabelle 9: Übersicht über innovative Erzeugungsoptionen

Anlagentyp	reg. fossil	KWK Wärme	Effizienz		Leistung s-klasse	Elastizität	Flexibilität	Invest.-Kosten	Entwicklungsstand	Zeitstands-erfahrung
			th.	el.						
Organic-Rankine-Cycle (Prozesstyp)	reg. oder fossil	KWK	bis 50%	unter 20%	einige 100 kW bis einige MW	Brennstoff-abhängig	gering	hoch	Stand der Technik	Brennstoff-abhängig
Mikro-Turbine (Anlagentechnik)	i.d.R. fossil	KWK	bis 50%	bis 20%	wenige kW bis einige 100 kW	hoch	hoch	hoch	Technik gut bekannt, aber wenig etabliert	i.d.R. gut bei guter Brennstoff-qualität
Kalina-Cycle (Prozesstyp)	reg. oder fossil	KWK	bis 40%	unter 20%	einige 100 kW bis einige MW	Brennstoff-abhängig	gering	hoch	in Reifephase (Pilotanlagen)	Brennstoff-abhängig
Holzgasanlage (mit BHKW) (Anlagentyp)	reg.	KWK	bis 60%	bis 40%	einige 100 kW bis einige MW	BHKW-abhängig	BHKW-abhängig	hoch	in Reifephase (Pilotanlagen)	i.d.R. gut
Geothermie (Gesamtkonzeption)	reg.	KWK oder Wärme						hoch		

7 Dezentrale Effizienzmaßnahmen

In Gebieten, in denen die Wärmedichte zu niedrig ist, um eine zentrale Wärmeversorgung sinnvoll erscheinen zu lassen, kann die Energieeffizienz durch die Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Wärmedämmung und Heizungserneuerung in einzelnen Gebäuden erhöht werden.

In der Region Nordlippe dominiert eine Bebauung mit Ein- und Zweifamilienhäusern. Der Anteil von Mehrfamilienhäusern an der Gesamtzahl der Wohngebäude liegt in keiner Gemeinde höher als 10% [IT.NRW 2009] und damit deutlich niedriger als in Großstädten wie Münster oder Düsseldorf.

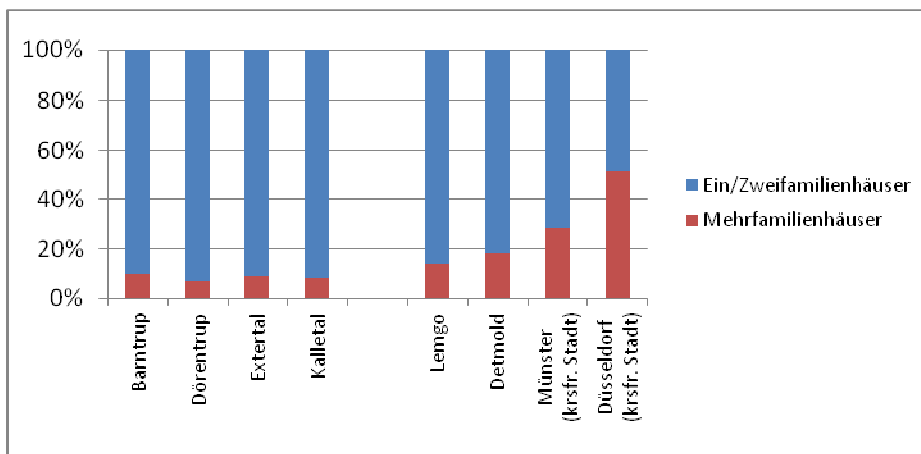


Abbildung 17: Bestandsstruktur Wohngebäude

Rund zwei Drittel der Wohnungen wurden vor 1968 gebaut [Wfa 2009] und stammen damit aus einer Zeit, als kaum Bestimmungen zum baulichen Wärmeschutz existierten. Durch Sanierungen im Bestand kann daher ein großes Potenzial an Energieeinsparung erwartet werden.

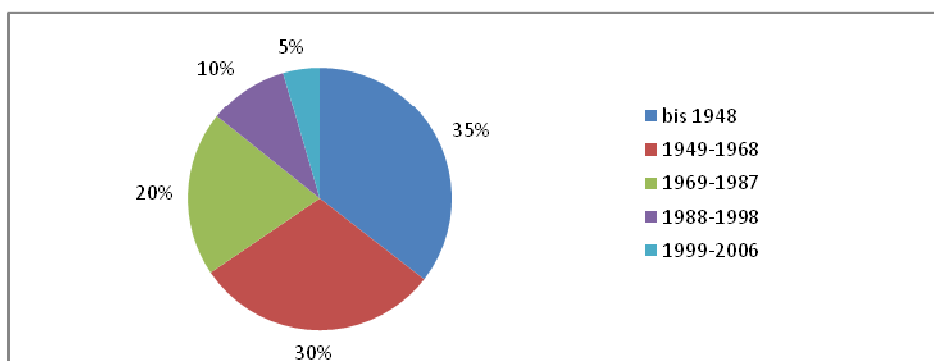


Abbildung 18: Wohnungsbestand Nordlippe nach Baualtersklassen [Wfa 2009]

Nordlippe ist eine Region, in der aufgrund des demografischen Wandels mit einem Bevölkerungsrückgang gerechnet wird. Bereits in den letzten zehn Jahren ist die Einwohnerzahl gesunken, für das kommende Jahrzehnt wird mit einem weiteren Rückgang von 10-15 % gerechnet. Vor diesem Hintergrund ist damit zu rechnen, dass ein Neubau von Wohngebäuden nur in geringem Umfang stattfinden wird. Die Untersuchung von Maßnahmen zur dezentralen Erhöhung der Energieeffizienz konzentriert sich daher auf Maßnahmen für Bestandsgebäude und klammert den Neubau aus.

7.1 Auswahl typischer Gebäude

Um Handlungsmöglichkeiten aufzuzeigen, wird für zehn typische Gebäude beispielhaft dargestellt, welche Energiesparmöglichkeiten sich zu welchen Kosten durch Wärmedämmung und Heizungserneuerung im Gebäudebereich realisieren lassen.

Bei der Auswahl der Typ-Gebäude stehen Ein- und Zweifamilienhäuser im Vordergrund, da dies der regionalen Gebäudestruktur entspricht. Bei den Baualtersklassen wurden beispielhaft Klassen aus dem Zeitraum von vor 1918 bis 1994 ausgewählt²³. Bei Gebäuden, die erst nach 1994 errichtet wurden, ist derzeit noch nicht mit größerem Sanierungsbedarf zu rechnen.

Tabelle 10: Übersicht über Typ-Gebäude

Nr.	Abk.	Gebäudetyp	Baualtersklasse	Ausführung Außenwand
1	EFH_18_Pu	Ein-/Zweifamilienhaus	vor 1918	Fachwerk
2	EFH_18_Br	Ein-/Zweifamilienhaus	vor 1918	Bruchstein
3	EFH_68_Pu	Ein-/Zweifamilienhaus	1958-1968	Fassade verputzt
4	EFH_68_Zw	Ein-/Zweifamilienhaus	1958-1968	Klinker, zweischaliges Mauerwerk
5	EFH_83_Pu	Ein-/Zweifamilienhaus	1969-1983	Fassade verputzt
6	EFH_83_Zw	Ein-/Zweifamilienhaus	1969-1983	Klinker, zweischaliges Mauerwerk
7	EFH_94_Pu	Ein-/Zweifamilienhaus	1984-1994	Fassade verputzt
8	MFH_18_Fa	Mehrfamilienhaus	vor 1918	Fachwerk
9	MFH_68_Pu	Mehrfamilienhaus	1958-1968	Fassade verputzt
10	MFH_94_Pu	Mehrfamilienhaus	1984-1994	Fassade verputzt

Für Gebäude, deren Baualtersklasse von den Beispielen nicht abgedeckt wird, ist es sinnvoll, jeweils die nächste jüngere Altersklasse als Orientierung zu wählen, deren Wärmedämmstandard in der Regel etwas höher liegt und deren Einsparpotenziale entsprechend niedriger liegen. Auf diese Weise werden Einsparpotenziale von Gebäuden, deren Baualtersklassen nicht erfasst sind, eher unter- als überschätzt.

Als Geometriedaten der Gebäude und Gebäudebauteile wurden im Wesentlichen die Daten der Gebäudetypologie für Deutschland [IWU 2003] verwendet. Die Angaben zu den Wärmedurchgangskoeffizienten der Bauteile stammen aus den Gebäudetypologien für Bayern [IWU 2006b], Hessen [IWU 2006a] und

²³ Es gibt keine standardisierte Einteilung in Baualtersklassen, so dass die Gliederung nach Baujahren in geeigneter Weise mit der Bausubstanz im Untersuchungsraum und in Anlehnung an Verordnungen wie Wärmeschutzverordnung und Energie-Einsparverordnung frei gewählt wurde.

Schleswig-Holstein [UTEC 2002], um für Nordlippe typische Bauweisen wie Fachwerk und Klinker einzubeziehen.

7.2 Methodik Energiebilanzrechnungen und Sanierungsmaßnahmen

Im Rahmen dieses Energiekonzeptes wird keine detaillierte energetische Bewertung individueller Gebäude, sondern eine Abschätzung der Einsparpotenziale typischer Gebäude durchgeführt. Die Energiebilanzierung der Typ-Gebäude wird in Anlehnung an das vereinfachte Verfahren der Energiesparverordnung 2007 vorgenommen. Für die Sanierungsmaßnahmen wird ein standardisiertes Paket definiert:

Tabelle 11 Überblick Sanierungspaket

Maßnahme	Umsetzung
Wärmedämmung Außenwand	Je nach Fassadenausführung unterschiedliche Dämmmaßnahmen - bei verputzten Fassaden Außendämmung - bei zweischaligem Mauerwerk Kerndämmung - bei Fachwerk- und Bruchsteinfassaden Innendämmung
Dämmung Kellerdecke	Dämmung der Kellerdecke von unten
Dämmung Dach	bei EFH/ZFH Dämmung der Dachschräge bei Mehrfamilienhäusern Dämmung der obersten Geschoßdecke
Fenstertausch	Ersatz der alten Fenster durch Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung
Erneuerung Heizung	Niedertemperaturkessel werden durch Gas-Brennwertkessel ersetzt (Größe und Temperaturniveaus wie für das nicht wärmegeämmte Gebäude); Nicht gedämmte Zirkulationsrohrleitungen werden nachträglich gedämmt
Einbau von Sonnenkollektoren	ausschließlich zur Brauchwarmwassererwärmung

Die jeweils gewählte Ausführung der Sanierungsmaßnahme (z.B. Dämmstärke, Art der Heizungserneuerung) orientiert sich an den Maßnahmenpaketen der Studien [IWU 2003b9, [IWU 2006] und [UTEC 2002]. Die in den genannten Studien enthaltenen Daten zu Wärmedurchgangskoeffizienten werden als Grundlage für die Energiebilanzierung verwendet. Die in den Quellen definierten Sanierungsmaßnahmen erreichen jedoch nicht in jedem Einzelfall die heute von der 2009 novellierten Energiesparverordnung (EnEV) vorgeschriebenen Wärmedurchgangskoeffizienten für bestimmte Bauteilsanierungen. Bei Notwendigkeit, wurde daher das Maßnahmenpaket so angepasst, dass die aktuellen EnEV-Standards für die Sanierung von Altbauten jeweils erreicht werden. Dabei werden die Dämmstärken-Empfehlungen der Energieagentur NRW als Leitlinie herangezogen [EA NRW 2009].

Für jedes Typ-Gebäude wird ein Hausdatenblatt erstellt, in dem der Ausgangszustand, die Sanierungsmaßnahmen, die Auswirkungen auf den Energiebedarf sowie Kennzahlen zur Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen übersichtlich zusammengefasst werden (siehe Anhang).

Um die Transparenz der Ergebnisse zu erhöhen, wird jede Sanierungsmaßnahme als Einzelmaßnahme betrachtet. Energieeinsparungen von Maßnahmenkombinationen wurden nicht berechnet.

In der Praxis ist die Kombination von Maßnahmen sinnvoll und führt unter Umständen zu zusätzlichen Effizienzgewinnen. So ist es vorteilhaft, Maßnahmen zur Effizienzverbesserung der Gebäudehülle gleichzeitig oder im Vorfeld einer Heizungserneuerung durchzuführen. Das gedämmte Gebäude benötigt weniger Energie, so dass ein kleinerer Heizkessel gewählt werden kann. Oft ist es auch möglich, die Vor- und

Rücklauftemperaturen der Heizung nach einer Sanierung der Gebäudehülle abzusenken, weil die Wärmemenge, die vom Heizungssystem in die einzelnen Räume transportiert werden muss, sich reduziert. Sowohl die Verkleinerung der Kesselleistung als auch die Temperaturabsenkung führen zu zusätzlichen Einsparungen und entsprechend zu einer Kostenersparnis. Solche Synergieeffekte von Kombi-Maßnahmen werden in dieser Studie nicht untersucht.

Bei der Bewertung der Ergebnisse muss beachtet werden, dass der Energieverbrauch eines Wohngebäudes in der Praxis nur zum Teil durch die Bausubstanz bestimmt wird. Weitere Einflussfaktoren sind z.B. die Gebäudelage (im Ortskern oder freistehender Einzelhof) und in großem Maße auch das Nutzerverhalten. Die Ergebnisse der Energiebilanzrechnung bilden tendenziell den Energiebedarf von Hochverbrauchern ab (obere 10 %) und nicht den Verbrauch des Durchschnitts [IWU 2003b, IWU 2006]. Gerade bei Einfamilienhäusern mit schlechtem Wärmeschutzstandard liegen die durch Energiebilanzierungen abgeschätzten Werte im Vergleich mit gemessenen Verbrauchswerten oft zu hoch. Die berechnete Energieeinsparung und damit die Wirtschaftlichkeit fallen entsprechend zu optimistisch aus.

7.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Energiebilanzierung zeigen, dass die unsanierten Typ-Gebäude mit Baujahren vor 1984 in der Regel Kennwerte für den Endenergiebedarf von über 300 kWh/m² Gebäudenutzfläche aufweisen. Mehrfamilienhäuser liegen energetisch besser als Ein/Zweifamilienhäuser derselben Baualterklasse. Ursache hierfür ist die kompaktere Bauweise der Gebäude (besseres Verhältnis von beheiztem Volumen zur wärmeübertragenden Umfassungsfläche). Gemessen an der Skala von Energiebedarfsausweisen liegen diese Typ-Gebäude im roten Bereich.

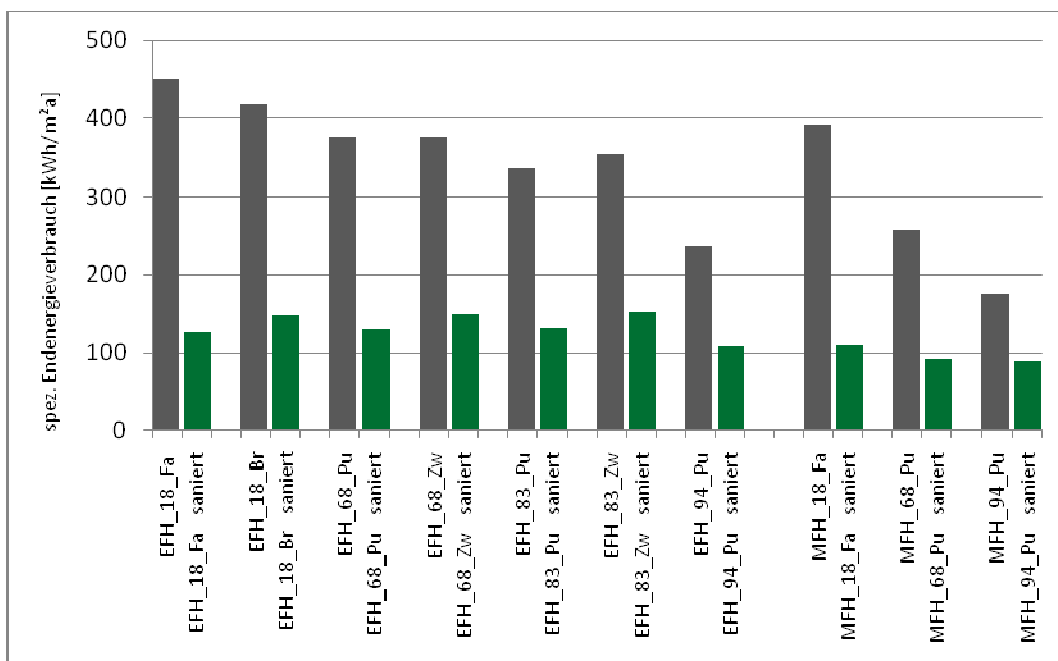


Abbildung 19: Ergebnisse Energiebilanzierung für unsanierte und sanierte Gebäude

Durch Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen sinkt der Endenergiebedarf der Gebäude in allen Fällen deutlich und liegt um die 100 kWh/m² und damit im grünen Bereich des Bedarfsausweises (unten als Beispiel die Sanierung des Gebäudetyps EFH_83_Pu).

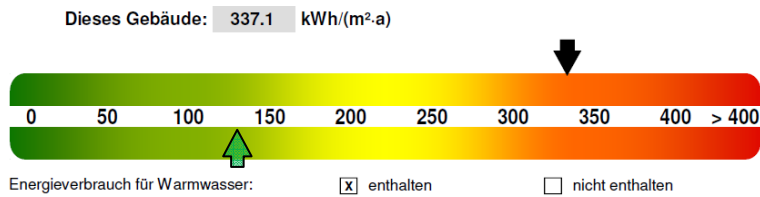


Abbildung 20: Beispiel Energiebedarfsausweis

In der folgenden Grafik wird aufgeschlüsselt, welcher Anteil der Endenergieeinsparung durch welchen Teil des Sanierungspaketes erbracht wird.

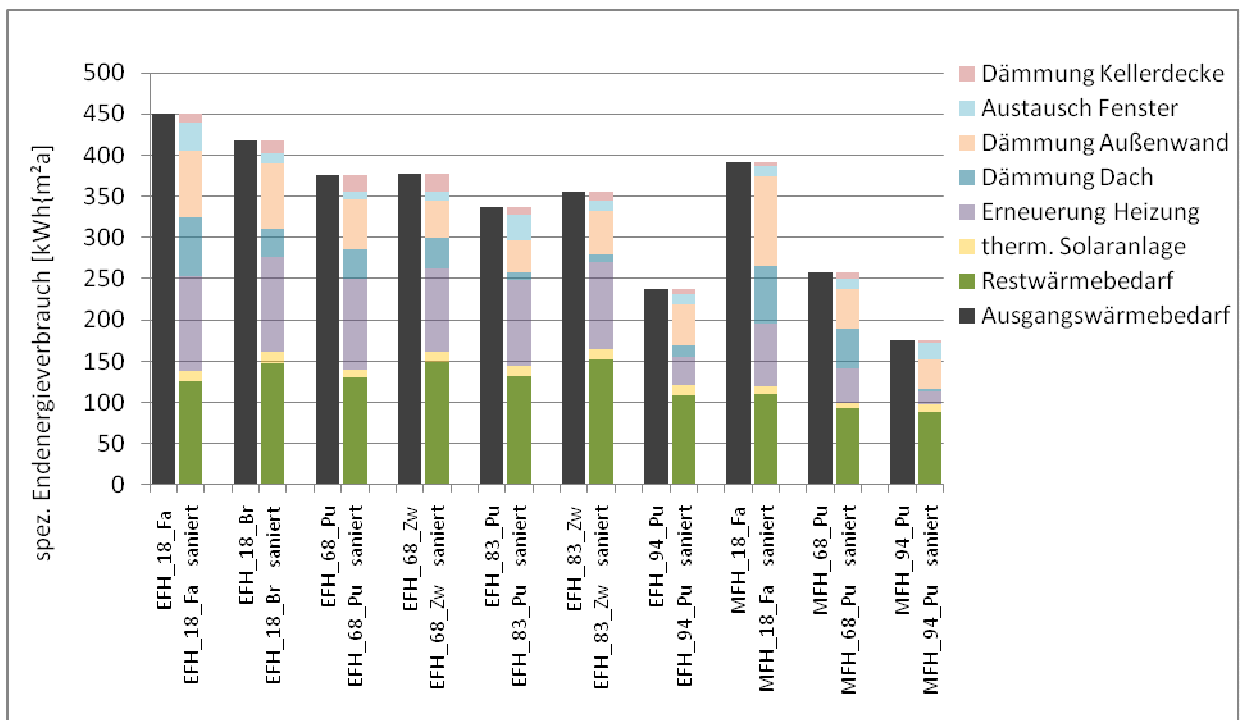


Abbildung 21: Beitrag der einzelnen Sanierungsmaßnahmen zur Endenergieeinsparung der Typ-Gebäude

Hier wird deutlich, dass der Beitrag, den eine Sanierungsmaßnahme zur Einsparung beiträgt, stark davon beeinflusst wird, wie gut (bzw. schlecht) das sanierte Bauteil im Ist-Zustand war.

Beispiel Fenstertausch: Für das Fachwerk-Einfamilienhaus (EFH_18_Fa) wird angenommen, dass im Ist-Zustand einfach verglaste Holzfenster eingebaut sind; im Einfamilienhaus Baualtersklasse bis 1983 mit Putz-Fassade (EFH_83_Pu) sind Fenster mit Metallrahmen und Isolierverglasung unterstellt. Diese beiden Fenstertypen haben schlechte Wärmedämmeigenschaften (U-Werte 5,2 und 4,3 W/m²K). Bei allen anderen Gebäuden sind im Ist-Zustand Holzfenster mit Isolierverglasungen unterstellt (U-Wert 2,57 W/m²K). Alle alten Fenster werden im Rahmen der Sanierung gegen Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Isolierverglasung ausgetauscht (U-Wert 1,3 W/m²K). Bei den Gebäuden EFH_18_Fa und EFH_83_Pu sind die Einsparungen auf Grund des schlechten Ursprungszustands höher als bei den anderen Gebäuden.

Beispiel Dachdämmung: Das Fachwerkhaus EFH_18_Fa hat im Ist-Zustand den schlechtesten Wärme-dämmstandard im Dach. Bei den Gebäuden EFH_83 ist im Ursprungszustand bereits eine Dämmschicht

von 10 cm vorhanden, beim Gebäude EFH_94 sogar eine Dämmschicht mit einer Stärke von 14 cm. Als Sanierungsmaßnahme für alle Gebäude ist die Erhöhung der Dämmstärke auf insgesamt 20 cm vorgesehen. Diese Zusatzdämmung erbringt bei den neueren Gebäuden EFH_83 und EFH_94 einen geringeren Einspareffekt.

Entsprechend lassen sich in vollständig unsanierten alten Gebäuden leichter hohe Einspareffekte erzielen als in teilgedämmten Gebäuden neueren Baujahrs.

Dies wird auch deutlich, wenn man ein Einfamilienhaus der Baualtersklasse 1968 (EFH_68_Pu) mit einem 30 Jahre neueren Gebäude vergleicht (EFH_94_Pu). Das Gebäude aus den neunziger Jahren besitzt bereits eine gut gedämmte thermische Hülle. Die Verteilungen des Heizungssystems und Zirkulationsleitungen der Warmwasserversorgung sind ebenfalls besser gedämmt, der Niedertemperatur-Kessel stammt aus den neunziger Jahren. Wenn diese Bauteile vom Standard der neunziger Jahr auf den aktuellen Standard nachgerüstet werden, ergeben sich absolut kleinere Einsparungen als bei dem Gebäude aus den sechziger Jahren. Für dieses Gebäude wird angenommen, dass es so gut wie keine Wärmedämmung besitzt. Die Leitungssysteme für Heizung und Warmwasser sind ungedämmt. Die Heizungsanlage wurde in den achtziger Jahren zwar erneuert, hat aber eine schlechtere Effizienz als der Niedertemperaturkessel aus den neunziger Jahren. Auch die Fenster sind nach dem Erstbezug einmal erneuert worden (für beide Gebäude wurden Holzfenster mit Isolierverglasung unterstellt).

Beide Gebäude werden auf einen einheitlichen Standard nachgerüstet (z.B. 20 cm Dämmung im Dach, 16 cm Dämmung Außenwand, Austausch der Gas-Niedertemperaturkessel durch Gas-Brennwertkessel).

Die folgende Grafik veranschaulicht, dass die Einspareffekte durch Fenstertausch und Solaranlage bei beiden Gebäuden etwa gleich sind (bei beiden Gebäuden gleicher Standard vorher und nachher). Bei den Bauteilen, bei denen im EFH_94_Pu bereits ein höherer Standard realisiert war (Kellerdecke, Außenwand, Dach, Heizung) fällt die Einsparung kleiner aus als bei EFH_83_Pu. Am Ende erreichen bei Gebäude einen relativ ähnliche Energiebedarfskennwerte von 133 kWh/m²a und 138 kWh/m²a.

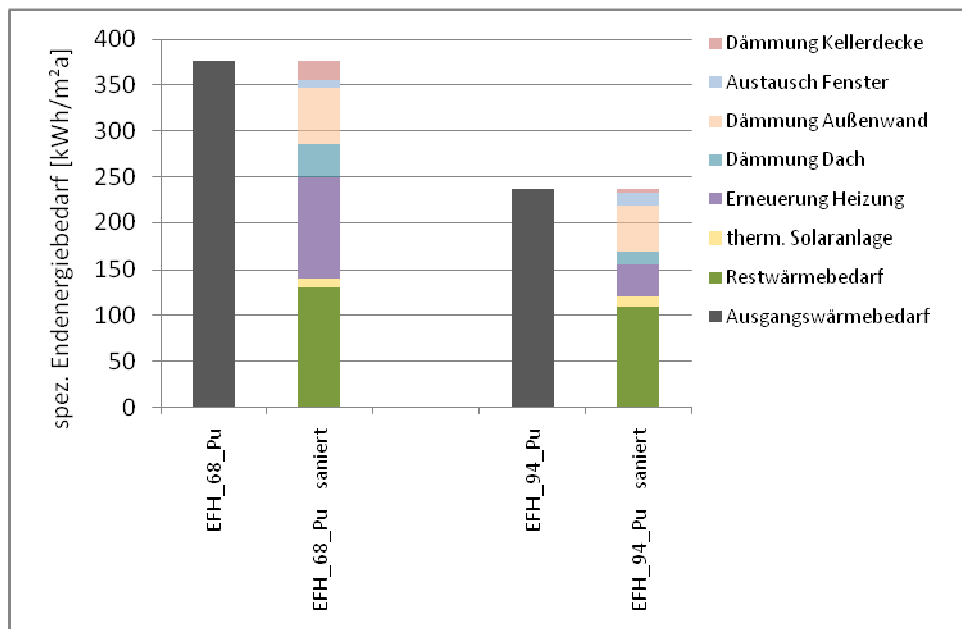


Abbildung 22: Vergleich Einsparpotenziale EFH_68 mit EFH_94

Eine detaillierte Beschreibung des Ist-Zustands, der Sanierungsmaßnahmen und der Einspareffekte ist für alle Typ-Gebäude in den Hausdatenblättern im Anhang dokumentiert.

7.4 Wirtschaftlichkeit von Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich

Energetisch bedingte Mehrkosten

Energieeffizienzmaßnahmen im Gebäudebereich werden sinnvollerweise stets dann durchgeführt, wenn ohnehin eine Sanierung des betroffenen Bauteils notwendig ist. Muss beispielsweise das Dach neu eingedeckt werden, so entstehen „Ohnehin“-Kosten für die Abbrucharbeiten, ein neues Unterdach und die Neueindeckung. Mehrkosten entstehen für das Dämmmaterial und dessen Montage.

Datengrundlage für die Wirtschaftlichkeitsrechnung sind die in [IWU 2003b], [IWU 2006] und [UTEC2002] ausgewiesenen Mehrkosten für Sanierungsmaßnahmen. Angegeben werden jeweils die Mehrkosten gegenüber einer normalen Instandsetzung des sanierungsbedürftigen Gebäudeteils. Um die Kostenangaben auf den heutigen Stand zu aktualisieren, werden zwei Aufschläge berechnet:

- ein Aufschlag von 10 %, um die erhöhten Anforderungen der EnEV 2009 zu berücksichtigen,
- ein Aufschlag, um die Preissteigerungen seit Erstellung der Studien abzubilden
(z.B. Zeitraum 2001-2009 13,2% Preissteigerung; Zeitraum 2005-2009 7% Preissteigerung)
[Destatis 2010]

Rahmenbedingungen der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Um zu entscheiden, ob die Investition wirtschaftlich ist, wird verglichen, ob die energetisch bedingten Mehrkosten inklusive Kapitalkosten plus die niedriger liegenden Energiekosten betrachtet über die Lebensdauer der Maßnahme günstiger sind als die hohen Energiekosten, die ohne Sanierung in diesem Zeitraum entstehen würden.

Kapitalgebundene Kosten Sanierung / eingesparte Arbeit Sanierung < Energiekosten ohne Sanierung

Vier Größen beeinflussen die Wirtschaftlichkeit: die Investitionskosten der Sanierung, der Zinssatz, die Abschreibungsdauer der Investition und die für die Abschreibungsdauer prognostizierten Energiekosten. Zur

Für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit wird die Annuitätenmethode verwendet. Für die Sanierungskosten kommen die energetischen Mehrkosten für jedes Bauteil zum Ansatz. Als Abschreibungsdauer wird eine mittlere Lebensdauer der sanierten Gebäudeteile von 20 Jahren zugrunde gelegt. In der Praxis liegt die Lebensdauer technischer Komponenten wie Heizung oder Solaranlage z.T. unter 20 Jahren. Gebäudeteile wie Dach, Außenwand oder Kellerdecke haben dagegen Lebensdauern von 30-40 Jahren, so dass ein Abschreibungszeitraum von 20 Jahre einen sinnvollen Mittelwert darstellt.

Es wird ein kalkulatorischer Zinssatz von 4 % gewählt. Eine Inanspruchnahme von zinsgünstigen Sanierungskrediten der KfW ist hierbei noch nicht einbezogen.

Als Basiswert für den Energiepreis werden 6 Cent pro Kilowattstunde Heizöl EL zugrunde gelegt, berechnet auf Grundlage des durchschnittlichen Heizölpreises inkl. Mehrwertsteuer im Bundesgebiet im

Februar 2010 bei einer Abnahme von 3.000 Litern [Tecson 2010]. Über den Betrachtungszeitraum wird eine jährliche Energiepreissteigerung von 3 % angenommen, so dass sich für die kommenden 20 Jahre ein mittlerer Energiepreis von 8,1 Cent als Vergleichswert ergibt.

Jede Energiesparmaßnahme, bei der die Kosten für die eingesparte Kilowattstunde Endenergie niedriger liegen als der Preis für den Kauf von Endenergie, wird als betriebswirtschaftlich sinnvoll bewertet.

Es muss betont werden, dass die Prognose zukünftiger Energiepreise mit erheblichen Unsicherheiten behaftet ist. Die folgende Grafik der Ölpreisentwicklung in den Jahren 2007-2010 zeigt jedoch, dass ein Ölpreis von 80 Euro/ 100 Liter (das entspricht 8 Cent pro Kilowattstunde) im Jahr 2008 bereits erreicht und überschritten wurde. Die Annahme eines mittleren Energiepreises von 8,1 Cent/kWh ist entsprechend eher niedrig und für die Bewertung von Einsparmaßnahmen konservativ angesetzt. Höhere Ölpreissteigerungen verbessern die Wirtschaftlichkeit von Einsparmaßnahmen.

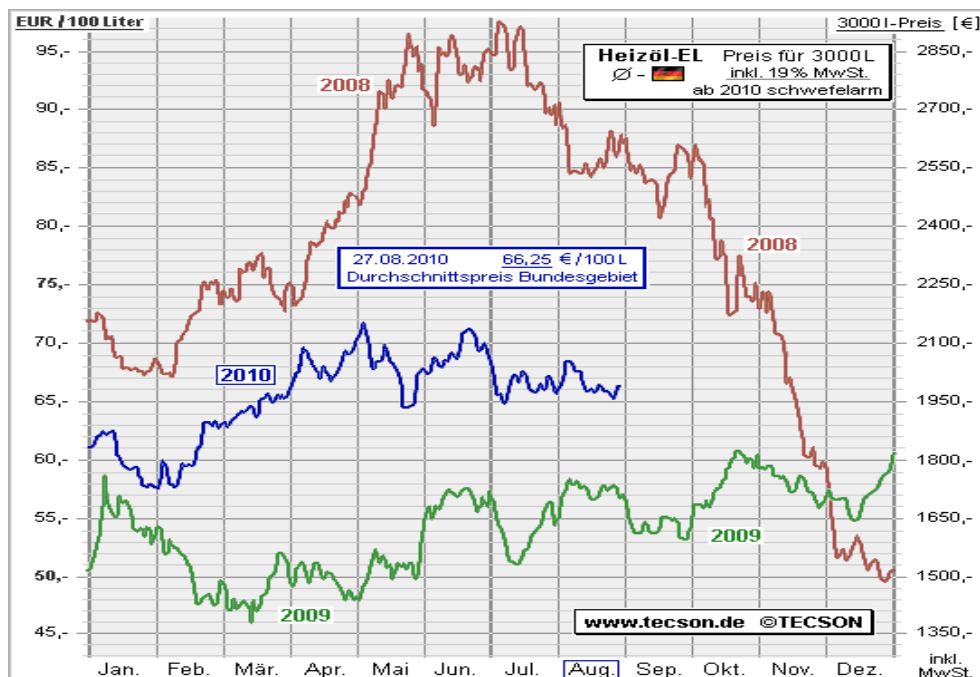


Abbildung 23: Entwicklung Heizölpreis 2007 bis 2010

Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Stellt man den Kosten für eine eingesparte Kilowattstunde Endenergie die Kosten für den Kauf einer Kilowattstunde Öl (8,1 Cent pro kWh Öl als Durchschnittswert für die kommenden 20 Jahre) gegenüber, ergibt sich für die Gebäude der Baualterklassen bis 1983 mit einem hohen Energieverbrauch (obere 10 % des Verbrauchs) folgendes Bild zur Wirtschaftlichkeit der einzelnen Sanierungsmaßnahmen:

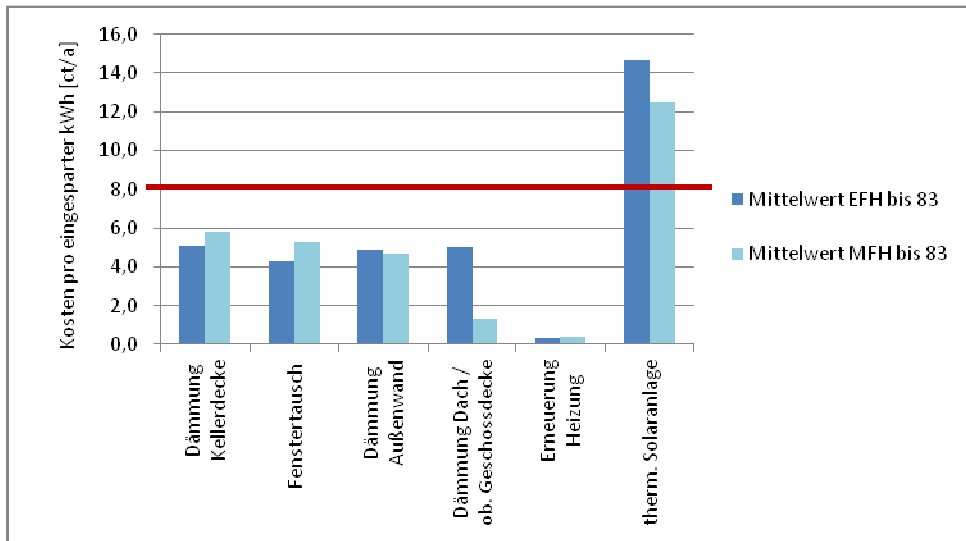


Abbildung 24: Wirtschaftlichkeit der Einzelmaßnahmen bei Typ-Gebäuden bis Baujahr 1983

Für die Typ-Gebäude der Baualtersklassen bis 1983 wurden Mittelwerte der Kosten pro eingesparter Kilowattstunde ermittelt. Bei diesen Gebäudetypen sind die Dämmung der Kellerdecke, der Außenwände und des Dachs bzw. der obersten Geschossdecke unter den angenommenen Rahmenbedingungen wirtschaftlich realisierbar, ebenso der Austausch von Fenstern und die Erneuerung der Heizung.

Da bei Mehrfamilienhäusern nicht das gesamte Dach, sondern die oberste Geschossdecke gedämmt wird, stellt sich diese Maßnahme deutlich günstiger dar als die Dämmung der Dachschrägen bei Einfamilienhäusern. Der nachträgliche Einbau von thermischen Solaranlagen zur Warmwasserbereitung ist als Einzelmaßnahme dagegen nicht wirtschaftlich. Werden alle Maßnahmen im Komplettpaket realisiert, ist es jedoch oft möglich, eine Solaranlage durch günstigere Kosten in den anderen Bereichen quer zu finanzieren und so einen Teil des Wärmebedarfs aus erneuerbaren Energien zu decken.

Unter den angenommenen Rahmenbedingungen²⁴ ist der Einbau thermischer Solaranlagen knapp nicht wirtschaftlich. Bei Solaranlagen ist der Ertrag stark vom Nutzungsverhalten abhängig. Nutzer, die ihren Warmwasserverbrauch im Sommerhalbjahr am Solarangebot zu orientieren (z.B. nachmittags oder abends duschen statt morgens duschen) und so über Wochen die Heizungsanlage vollständig abschalten können, erzielen einen höheren Solarertrag und sparen mehr bei der Warmwasserbereitung. Entsprechend wird die Wirtschaftlichkeit von solarthermischen Anlagen auch erheblich vom Nutzerverhalten beeinflusst.

Wesentlich ungünstiger stellt sich die Wirtschaftlichkeit von Effizienzmaßnahmen bei neueren Gebäuden dar. Sowohl bei Einfamilienhäusern als auch bei Mehrfamilienhäusern aus der Baualtersklasse 1984- 1994 sind allein die Erneuerung der Fenster und der Ersatz des Niedrigtemperaturkessels durch einen Brennwärtekessel im Bereich der Wirtschaftlichkeit.

²⁴ Es wurde KEINE Förderung, z.B. durch das Marktanreizprogramm (MAP), eingerechnet. Die MAP-Förderung wurde von Mai bis Juli 2010 aufgrund knapper Haushaltsmittel ausgesetzt, kann jetzt jedoch wieder beantragt werden.

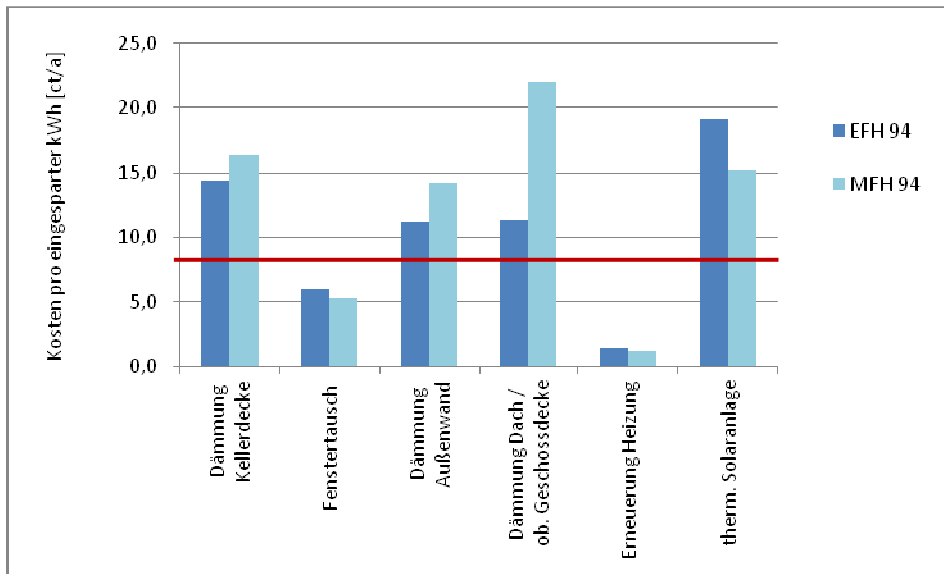


Abbildung 25: Wirtschaftlichkeit der Einzelmaßnahmen bei Typ-Gebäuden 1984-1994

Die Ergebnisse der Abschätzung machen deutlich, dass selbst im Hochverbrauchersegment die „Aufrüstung“ einer vorhandenen Dämmung unter den angenommenen Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich wäre. Der Ersatz der alten Fenster (Annahme: Isolierverglasung mit U-Wert $2,57 \text{ W/m}^2\text{K}$, d.h. gleicher Standard wie bei den meisten Gebäuden der Baualtersklasse bis 1983) durch Wärmeschutzverglasung mit U-Wert $1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ liegt an der Grenze der Wirtschaftlichkeit. Sinnvoll ist auch der Ersatz von mehr als 15 Jahre alten Niedertemperaturkesseln durch Brennwertkessel.

Weitere Bewertungskriterien für Effizienzmaßnahmen

Entscheidungen für Investitionen werden nach Abwägung aller Arten von Nutzen und Aufwand getroffen. Dabei ist der monetäre Nutzen und Aufwand nur ein mögliches Kriterium, auch wenn es für Energiesparmaßnahmen in der Regel das wichtigste ist.

Weitere Kriterien, die für die Realisierung von Effizienzmaßnahmen sprechen sind:

- Komfort:** Gebäude mit verbessertem Wärmeschutz bieten den Nutzern in der Regel eine erhöhte Behaglichkeit.
- Sicherheit:** Die Realisierung von Effizienzmaßnahmen verringert das Risiko, in Zukunft von stark steigenden Energiekosten finanziell überfordert zu sein.
- Wertsteigerung der Immobilie:** Durch die energetische Sanierung kann der Erhalt der Bausubstanz verbessert werden. Im Mietwohnungsbau oder bei einem geplanten Verkauf steigt die Attraktivität des Gebäudes.
- Klimaschutz:** Der durch den hohen Verbrauch von fossilen Brennstoffen verursachte Klimawandel kann hohe volkswirtschaftliche Folgekosten verursachen (z.B. Zerstörung von Infrastruktur durch Stürme und Hochwasser, Ertrags-einbußen in der Landwirtschaft durch Dürren oder Überschwemmungen). Diese volkswirtschaftlichen Kosten können durch Investitionen in Energieeinsparung und Nutzung von erneuerbaren Energien vermieden werden.

- Image:** Die Umsetzung vorbildlicher und innovativer Sanierungsmaßnahmen kann eine positive Rückmeldung des sozialen Umfelds auslösen.
- regionale Wertschöpfung:** Der Kauf von Heizöl oder Erdgas erzeugt regional kaum Wertschöpfung, da nennenswerte Margenelemente bei Großunternehmen verbleiben. Wärmeschutzmaßnahmen und Heizungserneuerungen werden in der Regel von lokalen Betrieben umgesetzt und erhöhen die regionale Wertschöpfung.

Angesichts der Unsicherheiten, mit denen Wirtschaftlichkeitsrechnungen immer behaftet sind, sollten Wirtschaftlichkeitskriterien bei der Entscheidung über Effizienzmaßnahmen nicht einziges Kriterium sein – nicht-monetäre Kriterien sind stets ebenfalls zu berücksichtigen.

7.5 Entscheidungshilfen Heizungserneuerung

In Nordlippe als einer Region mit vorherrschend Ein-/Zweifamilienhausbebauung spielen die Einzelentscheidungen von Hausbesitzern eine wichtige Rolle bei den Bemühungen, den Einsatz erneuerbarer Energien und die Energieeffizienz bei der Wärmeerzeugung auszuweiten.

Als Orientierungshilfe für die Entscheidung für ein neues Heizsystem werden in folgenden die Vor- und Nachteile sowie die Kosten von verschiedenen Heizungssystemen gegenübergestellt:

Gas-Brennwert-Kessel	Referenzsystem auf Basis fossiler Brennstoffe
Öl-Niedertemperatur-Kessel	Referenzsystem auf Basis fossiler Brennstoffe
Mini-BHKW mit Gasmotor	fossil befeuertes System mit höherer Effizienz durch gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom
Pelletkessel	regeneratives System auf Basis von Biomasse
Luft-Wasser-Wärmepumpe	Nutzung von Umweltwärme aus der Luft unter Einsatz von Strom
Erde-Wasser-Wärmepumpe	Nutzung von Umweltwärme aus dem Boden unter Einsatz von Strom

Nicht berücksichtigt werden Holzhackschnitzelkessel, da diese im kleinen Leistungsbereich nach derzeitigem Entwicklungsstand keine ausreichend guten Verbrennungseigenschaften aufweisen, um im Betreuungsaufwand mit den anderen Heizungssystemen vergleichbar zu sein. Ebenfalls nicht einbezogen werden Scheitholzfeuerungen, weil diese häufig nicht als ausschließliches, sondern als Zusatzheizsystem verwendet werden.

Vorteile und Nachteile

Es werden sechs unterschiedliche Heizungssysteme zur dezentralen Wärmeerzeugung in Wohngebäuden mit ihren Vor- und Nachteilen aufgeführt. Dabei wird auch Bezug auf mögliche Förderungen nach dem Marktanzreizprogramm oder über die KfW genommen. Siehe „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“.

Gas-Brennwertkessel

Vorteile:

- + Geringe Investitionskosten
- + Wenig Platzbedarf

- + Förderung durch KfW möglich (Stand: Juli 2010)

Nachteile:

- In der Regel fossiler Energieträger (Ausnahme: Biogas)
- Anschluss an Erdgasnetz oder Flüssiggastank

Öl-Niedertemperatur-Kessel**Vorteile:**

- + Geringste Investitionskosten der verglichenen Heizungssysteme
- + auch dort einsetzbar, wo kein Erdgasanschluss vorhanden ist

Nachteile:

- fossiler Brennstoff
- Platzbedarf für Öltank
- Schlechterer Nutzungsgrad als bei Brennwerttechnik

Mini-BHKW**Vorteile:**

- + Verschiedene Brennstoffe einsetzbar (im Vergleich dargestellt: Gasmotor)
- + Gemeinsame Erzeugung von Wärme und Strom mit sehr guter Brennstoffnutzung
- + Einspeisevergütung für eingespeisten Strom
- + Förderung des eingespeisten Stroms nach KWK-G möglich (Stand: Juli 2010)

Nachteile:

- Für Wirtschaftlichkeit hohe Betriebsstundenzahl nötig
- Konstante Wärmegrundlast sollte vorhanden sein
- Motoren benötigen höheren Wartungsaufwand als Kessel

Pelletkessel:**Vorteile:**

- + Regenerativer Primärenergieträger
- + Geringerer spezifischer Brennstoffpreis gegenüber Gas und Öl
- + Geringere Investitionskosten gegenüber Wärmepumpen
- + Förderung durch Marktanzreizprogramm möglich (Stand: Juli 2010)

Nachteile:

- Höhere Investitionskosten gegenüber Gas/Öl-Brennwertkessel (ohne Förderung)
- Großer Raumbedarf für Brennstofflager

Luft-Wasser-Wärmepumpe**Vorteile:**

- + Geringer Platzbedarf
- + Nur Anschluss an das Stromnetz notwendig
- + Mit reversiblen Betrieb Kühlen der Räume über Heizungssystem möglich
- + bei optimaler Ausführung (in der Praxis erzielte Jahresarbeitszahl > 4) ökologisch sinnvolle Nutzung von Umweltwärme

- + Förderung effizienter Wärmepumpen durch Markranreizprogramm möglich (Stand: Juli 2010)

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Schlechtere Arbeitszahl in der Jahreszeit mit dem höchsten Wärmebedarf
- Gebäude muss sehr gut gedämmt sein
- Flächenheizung erforderlich (z.B. Fußbodenheizung)
- Ventilator erzeugt Geräusche
- Bei falscher Dimensionierung oder Regelungseinstellung (in der Praxis erzielte Jahresarbeitszahl < 3) geht positiver Umweltnutzen schnell verloren. Wärmepumpe wird zur Stromheizung. Daher ausreichende Kontrolle durch Fachhandwerk und Nutzer erforderlich.

Erde-Wasser-Wärmepumpe

Vorteile:

- + Erde ist in der kalten Jahreszeit eine bessere Wärmequelle als Luft
- + Durch höhere Wärmequellentemperatur besserer Nutzungsgrad bei hohem Wärmebedarf im Winter als bei Luft-Wasser-Wärmepumpe
- + Thermische Solaranlage kann als zusätzliche Wärmequelle dienen, Verbesserung der Jahresarbeitszahl
- + Mit reversiblen Betrieb Kühlen der Räume über Heizungssystem möglich
- + Nur bei optimaler Ausführung (in der Praxis erzielte Jahresarbeitszahl > 4) ökologisch sinnvolle Nutzung von Umweltwärme
- + Förderung effizienter Wärmepumpen durch Marktanreizprogramm möglich (Stand: Juli 2010)

Nachteile:

- Hohe Investitionskosten
- Hohe zusätzliche Investitionskosten bei Betrieb mit Erdsonden (Erdbohrung)
- Großer Platzbedarf an freier Fläche im Garten bei Betrieb mit Erdkollektor
- Flächenheizung erforderlich (z.B. Fußbodenheizung)
- Gebäude sollte gut gedämmt sein
- Bei falscher Dimensionierung oder Regelungseinstellung (in der Praxis erzielte Jahresarbeitszahl < 3) geht positiver Umweltnutzen schnell verloren. Wärmepumpe wird zur Stromheizung. Daher ausreichende Kontrolle durch Fachhandwerk und Nutzer erforderlich.

Ökologische Betrachtung der Heizungssysteme

Die ökologische Effizienz von Wärmepumpen ist von dem Strommix des speisenden Stromnetzes abhängig. Der Primärenergiefaktor im deutschen Stromnetz beträgt nach EnEV 2009 derzeit 2,6. Soll die Wärmepumpe ein regeneratives Heizsystem darstellen, bedarf es einer Jahresarbeitszahl (JAZ) größer als der Primärenergiefaktor des Stromnetzes.

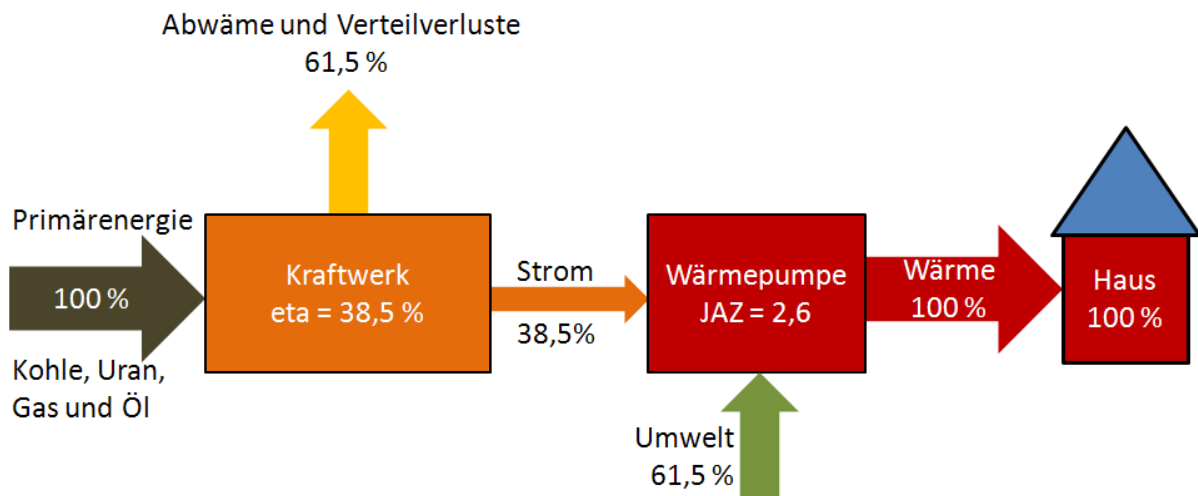


Abbildung 26: Graphik zu JAZ-Grenzwert für regenerativen Betrieb einer Wärmepumpe im deutschen Strommix (Stand: September 2010)

Für eine Aussicht auf Förderung nach dem Marktanreizprogramm ist eine JAZ von 4,3 bei Sole/Wasser- und Wasser/Wasser-Wärmepumpen nötig. Bei Luft/Wasser-Wärmepumpen ist eine JAZ von mindestens 3,7 erforderlich.

Diese Werte werden in der Praxis nur selten erreicht. So kann bei einer Luft/Wasser-Wärmepumpe mit einer durchschnittlichen JAZ von 2,6, bei Sole/Wasser-Wärmepumpen knapp über 3 kalkuliert werden. [LA21-Energie Lehr](CEP-Tagung Februar 2010).

Um hohe Werte zu erreichen, müssen die Betriebsbedingungen ideal sein, die Regelung der Heizungsanlage muss optimal funktionieren und an die Betriebsbedingungen angepasst sein. Des Weiteren darf das Heizsystem nicht unterdimensioniert sein, was vor allem im Winter schwierig ist. In dieser Jahreszeit sind die äußeren Bedingungen für einen Wärmepumpenbetrieb ungünstig, die Heizlast erreicht hingegen ihr Jahresmaximum. Es muss elektrisch nachgeheizt werden. Daraus ergibt sich eine schlechte Leistungszahl (engl. COP - coefficient of performance), was im Jahresdurchschnitt zu einer geringen JAZ führt und damit den Betrieb verschlechtert.

Die CO₂-Bilanz einer Wärmepumpe, die mit dem derzeitigen deutschen Strommix betrieben wird (Stand: September 2010), lässt sich wie folgt ermitteln: Auf Grundlage der Auswertungen [uba 2010] des Umweltbundesamtes beträgt die CO₂-Emission für das Jahr 2009 im deutschen Strommix nach einer ersten Schätzung 575 g/kWh. Damit ergibt sich bei einer Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe von 2,6 für die erzeugte Wärme eine spezifische CO₂-Emission von 221 g/kWh. Mit diesem Wert bewegt sich eine Wärmepumpe in einer ähnlichen Größenordnung wie z.B. ein Gas-Brennwert-Kessel und bietet trotz der höheren Investitionskosten keinen nennenswerten ökologischen Vorteil. Dem gegenüber steht der rein regenerativ betriebene Pellet-Kessel, dessen spezifische CO₂-Emissionen inkl. Vorkette für Pelletherstellung und Transport zum Kunden mit rund 30g/kWh deutlich niedriger liegen (GEMIS 4.6). Um die CO₂-Bilanz von Wärmepumpen zu erhöhen, können diese mit Strom aus erneuerbaren Energie betrieben werden. Dies steigert die Kosten jedoch deutlich.

Kostenvergleich von Heizungssystemen

Für den Kostenvergleich werden die Vollkosten der verschiedenen Heizungssysteme gegenübergestellt. Für alle Systeme wird ein kalkulatorischer Zinssatz von 4 % und eine technische Nutzungsdauer von 20 Jahren angenommen. Für die Brennstoffkosten wird von einer gleichmäßigen jährlichen Preissteigerung von 3 % pro Jahr für alle Energieträger ausgegangen. Für das Ausgangsjahr 2010 wird das folgende Preisniveau angenommen (ohne Mehrwertsteuer):

Erdgas:	4,77 ct/kWh
Erdöl:	6,0 ct/kWh
Pellets:	4,5 ct/kWh
Strom:	13,1 ct/kWh (Wärmepumpentarif)

In einer weiteren Betrachtung werden Wärmepumpen und Pellet-Kessel den fossil betriebenen Heizungssystemen auf unterschiedlichen Erdgas- und Ölpreisniveaus gegenübergestellt.

Als weiterer Faktor gehen Betriebs- und Wartungskosten in den Vergleich ein.

Die Investitions- sowie die Betriebs- und Wartungskosten für Erdgas-BW-Kessel, Öl-NT und Pellet-Kessel sind dabei [IER 2009a] und [IER 2009b] entnommen. Alle weiteren Daten entstammen eigenen Recherchen. Die Datentabellen zur Berechnung der Wärmegestehungskosten der betrachteten Heizungssysteme im mittelmäßig sanierten sowie im umfassend sanierten Altbau können dem Anhang entnommen werden.

Mittelmäßig sanierter Altbau

Das Musterhaus des normal sanierten Altbaus hat eine Wohnfläche von 150 m² und einen Raumwärmebedarf von 150 kWh/m². Der Wärmebedarf für Warmwasser beträgt 12,5 kWh/m². In der Summe ergibt sich daraus ein Jahreswärmebedarf von 24,4 MWh. Installiert ist eine Heizungsanlage mit einer Leistung von 14 – 15 kW [IER 2009a].

Abbildung 27 stellt die Kosten der Heizungssysteme bei verschiedenen Preisniveaus für Öl und Gas dar. Beim gegenwärtigen niedrigen Preisniveau für fossile Brennstoffe sind Gas-Brennwert- und Öl-Niedertemperatur-Kessel die wirtschaftlichsten der verglichenen Heizsysteme. Wärmepumpen sind aufgrund der großen erforderlichen Leistung in einem unsanierten Altbau in der Anschaffung sehr teuer. Des Weiteren sind die Heizkörper durch eine Flächenheizung zu ersetzen. Das führt zu großen Umbaumaßnahmen im Bestand und zusätzlichen Kosten. Die betriebs- und verbrauchsgebundenen Kosten sind gegenüber den Kesselanlagen für Gas, Öl und Pellets geringer (Kostenkurven für Wärmepumpen steigen über 20 Jahre nur wenig an). Jedoch stehen die hohen Investitionskosten einem wirtschaftlichen Betrieb von Wärmepumpen in unsanierten Altbauten im Wege.

Pelletkessel sind in der Investition teurer als Brennwertkessel, aber günstiger als Wärmepumpen. Bei Pelletkesseln sind Brennstoffkosten niedriger als bei Erdgas und Öl. Bei mittlerem Preisniveau sind Pelletkessel etwa gleich günstig wie Ölkessel, bei hohem Preisniveau können sie sogar mit Gas-Brennwertkesseln wirtschaftlich konkurrieren.

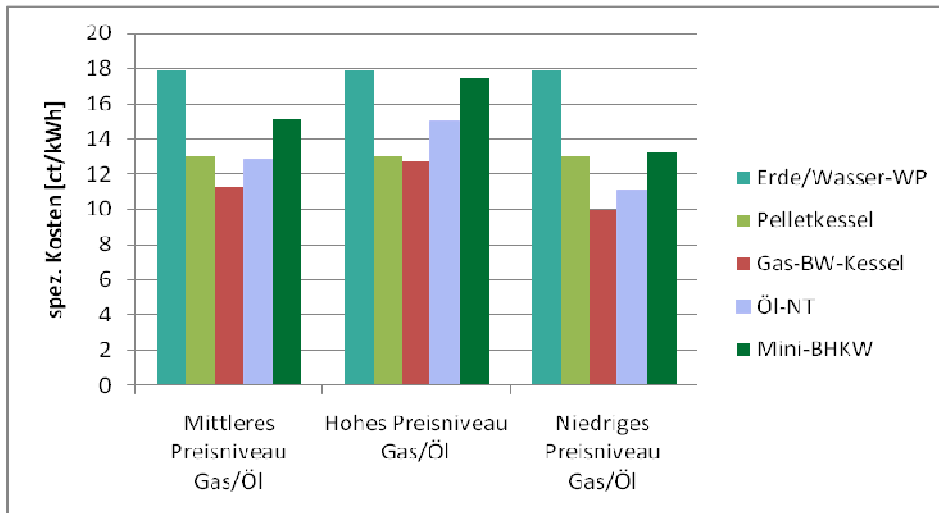


Abbildung 27: Vergleich der jährlichen Gesamtkosten von Heizungssystemen für einen mittelmäßig sanierten Altbau

Umfassend sanierter Altbau

Das Musterhaus des umfassend sanierten Altbaus hat ebenfalls eine Wohnfläche von 150 m², jedoch beträgt der Raumwärmebedarf nur noch 70 kWh/m². Der Jahreswärmebedarf reduziert sich damit auf 12,4 MWh. Installiert ist eine Heizungsanlage mit einer Leistung von 8 kW [IER 2009b].

Wie in Abbildung 28 zu erkennen, stellt auch hier der Einsatz eines Gas-Brennwertkessels die wirtschaftlichste der verglichenen Lösungen dar, gefolgt vom Öl-Niedertemperatur-Kessel. Grund hierfür sind abermals die geringen Investitionskosten. Weil der Brennstoffbedarf im gut gedämmten Gebäude niedriger ist, können Heizungssysteme mit niedrigen Brennstoffkosten, aber höheren Investitionskosten ihre Vorteile nicht so stark ausspielen wie bei schlecht gedämmten Gebäuden. Pellet-Kessel sowie Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektor und Luft/Wasser-Wärmepumpe stellen nahezu gleichwertige Lösungen dar. Die Betriebskosten des Pelletkessels sind zwar höher als bei Gas- und Öl-Kesseln, jedoch ist ihm der Einsatz eines regenerativen Energieträgers anzurechnen.

Die Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Sonde sowie das Erdgas-BHKW stellen die wirtschaftlich unattraktivsten der betrachteten Heizsysteme dar. Grund hierfür sind die hohen Investitionskosten. Dabei wurde eine mögliche Förderung der Wärmepumpen nicht in die Investitionskosten mit eingerechnet. Die im Betrieb anfallenden Kosten bei Wärmepumpen sind gegenüber den anderen Heizsystemen geringer.

Die Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektor kann wirtschaftlich eine Alternative zu Erdgas-Brennwert- oder Öl-Kesseln darstellen. Die Investitionskosten sind verglichen mit den anderen Wärmepumpen-Systemen geringer, da Aushubarbeiten für den Erdkollektor in Eigenleistung erbracht werden können und keine teure Bohrung für die Sonden erforderlich ist. Dieses Heizsystem eignet sich nur für Gebäude, die über große unbebaute Freiflächen verfügen. Im Beispiel des sanierten Musterhauses ist eine unbebaute Freifläche von 300 – 400 m² erforderlich [fws 2010]. Diese Fläche ist für den Erdkollektor auf eine Tiefe von etwa 1,5 m auszuheben und nach dem Verfüllen als Freifläche beizubehalten (keine Bäume, keine Bebauung). Die hier nicht betrachtete Kombination einer Sole-Wasser-Wärmepumpe mit einer thermischen Solaranlage ist sinnvoll, da der Sonnenkollektor der Wärmepumpe als zusätzliche Wärmequelle dienen kann. In den Wintermonaten erhöht das die Effektivität der Wärmepumpe.

Die Luft-Wasser-Wärmepumpe ist in der Investition deutlich günstiger als Sole/Wasser-Wärmepumpen mit Sonde und stellt damit ein konkurrenzfähiges Heizsystem zu Pellet-Kessel und Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektor dar.

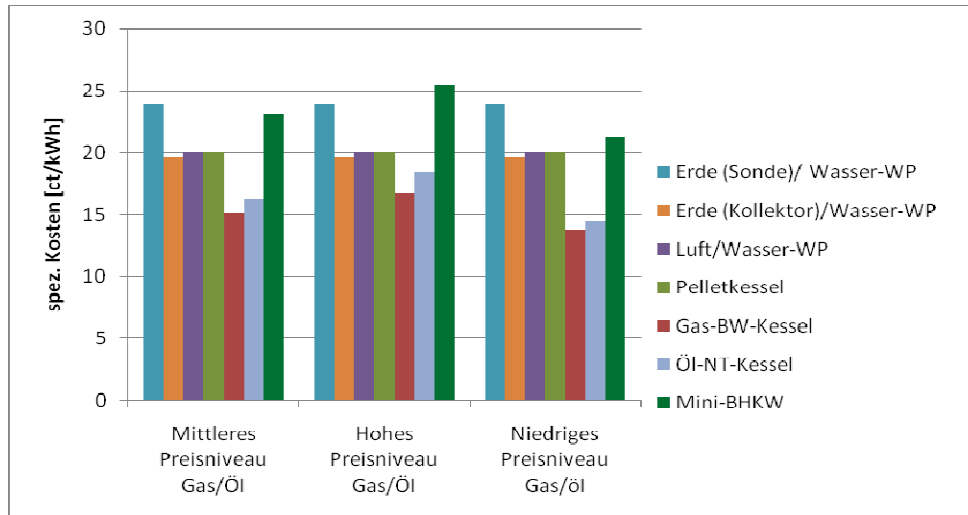


Abbildung 28: Vergleich der jährlichen Gesamtkosten von Heizungssystem für einen umfassend sanierten Altbau

7.6 Effizienzverbesserungen bei bestehenden Heizungsanlagen

Besonders bei Heizungsanlagen in Neubauten sowie im sanierten Bestand können in ihrer Effizienz optimiert werden. Hier stehen zwei Maßnahmen im Vordergrund, der Austausch unregelmäßiger Heizungsanlagen durch Hocheffizienzpumpen sowie der hydraulische Abgleich dar.

Austausch von Heizungsanlagen: Die Heizungsanlage ist ein zentraler Baustein des Heizsystems und befördert das zu Heizzwecken verwendete Heizwasser zu den Heizkörpern. Vom Hauseigentümer häufig unbemerkt verrichtet sie ihren Dienst im Keller. Ältere, unregelmäßige Modelle sind dabei einer der größten Stromfresser im Haushalt, da diese häufig den Anforderungen entsprechend falsch eingestellt oder überdimensioniert sind und selbst dann mit hohen Drehzahlen laufen, wenn es nicht erforderlich ist, zum Beispiel nachts oder im Sommer. Die jährlich anfallenden Stromkosten für eine veraltete Umwälzpumpe können nach [StWrtst 2007] zwischen 100 und 150 Euro betragen. Zum Vergleich liegen die durchschnittlichen Betriebskosten eines Fernsehers bei 36 Euro pro Jahr, eines Kühlschranks bei 63 Euro pro Jahr und eines Elektroherdes bei 85 Euro pro Jahr. Die Durchschnittliche Leistung alter, unregelmäßiger Pumpen liegt bei 74 Watt. Hier wurde ein sogenannter „Angstzuschlag“ eingerechnet, der bei heutigem technischen Stand und richtiger Auslegung nicht erforderlich ist. Somit ist in vielen Fällen eine Leistung der Umwälzpumpe von 15 Watt ausreichend. Damit ist ein maximales Einsparpotenzial von 80 % möglich.

Ein Austausch gegen eine neue Hocheffizienzpumpe stellt sich selbst dann als wirtschaftlich dar, wenn die alte Heizungsanlage noch funktionstüchtig ist. Neue druckgeregelte Pumpen erkennen eine Absenkung der Vorlauftemperatur auf einen unteren Wert und reduzieren entsprechend ihre Leistung. Das verringert den Stromverbrauch, schont die Umwelt und senkt die Kosten.

Hydraulischer Abgleich: Hierbei wird das Heizungsanlagen auf den Wärmebedarf der einzelnen Räume abgestimmt. In schlecht abgeglichenen Heizungsanlagen werden Heizkörper, die innerhalb des Systems näher am Kessel liegen, zu stark mit Wärme versorgt, weiter entfernt gelegene Heizkörper dagegen unter

versorgt (Bild links). In einem gut abgeglichenen Heizungssystem werden alle Heizkörper gleichmäßig versorgt: alle speisen ausgekühltes Wasser in den Heizungsrücklauf zurück (Bild rechts). Je kälter der Heizungsrücklauf, desto höher sind Wirkungsgrad und Effizienz der Heizung.

Mit wenigen technischen Anpassungen wie voreinstellbaren Ventilen, geregelten Umwälzpumpen und Differenzdruckreglern lassen sich die Druckverhältnisse im Heizungssystem nachregulieren und eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Gebäude realisieren. In [TÜV Süd 2010] wurde gezeigt, dass mit einem minimalen Aufwand Einsparungen bei alten und unsanierten Gebäuden bis 20 % und mehr, bei neueren und energetisch sanierten Gebäuden von 5 % erzielt werden können. Ein weiterer positiver Effekt ist eine Verbesserung der Wohnqualität durch eine gleichmäßige Wärmeverteilung im Haus. Das genauere Vorgehen und die einzelnen Maßnahmen können dem Anhang entnommen werden.

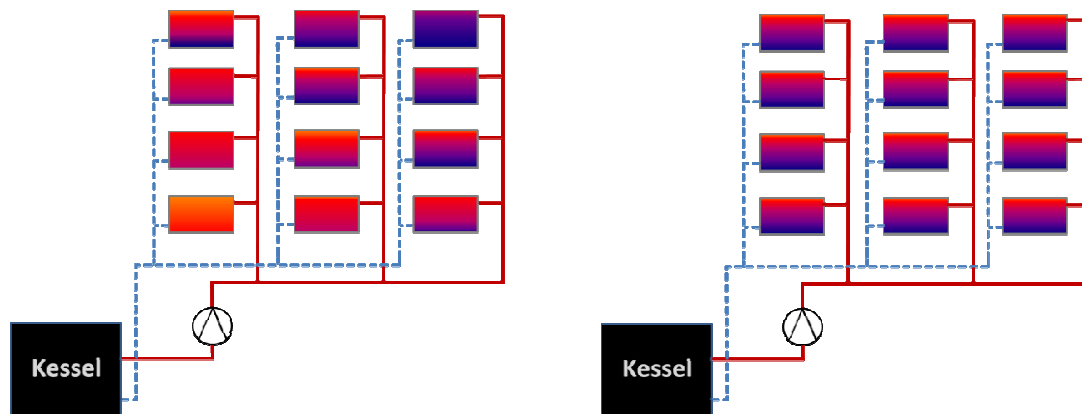


Abbildung 29: Heizungsanlage ohne hydraulischen Abgleich und mit hydraulischen Abgleich

8 Handlungsempfehlungen und -möglichkeiten

In diesem Kapitel sind Handlungsempfehlungen und -möglichkeiten aufgelistet, die weder allumfassend noch priorisiert sind. Ziel ist es, generelle Empfehlungen, Empfehlungen zur Erschließung der regenerativen Potenziale, Handlungsmöglichkeiten für die Kommunen und für private Personen bzw. Hauseigentümer aufzuzeigen. Allen Empfehlungen ist gemein, dass sie i.d.R. nicht kostenlos, aber umsetzbar sein sollen. Dabei ist anzumerken, dass in der Region Nordlippe durch den LEADER-Prozess Kommunübergreifende Handlungsspielräume eröffnet sind, die sich ansonsten in ländlichen Kommunen schwer oder gar nicht umsetzen lassen.

Entsprechend der Aufgabenschwerpunkte konzentrieren sich die Handlungsempfehlungen auf die Energieform Wärme. Die Empfehlungen sind auf die Region abgestimmt, so dass regional verfügbare Ressourcen eingesetzt werden und der Weg zu einer Wertschöpfung in der Region Nordlippe eröffnet werden kann.

Anders als bei vielen Energie- oder Klimaschutzkonzepten sind die Handlungsempfehlungen nicht normativ im Sinne von anzustrebenden Zielwerten. Einerseits ist das der Tatsache geschuldet, dass ein Bundes- und EU-weiter Vorgabenkatalog mit gewissen Verbindlichkeiten vorliegt bzw. von Politik erarbeitet wird (Stichwort: Energiekonzept der Bundesregierung im Herbst 2010) und jeder untergeordneter Vorgabenrahmen die Mindestanforderungen der übergelagerten Verwaltungseinheiten erfüllen muss.

Andererseits hat die Vergangenheit gezeigt, dass die z.T. ambitionierten Zielsetzungen an ganz alltäglichen Hemmnissen scheitern: Am Wissen der Energieendnutzer um sinnvolle Maßnahmen, an geeigneten Handwerkerqualitäten und -kapazitäten (im Bundesmittel ist eine Sanierungsquote von über 3% p.a. im Gebäudebestand quasi unmöglich), am förderpolitischen Rahmen oder schlicht an verpassten Zeitpunkten.

Demnach sollen die hier vorgestellten Handlungsoptionen den Rahmen abstecken, in dem Schritte in der Region Nordlippe zusammengenommen zu einer energetischen Verbesserung und einer Steigerung der Wertschöpfung in der Region selbst führen.

8.1 Schlussfolgerungen

Bilanz der erneuerbare Energiepotenziale und des Wärmeverbrauchs in Nordlippe

Die in Kapitel 3 abgeschätzten Potenziale an Wärmeenergie, die in der Region Nordlippe durch erneuerbare Energiequellen zur Verfügung stehen, belaufen sich in der Summe auf rund **210.000 MWh** pro Jahr.

Tabelle 12: Übersicht über regenerative Energiepotenziale

	Potenzialabschätzung
	[MWh/a]
Holz	55.000
Landschaftspflegematerial	2.000
Biogas	27.000
Stroh	56.000
Solarthermie	74.000
Summe	214.000

Für die in die Bilanz einbezogenen erneuerbaren Energieträger stellen diese Energiemengen tendenziell Obergrenzen dar. Aufgrund der Fokussierung auf Wärme wurden andere erneuerbare Potenziale in den Bereichen Windenergie, Wasserkraft und Photovoltaik nicht weiter betrachtet.

Vergleicht man das regenerative Potenzial mit dem für den Wärmeatlas ermittelten Wärmeverbrauch (nur Bereiche Wohnen und kommunale Gebäude) von **290.000 MWh/a** wird deutlich, dass die regenerativen Potenziale nicht ausreichen, um den aktuellen Wärmebedarf in Nordlippe **100 % regenerativ und lokal** zu decken.

Um die CO₂-Emissionen deutlich zu reduzieren, den Anteil der erneuerbaren Energien an der Wärmeversorgung zu erhöhen und den Einsatz regionaler erneuerbarer Ressourcen zu steigern, ist es notwendig, auf beiden Seiten anzusetzen:

- **Die Erschließung der regional verfügbarer erneuerbaren Potenziale muss systematisch vorangetrieben werden.**
- **Der Wärmeenergieverbrauch muss deutlich gesenkt werden.**

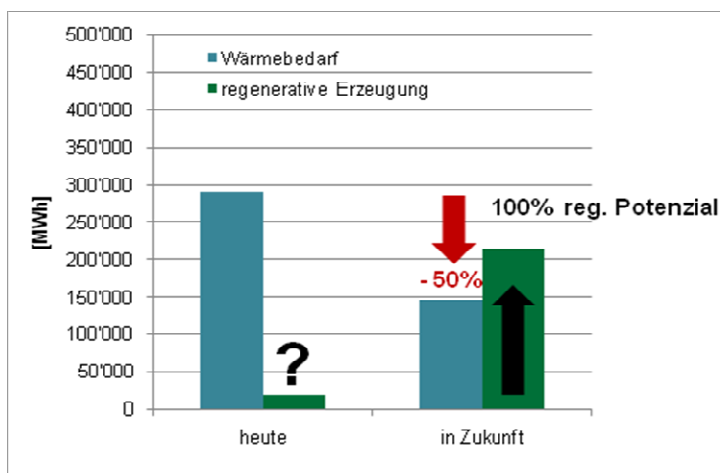


Abbildung 30: Strategie zur 100% regenerativen Wärmeversorgung

Werden im Gebäudebestand flächendeckend energetische Standard-Sanierungsmaßnahmen umgesetzt, ist davon auszugehen, dass der Heizenergieverbrauch im Mittel um rund 50 % gesenkt werden kann [HMWVL 2006]. Bei Mobilisierung der theoretischen Potenziale wäre dann eine Wärmeversorgung auf Basis regenerativer lokal vorhandener Ressourcen denkbar.

Abgrenzung Teilgebiete für zentrale und dezentrale Wärmeerzeugung

Zentrale Wärmeversorgungssysteme bieten die Möglichkeit, alle angeschlossenen Gebäude z.B. mit erhöhter Energieeffizienz (Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung) und/oder auf Basis erneuerbarer Energien zu beheizen (Biomasse, Biogas). Auf dem Weg zu einer Dekarbonisierung der Energieerzeugung ist die Maßnahmeneffizienz in Wärmenetzen besonders hoch, weil durch eine Maßnahme sofort eine Vielzahl von Gebäuden klimafreundlicher mit Wärme versorgt wird.

Für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung geeignet sind vom Grundsatz her Teilgebiete mit einer Wärmedichte größer 30 MW/km^2 . Der Wärmealas weist Gebiete mit entsprechenden Wärmedichten in folgenden Ortsteilen auf:

Barntrup: Barntrup

Dörentrup: Dörentrup, Humfeld, Bega

Extertal: Bösingfeld, Laßbruch, Silixen

Kalletal: Hohenhausen, Varenholz, Stemmen, Kalldorf

Kern der Gebiete mit hoher Wärmedichte sind in der Regel größere Objekte mit hohem Wärmeverbrauch wie z.B. Schulen, Krankenhäuser, Altenheime, größere Mehrfamilienhäuser, Industrie- und Gewerbegebäude. Befinden sich weitere Teilgebiete mit hoher oder mittlerer Wärmedichte in der Nachbarschaft, ist es sinnvoll, für diese Gebiete zu prüfen, ob der Aufbau eines zentralen Wärmeversorgungssystems machbar ist.

Im Rahmen einer solchen Prüfung ist u.a. zu klären, ob für die Kernobjekte („Brückenköpfe“) Interesse an einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung gegeben ist, welcher Akteur den Aufbau der Versorgung übernehmen kann, die Art und mögliche Standorte der Wärmeerzeugungsanlagen, die Trassenführung des Wärmenetzes, mögliche Konkurrenz zum Erdgasnetz, Anschlussbereitschaft der Anlieger, Wirtschaftlichkeit und Finanzierung.

In Teilgebieten, die für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung priorisiert werden, sind Maßnahmen zur drastischen Reduzierung des Wärmeverbrauchs (Sanierung auf Niedrigenergie-/Passivhausstandard) von Bestandsgebäuden wenig sinnvoll, weil die Wärmedichte absinkt. Die Sanierung von Bestandsgebäuden auf Passivhausstandard ist kostenintensiv und i.d.R. sogar kostenprohibitiv [Jank 2009]. In Gebieten mit zentraler Wärmeversorgung ist es sinnvoller, kostengünstigere Standard-Wärmedämmungsmaßnahmen zu realisieren, ein Behaglichkeitsniveau zu erzielen und parallel eine CO_2 -arme Wärmeerzeugung im Netz zu gewährleisten. Dieses Vorgehen entspricht den Vorgaben der EnEV, die maximale Transmissionswärmeverluste vorgibt und ansonsten den Primärenergiefaktor als Steuergröße benennt. Ist also der Primärenergieaufwand einer leitungsgebundenen Wärmeversorgung gering (Werte bis zu Null sind möglich), so muss als Dämmstandard nur die Vorgabe der maximalen Transmissionswärmeverluste eingehalten werden.²⁵

Maßnahmen zur Reduzierung des Wärmeverbrauchs sollten daher auf die Teilgebiete mit einer Wärmedichte unter 15 MW/km^2 - die den größten Teil der bebauten Fläche in Nordlippe ausmachen - fokussiert werden.

Für Bestandsgebäude aus Baujahren vor 1994 sind energetische Sanierungsmaßnahmen²⁶ in der Regel wirtschaftlich, wenn sie zum Zeitpunkt einer „Ohnehin-Sanierung“ des betroffenen Bauteils ausgeführt werden. Einen Überblick über Maßnahmen und Einsparpotenziale geben die Hausdatenblätter für typische Gebäude im Anhang. Durch Öffentlichkeitsarbeit und Informationsvermittlung sollte darauf hingewirkt werden, Immobilienbesitzer zu einer energetischen Bestandaufnahme ihres Hauses zu motivieren und Sanierungsstau zu vermeiden bzw. abzubauen.

Für neuere Gebäude, die bereits einen guten Dämmstandard besitzen, kann die Energieeffizienz durch Optimierung der Heizungsanlage gesteigert werden. Hier sind der Austausch ungeregelter Heizungspum-

²⁵ Im Übrigen scheint nach vorliegendem Entwurf des aktuellen Energiekonzeptes von September 2010 die Bundesregierung eben dieses Konzept weiterzuverfolgen.

²⁶ Dämmung Kellerdecke, Fenstertausch, Dämmung Außenwand, Dämmung Dach, Heizungserneuerung

pen gegen Hocheffizienzpumpen und ein hydraulischer Abgleich des Heizungssystems Standardmaßnahmen, die bei Umsetzung in der Fläche erhebliches Einsparpotenzial und wirtschaftliche Vorteile bieten.

Aufbau von Wärmenetzen vs. Einzelcontracting von Großobjekten

Im Rahmen Bestandsaufnahme der Wärmeverbräuche hat sich herauskristallisiert, dass in Nordlippe bereits eine erhebliche Anzahl von Objekten mit hohem Verbrauch mittelfristig nicht als Brückenköpfe zum Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung zur Verfügung stehen, weil diese Objekte über mehrjährige Contractingverträge an unterschiedliche Wärmelieferanten gebunden sind (z.B. E.ON, RWE, Stadtwerke Lemgo, Energieagentur Lippe). Für Contracting-Anbieter ist es wirtschaftlich auf kurze Sicht attraktiver, solche Objekte exklusiv zu versorgen. Ohne die Hochverbrauchsobjekte ist jedoch der Aufbau einer Nahwärmeversorgung in der Regel nicht wirtschaftlich, weil ohne diese Wärmemengen der Aufbau einer Netzinfrastruktur finanziell nicht darstellbar ist. Für die folgenden Objekte in Nordlippe existieren ohne Anspruch auf Vollständigkeit Contractingverträge:

Barntrop: Westfälisches Kinderdorf Lipperland, Grundschule Barntrop, Hauptschule Barntrop-Dörentrop

Dörentrop: Grundschule West und Mehrzweckhalle Dörentrop, Seniorenzentrum Elisenstift Humfeld,

Extertal: Grundschule Bösingfeld, AWO-Seniorenzentrum Bösingfeld, Burg Sternberg, Wohnanlage Grüner Weg

Kalletal: Internat Schloß Varenholz, Schulzentrum Hohenhausen

Wenn von kommunaler Seite der Aufbau von Nahwärmeversorgungen als Strategie zur Effizienzerhöhung bzw. Ausweitung des Einsatzes erneuerbarer Energien gewünscht ist, sollten zügig Gebiete für den Aufbau solcher Inseln ausgewählt und dort auf Einzel-Contracting von kommunalen Großobjekten verzichtet werden.

Ausweitung der Nutzung von erneuerbaren Energien

Zurzeit existieren in Nordlippe weder im Bereich Holzhackschnitzel noch im Bereich Pellets regionale Wertschöpfungsketten. Für den Aufbau einer Pelletproduktion fehlen lokal die notwendigen Mengen an Sägeresthölzern. Naheliegender erscheint der Einstieg in die Produktion von Holzhackschnitzeln. Der Einsatz von Hackschnitzel als Brennstoff ist bei kleinen Kesselleistungen verbrennungstechnisch nach wie vor nicht unproblematisch. Da zu weite Transportwege die Wirtschaftlichkeit der Hackschnitzelproduktion negativ beeinflussen, ist es wichtig, regionale Nachfrage durch größere Wärmeverbraucher zu schaffen bzw. zu sichern, z.B. durch über Holzheizwerke versorgte Nahwärmenetze oder große kommunale Gebäude. Die folgende Tabelle zeigt den Holzhackschnitzelbedarf, der in den entworfenen Nahwärmenetzen entstehen würde.

Tabelle 13: Holzhackschnitzelbedarf der vier Nahwärmevarianten

	Wärmeerzeugung aus Holzhackschnitzel	Brennstoffbedarf	Hackschnitzelmenge
	MWh/a	MWh/a	t/a
Bösingfeld klein	1715	1906	607
Bösingfeld groß	6469	7188	2289

Bartrup	1465	1628	518
Hohenhausen	1075	1194	380

Durch verlässliche Belieferungsverträge über einen längeren Zeitraum (z.B. 5 Jahre) kann ein regionales Holzheizkraftwerk einen bestimmten Mindestabsatz für Holzhackschnitzel garantieren und so das Risiko der Akteure beim Aufbau einer Holzhackschnitzel-Wertschöpfungskette mindern.

Mögliche Schritte auf dem Weg zu einer Holzhackschnitzel-Wertschöpfungskette sind

- Gründung einer Gesellschaft/Genossenschaft verschiedener Akteure mit dem Ziel, die Produktion von Holzhackschnitzeln in Nordlippe zu etablieren (Forstwirtschaft, Straßenmeistereien, Abfallwirtschaft, Naturschutz, Maschinenring, Logistik, Kommunen),
- Identifikation geeigneter Logistikketten für die Bereiche Forst und Landschaftspflege,
- Konzeption und Planung einer oder mehrerer Holzhackschnitzel-Feuerungsanlagen,
- Konzeption und Planung eines Nahwärmenetzes (falls Teil des Gesamtkonzeptes),
- Erschließung von Fördermitteln,
- Erschließung von Absatzmöglichkeiten im Bereich Wärmegroßverbraucher und Anwohner.

Für den Einsatz erneuerbarer Energien zur dezentralen, objektbezogenen Wärmeversorgung sind Solarthermie und Pelletkessel die Maßnahmen mit der ausgereiftesten Technik und der besten Kosteneffizienz. Wärmepumpen fallen nur dann in diese Kategorie, wenn entweder entsprechende Öko-Stromtarife gewählt werden oder in der Praxis tatsächlich eine Arbeitszahl erreicht wird, die mindestens dem Primärenergiefaktor des Strommixes entspricht (also größer als 2,6 im Jahresmittel).

8.2 Potenzial-Erschließung durch Kompetenz-Teams

In der Region Nordlippe ist in vielen Bereichen, die zur Potenzialerschließung bearbeitet werden müssen, Know-How vorhanden. Die Bildung von 3-5-köpfigen Kompetenz-Teams ist eine Möglichkeit, das vorhandene Wissen sowohl zu bündeln als auch zu verbreiten. Aufgabe der Kompetenz-Teams kann es sein, Informationen zu ihrem Themengebiet zu sammeln, auszutauschen und aufzubereiten, als Ansprechpartner für Interessierte zu fungieren und durch Öffentlichkeitsarbeit das Wissen weiterzugeben.

Mögliche Themenfelder für Kompetenz-Teams könnten sein:

Gebäudesanierung: „Stammtisch“ zum Erfahrungsaustausch; niedrigschwellige, neutrale Anlaufstelle für Bürger; Bereitstellung von Listen von Energieberatern; Grob-Wegweisung im Förder- und Finanzierungsdschungel bzw. Förderberatung; Information über „best practice“-Beispiele in Nordlippe; Exkursionen zu „best-practice“-Häusern, Organisation von Vorträgen; ...

Heizungsoptimierung: Akteure aus dem Bereich Gas/Wasser/Heizungsbau; Entwicklung eines gemeinsamen Marketingkonzepts für eine Austauschoffensive für Heizungsumwälzpumpen; Weiterqualifizierung im Bereich hydraulischer Abgleich, gemeinsame Maßnahmen zunächst zur systematischen Erschließung der Zielgruppe mit dem höchsten Wirtschaftlichkeitspotenzial (Mehrfamilienhäuser Baujahr 1977 oder neuer).

Denkmalschutz/Innendämmung: Zur Dämmung von Fachwerk- und Bruchsteinhäusern sowie denkmalgeschützten Gebäuden ist oft Innendämmung und somit eine bauphysikalische Beratung erforderlich. Das Kompetenzteam (Denkmalschutz, Heimatverein, sachkundige Bürger) soll dazu beitragen, die Hemm-

schwelle für die Dämmung solcher Gebäude zu senken; Sammlung von „best practice“-Beispielen in der Region; Exkursionen zu „best-practice“-Häusern; Liste von Bauphysikern und spezialisierten Handwerksbetrieben.

Contracting, Kommunales Energiemanagement: Erfahrungsaustausch zwischen (kommunalen) Contracting-Nehmern, z.B über Vertragsgestaltung; Gründung einer interkommunalen Energieeinkaufsgemeinschaft für Energiedienstleistungen; Austausch über Kosten-Nutzen-Effizienz von Maßnahmen, die von einzelnen Kommunen bereits getestet wurden,

8.3 Handlungsmöglichkeiten für Kommunen

- **Nutzung von Biomasse zur Beheizung aller öffentlichen Gebäude, um verlässliche lokale Nachfrage nach Holzhackschnitzeln zu schaffen**

Eine Schwierigkeit beim Aufbau einer lokalen Hackschnitzelerzeugung liegt – wie beschrieben – neben der noch nicht geschafften Vernetzung in dem Investitionsrisiko. Wenn geeignete öffentliche Gebäude eine lokale und gesicherte Nachfrage nach Hackschnitzeln als Brennstoff schaffen können, ist dies ein Beitrag zur Risikominimierung bei den Investoren, ohne dabei das Wettbewerbsgebot zu umgehen.

Von allen drei betrachteten Standorten stellt sich die Situation für den Aufbau einer Biomasse-befeuerten Nahwärme in Bösingfeld aktuell am günstigsten dar, da dort im Schulzentrum die Erneuerung der Heizungsanlage ansteht und das Großobjekt bisher nicht durch Contracting-Verträge gebunden ist.

In Bartrup sind die abgeschätzten Wärmedichten in der Innenstadt ebenfalls hoch genug für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung. Allerdings ist die Wärmeversorgung eines Teils der Großverbraucher (Schulen, Kinderdorf) an unterschiedliche Contractoren vergeben und steht aktuell zur Risikominimierung beim Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung nicht zur Verfügung. In Bartrup sind jedoch grundsätzlich weitere Großverbraucher in räumlicher Nähe vorhanden, die dieses Manko ausgleichen könnten (Steneberg'sche Fabrik, Geschäftshäuser in der Innenstadt, DRK-Familienzentrum).

In Hohenhausen ist der kommunale Großverbraucher Schulzentrum ebenfalls durch Contracting-Verträge gebunden. Hier erscheint es sinnvoll, rechtzeitig vor dem Auslaufen des Contracting-Vertrages eine Entscheidung herbeizuführen, ob eine Biomasse-Nahwärmeversorgung, beispielsweise für Schulzentrum, Kindergarten, Seniorenzentrum, Kirchengemeinde(n) und den alten Ortskern aufgebaut werden soll. Ausreichendes Interesse der Anwohner vorausgesetzt, kann es sinnvoll sein, ein solches Nahwärmenetz Richtung Lohberg/Lohbreite weiterzuführen.

- **Entscheidung über geeignete Teilgebiete für den Aufbau einer zentralen Wärmeversorgung**
Hier ist denkbar, durch die Schaffung eines planungsrechtlichen Rahmens ein investorenfreundliches Umfeld zu schaffen. Dazu können z.B. Vorranggebiete oder auch so genannte Satzungsgebiete ausgewiesen werden.
- **Maßnahmen zur stärkeren energetische Nutzung des Strukturmaterials aus der Landschaftspflege**
Durch getrennte Sammlung von Strukturmaterial und Grasschnitt lässt sich die energetische Nutz-

barkeit erhöhen (in Kalletal bereits realisiert). In Absprache mit dem Abfallwirtschaftsverband und gemäß der kommunalen Erfordernisse sollte geklärt werden, welche Mengen auf kommunaler Ebene energetisch genutzt werden können. Denkbar ist einer Verarbeitung von Strukturmaterial zu Holzhackschnitzeln oder der Einsatz von Grasschnitt in Biogasanlagen.

- **Schaffung von zwei Stellen im Bereich Energie mit unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern:**

Projektmanager Biomasse/Nahwärme

Inhaltlicher Schwerpunkt: Identifikation und Umsetzung von Biomasse-Nahwärme-Projekten

Qualifikation: im Bereich Holzlogistik oder Planung von Biomasse-Erzeugungsanlagen

Arbeitsfelder: Projektmanagement bei der Etablierung einer Holzhackschnitzel-Wertschöpfungskette; Vernetzung von Akteuren; Ansprechpartner für die Planung von Biomasse-versorgten Nahwärmenetzen oder Nahwärmeinseln; Mitarbeit bei der Mobilisierung von Landschaftspflegematerial.

Energieeffizienzmanager

Inhaltlicher Schwerpunkt: Energiemanagement/Energieberatung

Qualifikation: im Bereich Versorgungstechnik/Energieberatung/Energiewirtschaft

Arbeitsfelder: Aufbau eines Gebäudeenergiemanagements in allen vier Kommunen; energetische Betreuung der kommunalen Liegenschaften; neutraler erster Anlaufpunkt für Fragen der Energieberatung und Gebäudesanierung; Sichtung, Auswahl und Vorhaltung von (gutem vorhandenem) Informationsmaterial zu verschiedenen Themen und für verschiedene Zielgruppen; Mitarbeit in den Kompetenzteams Contracting, Gebäudesanierung, Innendämmung; Netzwerk- und Öffentlichkeitsarbeit zu dezentralen Effizienzmaßnahmen (zum möglichen Tätigkeitsfeld siehe auch Vorschläge im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes Barntrop und im Antrag SPD/UWE Extertal). Sinnvoll wäre die Zusammenarbeit mit dem Leerstandsmanagement.

- **Modernisierungsplan für die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude**
(Priorisierung von Sanierungsmaßnahmen)
- **Unterstützung der Kompetenz-Teams**
durch Mitarbeit kommunaler Stellen und Bereitstellung von Infrastruktur.
- **Verlosung einer (oder mehrere) Energieberatungen inkl. Thermografieaufnahme** unter sanierungswilligen Immobilienbesitzern jährlich im Januar.
Durch Vorstellung der Aktion in der Presse, Abdruck der Thermografieaufnahme und Bericht über die Ergebnisse der Energieberatung inkl. evtl. konkreter Sanierungspläne regelmäßige jährliche Berichterstattung in der Presse. Durch Mitmachaktion und Öffentlichkeit werden Diffusionseffekte erzielt.
- **Energieeinsparung durch verändertes Nutzerverhalten**
50:50-Projekte zum Energiesparen werden in vielen, aber noch nicht in allen Schulen und Kindergärten in Nordlippe umgesetzt.
Als Weiterentwicklung von Energiesparprojekten in der Schule hat z.B. wurde in Rheinland-Pfalz ein Konzept für Stromsparwettbewerbe für Schüler *zu Hause* entwickelt (Projekt Win-Win). Dieses Konzept kann auch in Nordlippe von Lehrern im Unterricht umgesetzt werden (Informationen unter www.pz-rlp.de/neu/01/e-material/01.pzi/download/pzi_0906.pdf).
- **Öffentlichkeitsarbeit zu niedrig-investiven Effizienzmaßnahmen**
wie Dämmung Kellerdecke und oberste Geschossdecke, Austausch Heizungspumpe

- Maßnahmen wie Laser-Scan-Befliegungen und/oder die Erstellung eines Solarpotenzial-Katasters erscheint hingegen weniger sinnvoll. Ein Laser-Scan ist verhältnismäßig kostenintensiv und grundsätzlich gilt, dass in alle Richtung Süd/Südwest/Südost ausgerichteten Dachflächen geeignet sind, die nicht verschattet werden. Wenn zu starke Verschattung befürchtet wird, können Solaranlagen-Anbietern mit einem Sonnenbahnindikator die Auswirkungen im Einzelfall untersuchen.
- **Erstellung eines Sanierungskatasters**
Im Rahmen des Leerstandsmanagements bzw. „Jung kauft Alt“ dient ein Sanierungskataster dazu, geeignete Beispielsanierungen aufzuzeigen, gleich bei der Kaufanbahnung. Zudem lassen sich gezielte Informationen und deren Verbreitung aufbereiten in oft homogen gewachsenen Wohngebieten, in den ein Sanierungsstau identifiziert werden kann.

8.4 Handlungsmöglichkeiten für Bürger und Hausbesitzer

- Für Hausbesitzer lohnt es sich, eine Sanierungsstrategie zu erarbeiten: welches Bauteil ist energetisch in welchem Zustand? Welches Bauteil steht wann zur Sanierung an?
- Unsanierete Gebäude zum richtigen Zeitpunkt dämmen, ist in der Regel wirtschaftlich. Es nicht zu tun, ist eine verpasste Gelegenheit, die einen schlechten Gebäudestandard oft für 20 Jahre zementiert. Das bedeutet Geld „zum Fenster heraus“ zu verheizen und den Klimawandel durch unnötige CO₂-Emissionen zu beschleunigen. Der richtige Zeitpunkt für eine energetische Sanierung ist, wenn das betreffende Bauteil ohnehin saniert werden muss. (Dach muss neu eingedeckt werden, die alte Heizung ist defekt, etc.). Detaillierte Vorschläge mit Wirtschaftlichkeitsberechnungen finden sind in Kapitel 7.
- Im Vorfeld von Sanierungsmaßnahmen ist es sinnvoll, von einem Energieberater einen Energiebedarfsausweis erstellen zu lassen, um einen Überblick über den Gebäudezustand und die Einsparpotenziale zu bekommen. Für die Energieberatung gibt es Förderung vom BAFA. Auf deren Homepage gibt es eine Liste von Energieberatern. Oft können Energieberater auch Auskunft geben zur Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen und zur möglichen Förderung.
- Es ist aus zwei Gründen ratsam, bei Sanierungen nicht nur den aktuell geltenden Standard umzusetzen, sondern darüber hinaus zu gehen:
 1. Weil die günstige Gelegenheit nur alle 20 Jahre wieder kommt, ist es sinnvoll, bei der Sanierung nicht nur den aktuell geltenden Standard umzusetzen, sondern darüber hinaus zu gehen. So erreicht man, dass der erreichte Effizienzstandard nicht innerhalb weniger Jahre wieder veraltet ist.
 2. Wärmedämmung eines Bauteils in mehreren Schritten ist in der Regel unwirtschaftlich. Es ist teuer, eine Wärmedämmung von 14 cm an der Außenwand nach 15 Jahren durch eine Dämmung von 20 cm zu ersetzen und nach weiteren 15 Jahren durch eine Dämmung von 26 cm Dicke. Die Energieagentur NRW empfiehlt deshalb, bereits heute deutlich über die aktuellen Mindestdämmstandards hinauszugehen.
- Nicht alle Wärmedämmmaßnahmen erfordern hohe Investitionen. Niedrig investive Maßnahmen sind z.B. die Dämmung der Kellerdecke und der obersten Geschoßdecke, die mit etwas handlichem Geschick in Eigenarbeit durchgeführt werden können.

- Weitere Einsparpotenziale durch korrekte Einstellung der Heizungsregelung, Zirkulation, Austausch Heizungspumpen und hydraulischen Abgleich. Auch diese Maßnahmen erfordern keine hohen Investitionen.
- Organisation von „Energie-Effizienz“-Parties (in Anlehnung an Stromwechsel-Parties); Eigentümer von sanierten Objekten laden Freunde und Bekannte ein und berichten über ihre Strategie, ihr Vorgehen und die Ergebnisse ihrer Sanierung. Mund-zu-Mund-Propaganda unter Nachbarn und Bekannten hat eine hohe Glaubwürdigkeit und damit einen hohen Motivationseffekt.
- Vermieter sind verpflichtet einen Gebäudeenergieausweis erstellen zu lassen und Mietern diesen bei Neuvermietungen vorzulegen. Fragen Sie Ihren Vermieter danach!
- Gründung von Energiegenossenschaften (in Bürgerhand) zum Bau von Solaranlagen, Windkraftanlagen, als Einkaufsgemeinschaft für Pellets oder für den Betrieb von Nahwärmeinseln...
- Passivhaus und Tourismus: Probewohnen in einer Passivhaus-Ferienwohnung als spezielles Tourismusangebot

9 Schlussbemerkung

Das Regionale Energiekonzept Nordlippe unterscheidet sich von anderen Energiekonzepten ganz deutlich dadurch, dass keine konkreten Zielvorgaben benannt werden, wie viele Häuser zu sanieren oder wie viele Wärmenetze zu errichten sind, um x% CO₂ oder y% Primärenergie bis 20xx einzusparen. Diese Vorgaben gibt es auf Bundes- und EU-Ebene mit zum Teil verbindlichen Zahlenwerken. Diese Vorgaben herunter zu brechen ist ebenso eine akademische Arbeit wie die angedeutet gegenläufige Berechnung zur Festlegung von Sanierungsquoten. In der Vergangenheit hat sich gezeigt, dass diese stark vorgebenden Konzeptionen in aller Regel hinter den gesteckten Erwartungen zurückgeblieben sind. Die richtige Diskussion hätte zum Zentrum, ob z.B. die Sanierungsquoten zu optimistisch waren oder ob die Zielvorgaben unrealistisch sind.

Ein ganz anderer Ansatz würde gewählt, um in der Region Nordlippe den Handlungsspielraum für die energetischen Entwicklungen aufzuzeigen. In dem vorliegenden Konzept stehen zwei Aspekte im Fokus: Die Steigerung der Energieeffizienz bei der Wärmenutzung (immerhin 30 % des deutschen Primärenergieverbrauchs) und die Verbesserung der lokalen Wertschöpfung. Es wurde der Versuch unternommen, diese beiden Aspekte so zusammenzuführen, dass sich Synergieeffekte herausarbeiten lassen und eine hohe Umsetzungsrelevanz erreicht wird.

Natürlich kann ein Energiekonzept nicht auf Kennzahlen wie Kostenbetrachtungen und energetische Sinnhaftigkeit verzichten. Gemäß der Aufgabenstellung wurden neben der grundsätzlichen Machbarkeit auch die betriebswirtschaftlichen Kosten der verfügbaren technischen Alternativen geprüft.

Angesichts des Klimawandels und seiner möglicherweise katastrophalen ökologischen Folgen ist es jedoch notwendig, dass Kommunen, Unternehmen und Bürger im Rahmen ihrer finanziellen Möglichkeiten auch Maßnahmen realisieren, die beim aktuellen Energiepreisniveau nicht unmittelbar rentabel sind. Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsrechnungen sind daher lediglich als Hilfsmittel bei der Priorisierung von Umsetzungsmaßnahmen zu sehen.

Das vorliegende Energiekonzept trägt mit dem tendenziellen Abweichen von eingetretenen Pfaden auch der besonderen Situation in der LEADER-Region Nordlippe Rechnung: Das Bearbeiterteam in den Arbeitsbesprechungen hat sich aus dem AK Energie der LAG und dem externen Berater GEF zusammengesetzt. So haben – anders als in anderen Kommunen – nicht nur kommunenübergreifende Vertreter teilgenommen, sondern es waren Personen vertreten, die außerhalb von Verwaltungsorganisationen als Akteure vor Ort agieren. Durch den kommunenübergreifenden Rahmen als LEADER-Projekt bieten sich zudem Handlungsoptionen wie ein Energieeffizienzmanager, die in einer ländlichen Region sonst auf kommunaler Ebene unmöglich wären.

Durch Meilensteinpräsentationen könnte die Öffentlichkeit in Nordlippe bereits während der Erstellung des Konzeptes eingebunden werden, es wurden Informationen an die interessierte Öffentlichkeit gegeben und zugleich wurden Rückmeldungen in die Konzepterstellung aufgenommen. Gerade dieser partizipative Bearbeitungsprozess hat dazu geführt, dass das Konzept die Einzelmaßnahme in den Vordergrund stellt und diese dem Entscheider (kommunaler Entscheider, Bürger, ...) nahebringt und dafür auf die scheinbar obligatorische Zielvorgabe verzichtet wurde.

Letztlich liegt eine Sammlung an umsetzbaren Handlungsempfehlungen vor, mit denen die Zielsetzungen Absenken des Energieaufwandes für die Wärmeversorgung und Steigern der lokalen Wertschöpfung unter Nutzung gegebener natürlicher Ressourcen vorangebracht werden können.

10 Verzeichnisse

Literaturverzeichnis

- [CARMEN 2010] Centrales Agrar-Rohstoff-Marketing- und –Entwicklungs-Netzwerk e.V. - Preisübersichten für Holzhackschnitzel und Holzpellets, Informationen über Hersteller und Lieferanten; mehrfach abgerufen zwischen Januar und September 2010 unter www.carmen-ev.de
- [DENA 2010] Biogasanlagen, abgerufen am 28.1.2010 unter www.thema-energie.de/energie-erzeugen/erneuerbare-energien/biomasse/biogas/biogasanlagen.html
- [DEPV 2010] Deutscher Energieholz- und Pelletverband: Pelletproduktion 2009 in Deutschland auf 1,9 Mio. Tonnen angestiegen. Pressemitteilung vom 11.1.2010 abgerufen am 25.6.2010 unter www.depv.de/nc/oeffentlichkeitsarbeit/pressemitteilung/article/pelletproduktion-2009-in-deutschland-auf-16-mio-tonnen-angestiegen/
- [Destatis 2010] Stat. Bundesamt: Verbraucherpreisindex für Deutschland abgerufen am 10.6.2010 unter www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Zeitreihen/WirtschaftAktuell/Basisdaten/Content100/vpi101a.psml
- [EA NRW 2009] Energieagentur NRW: Dämmstärken-Empfehlungen, Stand Oktober 2009 abgerufen am 8.8.2010 unter www.energieagentur.nrw.de/modernisierung/page.asp?TopCatID=&CatID=&RubrikID=4766
- [ebök 2005] Hildebrandt, O.: Gebäudetypologie für die Stadt Düsseldorf, Studie im Auftrag des Umweltamtes der Stadt Düsseldorf, Bearbeitung: ebök, Düsseldorf 2005
- [FV Biogas 2009] Fachverband Biogas: Branchenzahlen Biogas Stand Ende 2009 abgerufen am 27.8.2010 unter [www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/\\$file/Branchenzahlen.pdf](http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/Branchenzahlen.pdf)
- [fws 2010] Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz: Merkblatt – Wärmepumpenheizungsanlagen mit horizontalen Erdkollektoren, Erdwärmekörpern und Kompaktkollektoren, Stand 2007 abgerufen am 23.07.2010 unter www.fws.ch/dateien/Merkblatt_T2.pdf
- [HERO 2007] Pflüger-Grone, H.: Energieträger Holz – ein umweltverträglicher und ökologischer Brennstoff, Kompetenzzentrum HessenRohstoffe, Witzenhausen , 2007 abgerufen am 23.7.2010 unter www.hero-hessen.de/downloads/publikationen/eigene/hero-transfers/Transfer_5_Energietraeger_Holz.pdf
- [HMWVL 2006] Hess. Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung: Energie sparen – Heizkosten senken, Wiesbaden, 2006

- [IER 2009a] Eltrop, L.: Heizkostenvergleich Altbau: 150 kWh/m²*a Heizwärmebedarf, Stand April 2009, IER, Universität Stuttgart
abgerufen am 23.07.2010 unter
www.energieagentur.nrw.de/_database/_data/datainfopool/IER-HKV_April-09_Tab-Altbau-unsan.pdf
- [IER 2009b] Eltrop, L.: Heizkostenvergleich Altbau: 70 kWh/m²*a Heizwärmebedarf, Stand April 2009, IER, Universität Stuttgart
abgerufen am 23.07.2010 unter
www.energieagentur.nrw.de/_database/_data/datainfopool/IER-HKV_April-09_Tab-Altbau-san.pdf
- [IT.NRW 2009] Information u. Technik Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Kommunalprofile, Düsseldorf 2009
abgerufen am 4.4.2010 unter www.it.nrw.de/kommunalprofil/index.html
- [IWU 2003a] Institut für Wohnen und Umwelt (Hrsg.): Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze, Darmstadt 2003
- [IWU 2003b] Loga, T., Diefenbach, N., Born, R.: Energieeinsparung durch Verbesserung des Wärmeschutzes und Modernisierung der Heizungsanlage für 31 Musterhäuser der Gebäudetypologie, Studie im Auftrag des Impulsprogramms Hessen, Bearbeitung: Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2003
- [IWU 2006] Hinz, E.: Gebäudetypologie Bayern – Entwicklung von elf Hausdatenblättern zu typischen Gebäuden aus dem Wohngebäudebestand Bayerns, Studie im Auftrag des Bund Naturschutz Bayern, Bearbeitung: Institut für Wohnen und Umwelt, Darmstadt 2006
- [Jank 2009] Jank, R.: Umsetzung von LowEx-Technologien Im Rahmen der EnEff:Stadt Pilotvorhaben. In: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) (Hg.): LowEx-Symposium zum deutschen Projektverbund des BMWi. Kassel 2009.
- [Kaltschmitt 2001] Kaltschmitt, M., Hartmann, H. (Hrsg.): Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken, Verfahren, Springer-Verlag, Berlin 2001
- [LA21-Energie Lahr] Lokale Agenda 21 – Gruppe Energie Stadt Lahr: Feldtest Elektro—Wärmepumpen, Vortrag Dr. Falk Auer auf dem Kongreß Clean Energy and Passivehouse, Forum Solarthermie und Wärmepumpe, Stuttgart, Februar 2010
- [Lödl 2010] Lödl, M., Kerber, G., et al.: Abschätzung des Photovoltaik-Potentials auf Dachflächen in Deutschland, 11. Symposium Energieinnovation, Graz 2010
abgerufen am 7.4.2010 unter
www.hsa.ei.tum.de/Publikationen/2010/2010_Loedl_Kerber_Wi_Graz.pdf
- [LWK NRW 2008] Landwirtschaftskammer NRW: Zahlen zur Landwirtschaft in Nordrhein-Westfalen 2008, abgerufen am 28.01.2010 unter www.landwirtschaftskammer.de/wir/pdf/zahlen-landwirtschaft-2008.pdf
- [NAWARO] Biomasse von Erholungs- und Naturschutzflächen,
abgerufen am 13.1.2010 unter www.nawaro-kommunal.de/documents/Naturschutz-gesamt-03-05.pdf
- [Pflüger 2006] Pflüger-Grone, H.: Aspekte der energetischen Holzverwertung, Vortrag am 30.10 2006, abgerufen am 27.7.2010 unter www.nw-

- fva.de/fileadmin/user_upload/Sachgebiet/Waldzustand_Boden/Bildungsprogramm%202006,%
%20Lehrgang%20vom%2030.10.2006/Pflueger-
Grone_Aspekte%20der%20energetischen%20Holzverwertung.pdf
- [Pflüger 2010] Persönliche Mitteilung, 24.8.2010
- [StWrtst 2007] Siftung Warentest, Heizungspumpen - Über 100 Euro Ersparnis pro Jahr, Test 09/2007,
abgerufen am 2.9.2010 unter [http://www.test.de/themen/haus-
garten/test/Heizungspumpen-Ueber-100-Euro-Ersparnis-pro-Jahr-1567473-2567473/](http://www.test.de/themen/hausgarten/test/Heizungspumpen-Ueber-100-Euro-Ersparnis-pro-Jahr-1567473-2567473/)
- [Tecson 2010] Preisentwicklung beim Heizöl
abgerufen unter www.tecson.de/pheizoel.htm
- [TÜV Süd 2010] TÜV Süd: Hydraulischer Abgleich: mit wenig Aufwand viel Energie sparen, 2010
abgerufen am 22.7.2010 unter
[http://www.tuev-sued.de/akademie_de/newsletter/29._newsletter/hydraulischer_
abgleich_mit_wenig_aufwand_viel_energie_sparen](http://www.tuev-sued.de/akademie_de/newsletter/29._newsletter/hydraulischer_abgleich_mit_wenig_aufwand_viel_energie_sparen)
- [uba 2010] Umweltbundesamt, Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emission des deutschen
Strommix, Stand: März 2010, abgerufen am 7.9.2010 unter
<http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/co2-strommix.pdf>
- [UTEK 2002] Investitionsbank Schleswig-Holstein / Energieagentur (Hrsg.): Gebäudetypologie für das Land
Schleswig-Holstein, Bearbeitung: UTEK/GERTEK, Kiel 1999
Gebäudedatenblätter Stand 2002 abgerufen am 4.6.2010 unter [www.ib-
sh.de/fileadmin/ibank/Energieagentur/impulsprogramm/R48.pdf](http://www.ib-sh.de/fileadmin/ibank/Energieagentur/impulsprogramm/R48.pdf)
- [Wfa] Wohnungsbauförderungsanstalt Nordrhein-Westfalen: Kommunalprofile – ausgewählte
kommunale Wohnungsmarktindikatoren 2008, Düsseldorf 2009
abgerufen am 10.2.2010 unter
www.nrwbank.de/de/wohnraumportal/service/kommunalprofile/index.html

Abkürzungsverzeichnis

Bt	Bauteil
EE	Endenergie
EFH	Einfamilienhaus
EnEV	Energie-Einspar-Verordnung
fm	Festmeter
FM	Frischmasse
GVE	Großvieheinheit
ha	Hektar
HE	Hilfsenergie
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK-G	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
MFH	Mehrfamilienhaus
PE	Primärenergie
Srm	Schüttraummeter
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient

Abbildungsverzeichnis


Abbildung 1:	Der Kreis Lippe und seine Städte und Gemeinden.....	6
Abbildung 2:	Abgabe Strukturmaterial aus der Kommune Extertal ans Kompostwerk Lemgo	10
Abbildung 3:	Nutzungskonkurrenzen Holz energetische Verwertung – stoffliche Verwertung ...	16
Abbildung 4:	Darstellung des Zusammenhangs zwischen geringem Warmwasserbedarf und reduziertem Solarertrag anhand eines vermessenen Beispielgebäudes	19
Abbildung 5:	Wärmedichtekarte Gesamtregion Nordlippe	23
Abbildung 6:	Wärmedichtekarte Bösingfeld (100 m x 100 m Raster)	24
Abbildung 7:	Wärmedichtekarte Bartrup (100 m x 100 m Raster).....	25
Abbildung 8:	Wärmedichtekarte Hohenhausen (100 m x 100 m Raster).....	26
Abbildung 9:	Trassendimensionierung Variante Bösingfeld (klein).....	31
Abbildung 10:	Jahresdauerlinie und Erzeugung für Variante Bösingfeld (klein)	32
Abbildung 11:	Trassendimensionierung Variante Bösingfeld (groß).....	34
Abbildung 12:	Jahresdauerlinie und Erzeugung für Variante Bösingfeld (groß)	35
Abbildung 13:	Trassendimensionierung Bartrup.....	37
Abbildung 14:	Jahresdauerlinie und Erzeugung für Bartrup	38
Abbildung 15:	Trassendimensionierung Hohenhausen.....	40
Abbildung 16:	Jahresdauerlinie und Erzeugung für Hohenhausen	41
Abbildung 17:	Bestandsstruktur Wohngebäude	45
Abbildung 18:	Wohnungsbestand Nordlippe nach Baualtersklassen [Wfa 2009].....	45
Abbildung 19:	Ergebnisse Energiebilanzierung für unsanierte und sanierte Gebäude.....	48
Abbildung 20:	Beispiel Energiebedarfsausweis	49
Abbildung 21:	Beitrag der einzelnen Sanierungsmaßnahmen zur Endenergieeinsparung der Typ-Gebäude	49
Abbildung 22:	Vergleich Einsparpotenziale EFH_68 mit EFH_94	50
Abbildung 23:	Entwicklung Heizölpreis 2007 bis 2010	52
Abbildung 24:	Wirtschaftlichkeit der Einzelmaßnahmen bei Typ-Gebäuden bis Baujahr 1983	53
Abbildung 25:	Wirtschaftlichkeit der Einzelmaßnahmen bei Typ-Gebäuden 1984-1994	54
Abbildung 26:	Graphik zu JAZ-Grenzwert für regenerativen Betrieb einer Wärmepumpe im deutschen Strommix (Stand: September 2010)	58
Abbildung 27:	Vergleich der jährlichen Gesamtkosten von Heizungssystemen für einen mittelmäßig sanierten Altbau	60
Abbildung 28:	Vergleich der jährlichen Gesamtkosten von Heizungssystem für einen umfassend sanierten Altbau	61
Abbildung 29:	Heizungsanlage ohne hydraulischen Abgleich und mit hydraulischen Abgleich	62
Abbildung 30:	Strategie zur 100% regenerativen Wärmeversorgung.....	64

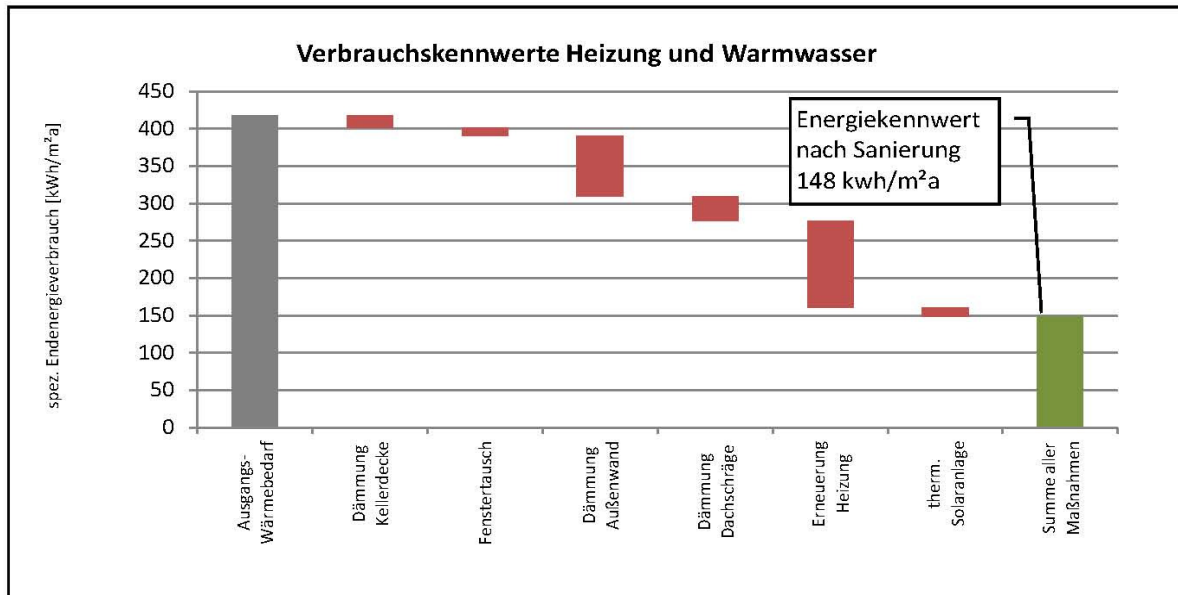
Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	KWK-Anlagen in Nordlippe	7
Tabelle 2:	Hecken und Feldgehölze in Nordlippe	11
Tabelle 3:	Übersicht landwirtschaftliche Betriebe und Viehbestände in Nordlippe	12
Tabelle 4:	Abschätzung energetisches Potenzial Stroh	13
Tabelle 5:	Solarthermie-Potenzial – obere Abschätzung.....	13
Tabelle 6:	Solarthermie-Potenzial – untere Abschätzung.....	14
Tabelle 7:	Schätzung Bereitstellungskosten Holzhackschnitzel	17
Tabelle 8:	Übersicht Parameter Wirtschaftlichkeitsrechnung	29
Tabelle 9:	Übersicht über innovative Erzeugungsoptionen	44
Tabelle 10:	Übersicht über Typ-Gebäude	46
Tabelle 11:	Überblick Sanierungspaket.....	47
Tabelle 12:	Übersicht über regenerative Energiepotenziale	63
Tabelle 13:	Holzhackschnitzelbedarf der vier Nahwärmevarianten.....	66

11 Anhänge

Anhang Hausdatenblätter

Gebäudetyp Einfamilienhaus		
Baualtersklasse vor 1918 - Bruchstein / Grauwacken		
Beispiele		
 <p>(Mischnutzung Wohnen u. Gewerbe)</p> <p>(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)</p>		
angesetztes umbautes Volumen V_e	595 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_N	190 m ²	
angesetztes A/V_e-Verhältnis	0,64 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	418 kWh/m²	bezogen auf Gebäudenutzfläche
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	Bruchsteinmauerwerk, ca. 60 cm	1,4
Kellerdecke	scheitrechte Kappendecke, oberseitig Sandschüttung, Dielung auf Lagerhölzern	1,11
Dachschräge	Heraklithplatten und den Sparren, verputzt	1,11
Fenster	Isolierverglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen (Erneuerung erforderlich)	2,57
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, ungedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, ungedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	



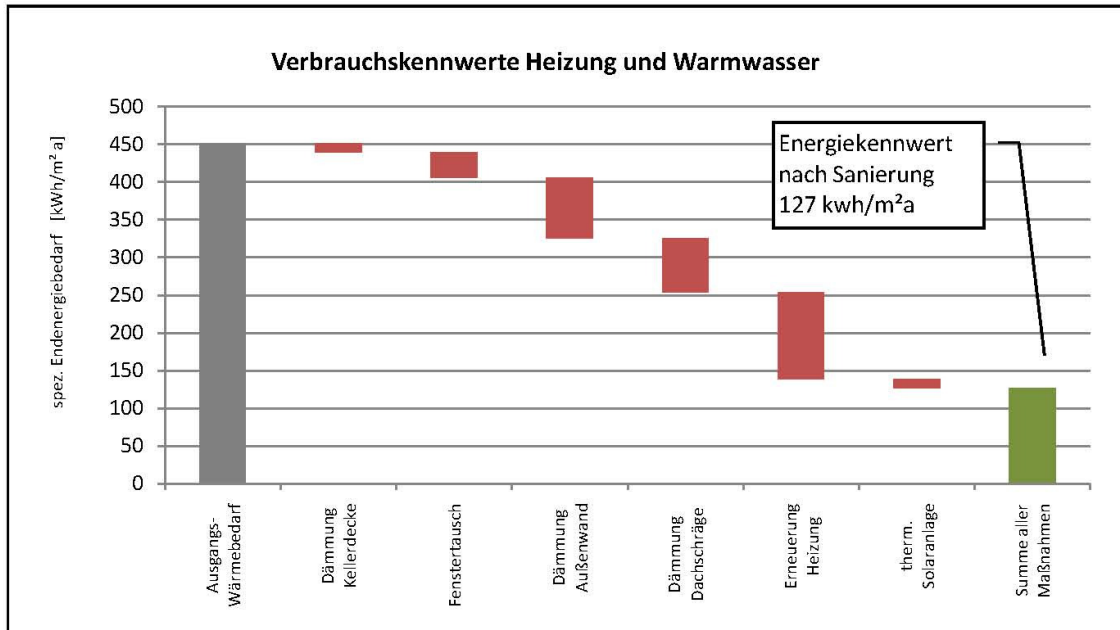
Sanierungsmaßnahmen

	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€/m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	Innendämmung 10 cm plus Gipskartonplatte (Hinweis: bei Innendämmung Bauphysiker konsultieren)	0,35	80	33 €/ m²	3,2
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	16	23 €/ m²	2,6
Dachschräge	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung	0,18	33	27€/ m²	2,6
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,3	12	59 €/ m²	4,2
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, nachträglich gedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		116	1200 €	0,4
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, nachträglich gedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 50% Deckungsgrad		13	5400 €	14,6

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Gebäudetyp Einfamilienhaus		
Baualtersklasse vor 1918 - Fachwerk		
Beispiele		
		
(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)		
angesetztes umbautes Volumen V_e	767,6 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_N	245 m ²	
angesetztes A/V_e -Verhältnis	0,55 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	454 kwh/m²	bezogen auf Gebäudenutzfläche
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	Eichenfachwerk mit Lehmausfachung, innen vollflächig, außen nur Gefache verputzt	1,9
Kellerdecke	Holzbalkendecke mit Strohlehmwickel, unterseitig verputzt	1,04
Dachschräge	Steildach ohne Dämmung, Holzschalung	1,8
Fenster	Einfachverglasung im Holzrahmen	5,2
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, ungedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, ungedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	

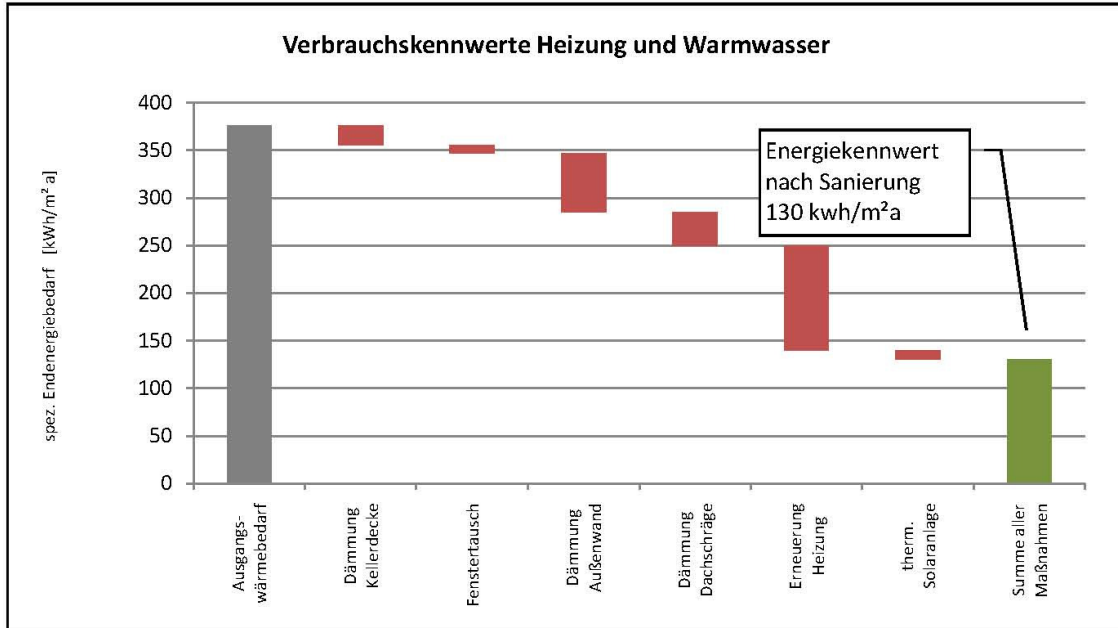


Sanierungsmaßnahmen					
	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€/m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	Innendämmung 10 cm plus Gipskartonplatte (Hinweis: bei Innendämmung Bauphysiker konsultieren)	0,35	81	61 €/ m²	3,9
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	12	23 €/ m²	3,8
Dachschräge	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung	0,2	71	27 €/ m²	0,8
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,3	33	59 €/ m²	1,2
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, nachträglich gedämmt				
	WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle				
Heizung	WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		115	1500 €	0,3
	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt				
	Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, nachträglich gedämmt				
	Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 50% Deckungsgrad		12	6384 €	14,0

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Gebäudetyp Einfamilienhaus		
Baualtersklasse 1958 - 1968		
Beispiele		
		
(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)		
angesetztes umbautes Volumen V_e	934 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_N	298,88 m ²	
angesetztes A/V_e-Verhältnis	0,65 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	377 kwh/m²	(bezogen auf Gebäudenutzfläche)
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	30 cm Ziegelsplitt- oder Bimshohlblocksteine, verputzt	1,44
Kellerdecke	12-16 cm Stahlbetondecke, 2-3 cm Trittschalldämmung aus Polystyrol, 4 cm Estrich	0,97
Dachschräge	4 cm Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten	0,92
Fenster	Holz- Verbundfenster, 2 Scheiben (Erneuerung erforderlich) 6 m ² Glasbausteine	2,9
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, ungedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, ungedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	



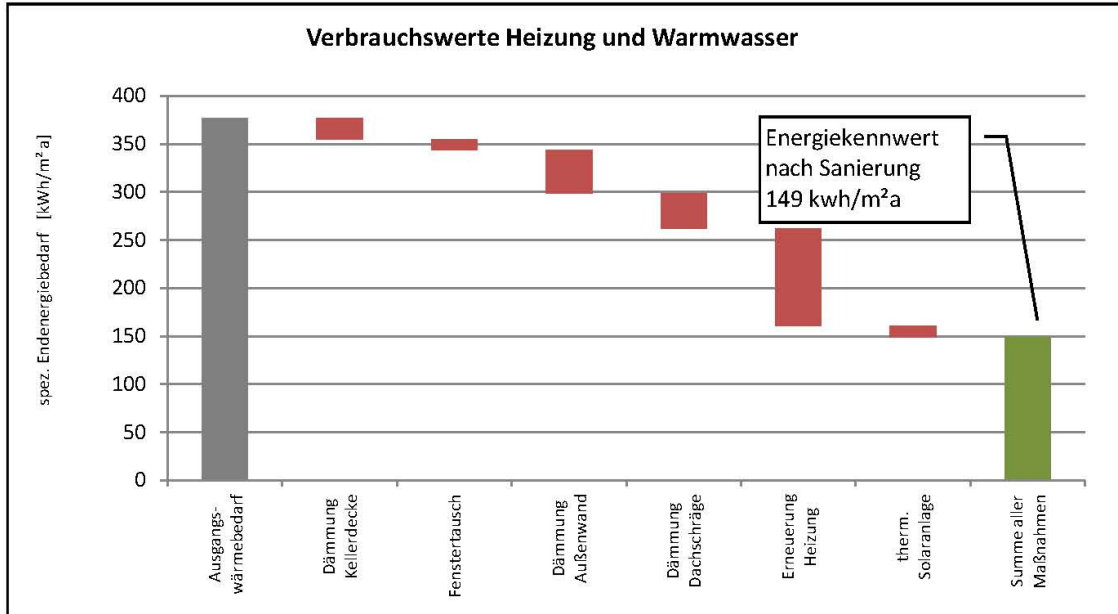
Sanierungsmaßnahmen

	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€/m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	Wärmedämmverbundsystem 16 cm (WLG 035)	0,18	62	59 €/m²	4,3
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	20	23 €/m²	5,7
Dachschräge	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindämmung	0,18	35	27 €/m²	3,6
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung (außer Glasbausteine)	1,3	9	59 €/m²	7,2
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, nachträglich gedämmt				
Heizung	WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle				
	WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		110	1500 €	0,3
	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt				
	Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, nachträglich gedämmt				
	Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WWW-Bereitung		10	7209 €	16,0

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Gebäudetyp	Einfamilienhaus	
Baualtersklasse	1958 - 1968	zweischaliges Mauerwerk
Beispiele		
		
(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)		
angesetztes unbautes Volumen V_e	934 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_n	298,88 m ²	
angesetztes A/V_e-Verhältnis	0,65 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	377 kWh/m²	(bezogen auf Gebäudenutzfläche)
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m²K]
Außenwand	zweischaliges Mauerwerk mit Tragschale 17,5 cm Lochziegel, Luftschicht 6 cm, Vormauerschale 11,5 cm Sichtmauerwerk	1,42
Kellerdecke	12-16 cm Stahlbetondecke, 2-3 cm Trittschalldämmung aus Polystyrol, 4 cm Estrich	0,97
Dachschräge	4 cm Mineralwolle zwischen den Sparren, Gipskartonplatten	0,92
Fenster	Holz-Verbundfenster, 2 Scheiben (Erneuerung erforderlich) 6m ² Glasbausteine	2,9
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, ungedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	
Heizung	H_z-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt H_z-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, ungedämmt H_z-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	



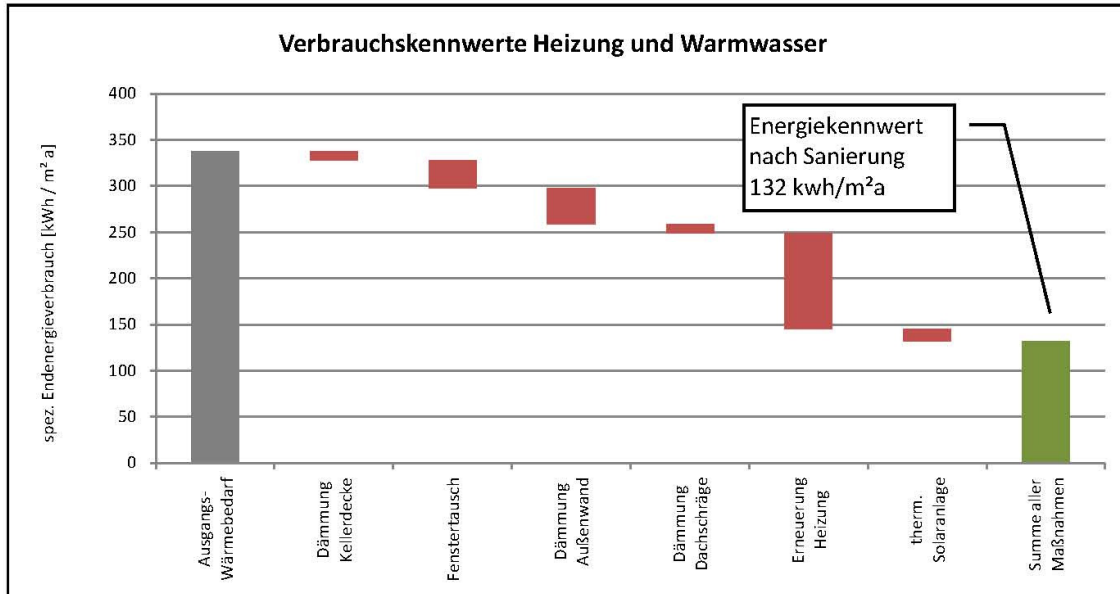
Sanierungsmaßnahmen

	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€/m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	Kerndämmung aus expandiertem Perlit 6 cm	0,53	45	45 €/ m²	4,6
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	22	23 €/ m²	5,1
Dachschräge	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung	0,18	37	27 €/ m²	3,2
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung (außer Glasbausteine)	1,3	11	59 €/ m²	6,1
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, nachträglich gedämmt				
	WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle				
	WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		101	1500 €	0,3
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt				
	Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, nachträglich gedämmt				
	Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 50% Deckungsgrad		12	7209 €	13,3

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Gebäudetyp Einfamilienhaus		
Baualtersklasse 1969-1983		
Beispiele		
		
(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)		
angesetztes umbautes Volumen V_e	647 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_N	207,04 m ²	
angesetztes A/V_e -Verhältnis	0,58 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	338 kwh/m²	(bezogen auf Gebäudenutzfläche)
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	Hochlochziegel 30 cm mit Normalmörtel vermauert	0,8
Kellerdecke	Stahlbetondecke, 2,5 cm Dämmung unterseits	0,81
Dachschräge	Steildach, 10 cm Dämmung zwischen Sparren	0,43
Fenster	Isolierverglasung in Metallrahmen (ungedämmte Profile)	4,3
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, ungedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, ungedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	



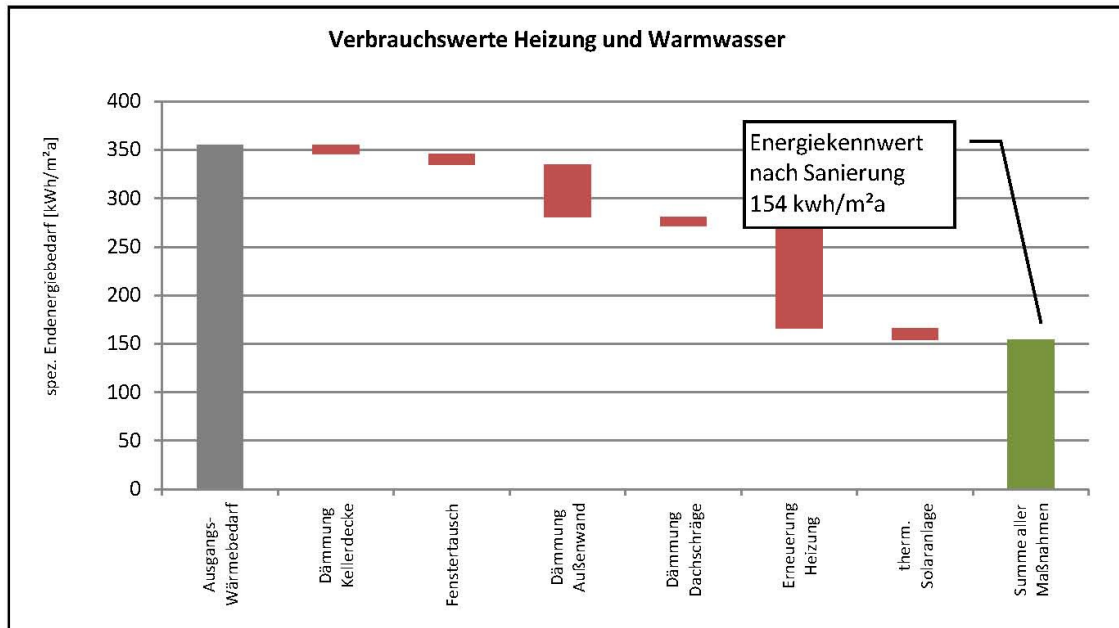
Sanierungsmaßnahmen

	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€ / m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	Wärmedämmverbundsystem 16 cm WLG 035	0,19	39	59 € / m²	8,6
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	10	23 € / m²	6,9
Dachschräge	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung	0,18	10	27 € / m²	9,6
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,3	30	59 € / m²	1,9
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, nachträglich gedämmt				
Heizung	WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle				
	WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		104	1250€	0,4
	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt				
	Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, nachträglich gedämmt				
	Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 50% Deckungsgrad		13	5714 €	14,4

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Gebäudetyp Einfamilienhaus		
Baualtersklasse 1969-1983 Klinker		
Beispiele		
		
(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)		
angesetztes umbautes Volumen V_e	647 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_N	207,04 m ²	
angesetztes A/V_e-Verhältnis	0,58 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	356 kwh/m²	(bezogen auf Gebäudenutzfläche)
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	zweischaliges Mauerwerk; Tragschale 17,5 cm Porenbeton, Luftschicht 6 cm, Vormauerschale 11,5 cm Vormauerziegel	1,37
Kellerdecke	Stahlbetondecke, 2,5 cm Dämmung unterseits	0,81
Dachschräge	Steildach, 10 cm Dämmung zwischen Sparren	0,43
Fenster	Isolierverglasung Holz- oder Kunststoffrahmen	2,57
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, ungedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, ungedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	




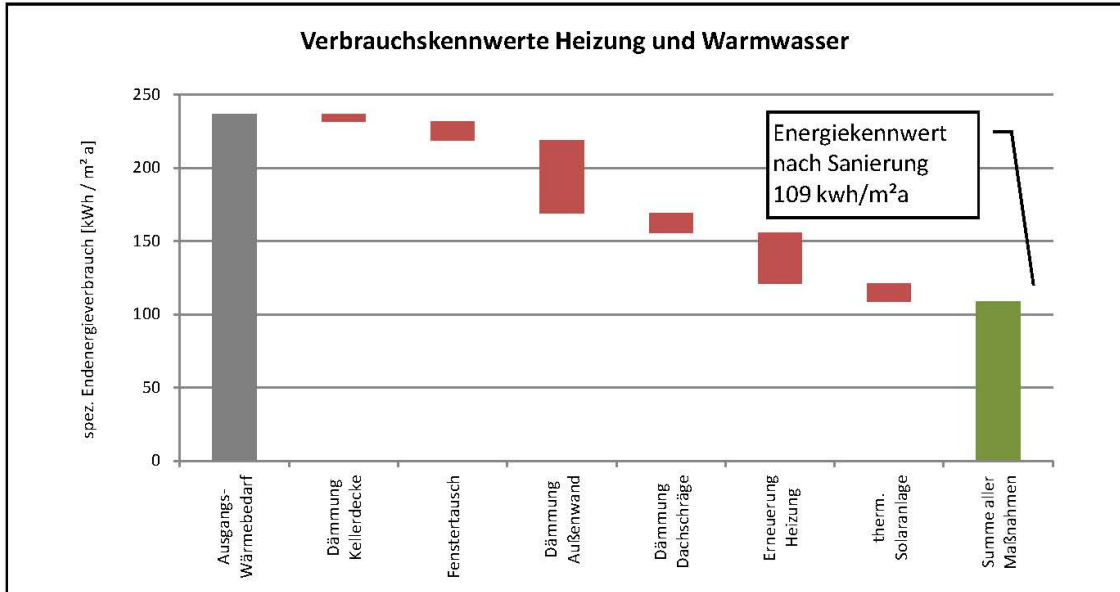
Sanierungsmaßnahmen

	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€ /m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	Kerndämmung aus expandiertem Perlit 6 cm	0,52	54	45€ / m²	4,8
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	10	23 € / m²	6,3
Dachschräge	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung	0,18	9	27 € / m²	10,6
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,3	11	59 € / m²	5,1
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, nachträglich gedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		106	1250€	0,4
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, nachträglich gedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 50% Deckungsgrad		12	5714 €	15,4

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Gebäudetyp	Einfamilienhaus	
Baualtersklasse	1984-1994	
Beispiele		
		
<small>(Die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives, unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)</small>		
angesetztes umbautes Volumen V_e	514 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_n	164,48 m ²	
angesetztes A/V_e -Verhältnis	0,86 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	237 kWh/m ²	(bezogen auf Gebäudenutzfläche)
Ist-Zustand		
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	Leichtlochziegel 30 cm mit Normalmörtel vermauert	0,68
Kellerdecke	Stahlbetondecke, 7 cm Trittschalldämmung	0,55
Dachschräge	Steildach, 14 cm Dämmung zwischen den Sparren	0,3
Fenster	Isolierverglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen	2,57
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, ab 1979 bis 1994 WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, ab 1987 - 1994	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, ab 1979 bis 1994 Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, ab 1987 bis 1994	

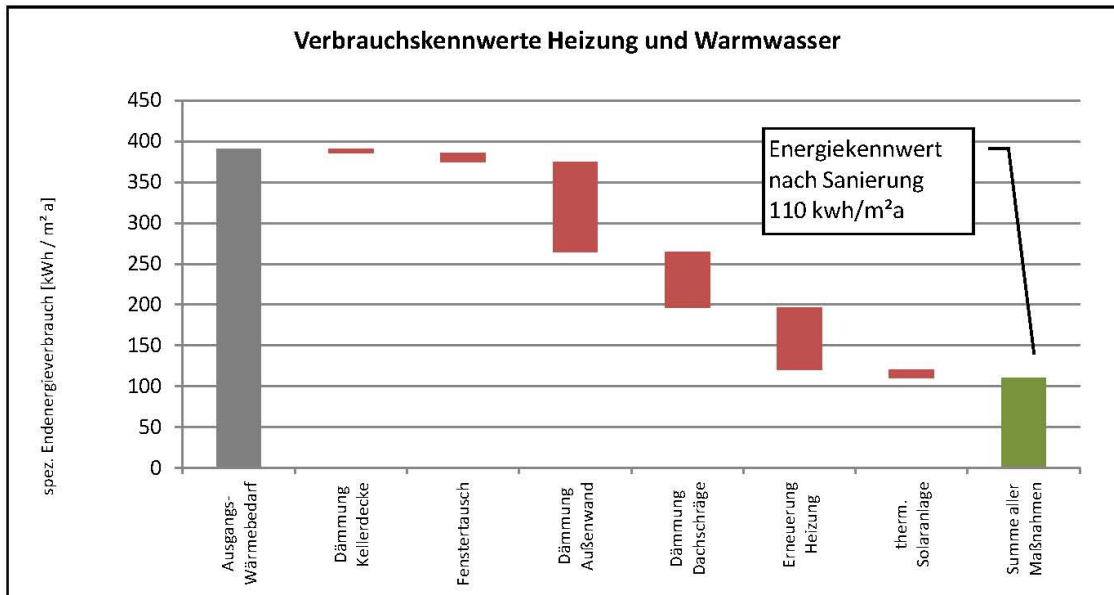


Sanierungsmaßnahmen					
	Beschreibung	U-Wert neu	Einsparung	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung	Kosten je eingesparter kWh
		[W/m²K]	[kWh/m²]	[€ /m² Bt]	[ct/kWh]
Außenwand	16 cm Wärmedämmverbundsystem WLG 035	0,18	50	59 € / m²	11,2
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 6 cm Dämmstoff von unten	0,3	5	21 € / m²	14,5
Dachschräge	Zusatzdämmung 10 cm in Schrägen und Kehlbalcken (Neueindeckung, Aufdoppelung)	0,13	13	27 € / m²	11,4
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,3	13	59 € / m²	6,0
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, ab 1979 bis 1994 WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle				
Heizung	WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, ab 1979-1994 Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		35	1200 €	1,4
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 50% Deckungsgrad		12	5478 €	19,1

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Gebäudetyp Mehrfamilienhaus		
Baualtersklasse vor 1918 - Fachwerk		
Beispiele		
 <p style="text-align: center;">(Mischnutzung Wohnen u. Handel)</p>		
<small>(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)</small>		
angesetztes umbautes Volumen V_e	2488 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_N	796,16 m ²	
angesetztes A/V_e-Verhältnis	0,53 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	391 kwh/m²	(bezogen auf Gebäudenutzfläche)
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	Eichenfachwerk mit Lehmausfachung, innen vollflächig, außen nur Gefache verputzt	1,9
Kellerdecke	Holzbalkendecke mit Stohlehmwickel, unterseitig verputzt	1,04
Dachschräge	Putz auf Spalierlatten	2,6
Fenster	Isolierverglasung in Holz oder Kunststoffrahmen	2,57
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, ungedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, ungedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	



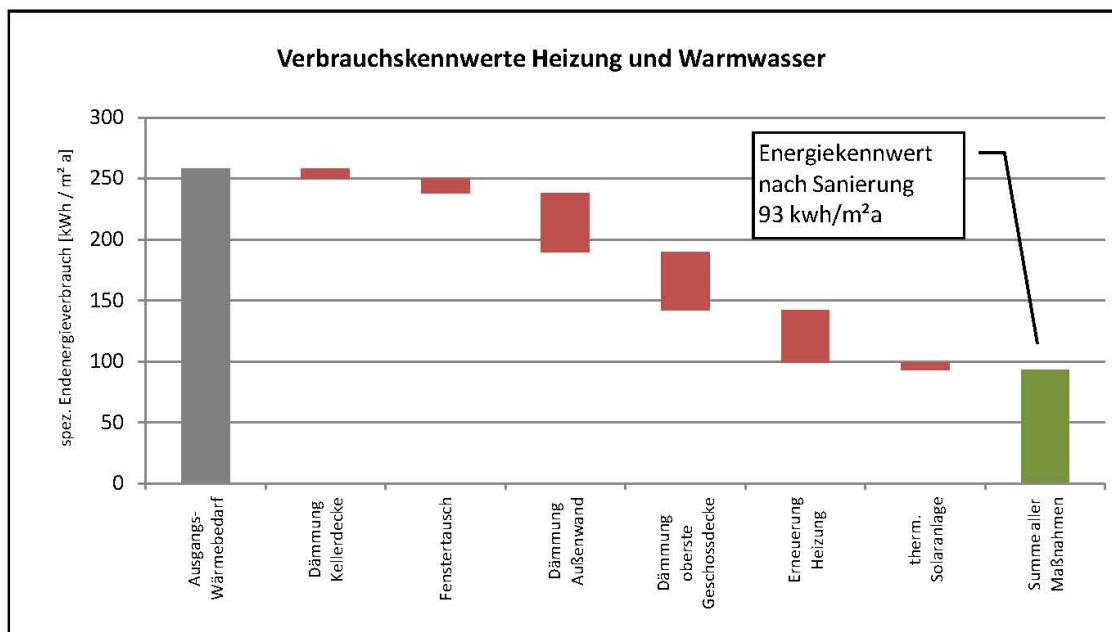
Sanierungsmaßnahmen

	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€/m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	Innendämmung 10 cm plus Gipskartonplatte (Hinweis: bei Innendämmung Bauphysiker konsultieren)	0,35	110	61 €/m²	3,8
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	5	23 €/m²	5,4
Dachschräge	20 cm Aufsparrendämmung bei Erneuerung der Dacheindeckung	0,2	69	27 €/m²	1,0
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,3	11	59 €/m²	5,2
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, nachträglich gedämmt				
	WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle				
	WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		76	3.600 €	0,4
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt				
	Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, nachträglich gedämmt				
	Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 30% Deckungsgrad		10	14.000 €	12,4

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.



Gebäudetyp Mehrfamilienhaus		
Baualtersklasse 1958-1968		
Beispiele		
		
(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)		
angesetztes umbautes Volumen V_e	10397 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_N	3327,04 m ²	
angesetztes A/V_e-Verhältnis	0,43 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	258 kwh/m²	(bezogen auf Gebäudenutzfläche)
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	30 cm Gitterziegel oder Bimsstein, verputzt	1,21
Kellerdecke	12-16 cm Stahlbetondecke, 2-3 cm Trittschalldämmung aus Polystyrol, 4 cm Estrich	0,97
oberste Geschossdecke	oberste Geschoßdecke: Stahlbetondecke 15 cm ohne Dämmung (Dachschräge: Heraklithplatten unter den Sparren, verputzt)	2,3 1,11
Fenster	Isolierverglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen	2,57
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, ungedämmt WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, ungedämmt Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, bis 1986	

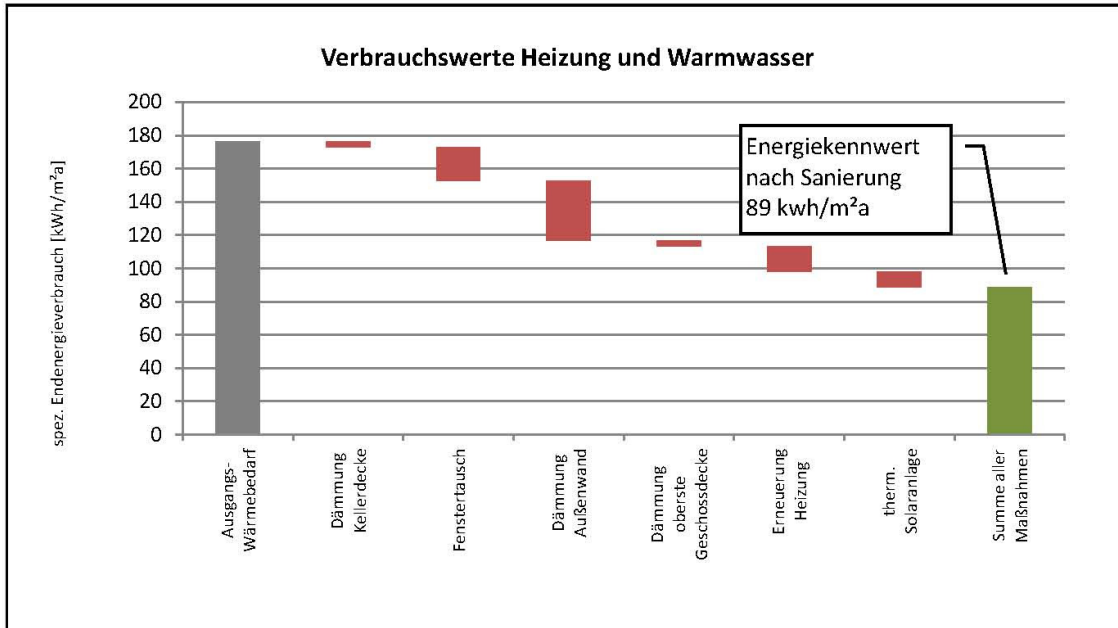


Sanierungsmaßnahmen					
	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€ / m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	16 cm Wärmedämmverbundsystem auf Altputz WLG 035	0,19	48	59 € / m²	5,5
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	8	23 € / m²	6,3
ob. Geschossdecke	20 cm Dämmung oberseitig, begehbare Bodenbelag	0,16	48	37 € / m²	1,7
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,3	12	59 € / m²	5,4
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, installiert vor 1978, nachträglich gedämmt				
	WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle				
Heizung	WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		43	7.900 €	0,4
	HZ-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt				
	HZ-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, bis 1978, nachträglich gedämmt				
	HZ-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 30% Deckungsgrad		6	36.500€	12,6

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Gebäudetyp Mehrfamilienhaus		
Baualtersklasse 1984-1994		
Beispiele		
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">(Mischnutzung Wohnen u. Handel)</p> <p>(die unten angegebenen Kennwerte beziehen sich auf ein fiktives unsaniertes Gebäude desselben Typs, nicht auf die abgebildeten Beispiele)</p>		
angesetztes umbautes Volumen V_e	2413 m ³	
angesetzte Gebäudenutzfläche A_N	772,2 m ²	
angesetztes A/V_e-Verhältnis	0,6 m ⁻¹	
typischer Energiekennwert	176,4 kwh/m²	(bezogen auf Gebäudenutzfläche)
Ist-Zustand	Beschreibung	U-Wert [W/m ² K]
Außenwand	Porenbetonsteine, 36,5 cm MFH	0,66
Kellerdecke	Stahlbetondecke, 7 cm Trittschalldämmung	0,55
ob. Geschossdecke	Stahlbetondecke mit 12 cm Dämmung oberseits	0,30
Fenster	Isolierverglasung in Holz- oder Kunststoffrahmen	2,57
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, ab 1979 bis 1994 WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, ab 1987 - 1994	
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, ab 1979 bis 1994 Hz-Erzeugung: Gas-Niedertemperatur-Kessel, ab 1987 bis 1994	



Sanierungsmaßnahmen

	Beschreibung	U-Wert neu [W/m²K]	Einsparung [kWh/m²]	Mehrkosten gegenüber reiner Instandhaltung [€/m² Bt]	Kosten je eingesparter kWh [ct/kWh]
Außenwand	Wärmeverbundsystem 16 cm WLG 035	0,19	36	59 €/ m²	14,2
Kellerdecke	Kellerdeckendämmung 10 cm Dämmstoff von unten	0,3	4	23 €/ m²	16,4
ob. Geschossdecke	Erhöhung der vorhandenen Dämmung mit 10 Dämmplatten (begehbar)	0,17	3	23 €/ m²	22
Fenster	neue Holzfenster mit Zwei-Scheiben-Wärmeschutz-Verglasung	1,3	20	59 €/ m²	5,3
Warmwasserbereitung	WW-Verteilung: zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation, ab 1979 bis 1994 WW-Speicherung: zentraler WW-Speicher innerhalb der thermischen Hülle WW-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C		15	1800 €	1,2
Heizung	Hz-Übergabe: Zentralheizung, thermostatisch geregelt Hz-Verteilung: zentrale Verteilung, Temperaturen 70/55 °C, ab 1979-1994 Hz-Erzeugung: Gas-Brennwert-Kessel 70/55 °C				
thermische Solaranlage	Sonnenkollektor zur WW-Bereitung, ca. 30% Deckungsgrad		10	13707€	15,2

Zum Vergleich	
heutiger Energiepreis	6,0
mittlerer Energiepreis 2010 - 2030 bei 3% Preissteigerung pro Jahr	8,1

Die Maßnahmen sind wirtschaftlich, wenn die Kosten je eingesparter kWh kleiner sind als der mittlere Energiepreis über den Betrachtungszeitraum von 20 Jahren.

Anhang Berechnungsbeispiel Sanierungspaket

Beispiel für die Berechnung des Endenergieverbrauch des unsanierten Typ-Gebäudes „Einfamilienhaus – Baujahre 1984-1994“ und für die Bestimmung der Kosten pro eingesparter Kilowattstunde für die einzelnen Sanierungsmaßnahmen.

EnEV-Heizperioden-Bilanz für bestehende Wohngebäude		Ist-Zustand	
Einfamilienhaus, Baujahr 1984-1994	$V_e = 514 \text{ [m}^3\text{]}$	$A_N = 164.48 \text{ [m}^2\text{]}$	
Fassade verputzt	$A = 442 \text{ [m}^2\text{]}$	$A/V_e = 0.86 \text{ [1/m]}$	

spezifischer, auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche A bezogener Transmissionswärmeverlust H_T' [W/m²K]

Kommentar	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	F_x [-]	H_T [W/K]	Fläche [m²]	U-Wert [W/m²K]	F_x [-]	H_T [W/K]
Fenster	29.67	2.57	1.00	76.25				
Dach Dachschräge	123.20	0.30	1.00	36.96				
				0.00				
				0.00				
				0.00				
				0.00				
Wand	213.30	0.68	1.00	145.04				
				0.00				
				0.00				
				0.00				
				0.00				
Grund Kellerdecke	75.33	0.55	0.60	24.86				
				0.00				
				0.00				
				0.00				
				0.00				
Sonst.				0.00				
				0.00				
				0.00				
				0.00				
				0.00				
Wärmebrücken	441.50	0.10	1.00	44.15				

Regelfall = 0.10 DIN 4108 Bbl. 2 = 0.05 Innendäm. = 0.15

Solare Wärmegewinne

	A [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	g [-]	Strahlung I_s [kWh/(m² a)]	kWh/a
Süd	12.73	2.57	0.76	270	1'481
					0
					0
Ost/West	14.84	2.57	0.76	155	991
					0
					0
Nord	2.10	2.57	0.76	100	90
					0
					0
					0
					0
Summe	29.67	2.57	(für H_T , vgl. oben)		2'563

Transmissionswärmeverlust $H_T = 327.26 \text{ [W/K]}$

$$H_T = \Sigma(A_i \cdot U_i \cdot F_i) + \Delta U_{WB} \cdot A$$

Lüftungswärmeverlust $H_V = 97.66 \text{ [W/K]}$

$$H_V = \text{Faktor} \cdot V_e \quad \text{Faktor} = 0.190 \text{ W/(m}^3\text{K)}$$

Spez. Wärmeverlust $h = 2.58 \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$

$$h = (H_T + H_V) / A_N$$

Interne Wärmegewinne $Q_i = 3'619 \text{ [kWh/a]}$

$$Q_i = \text{Faktor} \cdot A_N \quad \text{Faktor} = 22.0 \text{ kWh/(m}^2\text{a)}$$

Solare Wärmegewinne $Q_S = 2'563 \text{ [kWh/a]}$

$$Q_S = \Sigma(A \cdot g \cdot I_s) \cdot F_s \quad F_s = 0.567 \text{ [-]}$$

Heizwärmebedarf $Q_h = 22'173 \text{ [kWh/a]}$

$$Q_h = F_{GT} \cdot (H_T + H_V) - \eta \cdot (Q_i + Q_S) \quad F_{GT} = 66.0 \text{ [kK/a]}$$

$$\eta = 0.95 \text{ [-]}$$

$$\text{Heizlast } \Phi_p = 34 \text{ K} \cdot (H_T + H_V) \quad \Phi_p = 14.4 \text{ [kW]}$$

$$Q_h'' = 134.81 \text{ [kWh/(m}^2\text{a)]}$$

Pauschale Ansätze für Anlagentechnik	Ist-Zustand
Einfamilienhaus, Baujahr 1984-1994	

Warmwasser					Nr. <u>Beschreibung nach Tabelle 4 *</u>						
	Verluste	Gutschrift	HE								
Warmwasserbedarf	12.50										
Verteilung	27.11	8.25	1.38		1.3	zentrale Warmwasserverteilung mit Zirkulation 1979-1994					
Speicherung	4.08	2.72	0.20		5.0	zentraler Warmwasser-Speicher innerhalb der thermischen Hölle					
	43.69	10.97	1.58								
Erzeugung	Anteil	Deckung	eg [-]	HE							
E1	100%	43.69	1.31	0.20	9.2	NT-Kessel bis 1987-1994					Erdgas H
E2		0.00	0.00	0.00							
Solaranlage		0.00	0.00	0.00							
Energieträger	EE	fp [-]	PE								
E1 Erdgas H	57.23	1.10	62.96								
E2 0	0.00	0.00	0.00								
HE Strom-mix	1.78	2.60	4.63								

EE = Endenergie, PE = Primärenergie, HE = Hilfsenergie - alle Energieeinheiten in kWh/(m²a) und CO2 in kg/(m²a).

Lüftung					Nr. <u>Beschreibung nach Tabelle 6 *</u>						
	Verluste	Gutschrift	HE								
Übergabe	0.00	0.00	0.00								
Verteilung	0.00	0.00	0.00								
Erzeugung	0.00	0.00	0.00								
Energieträger	EE	fp [-]	PE								
HE Strom-mix	0.00	2.70	0.00								

EE = Endenergie, PE = Primärenergie, HE = Hilfsenergie - alle Energieeinheiten in kWh/(m²a) und CO2 in kg/(m²a).

Heizung					Nr. <u>Beschreibung nach Tabelle 5 *</u>						
	Verluste			HE							
Heizwärmebedarf	134.81										
Gutschrift aus Warmwasser	-10.97										
Gutschrift aus Lüftung	0.00										
Übergabe	3.30			0.00	1.0	Zentralheizung, thermostatisch geregelt					
Verteilung	19.94			1.85	3.3	zentrale Verteilung 70/55 °C bis 1979-1994					
Speicherung	0.00			0.00							
	147.08			1.85							
Erzeugung	Anteil	Deckung	eg [-]	HE							
E1		147.08	1.19	0.78	11.3	NT-Kessel bis 1987-1994					Erdgas H
E2		0.00	0.00	0.00							
Solaranlage		0.00	0.00	0.00							
Energieträger	EE	fp [-]	PE								
E1 Erdgas H	175.02	1.10	192.52								
E2 0	0.00	0.00	0.00								
HE Strom-mix	2.63	2.60	6.84								

EE = Endenergie, PE = Primärenergie, HE = Hilfsenergie - alle Energieeinheiten in kWh/(m²a) und CO2 in kg/(m²a).

* Bekanntmachung der Regeln zur Datenaufnahme und Datenverwendung im Wohngebäudebestand - Vom 26. Juli 2007 -

Endenergiebedarf in kWh/(m²a)						Ist-Zustand	
Energieträger	Heizung	Warmwasser	Hilfsenergie	Endenergie	Primärenergie		
Erdgas H	175.02			175.02	192.52		
Erdgas H		57.23		57.23	62.96		
Strom-mix			4.41	4.41	11.47		
			Summe	236.66	266.94		[kWh/m²a]

Zur Berechnung der Energieeinsparungen durch die einzelnen Maßnahmen des Sanierungspaketes wurden jeweils die in den Hausdatenblättern angegebenen Bauteil-U-Werte bzw. Anlagenkennwerte eingesetzt.

Als Ergebnis erhält man reduzierte Endenergiekennwerte, die in Spalte 1 der unten stehenden Tabelle aufgeführt sind. Durch Subtraktion der neuen Kennwerte vom alten (237 kWh/m²a) ergibt sich die spezifische Einsparung für jede Maßnahme des Sanierungspaketes. Durch Multiplikation von Spalte 3 mit der Gebäudenutzfläche A_N (für dieses Typ-Gebäude $A_N = 164 \text{ m}^2$) erhält man die absolute Energieeinsparung.

Für die Wirtschaftlichkeitsrechnung werden auf der Kostenseite die spezifischen Mehrkosten für eine energetische Sanierung des Bauteils (Spalte 4) mit der Bauteilfläche (Spalte 5) multipliziert. So erhält man die absoluten Mehrkosten der Sanierungsmaßnahme (Spalte 6). Durch Multiplikation mit dem Annuitätsfaktor (ANF = 0,07358 für eine Bauteillebensdauer von 20 Jahren und einen Zinssatz von 4%) ergeben sich die annuisierten Mehrkosten.

Durch Division der annuisierten Mehrkosten durch die absolute Einsparung kann man berechnen, wie viel es kostet, mit einer bestimmten Sanierungsmaßnahme eine Kilowattstunde Energie einzusparen.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Endenergiekennwert nach Bauteilsanierung	spezifische Einsparung	absolute Einsparung	spezifische Mehrkosten Bauteilsanierung	Bauteilfläche	absolute Mehrkosten	annuisierte Mehrkosten	Kosten je eingesp. kWh
	kWh/m ² a	kWh/m ² a	kWh/a	€/m ²	m ²	€	€/a	Cent/a
	Kennwert neu	Kennwert alt - Kennwert neu	3 * A_N			3 * 4	4 * ANF	7/3*100
Außenwand	187	50	8.200	59	213	12.478	918	11,2
Kellerdecke	232	5	820	21	75	1.611	119	14,5
Dach/OG	224	13	2.132	27	123	3.296	242	11,4
Fenster	224	13	2.132	59	30	1.736	128	6,0
Heizung	202	35	5.740	1'216		1.216	80	1,4
Solaranlage	225	12	1.968	5'478		5.478	377	19,1

Anhang Hydraulischer Abgleich

Der hydraulische Abgleich ist eine Optimierung des bestehenden Heizungssystems.

Bei vielen Heizungssystemen ist die Wärmeverteilung im Haus ungleichmäßig. Der Wärmeerzeugeranlage nahe liegende Räume werden aufgrund des geringeren Rohrwidestands und daraus resultierender starker Durchströmung überversorgt. Entfernte Räume werden unterversorgt. Zur Vermeidung einer Unter-versorgung wird häufig der Druck oder die Vorlauf-temperatur erhöht. Das führt zu einem hohen Energieverbrauch. Ein Anzeichen für ein schlecht reguliertes Heizungssystem ist eine zu hohe Rücklauf-temperatur.

Der hydraulische Abgleich stellt eine effektivere Maßnahme zur Verbesserung der Heizsituation dar.

Ziel des hydraulischen Abgleichs ist es, die Widerstände bzw. die Druckverluste zwischen Wärmeerzeugung und jedem einzelnen Heizkörper anzugleichen. Um den überhöhten Volumenstrom in den erzeugernahen Heizkörpern zu drosseln, werden Durchflussbegrenzer als Festwiderstände eingesetzt. Des Weiteren werden Thermostatventile und/oder Rücklaufschrauben an den Heizkörpern installiert. Mit deren Hilfe kann der Volumenstrom durch den jeweiligen Heizkörper dem Bedarf angepasst werden.

Bei einem hydraulischen Abgleich wird zuerst der Wärmebedarf der einzelnen Räume berechnet und die Heizkörperleistung ermittelt. Auf Grundlage dieser Daten, wird der nötige Volumenstrom bestimmt.

Im nächsten Schritt werden die Druckverluste im Leitungssystem berechnet. Nun können die Durchflussbegrenzer gesetzt werden.

Durch richtiges Einstellen der Thermostatventile und Rücklaufschrauben an den Heizkörpern kann das Heizungssystem hydraulisch justiert und den Erfordernissen angepasst werden.

Nach einem hydraulischen Abgleich liegt ein geändertes Heizungssystem vor. Die Folge kann eine den neuen Anforderungen entsprechend überdimensionierte Kessel- und Pumpenanlage sein.

Anhang Berechnungsbeispiele Wirtschaftlichkeit Heizungsanlagen

Mittelmäßig sanierter Altbau

(Wirtschaftlichkeitsrechnung ohne MWSt.)

Nutzfläche	m ²	150
Wärmebedarf Heizung	kWh/m ²	150
Wärmebedarf Warmwasser	kWh/m ²	12,5
Summe	kWh/m ²	162,5
Jahreswärmebedarf	MWh	24,4

		Gas-BW	Öl-NT	Pellet	Mini-BHKW	WP Sole mit Sonde
Investitionen						
Kessel/Wärmepumpe/Modul	Euro	3.900	4.500	9.500	18.000	13.900
Pufferspeicher/Brauchwarmwasserspeicher	Euro	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Lagerung/Gasanschluss/Wärmequelle	Euro	2.700	300	3.300	2.250	18.800
Schornstein/Abgasleitung	Euro	2.100	2.100	2.100	2.100	
Gas/Elektroinstallation	Euro	300	300	600	600	600
Entsorgung Heizöltank	Euro	400	0	400	400	400
Bauliche Anpassung der hausinternen Verteilung	Euro					6.100
Summe Investition	Euro	10.400	8.200	16.900	24.350	40.800
Nutzungsdauern						
Kesselanlage und Zubehör	a	20	20	20	15	20
Jahreswärmebedarf						
Heizung und Warmwasser	MWh	24,4	24,4	24,4	24,4	24,4
Jahresarbeitszahl (JAZ)						3,4
Anlagenwirkungsgrad/Jahresnutzungsgrad el	%	102%	92%	92%	25%	
Anlagennutzungsgrad/Jahresnutzungsgrad th	%	97%	87%	87%	65%	
Jahresbrennstoff-/Jahresstrombedarf	MWh	25,1	28,0	28,0	37,5	7,2
kapitalgebundene Kosten						
Zinssatz i		4,00%	0,04	4,00%	4,00%	4,00%
Zinsfaktor q		1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Annuitätsfaktor		0,07358	0,07358	0,07358	0,08994	0,07358
Invest p.a.	Euro	765	603	1.244	2.190	3.002
betriebsgebundene Kosten						
Wartung/Reinigung/Instandhaltung		234	252	479	141	352
Schornsteinfeger		60	60	120	60	0
Versicherung		0	70	0	0	0
Hilfsenergie (Strom)		35	35	60	0	0
Summe betr. Kosten		329	417	659	201	352
verbrauchsgebundene Kosten						
Erdgas/Öl	ct/kWh	4,77	6,0		4,77	
Pellets	ct/kWh			4,5	9,11*	
Strom	ct/kWh				0,55**	13,1
Summe verbrauchsgeb. Kosten	Euro/a	1.329	1.681	1.265	838	999
Gesamtkosten		2.423	2701	3.168	3.229	4.353
spez. Kosten	ct/kWh	9,9	11,1	13,0	13,2	17,9

* Stromeinspeisevergütung mit Förderung nach KWK-G

** Energiesteuergutschrift bei Stromeinspeisung durch KWK

Grundpreis Gas 154,70 Eur/a und Arbeitspreis 4,77 ct/kWh (Quelle: E.ON Westfalen-Weser, Juni 2010)

Grundpreis Strom 60 Eur/a

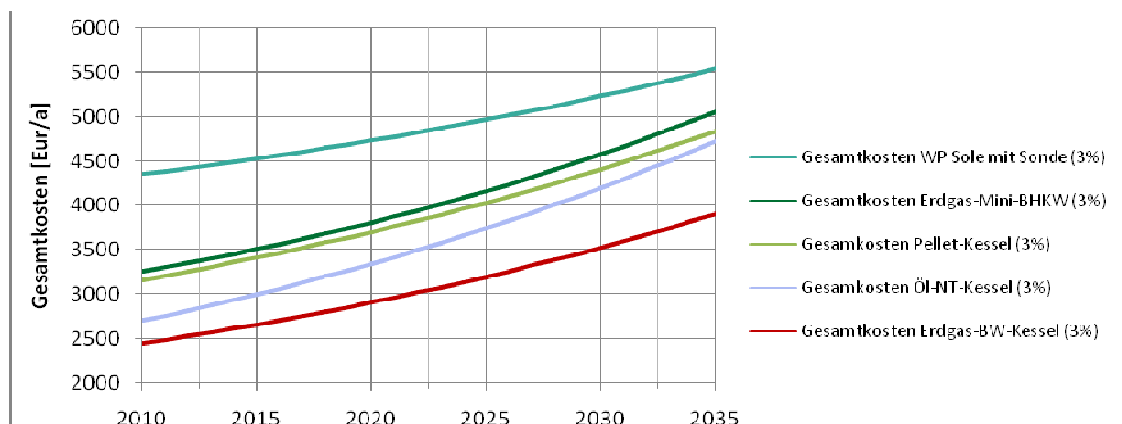
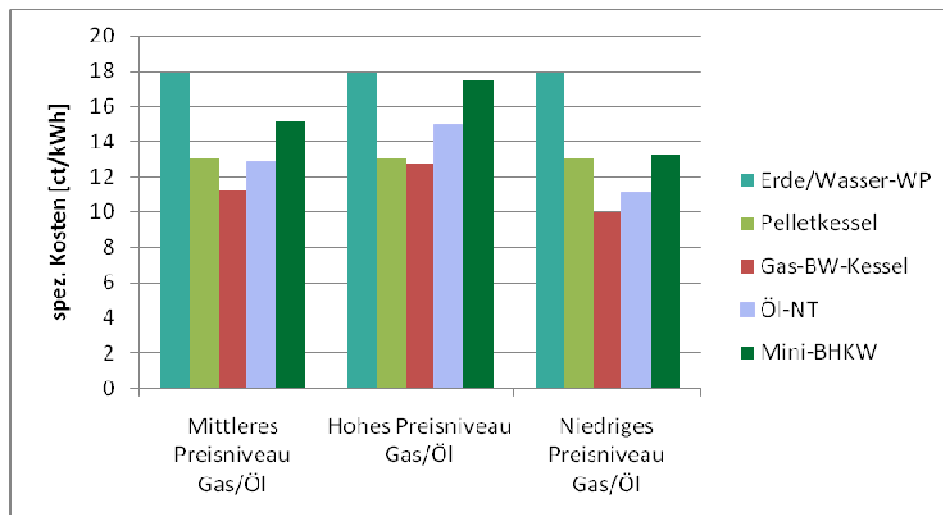
Quelle für Investitionskosten und betriebsgebundene Kosten Pellet-Kessel und Gas-BW-Kessel:

<http://www.ea-nrw.de/aktion-holzpellets/page.asp?TopCatID=5683&RubrikID=5683>

Gaspreisniveau	
mittlerer Gaspreis [Ct/kWh]	6,00
hoher Gaspreis [Ct/kWh]	7,50
niedriger Gaspreis [Ct/kWh]	4,77

Ölpreisniveau (ohne MWSt.)	
mittlerer Ölpreis [Ct/kWh]	7,55
hoher Ölpreis [Ct/kWh]	9,43
niedriger Ölpreis [Ct/kWh]	6,00

Mittleres Preisniveau Gas/Öl		Pelletkessel	Gas-BW-Kessel	Mini-BHKW	Erde/Wasser-WP	Öl-NT
Summe verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	1.261	1.638	1.299	999	2.115
Gesamtkosten der Versorgung	EUR/a	3.163	2.732	3.690	4.353	3.136
spez. Kosten	Ct/kWh	13,0	11,2	15,1	17,9	12,9
Hohes Preisniveau Gas/Öl						
Summe verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	1.261	2.015	1.862	999	2.642
Gesamtkosten der Versorgung	EUR/a	3.163	3.109	4.252	4.353	3.662
spez. Kosten	Ct/kWh	13,0	12,8	17,4	17,9	15,0
Niedriges Preisniveau Gas/Öl						
Summe verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	1.261	1.329	838	999	1.681
Gesamtkosten der Versorgung	EUR/a	3.163	2.423	3.229	4.353	2.701
spez. Kosten	Ct/kWh	13,0	9,9	13,2	17,9	11,1



Umfassend sanierter Altbau

(Wirtschaftlichkeitsrechnung ohne MWSt.)

Nutzfläche	m ²	150
Wärmebedarf Heizung	kWh/m ²	70
Wärmebedarf Warmwasser	kWh/m ²	12,5
Summe	kWh/m ²	82,5
Jahreswärmebedarf	MWh	12,4

		Erdgas-BW	Öl-NT	Pellet	Mini-BHKW	WP Luft	WP Sole mit Sonde	WP Sole mit Erdkollektor
Investitionen								
Kessel/Wärmepumpe/Modul	Euro	3.100	3.800	8.900	16.000	11.500	10.300	10.300
Pufferspeicher/Brauchwarmwasserspeicher	Euro	1.000	1.000	1.800	1.000	1.000	1.000	1.000
Lagerung/Gasanschluss/Wärmequelle	Euro	2.250	250	2.700	2.250	1.900	9.800	2.500
Schornstein/Abgasleitung	Euro	2.100	2.100	2.100	2.100			
Gas/Elektroinstallation	Euro	300	300	600	600	600	600	600
Entsorgung Heizöltank	Euro	400	0	400	400	400	400	400
Bauliche Anpassung der hausinternen Verteilung	Euro					6.100	6.100	6.100
Summe Investition	Euro	9.150	7.450	16.500	22.350	21.500	28.200	20.900
Nutzungsdauern								
Kesselanlage und Zubehör	a	20	20	20	15	20	20	20
Jahreswärmebedarf								
Heizung und Warmwasser	MWh	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4
Jahresarbeitszahl (JAZ)						2,8	3,4	3,4
Anlagenwirkungsgrad/Jahresnutzungsgrad el	%	1,0	0,92	0,9	0,3			
Anlagennutzungsgrad/Jahresnutzungsgrad th	%	1,0	0,87	0,9	0,7			
Jahresbrennstoff-/Jahresstrombedarf	MWh	12,8	14,2	14,2	19,0	4,4	3,6	3,6
kapitalgebundene Kosten								
Zinssatz i		4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%
Zinsfaktor q		1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
Annuitätsfaktor		0,07358	0,073582	0,07358	0,08994	0,07358	0,07358	0,07358
Invest p. a.	Euro	673	548	1.214	1.619	1.582	2.075	1.538
betriebsgebundene Kosten								
Wartung/Reinigung/Instandhaltung		222	245	475	71	265	352	352
Schornsteinfeger		60	60	120	60	0	0	0
Versicherung		0	70	0	0	0	0	0
Hilfsenergie (Strom)		18	18	30	0	0	0	0
Summe betr. Kosten		300	393	625	131	265	352	352
verbrauchsgebundene Kosten								
Erdgas/Öl	ct/kWh	4,77	6,0		4,77			
Pellets	ct/kWh			4,5	9,11*			
Strom	ct/kWh				0,55**	13,1	13,1	13,1
Summe verbrauchsgeb. Kosten	Euro/a	739	853	640	489	639	537	537
Gesamtkosten		1.712	1.795	2.479	2.631	2.486	2.964	2.427
spez. Kosten	ct/kWh	13,8	14,5	20,0	21,3	20,1	23,9	19,6

* Stromeinspeisevergütung mit Förderung nach KWKG

** Energiesteuergutschrift bei Stromeinspeisung durch KWK

Grundpreis Gas 154,70 Eur/a und Arbeitspreis 4,77 ct/kWh (Quelle: E.ON Westfalen-Weser, Juni 2010)

Grundpreis Strom 60 Eur/a

Quelle für Investitionskosten und betriebsgebundene Kosten Pellet-Kessel und Gas-BW-Kessel:

<http://www.ea-nrw.de/aktion-holzpellets/page.asp?TopCatID=5683&RubrikID=5683>

Gaspreisniveau (ohne MWSt.)	
mittlerer Gaspreis [Ct/kWh]	6,00
hoher Gaspreis [Ct/kWh]	7,50
niedriger Gaspreis [Ct/kWh]	4,77

Ölpreisniveau (ohne MWSt.)	
mittlerer Ölpreis [Ct/kWh]	7,55
hoher Ölpreis [Ct/kWh]	9,43
niedriger Ölpreis [Ct/kWh]	6,00

Mittleres Preisniveau Gas/Öl		Pelletkessel	Gas-BW-Kessel	Mini-BHKW	Luft/Wasser-WP	Erde (Sonde)/Wasser-WP	Erde (Kollektor)/Wasser-WP	Öl-NT-Kessel
Summe verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	640	895	724	639	537	537	1.074
Gesamtkosten der Versorgung	EUR/a	2.479	1.869	2.865	2.486	2.964	2.427	2.015
spez. Kosten	Ct/kWh	20,0	15,1	23,2	20,1	23,9	19,6	16,3
Hohes Preisniveau Gas/Öl								
Summe verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	640	1.087	1.009	639	537	537	1.342
Gesamtkosten der Versorgung	EUR/a	2.479	2.060	3.151	2.486	2.964	2.427	2.283
spez. Kosten	Ct/kWh	20,0	16,6	25,5	20,1	23,9	19,6	18,4
Niedriges Preisniveau Gas/öl								
Summe verbrauchsgebundene Kosten	EUR/a	640	739	489	639	537	537	853
Gesamtkosten der Versorgung	EUR/a	2.479	1.712	2.631	2.486	2.964	2.427	1.795
spez. Kosten	Ct/kWh	20,0	13,8	21,3	20,1	23,9	19,6	14,5

