

Stadt Nordhausen

Markt 1
99734 Nordhausen
Telefon: 03631 696 329
Telefax: 03631 696 87 329
E-Mail: agenda21@nordhausen.de
Internet: www.nordhausen.de



Nordhausen am Harz

| die neue Mitte |

Integriertes Klimaschutzkonzept – Teilkonzept

Wärmenutzung

„Erarbeitung eines Wärmenutzungskonzeptes“

Berichtszeitraum: 01.01.2011 bis 30.06.2012

Die „Erarbeitung eines Wärmenutzungskonzeptes“ für die Stadt Nordhausen wird gefördert durch:

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit**



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

**Im Rahmen der Klimaschutzinitiative
Förderkennzeichen 03KS1057-1**



**Betreuung und Projektträger:
Projektträger Jülich,
Forschungszentrum Jülich GmbH
Berlin**



**Fördermittelempfänger:
Stadtverwaltung Nordhausen, Amt für Umwelt und Grünordnung, Lokale Agenda 21**

Impressum:

Auftraggeber

Stadtverwaltung Nordhausen



Nordhausen am Harz

| die neue Mitte |

Ansprechpartner

Dipl.-Ing. Gabriela Sennecke (Amt für Umwelt und Grünordnung)

Dipl.-Ing. (FH) Steffen Meyer (Amt für Umwelt und Grünordnung)

Dipl.-Ing. Beate Meißner (Amt für Wirtschaftsförderung und Stadtplanung)

Auftragnehmer

Planungsbüro Graw

Senator-Wagner-Weg 4

49088 Osnabrück



Bearbeiter

Planungsbüro Graw

Dipl.-Ing. Karsten Reisdorf

Dipl.-Ing. Bernhard Vorjans

Dipl.-Ing. Aloys Graw

Haftungsausschluss

Trotz sorgfältiger Prüfung sämtlicher Inhalte in diesem Werk sind Unschärfen in der Datenbasis und der Methodik nicht auszuschließen. Die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität des Inhalts ist daher ohne Gewähr. Eine Haftung der Herausgeber und Autoren, auch für die mit dem Inhalt verbundenen potentiellen Folgen, insbesondere wirtschaftliche Verwertbarkeit und Vermögensschäden, ist ausgeschlossen. Der Inhalt dieses Konzeptes gibt ausschließlich die Meinung der Autoren wieder.

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung / Grundlagen	8
1.1 Einleitung.....	8
1.2 Energiewende - neue Herausforderung für Energiesysteme und Energiedienstleistungen	9
1.3 Grundlagen für Handlungsoptionen.....	10
2. Energieverbrauch auf Gebäudeebene	12
2.1 Öffentliche Gebäude	12
2.2 Gebäude von Wohnungsunternehmen.....	13
2.3 Privater Wohngebäudebestand.....	15
3. Zentrale Wärmebereitstellung in den fernwärmeversorgten Gebieten.....	16
3.1 Fernwärmeversorgung in Nordhausen	16
3.2 Fernwärme - ökologisch sinnvoll?	17
3.3 Ausgangssituation Fernwärme	17
3.3.1. Struktur Fernwärmegebiet Ost	20
3.3.2. Struktur Fernwärmegebiet Nord	23
3.3.3. Struktur Fernwärmegebiet Mitte	24
3.4 Handlungsoptionen.....	26
3.4.1. Senkung der Netztemperatur	26
3.4.2. Nachverdichtung	28
3.4.3. Abkopplung FW Netz	29
3.4.4. Quartierskonzepte	30
3.5 Zukunftsszenarien Fernwärme	31
3.5.1. Freies Energiepotenzial Fernwärme	34
3.5.2. Freies Flächenpotenzial Fernwärme.....	35
3.5.3. Emissionen bei Umstellung der Technik und Energieträger.....	39
3.5.1. Entwicklung Erneuerbare Energien in der Fernwärme	41
3.5.2. Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in der Fernwärme	43
3.5.3. Zusammenfassung der Handlungsoptionen im Klimaschutzszenario	44
4. Dezentrale Versorgungslösungen/-optionen	47
4.1 Handlungsfeld Wärmeerzeuger	47
4.1.1. Pellet- und Hackschnitzelheizung	47
4.1.2. Solarthermische Anlagen	48
4.1.3. Oberflächennahe Geothermie	49
4.1.4. Abwasserwärmenutzung	51
4.1.5. Fazit dezentrale Wärmeerzeuger	52
5. Maßnahmenkatalog Wärmenutzung.....	53
6. Akteursbeteiligung	54
7. Controlling	56

8. Öffentlichkeitsarbeit	59
8.1 Kommunikationsebene Vernetzung für den Klimaschutz	59
8.2 Kommunikationsebene Öffentlichkeit	59
Anhang	61
A1 Abkürzungen	61
A2 Glossar	62
A3 Literatur	64
A4 Maßnahmenblätter	65
A5 Definition Stadtraumtypen	75
A6 Einteilung der Stadt Nordhausen in Stadt- und Landschaftsraumtypen.....	77
A7 Gesamtjahreskostenvergleich zentral / dezentral	78

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Raumbezug und Akteure für Klimaschutzmaßnahmen	10
Abbildung 2: Betrachtungsebenen im lokalen Energiesystem	11
Abbildung 3: Gebiet mit Einzelversorgung und Fernwärme Nordhausen	16
Abbildung 4: CO ₂ -Emissionen Systemvergleich zentrale und dezentrale Versorgung.....	17
Abbildung 5: Fernwärmenetz Nordhausen.....	18
Abbildung 6: Monatliche Aufteilung der Energieerzeugung aus BHKW.....	20
Abbildung 7: Fernwärmegebiet Ost mit Stadtraumtypen.....	22
Abbildung 8: Fernwärmenetz Nord mit Stadtraumtypen	24
Abbildung 9: Fernwärmegebiet Mitte mit Stadtraumtypen.....	25
Abbildung 10: Karte Erdgas- und Fernwärmeversorgung in Mitte.....	26
Abbildung 11: Senkung der Netzverluste durch Reduzierung der Vorlauftemperatur.....	27
Abbildung 12: Systematik von Wärmenetzen nach Netztemperaturen (Quelle: www.zafh.net)	28
Abbildung 13: dezentrale Wärmenetze auf Quartiersebene (Quelle: www.zafh.net).....	29
Abbildung 14: Fernwärmeversorgung im Quartier Salza	31
Abbildung 15: Zukünftige Struktur Energieversorgung [PB-Graw nach Nitsch, 2010]	33
Abbildung 16: Entwicklung Energiebedarf und Energiepotenzial im FW-Gebiet.....	34
Abbildung 17: freies Fernwärmepotenzial nach Stadtraumtypen im FW-Gebiet.....	35
Abbildung 18: Entwicklung Energiebedarf und Flächenpotenzial im FW-Gebiet.....	36
Abbildung 19: freies Flächenpotenzial nach Stadtraumtypen im FW-Gebiet.....	37
Abbildung 20: Anteile Emissionen beim BHKW	39
Abbildung 21: CO ₂ Emissionen nach Energieträgern und Technik.....	40
Abbildung 22 Erneuerbare Energien in der Fernwärme (Referenzszenario)	41
Abbildung 23 Erneuerbare Energien im Fernwärmenetz (Klimaszenario)	42
Abbildung 24 CO ₂ Emissionen im Fernwärmenetz (Referenzszenario)	43
Abbildung 25 CO ₂ Emissionen im Fernwärmenetz (Klimaszenario)	44
Abbildung 26 Handlungsschwerpunkte im Klimaschutzszenario.....	45
Abbildung 27: Funktionsprinzip einer Pelletheizung [Quelle: mt-plan.de].....	48
Abbildung 28: Aufbau einer solarthermischen Anlage [Quelle: Software EVA].....	49
Abbildung 29: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe [Quelle: k-w-info.de]	50
Abbildung 30: Prozessschema Klimaschutzteilkonzept Wärmenutzung der Stadt Nordhausen.	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kennzahlen für kommunale Gebäude in 2009	12
Tabelle 2: Energiekennwerte von Wohngebäuden mit Fernwärmeversorgung	14
Tabelle 3: Sanierungsstand der Wohnungen von Wohnungsunternehmen in 2010	15
Tabelle 4: Flächen bebauter Stadtraumtypen	18
Tabelle 5: Entwicklung des Fernwärmeverbrauches (Nutzenergie witterungsbereinigt)	19
Tabelle 6: Kenndaten der Fernwärmeerzeugung für 2010	19
Tabelle 7: Kenndaten der Versorgungsgebiete	20
Tabelle 8: Kenndaten des Fernwärmenetzes	20
Tabelle 9: Wärmedichten der Fernwärmegebiete	37
Tabelle 10: Bewertung SRT nach Versorgung mit Fernwärme	38
Tabelle 11: Entwicklung Energiebedarf und Erweiterung vom Fernwärmenetz	38
Tabelle 12: typische Entzugsleistungen nach VDI 4640	51
Tabelle 13: Maßnahmenkatalog	53

1. Einführung / Grundlagen

1.1 Einleitung

Im Teilkonzept Wärmenutzung werden die Möglichkeiten zum Klimaschutz im Bereich der Fernwärmeversorgung für die Stadt Nordhausen untersucht. Zentral erzeugte Wärme wird über ein Fernwärmenetz zu den einzelnen Verbrauchsstellen transportiert. Die Wärme wird für die Heizung von Gebäuden, die Warmwasserbereitung, die Anwendung in industriellen Prozessen und bisher selten zur Erzeugung von Kälte verwendet. Werden nur kleine Gebiete mit Wärme versorgt, spricht man auch von Nahwärme.

Fernwärmenetze erfordern den Einsatz zentraler Wärmeerzeuger, dies ist ein Vorteil gegenüber dezentralen Wärmeerzeugern. Die zentralen Wärmeerzeugungsanlagen sind bezogen auf die Wärmeleistung preiswerter und effektiver als kleine dezentrale Wärmeerzeuger. Es können Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung eingesetzt werden, die gleichzeitig elektrischen Strom erzeugen. Eine Umstellung von Energieträgern ist bei zentralen Anlagen leichter und schneller durchzuführen. Ebenso können Energieträger eingesetzt werden, die dezentral nur mit erhöhtem Aufwand zu handhaben sind. Ein Beispiel ist der Einsatz von Biomasse. Zudem sind bei Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen der Netzanschluss und eine bedarfsgerechte Regelung der Anlagen für zentrale Erzeuger günstiger. Beim Betrieb von Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung schließt sich heute der ökologisch sinnvolle Einsatz von Solarthermie-Anlagen aus wirtschaftlichen Gründen häufig aus.

Den Vorteilen der zentralen Wärmeversorgung stehen beträchtliche Investitions- und Betriebskosten des Netzes und der Hausanschlussstationen gegenüber. Bei den Energieverlusten kommen die Verluste des Wärmenetzes hinzu. Aufgrund der erheblichen Investitionen ist eine langfristige Planungssicherheit für den Betrieb eines Fernwärmenetzes erforderlich. Zentrale Akteure wie der Netzbetreiber, die Wärmeabnehmer und die Stadt sollten sich regelmäßig über die Entwicklungen des Fernwärmenetzes abstimmen.

Die Struktur der Fernwärmeversorgung hat sich seit 1990 erheblich verändert:

- Umstellung der veralteten Wärmeerzeuger mit Kohlekesseln auf moderne mit Erdgas betriebene BHKW,
- Instandsetzung und Sanierung der Wärmenetze und Hausübergabestationen,
- Veränderung der Abnehmerstrukturen in der Wohnungswirtschaft durch Sanierung der Gebäude und Haustechnik, städtebaulicher Rückbau von Wohngebäuden und den Verlust von Abnehmern in Industrie und Gewerbe durch den Strukturwandel.

Sowohl die Umstellung der Energieträger als auch der Verbrauchsrückgang haben bereits ihren Beitrag zu den Klimaschutzerfolgen der Bundesrepublik geleistet.

Die aktuellen Entwicklungen zur Realisierung der bundesweiten Klimaschutzziele und der gewünschte Beitrag der Energiewirtschaft führen den Strukturwandel und die Notwendigkeit zur weiteren Anpassung der örtlichen Strukturen fort. Zukunftsszenarien für die Fernwärme in den neuen Bundesländern hat die Sachsen Bank mit der HHL Leipzig entwickelt. Zwei Szenarien finden sich in den lokalen Ansätzen des Klimaschutz-Teilkonzeptes zur Wärmenutzung wieder: die Gestaltung einer lokalen zukunftsfähigen

Fernwärmeversorgung und die Entwicklung von hocheffizienten Versorgungslösungen mit Nahwärme. Für den Klimaschutz von zentraler Bedeutung wird das Zusammenspiel der Stadt Nordhausen, die Wohnungswirtschaft und der Energieversorgung in Nordhausen sein. Energiewirtschaftliche Trends und Rahmenbedingungen zum Klimaschutz werden nachfolgend dargestellt.

1.2 Energiewende - neue Herausforderung für Energiesysteme und Energiedienstleistungen

Für eine erfolgreiche Energiewende kann die Nutzung von Fernwärme nicht mehr losgelöst von möglichen Aufgaben und Funktionen im zukünftigen lokalen Energiesystem betrachtet werden. Deshalb muss neben der Wärmeproduktion die Stromproduktion durch die Blockheizkraftwerke (BHKW) berücksichtigt werden. Für den wirtschaftlichen Betrieb der BHKW besitzt die Stromproduktion sogar die vorrangige Bedeutung.

Die Netzlast des von der EVN betriebenen Stromnetzes beträgt an der Übergabe von den überregionalen Verteilnetzen 36 MW. Als Energieerzeugungskapazitäten innerhalb des Untersuchungsgebietes angeschlossen sind nach dem Datenstand Dezember 2010 unter anderem die BHKW zur Fernwärmeerzeugung mit einer elektrischen Leistung von 10 MW. Starken Schwankungen unterliegt die Leistung aus Fotovoltaik mit 8,8 MW_{peak} und Windenergie mit 15 MW. Die Biogas-BHKW stehen mit einer Leistung von 2,8 MW in der Grundlast zur Verfügung. Für den permanenten Ausgleich von Strombedarf und Stromerzeugung innerhalb des Verteilnetzes Nordhausen entsteht ein erheblicher Leistungsbedarf für Regelenergie durch die schwankende Einspeisung aufgrund der Verfügbarkeit von Windkraft- und PV-Stromanlagen. Der Leistungsbedarf für die Regelenergie beläuft sich auf etwa 24 MW. Dieser kann 2010 bereits maximal Zweidrittel der Netzlast betragen. Bei dem weiteren Ausbau der erneuerbarer Energieanlagen muss eine Antwort für dieses regelungstechnische und betriebswirtschaftliche Problem gefunden werden. Die lokalen BHKW können einerseits, wenn die Wärmespeicher groß genug sind, teilweise zur Regelung der Last herangezogen werden. Andererseits müssen die mit Erdgas betriebenen KWK - Motoren der Fernwärme - BHKW heute schon abgeschaltet werden, wenn zuviel erneuerbarer Strom im Netz ist.

Die Deutsche Energie-Agentur dena sieht die Herausforderung in der Optimierung des gesamten Energiesystems unter Berücksichtigung der Angebots- und Nachfrageseite. Schlüssel dafür ist die Energieeffizienz entlang der gesamten Versorgungskette. Ziel im Bereich der Stromversorgung ist die Vermeidung des Einsatzes fossiler Energieträger unter Optimierung der volkswirtschaftlichen Kosten. Dies erfordert die Erschließung von Effizienzpotenzialen auf der Verbrauchsseite, die Veränderung der Erzeugungsstruktur hinsichtlich des Ausbaus der erneuerbaren Energien und der Flexibilisierung des konventionellen Kraftwerksparks. Die Stromnetze müssen für die neuen Aufgaben ausgebaut und optimiert werden. Gleichzeitig ist ein Ausbau von Energiespeichern erforderlich und die Potenziale zum Lastmanagement müssen erschlossen werden [dena]. Unter dem Kostenargument ist dieser Aufwand zu vertreten, wenn die volkswirtschaftlichen Kosten durch Folgeschäden des Klimawandels herangezogen werden. Die volkswirtschaftlichen Kosten für sofortigen konsequenten Klimaschutz sind deutlich geringer als die Kosten, die

durch die Bekämpfung/Kompensation von Folgeschäden des Klimawandels zu erwarten sind [Stern 2006].

Für Nordhausen ist der Ausbau der Energieeffizienz auf der Verbraucherseite und der Anlagen zur erneuerbaren Energieerzeugung in den Szenarien des integrierten Klimaschutzkonzeptes beschrieben. Analysen für den Wärmesektor folgen in diesem Wärmekonzept. Die Flexibilisierung der Fernwärme - BHKW, die bisher wärmegeführt in Abhängigkeit vom Fernwärmebedarf betrieben wurde, wird zurzeit durch den Zubau größerer Wärmespeicher realisiert. Dies erlaubt eine zunehmend stromoptimierte Fahrweise der KWK - Aggregate. Inwieweit das Lastmanagement oder die Stromnetze ausgebaut werden müssen, kann im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes nicht überprüft werden. Energiespeicher sind im deutschen Erdgasnetz vorhanden. In welcher Weise diese in einem zukünftigen dezentralen Energiesystem genutzt werden können, wird in Kapitel 3.4.2 beschrieben.

1.3 Grundlagen für Handlungsoptionen

Die Entwicklung von Klimaschutzmaßnahmen in der Stadt muss unterschiedliche räumliche Ebenen betrachten (vgl. Abbildung 1). Die Zielvorstellungen der nationalen Klimaschutzpolitik werden individuell auf der lokalen Handlungsebene angewendet. Wirkungsvolles Handeln ist dann möglich, wenn Projekte, Ansätze und Zielvorstellungen auf den unterschiedlichen räumlichen Ebenen ineinander greifen.

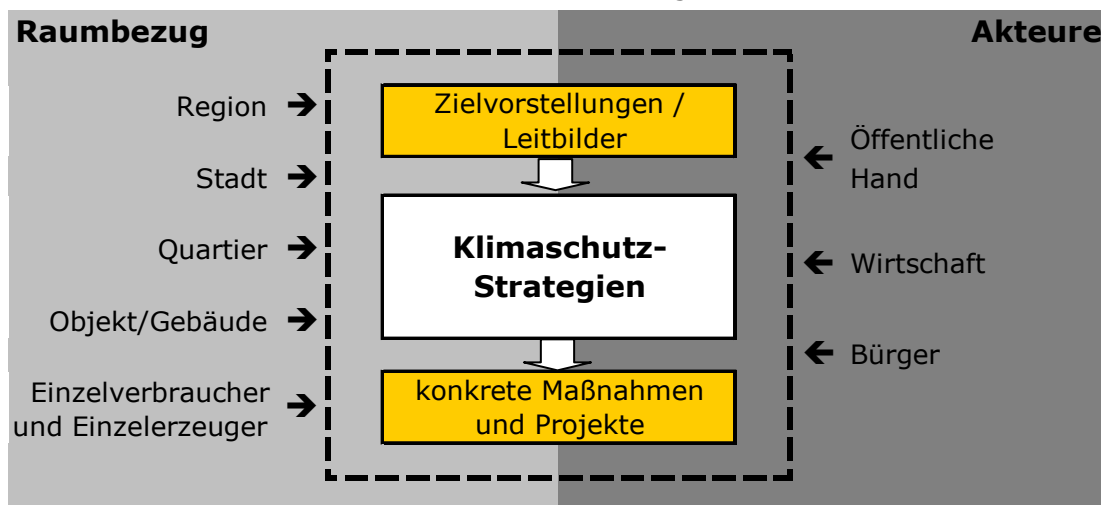


Abbildung 1: Raumbezug und Akteure für Klimaschutzmaßnahmen

Für den Erfolg der Klimaschutzstrategien ist es wichtig die Handlungsansätze der unterschiedlichen Akteure aufeinander abzustimmen. Der Energiebedarf ergibt sich aus der Anwendung einzelner Geräte zur Befriedigung grundlegender Bedürfnisse in den Bereichen Mobilität, Strom und Wärme. Aufgrund der Vielfalt des Energieeinsatzes bedarf es häufig bereits auf der Objektebene einer Analyse der Ursachen für den Energieverbrauch. Abbildung 2 zeigt die unterschiedlichen Ebenen der Energieanwendung. Diese reicht vom Energiebedarf der einzelnen Anwendung in Form von Strom, Kraft oder Wärme, über die eingesetzte Energieumwandlung in Anlagen und Geräten bis hin zum eingesetzten Energieträger. Entsprechend sollten für den Klimaschutz die Handlungsansätze

Energieeinsparung, effiziente Energieumwandlung und der Einsatz erneuerbarer Energien aufeinander abgestimmt werden.

Werden die Emissionen für ein größeres räumliches Gebiet betrachtet, so resultieren diese aus der Anwendung im Einzelfall und den Gestaltungsmöglichkeiten des Energiesystems. Daher ist für den Klimaschutz eine größtmögliche Transparenz der Einflussmöglichkeiten herzustellen. Die verschiedenen Akteure sind auf den unterschiedlichen räumlichen Ebenen für eine Zusammenarbeit zu gewinnen und Maßnahmen auf der geeigneten räumlichen Bezugsebene zu ergreifen.

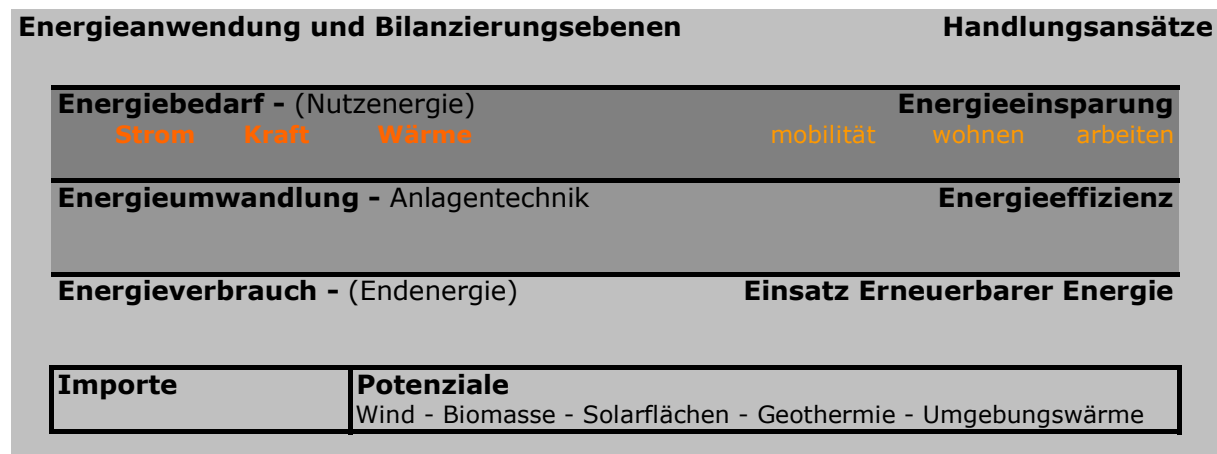


Abbildung 2: Betrachtungsebenen im lokalen Energiesystem

2. Energieverbrauch auf Gebäudeebene

Der Energieverbrauch von Gebäuden wird durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst. Im Wesentlichen sind dies die Witterung, die Gebäudekonstruktion, die Anlagentechnik und das Nutzerverhalten. Ansatzpunkte für den Klimaschutz bieten sich sowohl im Bereich der technischen Rahmenbedingungen, als auch im Bereich der Gebäudenutzung. Häufig ist das Nutzerverhalten ein unterschätzter Einflussfaktor auf den Gebäudeenergieverbrauch. Für den Bereich von Zweckbauten und Organisationen werden auf Grundlage von Simulationen Einsparpotenziale von 9 % für den Wärmeverbrauch und bis zu 18 % für den Stromverbrauch geschätzt. Zu berücksichtigen ist, dass Nutzerverhalten mitunter nur mit hohem Aufwand zu beeinflussen ist [Klesse, 2010].

Maßnahmen im Gebäudesektor haben durch die Nutzungsdauer der Gebäudekonstruktionen und der Anlagentechnik langfristige Auswirkungen auf den Klimaschutz. Daher können insbesondere durch integrierte Planung und hohe Ausführungsqualitäten von baulichen Maßnahmen langfristige Klimaschutzziele erreicht werden. Wirtschaftlich interessant ist eine Kopplung von Instandsetzungsarbeiten und Maßnahmen zur Energieeinsparung. Dies hat zur Folge, dass sich für Bauteile, die nicht energetisch saniert werden, erst wieder in einem langjährigen Turnus, bauteilabhängig z.B. innerhalb von 40 Jahren, die Chance zur Wärmdämmung besteht. Um langfristig optimierte Kosten für den Gebäudebetrieb zu erreichen, sind Energiekonzepte bei Sanierung und Neubau zu empfehlen. Einen allgemeinen Überblick über Technik, Potenziale, Kosten und Wirtschaftlichkeit bietet der „Querschnittsbericht Energieeffizient im Wohngebäudebestand“ [Loga et al. 2007].

2.1 Öffentliche Gebäude

Die Effizienz der städtischen Liegenschaften können anhand von Verbrauchsdaten grob bewertet werden. Um das Klimaschutzpotenzial zu erheben, sind die vorliegenden Verbrauchsdaten für das Jahr 2009 mit statistischen Kennzahlen der ages GmbH, Münster, verglichen worden [ages 2007]. Die Zusammenfassung der Ergebnisse für Strom und Wärme zeigt Tabelle 1. Auf Grundlage der Bruttogeschossfläche (BGF) werden witterungskorrigierte Kennwerte mit den Zielwerten der ages verglichen. Aus der prozentualen Abweichung ergibt sich das geschätzte Einsparpotenzial.

Tabelle 1: Kennzahlen für kommunale Gebäude in 2009

Gebäude Verbrauchskennzahlen für 2009	Anzahl	Fläche BGF in m ²	Strom		Wärme			Einspar- potenzial
			Strom- verbrauch Mwh	Einspar- potenzial	Wärme- verbrauch Mwh	Kennwert kWh/m ² *a	Zielwert kWh/m ² *a	
Kindertagesstätten	18	27.413	277	21%	2.247	73,4	76,0	-4%
Schulen und Sporthallen	9	32.155	451	14%	3.125	80,8	62,0	23%
Kultureinrichtungen	6	3.784	109	57%	586	94,1	50,0	47%
Sportstätten	10	7.895	172	43%	1.316	173,5	73,0	58%
Verwaltungsgebäude	4	13.547	364	63%	1.184	77,9	59,0	24%
Feuerwehren	14	3.792	88	79%	654	171,4	87,0	49%
Friedhof	1	1.058	108	n.b.	845	n.b.	n.b.	n.b.
Gemeinschaftshäuser	14	6.799	46	16%	270	49,6	67,0	-35%
Gesamt	76	96.443	1.616	30%	10.227			16%

Von der ages wurden für unterschiedliche Gebäudearten Zielwert ermittelt. Die Zielwerte beschreiben das statistische Mittel des obersten Quartils einer Grundgesamtheit von Referenzgebäuden. Zum Beispiel bildet sich der Vergleichswert für Schulen aus den Verbrauchsdaten von 659 Objekten. Der Zielwert beträgt für Schulen 62 kWh/m²*a (Mittelwert der besten 25 % dieser Gebäude). Dieser spezifische Verbrauch ist demzufolge bereits auf Grundlage des heutigen Gebäudebestandes realistisch erreichbar. Da die technischen Möglichkeiten und Anforderungen an die Gebäudedämmung zunehmen, sollten die Zielwerte bei zukünftigen energetischen Sanierungen deutlich unterschritten werden.

Tabelle 1 zeigt, dass die Schulen mit einem Kennwert von 80,8 kWh/m²*a nur noch 23 % über dem Zielwert von 62 kWh/m²*a liegen. Im nach BGF gewichteten Mittel ergibt sich für den Wärmebereich ein Einsparpotenzial der städtischen Liegenschaften von 16 %. Dieser Wert ist sehr gering. Häufig wird in Konzepten von einem Einsparpotenzial von ca. 50 % ausgegangen.

Das relativ geringe Potenzial kann auf unterschiedliche Gründe zurückgeführt werden. Zum einen kann der größere Anteil des kommunalen Gebäudebestandes bereits saniert sein. Dies trifft für die Schulen in Nordhausen zu. Andererseits liegen keine Informationen über die städtischen Liegenschaften im Detail vor. Die Nutzung der Gebäude kann erheblichen Einfluß auf die Verbrauchskennzahlen haben. Die hier vorliegende Auswertung ist ohne Überprüfung der Daten am Objekt und nur für ein Verbrauchsjahr durchgeführt worden. Als Grundlage für ein kommunales Energiemanagement muss eine differenziertere Analyse der städtischen Liegenschaften erfolgen. Zum Beispiel sind zur Beurteilung der Verbrauchsdaten Mittelwerte über mehrere Jahre, Nutzungsprofile der Gebäude (Bei verminderter Nutzung von Gebäuden täuschen niedrige Verbrauchskennwerte einen besseren Energiestandart vor.) und tatsächliche Zählerstrukturen zu berücksichtigen. Es wird empfohlen für ein effizientes Energiemanagement eine Grundlegendatenerhebung durch ein Klimaschutzteilkonzept der städtischen Liegenschaften durchzuführen.

Der Aufbau eines kommunalen Energiemanagements hat zum Ziel Einsparpotenziale im Gebäudebestand zu generieren. Bausteine eines Energiemanagements sind die Bestandsaufnahme und Ausgangsanalyse. Auf dieser Grundlage werden Konzepte erarbeitet, Prioritäten für Maßnahmen festgelegt und die Umsetzung beschlossen. Der Erfolg wird nach der Umsetzung kontrolliert. Energieberichte dokumentieren das kommunale Energiemanagement. Handlungsoptionen des Energiemanagements bestehen in der Optimierung des Nutzerverhaltens, der Gebäudetechnik und der Gebäudehülle. Außerdem sind die Energiekosten ggf. durch Lastmanagement, Optimierung des Energieeinkaufs und die Nutzung der regenerativen Potenziale zu gestalten. Durch die Einsparungen können in der Regel die zusätzlichen Personalaufwendungen mehr als abgedeckt werden.

2.2 Gebäude von Wohnungsunternehmen

Wohnungsunternehmen halten in Nordhausen circa 10.100 Wohnungen. Das ist etwa die Hälfte des Wohnungsbestandes in Nordhausen. Zu diesen Wohnungen liegen aufgrund der zentralen Ansprechpartner umfangreiche Daten vor. Für das Klimaschutzkonzept werden Verbrauchsdaten ausgewertet. Aufgrund der zentralen Abrechnung ist der Fern-

wärmebezug gut dokumentiert. Bei Gebäuden mit Etagenheizung erfolgt die Abrechnung direkt zwischen Mieter und Energieversorger. Tabelle 2 zeigt die Auswertung für die mit Fernwärme versorgten Gebäude. Als Grundlage wurden die Verbrauchsdaten für das Jahr 2010 nach VDI 3807 witterungsbereinigt und auf den bundesdeutschen Vergleichsstandort Würzburg bezogen. So kann der spezifische Verbrauch in den Versorgungsgebieten den Referenzwerten für große Mehrfamilienhäuser gegenübergestellt werden. In dieser Gebäudeklasse bildet sich der Referenzwert aus dem spezifischen Verbrauch von 24.047 Mehrfamilienhäusern. Der Median dieser Gebäude liegt bei 114 kWh/m²*a und der Zielwert (Mittelwert oberstes Viertels dieser Gebäude) beträgt 72 kWh/m²*a [ages, 2007]. Anhand des Vergleichs zwischen Zielwert und dem bereinigten spezifischen Verbrauch der Gebäude in Nordhausen ergibt sich das Einsparpotenzial. Das Einsparpotenzial sollte bei zukünftigen energetischen Sanierungen aufgrund des technologischen Fortschrittes und erhöhter Anforderungen größer sein.

Tabelle 2: Energiekennwerte von Wohngebäuden mit Fernwärmeversorgung

Fernwärmegebiet (FW)	Wohneinheiten mit Daten	spezifischer Verbrauch [kWh/m ² *a]	Mindesteinsparpotenzial
FW Nord	1105	126	43%
FW Ost	574	86	16%
FW Mitte	5321	93	23%
davon FW Salza	1315	101	29%
FW Gesamt	7000	97	26%

Die Lage der einzelnen Fernwärmegebiete ist in der Karte, Abbildung 5 dargestellt. Die Ergebnisse aus Tabelle 2 zeigen, dass im Versorgungsgebiet Nord, bezogen auf 2010 mit 43 % noch die höchsten Sanierungspotenziale liegen. Der spezifische Verbrauch liegt jedoch nur 10% über dem Durchschnitt des heutigen Mehrfamilienhausbestandes. Das Fernwärmeversorgungsgebiet mit den geringsten Einsparpotenzialen ist das Gebiet Ost. Der spezifische Verbrauch liegt mit 86 kWh/m²*a nur 16 % über dem Zielwert von 72 kWh/m²*a. Wie in Tabelle 2 ersichtlich, ist im Versorgungsgebiet Ost der Sanierungsstand mit 57 % am höchsten, dicht gefolgt von Mitte mit 55 %. Aufgrund der Gebietsgröße im Versorgungsgebiet Mitte ist der Wohngebäudebestand deutlich heterogener. Das Einsparpotenzial liegt mit 23 % höher als im Gebiet Ost.

Aufgrund seiner Lage und möglicher Maßnahmen ist der an Nordhausen Salza angegliederte Plattenbaubestand, der vom Fernwärmenetz Mitte aus versorgt wird, separat betrachtet. Der gesamte Gebäudebestand in diesem Gebiet ist teilsaniert. Die Verbrauchskennwerte liegen mit 101 kWh/m²*a verhältnismäßig hoch. Das Einsparpotenzial, bezogen auf die heutigen Kennwerte von Mehrfamilienhäusern, ist mit 29 % verhältnismäßig hoch. Die Plattenbausiedlung zählt mit dem durchschnittlichen Baualter von 1976 zu dem Anfang des Plattenbaus in Nordhausen.

In Kapitel 3.5.1 werden Szenarien für die mit Fernwärme versorgten Gebiete beschreiben. Das Referenzszenario geht von einer Sanierungsrate von 1 % aus. Es erreicht im Jahr 2050 mit einem Rückgang des Energieverbrauchs um 20 % nicht das gesamte Einsparpotenzial in den mit Fernwärme versorgten Gebieten. Das Klimaschutzszenario ist deutlich ambitionierter, es geht von einer Reduktion des Energieverbrauchs um 40 % aus. Die abgeschätzten Potenziale liegen mit 26 %, nach heutigem Stand der Baupraxis, zwischen den beiden Szenarien.

Bei der Betrachtung von Verbrauchskennwerten ist zu beachten, dass Verbrauchsdaten nicht alleine durch die Qualität der Gebäudehülle bestimmt sind, sondern auch die Art der Nutzung einen entscheidenden Einfluss auf den Verbrauch hat. Ist eines der Gebiete beispielsweise von Wohnungsleerstand geprägt, so weist dieses auch geringere Verbrauchswerte auf.

Tabelle 3: Sanierungsstand der Wohnungen von Wohnungsunternehmen in 2010

Gebiet	Baujahr Ø	saniert	teilsaniert	unsaniert
FW Nord	1980	15 %	85 %	0 %
FW Ost	1989	57 %	43 %	0 %
FW Mitte	1986	55 %	39 %	6 %
davon FW Salza	1976	0 %	100 %	0 %
FW Gesamt		49 %	47 %	4 %
Einzelversorgte Gebäude	1946	94 %	6 %	0 %
Gesamt		62 %	35 %	3 %

Tabelle 3 zeigt zusätzlich den Sanierungsstand in Gebäuden der Wohnungsunternehmen, die eine Einzelversorgung besitzen. Hieraus wird ersichtlich, dass dieser Gebäudebestand mit 94 % bereits größtenteils saniert ist. Eine weitergehende energetische Sanierung ist für diesen Teil des Gebäudebestandes in nächster Zeit nicht zu erwarten.

Ein Drittel der Wohneinheiten in Nordhausen ist mit Fernwärme versorgt. Dieses Drittel verbraucht jedoch nur ein Viertel der Energie für die Wärmebereitstellung. Dies zeigt, dass die Wohnform in großen Mehrfamilienhäusern gut für den Klimaschutz ist. Sie sollte weiterhin gefördert werden, um die Wohnattraktivität zu erhalten.

2.3 Privater Wohngebäudebestand

Zum privaten Wohngebäudebestand sind für das Klimaschutzkonzept keine Verbrauchsdaten vorhanden. Ein durchschnittlicher Energieverbrauch kann nur über die Kartierung der Stadtraumtypen nach dem integrierten Klimaschutzkonzept abgeschätzt werden. Auf Grundlage der gesamtstädtischen Energiebilanz wird ein standardisierter Energieverbrauch den einzelnen Stadtraumtypen zugewiesen werden. Die Auswirkungen der Klimaschuttszenarien können mit den einzelnen Stadtraumtypen betrachtet werden.

Aufgrund der Vielzahl der Eigentümer kann die Stadt nur indirekt Einfluss auf den Klimaschutz im privaten Wohngebäudebestand nehmen. Da der Energieverbrauch für den Bereich Wohnen zu drei Vierteln im privaten Wohnungsbereich liegt, sind für diesen Bereich ebenso Klimaschutzmaßnahmen zu ergreifen. Zur Zeit sind die Vielzahl der privaten Akteure hauptsächlich durch Informations- und Öffentlichkeitsarbeit zu erreichen.

3. Zentrale Wärmebereitstellung in den fernwärmeversorgten Gebieten

3.1 Fernwärmeversorgung in Nordhausen

In der folgenden Abbildung ist das Versorgungsgebiet der Stadt Nordhausen zu sehen, ein Gebiet mit größtenteils Einzelversorgung durch Erdgas und nicht leitungsgebundene Energieträger. Die Gebiete mit Einzelversorgung haben in der Stadt Nordhausen einen

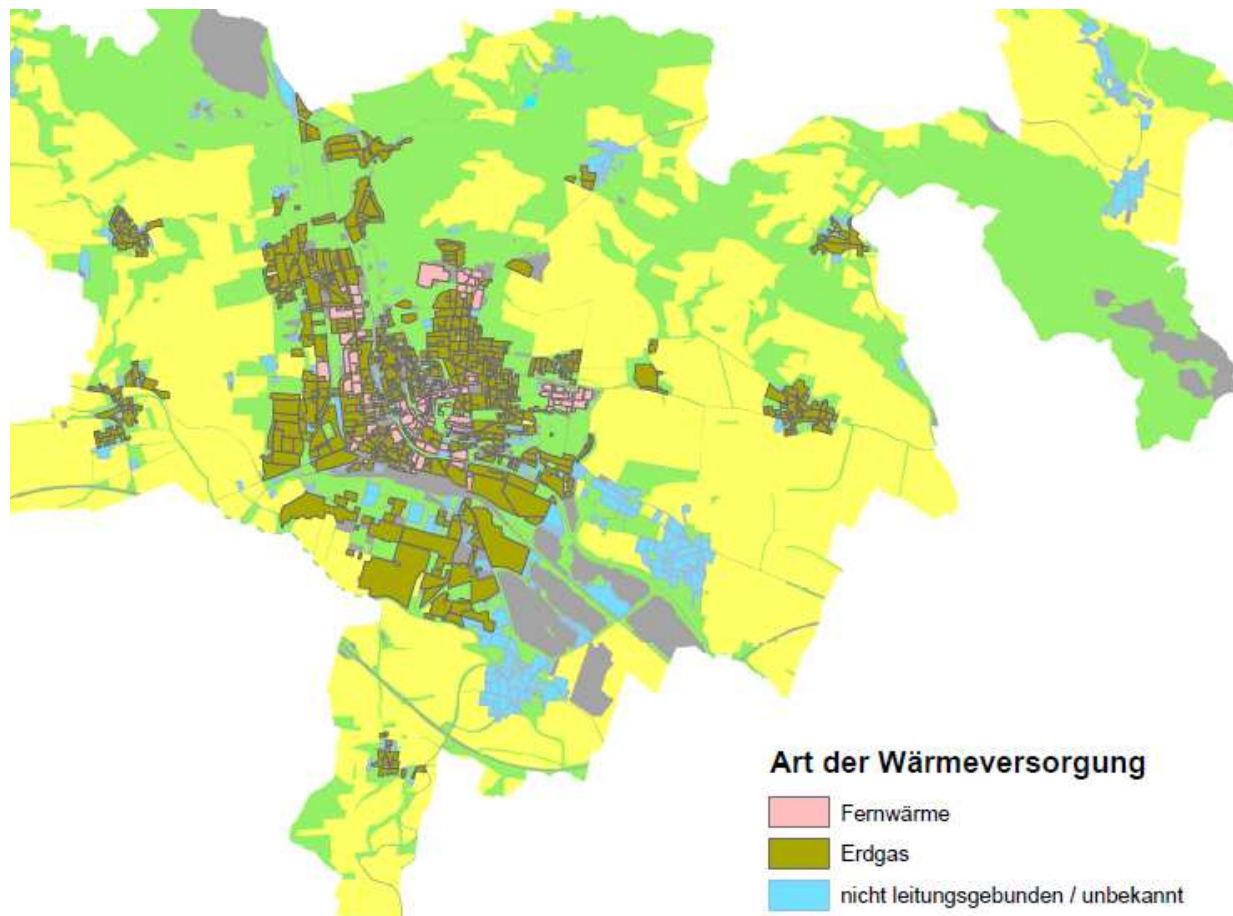


Abbildung 3: Gebiet mit Einzelversorgung und Fernwärme Nordhausen

Anteil von etwa 76 % am Endenergieverbrauch für Wärme. Für die Fernwärmeproduktion werden 24 % des Endenergieverbrauches Erdgas (ca. 120 GWh) benötigt. Durch die Kraftwärmekopplung werden zusätzlich aus ca. 65 GWh Erdgas 58 GWh Strom erzeugt. Die Strom Eigenerzeugung durch Fernwärme Blockheizkraftwerke kann etwa 30 % des Stromverbrauchs im Stadtgebiet von Nordhausen decken. Durch die Produktion in Abhängigkeit des Fernwärmebedarfs ist dieser Anteil witterungsabhängig.

3.2 Fernwärme - ökologisch sinnvoll?

Die zentrale Frage, die es im Teilkonzepts Wärmenutzung zu beantworten gilt, lautet: „Ist der Betrieb oder gar Ausbau des Fernwärmenetzes in Nordhausen ökonomisch und ökologisch sinnvoll?“ Bei Betrachtung des nachfolgenden Diagramms wird zumindest der ökologische Aspekt der Frage eindeutig beantwortet.

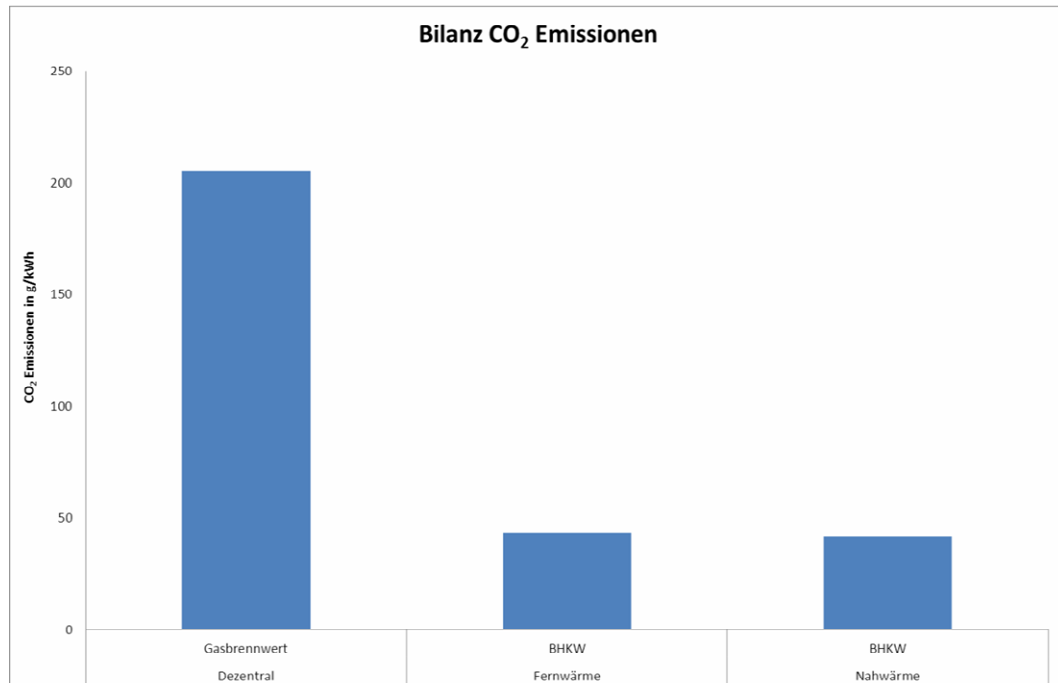


Abbildung 4: CO₂-Emissionen Systemvergleich zentrale und dezentrale Versorgung

Im Vergleich mit einer dezentralen Wärmeversorgung wird bei der Fernwärmeversorgung in Nordhausen (Betriebsparameter von Nordhausen angesetzt) weniger als ein Viertel CO₂ emittiert, obwohl der Wirkungsgrad eines Brennwertkessels höher als der eines BHKW ist und bei dezentralem Einsatz auch keine Netzverluste vorhanden sind. Maßgeblich für die dennoch bessere CO₂-Bilanz ist, dass durch den Betrieb von BHKW Strom produziert wird, durch den eine gewisse Menge Strom-Mix aus dem öffentlichen Stromnetz kompensiert und so eine CO₂-Reduktion (Stromgutschrift) erzielt wird.

Weiterhin zeigt das Diagramm, dass das Fernwärmenetz in Nordhausen trotz höherer Netzverluste gegenüber einem nicht so ausgedehnten Nahwärmenetz nur eine unwesentlich niedrigere CO₂-Emission aufweist, bei ansonsten gleichen Betriebsparametern.

3.3 Ausgangssituation Fernwärme

In Nordhausen werden drei Fernwärmenetze betrieben: Mitte, Nord und Ost. Die zugehörigen Satzungsgebiete mit den Netzen und den Fernwärme versorgten Gebäuden sind in der folgenden Karte dargestellt.

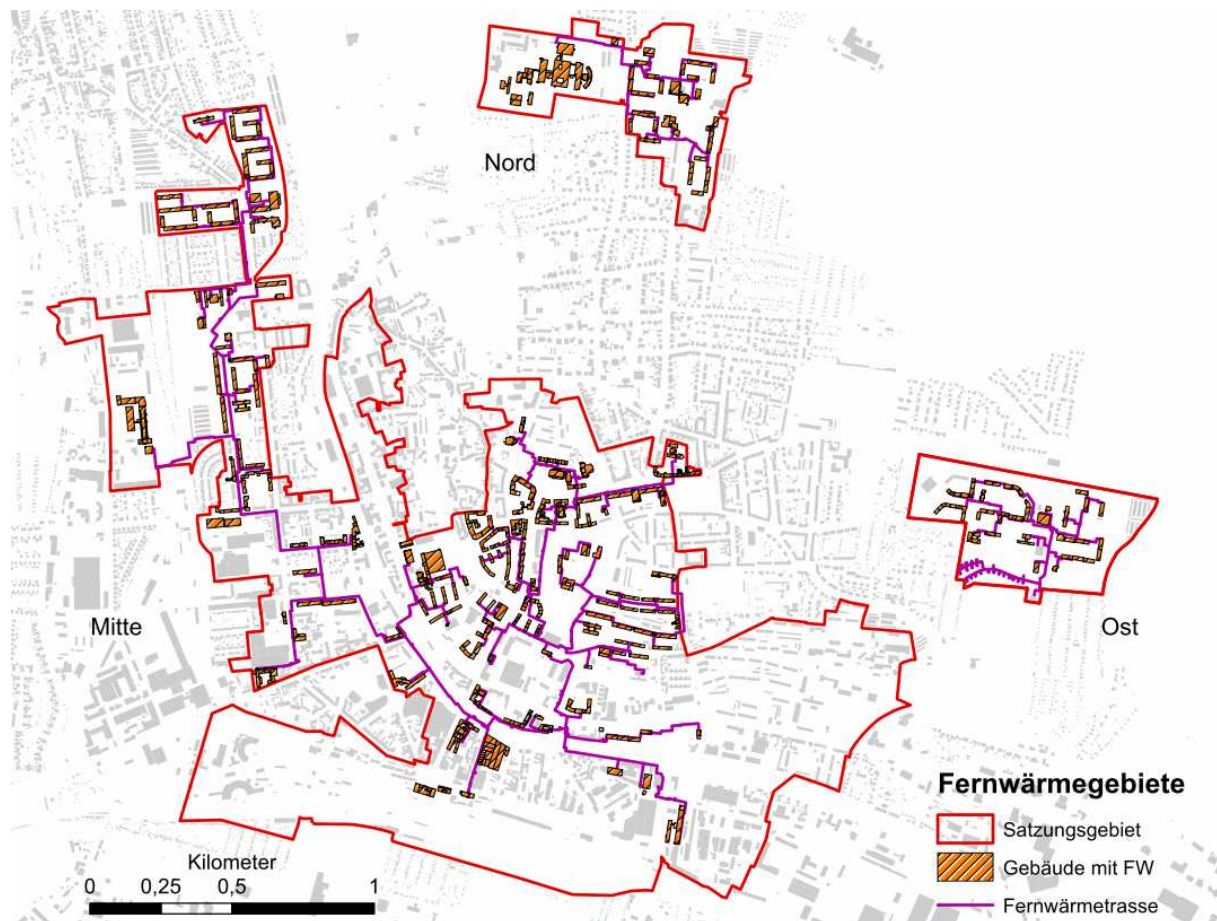


Abbildung 5: Fernwärmenetz Nordhausen

Die Gebiete unterscheiden sich deutlich in der Größe und besitzen eine unterschiedliche Struktur. Tabelle 4 zeigt: Während in Nord fast das gesamte Satzungsgebiet erschlossen ist, ist in Mitte noch ein anzuschließendes Gebäudeflächenpotenzial von mehr als 60 % vorhanden. In Ost besteht das ausgewiesene Flächenpotenzial zum großen Teil aus Baulandreserven, die durch den Stadtumbau frei geworden sind. Detaillierte Betrachtungen erfolgen in den weiteren Kapiteln.

Tabelle 4: Flächen bebauter Stadtraumtypen

	Mitte	Nord	Ost
Flächen im Fernwärmesatzungsgebiet	191,3 ha	22,4 ha	27,4 ha
Flächen mit Fernwärmeversorgung	71,6 ha	20,0 ha	13,4 ha
Erschließungsanteil FW versorgt	37 %	89 %	49 %

Der Rückgang des Wärmeverbrauchs in den einzelnen Versorgungsgebieten zeigt Tabelle 4. Ursachen sind im Strukturwandel nach der Wende und in der zunehmenden Gebäudesanierung zu finden. Auf einzelne Wirkungszusammenhänge wird in der Gebietsanalyse eingegangen. Der Prozesswärmeanteil im Südharz-Krankenhaus weist dagegen eine steigende Tendenz auf. Die Bereitstellung von Prozesswärme wird bei der Auswertung der BHKW nicht weiter betrachtet, dies muss auf der Objektebene geschehen. Die Verbrauchsdaten von Erdgas werden im Klimaschutzkonzept nach dem unteren Heizwert angegeben, da innerhalb der Energiebilanzen des integrierten Klimaschutzkonzeptes eine

Vergleichbarkeit der Energieträger in den Energiebilanzen gegeben sein muss. Für Holz, Kohle und Heizöl wird üblicherweise ebenfalls der untere Heizwert angegeben.

Tabelle 5: Entwicklung des Fernwärmeverbrauches (Nutzenergie witterungsbereinigt)

Zeitschnitt	Fernwärme			Prozesswärme
	Mitte	Nord	Ost	Krankenhaus
1995	110,6 GWh	32,3 GWh	18,9 GWh	3,3 GWh
2000	72,6 GWh	26,5 GWh	13,6 GWh	5,6 GWh
2005	68,6 GWh	24,3 GWh	10,5 GWh	5,5 GWh
2010	59,4 GWh	23,3 GWh	8,3 GWh	5,9 GWh
Veränderung 95/10	-46%	-28%	-56%	82%
Veränderung 05/10	-13%	-4%	-20%	8%

In der folgenden Tabelle sind die zentralen Daten der erdgasbetriebenen Blockheizkraftwerke (BHKW) der Fernwärmegebiete aufgeführt.

Tabelle 6: Kenndaten der Fernwärmeerzeugung für 2010

	Mitte	Nord	Ost	Summe
Brennstoffverbrauch Hu (Input BHKW)	123,2 GWh	40,7 GWh	21,1 GWh	185,0 GWh
KWK Wärme	49,8 GWh	14,1 GWh	6,9 GWh	70,7 GWh
KWK Strom	39,2 GWh	11,9 GWh	7,1 GWh	58,2 GWh
Heizkessel Wärme	17,9 GWh	10,3 GWh	3,0 GWh	31,2 GWh
Energieeinspeisung gesamt (BHKW)	106,9 GWh	36,3 GWh	16,9 GWh	160,0 GWh
Gesamtwirkungsgrad BHKW (auf Hu)	87%	89%	80%	86%
Wärmeeinspeisung (BHKW)	67,7 GWh	24,4 GWh	9,8 GWh	101,9 GWh
Netzverluste	8,2 GWh	1,1 GWh	1,5 GWh	10,8 GWh
Netzverluste	12%	5%	15%	11%
Wärmeverbrauch (Kunde)	59,4 GWh	23,3 GWh	8,3 GWh	91,0 GWh

Die Netzverluste der Fernwärmegebiete Nord und Mitte sind mit 5 % und 12 % in einem sehr guten bis normalen Bereich. Höher sind die Netzverluste von 15 % für das Versorgungsgebiet Ost.

Der Anteil der KWK an der Wärmeproduktion ist für die BHKW Mitte und Ost mit 70 % relativ hoch. Für das Fernwärmegebiet Nord ist der KWK - Anteil mit 58 % deutlich geringer. Dies wird auf eine abweichende Bedarfsstruktur im Versorgungsgebiet mit einem hohen Anteil an Prozesswärme für das Krankenhaus zurückgeführt. Aufgrund höherer Vorlauftemperaturen ist ein geringerer KWK - Anteil möglich. Ein höherer KWK - Anteil hätte eine verbesserte Wirtschaftlichkeit durch eine erhöhte Stromproduktion zur Folge. Weiterhin würde die CO₂-Bilanz weiter verbessert, da mehr Netzstrom substituiert wird. Werden die Anteile der Energieerzeugung aus den BHKW nach Monaten aufgeteilt, so ergibt sich das in Abbildung 6 aufgezeigte musterhafte Profil. Im Sommer wird die Wärme für das Fernwärmenetz aus den KWK - Anlagen erzeugt. Im Winter decken zusätzlich die Heizkessel den Spitzenbedarf ab. Hieran wird deutlich, dass sommerliche Wärmequellen wie solarthermische Anlagen die Laufzeiten der KWK reduzieren. Auch wenn der Einsatz von Solarthermie ökologisch sinnvoll ist, so reagiert die Wirtschaftlichkeit der Fernwärmeerzeugung empfindlich auf die daraus resultierenden kürzeren KWK-Laufzeiten.

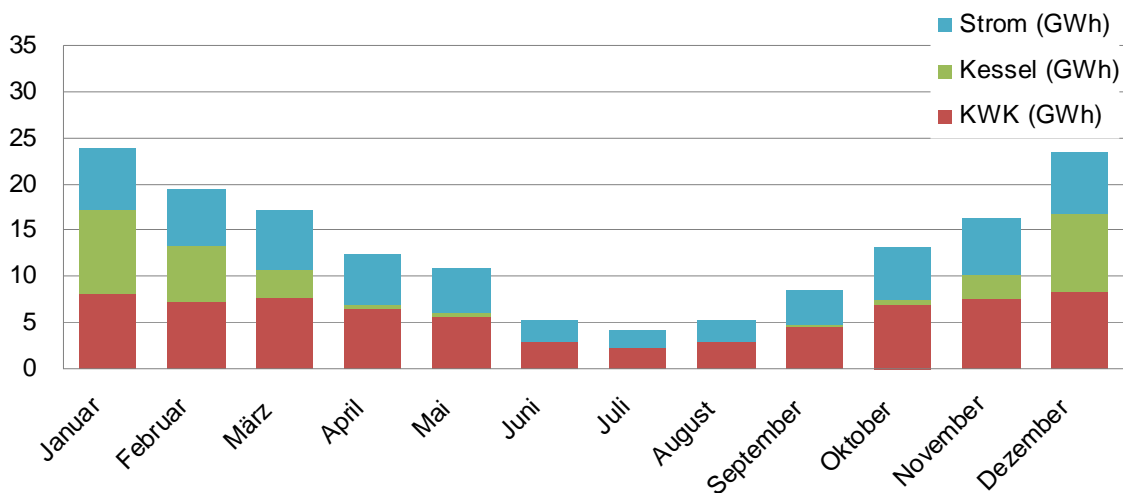


Abbildung 6: Monatliche Aufteilung der Energieerzeugung aus BHKW

Auf Grundlage der mit Fernwärme versorgten Flächen von Stadtraumtypen und dem Jahreswärmebedarf der Gebäude lässt sich die Wärmedichte in den Netzgebieten ermitteln (vgl. Tabelle 7). Alle Gebiete erreichen Wärmedichten, die für die Fernwärme wirtschaftlich sind. Bei der Erschließung von Nahwärmegebieten sollte nach heutigen Maßstäben eine Wirtschaftlichkeit ab 0,3 GWh/ha.a erreichbar sein [Böhnisch 2004]. Die Wirtschaftlichkeit einer Fern- und Nahwärmeversorgung ist zu wesentlichen Teilen von den Wärmeverteilungskosten eines Netzes abhängig. Diese wiederum werden entscheidend durch die Wärmebedarfsdichte des zu versorgenden Gebietes bestimmt. In der Fernwärmeversorgung werden daher höhere Wärmebedarfsdichten ab 0,5 GWh/(ha*a) angestrebt.

Tabelle 7: Kenndaten der Versorgungsgebiete

Wärmedichte	Mitte	Nord	Ost
aller Stadraumtypen im Fernwärmenetz	0,9 GWh/ha.a	1,2 GWh/ha.a	0,7 GWh/ha.a

Die spezifischen Wärmeverluste weisen untereinander vergleichbare plausible Werte auf. Diese Werte sind für größere Netze realistisch (vgl. Tabelle 8). Die Wärmebelegung der Trasse korreliert mit der Wärmedichte der Gebiete. In Nordhausen ist das Gebiet Nord, auf Grund der hohen Wärmebelegung das mit Abstand interessanteste Versorgungsgebiet.

Tabelle 8: Kenndaten des Fernwärmenetzes

	Mitte	Nord	Ost
Netzlänge Trasse [km]	18,6	2,3	3,1
spezifische Wärmeverluste [MWh/m.a]	0,44	0,48	0,48
Wärmebelegung [MWh/m.a]	3,2	10,1	2,7

3.3.1. Struktur Fernwärmegebiet Ost

Das Fernwärmegebiet Ost versorgt die in den 1970er-Jahren geplante Plattenbausiedlung Nordhausen-Ost. Realisiert wurde in den Jahren 1984 bis 1993 ein 5- bis 6-geschossiger

Wohnungsbau mit ca. 1.660 Wohneinheiten. Nach der Wende war dieses Quartier, neben dem Neubau von Geschößwohnungen, zehn Jahre später, an anderer Stelle, auch der erste Schwerpunkt des Wohnungsrückbaus in Nordhausen [ISEK 2020].

Das Quartier ist nahezu vollständig mit Fernwärme erschlossen, ein alternatives Leitungsnetz zur Wärmeversorgung besteht nicht. Durch die Energieversorgung Nordhausen wurde die Heizzentrale modernisiert und 1994 ein mit Erdgas betriebenes Blockheizkraftwerk errichtet. Die Einwohnerverluste in Nordhausen und der demografische Wandel verursachen im Quartier Ost einen dauerhaft strukturellen Leerstand von zeitweise mehr als 35 % der Wohneinheiten. Diesem Leerstand wurde mit dem Rückbau von Wohneinheiten an 8 Standorten im Rahmen des Stadtumbauprozesses Rechnung getragen. Die Auswirkungen sind am Fernwärmeabsatz deutlich zu erkennen. Für das Bezugsjahr von 2010 beträgt der Rückgang in den letzten fünf Jahren 20 %, in den letzten 15 Jahren 56 %. Die zugrunde liegenden Daten zur Wärmelieferung wurden witterungsbereinigt.

Ursachen des zurückgehenden Wärmebedarfs in Nordhausen-Ost:

- Die Gebäudesanierung der 1105 Wohneinheiten von Wohnungsunternehmen hat im Gebiet Nordhausen-Ost nach dem Datenstand von 2010 mit 57 % sanierten und 43 % teilsanierten Gebäuden den höchsten Stand.
- Der spezifische Verbrauch aller Wohneinheiten von Wohnungsunternehmen ist mit 86 kWh/m²*a sehr gering.
- 232 Wohneinheiten im privaten Eigentum sind teilsaniert.
- Im Rahmen des Stadtumbaus wurden neun Gebäude mit insgesamt 551 Wohneinheiten und einer Gaststätte zurückgebaut.

In Nordhausen Ost sind prototypisch die Folgen des Stadtumbaus und der Sanierung auf die unterirdische Infrastruktur, hier insbesondere die Fernwärme, zu erkennen. Der Rückbau von Wohneinheiten vom Rand des Versorgungsnetzes ermöglicht das Stilllegen von Wärmeleitungen. Vorteil ist, dass die Wärmeverluste dieser Trassen eingespart werden können. Das verbleibende Netz ist dennoch auf eine höhere Wärmeübertragung dimensioniert. Die Netzverluste bleiben bei reduzierter Wärmeabnahme gleich. Der relative Verlustanteil steigt.

Bei dispersem Rückbau innerhalb des Versorgungsnetzes, muss der Betrieb des Netzes vollständig erhalten bleiben. Die Netzverluste bleiben erhalten, da keine Einsparungen durch die Stilllegung von Trassen erfolgt. Die weitere Versorgung von Gebäuden führt durch die verringerte Wärmeabnahme bei Aufrechterhaltung des Netzbetriebes zu einem erhöhten Anteil der Netzverluste. Beide Prozesse des Stadtumbaus, Rückbau vom Rand des Versorgungsgebietes und disperser Rückbau im Versorgungsgebiet sind in Nordhausen-Ost zu beobachten (vgl. Abbildung 7).

Als Reaktion der Energieversorgung wurde aufgrund der Veränderungen in der Bedarfsstruktur das BHKW am Standort Ost so umgestellt, dass bei vergleichbarer Gesamtleistung mehr Strom und weniger Wärme erzeugt wird. Trotz des stärksten Rückganges des Wärmeverbrauchs und der daraus resultierenden hohen Leitungsverluste, ist der Standort nach Angaben der EVN wirtschaftlich zu betreiben.

Aufgrund der Baulandreserven und des vorherigen Rückbaus besitzt das Gebiet ein Potenzial zur Nachverdichtung. Wann dieses Potenzial aus städtebaulicher Perspektive gehoben wird, ist jedoch fraglich. Neubauten besitzen einen deutlich geringeren Energiebedarf als der heutige Gebäudebestand. Daher werden Neubauten die Auslastung des bestehenden Netzes nicht deutlich verbessern. Wenn die Verluste des Netzes in Zukunft

nicht reduziert werden können, wird das Gebiet langfristig auf einen günstigen Energieträger angewiesen bleiben. Heute lässt sich dies durch die zunehmende stromgeführte Betriebsweise des BHKW realisieren. Bei zukünftig zu erwartenden Preissteigerungen für Erdgas müssen ggf. alternative preiswerte Energieträger eingesetzt werden. Die zentrale Versorgungsstruktur bietet dazu die Möglichkeiten. Für ein Klimaschutzszenario kann eine Solarthermische Großanlage (z.B. über 10.000 m² Kollektorfläche) mit angeschlossenen saisonalem Wärmespeicher einen wesentlichen Anteil zur Versorgung beitragen. Im vorgeschlagenen Entwurf für das Klimaschutzszenario 2030 wird diese Option beschrieben (siehe Kapitel 3.5.3). In Dänemark haben diese Anlagen unter anderen energiewirtschaftlichen Bedingungen bereits heute einen hohen Marktanteil. Nach Angaben der EVN besteht unter heutigen Gesichtspunkten kein wirtschaftliches Interesse zur Realisierung einer solarthermischen Anlage.

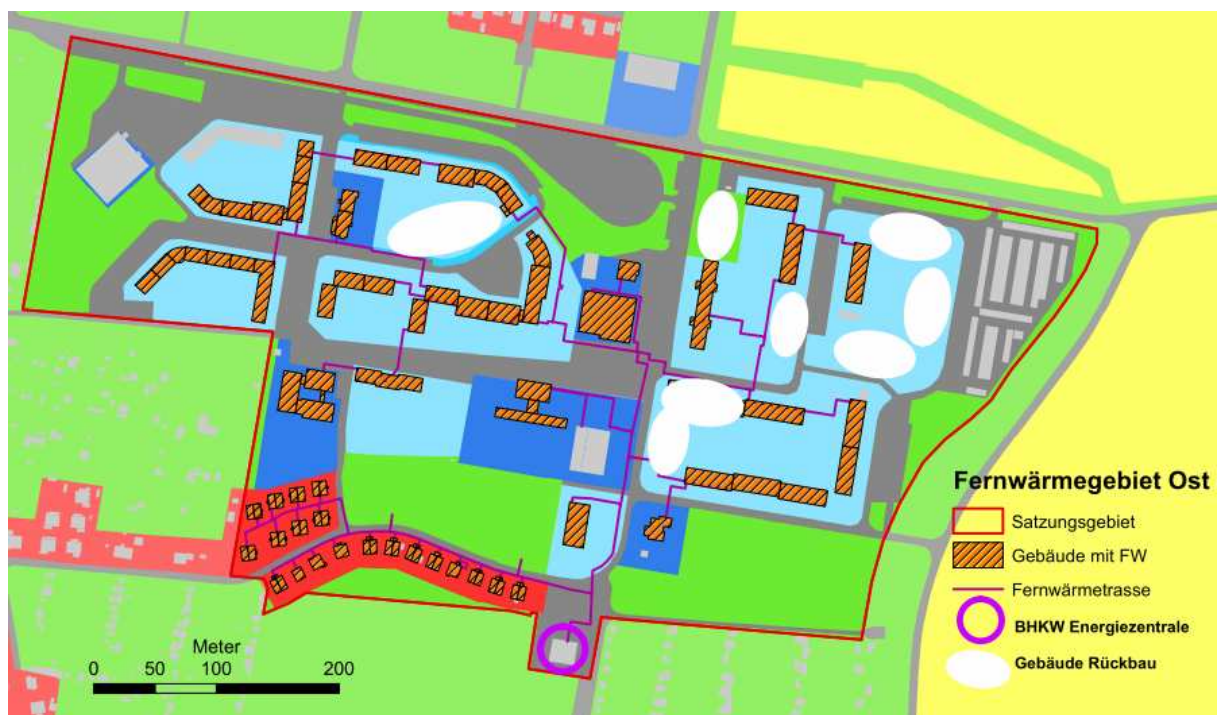


Abbildung 7: Fernwärmegebiet Ost mit Stadtraumtypen

Im Fernwärmesatzungsgebiet Ost wird die Ein- und Zweifamilienhaussiedlung (EFH-Gebiet) im Stürzetal mit 36 Wohneinheiten mit Fernwärme versorgt. Eine Erweiterung der Siedlung, nördlich der Straße im Stürzetal ist vorgesehen, die Straßenquerung ist bereits verlegt. Daten zum Verbrauch der Gebäude liegen nicht vor. Die Attraktivität einer Versorgung von Einfamilienhäusern mit Fernwärme kann jedoch dennoch abgeschätzt werden. Neben dem Energieverbrauch sind die notwendigen gebietspezifischen Trassenlängen von Interesse. Im EFH-Bereich des Versorgungsgebietes belaufen sich diese auf 550 m/ha. Im MFH-Bereich ist die verlegte Trassenlänge mit 200 m/ha deutlich geringer. Die Wärmedichte im MFH-Gebiet beträgt mehr als 620 MWh/(ha*a), im EFH-Gebiet kann diese auf 450 MWh/(ha*a) abgeschätzt werden. Demzufolge beträgt die Wärmelieferung pro Trassenmeter nach dieser Musterrechnung für das EFH-Gebiet 0,8 MWh/(m*a) und für das MFH-Gebiet 3,1 MWh/(m*a). Wird die geringe Bebauungsdichte im MFH-Gebiet Nordhausen Ost berücksichtigt, so ist die Wärmelieferung pro Trassenmeter in anderen

MFH Gebieten wenigstens viermal höher, als in EFH-Gebieten. Diese Modellrechnung verdeutlicht, dass eine Ausweitung der Fernwärmeerschließung auf Gebiete mit Einfamilienhäusern außerhalb des bestehenden Satzungsgebietes nicht sinnvoll ist. Der Erschließungsaufwand in Gebieten mit geringer Wärmedichte und hoher Kundenanzahl ist in der Regel zu hoch. Für die Erschließung durch Nahwärmenetze wird eine Wärmedichte von wenigstens 300 MWh/(ha*a) benötigt. In EFH-Gebieten ist zudem der Aufwand für Betrieb, Abrechnung und Kundenpflege in Gebieten mit vielen Anschlussnehmern erheblich höher. Fernwärme ist ein erklärungsbedürftiges Produkt mit sehr langer Kundenbindung. Sie kann über einen attraktiven Preis vermittelt werden, wenn eine Volkkostenrechnung angestellt wird. Eine beispielhafte Kostenkalkulation ist im Anhang aufgezeigt. Der Anschlusszwang im noch nicht bebauten Bereich des EFH-Gebietes im Stürzetal ist dennoch sinnvoll, da hier die notwendige Infrastruktur bereits vorgesehen ist.

3.3.2. Struktur Fernwärmegebiet Nord

Das Versorgungsgebiet Nordhausen Nord besitzt mit Zweidritteln den höchsten gewerblichen Anteil am Fernwärmeverbrauch. Das Südharz Klinikum Nordhausen gGmbH ist wesentlicher Abnehmer im Gebiet und sorgt für ein ausgeglichenes Lastprofil. Die Energieeinsparungen im Wohngebäudesektor machen sich nicht so stark bemerkbar. Die Gebäude der Wohnungsunternehmen sind zu 85 % teilsaniert. In Nordhausen ist der Wohnungsbestand in Nord als erstes nach der Wende saniert worden. Daher besteht noch energetisches Sanierungspotenzial. Der durchschnittliche Wärmeverbrauch je m² Bruttogeschosfläche beträgt im Gebiet 126 kWh/m²*a. Referenzwerte eines Gebäudebestandes weisen für den durchschnittlichen Energieverbrauch von Mehrfamilienhäusern einen Energieverbrauch von 72 kWh/m² für den Durchschnitt des besten Quartils auf [ages 2007]. Bei fortschreitenden Anforderungen an die Sanierung ist im Gebiet noch ein Einsparpotenzial mehr als 40 % im Wohngebäudebestand vorhanden.



Abbildung 8: Fernwärmenetz Nord mit Stadtraumtypen

Auch wenn die Einsparpotenziale im Wohngebäudebereich realisiert werden, bleibt das Versorgungsgebiet Nord aufgrund seiner hohen Netzauslastung durch Gewerbe das Gebiet mit der größten Wärmedichte. Zurzeit werden bezogen auf den versorgten Stadtraum 1,2 GWh/(ha*a) Wärme abgesetzt. Aufgrund dieser herausragenden Auslastung und des geringen Verlustanteils des Netzes ist das Fernwärmegebiet am besten geeignet zur Verstromung von Biomethan. Die im BHKW anfallende Wärme wird im Gegensatz zu vielen Biogasanlagen optimal zur Wärmeversorgung genutzt. Diesen Weg schlägt die Energieversorgung Nordhausen (EVN) mit dem Bau einer Biogasanlage zur Einspeisung in das Erdgasnetz ein. Bei dem geplanten Biomethaneinsatz wären circa 50 % der Wärme aus Biogas erzeugt. Der erzeugte Strom wäre zu 90 % „Grünstrom“. Aufgrund des mit Erdgas betriebenen Spitzenlastkessels kann Biogaswärme nur einen Anteil von 50 % erreichen. Der BHKW-Anteil ist mit dem Biomethaneinsatz weitestgehend ausgelastet.

3.3.3. Struktur Fernwärmegebiet Mitte

Das Versorgungsgebiet Mitte ist mit 72 ha wärmeversorgter Stadtraumfläche das größte und vielfältigste Versorgungsgebiet in Nordhausen. Den wichtigsten Anteil mit 31 ha haben die Stadtraumtypen Hochhäuser und Geschosswohnungsbau seit den 1960er-Jahren. Darauf folgen die Zweckbauten mit 16 ha und Gewerbe und Industrie mit 13 ha. Der Rest verteilt sich auf weitere Wohnsiedlungsbereiche. Circa 40 % der bebauten Stadtraumtyp-

fläche im Satzungsgebiet sind durch Fernwärme erschlossen. Zweidrittel der gelieferten Wärme werden im Bereich der Wohngebäude eingesetzt.

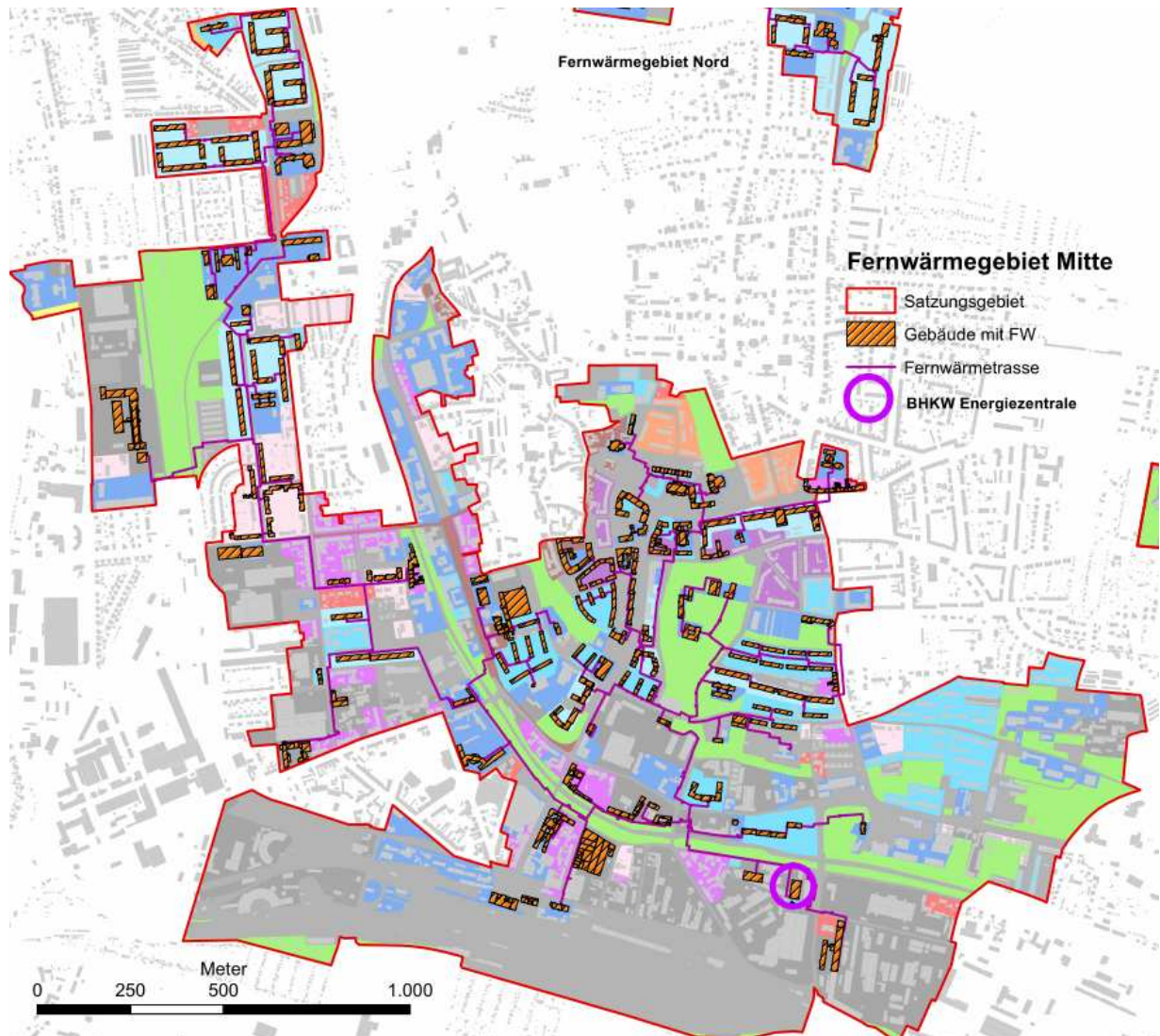


Abbildung 9: Fernwärmegebiet Mitte mit Stadtraumtypen

Das BHKW-Mitte ist das BHKW mit der größten installierten Leistung, 59 MW thermisch und 7 MW elektrisch. In Mitte werden auch 65 % der Fernwärme von Nordhausen verbraucht. Im Gegensatz zu den kleineren Versorgungsgebieten Nord und Ost, die einen deutlich abgrenzbaren für Fernwärme geeigneten Stadtraum besitzen, sind die Grenzen für die Fernwärmeversorgung in Mitte eher fließend. Das Potenzial zum Fernwärmeausbau ist vorhanden.

In den beiden Gebieten Nord und Ost sind keine parallel verlegten Gasnetze vorhanden. In Mitte liegen die Netze zum Teil parallel. Für den Ausbau der Fernwärme besteht die Notwendigkeit zur Abwägung der Konkurrenzsituation. Die Karte in Abbildung 10 zeigt die Lage des Gasnetzes und der jeweils versorgten mit Gas oder/und Fernwärme versorgten Gebäude. Sie kann aufgrund der automatisierten Erzeugung im GIS Abweichungen zur tatsächlichen Versorgungssituation aufweisen. Gebäude ohne direkten Netzanschluss sind nicht dargestellt.

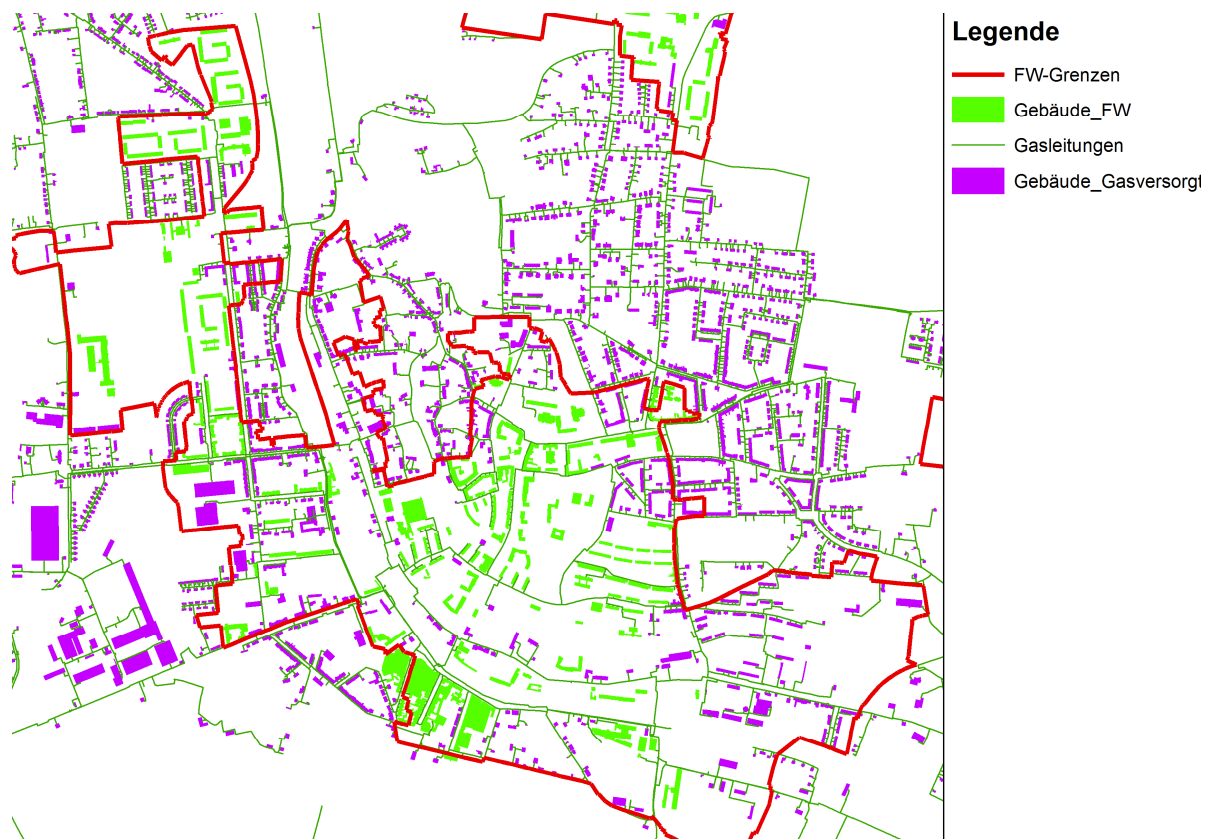


Abbildung 10: Karte Erdgas- und Fernwärmeversorgung in Mitte

Das Versorgungsgebiet Mitte besitzt eine solche Größe, dass es für die Entwicklung von Handlungsoptionen in Teilräume zerlegt werden sollte. Im Rahmen dieses Konzeptes können beispielhaft einige Ansätze beschrieben werden. Eine detaillierte Entwicklung von Handlungsansätzen ist nachdrücklich anzuraten.

3.4 Handlungsoptionen

In diesem Kapitel werden unterschiedliche Handlungsoptionen zur zentralen Wärmeversorgung beschrieben. Es wird das derzeitige Fernwärmegebiet betrachtet.

3.4.1. Senkung der Netztemperatur

Nach Angaben der EVN wird das Fernwärmenetz mit gleitender Vorlauftemperatur zwischen maximal 120°C im Winter und minimal 80°C im Sommer betrieben. Die mittlere Netztemperatur beträgt somit 100°C. Zur Warmwasserbereitung sind maximale Netztemperaturen von 75°C erforderlich. Senkt man die Vorlauftemperatur auf diesen Wert, lassen sich die Netzverluste um etwa 25 % von 12 % auf 9 % senken. Absolut könnte dadurch jährlich rund 2.700 MWh Energie eingespart werden.

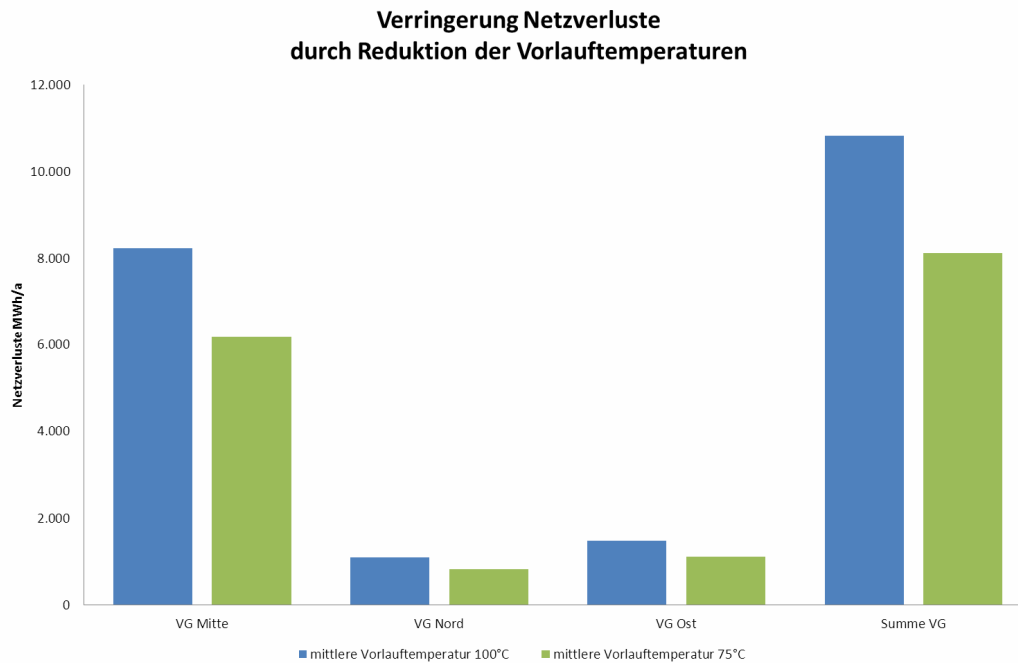


Abbildung 11: Senkung der Netzverluste durch Reduzierung der Vorlauftemperatur

Sollten in dem Versorgungsgebiet Anschlüsse vorhanden sein, die eine höhere Temperatur benötigen, z. B. Sterilisationsanlagen, könnten diese mit einer dezentralen Nacherhitzung arbeiten.

Die Absenkung der Vor- und Rücklauftemperaturen der Wärmenetze hat Vorteile. Die thermischen Netzverluste werden reduziert. Die Einbindung erneuerbarer Energien wird erleichtert. Das nutzbare Abwärmepotenzial, z. B. aus Industrie und Gewerbe, wird erhöht. Niedrigere Rücklauftemperaturen reduzieren zusätzlich den Hilfsenergiebedarf für Pumpenstrom. Es sind geringere Nennweiten des Netzes erforderlich, was die Investitionskosten reduziert. Die Rücklauftemperaturabsenkung auf Kundenseite kann durch ein temperaturabhängiges Tarifsysteem gefördert werden.

Die Abbildung 12 ordnet die derzeitige Vorlauftemperatur der Netze in Nordhausen dem Stand der Technik bzw. dem heute technisch machbaren Temperaturzielen ein. Für klassische Fernwärmenetze liegen die Temperaturen in Nordhausen im unteren Temperaturniveau. Niedertemperaturnetze erfordern eine geeignete Abnehmerstruktur im Netzgebiet. LowEx-Netze und kalte Nahwärmenetze sind eher kleinräumiger zu finden. Bei der kalten Nahwärme wird das „kalte“ Netz als Arbeitsmedium für Wärmepumpen genutzt. Kaltnetze sind auch als Versorgungslösungen im dezentralen Bereich zu sehen.

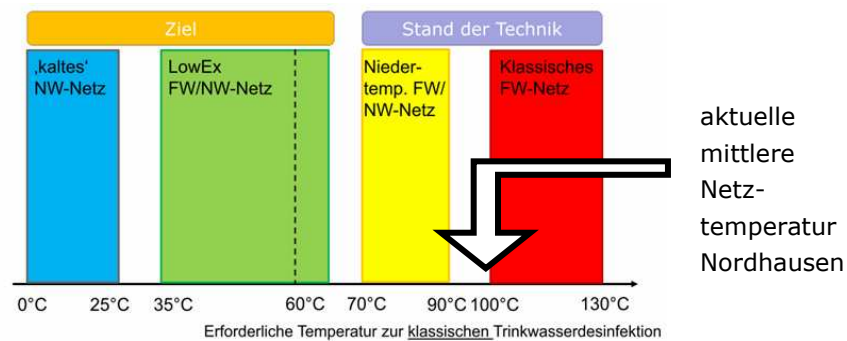


Abbildung 12: Systematik von Wärmenetzen nach Netztemperaturen (Quelle: www.zaflh.net)

Bei der Absenkung der Netztemperaturen muss aus hygienischer Sicht der Legionellen-schutz beachtet werden. Für die Warmwasserbereitung müssen die Vorlauftemperaturen an jeder Verbrauchsstelle im Netz mindestens 65°C im Vorlauf betragen (auf der Verbraucherseite).

3.4.2. Nachverdichtung

Der Wärmebedarf des Gebäudebestandes verringert sich aufgrund der notwendigen Sanierungen zum Bestandserhalt stetig. Davon betroffen sind auch die Fernwärmeversorgten Gebiete. Aufgrund der zurückgehenden Netzauslastung sollten die Potenziale zur Nachverdichtung innerhalb der Versorgungsgebiete genutzt werden.

- Nachverdichtung erhöht oder erhält die Wirtschaftlichkeit der Kesselanlage und des Netzes. Aufgrund der bisherigen Reduktion des Wärmebedarfs sind die Kapazitäten in der Netzleistung im Bestand nicht ausgeschöpft.
- Nachverdichtung erhält den Fernwärmebetrieb, dieser hat geringere Emissionen als eine dezentrale Gebäudeversorgung (vgl. Abbildung 4: Emissionen zentral / dezentral)
- In Versorgungsgebieten, die nicht nur von den Rändern des Wärmenetzes aus zurückgebaut wurden, wie in Nordhausen Ost, sollten die Baulandreserven für den Neubau von Gebäuden genutzt werden.

In Bezug auf die Fernwärmenutzung ist das städtebauliche Leitbild der kompakten Stadt und der Verdichtung durch Nutzung von Bebauungslücken als besonders wichtig hervorzuheben. Eine effiziente Wärmenutzung mit der Möglichkeit zur verhältnismäßig einfachen Anpassung der Energieträger kann so weiter gefördert werden. Die Herausforderung im Bereich der Fernwärme besteht in der weitestgehenden Abhängigkeit der Wirtschaftlichkeit von den Kosten des Netzbetriebes. Aufgrund der langfristigen Kapitalbindung, die Abschreibungszeiten für Netze werden mit bis zu 40 Jahren angesetzt, ist insbesondere für Fernwärmenetze eine langfristige Planungssicherheit herzustellen.

Die ebenfalls mögliche Erweiterung von Netzen hat den Nachteil, dass durch zusätzliche Leitungslängen auch die Netzverluste weiter steigen. Hier ist im Einzelfall eine Netzauslegung und Wirtschaftlichkeitsberechnung erforderlich. Im Versorgungsgebiet Nordhausen Mitte sind mehrere Bereiche mit Möglichkeiten zur Netzerweiterung zu finden. Im Bereich

der Grimmelallee kann eine Netzerweiterung und gegebenenfalls ein Netzverbund mit dem bereits bestehenden BHKW am Badehaus hergestellt werden. In Erweiterungsbereichen im Bestand existiert generell das Problem genügend Versorgungsteilnehmer entlang der Trasse anzuschließen. In dem Gebiet sollte die Bereitschaft zum Anschluss durch einen breiten Konsens zur Zukunftsfähigkeit der Fernwärme und die Kommunikation der Vorteile der Fernwärme gefördert werden.

3.4.3. Abkopplung FW Netz

Für Gebiete, die am Rande eines Netzgebietes liegen und in denen ein einheitlicher hoher Sanierungsstand erreicht werden kann, besteht die Möglichkeit das Fernwärmenetz vom bestehenden Netz abzukoppeln und diesen Bereich als Subnetz zu betreiben. Dieser Bereich wird mit geringeren Netztemperaturen versorgt. Wichtig für solche Netzbereiche ist, dass erst durch den verbesserten Wärmebedarf aller Gebäude die Netztemperaturen reduziert werden können. Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass Abnehmer mit einem höheren Temperaturbedarf gegebenenfalls technische Anlagen zur Nacherhitzung benötigen.

In der folgenden Abbildung ist die Trennung eines Neubauquartiers von dem Hauptnetz (im Bestand) beispielhaft dargestellt. Bei dem dargestellten Netzbereich handelt es sich um ein Forschungsvorhaben in Ludwigsburg. Lösungsansätze nach diesem Vorbild könnten auch für Nordhausen entwickelt werden.

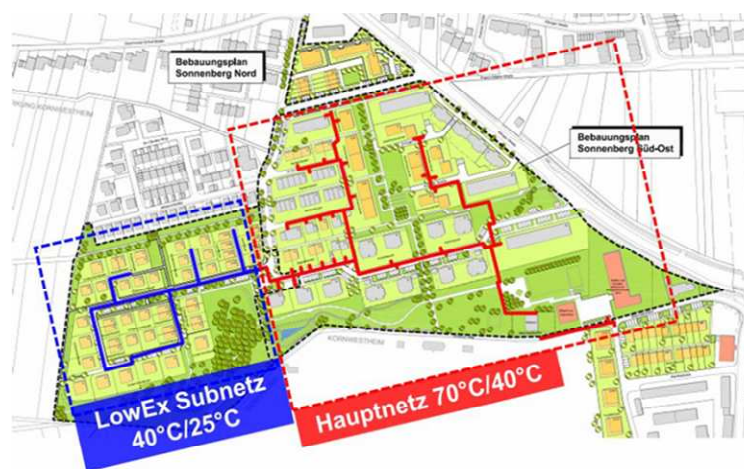


Abbildung 13: dezentrale Wärmenetze auf Quartiersebene (Quelle: www.zafh.net)

Niedertemperaturnetze können entweder über das bestehende Hauptnetz oder über eine eigenständige Wärmeerzeugungsanlage versorgt werden. Aufgrund der niedrigen Systemtemperaturen bietet sich die Integration von erneuerbaren Energien an. Ein LowEx Subnetz kann mit Wärmepumpen betrieben werden.

Die wesentlichen Vorteile niedrigerer Netztemperaturen für ein eigenes Netz auf der Quartiersebene sind:

- Reduktion der Wärmeverluste

- Bessere Einbindungsmöglichkeiten von Erneuerbaren Energien / Wärmepumpen
- Erhöhung des Potenzials zur Abwärmenutzung

3.4.4. Quartierskonzepte

Quartierskonzepte zur energetischen Stadtsanierung ermöglichen im Rahmen des Erarbeitungsprozesses den Entwurf effizienter Lösungen zur Energieversorgung und zur Energieeinsparung unter Einbeziehung aller betroffenen Akteure. Gerade in Gebieten, in denen Maßnahmen in Verbindung mit einer zentralen Wärmeversorgung zu entwickeln sind, bietet dieses städtebauliche Instrument die Möglichkeiten zur Optimierung der Maßnahmen der energetischen Gebäudesanierung mit Lösungsansätzen zur zentralen Wärmeversorgung. Durch das KfW Förderprogramm 432 „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ werden insbesondere vertiefte integrierte Quartierskonzepte zur Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und der Infrastruktur insbesondere zur Wärmeversorgung entwickelt und umgesetzt. Die Besonderheit dieser Förderung besteht darin, dass sie Prozesse unterstützt, die im Sinne der Energieeffizienz äußerst sinnvoll sind. Bisher existierte aber nur selten eine Finanzierungsbereitschaft für die Durchführung und Koordination dieser notwendigen Abstimmungs- und Vorplanungsprozesse. Auf der Ebene des Quartiers sind viele Akteure betroffen, sie tragen aber nur Zuständigkeiten für Teilbereiche.

Quartierskonzepte bestehen aus folgenden Elementen:

- Optimierung von Energieverbrauch und CO₂ Einsparung
- Erarbeitung eines abgestimmten Gebäudesanierungskonzeptes
- Erarbeitung eines abgestimmten Versorgungskonzeptes
- Städtebauliche und wohnwirtschaftliche Konzepte werden berücksichtigt.
- Der Bearbeitungsprozess setzt auf die Einbindung aller betroffenen Akteure.
- Es wird ein Maßnahmenkatalog erarbeitet, für den die Kosten, die Machbarkeit und insbesondere auch die Wirtschaftlichkeit beschrieben wird.

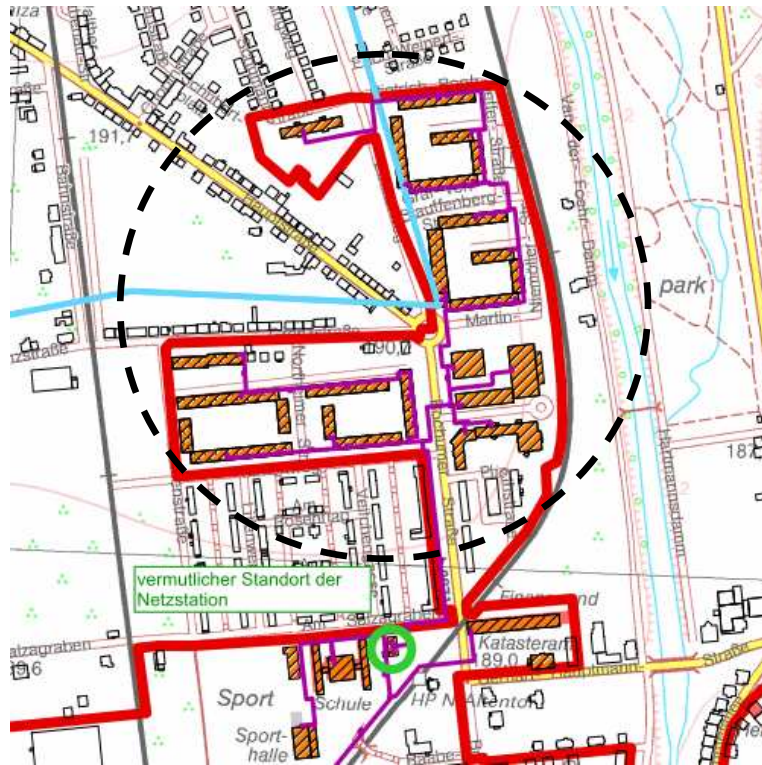


Abbildung 14: Fernwärmeversorgung im Quartier Salza

Aufgrund der Randlage im Fernwärmeversorgungsgebiet, dem relativ niedrigen Modernisierungsstand und soziodemografischer Faktoren wird der dem Stadtteil Nordhausen Salza angegliederte Plattenbaubereich für die Erstellung eines Quartierskonzeptes empfohlen. Eine genaue Abgrenzung sollte sowohl die Möglichkeiten zur Abkopplung des bestehenden Fernwärmenetzes, als auch die Einbindung möglicher weiterer Gebäudebereiche berücksichtigen. Dargestellt ist das Gebiet in Abbildung 14. Aufgrund der Eigentümerstruktur, zwei Wohnungsgenossenschaften besitzen in dem Gebiet ca. 2.000 Wohneinheiten, sollten abgestimmte Maßnahmen verhältnismäßig einfach umgesetzt werden können.

Die gemeinsame Optimierung von der Siedlung und der Wärmeversorgung bildet die Herausforderung in diesem Bereich. Zu betrachtende Versorgungsvarianten sind zum Beispiel die Abkopplung des Quartiers vom zentralen Wärmenetz mit

- Betrieb des Netzes als Kaltnetz oder LowEx Netz,
- Einbindung des Netzes in den Fernwärmerücklauf,
- Einbindung erneuerbarer Energie,
- Einbindung von Wärmepumpen,
- Einbindung von Geothermie und
- dezentrale Versorgungsvarianten.

Zudem sollten Varianten mit unterschiedlichen Dämmstandards für die Gebäude auf der Quartiersebene untersucht werden.

3.5 Zukunftsszenarien Fernwärme

Die Szenarien zur Fernwärme in Nordhausen sollen zeigen, dass die Fernwärme sehr positive Entwicklungsperspektiven hat, sich aber auch schwierigen Herausforderungen gegenüber sieht.

Die ökonomischen Chancen der Fernwärme in den neuen Bundesländern betrachtet die Studie zur „Zukunft der Fernwärme in den neuen Bundesländern“ der HHL differenziert. Für das zukünftige Klimaschutzkonzept von Relevanz ist z. B. das Szenario „Fernwärme 2.0“, in der die Fernwärme ihre Marktposition ausbauen kann. Neue Anwendungen wie Fernkälte, Wärmespeicher, effiziente Verlegeverfahren beim Ausbau der Fernwärmenetze sowie ein durch die Regierung geförderter Einsatz von erneuerbaren Energien lassen die Fernwärme in neuem Glanz erstrahlen. Relevant ist auch die Preissensibilität der Kunden. Ein zweites Szenario zum Ausbau von Wärmenetzen setzt auf dezentrale Nahwärmenetze und Kompaktnetze zur Versorgung einzelner Häuserzeilen. Beides sind Felder, in denen die EVN sich strategisch als Dienstleister aufstellen kann.

Die Struktur der zukünftigen Energieversorgung ist sehr komplex, da auf der Erzeuger und Verbraucherseite verschiedene Technologien zum Einsatz kommen. Dazwischen liegen die Verteilnetze inklusive Energiespeicherung und -umwandlung. Insbesondere durch die Integration der erneuerbaren Energien in das Stromsystem verändern sich die Aufgaben des Netzbetriebes vor Ort. Während bisher durch die großen konventionellen Kraftwerke auf der Übertragungsnetzseite eingespeist wurde, wird heute ein stetig steigender Anteil der erneuerbaren Energien auf der Verteilnetzebene eingespeist. Dieses erfordert einen Ausgleich der fluktuierenden Erzeugung der erneuerbaren Energie aus Gründen der Stromnetzstabilität. Dieser muss zu großen Teilen bereits auf der Verteilnetzebene durchgeführt werden. Herausforderungen sind die Rückspeisung von Leistung aus dem Verteilnetz in die Übertragungsnetzebene, die Bereitstellung der Systemdienstleistungen auf der Verteilnetzebene und die Regelbarkeit der lokalen Erzeugungsleistung. Diese Dienstleistungen müssen auskömmlich vergütet werden, um die Investitionen und Innovationen auch auf der dezentralen Netzebene sicherzustellen.

Die Abbildung 15 zeigt eine mögliche Struktur. Im linken Bereich sind unterschiedliche Energiequellen wie Wasser, Geothermie, Solar, Wind und Biomasse zu sehen. Im oberen Bereich sind die Nutzenergieformen wie Strom, Verkehr und Wärme aufgeführt.

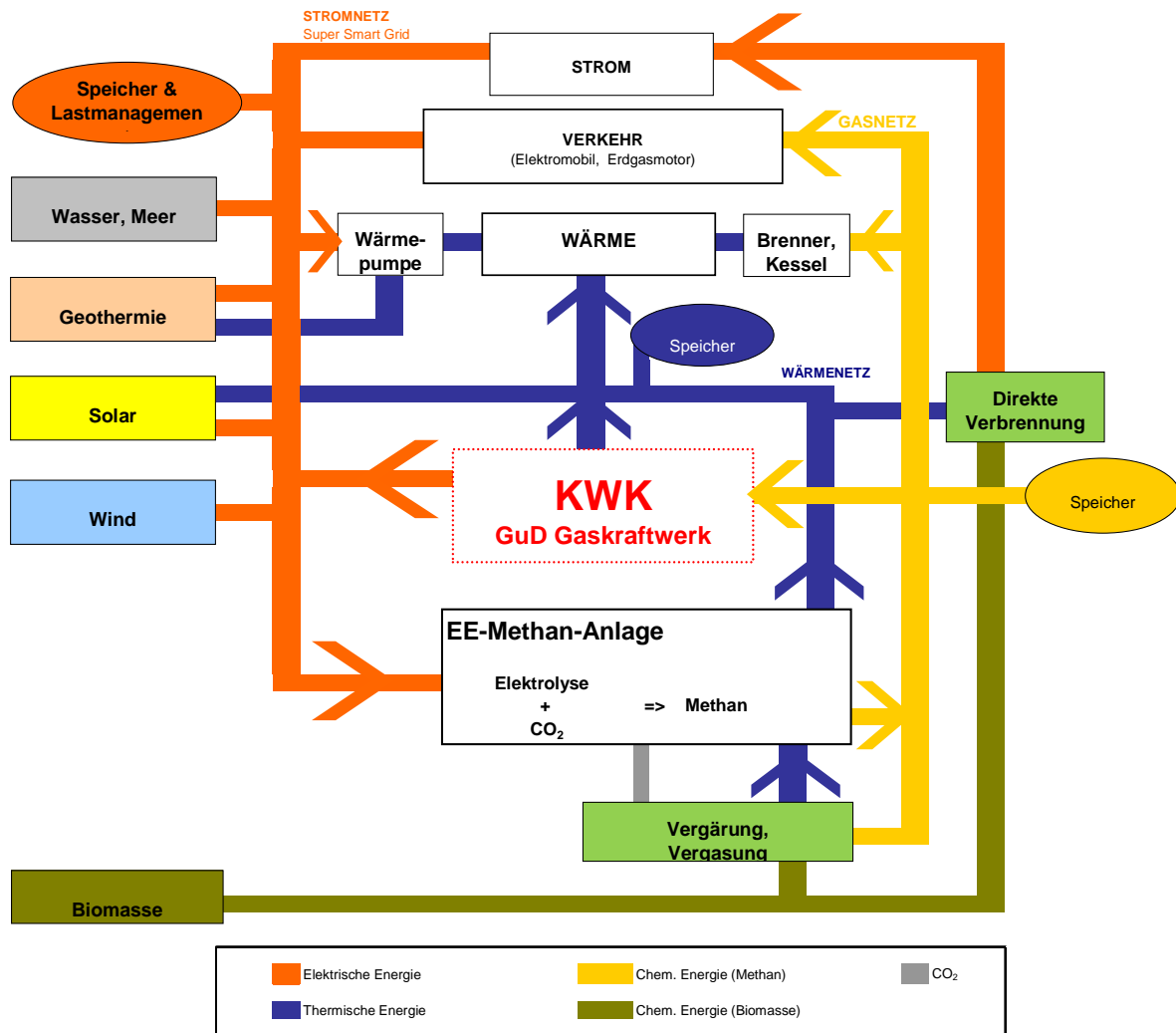


Abbildung 15: Zukünftige Struktur Energieversorgung [PB-Graw nach Nitsch, 2010]

Die Kraftwärmekopplung nimmt an der Schnittstelle zwischen Gasnetz und Wärme- bzw. Stromnetz eine zentrale Rolle ein. Im Erdgasnetz kann über die Methanherzeugung der überschüssige Strom aus erneuerbaren Quellen gespeichert werden. Die KWK kann aus dem Erdgasnetz Strom und Wärme erzeugen. Mittel- und langfristig werden die Energienetze (z. B. Fernwärme) immer wichtiger, da diese die Grundlage für die Integration der erneuerbaren Energie sind.

Durch den Ausbau von Energiespeichern, der Technologien an den Schnittstellen der Netze und der Flexibilisierung des konventionellen Kraftwerksparks erlangt das Energiesystem die Fähigkeit die erneuerbare Energie zu integrieren. Das heißt: für die Zielstellung des Klimaschutzkonzeptes ist die Optimierung des gesamten Energiesystems und insbesondere das Zusammenspiel der unterschiedlichen Energieformen in den Fokus zu nehmen. Die Vorteile der Stadt Nordhausen bestehen darin, dass alle drei Netzformen bereits in einer signifikanten Größenordnung vorhanden sind.

3.5.1. Freies Energiepotenzial Fernwärme

Der Bedarf an Heizwärme reduziert sich mit zunehmender Sanierung des Gebäudebestandes. In Abbildung 16 sind zwei Szenarien für die Sanierung dargestellt. Das Referenzszenario ist mit einer Sanierungsrate von 1 % p. a. vom Gebäudebestand berechnet. Das Klimaszenario ist mit einer Sanierungsrate von 2 % p. a. vom Gebäudebestand berechnet. Die Sanierungsraten wurden aus dem integrierten Klimaschutzkonzept der Stadt Nordhausen entnommen.

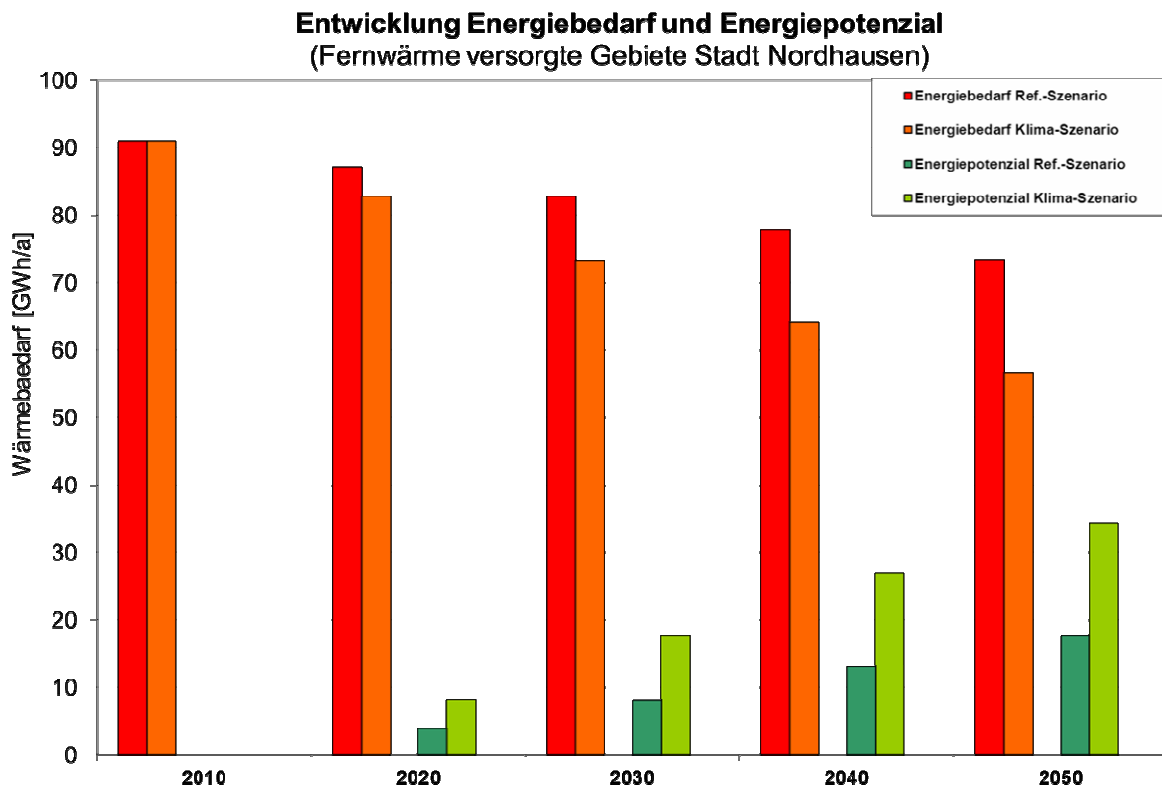


Abbildung 16: Entwicklung Energiebedarf und Energiepotenzial im FW-Gebiet

Im Klimaszenario sinkt der Fernwärmebedarf von 2010 auf 2050 um mehr als ein Drittel. Durch den reduzierten Bedarf im Jahr 2050 entsteht ein **freies Wärmepotenzial von etwa 35 GWh/a**. Dieses freie Potenzial kann genutzt werden um zusätzliche Gebäude an das Fernwärmenetz anzuschließen bzw. das Fernwärmenetz zu erweitern.

Im Fernwärmegebiet haben die folgenden Stadtraumtypen den größten Anteil am Gesamtwärmebedarf im Versorgungsgebiet bezogen auf das Jahr 2050:

- SRT VII: Hochhaussiedlungen der 1970er-Jahre,
- SRT VIII: Geschosswohnungsbau seit den 1960er-Jahren,
- SRT XI: Öffentliche Einrichtungen und Zweckbauten.

In der folgenden Abbildung sind der Energiebedarf und das freie Fernwärmepotenzial der Stadtraumtypen im Fernwärmeversorgtem gebiet dargestellt.

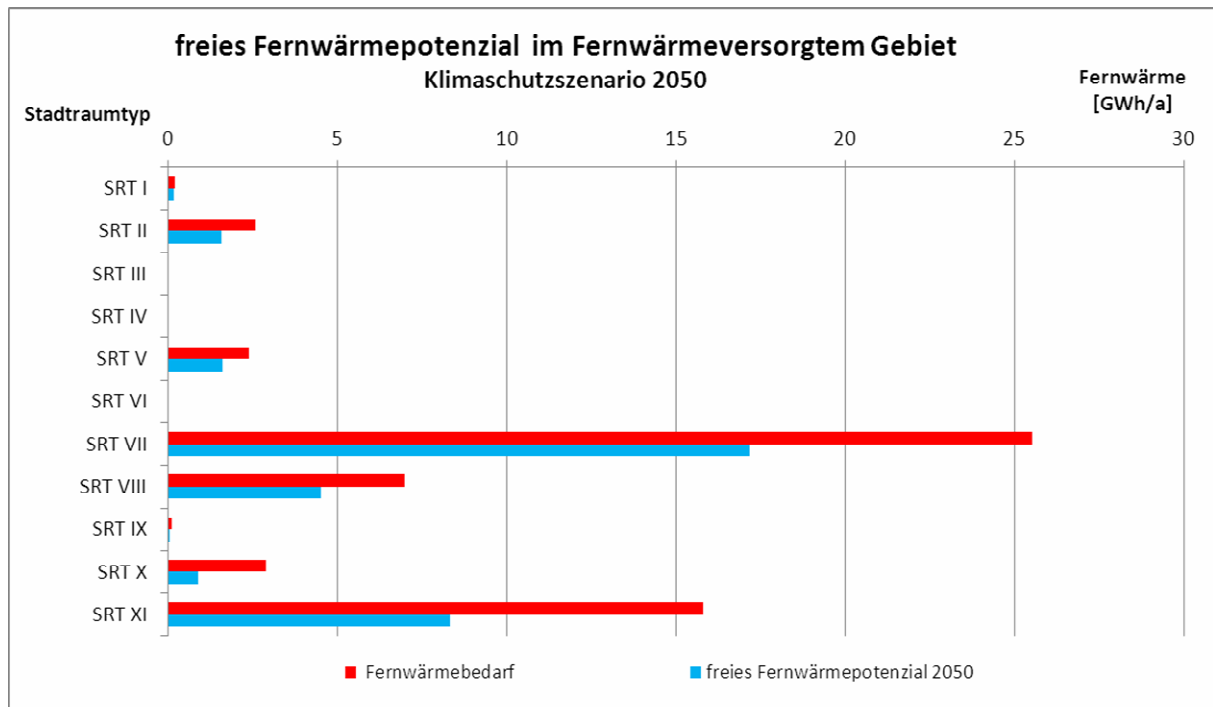


Abbildung 17: freies Fernwärmepotenzial nach Stadtraumtypen im FW-Gebiet

3.5.2. Freies Flächenpotenzial Fernwärme

Ein freies Flächenpotenzial entsteht bei der Fernwärme durch Abnahme des Wärmebedarfs bei gleichbleibender Kapazität der Wärmeerzeuger. Der Wärmebedarf sinkt mit zunehmender Sanierung von Gebäuden bzw. durch zunehmenden Rückbau von Gebäuden, die an das Fernwärmenetz angeschlossen sind. Mit der frei werdenden Leistung bei den Wärmeerzeugern können weitere Gebäude an das bestehende Fernwärmenetz angeschlossen werden. Dies sollte vorrangig im Bereich des bestehenden Fernwärmenetzes geschehen. Wenn das Netz weiter ausgebaut wird, so vergrößern sich die Netzlänge und demnach auch die Netzverluste.

Das durch den abnehmenden Wärmebedarf entstehende freie Flächenpotenzial wurde auf die Fläche der Stadtraumtypen bezogen. Die Gebäudeflächen sind in den Flächen der Stadtraumtypen enthalten. In der folgenden Abbildung sind die Entwicklung des Energiebedarfs und das Flächenpotenzial dargestellt.

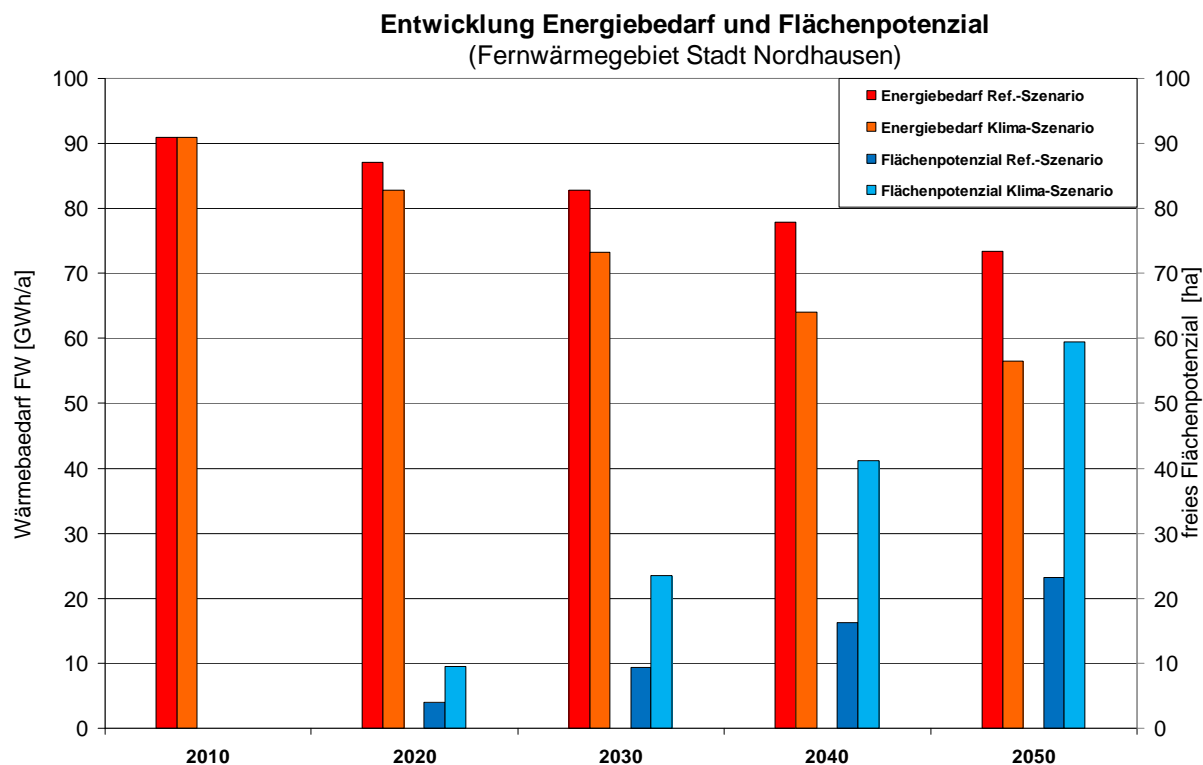


Abbildung 18: Entwicklung Energiebedarf und Flächenpotenzial im FW-Gebiet

Aufgrund der Sanierung des Gebäudebestandes entsteht ein freies Wärmepotenzial von 35 GWh/a (im Jahr 2050) im Fernwärmenetz. Das Fernwärmenetz kann um die Flächen erweitert werden, die durch die Sanierung von Gebäuden frei werden.

Zurzeit beträgt die Stadtraumfläche im Fernwärme versorgten Gebiet in etwa 100 ha. Bis 2050 kann bei gleich bleibender Kesselleistung das mit **Fernwärme versorgte Gebiet um etwa 60 ha Stadtraumfläche ausgebaut werden.**

Im Fernwärmegebiet haben die folgenden Stadraumtypen den größten Flächenanteil am Gesamtversorgungsgebiet:

- SRT VII: Hochhaussiedlungen der 1970er- Jahre,
- SRT VIII: Geschosswohnungsbau seit den 1960er Jahren,
- SRT X: Gewerbe- u. Industriegebiete,
- SRT XI: Öffentliche Einrichtungen und Zweckbauten.

In der folgenden Abbildung sind die Flächen der Stadraumtypen im Fernwärmeversorgungsgebiet dargestellt:

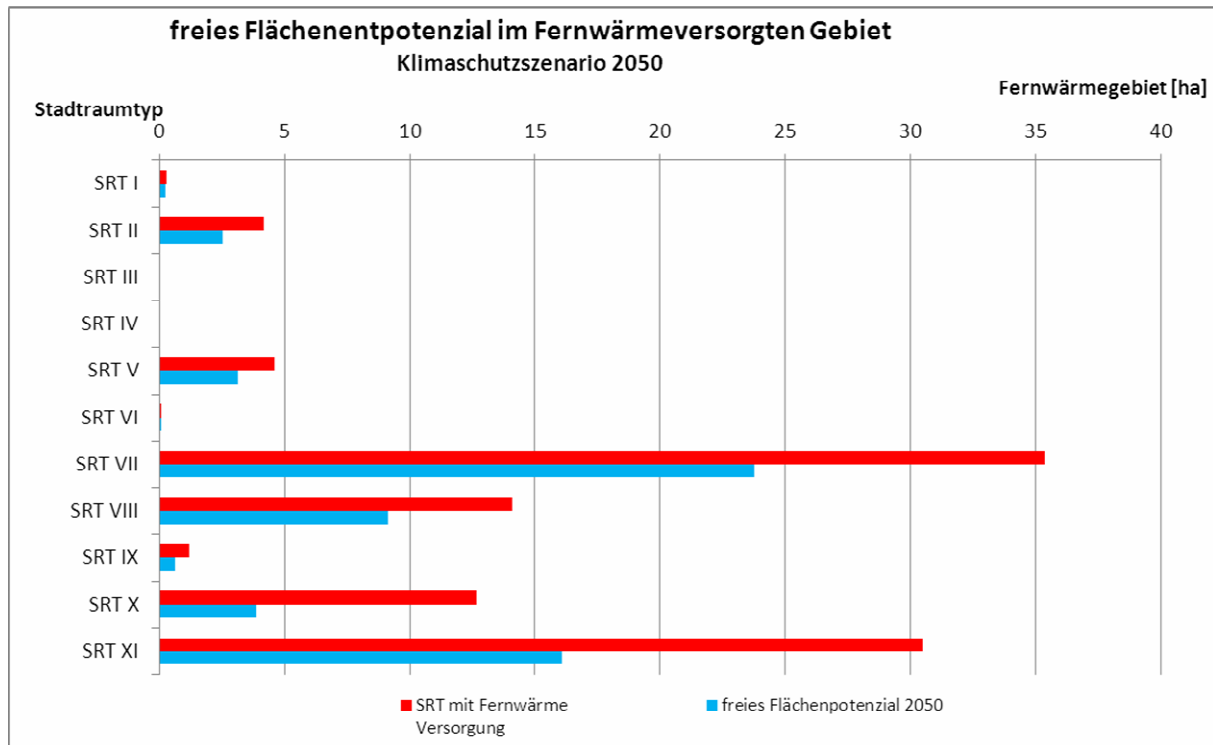


Abbildung 19: freies Flächenpotenzial nach Stadtraumtypen im FW-Gebiet

Bislang wurde die gesamte Energieeinsparung auf die Flächen aller Stadtraumtypen umgerechnet. Für die Fernwärmeversorgung der Zukunft ist jedoch nicht jeder Stadtraumtyp geeignet. Insbesondere die Wärmedichte ist ein wichtiges Indiz für die Tauglichkeit von Stadtraumtypen, die mit Fernwärme versorgt werden können. Gemäß der Nahwärmefibel Baden-Württemberg ist ein wirtschaftlicher und ökologischer Betrieb der Fernwärme in Stadtraumtypen mit einer Wärmedichte von größer 0,3 GWh/(h a) nachhaltig möglich [Böhnisch 2004].

Auf Grundlage der mit Fernwärme versorgten Stadtraumtypen lässt sich die Wärmedichte der Fernwärmegebiete in folgender Tabelle zusammenfassen:

Wärmedichte	Mitte	Nord	Ost
aller Stadtraumtypen im Fernwärmenetz	0,9 GWh/ha.a	1,2 GWh/ha.a	0,7 GWh/ha.a

Tabelle 9: Wärmedichten der Fernwärmegebiete

Auch im Jahre 2050 sind die Energiedichten der Fernwärmegebiete immer noch größer 0,3 Wh/a und somit ist der Einsatz der Fernwärme in allen Gebieten erstrebenswert.

In der folgenden Tabelle sind die Stadtraumtypen aufgelistet, die in den Fernwärmegebieten vorhanden sind. Für die nachhaltige Fernwärmeversorgung sind diese nur teilweise tauglich, eine Bewertung ist wie folgt:

Tabelle 10: Bewertung SRT nach Versorgung mit Fernwärme

Stadtraumtypen		gut	bedingt	mangelhaft
Vorindustrielle Altstadt	I		x	
Gründerzeit (klassisch)	II	x		
Wiederaufbauensembles der 1950er Jahre	III	x		
Dörfliche und kleinteilige Strukturen	IV			x
Werks- und Genossenschaftssiedlungen der Gründerzeit	V	x		
Siedlungen des sozialen Wohnungsbaus	VI	x		
Hochhäuser ab 1970er Jahre	VII	x		
Geschosswohnungsbau seit den 1960er Jahren	VIII	x		
Einfamilienhausgebiete	IXa			x
Gewerbe-/Industriegebiete	Xa		x	
Zweckbau	XI	x		

Derzeit beträgt die Fläche der mit Fernwärme versorgten Stadtraumtypen etwas mehr als 100 ha. Das Satzungsgebiet der Fernwärme ist mit etwa 240 ha deutlich größer. In dem Satzungsgebiet der Fernwärme Nordhausen gibt es somit viele Flächen, die noch nicht mit Fernwärme versorgt sind.

In der folgenden Tabelle sind die Stadtraumtypen, die im Bestand an das FW-Netz angeschlossen sind, mit den Flächen und dem Wärmebedarf aufgelistet, bezogen auf das Klimaschutzenszenario. Weitere Flächen zur Nachverdichtung wurden hierbei nicht berücksichtigt.

Tabelle 11: Entwicklung Energiebedarf und Erweiterung vom Fernwärmenetz

Erweiterungspotenzial in Fernwärmegebieten (Klimaschutzszenario)		Wärmedichte		Fernwärme versorgt			FW Satzungsgebiet		
		[GWh/ha.a]		Fläche [ha]	Wärmebedarf [GWh/a]		Fläche [ha]	Wärmebedarf [GWh/a]	
		2010	2050		2010	2050		2010	2050
Stadtraumtypen									
Vorindustrielle Altstadt	I	1,49	0,78	0,3	0	0	nicht FW tauglich		
Gründerzeit (klassisch)	II	1,08	0,63	4,2	4	3	13,4	14	8
Wiederaufbauensembles der 1950er	III	2,03	1,04	0,0	0	0	5,3	11	6
Dörfliche und kleinteilige Strukturen	IV	0,24	0,12	0,0	0	0	nicht FW tauglich		
Werks- u. Genossenschaftssiedlungen	V	0,94	0,52	4,6	4	2	11,4	11	6
Siedlungen des sozialen Wohnungsbaus	VI	0,92	0,47	0,1	0	0	3,8	4	2
Hochhäuser ab 1970er Jahre	VII	1,30	0,72	35,4	46	26	46,0	60	33
Geschosswohnungsbau seit den 1960er	VIII	0,88	0,50	14,1	12	7	25,4	22	13
Einfamilienhausgebiete	IXa	0,17	0,10	1,2	0	0	nicht FW tauglich		
Gewerbe-/Industriegebiete	Xa	0,39	0,23	12,7	5	3	nicht FW tauglich		
Zweckbau	XI	0,61	0,52	30,5	19	16	64,3	39	33
Summen				103	91	57	170	161	101

Im rechten Teil der Tabelle sind die Flächen des Fernwärmesatzungsgebietes dargestellt, die für eine Fernwärmeversorgung in Frage kommen. Im Jahr 2050 kann das Potenzial der an die Fernwärme angeschlossenen Flächen auf 170 ha gesteigert werden. Diese Fläche reicht aus, um die derzeitige Leistung der Wärmeerzeuger im Fernwärmenetz zu erhalten. Wenn das maximale Ausbaupotenzial des Fernwärmenetzes bis 2050 erreicht wird, übersteigt der Bedarf für 2050 die derzeitige Wärmemenge (91 GWh/a) um etwa 10%.

Für das Referenzszenario (geringere Sanierungsrate) ist ein größerer Wärmebedarf zu erwarten, demnach wird die für Fernwärme geeignete Fläche größer, was die Erweiterung des Fernwärmenetzes vereinfacht.

3.5.3. Emissionen bei Umstellung der Technik und Energieträger

Vorab sollen in diesem Abschnitt die Anteile der Emissionen bei einem BHKW dargestellt werden. Zum besseren Verständnis werden die Anteile der Emissionen bei einem BHKW in der folgenden Abbildung dezidiert dargestellt. Dabei sind jeweils für 2010 die Anteile der Emissionen beim BHKW mit Erdgas und mit Biogas aufgeführt

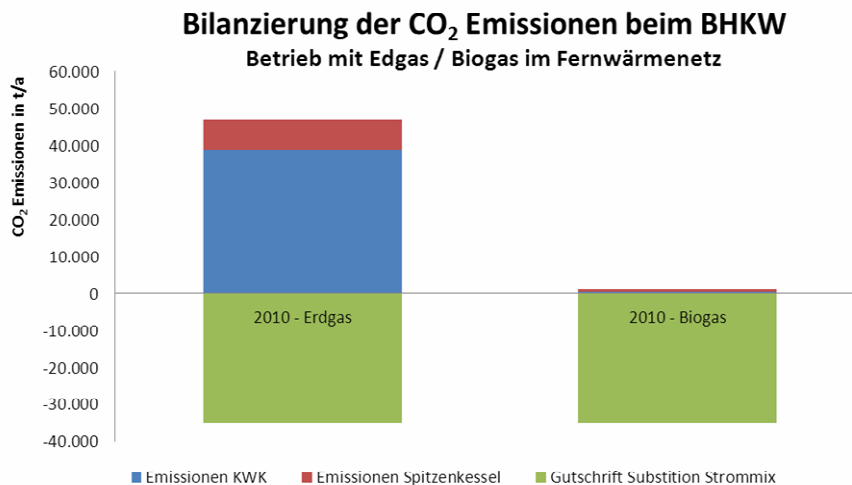


Abbildung 20: Anteile Emissionen beim BHKW

Durch den Einsatz von Biogas entstehen deutlich weniger Emissionen durch die Verbrennung im KWK bzw. Spitzenlastkessel. Die Gutschrift durch die Substitution von Strom aus dem Strom-Mix (Netz) durch den Strom aus der KWK ist identisch wie beim Erdgasbetrieb. Die Emissionen beim Betrieb des BHKWs mit Biogas belaufen sich in der Summe auf ca. -35.000 t/a. In der Bilanz werden dadurch mehr Emissionen vermieden als beim Betrieb des BHKWs mit Biogas entstehen.

Beim Erdgasbetrieb entstehen die größten Emissionen durch die Verbrennung von Erdgas im KWK-Modul. Der Spitzenlastkessel hat geringere Laufzeiten, demnach ist der Anteil durch die Verbrennung von Erdgas im Spitzenlastkessel geringer. So genannte „negative Emissionen“ werden durch die Substitution vom Strom aus dem gesamt deutschen Strom-Mix durch den Strom aus der KWK gutgeschrieben. Die Emissionen beim Betrieb des BHKWs mit Erdgas belaufen sich in der Bilanz auf ca. 12.000 t/a.

Durch Umstellung des Energieträgers bzw. durch Umstellung der Technik bei der Wärmeerzeugung ergeben sich unterschiedliche Emissionen. Die Technik sowie der Einsatz anderer Energieträger haben einen maßgeblichen Einfluss auf die Emissionen des Wärmeerzeugers. In der folgenden Abbildung sind für verschiedene Techniken und Energieträger die Emissionen in Abhängigkeit des Stromnetzes in den Dekaden 2010, 2030 und 2050 dargestellt.

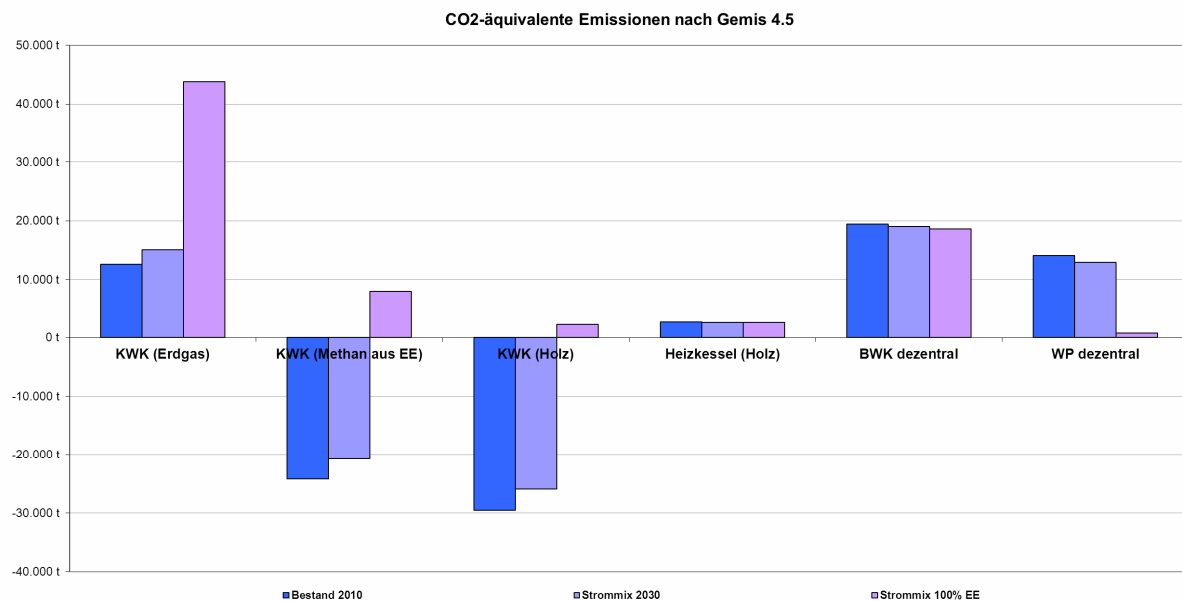


Abbildung 21: CO₂ Emissionen nach Energieträgern und Technik

Hierbei wurden für das Stromnetz folgende Emissionsfaktoren angesetzt:

- Strommix Bestand im Jahr 2010
- Strommix im Jahr 2030
- Strommix mit 100 % Erneuerbare Energien, dies entspricht dem Jahr 2050

Nachfolgend ist eine Bewertungsmatrix für die Umstellung des Energieträgers bzw. der Erzeugungstechnik dargestellt.

Bewertungsmatrix	Strommix Bestand Emissionen	Strommix 100 % EE Emissionen
KWK Erdgas:	mittel	sehr hoch
KWK Biogas	sehr gering	gering
KWK Holz	sehr gering	sehr gering
HW Holz	sehr gering	sehr gering
BWK – dezentral	sehr hoch	sehr hoch
WP – dezentral	sehr hoch	sehr gering

Die KWK ist eine empfehlenswerte Technik, die relativ geringe Emissionen verursacht. Bei steigendem Anteil von Erneuerbaren Energien im Strommix erhöhen sich die Emissionen aus dem BHKW mit Erdgas in der Bilanz deutlich. Die Emissionen steigen in der Bilanz an, da der Strom im Strommix durch den Einsatz Erneuerbarer Energien immer „sauberer“ wird und die Emissionsgutschrift durch den KWK-Strom immer geringer wird. Mittelfristig muss daher der Energieträger umgestellt werden. Die Umstellung auf Biogas oder auch synthetisches Methan aus erneuerbar erzeugtem Strom ist einfach, da die vorhandene Technik weitestgehend erhalten werden kann. Zudem ist die Ressource durch die Stromüberschüsse aus EE regional vorhanden.

Holz ist in der Stadt Nordhausen und Umgebung nur begrenzt vorhanden, deshalb ist der Energieträger nur im bedingten Umfang energetisch nutzbar.

Beim Einsatz von Holz als Energieträger für die Fernwärme sind die geringsten Emissionen zu erwarten.

3.5.1. Entwicklung Erneuerbare Energien in der Fernwärme

In diesem Abschnitt wird eine Bilanz für die Energieträger einer möglichen Fernwärmeversorgung dargestellt. Dabei werden die Endenergien für das Referenzszenario und das Klimaschutzszenario bilanziert. Folgende Annahmen werden dabei zugrunde gelegt:

- Der Wärmebedarf für die Fernwärme bleibt nahezu konstant. Dazu muss das Netz ausgebaut werden, bzw. an entsprechenden Stellen nachverdichtet werden (vgl. Kap. 3.5.1.) Dies gilt insbesondere für den Fernwärmebereich Mitte.
- Für den Bedarf an Endenergie (ab Kessel) werden zukünftige Effizienzmaßnahmen zugrunde gelegt. Für den Bereich Kesselzentrale soll der Endenergiebedarf um etwa 9% gesenkt werden, besonders durch optimierte Anlagensteuerung und Erneuerung von Anlagenteilen. Bis 2030 sollen die Verluste beim Wärmenetz durch Absenkung der Netztemperaturen und zusätzliche Dämmung reduziert werden. Dadurch wird der Endenergiebedarf um etwa 10% reduziert.
- Die Potenziale der Erneuerbaren Energien wurden aus dem integrierten Klimaschutzkonzept Nordhausen 2012 entnommen.

Die Entwicklung des Energiebedarfs der Fernwärme für das Referenzszenario ist in der folgenden Abbildung zu sehen. Für 2010 beträgt der Bedarf an Endenergie im Fernwärmenetz für Strom und Wärme zusammen etwa 185 GWh/a.

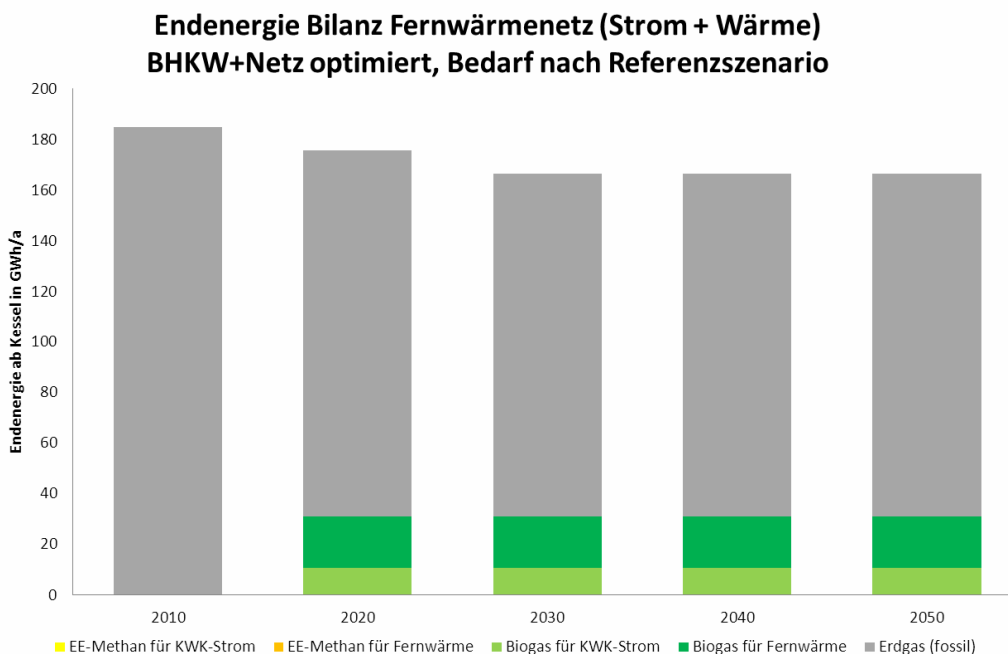


Abbildung 22 Erneuerbare Energien in der Fernwärme (Referenzszenario)

Ab 2020 wird das Biogas aus der Einspeiseanlage der EVN mit bilanziert. Im Referenzszenario kann das Potenzial an erneuerbaren Energieträgern nicht signifikant gesteigert werden.

Die Entwicklung des Energiebedarfs der Fernwärme für das Klimaschuttszenario ist in der folgenden Abbildung zu sehen. Für 2010 beträgt der Bedarf an Endenergie im Fernwärmenetz für Strom und Wärme zusammen etwa 185 GWh/a.

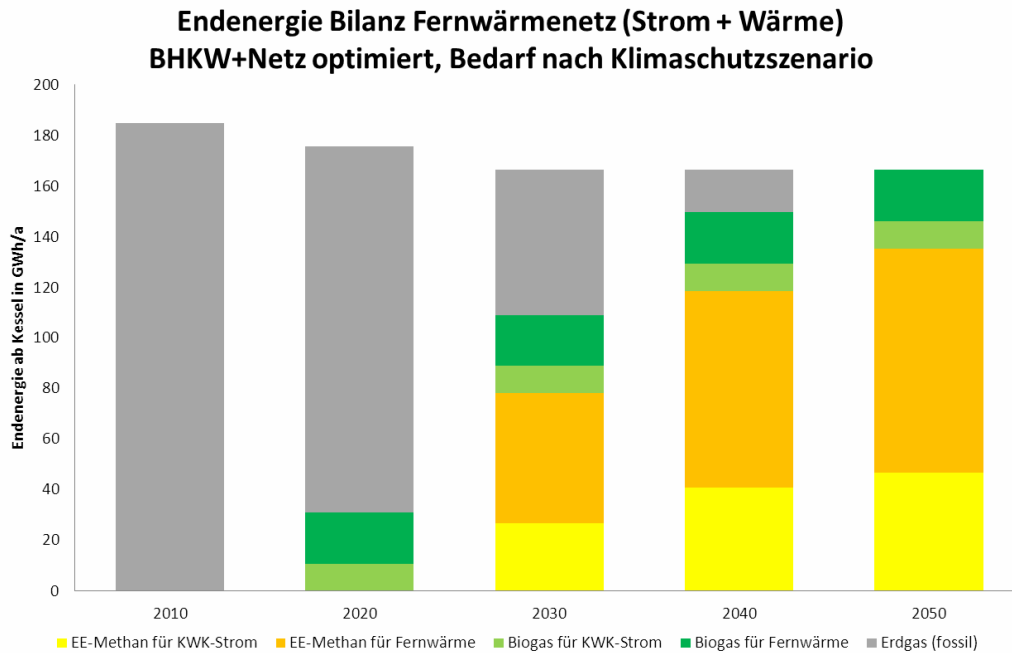


Abbildung 23 Erneuerbare Energien im Fernwärmenetz (Klimaszenario)

Ab 2020 wird das Biogas aus der Einspeiseanlage der EVN mit bilanziert. Im Referenzszenario kann das Potenzial an erneuerbaren Energieträgern nicht signifikant gesteigert werden. Ab 2030 wird der anfallende Stromüberschuss in Nordhausen besonders aus Wind- und Solarstrom für das Fernwärmenetz zur Verfügung gestellt. Dabei wird aus dem überschüssigen Strom synthetisches EE-Methan erzeugt. Das EE-Methan kann in das Erdgasnetz eingespeist werden und dann in der BHKW-Zentrale genutzt werden. Der Anteil an synthetischen EE-Methan kann im Jahr 2050 etwa 80% des Endenergiebedarfs abdecken. Als Alternative zum Solarstrom kann das Potenzial im Bereich der Fernwärme über solarthermische Freiflächenanlagen genutzt werden. Diese sind zentral in Verbindung mit Langzeitspeichern zu errichten.

Im Jahr 2050 kann der Endenergiebedarf für das Fernwärmenetz zu 100% durch Biogas und synthetisches EE-Methan bereitgestellt werden.

3.5.2. Entwicklung der CO₂-Emissionen in der Fernwärme

In diesem Abschnitt wird eine Bilanz der CO₂ Emissionen für die Fernwärmeversorgung dargestellt. Dabei werden die Endenergien für das Referenzszenario und das Klimaschutzszenario bilanziert. Folgende Annahmen werden dabei zugrunde gelegt:

- Entwicklung des Wärmebedarfs, zukünftige Effizienzmaßnahmen für Kessel und Netz sollen wie im vorigen Kapitel (vgl. Kap. 3.5.1) identisch sein.
- Die Potenziale der Erneuerbaren Energien wurden aus dem integrierten Klimaschutzkonzept Nordhausen 2012 entnommen.

Die Emissionen wurden mit den Emissionsfaktoren nach Gemis Version 4.5 ermittelt. Die Emissionsfaktoren sind jedoch nicht für alle Dekaden verfügbar. Deshalb wurden die Emissionen nur für die Zeitschritte 2010, 2030 und 2050 berechnet. Die Entwicklung des zukünftigen Strommixes ist nicht für alle Dekaden mit den zugehörigen Emissionsfaktoren belegt. Aus diesem Grund werden in den folgenden Abbildungen nur die tatsächlich entstanden Emissionen vor Ort abgebildet. Im Gegensatz zu den vorherigen Emissionsberechnungen (vgl. Kap. 3.5.3) wird bei den folgenden Berechnungen die Gutschrift zur Vermeidung von Emission durch die Stromproduktion nicht mit berücksichtigt.

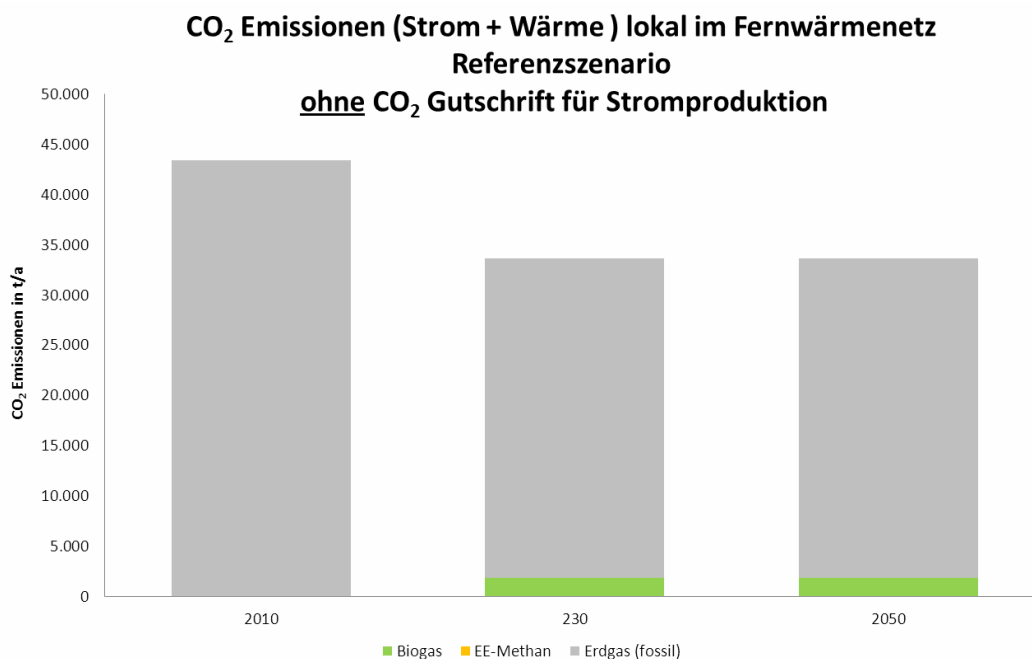


Abbildung 24 CO₂ Emissionen im Fernwärmenetz (Referenzszenario)

Für das Referenzszenario betragen die tatsächlichen Emissionen vor Ort durch das BHKW (ohne Gutschrift für Stromproduktion) ca. 43.000 t/a. Bis 2050 können die Emissionen des Fernwärmenetzes in Nordhausen durch den Einsatz von Biogas um ca. 25% reduziert werden.

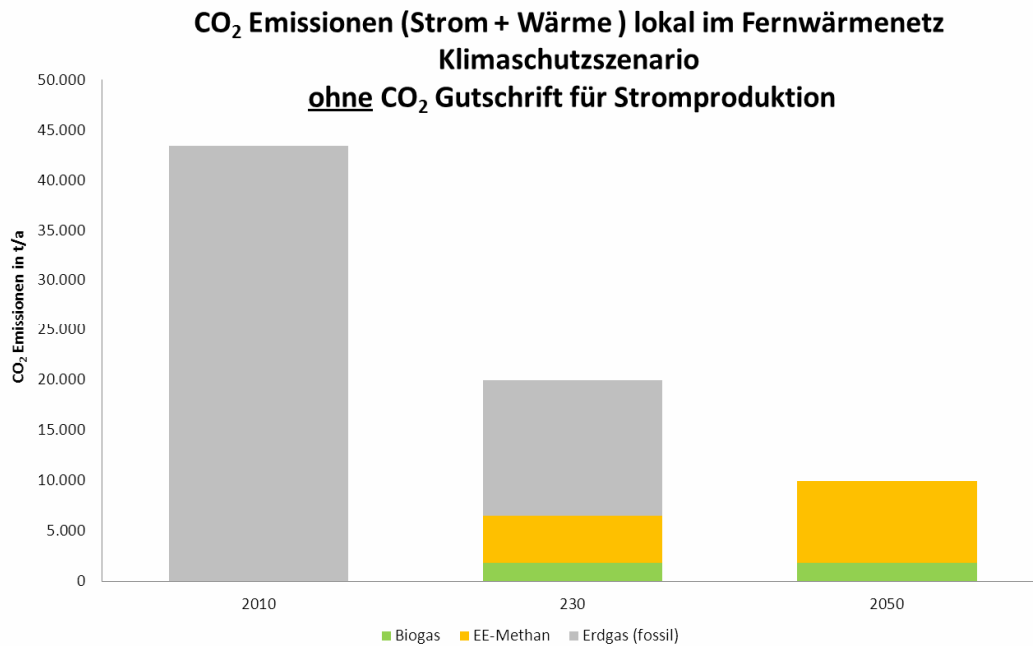


Abbildung 25 CO₂ Emissionen im Fernwärmenetz (Klimaszenario)

Für das Klimaschutzszenario betragen die tatsächlichen Emissionen vor Ort durch das BHKW (ohne Gutschrift für Stromproduktion) ca. 43.000 t/a. Als erneuerbare Energiequellen im Fernwärmenetz Nordhausen können Biogas und besonders synthetisches Methan aus Überschüssen der Erneuerbaren Energien eingesetzt werden. Das EE-Methan wird insbesondere aus den Überschüssen von Solar- und Windstrom erzeugt. Durch den Einsatz Erneuerbarer Energien können die Emissionen des Fernwärmenetzes im Jahr 2050 auf etwa die Hälfte reduziert werden.

Im Jahr 2050 kann die benötigte Energie im Fernwärmenetz zu 100% aus Biogas und EE-Methan bereitgestellt werden. Hierdurch lassen sich die Emissionen um etwa 36.000 t/a reduzieren, das entspricht in etwa 82% Einsparung.

3.5.3. Zusammenfassung der Handlungsoptionen im Klimaschutzszenario

Die folgende Karte fasst Handlungsansätze im Bereich der Wärmenutzung zusammen, die bis zum Jahr 2030 im Klimaschutzszenario auf den Weg gebracht werden sollten.

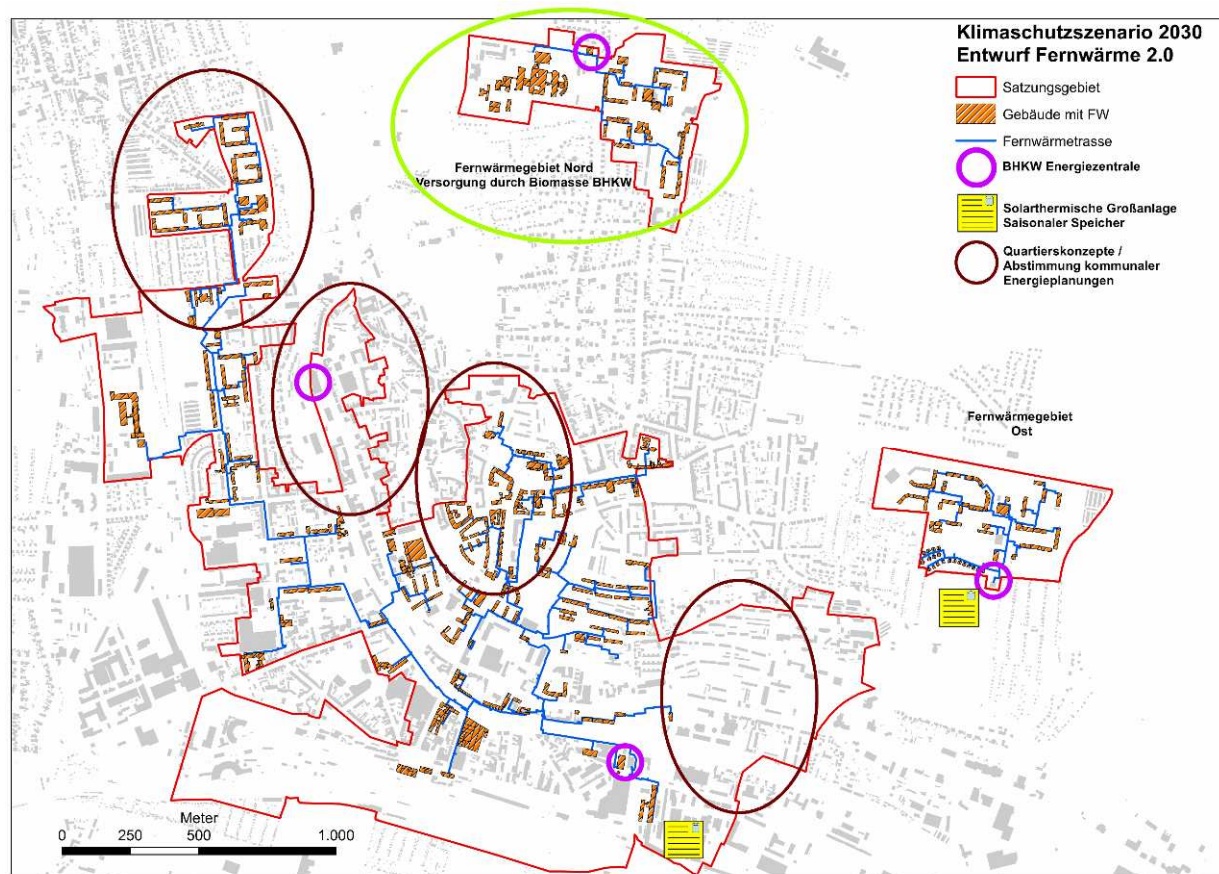


Abbildung 26 Handlungsschwerpunkte im Klimaschutzszenario

Nordhausen Nord wird, wie in Kapitel 3.3.2 beschrieben, mit Biomethan versorgt. Die Umsetzung durch die Eigenproduktion in einer Biogasanlage mit Einspeisung in das Erdgasnetz findet bereits in Zusammenarbeit der EVN mit Landwirten statt.

Quartierskonzepte und die Abstimmungsbereiche der kommunalen Energieplanung sind im Versorgungsgebiet Mitte durch braune Kreise gekennzeichnet. Da das Versorgungsgebiet Mitte nicht als Ganzes zu erfassen ist, geben diese von Nordwest bis Südost beispielhaft ausgewählte Bereiche mit Detaillierungsvorschlägen an.

Die Aufstellung eines Quartierskonzeptes ist für Nordhausen Salza zu empfehlen. Dieser im äußersten Nordwesten des Fernwärmenetzes versorgte Plattenbaubereich bietet Synergien durch eine gekoppelte Gebäudesanierung in Abstimmung mit der Optimierung des Versorgungsnetzes. Die Hintergründe dieses Instrumentes sind in Kapitel 3.4.4 näher beschrieben.

Im Bereich der Grimmelallee ist eine Netzerweiterung des Fernwärmenetzes zu prüfen. Ein Verbund mit dem BHKW im Badehaus kann hergestellt werden. Maßnahmen sind aus städtebaulicher Sicht zu erwarten, wenn die Verkehrsbelastung auf der Bundesstrasse durch eine Ortsumgehung entlastet wird. Dadurch könnte der Bereich Grimmelallee aufgewertet werden. Eine Verdichtung, Umnutzung und Aufwertung des Gebietes sollte die Belange der Fernwärme, zum Beispiel Koordination der Trassen und Erreichung hoher

Anschlussgrade mit berücksichtigen. Die Wirtschaftlichkeit der Neutrassierung hängt wesentlich von der Netzauslastung ab.

Im Bereich der Mittelstadt und der Altstadt sind Themen wie die Versorgung denkmalgeschützter Objekte, Ausbau und Nachverdichtung des bestehenden Versorgungsnetzes und eventuelle Neutrassierungen zu untersuchen. Aufgrund der Enge des unterirdischen Bauraumes ist das Erschließen von Altstadtbereichen schwierig. Eine enge Abstimmung zwischen Gebäudeeigentümern, Stadt und Energieversorgung sollten Energiekonzeptionen für Einzelbereiche zum Ziel haben.

Die Erschließung des Fachhochschulgeländes sollte geprüft werden: Es liegt im Satzungsgebiet, hat durch den Ausbau der Hochschule einen erhöhten Wärmebedarf.

Weitere Teilgebiete sind energetisch im Detail zu betrachten. Anhand von Quartierskonzepten sollten die Arbeits- und Abstimmungsabläufe trainiert werden.

Im Versorgungsgebiet Nordhausen Nord kann im Klimaschutzszenario eine Umstellung der Energieversorgung auf Wärme aus einer solarthermischen Freiflächenanlage erfolgen. Bedingung dafür ist, dass der Erdgaspreis in 2030 entsprechend gestiegen ist, so dass die Solarwärme einen Preisvorteil genießt. Im Gegensatz zur Erzeugung von Solarstrom ist die Einspeisung von Solarwärme auf eine räumliche Nähe zwischen dem Solarfeld und dem Wärmenetz mit seiner Energiezentrale angewiesen. In Nordhausen Ost ergeben sich hierfür optimale Bedingungen.

Die Einbindung Solarthermischer Anlagen mit saisonalem Speicher in Fernwärmenetze ist in Dänemark heute schon Stand der Technik, in Deutschland ist sie Gegenstand der Forschung und findet Eingang in die Praxis [www.solites.de, www.saisonalspeicher.de]. Grund sind die unterschiedlichen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Die Fernwärme wurde in Dänemark bereits seit den 70er Jahren intensiv gefördert, so dass ein nationaler Anschlussgrad von über 50 % der Wohnbebauung vorhanden ist. Die Kosten für die Netze sind preiswerter und Brennstoffe wie Heizöl und Erdgas höher besteuert. Außerdem herrscht seit den 70er Jahren eine Pflicht von Kommunen zur Wärmeplanung mit verbindlichen Festsetzungen, vergleichbar der Bebauungsplanung. Als Folge werden Gebiete nicht doppelt mit Gas- und Wärmenetzen erschlossen. Die Fernwärme hat den wirtschaftlichen Vorzug.

Die Erzeugung von Wärme in Solarthermischen Freiflächenanlagen ist bis zu dem Faktor 6 günstiger als die dezentrale Wärmeerzeugung. Durch die Speicherung in saisonalen Wärmespeichern, die erst ab einer Größe von 1.000 m³ technisch sinnvoll betrieben werden können, kann ein großer Teil der solaren Wärmenutzung in den Winter verlagert werden. Große Wärmespeicher bieten auch Vorteile bei der Integration Erneuerbarer Energie in das dezentrale Energiesystem, vergleiche Kapitel 1.2. Die direkte Produktion und Speicherung von Solarwärme weist gegenüber der Erzeugung von Methan aus Solarstrom eine bessere Flächenproduktivität und deutlich höhere Wirkungsgrade auf.

Die Nutzung von Solarthermie in zentralen Anlagen zur Fernwärmeerzeugung ist heute bei parallelem BHKW-Betrieb nicht wirtschaftlich, aber ökologisch sinnvoll. Sie sollte bei der zukünftigen Entwicklung der Energiewirtschaft in Betracht gezogen werden.

4. Dezentrale Versorgungslösungen/-optionen

Vom bebauten Stadtgebiet werden in Nordhausen 93 % der Fläche mit dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen versorgt. Der Endenergieeinsatz in diesen dezentralen Anlagen hat einen Anteil von 74 % am Gesamtenergieverbrauch. Für Wärme werden Energieträger in Höhe von 535 GWh im gesamten Stadtgebiet eingesetzt. Die zentral versorgten Gebiete haben eine durchschnittliche Wärmedichte von 1,2 GWh/ha, dezentral versorgte Gebiete eine Dichte von 0,3 GWh/ha. Im Vergleich zur Fernwärme sind dezentrale Versorgungslösungen für Objekte in Gebieten mit geringer Wärmedichte geeignet.

Zunächst werden in diesem Kapitel die Klimaschutzansätze auf der Gebäudeebene aufgezeigt, vgl. Kap. 2. Versorgungsoptionen mit großem Klimaschutzpotenzial werden in Kapitel 4.1 vorgestellt. Durch die Bündelung von Wärmeverbrauchern ist der Einsatz kostenintensiverer und effizienterer Versorgungsanlagen möglich. Bei dem Einsatz des gleichen Energieträgers sind die Emissionen bei Einzelversorgung im Vergleich zu zentralen Wärmenetzen größer, vgl. Kapitel 3.2. Wenn die Energiedichte im Versorgungsraum abnimmt, durch Gebäudesanierung oder Bevölkerungsrückgang, kann aufgrund der Netzverluste die dezentrale Versorgung geringere Emissionen verursachen. Dies kann sich bei einer Betrachtung des Einzelfalls herausstellen.

4.1 Handlungsfeld Wärmeerzeuger

4.1.1. Pellet- und Hackschnitzelheizung

Mit moderner Holzpellet- und Hackschnitzelheizung ist es gelungen, eine kontinuierliche Holzfeuerung zu entwickeln, die sich vom Bedienungskomfort mit einer Ölheizung vergleichen lässt. Statt als Tankraum für Öl kann dieser Raum als Lagerraum für Pellets genutzt werden. Die Pellets können dann als Sackware oder im Silowagen angeliefert und eingeblasen werden. Im unteren Bereich des Lagerraumes befindet sich eine Schnecke, welche die Pellets kontinuierlich zum Holzpelletskessel transportiert.

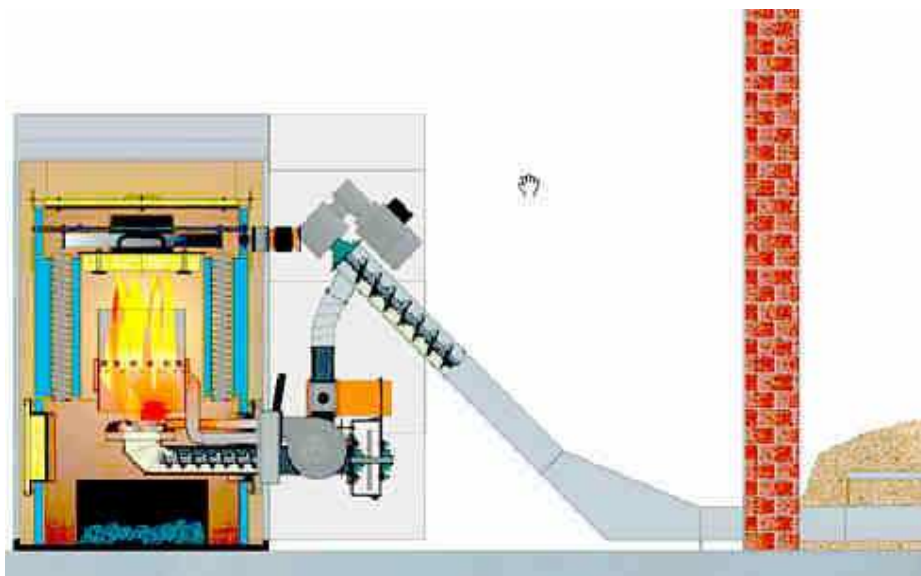


Abbildung 27: Funktionsprinzip einer Pelletheizung [Quelle: mt-plan.de]

Sinnvoll ist hierbei eine Unterschubfeuerung, d. h. die Pellets werden von unten nachgeschoben und verbrennen an der Oberfläche mit Unterstützung eines Verbrennungsluftgebläses. Dadurch ist eine kontinuierliche und gleichmäßige Verbrennung gewährleistet. Bezogen auf den Brennstoff werden Wirkungsgrade von bis zu 90 % erreicht. Bei modernen Pelletheizungen ist eine Modulation, also eine Anpassung der Feuerungsleistung an den Wärmebedarf in weiten Bereichen möglich.

Die entstehende Asche fällt über den Brennerkranz nach unten und wird gesammelt. Der Ascheanteil liegt bei guten Pellets unter 1 % und kann als Dünger verwendet werden. Wird die Asche verdichtet oder ist der Aschekasten groß genug, so ist es ausreichend, den Aschekasten ein- bis zweimal im Jahr zu leeren. Dies ist im Rahmen der normalen Heizungswartung möglich.

Vorteile:

- Nutzung regenerativer Energie ohne Komfortverlust
- Verringerung der Energiekosten durch den Einsatz eines günstigen Brennstoffs
- Verringerung der Abhängigkeit von Preissteigerung
- Finanzielle Förderung durch Bund, Länder und teilweise auch Kommunen möglich

Nachteile:

- Zurzeit noch höhere Investitionskosten als z. B. Brennwertkessel
- Platzbedarf für die Lagerung der Pellets/Hackschnitzel

4.1.2. Solarthermische Anlagen

Solarthermische Anlagen nehmen die Wärme des Sonnenlichts auf und erwärmen über einen Wärmetauscher Brauchwasser in einem Warmwasserspeicher. Dafür müssen die Kollektoren möglichst nach Süden mit einem Neigungswinkel von 30° bis 50° ausgerichtet werden.

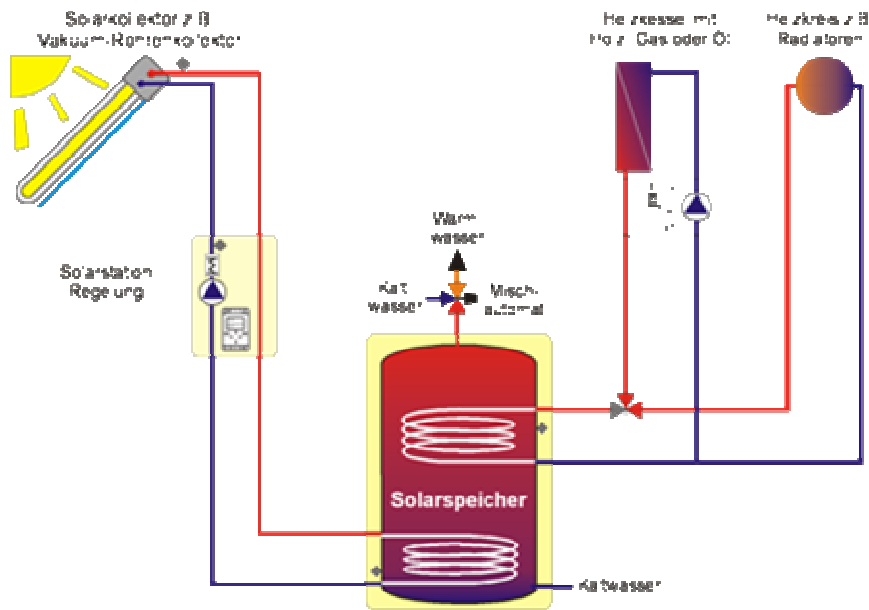


Abbildung 28: Aufbau einer solarthermischen Anlage [Quelle: Software EVA]

Solarthermische Anlagen sind technisch und ökonomisch nicht sinnvoll wenn ein KWK-Modul geplant ist, da durch die Brauchwassererwärmung die Laufzeiten des KWK-Moduls verringert werden. Eine solarthermische Anlage kann nur einen Teil der Warmwassererwärmung übernehmen. Insbesondere im Winter muss mit anderen Heizungsanlagen hinzu geheizt werden. Für Heizzwecke sollten solarthermische Anlagen nur in Gebäuden mit sehr hohem Dämmstandard und entsprechend großen Heizflächen (z. B. Fußbodenheizung) eingesetzt werden.

Vorteile:

- Nutzung von Sonnenwärme
- Keine Verbrauchskosten
- Unabhängig von Preissteigerung
- hohe Ausbauflexibilität

Nachteile:

- hohe zusätzliche Investitionskosten

4.1.3. Oberflächennahe Geothermie

Bei der oberflächennahen Geothermie werden Erdsonden bis maximal 200m in das Erdreich eingebracht. Häufig werden die Bohrungen nur bis 100m ausgeführt, wo eine Temperatur von ca. 10°C herrscht. Erdsonden sind Rohre, die mit einer Wärmeträgerflüssigkeit, meist mit Frostschutzmittel versetztes Wasser, die Erdwärme an die Erdoberfläche transportieren. Damit die Erdwärme von der Wärmeträgerflüssigkeit aufgenommen werden kann, muss diese kühler sein als die Erdtemperatur. Das wird durch eine Wärmepumpe sichergestellt.

Wärmepumpen sind Aggregate, die Wärme auf einem niedrigen Temperaturniveau aufnehmen und unter Hinzunahme von elektrischer Energie die Wärme auf ein höheres, nutzbares Temperaturniveau bringen.

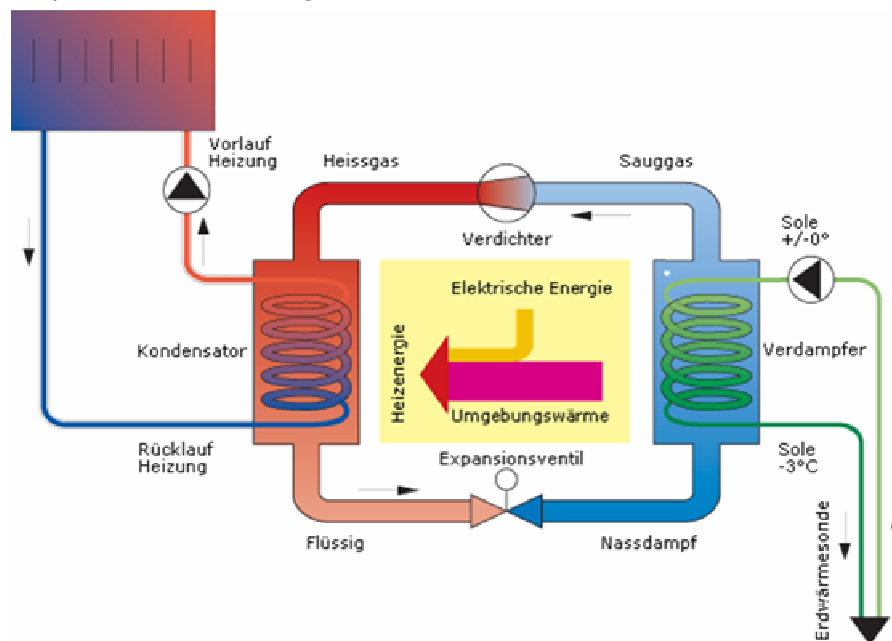


Abbildung 29: Funktionsprinzip einer Wärmepumpe [Quelle: k-w-info.de]

Die Jahresarbeitszahl (JAZ) ist definiert als das Verhältnis von abgegebener Nutzwärmeenergie zu aufgenommener elektrischer Energie der Wärmepumpe und gibt an, wie ökonomisch und ökologisch diese betrieben wird. Je größer die Jahresarbeitszahl ist, umso wirtschaftlicher ist der Betrieb. Bei einer sehr guten JAZ von 4 benötigt eine Wärmepumpe $\frac{1}{4}$ der bereitgestellten Wärmeenergie als elektrische Energie. Damit die JAZ nicht auf unwirtschaftliche Werte sinkt, sollten oberflächennahe Geothermieanlagen zu Heizzwecken nur in Gebäuden mit einem gewissen Dämmstandard und entsprechend großen Heizflächen (z. B. Fußbodenheizung) eingesetzt werden. Für die Warmwasserbereitung ist immer ein zusätzlicher Heizkessel erforderlich.

Zusammenfassend ist die Nutzung der oberflächennahen Geothermie an drei wesentliche Faktoren gebunden:

1. Es müssen entsprechende Flächen vorhanden sein, um die Erdsonden oder Erdkollektoren platzieren zu können,
2. die Wärmeabnahme muss in mittelbarer Nähe erfolgen und
3. eine Wärmebedarfsberechnung muss Grundlage der geothermischen Anlagenplanung sein.

Die geologisch-geothermischen Bedingungen, d.h. die Eigenschaften der am Standort angetroffenen Schichten und Gesteine und die daraus abzuleitende Wärmeleitfähigkeit des Untergrundes, sind weitere wichtige Voraussetzungen für die Planung der Anlage. Nach der Bestimmung der geologischen Schichtenfolge wird diese unter geothermischen Gesichtspunkten bewertet. So kann die geothermische Entzugsleistung am Standort ermittelt werden.

Tabelle 12: typische Entzugsleistungen nach VDI 4640

Bodenart	spez. Entzugsleistung (VDI 4640)	Bemerkung
trockener Sand:	25-20 W/m	bei Sonden bzw. 10-8 W/m ² bei Kollektoren
nasser Sand:	80-65 W/m	bei Sonden bzw. 40-32 W/m ² bei Kollektoren
Ton, feucht:	60-40 W/m	bei Sonden
Basalt:	65-55 W/m	bei Sonden
Gneis, Granit:	85-70 W/m	bei Sonden

Geothermische Anlagen zur Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung lassen sich auch heute schon wirtschaftlich errichten und betreiben. Bei weiter steigenden Brennstoffpreisen und weniger stark steigenden Strompreisen wird der wirtschaftliche Betrieb für immer mehr Anlagen möglich sein. Daher wird der verstärkte Ausbau der geothermischen Anlagen erst in circa 10-20 Jahren erwartet. Insbesondere bei der Sanierung von Heizungsanlagen in Gebäuden kann der Austausch einer Kesselanlage gegen eine geothermische Anlage in Kombination mit einer solarthermischen Anlage zu diesem Zeitpunkt wirtschaftlich sinnvoll sein.

Vorteile:

- Nutzung von Umweltwärme
- Bessere CO₂-Bilanz als ein Gaskessel bei optimalem Betrieb
- kein Abgaszug erforderlich
- Eigenerzeugte elektr. Energie aus einer Photovoltaikanlage kann zum Antrieb der Wärmepumpen genutzt werden.
- Kühlung möglich

Nachteile:

- Hohe Investitions- und Betriebskosten
- Abhängigkeit von Preissteigerung im Bereich elektr. Energie

4.1.4. Abwasserwärmenutzung

Bei der Abwasserwärmenutzung ergeben sich zwei verschiedene Anwendungen. Die erste Nutzungsform von Abwasserwärme besteht im Abwassernetz vor der Kläranlage in unmittelbarer Nähe zu Gebäuden, in denen die Wärme genutzt werden kann. Die zweite Nutzung von Abwasserwärme erfolgt hinter der Kläranlage. Hier kann die Abwasserwär-

me nur dann wirtschaftlich genutzt werden, wenn sich die Kläranlage in nicht zu großem Abstand zu Gebäuden befindet. Dieses ist nur in wenigen Fällen gegeben, da sich die meisten Kläranlagen aus Immissionsschutzgründen in einer größeren Entfernung zur nächsten Bebauung befinden. In einigen Fällen befinden sich die Kläranlagen jedoch in der Nähe von oder direkt in Gewerbegebieten, so dass hier eine Nutzung möglich ist. In beiden Fällen kann die Abwasserwärmenutzung als Alternative zur oberflächennahen Geothermie eingesetzt werden, denn in Gebieten mit verdichteter Bebauung ist es meist schwierig, geeignete Flächen für Erdsonden oder Erdkollektoren zu finden. In diesen Gebieten ist jedoch i. d. R. ein Abwassernetz mit ausreichender Dimension vorhanden, welches die Möglichkeit der Abwasserwärmenutzung erschließt. Auch für die Abwasserwärmenutzung kommen elektrisch betriebene Wärmepumpen zum Einsatz. Ohne die biologischen Prozesse in der Kläranlage zu gefährden kann die Abwassertemperatur im Abwassernetz um die Bagatellgrenze von 0,5 K abgesenkt werden. Sollen größere Temperaturabsenkung vorgenommen werden, so ist eine detaillierte Untersuchung und eine entsprechende Abstimmung mit dem jeweiligen Abwasserverband erforderlich.

Das hier ermittelte Potenzial beträgt für Stadt Nordhausen etwa 4,0 GWh/a. Daher kann es nur einen minimalen Anteil vom gesamten Wärmebedarf der Stadt decken. Zusammen mit dem Potenzial in Gebieten mit verdichteter Bebauung beträgt dieses etwa 10,6 GWh/a. Die Nutzung dieses Potenzials ist trotzdem sinnvoll, wenn keine anderen erneuerbaren Wärmequellen zur Verfügung stehen.

4.1.5. Fazit dezentrale Wärmeerzeuger

Bei einer dezentralen Energieerzeugung sollten mittel- bis langfristig Wärmepumpen zum Einsatz kommen, da hierdurch der nicht benötigte Strom in Wärme effizient umgewandelt wird.

Bei hohen Vorlauftemperaturen des Heizungssystems sollte mit Holzkesseln geheizt werden, da hier die Wärmepumpe eine geringere Effizienz aufweist. Durch den Einsatz von Holz als Energieträger entstehen geringe Emissionen.

5. Maßnahmenkatalog Wärmenutzung

Für die Klimaschutzkonzepte wurde ein gemeinsamer Maßnahmenkatalog mit 82 Maßnahmenblättern erstellt. Dieser enthält die Handlungsfelder Städtische Maßnahmen, Energie, Erneuerbare Energie, Öffentlichkeitsarbeit und Bildung sowie Verkehr. Hier dargestellt ist die Zusammenfassung für das Handlungsfeld Energie.

Tabelle 13: Maßnahmenkatalog

Nr.	Maßnahme	Potenzial Klimaschutz	Priorität	Akteure	Zeitraum	Status	CO2 Einsparung	Kosten
2	Handlungsfeld Energie							
2.1	Wärmenetze							
2.1-1	Imagekampagne zum Nutzen der Fernwärme	mittel	hoch	EVN	mittelfristig	Projektidee	nicht bewertbar	Infomaterial und Veranstaltungen
2.1-2	Fortlaufende Optimierung der Wärmeerzeugung und Netze	indirekt	hoch	EVN	langfristig	in Bearbeitung	1.260 t/a	nicht bewertet
2.1-3	Umstellung der Energieträger von Erdgas auf EE-Methan	indirekt	hoch	EVN	langfristig	Projektidee	35.845 t/a	nicht bewertet
2.1-4	Wärmenetz: Ausbau und Nachverdichtung des Fernwärmenetzes und Erhöhung der Anschlusszahl im bestehenden	indirekt		EVN / Stadt	langfristig	in Bearbeitung	2.586 t/a	nicht bewertet
2.1-5	Wärmenetz: Reduktion Netztemperaturen und technische Maßnahmen	indirekt	mittel	EVN	mittelfristig	Projektidee	378 t/a	nicht bewertet
2.1-6	Nutzung von Abwärmepotenzialen und anderen Wärmequellen in einem Wärmeverbund	indirekt		EVN	langfristig	Projektidee	nicht bewertbar	nicht bewertet
2.1-7	Flexibilisierung der Fernwärmeerzeugung für einen regenerativen Energieverbund	indirekt		EVN	mittelfristig	Projektidee	nicht bewertbar	nicht bewertet
2.2	Gebäude- und Objektversorgung							
2.2-1	Integrierte Planung und Umsetzung energetischer Maßnahmen	indirekt	hoch	Stadt, Energieberaternetzwerk	langfristig	in Bearbeitung	nicht bewertbar	Konzeptkosten
2.2-2	Einregulierung und Überwachung gebäudetechnischer Anlagen	hoch	hoch	Stadt, Energieberaternetzwerk	langfristig	in Bearbeitung	nicht bewertbar	Planung / Konzept
2.2-3	Angebot hocheffizienter und erneuerbarer dezentraler Versorgungslösungen	hoch	mittel	Gebäudeeigentümer, EVN und andere Energiedienstleister	langfristig	Projektidee	nicht bewertbar	Planung / Konzept
2.2-4	Prüfung der Wärmenutzung aus Abwasser	gering	mittel	Stadt, FH-Nordhausen	mittelfristig	Projektidee	803 t/a	Planung / Konzept
2.2-5	Anreize für die Heizungsumstellung	mittel	mittel	Stadt	kurzfristig	Projektidee	nicht bewertbar	nicht bewertet / Sponsoring
2.2-6	Angebot einer unabhängigen Energieberatung	hoch	hoch	Stadt	langfristig	in Bearbeitung	nicht bewertbar	Infomaterial und Veranstaltungen
2.2-7	Förderung von Passivhäusern durch Vergünstigungen im städtischen Grundstücksverkehr	mittel	mittel	Stadt	mittelfristig	Projektidee	nicht bewertbar	keine
2.3	Quartiersversorgung							
2.3-1	Beantragung eines Quartierskonzeptes für den Plattenbaubereich in Nordhausen Salza	hoch	sehr hoch	Stadt	kurzfristig	Projektidee	nicht bewertbar	40.000 bis 80.000 €
2.3-2	Entwicklung von Quartierskonzepten in weiteren Schwerpunktgebieten (z.B. für Ost, Innenstadt, Hochschule,	hoch	hoch	Stadt	mittelfristig	Projektidee	nicht bewertbar	3 Konzepte, ca. 160.000 €
2.3-3	Kommunikation von Musterlösungen im Quartier / Quartiersführungen	indirekt	mittel	Stadt	kurzfristig	Projektidee	nicht bewertbar	Städtischer Personaleinsatz
2.3-4	Nachbarschaftsversorgungen - Erschließung mit Nahwärmenetzen	mittel	mittel	Stadt, Gebäudeeigentümer, Energieversorger	mittelfristig	Projektidee	nicht bewertbar	Planung / Konzept
2.4	Energieversorgung							
2.4-1	Integration der erneuerbaren Energie in örtliche Versorgungsnetze und Regelkreise - Forschung und Innovation	hoch	hoch	Stadt, EVN, FH Nordhausen	kurzfristig	Projektidee	nicht bewertbar	Zukunftswerkstatt städtischer Unternehmen
2.4-2	Ausbau von Speichertechnologien und Netzinfrastruktur (EE-Methan)	hoch	sehr hoch	Stadt, EVN, Bürger, Unternehmen	mittelfristig	Projektidee	nicht bewertbar	Zukunftswerkstatt städtischer Unternehmen
2.4-3	Zukunftsstrategie für die Fernwärme (Fernwärme 2.0)	hoch	sehr hoch	EVN, Stadt	mittelfristig	Projektidee	nicht bewertbar	Zukunftswerkstatt städtischer Unternehmen

Im Anhang sind Maßnahmenblätter zu allen Maßnahmen aus der Tabelle 13 detailliert aufgeführt.

6. Akteursbeteiligung

Die Akteursbeteiligung wurde für beide Konzepte, das Integrierte Klimaschutzkonzept Nordhausen und das Klimaschutz Teilkonzept Wärmenutzung gemeinsam durchgeführt.

Den Prozess zur Erarbeitung des Klimaschutzkonzeptes der Stadt Nordhausen zeigt die folgende Abbildung. Er gliedert sich in die Bereiche der Akteursbeteiligung und die Fachanalyse. Diese beiden Ansätze liefern die notwendige Informationsgrundlage, um ein kommunales Handlungskonzept zum Klimaschutz zu formulieren. Der Beteiligungsprozess bindet bereits während der Erstellung das notwendige Wissen und die lokalen Akteure mit ein. Die Ergebnisse werden fortlaufend dokumentiert und münden in das Handlungskonzept. Die Fachanalyse schafft die notwendige Datengrundlage für einen effektiven lokalen Klimaschutz. Nach der Präsentation der Maßnahmen und Ergebnisse sollte die Umsetzung des erstellten Klimaschutzkonzeptes durch den Rat der Stadt beschlossen werden. Der Ratsbeschluss bildet die Grundlage für die Förderung der Umsetzung des kommunalen Klimaschutzkonzeptes mit Bundesmitteln.

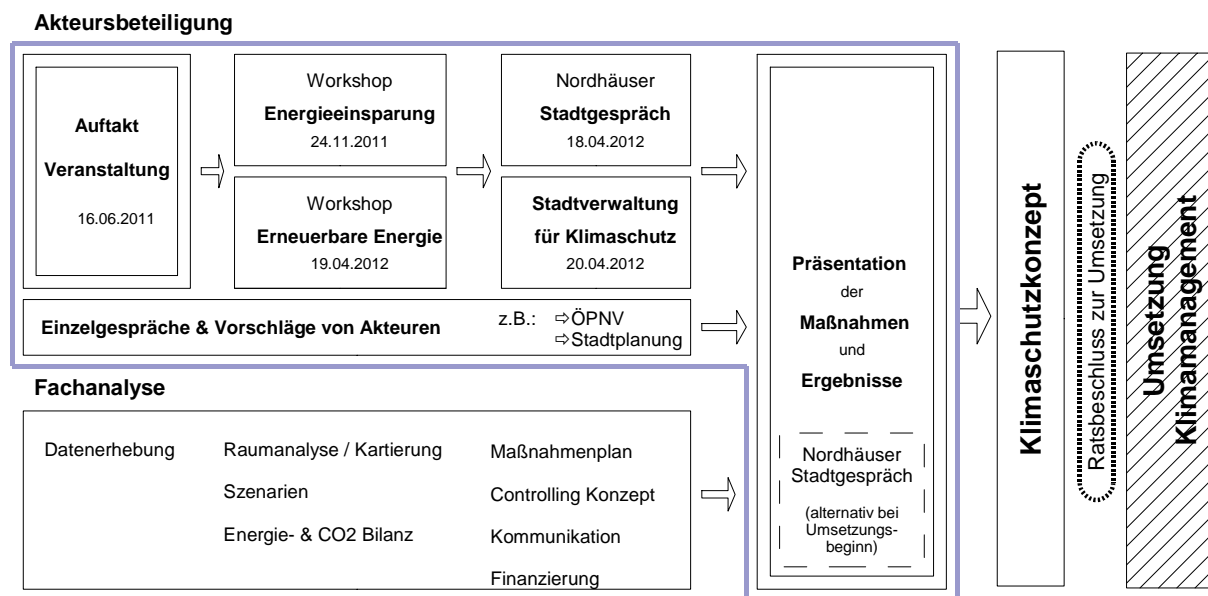


Abbildung 30: Prozessschema Klimaschutzteilkonzept Wärmenutzung der Stadt Nordhausen.

Nach Projektbeginn und einer ersten Phase der Datenerfassung und Sondierung hat die Auftaktveranstaltung am 16.06.2011 stattgefunden. Diese hat die Ziele und das Vorgehen der Konzepterstellung bekanntgemacht. Auf der Auftaktveranstaltung wurde ein erstes Stimmungsbild zum Klimaschutz in der Stadt Nordhausen erfasst und wichtige Akteure mit der Konzepterstellung vertraut gemacht.

Der Workshop Energieeinsparung am 24.11.2011 behandelte die Bereiche kommunale Liegenschaften, Geschoss- und Genossenschaftswohnungen sowie den gewerblichen Sektor. Zu den durchgeführten Veranstaltungen können die Protokolle eingesehen werden. Der Akteursworkshop „Einsatz Erneuerbarer Energien“ am 20.04.2012 hatte die Aufgabe, mögliche erneuerbare Energiepotenziale zu diskutieren, verfügbare Flächenressourcen zu quantifizieren und Einsatzmöglichkeiten der verschiedenen erneuerbaren Energieoptionen aufzuzeigen. Zudem wurde thematisiert, wie ein städtisches Klimaschutzmanagement den Ausbau der erneuerbaren Energien fördern kann und wie die bestehenden Hemmnisse überwunden werden können.

Die Stadtverwaltung Nordhausen hat bereits umfangreiche Erfahrungen im Klimaschutz gesammelt. Auf dem Arbeitstreffen am 20.04.2012 „Stadtverwaltung für Klimaschutz“, wurde deutlich, dass eine Handlungsstrategie für den direkten Verantwortungsbereich der einzelnen kommunalen Einrichtungen entwickelt werden muss. Ziel ist es, die Organisationsansätze für den Klimaschutz der Stadt Nordhausen und die Umsetzungsmöglichkeiten durch das Klimaschutzmanagement festzulegen. Zentraler Baustein der Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes ist die Erreichung einer Förderung des Klimaschutzmanagements der Stadt Nordhausen durch Projektmittel der bundesweiten Klimaschutzinitiative des BMU.

7. Controlling

Das Controlling sieht vor die Entwicklungen der im Konzept betrachteten energetischen Grundlagendaten in Nordhausen zu dokumentieren, die Umsetzung von Maßnahmen zum Klimaschutz zu kontrollieren und den Umsetzungsprozess zu optimieren. Dazu ist eine Berichterstattung zu entwickeln, zu der folgend Bausteine aufgezeigt werden. Die Berichterstattung ist dem Umfang und den Aufgaben des kommunalen Klimaschutzmanagements anzupassen. Es wird empfohlen mindestens die Umsetzung ausgewählter Maßnahmen zu dokumentieren. Eine umfassende Fortschreibung der CO₂-Bilanzierung und Berichterstattung für das gesamte Stadtgebiet sollte aufgrund des Aufwandes in größeren Zeitschritten und ggf. durch externe Vergabe erfolgen. Die Entwicklung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen im direkten kommunalen Verantwortungsbereich sollten jährlich erfasst werden, da diese Bereiche der Energieanwendung kostenrelevant für den städtischen Haushalt sind.

Indikatoren

Die Entwicklung des Klimaschutzkonzeptes beruht auf einer umfangreichen Datenerfassung. Diese sollte in angemessenen Zeitabschnitten fortgeschrieben werden. Zu unterscheiden sind Daten, die ohne großen Aufwand zu beziehen sind und solche, die mit erhöhtem Aufwand zu erfassen und auszuwerten sind. Ist eine einfache Datenerfassung möglich, so sollten die Daten im Jahresturnus fortgeschrieben werden. Dieses gilt zum Beispiel für die Dokumentation der Anlagen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbarer Energie. Durch die Dokumentationsverpflichtung des EEG sind hier Daten einfach zu beziehen. Im Wärmesektor ist eine Fortschreibung in der Regel mit größeren Schwierigkeiten verbunden, zumal für die nicht Leitungsgebundenen Energieträger in der Energiebilanz des integrierten Klimaschutzkonzeptes zum Teil Daten aus der Energiebilanz des Landes Thüringen auf die örtliche Situation in Nordhausen umgerechnet werden mussten.

Folgend werden Indikatoren für unterschiedliche Bereiche vorgeschlagen:

Metaindikatoren und Bezugsgrößen

- Entwicklung der Bevölkerung
- Entwicklung der Gradtagzahlen (Witterungsbereinigung –Station Erfurt)
- Abweichung der Gradtagzahlen vom langjährigen Mittel
- Entwicklung der CO₂-Emissionen (temperaturbereinigt)
- Entwicklung des Wohnungsbestandes
- Entwicklung der durchschnittlichen Wohnfläche

Gebäudebestand

- Witterungsbereinigter spezifischer Endenergieverbrauch für städtische Liegenschaften
- CO₂ Emissionen der städtischen Liegenschaften
- Sanierungsstand und spezifischer Endenergieverbrauch der Gebäude von Wohnungsunternehmen
- Bauanträge und Sanierungstätigkeit
- Passiv und Niedrigenergiehäuser

Zentrale Wärmeversorgung

1. Globale Indikatoren
 - Fernwärmeabsatz
 - Versorgte Gebäude, Entwicklung der Versorgungsgebiete
 - Versorgungsgrad der Gebäude/Wohneinheiten mit Fernwärme
2. Energieeinsparung:
 - Sanierungsstand und Wärmebedarf der versorgten Gebäude
3. Energieeffizienz der Umwandlung und Netze
 - Anteil der KWK (thermisch) an der Fernwärme
 - Anteil der Stromproduktion durch KWK zum Stromverbrauch im Stadtgebiet
 - Netzverluste und Netztemperaturen
 - Verhältnis Endenergieverbrauch zu Wärme- und Stromerzeugung
4. Erneuerbare Energien
 - Anteil erneuerbarer Energieträger für die Fernwärmeproduktion

Dezentrale Wärmeversorgung

- Anzahl und Größe effizienter Nahwärmenetze
- Entwicklung solarthermischer Anlagen
- Entwicklung von Biomassefeuerungen
- Entwicklung von Wärmepumpen und Wärmepumpenstrom

Bilanzierung

Zu unterscheiden sind einfache fortschreibbare Energie- und CO₂-Bilanzen, die einzelne Sektoren beschreiben, Gesamtbilanzierungen eines Energiesystems, wie zum Beispiel der Fernwärmenutzung und differenzierte Gesamtbilanzen für ein Siedlungsgebiet oder das gesamte Stadtgebiet.

Teilbilanzen im direkten städtischen Verantwortungsbereich, wie die für die städtischen Liegenschaften, den städtischen Fuhrpark oder andere direkte fachliche Verantwortungsbereiche, (Stadtwerke, Straßenbeleuchtung, Verkehrsunternehmen, Ver- und Entsorgungsbetriebe) sollten Bestandteil des Managements- und Optimierungsprozesses dieser städtischen Verwaltungs- und Betriebszweige werden. Diese Teilbilanzen obliegen dem Verantwortungsbereich der einzelnen städtischen Abteilungen und Betriebe. Die Berichtsmethoden sind durch eine Ämterübergreifende Arbeitsgruppe zu Energie- und Klimaschutz zu Homogenisieren. Der Erstellungsaufwand ist in einem angemessenen Rahmen zu halten. Das Management soll im Kern Vorhaben zur Energieeinsparung, zur Energieeffizienz und zum Einsatz erneuerbarer Energien in den einzelnen kommunalen Zuständigkeitsbereichen identifizieren, weitere Maßnahmen generieren, die Umsetzung dokumentieren und kommunizieren. Dabei ist ein besonderes Augenmerk auf die kommunale Vorbildfunktion im Klimaschutz zu legen. Eine gemeinsame Berichterstattung kommuniziert die städtischen Klimaschutzansätze nach außen. Das Klimaschutzmanagement hat auf dieser Ebene begleitende und beratende Funktionen, um Strukturen des Managements im städtischen Verantwortungsbereich aufzubauen und weiterzuentwickeln.

Die differenzierte Bilanzierung des lokalen Energiesystems nach Energieträgern, Energieanwendungsbereichen und Verbrauchergruppen ist nur unter erheblichem Aufwand zu

realisieren. Diese vollständige Gesamtbilanzierung sollte daher in einem größeren zeitlichen Turnus von zum Beispiel fünf Jahren erfolgen. Eine Auftragsvergabe zum Beispiel an die FH-Nordhausen sollte in Betracht gezogen werden. Die Gesamtstädtische Bilanzierung ermöglicht die Zuordnung einzelner Bilanzierungsansätze in einer gesamtstädtischen Sicht auf den Klimaschutz. Mit den vorliegenden Berichten des Integrierten Klimaschutzkonzeptes und des Klimaschutzteilkonzeptes Wärmenutzung ist dieser gesamtstädtische Bilanzierungsrahmen aufgespannt, so dass Einzelmaßnahmen im Gesamtkontext bewertet werden können.

Die städtischen Prozesse zum Klimaschutz sollten durch den Austausch mit anderen Kommunen unterstützt werden. Hierzu wird beispielsweise eine Berichterstattung über die carbonn Cities Climate Registry (cCCR) vorgeschlagen. Messbare, berichtbare und überprüfbare Emissionsreduktionen werden nach internationalem Standard (IPCC/UNFCCC) bilanziert. Weitere Kooperationen können über die Nationale Klimaschutzinitiative der Bundesregierung, den City Pact (Mitigation/Klimaanpassung) oder den Konvent der Bürgermeister/innen erfolgen. Diese Organisationen unterstützen ebenfalls lokale Handlungs- und Bilanzierungsansätze im Klimaschutz. Der wichtigste Erfolgsfaktor für die Umsetzung der Klimaschutzkonzepte ist die Zusammenarbeit der Akteure vor Ort.

Maßnahmenumsetzung

Maßnahmen, die zur Umsetzung ausgewählt werden, werden oder sind, sofern möglich, mit Zielvorgaben belegt. Die Zielerreichung wird im Rahmen der Umsetzung kontrolliert.

Berichterstellung

Über die Aktivitäten zum Klimaschutz wird regelmäßig berichtet. Diese Berichterstattung dient unterschiedlichen Zielen.

Das interne Controlling dient der Optimierung des Klimaschutzmanagements. Es ist vergleichbar mit dem Projekt- und Qualitätsmanagement und an Verwaltungsaufgaben der Stadt Nordhausen anzupassen. Aufgrund der Interdisziplinarität des Klimaschutzes bildet das Klimaschutzmanagement, ähnlich wie die Prozesse der Lokalen Agenda 21 eine Sonderstellung.

Gegenüber dem Fördermittelgeber und dem Rat der Stadt werden die Klimaschutzerfolge, Leistungen und Aufwendungen dokumentiert.

8. Öffentlichkeitsarbeit

Die Öffentlichkeitsarbeit erfolgt gemeinsam mit der für das integrierte Klimaschutzkonzept. Sie teilt sich auf in zwei Kommunikationsebenen.

8.1 Kommunikationsebene Vernetzung für den Klimaschutz

Die erste Kommunikationsebene ist zwischen der Stadt und Entscheidungsträgern, Netzwerkmitgliedern, Gebietskörperschaften, Verbänden und sonstigen Institutionen aufzubauen. Diese Ebene der Netzwerkbildung und konkreten Begleitung ist der Umsetzung von Maßnahmen und Projekten zuzuordnen. Sie bildet die Arbeitsebene des Klimamanagements und die Organisation des Umsetzungsprozesses.

Ziel ist die Motivation und Einbindung von Zielgruppenpersonen zur Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzeptes. Kommunikationsmethoden sind Gespräche, Präsentationen, Vorträge und Workshops zum Klimaschutz, zu Maßnahmen und zu Themen des Klimaschutzes sowie den Prozess in der Stadt Nordhausen.

Die Inhalte und Analyseergebnisse der Klimaschutzkonzepte sowie die Weiterentwicklung während des Umsetzungsmanagements werden wiederum Entscheidungsträgern und aktiven Akteuren kommuniziert. Ziel ist hier die Rahmenbedingungen des Klimaschutzes in der Region vorzustellen, zu diskutieren und bekannt zu machen sowie die Umsetzung zu koordinieren. Mögliche Inhalte aus den Konzepten sind zum Beispiel

- die Analyseergebnisse und die entwickelten Szenarien der Konzepte,
- der Stadtratsbeschluss zum Klimaschutz,
- das vorgeschlagene Leitbild und
- die aus der Akteursbeteiligung gewonnenen Ansätze.

8.2 Kommunikationsebene Öffentlichkeit

Die zweite Kommunikationsebene ist die der Öffentlichkeitsarbeit. Angesprochen werden sollen damit alle Bürger. Das Kommunikationsziel besteht in der Information über den Klimaschutzprozess und die Aktivierung der Bürger für den Klimaschutz. Es werden zielgruppenspezifische Kommunikationswege gewählt, um dem jeweiligen Wissenstand und den jeweiligen Lebensbedingungen angepasst informieren zu können. So sollen die Kommunikationskanäle der alten und neuen Medien, aber auch Gespräche, Präsentationen, Vorträge, Führungen und Workshops interessierte Bürger erreichen. Eine bestehende Kommunikationsplattform ist das Nordhäuser Energieforum. Interessierte Bürger sind nicht nur Privatmenschen. Zielgruppen sind neben Privathaushalten, Handel, Gewerbe, Institutionen und Verbänden auch Gebietskörperschaften und Prozessbeteiligte. Gleichzeitig sind externe Partner für die Kommunikationsarbeit aufzubauen. Dies können Medienpartner sein, die mit ihrem Knowhow zielgruppenspezifische Medienstrategien erstellen und ausführen. Zusätzlich sind regionale und überregionale Multiplikatoren zu nutzen. Dies können Verbände und Institutionen sein, aber auch lokale Unternehmer und Bildungsträger, die ihr Wissen zielgerichtet verbreiten. In diesem Zusammenhang sollten auch die Synergieeffekte analysiert werden. Netzwerkpartner können Vorteile durch die

Kommunikation des Klimaschutzprozesses haben. Sie können finanzielle oder inhaltliche Unterstützung geben.

Für die Kommunikation bieten sich vielfältige Inhalte an. Beispielhaft sind genannt:

- der Start der Umsetzung des Klimaschutzprozesses mit Vorstellung der Klimaschutzmanagements und die Ziele und erste Arbeitsansätze,
- Informationskampagnen zum Thema Klimaschutz,
- motivierende Berichte zu umgesetzten Maßnahmen, Meilensteinen und Erfolgen,
- Synergieeffekte des Klimaschutzes (z. B. Verkehrskonzepte der örtlichen Verkehrsbetriebe, Wärmekonzepte örtlicher Energieversorgungsunternehmen oder zusätzliche Aufträge für das lokale Handwerk und die lokale Industrie),
- Ansätze aus anderen Städten und Regionen sowie
- eine Serie zu vorbildlichen Beispielen und umsetzbaren Maßnahmen für zu Hause.

Wichtig ist Erfolge im Klimaschutz gemeinsam mit allen Akteuren zu feiern.

Neben der Rahmenkommunikation sollen herausragende konkrete Maßnahmen und Klimaschutzprojekte ein spezifisches Marketing bekommen. Auch hier ist zielgruppenspezifisch zu informieren. Zum Beispiel hat die Persistenz bei energetischer Sanierung des Gebäudebestandes oder einem Wechsel zur Fernwärme bei jungen Familien ganz andere Beweggründe als bei der Generation 50plus.

Die Maßnahmenzuordnung zu den Zielgruppen geht aus den Maßnahmenblättern der Klimaschutzkonzepte hervor. Wie die Auswahl und Gestaltung der Maßnahmenumsetzung, hängt auch die Kommunikation im Umsetzungsprozess von den Kompetenzen und Möglichkeiten des Klimaschutzmanagements ab. Eine Festlegung der und fortlaufende Anpassung der Kommunikationsstrategie wird daher in Zusammenarbeit des Klimaschutzmanagements, den betroffenen Fachdiensten, sowie Experten aus der Presseabteilung und dem lokalen Akteursnetzwerk getroffen.

Anhang

A1 Abkürzungen

a	Anno / Jahr
Abb.	Abbildung
AP	Arbeitspaket
BGF	Bruttogrundfläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CO _{2eq}	CO ₂ äquivalente Emissionen (Treibhausgase)
dena	Deutsche Energieagentur
EBZ	Energiebezugsfläche
EE	erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
el	elektrisch
EnEV	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden – kurz: Energieeinsparverordnung
etc.	et cetera
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EVN	Energieversorgung Nordhausen GmbH, Nordhausen
FW	Fernwärme
GEMIS	Gesamt-Emissions-Modell Integrierter Systeme
GIS	Geoinformationssystem
h	Stunde
ha	Hektar
HHL	Handelshochschule Leipzig
Hu / Hi	unterer Heizwert
Ho / Hs	oberer Heizwert
GLT	Gebäudeleittechnik
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattstunden
KW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft Wärme Kopplung
m ²	Quadratmeter
PBG	Planungsbüro Graw, Osnabrück
s.o.	siehe oben
s.u.	siehe unten
t	Tonne

th	thermisch
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil

A2 Glossar

BGF

Ist die Brutto-Grundfläche, sie bildet sich aus der Summe der Grundflächen aller Geschosse mit Berechnung von Außenmaßen.

Blockheizkraftwerke (BHKW)

Anlagen zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung werden als BHKW bezeichnet. Häufig sind sie so ausgelegt, dass sie den Wärmebedarf eines angeschlossenen Netzes oder Gebäudes decken und dementsprechend wärmegeführt betrieben werden. Da der Wärmebedarf jahreszeitlich bedingt großen Schwankungen unterliegt, bestehen die Anlagen aus Aggregaten der Kraftwärmekopplung (KWK), die die Grundlast der Wärmeerzeugung abdecken. Zur Abdeckung der Spitzenlast sind zusätzliche Heizkessel installiert. Diese decken je nach versorgtem Objekt den Wärmebedarf in der Regel auch bei einem Ausfall anderer Aggregate. Ebenso sind zentrale Anlagenbestandteile wie Pumpen und Wärmespeicher Bestandteil des BHKW.

Brennwert:

Ist eine andere Bezeichnung für den oberen Heizwert.

Emission:

Bezeichnet die Freisetzung von Schadstoffen in die Luft, Boden und Gewässer, aber auch von Lärm und Erschütterungen an der Quelle.

Endenergie:

Der Endenergiebedarf ist die berechnete Energiemenge, die zur Deckung des Heizwärmebedarfs und des Trinkwasserwärmebedarfs einschließlich der Verluste der Anlagentechnik benötigt wird. Die Endenergie sollte dabei im Allgemeinen der vom Energieerzeuger berechneten Menge Heizöl (Liter), Erdgas (m³ oder kWh) oder Strom (kWh) entsprechen. Für den Verbrauch bedeutet dies im Normalfall bei Wohngebäuden den Heiz- oder Warmwasserenergieverbrauch, wie er in Verbrauchsabrechnungen zu finden ist. Wie groß diese Energiemenge tatsächlich ist, hängt von den Lebensgewohnheiten der Gebäudebenutzer und den jeweiligen örtlichen Klimaverhältnissen ab.

EnEV (Energieeinsparverordnung):

Seit dem 1. 2. 2002 gilt die Energieeinsparverordnung (EnEV), sie löste die Wärmeschutzverordnung '95 ab. Die EnEV 2007 begrenzte den Transmissionswärmebedarf etwa auf den Stand der vorherigen Niedrigenergiehausqualität und begrenzte zusätzlich den Primärenergiebedarf. Die Qualität der gesamten Heizungsanlage, der

Warmwasserbereitung sowie die Effizienz der Bereitstellung des verwendeten Energieträgers werden berücksichtigt. Die gesamte Prozesskette von der Primärenergiegewinnung bis zur Wärmeübergabe im Raum wird betrachtet. Die EnEV 2009 ist aktuell in Kraft. In ihr wurde eine Verschärfung der Anforderungen um ca. 30 % umgesetzt. Das Berechnungsverfahren wurde für Nichtwohngebäude zwingend, für Wohngebäude optional auf das Berechnungsverfahren nach DIN V 18599 umgestellt.

Gigawattstunde [GWh]:

Einheit bzw. Maß für die geleistete Arbeit (Heizwärme, Licht usw.).

1 GWh entspricht 1000.000 kWh

Gradtagzahl:

Sie ist ein Maß für den Wärmebedarf eines Gebäudes während der Heizperiode mit der Einheit [Kd/a – Kelvin * Tag / Jahr]. Sie stellt den Zusammenhang zwischen der gewünschten Raumtemperatur und der Außenlufttemperatur her und ist somit ein Hilfsmittel zur Bestimmung des Wärmebedarfs eines Gebäudes und der zu erwartenden Heizkosten.

Heizwert:

Beim Heizwert unterscheidet man zwei Wärmewerte: Den unteren Heizwert H_i (früher H_u) und den oberen Heizwert H_s .

Der **obere Heizwert** gibt die gesamte Wärmemenge an, die bei der Verbrennung frei wird, also auch die Wärme, die im Wasserdampf der Abgase (Wasserdampfkondensation) gebunden ist.

Der **untere Heizwert** dagegen berücksichtigt nur die Wärme, die ohne Abgaskondensation nutzbar ist. Bei Erdgas liegt der obere Heizwert deutlich über dem unterem Heizwert: ca. 11 %.

Kilowattstunde [kWh]:

Einheit bzw. Maß für die geleistete Arbeit (Heizwärme, Licht usw.).

Kohlendioxid (CO₂):

Farb- und geruchloses Gas, das bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe (z. B. Erdgas, Erdöl oder Kohle) freigesetzt wird. Kohlendioxid gilt als wichtigster Vertreter der Treibhausgase, die zur Verstärkung des natürlichen Treibhauseffektes und der damit verbundenen globalen Erwärmung beitragen.

Kraftwärmekopplung (KWK)

Aggregate, z.B. Gasmotoren, Stirlingmotoren oder Mikrogasturbinen, treiben in der Kraftwärmekopplung einen Generator an. Dieser erzeugt elektrischen Strom. Die Abwärme der KWK-Anlagen wird für die Erwärmung eines Übertragungsmediums, z. B. Heizwasser, verwendet.

Nutzenergie:

Vom Verbraucher genutzte Energieform, z.B. Strom im Gebäude, warmes Wasser an der Zapfstelle oder Wärme im Raum.

Primärenergiebedarf:

Der Primärenergiebedarf berücksichtigt neben dem Endenergiebedarf für Heizung und Warmwasser auch die Verluste, die von der Gewinnung des Energieträgers an seiner Quelle über Aufbereitung und Transport bis zum Gebäude, der Verteilung und Speicherung im Gebäude anfallen.

Stadtraumtyp (SRT):

Einteilung von Stadtgebieten in energetische Homogenbereiche anhand der Bebauungsstruktur und städtebaulicher Leitbilder. Sie weisen einen spezifischen Energiebedarf und ein spezifisches Potenzial zur Energieerzeugung pro Flächen auf.

Szenario Referenz:

Beschreibt die Fortschreibung des energetischen Istzustandes, dies bezieht sich insbesondere auf die Effizienz beim Energieverbrauch und bei der Energieerzeugung. So ist die Sanierungsrate für den Gebäudebestand mit 1% p.a. definiert.

Szenario Klimaschutz:

Beschreibt die Fortschreibung des energetischen ambitionierten Ausbaupfades, dies bezieht sich insbesondere auf die Effizienz beim Energieverbrauch und bei der Energieerzeugung. So ist die Sanierungsrate für den Gebäudebestand mit 2% p.a. definiert.

A3 Literatur

ages (2007):

Verbrauchskennwerte 2005 – Energie- und Wasserverbrauchskennwerte in der Bundesrepublik Deutschland. Münster; 2007

Böhnisch, H. (2004):

Nahwärmefibel – Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energie, Hrsg. Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart 2004

ISEK 2020:

Integriertes Stadtentwicklungskonzept Nordhausen 2020 – ISEK 2020. Nordhausen 2008

Klesse, Andreas (2010):

Energieeffizientes Nutzerverhalten in Organisationen. (Vortrag zur 74. Jahrestagung der DPG – Bonn)

Loga, Tobias et al. (2007):

Querschnittsbericht Energieeffizienz im Wohngebäudebestand – Techniken, Potenziale, Kosten und Wirtschaftlichkeit. Darmstadt; 2007 (abrufbar unter www.iwu.de)

Nitsch, J. et al. (2010):

Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global - „Leitstudie 2010“

Stern, Nicholas (2006):

Review on the economics of Climate Change - Sternreport

A4 Maßnahmenblätter

2.1-1	Imagekampagne zum Nutzen der Fernwärme
Handlungsfeld	Wärmenetze
Kurzbeschreibung	Fernwärme ist ein erklärungsbedürftiges Produkt. Anlagen zur Wärmeerzeugung beim Kunden entfallen. Der Wärmepreis ist nur mit den Jahreskosten eigener Anlagen vergleichbar. Aufgrund der positiven Klimabilanz ist die Akzeptanz der Fernwärme durch eine Imagekampagne zu fördern.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	Wärmeverbraucher in Fernwärmevorranggebieten
Akteure	EVN
Status	Projektidee
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	mittel
flankierende Maßnahmen	Koordination mit Projekten zum Quartiersmanagement
Hemmnisse	
Anmerkungen	

2.1-2	Fortlaufende Optimierung der Wärmeerzeugung und Netze
Handlungsfeld	Wärmenetze
Kurzbeschreibung	Die Vollkosten zum Betrieb der Fernwärmenetze bilden den Schlüssel für die Wirtschaftlichkeit der Fernwärme. Die Netzverluste sollten insbesondere beim Einsatz erneuerbarer Energieträger weiter reduziert werden. Es sind weiterhin technische Maßnahmen zur Optimierung der Wärmeerzeugung und Fernwärmenetze zu treffen.
Zeitraum	langfristig
Zielgruppe	
Akteure	EVN
Status	in Bearbeitung
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	indirekt
flankierende Maßnahmen	Integration der Fernwärmerversorgung in eine zukünftige Versorgungsstrategie mit erneuerbarer Energie
Hemmnisse	Kosten und Verbrauchsrückgang
Anmerkungen	

2.1-3	Umstellung der Energieträger von Erdgas auf EE-Methan
Handlungsfeld	Wärmenetze
Kurzbeschreibung	Die zentralen Anlagen zur Wärmeerzeugung lassen sich im Verhältnis einfach umstellen. Sobald der Einsatz regenerativer Energieträger wirtschaftlich darstellbar ist sind die Anlagen umzustellen. Bereits heute ist die Versorgung mit regenerativer Fernwärme in eine Versorgungsstrategie aufzunehmen. In einem Versorgungskonzept sind auch die Chancen von Solarthermieanlagen auf Freiflächen mit saisonalem Wärmespeicher zu überprüfen.
Zeitraum	langfristig
Zielgruppe	
Akteure	EVN
Status	Projektidee
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	indirekt
flankierende Maßnahmen	Integration der Fernwärmeversorgung in eine zukünftige Versorgungsstrategie mit erneuerbarer Energie
Hemmnisse	
Anmerkungen	

2.1-4	Wärmenetz: Ausbau und Nachverdichtung des Fernwärmenetzes und Erhöhung der Anschlusszahl im bestehenden Versorgungsgebiet
Handlungsfeld	Wärmenetze
Kurzbeschreibung	Der Rückgang des Fernwärmeabsatzes bei bestehenden Anschlussnehmern ist auf die fortschreitende Gebäudesanierung zurückzuführen. Dieser Trend hält an. Um den Wärmeabsatz zu halten, ist ein Ausbau und eine Nachverdichtung in Fernwärmegebieten erforderlich.
Zeitraum	langfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer
Akteure	EVN / Stadt
Status	in Bearbeitung
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	indirekt
flankierende Maßnahmen	Imagekampagne Fernwärme; frühzeitige Gestaltung der Abstimmungsprozesse im Rahmen der Planung von Straßenbau und anderen Baumaßnahmen
Hemmnisse	
Anmerkungen	

2.1-5	Wärmenetz: Reduktion Netztemperaturen und technische Maßnahmen
Handlungsfeld	Wärmenetze
Kurzbeschreibung	Durch die Absenkung der Netztemperaturen können die Verluste im Fernwärmenetz reduziert werden. Durch diese, wie auch durch weitere technische Maßnahmen ist der Betrieb des Fernwärmenetzes laufend zu optimieren. Netze mit geringen Temperaturen haben das Potenzial Abwärme und erneuerbare Energiequellen einzubinden.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	EVN unter Einbindung der Wärmeabnehmer
Akteure	EVN
Status	Projektidee
Priorität	mittel
Potenzial Klimaschutz	indirekt
flankierende Maßnahmen	
Hemmnisse	
Anmerkungen	

2.1-6	Nutzung von Abwärmepotenzialen und anderen Wärmequellen in einem Wärmeverbund
Handlungsfeld	Wärmenetze
Kurzbeschreibung	Wärmenetze werden in Zukunft Wärmequellen und Wärmesenken/Wärmekunden miteinander verbinden. Eine zentrale Wärmeschiene kann, wenn die Temperaturen und das jahreszeitliche Profil der Erzeugung sich eignet, externe Wärmequellen einbinden. Wenn sich Wärmepotenziale anbieten ist die Machbarkeit von Netzdienstleistungen im Fernwärmebereich zu prüfen.
Zeitraum	langfristig
Zielgruppe	Produzenten von Abwärme
Akteure	EVN
Status	Projektidee
Priorität	mittel
Potenzial Klimaschutz	indirekt
flankierende Maßnahmen	Absenkung der Netztemperaturen
Hemmnisse	Konkurrenz im eigenen Netz
Anmerkungen	

2.1-7	Flexibilisierung der Fernwärmeerzeugung für einen regenerativen Energieverbund
Handlungsfeld	Wärmenetze
Kurzbeschreibung	Die zentrale Wärmeerzeugung in Blockheizkraftwerken bildet die Schnittstelle der Energieumwandlung zwischen Gas-, Strom- und Wärmenetz. Durch die Einbindung erneuerbarer Energieanlagen in das Stromnetz entsteht der Bedarf, die Stromerzeugung in der Verteilnetzebene zu regeln. Durch eine stromgeführte Fernwärmeerzeugung können die BHKW Aufgaben des Lastmanagements übernehmen.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	
Akteure	EVN
Status	Projektidee
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	indirekt
flankierende Maßnahmen	> Vergütungsregelung von Systemdienstleistungen für Netzbetreiber durch den Gesetzgeber > Entwicklung eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes zur Netzintegration der erneuerbaren Energien
Hemmnisse	
Anmerkungen	Nordhausen hat günstige Voraussetzungen, da Gas-, Strom- und Wärmenetze durch einen gemeinsamen Versorger betrieben werden.

2.2-1	Integrierte Planung und Umsetzung energetischer Maßnahmen
Handlungsfeld	Gebäude- und Objektversorgung
Kurzbeschreibung	Bei Sanierung und Neubau von Gebäuden ist eine optimale Abstimmung der Maßnahmen zur Energieeinsparung und zur Versorgung durch erneuerbare Energien für den Klimaschutz von höchster Bedeutung. Erst durch integrierte Planung, die Kontrolle der Umsetzung, sowie eine Überprüfung in der Betriebsphase sind optimale Klimaschutzziele zu erreichen. Durch die städtische Vorbildfunktion sind Gebäudeeigentümer zu motivieren, eigene Erfolge sind zu
Zeitraum	langfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer
Akteure	Stadt, Energieberaternetzwerk
Status	in Bearbeitung
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	indirekt
flankierende Maßnahmen	Öffentlichkeitsarbeit, Kommunales Energiemanagement
Hemmnisse	
Anmerkungen	

2.2-2	Einregulierung und Überwachung gebäudetechnischer Anlagen
Handlungsfeld	Gebäude- und Objektversorgung
Kurzbeschreibung	Der Einbau energieeffizienter Technik alleine erfüllt meist nicht die Einsparziele aus Energiekonzepten. Eine Einregulierung der Anlagen in der Inbetriebnahmephase und die Fortsetzung von Kontrollen im Betrieb führen erst zum Ziel energieoptimierter Gebäude. Bauherren und Gebäudeeigentümer sind aufzuklären.
Zeitraum	langfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer
Akteure	Stadt, Energieberaternetzwerk
Status	in Bearbeitung
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	hoch
flankierende Maßnahmen	Öffentlichkeitsarbeit, Kommunales Energiemanagement
Hemmnisse	Die Einregulierung der Anlagen in der Inbetriebnahmephase wird in Ausschreibungen zu selten berücksichtigt.
Anmerkungen	Auch das Bewußtsein der Gebäudenutzer ist zu verbessern.

2.2-3	Angebot hocheffizienter und erneuerbarer dezentraler Versorgungslösungen
Handlungsfeld	Gebäude- und Objektversorgung
Kurzbeschreibung	Für dezentrale Versorgungslösungen in Form von Kopfstationen, Nahwärmenetzen oder Einzelversorgungen größerer Objekte rechnen sich höhere Investitionen durch den Einsatz von Effizienztechnologien und wo möglich dem Einsatz erneuerbarer Energien. Die Projektentwicklung und der Betrieb von Energiedienstleistungen runden das Angebot für Klimaschutz im Energiesektor ab.
Zeitraum	langfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer
Akteure	Gebäudeeigentümer, EVN und andere Energiedienstleister
Status	Projektidee
Priorität	mittel
Potenzial Klimaschutz	hoch
flankierende Maßnahmen	Öffentlichkeitsarbeit, Quartierskonzepte
Hemmnisse	
Anmerkungen	

2.2-4	Prüfung der Wärmenutzung aus Abwasser
Handlungsfeld	Gebäude- und Objektversorgung
Kurzbeschreibung	Die Potenziale zur Wärmenutzung aus Abwasser sind für die Stadt Nordhausen detaillierter zu erheben. Eine Machbarkeitsstudie ist durch Ingenieure oder im Rahmen einer Bachelor- oder Masterarbeit durch die FH Nordhausen zu untersuchen.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer, Stadtentwässerung
Akteure	Stadt, FH-Nordhausen
Status	Projektidee
Priorität	mittel
Potenzial Klimaschutz	gering
flankierende Maßnahmen	Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordhausen
Hemmnisse	
Anmerkungen	

2.2-5	Anreize für die Heizungsumstellung
Handlungsfeld	Gebäude- und Objektversorgung
Kurzbeschreibung	Heizungen und Hilfsenergieverbrauch sind die größten Energieverbraucher im Haushalt. Eine Investition in Effizienztechnik und darüber hinaus in erneuerbare Energien rentiert sich bei abgängigen Anlagen schnell. Anreize für eine Heizungsumstellung können das Thema publik machen. Vorstellbar sind ein Wettbewerb zur Ablösung der uneffizientesten Heizung in Verbindung mit der Kommunikation guter Lösungen.
Zeitraum	kurzfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer
Akteure	Stadt
Status	Projektidee
Priorität	mittel
Potenzial Klimaschutz	mittel
flankierende Maßnahmen	
Hemmnisse	
Anmerkungen	Zu beachten ist der Grundsatz: erst (in Dämmung) investieren, dann (passend dimensioniert) installieren. Nicht nur die effizienteste Heizungsumstellung sollte prämiert werden, auch das beste Gesamtkonzept.

2.2-6	Angebot einer unabhängigen Energieberatung
Handlungsfeld	Gebäude- und Objektversorgung
Kurzbeschreibung	Einer unabhängigen Energieberatung wird in der Regel Vertrauen geschenkt. Die örtlichen Energieberater sind in Projekte einzubinden und ihr Angebot publik zu machen. Ausgangspunkt kann eine Liste niedergelassener, zertifizierter Energieberater sein.
Zeitraum	langfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer
Akteure	Stadt
Status	in Bearbeitung
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	hoch
flankierende Maßnahmen	Öffentlichkeitsarbeit
Hemmnisse	
Anmerkungen	Die Verbraucherzentrale Thüringen wurde bereits in die Veranstaltungsplanung zum KSK eingebunden.

2.2-7	Förderung von Passivhäusern durch Vergünstigungen im städtischen Grundstücksverkehr
Handlungsfeld	Gebäude- und Objektversorgung
Kurzbeschreibung	Für ausgewählte Gebiete und Grundstücke ist ein bevorzugter Verkauf an Interessenten, die in Passivhausbauweise Gebäude errichten wollen von Vorteil für die Region. Eine künstlich gesteigerte Nachfrage nach Passivhausbauweise hat Folgen für die gesamte Wertschöpfungskette im Bausektor. Das notwendige Wissen wird gefördert. Das Wissen soll durch die Förderung dieser Bauweise regional vertieft werden.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	Bauinteressierte, (indirekt Handwerker, Energieberater, Ingenieure, ...)
Akteure	Stadt
Status	Projektidee
Priorität	mittel
Potenzial Klimaschutz	mittel
flankierende Maßnahmen	Öffentlichkeitsarbeit, Informationsveranstaltungen, Schulungen
Hemmnisse	Verfügbarkeit geeigneter Grundstücke
Anmerkungen	

2.3-1	Beantragung eines Quartierskonzeptes für den Plattenbaubereich in Nordhausen Salza
Handlungsfeld	Quartiersversorgung
Kurzbeschreibung	Aufgrund der Netzstruktur des Fernwärmenetzes und des Gebäudebestandes in der an Nordhausen Salza angegliederten Plattenbausiedlung, ist die Entwicklung eines Quartierskonzept zur energetischen Stadtsanierung besonders sinnvoll. An einem abgegrenzten Untersuchungsbereich ist die Frage der Energieeinsparung durch Gebäudesanierung und einer energieeffizienten Versorgung in unterschiedlichen Varianten zu untersuchen. Quartierskonzepte werden derzeit mit bis zu 65% Zuschuss durch die KfW gefördert.
Zeitraum	kurzfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer, Energieversorgung
Akteure	Stadt
Status	Projektidee
Priorität	sehr hoch
Potenzial Klimaschutz	hoch
flankierende Maßnahmen	Einbindung der Stadtplanung und anderer Akteure
Hemmnisse	
Anmerkungen	Die Methode eines Quartierskonzeptes kann auf andere ausgewählte Bereiche in Nordhausen übertragen werden.

2.3-2	Entwicklung von Quartierskonzepten in weiteren Schwerpunktgebieten (z.B. für Ost, Innenstadt, Hochschule, Gewerbegebiet Darre)
Handlungsfeld	Quartiersversorgung
Kurzbeschreibung	Die Entwicklung von Quartierskonzepten führt die Akteure, wie Stadtplanung, Gebäudeeigentümer, und Energieversorgung, zusammen, um eine städtebauliche, energetische und immobilienwirtschaftliche Versorgungslösung zu entwerfen. Insbesondere Wärmeversorgungs-konzepte benötigen einen überschaubaren Planungsraum, um eine angepasste Maßnahmenplanung zu entwickeln. Die Erfahrung mit Quartierskonzepten, wie in Nordhausen Salza wird auf andere Gebiete im Stadtraum übertragen.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer, Energieversorgung
Akteure	Stadt
Status	Projektidee
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	hoch
flankierende Maßnahmen	Einbindung der Stadtplanung und anderer Akteure
Hemmnisse	Finanzierung (begrenzte Anzahl von Förderungen für Teilkonzepte pro Kommune)
Anmerkungen	

2.3-3	Kommunikation von Musterlösungen im Quartier / Quartiersführungen
Handlungsfeld	Quartiersversorgung
Kurzbeschreibung	Gute Beispiele zur Anwendung erneuerbarer Energie und/oder zur Energieeinsparung sollen öffentlich kommuniziert werden. Ein Ansatz dafür wären Quartiersführungen.
Zeitraum	kurzfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer, Bürger
Akteure	Stadt
Status	Projektidee
Priorität	mittel
Potenzial Klimaschutz	indirekt
flankierende Maßnahmen	Tag der offenen Tür im Energiebereich (z.B. im Rahmen der "Woche der Sonne")
Hemmnisse	
Anmerkungen	Energiefahrradtouren können auch Ziele außerhalb von Quartieren erreichen.

2.3-4	Nachbarschaftsversorgungen - Erschließung mit Nahwärmenetzen
Handlungsfeld	Quartiersversorgung
Kurzbeschreibung	Die Erschließung mehrerer Gebäude durch Nahwärmenetze ist außerhalb von Fernwärmegebieten ein geeignetes Mittel, um die Vorteile einer zentralen Wärmeversorgung einzusetzen. Energienachbarschaften sind zu fördern.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	Gebäudeeigentümer
Akteure	Stadt, Gebäudeeigentümer, Energieversorger
Status	Projektidee
Priorität	mittel
Potenzial Klimaschutz	mittel
flankierende Maßnahmen	Einbindung der Stadtplanung und anderer Akteure
Hemmnisse	Kann nur durch den Einsatz eines Klimamanagers initiiert werden.
Anmerkungen	Vorteile sind Austauschbarkeit des Energieträgers, Einsatz aufwändigerer Technik, Effizienzgewinne durch Bündelung der Wärmenachfrage.

2.4-1	Integration der erneuerbaren Energie in örtliche Versorgungsnetze und Regelkreise - Forschung und Innovation
Handlungsfeld	Energieversorgung
Kurzbeschreibung	Die Verfügbarkeit eines immer größer werdenden Anteils fluktuierender erneuerbarer Energien, insbesondere Wind- und Solarstrom muß bereits auf lokaler Ebene ausgeglichen werden. Davon hängt der Erfolg der Energiewende ab. Auf Grundlage der örtlichen Versorgungsstruktur sind dezentrale Ansätze zum Lastmanagement, zur bedarfsgerechten Erzeugung, zur Speicherung und zur Nachfragesteuerung zu entwickeln. Nordhausen hat den Vorteil Wärme-, Strom- und Gasnetze zu besitzen. Technologien, Managementstrategien, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und Vergütungsmodelle zur Optimierung der Versorgung mit erneuerbaren Energien sind im Zusammenspiel aller Versorgungsarten zu entwickeln. In diesem Umfeld sollten Forschungsprojekte lanciert werden.
Zeitraum	kurzfristig
Zielgruppe	
Akteure	Stadt, EVN, FH Nordhausen
Status	Projektidee
Priorität	hoch
Potenzial Klimaschutz	hoch
flankierende Maßnahmen	Unterstützung durch die Fachhochschule und Wissenschaftskontakte, Einbindung von Wirtschaftsunternehmen und Ingenieurdienstleistungen
Hemmnisse	Finanzierbarkeit
Anmerkungen	Die Einbindung von Forschungsinstituten in die Entwicklung der zukünftigen Versorgungsstruktur zielt auf die Entwicklung von Innovationsschüben. Dem Aufgabenfeld Netzintegration der erneuerbaren Energieträger stehen ähnliche Innovationsschübe bevor, wie sie in der Entwicklung der Windenergie zu finden sind.

2.4-2	Ausbau von Speichertechnologien und Netzinfrastruktur (EE-Methan)
Handlungsfeld	Energieversorgung
Kurzbeschreibung	Die Energiewende erfordert den Ausbau der Versorgungsnetze und der Speichertechnologie. Es sind Konzepte zu entwickeln, wie dies möglichst wirtschaftlich geschehen kann. Das Pilotprojekt Smart Metering (Austausch herkömmlicher Zähler durch intelligente Zähler) kann zu einer intelligenten Versorgungsstruktur, einem Smart Grid weiterentwickelt werden. Die Überschüsse bei der erneuerbaren Stromproduktion können durch die Umwandlung in EE-Methan im Wärme- und Verkehrssektor nutzbar gemacht werden. Auch bei zeitlicher Abweichung von Bedarf und Erzeugung kann durch die Speicherfähigkeit im Gasnetz die Energie genutzt werden.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	
Akteure	Stadt, EVN, Bürger, Unternehmen
Status	Projektidee
Priorität	sehr hoch
Potenzial Klimaschutz	hoch
flankierende Maßnahmen	
Hemmnisse	Finanzierbarkeit
Anmerkungen	

2.4-3	Zukunftstrategie für die Fernwärme (Fernwärme 2.0)
Handlungsfeld	Energieversorgung
Kurzbeschreibung	Die Fernwärme unterliegt nach der Umstellung der Energieversorgung auf Erdgas BHKW einem weiteren Wandel der Anforderungen durch die Energiewende. Fortschreitende Energieeinsparungen zwischen 30 und 50% sowie der Einsatz erneuerbarer Energieträger erfordern eine Umstrukturierung der Fernwärmeerzeugung. Zur Zukunftssicherung sind neue energiewirtschaftliche Ziele für die Zukunftsentwicklung der Fernwärme zu entwerfen. Die Strategie bündelt die Einzelmaßnahmen zu einem integrierten Handlungsansatz.
Zeitraum	mittelfristig
Zielgruppe	
Akteure	EVN, Stadt
Status	Projektidee
Priorität	sehr hoch
Potenzial Klimaschutz	hoch
flankierende Maßnahmen	Maßnahmen aus dem Bereich der Wärmenetze M2.1-ff.
Hemmnisse	
Anmerkungen	Die Projektidee folgt den Anforderungen der Energiewende, wie z.B. Netzausbau, Einbindung erneuerbarer Energieträger und Bereitstellung von Regelleistung. Gleichzeitig sind Wettbewerbskriterien zu erfüllen, wie sie im Branchenszenario "Zukunftsszenario für die Fernwärme in den neuen Bundesländern" formuliert werden. Versorgungsansätze, wie Solarthermie auf Freiflächen mit Langzeitwärmespeicher sind nicht auszuschließen.

A5 Definition Stadtraumtypen

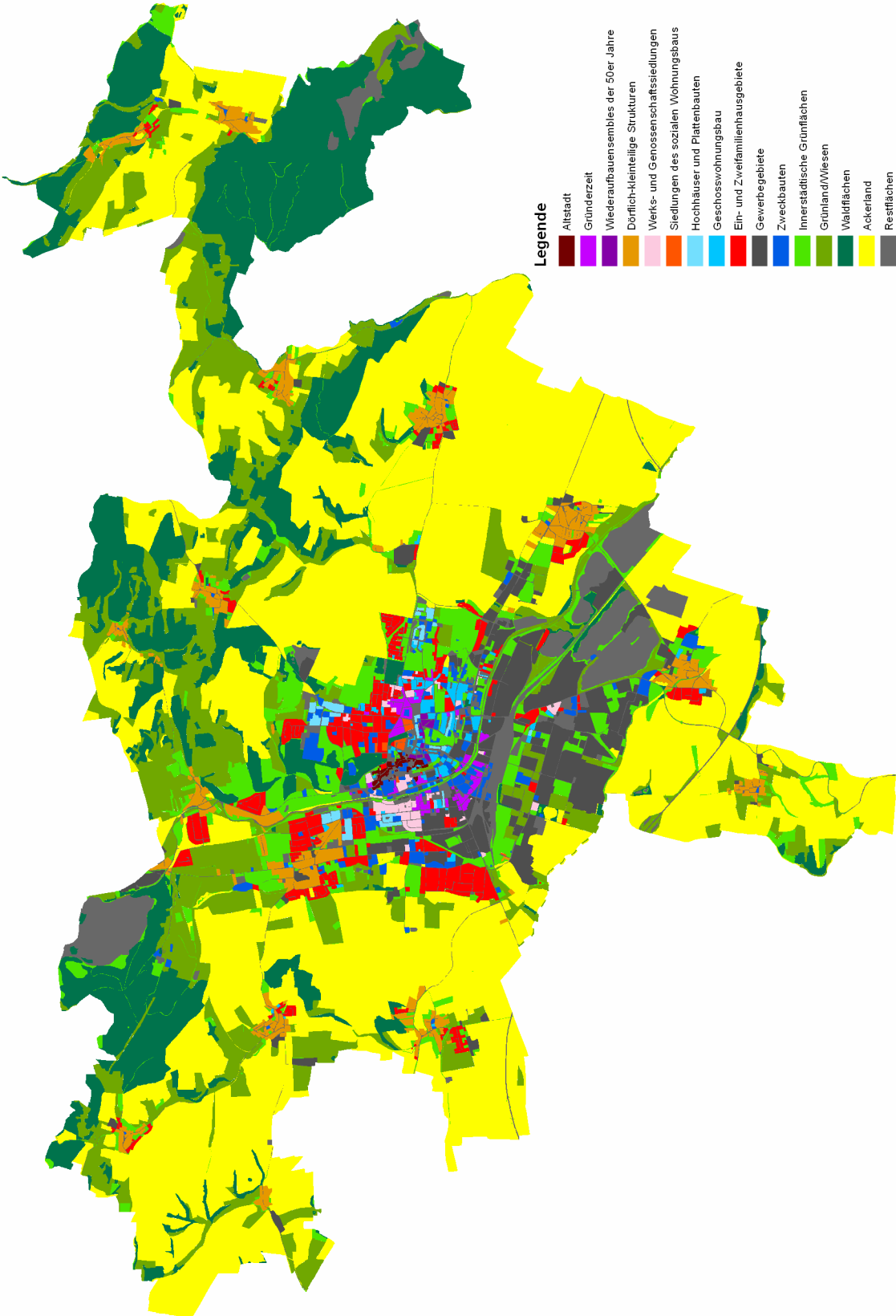
Nutzung Stadt- oder Landschaftsraumtyp

Misch-nutzung	I	Vorindustrielle Altstadt	Kleinteilige Bebauung, in der Regel gewerbliche Nutzung im Untergeschoss, Wohnen in Obergeschossen, rückwärtig oft Hof mit Nebengelassen und Gärten.
	II	Innerstädtische Bau-blöcke der Gründer- und Vorkriegszeit	Geschlossene Bauweise entlang der Straßen, in den Erdgeschossen oft Ladenlokale, im rückwärtigen Bereich der Parzellen oft weitere Wohn- und Gewerbetrakte.
	III	Wiederaufbauensembles der 50er Jahre	Wiederaufbau auf historischem Stadtgrundriss und in Anlehnung an die ehemaligen Gebäudestrukturen, gemischte Nutzungen, mehrgeschossige Wohn- und Geschäftshäuser entlang der Straße, weniger Ladenlokale, rückwärtig Gewerbetrakte, Garagen, Höfe.
	IV	Dörfliche und kleinteilige Strukturen	Kleinteilige Bebauung, im Wesentlichen alte Dorfkerne, lockere Bebauung mit Ställen, Wirtschaftsgebäuden etc., Stellung der Gebäude unregelmäßig – folgt landwirtschaftlichen Betriebsabläufen sowie einzeln stehende Höfe im Außenbereich der Ortschaften mit großen Nebengebäuden und Stallungen.

Wohnen	V	Werks- und Genossen- schaftssiedlungen der Gründer- und Vorkriegszeit	Mehrfamilienwohnhäuser als Zeilen oder Wohnhöfe, rückwärtig mit Höfen oder Gärten, auf großem Areal von arbeitgebenden Unternehmen oder Sozialeinrichtungen zum Zweck der sozialen Wohnungsversorgung entstanden, einfache Satteldächer, aber auch komplizierte Dachformen.
	VI	Siedlungen des sozialen Wohnungsbaus der 50er Jahre	Mehrgeschossige Wohnhäuser auf zusammenhängendem Areal mit eigenem inneren Erschließungssystem in Zeilenbauweise, Abstände zwischen den Gebäuden ist relativ groß, Grünanlagen mit Fußwegen und Spielplätzen, Verschattung durch Bewuchs, schlichte Fassaden und Satteldächer.
	VII	Hochhäuser und Platten- bauten	Einzelgebäude der 1970er Jahre in Ketten oder als Scheiben in industrieller Bauweise auf großen Arealen mit eigenem Erschließungssystem und großzügigen Grünanlagen, unterschiedliche Wohnungstypen, große Fenster, monotone Fassaden, Flachdächer.
	VIII	Geschosswohnungsbau seit den 60er Jahren	(a) Mehrgeschossige Wohnhäuser auf zusammenhängendem Areal mit eigenem inneren Erschließungssystem in Zeilenbauweise, große Fenster, schlichte Fassaden und Dächer (Flach- oder Satteldächer). (b) Drei- bis sechsgeschossige Wohnanlagen der 80er Jahre um gemeinschaftliche grüne Höfe mit Autostellplätzen in Tiefgaragen, oft in neu erschlossenen Siedlungsbereichen oder als Komplettierung von vorhandenen Stadtquartieren.
	IX	Einfamilienhäuser	Gartenstädtische Siedlungsbereiche der Gründer- und Vorkriegszeit, villenartige Gebäude, auch Doppel- oder Reihenhäuser, einzeln stehende Einfamilienhäuser auf relativ kleinen Grundstücken, oft in klar abgrenzbaren Arealen in Randlagen der Ortschaften, in Städten flächensparender als in ländlichen Regionen, wenig Nebengebäude.
Gewerbe	X	Gewerbe- und Industriege- biete	Große, oft mehrgeschossige Hallen in Leichtbauweise, mehrgeschossige Verwaltungsgebäude der Gründer- und Vorkriegszeit auf Industriealtstandorten oder in neu erschlossenen Gewerbegebieten mit großzügigen Reserveflächen.
Gewerbe in Misch- bebauung	X- M	Gewerbe in Mischbebauung	Typisch im Erdgeschoß gründerzeitlicher Bebauung, aber auch in Wiederaufbauensembles, dörflichen Strukturen und in der Altstadt. Die energetischen Eigenschaften richten sich nach den für die SRT I-IV definierten.
Zweckbau	XI	Zweckbaukomplexe und öffentliche Einrichtungen	Zweckbauten und öffentliche Einrichtungen, wie Krankenhäuser, Schulen, Schwimmbäder, Altenheime, Einkaufszentren, Turnhallen, Bürokomplexe, Freizeitanlagen etc..

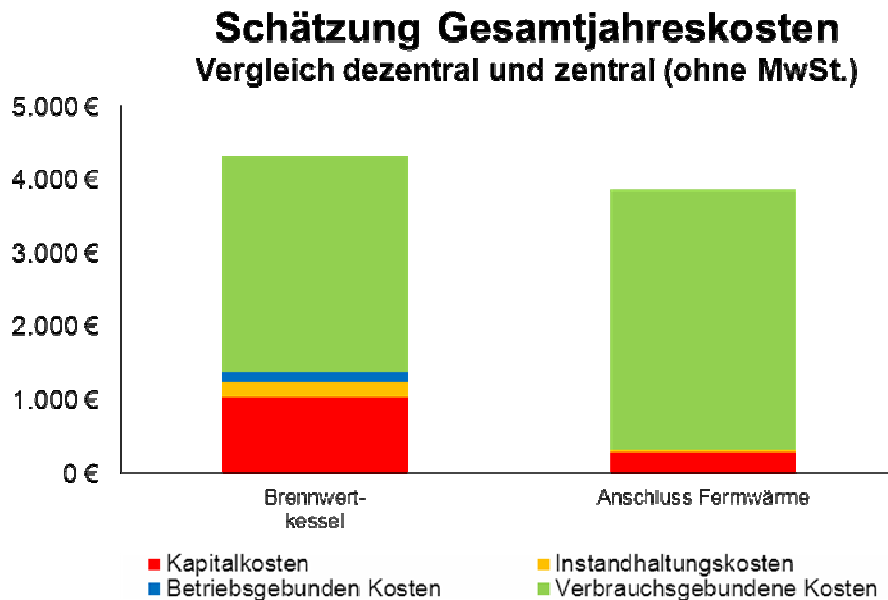
Grün- und Parkanlagen	XII	Innerstädtische Parkanlagen	Grün- und Parkanlagen innerhalb der Ortschaften mit regelmäßiger Pflege, Kleingärten, Friedhöfe, Sportplätze, Campingplätze, Gehölzinseln und Gehölzstreifen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, Weinanbaugebiete, Weihnachtsbaum- und Kurzumtriebsplantagen.
Grünland/Wiese	XIIa	Landwirtschaftlich genutzte Wiesen und Weiden	Grünland, Wiesen und Weiden mit Viehbewirtschaftung oder Mahd.
Wald	XIIb	Wald	Mit Wald bestockte Flächen mit einer Größe von mindestens 1.000m ² .
Ackerland	XIII	Ackerland	Ackerbaulich genutzte Flächen, geeignet zum Anbau von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen.
Restflächen	XIV	Restflächen	Verkehrs- und Wasserflächen, Deponien, Klärwerke, Gebiete zum Abbau von Rohstoffen, Spielplätze

A6 Einteilung der Stadt Nordhausen in Stadt- und Landschaftsraumtypen



A7 Gesamtjahreskostenvergleich zentral / dezentral

Für den Vergleich der Kosten zur Wärmeerzeugung wurde eine Kostenschätzung für eine dezentrale Gebäudeversorgung und eine zentrale Fernwärmeversorgung gemacht. In der folgenden Abbildung sind die Gesamtjahreskosten für die Variante Brennwertkessel und Anschluss Fernwärme nach VDI 2067 aufgeführt.



Dabei wurden Kapital-, Verbrauchs-, Betriebs- und Instandhaltungskosten unterschieden. Die Kapitalkosten werden aus den Investitionskosten der einzelnen Wirtschaftsgüter und deren individueller Abschreibungsdauer ermittelt. Mit dem angesetzten Zinssatz von 5% für die Kapitalaufnahme lässt sich die Annuität für die Abschreibung ermitteln, die multipliziert mit den Investitionskosten die jährlichen Kapitalkosten ergibt. Für die Verbrauchs-, Betriebs- und Instandhaltungskosten wurde keine Preissteigerung gerechnet. Für beide Varianten wurde ein Doppelhaus für die energetischen Eingangsdaten als Grundlage gewählt.

Die Wärmegestehungskosten betragen bei der Fernwärme demnach 0,082 €/kWh (Nutzenergie, ohne MwSt.). Die Gesamtjahreskosten sind bei einem Fernwärmeanschluss um etwa 10 % geringer als eine dezentrale Gebäudeversorgung mit einem Brennwertkessel.