



KLIMASCHUTZ-TEILKONZEPT INTEGRIERTE WÄRMENUTZUNG FÜR SPEYER SÜD



Endbericht

19. Oktober 2012

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Norbert Fisch . Gropiusplatz 10 . 70563 Stuttgart
Tel. +49 711 99 007-5 . Fax +49 711 99 007-99 . info@stz-egs.de . www.stz-egs.de
Deutsche Bank AG . Stuttgart Kto.-Nr. 160 7001 . BLZ 600 700 70 . UID DE190606404 . St.-Nr. 97106/00540
IBAN: DE 22 6007 0070 0160 7001 00 . BIC-Code DEUTDESSXXX

Zentrale: Steinbeis GmbH & Co. KG für Technologietransfer STC . www.stw.de
Haus der Wirtschaft . Willi-Bleicher-Straße 19 . 70174 Stuttgart . Registergericht Stuttgart . HRA 12 480
Komplementär: Steinbeis-Verwaltungs-GmbH . Registergericht Stuttgart . HRB 18 715
Geschäftsführer: Prof. Dr. Michael Auer (Vorsitz) . Dipl.-Kfm. Manfred Mattulat
Ein Unternehmen der Steinbeis-Stiftung

Auftraggeber

Stadt Speyer
Maximilianstr. 100
67346 Speyer



in Zusammenarbeit mit:

Stadtwerke Speyer GmbH
Georg-Peter-Süß-Straße 2
67346 Speyer

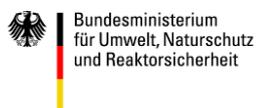
**Bearbeiter**

Steinbeis-Transferzentrum
Energie-, Gebäude- und Solartechnik
Gropiusplatz 10
70565 Stuttgart



Autoren:

Dipl.-Ing. Jörg Baumgärtner
Dipl.-Ing. Josef Broll
Tobias Nusser, M.Sc.



Das Klimaschutz-Teilkonzept für Speyer-Süd wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Förderkennzeichen 03KS1596

Inhaltsverzeichnis

ZUSAMMENFASSUNG	2
1. KLIMASCHUTZ IN DER STADT SPEYER	4
1.1. Ausgangssituation	4
1.2. Vorgehensweise	4
2. AKTEURSBETEILIGUNG	7
3. BESTANDSANALYSE	8
3.1. Grundlagenermittlung	8
3.2. Energiebilanz	9
3.3. CO ₂ -Bilanz	9
3.4. Industriebetriebe	9
4. POTENZIALANALYSE	15
4.1. Zentrale Wärmeversorgung im Stadtgebiet	15
4.1.1 Erstellung von Wärmebedarfskarten	15
4.1.2 Detailanalyse potenzieller Wärmeversorgungsgebiete	19
4.1.3 Wirtschaftlichkeits- und Sensitivitätsanalyse	21
4.2. Industriegebiet Süd	22
4.2.1 Abwärmenutzung bei Isover G+H	23
4.2.2 Abwärmenutzung bei GdF Suez	26
4.2.3 Abwärmenutzung bei Haltermann	26
4.2.4 Vergleichende Bewertung der untersuchten Varianten	29
5. UMSETZUNGSSTRATEGIE	31
ANHANG	33

ZUSAMMENFASSUNG

Das vorliegende Klimaschutz-Teilkonzept "Integrierte Wärmenutzung für Speyer Süd" bezieht sich auf das Stadtgebiet südlich der Fernwärmeleitung. In den zwei Teilen der Studie wurden Möglichkeiten der CO₂-Reduzierung durch

- zentrale Wärmeversorgungen für Quartiere mit hoher Wärmedichte
- Nutzung von industrieller Abwärme

untersucht.

Im ersten Teil der Aufgabenstellung wurden die für Nahwärme geeigneten Gebiete identifiziert und energetisch und wirtschaftlich bewertet. Dazu wurden auf Basis von GIS-Plänen und realen Gas-Verbrauchswerten

- für einzelne Gebiete mit einheitlicher Siedlungsstruktur die Wärmedichte ermittelt (in MWh/ha*a),
- in diesen Gebieten mögliche Wärmetrassen festgelegt, für diese die Anschlussdichten (in kW/m) ermittelt und daraus Kennwerte für die Bewertung gebildet,
- für die einzelnen Gebiete die Wärmeverteilungskosten berechnet.

Es wurden 4 Gebiete als besonders geeignet für eine zentrale Wärmeversorgung bewertet, 3 davon (Feuerbachpark, Zentrum Süd-West, Zentrum Nord-Ost) liegen in unmittelbarer Nähe zur Fernwärmeleitung, das vierte Gebiet (Vogelgesang) kann durch eine Verlängerung der Fernwärmeleitung erreicht werden, könnte aber auch über eine eigene Heizzentrale versorgt werden. Die Wärmetransportkosten (bei 75 % Anschlussgrad) liegen in diesen Gebieten zwischen 16 und 26 €/MWh.

Bei den Industriebetrieben im Industriegebiet Süd (Isover G+H, Haltermann und zukünftig GdF Suez) bestehen Abwärmepotenziale in Höhe von 3,7 bis 6 MW, die nahezu ganzjährig anfallen. Es wurden folgende Möglichkeiten der Abwärmenutzung untersucht:

- Stromerzeugung mit ORC-Motor (Isover G+H)
- Wärmenutzung zu Schüttgutrocknung (Isover G+H)
- Wärmetransport über verschiedene Medien zu anderen Betrieben / Gebäuden (Isover G+H, GdF Suez, Haltermann)

Dabei wurden technische Lösungen grob ausgelegt, Temperaturniveaus und Lastprofile berücksichtigt, Energiebilanzen gebildet sowie Investitionen und Betriebskosten ermittelt. Als Resultat der Untersuchungen werden 3 Maßnahmen zur weiteren Detaillierung und Umsetzung empfohlen:

- Abwärme von GdF Suez (Gasturbine) an Fa. Haltermann
- Stromerzeugung und Schüttgutrocknung bei Fa. Isover G+H
- Abwärmenutzung v. Fa. Haltermann für PFW und evtl. Bademaxx+Museum

Mit diesen Maßnahmen ist es möglich, etwa 200 kW elektrische Energie zu erzeugen, eine Trocknungsanlage mit 650 kW Leistung zu betreiben und zudem 2 bis 5 MW Abwärme an angrenzende Betriebe zu liefern (teilweise als Hochtemperaturwärme, teilweise als Heizwärme).



Mit allen empfohlenen Maßnahmen ist eine CO₂-Reduzierung von 1.400 to/a (in den Fernwärmegebieten) und 4.300 bis 9.000 to/a in den Industriebetrieben möglich. In Relation entspricht die Gesamtreduzierung einer Reduzierung von

- 1,0 bis 1,9 % bezogen auf die Gesamtemissionen in Speyer (552.000 to/a)
- 4,7 bis 8,7 % bezogen auf die Emissionen für den Wärmesektor im Untersuchungsgebiet Speyer Süd (120.000 to/a).

Die Umsetzung der Maßnahmen erfordert eine weitere technische Detaillierung und Planung sowie die organisatorische und rechtliche Klärung des Zusammenspiels der jeweiligen Beteiligten.

1. KLIMASCHUTZ IN DER STADT SPEYER

1.1. Ausgangssituation

Die Stadt Speyer hat im Jahr 2010 im Rahmen der Klimaschutzinitiative des BMU ein integriertes Klimaschutzkonzept erstellen lassen. In diesem Konzept wurden unter anderem größere CO₂-Reduzierungspotenziale durch Abwärmenutzung und den Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbaren Energien in Nahwärmeversorgungen identifiziert.

Im Maßnahmenkatalog zum Klimaschutzkonzept wurden u.a. die folgenden Maßnahmen vorgeschlagen:

GHD 1	Verstärkte Nutzung von industrieller Abwärme
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nutzung von Abwärme aus energieintensiven Betrieben zur Stromerzeugung und Einspeisung in Fernwärmenetze <li style="padding-left: 20px;">GHD 1.1: G+H: Abgase aus der Glasschmelze (z.B. Stromerzeugung in ORC-Anlage) <li style="padding-left: 20px;">GHD 1.2: Haltemann: Nutzung der Abwärme aus Destillationsprozessen <li style="padding-left: 20px;">GHD 1.3: PFW Aerospace: evtl. Kraft-Wärme-Kopplung
EV 2	Ausbau zentraler Wärmeversorgung in dicht bebauten Gebieten
	<ul style="list-style-type: none"> ➤ dicht bebaute Wohngebiete / Gewerbegebiete ➤ v. a. Kraft-Wärme-Kopplung, Biomasse oder Solartechnik ➤ Durchführung von Potenzial- und Machbarkeitsstudien ➤ Beteiligung der Wohnungswirtschaft erforderlich ! ➤ Beispiele: <ul style="list-style-type: none"> - Wohnquartiere der GEWO - Ausbau Nahwärme Normand (Paul-Egell-Str. Richtung Westen)

Abbildung 1: Auszug aus dem Maßnahmenkatalog des Klimaschutzkonzepts 2010

Im Stadtgebiet von Speyer gibt es bereits mehrere Gebiete mit kleinen Nahwärmenetzen, meist mit Einsatz von erneuerbaren Energien. Im Jahr 2010 wurde von den Stadtwerken Speyer eine neue Fernwärmeleitung in Betrieb genommen, die Wärme vom Großkraftwerk Mannheim zu einem bestehenden Fernwärmenetz im Westen der Stadt transportiert und dort ein veraltetes Heizkraftwerk ersetzt. Die Stadtwerke verfolgen das Ziel, entlang dieser Wärmetrasse neue Kunden zu gewinnen.

Die Fernwärmeleitung verläuft mitten durch das Stadtgebiet und teilt die Stadt gewissermaßen in zwei Bereiche. Der Bereich südlich dieser Trasse ist zentraler Gegenstand des vorliegenden Klimaschutzteilkonzepts. Hier befinden sich der dicht bebaute Innenstadtbereich, unterschiedlich strukturierte Wohnquartiere, ein großes Krankenhaus, kleinere Gewerbegebiete sowie das Industriegebiet-Süd.

Insbesondere in dem Industriegebiet-Süd befinden sich mehrere große Wärmeverbraucher, die auch ein großes Abwärmepotenzial haben. In dem Klimaschutz-Teilkonzept werden nun für das Stadtgebiet südlich der Fernwärmeleitung diese Potenziale detailliert erfasst und Strategien für eine optimierte Wärmenutzung entwickelt.

1.2. Vorgehensweise

Ziel der Untersuchung ist es, die unterschiedlich strukturierten Quartiere des südlichen Stadtgebiets hinsichtlich der Eignung für zentrale Versorgungen mit Kraft-Wärme-Kopplung,

erneuerbaren Energien oder Abwärme zu klassifizieren und Vorschläge für eine strategische Planung zu erarbeiten.

Für die systematische Bearbeitung des Projekts wird folgende inhaltliche Vorgehensweise gewählt, die in den nachfolgenden Kapiteln näher erläutert

1. Akteursbeteiligung
2. Bestandsanalyse mit Energie- und CO₂-Bilanz
3. Potenzialanalyse
4. Maßnahmenentwicklung
5. Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Mit der fortwährenden **Beteiligung lokaler Akteure** wird gewährleistet, dass detaillierte Informationen über die örtlichen Strukturen in die Analyse mit einfließen. Neben der Bereitstellung von georeferenzierten Daten durch die Stadtverwaltung ist die Stadt Speyer als Auftraggeber in der Arbeits- und Lenkungsgruppe in der Bearbeitung des Teilklimaschutzkonzeptes involviert. Die Stadtwerke Speyer sind aktiv in der Arbeitsgruppe tätig und wichtiger Ansprechpartner für lokale Energiefragen. Vertreter der Industriebetriebe und der Großverbraucher wurden frühzeitig in das Projekt eingebunden, um detaillierte Informationen über die Prozesse in den Unternehmen und deren Energiepotenziale zu erhalten.

Zunächst werden im Rahmen der **Bestandsanalyse** die grundlegenden Daten zum Gebäudebestand und der Energieversorgungsstruktur gesammelt. Auf Basis von Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger der Stadtwerke wird der Energiebedarf bestimmt. Im Anschluss daran werden mit Hilfe von CO₂-Äquivalenten die daran gekoppelten Treibhausgasemissionen ermittelt.

Für die einzelnen Großverbraucher im Industriegebiet-Süd erfolgt zudem eine Detailbetrachtung. Durch Gespräche mit Firmenvertretern und Vor-Ort-Begehungen werden konkrete Informationen über die Prozessabläufe und die internen Energieflüsse gesammelt.

In der anschließenden **Potenzialanalyse** werden für das zu untersuchende Stadtgebiet Bereiche identifiziert, die aufgrund ihrer hohen Wärmedichte für eine potenzielle zentrale Wärmeversorgung in Frage kommen. In einer Detailbetrachtung werden geeignete Gebiete bezüglich der technischen und wirtschaftlichen Eignung hin weiter untersucht.

Für das Industriegebiet-Süd werden auf Basis der Unternehmensanalysen die potenziellen Wärmelieferanten und Wärmeabnehmer identifiziert und mögliche Synergiepotenziale aufgezeigt. Prinzipiell technische Lösungen und einsetzbare Technologien werden dabei für die einzelnen Standorte untersucht. Die Angabe von Vor- und Nachteilen potenzieller Wärmeversorgungskonzepte erfolgt in Variantenvergleichen und einer Bewertung anhand energetischer und wirtschaftlicher Kennzahlen.

Mit den Informationen und den Bewertungskriterien aus der Potenzialanalyse wird im nächsten Schritt die **Maßnahmenentwicklung** beschrieben. Ziel der Maßnahmenentwicklung ist der Vorschlag realistischer Versorgungsoptionen. Neben der technischen und wirtschaftlichen Eignung der Maßnahmen wird auch dargestellt, welche Maßnahmen prioritär umgesetzt werden sollen, um die Klimaschutzbestrebungen in Speyer voranzutreiben.

Die Ergebnisse des vorliegenden Klimaschutzteilkonzepts werden im Rahmen der **Öffentlichkeitsarbeit** auf der Homepage der Stadt Speyer und in den lokalen Printmedien veröf-



fentlicht sowie nach Projektabschluss in einer öffentlichen Abschlusspräsentation der Bevölkerung zugänglich gemacht.

2. AKTEURSBETEILIGUNG

Im Laufe der Projektbearbeitung fanden regelmäßige Treffen der Projektbearbeiter mit der Arbeitsgruppe Klimaschutz von Stadtverwaltung und Stadtwerken Speyer statt. In diesen Treffen wurde regelmäßig über den aktuellen Stand der Bearbeitung informiert und wurden notwendige Weichenstellungen für die weitere Bearbeitung getroffen.

Im Rahmen eines Projekt-Kick-Off-Meetings trafen sich am 09.11.2011 Vertreter der Stadt Speyer, des Steinbeis-Transferzentrums sowie die Unternehmen G+H Isover, PFW Aerospace und Haltermann bei den Stadtwerken Speyer, um die Bereitschaft zur Mitarbeit abzuklären. In einem konstruktiven Dialog haben die anwesenden Firmenvertreter ihr Interesse an der Mitarbeit bekundet.

Zwischen Dezember 2011 und April 2012 fanden bei den genannten Unternehmen Begehungen statt, in denen Vertreter des Steinbeis Transferzentrum EGS und der Stadtwerke die innerbetrieblichen Abläufe, Prozesse und die Energieflüsse vor Ort kennenlernen konnten. Von besonderem Interesse waren hierbei die bestehende Anlagentechnik, nutzbare Energielastprofile und Aussagen über geplante und anstehende Investitionen in neue Erzeugungs- und Produktionsanlagen. Mit den Gesprächen konnten bereits wichtige Erkenntnisse über die Eignung der einzelnen Betriebe zum potenziellen Wärmelieferant oder –abnehmer gewonnen werden.

Im Laufe der Projektbearbeitung sind zusätzlich zu den genannten Industriebetrieben noch weitere relevante Akteure in das Projekt einbezogen worden. Die Infrastruktur und der Energiebedarf des Technik-Museums Speyer konnten in einem Treffen Anfang Mai erfasst und in die Bearbeitung mit aufgenommen werden. Als weiterer Akteur im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts steht die Firma GdF-Suez seit April 2012 in Kontakt mit der Arbeitsgruppe. Die Firma GdF-Suez fördert Erdöl an zwei Standorten in Speyer und weist Wärmepotenziale bei der Verarbeitung und Gewinnung auf. Auch hier konnte eine konstruktive Zusammenarbeit erreicht und die Begebenheiten vor Ort besichtigt werden.

Nach der Analyse der vorhandenen Daten wurden Vertreter der untersuchten Betriebe zu einem Treffen am 09.07.2012 eingeladen, bei dem die Arbeitsergebnisse vorgestellt wurden. Alle Teilnehmer zeigten weiterhin Interesse an den Ergebnissen. Speziell die Unternehmen, bei denen Umsetzungsvorschläge resultierten, wollen die vorgeschlagenen Maßnahmen nochmals im Detail erörtern und deren Umsetzung konkret prüfen.

Die frühzeitige Beteiligung der Industriebetriebe war sehr wichtig, um die Ergebnisse in der jetzigen Form zu erhalten. Es wurde dabei deutlich, dass der organisatorische Aufwand, alle bevollmächtigten und entscheidungsfähigen Vertreter der teilnehmenden Betriebe an einen Tisch zu bekommen, eine erhöhte Laufdauer der Projektbearbeitung erforderlich macht.

Die Ergebnisse der Untersuchung wurden am 14.08.12 in der Lenkungsgruppe Klimaschutz vorgestellt und erörtert.

3. BESTANDSANALYSE

3.1. Grundlagenermittlung

Für die Grundlagenermittlung erfolgte zunächst die Analyse der vorhandenen Bebauungsstruktur im Untersuchungsgebiet Speyer-Süd. Die Verwendung einer GIS-Software erlaubt dabei eine vereinfachte, grafische Darstellung der einzelnen Gebiete und die Verknüpfung relevanter Informationen in Datenbanken. Auf Basis des digitalen Liegenschaftskatasters der Stadt Speyer und mit Hilfe von Luftbildern wurde der Gebäudebestand in die GIS-Software aufgenommen und in Referenzgebietstypen eingeteilt. Im ersten Schritt wurden daher Siedlungsstrukturen mit gleichen Nutzungsarten identifiziert und in Abbildung 2 farblich markiert. Folgende Referenzgebietskategorien werden unterschieden:

- Einfamilienhäuser (EFH)
- Reihenhäuser (RH)
- Mehrfamilienhäuser (MFH)
- Große Mehrfamilienhäuser (GMFH)
- Gewerbe
- Landwirtschaft
- Sonstiges

Abbildung 1 zeigt die Verteilung der einzelnen Kategorien im Untersuchungsgebiet auf.

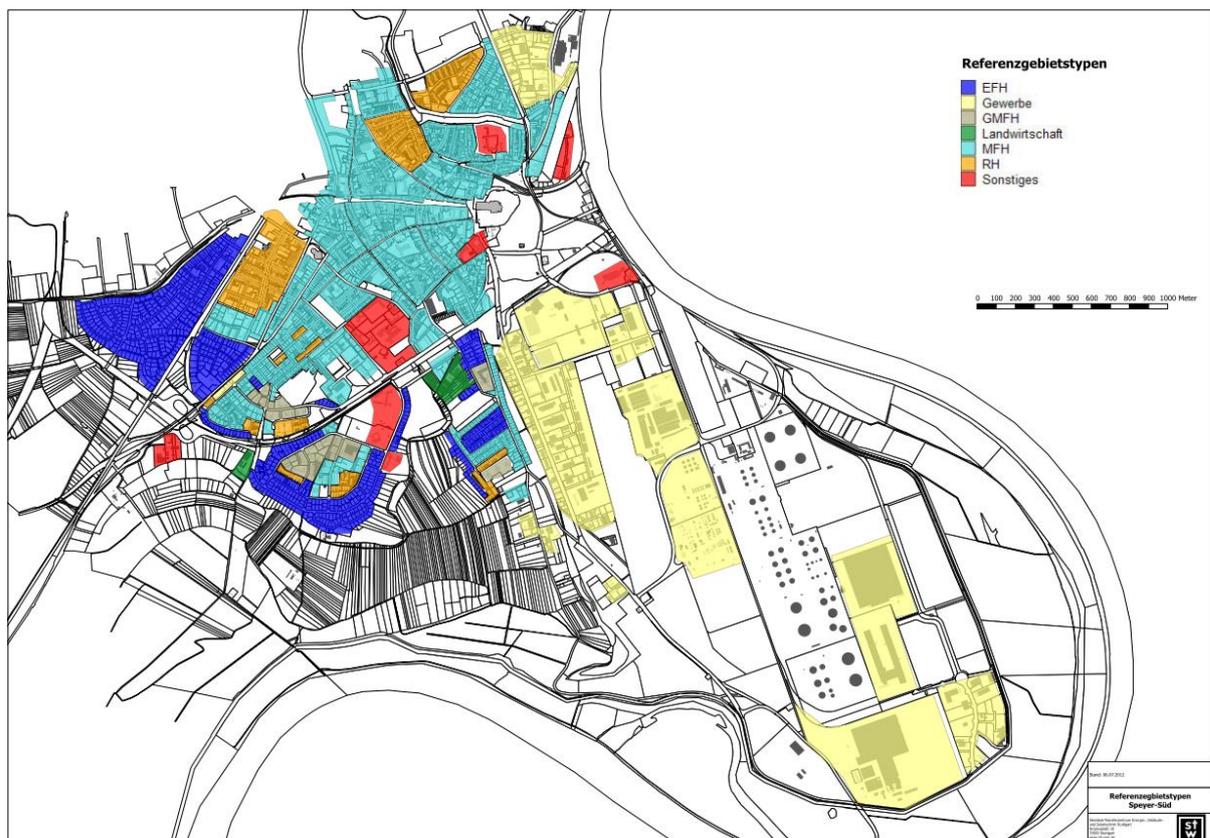


Abbildung 2: Referenzgebietseinteilung Speyer-Süd (s. auch Anhang)

Im Innenstadtbereich dominieren der Referenzgebietstyp Mehrfamilienhaus und Reihenhaus. In den Randbereichen im Westen und Südwesten liegen Gebiete, in denen mehrheitlich Einfamilienhäuser stehen. Der südliche Teil des Untersuchungsgebiets ist durch Gewerbe- und Industriebetriebe geprägt.

Insgesamt sind auf dem Untersuchungsgebiet 4.350 Gebäude durch das digitale Liegenschaftskataster erfasst. In der gesamten Stadt Speyer existieren 9.700 Wohngebäude [Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz, 2008]. Der Großteil der Industrie in Speyer befindet sich in dem vorliegenden Untersuchungsgebiet im Süden.

3.2. Energiebilanz

Die Berechnung des Energiebedarfs erfolgt über ein zusammengesetztes Verfahren. Neben konkreten Verbrauchsdaten der Stadtwerke Speyer beinhaltet dies Hochrechnungen für den nicht erfassten Verbraucher. Von den Stadtwerken Speyer konnten exakte Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger Erdgas, Fernwärme und Strom für die Berechnung verwendet werden. 83 Prozent der Verbrauchsstellen sind damit abgedeckt. Für die restlichen Verbraucher wird, entsprechend ihrer Zugehörigkeit zu den Referenzgebieten, ein mittlerer Energiebedarf angesetzt.

Für das gesamte Untersuchungsgebiet Speyer-Süd resultiert ein Endenergiebedarf zur Wärmebereitstellung in Höhe von 545 GWh/a. Der abgeleitete Wärmebedarf beträgt damit rund 490 GWh/a. Dies entspricht etwa 60 Prozent des gesamten Endenergiebedarfs von Speyer für den Bereich Wärme in Höhe von 935 GWh/a [Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Speyer, 2010]. Hierbei ist zu beachten, dass die drei größten industriellen Betriebe für etwa 60 Prozent des Energiebedarfs in dem Untersuchungsgebiet verantwortlich sind.

3.3. CO₂-Bilanz

Zur Ermittlung der energiebedingten Treibhausgasemissionen in dem Untersuchungsgebiet Speyer-Süd wird der resultierende Energiebedarf mit den entsprechenden CO₂-Äquivalenten multipliziert. Insgesamt resultieren damit Emissionen in Höhe von 120.000 tCO₂/a. Bezogen auf die gesamten Treibhausgasemissionen der Stadt Speyer nimmt das Untersuchungsgebiet einen Anteil von 22 Prozent ein. Werden lediglich die CO₂-Emissionen des Wärmebereichs der Stadt Speyer betrachtet, beträgt der Anteil von Speyer-Süd 50 Prozent.

3.4. Industriebetriebe

Neben den normalen Siedlungsgebieten im Stadtbereich werden auch die größeren Industriebetriebe im Industriegebiet Speyer-Süd in die Betrachtung einbezogen. Diese benötigen für ihre Produktionsprozesse und teilweise für die Beheizung der Produktionshallen große Mengen an Gas und haben z.T. auch große Abwärmepotenziale. Diese sind in Abbildung 3 dargestellt.

Größere Abwärmepotenziale bestehen im Wesentlichen bei Isover G+H mit einer Leistung von etwa 1,2 MW bei ca. 380 °C sowie bei der Fa. Haltermann mit einer verfügbaren Abwärmeleistung in der Größenordnung von 1,5-3,0 MW bei etwa 120-150 °C. Die geplante Erdölaufbereitung der GdF Suez wird voraussichtlich 1-2 MW abgeben können.

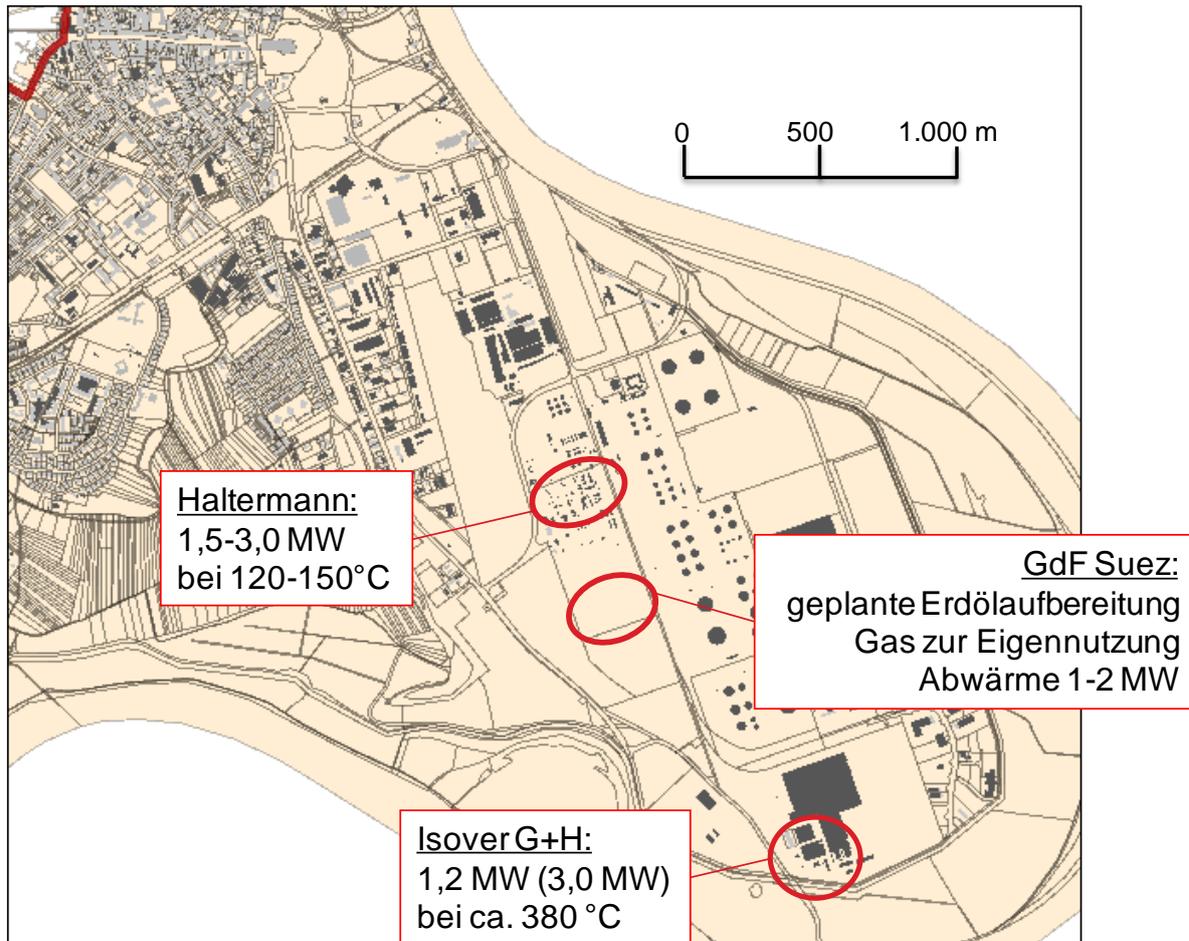


Abbildung 3: Betriebe mit Abwärmepotenzial

Wärmebedarf in einem Temperaturbereich, der durch leitungsgebundene Medien (Wasser, Dampf, Thermoöl) abgedeckt werden kann, besteht in einer Anzahl von Betrieben im Industriegebiet (s. Abbildung 4):

- Heizwärme für die Gewerbegebiete Stockholmer Straße / Göteborger Straße
- Prozesswärme für die Fa. Haltermann
- Heizwärme und in geringen Mengen Prozesswärme im Temperaturbereich unter 100 °C für die PFW Aerospace
- Heizwärme für das Bademaxx
- Heizwärme für das Technikmuseum.

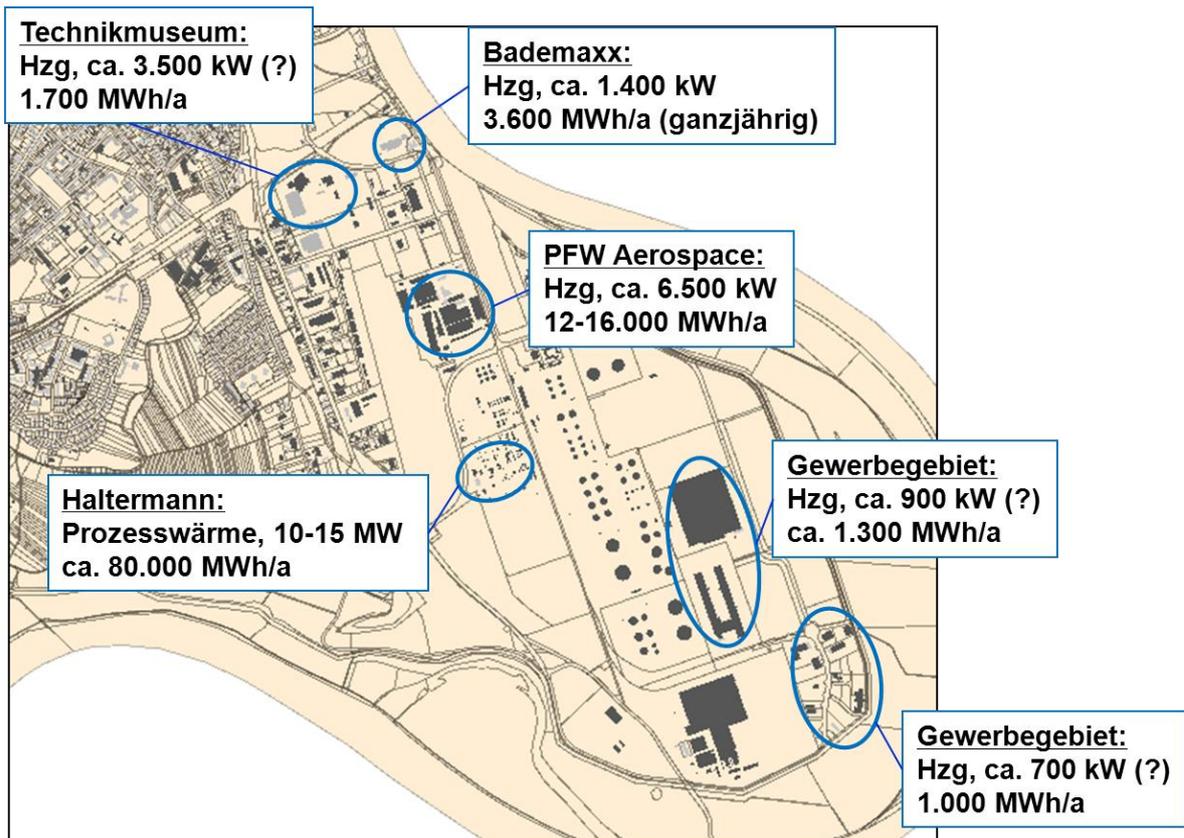


Abbildung 4: Betriebe mit Wärmebedarf

Im folgenden werden die Prozesse und die Abwärmepotenziale der einzelnen Betriebe näher beschrieben:

Saint-Gobain ISOVER G+H

Isover G+H stellt Mineralwollgedämmstoffe her. Dazu wird Glas in einer Schmelzwanne bei deutlich über 1.000 °C geschmolzen und verarbeitet. Die Energie der Abgase wird in einem Rekuperator zur Verbrennungsluftvorwärmung teilweise genutzt. Um die Abgase in einem Elektrofilter reinigen zu können, müssen sie auf 400 °C abgekühlt werden. Diese Abkühlung erfolgt durch Quentschen (Einsprühen von Wasser). Über ein Schrägröhr wird das Abgas einem E-Filter zugeführt. Nach dem E-Filter wird das Abgas an die Umgebung abgegeben.

Eine Abwärmenutzung ist prinzipiell nach dem E-Filter möglich. Allerdings darf das Abgas nicht weit unter 200 °C abgekühlt werden. (Eine weitere Abwärmenutzung ist prinzipiell im Schrägröhr zwischen Stufe 3 des Rekuperators und dem E-Filter möglich, allerdings steht bisher keine technische Lösung dafür zur Verfügung.)

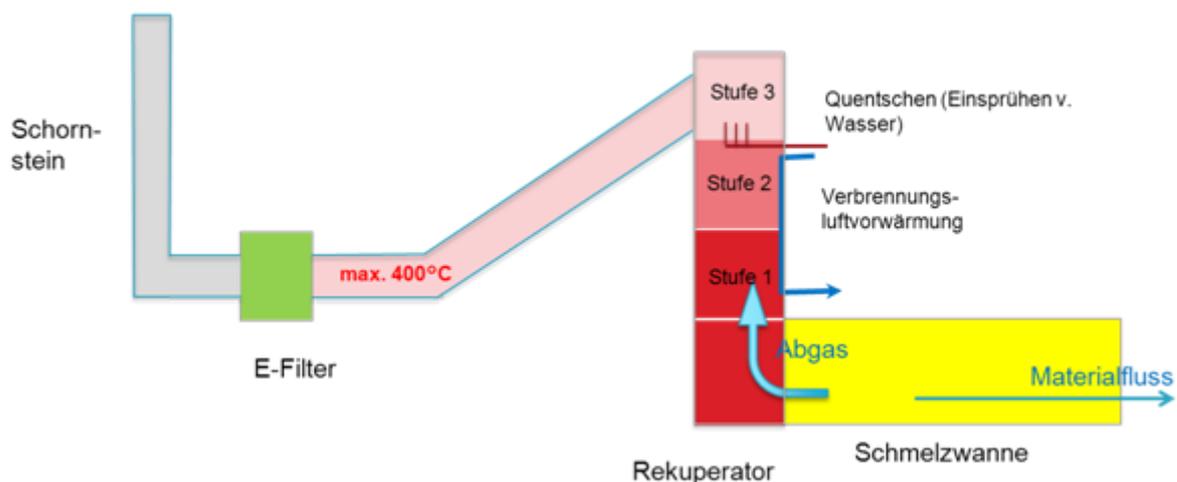


Abbildung 5: Abgaswärmestrom bei Isover G+H

GdF Suez

In Speyer wird von der GdF Suez an zwei Standorten, im Industriegebiet West (Siemensstraße) und am Nordostrand der Stadt (Deutschhof), Erdöl gefördert. Das mitgeförderte Erdgas und Wasser werden derzeit noch direkt an den Förderstandorten abgetrennt.



Abbildung 6: Geplante Feldesentwicklung der GdF Suez für Speyer

Für die Zukunft ist geplant, das Erdöl-Gas-Wasser-Gemisch in einer Transportleitung zu einem Standort im Industriegebiet Süd zu bringen und dort aufzubereiten. Abbildung 6 zeigt die Lage der verschiedenen Standorte sowie den möglichen Verlauf der Transportleitung. Die Aufbereitungsanlage soll südlich der Fa. Haltermann errichtet werden. Das beim Aufbereitungsprozess abgeschiedene Erdgas soll nach derzeitigem Planungsstand in einer Gasturbine verstromt werden. Ein Teil der Abwärme der Gasturbine wird für interne Prozesse benötigt, etwa 1-2 MW stehen für externe Nutzungen zur Verfügung.

Haltermann

Die Fa. Haltermann produziert in Speyer verschiedene Kohlenwasserstoffe. Diese werden durch Destillation erzeugt. Dabei wird ein vorgewärmtes Rohmaterial erhitzt, wodurch verschiedene Bestandteile mit unterschiedlicher Verdampfungstemperatur getrennt werden können. Am Kopf der Destillationskolonnen werden die Endprodukte durch Kondensation gewonnen.

Haltermann hat 9 Kolonnen in Betrieb. Die Sumpftemperaturen (Beheizung) liegen im Bereich von etwa 100 bis 300 °C, die Kondensationstemperaturen im Bereich von 70 bis 180 °C.

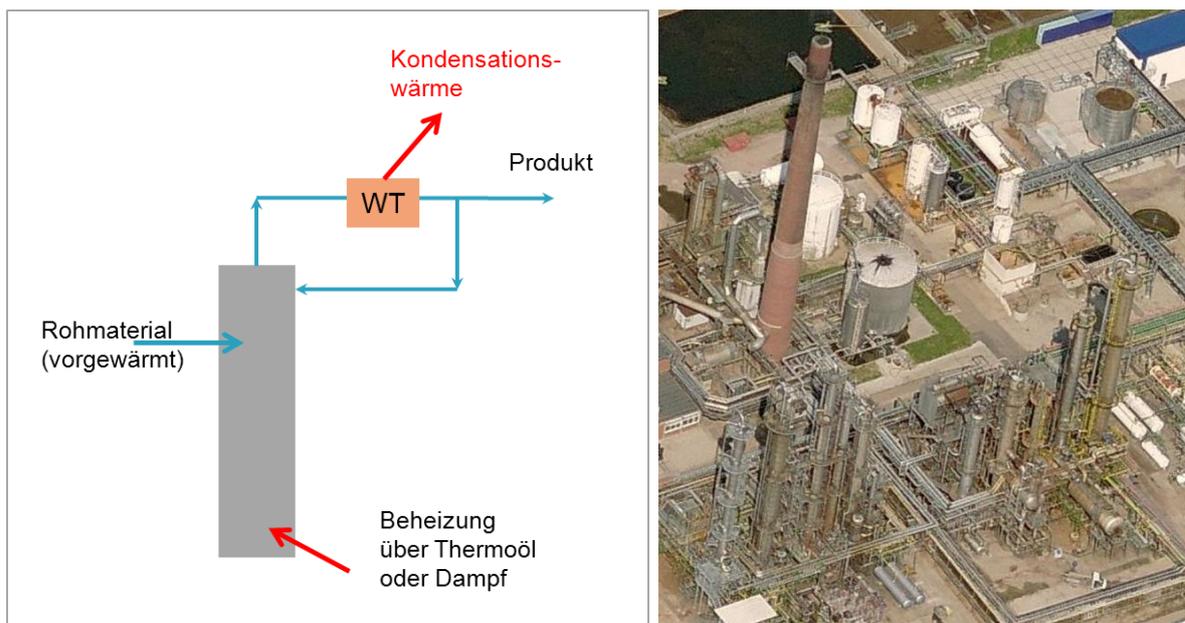


Abbildung 7: Prinzipielle Funktionsweise einer Destillationskolonne / Luftbild der Kolonnen
(Quelle: bing.com)

Bei der Kondensation wird viel Wärme freigesetzt, die bisher an die Umgebung abgegeben wird. Mögliche Abwärmenutzungen sind:

- Interne Nutzung: Abwärme mit hoher Temperatur beheizt Kolonnen mit niedriger Sumpftemperatur
- Wärmeauskopplung und Einspeisung in ein Fernwärmenetz
- Nutzung von Niedertemperaturwärme für die Beheizung des betriebseigenen Klärbeckens

Für die Fernwärmeauskopplung können etwa 1,5 bis 3 MW nutzbar gemacht werden.

PFW Aerospace AG

PFW stellt in Speyer Komponenten für den Flugzeugbau her. Dabei kommen überwiegend mechanische Fertigungsprozesse vor. Prozesswärme wird lediglich in Lackier- und Galvanikanlagen benötigt. Wärmebedarf besteht demnach überwiegend für die Beheizung der ausgedehnten Produktionshallen.

Der Leistungsbedarf an Wärme beträgt etwa 6,5 MW, der Jahreswärmebedarf liegt bei 13-16.000 MWh/a. Diese Wärme wird mit Heizkesseln mit Zweistoffbrenner erzeugt und über ein internes Wärmenetz verteilt. Zum Zeitpunkt der Bearbeitung des vorliegenden Konzepts war die Installation eines Gas-BHKW's mit ca. 500 kWth in Planung.

Bademaxx

Das Bademaxx (Hallen- und Freibad) benötigt Wärme für Heizung, Dusch- und Beckenwassererwärmung. Die installierte Wärmeleistung (Kessel + 2 BHKW's) beträgt ca. 1.400 kW, der Wärmeverbrauch liegt bei 3.600 MWh/a. Davon wird etwa die Hälfte von den BHKW's bereitgestellt. Der Wärmeverbrauch im Sommer ist wegen der Beheizung der Außenbecken höher als im Winter.

Technikmuseum Speyer

Das Technikmuseum Speyer benötigt überwiegend Heizwärme, in geringem Maße Warmwasser für Gastronomie und ein Hotel. Die Wärme wird derzeit über mehrere Kessel erzeugt, die über das Areal verteilt sind. Die installierte Leistung beträgt insgesamt etwa 3,5 MW, der Jahreswärmebedarf liegt bei 1.700 MWh/a, was auf eine sehr geringe Auslastung der Kessel hindeutet.

4. POTENZIALANALYSE

Die Potenzialanalyse für zentrale Wärmeversorgungsgebiete teilt sich in zwei Teilbereiche auf. Zum einen findet eine Untersuchung des Stadtgebietes statt, in dem die Gebäude mehrheitlich zu Wohnzwecken und durch Handels- und Dienstleistungsunternehmen genutzt werden. Zum anderen erfolgt eine Analyse des Industriegebiets Speyer-Süd in dem die großen Verbraucher mit z.T. großen Abwärmepotenzialen liegen.

4.1. Zentrale Wärmeversorgung im Stadtgebiet

4.1.1 Erstellung von Wärmebedarfskarten

Anmerkung: Alle im folgenden Text eingebundenen Karten sind im Anhang in einem größeren Format angefügt.

Im ersten Schritt der Potenzialanalyse werden die Ergebnisse der Energiebilanz bezüglich geeigneter Wärmeversorgungsgebiete überprüft. Einzelne Gebiete gelten dann für eine zentrale Versorgung als geeignet, wenn auf einer begrenzten Fläche ein relativ hoher Wärmebedarf in den Gebäuden vorliegt, d.h. wenn die Verteilung der dort benötigten Wärme mit relativ wenig technischem und finanziellem Aufwand verbunden ist und entsprechend die Wärmeverluste gering sind. Für die einzelnen Referenzgebiete wird in einem gestuften Verfahren zunächst der absolute Wärmebedarf ermittelt. Daran anknüpfend werden spezifische Wärmebedarfskennzahlen ermittelt, die einen Vergleich der einzelnen Gebiete untereinander erlauben.

Abbildung 8 zeigt die absoluten Wärmeverbräuche der einzelnen Referenzgebiete. Dieser erste Schritt der Bearbeitung zeigt nur, wie der Gesamtbedarf im Stadtgebiet verteilt ist. Da die einzelnen Teilgebiete unterschiedlich groß sind, sagt er aber noch nichts über die Wärmedichte aus. Außerdem ist auch der Aufwand für die Verteilung noch nicht bewertet. Ein hoher Energiebedarf kann z.B. durch viele kleine Einzelverbraucher (Bsp.: Referenzgebiet EFH), aber auch durch einen oder wenige Großverbraucher (Bsp.: Großverbraucher im Industriegebiet-Süd) verursacht werden.

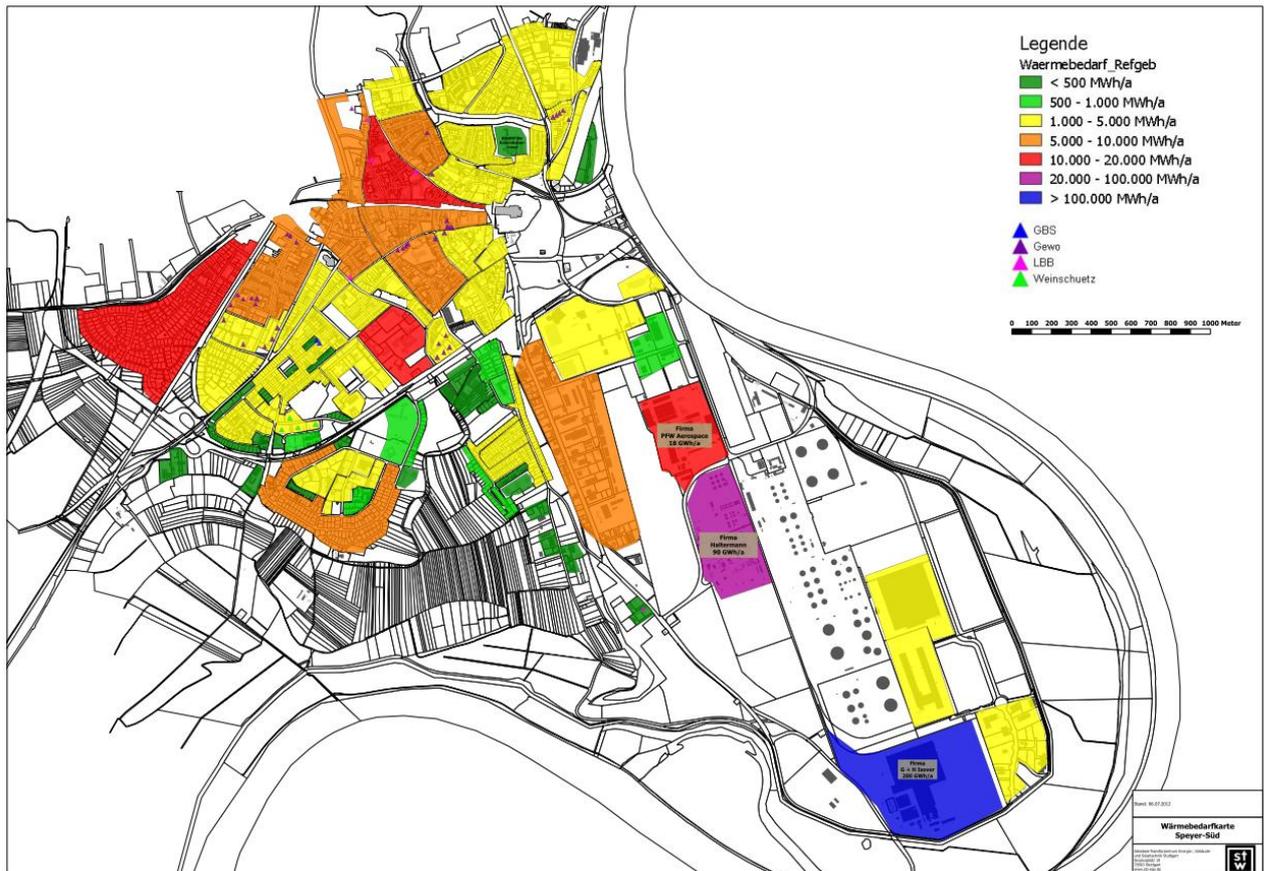


Abbildung 8: Wärmebedarfskarte Speyer-Süd (s. auch Anhang)

Im nächsten Schritt wird der absolute Energiebedarf auf die jeweiligen Flächen der Referenzgebiete bezogen. Mit der daraus resultierenden Kennzahl, der Wärmedichte, können erste Aussagen über die Eignung getroffen werden. Bei der Betrachtung von Abbildung 9 wird ersichtlich, dass eine hohe Wärmedichte im Innenstadtbereich und im nördlichen Bereich des Feuerbachparks vorliegt (violette und rote Färbung). Ebenso weist der Innenbereich im Wohngebiet „Vogelgesang“ eine erhöhte Wärmedichte durch die großen Mehrfamilienhäuser in unmittelbarer räumlicher Nähe auf.

Es ist auch gut zu erkennen, dass die Bebauungsdichte, und nicht nur die Gebäudetypen, eine große Rolle bei der Wärmedichte spielen. Ein Vergleich von zwei Wohngebieten mit gleichem Gebietstyp (EFH) zeigt deutlich unterschiedliche Wärmedichten: Das Wohngebiet zwischen Bahnlinie und Holzstraße weist eine sehr geringere Bebauungsdichte auf und hat folglich eine geringere Wärmedichte, die Randzonen des Gebiets Vogelgesang sind deutlich dichter bebaut und haben deshalb bei gleicher Gebäudetypologie eine höhere Wärmedichte.

Gebiete, die eine hohe Wärmedichte besitzen, jedoch in diesem Kapitel nicht näher für eine zentrale Wärmeversorgung betrachtet werden, sind das „Krankenhaus der evangelischen Diakonissenanstalt“, das Bademaxx sowie die großen Industriebetriebe.

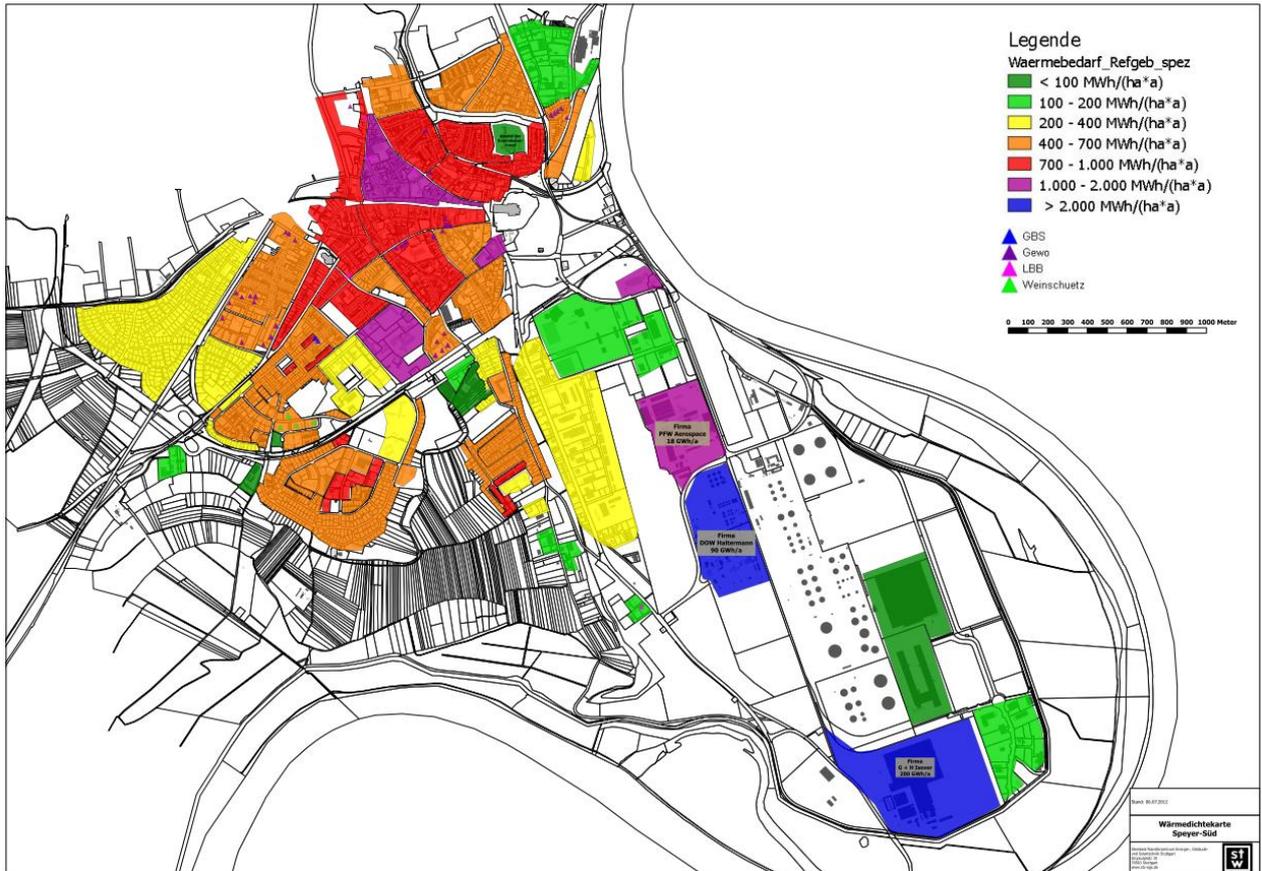


Abbildung 9: Wärmebedarfsdichtekarte Speyer-Süd (s. auch Anhang)

Für eine weitere Detaillierung und Erhöhung der Aussagekraft wird der Wärmebedarf auf die erforderliche Trassenlänge eines Wärmenetzes bezogen. Entscheidende Größe für den Aufwand bei der Wärmeverteilung ist die erforderliche Netzlänge. Diese bestimmt die Investitionskosten und die Wärmeverluste.

Abbildung 10 zeigt die in den einzelnen Straßenabschnitten möglichen Anschlussleistungen in kW pro m Trasse. (Die Anschlussleistungen für die einzelnen Gebäude wurden über eine Vollbenutzungsstundenzahl von 2.000 h/a aus dem Wärmebedarf ermittelt.) Diese Ergebnisse wurden in Abbildung 11, wie in den anderen Darstellungen, für die einzelnen Referenzgebiete kumuliert.

Für die weitere Betrachtung werden die rot/orange gefärbten Trassen mit hohem Wärmebedarf je Trassenmeter ($> 7,5 \text{ MWh/m}^*\text{a}$) herangezogen, da nur diese ein realistisches Potenzial aufweisen.

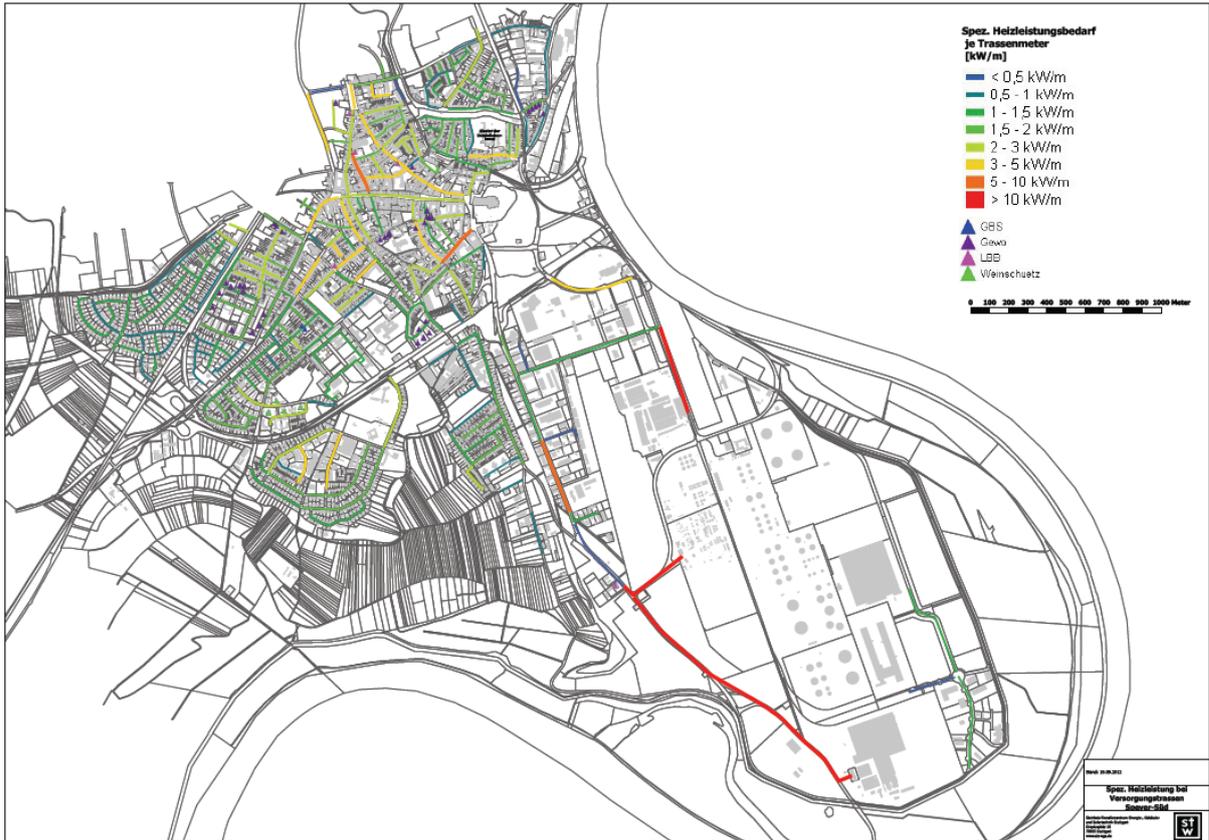


Abbildung 10: Spezifischer Heizleistungsbedarf an potenziellen Wärmetrassen (s. auch Anhang)

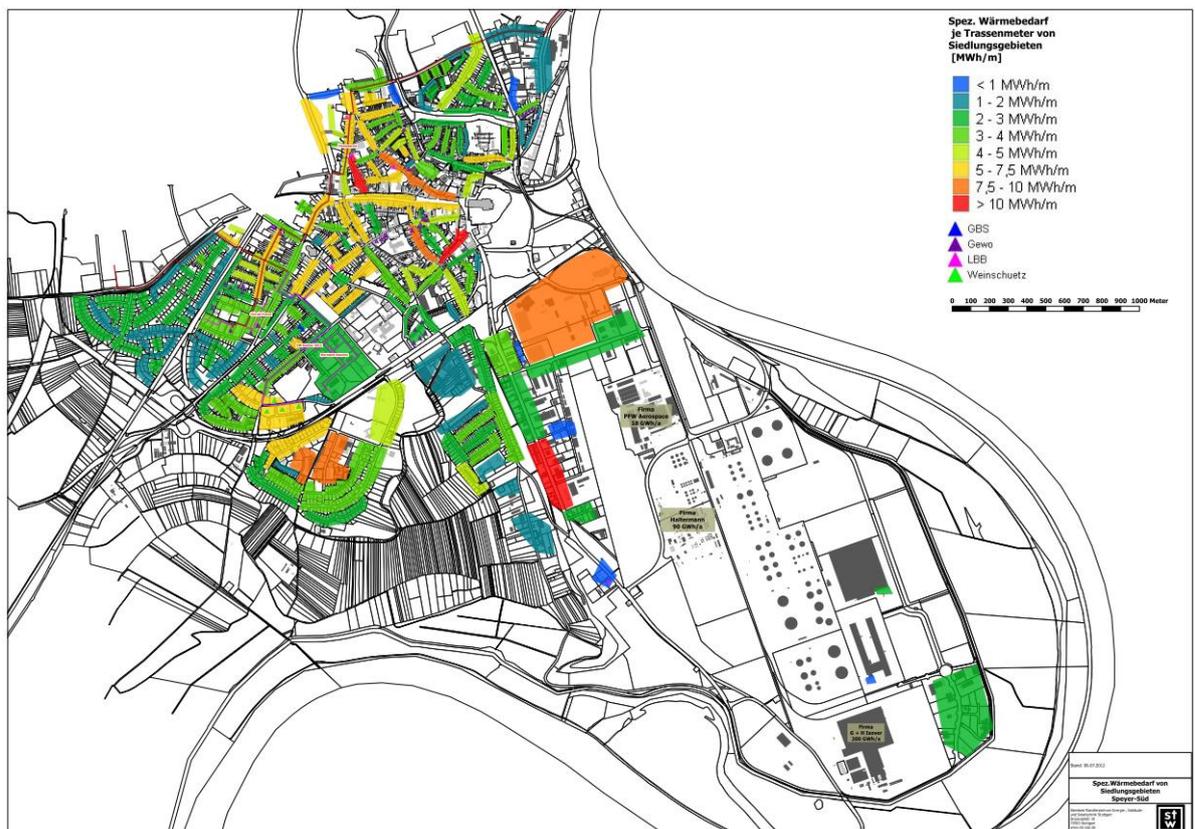


Abbildung 11: Spezifischer Wärmebedarf je Trassenmeter der Referenzgebiete (s. auch Anhang)

4.1.2 Detailanalyse potenzieller Wärmeversorgungsgebiete

Nachdem in den vorherigen Schritten bereits potenziell geeignete Gebiete identifiziert werden konnten, wird für diese Gebiete eine detaillierte Untersuchung vorgenommen. Folgende Potenzialgebiete (siehe Abbildung 12) werden dabei näher betrachtet:

- Vogelgesang
- Closweg
- Feuerbachpark
- Zentrum Sued-West
- Zentrum Nord-Ost
- Industriegebiet Sued

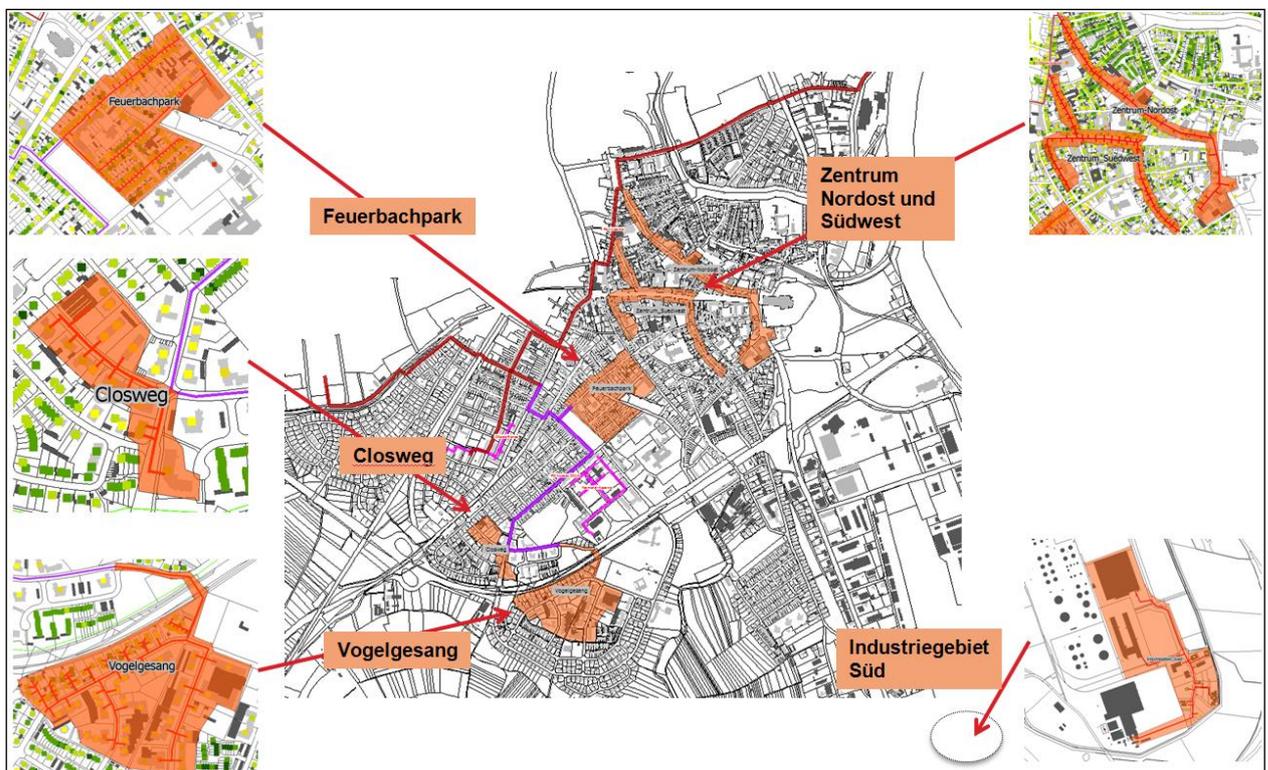


Abbildung 12: Potenzielle Gebiete für zentrale Wärmeversorgungen (s. auch Anhang)

In der Detailanalyse wurden für die einzelnen Gebiete die erforderlichen Rohrleitungen grob dimensioniert. Die energetische und wirtschaftliche Betrachtung enthält den Gesamtaufwand für die Wärmeverteilung, d.h. für Haupttrassen, Hausanschlussleitungen und Hauseinführungen. (Hausübergabestationen sind nicht berücksichtigt.) Aus den ermittelten Netzlängen und -dimensionen werden Kennzahlen gebildet.

In Tabelle 1 sind die entwickelten Kennzahlen enthalten:

- Wärmeabgabe pro Trassenmeter [kWh/(m*a)]
- Wärmeabgabe pro Hausanschluss [kWh/(HA*a)]
- Spezifische Trassenleistung [kW/m]
- Spezifische Hausanschlussleistung [kW/HA]
- Trassenlänge pro Hausanschluss [m/HA]

- CO₂-Reduzierung [tCO₂/a].

Für die Berechnung der CO₂-Reduzierung wird ein Berechnungsansatz mit Ersatz von Erdgas durch Fernwärme angenommen.

Bei der Gegenüberstellung der Kennzahlen resultieren vier Gebiete, die bei der relevanten Kennzahl „Wärmeabgabe pro Trassenmeter“ hohe Werte einnehmen. Um diese Kennzahl einordnen zu können, bedarf es einem Referenzwert zum Vergleich. Für den Referenzwert werden die Durchschnittswerte der „AGFW - Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V.“ aus dem Hauptbericht des Jahres 2010 für Deutschland herangezogen. In den von der AGFW erfassten Wärmenetzen liegt der durchschnittliche Wert bei 4.166 kWh/(m²*a) und damit unter dem Wert der markierten Gebiete. Die vier Gebiete Vogelgesang, Feuerbachpark, Zentrum Sued-West und Zentrum Nord-Ost sind daher für zentrale Wärmeversorgungen als potenziell geeignet einzustufen.

Bei den Gebieten Feuerbachpark, Zentrum Sued-West und Zentrum Nord-Ost bietet sich zudem die räumliche Nähe zur bestehenden Fernwärmeleitung für eine zentrale Wärmeversorgung an.

Für das Gebiet Vogelgesang, das nicht unmittelbar an der Fernwärmeleitung liegt, bietet sich alternativ eine Verlängerung der Fernwärmeleitung oder der Aufbau einer eigenen Heizzentrale an.

Projekt: Teilklimaschutzkonzept Speyer 06.07.2012		Kennzahlenvergleich				Steinbeis-Transferzentrum Energie-, Gebäude- und Solartechnik	
Kennzahl	Wärmeabgabe proTrassenmeter	Wärmeabgabe pro HA	Spez. Trassen- leistung	Spez. HA- Leistung	Trassenlänge pro HA	CO ₂ - Einsparung	
	kWh/(m ² *a)	kWh/(HA*a)	kW/(m)	kW/(HA)	m/HA	tCO ₂ /a	
Vogelgesang	4.737	105.459	2,3	51,6	22,3	302	
Closweg	3.524	73.455	1,8	36,7	20,8	46	
Feuerbachpark	4.890	46.572	2,4	23,3	9,5	243	
Zentrum Sued-West	6.816	109.429	3,4	54,7	16,1	437	
Zentrum Nord-Ost	7.544	160.389	3,8	80,2	21,3	436	
Industriegebiet Sued	1.418	189.527	1,0	135,4	133,7	601	
Mittelwert AGFW	4.166	250.000	2,6	153,0	59,00		

Tabelle 1: Kennzahlenvergleich der potenziellen, zentralen Versorgungsgebiete

Mit den vier gefundenen Potenzialgebieten kann insgesamt eine CO₂-Einsparung in Höhe von rund 1.400 tCO₂/a erreicht werden. Bezogen auf die gesamten Treibhausgasemissionen von Speyer entspricht dieser Wert einer Einsparung von 0,25 Prozent. Im Falle einer vollständigen Versorgung der genannten Gebiete durch Nahwärme auf Basis erneuerbarer

Energien (z.B. Biomasse) würde sich dieses Potenzial auf etwa 5.000 tCO₂/a bzw. 0,9 % der Gesamtemissionen erhöhen.

4.1.3 Wirtschaftlichkeits- und Sensitivitätsanalyse

Nach der technischen und energetischen Bewertung der potenziellen Wärmeversorgungsgebiete erfolgt im Folgenden die Überprüfung der Wirtschaftlichkeit. Unter Berücksichtigung verschiedener Ausbaustufen werden die Wärmetransportkosten der einzelnen Gebiete ermittelt. Diese beinhalten die Kapitalkosten für das Netz bis zur Hauseinführung. Ebenfalls sind Kostenfaktoren wie die Instandsetzung und Wartung mit aufgenommen. Die Sensitivitätsanalyse dient dazu, die finanziellen Auswirkungen verschiedener Anschlussgrade an die zentralen Wärmeverteilnetze aufzuzeigen.

Bei einem Anschlussgrad von 100 % variieren die spezifischen Wärmetransportkosten der potenziellen Wohngebiete zwischen 15 und 26 €/MWh. Die niedrigsten Werte resultieren bei den beiden Gebieten im Zentrum. In Abbildung 13 sind die jeweiligen Kosten aufgeführt. Randbedingung für die Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren und ein Zinssatz von 5 %.

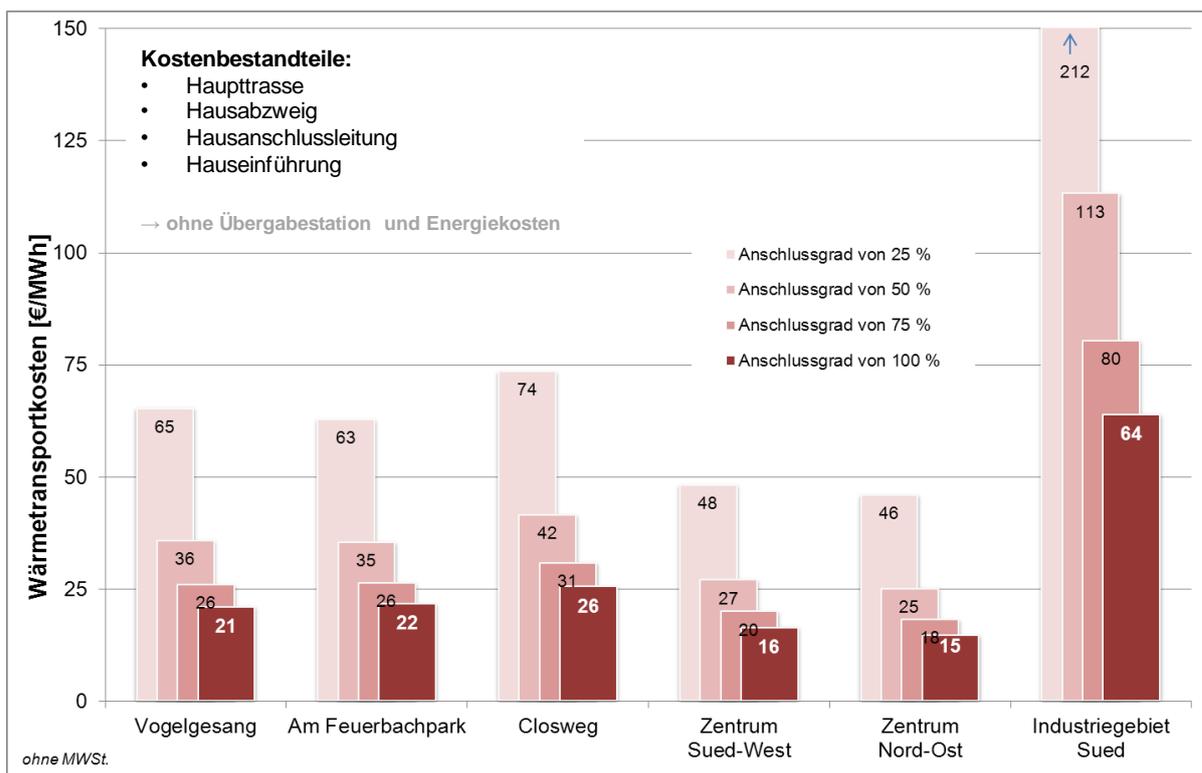


Abbildung 13: Vergleich der Wärmetransportkosten (netto) einzelner Potenzialgebiete

In der Basisvariante wird davon ausgegangen, dass alle potenziellen Wärmeabnehmer an das Netz angeschlossen werden. Zusätzlich wurden weitere Ausbaustufen mit einem Anschlussgrad von 75 %, 50 % und 25 % berechnet und dargestellt. Es wird ersichtlich, dass bei einem Anschlussgrad von weniger als 50 % die spezifischen Wärmetransportkosten deutlich ansteigen. Diese Berechnungen zeigen, dass für die Realisierung und den wirtschaftlichen Betrieb von Anfang an ein hoher Anschlussgrad erforderlich ist. Idealerweise geschieht dies durch einen oder mehrere "Ankerkunden" mit größerem Wärmebedarf.

Aktuell befinden sich die Fernwärmekosten für Privatkunden der SWS bei 58 €/MWh (netto), zuzüglich eines jährlichen Leistungspreises. Um einen wirtschaftlichen Betrieb in einem der Potenzialgebiete zu erreichen, dürfen die Wärmekosten inkl. Verwaltungskosten und Gewinnmarge folgende Preisspannen in Tabelle 2 nicht übersteigen. Werden die Preisspannen eingehalten, können die zentralen Wärmeversorgungsvarianten unter den genannten Randbedingungen profitabel betrieben werden. Die Ergebnisse in Tabelle 2 beziehen sich auf die optimistische Annahme eines Anschlussgrades von 75 %.

	Wärmetransportkosten [€/MWh]	Wärmepreis SWS [€/MWh]	Preisspanne [€/MWh]
Vogelgesang	26	58	32
Feuerbachpark	26	58	32
Closweg	31	58	27
Zentrum SW	20	58	38
Zentrum NO	16	58	42

Tabelle 2: Nettokostenanalyse für die potenziellen Wohngebiete (75% Anschlussgrad)

4.2. Industriegebiet Süd

Auf Basis der Grundlagendaten zu den einzelnen Industriebetrieben (Kap. 3.4) wurden folgende prinzipiellen Möglichkeiten, wie überschüssige Abwärme genutzt werden könnte, identifiziert und detaillierter untersucht:

Isover G+H:

- Stromerzeugung und Schüttgutrocknung
- Wärmelieferung an Gewerbegebiete
- Wärmelieferung an Fa. Haltermann

GdF Suez:

- Wärmelieferung an Fa. Haltermann

Fa. Haltermann

- Wärmelieferung an PFW
- zusätzliche Wärmelieferung an Bademaxx und Technikmuseum

Die jeweils möglichen Wärmeleistungen sind aus Abbildung 14 ersichtlich.

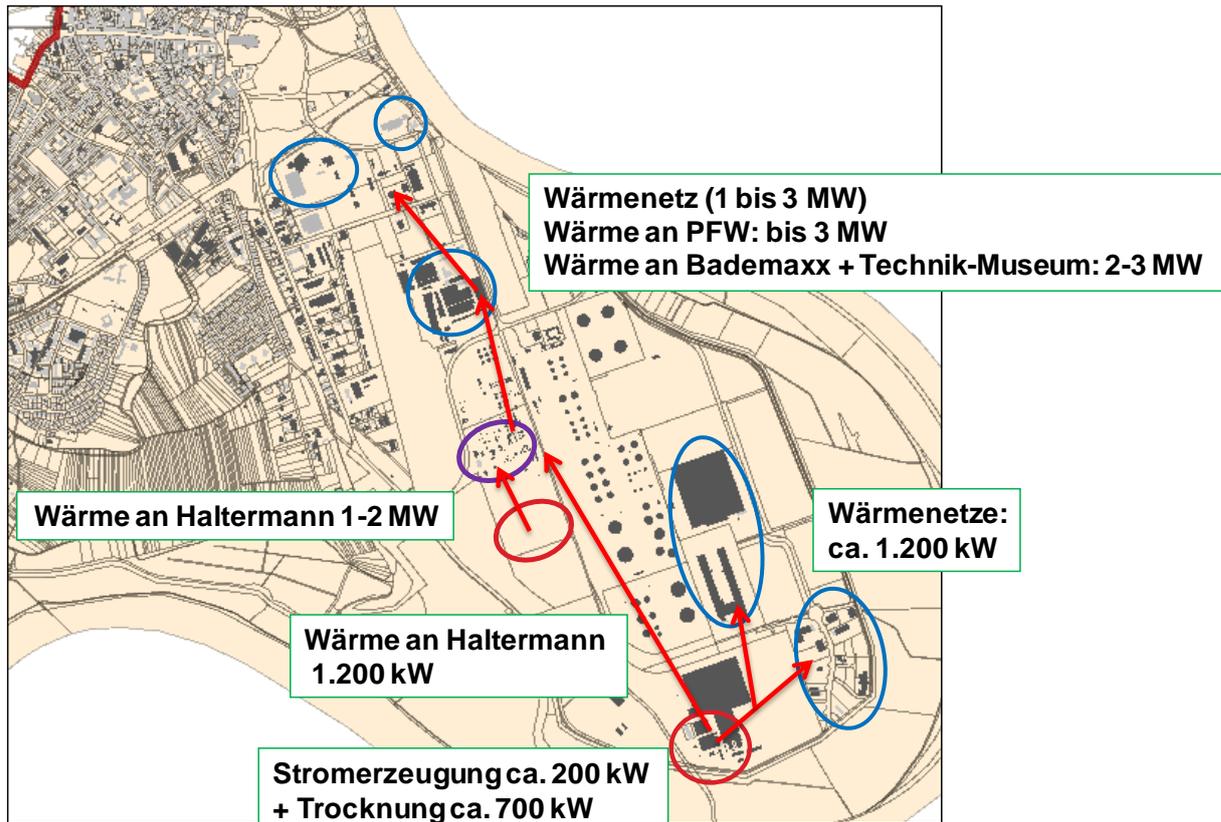


Abbildung 14: Mögliche Wärmenutzungen im Industriegebiet Süd

Wichtige Vorbemerkungen:

- Es handelt sich um Abwärmenutzung aus Produktionsprozessen, d.h. Leistungsschwankungen und Unterbrechungen können vorkommen. Für den Wärmeabnehmer, der auf Versorgungssicherheit angewiesen ist, ist deshalb immer ein Backupsystem erforderlich.
- Die Kosten für die Abwärmenutzung werden im Wesentlichen durch die Investitionskosten bestimmt. Entscheidende Größen für die wirtschaftliche Bewertung sind die angesetzte Nutzungsdauer bzw. erwartete Kapitalrückflusszeit. In allen folgenden Wirtschaftlichkeitsberechnungen wird mit einer Nutzungsdauer von 15 Jahren und einem Zinssatz von 5 % gerechnet. Die tatsächliche Nutzungsdauer ist in den meisten Fällen deutlich länger, die erwartete Kapitalrückflusszeit von Unternehmen ist jedoch meist deutlich kürzer als 15 Jahre.
- Für die Bearbeitung wurden z.T. sehr detaillierte Daten und Informationen zur Verfügung gestellt, die die betreffenden Unternehmen nicht veröffentlichen wollen. Einige Arbeitsschritte und Ergebnisse sind in diesem Bericht deshalb weniger ausführlich beschrieben, als sie in der Bearbeitungsphase betrachtet wurden.

4.2.1 Abwärmenutzung bei Isover G+H

Bei der letzten Erneuerung der Produktionsanlagen wurde in die Abgasleitung nach dem E-Filter bereits ein Abzweig zum Anschluss eines Wärmetauschers eingebaut. Hier kann bei Vollast eine Wärmeleistung von ca. 1,2 MW entnommen werden. Der Produktionsprozess

läuft ganzjährig durch. Allerdings wird zu einigen Zeiten die Produktion gedrosselt, was zu einem verminderten Abgasstrom führt. Für die weiteren Berechnungen werden 6.000 Volllaststunden pro Jahr angesetzt.

Abbildung 15 zeigt den genannten Abzweig.



Abbildung 15: Abzweig zum Einbau eines Wärmetauschers

Die anfallende Wärme mit ca. 380 °C kann zur **Stromerzeugung in einem ORC-Motor** verwendet werden. Mit der in Abbildung 16 und Abbildung 17 dargestellten Anlage können etwa 200 kW_{el} erzeugt werden, zusätzlich kann etwa 650 kW Wärme ausgekoppelt werden, die zur **Trocknung von Schüttgütern**, z.B. Holzhackschnitzeln, eingesetzt werden könnte.

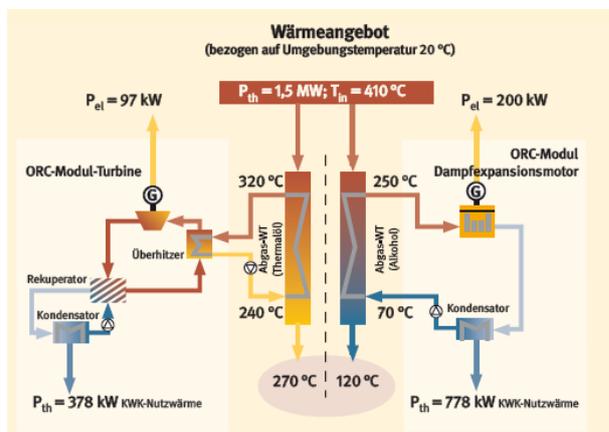


Abbildung 16: ORC-Motor: Funktionsschema und Ansicht (Fa. Devetec)



Abbildung 17: Trocknungsanlage (Fa. AL-KO Therm)

Die Gesamtanlage lässt sich folgendermaßen bewerten:

	Investitionen	Gesamtaufwand (Kapital- und Betriebskosten)	energet. Nutzen	Erlös
ORC-Motor	1.000 T€	110 T€/a	1.200 MWh _e /a	Stromerlös: ?? (KWK-Zulage: 52 T€/a)
Trocknungs- anlage	130 T€	25 T€/a	1.900 MWh _{Hu} /a	Erhöhung Heizwert: 62 T€/a
Summe		135 T€/a		114 T€/a + ??

Tabelle 3: Wirtschaftliche Bewertung einer Stromerzeugung und einer Trocknungsanlage bei Isover G+H

Der Aufwand enthält jeweils Kapitalkosten sowie Betriebskosten (Wartung, Betriebsstrom, etc.). Der Nutzen der Anlagen besteht in der Erzeugung elektrischer Energie bzw. in einer Erhöhung des Heizwertes des getrockneten Holzes.

Bei Betrieb des ORC-Motors allein entstehen Kosten von 93 €/MWh für die Stromerzeugung. Bei zusätzlicher Wärmenutzung für Hackschnitzeltrocknung entsteht ein zusätzlicher Nutzen durch die Erhöhung des Heizwertes des Holzes. Außerdem ist voraussichtlich eine KWK-Zulage für den erzeugten Strom erhältlich. Dies erhöht die Wirtschaftlichkeit der beschriebenen Anlage deutlich.

Alternativ zu der beschriebenen Stromerzeugung wurde die Möglichkeit eines **Wärmetransports mittels Tankwagen** betrachtet. Dabei würde erhitztes Thermoöl oder Salzschnmelze in einem Bahnwagen (Kesselwagen) an einen Abnahmeort, z.B. die Fa. Haltermann, transportiert. Diese Art der Wärmenutzung würde pro Tag 2,8 Beladungen erfordern.

Aufgrund des hohen personellen und organisatorischen Aufwands sowie wegen erheblicher technischer Schwierigkeiten wurde diese Option nicht weiterverfolgt.

Ebenso nicht mehr näher betrachtet wurde die **Wärmeversorgung der angrenzenden Gewerbegebiete**. Der Aufwand für den Wärmetransport wurde in der Bewertung der Nahwärmegebiete (s. Kap. 4.1.3) bereits ermittelt und als zu hoch bewertet (s. Abbildung 13).

Eine weitere Möglichkeit der Abwärmenutzung ist der **Wärmetransport über Rohrleitungen** zur Fa. Haltermann. Um die Wärme dort sinnvoll nutzen zu können, ist allerdings eine Vorlauftemperatur von mindestens 200 °C erforderlich. Als Medium ist dazu Thermoöl oder Dampf geeignet. Die erforderliche Leitungslänge liegt bei 2.000 m. Die hohen Temperaturen bis 220 °C erfordern hohe Sicherheitsstandards, entsprechend sind Investitionen für die Leitung in Höhe von 2,6 Mio. € (bei Dampf) und von 3,9 Mio. € (bei Thermoöl) zu erwarten. Die anteiligen Netzverluste werden etwa 20 % betragen. Aus den hohen Investitionen und den Netzverlusten resultieren Wärmetransportkosten von 45 bzw. 62 €/MWh. Dies liegt über den üblichen Wärmeerzeugungskosten für Industriebetriebe und ist damit nicht weiter interessant.

4.2.2 Abwärmenutzung bei GdF Suez

Die Entwicklung des Erdölfeldes Römerberg-Speyer befindet sich im Grobplanungsstatus, grundlegende Änderungen können z.B. im Zuge des Genehmigungsverfahrens bzw. der weiteren Planungen entstehen.

Nach heutigem Planungsstand wird in der Erdölaufbereitungsanlage ganzjährig Gas mit einem Heizwert von 5 MW_{Hu} zur Verfügung stehen. Die vorgesehene Gasturbine wird etwa 2 MW_{el} erzeugen. Von der Abwärme der Gasturbine werden nach Abzug des internen Wärmebedarfs ca. 1-2 MW zur Verfügung stehen. Nach aktuellem Planungsstand ist davon auszugehen, dass das nutzbare Temperaturniveau für den Betrieb der Destillationsprozesse bei Fa. Haltermann ausreichend ist. Die Abwärmemenge reicht für bis zu 20 % der dort benötigten Energie. Diese Annahmen sind Grundlage für die Bewertung der Abwärmepotenziale, sie müssen im weiteren Planungsprozess verifiziert werden.

Die Entfernung zwischen den beiden Standorten beträgt etwa 400-500 m. Aufgrund dieser kurzen Anbindung sind sehr niedrige Wärmetransportkosten, deutlich unter üblichen Wärmeerzeugungskosten, zu erwarten.

4.2.3 Abwärmenutzung bei Haltermann

Die in Kap. 3.4 erwähnte interne Nutzung von Abwärme war Gegenstand einer Untersuchung bei der Fa. Haltermann, ebenso die Nutzung von Niedertemperaturwärme für die Beheizung des Klärbeckens. Diese sollen hier nicht weiter betrachtet werden.

Als weitere Möglichkeit, alternativ zur internen Wärmerückgewinnung, besteht die Möglichkeit der Auskopplung von Kondensationswärme und Einspeisung in ein Fernwärmenetz. Als Abnehmer wäre prinzipiell PFW Aerospace geeignet.

PFW hat eine typische Heizungsganglinie, d.h. hoher Wärmebedarf im Winter, geringer Bedarf im Sommer (hier für Prozesswärme). Die geordnete Jahresdauerlinie mit den Möglichkeiten der Wärmelieferung zeigt Abbildung 18.

Der Leistungsbedarf an Wärme liegt bei etwa 6,5 MW. In den Sommermonaten sinkt der Bedarf auf bis zu 200 kW ab. Die Dauerlinien der vergangenen beiden Jahre zeigen zudem deutliche witterungsbedingte Unterschiede. Die Grafik zeigt neben dem Leistungsbedarf von PFW auch die mögliche Wärmeeinspeisung von Haltermann (1 oder 3 MW) sowie das freie Potenzial zur Versorgung weiterer Wärmeabnehmer.

Daraus ist ersichtlich, dass in den Wintermonaten eine Wärmelieferung von der Fa. Haltermann her nur einen Teil der Heizlast von PFW abdecken kann, dass die zur Verfügung stehende Leistung aber nur zu einem Teil des Jahres vollständig benötigt wird, und dass in der restlichen Zeit Potenzial zur Versorgung weiterer Abnehmer besteht. Die volle Auslaufdauer beträgt bei 1 MW etwa 4.500-5.000 h/a, bei 3 MW etwa 1.000-2.000 h/a.

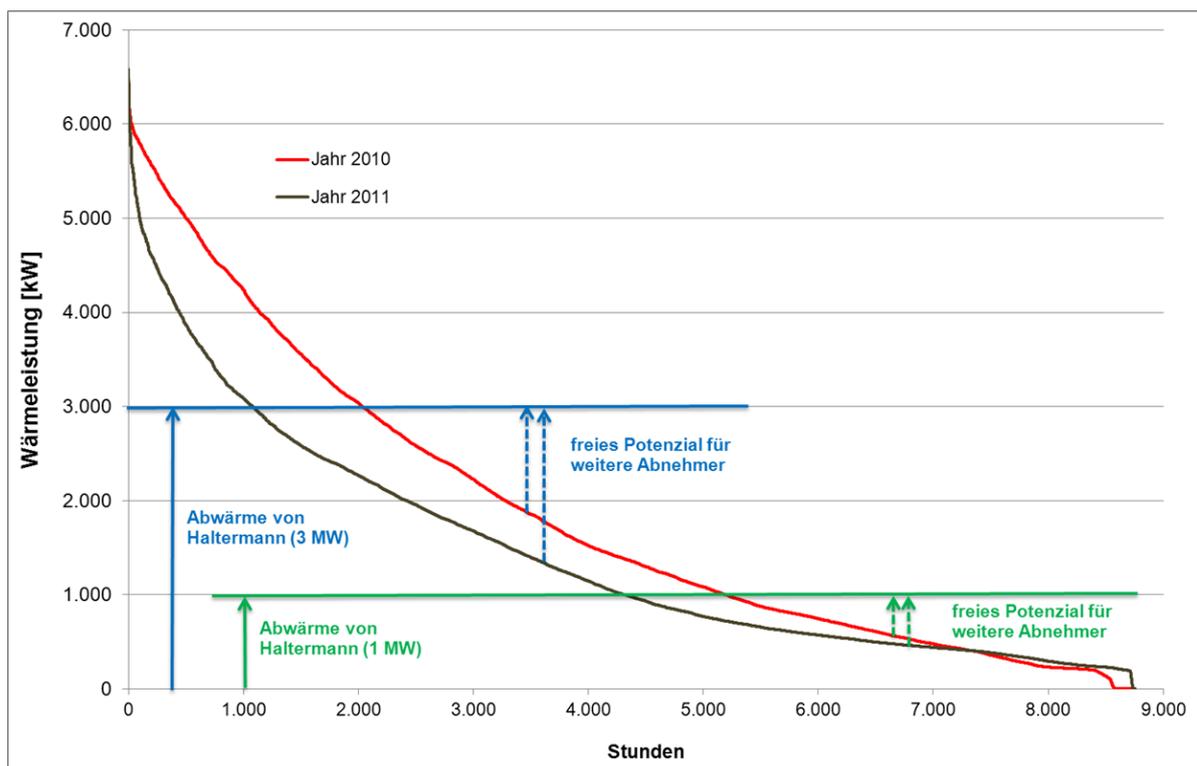


Abbildung 18: Geordnete Jahresdauerlinie von PFW mit Wärmelieferungspotenzialen

PFW beabsichtigt allerdings, ein eigenes BHKW mit etwa 500 kW_{th} zu installieren. Dies ist für sich gesehen eine sinnvolle Maßnahme, da der erzeugte Strom überwiegend im Betrieb genutzt werden kann, was die Wirtschaftlichkeit stark erhöht.

Üngünstig wirkt sich dieses BHKW jedoch auf eine mögliche Versorgung von PFW mit Abwärme von Fa. Haltermann aus, da das BHKW zunächst die Grundlast von PFW abdeckt und somit die Wärmeabnahme von Haltermann reduziert. Dies ist in Abbildung 19 ersichtlich.

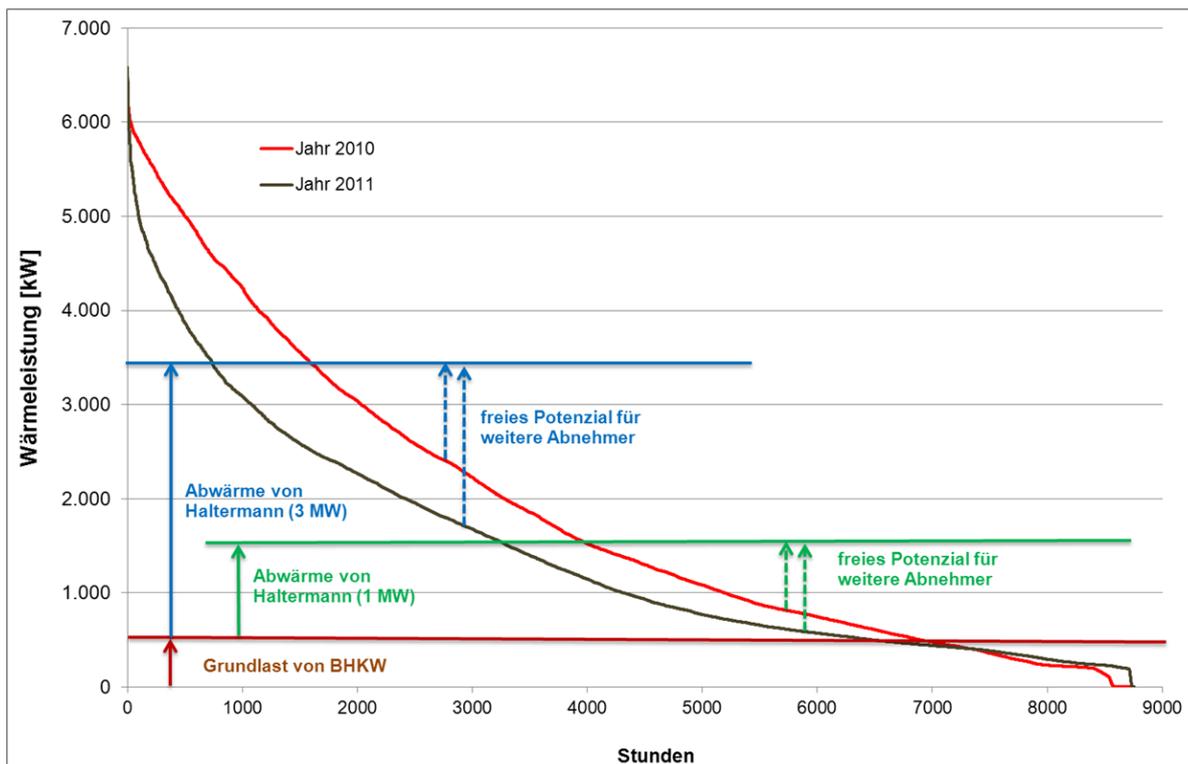


Abbildung 19: Geordnete Jahresdauerlinie von PFW mit Wärmelieferungspotenzialen (mit BHKW)

Für beide Optionen (mit und ohne BHKW) wurden verschiedene Varianten einer Abwärmenutzung wirtschaftlich bewertet. Dabei wurde zum einen die Wärmeleistung, zum anderen das Versorgungsgebiet (nur PFW / zusätzliche Leitung zu Bademaxx und Museum) variiert (s. Tabelle 4).

	Variante	ohne BHKW			mit BHKW		
		1 MW nur PFW	3 MW nur PFW	3 MW PFW + Bad + Museum	1 MW nur PFW	3 MW nur PFW	3 MW PFW + Bad + Museum
Wärmeangebot	MWh/a	6.200	18.400	18.400	6.200	18.400	18.400
mögliche Wärmenutzung	MWh/a	5.300	10.800	13.100	3.700	8.000	10.500
Länge Wärmenetz	m	850	850	2.150	850	850	2.150
Investitionen	T€	1.400	3.000	4.000	1.400	3.000	4.000
Netzverluste		4,9%	3,1%	5,6%	7,0%	4,2%	7,0%
Wärmehtransportkosten	€/MWh	30,9	33,1	35,9	43,5	44,0	44,3

Tabelle 4: Energiebilanz und wirtschaftliche Bewertung einer Abwärmenutzung von Fa. Haltermann

4.2.4 Vergleichende Bewertung der untersuchten Varianten

In Tabelle 5 sind alle untersuchten Varianten der Abwärmenutzung mit ihrer jeweiligen Bewertung gegenübergestellt.

<u>Wärmequelle</u>	<u>Nutzungsart</u>	<u>Bewertung</u>	
Isover G+H	Stromerzeugung	technisch wenig problematisch, wirtschaftlich evtl. interessant	0
	Stromerzeugung + Trocknung	technisch wenig problematisch, zusätzliche Vorteile durch KWK-Zulage	+
	FW Gewerbegebiet	zu große Trassenlänge	--
	mobile Wärme	technisch aufwändig, hoher Personaleinsatz	--
	Leitung zu Haltermann	technisch aufwändig, hohe Kosten	--
GdF Suez	Abwärme für Haltermann	kurze Entfernung, wirtschaftlich sehr vielversprechend	++
Haltermann	interne WRG	technisch machbar, interne Hindernisse	+
	Wärme zu PFW	technisch machbar, wirtschaftlich interessant	+
	zusätzlich: Wärme zu Bademaxx und Technik-Museum	wenig weitere Vorteile	0

Tabelle 5: Bewertungsmatrix für die untersuchten Varianten

Aus dieser Bewertung lässt sich folgende Reihenfolge empfohlener Maßnahmen ableiten:

- Abwärme von GdF Suez (Gasturbine) an Fa. Haltermann
- Stromerzeugung und Schüttgutrocknung bei Fa. Isover G+H
- Abwärmenutzung v. Fa. Haltermann für PFW und evtl. Bademaxx+Museum

Mit diesen Maßnahmen ließe sich folgende CO₂-Reduzierung erreichen:

Maßnahme	Energieeinsparung	CO ₂ -Reduzierung	CO ₂ -Reduzierung bezogen auf Gesamtemissionen v. Speyer
Wärme von GdF an Haltermann	7.500-15.000 MWh/a	2.200-4.500 to/a	0,4 – 0,8 %
Stromerzeugung und Trocknung von Holz bei Isover G+H	1.200 MWhel/a 1.900 MWhHu/a	700 to/a 400 to/a	0,2 %
Wärmelieferung von Haltermann an PFW und weitere Abnehmer	3.700-13.000 MWh/a	1.000-3.400 to/a	0,2 – 0,6 %

Tabelle 6: Ökologische Bewertung der empfohlenen Maßnahmen

Mit den beschriebenen Maßnahmen lassen sich also **0,8 bis 1,6 %** der Emissionen der Gesamtstadt Speyer einsparen. Dies ist ein Anteil von 3 bis 6 % an der gesamten Zielsetzung einer 25%-igen CO₂-Reduzierung, die mit dem Klimaschutzkonzept der Stadt formuliert wurde.

5. UMSETZUNGSSTRATEGIE

Die vorliegende Untersuchung stellt eine erste grobe Bewertung möglicher Wärmeversorgungsstrategien dar. Eine konkrete Umsetzung erfordert die Koordination mehrerer Beteiligter sowie die Einleitung weiterer planerischer Schritte:

Nah-/Fernwärmeversorgungen:

Die Stadtwerke Speyer ist bestrebt, den Anteil zentraler Wärmeversorgungen weiter auszubauen und dabei v.a. das Fernwärmenetz zu erweitern. Nach Inbetriebnahme der neuen Fernwärmeleitung im Jahr 2012 werden derzeit die ersten Netzerweiterungsmaßnahmen durchgeführt, weitere Gebiete sind für einen Fernwärmeausbau vorgesehen.

Die vorliegende Studie hat für einige von den SWS vorgesehenen Gebieten belegt, dass hier eine ausreichende Wärmedichte vorliegt. Zusätzlich hat sie weitere Gebiete identifiziert, die bisher nicht in den Ausbauplänen enthalten waren, z.B. die oben beschriebenen Gebiet "Zentrum Süd-West" oder "Vogelgesang".

Die Entscheidung für eine Erweiterung des Fernwärmenetzes erfordert betriebswirtschaftliche Kalkulationen der SWS, die im Rahmen dieser Studie nicht erbracht werden können. Die Ergebnisse der Studie können jedoch wichtige Basisdaten für diese Kalkulationen liefern.

Industrielle Abwärme:

Die Untersuchung hat gezeigt, dass mehrere Möglichkeiten der Abwärmenutzung technisch machbar und im Laufe der zu erwartenden Nutzungsdauer der Anlagen wirtschaftlich sind. Jedoch unterscheiden sich die Entscheidungskriterien bei Industriebetrieben z.T. deutlich von denen bei kommunalen Energieversorgern, d.h. in der Industrie werden teilweise deutlich kürzere Kapitalrückflusszeiten erwartet als bei einem Energieversorger. Dies führt dazu, dass Maßnahmen, die auf den ersten Blick als wirtschaftlich und sinnvoll erscheinen, nicht umgesetzt werden.

Zu empfehlen ist hier eine Kooperation von Industriebetrieben und Versorger. Die Bereitschaft dazu besteht sowohl bei den SWS als lokalem Versorger als auch bei den beteiligten Unternehmen. Folgende Schritte sind für eine erfolgreiche Umsetzung erforderlich:

- weitere technische Detaillierung / Planung der Maßnahmen

Für die Maßnahmen wurden bisher nur grobe Auslegungen durchgeführt sowie die prinzipielle technische Machbarkeit geprüft. Für eine Investitionsentscheidung sind genauere Grundlagen sowie eine größere Kostensicherheit erforderlich.

- Entwicklung von Betriebskonzepten

In nahezu allen betrachteten Fällen der Abwärmenutzung sind mindestens zwei Unternehmen beteiligt. Zwischen diesen sind jeweils technische und organisatorische Schnittstellen zu klären. Außerdem ist jeweils ein Betreibermodell erforderlich, in dem festgelegt wird, wer jeweils Investitionen tätigt, wer für Betrieb und Wartung zuständig ist, wie Wärme vergütet wird, etc.

- Erstellung von Verträgen / Klärung rechtlicher Fragen

Alle Regelungen aus den o.g. Betriebskonzepten müssen in Verträgen festgeschrieben werden, die auch für nicht vorgesehene Ereignisse rechtlich eindeutige Regelungen enthält.

Ausblick:

Diese Untersuchung bezieht sich auf den südlichen Teil der Stadt, der u.a die Verbrauchschwerpunkte "Innenstadt" und "Industriegebiet Süd" umfasst. Das Klimaschutzkonzept von 2010 enthält jedoch auch Vorschläge für Maßnahmen, die sich auf den nördlichen und westlichen Teil der Stadt beziehen.

Hier ist insbesondere das Industriegebiet West zu nennen, für das bereits eine Untersuchung für eine zentrale Versorgung angeregt worden war. Als wichtiger Kunde wurde hier die Fa. Thor Chemie genannt, die einen hohen Bedarf an Prozesswärme hat, als mögliche Wärmequelle wäre hier die Abwärme aus der Erdölförderung in der Siemensstraße zu untersuchen.

ANHANG

Wärmebedarfskarten

- A1: Referenzgebietseinteilung / Gebäudekategorien
- A2: Wärmebedarf absolut in einzelnen Referenzgebieten
- A3: Wärmebedarfsdichten (flächenbezogen)
- A4: spezifischer Heizleistungsbedarf an potenziellen Wärmetrassen
- A5: trassenbezogene Wärmebedarfsdichte in einzelnen Referenzgebieten
- A6: Potenzielle Gebiete für zentrale Wärmeversorgungen