

Ergebnisbericht zum
Integrierten Klimaschutzteilkonzept
integrierte Wärmenutzung in Lübeck



Auftraggeber: Hansestadt Lübeck

Gefördert durch das Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

GEFÖRDERT DURCH:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Impressum:

Hansestadt Lübeck

Erstellt durch:

K.GREENTECH GmbH

Theresa Mock, Esmeralda Striehl

Erich Monhart, Michael König

Pestalozzistraße 31

80469 München

www.k-greentech.de

Tel. 089-242 0867 60

Stand: April 2014

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	7
2. Bedeutung der Wärme für den Klimaschutz und für Lübeck.....	9
Wärme und Ökologie	9
Wärme und Ökonomie	10
Wärme im sozialen Kontext	13
2.1. Ausgangslage und Rahmenbedingungen.....	14
Lage.....	15
Bevölkerung.....	16
Wirtschaft.....	16
2.2. Charakteristika und Engagement im Klimaschutz.....	17
2.3. Bewertung der Ausgangssituation	21
Energiebilanz	22
Treibhausgasbilanz.....	29
3. Das Wärmekonzept	32
3.1. Mögliche Ansätze.....	32
Potenzialanalyse.....	35
Szenarientwicklung.....	37
Biomasse	39
Solarthermie.....	44
Geothermie	47
3.2. Konzeptempfehlung.....	50
3.3. Einzelbausteine	51
Erstellung Quartierskonzept.....	52
Optimierung und Wärmenetzanschluss der eigenen Liegenschaften	57
Informationsoffensive für Haushalte zum Energiesparen.....	59
Infoprojekt Heizölsubstitution durch Erdgas	61
Abwärmekataster mit der IHK	63
Mehr Kraft-Wärme-Kopplung in der Wärmeerzeugung.....	66
Förderprogramm Optimierung der Heizungseinstellung – Hydraulischer Abgleich	68

Neue Wärmenetze/ Wärmeinseln ausbauen	71
Smart Thermogrid – Wärmenetzringschluss mittelfristig umsetzen	77
Tiefengeothermie – Erste Bohrung mit Bundesland, Stadtwerken und Forschungspartnern	79
Biomasse/ Biogas – Erzeugung von Wärme/ Biomethan mit Landkreis/ Umlandgemeinden: Potenzialstudie	81
Solarthermie – Infoinitiative mit Handwerk und Stadtwerken	83
3.4. Priorisierung der Bausteine	86
4. Akteursbeteiligung	89
5. Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit	93
6. Controllingkonzept	97
7. Literaturverzeichnis	103
8. Abkürzungsverzeichnis	103

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich der THG-Emissionen verschiedener Wärmetechnologien	10
Abbildung 2: Entwicklung der Preise fossiler Energieträger	12
Abbildung 3: Struktur der Wärme in einem Haushalt.....	13
Abbildung 4: Struktur der Landnutzung	15
Abbildung 5: Gebäudetypologie nach Nutzungen in Lübeck	19
Abbildung 6: Charakteristik der Wärmeversorgung je Gebäudenutzungstyp I	20
Abbildung 7: Charakteristik der Wärmeversorgung je Gebäudenutzungstyp II	21
Abbildung 8: Ausgangslage der Infrastruktur	23
Abbildung 9: Finanzmittelabflüsse durch Energienutzung.....	24
Abbildung 10: Ausgangslage der Infrastruktur in der Innenstadt.....	25
Abbildung 11: Wärmetlas – Darstellung der Wärmedichte	26
Abbildung 12: Ablaufschema Analysephase Klimaschutzkonzept.....	27
Abbildung 13: BMU-Leitszenario: Entwicklung der Energieträger für Raumwärme.....	27
Abbildung 14: Aufteilung der Nutzung der Energieträger pro Stadtteil	28
Abbildung 15: Aufteilung des emittierten CO ₂ auf die Stadtteile Lübecks	29
Abbildung 16: Stadtteilkarte mit CO ₂ je m ² Wohnfläche der EFH/MFH	30
Abbildung 17: Gesamtbilanz der CO ₂ -Emissionen	31
Abbildung 18: Klima- und Energie-Atlas.....	34
Abbildung 19: Systematik der Potenzialermittlung erneuerbarer Energien	36
Abbildung 20: Gegenüberstellung Wärmepotenziale und -bedarf	39
Abbildung 21: Karte der Landnutzung in der Hansestadt Lübeck.....	40
Abbildung 22: Verteilung der Bioenergiepotenziale auf die Stadtteile	41
Abbildung 23: Wärmeerzeugungspotenziale Biomasse	42
Abbildung 24: Gegenüberstellung Wärmebedarf mit regionaler Biomasse	43
Abbildung 25: Zusammenhang zwischen Transportweg und -kosten	44
Abbildung 26: Karte der Potenziale für Solarthermie.....	45
Abbildung 27: Wärmeerzeugungspotenziale der Solarthermie.....	46
Abbildung 28: Tiefengeothermie in Lübeck	47
Abbildung 29: Wärmeerzeugungspotenziale der Geothermie	48
Abbildung 30: Geothermienutzung in Lübeck (Wärmepumpen).....	49

Abbildung 31: Beispielhafter Ablauf eines Quartierskonzepts	53
Abbildung 32: Beispiel für Suchraumanalyse	54
Abbildung 33: Suchräume für Quartierssanierung in Lübeck	55
Abbildung 34: Beispiel für Berechnungen zur Modernisierung von Gebäuden	56
Abbildung 35: Städtische Liegenschaften im Kontext vorhandener Wärmenetzen	58
Abbildung 36: Energiespareffekt verschiedener Sanierungsmaßnahmen im Vergleich	60
Abbildung 37: Heizungsanlagen je Energieträger in der Hansestadt	62
Abbildung 38: Befragung zur Ermittlung der Abwärmepotenziale in Lübeck	64
Abbildung 39: Wärmearbeit der Gewerbe- und Industriebetriebe Lübecks.....	65
Abbildung 40: Schema des hydraulischen Abgleichs	69
Abbildung 41: Mögliche Struktur der Heizungsoffensive	70
Abbildung 42: Energieversorgungsstruktur der möglichen Wärmenetze	71
Abbildung 43: Lage der vorhandenen und möglichen Wärmenetze in Lübeck.....	72
Abbildung 44: Mögliches Netzgebiet Dummersdorf.....	73
Abbildung 45: Mögliches Netzgebiet Gewerbegebiet Padelügger Weg	74
Abbildung 46: Mögliches Netzgebiet Gewerbegebiet St. Jürgen.....	75
Abbildung 47: Mögliches Netzgebiet Schlutup	75
Abbildung 48: Mögliches Netzgebiet Travemünde	76
Abbildung 49: Vision des Nahwärmeringschlusses	78
Abbildung 50: Verteilung der Biomasse in den angrenzenden Regionen Lübecks	82
Abbildung 51: Beispiel für ein Solarthermiesystem	85
Abbildung 52: Schema des Beteiligungsgrads in der Akteursbeteiligung.....	89
Abbildung 53: Vorschlag zu Controllingkonzept und Datenmanagement.....	101

1. Zusammenfassung

Neben den Klimaschutzzielen der Bundesregierung sieht auch das Land Schleswig-Holstein den Bedarf an Maßnahmen, die Energie einsparen, die Energieeffizienz steigern und den Energiebedarf über Erneuerbare Energien decken. Auch ist die Landesregierung der Ansicht, dass nicht nur der Strommarkt betrachtet werden, sondern der Wärmemarkt verstärkt in den Fokus rücken sollte¹.

Die Hansestadt Lübeck bewarb sich auf eine Förderung eines Klimaschutzteilkonzepts Wärme durch den Bund, welche im Jahr 2012 zugesagt wurde. Ziel war es, Handlungsoptionen für eine Umsetzungsperspektive zu erlangen, um mittelfristig die Wärmeversorgung der Hansestadt möglichst wirtschaftlich klimafreundlicher zu gestalten.

Zwischen September 2012 und Oktober 2013 wurde das vorliegende Konzept unter enger Einbindung der lokalen Akteure erstellt. Insgesamt fanden im Rahmen des Klimaschutzteilkonzepts Wärme der Hansestadt Lübeck 10 Arbeits- und Akteurstreffen statt.

Die Wärmebedarfs- und CO₂-Situation stellt sich in Lübeck wie folgt dar:

- Der gesamte Wärmebedarf der Hansestadt betrug im Jahr 2010 ca. 2.620 GWh.
- Die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen betragen 620.000 t CO₂.
- Ca. zwei Drittel der Wärme werden über Erdgas bereitgestellt.

Wesentliche Erkenntnisse des Klimaschutzteilkonzepts Wärme:

- Es gibt hohe Potenziale in der Wärmeeinsparung in Lübeck. Diese sollten vor allen anderen Maßnahmen gehoben werden.
- Darauf folgend wird am besten der verbleibende und wirtschaftlich nicht mehr verringerbare Rest an Wärmebedarf dort möglichst leitungsbasiert versorgt, wo dies wirtschaftlich vertretbar möglich ist.
- In den Gebieten, in denen sich eine wirtschaftliche Anbindung an ein Netz nicht umsetzen lässt, sind besonders diejenigen erneuerbaren Energien einsetzbar, die vor allem in dezentralen Systemen genutzt werden.

¹ Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept für Schleswig-Holstein 2011

- Die Versorgung der Wärmenetze sollte mittelfristig über einen möglichst hohen Anteil erneuerbarer Energie gedeckt werden. Dieser kann zum größten Teil über lokale Potenziale gedeckt werden.
- Konkret lassen sich dabei Bioenergie und Geothermie identifizieren. Die Hebung dieser Potenziale sollte ein vordringliches Ziel darstellen.
- Die Kommunikation und Zusammenarbeit mit den lokalen Akteuren wie z.B. der Handwerkskammer oder den Wohnbaugesellschaften führt zu einer besseren Umsetzung der Treibhausgas-Reduktionsmaßnahmen in Lübeck.
- Als Vision kann ab dem Jahr 2050 im sehr anspruchsvollen Innovationsszenario der gesamte Wärmebedarf der Hansestadt über Erneuerbare Energien abgedeckt werden. Dies würde auf Grundlage der identifizierten Energiepotenziale zu einer CO₂-Einsparung von knapp 600.000 t CO₂ führen. Dafür müssten viele Projekte zur Energiebedarfsreduktion und Effizienzsteigerung durchgeführt werden, da sonst allein durch den Energiebedarf höhere Emissionen anfielen. Mit diesem Szenario stünde die Wärmeversorgung der Hansestadt jedoch knapp vor der Klimaneutralität.

2. Bedeutung der Wärme für den Klimaschutz und für Lübeck

Wärme und Ökologie

Rund 50 % des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland wird durch den Wärmesektor verursacht². Damit steht die Wärmeerzeugung anteilig deutlich vor den Säulen Verkehr und Strom und ist somit auch am Ausstoß von Treibhausgasen maßgeblich beteiligt. Trotzdem wird dieses Handlungsfeld häufig noch nachrangig behandelt, was sich auch im Ausbaugrad der erneuerbaren Energien widerspiegelt. Während bei der Stromerzeugung deutschlandweit bereits über 20 % an regenerativer Erzeugung realisiert wurden, kann bei der Wärmeerzeugung nur ein Grad von 11 %³ erreicht werden. Der Anteil der erneuerbaren Energien bei der Wärmebereitstellung steigt bereits im dritten Jahr in Folge nur sehr schwach⁴.

Das Ziel der Bundesregierung ist es, den Treibhausgasausstoß bis 2020 um 40 % gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 zu senken. Eine Umstellung auf erneuerbare Wärmetechnologien in erheblichem Umfang ist zur Erreichung dieses Zieles unumgänglich.

Der Großteil der Energie im Wärmesektor wird nach wie vor durch die fossilen Quellen Erdöl, Erdgas und Kohle abgedeckt, was einen beträchtlichen Ausstoß von Treibhausgasen nach sich zieht. Erneuerbare Heizsysteme auf der Basis von Bioenergie, Solarthermie oder Erdwärme sind fossilen Ressourcen bezüglich der spezifischen Treibhausgasemissionen deutlich überlegen. Bei der Bioenergie ist hierbei entscheidend, dass nachwachsende Rohstoffe bzw. Rest- und Abfallstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft eingesetzt werden.

Vergleicht man die verschiedenen Technologien zur Wärmeerzeugung hinsichtlich der Treibhausgasemissionen, die je Kilowattstunde Wärme entstehen, schneiden Stromheizungen mit etwa 600 g/kWh CO₂ am schlechtesten ab. Es folgen Heizölkessel mit Emissionen von etwa 350 g/kWh und Erdgaskessel mit rund 270 g/kWh. Unter den Möglichkeiten der fossilen Wärmeversorgung ist Fernwärme (Erdgas-HKW) mit ca. 250 g/kWh die klimafreundlichste Technologie. Fernwärme aus regenerativ befeuerten Kraftwerken

² Agentur für Erneuerbare Energien 2011, S. 4

³ BMU 2012, S. 4

⁴ BMU 2012, S. 7

wie Biogasanlagen oder Holzheizkraftwerken sorgen für deutlich weniger Emissionen (ca. 80 g/kWh).

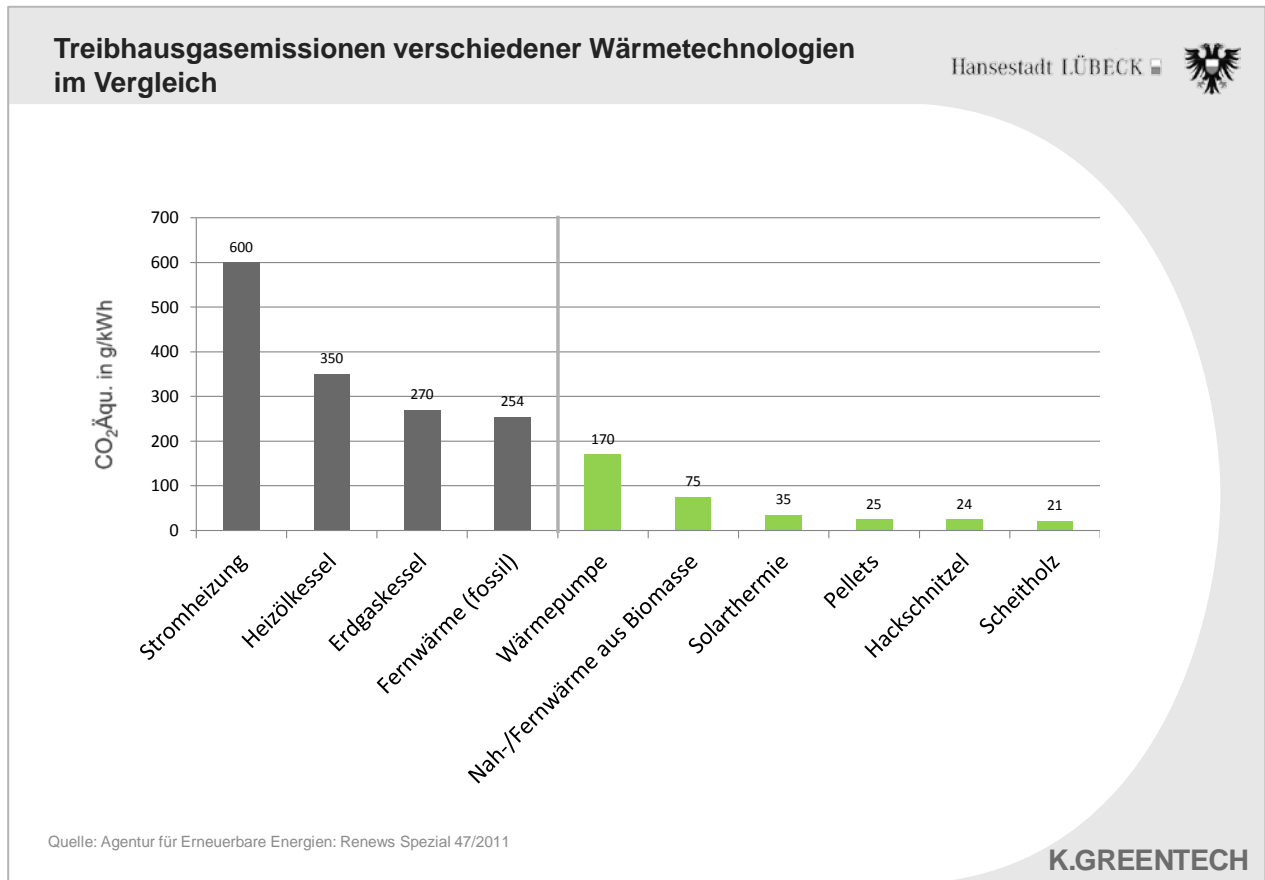


Abbildung 1: Vergleich der THG-Emissionen verschiedener Wärmetechnologien

Unter den erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung sorgen Wärmepumpen für die höchsten Emissionen pro kWh Wärme, solange der dafür benötigte Strom nicht regenerativ erzeugt wird. Holzheizungen und solarthermische Anlagen sind unter den erneuerbaren Energien die klimafreundlichsten Technologien. Durch einen Umstieg von einem Heizkessel ohne Brennwerttechnologie auf eine Holzpellettheizung lassen sich so rund 330 g/kWh CO₂ einsparen. Bei einem durchschnittlichen Einfamilienhaus macht dies eine jährliche Ersparnis von etwa 5,2 Tonnen CO₂ aus.

Wärme und Ökonomie

Einer der größten Vorteile erneuerbarer Wärme gegenüber Wärme aus fossilen Quellen ist der Wegfall der Abhängigkeit von überregionalen, in den meisten Fällen sogar internationalen Rohstoffimporten.

Die überwiegend zur Wärmeerzeugung eingesetzten Rohstoffe Erdöl und Erdgas werden fast vollständig aus den Förderländern Russland, Norwegen sowie dem Nahen Osten importiert. Somit verbleibt auch der größte Teil der Wertschöpfung in diesen Ländern. Beim Einsatz von erneuerbaren Ressourcen zur Wärmeerzeugung hingegen besteht die Chance, die gesamte Kette der Wertschöpfung in einer Region zu erhalten. Am Beispiel der Verwendung von Holzpellets kann dies verdeutlicht werden: Beginnend bei der forstwirtschaftlichen Rohstoffherzeugung über die Sägeindustrie, die Herstellung der Pellets und die Distribution bis hin zum Endverbraucher, können Einnahmen in allen Schritten der Wertschöpfungskette vor Ort generiert werden. Zusätzlich werden Leistungen für Planung, Installation und Wartung in Anspruch genommen. Gerade für Kommunen bietet der Umstieg auf erneuerbare Wärme durch gesteigerte Steuereinnahmen und die Entstehung von Arbeitsplätzen auch große ökonomische Chancen.

Die Preisentwicklung bei den fossilen Energierohstoffen ist innerhalb der letzten 20 Jahre von einem kontinuierlichen Anstieg gekennzeichnet, und auch in Zukunft kann mit einer Fortführung dieser Entwicklung gerechnet werden. So haben sich die Erdgaspreise für private Endverbraucher innerhalb der letzten 20 Jahre in etwa verdoppelt. Beim Erdöl kann innerhalb der gleichen Zeitspanne sogar eine Verdreifachung der Endkundenpreise festgestellt werden (vgl. Abbildung 2). Die Preise für fossile Energierohstoffe sind zudem stark an globalökonomische Entwicklungen gekoppelt und reagieren empfindlich auf politische Krisensituationen.

Die Anfangsinvestition in regenerative Heizsysteme ist häufig höher als bei vergleichbaren Heizsystemen auf Basis fossiler Brennstoffe. Dieser Kostennachteil wird dadurch relativiert, dass die Betriebskosten durch niedrigere Rohstoffpreise meist geringer ausfallen.

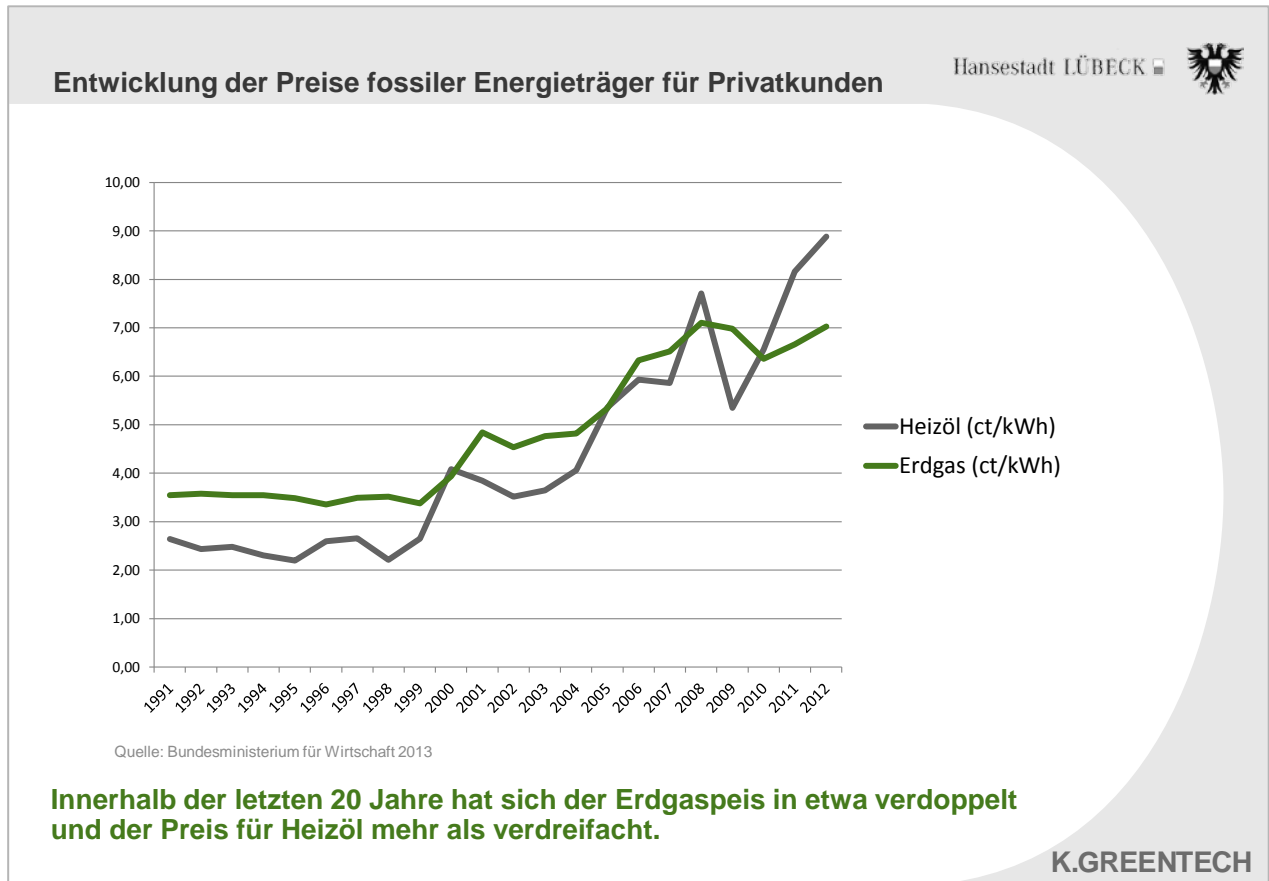


Abbildung 2: Entwicklung der Preise fossiler Energieträger

Beim Einsatz fossiler Rohstoffe zur Wärmeerzeugung fallen zudem durch den Ausstoß von Schwermetallen und Treibhausgasemissionen auch versteckte Folgekosten an, die in der Regel volkswirtschaftlich getragen werden müssen. Diese externen Kosten werden bei einem Kostenvergleich zwischen erneuerbaren und fossilen Heizsystemen häufig vernachlässigt.

Sicher ist jedoch, dass dringender Handlungsbedarf besteht, um die Haushalte nicht übermäßig mit explodierenden Kosten zu belasten und die Volkswirtschaft zu entlasten.

Wärme im sozialen Kontext

Der Preisanstieg der fossilen Energien ist auch aus sozialer Sicht ein zunehmendes Problem, da die Teuerung bei Öl und Gas bei weitem die Steigerung der Löhne überschreitet⁵. Bereits seit dem Frühjahr 2010 liegen die monatlichen Preissteigerungen für Energie deutlich über der generellen Teuerung. Die Energiekosten stiegen von 1995 bis 2012 um rund 110 % (vgl. Abbildung 3).

Bei privaten Haushalten sind von der Teuerung der Energiepreise insbesondere die Ausgaben für Wärme betroffen, da mit etwa 80 % der größte Teil in einem durchschnittlichen Haushalt für die Warmwasseraufbereitung und die Raumbeheizung aufgewandt wird (vgl. Abbildung 3). Private Haushalte haben keine kurzfristigen Möglichkeiten, auf steigende Energiepreise mit einer Nachfrageeinschränkung zu reagieren, weshalb die höheren Kosten in Kauf genommen werden müssen.

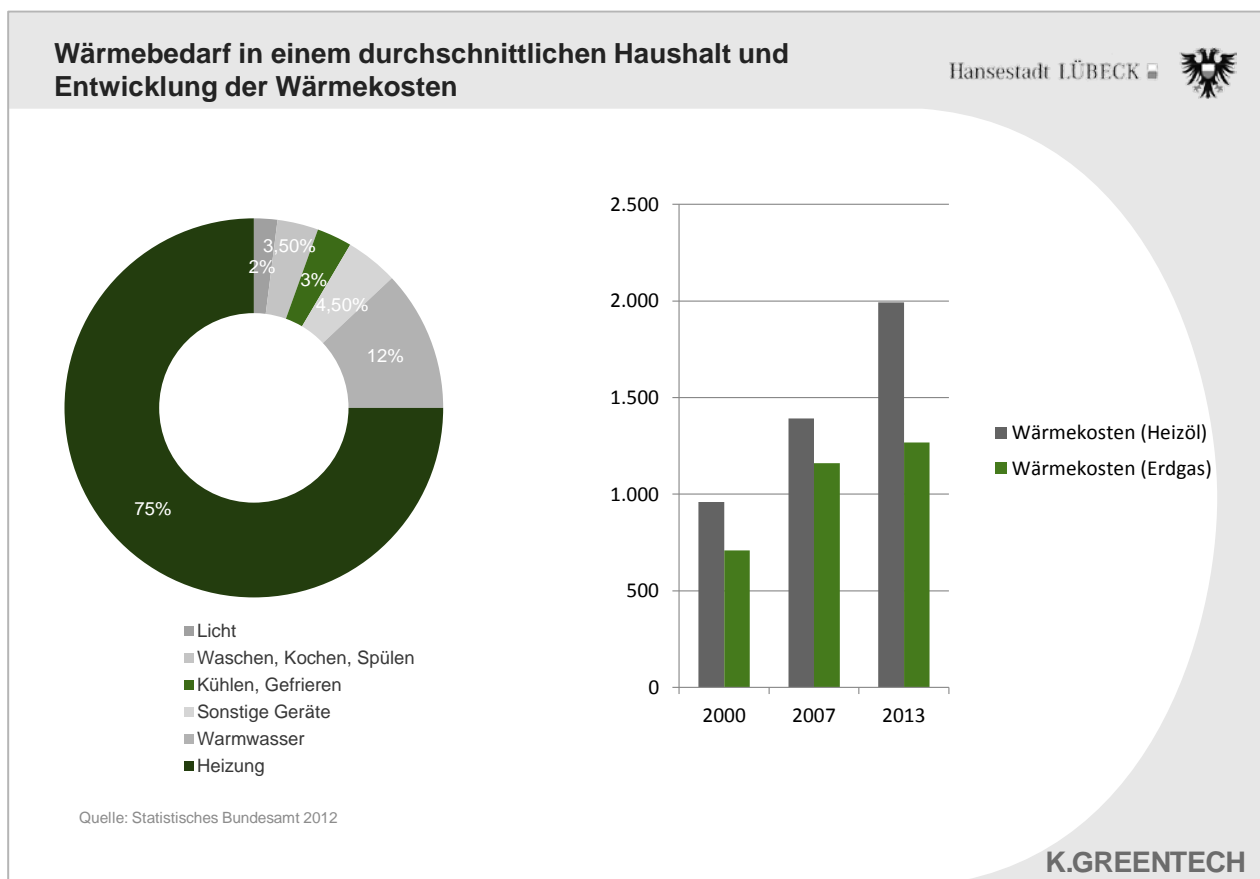


Abbildung 3: Struktur der Wärme in einem Haushalt

⁵ Statistisches Bundesamt 2013: Veränderung der Lohnkosten zwischen 1992 und 2012

Gerade finanzschwächere Haushalte sind von dieser Entwicklung besonders betroffen, denn überdurchschnittlich oft verfügen sie über schlecht gedämmte Wohnungen und ineffiziente Heizungsanlagen. Für energieeinsparende Sanierungsmaßnahmen fehlen bei den Haushalten der niederen Einkommensschichten oftmals die finanziellen Mittel. Zudem lebt diese Einkommensschicht meist im Mietverhältnis, sodass nur ein geringer Anreiz besteht und Mieter auch oft nicht das Recht haben, Effizienzmaßnahmen am fremden Eigentum durchzuführen. Auf Seiten der Vermieter bestehen ebenfalls nur geringe Anreize zur Realisierung von Sanierungsmaßnahmen, da die Wärmekosten von den Vermietern getragen werden und die Mehrkosten für eine energetische Sanierung meist nicht in vollem Umfang an die Mieter weitergegeben werden können. Dieses Dilemma äußert sich bundesweit in einer geringen Sanierungsquote (ca. 1 % pro Jahr) und weiterhin hohen Wärmekosten für die Mieter.

2.1. Ausgangslage und Rahmenbedingungen

Laut dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein soll – wie auch auf Bundesebene – eine Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40 % bis zum Jahr 2020 und um bis zu 80 bis 95 % bis 2050 gegenüber 1990 erreicht werden. Gegenwärtig befindet sich Schleswig-Holstein auf einem guten Weg der Emissionsminderung.

Genauso wie beim Bund sollen im Teilmarkt Wärme die erneuerbaren Energien 14 % Anteil an der gesamten Wärmebereitstellung betragen. Hinsichtlich der Steigerung der Energieeffizienz werden die Ziele auf Bundesebene unterstützt und auch in Schleswig-Holstein angestrebt. Als Eckpfeiler soll der Ausbau der KWK bis zum Jahr 2020 auf 25 % verdoppelt, der Wärmebedarf in Gebäuden um 10 % reduziert werden.⁶

Bis heute wurden bereits große Beträge seitens der Bundesregierung zur Verfügung gestellt, um den Kommunen die Möglichkeit zu geben, die gesetzten Ziele auch umsetzen zu können. Dazu können die Förderprogramme zu den Klimaschutzkonzepten gerechnet werden, aber auch Programme zur Unterstützung Einzelner hinsichtlich des Anlagenbaus zur Nutzung erneuerbarer Energien durch die KfW etc. Von diesem reichen Instrumentarium hat Lübeck bereits mit der Erstellung des vorliegenden Wärmekonzepts Ge-

⁶ <http://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl18/drucks/0800/drucksache-18-0889.pdf>

brauch gemacht, wodurch bereits ein wichtiger Schritt Richtung Klimaschutz getan wurde.

Welche Handlungspakete nun als nächstes aufgestellt werden, um die Bundes- und Landesziele zu erreichen, hängt stark von den Rahmenbedingungen der Hansestadt Lübeck ab. Welche das sind, wird auf den folgenden Seiten dargestellt.

Lage

Die Hansestadt Lübeck befindet sich im Südosten von Schleswig-Holstein und hat den Status einer kreisfreien Großstadt. Mit über 200.000 Einwohnern ist sie die zweitgrößte Stadt des Bundeslandes und stellt eines der vier Oberzentren in Schleswig-Holstein dar. Flächenmäßig ist sie mit 214,14 km² sogar die größte Stadt des Landes.

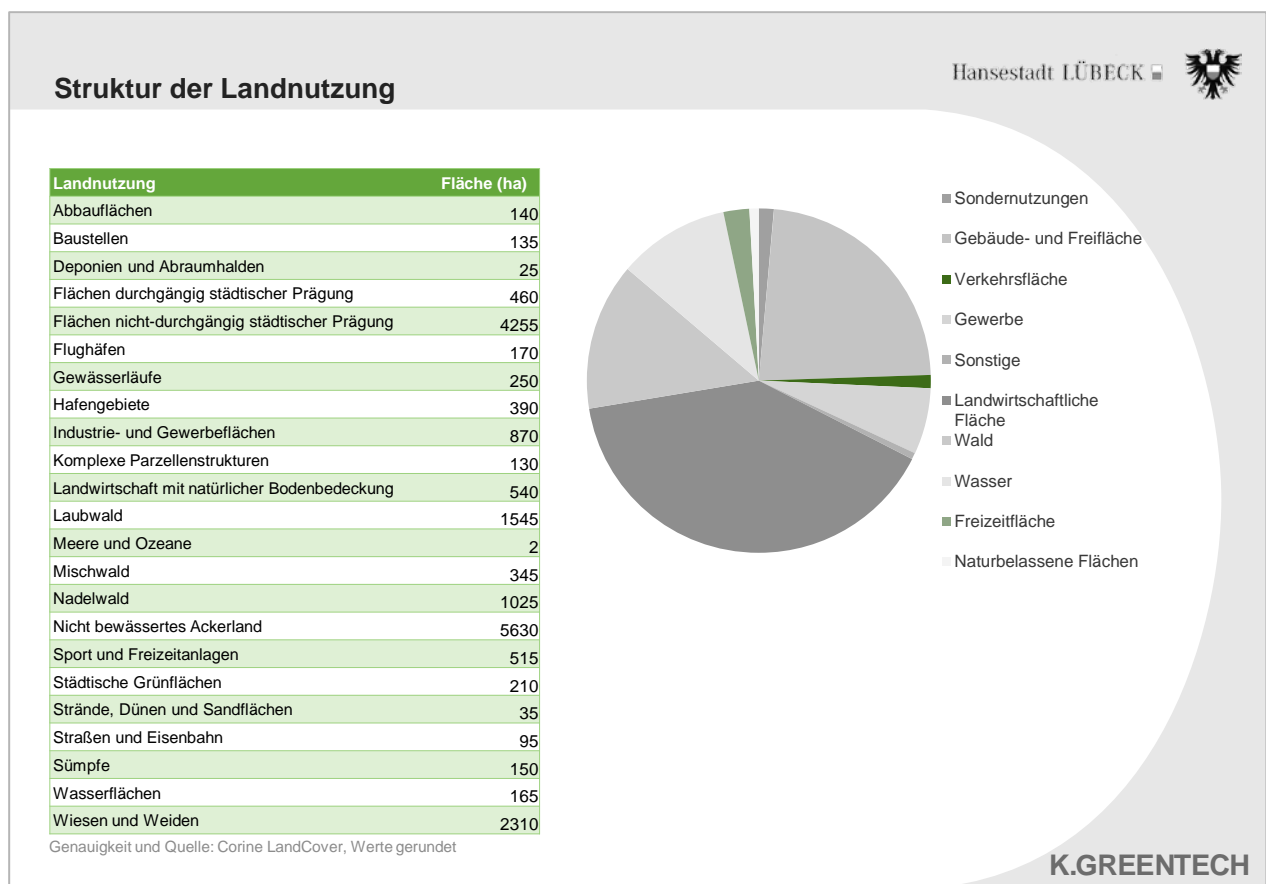


Abbildung 4: Struktur der Landnutzung

Lübeck liegt an dem schiffbaren Fluss Trave, der im gleichnamigen Stadtteil Travemünde in die Ostsee mündet. Das Stadtgebiet ist in folgende zehn Stadtteile aufgeteilt: Innenstadt, St. Jürgen, Moisling, Buntekuh, St. Lorenz-Süd, St. Lorenz-Nord, St. Gertrud, Schlutup, Kücknitz und Travemünde.

Von der städtischen Gesamtfläche mit über 21.000 ha entfielen im Jahr 2010 die beiden größten Anteile auf die ca. 7.000 ha einnehmende Landwirtschaftsfläche (32,7 %) sowie auf Gebäude- und Freiflächen mit 4.500 ha (21 %). Wald- und Wasserflächen bedecken mit ca. 3.050 ha (14,4 %). Erst mit größerem Abstand folgen Verkehrsflächen mit einem Anteil von 9,4 %, also 2.020 ha, sowie Erholungsflächen (5,2 % bzw. 1.110 ha). Ergänzt wird die Flächennutzung von der nur 0,9 % einnehmenden Betriebsfläche (190 ha). Die 430 ha der verbleibenden 2 % Flächenanteil sind anderen Nutzungsarten geschuldet⁷.

Bevölkerung

Derzeit leben in Lübeck ca. 213.400 Einwohner, die sich auf ca. 117.400 Haushalte verteilen, wobei der Durchschnitt bei 1,82 Personen/ Haushalt liegt⁸. Die Entwicklung der Bevölkerung blieb in den letzten Jahrzehnten recht konstant, allerdings weisen die letzten vergangenen Jahre einen leichten Verlust auf⁹. Die Einwohnerdichte beträgt ca. 1.000 Einwohner je km² ¹⁰.

Laut einer Prognose der Hansestadt Lübeck wird sich die Anzahl der Einwohner im Jahr 2025 noch weiter auf 203.615 Personen verringern.

Die Altersstruktur der Bevölkerung wird sich auch in Lübeck gemäß dem demographischen Wandel bis zum Jahr 2025 vor allem zu Gunsten der über 65-Jährigen verschieben.

Wirtschaft

Nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit waren Ende 2012 68.390 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Wohnort und insgesamt 87.820 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort gemeldet. Über den Zeitraum der letzten acht Jahre ist die Arbeitslosenquote bezogen auf alle zivilen Erwerbspersonen bis zum Jahr 2013 auf 10,2 % gesunken. Im Vergleich dazu lag die Arbeitslosenquote im Jahr 2005 bei rund 18 %¹¹.

⁷ http://www.luebeck.de/stadt_politik/statistiken/files/PDF/101.pdf

⁸ http://www.luebeck.de/stadt_politik/statistiken/files/PDF/230.pdf

⁹ http://www.luebeck.de/stadt_politik/statistiken/files/PDF/200.pdf

¹⁰ http://www.luebeck.de/stadt_politik/statistiken/files/PDF/201.pdf

¹¹ http://www.luebeck.de/stadt_politik/statistiken/files/PDF/statistik_aktuell.pdf

Die größten Unternehmer und wichtigsten Arbeitgeber am Ort sind:

- Nordischer Maschinenbau Rud. Baader GmbH & Co. KG, Lübeck (Spezialmaschinenbau)
- Drägerwerk-AG & Co. KGaA, Lübeck (Medizintechnik)
- Euroimmun AG, Lübeck (Medizintechnik)
- J.G. Niederegger GmbH & Co. KG, Lübeck (Lebensmittelindustrie)
- Campbell's Germany GmbH, Lübeck (Lebensmittelindustrie)
- Hawesta Feinkost Hans Westphal GmbH & Co. KG, Lübeck (Lebensmittelindustrie)
- H. & J. BRÜGGEN KG, Lübeck (Lebensmittelindustrie)
- SCHWARTAUER WERKE GmbH & Co. KGaA, Lübeck (Marmeladenglashersteller)

2.2. Charakteristika und Engagement im Klimaschutz

Die Hansestadt Lübeck hat die Notwendigkeit des Klimaschutzes frühzeitig erkannt und bereits einige Maßnahmen ergriffen, die im Ergebnis zu einem verminderten Energieverbrauch und somit zu geringeren Treibhausgasemissionen führen.

Als Mitglied des Klimabündnisses hat sich Lübeck dazu verpflichtet, alle fünf Jahre 10 % der vor Ort verursachten Treibhausgase einzusparen. Zu diesem Zweck hat die Lübecker Bevölkerung im März 2009 die Einrichtung einer Leitstelle für Klimaschutz beschlossen, die im März 2011 besetzt wurde. Vorrangiges Ziel der Klimaschutzleitstelle ist die Umsetzung und Konkretisierung des *Integrierten Rahmenkonzeptes Klimaschutz in Lübeck*, in welchem Maßnahmen in den Sektoren private Haushalte, Stadtverwaltung, Wirtschaft und Verkehr gelistet sind.

Weiterhin engagiert sich die Klimaschutzleitstelle für die Initiierung des *Lübecker Klimaforums* als lokales Netzwerk. Im Oktober 2012 fand hierzu das erste Treffen statt, zu welchem Klimaschutzorganisationen, Unternehmen, die Stadtverwaltung sowie interessierte Bürger geladen waren. Außerdem besteht für Interessierte die Möglichkeit, im Onlineportal *Lübeck – die Lernende Stadt* eigene Ideen und Vorschläge einzureichen sowie Kontakte im Umfeld des Klimaschutzes zu knüpfen.

Zudem engagiert sich die Hansestadt Lübeck im Rahmen verschiedener Veranstaltungen und Aktionen wie beispielsweise der Aktion *Stadtradeln* zur Förderung des Radverkehrs, der *Earth Hour* (Abschalten der Beleuchtung an historischen Gebäuden als Signalwirkung) oder der *Kindermeilenkampagne*, die zum Ziel hat, das Thema Klimaschutz bei Jugendlichen und Kindern zu verankern.

Im Jahr 2012 wurde schließlich auch der Beschluss umgesetzt, ein Klimaschutzteilkonzept Wärme in Auftrag zu geben. Das Projekt startete am 14. August 2012.

Ziel des Klimaschutzteilkonzepts Wärme ist es, die Wärmeversorgung der Hansestadt mit dem Angebot an erneuerbarer Wärme abzugleichen, Effizienzpotenziale (z.B. über Kraft-Wärme-Kopplung oder Abwärme) zu finden und eine Strategie für Lübeck aufzustellen, die die möglichen Erzeugungs- und Effizienzpotenziale hebt und die Wärmeversorgung Schritt für Schritt ökologischer und nachhaltiger gestaltet¹².

Der Gebäudesektor birgt hohe Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz und Verringerung von Wärmeverlusten insbesondere durch Maßnahmen an der Gebäudehülle. Um das Ziel der Bundesregierung erreichen zu können, den Energieverbrauch deutscher Wohnimmobilien bis 2050 um 80 % zu reduzieren, müssen mindestens 2 % des Gebäudebestandes pro Jahr energetisch saniert werden. Dies würde einer Verdoppelung der Quote bedeuten, die aktuell bei etwa 1 % pro Jahr liegt.

Insgesamt umfasst der Immobilienbestand in Lübeck 53.400 Gebäude. Davon beträgt der Anteil der Einfamilienhäuser ca. 70 % und der Anteil der Mehrfamilienhäuser etwa 20 % (vgl. Abbildung 5). Besonders in den Stadtteilen St. Jürgen und Travemünde finden sich ausgedehnte Einfamilienhausgebiete. Ein vergleichsweise hoher Anteil an durchgrüntem Zeilenbauten sowie vereinzelt Hochhäusern kennzeichnen die Stadtteile Buntekuh und Moisling.

Der hohe Anteil von Ein- und Mehrfamilienhäusern in der Stadt Lübeck schlägt sich in einer Rate von knapp 70 % Eigenheimen unter den Gebäuden nieder. Der Rest befindet sich im gemeinschaftlichen Besitz von Wohnungseigentümern sowie im Besitz von Wohnungsbaugesellschaften und –genossenschaften.

¹² Projektträger Jülich 2013: Merkblatt Erstellung von Klimaschutz-Teilkonzepten

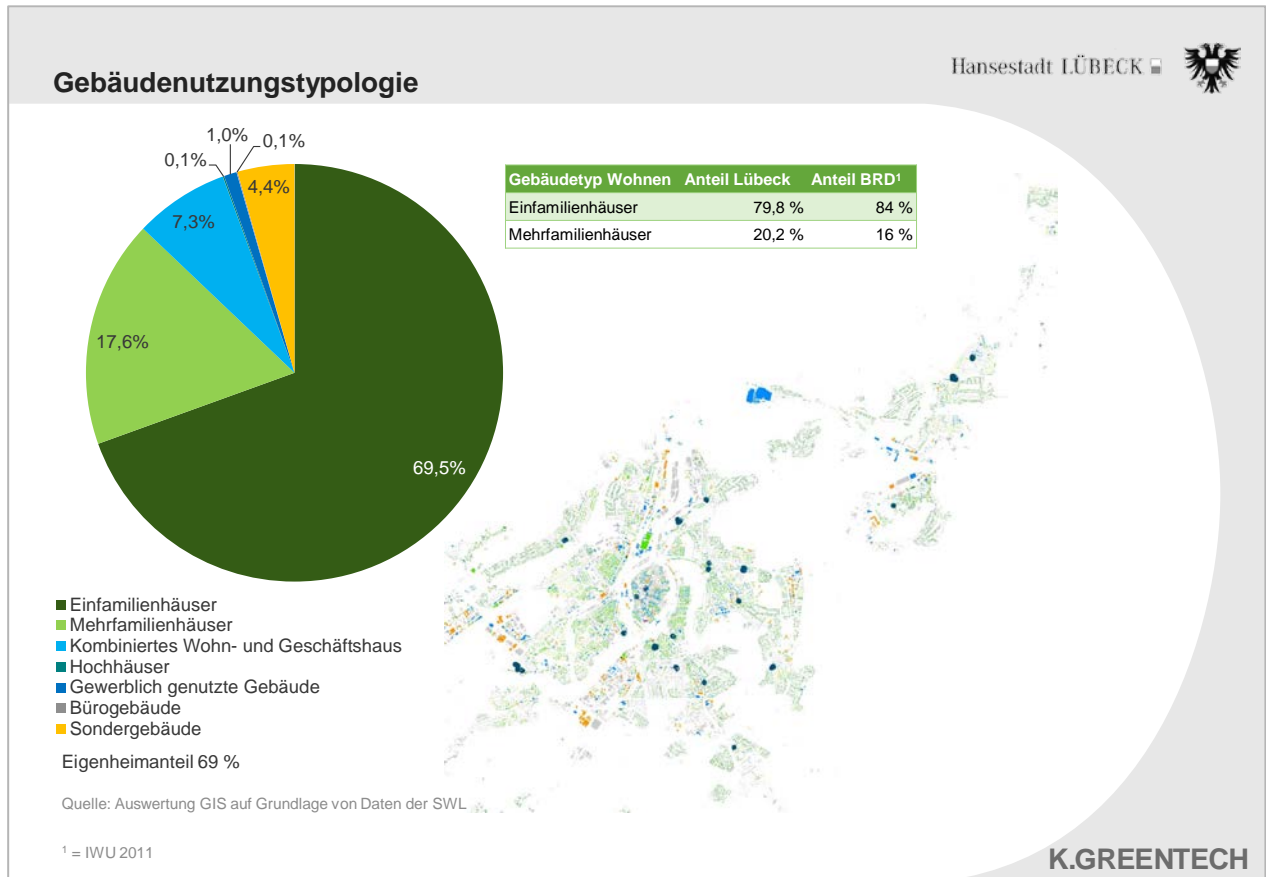


Abbildung 5: Gebäudetypologie nach Nutzungen in Lübeck

Im Gebäudebestand dominiert bei allen Immobilientypen Gas als Energieträger zur Wärmeversorgung, was auf die gut ausgebaute Versorgungsinfrastruktur in diesem Bereich zurückzuführen ist. Das Erdgasnetz der Stadtwerke Lübeck weist eine Ringverteilung mit zentraler Versorgung sowie drei weiteren Einzelsträngen auf. Das gesamte 16-bar-Hochdrucknetz besitzt eine Gesamtlänge von 113,3 km und ein geometrisches Netzvolumen von 5.410 m³.¹³

Fernwärme aus Biomasse, Klärgas und Erdgas ist in der Summe zu etwa 10 % an der Wärmeversorgung der Gebäude beteiligt. Weiterhin spielen bei der Wärmeversorgung der Gebäude in Lübeck nicht-leitungsgebundene Energieträger – hier ist insbesondere Heizöl zu nennen – eine entscheidende Rolle. Die Wärmeversorgung durch Heizstrom macht nur etwa 1 % des gesamten Wärmeevolumens aus (vgl. Abbildung 8).

¹³ Stadtwerke Lübeck: <http://www.sw-luebecknetz.de/gasnetz/daten.html>

Abweichungen unter den einzelnen Gebäudetypen zeigen sich insbesondere bei den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern. Während bei Hochhäusern und Sondergebäuden deutlich über 40 % durch diese Art der Wärmeversorgung beheizt werden, sind es bei den gewerblich genutzten Gebäuden und Mehrfamilienhäusern deutlich unter 20 %, was nur z.T. durch die Stichprobengröße statistisch erklärbar ist.

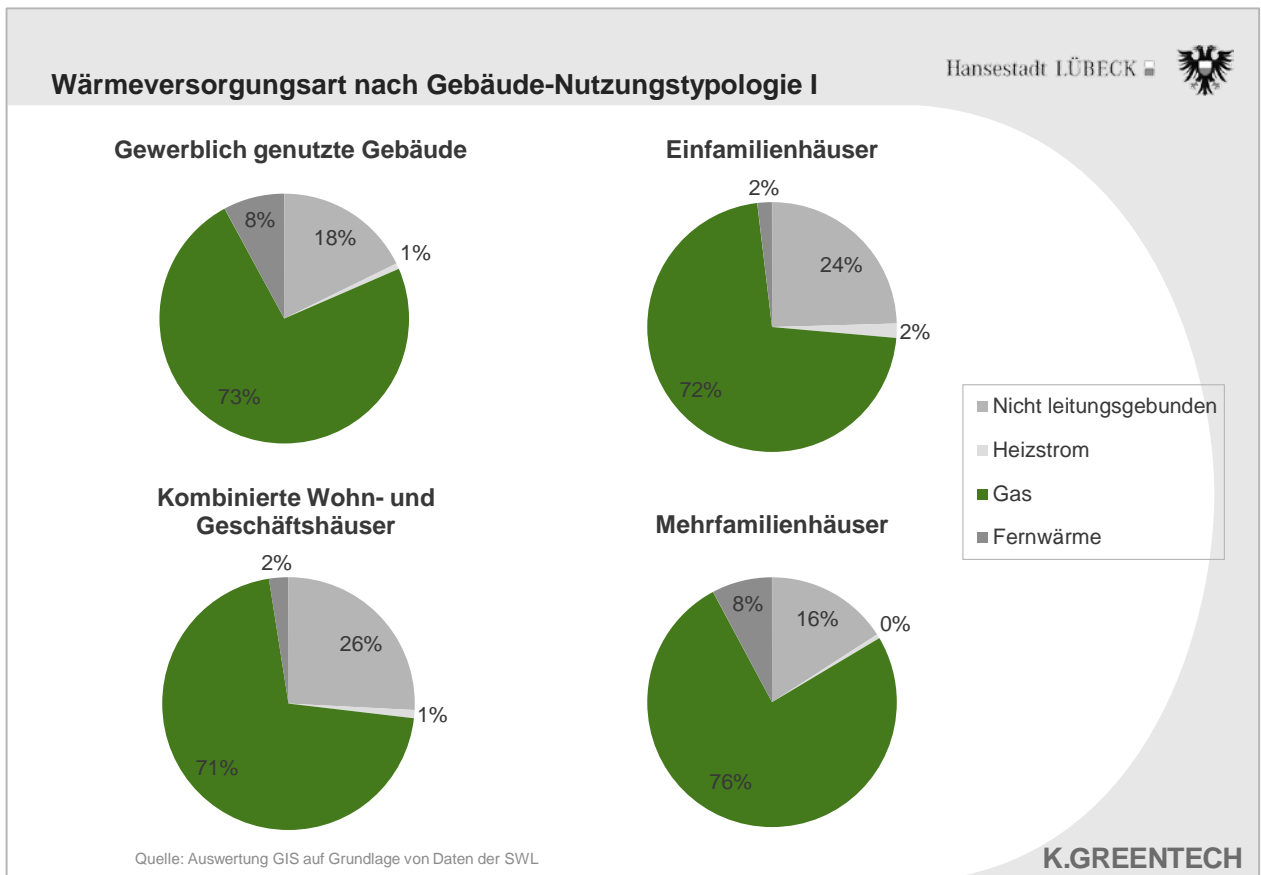


Abbildung 6: Charakteristik der Wärmeversorgung je Gebäudenutzungstyp I

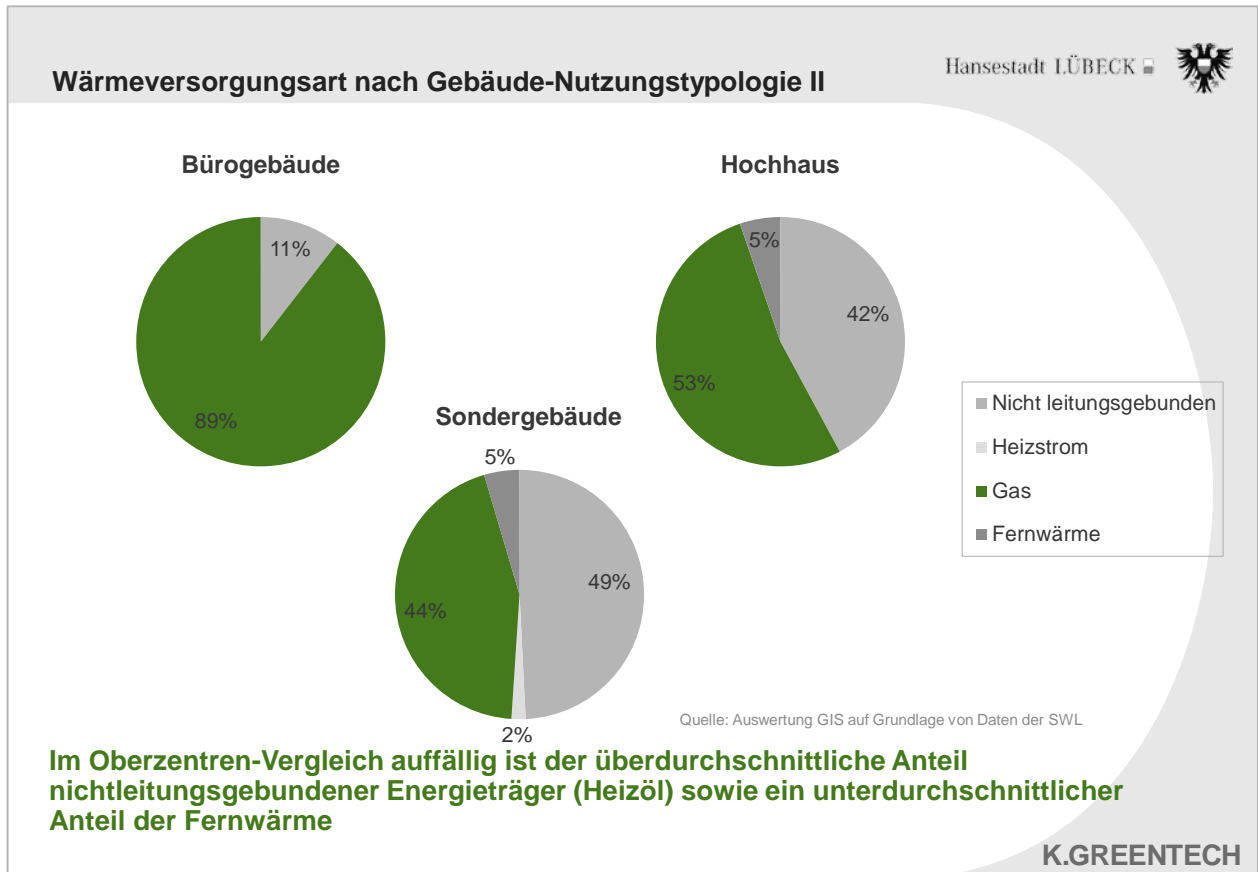


Abbildung 7: Charakteristik der Wärmeversorgung je Gebäudenutzungstyp II

2.3. Bewertung der Ausgangssituation

Die Grundlage aller Konzepte ist die genaue Erfassung und Auswertung des Status-Quo, in den möglichst viele Echtdateen einfließen. Zur Ermittlung des aktuellen Standes wurde eng mit der Stadt Lübeck und den Stadtwerken zusammengearbeitet, um eine valide Grundlage für die späteren Analysen zu schaffen. An Stellen kritischer Datenverfügbarkeit wurden die Echtdateen durch bundesdeutsche und landesspezifische Durchschnittswerte ergänzt.

Zur Erfassung der Ausgangslage und deren Bewertung wurden die erhaltenen Daten mit zwei grundlegenden Tools erfasst.

Zum einen wurde mit dem Bilanzierungstool ECORegion gearbeitet, das unter anderem für den European Energy Award® und den Covenant of Mayors der Europäischen Union zugelassen ist. Durch die Fortschreibbarkeit der Daten in ECORegion wird der Stadt

auch ein nachhaltiges Instrument zur Erfassung der Energie- und der CO₂-Bilanzierung in die Hand gegeben, das insbesondere auch für die Erfolgskontrolle der umgesetzten Maßnahmen in Zukunft dienen kann (vgl. Kapitel 6). Für das Tool spricht zudem, dass die Hansestadt es bereits in den vorangegangenen Jahren einsetzte.

Des Weiteren wurde für die grundlegende Datenerhebung, -auswertung sowie auch -veranschaulichung ein GIS-gestützter, auf Echtdateen basierender Ansatz gewählt, der überdurchschnittlich valide Bestands- und Potenzialanalysen ermöglicht. Eingesetzt wurde ArcGIS der Firma ESRI, deren Software und Dateistandards weit verbreitet sind und Daten-Kompatibilität in den allermeisten Fällen sicherstellen kann. Dieses System fungierte auch als zentraler Datenverwaltungspunkt, der die einzelnen Themen verbindet und somit auch interdisziplinäre Erkenntnisse fördert. Diese Erkenntnisse, die aus diesem Tool gewonnen werden, können in den Abwägungsprozess von Projekten integriert und für die Kommunikation mit Bürgern und Trägern öffentlicher Belange genutzt werden.

Im Zuge der Bestandsanalyse werden außerdem energiewirtschaftliche Finanzmittelabflüsse aus der Stadt ermittelt, um auch die ökonomischen Auswirkungen der Energiepolitik zu verdeutlichen.

Energiebilanz

Im folgenden Kapitel wird detailliert auf die Wärmeversorgung in Lübeck eingegangen. Die Bewertung erfolgte auf Basis der erhaltenen Daten, wozu unter anderem der Wärmebedarf für Raumwärme und Warmwasser, die Aufteilung des Verbrauches auf die Energieträger, Versorgungsgrad und andere Faktoren gehören. Diese Informationen wurden in ECORegion erfasst, in unserem GIS-System implementiert und schließlich methodisch analysiert und visualisiert.

Daraus ergibt sich das Bild, dass die Stadt hauptsächlich mittels fossilen Erdgases mit Wärme versorgt wird. Ca. 67 % des Wärmebedarfs der Stadt wird durch Erdgas gedeckt. Etwas über 1/5 des Bedarfs wird durch Heizöl und ca. 10 % durch Fernwärme (basierend auf Biomasse, Klärgas und Erdgas) gedeckt. Die restlichen 2 % werden durch Kohle und Strom erzeugt.

Die Gesamtsumme des Wärmebedarfs in Lübeck betrug im Jahr 2010 ca. **2.620 GWh**.

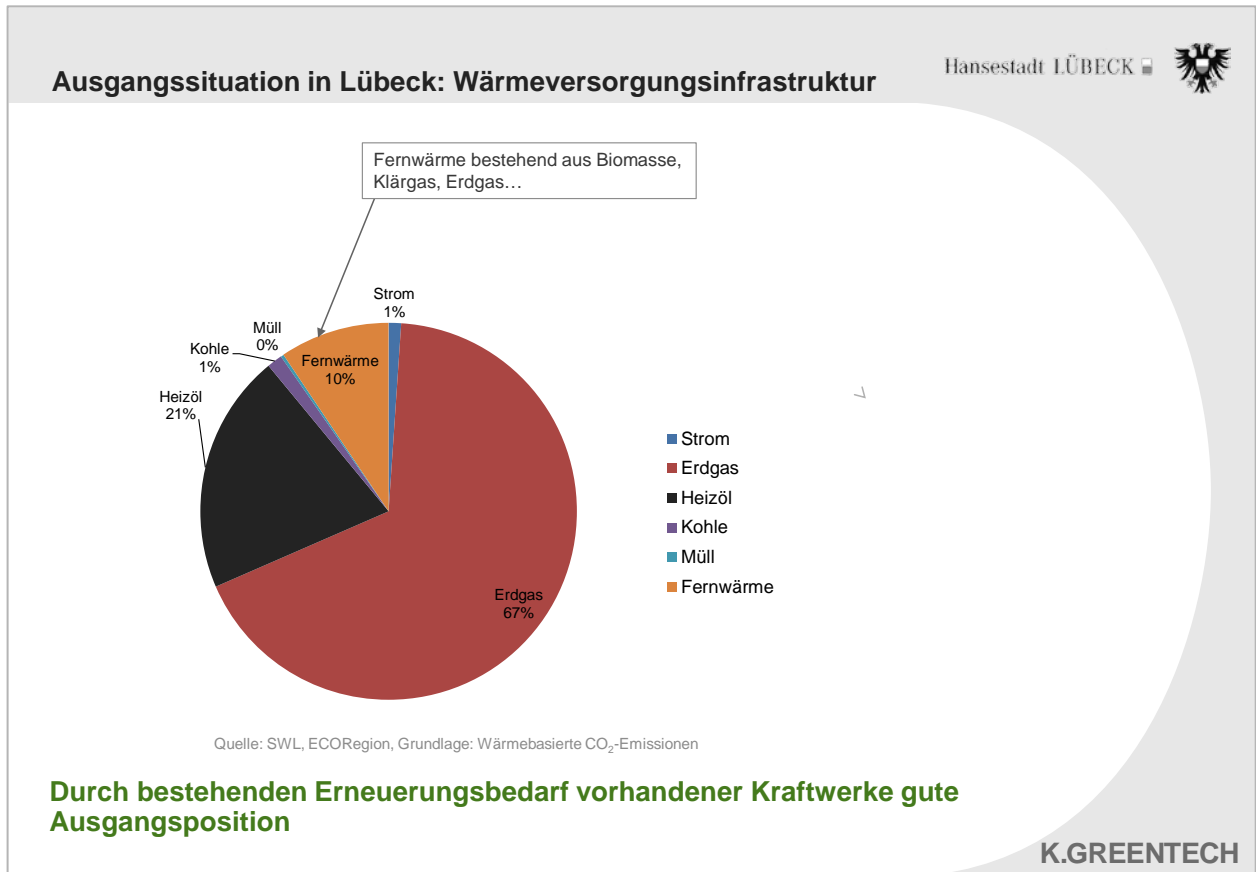


Abbildung 8: Ausgangslage der Infrastruktur

Im Stadtgebiet gibt es bereits einzelne voneinander isolierte Wärmeerzeugungszentralen mit dazugehörigen Nahwärmenetzen, jedoch bestehen große Unterschiede bei den technischen Standards. Weiter wird eine Wärmeerzeugungsanlage auf Holzhackschnitzel-Basis durch die Stadtwerke Lübeck betrieben. Zusätzlich wird eine Anlage durch die Entsorgungsbetriebe betrieben, die Wärme aus Klärgas liefert. Bei einigen der Anlagen zur Erzeugung von Wärme besteht ein aktueller Sanierungsbedarf, was eine gute Grundlage für die Formulierung von richtungsweisenden Handlungsmaßnahmen darstellt (vgl. Kapitel 3.3).

Das vorgegebene Ziel der 50-prozentigen Deckung des Gesamtenergiebedarfs durch das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz wird heute durch die Heizkraftwerke am Wärmenetz nur teilweise erfüllt.

Lübeck weist im Vergleich mit anderen großen deutschen Städten einen relativ hohen Heizölanteil im Bereich der Wärmeversorgung auf. Die Altstadt wird bisher noch nicht

vollständig mit Gas versorgt, obwohl sie bereits flächendeckend mit Gasinfrastruktur versorgt ist.

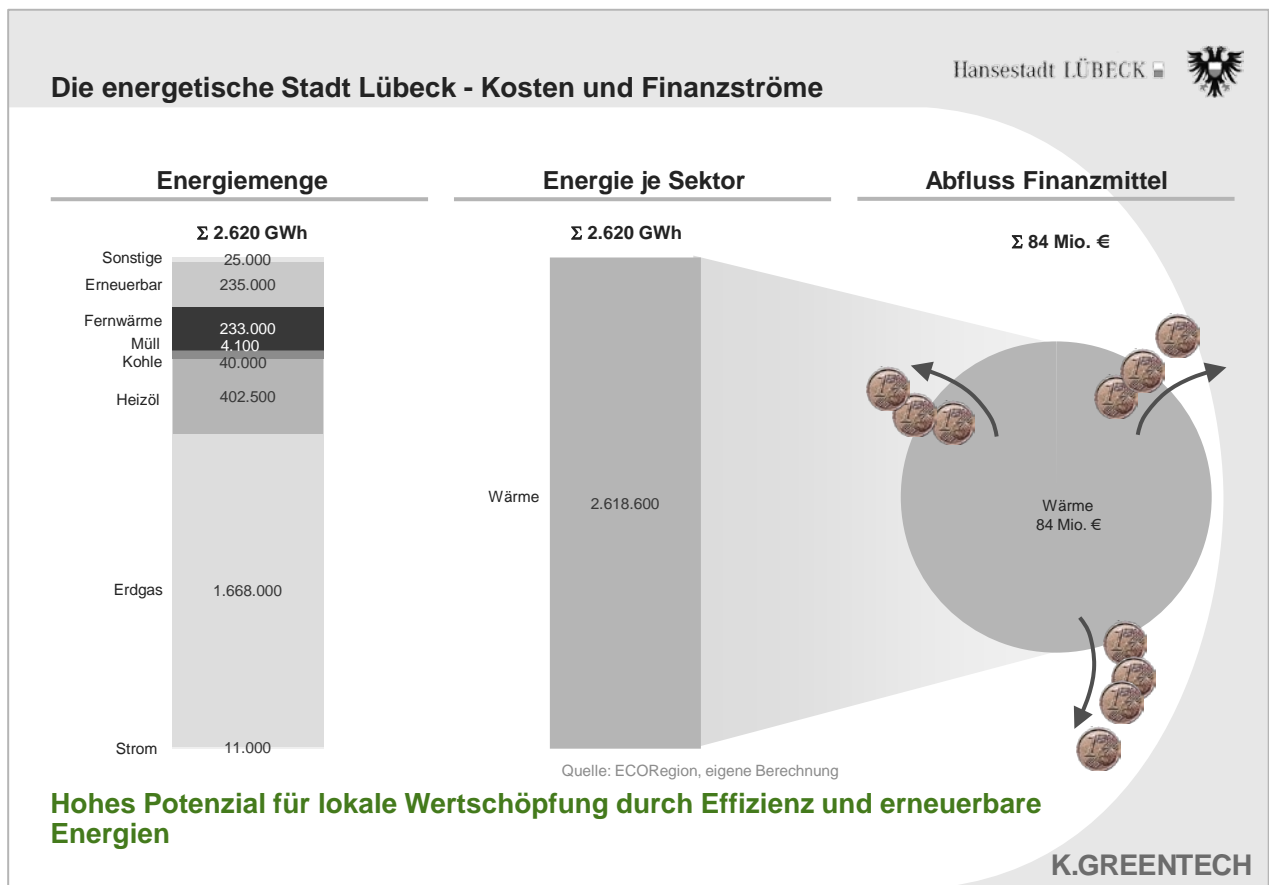


Abbildung 9: Finanzmittelabflüsse durch Energienutzung

Wie in Abbildung 10 dargestellt sind viele der Gebäude über Leitungen an die Gasinfrastruktur angeschlossen ist. Die anderen stellen den Wärmebedarf nicht-leitungsgebunden bereit, was in der Regel durch Ölheizungen geschieht. Ein kleiner Bruchteil wird über Heizstrom mit Wärme versorgt. Aus ökologischer aber auch ökonomischer Sicht ist eine fortschreitende Erhöhung der Anschlussquoten an die Erdgasinfrastruktur anzustreben und das Heizöl nach und nach zu substituieren. Durch die bereits großflächig angelegte Gasinfrastruktur in der Innenstadt könnte der planerische und arbeitstechnische Aufwand aufgrund der kurzen Leitungswege bis zum Wärmeabnehmer gering gehalten werden. Das Erdgasnetz bietet einen weiteren Vorteil, da diese Infrastruktur künftig auch für gasförmige erneuerbare Energieträger den Transportweg darstellen kann. Diese und einige weitere Charakteristika Lübecks stellen eine Grundlage

dar, auf die sehr individuell mit entsprechenden Methoden eingegangen werden muss, um die Zielerreichung sicherstellen zu können.

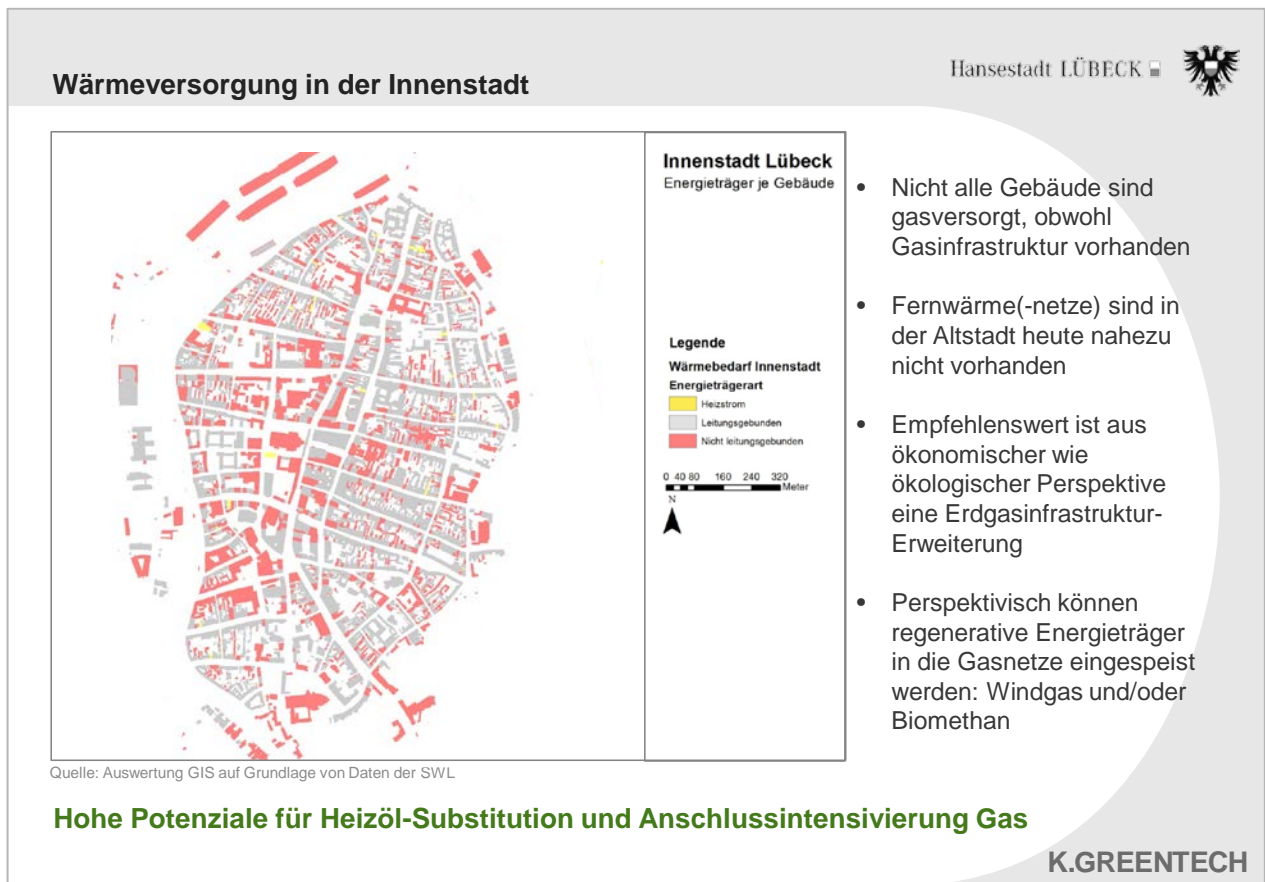


Abbildung 10: Ausgangslage der Infrastruktur in der Innenstadt

Zur Ermittlung des Energiebedarfs der gesamten Hansestadt für die Bereitstellung von Wärme wurde eine Analyse durchgeführt. Hierfür wurde nicht nur auf Echtdaten der Stadtwerke Lübeck zurückgegriffen, es kam auch für die nicht-leitungsgebundenen Energieträger, die im Gegensatz zu Gas keiner direkten Abrechnung unterliegen, ein auf Erfahrungswerte vieler Projekte gestützter Ansatz zum Einsatz, der zur Ermittlung des Wärmebedarfs beiträgt und eine valide gesamtstädtische Betrachtung ermöglicht. Unter anderem gehen dadurch Erkenntnisse des IWU¹⁴ (Institut Wohnen und Umwelt), renommierter Architektur- und Ingenieurbüros und unsere Erfahrungswerte aus ca. 50 Projekten in die Ermittlung des Energiebedarfs nichtleitungsgebundener Wärmeerzeugung ein. Für die Herleitung nichtleitungsgebundener Verbrauchswerte und deren Emissionsverhalten gibt es keine etablierten Standardverfahren. Vielmehr beruht dies methodologisch

¹⁴ <http://www.iwu.de/downloads/veroeffentlichungen/energie/>

auf pragmatisch abgeleiteten Näherungsprozessen, deren konkreter Berechnungsmodus sich von der Validität der verfügbaren Informationen ableitet. Im Kern stellt dies die wettbewerbliche Wertschöpfung spezialisierter Büros dar, deren Details aus naheliegenden Gründen üblicherweise nicht veröffentlicht werden.

In einem zweiten Schritt wurden diese Daten in einem „Fischnetz“ zusammengefasst, welches den Verbrauch an MWh Wärme pro einem Hektar und Jahr darstellt. Die erhaltene Wärmedichte kann darauf hinweisen, in welchen Gebieten eine hohe Siedlungsdichte bzw. ein hoher Wärmebedarf vorliegt. Deutlich erhöhte Werte von über 500 MWh/ha*a ergeben sich für die Stadt Lübeck vor allem im Stadtkern. Diese Marke kennzeichnet eine Schwelle, deren Überschreiten überschlägig die Eignung für Wärmenetze anzeigt. In Gebieten dieser Wärmedichte wurde die Suche nach geeigneten Wärmenetztrassen konzentriert. Darüber hinaus konnten über die Fischnetzmethode auch einzelne Wärmeinseln außerhalb der dichten Innenstadtgebiete identifiziert werden, die ebenfalls einer Prüfung auf Wärmenetzeignung unterzogen wurden.

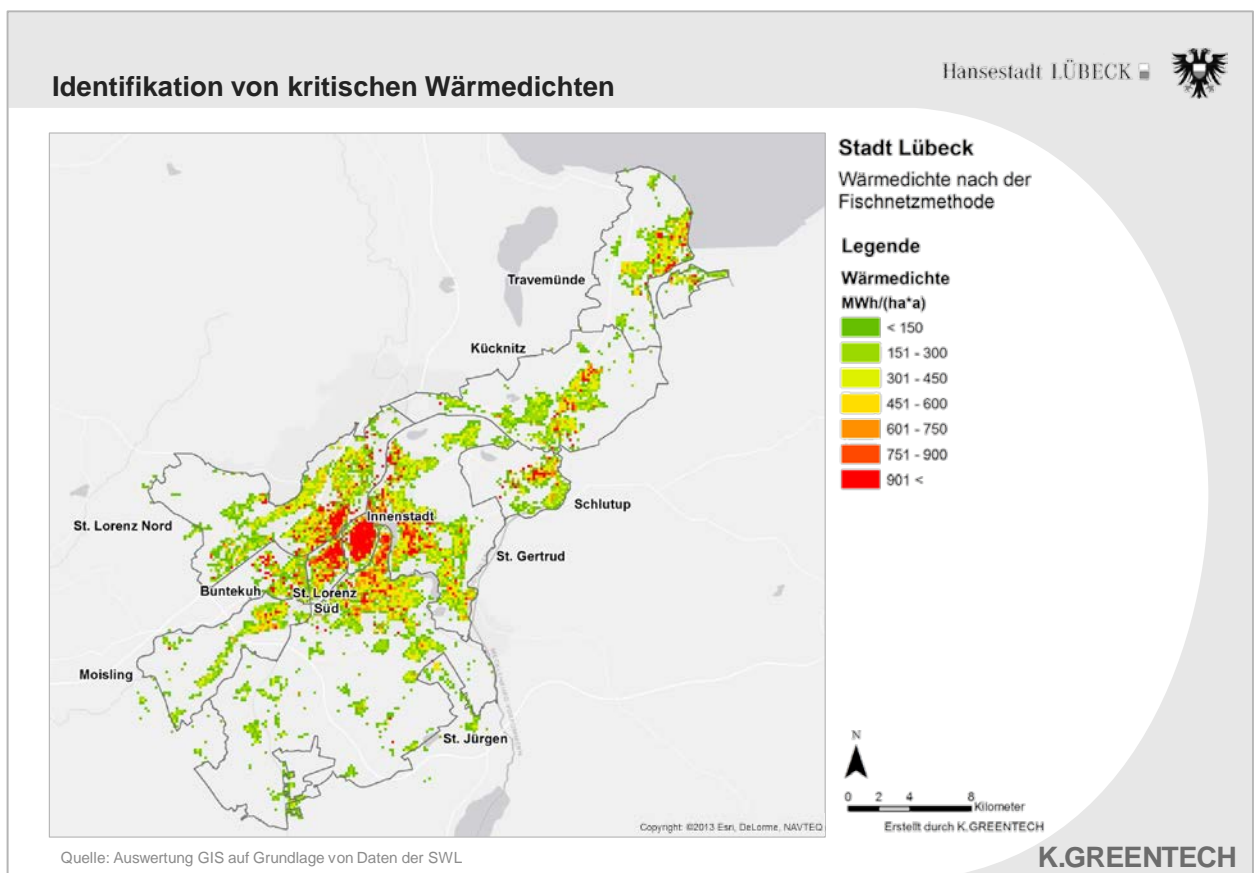


Abbildung 11: Wärmeatlas – Darstellung der Wärmedichte

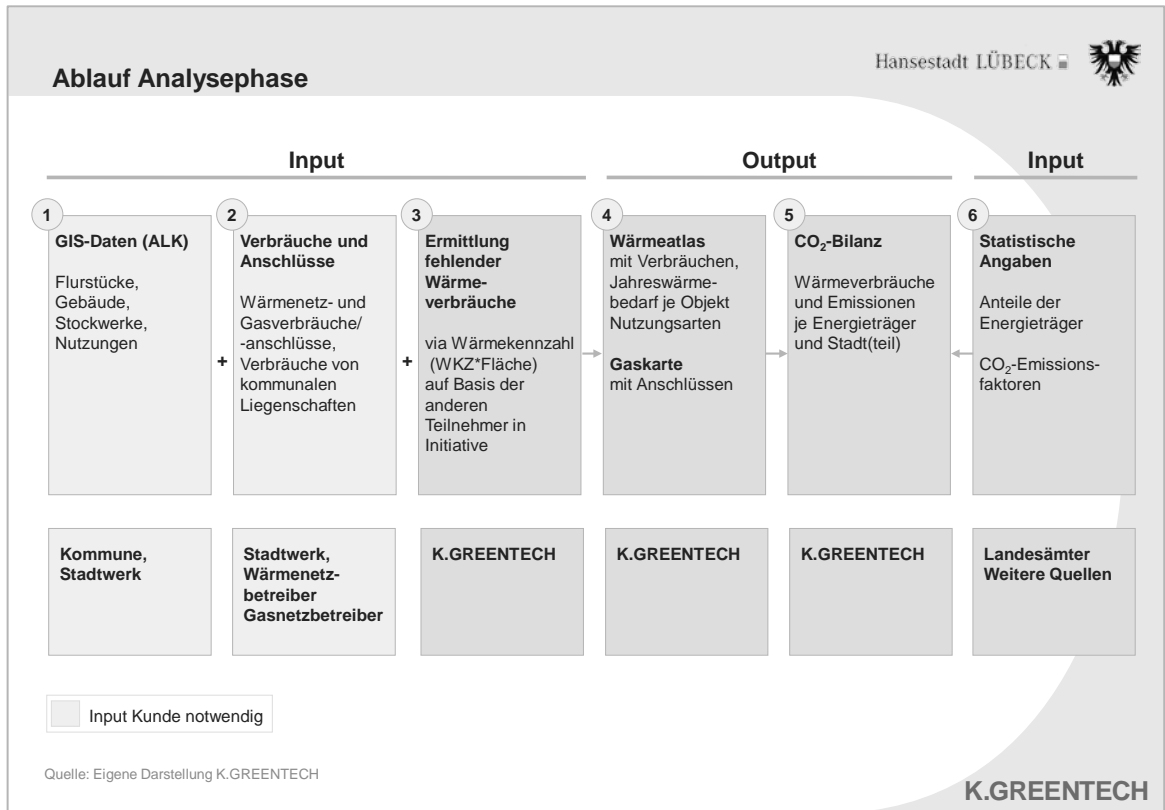


Abbildung 12: Ablaufschema Analysephase Klimaschutzkonzept

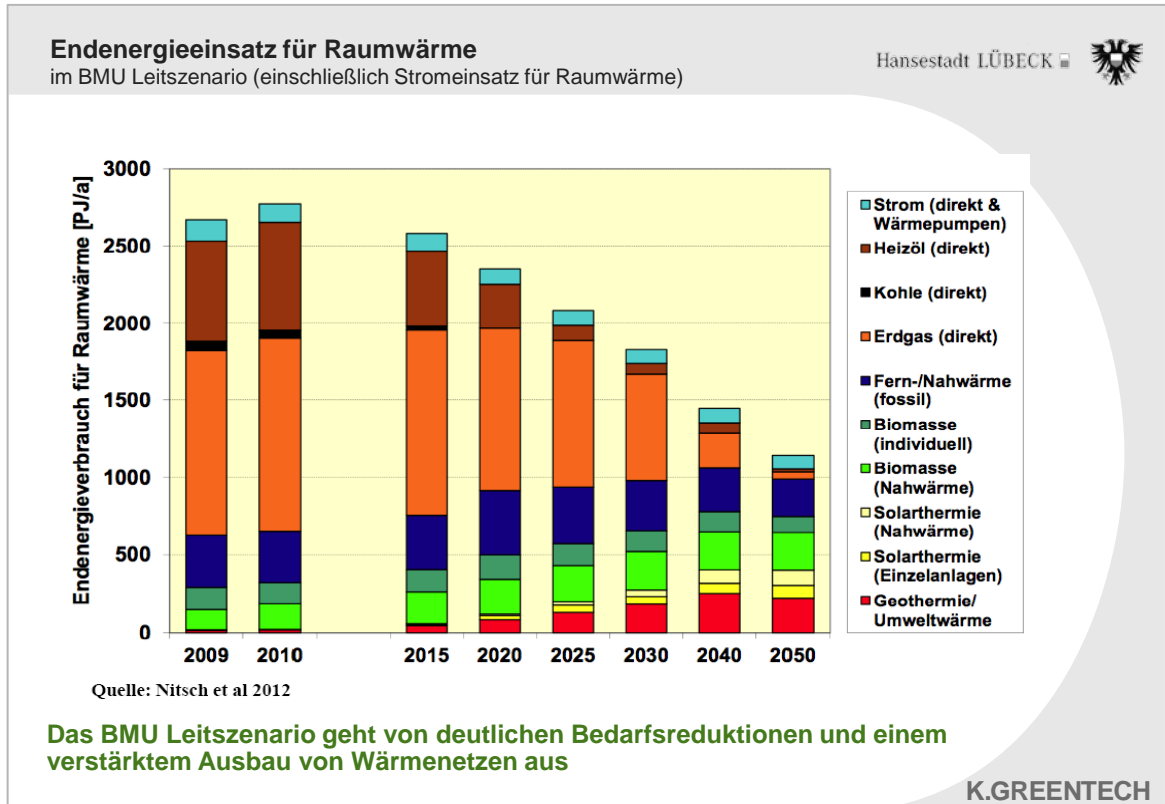


Abbildung 13: BMU-Leitszenario: Entwicklung der Energieträger für Raumwärme

Im BMU-Leitszenario werden die fossilen Energieträger bis 2050 gegen Null reduziert, die Nahwärme bleibt allerdings als einzige Technik fast unverändert und neben der biogenen Fernwärme bestehen. Damit steigt ihr relativer Anteil im Versorgungsmix an.

Diese Annahmen führen zu einer Strategie für Lübeck, in der eine Erdgasverdichtung bei Straßen mit Erdgasnetz priorisiert wird. Gleiches gilt für Straßen mit Wärmenetz, hier sollten noch weitere Nutzer ans Wärmenetz angeschlossen werden, um Kannibalisierung zwischen Erdgas und Wärme zu reduzieren. Neue Wärmenetze können in von Heizöl dominierten Gebieten aufgebaut werden, die die notwendigen Wärmedichten vorweisen. Wo netzgebundene Technologien nicht wirtschaftlich zu realisieren sind, gilt es, die Wärme dezentral über erneuerbare Energien zu erzeugen. Einen Überblick über die Verteilung der Energieträger je Stadtteil gibt Abbildung 14.

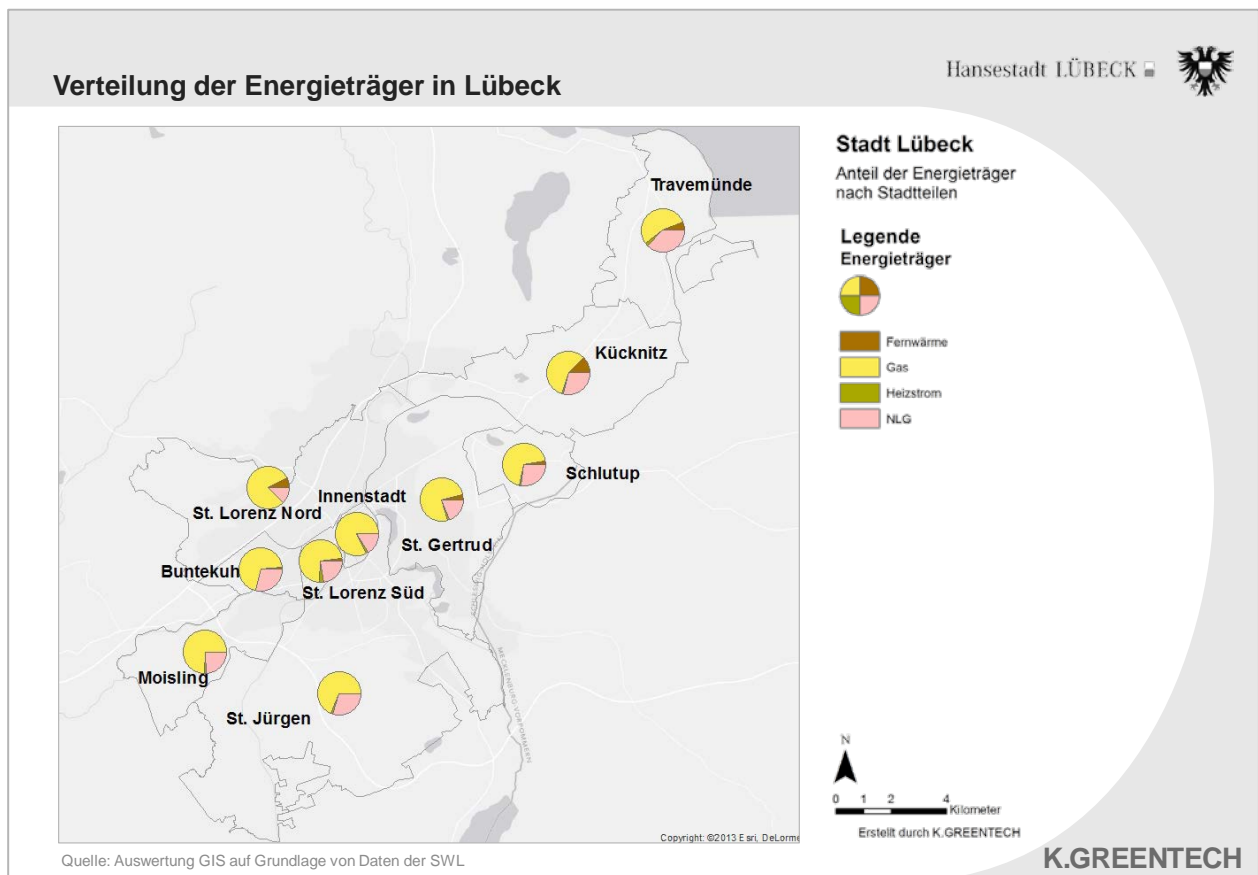


Abbildung 14: Aufteilung der Nutzung der Energieträger pro Stadtteil

Treibhausgasbilanz

Die CO₂-Bilanz wurde auf einem auf reale Echtdateen gestützten Analyseansatz erstellt, der bei Bedarf durch Durchschnittswerte ergänzt wurde. Die Basis hierfür sind Verbrauchsdaten, die nach einzelnen Energieträgern aufgeschlüsselt und ins ECORegion eingespeist wurden. Dadurch kann mit der Software sowohl auf Grundlage der IPCC-Methode (Territorialprinzip) sowie nach der LCA-Methodik (als Basis der LCA-Faktoren gilt die ecoinvent-Datenbank, jedoch nur CO₂) eine Bilanzierung durchgeführt werden. Trotzdem kann ohne Zusatzaufwand eine Vergleichbarkeit mit anderen Bilanzierungen hergestellt werden. Die im Rahmen dieser Studie dargestellten CO₂-Emissionen der Stadt wurden einheitlich nach der LCA-Methodik bilanziert.

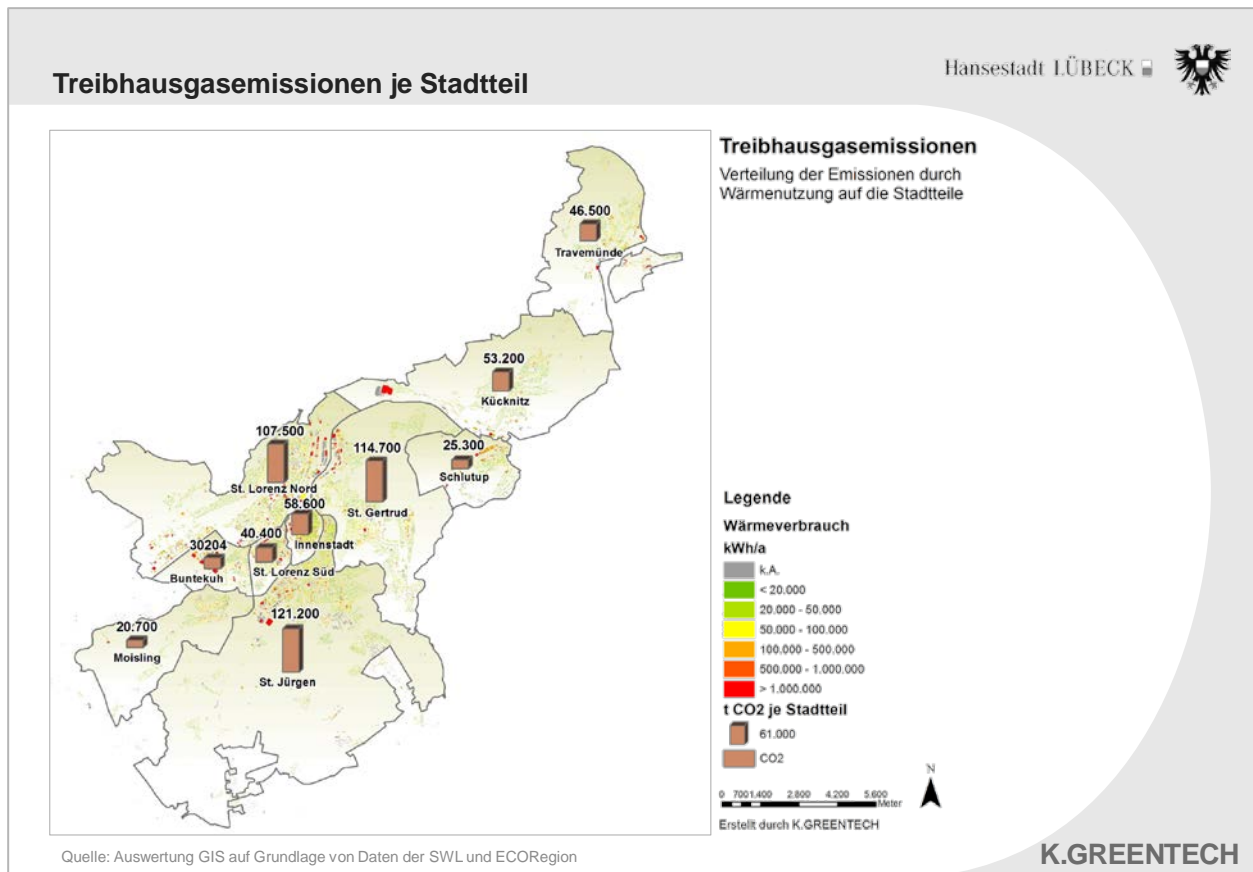


Abbildung 15: Aufteilung des emittierten CO₂ auf die Stadtteile Lübecks

Die Hansestadt hat bereits im Vorfeld die Datenbank zur Bilanzierung vorbildlich mit den entsprechenden Datensätzen gefüllt. Im Rahmen des Projekts wurden vor allem schwer ermittelbare Datensätze wie z.B. die Menge des Wärmebedarfs für nicht-leitungsgebundene Energieträger wie Heizöl mithilfe des GIS-Ansatzes gebäudescharf quantifiziert.

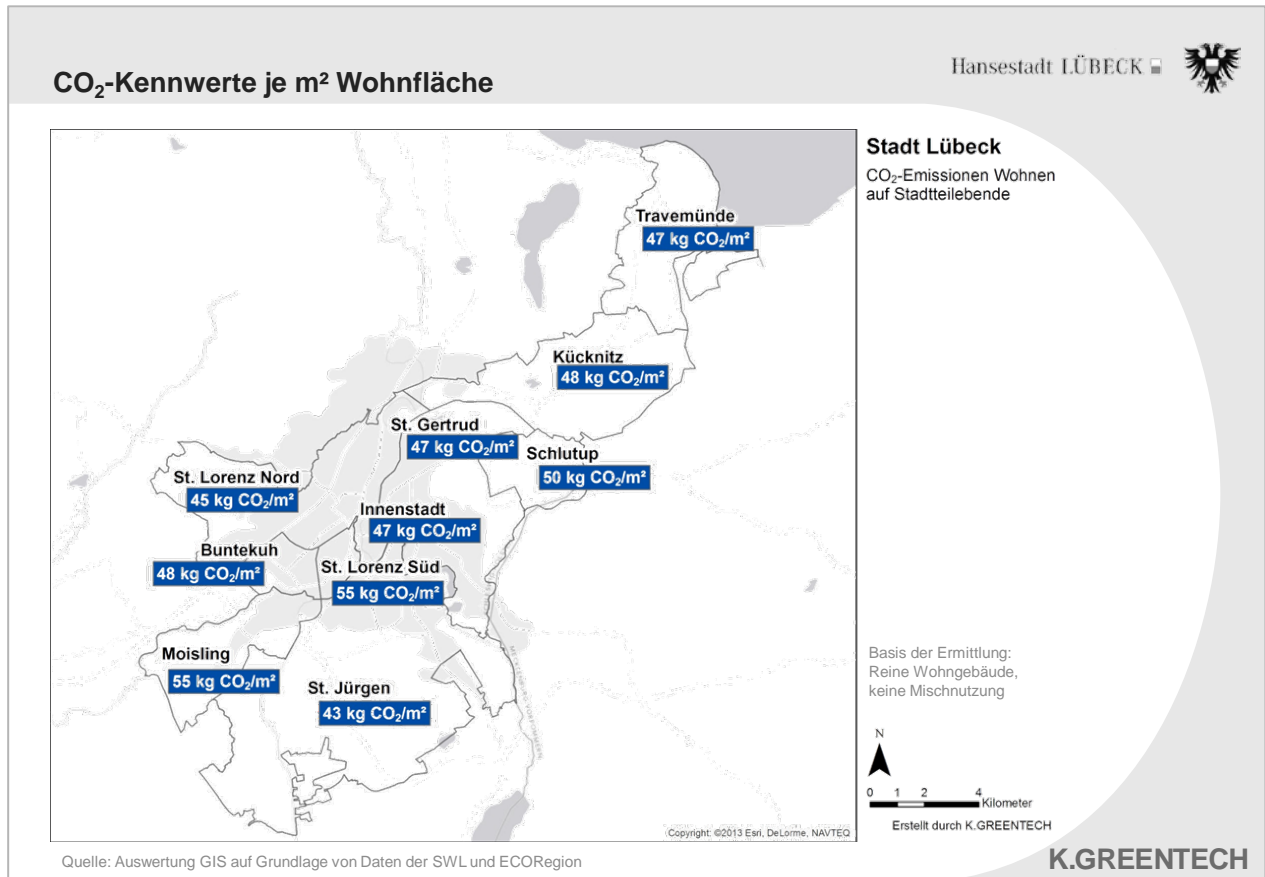


Abbildung 16: Stadtteilkarte mit CO₂ je m² Wohnfläche der EFH/MFH

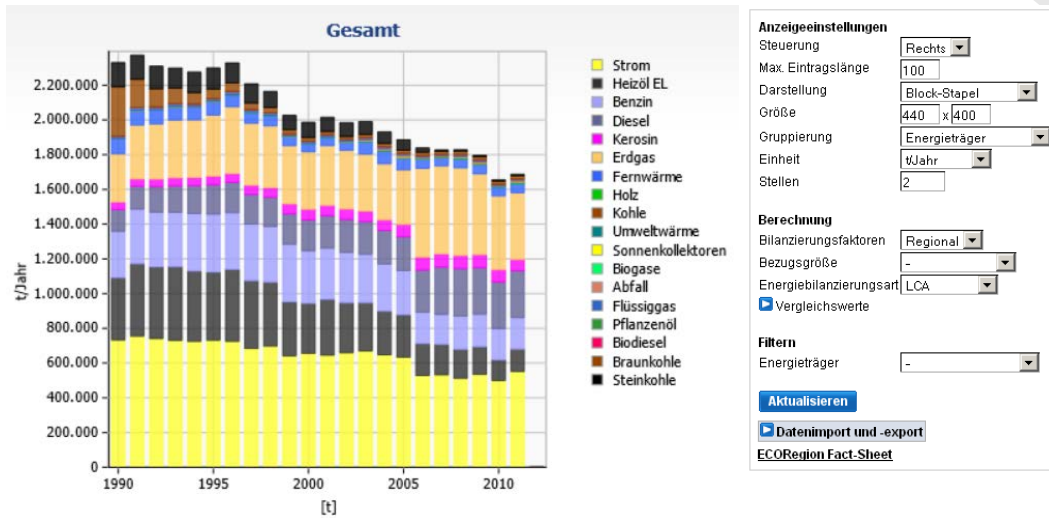
Nach Eintrag in das System konnte eine durch Wärme induzierte CO₂-Bilanz von insgesamt ca. **620.000 t CO₂** ermittelt werden. Die höchsten CO₂-Emissionen weisen dabei die Stadtteile St. Jürgen mit ca. 121.200 t CO₂, St. Gertrud mit rund 114.700 t CO₂ und St. Lorenz Nord mit 107.500 t CO₂ auf. Bedingt werden die höheren CO₂-Emissionen in diesen Stadtteilen zum einen durch die Bebauungsstruktur und die Bevölkerungsdichte sowie die verwendeten Energieträger.

Werden nur die Emissionen der Wohngebäude je m² Wohnfläche betrachtet, erhält man eine Verteilung wie in Abbildung 16 dargestellt.

In Abbildung 17 ist der Anteil der Energieträger am CO₂-Ausstoß in Tonnen pro Jahr zu erkennen. Wo der mengenmäßige Anteil von Erdgas am CO₂-Ausstoß über die Jahre zunimmt, ist für Heizöl und auch Kohle ein kontinuierlicher Rückgang zu verzeichnen. Zusätzlich zeigt sich in der Hansestadt der deutliche Trend der Emissionen nach unten (Jahr 2009 nicht vergleichbar durch fehlende Daten).

Treibhausgasbilanz nach Energieträgern total

Hansestadt LÜBECK



Quelle: ECORegion

Gut 1/3 der Emissionen basieren auf Wärmebedarf (620.000 von 1.700.000 Tonnen)

K.GREENTECH

Abbildung 17: Gesamtbilanz der CO₂-Emissionen

3. Das Wärmekonzept

Die in den vorangehenden Kapiteln ausführlich dargestellte Situation Lübecks stellt die Grundlage für die Erstellung des eigentlichen Wärmenutzungskonzepts dar. Vor dem Hintergrund der Energiewende ist die Stoßrichtung gewissermaßen vorgegeben, aber der Weg, der eingeschlagen werden muss, um alle Ziele auch wirtschaftlich und mit Akzeptanz der Bevölkerung zu erreichen, ist kein gerader. Gerade weil die Entwicklung hin zu einer nachhaltigen und erneuerbar versorgten Stadt kein kurzer Weg ist, muss ein Ansatz zum Erreichen der Ziele gewählt werden, der von vielen Seiten auf das gleiche Ziel zusteuert.

Welche Ansätze das sein können und wie diese in eine Gesamtstrategie integriert werden können, werden die folgenden Kapitel im Detail erklären.

3.1. Mögliche Ansätze

Vor allem der Ausbau der erneuerbaren Energien gilt als zentraler Baustein in der deutschen Energiepolitik. Im Vordergrund steht dabei eine sinnvolle Markt- und Systemintegration, welche unter der Berücksichtigung konventioneller Kraftwerkparks eine bedarfsgerechte Energieerzeugung gewährleisten soll. Ebenso gilt es, die Energieversorgung aus verschiedenen erneuerbaren Energieträgern bereitzustellen, um einem möglichen Ausfall eines Systems vorzubeugen und im Sinne der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung zu handeln. Treibende Faktoren einer fortschreitenden Integration der erneuerbaren Energien sind vor allem in der begünstigenden Gesetzeslage, in einem forcierten Netzausbau und der Entwicklung neuer Speichermöglichkeiten zu sehen. Für die kleinteilige bzw. standortbezogene Energieerzeugung eignen sich gerade dezentrale Strukturen, wobei regional vorhandene erneuerbare Energieträger transportbedingt nicht nur eine bessere Ökobilanzierung verzeichnen können, sondern auch die regionale Wertschöpfung maßgeblich ankurbeln.

Einen weiteren wichtigen Schlüsselfaktor in der Energie- und Klimapolitik bildet die Energieeffizienz. Bis zum Jahr 2020 strebt die Bundesregierung eine Verdopplung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität gegenüber dem Referenzjahr 1990 an. Eine gesteigerte Energieeffizienz führt zunächst zu einem verringerten Energiebedarf und damit zu einer Energieeinsparung. Die Energieeinsparung ist dabei der übergeordnete

Begriff und umfasst zudem Maßnahmen zur Verminderung des Energieverbrauchs. Energie, die gar nicht erst verbraucht wird, oder nur in geringfügigem Maße, stellt dabei die oberste Priorität und sollte noch vor dem Einsatz energieeffizienter Techniken in Erwägung gezogen werden. Erfolge von Effizienz- und Einsparmaßnahmen können nur dann verbucht werden, wenn in allen Teilen der Wirtschaft und Gesellschaft Maßnahmen solcher Art verstanden, akzeptiert und umgesetzt werden.


Neben der Einsparung von Energie im Allgemeinen hat es auch in der Technologiebranche erhebliche Weiterentwicklungen gegeben. Im Folgenden soll insbesondere auf Effizienzmaßnahmen im Wärmesektor eingegangen werden. Die Energie- und Klimapolitik der Bundesregierung hat hierfür festgelegt, dass der Wärmebedarf in Gebäuden bis 2020 um 20 % im Vergleich zum Jahr 2008 reduziert werden soll. Eine Reduktion lässt sich sowohl auf der erzeugenden Seite als auch auf der verbrauchenden Seite hinsichtlich der Gebäudesubstanz hervorrufen.

Auf der erzeugenden Seite sorgt die sogenannte Nachrüstverpflichtung für eine zunehmend modernere und effizientere Heiztechnik. Höhere Wirkungsgrade der Heizanlagen und die Möglichkeit einer unterstützenden Betriebsweise auf Basis erneuerbarer Energieträger tragen im Wesentlichen zu einem reduzierten Energieverbrauch bei. Geringer schwankende Preisentwicklungen, Fördermöglichkeiten und die Verminderung klimaschädlicher Treibhausgase stellen dabei die wichtigsten Argumente dar.

Für die energetische Bewertung von Gebäuden gilt in Deutschland das Anforderungsniveau der Energieeinsparverordnung (EnEV). Neubauten unterliegen zusätzlich dem Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), wodurch sich die Verpflichtung zum Einsatz erneuerbarer Energien ergibt. Die Bundesregierung sieht vor, bis zum Jahr 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen. Steigende Energiekosten und attraktive Fördermöglichkeiten ermöglichen es, auch für ältere Gebäudetypen ein energetisch besseres Niveau zu erreichen.

Um den Erfordernissen der Zukunft begegnen zu können, braucht die Hansestadt ein vielseitiges Konzept, das auf mehreren Beinen steht und alle wichtigen Bereiche und Sektoren abdeckt. Entsprechend empfiehlt sich ein Mix aus Möglichkeiten der

Energieeinsparung, der Effizienzsteigerung sowie einer Energieversorgung aus vorwiegend erneuerbaren Energien.

Klima- und Energie-Atlas der K.GREENTECH mit Fokus WärmeHansestadt LÜBECK 

Energiesenken und -potenziale inkl. GIS-basierte Karten, Praxisbeispiele, Anlagenstandorte

Solarenergie

- Solarerträge, Solarthermie-Anlagen, Potenzialflächen, Freiflächen und Dächer etc.

Geothermie (oberflächennahe Geothermie und Tiefengeothermie)

- Gebiete mit günstigen Verhältnissen für die Nutzung von Erdwärme

Biomasse

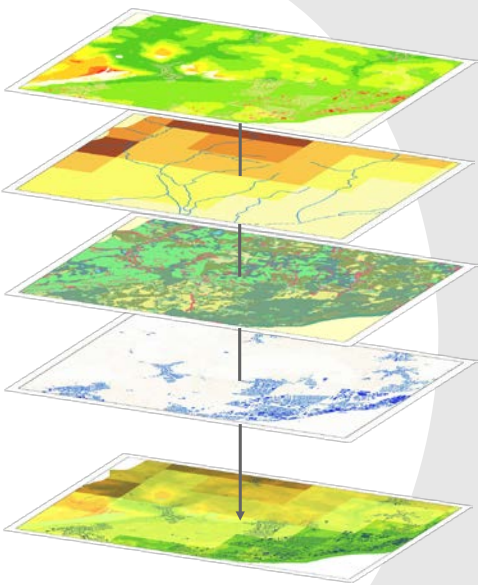
- Land- und forstwirtschaftliche Flächen, Heiz(kraft)werke, Biogasanlagen, mit Betreibern etc.

Wärmebedarfe und Abwärmepotentiale

- Wärmeatlas inkl. Industrieanlagen, thermische Abfallbehandlungsanlagen, Praxisbeispiel Wärmeverbund, etc.

Infrastruktur

- Wärme-, Gas- und Stromnetze, (Mini-)BHKWs



Themenübergreifender Atlas zeigt plakativ Energiebedarfe und Potenziale zur regionalen Wertschöpfung und Energieerzeugung

K.GREENTECH

Abbildung 18: Klima- und Energie-Atlas

In Bezug auf den Ausbau der Erneuerbaren Energien werden für Lübeck die Potenziale einer regenerativ basierten Wärmeversorgung untersucht. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, für großmaßstäbliche Anlagen zur Wärmeerzeugung wie beispielsweise die Errichtung einer Biogasanlage, eines größer dimensionierten BHKWs oder der Tiefengeothermie Akzeptanz in der Bevölkerung zu schaffen. Kleinere, dezentrale bzw. für die Eigenversorgung ausgelegte Wärmeerzeugungsanlagen sollen den Bürgern ebenso auf informativem Weg vermittelt werden wie die Energieeinspar- und Effizienzmaßnahmen. Die Stadt Lübeck könnte hier eine zentrale Rolle übernehmen und die Bürger mit fundierten Informationen und Aktionen rund um die Energiewende und den Klimaschutz begleiten. Eine breitgefächerte Informations- und Aktionsbasis stellt hier eine Grundvoraussetzung dar für eine gelungene Etablierung der erneuerbaren Energien in Lübeck sowie einer sensibleren Nutzungsweise von Energie.

Potenzialanalyse

Um herauszufinden, ob und wann sich die Stadt bilanziell mit erneuerbaren Energien versorgen kann, muss zuvor analysiert werden, welche Potenziale der Wärmeerzeugung vorliegen. Darüber hinaus kann so – in Kombination mit der potenziellen Entwicklung des Energiebedarfs – das gesamte CO₂-Reduktionspotenzial von Lübeck ermittelt werden. Diese Ermittlung wird in drei Stufen durchgeführt.

Zusätzlich zu der rein rechnerischen Untersuchung der Potenziale stützt sich die Erhebung auf einen übergreifenden Ansatz. Die von der Stadt, den Netzbetreibern und weiteren Stellen zur Verfügung gestellten Ausgangsdaten wurden für Berechnungen und Analysen herangezogen. Anhand der Eingangsdaten (Katasterdaten, Energiebedarfe, Luftbilder, geothermische Potenziale etc.) wurden die geographischen Informationen in einem System vereint, quantifiziert, gegenübergestellt und bewertet, woraus dann das dreistufige System der Potenziale abgeleitet wurde.

Grundsätzlich werden verschiedene Ebenen von Potenzialen unterschieden, die hierarchisch strukturiert sind und einer Logikkette folgend aufeinander aufbauen:

Technisches Potenzial

Dieser Begriff bezeichnet alle unter technischer Machbarkeit verfügbaren Potenziale ohne Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit, Ethik usw. Reale Restriktionen wie Bebauung und Geographie wurden beachtet, um feste Grenzen ziehen zu können. Grundsätzlich wird von einer nachhaltigen Bewirtschaftung ausgegangen. Ein pures einmaliges Ernten von Biomasse beispielsweise wird im Gegensatz zur nachhaltigen und sukzessiven Entnahme von Biomasse aus dem Ökosystem nicht als dauerhaftes technisches Potenzial verstanden. Maßgeblich sind damit Flächenzahlen, physikalische/chemische Werte wie Energiedichte, und weitere harte Kennzahlen wie die Kraft-Wärmekopplungs-Quoten. Das technische Potenzial ist für Kommunen und Städte somit relativ genau bestimmbar.

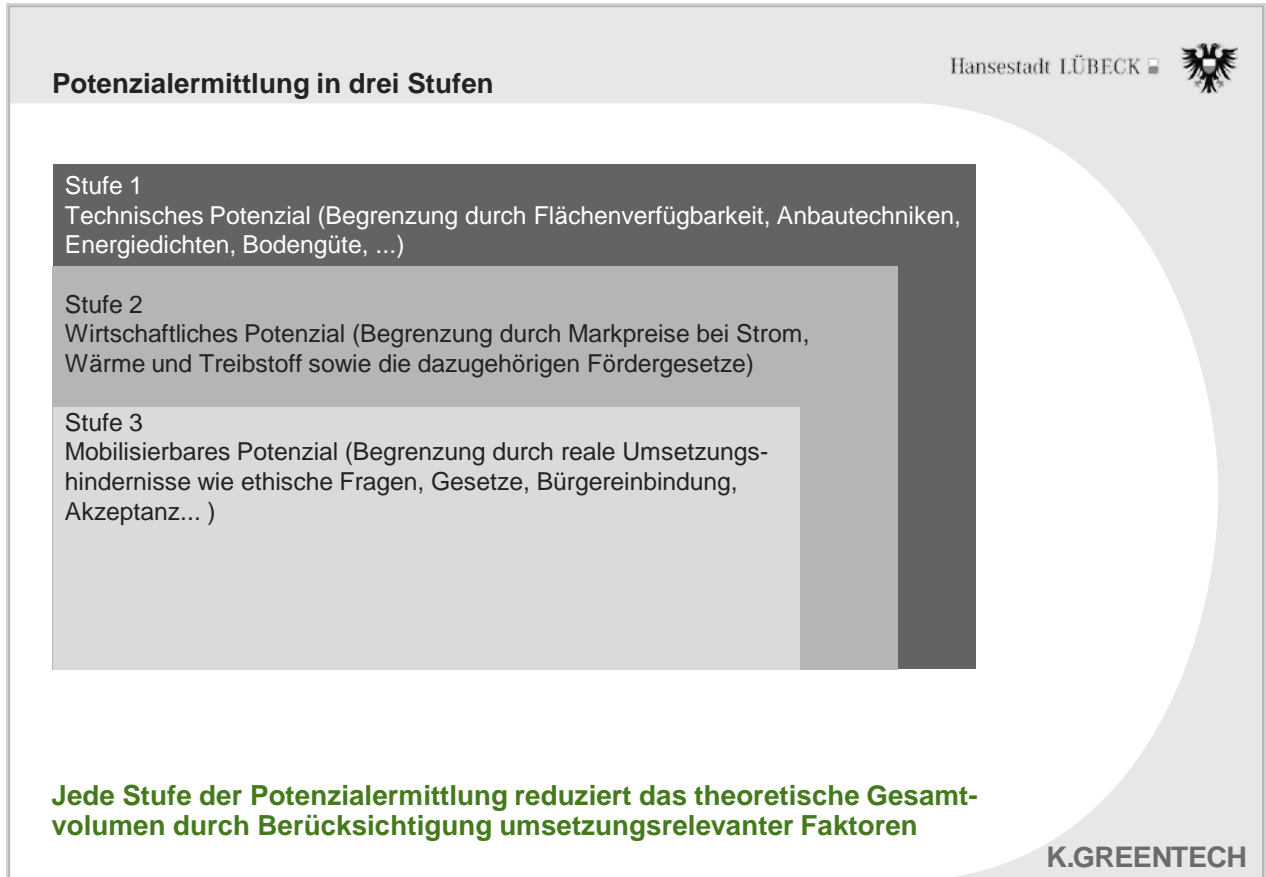


Abbildung 19: Systematik der Potenzialermittlung erneuerbarer Energien

Wirtschaftliches Potenzial

Ein technisches Potenzial wird zum wirtschaftlichen Potenzial, wenn die voraussichtlichen Gestehungskosten einen marktfähigen Preis erwarten lassen. Förderungen sind dabei nach der jeweiligen realen oder zukünftig vermuteten Gesetzeslage enthalten. Investitions- und Betriebskosten werden berücksichtigt. Als Annahmen und Kennzahlen zur Berechnung des wirtschaftlichen Potenzials werden somit Kosten für Rohstoffe, Personal und Infrastrukturen (Anlagen, Netze...) sowie Fördermittel und Marktpreise der Konkurrenztechnologien herangezogen. Je nach Wahl der Annahmen und der aktuellen Rohstoffpreise schwankt das wirtschaftliche Potenzial auch kurzfristig. In diesem Fall wurde jedoch von einem konservativen Wert ausgegangen, der auch in der Zukunft noch als realistisch angesehen wird.

Mobilisierbares Potenzial

Das in letzter Konsequenz mobilisierbare Potenzial hängt stark von Annahmen zur Einstellung der Bevölkerung, Image der Energieform usw. ab. Auch stellen Flächenkonkurrenzen mit Arten- und Biotopschutz, Bodenschutz (Erosion, Humusbilanz), mit Wasser-

schutz (Grundwasser- und Fließgewässer-Qualität), mit Schutzgebietssystem und mit Nahrungsmittelselbstversorgung („Nahrungsmittel vor Energie“) Hindernisse bei der Mobilisierung wirtschaftlicher Potenziale dar. In Studien wird in der Regel nicht das mobilisierbare Potenzial ermittelt, sondern das größere technische Potenzial.

Für die Reduktion von Treibhausgasen im Wärmesektor gilt es, neben der Ermittlung von Potenzialen zur Nutzung erneuerbarer Energien auch im Bereich der Effizienz neue Anstrengungen zu unternehmen. Im Gegensatz zur Stromversorgung lassen sich Möglichkeiten zur Wärmeherzeugung besser auf regionale Bedürfnisse zuschneiden. Der Vorteil liegt besonders in der Nutzung von Geo- und Solarthermie, welche im Unterschied zu rohstoffbasierten Energieformen transportbedingt für sehr kleinräumige Anwendungen in Frage kommen. Insgesamt gesehen führt der Einsatz erneuerbarer Energien, mit Ausnahme der Biomasse, durch die mittlerweile hohen erreichbaren Wirkungsgrade zu einer deutlichen Reduktion des Primärenergiebedarfes im Wärmesektor. Entsprechend wurden die Potenziale zu den drei genannten Energieformen (Solarthermie, Biomasse und Geothermie) für den dezentralen Einsatz in Gebäuden und in zentralen Anlagen mit Verteilung über Wärmenetze ermittelt.

Szenarienentwicklung

Den Potenzialen werden, um eine Aussage über die bilanzielle Abdeckung des Wärmebedarfs mit erneuerbarer Wärme treffen zu können, die heutigen und prognostizierten Wärmebedarfe gegenübergestellt.

Als Grundlage für die Prognosen der Energieverbräuche bis 2050 wurde die Studie „Modell Deutschland 2050“ verwendet. Diese Studie beruht auf folgenden Prämissen:

Die Grundlage der Bilanzierung bildet das **Territorialprinzip**. Dort werden weder sogenannte „Graue Energie“ noch Vorketten bilanziert, da diese z.T. im Ausland emittiert werden. So wird eine doppelte Bilanzierung verhindert. Auch nicht-energetische Einsätze von Primärenergieträgern bleiben in diesem Konzept unberücksichtigt.

Als Grundlage für die Effizienzsznarien wurde die aktuelle technische Ausstattung eines durchschnittlichen deutschen Haushaltes herangezogen. Die zukünftigen Zahlen beziehen sich auf den gleichen Technikstand wie im Jahr 2011 sowie auf grundlegende Annahmen zu Sanierungsquoten.

Die Bedarfsprognosen sowie das Energiepotenzial zur Erzeugung von erneuerbaren Energien beruhen auf einem bewährten Excel-Modell, das auf Grundlage von Zahlen der Stadt, des Bundeslandes Schleswig-Holstein und der Bundesrepublik Deutschland (vor allem Umweltbundesamt und Wirtschaftsministerium) sowie GIS-Analysen und Studien renommierter Forschungsinstitute und Unternehmen erstellt wurde. Die Bedarfsprognosen erscheinen mit einer bei derartigen Aufgabenstellungen üblichen Abweichungsquote von ca. 10 % valide.

Technologiesprünge und unvorhersehbare Ereignisse können naturgemäß nicht berücksichtigt werden und ggf. die Entwicklung signifikant beeinflussen.

Referenz- und Innovationsszenario

Das sogenannte Referenzszenario zeichnet sich durch eine Fortsetzung heutiger Energie- und Klimaschutzpolitik aus und wird in seiner Entwicklung im Grunde nur durch den technischen Fortschritt getragen. Ihm gegenübergestellt wird in einer vergleichenden Analyse das Innovationsszenario, das den Umbau zur emissionsarmen bzw. klimaneutralen Gesellschaft mit einem möglichst hohen Reduktionsziel der Treibhausgase gegenüber 1990 verfolgt. Ein Festhalten an den Prämissen des Referenzszenarios wird z.B. ein Erreichen der vollen bilanziellen Versorgung mit erneuerbarer Wärme nicht ermöglichen.

Die Bevölkerung wird in den nächsten Jahren wie in vielen Regionen Deutschlands sinken. Dieser Faktor wird auch wesentlich dazu beitragen, den Gesamtenergiebedarf zu reduzieren.

Insgesamt ergibt sich nach Ablauf der Analyse unter Betrachtung des mobilisierbaren Potenzials ein Bild wie in Abbildung 20. Dort werden die Summen der potenziell erzeugbaren Wärmemengen aus Solarthermie, Biomasse und Geothermie dem heutigen und prognostizierten Wärmebedarf gegenübergestellt.

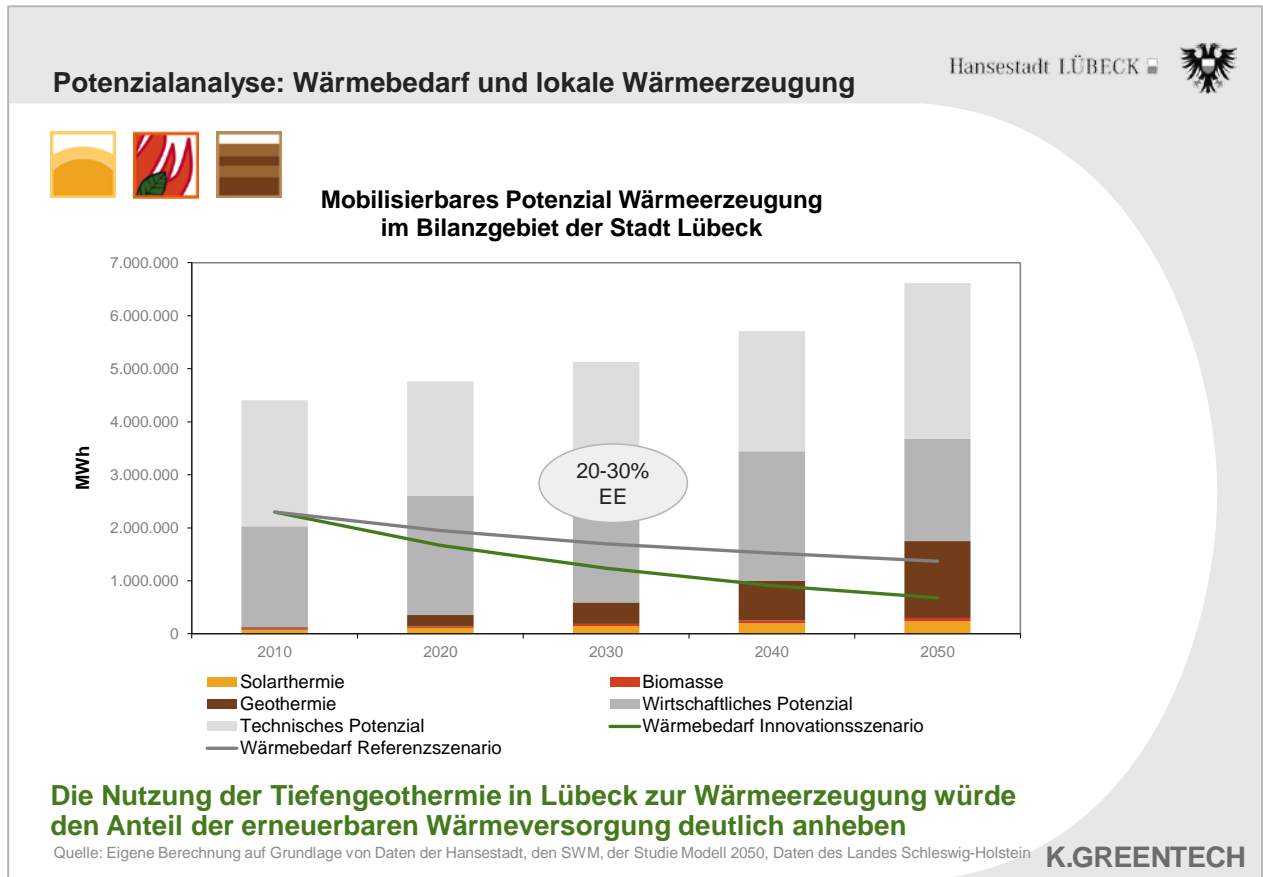


Abbildung 20: Gegenüberstellung Wärmepotenziale und -bedarf

In Betrachtung der beiden Szenarien lässt sich bereits im Jahr 2030 eine bilanzielle Versorgung mit erneuerbarer Wärme von 20 bis 30 % (je nach Szenario) erreichen. Um die Potenziale auch zu heben, sind jedoch auch viele Anstrengungen nötig. Welche Potenziale das im Einzelnen sind, wird im Folgenden genauer beschrieben.



Biomasse

Findet die Biomasse Verwendung als Energieträger, so wird generell zwischen der primären und der sekundären Biomasse unterschieden. Die primäre Biomasse bezeichnet dabei die direkt für die energetische Nutzung kultivierte Biomasse wie z.B. Raps oder Getreide. Die sekundäre Biomasse, auch Abfall-Biomasse genannt, wird aus organischen Reststoffen wie beispielsweise Altpapier oder Sägereststoffen sowie Lebensmittelabfällen gebildet. Je nach Aufbereitungsweg zu festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen ergeben sich Möglichkeiten zur Erzeugung von Strom, Treibstoffen und Wärme. In jüngster Zeit gewinnt vor allem die Aufbereitung von Biogas auf Erdgasqualität und die anschließende Einspeisung in das Erdgasnetz zunehmend an

Bedeutung. Das zu Biomethan aufbereitete Biogas erweist sich als eine klimafreundliche Alternative zu Erdgas. Ein wesentlicher Umweltvorteil liegt in der Verminderung treibhauswirksamer Emissionen, zumal nur so viel CO₂ freigesetzt werden kann wie zuvor durch die Biomasse gebunden wurde.

Da die Biomasse sowohl grundlastfähig als auch flexibel einsetzbar ist, kann sie aus energetischer Sicht als ein hochinteressantes und wichtiges Regulativ im Energiemix bewertet werden.

Unter ethischen Gesichtspunkten ist die Problematik der Flächenkonkurrenz von konventionell angebauten Energiepflanzen zur Lebensmittelproduktion nicht außer Acht zu lassen. Im Sinne der Nachhaltigkeit ist es demnach sinnvoll auch die biogenen Reststoffe und Abfälle zu berücksichtigen und den Substratmix entsprechend zu gestalten.

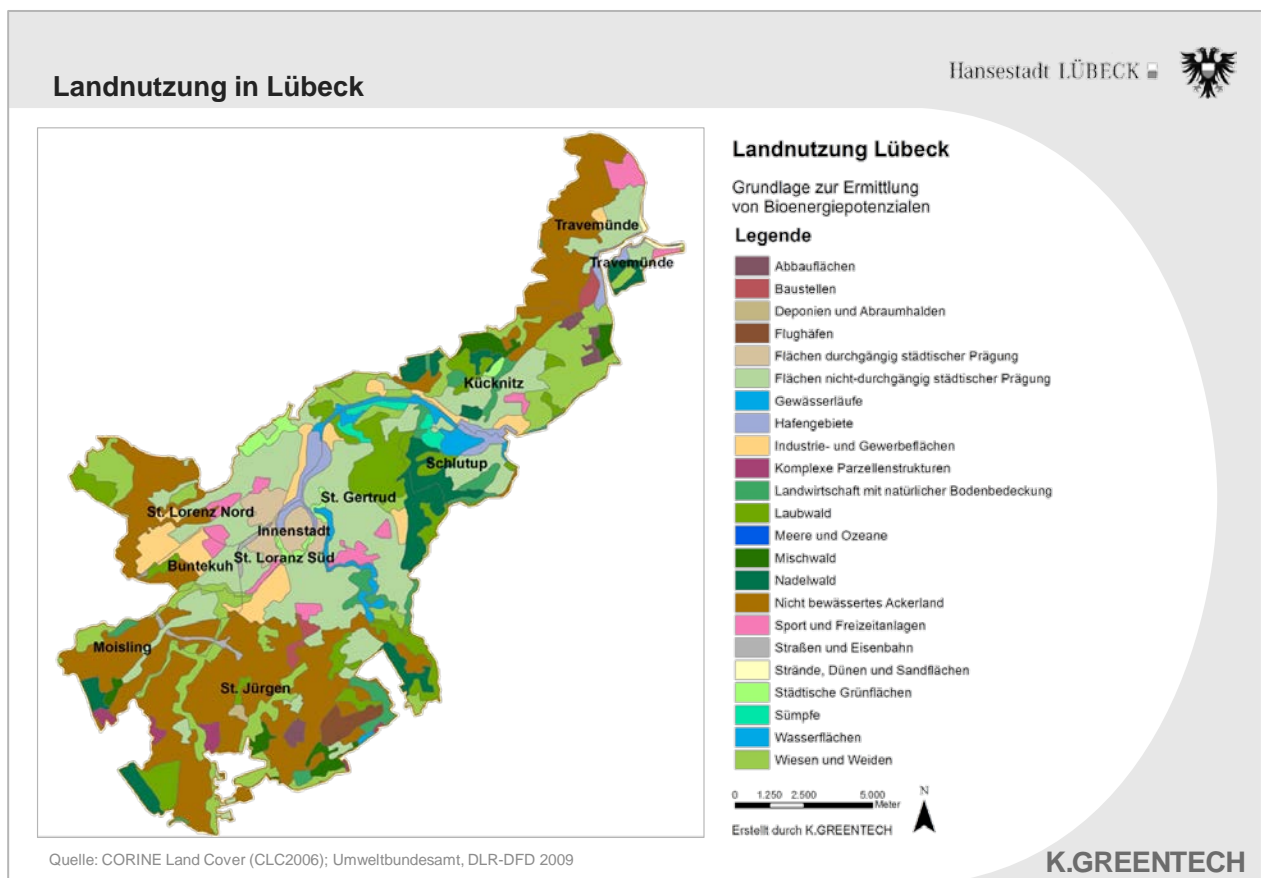


Abbildung 21: Karte der Landnutzung in der Hansestadt Lübeck

Wird nun die Situation der Landnutzung in Lübeck betrachtet, zeigt sich ein von städtischen Strukturen und großflächiger Bebauung geprägtes Bild (vgl. Abbildung 21). Die

übrigen Freiflächen, in denen neben städtischen Grünflächen auch einige landwirtschaftliche Flächen enthalten sind, können auf ihre Potenziale zur Biomassenutzung untersucht werden.

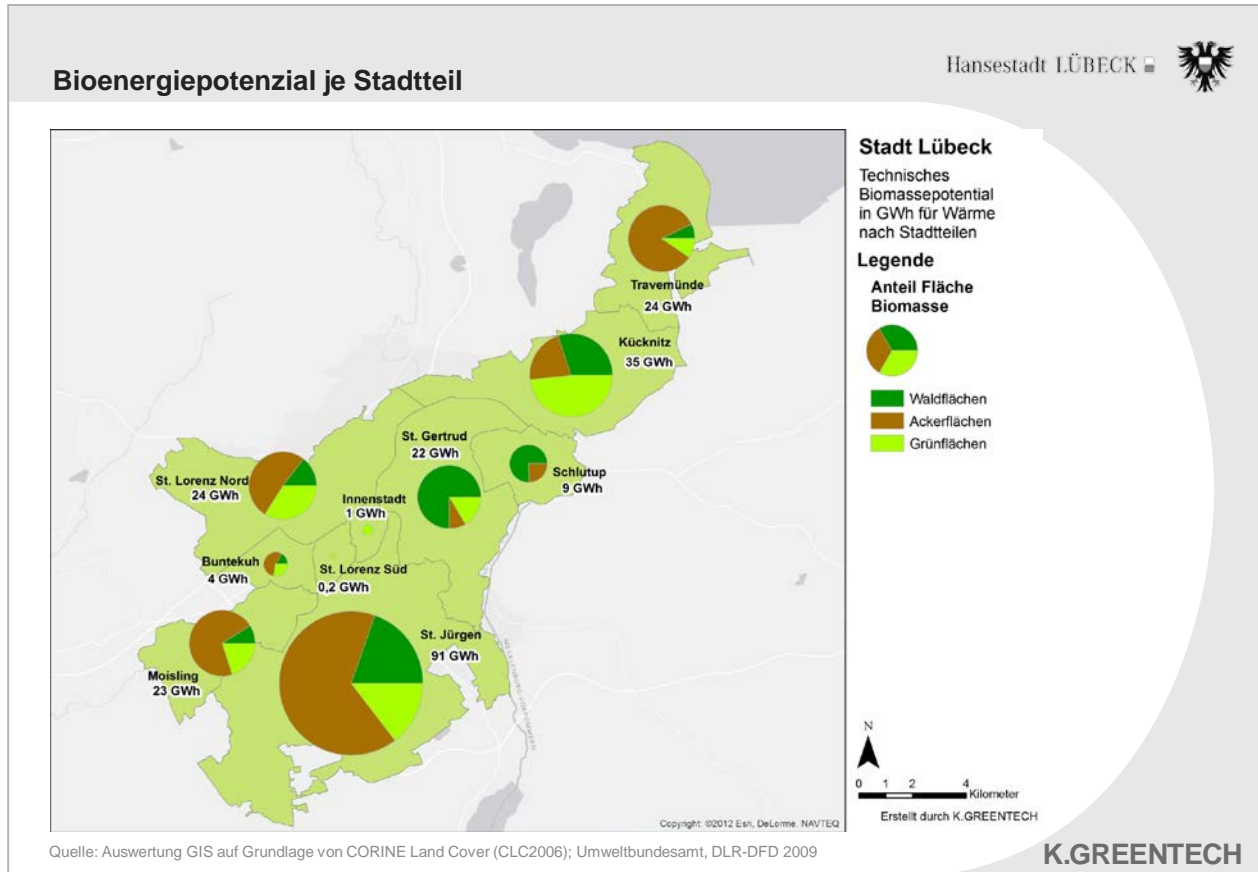


Abbildung 22: Verteilung der Bioenergiepotenziale auf die Stadtteile

Unter der Prämisse, nur nachhaltig vertretbare Mengen an Biomasse aus dem Ökosystem zu entnehmen, wurde eine Potenzialanalyse durchgeführt, die sowohl Grünschnitt öffentlicher Grünflächen und Landschaftspflegematerial als auch Ackerpflanzen, Grünlandschnitt und Waldholz betrachtet. Gängige Kennzahlen zur naturverträglichen Landnutzung wurden dabei beachtet.

Auf Basis der Analyse entsteht bis zum Jahr 2050 ein mobilisierbares Potenzial für Wärme aus Biomasse von ca. 59.000 MWh. Dies entspräche ca. 2,3 % der heutigen Wärmeenergienutzung.

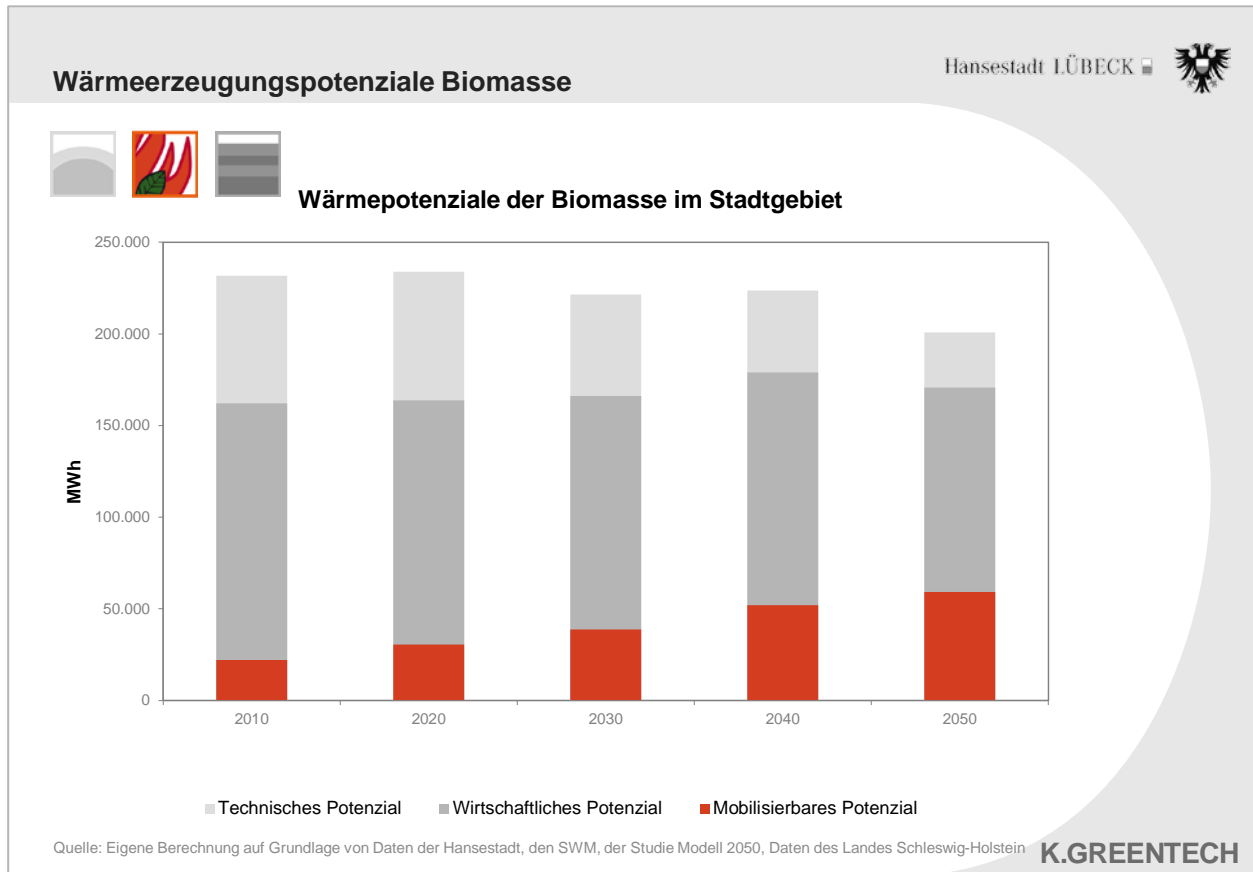


Abbildung 23: Wärmeerzeugungspotenziale Biomasse

Durch die stark städtische Prägung sind geringere Potenziale zu erwarten als in ländlichen Gemeinden vergleichbarer Fläche. Dazu kommt der hohe Energiebedarf durch die hohe Einwohnerzahl und das Gewerbe – beides ist in ländlichen Regionen rund um Lübeck anzutreffen.

Obwohl das mobilisierbare Potenzial der Wärme aus Biomasse stetig ansteigt, wird das technische Potenzial eher stagnieren, wenn nicht sogar leicht sinken, da zukünftig durch stärkere Forcierung der Kraft-Wärme-Kopplung mehr Energie in die Strombereitstellung fließt. Obwohl die Stromerzeugung hier nicht betrachtet wird, muss sie doch in die Betrachtung der Wärmeerzeugung miteingebunden werden.

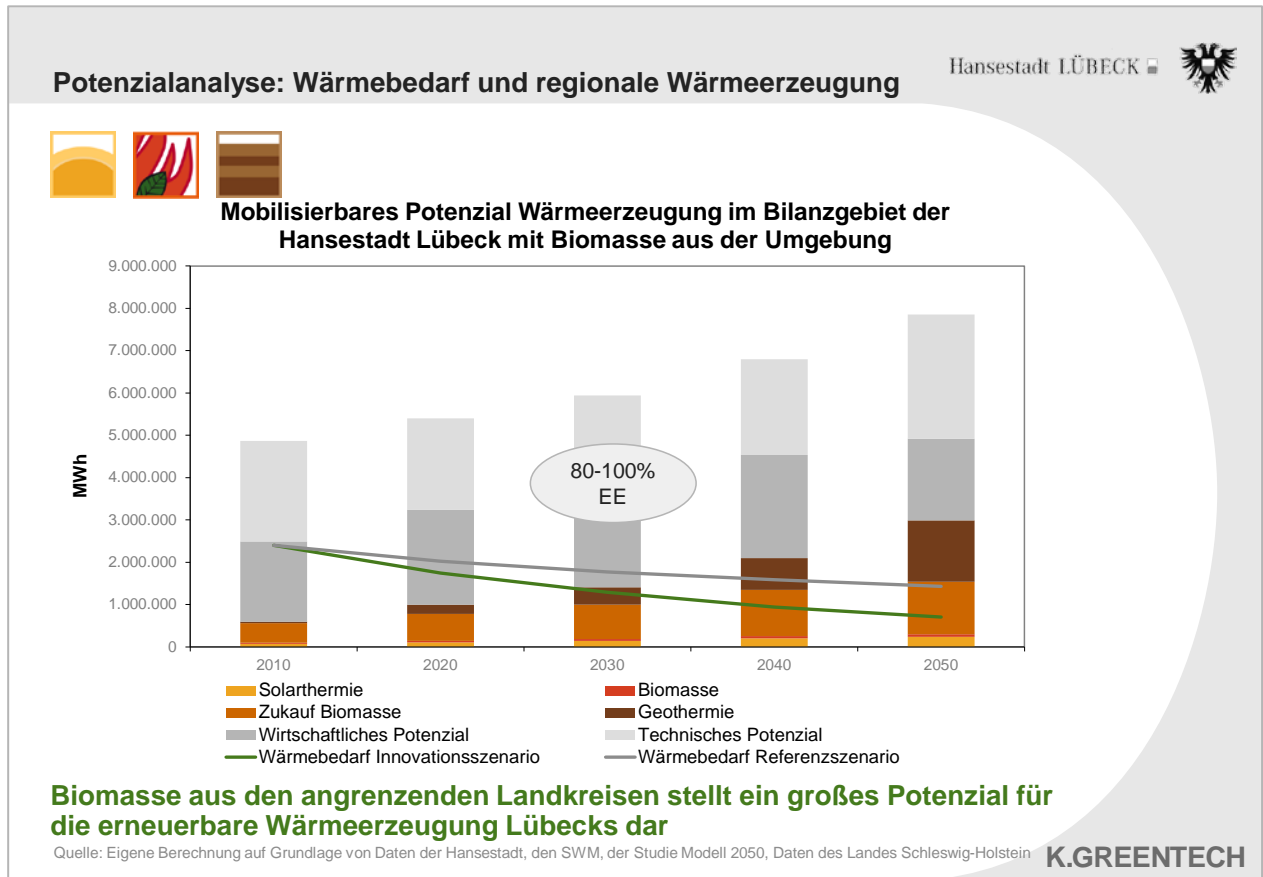


Abbildung 24: Gegenüberstellung Wärmebedarf mit regionaler Biomasse

Sollte nun die Betrachtung der Biomassepotenziale auf die Umgebung ausgeweitet werden, könnten wesentlich höhere Potenziale ermittelt werden. Bei einem angenommenen maximalen Aktionsradius von 20 km um die Hansestadt (darüber hinausgehende Biomasselieferungen sind aufgrund hoher Lieferkosten nicht mehr attraktiv für die Energieerzeugung, vgl. Abbildung 25) könnte die Gesamtbilanz analog zu Abbildung 20 wie in Abbildung 24 aussehen: Durch den hohen Anteil zusätzlicher Energie kann bereits im Jahr 2030 im Innovationsszenario die bilanzielle Versorgung mit 100 % erneuerbarer Wärme erreicht werden.

Der Weg dorthin beinhaltet jedoch eine Vielzahl von infrastrukturellen Veränderungen, die beispielhaft in Kapitel 3.3 dargestellt werden.

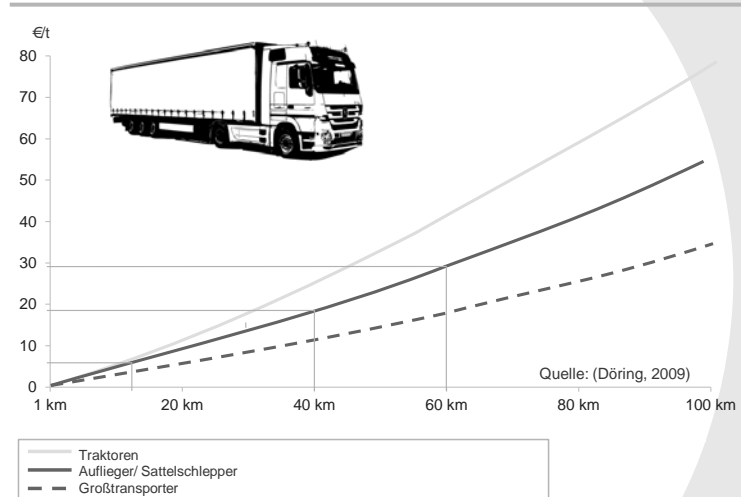
Anforderungen an den Substratbezug

Hansestadt LÜBECK



- Substratpreise werden durch die Logistik- bzw. Transportkosten dominiert - Wettbewerbsfähigkeit bedingt kurze Beschaffungsdistanzen. Als Faustregel gilt: doppelte Entfernung = doppelte Kosten
- Zusätzlich wirken Straßenkategorien und Befahrbarkeitseinschränkungen preistreibend.

Transportkosten verschiedener Verfahren bezogen auf die Tonne Frischmasse



Rohstoffbezug aus der Region als entscheidender Wettbewerbsfaktor

K.GREENTECH

Abbildung 25: Zusammenhang zwischen Transportweg und -kosten



Solarthermie

Die Strahlung der Sonne kann nicht nur mittels Photovoltaikanlagen zu Strom, sondern auch über sogenannte thermische Solaranlagen in Wärme umgewandelt werden. Technisch haben sich die Aufdachanlagen besonders bewährt. Die Sonnenkollektoren werden dabei optimal zur Sonne ausgerichtet, wobei die langwelligen Strahlen von einem Sonnenkollektor absorbiert und an ein Wärmeträgermedium abgegeben werden. Solarthermische Anlagen laufen vollautomatisch und können unproblematisch in bereits vorhandene Warmwasser- und Heizungssysteme eingebunden werden.

Die Solarthermie wird überwiegend im privaten Sektor zum Einsatz kommen, da im industriellen Sektor die Energiedichte zu gering wäre. Der Grund liegt darin, dass Prozesswärme meist wesentlich höhere Temperaturen verlangt als durch Solarthermie hierzulande erzeugt werden kann. Potenziale der Solarthermie finden sich daher im Gebiet der Hansestadt Lübeck vor allem in den Außenbezirken, die eine dichte

Besiedelung aufweisen. Durch die Solarthermie kommt es häufig zu gewissen Flächenkonkurrenzen mit den ebenfalls auf dem Dach montierbaren Photovoltaikanlagen. Wird aber davon ausgegangen, dass der Wärmebedarf der Gebäude durch energetisch optimierte Bauweisen und eine zunehmende Sanierungsrate sinkt und zusätzlich die Solarthermie je Dach nicht über den eigentlichen Wärmebedarf hinausgebaut werden sollte, ist eine parallele Betriebsweise mit Photovoltaikmodulen gut durchführbar. Im Eigenverbrauchsmodell wird der eigene Wärmebedarf durch die eigenen Anlagen (weitestgehend bzw. bilanziell) gedeckt. Eventuell überschüssige Energie kann entweder gespeichert oder zukünftig durch innovative Smart Thermogrids in direkter Umgebung an Nachbarn abgegeben werden.

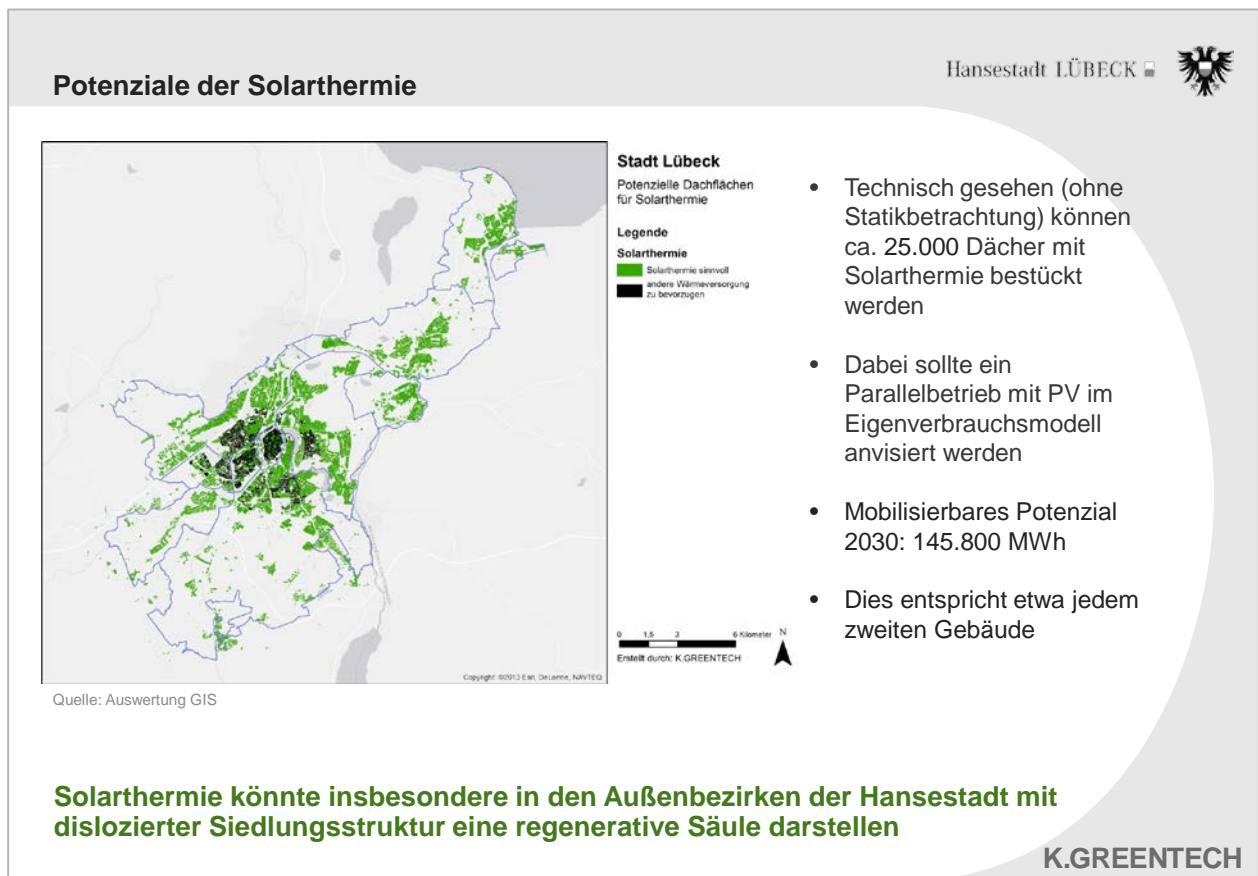


Abbildung 26: Karte der Potenziale für Solarthermie

Abbildung 26 zeigt eine Einteilung der Gebäude nach einer Eignung für Solarthermie. Gerade Gebäude in den historischen Teilen der Altstadt und solche mit weniger geeigneter Architektur und Denkmalschutz wurden vorerst als eher ungeeignet deklariert wäh-

rend vor allem kleinere und neuere Gebäude sehr gut für die Nutzung der Solarthermie geeignet sind.

Das mobilisierbare Potenzial berücksichtigt nur Dachflächen, die über das wirtschaftliche Potenzial hinaus ausreichend Wärme erzeugen, um mehr als nur kostendeckend betrieben werden zu können; eine Berücksichtigung der gleichzeitigen Nutzung mit Photovoltaik wirkt darüber hinaus senkend auf das Potenzial. Entsprechend liegt das mobilisierbare Potenzial für Solarthermie in der Hansestadt bei überschlagsmäßig bei ca. 145.800 MWh im Jahr 2030. Bis zum Jahr 2050 könnte dieses Potenzial auf rund 200.000 MWh ausgebaut werden. Der Fokus liegt hierbei auf der Energiebereitstellung für Warmwasser und zusätzlich – falls in aktuelle und später in neue Heizungsanlagen integrierbar – zur Raumwärmebereitstellung.

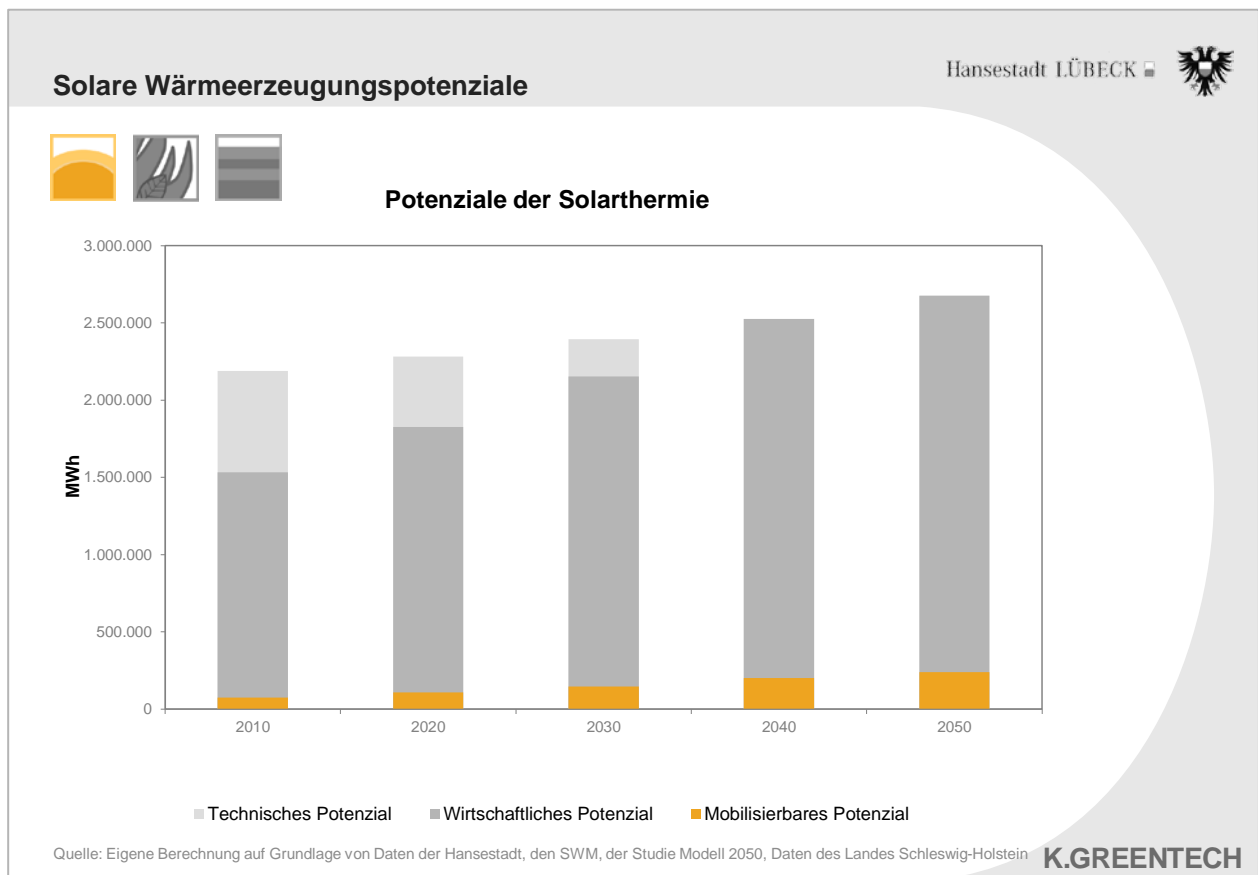


Abbildung 27: Wärmeerzeugungspotenziale der Solarthermie



Geothermie

Die Geothermie gilt als wichtige regenerative Energiequelle, denn sie lässt sich klimaschonend und zugleich umweltfreundlich fördern. Geothermiefpotenziale sind grundsätzlich in jeder Tiefe und an jeder Stelle vorzufinden, jedoch steigt die Ergiebigkeit temperaturbedingt mit zunehmender Tiefe. Aus diesem Grund unterscheidet sich die Geothermie in oberflächennahe und Tiefengeothermie. Wo die geothermale Stromerzeugung maßgeblich an eine ausreichend hohe Temperatur gekoppelt ist, lässt sich Wärme aus jeder Tiefe beziehen. Gegebenenfalls muss vor allem bei der oberflächennahen Geothermie eine Wärmepumpe zwischengeschaltet werden, um die aus dem Erdreich gewonnene Wärme auf ein höheres Temperaturniveau zu heben. Oberflächennahe Geothermie eignet sich daher besonders für dezentrale Lösungen in einzelnen Haushalten.

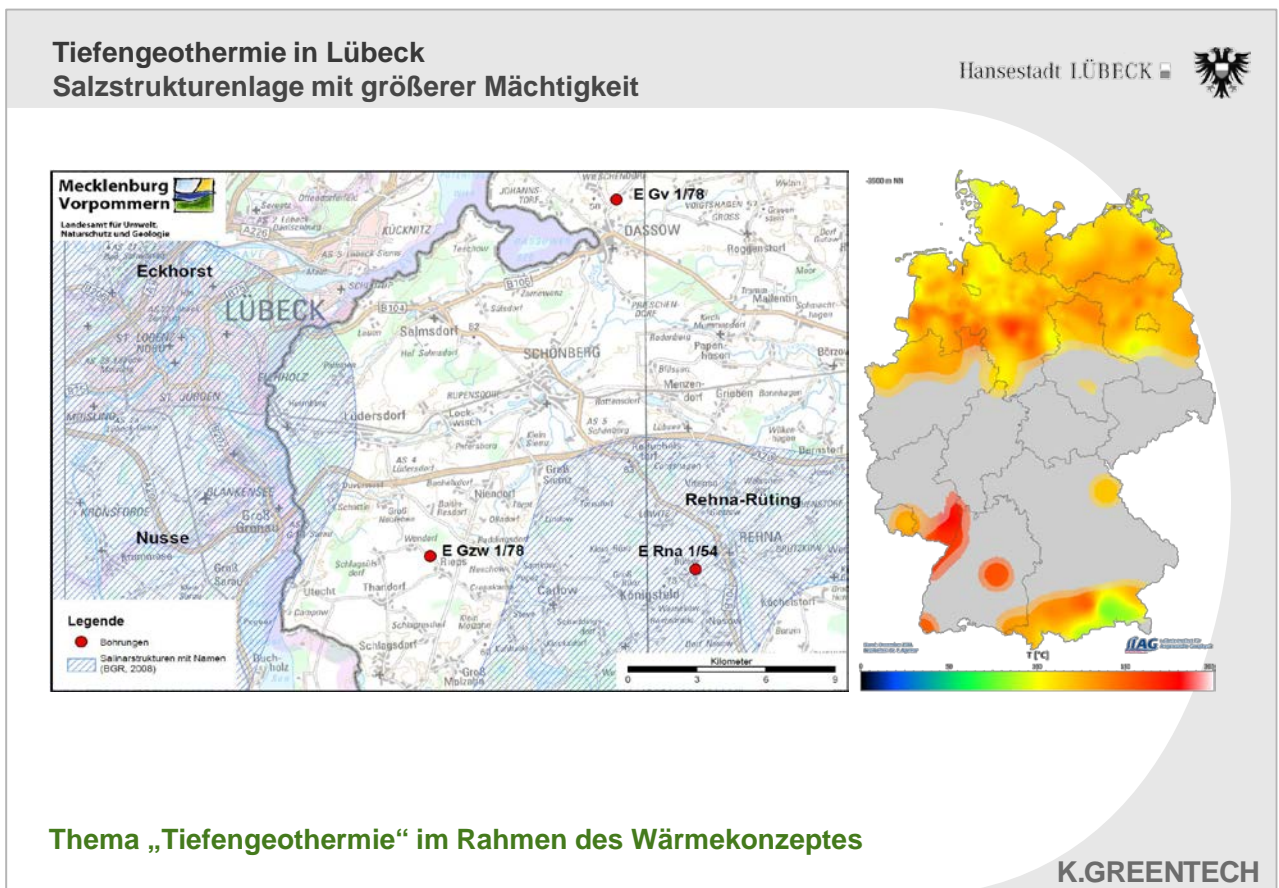


Abbildung 28: Tiefengeothermie in Lübeck

Die Tiefengeothermie hingegen hat großmaßstäblichen Charakter, was durch einen extrem hohen Erschließungsaufwand (z.B. mehrere Kilometer tiefe Bohrungen) sowie die

dadurch entstehenden Investitionskosten bedingt ist. Da ungünstige geologische Voraussetzungen die Bohrung für die Tiefengeothermie verhindern können, ist die Beschaffenheit des Untergrundes ausschlaggebend. Die Möglichkeit zur Kraft-Wärme-Kopplung kann hier mit zunehmender Tiefe und Temperatur gegeben sein. Wärmeabnehmer können mittels Wärmenetze angeschlossen werden.

Das Norddeutsche Becken, in welchem auch die Hansestadt Lübeck liegt, besteht oberhalb von 5.000 m Tiefe aus einer bis zu 2.000 m dicken Schicht von Gestein vulkanischen Ursprungs. Darunter befinden sich Sedimente, die als Porenspeicher für die geothermale Nutzung von besonderem Interesse sind. Die Tiefenwässer in dieser Region sind geprägt von hohen Salz- und Eisengehalten¹⁵.

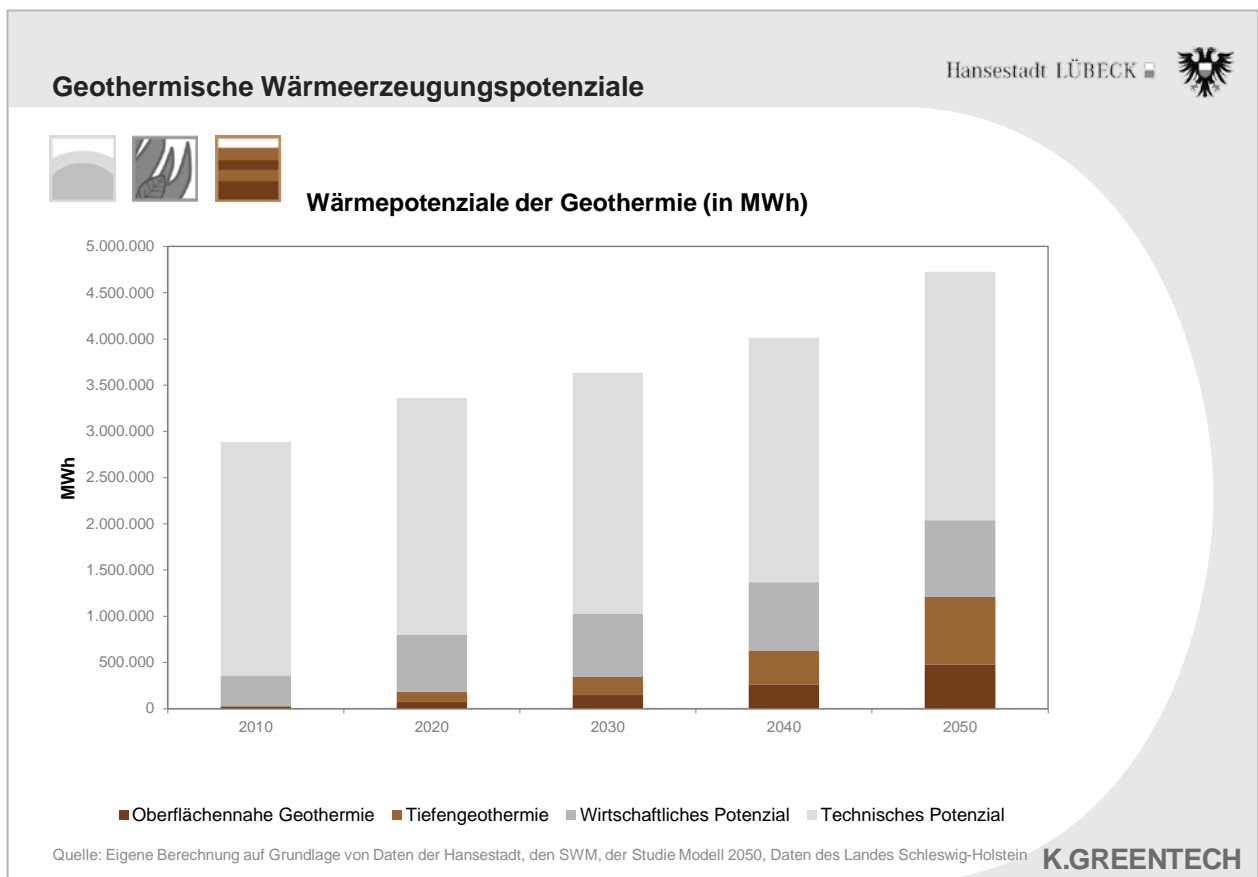


Abbildung 29: Wärmeerzeugungspotenziale der Geothermie

Das mobilisierbare Potenzial der oberflächennahen Geothermie in der Hansestadt kann bis zum Jahr 2050 ca. 500.000 MWh betragen. Zusammen mit der Tiefengeothermie kann sich die Wärmeerzeugung bis zum Jahr 2050 sogar auf über 1.000 GWh steigern.

¹⁵ TUM 2012: Umweltgeologie/ Nutzung regenerativer Technologien

Aus Abbildung 20 wird ersichtlich, dass im Innovationsszenario der Wärmebedarf für Lübeck bis zum Jahr 2040 zu 20 bis 30 % aus der Tiefengeothermie und damit aus erneuerbaren Energien bereitgestellt werden könnte. Dies setzt jedoch das engagierte Vorantreiben des Ausbaus der Geothermie voraus – gerade bei der Tiefengeothermie sind hier noch wichtige Schritte zu gehen (vgl. Maßnahmenbaustein Tiefengeothermie – Erste Bohrung mit Bundesland, Stadtwerken und Forschungspartnern).

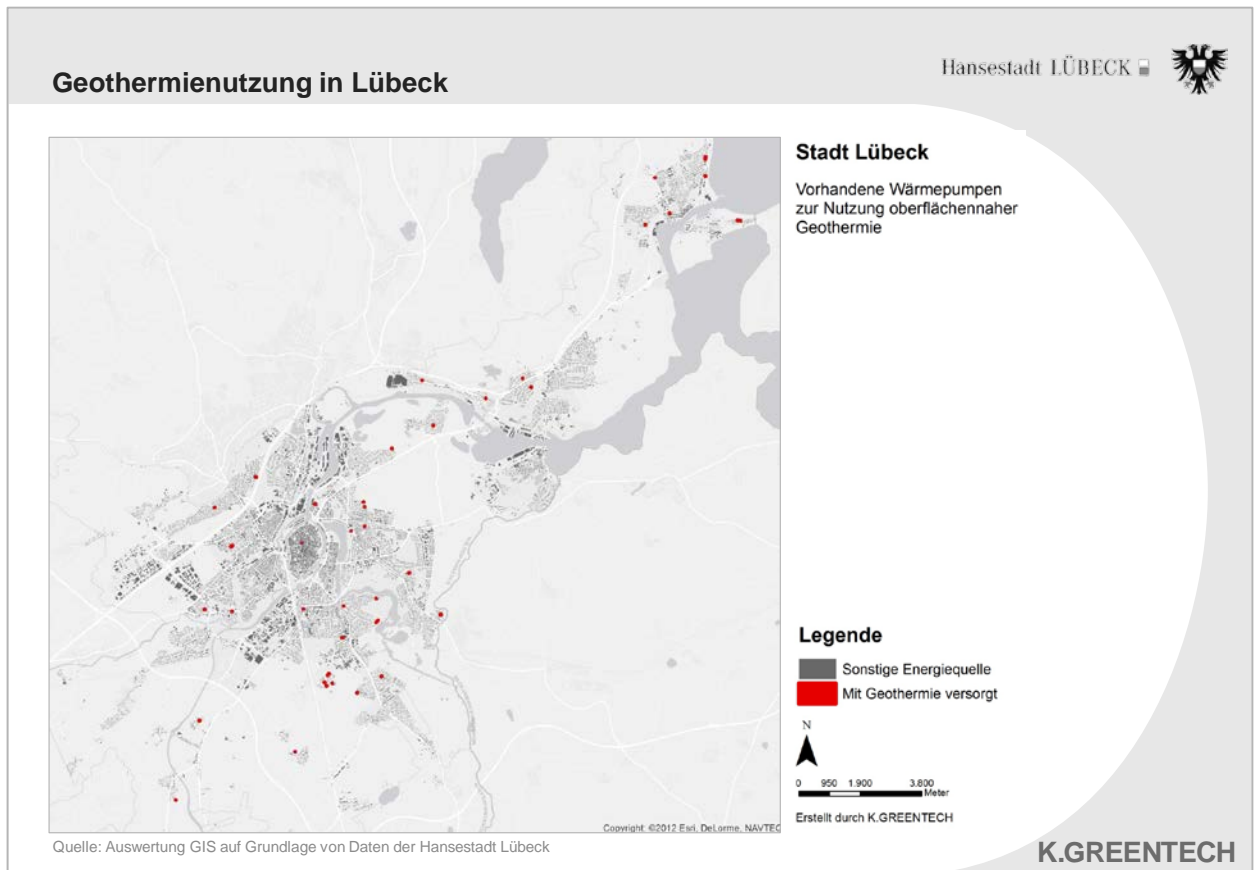


Abbildung 30: Geothermienutzung in Lübeck (Wärmepumpen)

3.2. Konzeptempfehlung

Die allgemeinen Rahmenbedingungen und konkreten Charakteristika in Lübeck, die in den vorangegangenen Kapiteln beschrieben wurden, stellen nun die Grundlage für einen „Masterplan Wärme“ dar, der die passenden Bausteine aus einem Werkzeugkasten zusammenstellt, um die gesetzten Ziele im Klimaschutz zu erreichen. Gerade die Lübeck-spezifischen Kennzahlen und die Struktur der Stadt geben den Rahmen für das weitere Vorgehen vor. An dieser im Folgenden genannten zentralen Strategie sollten sich alle Handlungen in der Hansestadt orientieren.

Die Grundstoßrichtung der Handlungsempfehlungen für Lübeck sollte sein, dass der Wärmebedarf durch geeignete Maßnahmen reduziert wird. Der – aus ökonomischen Gründen – verbleibende Rest eignet sich besonders, um mittels netzbasierter Infrastrukturen bereitgestellt zu werden. In Gebieten ohne Wärmenetzeignung, also Gebiete mit geringer Wärmedichte (vgl. Abbildung 11), sollten energetische Effizienzprogramme angestrebt werden.

Das Wärmenetz kann mittelfristig dann auch in weitere Gebiete ausgeweitet werden, sofern eine Wirtschaftlichkeit vorliegt. Das Gesamtsystem aus erweitertem Wärmenetz und den dazugehörigen Kraftwerken kann über eine „smarte“ Steuerung zentral geführt und kontrolliert werden. Diese Steuerung könnte z.B. Bedarfsprognosen, Kraftwerksfahrpläne und den Einsatz von Wärmespeichern betreffen.

Kurz- bis mittelfristig sollte die Substitution des Energieträgers Heizöl angestrebt werden, vor allem durch Fernwärme und (zumindest kurzfristig) Erdgas. Je nach Lage und infrastruktureller Ausgangssituation kann dies mit dem jeweils sinnvolleren Energieträger und unterschiedlichen Versorgungskonzepten geschehen.

Die auftretenden Investitionskosten der einzelnen Maßnahmenbausteine sind bis auf die, die die Liegenschaften der Hansestadt selbst betreffen, nicht von der Hansestadt selbst zu tragen.

Indem die genannten Maßnahmen umgesetzt werden, können die gesteckten Ziele zur Reduzierung der THG-Emissionen mittelfristig erreicht werden. Dies gelingt jedoch nur, wenn der Klimaschutz sich in allen Sektoren der Stadt verfestigt hat, also auch die fachlichen und lokalen Akteure (die Bürger) für den Klimaschutz mobilisiert werden können.

Welche Bausteine für das Wärmekonzept der Hansestadt vorgeschlagen werden, um sowohl die Reduktion des Wärmebedarfs, die Steigerung der Effizienz, den Ausbau der Erneuerbaren Wärme und die Mobilisierung der Akteure zu erreichen, wird im folgenden Kapitel detailliert dargestellt und mit einigen für die Hansestadt entscheidenden Kennzahlen beziffert. Die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen ist in Einzelfällen unter heutigen Rahmenbedingungen nicht gegeben, es wird aber davon ausgegangen, dass diese mittelfristig erreicht wird. Dazu zählt unter anderem die Tiefengeothermie.

3.3. Einzelbausteine

Zur Gliederung der einzelnen Bausteine des Gesamtkonzepts wurden die im vorangegangenen Kapitel genannten drei Handlungsfelder definiert und die Maßnahmen zugeordnet:

1. Wärmeeinsparung im Gebäude (Nr. 1 bis 3)
2. Effizienz in der Wärmebereitstellung (Nr. 4 bis 7)
3. Erzeugung von Wärme mittels erneuerbarer Rohstoffe (Nr. 8 bis 12)

Nr.	Maßnahme
1	Erstellung Quartierskonzept
2	Systematische Optimierung und Wärmenetzanschluss der eigenen Liegenschaften
3	Informationsoffensive für Haushalte zum Energiesparen
4	Infoprojekt Heizölsubstitution durch Erdgas
5	Abwärmekataster mit IHK
6	Mehr Kraft-Wärme-Kopplung in der Wärmeerzeugung
7	Förderprogramm Optimierung der Heizungseinstellung – Hydraulischer Abgleich
8	Neue Wärmenetze/ Wärmeinseln ausbauen
9	Smart Thermogrid – Wärmenetzringschluss sukzessive umsetzen
10	Geothermie – Erste Bohrung mit Land, Stadtwerken und Forschungspartnern
11	Biomasse/ Biogas – Erzeugung von Wärme/ Biomethan mit Landkreis/ Umlandgemeinden: Potenzialstudie
12	Solarthermie – Infoinitiative mit Handwerk

Tabelle 1: Übersicht über die Maßnahmenbausteine

Die Maßnahmen werden nun einzeln vorgestellt und ihr Bezug zu Lübeck herausgearbeitet, sodass im Anschluss eine Priorisierung der Maßnahmen vorgenommen werden kann.

Erstellung Quartierskonzept

Im Rahmen des Dreisprungs „Einsparung, Effizienz, erneuerbare Energie“ kann hinsichtlich eines sogenannten Quartierskonzeptes ein Abgleich von Wärmeangebot und -nachfrage sowie Strombedarfen und Stromerzeugung erfolgen. Das Quartierskonzept entsprechend den Förderrichtlinien des KfW-Förderprogramms 432 sieht eine detaillierte Untersuchung eines Quartiers auf seine energetischen Charakteristika vor, mit einer anschließenden Ermittlung möglicher Potenziale der Reduzierung von Energiebedarf und CO₂-Emission. Nach der Identifizierung eines oder mehrerer Quartiere werden ein energetisches Leitbild sowie konkrete Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung energetischer Sanierungsmaßnahmen erarbeitet. Ein großer Schwerpunkt liegt dabei auf der Kommunikation und der Beteiligung relevanter Akteure sowie der Bürger des gewählten Quartiers. Dementsprechend ist von Anfang an auf einen möglichst transparenten Beteiligungsprozess zu achten (vgl. Abbildung 31).

Die Erstellung eines Quartierskonzeptes ist in verschiedene Phasen untergliedert. In der ersten Phase gilt es, das geeignete Quartier zu identifizieren. Zu den grundlegenden Schritten zählt hier die Sichtung von Bebauungsplänen, die Ermittlung der Strom- und Wärmebedarfe, deren lokale Erzeugungspotenziale oder die Erfüllung übergeordneter sozialer und wirtschaftlicher Eignungskriterien (vgl. Abbildung 32). Konnte ein Quartier in der vorbereitenden Phase ermittelt werden, beginnt die gebäudescharfe Analyse innerhalb des Quartiers. Diese umfasst neben der Befragung der Eigentümer, Mieter und Akteure auch eine Datenerhebung zu exakten Verbrauchszahlen, dem Alter der Heizungsanlagen, eingesetzten Rohstoffen sowie zur Sanierungsbereitschaft. Darauf aufbauend können erste Ableitungen hinsichtlich der ausgestoßenen Treibhausgase und der möglichen geeigneten Maßnahmen an den einzelnen Gebäuden formuliert werden. Im letzten Schritt werden detaillierte und umsetzungsreife Quartiersmaßnahmen unter Einbeziehung der Infrastruktur erarbeitet.

Dazu gehören beispielsweise Wirtschaftlichkeitsberechnungen für die Realisierung von Wärmenetzen oder der Einsatz von (Mini-)Blockheizkraftwerken (BHKW). Außerdem werden Lösungswege für etwaige Umsetzungshemmnisse aufgezeigt. Hinsichtlich der Konzeptionierung der Maßnahmen ist es überaus wichtig, diese im Gesamtkonzept passend zum Stadtcharakter zu wählen und auf eine umsetzungsorientierte Ausführungsweise zu achten.

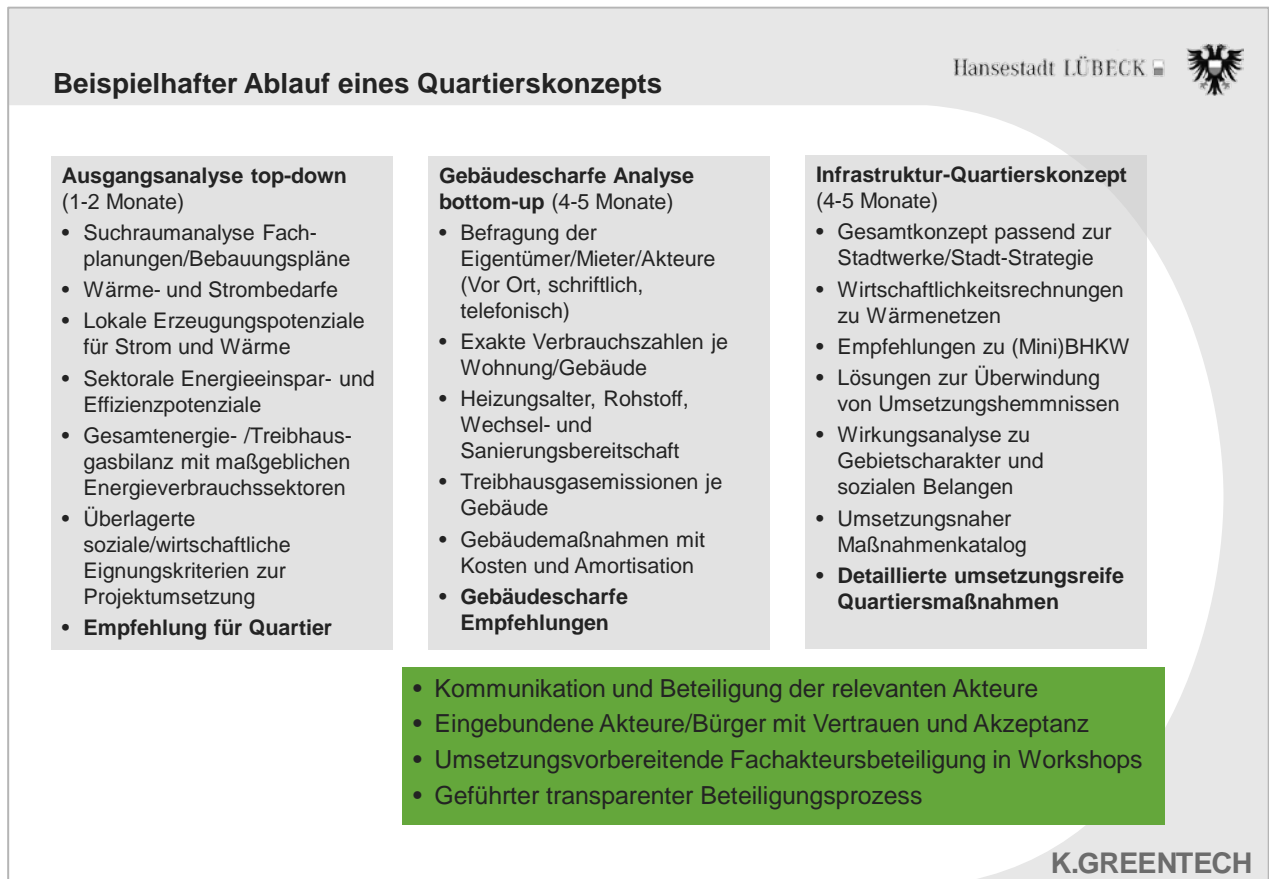


Abbildung 31: Beispielhafter Ablauf eines Quartierskonzepts

Je nach Umfang der Maßnahmen zur Sanierung und Energieverbrauchsreduktion kann die Förderquote bis zu 65 % betragen. Die erforderlichen Inhalte des Quartierskonzeptes werden dabei von Seiten des Fördermittelgebers festgelegt. Zusätzlich zur Konzepterstellung ist auch die Förderung eines Sanierungsmanagers möglich, welcher die Durchführung und Umsetzung des Konzepts begleiten soll.

Da in diesem Projekt als Ergebnis konkrete Sanierungsfahrpläne für einzelne Gebäude entstehen sollen, dient das Quartierskonzept auch dazu, die Sanierungsquote der Hansestadt Lübeck zu erhöhen. Bei ca. 44.000 Gebäuden und einer Sanierungsquoten-

steigerung von 1 % auf 2 % müssten jährlich 440 zusätzliche Gebäudesanierungen angestoßen werden. Ein Quartierskonzept mit 100 Gebäuden kann davon bereits einen gewichtigen Anteil beisteuern.

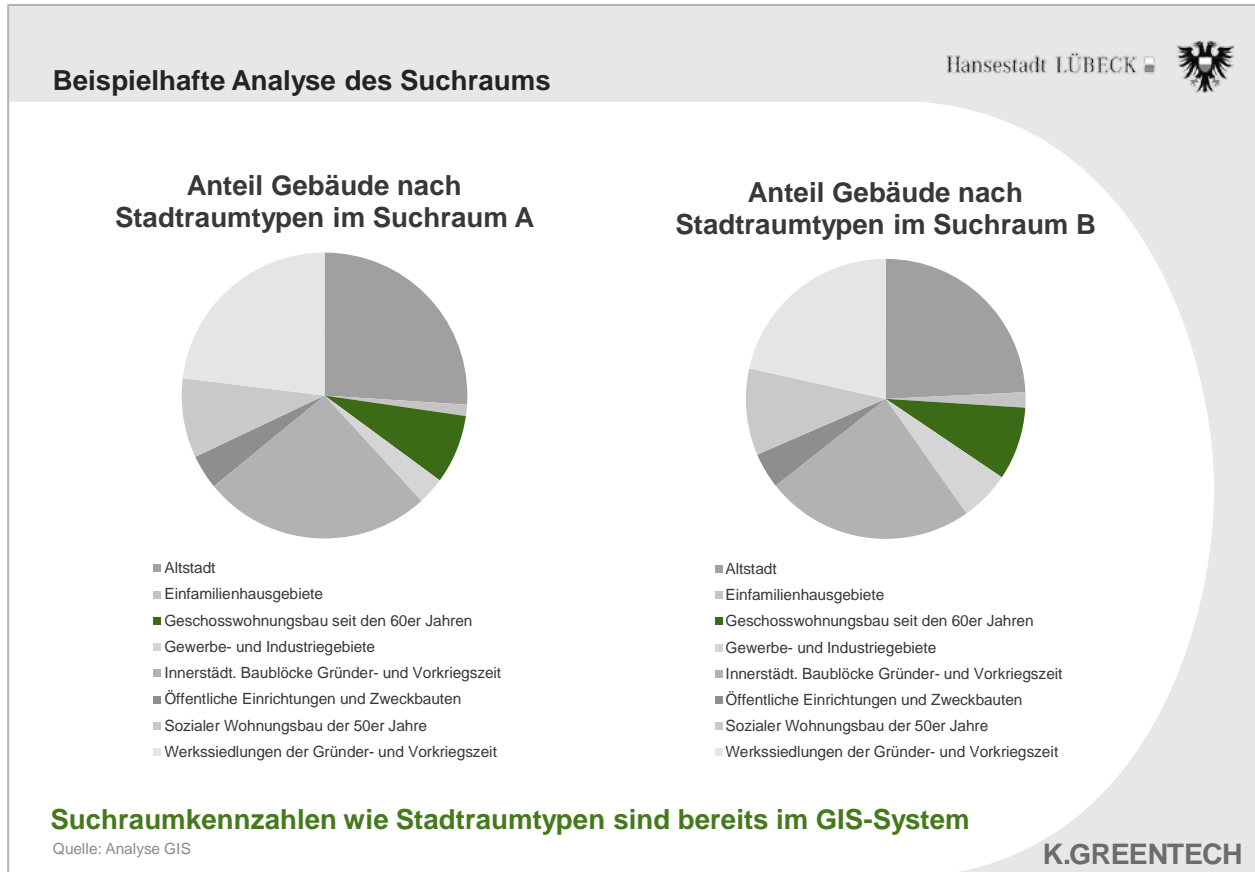


Abbildung 32: Beispiel für Suchraumanalyse

Zudem gilt es, in diesem Klimaschutzteilkonzept Wärme die Sondierung von Gebäuden in benannten baulichen Problemvierteln voranzutreiben, um den genauen Umfang des Projektes fest zu legen. Lübeck soll als attraktiver Wohnstandort gesichert werden, indem nachhaltig qualitativ hochwertige und den energetischen Standards entsprechende Wohnungen und Gebäude angeboten werden.

Neben der Prüfung auf Sanierungsmöglichkeiten ist die neutrale Prüfung von Versorgungsvarianten und die Ermittlung des Fern- und Nahwärmeausbaupotenzials ein weiterer Schwerpunkt des Projektes (vgl. Bausteine Neue Wärmenetze/ Wärmeinseln ausbauen und Tiefengeothermie – Erste Bohrung mit Bundesland, Stadtwerken und Forschungspartnern).

Die Einbeziehung der Lübecker Hauseigentümer und Mieter sowie großer Gebäudeeigentümer wie den Wohnbaugesellschaften ist für eine faire Beteiligung ein Pflichtbestandteil des Projektes. Hier werden Vertrauen und Transparenz aufgebaut und nicht zuletzt neue Sanierungen angeregt. Zusätzlich zu den betroffenen Eigentümern und Mietern sind lokale Handwerker als Partner einzubeziehen, da sie als Realisatoren massiv von Aufträgen profitieren können und somit auch die lokale Wirtschaft unterstützt wird.

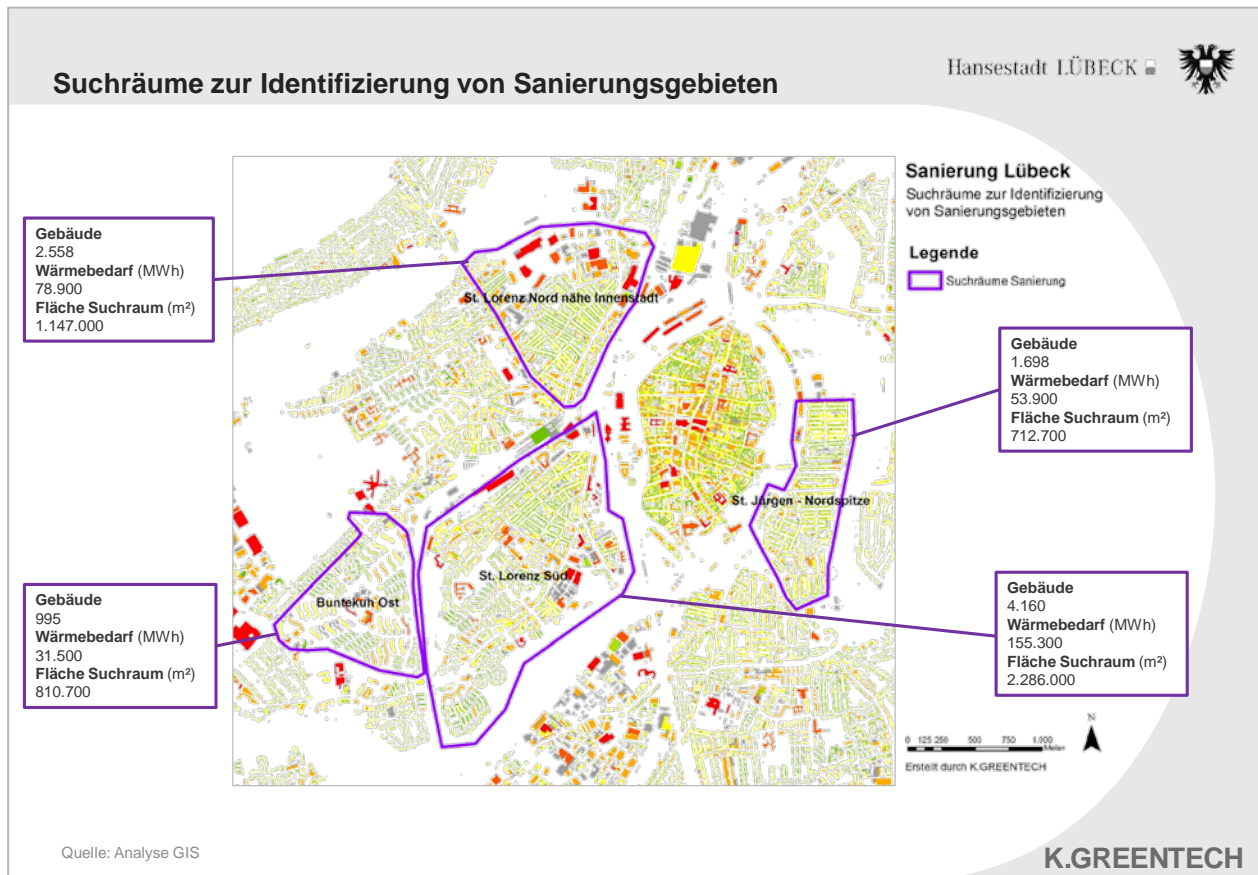


Abbildung 33: Suchräume für Quartierssanierung in Lübeck

Beispielhafte Berechnungen zur regionalen Wertschöpfung:

Bei 100 Gebäuden im Quartier und 50 zusätzlichen Sanierungen à 80.000 € bleiben ca. 70 % der gesamten 4 Mio. €, also 2,8 Mio. €, als lokale Wertschöpfung. Davon verbleiben als Gewinn (ca. 15 %) 420.000 € beim lokalen Handwerk, davon wiederum ca. 20 % als Ertragssteuern zusätzliche 84.000 € für die Stadtkasse.

Ein Quartierskonzept kostet je nach Größe des Umgriffs ca. 80.000 bis 100.000 €, davon kann 65-85 % die KfW über das Programm 432 fördern.

Sollten durch ein Quartierskonzept 150 Gebäude energetisch saniert werden, könnte das zu einer THG-Einsparung von ungefähr 1.580 t CO₂ führen.

Nächste Handlungsschritte der Stadt:

- Antrag bei der KfW stellen
- Kofinanzierung sichern
- Ausschreibung durchführen
- Multiplizierung des Projektes in anderen Vierteln/ Quartieren in Folgejahren

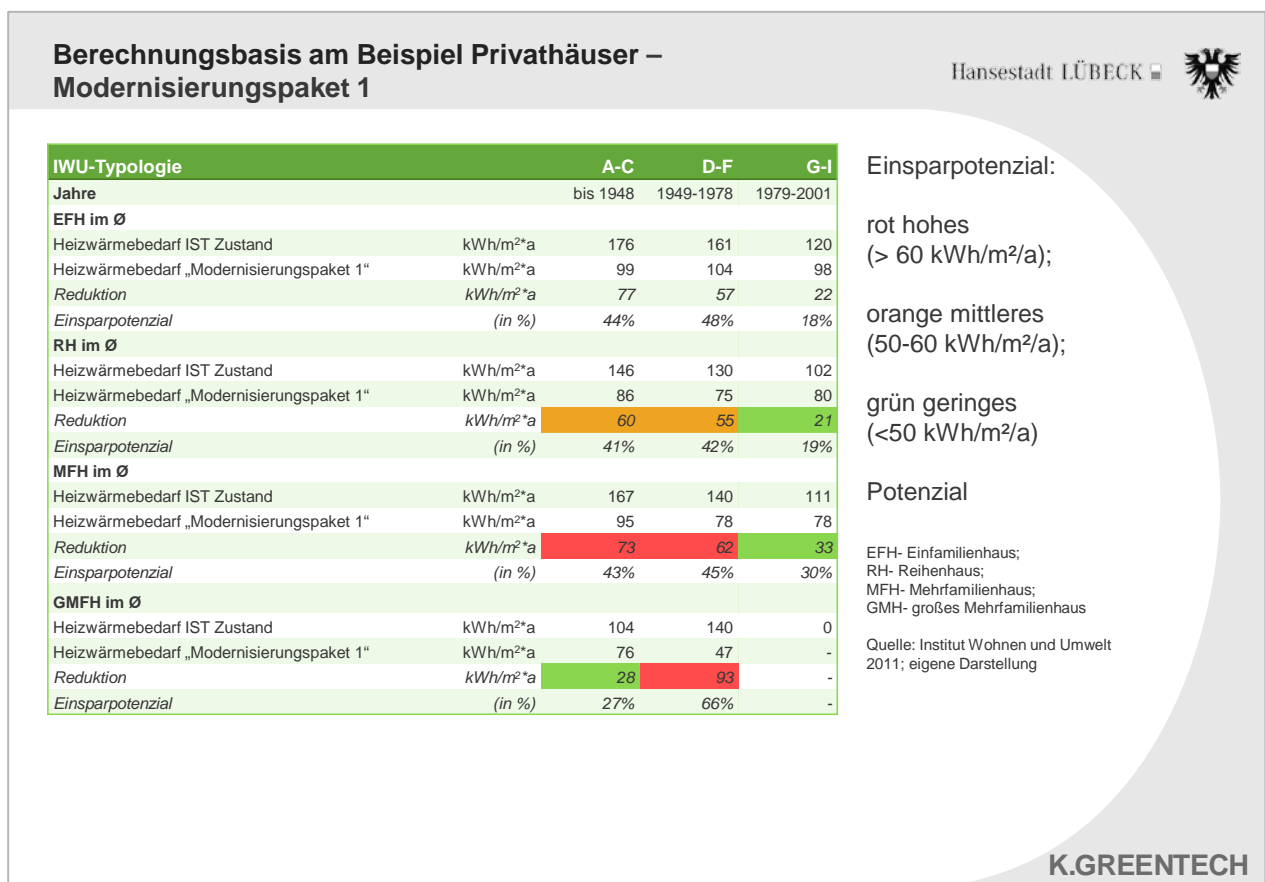


Abbildung 34: Beispiel für Berechnungen zur Modernisierung von Gebäuden

Optimierung und Wärmenetzanschluss der eigenen Liegenschaften

Die Stadtwerke Lübeck Netz GmbH betreibt Wärmenetze, um im Wirtschaftsraum Lübeck Haushalte und Unternehmen mit Wärme zu beliefern. Demnach bestehen bereits 1.475 Netzanschlüsse mit einer Leitungslänge von 125 km, Hausanschlüsse nicht mit eingerechnet¹⁶. Die Stadt Lübeck könnte auch weiterhin eine Vorbildfunktion durch proaktives Handeln bei der Energieversorgung der eigenen Liegenschaften einnehmen, indem weitere Liegenschaften hinsichtlich eines potenziellen Fernwärme-Netzanschlusses geprüft werden. Weiter sollte ein Übergang von fossilen Energieträgern hin zu erneuerbaren Energien vollzogen und neue Potenziale ermittelt werden. Zu nennen seien an dieser Stelle beispielsweise die Identifikation weiterer Abwärmepotenziale aus der Industrie (vgl. hierzu Baustein Abwärmekataster mit der IHK) oder der Nutzung von Klärgas.

Es ist empfehlenswert, bei der Netzinfrastrukturweiterung ein sukzessives Vorgehen anzuwenden und dementsprechend einen konkreten Handlungsplan zu entwickeln. Ein Anschluss kann zunächst bei öffentlichen Liegenschaften in Erwägung gezogen werden. Hier herrscht in der Regel ein höherer und zum Teil auch gleichbleibender Wärmebedarf. Weiterhin können diese Gebäude eine Vorreiterrolle übernehmen und auch private Haushalte von einem Anschluss überzeugen. Es ist in Betracht zu ziehen, die Identifikation geeigneter Anschlussgebäude auf deren gegenwärtige Anlagen zur Wärmegewinnung bzw. Heizanlagen zu konzentrieren. Werden diese auf konventionelle Art betrieben und sind bereits älter, so kann ein zeitnaher Umtausch in neuere Anlagen oder ein Anschluss an das Wärmenetz angedacht werden. Gebäude mit neuwertigeren Anlagen und einer längeren Laufzeit könnten dabei vorgemerkt und nach Ablauf einer gewissen Frist wieder für einen Netzanschluss in Betracht gezogen werden. Als begleitende Maßnahmen sollten regelmäßige Datenerhebungen zum Energieverbrauch stattfinden, Energieeinsparmaßnahmen und Gebäudeanalysen geplant und durchgeführt und die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien koordiniert werden.

¹⁶ Stadtwerke Lübeck: Netzdaten

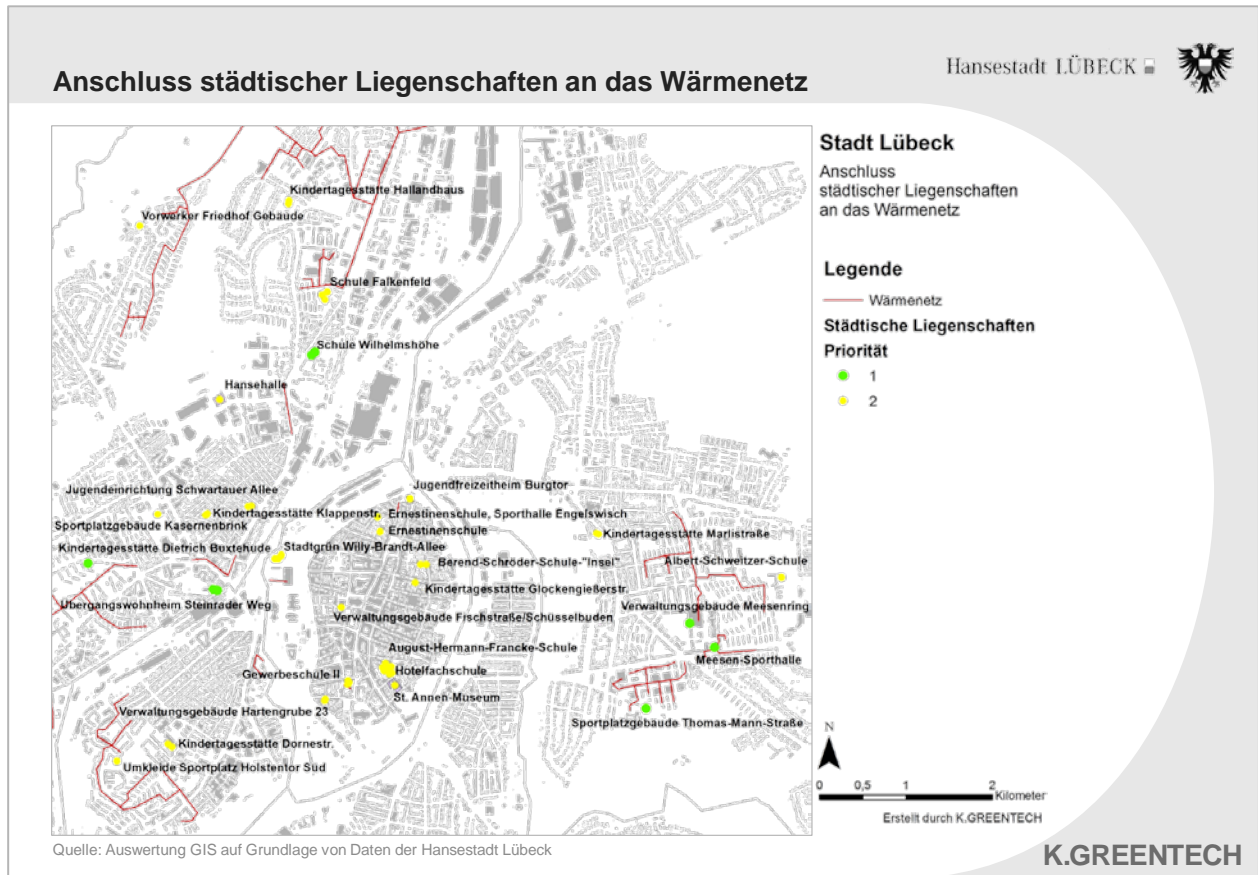


Abbildung 35: Städtische Liegenschaften im Kontext vorhandener Wärmenetzen

Mit einer Zunahme der Anschlussquote ließe sich nicht nur die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen wie Heizöl oder Erdgas abbauen, sondern zugleich durch den gesteigerten Anteil an erneuerbaren Energieträgern ein wertvoller Beitrag zum Klimaschutz verbuchen. In der heutigen Zeit gibt es eine Vielzahl marktfähiger Heiztechniken, die im Sinne der Energieeinsparung durch höhere Wirkungsgrade eine wesentlich effizientere Arbeitsweise bieten. Bei einem Anschluss an ein Wärmenetz entfällt eine Heizanlage, es muss lediglich eine Übergabestation mit Wärmetauscher eingerichtet werden.

Sollte die Heizungsanlage im normalen Turnus ausgetauscht werden, fallen in der Regel nicht mehr zusätzliche Kosten an als in jedem Fall nötig. Ist jedoch der vorzeitige Austausch einer Heizungsanlage gewünscht, muss mit entsprechenden Investitionen gerechnet werden, z.B. Großheizanlagen für öffentliche Gebäude mit einigen Zehntausend Euro Kosten. Unter der Voraussetzung, dass die Arbeiten durch das lokale Handwerk erfolgen, kann von einem Gewinn für das lokale Handwerk (bei fünf Gebäuden) von ca. 40.000 € ausgegangen werden.

Ein größeres öffentliches Gebäude mit ca. 200.000 kWh Wärmebedarf im Jahr könnte durch den Ersatz einer angejahrten Heizungsanlage durch einen Fernwärmeanschluss ca. 18 t CO₂ pro Jahr.

Konkrete erste Schritte wären für die Hansestadt:

- Prüfung ihrer Liegenschaften auf Sanierungs-/ Austauschbedarf der Heizanlagen
- Identifizierung derjenigen Gebäude mit dem höchsten und vor allem einem im Jahresverlauf gleichmäßigen Wärmebedarf
- Abstimmung mit den Stadtwerken

Informationsoffensive für Haushalte zum Energiesparen

Es empfiehlt sich, dass die Hansestadt Lübeck im Anschluss an das Klimaschutzteilkonzept eine Informationsoffensive zu Themen wie Energieeinsparung und Effizienz im Haushalt startet. Ziel ist die Aktivierung von Bevölkerungsteilen, die noch nicht im Bereich Klimaschutz aktiv sind. Gerade die Mobilisierung bis jetzt noch nicht aktiver Bevölkerungsteile ist von großer Wichtigkeit, um den Erfolg der Lübecker Wärmestrategie sicherstellen zu können.

Die Umsetzung könnte sich so gestalten, dass die Stadt die Bürger in regelmäßigen Abständen über Möglichkeiten informiert, wie im Privatbereich Energie eingespart werden kann. Dies kann zum einen über regelmäßige Artikel in der Lokalpresse erfolgen, über aktuelle Beiträge und nützliche Links auf der Homepage der Stadt oder über eine Flyeraktion an öffentlichen Plätzen. Das Umweltamt kann dabei die Flyer erstellen, auf denen die wichtigsten Tipps und Tricks zum Thema Energiesparen aufgeführt sind sowie weitere Hinweise auf die Aktivitäten der Hansestadt im Klimaschutz.

Eine weitere Möglichkeit wäre, themenspezifische Flyer zu erstellen, die Musterrechnungen zum Thema LED-Lampen, Steckerleisten oder Fördermöglichkeiten von energetischen Sanierungen für Immobilienbesitzer beinhalten, da diese Themen für einen großen Teil der Bevölkerung direkte Vorteile bringen.

Viele Bürger sind sich heute noch nicht bewusst, in welchen Bereichen im privaten Haushalt der Energieverbrauch am höchsten ist. Wie Abbildung 3 zeigt, wird für die Bereitstellung von Raumwärme mit Abstand am meisten Energie aufgewendet. Durch die

Sensibilisierung gerade für die energieintensiven Bereiche hebt die Hansestadt das große Potenzial der aktiven Bürger, die sich nun ihrerseits um eine effiziente und nachhaltige Verwendung von Energie bemühen.

Eine sinnvolle Ergänzung zur Informationsvermittlung rein in Papierform sind Informationsveranstaltungen. Im Rathaus oder in anderen geeigneten kommunalen Gebäuden halten z.B. externe Referenten Vorträge zu Themen wie „Die Energieeinsparverordnung (EnEV) 2014“, „Optimale Fördermittelkombination zur Energieeinsparung“, „Photovoltaik und Eigenverbrauch“, „Mikro-Blockheizkraftwerke“ und viele weitere Themen, die von Relevanz für die Bürger sind und ihnen Vorteile bringen. Auch Musterrechnungen, die z.B. aufzeigen, mit welchen Sanierungsmaßnahmen wie viel Energie eingespart werden kann (vgl. hierzu Abbildung 36) oder inwiefern sich eine Photovoltaikanlage für den Eigenverbrauch rechnet, sind Themen, die erfahrungsgemäß viele Bürger ansprechen.

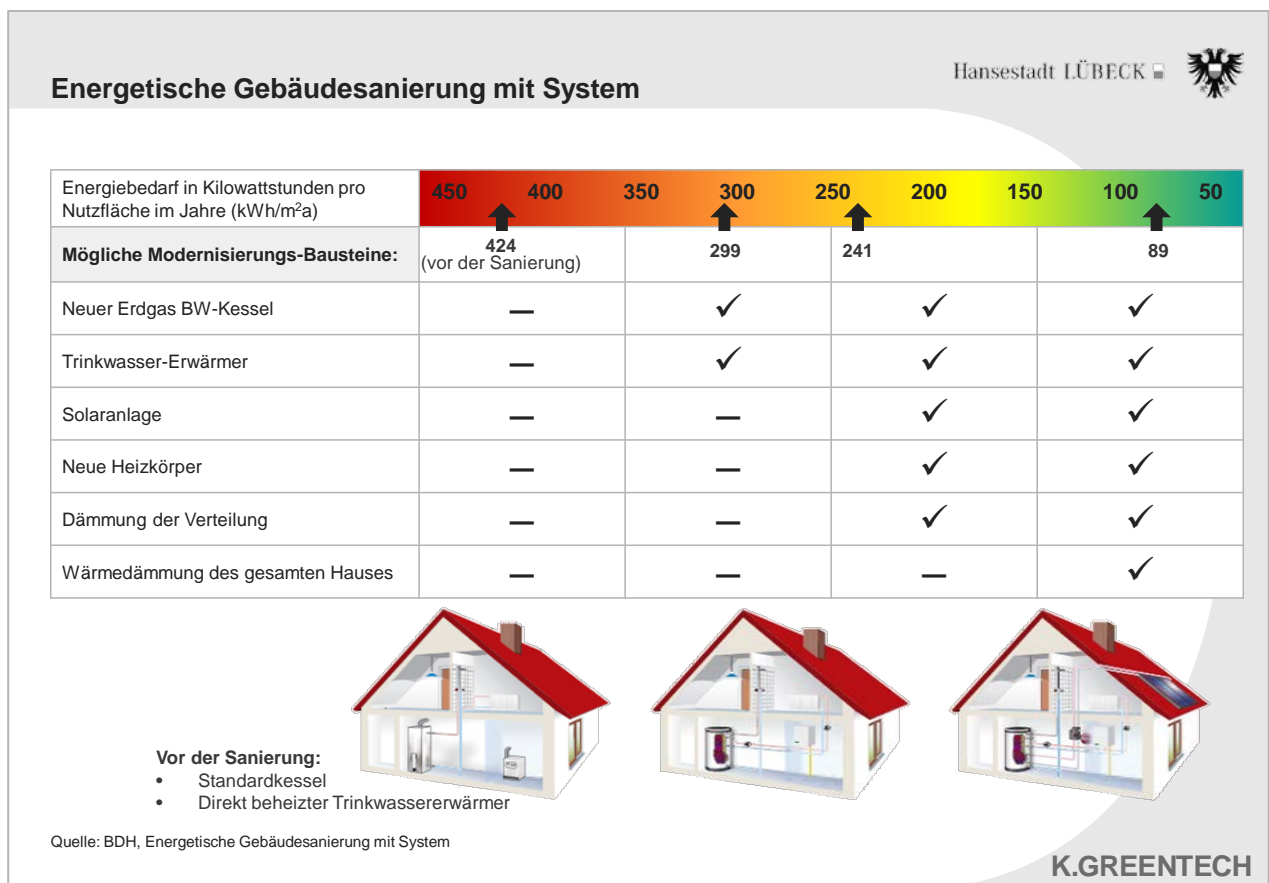


Abbildung 36: Energiespareffekt verschiedener Sanierungsmaßnahmen im Vergleich

Die Projektleitung übernimmt hier die Hansestadt Lübeck, die auch das Personal bereitstellt (Aktualisierung der Homepage, Verfassen der Zeitungsartikel, Entwurf der Flyer,

Vorbereitung der Veranstaltung) oder die Koordination mit anderen Stellen, die die Veranstaltungen organisieren können. Die Sachkosten beliefen sich bei der Flyeraktion auf wenige Hundert Euro für Papier und Druck. Die Referenten könnten ggf. auch stadintern sein. Ein direkter Vorteil für die lokale Wertschöpfung ist hier primär nicht erreichbar, sie wird jedoch in einem zweiten Schritt durch Projekte gestärkt, die die umweltbewussteren Bürger durch Aufträge an die Handwerker (Heizungsaustausch, Dämmung von Gebäuden, Fenstertausch) anstoßen. Die entsprechende Minderung der THG-Emissionen hängt vom jeweiligen Projekt ab (siehe z.B. Infoprojekt Heizölsubstitution durch Erdgas).

Die ersten Schritte für die Hansestadt wären dabei:

- Konzeption der Inhalte der Flyer und Veranstaltungen
- Koordination mit weiteren Akteuren als Referenten oder Projektbeteiligte
- Organisation von Ort und Zeitpunkt einer Aktion

Infoprojekt Heizölsubstitution durch Erdgas

Um Klimaschutz in der Wärmeversorgung zu forcieren und eine deutliche Reduktion des Finanzmittelabflusses zu erreichen, muss der Verbrauch von Heizöl reduziert werden. Bei dieser Art zu heizen sind die Emissionen hoch und die lokale Wertschöpfung gering.

Über eine Selektion der Gebäude am Erdgasnetz ohne Erdgasanschluss im GIS können die Zielobjekte identifiziert werden. Alle Daten liegen den Stadtwerken und der Stadt nach Abschluss dieses Klimaschutzteilkonzeptes vor.

Prophylaktisch muss eine Prüfung von Alternativen zum Heizöl als klimaschädlichste und teure Heizungsart erfolgen, um den Heizungseigentümern auch Wechselangebote unterbreiten zu können. Dazu würden sich finanzielle und ökologische Vergleichsrechnungen Heizöl-versus-Erdgas in der Innenstadt und Heizöl-versus-Wärmepumpe mit Solarthermie im Außenbereich anbieten. Diese Informationen müssen die Eigentümer von Heizölheizungen erreichen und davon überzeugen, zum entscheidenden Zeitpunkt eines Ölheizungsdefekts nun auf eine andere Heiztechnik wie Erdgas zu setzen.

Dazu sind seitens der Stadt Kampagnen, Veranstaltungen und Online-Informationen notwendig, welche mit Partnern wie Haus- und Grundeigentümervereinen an die Zielgruppe vermittelt wird. Ratsam scheint es auch, Memo-Zettel zu entwickeln, die die

Heizungseigentümer an ihre Anlagen heften, um dann – ggf. nach mehreren Jahren –, wenn die Heizung ersetzt werden muss, direkte alternative Ansprechpartner und Angebote zur Hand zu haben. Andersfalls steht zu befürchten, dass aus Zeitdruck direkt wieder eine Heizölheizung eingebaut wird.

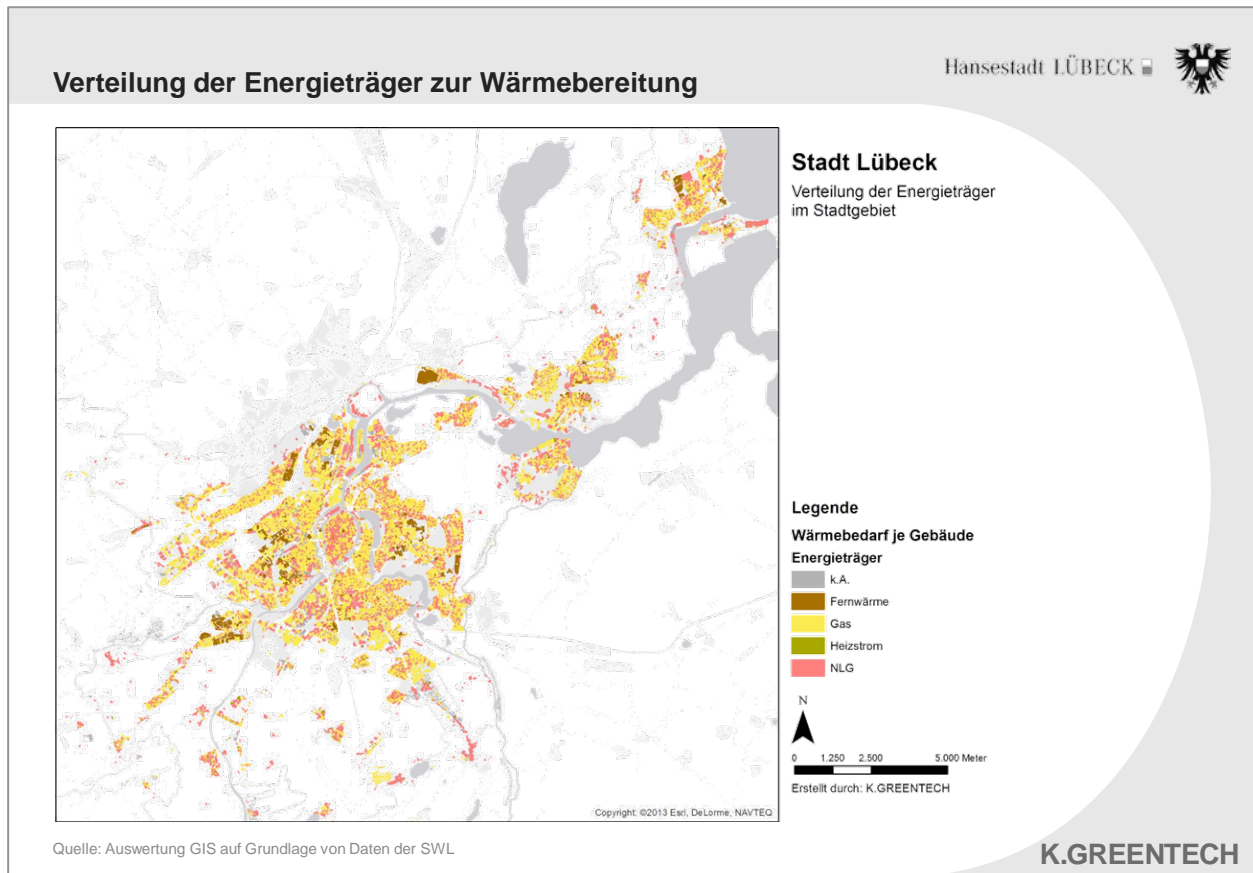


Abbildung 37: Heizungsanlagen je Energieträger in der Hansestadt

Berechnungen zur regionalen Wertschöpfung zeigen: Bei zusätzlichen Umstellern von Heizöl auf Erdgas bleiben je kWh statt 10 % von 10 Cent Heizölkosten ca. 50 % von 8 Cent Erdgaskosten in der Stadt (bei den Stadtwerken als größtem Lieferanten), d.h. bei durchschnittlichem Heizölverbrauch von 3.000 Liter je Umsteller sind dies 1.200 € zusätzliche lokale Wertschöpfung. Bei 100 Umstellern im Jahr würden also jährlich 120.000 € der lokalen Wirtschaft zugutekommen.

Die dadurch entstehenden THG-Einsparungen könnten sich auf ca. 180 t CO₂ pro Jahr bei 100 Umstellern belaufen – innerhalb von 10 Jahren also bis zu 1.800 t CO₂.

Nächste Handlungsschritte der Stadt:

- Bildung eines Projektteams mit Partnern

- Erstellung der Unterlagen und des Online-Infoportals
- Organisation von Veranstaltungen
- Öffentliche Berichte über gelungene Umstellaktionen und die daraus resultierenden Vorteile für die Heizungseigentümer

Abwärmekataster mit der IHK

Die Nutzung von Abwärme als kostenlose Wärmequelle wird momentan noch nicht aktiv untersucht und durchgeführt. Dabei ist eine Nichtnutzung der in jedem Fall verfügbaren Wärme ein verschenktes Potenzial.

Es ist davon auszugehen, dass an diversen Stellen unbekannte Mengen an Abwärme unterschiedlichster Temperatur und Konsistenz emittiert werden. Es gilt daher, zunächst eine Datengrundlage für eine Art Abwärmekataster zu erstellen und den Abgleich von Wärmeangebot und -nachfrage durchzuführen. Dies kann nicht top-down erfolgen, sondern nur bottom-up über eine Befragung von Unternehmen. Dabei ist der Vertrauensschutz zu gewährleisten und sicherzustellen, dass keine sensiblen unternehmensspezifischen Daten an Mitbewerber oder die Öffentlichkeit gelangen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, die IHK in Lübeck als vertrauenswürdigen Vermittler einzuschalten und die Befragung der Betriebe über die IHK laufen zu lassen.

Die Bewerbung der Befragung der IHK in Magazinen und Veranstaltungen der Wirtschaft wird helfen, eine gute Rücklaufquote zu erhalten, da dieser Akteur den Unternehmen bereits lange bekannt ist und nicht das Gefühl auftritt, die Daten in fremde, dritte Hände zu geben.

Die Befragung sollte folgende Elemente enthalten:

- Adresse
- Art und Menge
- Temperatur
- Medium
- Betriebszeiten

Sollten nutzbare Abwärmepotenziale identifiziert werden können, gilt es, diese entweder an Ort und Stelle einem nahe gelegenen Abnehmer zuzuführen oder intelligent in bestehende Versorgungsstrukturen zu integrieren. Bei bilateralen Treffen über die IHK als „Abwärme-Makler“ kann dann gezielt über Art und Menge der Abwärme sowie Technik und Vergütung gesprochen werden, ohne dass der Datenschutz gefährdet wird.

Abwärme
Hansestadt LÜBECK

- Abwärme ist Ausdruck von nicht geschlossenen Kreisläufen in der Produktion
- Sie kann als „erneuerbar“ bezeichnet werden
- Abwärme ist unsichtbar, die Potenziale sind versteckt
- Erfassung mittels Partner IHK Lübeck nach Ort, Mengen, Medien, Preisen usw.
- Suche nach passenden Abnehmern in wirtschaftlichen Systemen (Wärmenetzen)

IHK Lübeck

Fragebogen für die Nutzung/Verkauf von Abwärme aus Betrieben in Wärmenetzen mit wirtschaftlichem Nutzen

Die Hansestadt Lübeck erstellt gerade ein Konzept mit dem Ziel, die Wärmeverorgung in Zusammenarbeit mit möglichst allen Akteuren möglichst zukunftsfristig auszurichten. In diesem Zusammenhang kommt auch der Nutzung von Abwärme eine bedeutende Rolle zu.

Die IHK Lübeck unterstützt die Hansestadt dabei, mögliche Anbieter und Nutzer von Abwärme zusammen zu bringen. Wir bitten Sie deshalb, diesen Fragebogen an die fachlich zuständige Stelle in Ihrem Hause weiterzuleiten.

Für Rückfragen steht Ihnen ...

Wir danken Ihnen für die Ihre Unterstützung!

1. Bitte nennen Sie uns Ihre Kontaktdaten

Name des Betriebs: _____

Art des Betriebs/ Branche: _____

Anschrift: _____

Ansprechpartner: _____

Telefon: _____

Email: _____

2. Möchten Sie Abwärme nutzen oder anbieten?

2.1 Ja/Nein

2.2 Anbieten

Abwärmemengen können in intelligente Netze integriert werden
K.GREENTECH

Abbildung 38: Befragung zur Ermittlung der Abwärmepotenziale in Lübeck

Die sogenannte „Smartifizierung“ der Wärmenetze durch Speicher und eine intelligente Steuerung kann zusätzlich helfen, Abwärmemengen gezielt einzusetzen und abzurechnen. Dazu ist die Bildung eines Konsortiums der Stadtwerke mit der Industrie empfehlenswert, um Abwärmemengen auch vertraglich zusichern, da erst danach Investitionen in Technik sicher möglich sind. Diese Maßnahme ist Teil der Ermittlung des Fern- und Nahwärmeausbau-Potenzials in Gewerbegebieten (vgl. Baustein Neue Wärmenetze/ Wärmeinseln ausbauen).

Die entstehenden Kosten für die Hansestadt sind hierbei gering, wenn nicht sogar keine Kosten für die Stadt anfallen. Insgesamt fallen jedoch je nach Anschlussart (Netzaufbau)

und vorher notwendiger Aufbereitung der Wärme pro Abwärmequelle mehrere Zehntausend bis Millionen Euro an, die durch Aufträge lokalen Handwerkern und Unternehmen der regionalen Wirtschaft zugutekommen. Bei einer Investitionssumme von 100.000 € ergäbe dies einen Gewinn von ca. 15.000 €

In Abhängigkeit von der mobilisierten Wärmemenge kann eine Emissionsminderung erreicht werden. Die beispielhafte Wärmeeinspeisung von 10.000 MWh pro Jahr würde eine Einsparung von 2.850 t CO₂ mit sich bringen.

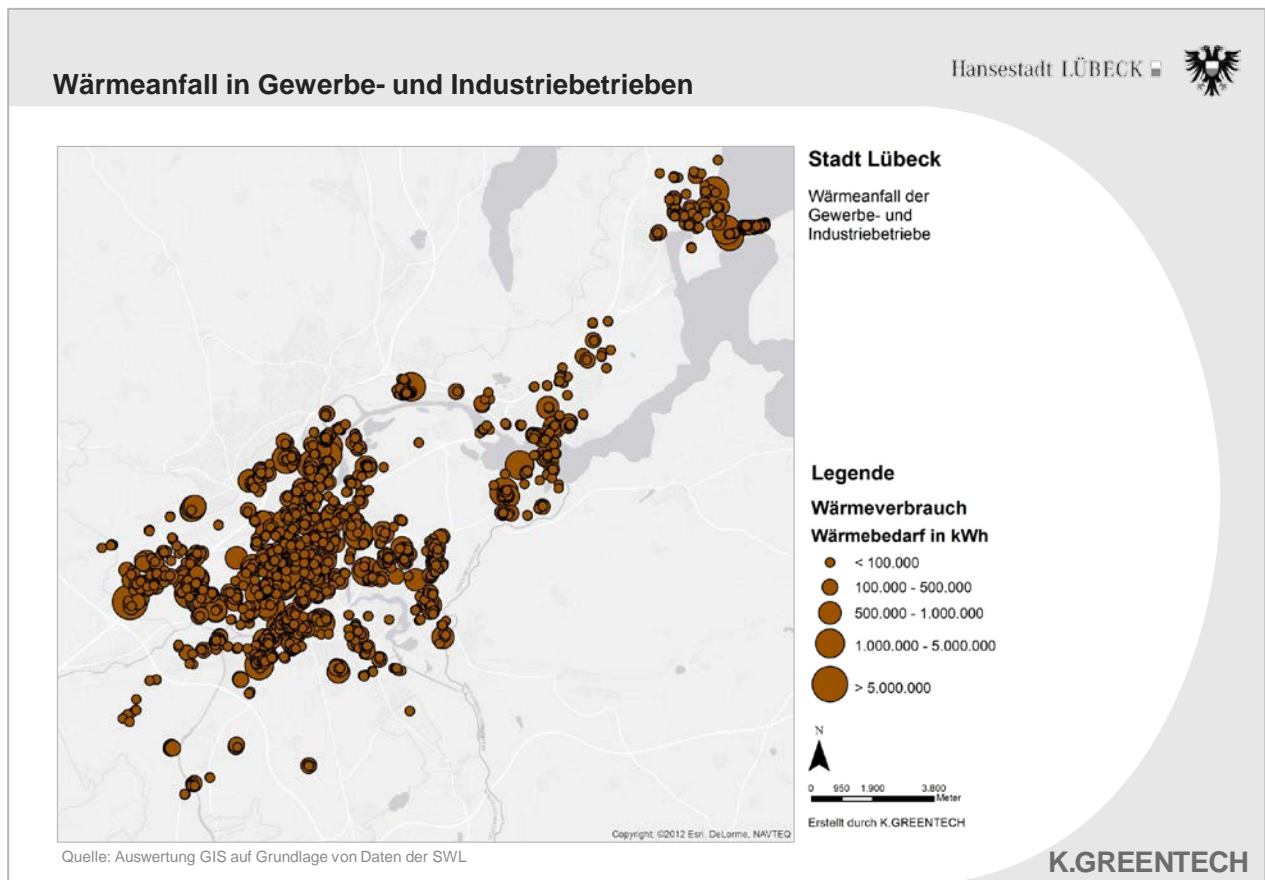


Abbildung 39: Wärmeanfall der Gewerbe- und Industriebetriebe Lübecks

Nächste Handlungsschritte der Stadt sind:

- Kontakt mit IHK zu Rückmeldungen
- Prüfung der Sammlung der IHK Rückmeldungen im GIS als Abwärmekataster
- Spiegelung mit Wärmekataster
- Bilaterale Gespräche von potenziellen Anbietern und Abnehmern

Mehr Kraft-Wärme-Kopplung in der Wärmeerzeugung

Unter der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) wird die parallele Umwandlung von zugeführter bzw. eingesetzter Energie in elektrische Energie und Nutzwärme verstanden. Diese Umwandlung geschieht zum Großteil mittels Verbrennungsmotoren oder Gas- und Dampfturbinen mit einem angeschlossenen Generator. Der wesentliche Vorteil der KWK liegt in einem deutlich besseren Nutzungsgrad der Primärenergie. Bei der Stromerzeugung entsteht sozusagen als Abfallprodukt Wärme, weshalb es naheliegt, beides gleichzeitig zu nutzen. Nicht eigengenutzter Strom kann in das öffentliche Netz eingespeist und die Abwärme der eingesetzten Brennstoffenergie in nutzbare Wärme umgewandelt werden. Im Vergleich zu den derzeit besten, marktfähigen Technologien einer getrennten Erzeugung von Strom und Wärme, erreichen KWK-Anlagen Primärenergieeinsparungen von bis zu 30 %. Nach Angaben der Bundesregierung gilt die KWK heute als eine der wichtigsten Säulen bezüglich einer effizienten Strom- und Wärmeerzeugung.

Auch die Hansestadt Lübeck könnte künftig der KWK in der Wärmeerzeugung mehr Beachtung schenken und neben der Identifizierung lokaler ungenutzter Abwärmepfade, z.B. aus der Industrie (vgl. Maßnahmenbaustein Abwärmekataster mit der IHK), auch neue Anlagen mit KWK in die Deckung des Wärmebedarfes Lübecks integrieren. Dies ist vor allem vor dem Hintergrund wichtig, da die im EEWärmeG geforderte 50-prozentige Deckung des Gesamtenergiebedarfs nur teilweise erfüllt wird.

So könnte industriell bzw. gewerblich anfallende Abwärme durch die Zuhilfenahme von Wärmepumpen in ein Nahwärmenetz eingebracht werden. Des Weiteren wäre die Errichtung neuer Biomasse-/ Biogasanlagen in Betracht zu ziehen (siehe auch Baustein Biomasse/ Biogas – Erzeugung von Wärme/ Biomethan mit Landkreis/ Umlandgemeinden: Potenzialstudie), wobei die Standortwahl vorzugsweise auf ländliche Randgebiete mit ausreichender Verkehrsanbindung fallen sollte. Zur Ermittlung der Reststoffmengen und des Vorkommens an nachwachsenden Rohstoffen ist die Kontaktierung von Landwirten oder anderen in Frage kommenden Betreibern unerlässlich. Auch für die räumliche Wärmeversorgung in Gebäuden ist auf effizientere Möglichkeiten zu setzen. Hinsichtlich ihrer variablen Dimensionierungen lassen sich BHKWs in Form von Mini- oder Mikro-BHKWs dem jeweiligen Gebäudetyp anpassen. Mit Biodiesel, Biogas, Pflanzenöl oder Pellets betriebenen BHKWs kann zudem ein wertvoller Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden, da hier weitaus weniger klimaschädliches CO₂ emittiert wird als bei BHKWs mit fos-

silen Energieträgern. Erdgasbasierte KWK-Anlagen können als Brückentechnologie fungieren.

Die Projektleitung läge hier bei den Stadtwerken Lübeck, da dieser Baustein in ihre Geschäftsbereiche eingreift. Zudem wissen die SWL bestens über die Lage ihrer Kraft- und Heizwerke Bescheid und können so den optimalen Weg zum Ausbau der KWK ermitteln. Die Investitionen, die für den Bau eines Heizkraftwerks anfallen, richten sich natürlich nach der entsprechenden Technologie (Erdgas, Biomasse etc.) und der Anlagengröße. Für ein beispielhaftes Erdgas-Gas-und-Dampf-Kraftwerk von ca. 10 MW_{el} Größe (und entsprechend größerer Wärmeleistung) können ca. 8-9 Mio. € an Investitionen anfallen. Die regionale Wertschöpfung sinkt jedoch im Schnitt mit der Anlagengröße (Ausnahmen möglich durch lokales Unternehmen zum Kraftwerksbau). Kleinere Anlagen, die auch mit lokalen Rohstoffen versorgt werden (vgl. Baustein Biomasse/ Biogas – Erzeugung von Wärme/ Biomethan mit Landkreis/ Umlandgemeinden: Potenzialstudie) haben ein wesentlich höheres Potenzial für die Wertschöpfung. Die Effizienzsteigerung bringt im Gesamtsystem betrachtet eine höhere Energieausbeute pro eingesetzter Einheit Primärenergieträger. Diese Effizienzgewinne können sich auf die Senkung der THG-Emissionen auswirken. Für das hier genannte Beispiel wären dies bei einem höheren Gesamtwirkungsgrad von konservativ geschätzten 20 % etwa 5.000 t CO₂ (Annahme: 20 MW_{th}, 5.000 Vollaststunden pro Jahr wegen KWK-Nutzung).

Bei einem kleinen Heizkraftwerk mit 500 kW Größe, das mit Biomasse betrieben wird, kann eine Investition von schätzungsweise 1 Mio. € anfallen (abhängig von der Art der Anlage). Bei einem geschätzten Biomassebedarf von ca. 10.000 t pro Jahr könnten je nach Kosten des Substrats bis zu 300.000 € zusätzliche Wertschöpfung in der Region gehalten werden. Dadurch könnten auch THG-Emissionen in Höhe von ca. 4.200 t CO₂ eingespart werden.

Die ersten Schritte wären für die Hansestadt hierbei:

- Kontaktaufnahme für strategische Gespräche mit den Stadtwerken
- Abgleich mit Ergebnissen der Biomasse-Potenzialstudie

Förderprogramm Optimierung der Heizungseinstellung – Hydraulischer Abgleich

Wie bereits erwähnt, entfallen ca. 3/4 des Energieverbrauchs in Haushalten auf die Bereitstellung der Raumwärme. In diesem Bereich steckt ein hohes Einsparpotenzial, das noch dazu enorm Kosten reduzieren kann.

Aufgrund einer hydraulisch nicht optimal eingestellten Heizungsanlage entsteht in einem Raum eine Unterversorgung und gleichzeitig in einem anderen Raum eine Überversorgung mit Wärme. Dieses Phänomen tritt häufig auf, da Heizungen nach Installation nicht korrekt kalibriert werden oder nach Veränderungen an der Bausubstanz auf alten Einstellungen weiterlaufen.

Durch einen hydraulischen Abgleich lässt sich dieser Effekt ausgleichen. An dem Thermostatventil des unter- bzw. überversorgten Heizkörpers wird ein bestimmter hydraulischer Widerstand eingestellt. Des Weiteren werden die Einstellungen der integrierten Pumpen und die Heizkurve optimiert. So können alle Räume ausgewogen mit Wärme versorgt werden, und es entstehen keine Komfort- bzw. Geldeinbußen.

Der Energieverbrauch kann mit dieser einfachen und unkomplizierten Maßnahme um bis zu 15 % gesenkt und so auch der CO₂-Ausstoß gemindert werden.

Der Abgleich erfolgt im besten Fall mit lokalen Handwerkern. Die Stadtverwaltung kann in Kooperation mit der Handwerkskammer ein Programm auflegen, das z.B. in einem bestimmten Zeitraum eine Aktion organisiert, in der Handwerker zu einem vergünstigten Tarif die Heizungen der Bürger Lübecks prüfen. Gerade die Kooperation mit einer übergeordneten Instanz wie der Handwerkskammer kann hohe Synergieeffekte bringen, da bereits bei anderen Arbeiten an den Heizungen auf diese Möglichkeit der Effizienzsteigerung hingewiesen werden kann.

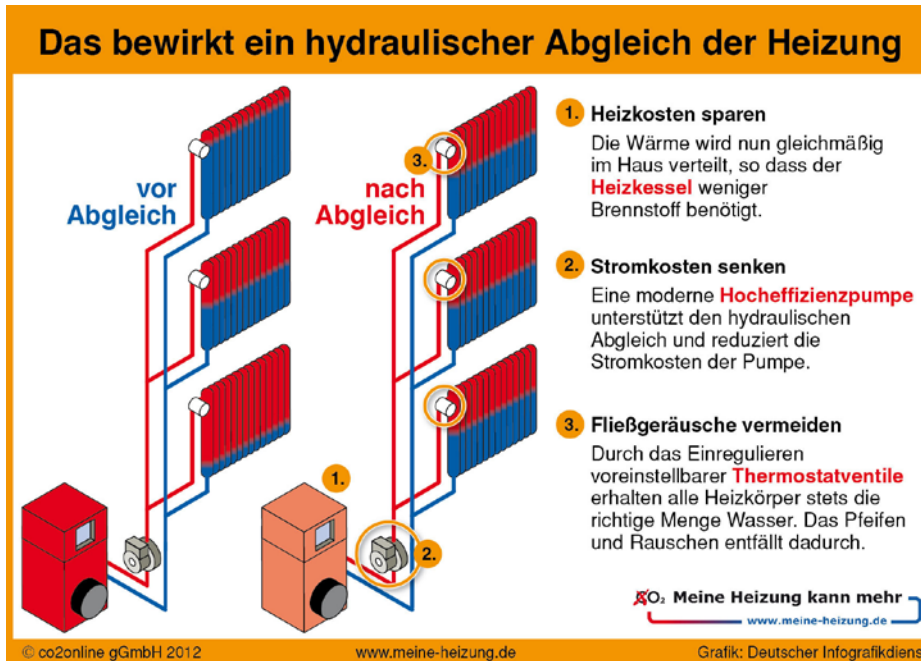


Abbildung 40: Schema des hydraulischen Abgleichs

Sobald die Rahmenbedingungen mit allen Akteuren feststehen, kann das Vorhaben in der lokalen Presse, auf der Homepage der Stadt und mittels Flyer beworben werden. Ein zusätzlicher Anreiz könnte noch eingebaut werden, indem z.B. die älteste Heizung unter den geprüften Heizungen eine Prämie oder einen Zuschuss für eine Erneuerung der Anlage erhält.

Die Projektleitung auch dieser Maßnahme liegt bei der Hansestadt Lübeck. Die Kosten für einen hydraulischen Abgleich belaufen sich auf etwa 250 € pro Anlage, ein Heizkesseltausch würde mit ca. 2.700 € zu Buche schlagen. Bei 1.000 Untersuchungen mit Heizungstausch wären das 250.000 € für den Abgleich und 2,7 Mio. € für die Heizkessel, die den lokalen Heizungsbauern zufließen würden.

Heizungsoffensive zur Luftreinhaltung (Hydraulischer Abgleich)

Hansestadt LÜBECK



- Ansprache von Bürgern/
Gebäudeeigentümern
- Beratung in puncto Heizungstechnik
- Minderung schädlicher Emissionen durch:
 - Effizientes Heizen
 - Anlagenerneuerung/gezielter
Anlagenersatz
 - Umstellung auf erneuerbare Energieträger
 - Isolierung der Heizkörpernischen
 - Hydraulischer Abgleich (30 min)
(Einstellung der Wärmeverteilung)
→ Bedingung für BAFA-Fördermittel
 - ...

Unser Vorschlag: Service-Offensive mit lokalen Handwerkern starten

K.GREENTECH

Abbildung 41: Mögliche Struktur der Heizungsoffensive

Wenn pro Jahr 500 Heizungsanlagen auf die genannte Art angepasst werden und die durchschnittliche Einsparung bei konservativen 10 % des vorangegangenen Wärmeverbrauchs liegt, können innerhalb von zehn Jahren bis zu 4.500 t CO₂ eingespart werden.

Erste Schritte für die Hansestadt wären hier:

- Kontaktaufnahme und Abstimmung mit der Handwerkskammer bezüglich der Inhalte und der Vorgehensweise
- Aufstellen eines Infoprogramms (Print, online) für die Bürger

Neue Wärmenetze/ Wärmeinseln ausbauen

Gemäß der für die Hansestadt formulierten Strategie zur Entwicklung der Wärmeversorgung wird großes Gewicht auf den Ausbau der Wärmenetze gelegt. Gerade in dicht bebauten Gebieten mit ausreichend hoher Wärmedichte, in denen noch keine Wärmeversorgung mittels zentraler Wärmeerzeugung und Verteilung über Netze besteht, bringt der Ausbau große Fortschritte in der Zielerreichung.

Bestimmte Kriterien sollten als Voraussetzung erfüllt sein, damit die Wirtschaftlichkeit eines Wärmenetzes gegeben ist und die Geschäftsgebiete der Stadtwerke nicht untergraben werden.

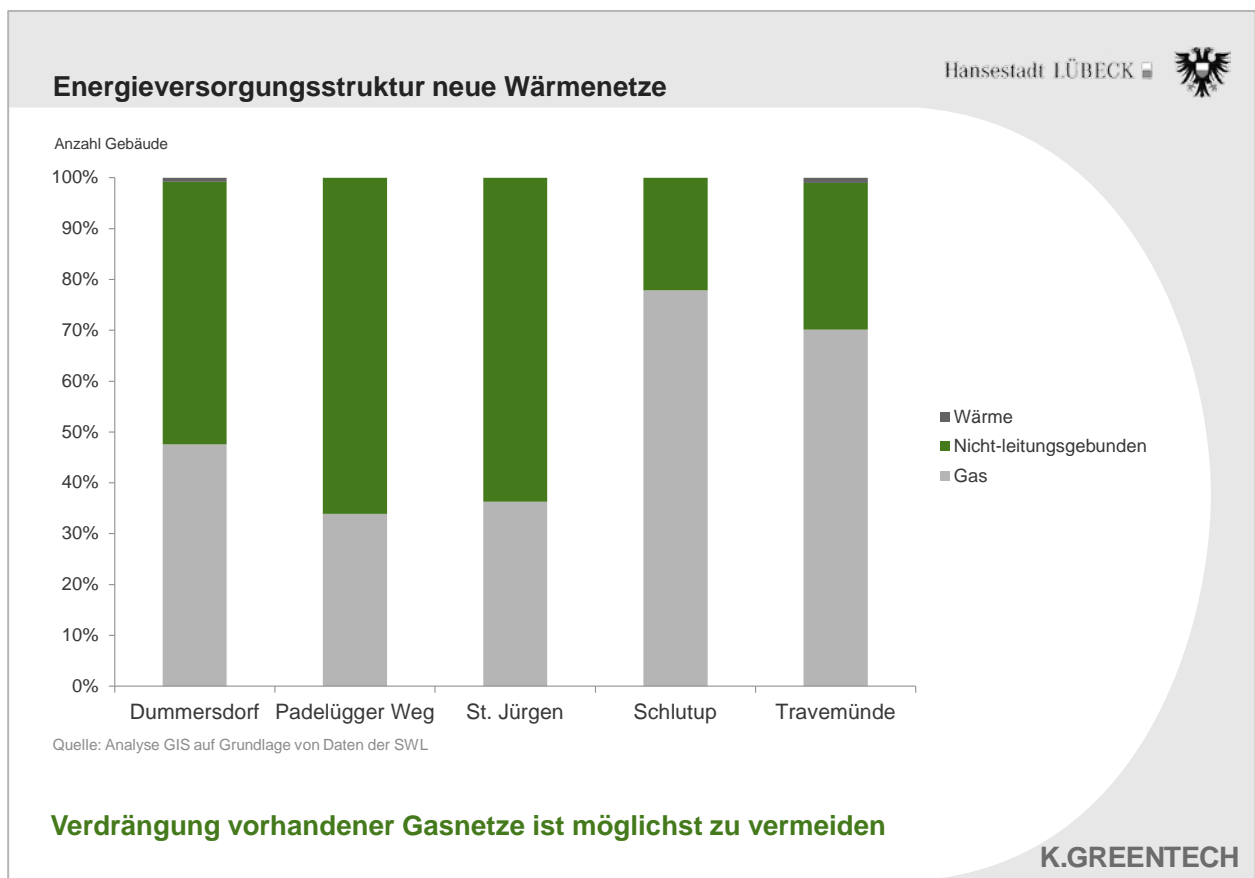


Abbildung 42: Energieversorgungsstruktur der möglichen Wärmenetze

Am wichtigsten ist die Wirtschaftlichkeit solcher Netze, die im Wesentlichen durch die Länge der Netze im Verhältnis zum Wärmeabsatz bedingt wird. Als Regel gilt: Je länger das Netz, desto teurer. Interessant sind also Gebiete, die einerseits einen hohen Wärmebedarf auf geringem Raum mit sich bringen – sie haben also eine hohe Wärmedichte – und andererseits auch die Art der Wärme verwerten können. Gebiete mit

großen Industrieanlagen, die auf Prozesswärme angewiesen sind, können Fernwärme in der Regel nicht verwerten.

Auf Grundlage des Wärmedichtenatlasses von Lübeck wurden Gebiete identifiziert, die einerseits eine hohe Energiedichte aufweisen und andererseits nicht im Bereich bereits bestehender Wärmenetze liegen. Dabei konnten fünf Gebiete ausgemacht werden, deren weitere Eigenschaften für eine mögliche Eignung zum Aufbau eines Wärmenetzes sprechen (vgl. Abbildung 11): Dummersdorf (Abbildung 44), Gewerbegebiet Padelögger Weg (Abbildung 45), Gewerbegebiet St. Jürgen (Abbildung 46), Schlutup (Abbildung 47) und Travemünde (Abbildung 48).

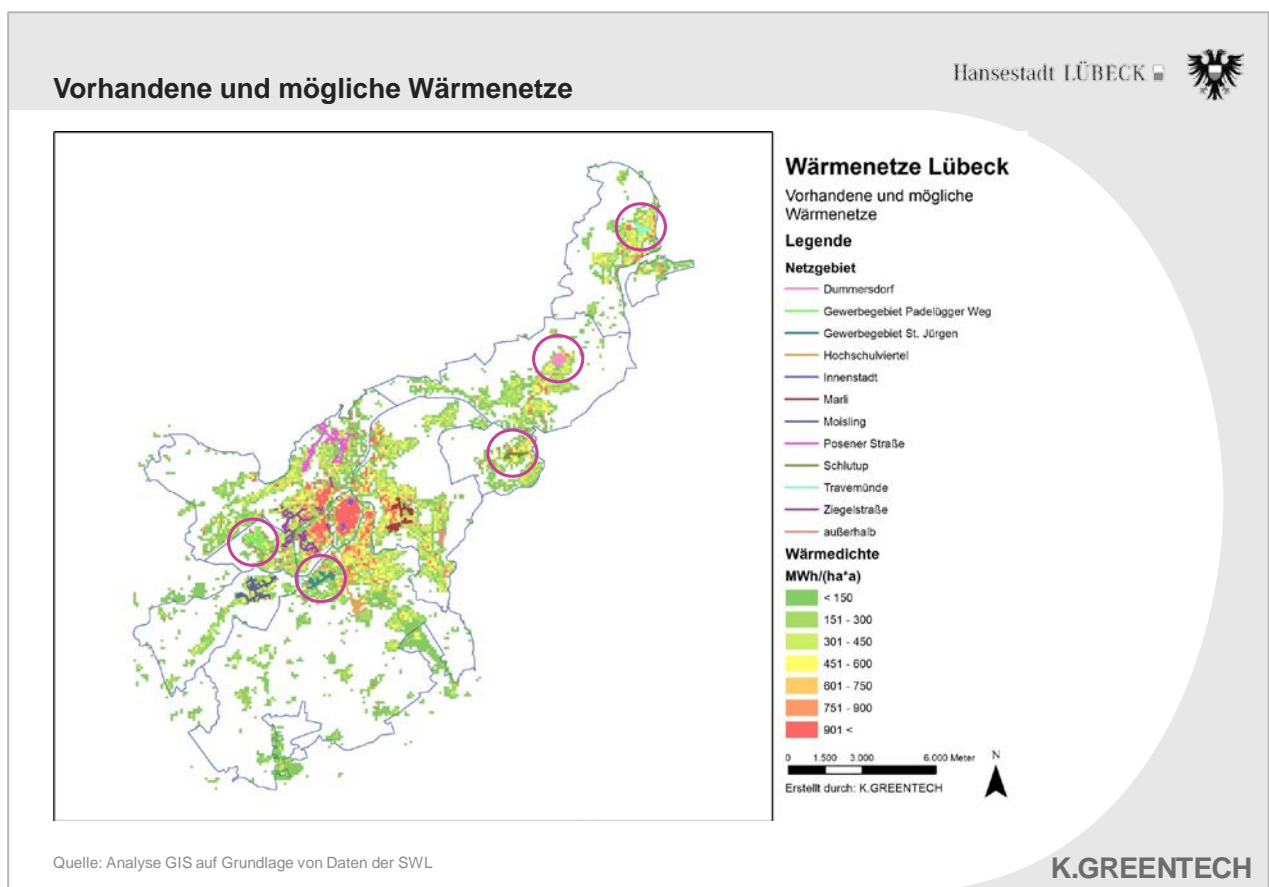


Abbildung 43: Lage der vorhandenen und möglichen Wärmenetze in Lübeck

Die möglichen Netzlängen wurden mit den zu erwartenden maximalen Wärmeabsätzen gegenübergestellt. Dabei wurden im GIS-Ansatz alle Gebäude mit einer maximalen Entfernung zum geplanten Netzverlauf identifiziert, mit Leitungen zum Hauptnetz versehen und deren Energiebedarfe dann aufsummiert. Die Summe des Wärmebedarfs in Verbindung mit den theoretischen Netzlängen kann einen ersten Aufschluss darüber geben, ob

eine Wirtschaftlichkeit gegeben ist oder nicht. Darüber hinaus muss auch noch die Erzeugung der bereitgestellten Wärme beachtet werden. Hier sollte natürlich der Fokus auf der Nutzung regenerativer Energieträger liegen. An dieser Stelle liegt ein Verknüpfungspotenzial mit den Einzelbausteinen, Abwärmekataster mit der IHK, Tiefengeothermie – Erste Bohrung mit Bundesland, Stadtwerken und Forschungspartnern und Biomasse/ Biogas – Erzeugung von Wärme/ Biomethan mit Landkreis/ Umlandgemeinden: Potenzialstudie.

Der Fokus sollte auf jeden Fall auf der Kraft-Wärme-Kopplung liegen (vgl. Einzelbaustein Mehr Kraft-Wärme-Kopplung in der Wärmeerzeugung), um die maximale Effizienz der Wärmeerzeugung zu erreichen. Der Bau reiner Heizwerke stellt in den meisten Fällen nicht mehr den neuesten Stand der Technik dar und verschenkt wertvolle Energie, wie auch im Gegenzug die Stromerzeugung ohne Abführung und Nutzung der Wärme einen schlechten Wirkungsgrad gegenüber der Primärenergie besitzt.

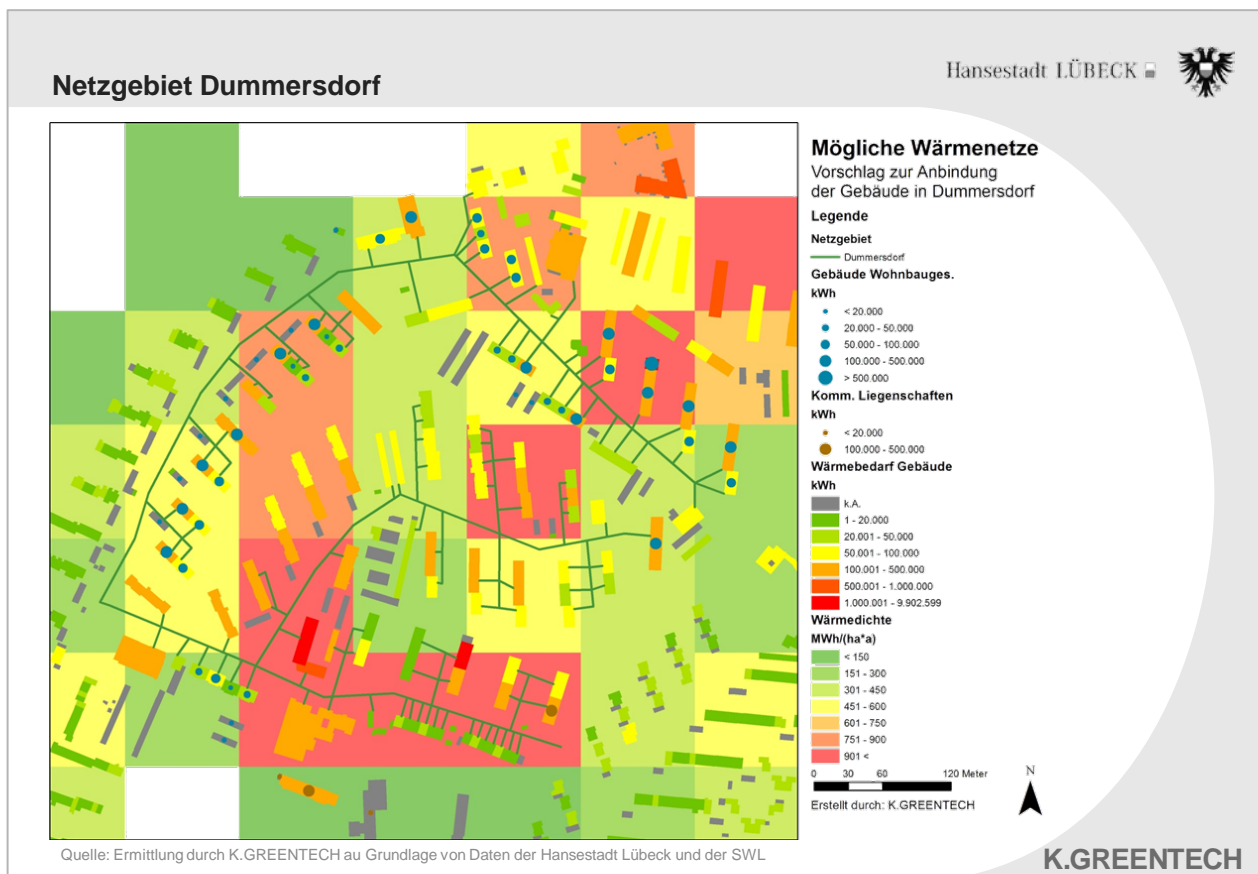


Abbildung 44: Mögliches Netzgebiet Dummersdorf

Unter die kritischen Prämissen fällt außerdem die bestehende Energieversorgungsstruktur der Gebäude, die an das Wärmenetz angeschlossen werden könnten. Vornehmliches Ziel der Wärmestrategie Lübecks ist die Verdrängung nicht-leitungsgebundener fossiler Energieträger (hauptsächlich Heizöl) und der Ausbau des Gas- und Wärmenetzes. Insofern ist es wichtig, solche Gebiete für den Aufbau eines Wärmenetzes zu identifizieren bzw. diese höher zu priorisieren, die den Prämissen der Strategie am meisten entsprechen. Unter diesen Voraussetzungen empfiehlt es sich auch, die Projektleitung den Stadtwerken Lübeck zu übergeben, da sie in ihrem eigentlichen Geschäftsfeld bessere Ergebnisse erzielen können als sonstige Akteure der Hansestadt.

Wie in Abbildung 42 dargestellt, variieren die Energieträger in den vorgeschlagenen potenziellen Wärmenetzgebieten stark.

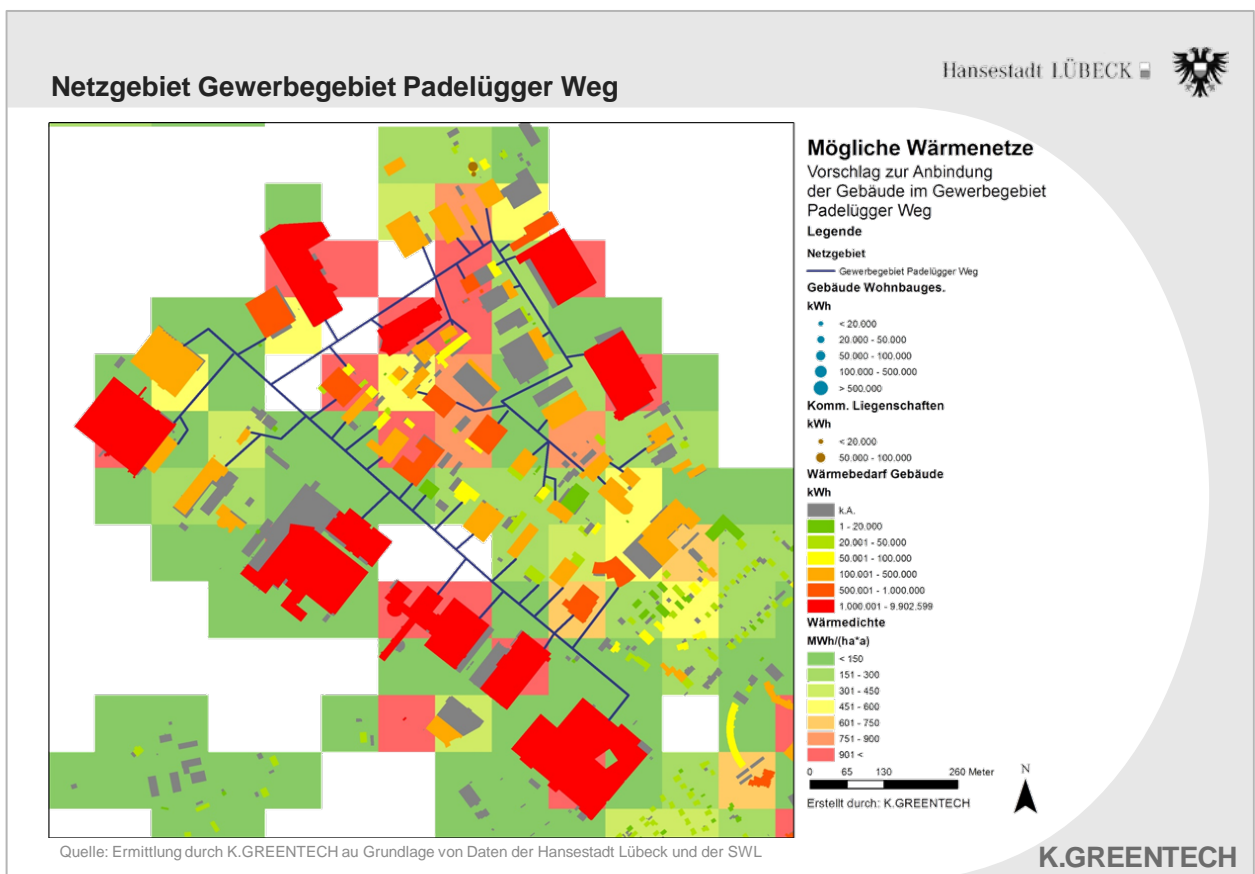


Abbildung 45: Mögliches Netzgebiet Gewerbegebiet Padelügger Weg

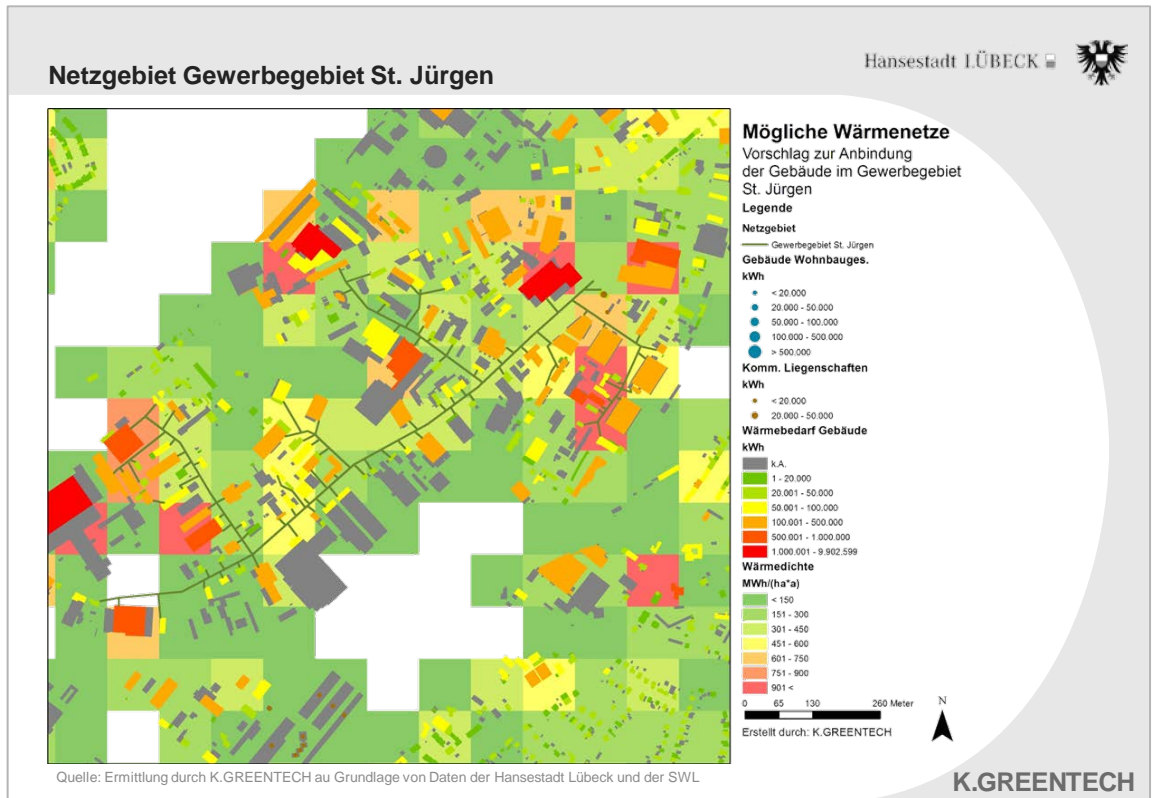


Abbildung 46: Mögliches Netzgebiet Gewerbegebiet St. Jürgen

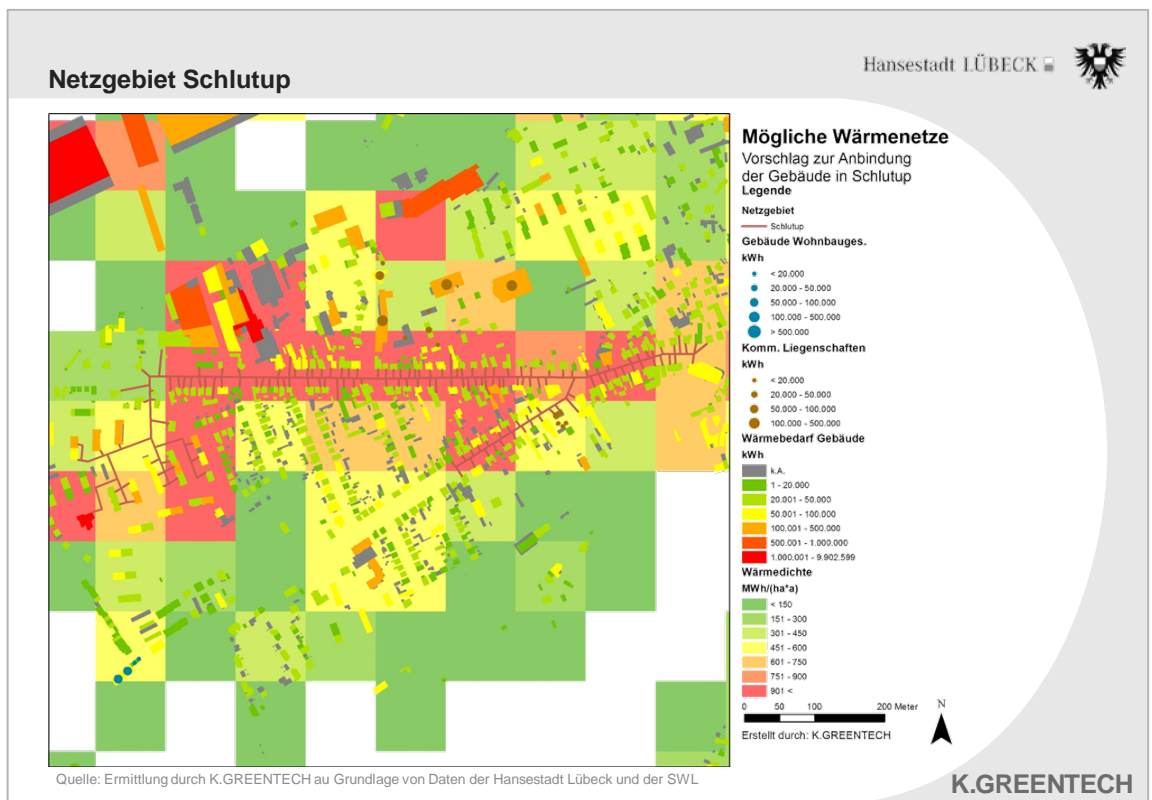


Abbildung 47: Mögliches Netzgebiet Schlutup

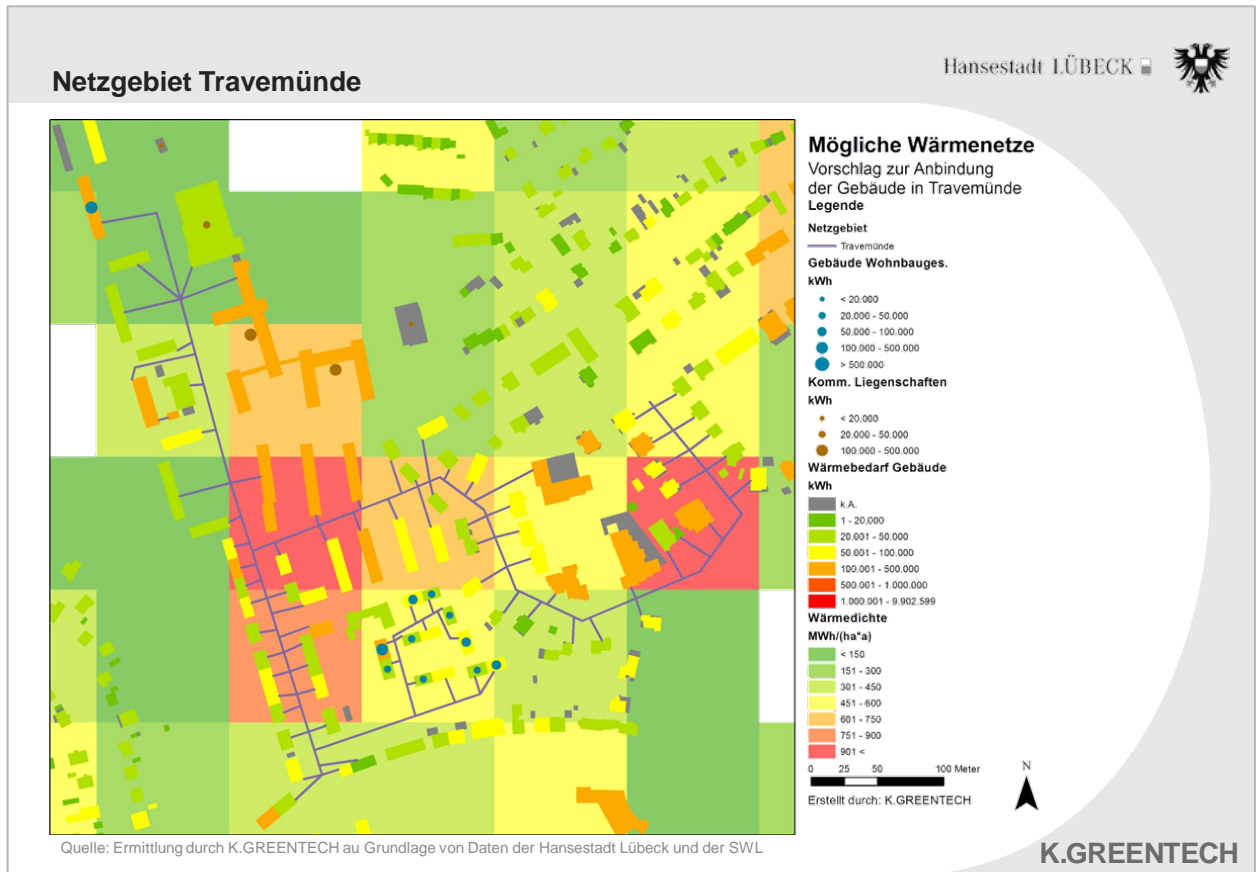


Abbildung 48: Mögliches Netzgebiet Travemünde

Unter Berücksichtigung aller oben genannten Kriterien kann man eine vorsichtige Empfehlung aussprechen, welche Wärmenetze sich zu untersuchen lohnen. Andere Netze, die vorerst nicht die erste Priorität erhalten haben, können unter Umständen im zweiten Schritt bzw. nach möglicherweise veränderten Rahmenbedingungen wie z.B. Investitionskosten in Netze oder zu erwartenden Erlös aus dem Wärmeabsatz erneut untersucht werden.

Der erste Schritt für die Hansestadt wäre nun die Koordination mit den Stadtwerken über Ziele und Aufgaben der Maßnahme und Anknüpfungspunkte zu anderen Maßnahmen. Die Stadtwerke sollten darauf folgend eine detaillierte wirtschaftliche Prüfung der einzelnen Netzvarianten durchführen.

Mit der hauptsächlichen Nutzung von Heizöl und Erdgas emittieren die Gebäude in den untersuchten Gebieten im Wärmebereich folgende Treibhausgasmengen:

- Dummersdorf: 4.200 t CO₂
- Padelügger Weg: 11.100 t CO₂
- St. Jürgen: 5.100 t CO₂
- Schlutup: 9.000 t CO₂
- Travemünde 1.730 t CO₂

Bei Umstellung auf Fernwärme, die durch biogasgefeuerte KWK-Anlagen erzeugt wird, würden sich die CO₂-Emissionen um ein Vielfaches reduzieren:

- Dummersdorf: 340 t CO₂
- Padelügger Weg: 910 t CO₂
- St. Jürgen: 410 t CO₂
- Schlutup: 230 t CO₂
- Travemünde 160 t CO₂

In Summe ergibt dies eine THG-Einsparung von ca. 29.000 t pro Jahr.

Smart Thermogrid – Wärmenetzringschluss mittelfristig umsetzen

Unter Smart Thermogrid wird im Allgemeinen der Bezug von Wärme aus verschiedenen Wärmequellen und die smarte Einspeisung in ein Wärmenetz verstanden. Dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen speisen Wärme in ein Wärmenetz, wodurch nach und nach alte Kraftwerke ersetzt werden. Über eine smarte Steuerung kann das System zentral und wärmebedarfsorientiert geführt werden.

Ziel dieses Bausteins soll sein, die bereits bestehenden Wärmenetze, sofern sich dies wirtschaftlich darstellen lässt, mittelfristig zu verbinden und auch im Nachhinein identifizierte Wärmeinseln mit ausreichend hohem Wärmebedarf in den Wärmenetzringschluss zu integrieren.

Der Aufbau des Wärmenetzringschlusses sollte dabei sukzessive erfolgen und Anschlussmöglichkeiten für an der Netztrasse gelegene Gebäude prüfen. Neben der Ermittlung der Wärmeinseln sind entsprechend der gegenwärtige Anlagenbestand in den

einzelnen Gebäuden sowie der Anschlusswillen der Betroffenen in die Analyse einzubeziehen. Auch betriebswirtschaftliche Netzkalkulationen der verschiedenen Inseln und die Erstellung eines Wärmeversorgungskonzeptes sind grundlegende Schritte.

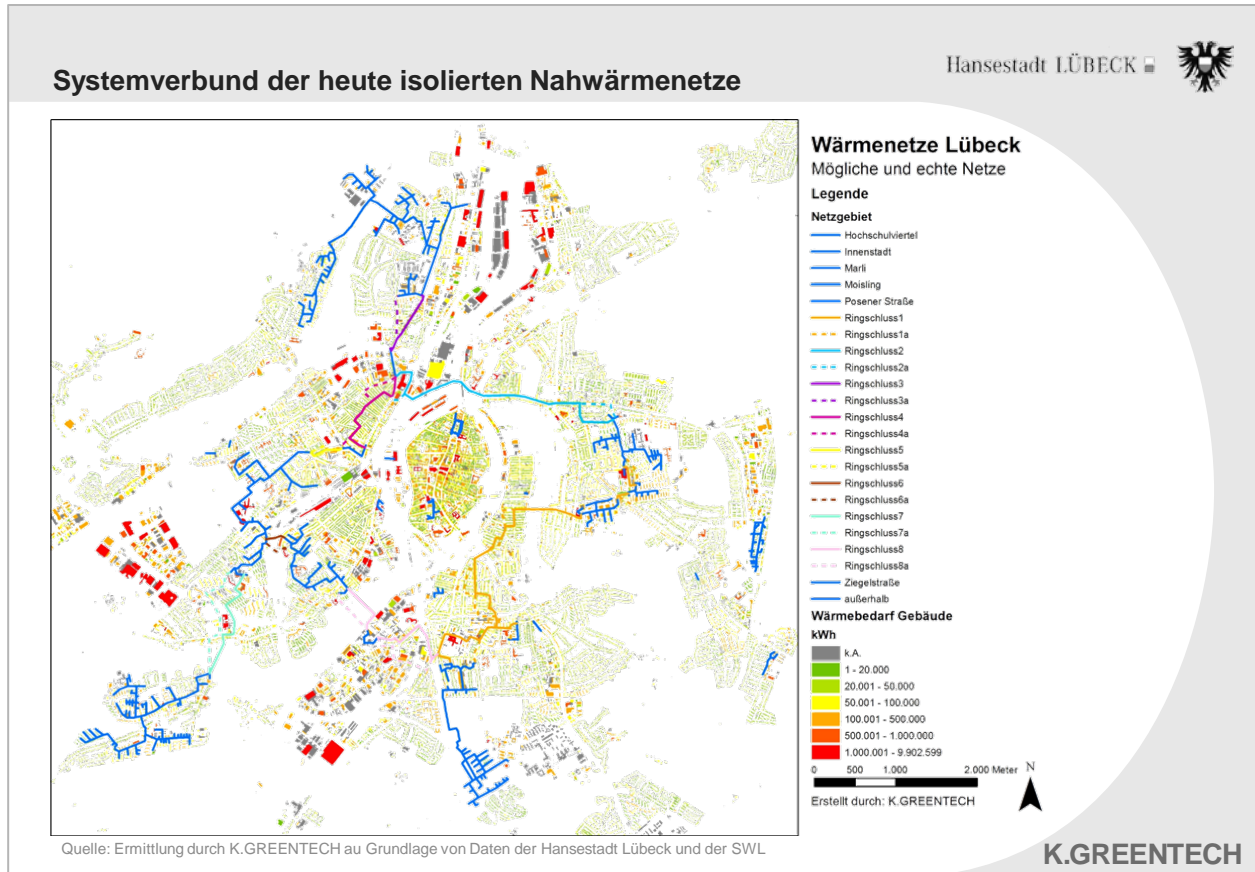


Abbildung 49: Vision des Nahwärmeringschlusses

Der Aufbau von Nahwärmenetzen auf Basis erneuerbarer Energieträger birgt den positiven Nebeneffekt, fossile Energieträger einzusparen, CO₂-Emissionen zu verringern und allgemein die Kosten für die Wärmeversorgung geringer zu halten. Letzteres wird vor allem durch flexible, einem hohen Marktreifegrad entsprechende Wärmeerzeuger gewährleistet.

Da bei einem theoretischen Bau der Ringschlüsse auch neue Gebäude angeschlossen werden können, ist eine Reduzierung der THG-Emissionen möglich. Diese ist erst einmal gering, da nur das Gefälle zwischen vorher verwendeter Technologie (z.B. Heizöl) und neuer Wärmenetztechnologie zum Tragen kommt. Bei beispielhaft untersuchten Gebäuden könnten dies maximal 2.500 t CO₂ sein, sofern der heute vorhandene Energieträgermix für die Bereitstellung der Fernwärme verwendet wird. Die Einsparung

kann sich jedoch extrem erhöhen, indem verstärkt erneuerbare Energieträger verwendet werden, z.B. Biogase oder Holz. Bei einer bilanziellen Versorgung der neu angeschlossenen Gebäude durch ein zusätzliches Biomasse-BHKW kann die Einsparung sogar auf bis zu 22.000 t CO₂ steigen.

Erste Schritte sind dabei:

- Prüfung der identifizierten Netztrassen auf Machbarkeit
- Prüfung der identifizierten Netztrassen auf Wirtschaftlichkeit
- Kontaktierung der Gebäudeeigentümer für Erhöhung des Anschlussgrades gleich in den ersten Jahren nach Netzbau

Tiefengeothermie – Erste Bohrung mit Bundesland, Stadtwerken und Forschungspartnern

Grundsätzlich ist die Tiefengeothermie, anders als die oberflächennahe, durch ihre hohen Investitionen (bedingt durch den Bohraufwand) nur in großen Dimensionen wirtschaftlich umsetzbar. Die Verteilung der Wärme würde mittels Einspeisung in vorhandene oder neue Wärmenetze stattfinden.

Der erste „Tiefengeothermie-Gipfel“ fand am 17.05.2013 in der Hansestadt Lübeck statt. Die Teilnehmer vertraten folgende Institutionen:

- Hansestadt Lübeck
- Stadtwerke Lübeck
- Entsorgungsbetriebe Lübeck
- Landesministerium Energiewende
- Geologisches Landesinstitut
- TU Hamburg-Harburg
- K.GREENTECH

Es hat sich gezeigt, dass einerseits aktuelle Erkenntnisse aus Tiefenbohrungen zum Untergrund fehlen, aber andererseits aufgrund von landesweiten Untersuchungen und Bohrungen in ca. 100 km Entfernung um Lübeck herum sich ein Wärmepotenzial in der Erde durchaus nutzen lässt. Es bestand jedoch Konsens, dass eine tiefe Bohrung und damit die Nutzung der Tiefengeothermie finanzielle Risiken birgt, die nur in einem

Konsortium geschultert werden können, da somit auch das (finanzielle) Risiko geteilt wird. Eine alleinige Investition der Stadtwerke Lübeck ist nicht zu empfehlen.

Der Beitrag der Tiefengeothermie zur erneuerbaren Wärmeversorgung der Hansestadt wäre enorm. Zudem würde die Nutzung der Tiefengeothermie eine massive Reduktion der THG-Emissionen in Wärmesektor ermöglichen und gleichzeitig eine deutliche Reduktion der Finanzmittelabflüsse ins Ausland bewirken. Voraussetzung hierfür ist allerdings ein Konsortium aus Stadt, Stadtwerken, Land, Bund, Forschungseinrichtungen und privaten Akteuren.

Entscheidend sind also die enormen Startinvestitionen (CAPEX), die mehrere Millionen Euro für Bohrung und für Netzergänzungen umfassen. Die Technik ist jedoch durch stabile Wärme-Gestehungskosten gekennzeichnet, da keine Rohstoffkostensteigerungen zu erwarten sind. Erdwärme steht frei zur Verfügung. Allenfalls kann der Strombedarf durch steigende Strompreise zu steigenden Betriebskosten (OPEX) führen.

Zusätzlich ist eine gesicherte Abnahme über mindestens 10 Jahre, bestenfalls 20 Jahre sofern rechtlich darstellbar, anzustreben. Dabei können Liegenschaften des Bundes, des Landes und der Hansestadt eine tragende Rolle spielen.

Trotz allem bleibt ein gewisses Risiko der Nichtfündigkeit, d.h. im schlechtesten Fall wird zwar eine umfangreiche und tiefe Bohrung durchgeführt, aber keine passende Gesteinschicht zur Tiefengeothermienutzung gefunden. Außerdem können technische Risiken auftreten. Eine weite Art der Risikominimierung kann durch ein parallel initiiertes Forschungsprojekt erfolgen, das unabhängig von der Fündigkeit die Ergebnisse auf andere Art (finanziell) verwerten kann. Von besonderem Interesse kann die notwendige Bohrung daher auch für Forschungseinrichtungen des Landes oder im Bund sein, da diese aktiv von Beginn an in das Projekt integriert werden können und somit eine seltene, wenn nicht sogar einmalige, Gelegenheit haben, eigene Forschungen durchzuführen.

Als nächste Schritte werden empfohlen:

- Die Einberufung eines zweiten Tiefengeothermie-Gipfels auch mit Vertretern der Forschung und mit Vertretern von vergleichbaren Projekten, z.B. aus Nordhastedt, wo ein Tiefengeothermie-Kraftwerk mit 504 MW Leistung gebaut werden soll. Damit kann eine Plattform geschaffen werden, die ein solches Projekt über Jahre vorbereiten könnte.
- Es empfiehlt sich in Punkto Öffentlichkeitsarbeit eine Platzierung des Themas beim nächsten Jahrestreffen des Klimabündnisses in Oktober 2014 in Lübeck, da mit einem Projekt eine sehr große THG-Reduktion erreicht werden kann. Bei einer Verdrängung von Primärenergieträgern mit 300 g/kWh x einer Wärmemenge bei 200.000 MWh = 0,3 x 200.000 MWh = 60.000 t CO₂ jährliche Einsparung.

Biomasse/ Biogas – Erzeugung von Wärme/ Biomethan mit Landkreis/ Umlandgemeinden: Potenzialstudie

Sowohl primäre als auch sekundäre Biomasse eignet sich für die Aufbereitung zu einem gasförmigen Brennstoff. Die gängigsten Ausgangsstoffe bilden die feuchte Biomasse z.B. aus Gülle oder Silomais oder Siedlungsabfälle. Das Gas entsteht dabei über die Wege der Nass- oder Trockenfermentation. Nach einer Aufbereitung und Anreicherung kann es in das vorhandene Gasnetz eingespeist werden (und fossiles Erdgas substituieren).

Die dafür benötigten Roh- und Reststoffe sind allerdings durch die städtische Struktur Lübecks nur in geringem Maße auf dem eigenen Stadtgebiet vorzufinden. Ein bestimmtes Potenzial lässt sich durchaus heben (vgl. hierzu das Kapitel Biomasse), verspricht jedoch nicht die erhoffte Senkung der CO₂-Emissionen im geplanten Umfang.

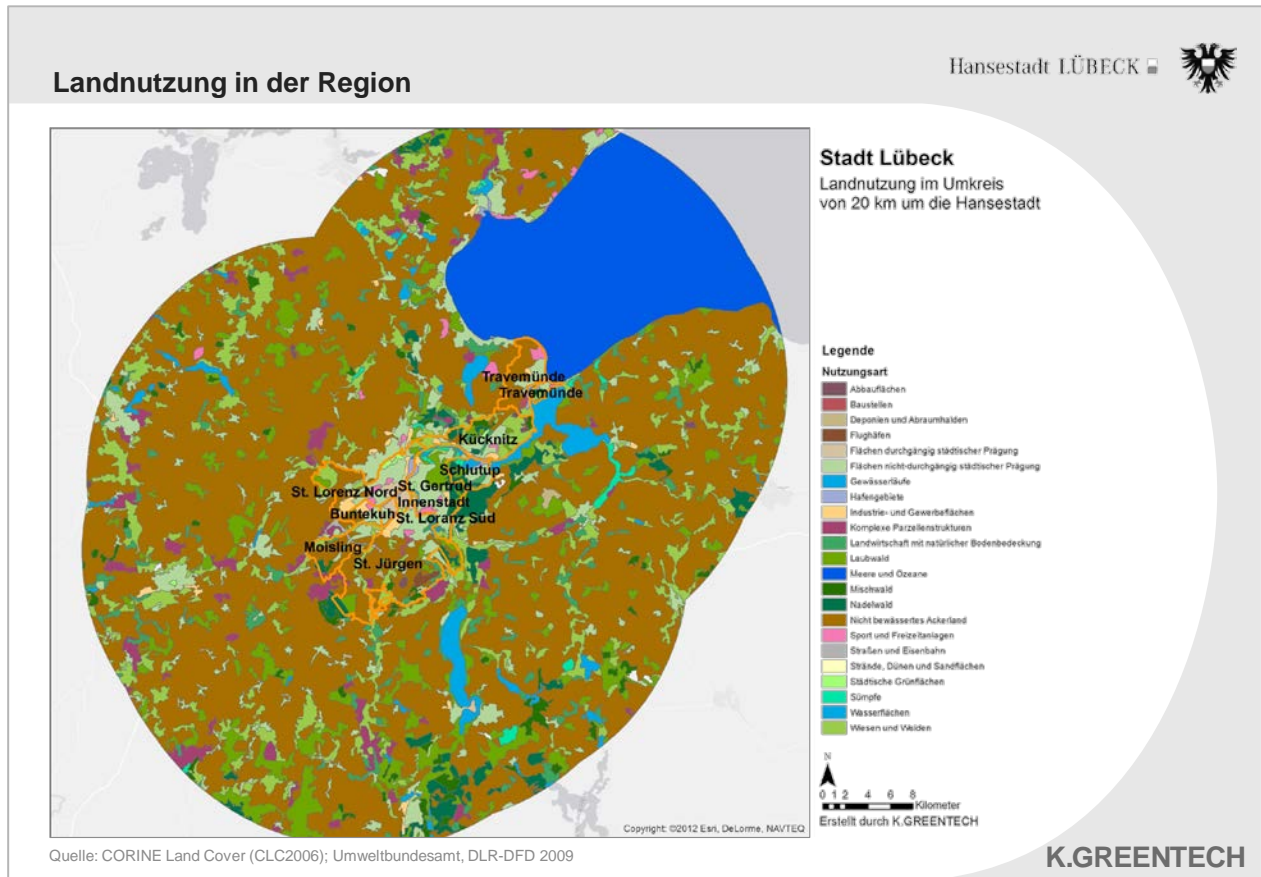


Abbildung 50: Verteilung der Biomasse in den angrenzenden Regionen Lübecks

Genau gegenteilig zeigt sich die Situation jedoch in den angrenzenden Gemeinden und Landkreisen, welche wesentlich stärker ländlich geprägt sind. In der Regel übersteigen die theoretischen Potenziale sogar den Bedarf besonders gering besiedelter Gebieten.

Um diese Potenziale der Stadt Lübeck zuzuführen, würde sich eine überregionale Kooperation anbieten, die auch eine feste Institution in Form einer Roh- und Reststoffplattform darstellen kann.

Bevor jedoch diesen Kooperationen und Institutionen vorgeführt werden kann, sollte zunächst das genaue Potenzial der verfügbaren Biomasse geprüft werden. Um sich darüber Klarheit zu verschaffen, empfiehlt sich die Durchführung einer Potenzialstudie, die die verschiedenen Arten der Roh- und Reststoffe ortsspezifisch ermittelt und Handlungsvorschläge für die Umsetzung gibt. Diese Potenzialstudie kann auf einen gewissen räumlichen Umkreis limitiert werden (vgl. Abbildung 50), da die Transportentfernung sowohl die Kosten als auch die Treibhausgasbilanz der Biomasse entscheidend beeinflusst. In der Studie werden gezielt Landwirte, Entsorgungsbetriebe, Waldbesitzer uvm. ermittelt

und direkt angesprochen, um die Grundlagen für die Erhebung und darüber hinaus geschäftliche Vereinbarungen zu schaffen.

In weiteren Schritten kann dann die Plattform aufgezo- gen werden, bei der Akteure ihre Roh- und Reststoffe melden können und diese dann wie an einer Börse an Betreiber von Biomasse-betriebenen Energieerzeugungsanlagen vermittelt werden.

Die Erstellung einer Potenzialstudie kann von Dritten durchgeführt werden, die entsprechende Erfahrung auf dem Gebiet der Mobilisierung von Biomasse mit sich bringen. Die Studie selbst könnte je nach Aufwand zw. 10.000 und 30.000 € kosten. Die Kosten für den Aufbau einer Plattform, der sowohl personellen Aufwand als auch den Bedarf an Räumlichkeiten mit sich bringt, könnten sich auf 60.000 € pro Jahr belaufen.

Die lokale Wertschöpfung würde im zweiten Schritt von der optimalen Verwertung ungenutzter Biomasseressourcen profitieren. Bei angenommenen 50.000 t vermittelter Biomasse über die Plattform zu einem etwas besseren Preis aus Sicht der Biomasseproduzenten als am normalen Markt könnten zusätzliche 250.000 € lokal umgesetzt werden.

Sollten die angenommenen 50.000 t Biomasse in die Erzeugung von Strom und Wärme fließen, könnten damit ca. 21.000 t CO₂ gegenüber fossiler Rohstoffe gespart werden.

Folgende Handlungsschritte wären für Lübeck denkbar:

- Konzeptualisieren der Potenzialstudie
- Quantifizierung des Biomasseaufkommens, darunter nachwachsende Rohstoffe, Bioabfall und weitere organische Roh- und Reststoffe zur energetischen Verwertung
- Fortlaufende Validierung GIS-gestützter Flächenanalysen mit Daten von Landwirten, Rohstofflieferanten etc.

Solarthermie – Infoinitiative mit Handwerk und Stadtwerken

Die in Kapitel 3.1 genannten Vorteile der Solarthermie, vor allem der dezentrale Einsatz dieser Technologie. Wie der Ausbau der Anlagen beschleunigt werden kann, soll im Folgenden dargestellt werden.

Das mobilisierbare Potenzial berücksichtigt nur Dachflächen, die über das wirtschaftliche Potenzial hinaus ausreichend Wärme erzeugen, um mehr als nur kostendeckend

betrieben werden zu können. Entsprechend liegt das mobilisierbare Potenzial für Solarthermie in der Hansestadt bei überschlagsmäßig 145.000 MWh im Jahr 2030. Bis zum Jahr 2050 könnte dieses Potenzial auf rund 200.000 MWh ausgebaut werden.

Neben der Raumwärme stellt die Bereitstellung des Warmwassers den größten Wärmebedarf in den Haushalten dar. Solarthermische Anlagen, die mit relativ niedrigen Temperaturen arbeiten (im Vergleich zur Nutzung anderer erneuerbarer Energien), eignen sich in den meisten Haushalten vornehmlich zur Unterstützung der Bereitstellung des Warmwassers.

In Abhängigkeit zu der in den vorangegangenen Kapiteln formulierten Strategie für die Hansestadt könnte eine weitere zielführende Maßnahme sein, mithilfe der Stadtwerke und weiterer Partner vor Ort die Hauseigentümer dazu zu ermutigen, ihre Heizungsanlagen durch die Nutzung von Solarthermieanlagen zu ergänzen.

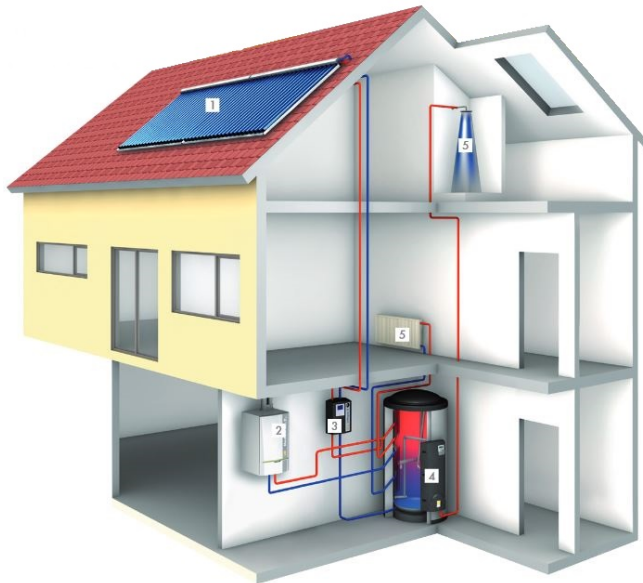
Dazu würde sich nicht nur der Einbau neuer Heizungsanlagen mit erneuerbaren Energien eignen, sondern auch die Ergänzung bestehender fossiler Anlagen. So kann eine größtmögliche Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in der Wärmebereitstellung erreicht werden, bis die einzelnen Anlagen auszutauschen und durch effizientere oder technologisch fortschrittlichere Anlagen zu ersetzen sind.

In der Praxis ist bei einer guten Voraussetzung der Gegebenheiten (Dachneigung, Ausrichtung und Verschattung) bei einer Anlage zur reinen Warmwasserunterstützung eine Einsparung von ca. 60 % zu erwarten, bei einer heizungsunterstützenden Anlage von ca. 10-30 %.

Gerade in weniger dicht bebauten Gebieten Lübecks ist es nicht so leicht möglich, Maßnahmen wie z.B. den Auf- und Ausbau von Wärmenetzen sowie den Anschluss an das Gasnetz umzusetzen, da die Wirtschaftlichkeit solcher Wärmelösungen durch die geringe Dichte in Frage gestellt wird. Wie auch bei der Nutzung dezentraler Lösungen bei Geothermie und Biomasse ist auch die Solarthermie vor allem für größere Ein- bis Mehrfamilienhaussiedlungen geeignet. Gerade das parallele Verfolgen mehrerer Technologien, die sich ergänzen, ist hier gut möglich. Auch die Eigentümerstrukturen erlauben den flächenhaften Ausbau der Solarthermie, da in dichteren und vor allem älteren Stadtgebieten oft die Bausubstanz, die Eigentümerstruktur und weitere Faktoren wie Denkmalschutz eine solche Technologienutzung erschweren.

Solarthermie – Aufbau in einem Einfamilienhaus

Hansestadt LÜBECK



1. Solarkollektor
2. Heizkessel
3. Solarstation
4. Wärmespeicher
5. Warmes Wasser

Quelle: Paradigma (FO-1215-Solaranlagen)

K.GREENTECH

Abbildung 51: Beispiel für ein Solarthermiesystem

Um die besonders geeigneten Gebäude zu identifizieren und die Eigentümer zu kontaktieren, eignet sich vor allem der Kontakt über bereits bekannte Akteure. Eine mögliche Variante wäre hierbei, die Synergieeffekte durch sowieso gerufene Handwerker zu nutzen. Diese hätten dann die Gelegenheit, den Eigentümer auf die Möglichkeit einer Solarthermie-Anlage hinzuweisen und somit die Mobilisierung zu begünstigen. Indem die Hansestadt dabei eine koordinierende Rolle übernimmt, Informationen zusammen- oder bereitstellen kann und sich auch als Schirmherr einer solchen Aktion profilieren kann, wird die Seriosität einer Initiative dieser Art ausreichend kommuniziert. Die Koordination im Detail und vor allem den Kontakt mit den entsprechend fachlich geschulten Handwerkern würde sich besonders für eine übergeordnete Instanz wie z.B. die lokale Handwerkskammer oder die Stadtwerke eignen. Dadurch kann auch über Rückmeldungen sichergestellt werden, dass die Hansestadt regelmäßig über den Stand und die Erfolge dieser Initiative informiert wird.

Die Investitionssumme für eine Solarthermie-Anlage ohne Heizungsfunktion beläuft sich bei einem Einfamilienhaus auf ca. 4.000 bis 5.000 €. Bei einer Anlage mit Heizungs- und Warmwasserfunktion muss mit Anschaffungskosten zwischen 6.000 - 8.000 € gerechnet werden. Der Wärmewechsel wird staatlich mit ca. 2.000 € Investitionszuschuss gefördert, zusätzlich werden Darlehen durch die KfW gefördert. Die Leistung beläuft sich durchschnittlich auf ca. 390 kWh/a bis 760 kWh/a pro qm Kollektorfläche.

Bei langfristig 10.000 gebauten Anlagen würden Investitionen von ca. 40 Mio. € anfallen, von denen bei Vergabe der Aufträge an lokale Handwerker ca. 6 Mio. € in die lokale Wertschöpfung fließen könnten.

Hochgerechnet auf einen 4-Personen-Haushalt kann somit eine CO₂-Reduktion von ca. 520 kg pro Jahr erreicht werden, bei 10.000 Anlagen wären dies entsprechend 5.200 t.

Die nächsten Handlungsschritte für Lübeck wären damit:

- Kontaktaufnahme mit den zuständigen Partnern bei der Handwerkskammer oder anderen Akteuren
- Zusammenstellung von Infomaterial für Gebäudeeigentümer mit entsprechend thematisiertem Anschreiben
- Erstellung eines Programms zur weiteren Information für interessierte Bürger oder Unternehmen

3.4. Priorisierung der Bausteine

Damit die Umsetzung der vorgeschlagenen Bausteine sinnvoll vonstattengeht, sollte unbedingt eine bestimmte zeitliche Reihenfolge eingehalten werden. Der Nutzen und die Wirtschaftlichkeit eines neuen Wärmenetzes wären beispielsweise stark gefährdet, wenn nach Inbetriebnahme des Netzes die angeschlossenen Gebäude saniert werden und somit einen geringeren Wärmebedarf aufweisen. Diese Faktoren müssen bei der Gliederung der Bausteine beachtet werden, selbst wenn kurz- bis mittelfristig noch nicht alle Maßnahmen in Angriff genommen werden.

Auf Grundlage der formulierten Strategie und der Eigenschaften der einzelnen Bausteine wurden drei Prioritätsebenen vergeben:

Priorität 1:

- Infoprojekt Heizölsubstitution durch Erdgas
- Erstellung Quartierskonzept
- Optimierung und Wärmenetzanschluss der eigenen Liegenschaften
- Abwärmekataster mit der IHK (bereits in Umsetzung)
- Mehr Kraft-Wärme-Kopplung in der Wärmeerzeugung
- Biomasse/ Biogas – Erzeugung von Wärme/ Biomethan mit Landkreis/ Umlandgemeinden: Potenzialstudie
- Solarthermie – Infoinitiative mit Handwerk und Stadtwerken (laufend)

Priorität 2:

- Förderprogramm Optimierung der Heizungseinstellung – Hydraulischer Abgleich
- Neue Wärmenetze/ Wärmeinseln ausbauen

Priorität 3:

- Tiefengeothermie – Erste Bohrung mit Bundesland, Stadtwerken und Forschungspartnern (aufgrund der langen Planungs- und Vorlaufzeit)
- Smart Thermogrid – Wärmenetzringschluss mittelfristig umsetzen

Zuerst sollten einfach umzusetzende sowie vorgreifende (z.B. Potenzialstudie Biomasse) Maßnahmen ergriffen werden, danach erst aufwendiger umzusetzende und solche mit langem Umsetzungszeitraum. So kann sichergestellt werden, die vorhandenen Ressourcen sinnvoll aufzuteilen und die Erreichung der Ziele voranzutreiben.

Neben der zeitlichen Priorisierung der Maßnahmen gibt es aber auch inhaltliche Abstufungen. Diese erstrecken sich oft nur innerhalb einer einzelnen Maßnahme, die sich aus mehreren einzelnen Bestandteilen zusammensetzt. Sie setzt sich vor allem aus einer Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der Alternativen und dem höchsten Effekt auf die Treibhausgaseinsparung zusammen.

Die inhaltliche Priorisierung wurde bei folgenden Maßnahmen vorgenommen:

- Erstellung Quartierskonzept: Die Wahl der Quartiere innerhalb der Suchräume wird im Rahmen des Konzeptes durchgeführt. Die Priorisierung ergibt sich durch die Maßnahme selbst.

- Optimierung und Wärmenetzanschluss der eigenen Liegenschaften: Von den identifizierten Gebäuden wurde anhand der Entfernung zum nächsten Wärmenetz, dem Wärmebedarf und dem verwendeten Energieträger ausgewählt. Dadurch wurde eine Priorisierung bereits vorab durchgeführt, die weiteren Schritte sind nun von Seiten der Hansestadt zu klären (z.B. Alter der Heizungsanlagen).
- Neue Wärmenetze/ Wärmeinseln ausbauen: Da jedes der beispielhaft für ein Wärmenetz identifizierten Gebiete unterschiedliche Charakteristika aufweist, stellt sich die Wirtschaftlichkeit unterschiedlich dar (abhängig von Netzlänge im Verhältnis zum Wärmeabsatz). Eine davon ausgehende Priorisierung wurde im Rahmen der Vorstellung der Maßnahmen vorgenommen und kann als Anhaltspunkt für die Prüfung der Stadtwerke dienen.
- Smart Thermogrid – Wärmenetzringschluss mittelfristig umsetzen: Auch hier wurden verschiedene Verbindungen der einzelnen Wärmenetze überprüft und jeweils zwei Varianten aufgestellt. Die Varianten wurden wie in der vorangegangenen Maßnahme auf Grundlage der Wirtschaftlichkeit in verschiedene Prioritäten eingeteilt, welche als Orientierung für den Ausbau dienen können.

Sofern die Einzelbausteine nach der genannten Reihenfolge umgesetzt werden, sollten keine negativen Wechselwirkungen zwischen den Maßnahmen auftreten. Trotzdem sollte die Kommunikation zwischen den einzelnen für die Maßnahmen zuständigen Stellen z.B. im Rahmen des Controllings (vgl. Kapitel 6) unterstützt werden, um auch mehrfachen Aufwand vermeiden und Synergieeffekte nutzen zu können.

4. Akteursbeteiligung

Um die empfohlenen Maßnahmen erfolgreich umsetzen zu können, müssen alle wichtigen Akteure rechtzeitig in entsprechende Vorhaben der Stadt eingebunden werden. Die Wichtigkeit und Auswahl der Themen durch die Akteure hängt von Thema und Perspektive ab. Die Stärke des Beteiligungsgrades kann mit einer Vielzahl an Methoden bewerkstelligt werden, welche sich hinsichtlich Aufwand und Intensität unterscheiden. Folgende Abbildung zeigt die verschiedenen Stufen der Beteiligung, welche von der reinen Informationsvermittlung bis hin zur Kooperation reichen:

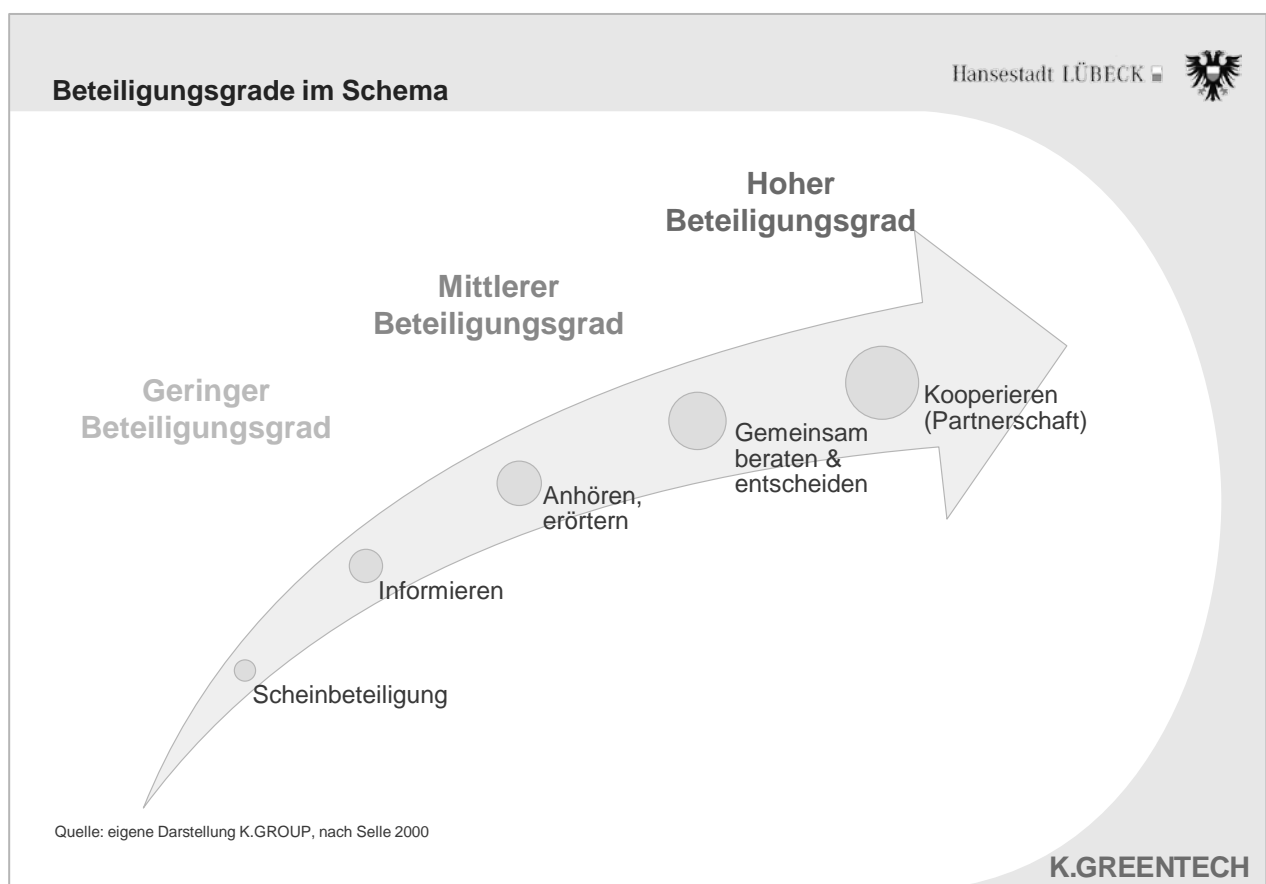


Abbildung 52: Schema des Beteiligungsgrads in der Akteursbeteiligung

Um Handlungsempfehlungen und handlungsspezifische Maßnahmen entwickeln zu können, wurden über den gesamten Zeitraum der Konzepterstellung die wichtigsten Akteure aus Lübeck miteinbezogen. Mit der Stadtverwaltung, hochrangigen Vertretern aus Wirtschaft, Industrie und Energieversorgern wurde eine Regelung für die Umsetzung des Klimaschutzteilkonzepts entwickelt.

Für das integrierte Klimaschutzteilkonzept Lübeck wurde ein partizipativer Ansatz gewählt. In Form von mehreren Arbeitstreffen und zwei öffentlichen Akteursworkshops wurde mit der Bevölkerung bzw. ausgewählten Akteuren ein reger Austausch zum Status Quo sowie zur weiteren Vorgehensweise geführt.

Das erste Akteurstreffen befasste sich mit den Fragen, welche Infrastrukturmaßnahmen in Lübeck durchgeführt werden können, um generell von fossilen Energieträgern wie Gas und Öl auf erneuerbare Energien umstellen zu können. Außerdem wurde besprochen und diskutiert, welche Möglichkeiten die Hansestadt Lübeck hat, um die hauptsächlich zur Deckung des Wärmebedarfs benötigte Energie zu reduzieren. Hauptziel war es herauszufinden, welche Mengen an CO₂-Einsparungen dadurch in Lübeck erreicht werden können. Neben der Diskussion von erneuerbaren Energiepotenzialen aus Biomasse und Solarthermie war die Förderung von Erdwärme durch Tiefengeothermie ein großes Thema. Zusätzlich war die Erarbeitung eines spezifischen Emissionsminderungspfads für die Hansestadt eines der Hauptziele der Arbeitstreffen mit der Steuerungsgruppe. Bei dem zweiten Akteurstreffen, welches unter dem Thema „Plattformveranstaltung Tiefengeothermie Lübeck“ veranstaltet wurde, einigte man sich u.a. auf die Einführung eines Arbeitskreises bzw. eines Konsortiums hinsichtlich der Förderung von Tiefengeothermie. In den beiden Workshops wurden insgesamt zwölf Maßnahmen entwickelt, welche Vorschläge beinhalten, wie die Hansestadt ihr Potenzial hinsichtlich des Themas Wärme besser nutzen kann.

Folgende Veranstaltungen fanden in Lübeck statt:

- 22.10.2012 Erstes Projekttreffen (Agenda Infoveranstaltung)
- 17.12.2012 Weihnachtstreffen
- 18.02.2013 Akteurstreffen
- 17.05.2013 Akteurstreffen (Plattformveranstaltung Tiefengeothermie Lübeck)
- 07.10.2013 Treffen mit Klimaschutzbeirat / Projektinformationen für Kernteam
- 03.05.2013 ECORegion und GIS-Support

Als beteiligte Akteure sind in Lübeck zu nennen (alphabetisch sortiert):

- Frau Dr. Kühn (Hansestadt Lübeck)
- Frau Lorenzen (Hansestadt Lübeck)
- Frau Ostertag (IHK zu Lübeck)
- Frau Schäfers (Hansestadt Lübeck)
- Frau Schmidtke (Neue Lübecker)
- Frau Taug's (Geologisches Landesamt)
- Frau Thomsen (Landschaftsentwicklung)
- Frau Mock (K.GREENTECH)
- Herr Dr. Gerling (Bundesanstalt für Geowissenschaften)
- Herr Dr. Zahrt (Geologisches Landesamt)
- Herr Eimannsberger (Energieagentur)
- Herr Fey (Hansestadt Lübeck)
- Herr Friemert (Zebau Hamburg)
- Herr Giercke (Stadtwerke Lübeck)
- Herr Haarbach (Neue Lübecker)
- Herr Haselmayr (K.GREENTECH)
- Herr Hellberg (Hansestadt Lübeck)
- Herr Janczik (TUHH)
- Herr Karstens-Süfke (Hansestadt Lübeck)
- Herr Klempau (Mieterverein Lübeck)
- Herr Lieberei (Hamburg Energie)
- Herr Liepner (Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein)
- Herr Pohl (Wirtschaftsförderung)
- Herr Radloff (Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig Holstein)
- Herr Ruschepaul (Stadtwerke Lübeck)
- Herr Schäfer (Lübecker Bauverein)
- Herr Scherer (ECOSPEED AG)
- Herr Schulken (EnergieTisch)

- Herr Schulz (Grundstücksgesellschaft Trave)
- Herr Stolte (Hansestadt Lübeck)
- Herr Tamm (Haus & Grund)
- Herr Thyen (Entsorgungsbetriebe Lübeck)
- Herr Uffmann (Wirtschaftsförderung)
- Herr Monhart (K.GREENTECH)
- Herr König (K.GREENTECH)

Stadtintern beteiligt sind die Bereiche

- Stadtplanung
- Gebäudemanagement
- Umwelt-, Natur- und Verbraucherschutz
- Entsorgungsbetriebe Lübeck
- Stadtwerke Lübeck

5. Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit

Öffentlichkeitsarbeit fördert bei der Bevölkerung Bewusstsein und Reflexion über die veröffentlichten Themen. Um dies zu erreichen, müssen die Bürger über Zielsetzungen und Maßnahmen des Wärmekonzepts informiert werden. Zusätzlich sollte das Verhalten der Bevölkerung für die Kommunalverwaltung einschätzbar werden, um konkrete Handlungsmöglichkeiten abzuleiten und aufzubereiten.

Ein gut durchdachtes Konzept zur Öffentlichkeitsarbeit intensiviert einen der wichtigsten Teilbereiche der Akteursbeteiligung. Eine gemeinschaftlich wie auch individuell aktiv mitgestaltende Bevölkerung entscheidet maßgeblich über den Erfolg eines Klimaschutzkonzeptes. Nur mit der Summe aller Einsparungs- und Effizienzbeiträge von gewerblicher und privater Seite gelingt ein maximal großer Schritt hin zu den geforderten Klimaschutzzielen. Dabei sollen nicht nur die Bürger, sondern auch relevante Akteure des Stadtgeschehens erreicht und aktiviert werden, z.B. die Wirtschaft oder auch Wohnbaugesellschaften.

Durch Öffentlichkeitsarbeit kann die Beteiligung der Bürger und ihre Bereitschaft zu Veränderungen erhöht werden. Das Ziel ist, eine eventuelle Änderung der Gewohnheiten hinsichtlich Energiewende und Klimaschutz zu fördern. Durch Aktionen mit spezifischen Themen, welche weitere Vermittlungsarbeit und Aufklärung hervorrufen, wird ein höherer Grad an Akzeptanz und Mobilisierung bei der Bevölkerung für die durchzusetzende Maßnahme erreicht.

Es wird der Hansestadt Lübeck empfohlen, die im folgenden Text dargelegten Ansätze intern zu prüfen, durchzuführen und gegebenenfalls an veränderte Situationen und Rahmenbedingungen anzupassen. Zudem ist zu beachten, dass in diesem Kapitel nur ein Teil der Möglichkeiten der Öffentlichkeitsarbeit vorgestellt wird. Auf detailliertere Maßnahmen wurde bereits im Kapitel 3.3 Einzelbausteine, wie zum Beispiel unter dem Punkt „Infoprojekt Heizölsubstitution durch Erdgas“, eingegangen.

Die positive Erwähnung und Vermarktung der Vorgehensweise in den lokalen und überregionalen Medien wie z.B. den Lübecker Nachrichten oder der Lübecker Stadtzeitung bzw. den Regionalfernsehsendern ist ein nicht zu unterschätzendes Mittel zur Kommunikation mit der Zielgruppe, um Akzeptanz und Unterstützung für die angedachten Projekte bei der Bevölkerung zu erzielen. Veranstaltungen sollten in lokalen

und regionalen Zeitungen angekündigt werden, um möglichst viele Teilnehmer anzusprechen. Ergänzend können Bürgerblätter oder E-Mail-Verteiler das Bewusstsein schärfen und das Wissen um die Verantwortung eines jeden einzelnen Bürgers etablieren. Vor allem über die geplanten Maßnahmen und deren Umsetzung sollte regelmäßig in den lokalen Medien berichtet werden.

Gerade über eigenes verantwortungsvolles Handeln kann eine hohe Identifikation durch die Bevölkerung und somit maximale Unterstützung für die Vorhaben erreicht werden. Spezielle Veranstaltungen, bei welchen vor allem strittige Schwerpunktthemen oder häufig diskursiv gesehene Themen wie z.B. die Geothermie aufgegriffen und dadurch für die Bevölkerung verständlicher gemacht werden, beziehen diese mit ein und schaffen Präsenz in der öffentlichen Diskussion. Diese Herangehensweise kann Fehlinformationen und Missverständnissen vorbeugen und somit die Akzeptanz fördern. Die Integration bereits vorhandener Ansätze und Projekte sowie Strukturen der Öffentlichkeitsarbeit innerhalb der Verwaltung der Hansestadt sollten genutzt werden.

Auch der Auftritt der Hansestadt auf thematisch ähnlichen Messen (Erneuerbare Energien, Handwerk etc.) führt insbesondere zu einer überregionalen Wirkung, die neue Akteure erreichen kann. Dadurch wird auch ein spezielles Fachpublikum erreicht, das seinerseits in der Hansestadt wirkt und die Ideen und Strategien Lübecks zur Umsetzung bringt.

Die Außenkommunikation sollte konstant, verständlich und durchdringbar für die Bürger gestaltet werden. Dadurch wird ständig über Neuigkeiten informiert und die gewonnene Aktivität der Bevölkerung erhalten. Eine Bekanntgabe einzelner Vorhaben und Termine ist daher auf der Homepage der Hansestadt bzw. der Interessensgruppen (je nach Thema IHK, Wohnbaugesellschaften etc.) anzustreben. Eine günstige Möglichkeit ist beispielsweise, eine Klimaschutz-Infoserie als eigene Rubrik im Rahmen der Rathauszeitung „Lübecker Stadtzeitung“ zu veröffentlichen.

Die Hansestadt Lübeck sollte ihren Bürgern gegenüber eine Vorbildfunktion einnehmen und ihre kommunalen Liegenschaften mit Technologien aus erneuerbaren Energien wie bspw. Solaranlagen, Pelletheizungen oder wärmeeffiziente Dämmungen ausstatten. Wenn über solche Themen im Nachgang ausreichend berichtet wird, werden die Themen den Bürgern immer wieder vor Augen gehalten, was eine gewisse Normalität einspielt,

die auch die Bürger dann in ihren Entscheidungen beeinflusst. Auch Probefahrten in Elektroautos und E-Bikes für die Bürger haben die Wirkung einer Vorbildfunktion nach innen. Ziel der Öffentlichkeitsarbeit ist es, möglichst viele Bürger auf das integrierte Klimaschutzkonzept aufmerksam zu machen und Gelegenheiten zur aktiven Beteiligung an der Umsetzung aufzuzeigen. Auf der anderen Seite ist es auch von besonderer Bedeutung, wenn nicht nur der Klimaschutzaspekt betont wird. Gerade reine Klimaschutzmaßnahmen sind in letzter Zeit auf immer weniger Beachtung gestoßen. Aus diesem Grund müssen vor allem die (auch langfristig) ökonomischen Vorteile des Klimaschutzes in der Hansestadt hervorgehoben und deutlich gemacht werden, da die hebbaren Einsparpotenziale bei den Energiekosten vielen Bürgern und Akteuren nicht bekannt sind. Dies betrifft vor allem die Senkung der Heiz- und Warmwasserkosten durch eine energetische Sanierung, die unmittelbar nach Durchführung, aber auch in Zukunft generiert werden kann. In den nächsten Jahren ist eine Energiepreissteigerung zu erwarten, deren Kosten jedoch durch eine qualitative Modernisierung des Gebäudebestandes gemildert werden können. Ebenso wird der Aspekt der Steigerung der Lebensqualität oftmals außer Acht gelassen. Energetisch sanierte Wohnungen haben ein ausgeglicheneres Raumklima über das Jahr, man kämpft im Sommer weniger mit Überhitzung und im Winter mit undichten Fenstern. Zudem sind indirekte Kühl- und Heizanlagen (z.B. Kühldecken) angenehmer für das körperliche Empfinden, da keine Extrema (besonders warme Heizkörper etc.) in der Wohnung zu finden sind.

Die ersten Schritte der Öffentlichkeitsarbeit in der Hansestadt wurden bereits durch diverse Artikel in den Medien umgesetzt. Zusätzlich wurden mehrere Pressetermine einberufen, an denen Bürger über das Klimaschutzteilkonzept informiert wurden.

Des Weiteren kann die Bürgerbeteiligung von jungen Bürgern durch die Einführung eines Online-Tools gefördert werden. Vor allem hinsichtlich der Planung und Realisierung von Tiefengeothermie in Lübeck kann mit Hilfe einer Internetplattform ein breiter Beteiligungsprozess und eine höhere Akzeptanz hervorgerufen werden. Dort können aktuelle Fortschritte der Vorhaben verständlich dargestellt werden, wodurch mit geringem Aufwand die interessierte Bevölkerung über den Stand der Energiewende informiert werden kann. Die Daten dafür können per Knopfdruck aus den Auswertungen von ECORegion bereitgestellt werden. Eine andere Möglichkeit wäre eine Art Planspiel rund um das Thema Erneuerbare Energien, in dem vor allem die jüngere Bevölkerung sich auf

eine neue Art mit dem Thema auseinandersetzen können und die Komplexität der Energiewende verstehen lernen.

Es bietet sich außerdem an, regelmäßig öffentliche Treffen in Diskussionsrunden und persönliche Aufklärungsmaßnahmen für interessierte Bürger zu bieten, sodass auch die Möglichkeit des Ideeninputs von außen besteht.

Im Speziellen können zielgruppenspezifische Projekte folgender Art im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit durchgeführt werden (Aufzählung beispielhaft, nicht abschließend):

- Energieintensives Gewerbe: regelmäßige Information über lokale und nationale Projekte mit Bezug zur Industrie (Ausgezeichnete Pilotprojekte, z.B. Umweltinnovationsprogramm¹⁷ des Bundesumweltministeriums, Fortschritte im Klimaschutz der Hansestadt etc.); dies kann in Form einer Broschüre mit geringer Auflage durchgeführt werden; der Aufwand beläuft sich auf viermal 30 Stunden im Jahr (bei einer Erscheinung pro Quartal, kann je nach Bedarf auch abweichen) und entsprechenden Druckkosten (ca. 5 – 10 € je Exemplar).
- Eigenheimbesitzer: Vorschlag zu einer einmaligen Informationsaktion, vgl. Maßnahme Informationsoffensive für Haushalte zum Energiesparen; darüber hinaus die Möglichkeit einer unverbindlichen Kurzberatung denkbar; Je Beratung wären ca. eine Stunde Beratungsleistung anzusetzen; je nach Länge wird von ca. 100 € je Beratenem gerechnet; darüber hinaus wird ein Etat für die entsprechende Kommunikation benötigt, z.B. Plakate an öffentlichen Plätzen (Bahnhof etc.); wird die Beratung durch städtisches Personal sind die Kosten für den Aufwand (bei 300 beratenen Bürgern ca. 350 Stunden) intern zu ermitteln.
- Eigentümer von Mietshäusern: vor allem persönliche Beratungsgespräche geeignet; in diesen sollten für ein oder zwei Gebäude des Eigentümers die Möglichkeiten zur energetischen Sanierung (Gebäudehülle und Anlagentechnik) und deren Kosten überschlagen werden.

Da oft die Rentabilität einer Sanierung in Frage gestellt wird, empfiehlt es sich ebenso geeignete Fördermittel und Umlagemöglichkeiten auf die Miete zu erläutern. Aufwand der individuellen Beratung ca. 2 – 3 Stunden in Anspruch. Wird ein externer Berater für diese Aktivität hinzugezogen, beläuft sich der finanzielle

¹⁷ <http://www.umweltinnovationsprogramm.de/projekte>

Aufwand in einer ersten Schätzung auf ca. 200 – 300 Euro pro Beratung. Unter der Annahme von 50 Beratungen im Jahr müsste die Stadt Lübeck mit Kosten von ca. 4.500 Euro rechnen. Bei hinzuziehen eines Beraters seitens der Stadt sind die Kosten intern abzuschätzen (Arbeitsaufwand ca. 200 Stunden).

Die in der Planungspraxis bekannten Hemmnisse hervorgerufen durch eine ungenügende Öffentlichkeitsbeteiligung können mit einem breit gefächerten Angebot beruhend auf den in diesem Kapitel genannten Möglichkeiten stark reduziert werden. Durch ein offenes und transparentes Vorgehen der Hansestadt können sogar Befürworter und Unterstützer in der Bevölkerung gewonnen werden, wodurch eine Vernetzung in viele Stadtteile und Bevölkerungsschichten entstehen kann.

6. Controllingkonzept

Generell sollte eine kontinuierliche Überprüfung der von der Politik angestrebten CO₂-Minderungsziele und ihrer langfristigen Wirksamkeit regelmäßig von der jeweiligen Stadt oder Kommune durchgeführt werden. Um also Zwischenstände, Energieverbrauchsentwicklungen und Emissionstrends messen zu können, bietet sich der Einsatz des professionellen und sicheren Monitoringinstruments ECORegion von ECOSPEED AG an. Damit können Städte oder Kommunen ihre eigenen Energie- und CO₂-Bilanzen erstellen. Die Software wurde in Lübeck bereits zur Bilanzierung der CO₂-Emissionen verwendet, weshalb eine weitere Nutzung sinnvoll und ressourcenschonend ist.

Da auch Lübeck seine CO₂-Emissionen reduzieren möchte und dafür Maßnahmen formuliert wurden, muss regelmäßig überprüft werden, ob ein Erfolg messbar geworden ist. Der nötige Abgleich mit festen Messgrößen zur Erfolgskontrolle baut dabei auf Kennzahlen auf, die vom Softwarehersteller hinterlegt wurden und intervallweise mit aktuellen Verbrauchsdaten Lübecks ergänzt werden. Im Ergebnis kann so die jährliche Energie- und CO₂-Bilanz erstellt werden, gemäß der Bilanzierungsmethodik, wie sie in Kapitel 3 dargestellt wird.

Der Bereich UNV der Hansestadt Lübeck hat für einen effizienteren Umgang mit dem Monitoringinstrument ECORegion eine kurze Einführung sowie eine Übersicht von K.GREENTECH über die Nutzung und den Umgang mit dem Programm sowie die Ermittlung der benötigten Daten und Anhaltspunkte zur Datenanalyse (Auswertung der

Daten aus dem System) des verwendeten GIS erhalten. Da ECORegion keinen expliziten Raumbezug enthält, ist es von besonderem Vorteil, diesen über den Einsatz eines GIS zu ergänzen. Dabei müssen durch eine Person mit Fachwissen zu beiden Tools die Beziehungen in beide Richtungen kontrolliert werden, vor allem von ECORegion zu GIS. Hier muss besonders darauf geachtet werden, dass beispielsweise bei einer Stadtteil-scharfen Darstellung eine realitätsnahe Gewichtung der Werte z.B. Besiedlungsdichte oder Verkehrsaufkommen, CO₂-Emissionen, Energieverbräuche, etc. vorgenommen wird.

Durch die aktuell konstante Dokumentation der Werte in ECORegion hat Lübeck eine gute Grundlage für eine weitere regelmäßige Überprüfung von Entwicklungsergebnissen geschaffen. Darüber hinaus würden einige zusätzliche Maßnahmen die Datengrundlage verbessern und die Umsetzung der Einzelbausteine messbar machen, z.B.:

- Eine regelmäßige adressreferenzierte Wärmebedarfsstatistik der Stadtwerke an den Bereich UNV
- Die tarifliche Trennung in Haushalts- und Gewerbekunden zur genaueren Zuordnung der Emissionen und Energieverbräuche; eine regelmäßige Aufstellung der Einzeldaten mit Adressreferenz der Stadtwerke Lübeck, um den Fortschritt der Effizienzsteigerung und Einsparungsbemühungen wie z.B. Sanierungsmaßnahmen überprüfen zu können, wäre optimal
- Nachfrage von Daten der internen Stellen, z.B.
 - Zulassungsstatistik: neu zugelassene Fahrzeuge im städtischen Fuhrpark mit alternativen Antrieben
 - Gebäudemanagement: Entwicklung des Energiebedarfs der städtischen Liegenschaften
 - Vgl. hierzu Dokument Datensammlung- und Aufbereitung
- Veränderungen in der Strom- und Wärmezusammensetzung durch Gegenüberstellung der einzelnen Erzeugungsdaten

Entwicklungsergebnisse, vor allem aus den vorgeschlagenen Maßnahmen, die nicht über dieses Tool abgebildet werden, können extra ausgewiesen und in einem regelmäßigen Nachhaltigkeitsbericht festgehalten werden.

Durch die einmalige modellhafte Ermittlung der Fortschreibungsgrundlage sind alle Quellen einmal angesprochen, haben die Daten bereits einmal zusammengestellt und können für eine weitere Verwendung erneut angefragt werden. Die Datendokumentation kann somit nach dem dort verwendeten Schema ablaufen, welche eine regelmäßige Datenabfrage bei den gleichen zuständigen Stellen umfasst, die so in diese Routine eingebunden werden. Dieses Vorgehen wäre der optimale Weg für die Weiterführung der detaillierten Untersuchungen. Abbildung 53 zeigt die Kommunikationswege und Datenkanäle auf dem Weg der Fortschreibung und Erfolgskontrolle. Dabei ist wichtig, dass die Daten der entsprechenden Fachstellen in jedem Turnus in der gleichen Form aufbereitet (z.B. in der gleichen Einheit und auf die gleichen Sektoren bezogen) und an die Controllingstelle weitergeleitet werden, um die Vergleichbarkeit der Daten zu gewährleisten. Weitergehende und aufwendige Analysen sollten in regelmäßigen Abständen, aber nicht jährlich, neu durchgeführt werden. Das betrifft vor allem eine detaillierte Untersuchung des Wärmebedarfs der Gebäude in Lübeck. Dies sollte in Kooperation mit den Stadtwerken stattfinden, da diese die Kompetenz in diesem Bereich darstellen. Diese Analyse ist eminent für eine belastbare Aussage über die Entwicklung des Wärmebedarfs in Lübeck und sollte auf jeden Fall erneut durchgeführt werden.

Zu einem vorher festgelegten Zeitpunkt werden die Daten des vergangenen Jahres an eine zentrale Stelle gemeldet. Im Idealfall wäre dies ein Klimaschutzbeauftragter der Hansestadt Lübeck. Die Daten werden von den einzelnen Fachstellen wie z.B. von Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz, Gebäudemanagement, etc. an den Klimaschutzbeauftragten geliefert. Aufgabe des Beauftragten ist es, die Datensammlung zu koordinieren und in das Programm ECORegion einzupflegen. Somit kann die Vollständigkeit garantiert und kontrollierbar gemacht werden. Zudem werden von ihm die Daten bei den Energieversorgern bzw. Netzbetreibern zentral angefragt, um diese zu überprüfen. Die Daten der nicht-leitungsgebundenen Energieträger können mit den Daten der Netzbetreiber abgeglichen werden, sodass nicht jedes Jahr die Daten neu berechnet werden müssen. Ein Turnus von ca. drei bis fünf Jahren für die Aktualisierung der Wärmedaten wird jedoch empfohlen. Die Jahre dazwischen können dann leicht interpoliert werden.

Die Datenkontrolle kann in Form in einer regelmäßigen Berichterstattung an den Stadtrat erfolgen. Der Bericht umfasst dabei nicht nur Zahlen zu den eigenen Liegenschaften,

sondern auch Quoten der regenerativen Energie bei der Wärmeerzeugung im Stadtgebiet. Auf dieser Informationsgrundlage kann in der Folge zielgerichtet über weitere Maßnahmen entschieden werden, unter Bewahrung der Flexibilität, um auf kurzfristige Entwicklungen angemessen reagieren zu können.

Zudem eignet es sich an dieser Stelle sehr, ein Kennzahlenpanel aufzustellen, das mit relativ geringem Aufwand aus den gemeldeten Daten extrahiert und berechnet werden kann. Es empfehlen sich hierbei folgende Werte mit der jeweiligen Ermittlung:

Kennzahl (Bsp.)	Ermittlung der Kennzahl
Wärmemengen aus Wärmepumpen	Anfrage der Daten von der Wasserbehörde, Hochrechnung der installierten Leistung aus einer Funktion über die Tiefe der Bohrung, Ermittlung der erzeugten Wärme über Kennzahlen der Haushalte Lübecks
Länge der Wärmenetze	Anfrage bei den Stadtwerken Lübeck nach Gesamtlänge der Netze
Anteil des Gasbedarfs	Anfrage bei den Stadtwerken Lübeck nach Gesamtsumme des Gasbedarfs, Gegenüberstellung mit Fernwärme, nichtleitungsgebundenen (aus letzter Ermittlung plus Interpolation) und erneuerbaren Energieträgern
Gesamtwärmebedarf	Aufsummierung der Einzelwerte aus dem GIS-System, Häufigkeit abhängig vom Intervall der gebäudescharfen Ermittlung der Wärmebedarfe

Tabelle 2: Bildung der Kennzahlen für ein Controlpanel

Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse für die Bürger veröffentlicht. Dies kann beispielsweise im Rahmen einer Klimaschutz-Infoserie (vgl. Kapitel 6 zur Öffentlichkeitsarbeit), und über Stadtratsausschüsse kommuniziert werden. Der umzusetzende Maßnahmenkatalog wird ca. alle drei Jahre aktualisiert und der zugehörige Sachstand beispielsweise in einer Broschüre veröffentlicht, um die Fortschritte dem Bürger zu veranschaulichen. Außerdem soll auf diese Weise die Möglichkeit der Identifikation mit der Leistung der Stadt hinsichtlich des Klimaschutzes gewährleistet werden.

Durch diese Methodik werden konkrete Maßnahmen zur CO₂-Reduktion in der Hansestadt Lübeck systematisiert. Die Maßnahmen können aufbauend auf die Vorarbeit durch das integrierte Klimaschutzteilkonzept auf ein machbares Maß reduziert und

verteilt werden. Zusätzlich kann die Hansestadt den Aufwand für Konzepte und Projekte mit diesem Instrument in Richtung Energiewende und Klimaschutz dosieren. Des Weiteren bleibt die Möglichkeit erhalten, rechtzeitig finanzielle Mittel einzuplanen, sodass der Pfad Richtung Klimaneutralität relativ stabil eingehalten werden kann. Mit Schwankungen bzw. sprunghaften Erfolgen aufgrund der unterschiedlichen Größe, Dauer und Treibhausgasreduktion jeder einzelnen Maßnahme muss gerechnet werden. Diese Abweichungen bleiben aber in kalkulierbarem Rahmen.

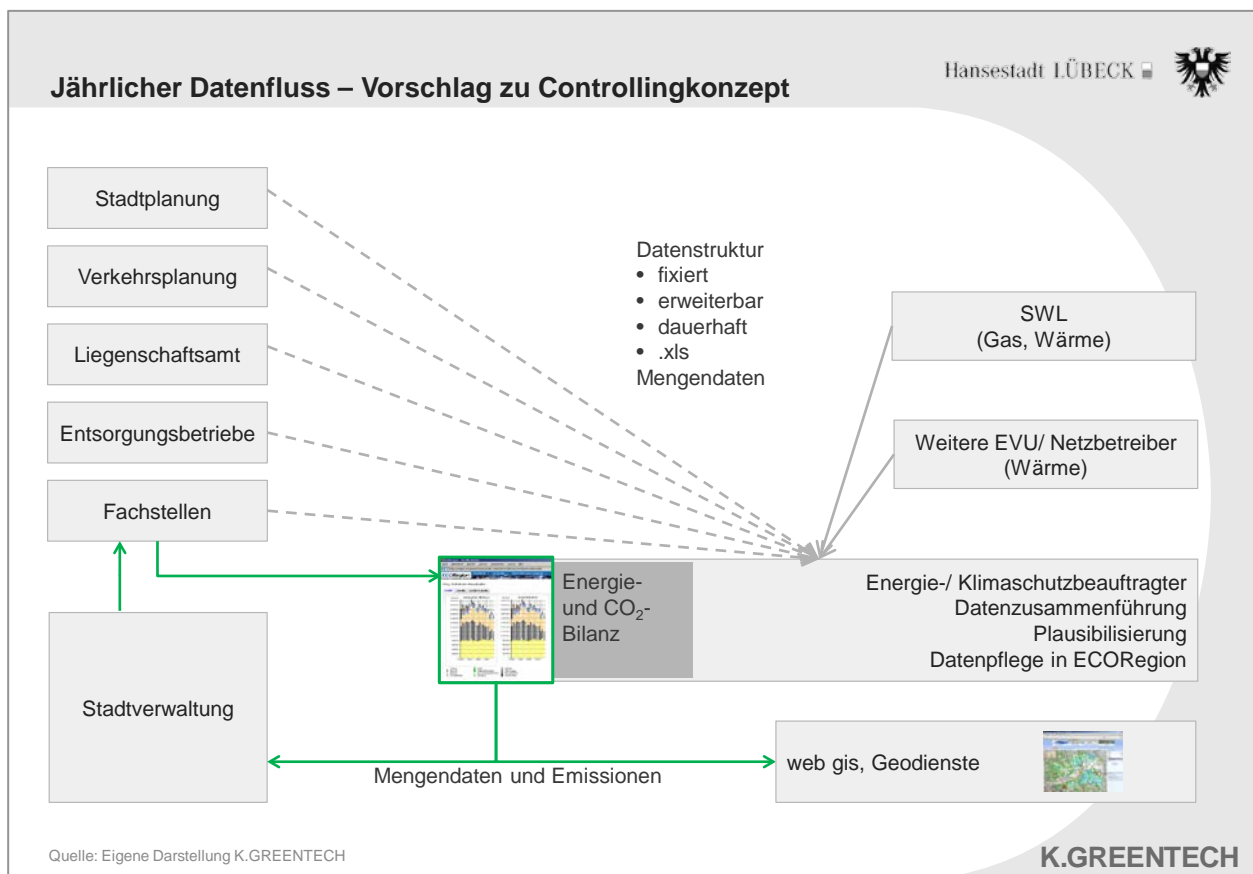


Abbildung 53: Vorschlag zu Controllingkonzept und Datenmanagement

K.GREENTECH betont die Bedeutung einer konstant fortgeführten lokalen Umsetzung von Strategien und Projekten im Klimaschutz. Durch diese Beständigkeit gelingt es der Hansestadt Lübeck, lokale Vorteile mit dem globalen Ziel des Klimaschutzes zu verknüpfen. Energiekosten werden damit gesenkt, Finanzmittel stehen weiter in der Hansestadt zur Verfügung anstatt abzufließen, die lokale Kaufkraft bleibt erhalten und wird sogar gestärkt. Voraussetzung für diese Entwicklung sind lokale und regionale Kooperationen mit anderen Kommunen sowie mit der Privatwirtschaft. Entscheidend ist die Vorbildfunktion der Stadt beispielsweise im Bereich Solarenergie, welche die Bürger

und Wirtschaft mitzieht. Zur Weiterentwicklung der Energieverteilung tragen zwar maßgeblich die Bundestrends bei, ein Großteil hängt aber nach wie vor von technischen Innovationen ab.

Bei einer erfolgreichen Zusammenarbeit von Unternehmen, Bürgern und der Stadtverwaltung können über den Bundestrend hinaus Erfolge erreicht werden. Hier gilt über politische Weichenstellungen und Gremienbeschlüsse Strukturen zu schaffen, mit denen die Zielvorgaben erreicht werden.

Neben einer starken Betonung der Konstanz in energiepolitischen Projekten steht K.GREENTECH gleichzeitig für Verantwortung und Sicherheit in der Versorgung durch langfristige Planung. Um eine maximale Absicherung bei den Entscheidungen auf dem Weg zur Energiewende zu erreichen, wurden daher mehrere Optionen der Energieeffizienz und -gewinnung parallel geprüft. In Lübeck soll dabei eine größtmögliche Flexibilität vor dem Hintergrund der oben genannten potentiellen Unsicherheitsfaktoren wie bundesweiten Trends und technischen Neuerungen bewahrt werden. Aus diesem Grund wurden neben der vielversprechenden Energieversorgung durch Geothermie weitere Möglichkeiten der erneuerbaren Energieerzeugung im Untersuchungsgebiet aufgezeigt. Ein effizienter Energiemix trägt maßgeblich zur Stärke der Energiewende bei, da die Auswirkung von Unsicherheiten gering gehalten wird bzw. Risiken durch ausgeprägte Abhängigkeitsverhältnisse von einzelnen Technologien und Großprojekten minimiert werden. Entsprechend werden im integrierten Klimaschutzteilkonzept für die Hansestadt Lübeck in Kapitel 3 auch die Potenziale anderer erneuerbarer Energieträger genauer betrachtet und deren Anteile an der zukünftigen Energieversorgung bezüglich umweltverträglicher und wirtschaftlicher Abwägungen bestimmt.

7. Literaturverzeichnis

AG; Öko-Institut; Ziesing, Dr. Hans-Joachim (2009): Modell Deutschland.

Klimaschutz bis 2050. Vom Ziel her denken. WWF Deutschland. Frankfurt a.M.

Retzer, Klaus; König, Michael; Mock, Theresa (2011): Nachhaltigkeit und Akzeptanz von Bioenergie. In: Euroforum Lehrgang in 8 schriftlichen Lektionen. Euroforum Verlag. Lektion 1. Düsseldorf.

Umweltbundesamt (Hrsg.)(2012): Die Folgen des Klimawandels in Deutschland. Was können wir tun und was kostet es?

Umweltbundesamt (Hrsg.)(2012): Globale Landflächen und Biomasse nachhaltig und ressourcenschonend nutzen.

8. Abkürzungsverzeichnis

BHKW	Blockheizkraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
CAPEX	Capital Expenditure (= Investitionsausgaben)
DB	Deutsche Bahn
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare Energien Wärme Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FNP	Flächennutzungsplan
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GIS	Geographisches Informationssystem
GWh	Gigawattstunden
IHK	Industrie- und Handelskammer
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
kWp	Kilowatt Peak
LCA	Life-Cycle-Assessment (=Lebenszyklusanalyse)
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh	Megawattstunde
OPEX	Operational Expenditure (= Betriebskosten)
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PV	Photovoltaik

SWL	Stadtwerke Lübeck
THG	Treibhausgase
WEA	Windenergieanlage
WKA	Windkraftanlage