

Das Energetische Quartierskonzept als Baustein nachhaltiger Stadtentwicklung

Umsetzungsstrategien am Beispiel des Sanierungsgebiets
Krückau-Vormstegen, Elmshorn, Schleswig-Holstein

06. Dezember 2013

Masterthesis an der HCU Hamburg
Stadtplanung

Jens-Phillip Petersen

Gutachter:
Prof. Irene Peters, Ph.D.
Prof. Dr.-Ing. Thomas Krüger

I. Kurzfassung

Deutsch

Der energetische Stadtumbau, hin zu nachhaltigen Siedlungsstrukturen, wird in den nächsten Jahrzehnten für die Stadtplanung zur zentralen Aufgabe. Das Stadtquartier ist hierfür als Handlungsebene prädestiniert, da eine Systembetrachtung von Energiebedarf und Energieversorgung auf Quartiersebene zahlreiche Vorteile im Bereich der Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit gegenüber der Objekt- oder gesamtstädtischen Ebene aufweist.

Dazu sind technisch-organisatorische, materielle, finanzielle und rechtliche Rahmenbedingungen, als auch der aktuelle Stand energetischer Quartiersplanung erfasst worden. Es wurden Mängel in Systematik, eine unzureichende Informationslage und wenig integrierte Betrachtung von Quartieren bei bestehenden energetischen Quartiersplanungen und in Teilen ein gänzlich fehlendes Fehlen energetischer Quartiersplanung festgestellt.

Um die Defizite in der energetischen Quartiersplanung abzubauen und die Potenziale energetischer Quartiersplanung zu nutzen bedarf es eines integrierten Planungsverfahrens, um die Polydimensionalität der energetischen Belange im Quartier zu koordinieren. Die Koordination dieser Belange kann nur über ein projektorientiertes Planungsinstrument abseits klassischer, sektoraler Planungen erfolgen, kurz, über ein energetisches Quartierskonzept. Wie ein solches Instrument aussähe und welche Position es in der Stadtplanung einnehmen sollte wird im Rahmen dieser Arbeit skizziert.

Anhand dieser Skizze wurde ein energetisches Quartierskonzept für Krückau-Vormstegen, ein Sanierungsgebiet in Elmshorn (Schleswig-Holstein), entworfen und aufgezeigt welche Energiepotenziale im Quartier vorhanden sind, wie diese genutzt werden können und mit welchem Planungsverfahren eine wirtschaftliche und umweltverträgliche Energienutzung im Quartier erreichbar ist.

II. Abstract

English

Energy - its efficient use and its CO₂ neutral provision - will be a central task for urban development in the coming decades. Approaching this task at the neighborhood level - rather than the city-wide level - has many advantages, and seems almost like a necessity. It is at the neighborhood scale that many technical synergies can be realized, promising scale effects be reached, and decision makers be mobilized to act in their common interest.

The planning instrument proposed in this thesis is based on a review of current urban energy planning. It has been found that current practice lacks a systematic approach, suffers from insufficient information and too little integration with other causes of urban development.

To overcome the weaknesses in the current energetic neighborhood planning and to exploit its potential, an integrated planning process is required to coordinate the multidimensionality of energy in the neighborhood. The coordination of these interests can only be achieved through a project-oriented planning tool distinguished from traditional planning. There is a need for "neighborhood energy concepts". What such a planning tool should look like and what position it should have in the system of urban planning is outlined in this report.

Based on the outlined tool, a neighborhood energy concept for Krückau Vormstegen (a redevelopment area in Elmshorn, Schleswig-Holstein, Germany), was designed. The report shows the potential of the neighborhood's energy sources and suggests a planning procedure by which this potential could be realized to provide a sustainable and economical energy supply for the neighborhood.

III. Danksagung

Ich danke meinen Betreuern an der HafenCity Universität Hamburg, Prof. Irene Peters, PhD und Prof. Dr. Thomas Krüger, für ihre Unterstützung und Offenheit bei der Erstellung der vorliegenden Arbeit.

Diese Arbeit entstand auf Anraten von Felix Kalkowsky, der zum damaligen Zeitpunkt im Planungsamt der Stadt Elmshorn angestellt war. Ihm, sowie Markus Pietrucha, ebenfalls im Planungsamt der Stadt Elmshorn angestellt, bin ich für die Unterstützung in der Materialbeschaffung sowie ständige Bereitschaft auf Rückfragen zu antworten zu Dank verpflichtet.

Ferner danke ich allen Gesprächspartnern, die sich die Zeit nahmen meine Fragen zu beantworten und mir damit eine große Hilfe waren. Insbesondere zu nennen sind Frau Fronzek, in ihrer Funktion als erste Bürgermeisterin Elmshorns, Frau Kase als Vertreterin des Stadtmarketing Elmshorns e.V. sowie Herrn Wionzek und Herrn Schuhknecht als Vertreter der Stadtwerke Elmshorn. Des Weiteren danke ich Herrn Hansen von der Morgenwelt GmbH für das offene Gespräch, sowie Herrn Küsel von der Peter Kölln KGaA und Herrn Schülecke von MEGAwatt.

IV. Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Degressive EEG-Vergütung
(Quelle: Eigene Darstellung nach EEG 2012)
- Tabelle 2: Vergütung von Rohstoffklassen für Biomasse
(Quelle: Eigene Darstellung nach EEG 2012)
- Tabelle 3: Rechtliche Instrumente zur Durchsetzung energetischer Belange
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 4: Übersicht relevanter Förderprogramme energetische Bauvorhaben für Kommunen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 5: An energetischen Quartierskonzepten beteiligte Akteure
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 6: Zentrale Daten zum energetischen Sanierungskonzept Bergedorf-Süd
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 7: Übersicht zum integrierten energetischen Quartierskonzept Belm
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 8: Zentrale Daten zur Bahnstadt Heidelberg
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 9: Zentrale Daten zum Energieverbund Wilhelmsburg Mitte
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 10: Bewertung des Konzepts zur energetischen Stadtteilsanierung Bergedorf-Süd
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 11: Bewertung des integrierten energetischen Quartierskonzepts Belm
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 12: Bewertung der Bahnstadt Heidelberg
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 13: Bewertung des Energieverbunds Wilhelmsburg Mitte
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 14: Zusammenfassung planerischer Rahmenbedingungen Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 15: Energetische Rahmenbedingungen Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 16: Annahmen für das energetische Quartierskonzept Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 17: Gebäudeklassen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 18: Beispielgebäude Bestand Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 19: Entwicklung EnEV
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 20: Energiebedarfe Baufelder Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 21: Potenzial Erneuerbare Energien im Quartier Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 22: Zusammenfassung VS-1
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 23: Zusammenfassung VS-2
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 24: Zusammenfassung VS-3
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 25: Zusammenfassung VS-4
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Tabelle 26: Zusammenfassung VS-5
(Quelle: Eigene Darstellung)

V. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Grafik Nachhaltige Stadtentwicklung: Handlungsfeld energetischer Quartierskonzepte
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 2: Dimensionen und Aufgabenbereiche energetischer Quartierskonzepte – im Neubau und Bestand
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 3: Aufbau Arbeit / Methodik/Arbeitsschritte/ Inhalt
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 4: Energiesystem Quartier
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 5: Energieverbrauch im Privathaus
(Quelle: Eigene Darstellung nach ASUE 2011)
- Abb. 6: Schematische Darstellung Energiebedarf beeinflussende Bereiche
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 7: Wärmebereitstellung aus EEs in Deutschland 2012
(Quelle: BMU 2013)
- Abb. 8: Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung.
(Quelle: Bundesverband KWK e.V. (BKWK))
- Abb. 9: Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung
(Quelle: Bundesverband für KWK e.V. 2008)
- Abb. 10: Strommix in Deutschland (2012).
(Quelle: Eigene Darstellung, nach BMU 03/2013)
- Abb. 11: Verfahren zur Konzepterstellung
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 12: Quartiersabgrenzung Bergedorf-Süd
(Quelle: Steg Hamburg mbH 2013)
- Abb. 13: Sanierungsgebiet Bergedorf-Süd
(Quelle: Steg Hamburg mbH 2013)
- Abb. 14: Sanierungsgebiet Belm
(Quelle: Gemeinde Belm 2013)
- Abb. 15: Luftaufnahme Belm
(Quelle: Bing Maps 2013)
- Abb. 16: Aufgabenbereich Bergedorf-Süd
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 17: Aufgabenbereich Belm
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 18: Rahmenplan Bahnstadt Heidelberg
(Quelle: Bahnstadt Heidelberg)
- Abb. 19: Luftaufnahme Bahnstadt Heidelberg 2012
(Quelle: Stadt Heidelberg 2013)
- Abb. 20: Luftaufnahme Wilhelmsburg Mitte
(Quelle: IBA Hamburg GmbH 2013)
- Abb. 21: Aufgabenbereich Bahnstadt Heidelberg
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 22: Aufgabenbereiche Wilhelmsburg Mitte
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 23: Masterplan Wilhelmsburg Mitte
(Quelle: IBA Hamburg GmbH 2013)
- Abb. 24: Heatmap Aufgabenbereiche Beispiele
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 25: Energiekonzepte auf verschiedenen Ebenen
(Quelle: Eigene Darstellung)

- Abb. 26: Skizze des Planungsinstruments "Energetisches Quartierskonzept"
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 27: Einkaufsstraße Elmshorn
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 28: Lage Elmshorns
(Quelle: Eigene Darstellung nach Ralf Brennemann)
- Abb. 29: Lage Krückau-Vormstegens im Elmshorner Stadtgebiet
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 30: Kreuzung Vormstegen Schauenburger Straße
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 31: Buttermarkt
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 32: Rahmenplan Krückau-Vormstegen, Stand 2011 in freiem Maßstab, genordet
(Quelle: Stadt Elmshorn 2011)
- Abb. 33: Skizze Buttermarkt
(Quelle: Stadt Elmshorn 2011)
- Abb. 34: Hafenpanorama
(Quelle: Stadt Elmshorn 2011)
- Abb. 35: Knechtsche Hallen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 36: MI-Verkehrsführung Krückau-Vormstegen
(Quelle: Stadt Elmshorn 2011)
- Abb. 37: Nutzungsstruktur
(Quelle: Stadt Elmshorn 2011)
- Abb. 38: Erwartete Änderungen des Rahmenplans für Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 39: Bildung von Baufeldern und Nummerierung von Bestandsgebäuden
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 40: BGF Aufteilung Neubau / Bestand aufgeteilt nach Baufeldern
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 41: BGF nach Nutzungen in den Teilbereichen Krückau-Vormstegens
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 42: Gebietstrennung nach Neubau (rot) und Bestand (blau)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 43: Aufgabenbereiche bzw. Herausforderungen für das energetische Quartierskonzept Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 44: Planungsprozess des energetischen Quartierskonzepts Krückau-Vormstegen
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 45: Sanierung Bestand
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 46: Baulicher Zustand des Gebäudebestands
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 47: Piktogramm Sanierungsmöglichkeit und Sanierungspotenzial
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 48: Wärmebedarf Bestand in MWh
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 49: Variantenvergleich Wärmebedarf
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 50: Wärmedichte der Baufelder Variante 1
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 51: Wärmedichte der Baufelder Variante 2
(Quelle: Eigene Darstellung)

- Abb. 52: Potenzialflächen (nummeriert) oberflächennahe Geothermie, freier Maßstab/genordet
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 53: Solarflächen Umfeld
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 54: Potenzielle Stromerzeugung (NUR im Quartier)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 55: Potenzielle Wärmeenergie (NUR im Quartier)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 56: Vergleich von Wärmebedarf und Wärmepotenzial
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 57: Vergleich von Strombedarf und Stromerzeugungspotenzial
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 58: Standorte Heizwerk
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 59: Verlauf Wärmenetz
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 60: Jahresganglinie VS-2
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 61: Jahresganglinie VS-4
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 62: Vergleich Investitionskosten
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 63: Gesamtkosten vor Stromverkauf (ohne MwSt.)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 64: Jährliche Erlöse aus dem Stromverkauf (nur BHKW-Module) (ohne MwSt.)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 65: Jährliche Gesamtkosten (nur Wärme) (ohne MwSt.)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 66: Endkundepreise Strom (ohne MwSt.)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 67: Spezifische Wärmepreise (ohne MwSt.)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 68: Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung (in CO₂-Äquivalenten)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 69: Zeitleiste (Teil 1) Umsetzung Variante VS-2
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 70: Zeitleiste (Teil 2) Umsetzung Variante VS-2
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 71: Handlungsmatrix Umsetzung Variante VS-2 (Teil 1)
(Quelle: Eigene Darstellung)
- Abb. 72: Handlungsmatrix Umsetzung Variante VS-2 (Teil 2)
(Quelle: Eigene Darstellung)

VI. Abkürzungsverzeichnis

a	Jahr
AG	Aktiengesellschaft
AGFW	Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
ArGe	Arbeitsgemeinschaft
A/V	Verhältnis zwischen Außenhülle und Volumen
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BDEW	Bund Deutscher Energiewirtschaft
BGF	Brutto-Geschoss-Fläche
BHKW	Blockheizkraftwerk
BID	Buisness Improvment District
BMU	Umweltbundesministerium
BSU	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg
CO ₂	Kohlendioxid
ct	Cent
DIN	Deutsche Industrie Norm
DN	Nennweite von Rohren
DTU	Danmarks Tekniske Universitet (Technische Universität Dänemarks)
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz
EEX	European Energy Exchange (Leipziger Strombörse)
EG	Europäische Gemeinschaft
EHG	Entwicklungsgesellschaft Heidelberg GmbH & Co. KG
Einw.	Einwohner
EnEG	Energieeinspargesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EU	Europäische Union
EVK	Energieversorgungskonzept
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GW	Gigawatt
h	Stunde
ha	Hektar
HCU	HafenCity Universität Hamburg
HHE	Hamburg Energie GmbH
HKW	Heizkraftwerk
Ht'	Transmissionswärmeverlust
Hz	Herz
IBA	Internationale Bauausstellung Hamburg GmbH
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
J	Joule
JAZ	Jahresarbeitszahl
K	Kelvin
KAV	Konzessionsabgabenverordnung
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KGaA	Kommanditgesellschaft auf Aktien
km	Kilometer
kV	Kilovolt
K-V	Krückau-Vormstegen

kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKK	Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung
leap	leadership for energy action and planning
LOI	Letter of Intent
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
mg	Milligramm
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MW	Megawatt
MWh	Megawattstunden
Nm	Newtonmeter
NO _x	Stickstoffoxid
NZV	Netzverordnung
ÖPNV	Öffentlicher Personen Nahverkehr
p.a.	per annum (pro Jahr)
PCM	Phasenwechselmaterial (englisch: Phase-Changing-Material)
PE	Primärenergie
PHPP	Passivhaus Projektierungspaket
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik
Q _p	Jahres-Primärenergiebedarf
SEAP	Sustainable Energy Action Plan
SEC	Sustainable Energy Community
SEZ	Sustainable Energy Zone
SGB	Sozialgesetzbuch
steg	Stadterneuerungs- und Stadtentwicklungsgesellschaft
StromStG	Stromsteuergesetz
SWE	Stadtwerke Elmshorn
TA	Technische Anleitung
TCPA	Town and Country Planning Association
THG	Treibhausgas
UCTE	Union für die Koordinierung des Transports elektrischer Energie
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
V	Volt
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VIP	Vakuum-Isolier-Paneele
VKU	Verband Kommunaler Unternehmen
VNB	Verteilnetzbetreiber
W	Watt
WE	Wohneinheit
WP	Wärmepumpe
X _{el}	Elektrisch
X _{th}	Thermisch

Inhaltsverzeichnis

I. Kurzfassung	i
II. Abstract	i
III. Danksagung	ii
IV. Tabellenverzeichnis	iii
V. Abbildungsverzeichnis	iv
VI. Abkürzungsverzeichnis.....	vii
Inhaltsverzeichnis.....	ix
1. Kapitel Einleitung.....	1
1.1 Kurzfassung: Ziel der Arbeit	1
1.2 Problemlage und die Notwendigkeit lokaler Maßnahmen	1
1.3 Das Quartier als Handlungsfeld nachhaltiger Stadtentwicklung.....	4
1.4 Abgrenzung des energetischen Quartierskonzepts von energetischer Quartiersplanung.....	5
1.5 Fragestellung und Gang der Untersuchung.....	8
2. Kapitel Rahmenbedingungen für energetische Quartiersplanung.....	11
2.1 Die Aufgabe der Versorgung von Gebäuden und Quartieren mit Energie	11
2.2 Technische Grundlagen der energierelevanten Bau-, Gebäude- und Versorgungstechnik	12
2.2.1 Energiebedarf: Bauweise und bautechnische Gebäudeausstattung	12
2.2.2 Versorgungstechnik im Gebäudebereich: Wärme- und Kälteversorgung.....	16
2.2.3 Versorgungstechnik im Gebäudebereich: Stromversorgung.....	21
2.2.4 Energetische Nutzung anderer städtischer Infrastrukturen	25
2.3 Rechtlich-institutionelle Rahmenbedingungen der Energieversorgung.....	26
2.3.1 Energiewirtschaftlicher Rechtsrahmen und Energiewirtschaftsgesetz.....	26
2.3.2 Wärmeversorgung.....	27
2.3.3 Stromversorgung	29
2.4 Rechtliche Instrumente zur Wahrnehmung energetischer Belange im Quartier .	32
2.4.1 Formelle Instrumente	32
2.4.2 Informelle Instrumente	34
2.4.3 Zusammenfassung	35
2.5 Finanzierung und Förderprogramme für energetische Bauvorhaben.....	36
2.6 Planung und Umsetzung des energetischen Quartierskonzepts	40
2.6.1 Erstellung des energetischen Quartierskonzepts.....	40
2.6.2 Zentrale Akteure.....	42
2.6.3 Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen	43
2.6.4 Umsetzung energetischer Quartierskonzepte	44

3. Kapitel Beispiele energetischer Quartiersplanung.....	49
3.1 Beispiele der Bestandssanierung.....	49
3.1.1 Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd	49
3.1.2 Integriertes energetisches Quartierskonzept Belm.....	50
3.2 Beispiele im Neubau.....	54
3.2.1 Heidelberg Bahnstadt.....	54
3.2.2 Energieverbund Wilhelmsburg Mitte	55
3.3 Bewertung der Beispiele.....	59
4. Kapitel Stand und Entwicklungsbedarf energetischer Quartiersplanung.....	63
4.1 Stand der energetischen Quartiersplanung.....	63
4.1.1 Energetische Quartiersplanung in der Planungspraxis.....	63
4.1.2 Forschungsstand, Bewertung von Programmen und theoretischer Diskussion	64
4.1.3 Zusammenfassung des Status energetischer Quartiersplanung	67
4.2 Skizze des Planungsinstrumentes „Energetisches Quartiersenergiekonzept“	69
5. Kapitel Energetisches Quartierskonzept Krückau-Vormstegen.....	75
5.1 Aufgabenstellung, Vorgehen und Vorbemerkungen	75
5.1.1 Warum ist ein energetisches Quartierskonzept unverzichtbar?.....	76
5.2 Merkmale des Plangebietes.....	77
5.2.1 Stadt Elmshorn.....	77
5.2.2 Quartier Krückau-Vormstegen	81
5.2.3 Akteure in Krückau-Vormstegen.....	85
5.3 Bewertung des Rahmenplans und der Ausgangslage für ein energetisches Quartierskonzept.....	88
5.3.1 Planungsstand Krückau-Vormstegen	88
5.3.2 Annahmen zur Quartiersentwicklung.....	89
5.4 Planungsverfahren zur Erstellung des energetischen Quartierskonzepts für Krückau-Vormstegen	95
5.4.1 Ziele für und Bedingungen an das energetische Quartierskonzept.....	95
5.4.2 Bisherige Umsetzungshemmnisse für die energetische Quartiersplanung und Quartiersentwicklung.....	95
5.4.3 Aufgabenfelder.....	96
5.4.4 Verfahren zur Erstellung und Implikation des energetischen Quartierskonzepts.....	96
5.4.5 Finanzierung des Konzepts.....	97
5.5 Bewertung des Bestands hinsichtlich des energetischen Zustands	98
5.6 Energieeinsparpotenzial durch energetische Sanierung des Bestands	99
5.7 Energiebedarfsanalyse.....	101
5.8 Ermittlung des Energieversorgungspotenzials für Krückau-Vormstegen.....	105
5.8.1 Industrielle Abwärme	105
5.8.2 Energetische Abfallverwertung.....	106
5.8.3 Wärmerückgewinnung aus Abwasser.....	106
5.8.4 BHKW-Nutzung mit Biomasse als Brennstoff.....	106
5.8.5 Oberflächennahe Geothermie (Wärmepumpen)	107
5.8.6 Tiefengeothermie.....	108

5.8.7	Photovoltaik	108
5.8.8	Solarthermie.....	110
5.8.9	Wasserkraft	110
5.8.10	Windkraft.....	110
5.8.11	Zusammenfassung der Energiepotenziale.....	111
5.9	Varianten der künftigen Energieversorgung von Krückau-Vormstegen.....	112
5.9.1	VS-1: Dezentrales Referenzmodell.....	112
5.9.2	Grundlagen für (teil-)zentrale Wärmeversorgung.....	114
5.9.3	VS-2: Nahwärmenetz mit BHKW	116
5.9.4	VS-3: Nahwärmenetz mit Holzpelletkessel	118
5.9.5	VS-4: Nahwärmenetz mit BHKW und dezentraler Solarenergie.....	119
5.9.6	VS-5: Nahwärmenetz mit Pelletkessel, Geothermie und PV.....	121
5.9.7	Gegenüberstellung der Varianten	122
5.9.8	Zusammenfassung und Variantenauswahl.....	125
6.	Kapitel Handlungsempfehlungen und Maßnahmenkatalog.....	127
7.	Kapitel Fazit	133
	Quellenverzeichnis	136
	Literaturquellen	136
	Internetquellen.....	138
	Gesetzestexte und Richtlinien	147
	Interviewquellen.....	147
	Vorträge, Diskussionsrunden und Kongresse	148
Anhang		149

1. Kapitel | Einleitung

In diesem ersten Kapitel werden Ausgangslage und Zielsetzung der Arbeit erläutert. Dazu anschließend der Aufbau und die angewandte Methodik.

1.1 Kurzfassung: Ziel der Arbeit

Die Erfordernisse des Klima- und Naturschutzes, entstandene Umweltschäden, die Abhängigkeit von Rohstoffimporten aus dem Ausland und steigende Energiekosten machen einen strukturellen Wechsel in der Ausrichtung der Stadtplanung notwendig. Ökologisch nachhaltige und ressourcenschonendere Raumstrukturen – koordiniert durch Stadtplanung – müssen das Ziel sein. Die in den vergangenen Jahren angelaufenen Klimaschutzprogramme sind ein erster Schritt. Die Umsetzung der darin enthaltenen Maßnahmen muss aber aufgrund der Komplexität von Siedlungsstrukturen lokal erfolgen, auf Quartiersebene. Ein wichtiger Baustein zur Erreichung einer nachhaltigen Siedlungsstruktur ist der ressourcenintensive Bereich Energie:

Die Systematische Planung und Erfassung einer effizienten Nutzung von Energie im Quartier muss zu einem zentralen Planungsinstrument werden. Das Ziel dieser Arbeit ist die Aufarbeitung der möglichen Position eines energetischen Quartierskonzepts als Instrument der Stadtplanung. Dazu sind technisch-organisatorische, materielle, finanzielle und rechtliche Rahmenbedingungen als auch der aktuelle Stand energetischer Quartiersplanung erfasst. Vorhandene Defizite sowie Vorschläge zur Optimierung und Systematisierung bei der Betrachtung von Energie auf Quartiersebene werden erläutert. Langfristig muss die Betrachtung von Energienutzung ein festes Element der Siedlungsentwicklung werden: Das energetische Quartierskonzept als ein Baustein für eine nachhaltigere Quartiers- und damit Stadtentwicklung.

Das Quartier ist die Ebene zur Umsetzung von Energiewende und nachhaltiger Siedlungsentwicklung, doch theoretische Konzepte verbleiben oft auf einer höheren Planungsebenen. Ein gutes Beispiel hierfür ist das Sanierungsgebiet „Krückau-Vormstegen“ in der 50.000 Einwohner umfassenden Mittelstadt Elmshorn. Das Quartier umfasst 18,5 Hektar.

Aufgrund der Verlagerung industrieller Nutzungen aus dem nur 200 Meter vom Bahnhof entfernt liegenden, direkt an die Innenstadt angrenzenden Quartier, steht eine städtebauliche Neuordnung an. Die Stadt beabsichtigt einen umfassenden Umbau des gesamten Quartiers zu einem gemischt genutzten Quartier, bei dem die Innenstadt als Shoppingstandort erweitert werden soll und über 550 Wohneinheiten (WE) geplant sind. Der zugehörige Rahmenplan ist seit 2011 verabschiedet und soll als langfristige Entwicklungsstrategie für die nächsten 25 Jahre gelten. Auf Grund der Größe und zentralen Lage fällt dem Sanierungsgebiet für die weitere gesamtstädtische Entwicklung Elmshorns eine besondere Bedeutung zu.¹

Im hundertseitigen Rahmenplan wird explizit erwähnt, dass nach dem Prinzip der Innenentwicklung das „Wohnen im Zentrum der Stadt [...] den Flächenverbrauch und die Verkehrsbelastungen durch kurze Wege“² minimieren soll. Auch Gründächer für das Mikroklima und als Niederschlagspuffer sowie angestrebte Primärenergieverbrauchswerte für Gebäude werden genannt. Insgesamt bleibt der Rahmenplan zu energetischen Fragestellungen sehr vage und beschränkt sich auf städtebauliche Aussagen. Kurzum: Es fehlt eine energetische Betrachtung des Quartiers – ein energetisches Quartierskonzept. Die Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts, um noch vor Umsetzung die städtebaulichen Planungen optimieren zu können und eine energetisch nachhaltige Quartiersentwicklung zu gewährleisten, folgt dem theoretischen Teil der vorliegenden Arbeit.

1.2 Problemlage und die Notwendigkeit lokaler Maßnahmen

Die Veränderung des Weltklimas, verursacht durch den anthropogen beschleunigten Treibhauseffekt, stellt die Menschheit vor zunehmend größer werdende Probleme: Sich häufende Extremwittersituationen und Unwetter, sowie vielerorts bereits heute auftretende Ressourcenknappheit drohen der

¹ Stadt Elmshorn; BIG Städtebau 2011

² Ebd.

Menschheit die Lebensgrundlage zu entziehen. Es gilt als „gesichertes Erkenntnis“³, dass die Veränderung des Weltklimas größtenteils durch anthropogene Einflüsse hervorgerufen wird. Als ursächlich werden die durch Verbrennung fossiler Brennstoffe freigesetzten anthropogenen Treibhausgase (THG) angesehen. Wenn die Verbrennung endlicher fossiler Rohstoffe und damit hauptsächlich die CO₂-Emissionen nicht deutlich verringert wird, ist bis Ende des 21. Jahrhunderts eine Erhöhung der weltweiten Durchschnittstemperatur an der Erdoberfläche von bis zu +6,4°C zu erwarten.⁴

Die internationale Staatengemeinschaft ist sich der Problematik eigentlich bewusst. Trotzdem ist es nicht gelungen die Klimakonventionen der Vereinten Nationen nach dem Auslaufen des Kyoto-Protokolls 2012, das eine Senkung der Emissionen der Industrienationen um 5,2 Prozent gegenüber 1990 bis 2012 vorsah, zu erneuern. Dadurch fehlt es momentan an einheitlichen Zielwerten zur Verringerung der THG-Emissionen. Die Europäische Union hat sich als Ziel gesetzt die globale Erwärmung auf zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen⁵. Der Wert gilt als hinnehmbar, sodass die meisten negativen Folgen noch als beherrschbar gelten. Diesem Ziel hat sich auch die nationale Klimapolitik verschrieben. Um die Erderwärmung auf zwei Grad zu begrenzen hat sich die Bundesregierung 2007 mit dem Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP) zum Ziel gesetzt, die THG-Emissionen in Deutschland bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Um das zu erreichen, sollen bis 2050 mindestens 60 Prozent des deutschen Endenergiebedarfs über erneuerbaren Energien (EE) bereitgestellt werden.⁶

Den urbanen Ballungsräumen kommt bei der Erreichung der Klimaschutzziele eine Schlüsselrolle zu, da 45 Prozent des Endenergieverbrauchs auf den Gebäudesektor fällt und dieser zu etwa 80 Prozent in Städten stattfindet.⁷ Aufgrund oftmals hoher Energieverbrauchs-

dichten in urbanen Räumen bestehen hier die größten Potenziale zur Reduktion von Energieverbräuchen und CO₂-Emissionen. Durch die Bereitstellung energieeffizienter Infrastrukturen und der Nutzung von Synergieeffekten in hochverdichteten Räumen können erhebliche Einsparungen in der Nutzung fossiler Energieträger erzielt werden⁸. Dieses ist der Grund, weshalb die Bundesregierung eine nachhaltige Stadtentwicklung als Ziel der Raumentwicklung ausgegeben hat.⁹

Der Begriff Nachhaltigkeit ist mit einer Vielzahl unterschiedlicher Definitionen belegt und damit ist auch der Begriff der nachhaltigen Stadt- bzw. Siedlungsentwicklung unkonkret. Der im deutschen Sprachgebrauch ursprünglich aus der Forstwirtschaft kommende Begriff beschreibt ein Handlungsprinzip der Ressourcen-Nutzung, bei dem die Bewahrung der wesentlichen Eigenschaften, Stabilität sowie die natürliche Regenerationsfähigkeit des beschriebenen Systems zur Handlungsmaxime wird. Massentauglich wurde der Begriff des *sustainable development*, in der deutschen Übersetzung Nachhaltige Entwicklung, durch den Brundtland-Bericht zur UN-Klimakonferenz in Rio 1992, dessen Definition dem Verständnis dieser Arbeit entspricht. Demnach ist nachhaltige Siedlungsentwicklung eine Entwicklung der Siedlungsstruktur in Verdichtungsräumen, welche die ökologischen, ökonomischen und sozialen Bedürfnisse der Gegenwart gleichwertig nebeneinander berücksichtigt, ohne dabei zu riskieren, dass Bedürfnisse künftiger Generationen nicht mehr befriedigt werden können.¹⁰

Dieses macht deutlich, dass die proklamierte nachhaltige Stadtentwicklung ein Querschnittsthema ist, dass sich nicht nur auf ein Thema beschränken lässt. Zu oft stehen ökonomische und soziale Belange den ökologischen Belangen noch entgegen: Das lange proklamierte Ziel die deutschlandweite Flächenversiegelung auf 30 Hektar pro Tag zu begrenzen wurde in den letzten Jahren nicht annähernd erreicht (81 Hektar wurden 2011 täglich neuversiegelt¹¹), da andere Belange zu

³ UBA 2008, S.15

⁴ vgl. DE-IPCC 2007, S.7

⁵ vgl. Huber, V.; Schellnhuber, H.J. 2010, S.261-262

⁶ vgl. BMU 2013

⁷ Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.14

⁸ vgl. Mutschall, J. 2012, S.23

⁹ vgl. BMU 2013

¹⁰ vgl. Hilligardt, J. 1998, S.9

¹¹ Statistisches Bundesamt 2013b, S.20

oft den Vorrang erhalten. Auch erscheint es, als ob je nach aktuellem Interesse oder persönlichem Einsatz von Planungsbeteiligten oft nur Teilbereiche nachhaltiger Stadtentwicklung umgesetzt werden. Es fehlt nicht an übergeordneten Konzepten auf der Ebene der Raumordnung oder rechtlichen Vorgaben zur Energieeinsparung um Klimaziele zu erreichen. Aber auf der Umsetzungsebene kommen diese oft nur noch fragmentiert an.

Um die Ziele der Bundesregierung zur Senkung des CO₂-Ausstoßes bis 2050 um 80 – 95 Prozent zu erreichen, müsste der Pro-Kopf-Ausstoß in Deutschland von heute etwa zehn Tonnen pro Jahr auf dann maximal eine Tonne pro Jahr reduziert werden. Das kann nicht alleine durch den erwarteten technischen Fortschritt im Bereich Gebäudetechnik oder Mobilität erreicht werden. Aufgrund der geringen Neubauquote von angenommenen 0,5 Prozent des Gesamtbestands sind bereits mehr als 80 Prozent des Gebäudebestands von 2050 vorhanden. Auch die Sanierungsrate ist sehr niedrig. Nach verbreiteter Meinung beträgt die Sanierungsrate derzeit unter zwei Prozent, wobei hier genaue Zahlen fehlen, sodass ohne weitere Bemühungen die Ziele für 2050 kaum erreichbar sind. Vielmehr bedarf es Bemühungen in allen Bereichen der Gesellschaft Ressourcen effizienter einzusetzen und CO₂-Emissionen zu mindern.¹²

Eine eindimensionale Betrachtungsweise mit dem ausschließlichen Fokus der Realisierung von CO₂-Einsparpotenzial im Betrieb des Gebäudes oder allein die ausschließliche Fixierung auf CO₂-Einsparungen reichen jedoch langfristig nicht zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung aus. Es bedarf einer Betrachtung

des Gesamtenergieaufwands im Gesamtsystem Stadt und einer Betrachtung aller vorgelegter Prozessketten, da zum Beispiel auch für das verwendete Baumaterial Energie aufgewendet wurde (Materialgewinnung, Verarbeitung, Konfektionierung, Transport, etc.), die jedoch nicht in die Energiebilanz des Gebäudes eingeht sondern bilanziell einem anderen Bereich zugeordnet wird.¹³

Das Ziel für nachhaltige Stadtentwicklung muss sein, dass neben übergeordneten kommunalen Klimaschutzkonzepten auch auf der Umsetzungsebene bei Neuplanungen oder Sanierungen immer energetische Konzepte genutzt werden. „Denn bisher ist die Nachhaltigkeitsstrategie ein Elitendiskurs, dessen Wirkung auf die Praxis kaum erkennbar ist.“¹⁴ Diese Konzepte sollen möglichst viele Belange integrieren. Ökologische Nachhaltigkeit sollte von Planungsbeginn an zu einem bestimmenden Querschnittsthema werden, das in alle Planungsbereiche integriert ist und in einem ausgewogenen Verhältnis zu ökonomischen sowie sozialen Anforderungen berücksichtigt wird. Diese Bereiche umfassen neben der Energieversorgung auch Mobilitätskonzepte, die Wasserver- und Entsorgung, die verwendeten Baustoffe oder Freiraumkonzepte und dergleichen mehr, die miteinander in Verbindung stehen und integriert betrachtet werden sollten. So sind Synergien für eine ökonomisch sowie ökologisch effiziente Ressourcennutzung erschließbar. Dieses kann unter dem Begriff energetische Quartiersplanung zusammengefasst werden, deren Weiterentwicklung das Instrument „Energetisches Quartierskonzept“ ist.

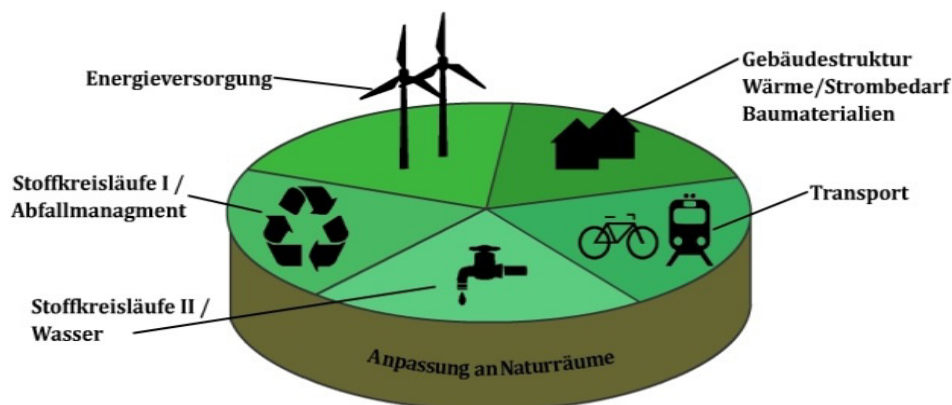


Abb. 1: Nachhaltige Stadtentwicklung: Handlungsfeld energetischer Quartierskonzepte (Eigene Darstellung)

¹² Sturm, P. et al. 2009, S.174

¹³ Sturm, P. et al. 2009, S.175

¹⁴ Weiland, U. 2010, S. 345

1.3 Das Quartier als Handlungsfeld nachhaltiger Stadtentwicklung

Effiziente Energienutzung wird aus den genannten Gründen eine der zentralen Aufgaben für die Stadtentwicklung des 21. Jahrhunderts sein. Die bestehende isolierte Betrachtung von Energieverbräuchen und Bedarfen ist nicht mehr zeitgemäß. Nur durch integrierte Betrachtung von Energie auf Quartiersebene sind zahlreiche Effizienz-, Kosten- sowie Emissionsminderungspotenziale erschließbar. Unter Quartier wird ein übersichtlicher, nur aus einigen Straßenzügen bestehender Raum verstanden, der sich räumlich sowie strukturell – in Bebauung als auch Bewohnerschaft – von umliegenden Quartieren abgrenzt und damit noch unterhalb der Stadtteilebene ist.

Nachhaltige Stadtentwicklung ist aus folgenden Gründen eine Aufgabe auf Quartiersebene:

- Ziel einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung über energetische Quartierskonzepte ist, einen rationellen Energieeinsatz auf Quartiers- oder Stadtteilebene zu realisieren, indem die Wechselwirkungen der gesamten städtischen Bebauung und Infrastruktur mit einbezogen werden. Durch abgestimmte und quartiersumfassende planerische, bauliche und technische Maßnahmen kann die Energienachfrage der Wohn- und Nichtwohngebäude, des industriellen Sektors, der Verkehrssysteme sowie der Ver- und Entsorgungssysteme weitgehend reduziert und über optimal angepasste Energieversorgungssysteme (Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung) gedeckt werden¹⁵.
- Kommunale Klimaschutzkonzepte sind demgegenüber zu allgemein formuliert und eher als Absichtserklärung denn als bindendes Recht zu verstehen. Daher muss die Umsetzung auf einer detaillierteren Ebene geschehen. Dieses könnte auf der Gebäudeebene umgesetzt werden, da die Technik den Bestand auf Passivhausniveau zu dämmen vorhanden ist und laut europäischer Gebäuderichtlinie alle Neubauten ab 2021 als „Niedrigenergiegebäude“ errichtet werden müssen (ein durch-

schnittlicher Primärenergieverbrauch von 40kWh/m²a Wohnfläche wäre wohl zur Erreichung der Emissionsziele der Bundesregierung im Gebäudebereich ausreichend).¹⁶ Aufgrund der geringen Neubaquote muss der Großteil des Bestands durch Wärmedämmung optimiert werden. Dieses wird aber mit sinkenden U-Werten ab einem gewissen Punkt im Bestand unrentabel und wäre ein Fehleinsatz volkswirtschaftlicher Mittel (siehe Kapitel 2). Um diese Mittel effektiv einzusetzen, sollte die Betrachtungsweise von einem auf mehrere Gebäude erweitert werden – auf Stadtquartiere.

- Eine abgestimmte Strategie für Quartiere, bringt wirtschaftliche Vorteile gegenüber Einzelmaßnahmen, da Energieerzeugung nicht einem Objekt direkt zugeordnet werden muss. So lassen sich energetische Potenziale von Freiflächen und dem Umfeld besser nutzen, damit das Quartier durch die Summe der Maßnahmen als Gesamtheit einen guten Energiestandard erreicht und nicht nur Einzelgebäude.
- Das Quartier ermöglicht eine detailliertere und gezieltere Betrachtung von Akteuren, Einsparpotenzialen, Maßnahmen etc.
- Die skalenbedingte Kostendegression macht viele Maßnahmen wie Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Abwärmenutzung, Abfallverwertung, Biomassenutzung oder Wärmenetze erst wirtschaftlich. Durch gezielte Energiesparmaßnahmen an Gebäuden lässt sich bei paralleler Nutzung von Energienetzen Neubaustandard bezüglich des Primärenergieaufwands bei Sanierungen erreichen – dieses jedoch zu deutlich niedrigeren Kosten, als durch Einzelmaßnahmen. Entscheidend ist, dass das Quartier über eine ausreichende Verbrauchsdichte verfügt um Leitungsverluste zu vermeiden, da auf Quartiersebene eine Wirtschaftlichkeit immer gegeben sein muss. Aufgrund des Volumens des Vorhabens und der vielen Betroffenen ist keine komplette Subventionierung wie bei geförderten Einzelmaßnahmen leistbar.
- Diese Systeme werden zunehmend über dezentrale Energieerzeugungsanlagen gespeist: Erneuerbare Energien werden strukturbedingt mehrheitlich in kleinen Erzeugungsanlagen im Verbrauchsumfeld

¹⁵ vgl. Nytsch-Geusen, C. 2010, S.131

¹⁶ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.13

genutzt. Aufgrund ihrer Volatilität – ausgenommen Geothermie und Biomasse – werden diese Energieerzeugungsanlagen oft zu Netzwerken zusammengeschlossen und mit Speichern verknüpft. Um Leitungsverluste zu minimieren, sind diese Netze in der Regel lokal begrenzt, aber für mehr als ein Gebäude ausgelegt. Die Energieversorgung determiniert damit die Siedlungsform, sodass diese weder auf Gebäude- noch auf Stadtebene, sondern im Quartier geplant werden muss.¹⁷

- Durch die räumliche Bündelung und gemeinsame Planung dieser dezentralen Energienetze geht die Vermeidung kleinteiliger, ineffizienter Einzelanwendungen erneuerbarer Energien-Anlagen einher.
- Durch eine auf energetische Gesamteffizienz ausgerichtete gebäudeübergreifende Investitionsplanung kann sozial gerechter und energieeffizienter Wohnraum geschaffen werden.
- Rechtlich lassen sich nur über Bauleitpläne, städtebauliche Verträge oder das Vertragsrecht bei Grundstücksveräußerungen energetische Vorgaben festlegen. Das ist im System der Raumordnung nur auf Quartiersebene möglich. Daher bedarf es im Rahmen der Bauleitplanung immer eines energetischen Quartierskonzepts.
- Im Idealfall wird das energetische Quartierskonzept noch vor oder während städtebaulicher Wettbewerbe erstellt, sodass auch die Siedlungsstruktur an energetische Anforderungen angepasst wird. Denn je konsequenter Maßnahmen nachhaltiger Siedlungsentwicklung bzw. energetische Belange berücksichtigt werden, umso effizienter sind die Maßnahmen.¹⁸ So lässt sich zum Beispiel der Modal Split durch Entwürfe von gemischt genutzten Quartieren positiv beeinflussen und damit im Weiteren der Energiebedarfe des Quartiers. Auch Klimaanpassungsstrategien zur Verbesserung des Mikroklimas sind entwerfungsabhängig und damit auf Quartiersebene verortet.

Klimaschutz und nachhaltige Siedlungsentwicklung sind Querschnittsaufgaben. Die Festsetzungen für Zielwerte mögen übergeordnet formuliert worden sein. Die Zielerrei-

chung kann jedoch nur auf Quartiersebene erfolgen, da die Gebäudeebene zu kleinteilig und wirtschaftlich aufwendig ist und die gesamtstädtische Ebene zu komplex. Auf der Quartiersebene können aufgrund der Heterogenität von Bebauungsstruktur, Nutzungen und Akteuren im Quartier ökonomische, ökologische und soziale Belange am besten mit einander vereint und auch anschaulich umgesetzt werden.¹⁹

1.4 Abgrenzung des energetischen Quartierskonzepts von energetischer Quartiersplanung

Begriffsdefinition

Im Laufe dieser Arbeit werden immer wieder energetische Quartiersplanung oder das energetische Quartierskonzept genannt. Energetische Quartiersplanung meint die allgemeine Betrachtung von Energieversorgung und -bedarf im Quartier. Unter energetischen Quartierskonzepten wird hingegen die systematische und integrierte Betrachtung energetischer Belange in Form eines gesonderten Konzepts oder Instruments, das auch alleine stehen kann, verstanden. Ein energetisches Quartierskonzept ist somit die Konkretisierung energetischer Quartiersplanung. Dabei wird selbst energetische Quartiersplanung in der kommunalen Planungspraxis derzeit kaum angewandt (siehe Kapitel 4).

Ein energetisches Quartierskonzept, sofern es als Instrument zur Umsetzung nachhaltiger Stadtentwicklung verstanden wird, hat eine effiziente Energienutzung bzw. einen möglichst geringen Energiebedarf im Quartier zum Ziel. Daher werden Energieversorgung und Gebäudetechnik eng aufeinander abgestimmt und müssen dementsprechend bei Quartierskonzepten zusammen betrachtet werden. Der verbleibende Energiebedarf sollte vor dem Hintergrund des Klimawandels über regenerative Energiequellen zur Verfügung gestellt werden. Ein energetisches Quartierskonzept hat, anders als reine Energieversorgungskonzepte von Energieversorgungsunternehmen (EVU), immer auch eine planerische Dimension und ist mit Zielen der Quartiers- bzw. Stadtentwicklung verknüpft. Es bildet die Schnittstelle zwischen Stadt- und Infrastrukturplanung. Damit kann es zu einer

¹⁷ vgl. Gwechenberger, M; Hatzfeld, U. 2012, S.47

¹⁸ vgl. Balthes, H. et al. 2012, S. 31

¹⁹ vgl. Bläser, D. 2012, S.10

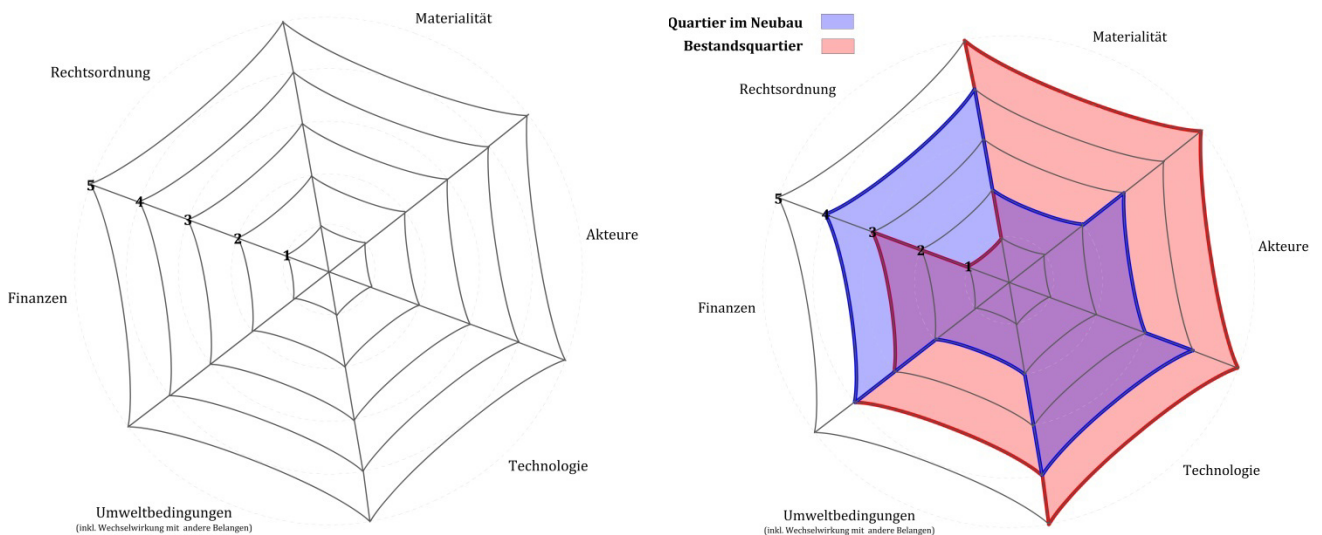


Abb. 2: Dimensionen und Aufgabenbereiche energetischer Quartierskonzepte – im Neubau und Bestand (Eigene Darstellung)

nachhaltigen Stadtentwicklung durch eine effizientere Infrastruktur- und Ressourcennutzung beitragen.

Unter Energiebedarf im Gebäudebereich wird die Menge an Endenergie für die Bereitstellung von Wärme (Beheizung und Kühlung) und Strom bezeichnet. Erweitert man dieses auf die Quartiersebene und zählt Energiebedarfe dazu, die nicht der Bereitstellung von Wärme, Kälte oder Strom im Gebäudebereich dienen, kann das energetische Quartierskonzept auch die Wasserversorgung, Abfall- und Abwasserentsorgung, Verkehr und Baumaterialien thematisieren. Dieses ist zurzeit noch nicht gängige Praxis (siehe Kapitel 4).

Dimensionen des energetischen Quartierskonzepts

Den Vorteilen einer Planung energetischer Belange auf Quartiersebene steht wegen der Komplexität von Quartieren ein erheblicher Koordinationsaufwand gegenüber: Anders als auf Gebäudeebene manifestieren sich im Quartier – aufgrund der Vielzahl der Objekte – verschiedenste Akteursinteressen, Geltungsbereiche verschiedener Rechtsordnungen, unterschiedliche technische- und materielle Gegebenheiten der Bausubstanz sowie der Energieversorgung und Wechselwirkungen zu sozialen Belangen oder ästhetischem Städtebau. Zudem erfordert die Größe von Quartieren eine Mobilisierung hoher finanzieller Mittel, sowohl für den gebauten Raum, als auch für den Betrieb und Planung von Versorgungsinfrastrukturen.

Die energetische Quartiersplanung ist polydimensional. Je nach Detailliertheit und Betrachtungswinkel ergeben sich etliche Dimensionen, die bei der energetischen Quartiersplanung beachtet werden müssen. Für diese Arbeit wird von sechs unterschiedlichen Dimensionen ausgegangen:

- **Rechtsordnung:**
Darunter fallen neben weiteren Rechtsbereichen das Eigentumsrecht, das Planungsrecht, das Bau- und Immobilienrecht, das Energierecht, das Umweltrecht, das Vertragsrecht, das Bergbaurecht und das Kreditrecht. Je mehr Rechtsbereiche der Kommune zur Umsetzung ihrer Ziele zur Verfügung stehen, desto komplexer wird die Quartiersplanung. Gleichzeitig lassen sich über Rechtsvorschriften Ziele wirkungsvoll umsetzen – mit einem höheren Aufwand in der Dimension der Rechtsordnung geht ein größerer Gestaltungsspielraum für Kommunen einher.
- **Materialität:**
Hierunter wird der Charakter des gebauten Raums verstanden. Je nach Bebauungsstruktur und Quartierstyp – Bestandsquartier oder Neubau – ergeben sich unterschiedliche Anforderungen an den Planungsprozess, technische Lösungen und damit auch finanzielle Herausforderungen.
- **Akteure:**
In Abhängigkeit von der Materialität ergeben sich unterschiedliche Akteurskonstellationen und -Interessen. Je nach Eigentümerstruktur ergibt sich unterschiedlicher

Koordinationsaufwand. In einem Quartier mit einem großen Einzeleigentümer ist es leichter einen ganzheitlichen Planungsprozess zu initiieren, als in einem Quartier mit über hundert Einzeleigentümern.

▪ **Finanzen:**

Zum einen spielen finanzielle Interessen der Akteure eine erhebliche Rolle bei der energetischen Quartiersplanung – Nutzer der Immobilien wollen möglichst günstige Energiepreise, Energieversorger möglichst viel Energie veräußern, was oft im Widerspruch zu Effizienzzielen steht und Investoren wollen oft aufgrund erwarteter Mehrkosten niedrige energetische Standards umsetzen. Auf der anderen Seite bindet die Erstellung energetischer Quartierskonzepte finanzielle Mittel, die in vielen Kommunen knapp sind. Zusätzlich sind Förderprogramme zu nennen.

▪ **Technologie:**

Je nach lokalen Gegebenheiten stehen unterschiedliche Energiequellen zur Verfügung. Welche nutzbar sind hängt stark von den anderen fünf Dimensionen ab und bestimmt die Technologie der Energieversorgung und der zu versorgenden Gebäude. Technische Anforderungen sind beispielsweise im Bestand höher als bei Neubauten, da die Technologie nicht an bestehende Strukturen angepasst werden muss.

▪ **Umweltbedingungen:**

Vor dem Hintergrund der Energiewende, Klimaschutzziele, aber auch dem Erhalt des Naturhaushalts im Quartier spielen Wechselwirkungen von technischen und materiellen Aspekten der Energienutzung auf die Umwelt eine immer wichtigere Rolle. Auch sind Wechselwirkungen zu weiteren Belangen der nachhaltigen Siedlungsentwicklung zu berücksichtigen: Stoffströme, der Wasserhaushalt oder die Luftqualität um nur einige zu nennen.

Zwischen diesen sechs Dimensionen oder Polen „spannt sich das Quartier auf“. Die Dimensionen stehen in Abhängigkeit zueinander und je nach Quartierstyp unterscheidet sich die Bedeutung der einzelnen Dimension für das Quartier. Aus den Dimensionen erwachsen die Herausforderungen und die Aufgabenfelder energetischer Quartiersplanung.

In Abb. 2 sind die sechs Dimensionen so dargestellt, dass sich zwischen ihnen das Quar-

tier wie ein „Spinnennetz“ aufspannt. Mit diesem Netz aus Abhängigkeiten und komplexen Zusammenhängen lassen sich Quartiere hinsichtlich des Aufgabenbereichs für die energetische Quartiersplanung beschreiben. Das ist am Beispiel von typischen Neubau- bzw. Altbauquartieren in der Grafik rechts dargestellt: Die Komplexität einer Dimension im entsprechenden Quartier kann mit fünf verschiedenen Werten belegt werden. Der geringste Wert 1 liegt bei nur geringfügiger Bedeutung für das Quartier vor. Der höchste Wert 5 liegt vor, wenn für diese Dimension große Herausforderungen bestehen, die Aufgaben nach sich ziehen. Am Beispiel der Dimension Rechtsordnung bedeutet das für den Altbau, dass hier keine Aufgabenstellung für die energetische Quartiersplanung vorliegt, da es keine rechtlichen Mittel gibt Energie im Altbau zu thematisieren. Demgegenüber stehen Kommunen eine Vielzahl rechtlicher Instrumente beim Neubau zur Verfügung. Dementsprechend ergeben sich hier hohe Werte. Über die Grafik ließe sich auch ein Wert bestimmen, der ähnlich dem Ergebnis einer Nutzwertanalyse die Komplexität einer energetischen Quartiersplanung numerisch beschreibt. Die Grafik zeigt die Polydimensionalität bei der energetischen Betrachtung von Quartieren und veranschaulicht im weiteren Verlauf der vorliegenden Arbeit welche Aufgabenbereiche für die betrachteten Quartiere aus energetischer Sicht von besonderer Relevanz sind.

Die daraus entstehende Komplexität für Planungsverfahren lässt sich kaum über traditionelle, sektorale Planungen auflösen. Nur bei einer systematischen Betrachtung dieser sechs Dimensionen der energetischen Quartiersplanung lassen sich diese in einen Einklang bringen. „Systematisch“ bedeutet im Rahmen dieser Arbeit die bewusste Betrachtung energetischer Potenziale im Quartier mit dem Ziel einer effizienten Energienutzung. Energieplanung wird nicht als Zusatz, sondern als ein Hauptaspekt einer gelungenen nachhaltigen Quartiersplanung gesehen.

Diese Systematik kann durch ein energetisches Quartierskonzept erreicht werden, da die Aufgabenbereiche bei der Erstellung des energetischen Quartierskonzepts in einem kooperativen Prozess integriert betrachtet und so Konzepte für die einzelnen Dimensio-

nen entwickelt werden können, die auf die anderen fünf Dimensionen abgestimmt sind. Vor dem Hintergrund des energetischen Stadtbbaus muss dieser Umbau von Quartieren nach einem systematischen Planungsprozess erfolgen, da sonst ein qualitativ hochwertiges Ergebnis nicht garantiert ist.

1.5 Fragestellung und Gang der Untersuchung

Anlässlich der vorangegangenen Ausführungen zu nachhaltiger Siedlungsentwicklung durch das energetische Quartierskonzept ergibt sich für diese Arbeit folgender Fragenkomplex:

- *Wie ist der Stand in Theorie und Praxis bezüglich energetischer Quartiersplanung und Quartierskonzepten als Ergänzung zur städtebaulichen Planung?*
- *Was steht der Anwendung eines energetischen Quartierskonzepts entgegen, welche Optimierungspotenziale gibt es und wie lassen sich diese erschließen, sodass das energetische Quartierskonzept zu einem festen Instrument der Quartiers- bzw. Stadtentwicklung wird?*
- *Wie könnte die Umsetzung eines energetischen Quartierskonzepts für die Konversionsfläche Krückau-Vormstegen in Elms-horn aussehen?*

Die Arbeit hat sechs Kapitel, die sich in zwei Abschnitte gliedern: Im ersten, theoretischen Abschnitt, werden in Kapitel 1 – 4 die Rahmenbedingungen sowie der Stand in Theorie und Praxis für das energetische Quartierskonzept erfasst und bewertet. Zu Beginn des zweiten Kapitels wird die Bedeutung des Quartiers als Handlungsfeld der nachhaltigen Siedlungsentwicklung verdeutlicht, um anschließend die für das energetische Quartierskonzept relevanten Technologien aus dem Gebäude- und Energieversorgungsbe- reich darzustellen. In der Folge werden Energierecht für Wärme und Stromversorgung, die rechtlichen Einflussmöglichkeiten von Kommunen auf energetische Belange im Quartier sowie Finanzierungsquellen für energetische Maßnahmen erläutert. Zum Ende des zweiten Kapitels werden wesentliche Planungsfaktoren zusammengefasst. Im dritten Kapitel werden vier Beispiele aus der Planungspraxis dargestellt und bewertet.

Anhand dieser Beispiele wird der Stand ener- getischer Quartierskonzepte in der Praxis illustriert.

Kapitel 4 bildet den Abschluss des ersten Abschnitts der Arbeit, indem es die ener- getische Quartiersplanungspraxis und theoretische Diskussion zusammenfasst und diese Ergebnisse kritisch reflektiert. Darauf basie- rend werden Anforderungen für die (Weiter-) Entwicklung des Instruments „Energetisches Quartierskonzept“ als Baustein für eine nach- haltige Stadtentwicklung skizziert. So werden die ersten beiden Teilfragen in Kapitel 4 be- antwortet und damit wird das vierte Kapitel zum Bindeglied zwischen dem theoretischen und praktischen Abschnitt der Arbeit. Es dient als Grundlage für die praktische An- wendung auf das Sanierungsgebiet Krückau- Vormstegen, für das in Kapitel 5 ein ener- getisches Quartierskonzept entwickelt wird.

Der zweite Abschnitt (Kapitel 5, 6 und 7) entwirft ein Planungsverfahren und ein Skizze für ein energetisches Quartierskonzept für Krückau-Vormstegen. Eine Bestandsauf- nahme der lokalen Rahmenbedingungen (Be- stand im Quartier, Planungen, Akteurskon- stellationen) ist die Grundlage für den Vor- schlag zu einem Planungsverfahren. Daran schließt sich eine energetische Betrachtung an, die potenzielle Energiebedarfe und Ener- giepotenziale erfasst und diese in ein ener- getisches Quartierskonzept aufnimmt, das eine möglichst wirtschaftliche sowie energieeffizi- ente Nutzung von Energie im Quartier Krück- au-Vormstegen zum Ziel hat. Das Konzept enthält fünf verschiedene Varianten, wie das Quartier energetisch optimiert und mithilfe regenerativer Energiequellen versorgt wer- den könnte.

Eine detaillierte Betrachtung aller Bausteine eines energetischen Quartierskonzepts ist aufgrund des Umfangs der Arbeit nicht leis- tar. Daher ist das Konzept vorerst auf die Bereiche der Wärme- und Stromversorgung von Gebäuden fokussiert, kann und sollte später um weitere Aspekte ergänzt werden. In Kapitel 6 werden abschließend Hand- lungsempfehlungen an die lokalen Akteure zur Umsetzung des energetischen Quartiers- konzepts formuliert. Die Fortschreibung und Umsetzung des in der vorliegenden Arbeit entwickelten Konzepts ist hierbei das Ziel.

Kapitel		Inhalt	Quellen/ Methodik	Adressat
ABSCHNITT I – AUFARBEITUNG DER THEORIE				
Kapitel 1 Einleitung				
1.1	Ziel der Arbeit	Kurzzusammenfassung der Problematik, Darstellung für Lösungsansätze und Erläuterung warum das Quartier geeignet ist um Energieeffizienz zu betrachten. Begriffsdefinition und Erläuterung Fragestellung und Vorgehen.	Literaturrecherche und –Auswertung ▪ Monographien ▪ Sammelwerke ▪ Tagungsbände ▪ Websites ▪ Online Dokumente	▪ Alle Leser
1.2	Problemlage			▪ Kommunen
1.3	Handlungsfeld Quartier			▪ Kommunen
1.4	Definition energetisches Quartierskonzept			
1.5	Methodik			
Kapitel 2 Rahmenbedingungen für energetische Quartiersplanung				
2.1	Versorgung des Quartiers mit Energie	Erläuterung von Grundlagenwissen zu Energie-, Gebäudetechnik, Energierecht sowie rechtlichen und finanziellen Möglichkeiten der Kommune. Dient dazu Quartiere energetisch planen zu können. Abschließend werden Planungsverfahren zur Erstellung energetischer Quartierskonzepte erklärt.	Literaturrecherche und –Auswertung ▪ Monographien ▪ Sammelwerke ▪ Tagungsbände ▪ Websites ▪ Online Dokumente ▪ Kongresse/Vorträge ▪ Interviews	▪ Kommunen
2.2	Technische Grundlagen			▪ EVU
2.3	Energierecht			▪ EVU
2.4	Kommunalrecht			▪ Kommunen
2.5	Finanzierung			▪ Kommunen
2.6	Planungsprozess			▪ Kommunen
				▪ EVU ▪ weitere Akteure
Kapitel 3 Fallbeispiele energetischer Quartiersplanung				
3.1	Beispiele Sanierung	Anhand von vier Beispielen wird die Praxis energetischer Quartierskonzepte illustriert, um Stärken und Schwächen zu identifizieren.	▪ Literatur ▪ Kongresse/Vorträge ▪ Interviews ▪ Auswertung und Vergleich 3.1+3.2	▪ Kommunen
3.2	Beispiele Neubau			
3.3	Bewertung Beispiele			
Kapitel 4 Stand und Entwicklungsbedarf energetischer Quartiersplanung				
4.1	Stand energetischer Quartiersplanung	Zusammenfassung/Bewertung energetische Quartiersplanung in Theorie und Praxis als Beantwortung Teilfrage 1 Skizze Instrument „Energetische Quartiersplanung“ als Beantwortung Teilfrage 2	▪ Literatur ▪ Kongresse/Vorträge ▪ Interviews ▪ Auswertung und Zusammenfassung Kapitel 1 - 3	▪ Kommunen ▪ Bundespolitik ▪ Forschung
4.2	Optimierungsbedarf			
ABSCHNITT II – PRAKTISCHE ANWENDUNG				
Kapitel 5 Energetisches Quartierskonzept Krückau-Vormstegen				
5.2 bis 5.8	Analyse Plangebiet Planungsverfahren Energiepotenziale Energiebedarfe	Bestandsanalyse, Klärung der Hemmnisse und Meilensteine für energetisches Quartierskonzept und Variantenerstellung für Krückau-Vormstegen	▪ Ortsbegehung ▪ Interviews ▪ Literatur ▪ Anwendung der Systematik 2.6+4.2	▪ Stadt Elmshorn ▪ Stadtwerke Elmshorn
5.9	Konzeptvarianten			
Kapitel 6 und 7 Handlungsempfehlungen und Maßnahmenkatalog / Fazit				
6. 7.	Maßnahmenkatalog Fazit	Maßnahmen zur Umsetzung des Konzepts Beantwortung Teilfrage 3	▪ Auswertung 5.9 ▪ Zusammenfassung	▪ Stadt Elmshorn ▪ Stadtwerke Elmshorn

Abb. 3: Aufbau Arbeit / Methodik/Arbeitsschritte/ Inhalt (Eigene Darstellung)

2. Kapitel | Rahmenbedingungen für energetische Quartiersplanung

Für die Umsetzung eines Energiekonzepts bietet das Quartier als Handlungsebene große Potenziale. Zur Nutzung der Potenziale bedarf es Informationen über technisch-organisatorische Rahmenbedingungen der Energieerzeugung, Energieverteilung und des Energiebedarfs. Diese Informationen ermöglichen die technische Aufstellung von Energiekonzepten und werden in der Folge in den Grundzügen dargestellt. Ergänzend werden Energierahmengesetzgebung und energetisch relevantes Planungsrecht, das eine Umsetzung des Energiekonzepts durch die Kommune absichert, erläutert und auf Finanzierungsquellen hingewiesen (Kapitel 2.1 bis 2.5).

Ein energetisches Quartierskonzept befindet sich in einem komplexen Spannungsfeld zwischen Gebäudetechnik und Infrastruktur, was eine Vielzahl von technischen, rechtlichen, organisatorischen, finanziellen Belangen und damit planerischen Zuständigkeiten mit sich bringt. Um diesen gerecht zu werden bedarf es eines aufwändigen Planungsverfahrens in Kooperation mit Akteuren aus dem Quartier, das am Ende des Kapitels erläutert wird (Kapitel 2.6).

2.1 Die Aufgabe der Versorgung von Gebäuden und Quartieren mit Energie

Energiesysteme zur Versorgung von Gebäuden und Quartieren werden durch drei wesentliche Faktoren bestimmt:

- Energiebedarf der Gebäude.
- Lokal verfügbare und genutzte Energiequellen.

- Verwendete Technik für Energieumwandlung, -verteilung und Energiespeicherung.

Die Energiebedarfe im Quartier ergeben sich unter anderem aus Bebauungsdichte und Gebäudeausrichtung, Gebäudealter sowie der verwendeten Gebäudetechnologie. Die Gebäudestruktur entscheidet also über den Energiebedarf eines Quartiers.²⁰ Demgegenüber ist die Nutzung von Energiequellen abhängig von Standortfaktoren. Diese können durch natürliche Gegebenheiten bestimmt sein, wie zum Beispiel durch Topographie, Windstärken, Sonneneinstrahlung und Bodenbeschaffenheit, oder anthropogen, durch das Vorhalten von leitungsgebundener Versorgungsinfrastruktur in der Umgebung. Die verwendete Technik für Energieumwandlung, -verteilung und Energiespeicherung ist hingegen abhängig von den beiden genannten Faktoren Gebäudestruktur und vorhandenen Energiequellen.²¹ Die befinden sich in einem Spannungsfeld zwischen Energiebedarf und Energiequelle und verbinden diese je nach Erfordernis. Insgesamt ergibt sich so ein variables Netzwerk aus Verbraucher und Erzeuger, das je nach Quartier unterschiedlich gestaltet sein kann.

Der Bereich des Energiebedarfs wird durch die bautechnische Gebäudeausstattung bestimmt und in Kapitel 2.2.1 eingehend erläutert. Dagegen fallen Energiequellen sowie Techniken zur Energieumwandlung, Verteilung und Speicherung unter den Begriff der Energieversorgungstechnik. Hier muss zwischen Strom- und Wärmeversorgung unterschieden werden. Daher werden diese beiden Bereiche, da die Stromversorgung von der

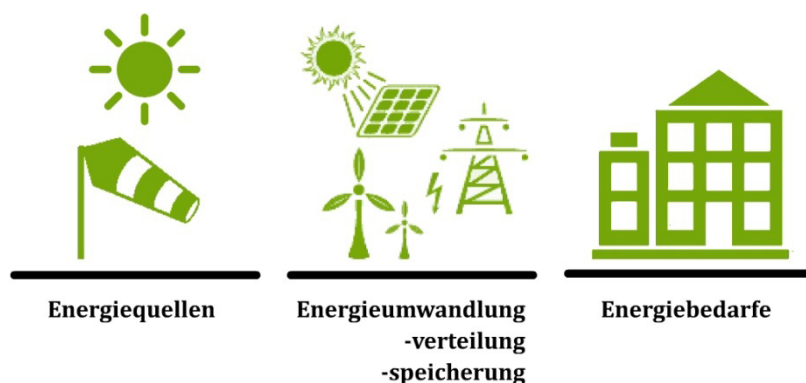


Abb. 4: Energiesystem Quartier (Eigene Darstellung)

²⁰ vgl. DGNB 2012, ENV 2.3 S. 2

²¹ vgl. DGNB 2012, TEC 1.1, S. 2

bautechnischen Gebäudeausstattung nur zu Teilen abhängig ist, getrennt voneinander in den Kapiteln 2.2.2 und 2.2.3 erläutert. Wer die Aufgabe der Energieversorgung von Quartieren und Gebäuden wahrnimmt variiert je nach Typ des Energiesystems und des Aufgabenbereichs – Wärme- oder Stromversorgung – deutlich. Dieses wird in der Folge erläutert.

2.2 Technische Grundlagen der energie-relevanten Bau-, Gebäude- und Versorgungs-technik

Der in dieser Arbeit betrachtete Aspekt der nachhaltigen Quartiersentwicklung ist die Strom- und Wärmeversorgung, was Energieerzeugung, Transport sowie Energieverbräuche für den Betrieb des Gebäudesektors umfasst. Andere Teilaspekte nachhaltiger Stadtentwicklung (siehe Kapitel 1) bieten Synergieeffekte zur Energieversorgung des Gebäudesektors, werden jedoch in dieser Arbeit nicht detailliert betrachtet werden können. An geeigneter Stelle wird auf Synergien zur Mobilität, Wasserversorgung, Abfall- und Abwassermanagement hingewiesen.

2.2.1 Energiebedarf: Bauweise und bautechnische Gebäudeausstattung

Die bautechnische Gebäudeausstattung beeinflusst den Energiebedarf neben dem Nutzerverhalten maßgeblich. Energiebedarf meint hier zum einen den Bedarf an Endenergie, also Energieträgern, insbesondere jedoch Nutzenergie, also die Energie, die zum Heizen, Kühlen, Beleuchtung oder für den Betrieb von Haushaltsgeräten genutzt wird. Etwa 40 Prozent des Endenergieverbrauchs in Deutschland entfällt auf die Energieversorgung von Gebäuden. Unterschieden wird in

die Bereiche der Strom- und Wärmeversorgung, welche die Mehrheit des Gebäudeenergiebedarfs ausmacht. So entfallen 89 Prozent auf Wärmebereitstellung und elf Prozent auf Strom (siehe Abb. 5).²²

Die Wärmeversorgung von Gebäuden umfasst Raumwärme und die Warmwasserbereitstellung. Der Raumwärmebedarf wird in den kommenden Jahren deutlich abnehmen, da Neubauten mehrheitlich und ab 2021 ausschließlich im Niedrigenergie- oder Passivhausstandard errichtet werden. Die Warmwasserbereitung wird sich in ihrer Energienachfrage kaum merklich verändern. Dazu zeichnet sich aber ein wachsender Bedarf an Raumkühlung ab, da die solaren Wärmeeinträge in den gut gedämmten Neubauten ausgeglichen werden müssen.²³ Strom ist für alle Bereiche des Gebäudes essentiell: Beleuchtung, Haushaltsgeräte und insbesondere die technischen Anlagen zur Wärme- und Kälteversorgung sind auf Strom angewiesen. Die Stromnachfrage ist in den vergangenen Jahren trotz Effizienzbemühungen aufgrund neuer Anwendungen ständig gestiegen und wird tendenziell nicht in dem Maße absenkbar sein wie der Wärmebedarf. Durch effizientere Wärmedämmung und Wärmeerzeugungsstruktur kommen im Gebäude immer neue Stromnachfrager hinzu (Mechanische Lüftungsanlagen, Wärmepumpen oder Raumkühlung um nur einige zu nennen). Auch aktuell diskutierte Themen wie die Implikation von E-Mobilität auf Quartiers- oder Gebäudeebene werden langfristig als zusätzlicher Stromnachfrager relevant.²⁴

Insgesamt haben sich Energieeffizienzanforderungen und damit die Baupraxis seit 1990 durch Wärmeschutzverordnungen und Energieeinsparverordnung (EnEV) deutlich gesteigert. Waren um 1990 im Neubau Primärenergiebedarfe um 150 kWh/m²a üblich, liegt der gesetzlich maximal zulässige Primärenergiebedarf ab 2014 bei etwa 60 kWh/m²a (siehe Kapitel 2.3.2).²⁵ Da die EnEV jedoch nur für den Neubau gilt und die Wohn-Neubauquote mit 0,5 Prozent des Gebäudebestands von 19,1 Millionen Wohngebäuden

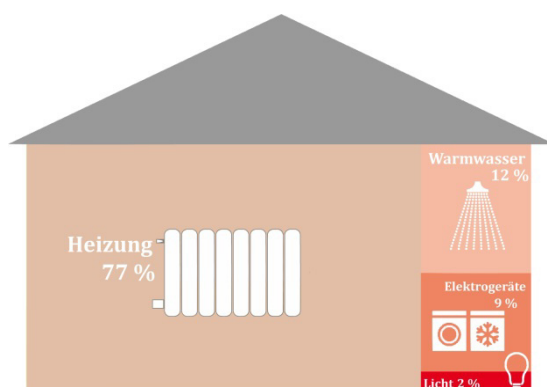


Abb. 5: Energieverbrauch im Privathaus (Eigene Darstellung nach ASUE 2011)

²² vgl. ASUE 2011

²³ vgl. Libbe 2010, S. 78

²⁴ vgl. Fournier, G. 2011, S. 268

²⁵ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.54

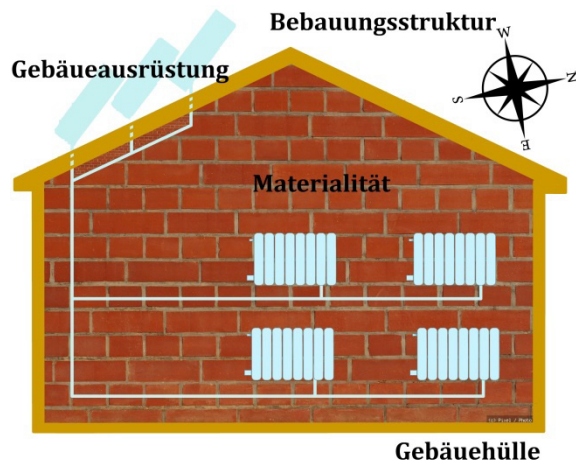


Abb. 6: Schematische Darstellung Energiebedarf beeinflussende Bereiche (Eigene Darstellung)

zu niedrig ist, wurde bis jetzt nur eine geringe absolute Verringerung des Energiebedarfs im Gebäudebereich erreicht.²⁶ So sind noch 65 Prozent der Fassaden und 30 Prozent der Dächer ungedämmt. Auch sind 60 Prozent der Fenster und 80 Prozent der vorherrschenden Öl- und Gasheizungen nicht auf dem aktuellen technischen Stand.²⁷

Die von der Bundesregierung gesetzten Energieeinsparziele sind daher nur erreichbar, wenn es zu einer deutlichen Effizienzsteigerung im Bereich der Erzeugung kommt. Eine Sanierung des Gebäudebestands bis 2050 wird etwa 840 Milliarden Euro kosten, sodass die Sanierungen nur langsam erfolgen werden was eine Erhöhung der Energieeffizienz über die Energieversorgung erfordert²⁸. Dieses macht eine gebündelte Erzeugung von Strom und Wärme (zum Beispiel über KWK oder Nutzung von Umweltwärme) an Standorten des Energiebedarfs zur Effizienzsteigerung zukünftig unabdingbar. Damit wird voraussichtlich auch eine Entwicklung dezentraler Energieversorgungsstrukturen im Gebäudeumfeld einhergehen.²⁹ Auf der anderen Seite wird die Gebäudetechnik weitere energiebedarfssenkende Fortschritte machen: Eine effektive Wärmedämmung von Fassaden und Dächern, minimierte Lüftungsverluste durch Wärmerückgewinnung, hohe passive solare Gewinne der Fassaden sowie eine Nutzung der Dach- und Fassadenflächen zur aktiven Solarenergienutzung können den End-

energiebedarf der Gebäude merklich reduzieren.³⁰

Die den Energiebedarf beeinflussenden Bereiche werden in der Folge vom Quartier bis zum Einzelgebäude erläutert und zukünftig zu erwartende Entwicklungen genannt. Die Gebäudetechnologien werden in vier übergeordnete Kategorien eingeteilt (siehe Abb. 6):

Bebauungsstruktur

Die Energieverbräuche städtischer Strukturen werden wesentlich durch Parameter der räumlichen Planung beeinflusst. Eine energieeffiziente Bebauungsstruktur ist Grundlage für energieeffiziente Gebäude mit geringem Energiebedarf.³¹ Folgende Aspekte sind zu beachten:

- Die Auswahl des Baugrunds sowie Nutzungsvorgaben spielen eine entscheidende Rolle.³² So kann der Energieverbrauch durch Faktoren wie Topographie (zum Beispiel durch Verschattung im Gebirge), lokales Klima (Windstärken, Sonneneinstrahlung, Wasserabfluss etc.) und umgebene Bebauung beeinflusst werden.³³
- Bebauungsdichte und Ausrichtung: Je dichter die Bebauung, desto mehr Synergien für die Energieversorgung ergeben sich hieraus – gleichzeitig ist eine Verschattung zu vermeiden. Bei einer hohen Bebauungsdichte lassen sich Wärmenetze aufgrund der höheren Abnahmemenge kostengünstiger betreiben. Auch speichern Gebäude Wärme, sodass insgesamt ein geringerer Heizbedarf besteht. Demgegenüber steht jedoch der Bedarf an Kühlung.³⁴ Bei einer optimierten Gebäudeausrichtung der Gebäude von Südosten bis Südwesten lassen sich passive solare Gewinne erzielen, die den Heizwärmebedarf deutlich reduzieren können. Auch können Fassaden und Dachflächen für die Energieerzeugung durch Photovoltaik (PV) oder Solarthermie genutzt werden, die dann für die Gebäudeversorgung nutzbar sind.^{35,36}

²⁶ vgl. Bomba, R. (23.08.2013) und Sturm, P. et al. 2009, S.174

²⁷ vgl. Wigbels, M. 2007

²⁸ vgl. KfW 2013

²⁹ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 25

³⁰ vgl. Nytsch-Geusen, C. 2012, 131-133

³¹ vgl. DGNB 2012, ENV 2.3 S. 2 ff.

³² vgl. Nytsch-Geusen, C. 2012, S. 132

³³ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 12 f.

³⁴ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.55

³⁵ vgl. DGNB 2012, ENV 2.3 S. 2 ff.

³⁶ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 15

- Die Gebäudeform erschließt sich aus der Gebäudeausrichtung. Auf der Südseite im Gegensatz zur Nordseite große Fensterflächen, Gebäudehöhe und die Gebäudekubatur sind hier von Bedeutung. Insbesondere ein ausgeglichenes Verhältnis zwischen Außenhülle und Volumen (A/V-Verhältnis) von Gebäuden sowie angemessene Fensterflächen sind anzustreben, da der Großteil der Wärmeverluste durch Fenster- sowie Außenwandflächen erfolgen. So erreichen Gebäude mit günstigem A/V-Verhältnis oft einen geringeren Energiebedarf als Gebäude mit vielen Vor- und Rücksprüngen, die von der Materialität bessere Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) erreichen.³⁷³⁸
- Die Anpassung von Vegetationsflächen in der Umgebung, als eine Form der Klimaanpassung zur Verbesserung des lokalen Mikroklimas. Frischluftschneisen zur Vermeidung von Überhitzung sind ebenso energetisch relevant wie die Nutzung von Gründächern oder Dachgärten. Diese haben zum einen die Funktion der Rückhaltung von Regenwasser sowie der Dämpfung von Temperaturschwankungen im Haus als auch eine Erholungsfunktion bei Nutzbarmachung. Dachbegrünung ist in Theorie und Praxis gut dokumentiert und sollte bei Neubauten stets mit in Betracht gezogen werden. Auch sind Synergien mit der aktiven Solarenergienutzung möglich.³⁹⁴⁰

Gebäudehülle

Bei fehlender Wärmedämmung geht der überwiegende Teil der eingesetzten Raumwärme über die Außenwände verloren. Dämmstoffe können diese Verluste je nach U-Wert erheblich vermindern und so den Energiebedarf des Gebäudes absenken. Durch die Anforderung der EnEV (siehe Kapitel 2.3.2) sind Dämmschichten für Gebäude deutlich dicker geworden – gleichzeitig wurden die Dämmstofftechnologien weiterentwickelt. Dämmstoffe werden entweder als Platte, Matte oder Granulat verbaut und sind mehrheitlich konventionell, also mineralischen Ursprungs. Naturdämmstoffe haben einen relativ geringen Marktanteil. Um Passivhausstan-

dard zu erreichen ist gegenüber dem gesetzlichen Mindeststandard von etwa 80 kWh/m²a mit Mehrkosten von etwa 250 €/m² zu kalkulieren.⁴¹ Einige Neuentwicklungen wie Vakuum-Isolier-Paneele (VIP) mit U-Werten von 0,08-0,11 W/(m²K) und fünffacher Wärmedämmwirkung gegenüber herkömmlichen Dämmstoffen sind insbesondere für Bestandssanierungen vielversprechend, jedoch noch recht teuer und daher nicht regelmäßig eingesetzt. Ähnlich verhält es sich bei Aerogele, das für eine Innendämmung einsetzbar ist. Andere Entwicklungen sind als High-Tech anzusehen, deren Massenverwendung noch nicht absehbar ist. Wichtig bei der Nutzung und Verarbeitung von Dämmmaterialien ist geprüfte Materialqualität und fachgerechter Einbau, der oftmals nicht erfolgt, was in den Medien zur regelmäßigen (polemischen) Thematisierung der „Kranksanierung“ führt.^{42,43} Nichtsdestotrotz ist eine kritische Betrachtung der Entwicklung bei Dämm-, Baumaterialien und Haustechnik erforderlich (siehe Seite 16). Zur Gebäudehülle gehören:

- Im Dachbereich werden momentan Dämmungen im Bereich von bis zu 30 Zentimetern Dämmstärke verbaut, die U-Werte von unter 0,2 W/m²K erreichen. Die Nachrüstung ist mit einigem Aufwand verbunden, technisch jedoch einfach realisierbar, bei geringen Amortisationszeiten.^{44,45}
- Außenwände im Passivhausstandard werden ebenfalls mit U-Werten unter 0,2 W/m²K errichtet. Dafür sind bei Verwendung herkömmlicher Dämmstoffe bereits 40 Zentimeter Dämmstärke erforderlich, was bei Nachrüstung oft zu optischen Einbußen führt. In diesem Zusammenhang wird die Verhinderung von Wärmebrücken (thermische Trennung auskragender Bauteile), neue infrarotbeschichtete Putzsysteme, der Einsatz von Phasenwechselmaterialien (PCM) als Latentwärmespeicher oder eine Innenraumdämmung (einhergehend mit Verkleinerung der Wohnfläche) zur weiteren Energiebedarfssenkung interessant. Glasdoppelfassaden sind für repräsentative Gebäude in

³⁷ vgl. Nytsch-Geusen, C. 2012, S. 133

³⁸ vgl. DGNB 2012, ENV 2.3 S. 3

³⁹ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 185-187

⁴⁰ vgl. Klostermann, N.; Fink, J. 2007, S. 43 - 45

⁴¹ vgl. Holm, A. et al. 2013, S. 4

⁴² vgl. Heimann, R. 2011

⁴³ vgl. Holm, A. et al. 2013, S. 8 f.

⁴⁴ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 70

⁴⁵ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.66

den letzten Jahren als weitere Option unter vielen markt­gän­gig geworden.^{46,47,48}

- Eine Dämmung von Kellerdecken war bis vor wenigen Jahren die Ausnahme, wird inzwischen durch einen dickeren Deckenaufbau mit in die Planungen integriert. Bei Bestandssanierung werden kostenbedingt andere Bereiche vorgezogen, da diese größeres Einsparpotenzial bieten.^{49,50}
- Bei Fenstern wurden in den letzten Jahren erhebliche U-Wert-Minderungen durch Dreifachverglasung, Zwischenraumfüllung, verbesserte Abstandshalter und Rahmen­aufbau erreicht, sodass jetzt Werte von 1,2 W/m²K Standard sind. Bei niedrigeren Werten steigen die Investitionskosten exponentiell an. Trotzdem haben Fenster einen hohen Anteil an Transmissionswärmeverlusten, sodass Neubauten mit relativ kleinen Fensterflächen (und wenn größer, dann nur nach Süden ausgerichtet) geplant werden. Die Fensterpositionierung ist für die passive Solarenergienutzung, Belichtung und damit auch den Stromverbrauch von Bedeutung.⁵¹ Gleichzeitig muss bei gut gedämmten Gebäuden ein Sonnenschutz vorgehalten werden. Dieses kann über Folien, außenliegende Rollläden oder Lichtlenkung in der Fassade erfolgen. In den letzten Jahren erfolgt die Verschattung bei Neubauten zunehmend automatisch.⁵²

Technische Gebäudeausrüstung

Eigentlich gehören technische Gebäudeausstattungen wie Heizung, Lüftung oder Kühlung in den Bereich der Energieversorgung, sollen hier aber trotzdem einzeln aufgeführt werden, da diese im Einzelgebäude und nicht im Quartier verbaut werden.

- Die Mehrheit der Haushalte wird nach wie vor über Öl- und Gaskessel beheizt, Solarthermie sowie die Nutzung von Biomasse gewinnen jedoch an Bedeutung. Im Heizungsbereich gab es in den vergangenen Jahren mit Ausnahme von Mikro-BHKW-Module und Gaskompressionswärmepumpen wenige Innovationen.⁵³ Heizanla-

gen müssen immer an den tatsächlichen Wärmebedarf angepasst werden, orientieren sich daher an Dämmwerten. Für Einfamilienhäuser reichen etwa 3kW_{th} Leistung aus. Da mit niedrigen Temperaturen gearbeitet wird, werden im Neubau Flächenheizsysteme mit Bauteilaktivierung eingesetzt, die auch für Kühlung genutzt werden.^{54,55}

- Die Gebäudekühlung sollte eigentlich aufgrund des hohen Energieeinsatzes vermieden werden, ist aber bei guter thermischer Isolierung und solaren Wärmeeinträgen bei Passivhäusern unvermeidbar. Über einen Wärmetauscher wird ein Kühlmedium auf die benötigte Temperatur gebracht und dann entweder über Flächenkühl­systeme oder die Lüftung in den Raum eingebracht. Der Energieaufwand hierbei kann erheblich sein, sodass vermehrt Absorptionskälteanlagen, die Erd- oder Wasserkühle nutzen oder BHKW-Module zur Kälteerzeugung in die Haus­technik integriert werden.^{56,57}
- Mechanische Lüftungsanlagen in energieeffizienten Wohngebäuden sind in den vergangenen Jahren fast zum Standard geworden, auch weil die Heizfunktion teilweise über die Lüftung erfolgt. Durch Lüftungssysteme lassen sich durch eine Wärmerückgewinnung Wärmeverluste minimieren, die aber höhere Stromverbräuche für den Anlagenbetrieb nach sich ziehen. Die zur Lüfthygiene eingesetzten automatischen Systeme stoßen jedoch nach wie vor auf Nutzerakzeptanzprobleme. Aufgrund geringen Platzangebots ist eine sinnvolle Implikation bei der Bestandssanierung oft schwierig. Mehrkosten für Lüftungsanlagen liegen zwischen 15 und 80€/m².^{58,59}
- Der Bereich der Raumbeleuchtung macht lediglich zwei Prozent des Energiebedarfs von Haushalten aus. Auf Quartiersebene relevant ist jedoch der Bereich der Außenbeleuchtung, die deutschlandweit etwa zehn Prozent des Strombedarfs ausmacht und für Kommunen ein erheblicher Kostenfaktor ist. Die Strombedarfe für Be-

⁴⁶ vgl. IBA Hamburg 2013

⁴⁷ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 69

⁴⁸ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.61-67

⁴⁹ Ebd.

⁵⁰ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 70-72

⁵¹ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 107-110

⁵² vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.58-61

⁵³ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.71-75

⁵⁴ vgl. BINE Informationsdienst 2009

⁵⁵ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 125-128

⁵⁶ Ebd.

⁵⁷ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.76-80

⁵⁸ Ebd.

⁵⁹ vgl. BINE Informationsdienst 2009

leuchtungen, sind durch neue Leuchtstoffe, wie LEDs und durch Lichtmanagementsysteme tendenziell sinkend.⁶⁰

- Einen wesentlich größeren Anteil am Strombedarf haben Haushaltsgeräte. Die größten Stromnachfrager neben dem Anlagenstrom sind „weiße Ware“ (Kühlschränke, Waschmaschinen etc.) und die Kochnutzung. Obwohl die Energieeffizienz von Haushaltsgeräten in den vergangenen Jahren deutlich gesteigert wurde, kommen durch neue Anwendungen im IKT-Bereich weitere Nachfrager hinzu, sodass von einem ansteigenden Strombedarf auszugehen ist.⁶¹

Ergänzung: Baumaterialien und Gebäudekonzept

Die Passivhausbauweise erfordert einen hohen Materialeinsatz und führt zu Hochtechnologiehäusern, deren Entwicklung hin zu Plusenergiehäusern noch nicht abgeschlossen ist. Gebäudeautomationen und Baumaterialien werden so komplex, dass Handwerker vielfach mit der Umsetzung überfordert sind. Auch nimmt die Komplexität von Planungen, der Platzbedarf für Technikräume und insbesondere Dämmungen deutlich zu, was insgesamt zu Kostensteigerungen im Bau führt. Neben der oft kaum noch nachvollziehbaren Bautechnologie wird durch die Verwendung von Dämmmaterialien viel Energie, in Form von grauer Energie, schon für den Bau des Gebäudes aufgewendet. Insbesondere in den Außenwänden, Böden und dem Dach ist ein Großteil der grauen Energie, die Energie, die für Herstellung und Transport des Baumaterials aufgewendet wurde, des Gebäudes gebunden. Für den Bau von nachhaltigen Quartieren müsste eine ganzheitliche Betrachtung erfolgen, die nicht an Bilanzgrenzen aufhört und den Gesamtlebenszyklus betrachtet.^{62,63}

Daher sind u.a. die Methoden zur Einteilung in Energiestandards der KfW kritisch zu hinterfragen: Es gibt vielfach Gebäudekonzepte im Low-Tech-Bereich, die sich auf monolithische Bauweisen in Stein oder insbesondere Holz rückbesinnen. Diese erreichen ähnliche Dämmwerte, binden aber weniger graue Energie, sind durch industrielle Vorfertigung

einfach montierbar, können im Falle von Holz CO₂ langfristig binden, führen zu einem angenehmeren Raumklima und erfordern weniger Haustechnik. Es bestehen jedoch auf Seiten der Verwaltung erhebliche Vorurteile gegenüber diesen Baustoffen: Als Beispiel sei ein monolithisch errichtetes Holzgebäude der IBA Hamburg genannt, das einen Heizbedarf von 15 kWh/m²a erreicht, aufgrund diffusionsoffener Holzaußenwände aber den Blower-Door-Test nicht besteht, daher keinen rechtlichen Passivhausstandard und so eine geringere Förderung von der KfW erhält.^{64,65} An dieser Stelle muss auf der einen Seite auf neue, intelligente Materialien zur Verknüpfung von Architektur und Energiegewinnung sowie Speicherung im High-Tech-Bereich hingewiesen werden. Auf der anderen Seite erscheinen über Technik sinnvolle Energieeinsparungen im Gebäudebereich an ihre Grenzen zu stoßen – Aufwand und Nutzen sind im Ungleichgewicht. Eine Rückbesinnung auf Bauweisen mit weniger energieintensiven Baustoffen und die Betrachtung des gesamten Gebäudelebenszyklus bei der Auswahl der verwendeten Materialien ist dringend erforderlich, wird nachfolgend aber nicht detailliert thematisiert.^{66,67}

2.2.2 Versorgungstechnik im Gebäudebereich: Wärme- und Kälteversorgung

Die Wärmeversorgung ist überwiegend durch kleine Verbrennungsheizanlagen im einzelnen Gebäude dezentral organisiert. Mehrheitlich erfolgt die Wärmebereitstellung über die Energieträger Erdgas, Heizöl und über Fern- bzw. Nahwärme. Der Anteil an erneuerbaren Energieträgern sowie Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), zur gemeinsamen Strom- und Wärmeversorgung, wächst in den letzten Jahren kontinuierlich, was auch auf rechtliche Vorschriften der Bundesregierung zurückgeht, die eine Umstellung der Energieversorgungsstrukturen zum Ziel und auch zur Folge haben (siehe Kapitel 2.3). 2012 betrug der Anteil erneuerbarer Energien an der Wärmeversorgung 10,4 Prozent. Der Anteil der über

⁶⁰ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.81-85

⁶¹ Ebd.

⁶² vgl. Friedmann, A. 2012, S. 83ff.

⁶³ vgl. John, V.; Habert, G. 2013, S. 342-348

⁶⁴ vgl. Messari-Becker, L. et al. 2013, S.354

⁶⁵ Vgl. IBA Hamburg 2013

⁶⁶ vgl. DGNB 2012, ENV 2.2 S. 2 ff.

⁶⁷ vgl. Friedmann, A. 2012, S. 76

KWK erzeugten Wärme lag bei 14 Prozent.
68,69

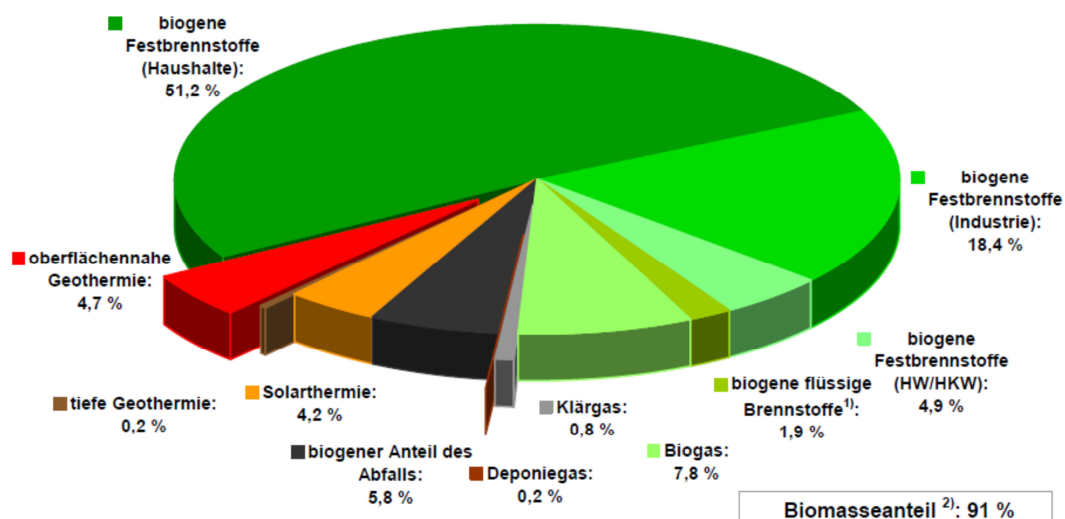
Die Bereitstellung der Nutzenergie erfolgt bei dezentraler Versorgung im Wärmebereich durch den Eigentümer bzw. die Hausverwaltung oder – sofern das Gebäude an ein Nahwärmenetz angeschlossen ist – zentral organisiert über den Betreiber des Nahwärmenetzes. Oft werden bei dezentraler Wärmeversorgung mehrere Energiequellen im Verbund genutzt. Eine zentrale Wärmeversorgung besteht bei der Nutzung von Fernwärme oder Gas über Großversorger. Während Vorteile dezentraler Wärmeversorgung geringe Transportkosten, Leitungsverluste und damit geringere Vorlauftemperaturen umfassen, sind zentrale Systeme aufgrund ihrer Größe in der Regel wirtschaftlicher, erfordern allerdings höhere Anfangsinvestitionen. Ein ökonomisch vorteilhafter Betrieb liegt in der Mischung aus zentraler und dezentraler Wärmeversorgung. Für Stadtquartiere bietet sich die Vernetzung verschiedener Energiequellen zur Wärmeerzeugung an. Für Raumwärme und Warmwasser wird mit Temperaturen von 20 – 90°C gearbeitet. Diese Temperaturen sind recht niedrig, sodass insbesondere niedrigexergetische Prozesswärme, KWK-Abwärme oder Solarthermie verwendet werden sollte und weniger mit hochexergeti-

schen fossilen Energieträgern wie Öl oder Gas, die momentan etwa dreiviertel der Endenergie für die Raumwärme bereitstellen.^{70,71} Die für Stadtquartiere relevanten Technologien werden in der Folge eingehender erläutert. Der Fokus liegt auf KWK und Wärmenetzen.

Solarthermie

Bei solarthermischen Anlagen wird solare Strahlung über Wasser oder anderen wärmeübertragenden Flüssigkeiten in Kollektoren zu thermischer Energie umgewandelt. Dabei werden je nach Bauart Temperaturen von 20° bis 130° erreicht. Solarthermie stellt eine einfach umsetzbare Möglichkeit zur dezentralen Warmwasserbereitung dar. Die von Strahlungsenergie erwärmte Flüssigkeit wird im Inneren des Hauses durch einen Warmwasserspeicher geleitet und das darin enthaltene Wasser somit erwärmt. Solarthermische Anlagen werden für Ein- oder Zweifamilienhäuser im Leistungsbereich von einem bis fünf kW_{th} installiert, was einer Fläche von fünf bis zwölf Quadratmetern entspricht.⁷² In Deutschland deckte Solarthermie 2012 noch nur ein Prozent des Wärmebedarfs, bis 2030 scheint jedoch ein Anstieg auf acht Prozent realistisch. In Deutschland sind Anlagen von 1,5kW_{th} bis zu 200MW_{th} installiert.⁷³

Wärmebereitstellung aus EE: 144,3 TWh



1) Inklusive Pflanzenöl; 2) Feste und flüssige Biomasse, Biogas, Klär- und Deponiegas, biogener Anteil des Abfalls; 1 TWh = 1 Mrd. kWh; Quelle: BMU - E 1.1 nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Abweichungen in den Summen durch Rundungen; Stand: Februar 2013; Angaben vorläufig

Abb. 7: Wärmebereitstellung aus EEs in Deutschland 2012 (BMU 2013)

⁶⁸ Vgl. Seidel, H. 2012

⁶⁹ vgl. AGEE-Stat 2013

⁷⁰ vgl. Wigbels, M. 2007

⁷¹ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.90

⁷² vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 25

⁷³ vgl. Bund Solarwirtschaft e.V. 2013

Solarthermische Anlagen können auf jedem Gebäudetyp eingesetzt werden, allerdings sollten diese möglichst verschattungsfrei und nach Süden ausgerichtet sein. Vorteile von Solarthermie ist der Verzicht auf Brennstoffe zur Wärmeerzeugung, damit einhergehend ein geringer Wartungsaufwand sowie einfache Installation und beliebige Erweiterbarkeit, da Solarthermieanlagen aus Einzelmodulen bestehen. Nachteilig ist der wechselnde Wärmeertrag, je nach solarer Einstrahlung und die saisonalen Unterschiede zwischen hohem Wärmeertrag und hohem Wärmebedarf, der jedoch durch den Einbau von Speichern ausgeglichen werden kann. Der thermische Wirkungsgrad von Solarthermieanlagen liegt zwischen 30 (Flachkollektoren) und 50 Prozent (Vakuümrohrenkollektoren) und Investitionskosten zwischen 500 und 4.000 €/kW_{th}. Der Zubau von Wärmespeichern macht inzwischen eine alleinige Solarthermienutzung zur Wärmebereitstellung möglich (s.u.)⁷⁴. Solarthermische Anlagen mit Wärmespeicher werden häufig als Ergänzung einer Gasnutzung zur Wärmeversorgung gebraucht um Lastspitzen abzumindern. Die Kombination von Solarthermie und BHKW ist eher kontraproduktiv, da Solarthermie die Laufzeiten der BHKW-Module im Sommerhalbjahr deutlich reduzieren würde.⁷⁵

Geothermie

Bei Geothermie muss zwischen Tiefen- und oberflächennaher Geothermie unterschieden werden. Bei oberflächennaher Geothermie wird mittels Wärmepumpen der Umgebung (Erdwärme, Grundwasser, Luft) Wärme entzogen und über Wärmetauscher dem Heizsystem zugeführt. Die Wärme wird auf einem niedrigen Temperaturniveau entnommen und mithilfe von Antriebsenergie auf das benötigte Temperaturniveau gebracht. Geothermie eignet sich insbesondere für niedrige Heizungs-Vorlauftemperaturen, wie sie bei energieeffizienten Neubauten oft zu finden sind. Wärmepumpen arbeiten in einem Leistungsbereich von fünf bis 100 kW_{th}. Aufgrund des hohen Flächenbedarfs durch die Vielzahl an Kollektoren kommen Wärmepumpen mehrheitlich am Stadtrand in aufgelockerten Baugebieten zum Einsatz. Auch können Wärmepumpen bei intelligenter Steuerung –

Betrieb nur in Stromniedriglastphasen – zu einer Absenkung des Regelenergiebedarfs beitragen⁷⁶. Die Investitionskosten sind im Vergleich zu herkömmlichen Heizsystem mit 400 bis zu 2.100 €/KW_{th} erhöht. Im Vergleich zu Gas- oder Ölheizungen sind die laufenden Heizkosten aus oberflächennaher Geothermie aber bis zu 70 Prozent niedriger, sodass ähnliche Endkundenpreise erreicht werden.⁷⁷⁷⁸

Die Tiefengeothermie ist noch als Randerscheinung erneuerbarer Energieerzeugung zu sehen, wobei der Ausbau in den letzten Jahren deutlich vorangeschritten ist. Durch zwei Gesteinsbohrungen in 400 bis zu 5000 Meter Tiefe wird ein Wasserkreislauf erzeugt. Das durch die Erdwärme auf 60°C bis 250°C erwärmte Wasser kann entweder für ein Nahwärmenetz genutzt oder zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Der Nachteil dieser Technologie sind die oftmals hohen Bohrkosten (etwa 1.000 €/m) sowie Unklarheit über die erzielbaren Temperaturen an Bohrstellen. Typische Leistungsbereiche liegen um fünf MW_{th} oder 250 KW_{el}.⁷⁹

Kraft-Wärme-Kopplung, Blockheizkraftwerke und biogene Kraftstoffe

Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet den gleichzeitigen Prozess von Wärme- und Stromerzeugung. Die Mehrheit des Stroms in Deutschland stammt aus thermischen Kraftwerken. Dabei sind nur 38 Prozent der umgewandelten Energie Strom, der Rest ist Wärme die in den wenigsten Fällen genutzt wird. In der Umgebung dieser Kraftwerke besteht in der Regel wenig Wärmebedarf – energieeffizienter ist aber die gleichzeitige Nutzung von Wärme und Strom. Strom muss bei thermischer Erzeugung dort produziert werden, wo Wärme gebraucht wird. Diese kann dann über Wärmenetze verteilt werden.⁸⁰ Bei der Verbrennung von Energieträgern wird thermische Energie freigesetzt, die entweder über einen Motor oder eine Turbine, dementsprechend Motor- oder Gas-BHKW mechanische Energie erzeugt. Die mechanische Energie wird zur Stromproduktion genutzt, die Wärmeenergie kann zur Wärme-

⁷⁴ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.103

⁷⁵ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 26

⁷⁶ vgl. Ebd.

⁷⁷ vgl. Bücherl, C. 2013

⁷⁸ vgl. IWR 2007

⁷⁹ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.105

⁸⁰ vgl. BINE Informationsdienst 2008

versorgung von Gebäuden genutzt werden. BHKW-Module werden in der Regel wärmegeführt betrieben. Dabei sollte eine möglichst hohe Volllaststundenzahl von mindestens 5.500h/a erreicht werden um so zum Beispiel die Wärmegrundlast für Wärmenetze bereitstellen zu können und einen wirtschaftlichen BHKW-Betrieb zu ermöglichen.⁸¹ Der Wärmebedarf von Gebäuden schwankt und dieser nur an wenigen Tagen im Jahr das absolute Maximum erreicht, werden normalerweise mehrere BHKW-Module installiert, von denen eines die Grundlast abdeckt, das zweite dann in Phasen höherer Nachfrage genutzt wird. Für Spitzenlastzeiten wird ein zusätzlicher Brennwertkessel betrieben (siehe Abb. 8).⁸²

Die Mehrheit der BHKW-Module in Deutschland wird über Otto- oder Dieselmotoren angetrieben. Dabei treibt der Verbrennungsmotor einen elektrischen Generator an. Die Abgaswärme wird über Wärmetauscher zu Heizzwecken genutzt. Brennstoffe sind dabei noch vorwiegend Erdgas und Heizöl sowie Diesel. Die Nutzung biogener Brennstoffe nimmt jedoch stetig zu – nicht zuletzt durch die Vorgaben des EEWärmeG, das eine Nutzung regenerativer Energiequellen zur Wärmeerzeugung bei Neubauten vorschreibt. Verbrennungsmotoren werden im Leistungsbereich von einem KW_{el} bis zu 20MW_{el} bzw. drei KW_{th} bis zu 40MW_{th} angeboten. Der Wirkungsgrad kann bis zu 95 Prozent betragen (20 bis 46 Prozent elektrisch und 33 bis 67 Prozent thermisch). Die Investitionskosten variieren zwischen $250\text{ €/KW}_{\text{th}}$ für große

Anlagen und $3.100\text{ €/KW}_{\text{th}}$ für Hausanlagen.^{83,84}

Weitere KWK-Technologien sind zum Beispiel Gasturbinen, Stirlingmotoren und Brennstoffzellen. Gasturbinen haben den Vorteil der Wartungsarmut, hohe Abgastemperaturen (die als Prozesswärme genutzt werden kann) und niedrige Schadstoffemissionen. Gas-BHKW benötigen dafür aber höhere Investitionskosten (bei Anlagen im unteren Mega- und Kilowattbereich etwa $1.300\text{ €/kW}_{\text{el}}$) und haben einen geringeren elektrischen Wirkungsgrad als Motor-BHKW-Module. Stirlingmotoren werden von einem externen Verbrennungsprozess angetrieben, was eine Vielzahl von verwendbaren Brennstoffen ermöglicht – also auch Biomasse. Zudem sind diese sehr wartungsarm, leise und erreichen einen höheren Wirkungsgrad als andere BHKW-Motoren. Die typische Anlagengröße liegt zwischen $0,5$ und $100\text{ kW}_{\text{el}}$. Brennstoffzellen zählen auch zu KWK-Anlagen, obwohl Strom und Wärme durch eine elektrochemische Reaktion von Sauerstoff und Wasserstoff entsteht. Brennstoffzellen arbeiten sehr leise, nahezu abgasfrei und verfügen über einen hohen elektrischen Wirkungsgrad. Die Technologie ist erst kurz am Markt und daher noch am Anfang ihrer Entwicklung, sodass Investitionskosten sehr hoch (ab $6.000\text{ €/kW}_{\text{el}}$) sind und ein wirtschaftlicher Betrieb nur über Fördermittel erreicht werden kann. Gerade für den Bereich der Mikro-KWK, also BHKW-Betrieb auf Wohneinheitsebene, ist das Konzept der Brennstoffzelle vielversprechend.^{85,86}

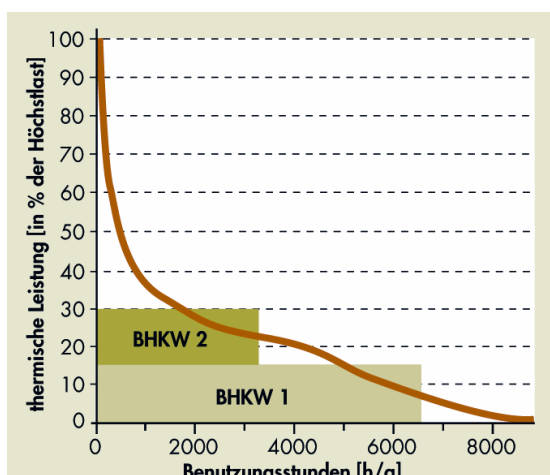


Abb. 8: BHKW-Lastkurve (BINE Informationsdienst 2006)

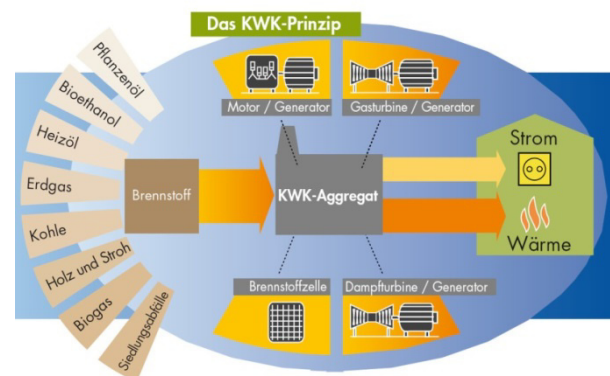


Abb. 9: Das Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (Bundesverband für KWK e.V. 2008)

⁸¹ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.95

⁸² vgl. BINE Informationsdienst 2008

⁸³ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.97

⁸⁴ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 9

⁸⁵ vgl. Gailfuss, M. 2012

⁸⁶ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.98-100

Laut Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (siehe Kapitel 2.3) muss bei Neubauten ein Teil der Wärmeversorgung über regenerative Energien erfolgen. Je nach Erzeugungsart und Energieträger sind hier unterschiedliche Werte zu erreichen. Für die BHKW-Nutzung bietet es sich an teilweise oder gar gänzlich biogene Kraftstoffe zu nutzen. Biogene Kraftstoffe sind entweder als Biogas, feste oder flüssige Biomasse verfügbar. Biogas kann zusammen mit Erdgas verwendet werden, ist jedoch teurer als Erdgas und wird vorwiegend im ländlichen Raum nahe den Erzeugungsanlagen genutzt. Biogas hat in den letzten Jahren einen Bedeutungszuwachs erfahren und wird inzwischen vermehrt in das Gasnetz oder in KWK-Wärmenetze eingeleitet. Feste Biomasse umfasst zu großen Teilen Holz, das entweder als Holzhackschnitzel oder Holzpellets besonders in der Haushaltsversorgung als Ersatz für Ölheizungen zum Einsatz kommt.

Feste Biomasse macht mit Abstand den größten Anteil an der genutzten Biomasse zur Wärmeerzeugung aus (siehe Abb. 7), da insbesondere die Nutzung von Heizpellets einen ähnlichen Bedienkomfort wie die Nutzung von Ölheizungen bietet und zudem der biogene Brennstoff mit dem höchsten Wirkungsgrad ist. Die Brennstoffkosten sind niedriger als zum Beispiel bei Gas, die Investitionskosten bei der Anlagenanschaffung jedoch etwas höher. Flüssige Biomasse hat ähnliche Eigenschaften wie Heizöl, verfügt aber über den Makel, dass die Produktion von flüssiger Biomasse in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion steht und es hier besonders bei der Herstellung von Biokraftstoff zu Fehlentwicklungen gekommen ist, sodass bei der Nutzung flüssiger Biokraftstoffe immer ein Nachweis über Erfüllung ökologischer und sozialer Anforderungen erforderlich ist.⁸⁷ Es bietet sich aufgrund von wirtschaftlichen Skaleneffekten an größere KWK-Anlagen zu errichten die dann – unabhängig von Kraftstoff oder Verbrennungsprozess – mehrere Gebäude über Wärmenetze versorgen.

Nah- bzw. Fernwärmenetze

Bei Wärmenetzen wird gewöhnlich in Nah- und Fernwärme unterschieden. Fernwärmenutzung besteht nach dem Urteil NJW 1990,

⁸⁷ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 30ff.

1181 des Bundesgerichtshofs, wenn Wärme von einem Dritten aus einer zentralen Wärmeerzeugungsanlage bezogen wird, die sich nicht unmittelbar bei den Wärmeabnehmern befindet. Nahwärmenetze werden dagegen durch verbrauchsnahe Wärmeerzeuger gespeist, zum Beispiel über Solarthermie, Geothermie, BHKW-Module oder Heizkraftwerke.⁸⁸ Die Wärme wird über einen Wärmetauscher auf ein Transportmedium, in der Regel Wasser, übertragen und über erdverlegte Rohre zu den Verbrauchern geleitet. Das Wasser wird in einem Kreislauf zwischen Wärmequelle und Wärmesenke geführt. Die Rohrleitungen von der Wärmequelle zur Wärmesenke werden als Vorlauf bezeichnet und umgekehrt das zurückgeführte, kältere Wasser als Rücklauf. Vorlauftemperaturen variieren je nach Systemgröße und Wärmenachfrage. Beim Verbraucher erfolgt die Wärmeübergabe indirekt durch eine Übergabestation, die bei kleineren Verbrauchseinheiten hydraulisch vom Wärmenetz getrennt ist. Die Dimensionierung des Wärmenetzes richtet sich nach der Jahresmaximallast, also dem Zeitpunkt, wenn alle Anschlüsse gleichzeitig die maximale Energiemenge benötigen.⁸⁹

So können günstige Wirkungsgrade, relativ niedrige Investitionskosten bezogen auf das zu versorgende Einzelobjekt, eine hohe Auslastung, hohe Nutzungsgrade sowie eine größere Flexibilität hinsichtlich der verwendeten Energien erreicht werden. Zudem muss der Einzelverbraucher keine Räume für Brennstofflieferung bereithalten und es wird möglich Technologien zu verwenden, die für den Einzelverbraucher sonst nicht rentabel wären. Auch die Nutzung von industrieller Abwärme wird so möglich, was Potenziale zur Steigerung der Energieeffizienz bereithält.⁹⁰ Hohe Kosten für die Netzherstellung, ein Ausbau in Teilschritten sowie damit verbunden eine erst nach Jahren einsetzende Wirtschaftlichkeit stehen dem gegenüber. Zudem sind die Kosten stark von der Wärmedichte abhängig, sodass bei geringer Bebauungs- und damit Nachfragedichte ein wirtschaftlicher Betrieb schwieriger wird. Auch durch die verbesserte Wärmedämmung, sowie die

⁸⁸ vgl. AGFW 2008, S. 5

⁸⁹ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 36ff.

⁹⁰ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.107-110

damit verbundene Abnahme des Wärmebedarfs wird dieses erschwert, sodass beim Bau von Wärmenetzen langfristige Nachfrageanalysen nötig sind. Dementsprechend bietet sich eine Quartiersversorgung mit mehreren dezentralen Wärmenetzen an, die geringere Energieverluste, geringere Vorlauftemperaturen aber aufwändigere Langzeitspeicherung und kleinere Erzeugungsanlagen bedeuten, die schneller unwirtschaftlich sein können. Insgesamt ergibt sich eine starke Streuung der Investitionskosten, sodass hier kein Pauschalwert angegeben werden kann.⁹¹

Kältebereitstellung

Durch die steigenden Wärmeschutzvorgaben der EnEV kommt es im Sommerhalbjahr zu einem ansteigenden Raumkühlungsbedarf, da Wärmeverluste immer geringer werden und solare Wärmeeinträge im Sommer Gebäude stark aufheizen. Während ein Teil der Häuser klassisch über elektrisch betriebene Klimaanlage gekühlt wird, gibt es wesentlich effizientere Arten, die an die Wärmeerzeugung aus Geothermie angelehnt sind: So wie man Erdwärme im Winter zum Heizen nutzen kann, ist es auch möglich die Erdkälte im Sommer nach einem ähnlichen Prinzip zur Kälteversorgung eines Gebäudes zu nutzen. Es ist jedoch auch möglich über KWK Kälte zu erzeugen, sodass man von Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) spricht. Eine zentrale Kälteverteilung über Kältenetze ist ebenso möglich. Auch ist eine Nutzung der Wärmeerzeugungs- und Verteilungsanlagen für Kälte in den Sommermonaten denkbar. Wirtschaftlichkeit und effiziente Betriebsführung hängen stark von einer kompetenten Anlagenplanung sowie der lokalen Situation und vorhandener Energieversorgungsinfrastruktur ab.^{92,93}

Wärmespeichertechnologien

Aufgrund der Volatilität von Sonnenenergie wird die Speicherung von Wärme ein immer wichtiger werdender Aspekt, besonders wenn Solarthermie einen wesentlichen Teil der Quartiersversorgung übernehmen soll. Durch die langfristige Speicherung von Wärme kann die Effektivität deutlich erhöht werden, sodass eine komplett regenerative Wär-

meversorgung erreichbar ist. Langzeitspeicher werden in der Regel als Heißwasser, Kies-Wasser, Erdsonden oder Aquifer-Speicher ausgeführt.⁹⁴ Dazu kommen neue Entwicklungen im Bereich der Latentwärmespeicher. Die ersten Erfahrungen mit PCM-Langzeitwärmespeichern sind vielversprechend.⁹⁵

Die Investitionskosten von Wärmespeichern variieren zum Teil sehr stark. Je nach Material liegen diese zwischen 30 und 300€/m³, die Investitionskosten für einen Speicher mit Solarthermieanlage zwischen 1.500 bis 3.500€/kW_{th}. Für den Wohngebäudebereich dominieren Einspeicher-Anlagen mit Solarthermieanlage in Verbindung mit einer anderen Heizquelle (zum Beispiel gasbetriebene BHKW-Module) den Markt. Bei Passivhäusern kann so bis zu 50 Prozent des gesamten Heizwärmebedarfs über Sonnenenergie gedeckt werden. Für Langzeitwärmespeicherung, die aufgrund des möglichst kleinen A/V-Verhältnis größer dimensioniert sein sollten sind die Kosten mit 75 bis zu 450€/m³ Wasseräquivalent noch jedoch nur begrenzt wirtschaftlich realisierbar. Auch ist der hohe Platzbedarf für Speicher in Quartieren nicht immer vorhanden.⁹⁶

2.2.3 Versorgungstechnik im Gebäudebereich: Stromversorgung

Nach dem Umweltbundesamt (UBA) werden die durchschnittlichen Stromgestehungskosten aller erneuerbaren Energien 2030 voraussichtlich 7,6 Cent/kWh betragen, die von Strom aus fossilen Kraftwerken hingegen 9 Cent/kWh. Rechnet man in diese Prognose externe Kosten der fossilen Kraftwerke mit ein, ist die Nutzung erneuerbarer Energien bereits heute volkswirtschaftlich günstiger als die Nutzung fossiler Energien zur Stromerzeugung.⁹⁷ Daher wird – neben Erfordernissen die sich aus Klimaschutz und rechtlichen Anforderungen ergeben – in dieser Arbeit hauptsächlich von Technologien regenerativer Stromversorgung ausgegangen, die 2012 bereits 22,1 Prozent der Bruttostrom-

⁹¹ Ebd.

⁹² vgl. Bine Informationsdienst 2012

⁹³ vgl. AGFW 2013

⁹⁴ Ebd.

⁹⁵ vgl. IBA Hamburg 2013

⁹⁶ vgl. BINE Informationsdienst 2013

⁹⁷ vgl. UBA 2013

erzeugung in Deutschland ausmachen.⁹⁸ Der Anteil an erneuerbaren Energieträgern sowie KWK an der Stromerzeugung wächst in den letzten Jahren kontinuierlich, was auch auf rechtliche Vorschriften der Bundesregierung zurückgeht die eine Umstellung der Energieversorgungsstrukturen zum Ziel und auch zur Folge haben (siehe Kapitel 2.3, ab Seite 26). Die Stromversorgung wird durch die zunehmende Nutzung erneuerbarer Energieträger im Wohnumfeld dezentral organisiert sein - weg von großen Wärmekraftwerken, die mit fossilen Energieträgern oder Atomenergie betrieben werden (siehe Abb. 10).⁹⁹

In Deutschland nahezu alle Haushalte an das Strom-Verteilnetz angeschlossen, das die unterste Ebene des Verbundnetzes (bestehend aus Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetz bzw. Übertragungs- und Verteilnetz) bildet. Die Betreiber des Verteilnetzes sind auch Grundversorger für Haushalte. Dieses variiert je nach Region: Von Stadtwerken bis zu Übertragungsnetzbetreibern. Dabei hat der Stromkunde das Recht seinen Stromlieferanten frei zu wählen.¹⁰⁰

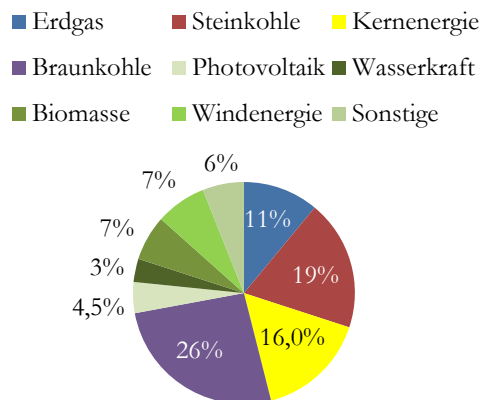


Abb. 10: Strommix in Deutschland (2012)
(Eigene Darstellung, nach BMU 2013)

Mit der Dezentralisierung der Stromversorgungsstrukturen gehen auch Veränderungen der Netzstrukturen einher. Durch die vermehrte Nutzung volatiler erneuerbarer Energien werden Fluktuation der Einspeisung und damit auch der Bedarf nach Regelleistung steigen.¹⁰¹ Der Systemintegration von Erzeu-

gungsanlagen im Mittel- und Niederspannungsnetz und Maßnahmen des Effizienz- und Lastenmanagements kommt eine zentrale Aufgabe zu. Diese „dezentralen Energieoptionen“¹⁰² können über IK-Technologien zu virtuellen Kraftwerken zusammengeschlossen werden. Diese virtuellen Kraftwerke bestünden dann aus dezentralen Erzeugern (bestehend aus BHKW-Module, PV, Stromspeichern), die als virtuelles Großkraftwerk Regelleistung bereitstellen und Verbrauchern, die durch angepasstes Nutzerverhalten Regelleistung bereitstellen. In Zeiten hohen Strombedarfs wird zeitlich verschiebbarer Gerätebetrieb abgeschaltet und in Zeiten niedrigen Strombedarfs und hoher Stromeinspeisung werden diese Geräte zugeschaltet. Auf diese Weise könnte Regelleistung durch Lastabschaltung statt durch Bereithaltung von Reservekraftwerken gewonnen werden und so zu einer Effizienzsteigerung des Netzbetriebs führen. Dabei wird das Netz zum „Smart Grid“, indem es Geräte direkt ansteuern kann und flexible Tarife, je nach Stromverfügbarkeit, anbietet, sodass ein Zusammenspiel aus Netz, Einspeisung und Abnahme entsteht. Der dezentralen KWK kommt dabei eine Schlüsselrolle zu – bringt aber auch gleichzeitig das Problem mit sich, dass die entstehende Wärme gespeichert werden muss und große Wärmespeicher erforderlich werden, für die im städtischen Kontext oft der Platz fehlt (siehe Kapitel 2.2.2).¹⁰³

Durch die Integration von Mikro-KWK ergibt sich sogar die Möglichkeit das Stadtquartier von einer traditionellen Energiesenke zum Akteur am Strommarkt zu machen und sich bilanziell selbst zu versorgen. Dem Quartier könnte über die Nutzung von Smart Grids und Virtueller Kraftwerke die Rolle als Erzeuger und regelbarer Verbraucher von Energie zukommen (siehe Kapitel 4): Durch Wärmenetze, die lokal verlegt werden, bietet sich die Herstellung einer Eigenstromversorgung an um das Quartier komplett selbst zu versorgen. Den lokal erzeugten Strom lokal zu nutzen ist aufgrund wegfallender Transportverluste sinnvoll. Insgesamt ergibt sich für das Quartier damit idealerweise ein intelligentes, integriertes Netzwerk aus den Bereichen Wärme und Strom sowie weitere

⁹⁸ vgl. AG Energiebilanzen e.V. 2013

⁹⁹ vgl. BMU 2013b

¹⁰⁰ vgl. Leuschner, U. 2013

¹⁰¹ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 9

¹⁰² Ebd.

¹⁰³ Ebd.

städtische Infrastrukturen, die synergetisch als Energieerzeuger oder Nutzer auftreten können (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Die wesentlichen Technologien zur Stromerzeugung werden Windkraft, Photovoltaik, Wasserkraft sowie die BHKW-Nutzung von Biomasse mit KWK-Verstromung und Geothermie sein. Die letzten drei Technologien werden im Folgenden nicht behandelt, da die Potenziale zur Wasserkraftnutzung bereits weitestgehend erschlossen sind, sich Anwendungen im urbanen Kontext aufgrund der Größe nur schwierig umsetzen lassen und BHKW-Module sowie Geothermie bereits in Kapitel 2.2.2 erläutert wurden.

Photovoltaik

Durch Sonnenlicht lässt sich mit dem photoelektrischen Effekt elektrische Energie erzeugen. Dieses findet in Halbleiterbauelementen, in der Regel Solarzellen aus Silizium, statt. Eine Solarzelle erbringt in der Regel eine Leistung von 1,5W, die mit 40 bis 80 weiteren Solarzellen zu einem Photovoltaikmodul (PV) zusammengeschlossen wird. Je nach Anlagengröße werden mehrere PV-Module zusammengeschlossen. Der Strom wird im Modul als Gleichstrom erzeugt und muss in Mitteleuropa über einen Wechselrichter in 230V-Wechselspannung umgewandelt werden.¹⁰⁴ Vorteile der PV sind eine vom Stromnetz unabhängige Versorgung (Inselbetrieb), eine einfache Installation und damit bei Flächenverfügbarkeit und verändertem Bedarf ein unkomplizierter Zu- oder Rückbau. Nachteile sind die Volatilität durch wechselndes Solarangebot, relativ geringe Wirkungsgrade (15 - 25 Prozent)¹⁰⁵ sowie noch erhöhten Investitionskosten (1.450 - 1.700 €/kWp)¹⁰⁶, wobei es in den vergangenen Jahren hier zu deutlichen Preissenkungen gekommen ist.

PV-Anlagen werden im städtischen Kontext mehrheitlich auf Dachflächen installiert. Dabei konkurriert PV mit Solarthermie – wenn eine Fläche mit Solarthermie belegt ist, kann PV nicht mehr angewendet werden. Anlagengrößen auf städtischen Dachflächen reichen mehrheitlich von 1 bis zu 5kWp, was etwa

acht bis 40m² entspricht. Ein herkömmliches Modul hat eine Leistung von 0,1 - 0,25kWp. Bei Sonnenschein kann also in einer Stunde maximal 0,25kWh Strom erzeugt werden. Waschmaschinen verbrauchen für einen Waschgang momentan etwa eine kWh. Dementsprechend kann ein Modul in vier Stunden den Strom für einen Waschgang erzeugen. In Deutschland sind PV-Anlagen von 1kWp bis zu 166MWp installiert.¹⁰⁷

Der Anteil Photovoltaiks an der Gesamtbruttostromerzeugung ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich angestiegen, dieser betrug 2012 4,5 Prozent. Für die kommenden Jahre ist von einem weiteren, wenn auch etwas abgebremsen Anstieg auszugehen (siehe Kapitel 2.3.3), der vorrangig durch die technologische Entwicklung sowie fortschreitende Massenproduktion begünstigt wird.¹⁰⁸ Die Stromgestehungskosten von PV-Kleinanlagen lagen 2012 deutschlandweit unter 20 Cent/kWh und damit deutlich unter dem Haushaltsstrompreis. Bei Großanlagen werden sogar Werte um 13 Cent/kWh erreicht. In südlicheren Breiten ist die Netzparität bereits erreicht. Dieses scheint auch für Deutschland nur noch eine Frage der Zeit zu sein.¹⁰⁹

Windkraftanlagen

Windkraftanlagen nutzen als Energiequelle den Wind. Bei Windgeschwindigkeiten zwischen 3 und 11m/s treiben die Rotoren einen Generator an, der die elektrische Energie erzeugt. Die Investitionskosten liegen im Inlandsbereich zwischen 1.000 und 3.000 €/kWp. Der Wirkungsgrad liegt zwischen zehn und 50 Prozent.¹¹⁰ Die Stromgestehungskosten lagen 2012 in küstennahen Standorten zwischen sechs und acht Cent/kWh und damit in etwa auf dem Niveau fossiler Kraftwerke¹¹¹. 2012 hatten Windkraftanlagen in Deutschland einen Anteil von 7,4 Prozent an der Bruttostromerzeugung. Insbesondere in den nördlichen Bundesländern in Nord- und Ostsee nahe lag der prozentuale Anteil wesentlich höher, bei annähernd 50 Prozent.¹¹²

¹⁰⁴ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 40

¹⁰⁵ vgl. Agenius GmbH 2013

¹⁰⁶ vgl. Ziegler, Michael 2013

¹⁰⁷ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.91

¹⁰⁸ vgl. AG Energiebilanzen e.V. 2013

¹⁰⁹ vgl. Kost, C. et al. 2012, S.13 f.

¹¹⁰ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.91

¹¹¹ vgl. Kost, C. et al. 2012, S.16

¹¹² vgl. AG Energiebilanzen e.V. 2013

Windkraftanlagen befinden sich fast ausschließlich im Außenbereich. Kleinwindanlagen wären im städtischen Kontext denkbar, allerdings ist der rechtliche Rahmen, also ihre Zulässigkeit nach BauNVO, noch ungeklärt. Der Leistungsbereich von Kleinwindanlagen liegt zwischen einem und zehn kWp.¹¹³ Da die Umsetzung in verdichteten städtischen Räumen sich rechtlich und technisch zurzeit noch als schwierig gestaltet, wird von einer genaueren Betrachtung hier abgesehen¹¹⁴.

Stromspeicher

Die Speicherung von Strom wird mit dem Ausbau volatiler erneuerbarer Energien, insbesondere durch PV, in den kommenden Jahren an Bedeutung gewinnen. Momentan befinden diese sich noch an der unteren Schwelle der Wirtschaftlichkeit, wobei Stromspeicher von der Bundesregierung momentan mit bis zu 660 €/kWh installierter Speicherkapazität gefördert werden (in diesem Fall muss mindestens 60 Prozent des PV-Stroms von Hausbesitzern selbst verbraucht werden).¹¹⁵ Es gibt verschiedene Technologien zur Stromspeicherung, wie zum Beispiel die Direktspeicherung in Form von elektrischer Energie und die Speicherung als magnetische Energie. Die Direktspeicherung wird als Kurzzeitspeicherung verwendet, wird aber in den kommenden Jahren vermutlich keine größere Rolle spielen. Die mechanische Speicherung von Strom, zum Beispiel über Pumpspeicherkraftwerke oder Druckluftspeicherkraftwerke als Bereitsteller von Regelleistung sowie Minutenreserve, wird aufgrund Dimensionierung und zu hoher Anforderung im städtischen Kontext nicht weiter behandelt.¹¹⁶

Wesentlich anwenderfreundlicher ist die Speicherung in Batterieform, als chemische Energie. Am Markt etabliert sind momentan vorwiegend Blei-Gel-Akkus und Lithiumbatterien. Blei-Gel-Akkus sind verhältnismäßig günstig und weit verbreitet. Sie sind jedoch bei der Be- und Entladung träge, haben einen Wirkungsgrad von nur 80 Prozent und kurze Lebensdauer von acht bis maximal 15 Jahren. Lithiumbatterien haben eine Lebensdauer

von zehn bis maximal 25 Jahren und einen Wirkungsgrad von bis zu 90 Prozent, sind jedoch teurer und aus Brandschutztechnischen Gründen kompliziert zu verbauen.^{117,118}

Mit dem Absinken der Stromgestehungskosten aus PV, dem Anstieg der allgemeinen Stromkosten und dem mittelfristigen Absinken der Stromspeicherkosten, die zurzeit noch bei etwa 2.000 bis 3.500 €/kW liegen¹¹⁹, sollte sich eine Wirtschaftlichkeit auch unabhängig von der aktuell bestehenden Einspeisevergütung herstellen lassen und so den Einbau von Stromspeichern bei PV-Nutzung zur Regel machen. In der Folge käme es zu einem höheren Selbstverbrauch, als Einspeisung in das Verbundnetz.¹²⁰

Langfristspeicher sind heute noch in der Test- und Entwicklungsphase. Batterien eignen sich hierfür nur bedingt. Ein erfolgsversprechender Ansatz ist die Power-to-Gas-Technologie. Durch Elektrolyse wird Methan oder Wasserstoff erzeugt, die sich dann im Erdgasnetz oder –Speichern zwischenspeichern lassen. Von allen momentan in der Entwicklung befindlichen Langzeitspeichertechnologien hat Power-to-Gas das höchste Kapazitätspotenzial und bietet die Möglichkeit große Mengen Energie langfristig zu speichern. Erste größere Anlagen im 5-MW-Bereich befinden sich seit 2013 in Betrieb. Bis zu einem flächendeckenden Einsatz muss jedoch noch einiges an Entwicklungsarbeit geleistet werden, da Herstellungsverfahren stromintensiv und teuer sind und es noch zu hohen Umwandlungsverlusten kommt.¹²¹

¹¹³ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 42

¹¹⁴ Vgl. Wurm, J. (23.08.2013)

¹¹⁵ vgl. Schoof, J. 2013

¹¹⁶ vgl. Hey, B. 2012, S.17

¹¹⁷ Ebd.

¹¹⁸ vgl. Schoof, J. 2013

¹¹⁹ vgl. BSID GmbH 2012

¹²⁰ vgl. Schoof, J. 2013

¹²¹ vgl. Hey, B. 2012, S.19 u. 106 f.

2.2.4 Energetische Nutzung anderer städtischer Infrastrukturen

Trink- und Abwasser

Abwasser wird entweder in Misch- oder in Trennkanalisation abgeführt. Die Regel bildet jedoch die Mischkanalisation, in der alle Abwässer zusammen abgeführt werden um später in einem aufwändigen Verfahren wieder getrennt zu werden – sowohl Schmutzwasser als auch Wasser mit hoher Qualität. Dabei enthält das Abwasser ungenutzte Energien in Form von Wärme oder chemische Energien oder aber knappe Rohstoffe wie zum Beispiel Phosphor. Diese getrennt voneinander abzuführen und auch zu nutzen um so einen möglichst ressourcenschonenden Stoffkreislauf zu etablieren muss das Ziel nachhaltiger Abwasserwirtschaft und damit auch Stadtentwicklung sein.¹²² Unterschieden wird neben Regenwasser in Grau- und Schwarzwasser. Grauwasser umfasst alle Haushaltsabwässer, die nicht aus der Toilette kommen. Diese sind relativ gering belastet, lassen sich leicht klären und direkt wiederverwerten. Zudem lässt sich die Abwärme nutzen. Schwarzwasser enthält einen hohen Anteil organischer Stoffe und ist aufgrund hoher Stick- und Phosphorstoffgehalte sehr nährreich. Die Reinigung von Schwarzwasser ist aufwändig und daher bietet sich eine Verwertung der enthaltenen Stoffe an: Über eine Vergärung in einer Biogasanlage kann die chemische Energie zur KWK-Verstromung genutzt werden. Ein Beispiel für die Anwendung wird zurzeit in Hamburg im „Quartier Jenfelder Au“ umgesetzt, in dem 770 Wohneinheiten mit einer getrennten Abwasserführung und Wiedernutzung ausgestattet werden und etwa 20 Prozent des Wärmebedarfs der Siedlung über energetische Abwassernutzung generiert werden.^{123,124} Auch könnte die Abkälte von Anlagen der Trinkwasserversorgung für die Gebäudekühlung verwendet werden¹²⁵.

Energetisches Abfallmanagement

Das Ziel des Abfallmanagements in Deutschland ist die Kreislaufwirtschaft. Aufgrund konkurrierender Systeme, wenig sinnhafter Stofftrennungen und Verpackungsrecycling werden Potenziale verschenkt. Grundsätzlich ist die Optimierung der Abfallkreislaufwirtschaft keine Aufgabe, die im Quartier sondern auf Bundes- und Landesebene stattfinden muss. Die Potenziale, die sich aus der Verwertung organischer Abfälle ergäben, anstatt sie einer Verbrennung zuzuführen, sind jedoch so erheblich, dass dieses der Vollständigkeit halber hier erwähnt werden muss. Grundsätzlich ist ein integriertes System aus Abfall- und Abwasserstoffen wünschenswert.¹²⁶

Mobilitätskonzepte

Der Bereich der Mobilität birgt kaum Potenziale zur Energiegewinnung für den Gebäudebereich. Allerdings lassen sich über integrierte Siedlungs- und Mobilitätskonzepte erstens das Gesamtverkehrsaufkommen verringern, zweitens der Anteil des MIV verringern und drittens der Energiebedarf des MIV durch Nutzung überschüssiger Energien aus dem Gebäudebereich absenken. Dieses ist momentan noch nicht Teil energetischer Quartierskonzepte, sollte aber in die energetische Betrachtung bei Beginn der Planungen mit einbezogen werden. In Verbindung mit Mobilitätskonzepten lässt sich der Modal Split, also die Aufteilung des Verkehrs auf verschiedene Verkehrsmittel, von Quartieren durch Kommunen weitreichend beeinflussen. Die Nutzung von Elektromobilität lässt sich bei entsprechenden Angeboten und damit nur indirekt beeinflussen: Als Beispiel seien hier Ladestationen für E-Mobilität genannt, die überschüssigen Strom aus volatilen Energiequellen zu Niedriglastzeiten auf Fahrzeuge übertragen.^{127,128}

¹²² vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 11

¹²³ vgl. HAMBURG WASSER 2013

¹²⁴ vgl. HAMBURG WASSER 2013

¹²⁵ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 11

¹²⁶ Ebd.

¹²⁷ vgl. Birk, U. 2012

¹²⁸ vgl. BMVBS 2012, S. 14-17

2.3 Rechtlich-institutionelle Rahmenbedingungen der Energieversorgung

Eine Vielzahl von energierechtlichen Bestimmungen ist in den Jahren seit der Energiemarktliberalisierung erlassen oder novelliert worden. Die für Energieversorgung von Quartieren relevanten Bereiche des Energierechts werden im folgenden Kapitel in ihren Grundzügen erläutert. Für Kommunen sind diese nur indirekt von Relevanz. Für Energieversorgungsunternehmen (EVU) als kommunale Partner bei der Erstellung energetischer Quartierskonzepte und potenzielle zukünftige Betreiber der Energieversorgung sind diese jedoch essentiell und müssen daher hier erwähnt werden. Begonnen wird auf der Ebene der Rahmengesetzgebung von EU und Bund. Nachfolgend werden die national auszufüllenden Vorschriften, gegliedert nach Wärme- und Stromversorgung (Erzeugung und Verteilung), aufgeführt. Auf Energienutzung aus Abfall- oder Abwasser wird in diesem Rahmen nicht eingegangen, wobei an entsprechender Stelle bei Bedarf auf relevante Regelungen verwiesen wird.

2.3.1 Energiewirtschaftlicher Rechtsrahmen und Energiewirtschaftsgesetz

Maßgeblich für das deutsche Energierecht sind EU-Richtlinien. Diese sind nicht unmittelbar geltendes Recht in Deutschland, geben dem Gesetzgeber aber den Rahmen für die nationalen Gesetze vor. Relevant für diese Arbeit sind erstens die europäischen Richtlinien 96/92/EG (Strom) und 98/30/EG (Gas), die eine Liberalisierung des europäischen Energiemarktes einleiteten und damit eine Neufassung deutschen Energierechts erforderlich machten. Als zweite Richtlinie ist 2006/32/EG über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen (Energieeffizienzrichtlinie) von Bedeutung, da diese mittelbar die Neufassung zahlreicher Gesetze (u.a. KWKG, EnEG, EnEV, EEWärmeG) und Programme zur Förderung der Energieeffizienz auf Bundesebene zur Folge hatte (siehe Kapitel 2.3.2, ab Seite 27).

Alle grundlegende Regelungen zum Recht der leitungsgebundenen Energieversorgung befinden sich in Deutschland im Energiewirtschaftsgesetz (EnWG): Das EnWG wurde in

Deutschland 1935 erlassen und 2005 neu gefasst. Stand damals der Aufbau einer funktionierenden und flächendeckenden Energieversorgung im Vordergrund gehen die Ziele nach der Neufassung des EnWG weiter:

- Eine „möglichst sichere, preisgünstige, verbraucherfreundliche, effiziente und umweltverträgliche“ leitungsgebundene Versorgung der Allgemeinheit mit Strom und Gas, die verstärkt auf erneuerbaren Energien beruht.
- Eine „Sicherstellung eines wirksamen und unverfälschten Wettbewerbs bei der Versorgung mit Elektrizität und Gas und der Sicherung eines langfristig angelegten leistungsfähigen und zuverlässigen Betriebs von Energieversorgungsnetzen“.
- Die Umsetzung des Energierechts der Europäischen Gemeinschaft.¹²⁹

Praktisch bedeutet dies die freie Wahl des Versorgers für Endkunden, eine Entflechtung der Wertschöpfungsstufen Erzeugung, Übertragung, Verteilung sowie Vertrieb was allen Stromanbietern einen diskriminierungsfreien Netzzugang ermöglicht – somit eine Liberalisierung des Energiemarktes. Die Funktion des Wettbewerbs soll durch ein Regulierungsorgan, die Bundesnetzagentur, gewährleistet werden. Die Rahmengesetzgebung wird durch die angeschlossenen Durchführungsverordnungen konkretisiert, in denen Netzzugangsbedingungen, Entgelte, Konzessionsabgaben, Anschlussverordnungen und das Messwesen geregelt werden und die so Instrumente zur Erreichung der Ziele aus §1 EnWG bilden.¹³⁰

Das EnWG regelt nur die Bereiche von „Elektrizität und Gas“, was bedeutet, dass die Wärmeversorgung nicht von den Bestimmungen des EnWG betroffen ist. Auch wird definiert, was ein EVU ist. Danach besteht ein EVU nur, wenn Energie an andere geliefert wird und ein eigenes Netz betrieben wird. Ein Hausnetz ist damit kein Netz im Sinne des EnWG, sodass Klein-BHKW-Betreiber nicht als EVU angesehen werden. In der dem EnWG nachgeschalteten Netzanschlussverordnung (NAV) regelt §5, dass die elektrische Anlage des Anschlussnehmers an der Hausan-

¹²⁹ vgl. §1 Abs. 1 EnWG vom 26.06.2013

¹³⁰ vgl. Peters, I.; Brosziewski, H.-U.; Schäfers, H. 2010, S. 33f.

schlussicherung beginnt. In Verbindung mit §4 Absatz 3b KWKG ist damit eindeutig geklärt, dass es sich beim Betrieb eines BHKW hinter der Hausanschlusssicherung nicht um den Betrieb eines regulierungspflichtigen Netzes nach EnWG handelt, was auch für Quartiersnetze gilt, solange die angeschlossenen Häuser nicht durch öffentliche Wege getrennt sind. Eine Genehmigungspflicht nach §4 EnWG entfällt daher.¹³¹

2.3.2 Wärmeversorgung

Die Gesetze zur Wärmeversorgung von Gebäuden sind erstens im Bereich Energieerzeugung und -übertragung sowie zweitens im Bereich der Gebäudehülle verortet. Folglich werden die relevanten Gesetze auch in dieser Reihenfolge erläutert:

Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG)

Rund ein Drittel der Endenergie wird in Deutschland für die Wärmeversorgung von Gebäuden eingesetzt (26 Prozent Raumwärme, fünf Prozent Warmwasser). Größtenteils stammt die Energie aus fossilen Brennstoffen. Daher hat die Bundesregierung mit dem EE-WärmeG festgesetzt, dass 2020 mindestens 14 Prozent der Endenergie für Wärme und Kälte aus erneuerbaren Energien stammen sollen. Ähnlich dem EEG auf dem Strommarkt soll das EEWärmeG regenerative Energien auf dem Wärme- und Kältemarkt fördern.¹³²

Das Gesetz regelt die Wärmeversorgung für Neubauten mit einer Nutzfläche von mehr als 50 Quadratmetern, die energetisch beheizt oder gekühlt werden. Dieses muss durch einen gewissen Anteil erneuerbarer Energien, der mindestens 15 Prozent beträgt und abhängig vom Primärenergieträger ist, erfolgen. So muss bei der Nutzung von Biogas mindestens 30 und bei der Nutzung von Biomasse mindestens 50 Prozent der Gebäudeversorgung regenerativ erfolgen.¹³³ Die als regenerativ eingeordneten Primärenergieträger im Wärmebereich sind nahezu deckungsgleich mit denen aus dem Strombereich.¹³⁴

Der Wärmebedarf von Gebäuden kann auch durch Ersatzmaßnahmen wie die Nutzung von Abwärme oder aus hocheffizienten KWK-Anlagen bezogen werden. Weitere mögliche Ersatzmaßnahmen sind eine verbesserte Gebäudedämmung oder Unterschreitung des jährlichen Primärenergiebedarfshöchstwerts um mindestens 15 Prozent.¹³⁵ Die Nutzung von Wärmenetzen ist auch als Ersatzmaßnahme zulässig, sofern die verteilte Wärme

- „a) zu einem wesentlichen Anteil aus Erneuerbaren Energien,
- b) zu mindestens 50 Prozent aus Anlagen zur Nutzung von Abwärme,
- c) zu mindestens 50 Prozent aus KWK-Anlagen oder
- d) zu mindestens 50 Prozent durch eine Kombination der in den Buchstaben a bis c genannten Maßnahmen stammt“¹³⁶.

Das EEWärmeG kommt bis jetzt nur bei Neubauten und noch nicht bei den Bestandsgebäuden (mit Ausnahme öffentlicher Gebäude) zur Anwendung. Die Richtlinie 2009/28/EG besagt jedoch, dass ab dem 31.12.2014 bei erheblichen Renovierungsarbeiten ein Mindestmaß an erneuerbaren Energien zur Wärmeversorgung eingesetzt werden muss. Eine Übertragung in deutsches Recht ist bis jetzt noch nicht zustande gekommen, dürfte aber alsbald erfolgen. Der Gebäudebestand in Deutschland umfasst etwa 18,1 Millionen Gebäude und pro Jahr werden 175.000 Gebäude, mehrheitlich fürs Wohnen, neu errichtet.^{137,138} Bei den restriktiven Vorgaben zur Nutzung erneuerbarer Energien ist das Gesetz jedoch technologieoffen: Das bedeutet es werden Zielwerte vorgegeben, mit welcher Technologie oder Maßnahme diese Werte erreicht werden ist irrelevant und kann je nach Situation vom Eigentümer entschieden werden.

Ein strategisches Ziel des Gesetzes ist die Förderung des Ausbaus von erneuerbare Energien nutzenden Netzen zur Nah- und Fernwärmeversorgung. In §16 EEWärmeG wird daher festgelegt, dass Gemeinden auch befugt sind, aus Gründen des Klima- und Res-

¹³¹ Ebd.

¹³² vgl. §1 EEWärmeG vom 22.12.2011

¹³³ vgl. §§3 - 5 EEWärmeG vom 22.12.2011

¹³⁴ vgl. §2 Abs.1 EEWärmeG vom 22.12.2011

¹³⁵ vgl. §7 Nr. 1b, Anlage VI EEWärmeG

¹³⁶ EEWärmeG vom 22.12.2011, Anlage VIII Nr. 1

¹³⁷ vgl. Bomba, R. (23.08.2013)

¹³⁸ vgl. Rabenstein 2011, S.49

sourcenschutzes einen Anschlusszwang zur Nutzung von Wärmenetzen zu bestimmen. Auch wird der Einsatz innovativer Technologien, insbesondere im Wärmenetzbereich, vom Bund finanziell gefördert. Die Höhe der Einspeisevergütung ist nicht fixiert und von den jeweiligen Landes- oder Gemeindeordnungen abhängig.

VO über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV)

Für die Versorgung mit Fernwärme muss ein Wärmeliefervertrag abgeschlossen werden, dessen Grundlagen im Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) und der AVBFernwärmeV festgesetzt sind¹³⁹. Die AVBFernwärme-Verordnung regelt das Vertragsverhältnis zwischen Fernwärmeanbieter und Kunden. Danach sind Abweichungen von den Versorgungsbedingungen unter Zustimmung des Kunden möglich, was jedoch nicht für Industrieunternehmen gilt. Der Kunde darf Vertragsbedingungen anpassen, wenn er seinen Wärmebedarf durch erneuerbare Energien decken will.¹⁴⁰

Gestattete Heizträger nach §4 AVBFernwärmeV sind Dampf, Kondensat und Heizwasser. Sollten keine „unzumutbaren Belastungen“ entstehen, sind Kunden wie auch bei optionaler Festlegung in der Gemeindeordnung dritte Grundstücksbesitzer verpflichtet die Verlegung von Fernwärmeleitungen unentgeltlich zuzulassen.¹⁴¹ Bei der Fernwärmelieferung darf die Wärme keinem außerhalb des Vertragsverhältnisses stehenden zur Verfügung gestellt werden, mit Ausnahme der Zustimmung des Wärmelieferanten¹⁴². Die Vertragslaufzeit ist auf maximal zehn Jahre begrenzt und verlängert sich bei ausbleibender Kündigung automatisch um fünf weitere Jahre.¹⁴³

Weitere Gesetze und Verordnungen

Bei der Zulässigkeit von Anlagen zur Wärmeerzeugung, zum Beispiel Blockheizkraftwerken, sind diverse Verordnungen und Gesetze von Bedeutung. Erstens handelt es sich um eine bauliche Maßnahme, sodass die Anforderungen der jeweiligen Landesbauordnung Anwendung finden. Des Weiteren müssen Emissionen nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und nachfolgende Verordnungen oder Verwaltungsvorschriften (u.a. BImSchV, TA Luft, TA Lärm) und bei Einsatz von Ölen auch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) berücksichtigt werden.¹⁴⁴ Solarthermieanlagen hingegen sind – sollte nichts Gegenläufiges in der Landesbauordnung festgelegt sein – beispielsweise in Fassade und auf Dachflächen baugenehmigungsfrei¹⁴⁵. Bei allen Anlagen der Energieerzeugung, des Transports oder Verbrauchs sind durchweg die Richtlinien des Verbands Deutscher Ingenieure (VDI) zu berücksichtigen. Diese bilden zwar, mit Ausnahme bei Bezugnahme in Gesetzen oder Verordnungen, kein unmittelbar geltendes Recht, sind jedoch ein Maßstab für einwandfreies technisches Vorgehen¹⁴⁶. Es führt in diesem Rahmen zu weit die genannten Richtlinien, Verordnungen und Gesetze zu erläutern. Im Falle der Anwendung wird später auf die entsprechenden Anforderungen verwiesen.

derungen der jeweiligen Landesbauordnung Anwendung finden. Des Weiteren müssen Emissionen nach Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG) und nachfolgende Verordnungen oder Verwaltungsvorschriften (u.a. BImSchV, TA Luft, TA Lärm) und bei Einsatz von Ölen auch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) berücksichtigt werden.¹⁴⁴ Solarthermieanlagen hingegen sind – sollte nichts Gegenläufiges in der Landesbauordnung festgelegt sein – beispielsweise in Fassade und auf Dachflächen baugenehmigungsfrei¹⁴⁵. Bei allen Anlagen der Energieerzeugung, des Transports oder Verbrauchs sind durchweg die Richtlinien des Verbands Deutscher Ingenieure (VDI) zu berücksichtigen. Diese bilden zwar, mit Ausnahme bei Bezugnahme in Gesetzen oder Verordnungen, kein unmittelbar geltendes Recht, sind jedoch ein Maßstab für einwandfreies technisches Vorgehen¹⁴⁶. Es führt in diesem Rahmen zu weit die genannten Richtlinien, Verordnungen und Gesetze zu erläutern. Im Falle der Anwendung wird später auf die entsprechenden Anforderungen verwiesen.

Energieeinsparverordnung – Von der EnEV 2009 zur ENEV 2014

Die EnEV trat erstmalig 2002 in Kraft und wurde 2007 sowie 2009 novelliert. Die aktuell gültige EnEV vom 01.10.2009 wird voraussichtlich im kommenden Jahr von der aktuellen Novellierung EnEV 2014 abgelöst, um damit die europäische Richtlinie für energieeffiziente Gebäude von 2010 (Gebäude-Richtlinie) umzusetzen. Diese erlaubt ab 2021 nur noch Passiv- und Nullenergie-Neubauten – bei öffentlichen Gebäuden soll dieses bereits ab 2019 gelten. Die neugefasste EU-Richtlinie 2010/31/EU fordert die Erfüllung bestimmter Effizienzstandards bei größeren Bestandssanierungen, was mit der EnEV 2014 auf den Weg gebracht werden soll.¹⁴⁷

Die EnEV gilt für die Mehrheit der Gebäude in Deutschland. Insbesondere für Wohnungen und Büros. Dabei werden nur Vorgaben für Neubauten sowie umfangreiche Bestandssanierungen gemacht. Unsanierte Bestandsgebäude werden nicht von der EnEV berührt.

¹³⁹ vgl. Tietz 2006 S. 126

¹⁴⁰ vgl. §1-3 AVBFernwärmeV vom 20.06.1980

¹⁴¹ vgl. §8 AVBFernwärmeV vom 20.06.1980

¹⁴² §22 AVBFernwärmeV vom 20.06.1980

¹⁴³ §32 AVBFernwärmeV vom 20.06.1980

¹⁴⁴ vgl. Gailfuss, M. 2012

¹⁴⁵ vgl. Solarenergie-Förderverein Deutschland 2012

¹⁴⁶ vgl. VDI 2013

¹⁴⁷ vgl. Tuschinski, M. 2013

Von der EnEV ausgeschlossen sind Gebäude unter Denkmalschutz, Zelte, Gewächshäuser, Gebäude zur Tierhaltung oder unterirdische Bauwerke.¹⁴⁸

Ziel der EnEV ist die Schaffung von energieeffizienten Gebäuden. Dabei werden der jährliche Primärenergiebedarf sowie der spezifische Wärmeschutz der Gebäudehülle betrachtet. Der Primärenergiebedarf richtet sich nach dem Primärenergiefaktor des Energieträgers und berücksichtigt dabei dessen CO₂-Emissionen. Die Primärenergiefaktoren sind in DIN V 470 1-10 aufgelistet, können jedoch auch individuell mit individuellem Primärenergiefaktor zertifiziert werden. Der jährliche Primärenergiebedarf des Neubaus – der parallel zum Bauantrag nachzuweisen ist – wird anhand eines Referenzgebäudes berechnet. Dabei wird der Primärenergiebedarf aus dem Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile (Wände, Decken, Fenster, Türen) sowie der verbauten Anlagentechnik (Heizung, Warmwasser, Lüftung) berechnet. Der Transmissionswärmeverlust der Gebäudeaußenhülle ist entscheidendes Kriterium, da dieser den EnEV-Mindestwert nicht überschreiten darf.¹⁴⁹

Die wesentlichen Änderungen der EnEV 2014 gegenüber der EnEV 2009 sind eine Verschärfung der Anforderungen an den Primärenergiebedarf von Neubauten in zwei Stufen (voraussichtlich 2014 und 2016) um jeweils 12,5 Prozent, insgesamt also 25 Prozent gegenüber dem derzeitigen Neubaustandard, sowie eine Verschärfung der Anforderung im Neubau an die Mindestqualität der Gebäudehülle (HT bzw. mittlerer U-Wert) in zwei Stufen (je nach Gebäudetyp zwischen fünf und 20 Prozent). Der maximal zulässige Primärenergiebedarf für Neubauten sinkt somit von etwa 70 kWh/m²a auf etwa 60 kWh/m²a bzw. ab 2016 auf unter 50 kWh/m²a. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Einführung der Pflicht zur Angabe energetischer Kennwerte (Endenergiebedarf pro Wohnfläche) in Immobilienanzeigen bei Verkauf und Vermietung. Mittelfristig wird 2020 die nächste EnEV erwartet, die dann Neubauten nur noch im Niedrigstenergiestandard unter 40

kWh/m²a bzw. im Passivhausstandard zulässt.¹⁵⁰

2.3.3 Stromversorgung

Erneuerbare-Energie-Gesetz (EEG)

Das Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien oder Erneuerbare-Energie-Gesetz regelt die bevorzugte Stromeinspeisung aus erneuerbaren Energien in das Verbundnetz und garantiert den Erzeugern feste Einspeisevergütungen und dient so dem Klima- und Umweltschutz. Bis 2020 soll der Anteil der erneuerbaren Energien 35 Prozent, bis 2050 mindestens 80 Prozent der deutschen Stromversorgung ausmachen. Nach dem EEG gelten „Wasserkraft einschließlich der Wellen-, Gezeiten-, Salzgradienten- und Strömungsenergie, Windenergie, solare Strahlungsenergie, Geothermie, Energie aus Biomasse einschließlich Biogas, Deponiegas und Klärgas sowie aus dem biologisch abbaubaren Anteil von Abfällen aus Haushalten und Industrie“ als erneuerbare Energien.¹⁵¹

Degressive EEG-Vergütung ¹⁵²

Anlagenleistung	Vergütung in ct/kWh	Degression
Bis 150 kW	14,3	- 2%
Bis 500 kW	12,3	- 2%
Bis 5 MW	11	- 2%
Bis 20 MW	3	- 2%

Tabelle 1: Vergütung von Biomasse nach EEG 2012, ab dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme für die Dauer von 20 Jahren (Eigene Darstellung nach EEG 2012)

Anlagenbetreiber erhalten bei Nutzung erneuerbarer Energien eine Vergütung. Die Vergütungshöhe ist fixiert. Sie richtet sich nach genutzter Primärenergie, Anlagengröße sowie Anlagenstandort und wird je eingespeister kWh über einen Zeitraum von 20 Jahren ausgezahlt. Dabei ist der Netzbetreiber verpflichtet dem Anlagenbetreiber den Strom aus erneuerbaren Energien abzunehmen und zu vergüten.¹⁵³ Die Mehrkosten, entstehend aus Differenz des Vergütungssatzes und Marktpreises des Stroms, kann der Netzbetreiber den Übertragungsnetzbetreibern in Rechnung stellen, der diese dann an den Endverbraucher in Form eines Strom-

¹⁴⁸ vgl. §1 EnEV 2009

¹⁴⁹ vgl. Anlage 1, Nr. 1.1 EnEV 2009

¹⁵⁰ vgl. BZS-Bauphysik GmbH 2013

¹⁵¹ §3 Nr. 3 EEG vom 20.12.2012

¹⁵² vgl. EEG vom 20.12.2012

¹⁵³ vgl. §16 EEG vom 20.12.2012

preisaufschlags, der sogenannten EEG-Umlage, weiterleitet¹⁵⁴. Seit 2012 ist es erstmalig auch möglich den produzierten Strom direkt zu vermarkten. Neben dem Verkaufserlös erhält der Betreiber die sogenannte Marktprämie, die sich aus der Differenz zwischen der jeweiligen EEG-Einspeisevergütung und dem durchschnittlichen Börsenstrompreis errechnet. Im Vergleich zur EEG-Festvergütung wird der Betreiber nicht schlechter gestellt. Wenn er Preise erzielt, die über dem durchschnittlichen Börsenpreis liegen, kann er mit dem Marktprämienmodell zusätzliche Erlöse erzielen. Ziel ist eine marktorientierte Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Auch die Flexibilitätsprämie für Biogasanlagen geht in diese Richtung. Investitionen in Gasspeicher und Generatoren werden gefördert, was eine Verschiebung der Stromerzeugung um bis zu 12 Stunden ermöglicht. Speicher werden darüber hinaus von Netzentgelten befreit. Ab 2014 ist die Vermarktung von Strom aus neuen Biogasanlagen ab 750 kW über das Marktprämienmodell verpflichtend – wichtig ist, dass bei dem Wechsel zum Marktpreismodell die Pflicht zur Wärmenutzung bei Blockheizkraftwerken entfällt.¹⁵⁵

Die Vergütung nach EEG ist degressiv, verringert sich somit jährlich (siehe Tabelle 1). Dieses soll als Investitionsanreiz für Anlagenbetreiber dienen: Je früher investiert wird, umso schneller ist eine Wirtschaftlichkeit erreicht. Auch werden kleinere Anlagen höher gefördert, um so den Umbau der Energieversorgungsstruktur hin zur Dezentralität voranzubringen. Dazu können Einsatzstoff-Boni gewährt werden, wobei die Einsatzstoffe gemischt und anteilig vergütet werden können. Die zwei Klassen gliedern sich in Klasse eins,

die Klasse der nachwachsenden Rohstoffe und Klasse zwei, die der ökologisch vorteilhaften Einsatzstoffe wie zum Beispiel Gülle oder Landschaftspflegematerial (siehe Tabelle 2: Vergütung von Rohstoffklassen für Biomasse Tabelle 2). Um den Einsatzstoffbonus zusätzlich zur EEG-Einspeisevergütung zu erhalten muss eine Mindestwärmenutzung von 60 Prozent vorliegen oder dieser durch den Einsatz von 60 Masseprozent Gülle zur Stromerzeugung ersetzt werden. Auch ist die Nutzung des Inputstoffs Mais auf maximal 60 Prozent begrenzt und die Altholzverbrennung sowie flüssige Biomasse wird bei Neuanlagen nicht mehr gefördert. Der seit dem EEG 2009 bestehende KWK-Bonus bleibt weiterhin bestehen.¹⁵⁷

Für 2014 wird eine anteilige EEG-Umlage am Strompreis auf über 6 ct/kWh prognostiziert. Aufgrund der Höhe und oft attestierten Fehlförderung im Photovoltaikbereich kam es zu einer Absenkung der Fördersätze im Juni 2013 und der Forderung nach einer Neuregelung der EEG-Umlage.¹⁵⁸

Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)

Das „Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung“ oder kurz KWKG hat den Zweck durch Förderung der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme zur Energieeinsparung, zum Umweltschutz und zur Erreichung der Klimaschutzziele beizutragen. Bis 2020 soll der Anteil der KWK an der Nettostromerzeugung auf 25 Prozent gesteigert werden.¹⁵⁹

Als Instrument zur Erreichung dieser Ziele wird ähnlich dem System des EEGs eine Vergütung an die Betreiber von KWK-Anlagen ausbezahlt, die auf den gesamten Stromver-

Vergütung von Rohstoffklassen für Biomasse

Bemessleistung	Erhöhung durch	Erhöhung durch	Erhöhung durch Einsatz-
	Einsatzstoffvergütungsklasse I	Einsatzstoffvergütungsklasse II	stoffvergütungsklasse II im Fall von Gülle
Bis 500 kW	6,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh
500 kW – 750 kW	5,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	6,0 ct/kWh
750 kW – 5 MW	4,0 ct/kWh	8,0 ct/kWh	6,0 ct/kWh
500 kW – 5 MW¹⁵⁶	2,5 ct/kWh	8,0 ct/kWh	6,0 ct/kWh

Tabelle 2: Vergütung von Rohstoffklassen für Biomasse (Eigene Darstellung nach EEG vom 20.12.2012)

¹⁵⁴ vgl. §§34-37 EEG vom 20.12.2012

¹⁵⁵ vgl. ORmatiC gmbh 2012

¹⁵⁶ Strom aus Rinde oder Waldrestholz

¹⁵⁷ Ebd.

¹⁵⁸ vgl. ÜNB 2012

¹⁵⁹ vgl. §1 KWKG vom 12.07.2012

brauch je Kilowattstunde aufgeschlagen wird. Gleichzeitig hat KWK-Strom denselben Einspeisevorrang in das Verbundnetz wie Strom nach dem EEG. KWK-Strom wird unabhängig von den verwendeten Primärenergieträgern gefördert – eine Doppelförderung durch das EEG und das KWKG ist jedoch ausgeschlossen. Die maximal förderfähige Größe ohne Hocheffizienznachweis von KWK-Anlagen beträgt zwei MW_{el}. Ab zwei MW_{el} muss dieses per Gutachten belegt werden.¹⁶⁰

Der Strompreis den der Anlagenbetreiber vom Netzbetreiber erhält ist entweder in einem direkten Liefervertrag festgelegt, der sich aus Einspeisevergütung sowie vermiedenen Netznutzungsentgelten zusammensetzt. Oder, sollte kein Vertrag zustande kommen, der durchschnittliche Preis des im letzten Quartal an der Leipziger Strombörse (EEX) gehandelten Stroms und vermiedene Netznutzungsentgelte. Darüber hinaus erhält der Betreiber der KWK-Anlage vom Netzbetreiber eine Zuschlagzahlung für den erzeugten KWK-Strom, unabhängig ob er diesen selbst nutzt oder einspeist und in der Höhe variierend – je nach Einspeisezeitpunkt und Anlagengröße.¹⁶¹

Nach §5 haben Anlagenbetreiber bei Neu- oder Ausbau von Wärme-, Kältenetzen und Speichern einen Anspruch auf finanzielle Förderung, wenn der Bau bis Ende 2020 erfolgt und die Einspeisung zu mindestens 60 Prozent aus KWK stammt (oder dieser Status muss nach 24 Monaten bei einem Ausbau in Schritten erreicht sein). Dabei wird auch industrielle Abwärme als KWK-Strom behandelt.¹⁶²

Auch kommt es bei der KWK-Stromerzeugung zu einigen Steuererleichterungen: Für die Brennstoffe Erdgas, Heizöl und Flüssiggas beim Einsatz in KWK-Anlagen mit einem Jahresnutzungsgrad von 70 Prozent und mehr wird die Energiesteuer erstattet¹⁶³. Auch muss für KWK-Strom bei gleichzeitiger Wärmenutzung im „räumlichen Zusammenhang“ keine Stromsteuer in Höhe von

2,05 ct/kWh entrichtet werden¹⁶⁴. Das Ziel dieser Regelungen ist ausdrücklich die Erhöhung der Energieeffizienz durch eine Modernisierung und den Neubau von KWK-Anlagen zur zunehmenden Nutzung von KWK-Strom.

¹⁶⁰ vgl. ASUE 2012

¹⁶¹ vgl. §7 KWKG vom 12.07.2012

¹⁶² vgl. §5a KWKG vom 12.07.2012

¹⁶³ vgl. §53 EnergieStG vom 05.12.2012

¹⁶⁴ vgl. §9 StromStG vom 05.12.2012

2.4 Rechtliche Instrumente zur Wahrnehmung energetischer Belange im Quartier

Der unter Kapitel 2.3 erläuterte energierechtliche Rahmen betrifft die Funktion und Vergütung der Energieversorgungsstruktur auf Bundesebene. Die Umsetzung energetischer Planungen erfolgt aber auf lokalem Niveau, bedingt durch die von §28 Abs. 2 Satz 1 GG garantierte kommunale Selbstverwaltung. Kommunen oder in Vertretung handelnde Planer haben dabei über formelle Instrumente der Bauleitplanung, informelle und zivilrechtliche Instrumente Einflussmöglichkeiten auf Energieversorgung und insbesondere auf Energiebedarfe. Die folgenden rechtlichen Vorschriften sind die Instrumente zur Absicherung und Umsetzung energetischer Quartierskonzepte (siehe Tabelle 3).

2.4.1 Formelle Instrumente

Flächennutzungsplan

Der Flächennutzungsplan (FNP) ist nach §5 BauGB das oberste Planwerk der kommunalen Planung und fasst in dieser Funktion alle überregionalen und kommunalen Planungen zusammen. Dabei trifft er Festlegungen für die Nutzungen des gesamten Gemeindegebiets. Diese sind für die Verwaltung bei der Aufstellung von Bebauungsplänen (B-Plan) bindend. Im FNP können nach §35 Abs. 1 (5) BauGB Vorrang- oder Vorbehaltsflächen für die Nutzung von erneuerbaren Energien gemacht werden. Auch ist die Netzplanung für Versorgungsleitungen nach §5 Abs. 2 Nr. 2b BauGB und damit insbesondere für Wärmenetze festsetzbar. Windkraftanlagen können nach §35 Abs.1 und 3 BauGB im Außenbereich grundsätzlich für zulässig erklärt werden. Auch Ausweisungen von Sondergebieten für erneuerbare Energien sind möglich¹⁶⁵. Weitere Festsetzungen wie die Ausweisung von Bauflächen im Innenbereich, Mischgebiete, hohe Bebauungsdichten oder klimatisch begünstigte Baugebiete sowie die Sicherung von Naturflächen sind bereits im FNP großmaßstäblich möglich und geben damit der kommunalen Entwicklung die Richtung vor. Damit lassen sich Klimaanpassung, Verkehrsvermeidung oder energetisch günstige Bau-

¹⁶⁵ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.151

weisen erreichen, die dann im B-Plan konkretisiert werden.

Bebauungsplan

In §1 Abs. 5 sowie 6. Nr. 7f BauGB werden Klimaschutz und Energieeffizienz als unmittelbare Ziele der Bauleitplanung ausgegeben. Die für alle rechtlich bindende Form der Bauleitplanung ist der Bebauungsplan¹⁶⁶. Durch ihn ist u.a. die Festsetzung von „Versorgungsflächen, einschließlich der Flächen für Anlagen und Einrichtungen zur dezentralen und zentralen Erzeugung, Verteilung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung“ aus städtebaulichen Gründen möglich. Damit verbunden können auch Versorgungsanlagen- oder Leitungen aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden.¹⁶⁷ Auch kann die Benutzung „bestimmter Luft verunreinigende Stoffe“¹⁶⁸ in einzelnen Baugebieten ausgeschlossen werden, was im Wesentlichen fossile Energieträger umfasst. Die „Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung“¹⁶⁹ ist ebenso möglich. Städtebauliche Gründe sind nach §1 (s.o.) auch Klimaschutz und Energieeffizienz – damit stehen der Kommune starke Instrumente zur Durchsetzung energetischer Belange durch KWK oder regenerative Energieträger in Baugebieten zur Verfügung. Hierbei ist Klimaschutz ein Abwägungsbelang, der anderen Abwägungsbelangen gleichwertig gegenüber steht.¹⁷⁰ Da die Bauleitplanung der Nachhaltigkeit verpflichtet ist, werden auch langfristige klimatische und energetische Auswirkungen Gegenstand von Planungsentscheidungen. Insofern kann beim Umwelt- und Klimaschutz indirekt von einer faktisch höheren Bedeutung als bei anderen Abwägungsbelangen ausgegangen werden.¹⁷¹

Des Weiteren stehen den Kommunen Vorgaben zur Bauweise und Baukörperstellung nach §9 Abs. 1 Nr. 2 BauGB zur Verfügung, die eine energieeffiziente Bauweise begünstigen. In diesen Fällen kann nach §9 Abs. 1 Nr. 2a

¹⁶⁶ vgl. §9 BauGB vom 11.06.2013

¹⁶⁷ vgl. §9 Abs. 1 Nr. 12 und 13 BauGB vom 11.06.2013

¹⁶⁸ vgl. §9 Abs. 1 Nr. 23a BauGB vom 11.06.2013

¹⁶⁹ vgl. §9 Abs. 1 Nr. 23b BauGB vom 11.06.2013

¹⁷⁰ vgl. Mitschang, S. 2008, S. 603

¹⁷¹ vgl. Mitschang, S. 2008, S. 604

BauGB auch von Abstandsflächen des Bauordnungsrechts abgewichen werden, sofern dieses nach §9 BauGB gestattet wird.

Durch die Festsetzungen der Bauleitplanung können Kommunen ein klimagerechtes Bauen initiieren. Der Modal Split lässt sich zum Beispiel von der Kommune nicht direkt vorgeben. Indirekt hat die Bauleitplanung aber auf alle Bereiche der nachhaltigen Stadtentwicklung Einfluss, sodass bei geschickter Anwendung Synergien zwischen den unter Kapitel 1.1 genannten Aspekten nachhaltiger Siedlungsentwicklung entstehen können. Eine Verkehrsvermeidung kann zum Beispiel durch die Ausweisung von Bauland im Innenbereich und durch gemischt genutzte Quartiere oder einer Baulandausweisung an ÖPNV-Haltestellen erreicht werden. Durch hohe Dichten und Revitalisierung von Brachflächen wird eine weitergehende Flächenversiegelung vermieden. In Wechselwirkung mit der Baunutzungsverordnung (BauNVO) lassen sich auch Dachneigung und Gebäudestellung zur Vermeidung von Verschattung festsetzen, um die Gebäude für eine Nutzung von Solarthermie und PV optimal auszurichten¹⁷². All diese Bereiche wirken passiv auf Energieverbräuche und damit auch auf die Energieversorgungsstruktur ein. Um eine Wirksamkeit zu erreichen bedarf es eines, dem Bebauungsplanverfahren vorgeschalteten, Quartiersklimaschutz- und Energiekonzeptes.

Die Kommune muss sich ihrer Verantwortung und vor allem ihrer Möglichkeiten bewusst sein und eine nachhaltige Siedlungsentwicklung als Maßgabe des planerischen Handelns ausgeben. Wenn der B-Plan bereits in Vorbereitung ist, sind Überlegungen zu Klimaschutz und Energiekonzepten in der Regel zu spät. Die Instrumente zur Durchsetzung energetischer Quartierskonzepte durch die Bauleitplanung sind vorhanden, die Kommune muss nur gewillt sein diese auch zu nutzen. Auch ist es Kommunen anzuraten ein gesamtstädtisches Klimaschutzkonzept zu verabschieden, was kommunale Planungen zusätzlich sichert und deren Rechtssicherheit weiter erhöht.¹⁷³

¹⁷² vgl. Mitschang, S. 2008, S. 606

¹⁷³ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.153

Vorhabens- und Erschließungspläne sowie städtebauliche Verträge

Der Vorhabens- und Erschließungsplan bzw. der nachfolgende vorhabensbezogene B-Plan nach §12 BauGB stellt eine Sonderform des B-Plans dar. Wenn ein Grundstücksbesitzer bzw. Investor an die Kommune herantritt und ein Grundstück bebauen möchte, kann diese einen vorhabensbezogenen Bebauungsplan aufstellen. Dabei ist sie nicht an die Planzeichenverordnung und Festsetzungen nach §9 BauGB gebunden, was erheblichen Spielraum für Festsetzungen bezüglich energetischer Belange ermöglicht. So werden neben Vorgaben zur Wärmenutzung auch Vorgaben zur Stromnutzung im Vertragswerk des Vorhabens- und Erschließungsplans möglich. Auch können weitere Flächen außerhalb des Geltungsbereichs des Vorhabens- und Erschließungsplans in den Geltungsbereich des vorhabenbezogenen Bebauungsplans einbezogen werden, was die Nutzung größerer Energieerzeugungsanlagen möglich macht¹⁷⁴.

Zur Umsetzung der Vorhabens- und Erschließungspläne werden oft städtebauliche Verträge nach §11 Abs. 1 BauGB genutzt. Die Tendenz geht weg von der herkömmlichen gemeindlichen Bauleitplanung als Angebotsplanung hin zu projektbezogenen städtebaulichen Verträgen, deren Ergebnis ein projektbezogener B-Plan ist.¹⁷⁵ Städtebauliche Verträge stellen einen öffentlich-rechtlichen Vertrag nach §§ 54ff. Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) dar und sind als Ergänzung zur Bauleitplanung zu sehen, da sie kreative und kooperative Lösungswege für städtebauliche Erfordernisse ermöglichen. Es gibt keine exakten Vorgaben bezüglich der Ausgestaltung der Verträge, sodass energetische Inhalte möglich sind. So hat die Stadt Vellmar beispielsweise 2004 in einem städtebaulichen Vertrag geregelt, dass Neubauten mit Solarthermieanlagen ausgestattet werden müssen¹⁷⁶. Dieses betrifft die Energieversorgung, Verteilung und Speicherung durch erneuerbare Energien oder KWK¹⁷⁷ sowie „Anforderungen an die energetische Qualität der Gebäude“¹⁷⁸. Zur Absicherung der Maßnahmen

¹⁷⁴ Ebd.

¹⁷⁵ vgl. Schönfelder, E. 2000, S.36

¹⁷⁶ vgl. Energie Agentur NRW 2012

¹⁷⁷ vgl. §11 Abs. 1 Nr. 4 BauGB

¹⁷⁸ vgl. §11 Abs. 1 Nr. 5 BauGB

ist es sinnvoll Vertragsstrafzahlungen in das Vertragswerk zu integrieren. Beispiele be- weisen, dass eine hohe Akzeptanz dieser ver- traglichen Regelungen erreichbar ist, wenn Baurecht mit der Nutzung erneuerbarer Energien verbunden ist und dieses mit För- derangeboten verknüpft wird¹⁷⁹.

Über §17 Abs. 2 und 3 der Gemeindeordnung Schleswig-Holsteins ist festgelegt, dass An- schluss und Benutzungszwang an die öffentli- che Fernwärmeversorgung „bei dringendem öffentlichen Bedürfnis“ festgesetzt werden darf. Dieses Bedürfnis kann auch der überre- gionale Klimaschutz sein - Ausnahmen sind nur bei dezentraler Versorgung über erneu- erbare Energieträger möglich.¹⁸⁰

2.4.2 Informelle Instrumente

Neben den formellen Instrumenten der Bau- leitplanung stehen Kommunen auch diverse informelle Instrumente aus dem Zivilrecht zur Umsetzung energetischer Belange zur Verfügung. Der Kommune ist es, dem §1 Abs. 5 und 6 BauGB entsprechend, selbst überlas- sen ob sie ihre Aufgaben durch öffentliches oder privates Recht durchsetzt. Das Zivilrecht bietet in einigen Fällen weiterreichende Mög- lichkeiten zur Umsetzung kommunaler Ener- giepolitik, als dieses mithilfe öffentlichen Rechts möglich wäre¹⁸¹.

Als erstes seien städtebauliche Wettbewerbe genannt. Hier können Kommunen an die Teilnehmer explizite Anforderungen bezüg- lich Gebäudeausrichtung, Energiestandards und Energieversorgung richten, die über das gesetzliche Mindestmaß hinausgehen. Ener- getische Vorgaben in städtebaulichen Wett- bewerben sind nicht neu, werden aber in Kommunen in der Regel noch nicht flächen- deckend eingesetzt bzw. als Querschnittsauf- gabe angesehen. Als Beispiel für eine Anwen- dung seien hier u.a. Wettbewerbe der Inter- nationalen Bauausstellung Hamburg 2013 genannt, bei denen stets energetische Stan- dards verlangt wurden, die deutlich unter dem gesetzlichen Mindestmaß lagen¹⁸².

Kommunen haben auch die Möglichkeit kommunalen Wohnungsunternehmen Vorga- ben bezüglich des Baustandards zu machen. Als Beispiel sei hier erneut auf Hamburg ver- wiesen. Die städtische Wohnungsgesellschaft SAGA/GWG hat von der Stadt die Anweisung bekommen Neubauten nur noch im Pas- sivhausstandard zu errichten. Auch städti- sche Fördergelder werden ab 2012 nur noch bei Bauten im Passivhausstandard ge- währt.¹⁸³

Ein wichtiges Instrument ist der Umgang mit kommunalem Grundbesitz. Erst einmal kann beim Verkauf kommunaler Grundstücke an- statt nach Höchstpreisverfahren nach Best- gebotsverfahren verkauft werden. Dies be- deutet, dass in der Grundstücksausschrei- bung Bedingungen formuliert werden: Das Kaufangebot des Investoren muss über einen detaillierten Vorentwurf, ein Nutzungskon- zept sowie ein energetisches Konzept verfü- gen. Des Weiteren werden bereits in der Aus- schreibung Energiekennwerte und Energie- versorgung des Gebäudes vorgegeben. Der Investor kennt also die Bedingungen, zu de- nen er das Grundstück erwerben und nutzen kann. Diese können dann später in den Kauf-, Miet- oder Pachtvertrag als Passus integriert werden, sodass der Käufer zur Umsetzung dieser Maßnahmen vertraglich gezwungen ist. Auch kann als zusätzlicher Anreiz eine Förderung der energetischen Maßnahmen in Aussicht gestellt werden, die noch über die Vorgaben hinausgehen.

¹⁷⁹ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.154

¹⁸⁰ vgl. § 17 Abs. 2 und 3 GO SH vom 28.02.2003

¹⁸¹ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.155

¹⁸² vgl. IBA Hamburg 2010

¹⁸³ vgl. Passivhaus-Nachrichten 2013

2.4.3 Zusammenfassung

Den Kommunen stehen umfangreiche Instrumente zur Durchsetzung energetischer Belange im Neubau zur Verfügung. Insbesondere die Festsetzungen der Bauleitplanung bieten differenzierte Möglichkeiten. Ergänzt werden diese durch städtebauliche Verträge und eine Vielzahl informeller Instrumente, die insbesondere im Vertragsrecht bei Grundstücksveräußerungen und bei städtebaulichen Vorüberlegungen zur Anwendung kommen können. Können ist hier zentral, da die Instrumente Handlungsmöglichkeiten darstellen. Die Anwendung hängt jedoch im starken Maße vom Willen der Kommune, den lokalen Bedingungen und Akteuren ab. Auch kann es oftmals für Investoren abschreckend sein, wenn Grundstücke nur mit hohen energetischen Auflagen nutzbar sind. Daher bedarf es einer geschickten Mischung aus Fördern über Anreize und Fordern über restriktive

Vorgaben, um energetische Belange im Quartier umzusetzen.

In Bestandsquartieren stehen den Kommunen nur unzureichende rechtliche Mittel zur Verfügung. Lediglich in nach § 142 BauGB festgesetzten Sanierungsgebieten ergeben sich Einflussmöglichkeiten für Kommunen auf Bestandsgebäude. Energetische Belange lassen sich aber auch hier nur indirekt, über informelle Instrumente beeinflussen. Daraus ergibt sich ein Handlungsbedarf für die Bundespolitik entsprechende rechtliche Instrumente zu entwickeln, um die politischen Sanierungsziele auch auf lokaler Ebene umsetzbar zu machen.

In der folgenden Tabelle sind die wesentlichen rechtlich-restriktiven Instrumente für Kommunen dargestellt.

Instrumente zur Durchsetzung energetischer Belange bei Bauvorhaben

Instrument	Gesetz	Gegenstand	Ebene	Verbindlichkeit	Festsetzungsmöglichkeiten
FNP	§5 BauGB (u.a. Abs.2 Nr. 2b)	Bebauungsstruktur, Energieerzeugungsanlagen, Energienetze	Gesamte Kommune	Verwaltungsintern (indirekte Außenwirkung)	– Bebauungstyp / Nutzung – Versorgungsanlagen, -leitungen – Teil-FNP-Windkraft möglich
FNP	§35 Abs. 1 Nr.5 BauGB	Windkraftanlagen	Gesamte Kommune	Verwaltungsintern (indirekte Außenwirkung)	– Flächenfreihaltung Windparks (§35 BauGB)
B-Plan	§9 Abs. 1 Nr. 12+13 BauGB	Strom, Wärme, Kälte, KWK-Nutzung	Baugebiet	Für alle Personen des öffentlichen Rechts	– Energieerzeugungsanlagen – Energieverteilnetze – Energiespeicher
B-Plan	§9 Abs. 1 Nr. 23b BauGB	Strom, Wärme, Kälte aus EEs und KWK-Nutzung	Baugebiet	Für alle Personen des öffentlichen Rechts	– Nutzung aus städtebaulichen Gründen festgeschrieben
B-Plan	§9 Abs. 1 Nr. 23a BauGB	Luftverunreinigende Stoffe	Baugebiet	Für alle Personen des öffentlichen Rechts	– Verbot Nutzung fossiler Brennstoffe
B-Plan	BauNVO	Allg. Kennzahlen aus BauNVO	Baugebiet	Für alle Personen des öffentlichen Rechts	– Dachneigungen, Abstandsflächen, u.a. zur energetischen Optimierung von Baugebieten
B-Plan	§9 BauGB	Allg. Festsetzungen des B-Plans	Baugebiet	Für alle Personen des öffentlichen Rechts	– Innenentwicklung – Abstandsflächen, Baukörperstellung, GFZ/GRZ/..., Bebauungsdichte – Freihaltung von Freiflächen
Vorhabensbezogener B-Plan	§12 BauGB	Strom und Wärmeversorgung	Baugebiet / Grundstück	Für alle Personen des öffentlichen Rechts	– Verbindliche Aussagen zur Strom- und Wärmenutzung
Städtebaulicher Vertrag	§11 Abs. 1 BauGB u. §§ 54ff. VwVfG	Strom- und Wärmeversorgung, Gebäudestandards	Baugebiet / Grundstück	Vertragspartner (Kommune und Bauherr)	– Prinzipiell alles was mit öffentlichem und kommunalem Recht vereinbar ist
Grundstückskaufvertrag	Öffentliches Recht	Nutzungsbedingungen städtisches Grundstück	Grundstück	Vertragspartner (Kommune und Bauherr)	– Prinzipiell alles was mit öffentlichem Recht vereinbar ist
Gemeindeordnung	§17 Abs. 2 u. 3 GO SH	Zentrale Wärme- sowie Kältenutzung	Baugebiet / Kommune	Grundstückseigentümer / Nutzer	– Anschluss und Benutzungszwang Fernwärme/-kälte
Städtebaul. Wettbewerb	(RPW 2008 etc.)	Aktive und passive Energetische Belange	Entwurfsgbiet	Vom Willen des Auslobers abhängig	– Keine Festsetzung, aber Lösungen für energetische Fragestellungen
Kommunale Unternehmen	zum Beispiel §106a GO SH	Wohnungsbau, Energieversorgung, etc.	Gesamte Kommune	Vom Willen der Kommune abhängig, für kommunales Unternehmen verbindlich	– Energetische Baustandards – Energieversorgungsstruktur

Tabelle 3: Rechtliche Instrumente zur Durchsetzung energetischer Belange bei Bauvorhaben (Eigene Darstellung)

2.5 Finanzierung und Förderprogramme für energetische Bauvorhaben

Die aufgelegten Bundes- oder Länderprogramme zur Förderung von Energieeffizienz und innovativen Bauweisen richten sich in der Regel an Eigentümer von Einzelgebäuden. Doch einige Forschungsprojekte sowie Mittel aus europäischen Strukturfonds und Förderprogramme für kommunale Unternehmen oder Kommunen zur Realisierung von Infrastrukturvorhaben sind vorhanden. Die Mehrheit der Förderprogramme wird von der staatlichen Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) über günstige Darlehn finanziert. Eine direkte Finanzierung von energetischen Quartierskonzepten bzw. Planungsprozessen bildet eher die Ausnahme – häufiger werden die an Konzepte angeschlossenen Durchführungsmaßnahmen im Bereich der Sanierung oder des Ausbaus technischer Infrastruktur finanziert. Förderprogramme, die bereits in der Konzepterstellung Zuschüsse leisten, existieren jedoch. Insgesamt ergibt sich ein unübersichtliches Bild an mehreren Dutzend Förderprogrammen. Die für Kommunen und kommunale Unternehmen relevanten Programme sind in Tabelle 4 aufgelistet und hinsichtlich der Systematik kurz erläutert.

Förderaktivitäten der KfW-Bank für Hauseigentümer

Die KfW bietet je nach Bedarf für die Bereiche Bauen, Wohnen, Energiesparen diverse Programme an, die insbesondere die Finanzierung von Investitionen bei Wohnimmobilien fördern. Neben dem Neubau und der Modernisierung von Wohnraum, sind Programme zur energetischen Gebäudesanierung und Errichtung von energieeffizienten Neubauten sowie Photovoltaikanlagen Hauptfördergebiete. Von der KfW sowie der Deutschen Energie-Agentur (dena) wurden Gebäudeeffizienzstandards aufgestellt, die mindestens erreicht werden müssen um eine Förderung über Kredite oder Zuschüsse zu bekommen (KfW-Effizienzhaus 40, 55, 70, 85, 100 sowie 115). Die KfW-Effizienzhausstandards sind ebenso relevant für die EnEV. Der 100-Standard ist der Minimalwert für den Neubau und der 115-Standard für Bestandssanierungen nach der EnEV 2009.

Das Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ bezuschusst eine verbesserte Wär-

medämmung und die Installation von Solaranlagen zur Heizungsunterstützung. 2012 wurden durch dieses Förderprogramm etwa zehn Milliarden Euro abgerufen. Seit diesem Jahr fördert die KfW auch die Errichtung und Erweiterung von Heizungsanlagen durch erneuerbarer Energien in Wohngebäuden u.a. durch solarthermische Anlagen, Biomasseanlagen und Wärmepumpen. Insgesamt vergab die KfW 2012 mehr als 40 Prozent ihrer Mittel – Kredite wie Zuschüsse – für den Bereich energieeffizientes Bauen und Sanieren sowie den Bau erneuerbarer Energieanlagen. Dabei sind die KfW oder das BAGA und deren Förderprogramme der Mehrheit der Bevölkerung nach wie vor unbekannt. Ein wesentlicher Bereich der KfW ist die Finanzierung kommunaler Infrastruktur.¹⁸⁴

Förderaktivitäten für Kommunen zur Sanierung des Gebäudebestands und Infrastruktur

Für Kommunen relevante Förderprogramme zur Umsetzung energetischer Quartierskonzepte sind entweder günstige Kredite und Darlehn über die KfW-Bank zur Finanzierung von baulichen Maßnahmen oder direkte Finanzhilfen, bei denen der Bund bzw. das Land einen Teil der Kosten übernimmt. Die Mehrheit der Fördermittel stammt aus dem Bundeshaushalt. Ein Teil dieser Mittel wird jedoch von den Ländern betreut, da diese über die entsprechende Sachkenntnis vor Ort und das Personal verfügen. Dadurch ist eine Trennung zwischen Bundes- und Landesprogrammen eher schwierig.¹⁸⁵ Drei der für Kommunen relevantesten Fördermittel seien hier stellvertretend genannt:

Über KfW-Kredite stehen umfangreiche Förderprogramme für ambitionierte Bestandsanierungen zur Verfügung. Investitionen in die kommunale Infrastruktur werden von der KfW-Bank mit deutlich niedrigeren Zinsen gefördert, als dieses am Markt üblich ist. Kommunen, die energetische Sanierungsmaßnahmen durchführen wollen und über Biomasse, Biogas oder Tiefengeothermie Energie bereitstellen möchten, können über das KfW-Programm „Energieeffizient sanieren – Kommunen“ diese Maßnahmen über einen Mix aus Zuschüssen sowie Darlehn

¹⁸⁴ Vgl. Seibel, K. 30.01.2013

¹⁸⁵ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.303 - 317

günstig finanzieren. Die „Klimaschutzinitiative - Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen“ des Projektträgers Jülich (Pt) bietet einen Zuschuss für Gemeinden und öffentliche Träger bei der Erstellung von Klimaschutzkonzepten oder integrierten Wärmenutzungskonzepten an. Dieser kann bis zu 60 Prozent der zuwendungsfähigen Kosten betragen. Ebenso ist die begleitende Beratung bei der Umsetzung von Klimaschutz- bzw. Wärmekonzepten über Klimaschutzmanager förderfähig. Das „Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien - Investitionszuschuss“ des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrollen (BAFA) hingegen ist ein Beispiel zur Maßnahmenfinanzierung und bietet für Energieerzeuger und Wärmenetzbetreiber Investitionszuschüsse an, sofern diese auf erneuerbare Energieträger setzen.¹⁸⁶

Ein weiteres Instrument zur Finanzierung kommunaler Maßnahmen sind die Städtebauförderungsmittel nach §104b des Grundgesetzes, die u.a. für die Programme „Soziale Stadt“, „Stadtumbau West“ oder „ExWoSt“ zur Verfügung stehen. Diese müssen nicht direkten Bezug zu energetischen Themen haben, sind jedoch aufgrund der hohen Förderhöhe beachtenswert: Maßnahmen in Sanierungsgebieten nach §142 BauGB können bei Aufnahme in eines der genannten Programme zu je einem Drittel durch Bund sowie Bundesland bezuschusst werden. Bei ExWoSt Projekten ist sogar eine Förderung von mehr als zweidrittel durch den Bund möglich. Das bedeutet, dass innovative Konzepte des Stadtumbaus in kleinen Kommunen umsetzbar und energetische Maßnahmen finanzierbar werden. Die Umsetzung und Kontrolle der Programme obliegt den Bundesländern.¹⁸⁷

Möglichkeiten zur Förderung eines Quartierskonzepts über europäische Strukturfonds

Bestehende strukturelle, wirtschaftliche und soziale Unterschiede sollen mithilfe der europäischen Kohäsionspolitik ausgeglichen werden. Die Strukturfonds werden von den EU-Mitgliedsstaaten finanziert und kommen

in strukturschwachen Regionen zur Anwendung. Für diese Arbeit relevant sind der Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und der Europäische Sozialfonds (ESF).¹⁸⁸ Der Grundsatz der Kofinanzierung ist Strukturfonds immanent; das bedeutet, dass die öffentlichen Mittel stets 50 Prozent oder mehr der Fördersumme ausmachen müssen. Auch sind diese Mittel zusätzlich, als Spitzenfinanzierung zu sehen und dürfen nicht als Ersatz für fehlende Mittel zur Aufgabenfinanzierung durch Kommunen genutzt werden. Deutschland wurden in der vergangenen Förderperiode (2007 – 2013) 26,6 Milliarden Euro zugewiesen.¹⁸⁹

In den sogenannten „Operationellen Länderprogrammen“ werden Ziele sowie Handlungsschwerpunkte festgelegt. Das operationelle EFRE-Programm Schleswig-Holsteins hat den Bereich „Umwelt“ als Querschnittsziel und „Stärkung der Städte als Träger des gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Wandels“ als Strategieziel definiert. Insbesondere Ober- und Mittelstädte sollen bei einer nachhaltigen Stadtentwicklung sowie Vermeidung von Flächenversiegelung unterstützt werden. Als Handlungsfeld wird die „Revitalisierung und Sanierung von Brach- und Konversionsflächen“ ausgegeben. Konkret bedeutet dieses, dass bei rechtzeitiger Anmeldung auch ein energetisches Quartierskonzept kombiniert mit anderen Programmen im Bereich der Innenentwicklung förderfähig wäre.¹⁹⁰

Das Land Schleswig-Holstein stellt aus den Mitteln der europäischen Strukturfonds somit diverse Investitionskostenzuschüsse für Infrastruktur im Bereich der regenerativen Energieversorgung zur Verfügung. Da die Förderprogramme Ende 2013 enden und zum Erstellungszeitpunkt dieser Arbeit die neuen Förderprogramme noch nicht exakt festgelegt sind, wird detailliert nicht weiter auf Landesprogramme eingegangen. An den entsprechenden Stellen im weiteren Verlauf der Arbeit, insbesondere in Kapitel 5, wird auf die entsprechenden Fördermöglichkeiten verwiesen.

¹⁸⁶ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.308 - 317

¹⁸⁷ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.310 / vgl. Fronzek, B. (17.07.2013)

¹⁸⁸ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.156-157

¹⁸⁹ vgl. Kattler 2011, S.93

¹⁹⁰ Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein 2012 S.99 - 101

KfW Förderprogramm Nr. 432

Mit der Initiierung des KfW-Programms „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ 2011 werden energetische Quartierskonzepte erstmals als Programm gefördert: Es bietet Zuschüsse für die Erstellung integrierter Quartierskonzepte bei Sanierungsmaßnahmen einschließlich Lösungen für die Wärmeversorgung, Energieeinsparung, -speicherung und -gewinnung unter besonderer Berücksichtigung städtebaulicher, denkmalpflegerischer, baukultureller, wohnungswirtschaftlicher und sozialer Belange. Bei der Umsetzung des Konzepts wird der Sanierungsmanager, der die Planung sowie die Realisierung der in den Konzepten vorgesehenen Maßnahmen begleitet und koordiniert, mit bis zu 65 Prozent mitfinanziert. In Schleswig-Holstein ist sogar eine Förderung bis zu 85 Prozent über das Wohnraumförderungsgesetz Schleswig-Holstein möglich.¹⁹¹

Forschungsprogramme zu energetischen Quartierskonzepten

Die Bundesregierung fördert mit diversen Programmen energiesparende Sanierungsmaßnahmen und Investitionen in erneuerbare Energien. Unter anderem sind Forschungsprogramme zu nennen, auf die Gemeinden sich bewerben können. Hierzu zählt das „Experimenteller Wohnungs- und Städtebau“-Programm (ExWoSt) des BMVBS, durch das innovative Maßnahmen und Planungen zu wichtigen städtebaulichen Themen gefördert werden. Ebenso ist die „Forschung für die energieeffiziente Stadt“ (EnEff-Stadt) des BMWi relevant. In diesem werden Modellquartiere gefördert in denen die Energieeffizienz durch die Vernetzung und den intelligenten Einsatz innovativer Technologien verbessert wird.¹⁹² In der Regel werden Fördergelder als Zuschuss gezahlt. Eine Kumulation mehrerer Förderprogramme ist möglich, muss aber im Einzelfall geprüft werden¹⁹³.

Förderung auf Gemeindeebene, Beispiel Elmshorn

Wenn man alle zur Anwendung möglichen Fördermittel für Elmshorn summiert, kommt

man inklusive der Mittel aus EEG, KWKG und EEWärmeG auf über 40 verschiedene Förderprogramme. Drei dieser Förderprogramme für energetische Bauvorhaben sind in Elmshorn aufgelegt worden. Der Klimaschutzfonds, finanziert von der Kommune, wird in Kapitel 5 erläutert. Zwei weitere Maßnahmen werden von den Stadtwerken Elmshorn (SWE) finanziert. Diese fördern die Heizungsmodernisierung sowie den Bau von Solaranlagen von SWE-Kunden im niedrigen dreistelligen Bereich.¹⁹⁴

Finanzierung eines energetischen Quartierskonzepts

Die Kosten für die Erstellung und Umsetzungssicherung eines energetischen Quartierskonzepts müssen die Beteiligten – in der Regel die Kommune und das beteiligte EVU – selbst finanzieren. Lediglich das KfW-Förderprogramm Nr. 432 oder Forschungsprojekte (siehe oben) bieten Möglichkeiten einer Teilfinanzierung an. Für die konkreten Maßnahmen bieten sich zahlreiche Fördermittel an, das Planungsverfahren muss in der Regel eigenfinanziert werden, was oft eine erhebliche Hürde für Kommunen darstellt (siehe Kapitel 2.6 und Kapitel 4).

¹⁹¹ vgl. Stadt Flensburg 2013

¹⁹² vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.160-161

¹⁹³ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.299 - 303

¹⁹⁴ vgl. Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH 2005

Förderprogramme für energetische Bauvorhaben (Auswahl)

Name	Förderobjekt	Ebene	Institution	Typ	Finanzierung	Förderhöhe
EFRE-Mittel	u.a. Umweltinnovationen (WSH),...	EU/Land	BMWi	Förderung	Zuschuss	50% der Maßnahme
ExWoSt - Forschungsfeld „Maßnahmen der energetischen Stadtsanierung“	Städtebau/ Wohnungsbau	Bund	BMVBS	Forschung	Zuschuss	variierend
Wettbewerb „Energieeffiziente Stadt“	Vernetzung Energieverbraucher	Bund	BMBF	Forschung	Zuschuss	Bis 5 Mio. €
EnEff-Stadt	Energieeffizienz in Kommunen	Bund	BMWi	Forschung	Zuschuss	variierend
EnOB „Gebäude der Zukunft“	Energieeffizienz in Gebäuden	Bund	BMWi	Forschung	Zuschuss	variierend
BMU-Umweltinnovationsprogramm	Energieeinsparung Abfallvermeidung	Bund	BMU	Forschung	Zuschuss / Darlehn	variierend
KfW 432 – Energetische Quartierssanierung	Sanierungskonzept	Bund	KfW	Förderung	Zuschuss	Max. 100.000€
Energieeffizient sanieren - Kommunen	Gebäudesanierung	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	Max. 300€/m ²
KfW-Investitionskredit Kommunen	Kommunale Infrastruktur	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	Bis 2 Mio.€ 100% der Kosten, darüber 50%
KfW-Investitionskredit Kommunen - flexibel	Kommunale Infrastruktur	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	Ab 2Mio.€ 50% dK.
Sozial investieren – energetische Gebäudesanierung	Gebäudesanierung Schule/KiTa/...	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	Max. 300€/m ² bis zu 100% der Investition
Sozial investieren – Investitions offensive Infrastruktur	Energieeinsparung soz. Infrastruktur	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	Max. 10Mio€/ Bis zu 100% der Investition
Kommunal investieren	Ver- und Entsorgung	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	100%, max.10 Mio.€
Kommunal investieren - Investitions offensive Infrastruktur	Energetische Sanierung + Infrastruktur	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	Max. 75% der Kosten, max. 10 Mio.€
Kommunalkredit – Investitionskredit Infrastruktur	Kommunale/ Soziale Infrastruktur + Wohnen	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	100% der Investition
Städtebauförderung	Stadtumbau	Bund/Land	BMVBS	Förderung	Zuschuss	Drittelerung der Kosten
Räumliche Strukturmaßnahmen	Infrastruktur der Daseinsvorsorge	Bund	KfW	Förderung	Darlehn	Max. 10Mio €/ Bis zu 100% der Investition
Klimaschutzinitiative – Förderung von Klimaschutzprojekten in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen	Klimaschutzkonzept, Klimamanager, Technologie	Bund	Ptj/Difu	Förderung	Zuschuss	Variierend. Anteilig zwischen max. 50-70% der Maßnahme
Kommunaler Investitionsfonds (KIF)	Kom. Infrastruktur	Land SH	Innenministerium	Förderung	Darlehn	Max.70%, ab 80.000€
IB.Energieagentur Schleswig-Holstein	KfW-Programme, Energie/ Sanierung	Land SH	Investitionsbank SH, Kiel	Förderung	Beratung, Investitionskostenzuschuss	Variierend, bis max. 40% der Kosten

Tabelle 4: Übersicht relevanter Förderprogramme energetische Bauvorhaben für Kommunen oder kommunale Unternehmen (Eigene Darstellung)

2.6 Planung und Umsetzung des energetischen Quartierskonzepts

Nach der Erläuterung von technisch-organisatorischen Rahmenbedingungen der Gebäudetechnik und Energieversorgung, des Energie- sowie Planungsrechts auf Quartiers-ebene und möglicher Maßnahmenfinanzierung über Fördermittel wird abschließend das Planungsverfahren für ein energetisches Quartierskonzept beschrieben. Dabei ist als Erstes festzustellen, dass es an einer allgemeingültigen Definition mangelt und in der Praxis je nach Akteur, Zielsetzung und Dimensionierung der Quartiersplanung unterschiedliche Begriffsauslegungen für „energetische (Quartiers-)Konzepte“ bestehen (siehe Kapitel 4.1.2). Dementsprechend gibt es kein universelles Verfahren für die Erstellung energetischer Quartierskonzepte in der Praxis. Die folgenden Ausführungen sind daher eine Zusammenstellung verschiedener Quellen aus Theorie und Praxis.

Der verfahrensbestimmende Ausgangspunkt ist immer das Quartier: Handelt es sich um eine Bestandssanierung oder ein Neubaugebiet? Für Neubauquartiere kann ein energetisches Quartierskonzept relativ einfach in die städtebaulichen Planungen integriert werden, vorausgesetzt das Energiekonzept wird parallel oder noch vor der Rahmenplanung erstellt.¹⁹⁵ Wenn es zu einer Quartiersneuplanung kommt, sollte das Thema Energie als Kostenfaktor und Teil des nachhaltigen Städtebaus als Abwägungsbelang nach §1 Abs. 5 BauGB grundsätzlich beachtet werden. Dadurch hat die Kommune bereits frühzeitig alle Möglichkeiten das Energiekonzept in Planungsrecht umzusetzen oder im Idealfall die zentralen Grundstücke aufzukaufen und über Kaufverträge bestimmte Energiestandards festzulegen (siehe Kapitel 2.4) um das Gebot der nachhaltigen städtebaulichen Entwicklung zu forcieren. Bei Neuerschließungen ergeben sich Kostenvorteile, da Wärmeleitungen oder ähnliches gleich mit verlegt werden und die nötigen Versorgungsstrukturen kostengünstig errichtet werden können. Somit sind die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Umsetzung günstiger als bei Bestandssanierungen.

Der Gebäudebestand wird in den kommenden Jahren der Hauptanwendungsbereich für das energetische Quartierskonzept sein. Zentrale Faktoren sind die Quartiers-, Gebäude- und Eigentümerstrukturen.¹⁹⁶ Je nach Bebauungsdichte sind unterschiedliche Energieversorgungsstrukturen sinnvoll. So sind beispielsweise im Bestand verlegte Nahwärmenetze für Gebäude, die bei Sanierung KfW-Neubaustandard erreichen, erst ab einer Reihenhausbauung mit Zeilenübergabestationen (also ohne Realteilung der Grundstücke) oder höherer Dichte wirtschaftlich betreibbar.¹⁹⁷ Denkmalschutz Gebäude haben quartiersprägende Funktion und können nicht auf herkömmliche Weise energetisch saniert werden. Maßgeblich für eine Konzepterstellung ist jedoch die Eigentümerstruktur, da Kommunen kaum rechtliche Möglichkeiten zur Durchsetzung von Erschließungs- oder Sanierungsmaßnahmen haben. Sie sind auf eine Zusammenarbeit mit Eigentümern angewiesen – je weniger Eigentümer, umso einfacher ist die Umsetzung energetischer Quartierskonzepte im Bestand.

2.6.1 Erstellung des energetischen Quartierskonzepts

Idealtypisch besteht die Erstellung energetischer Quartierskonzepte durch die Kommune aus vier Abschnitten, an die als fünfter Abschnitt die Umsetzung angegliedert ist:

Abschnitt 1: Vorarbeit

Im ersten Abschnitt werden die Rahmenbedingungen für das Quartier bestimmt. Dazu gehören die Festlegung der Gebietsgrenzen und der Aufbau eines Projektteams. Entscheidend ist einen hochrangigen, bei lokalen Akteuren gut vernetzten und angesehenen Projektleiter oder Schirmherrn zu gewinnen, der in der Lage ist mögliche Blockaden bereits durch seine Position zu umgehen.¹⁹⁸ Auch Partnerschaften lokaler Interessenvertreter bei Wohnungsunternehmen, EVUs und in der Kommune sind wichtig¹⁹⁹. Anschließend muss eine Zielsetzung für das Quartier festgelegt werden.

¹⁹⁵ vgl. DiNucci, M. et al. 2010, S. 5

¹⁹⁶ Ebd.

¹⁹⁷ vgl. Schülecke, J. (23.08.2013)

¹⁹⁸ vgl. sustainable energy ireland 2008, S. 1

¹⁹⁹ vgl. DiNucci, M. et al. 2010, S. 8

Abschnitt 1: Vorarbeit			Abschnitt 2: Erstellung eines Energiegutachtens			Abschnitt 3: Energiekonzepterstellung			Abschnitt 4: Umsetzungseinleitung durch Maßnahmen		Umsetzung
1. Gebietsabgrenzung	2. Aufbau Projektteam	3. Sicherung Finanzierung	4. Erfassung Energiestruktur	5. Potenzialanalyse Energie	6. Zielformulierung Konzept	7. Prognosen über Quartiers- und Energieentwicklung	8. Variantenausarbeitung	9. Auswahl beste Variante	10. Maßnahmenentwicklung für die beste Variante	11. Evaluationskonzept zur Kontrolle der Umsetzung	

Abb. 11: Verfahren zur Konzepterstellung (Eigene Darstellung)

Was soll mit dem energetischen Quartierskonzept erreicht werden? Als letzten Schritt vor der Konzepterstellung muss die Finanzierung gesichert und Fachplaner mit der Erstellung des Konzepts beauftragt werden, sollte dieses nicht intern möglich sein.²⁰⁰

Abschnitt 2: Erstellung eines Energiegutachtens

Der zweite Abschnitt unterscheidet sich je nach Quartierstyp. Bei Sanierungen wird der Gebäudebestand anhand von Nutzbefragungen, Ortsbegehungen und Verbrauchsdatenabfrage analysiert und der momentane Energiebedarf und die CO₂-Emissionen bilanziert. Anschließend wird die Energieversorgungsstruktur erfasst und für den Gebäudebereich wie auch für die Energieversorgungsstruktur Potenziale zur Energiebedarfssenkung ermittelt.²⁰¹ Bei Neubaugebieten gestaltet sich dieses einfacher, da nur die bestehende Energieversorgungsstruktur erfasst werden muss. Anschließend wird für beide Quartierstypen eine Potenzialanalyse bezüglich im Quartier neu erschließbarer (in der Regel regenerativer) Energiequellen vorgenommen. Abschließend sollte die Zielsetzung unter Rückkopplung der Ergebnisse des Energiegutachtens mit den Partnern aber auch der Zivilgesellschaft angepasst werden. Dieses muss vor dem Hintergrund der prognostizierten Entwicklung von Energienachfrage, ökologischen und ökonomischen Rahmenbedingungen erfolgen.²⁰²

Abschnitt 3: Energiekonzepterstellung

Im dritten Abschnitt werden von den Fachplanern Varianten entworfen wie sich Gebäudetechnik, Energieversorgungsstruktur und Energiequellen im Quartier zukünftig entwickeln könnten. Bei den Varianten muss ein ausreichender Detailgrad vorhanden sein, um diese nach technischen, sozialen, wirtschaftlichen und umwelttechnischen Kriterien vergleichen zu können.²⁰³ Bei Bestandssanierungen sollte dieser Schritt unter Rücksprache mit den Gebäudeeigentümern stattfinden, da diese – aufgrund der mangelhaften rechtlichen Situation für Kommunen – die Entscheidungsgruppe ist und maßgeblich für die Umsetzung. Akteure sind wichtigster Hinweisgeber für die Maßnahmenentwicklung.²⁰⁴

Abschnitt 4: Umsetzungseinleitung durch Maßnahmen

Für die geeignetste Variante sollte abschließend ein Maßnahmenkatalog entwickelt werden, der eine Umsetzung der favorisierten Varianten zum Ziel hat. Dabei sollte der Maßnahmenkatalog so detailliert wie möglich sein, um den handelnden Akteuren eine Orientierung für das weitere Verfahren zu geben. Darin sollte – wenn möglich – auch ein Evaluationskonzept enthalten sein, dass den Fortschritt bis zur Zielerreichung messbar macht. Die beste Variante sollte sich zum einen aus quantitativen Bewertungskriterien, als auch qualitativen ergeben – nicht immer ist die wirtschaftlichste oder ökologische

²⁰⁰ vgl. sustainable energy ireland 2008, S. 2

²⁰¹ vgl. Schülecke, J. (20.08.2013)

²⁰² vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S. 230

²⁰³ Ebd.

²⁰⁴ vgl. Schülecke, J. (20.08.2013)

Variante gegen alle Widerstände im Quartier durchsetzbar. Hier bedarf es Fingerspitzengefühl bei der Auswahl.²⁰⁵

In der sich anschließenden Phase der Konzeptumsetzung liegt die Verantwortung wieder bei der Kommune die nötigen organisatorischen und rechtlichen Schritte einzuleiten. Als zentral wird dabei stets eine offene Kommunikation zwischen den lokalen Akteuren, intensive Beratung, breit angelegte Öffentlichkeitsarbeit und zielorientiertes Handeln angesehen.²⁰⁶

2.6.2 Zentrale Akteure

Bei den Akteuren, die für ein energetisches Quartierskonzept relevant sind, muss zwischen drei Gruppen unterschieden werden: Den Verantwortlichen und Entscheidungsträgern für die Erstellung des Quartierskonzepts, den Entscheidungsträgern und Multiplikatoren für die Umsetzung und als dritte Gruppe den planungsbetroffenen Nutzern im Quartier (siehe Tabelle 5).

Entscheidend für eine integrierte Betrachtung des Themas Energie und Nachhaltigkeit ist ein einheitliches, projektorientiertes Verfahren aus einer Hand, unabhängig von Ressorts und Kompetenzen.²⁰⁷ Dazu benötigt es politischen Willen um eine Arbeitsgemeinschaft aus verschiedenen Arbeitsbereichen

der Politik, Verwaltung und Stadtplanung bereitzustellen. Diese müssen sich auf ein Ziel einigen, dass über das von Energiefachplannern erstellte Konzept erreicht werden kann.²⁰⁸ Bei der Konzepterstellung sollte das lokale EVU als möglicher Betreiber der Energieversorgung oder Anlagencontractor stets eng mit einbezogen werden. Juristen haben hier beratende Funktion um Maßnahmen rechtlich abzusichern. Die Öffentlichkeitsarbeit ist für eine Akzeptanz der Maßnahmen und Kooperationsbereitschaft der anderen Akteure unabdingbar.²⁰⁹

Die Bedeutung von Multiplikatoren, die besonders bei energetischen Sanierungen mit gutem Beispiel vorangehen und andere Akteure mitziehen, wird häufig unterschätzt. Gerade Großeigentümer, Wohnungsgesellschaften, lokale Kreditinstitute, Bürgerinitiativen oder öffentliche Institutionen dienen als Vorbild und sollten frühzeitig als Kooperationspartner mit einbezogen werden.²¹⁰ Lokale Kreditinstitute können als strategische Partner Maßnahmen finanzieren und Fördermittelberatung anbieten.²¹¹ Handwerker aus der Region werden in der Regel mit der Maßnahmenumsetzung beauftragt, sodass diese als Kooperationspartner einerseits während der Konzeptphase beratende Funktion haben, teilweise aber auch bezüglich bestimmter neuer Bautechnologien beraten werden müssen.²¹²

Akteure energetischer Quartierskonzepte

Akteursgruppe 1: Ersteller des Quartierskonzepts	Akteursgruppe 2: Multiplikatoren	Akteursgruppe 3: Quartiersnutzer
Hochrangige Vertreter der Lokalpolitik	Große Flächeneigentümer	Einzeleigentümer
Hochrangige Vertreter kommunaler Verwaltung (Ideal: Bürgermeister)	Interessenvertreter von Vereinen, Bildungseinrichtungen, etc.	Mieter
Energiefachplaner	Bürgerinitiativen, Mietervereine	Lokale Gewerbetreibende
Vertreter des lokalen EVU	Wohnungsunternehmen	
Juristen	Sanierungsbeirat	
Stadtplaner aller betroffenen Belange / Arbeitsbereiche im Quartier	Ausführende Fach- und Gewerbeunternehmen, Handwerker	
Öffentlichkeitsarbeit Kommune/extern	Medienvertreter Lokalpresse	
	Lokale Kreditinstitute	

Tabelle 5: An energetischen Quartierskonzepten beteiligte Akteure (Eigene Darstellung)

²⁰⁵ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S. 231

²⁰⁶ vgl. Johannsson, H. (05.09.2013)

²⁰⁷ vgl. sustainable energy ireland 2008, S. 2

²⁰⁸ vgl. Galvin, R. (05.06.2013)

²⁰⁹ vgl. Schülecke, J. (23.08.2013)

²¹⁰ vgl. DiNucci, M. et al. 2010, S. 8

²¹¹ vgl. Gemeinde Belm 2013b

²¹² vgl. Schülecke, J. (20.08.2013)

Die Quartiersnutzer sollten während der Konzepterstellungsphase kontinuierlich informiert werden und auch hinsichtlich ihrer Bedürfnisse befragt werden, da diese die Träger der Maßnahmen sein werden. Insbesondere in der Bestandssanierung muss das Planungsverfahren für die Quartiersnutzer transparent und weitestgehend ergebnisoffen geführt werden, da eine Akzeptanz der vorgeschlagenen Maßnahmen ein zentrales Kriterium für die Umsetzung ist.

2.6.3 Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit energetischer Maßnahmen

Wie eingangs erwähnt ist ein wichtiger Aspekt für das energetische Quartierskonzept, dass es stets eine wirtschaftliche Energieversorgung sicherstellen muss – unabhängig von städtebaulichen oder Klimaschutztechnischen Belangen, da nicht eine Entität, sondern ein ganzes Quartier betrachtet wird. Ein energetisches Quartierskonzept muss einen Ausgleich aus Versorgungssicherheit und Umweltbelangen bei moderaten Kosten herstellen.²¹³ Höhere energetische Standards in Gebäudetechnik oder Energieversorgung kosten in der Anschaffung mehr als herkömmliche Baustandards. Die Investitionskosten steigen bei abnehmendem Wärmebedarf (oder zunehmendem Energiestandard) exponentiell. Zum Beispiel sind die Investitionskosten von Niedrigstenergie-Mehrfamilienhäusern gegenüber der EnEV2009 Mindestanforderung um 90 €/m² BGF erhöht, bei Holzbauten im Passivhausstandard etwa zehn Prozent höher als in herkömmlicher Bauweise.^{214,215} Plusenergiehäuser, als Energieerzeuger, kosten gegenüber Passivhäusern in der Erstellung etwa sieben Prozent mehr.²¹⁶ Demgegenüber stehen deutlich geringere Kosten im Betrieb im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen, sodass sich energetische Maßnahmen im Neubau in Kombination mit einer intelligenten Energieversorgungsstruktur bereits nach wenigen Jahren für die Nutzer amortisieren.

Leider ist dieses bei der Sanierung nicht immer der Fall: Die Wirtschaftlichkeit bei der Gebäudesanierung wird über die mögliche

Einsparung von Energie – durch den rechnerischen Vergleich von erwartetem aktuellen und zukünftigen Energieverbrauch – bestimmt. Der Unterschied in Wärme- und Stromkosten wird dann in Verhältnis zu den Sanierungskosten gesetzt. Dabei wird erstens der aktuelle Energiebedarf oft überschätzt und zweitens das Einsparpotenzial rein technisch betrachtet, ohne den Reboundeffekt, ein gesteigerter Energieverbrauch durch unangepasstes Nutzerverhalten, einzurechnen. Dabei zeigen Studien länderübergreifend, je höher der Sanierungsaufwand und theoretisch erreichbare Heizwert, umso deutlicher weichen berechneter und tatsächlich gemessener Heizenergieverbrauch voneinander ab.²¹⁷ Dementsprechend sind energetische Gebäudesanierungsmaßnahmen wirtschaftlich schwierig darstellbar, was Effektivitätssteigerungen bei der Energieversorgungsstruktur notwendig macht.

Die Wirtschaftlichkeit von Energieversorgungsstrukturen bzw. haustechnischer Anlagen wird über den angebotenen Energiepreis je Wohneinheit abgebildet. Dieser wird durch die Annuitätenmethode, in der Regel nach VDI 2067 bestimmt, deren Grundlage die Kapitalwertmethode ist. Der Kapitalwert errechnet sich aus kapitalgebundenen Kosten (Investitionen in alle Anlagen die zur Energieerzeugung, Übergabe, Verteilung und Speicherung sowie Energieträgerlagerung auf dem Grundstück benötigt werden. Hausverteiltechnik, verbrauchsgebundenen Kosten (Kosten für Energieträger) und betriebsgebundenen Kosten (Wartung und Unterhalt), die über den Zeitraum der Anlagenutzung anfallen, sind nicht in der Berechnung enthalten. Alle Kosten, unabhängig vom Zeitpunkt des Anfallens, werden auf den Anfangszeitpunkt der Anlagenutzung abgezinst. In der Regel wird zur Anschaulichkeit der Kapitalwert in gleichhohe Zahlungen aufgeteilt, um eine Vergleichbarkeit verschiedener Versorgungsvarianten herzustellen. Für alle Anlagen wird überschlägig mit 15 Jahren gerechnet.²¹⁸

Die grundlegende Entscheidung über Art der Energieversorgungsstruktur (zentral oder dezentral, Energieträger) kann somit auf

²¹³ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S. 239

²¹⁴ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S. 69

²¹⁵ vgl. Thoma, E. (22.08.2013)

²¹⁶ vgl. Hegger, M. (23.08.2013)

²¹⁷ vgl. Galvin, R. (05.09.2013)

²¹⁸ vgl. ebök 2007, S. 78 - 81

Grundlage der Berechnungen nach VDI 2067 verglichen werden. Welche Varianten am wirtschaftlichsten für Anlagenbetreiber und Nutzer sind lässt sich nicht allgemeingültig festlegen. Dies hängt von der lokalen Situation ab. Tendenziell haben Wärmenetze bei einer großen Anschlusszahl und ab mittlerer Abnehmerdichte Kostenvorteile für die Nutzer. Mit dem Ansteigen der Dämmstandards werden Wärmenetze zunehmend unrentabel, sodass es eine dynamische Betrachtung von Wärmebedarfen benötigt, um die optimale Lösung für ein Quartier zu finden (siehe Kapitel 2.2).²¹⁹

Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung richtet sich erstens auf den Bereich der Gebäude, deren Kosten vom Investor und zukünftig von Käufer oder Mieter getragen werden müssen. Zweitens auf den Bereich der Versorgungssysteme, dessen Kosten vom Anlagenbetreiber und langfristig indirekt vom Käufer bzw. Mieter der zu versorgenden Einheit getragen werden. Wenn energetische Maßnahmen über die Investitionskosten hinaus auch langfristig in der Nutzung betrachtet werden, wird der Mehrwert hoher Standards für den Nutzer deutlich. Der Investor verfügt über eine wertgesteigerte Immobilie, für die er höhere Kauf- oder Mietpreise verlangen kann. Der finanzielle Anteil der Kommune beschränkt sich auf die Mittel, die für Konzepterstellung und Umsetzung nötig sind und oft über Förderprogramme teilfinanziert werden können. Kosteneinsparungen für Kommunen ergeben sich durch niedrigere Heizkosten in eigenen Liegenschaften oder indirekt über abnehmende Zuweisungen an Transferleistungsempfänger nach dem SGB II. Entscheidend bei Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen energetischer Quartierskonzepte ist eine Abstimmung der Maßnahmen im Gebäude- und Energieversorgungsbereich, da so eine hohe Effizienz erreicht und Fehldimensionierung vermieden werden kann, was langfristig geringeren Energiebedarf und Kosten bedeutet.²²⁰

2.6.4 Umsetzung energetischer Quartierskonzepte

Nach Zusammenstellung der Arbeitsgruppe, der Bestandsanalyse, der Konzepterstellung und Ausformulierung von Maßnahmen zur Zielerreichung des energetischen Quartierskonzepts steht der wichtigste und auch langwierigste Arbeitsschritt, die Umsetzung des Konzepts, an. Es ist in den letzten Jahren bereits als Erfolg zu bewerten gewesen, wenn es überhaupt zur Aufstellung eines tragfähigen Energiekonzepts für Quartiere gekommen ist, da die gemeinsame Betrachtung von Energieverbrauch und Versorgung nicht selbstverständlich ist. Oft sind Quartierskonzepte nur durch das Engagement von Einzelpersonen oder durch Kommunen mit hoher Sensibilität für Belange des Klimaschutzes zustande gekommen.²²¹ Energiekonzepte sind nur dann sinnvoll, wenn sie auch umsetzbar sind. Fehlentwicklungen können bereits in der Phase der Konzeptentwicklung durch Interessenskonflikte zwischen Akteuren, ungeeignetem Planungsverfahren oder Verkennung von Planungserfordernissen zu Hemmnissen führen, die Umsetzungserfolge erschweren oder gar verhindern.

²¹⁹ vgl. Wolff, D.; Jagnow, K. 2011, S.8

²²⁰ vgl. Wolff, D.; Jagnow, K. 2011, S.11

²²¹ vgl. Frommer, B. 2010, S. 264

Umsetzungshemmnisse und häufig auftretende Interessenskonflikte

- Das energetische Quartierskonzept wird nicht parallel zum städtebaulichen Entwurf im Neubau oder bei anstehenden Sanierungsmaßnahmen im Bestand erstellt, sondern zu einem späteren Zeitpunkt. Dieses erschwert rechtliche Festsetzungen und privatrechtliche Vereinbarungen für die Kommune zur Umsetzung des Energiekonzeptes.
- Es fehlt an Methoden, Wissen sowie Planungsinstrumenten zur Erstellung energetischer Quartierskonzepte und Ressourcen in der Kommune (siehe Kapitel 4).²²²
- Häufig sind bereits bei der Erstellung von Energiekonzepten konservative lokale Politikstrukturen und Traditionen in der Kommune ein Hemmnis. Technisch ist bei richtiger Ausführung fast jedes denkbare Konzept umsetzbar – politische Struktur und Unwillen behindern das aber zu oft.²²³
- Das entscheidende Kriterium ist Kooperation zwischen Kommune, Baugesellschaft bzw. Investor und lokalem Energieversorger. Ist diese mangelhaft und nicht auf Augenhöhe wird der gesamte Prozess scheitern.²²⁴
- Die energetische Quartiersplanung erfolgt nicht aus einer Hand, wird in Sektoren unterteilt. Wenn die Maßnahmen nicht aufeinander abgestimmt werden, können auch die Maßnahmen zur Zielerreichung nicht in der richtigen Reihenfolge und damit erfolgreich angewendet werden. Gleichzeitig kosten diese Abstimmungsprozesse, gerade bei der Nutzung von Wärmenetzen, Zeit und sind im Verfahren sehr aufwändig.²²⁵
- Fehlendes abgestimmtes Vorgehen zwischen den öffentlichen und privaten Akteuren vor Ort: Eine rein inhaltliche Abstimmung zwischen den Akteuren reicht nicht aus. Vielmehr müssen Meilensteine, Arbeitsschritte und Zuständigkeiten klar geregelt sein um die komplexen Anforderungen bewältigen zu können, die sich aus verschiedenen Rechtsbereichen und Zuständigkeiten für Quartiere ergeben.²²⁶
- Oberflächlich fehlende Anreize für lokale EVUs sich an Konzepten zu beteiligen: Bei zunehmender energetischer Qualität der Gebäude sinkt der Wärmebedarf und damit der mögliche Umsatz für EVUs.²²⁷ Geringe Energiebedarfe, wie von Kommunen und Nutzern gewünscht, sind konträr zu den wirtschaftlichen Zielen lokaler EVUs und machen daher die Etablierung von Wärmenetzen bei hohen Energiestandards schwierig.
- Hohe technische Anforderungen schrecken Investoren und Architekten ab. Durch Wärmeschutzanforderungen wird inzwischen bis zu einem Drittel der Gebäudefläche von Haustechnik und Wärmeschutz beansprucht, was erstens den Gestaltungsraum einschränkt und zweitens die vermarktbare Fläche für den Investor reduziert.²²⁸
- Nutzer haben Vorurteile gegenüber Technologien und werden in die Planung nicht mit einbezogen, was die Akzeptanz der Technologien weiter mindert. Auch sind Energieverbände und Kooperationen von Eigentümergemeinschaften in Deutschland oft nur gegen Widerstände durchsetzbar.²²⁹
- Ein energetisches Quartierskonzept ohne starke Partner aus der Immobilienwirtschaft oder bei Streubesitz der Gebäude zu realisieren, ist eine Herausforderung, da für Kommunen kaum rechtliche Handhabe zur Durchsetzung ihrer Interessen besteht.
- Ungenau formulierte Maßnahmen im Energiekonzept, die nicht auf den Raum bezogen sind.
- Das Fehlen einer Evaluation zur Wirkung der eingeleiteten Maßnahmen um im Fall einer Nichterreicherung rechtzeitig gegensteuern zu können.
- Die angespannte Finanzlage der Kommunen führt zu Projektabbrüchen oder Nichtumsetzung.²³⁰

²²² vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S. 260

²²³ vgl. DiNucci, M. et al. 2010, S. 6 und Khosla, A. (05.09.2013)

²²⁴ vgl. DiNucci, M. et al. 2010, S. 8

²²⁵ vgl. Peters, I. 2010, S. 148

²²⁶ vgl. Libbe, J. et al. 2010, S. 18

²²⁷ vgl. Weizsäcker, E. (05.09.2013)

²²⁸ vgl. Heller, A. (22.08.2013)

²²⁹ vgl. Peters, I. 2010, S. 149

²³⁰ vgl. Habermann-Nießle, K. 2012, S. 21

Wesentliche Erfolgsfaktoren für energetischer Quartierskonzepte

- Für den Erfolg ist die Formulierung eines Leitbilds oder einer Vision für ein Quartier hilfreich, die dann durch das energetische Quartierskonzept und deren Maßnahmen ermöglicht werden²³¹.
 - Entscheidend für die Aufstellung energetischer Quartierskonzepte ist immer der Wille und Konsens unter lokalen Akteuren das Thema Energie im Stadtquartier systematisch zu planen, wozu insbesondere Lokalpolitik und Verwaltung aber auch Eigentümer zählen²³². Eine Kooperation lässt sich auch langfristig über die Unterzeichnung von „Konventionen“ sichern.²³³
 - Für die Umsetzung von Energiekonzepten und zur Schaffung des Konsenses unter den lokalen Akteuren bedarf es einer starken Führungsperson aus der Verwaltung, im Idealfall dem Bürgermeister einer Kommune²³⁴.
 - Das Thema Energie muss integriert betrachtet werden, im Idealfall von einem Projektteam aus verschiedenen Ressorts, da Energie ein Querschnittsthema ist. Auch Quartierskonzepte gehen weit über Verwaltungszuständigkeiten hinaus, daher bedarf es einer kollektiven Planung²³⁵.
 - Die Konzepte müssen so früh wie möglich erstellt werden – die Verantwortung der Planung liegt im „Jetzt“ und nicht in der Zukunft²³⁶. Bei Neuplanungen muss das energetische Quartierskonzept zusammen mit dem städtebaulichen Konzept erstellt werden, um eine Umsetzung zu garantieren. Bei Sanierungen muss dieses gleichzeitig zu anderen Sanierungsmaßnahmen erfolgen.
 - Strategien und Ziele von Energiekonzepten müssen langfristig orientiert und unabhängig von Legislaturperioden sein, da die Umsetzung mehrere Jahrzehnte andauern kann. Auch bedarf es eines „präventiven Dialogs“ zwischen allen Beteiligten, um Hemmnisse frühzeitig zu erkennen.²³⁷
- Oft mangelt es beteiligten Akteuren an Wissen und Erfahrung. Daher braucht es gezielter Informationsveranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit um die Träger von energetischen Quartierskonzepten – Zivilgesellschaft, Politik und Eigentümer – zu aktivieren und zu begeistern. Je einfacher Technologien sind und je besser sie erklärt werden, umso höher ist die Akzeptanz. Insbesondere Architekten und Investoren sind frühzeitig zu beraten, sodass gegenüber den oftmals abschreckenden Forderungen die Vorteile und Fördermöglichkeiten bekannt gemacht werden.²³⁸
 - Eine Evaluation über vor Beginn der Maßnahmen festgelegte Indikatorensysteme hilft bei der Kontrolle zur Zielerreichung. Neben zahlreichen bestehenden Indikatorensystemen (LEED, DGNB, etc.) bietet es sich an die für das Quartier relevanten Indikatoren auszuwählen, Zielwerte festzulegen und diese regelmäßig zu überprüfen.
 - Kommunale Stadtwerke können entscheidende Koordinations- und Betreiberfunktionen bei Konzepterstellung, Energieberatung und Anlagenbetrieb übernehmen. Zudem sind diese, sofern komplett in städtischer Hand, von der Kommune querfinanzierbar oder im Eigenbetrieb weisungsgebunden.²³⁹

²³¹ vgl. Gehl, J. (06.09.2013)

²³² vgl. DiNucci, M. et al. 2010, S. 8

²³³ vgl. DiNucci, M. et al. 2010, S. 15

²³⁴ vgl. u.a. Johannsson, H. (05.09.2013) oder sustainable energy ireland 2008, S. 1

²³⁵ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S. 261

²³⁶ vgl. Gehl, J. (06.09.2013)

²³⁷ Johannsson, H. (05.09.2013)

²³⁸ vgl. Khosla, A. (05.09.2013)

²³⁹ vgl. Libbe, J. et al. 2010, S. 338

3. Kapitel | Beispiele energetischer Quartiersplanung

Im Folgenden werden jeweils zwei Beispiele energetischer Quartiersplanung aus Sanierung und Neubau untersucht. Begonnen wird mit der Sanierung, die in den nächsten Jahrzehnten die größte Herausforderung darstellen wird. Der Fokus liegt je nach Beispiel vorwiegend auf dem Verfahren (Bergedorf-Süd und Belm), der verwendeten Energietechnik (Wilhelmsburg Mitte) oder den verwendeten Instrumenten und dem daraus resultierenden Städtebau (Heidelberg Bahnstadt). Anschließend werden die Beispiele hinsichtlich ihrer Qualitäten bewertet.

3.1 Beispiele der Bestandssanierung

3.1.1 Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Das Quartier Bergedorf-Süd ist von der Hansestadt Hamburg als Fördergebiet zur „Integrierten Stadtteilentwicklung“ und Fördergebiet des Bundesprogramms „Aktive Stadt- und Ortsteilzentren“ ausgewiesen worden.²⁴⁰ In diesem Zusammenhang wurde 2010 ein integriertes Entwicklungskonzept mit Bestandsanalyse durch den Bezirk Bergedorf aufgestellt, aus der sich ein dringender Bedarf zur Sanierung des Gebäudebestands auf dem 35 ha großen Areal ergab²⁴¹. Dieses Konzept wurde von der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) aufgegriffen, die ein Energiegutachten und ein

Konzept zur Umsetzung der energetischen Sanierung in Auftrag gab.²⁴² Hierfür wurde eine Arbeitsgemeinschaft aus Stadtplanern (konsalt, steg), Energieplanern (MEGAwatt) und Immobilienentwicklern (Metropol Grund) gegründet, die das Konzept von Januar 2013 bis September 2013 erarbeiteten. Das Gutachten wurde durch KfW-Mittel aus dem Programm „Energetische Stadtsanierung“ finanziert, aus dem auch der initiierten Prozess in den nächsten Jahren teilfinanzieren wird.²⁴³

Das Konzept wurde mit der Ermittlung des aktuellen Energieverbrauchs mit folgenden Verfahren eingeleitet: Anhand von Energieversorgerdaten wurde der tatsächliche Verbrauch ermittelt. Demgegenüber wurde der Gebäudebestand in zwölf Klassen (nach Gebäudealter, Größe und Zustand) eingeteilt, aus denen jeweils ein Gebäude als Referenz für die Gebäudeklasse ausgewählt wurde. Für diese zwölf Referenzgebäude wurde die rechnerische Bedarfsermittlung nach EnEV durchgeführt und mit dem tatsächlichen (deutlich niedriger liegenden) Verbrauch abgeglichen. Anhand der zwölf für das Gebiet repräsentativen Referenzgebäude wurden Sanierungspotenziale ermittelt. Diese enthalten mögliche Materialien, erreichbare U-Werte, Kostenschätzungen und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, parallel dazu eine Potenzialermittlung für eine energieeffiziente Energieversorgungsstruktur. Es

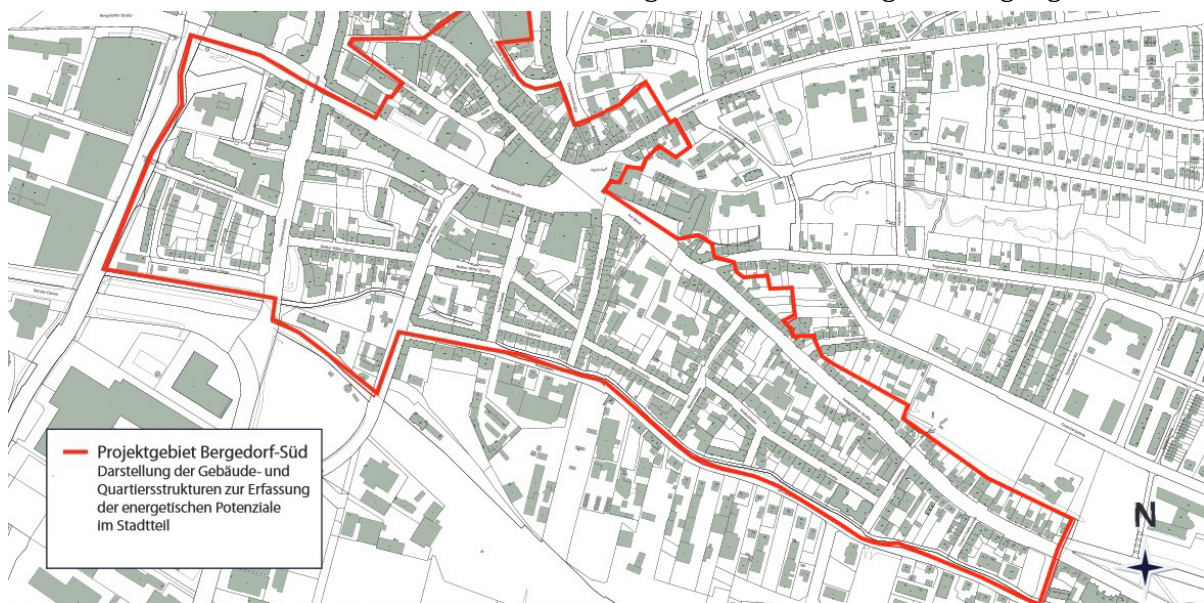


Abb. 12: Quartiersabgrenzung Bergedorf-Süd (Steg Hamburg mbH 2013)

²⁴⁰ vgl. Steg Hamburg mbH 2013

²⁴¹ vgl. Bezirksamt Bergedorf 2011, S. 55 - 57

²⁴² vgl. Schülecke, J. (23.08.2013)

²⁴³ vgl. Steg Hamburg mbH 2013

wird ein Mix aus PV, Solarthermie, möglicherweise Geothermie im nördlichen Bereich des Plangebiets vorgeschlagen, sowie fünf Nahwärmenetzinseln gespeist aus BHKW-Modulen, die anfangs über vorhandene Erdgasleitungen und bis 2050 sukzessive mit Biogas betrieben werden sollen. Besonders wurde auf die Erhaltung des Stadtteilcharakters über eine behutsame Sanierung prägender Gebäude geachtet.²⁴⁴



Abb. 13: Sanierungsgebiet Bergedorf-Süd (Steg Hamburg mbH 2013)

Parallel dazu wurde mit der Planung zur Konzeptumsetzung begonnen, die hauptsächlich in der Hand von konsalt, der Steg und Metropol Grund liegt. In halböffentlichen Veranstaltungen wurden mit lokalen Akteuren aus dem Stadtteil (Medien, Eigentümer, EVU, Planern, Gewerbeunternehmen, Verwaltung, Politik, Bürgerinitiativen, Mietervereine und weitere Vereine sowie juristische Fachverbände und Sanierungsbeirat) verschiedenste Themen erörtert. Parallel dazu lief die Öffentlichkeitsarbeit über Flyer und Beratungstermine an. So wurden erste öffentliche Diskussionen über die energetische Sanierung von Gebäudehülle, -technik, Wärmeversorgung und Auswirkungen auf die Nutzer durchgeführt.²⁴⁵

Über die Wertsteigerung ihrer Immobilien durch Sanierung sollen Eigentümer für eine Sanierung begeistert werden. Bei Sanierungsmaßnahmen soll der energetische Teil der Sanierung gefördert werden. Durch intensive Beratungen und Förderanreize wurde das Ziel ausgegeben, die Sanierungsquote schrittweise bis auf 2,2 Prozent anzuheben. Bereits jetzt läuft das Energieberatungsprogramm an. Heute erfolgt die Wärmebereitstellung zu 90 Pro-

zent aus Erdgas und zu 7 Prozent aus Nachtspeicherheizungen. Bis 2050 soll eine Wärmeversorgung durch 45 Prozent Gas-, 27 Prozent Erdwärme-, 8 Prozent Solarthermie- und 10 Prozent Stromnutzung hergestellt werden. Das Ziel ist ein Netzwerk aus fünf verschiedenen Versorgungsinseln mit diversen dezentralen Einspeisern. Nach Möglichkeit soll auch der Großteil des Strombedarfes regenerativ im Quartier erzeugt werden. Um eine hohe Sanierungsquote und Anschlussnutzung zu erreichen wurde ein Katalog mit Hemmnissen und diversen Maßnahmen zur Umgehung dieser entwickelt. Hierzu zählen Informationskampagnen, lokale Beratungsstellen, finanzielle Förderung, strategische Partnerschaften mit der Wohnungswirtschaft und der Verwaltung zur Schaffung von Planungsrecht. Das technische Energiegutachten mit dem Maßnahmenkatalog hat über 200 Textseiten und ist entsprechend der Gebietsgröße als inhaltlich umfangreich und detailliert, aber auch als sehr ambitioniert zu bezeichnen.²⁴⁶

3.1.2 Integriertes energetisches Quartierskonzept Belm

Das nach §142 BauGB als Sanierungsgebiet im Programm „Aktive Stadt- und Ortsteilzentren“ festgelegte Quartier Marktring-Belm sowie zwei angrenzende Wohngebiete bilden den Umsetzungsbereich für das energetische Quartierskonzept. Belm ist ein Vorort von Osnabrück. Das Quartier liegt an einer stark befahrenen Ausfallstraße von Osnabrück und beherbergt diverse zentrale Funktionen für Belm wie das Rathaus, Einzelhandels- und Dienstleistungsflächen. Das Konzept wurde über die KfW finanziert.²⁴⁷

Bemerkenswert ist das Verfahren bei der Bestandsanalyse: Eine detaillierte städtebauliche, funktionale und strukturelle Analyse, sowie eine Verkehrsanalyse sind den energetischen Belangen vorangestellt. Bei der energetischen Bestandsanalyse wurden Gebäudecluster erstellt, die sich nach Gebäudetyp, Baualter, Sanierungszustand und Nutzung unterscheiden. Der Sanierungszustand wurde dabei durch eine Ortsbegehung abgeschätzt. Aufgrund der geringen Größe des Gebiets mit 170 Gebäuden

²⁴⁴ vgl. Schülecke, J. (20.08.2013)

²⁴⁵ Ebd.

²⁴⁶ Ebd.

²⁴⁷ vgl. Gemeinde Belm 2013a, S. 8-11

konnte man jedes Gebäude individuell betrachten. Es ergeben sich allerdings Ungenauigkeiten bei den Beobachtungen, welche sich bei der Heizenergiebedarfsermittlung fortsetzten, die durch Nutzerbefragungen durchgeführt wurde (mit einem Rücklauf von 25 Prozent).²⁴⁸

Für den durchschnittlichen Heizwärmebedarf pro Wohneinheit wurden 165 kWh/m²a ermittelt, der zu 90 Prozent durch Erdgas und Heizöl gedeckt wird. Der Strombedarf liegt bei etwa



Abb. 14: Belm Sanierungsgebiet, Gebietsabgrenzung (Quelle: Gemeinde Belm 2013)

2.100MWh/a für das gesamte Quartier. Bei der Errechnung des Sanierungspotenzials wurde ein Betrachtungszeitraum von 20 Jahren gewählt. Wenn man nur die Maßnahmen umsetzte, die sich in diesem Zeitraum amortisieren, ließe sich eine Reduktion des Wärmebedarfs um 37 Prozent und des Strombedarfs um 17 Prozent erreichen, sodass ein Wärmebedarf von 14.300kWh/a (bzw. ein spezifischer Endenergiebedarf von 105kWh/m²a) sowie ein Strombedarf von 1,5GWh/a erreichbar ist. Dieser verbleibende Energiebedarf könnte bilanziell komplett aus erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden. Hier werden insbesondere Potenziale für PV auf den Dächern, Biogas-BHKW-Module und Geothermie für die Wärmeerzeugung als erschließbar angesehen.²⁴⁹

Die drei Versorgungsinseln sollen durch zentrale Wärmeerzeugung und Wärmenetz versorgt werden. Dabei bleibt unklar inwieweit die Trassenkosten in die statische Wirtschaftlichkeitsberechnung einfließen, da der aufgezeigte und in der Berechnung genutzte Trassenverlauf lediglich als Referenz dient und als

„optimierbar“ bezeichnet wird. Durch alle oben angeführten Maßnahmen soll eine Senkung der jährlichen CO₂-Emissionen um etwa 76 Prozent realisiert werden. Dazu kommen in den Handlungsempfehlungen noch weitere „weiche Maßnahmen“ im Bereich Verkehr, die recht banal sind. Die Umsetzung der Sanierungsmaßnahmen, der Anschluss an das Wärmenetz und weitere Maßnahmen sollen durch den Einsatz eines Sanierungsmanagers bzw. Energieberaters und durch die Einrichtung eines offenen Beratungsbüros im Quartier erfolgen, also kurz: Durch ein breites Informationsangebot und Öffentlichkeitsarbeit.²⁵⁰

Ein Teil der Öffentlichkeitsarbeit ist bereits angelaufen. Es wurden mehrere Informationsveranstaltungen durchgeführt, auf denen das Konzept und auch Fördermöglichkeiten durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) oder der KfW erläutert wurden. In den kommenden Jahren sollen die Hauseigentümer durch gemeinsame Beratung von Sanierungsmanager und Sparkasse Osnabrück unterstützt werden.²⁵¹

Die Erfolge der freiwilligen Maßnahmen sollen durch eine Verbrauchswertanalyse evaluiert werden. Inwieweit dieses realistisch ist bleibt abzuwarten – gerade was den Bereich Verkehr und CO₂-Emissionen angeht.

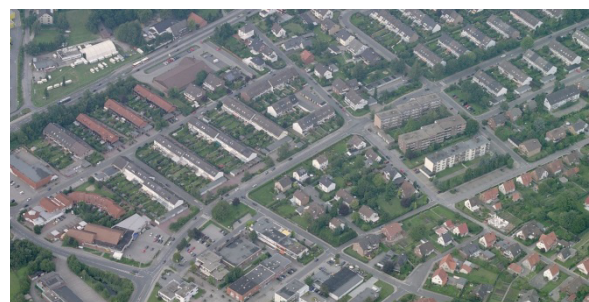


Abb. 15: Luftaufnahme Belm (Bing Maps 2013)

²⁴⁸ vgl. Gemeinde Belm 2013a, S. 34 - 39

²⁴⁹ vgl. Gemeinde Belm 2013a, S. 40 - 64

²⁵⁰ vgl. Gemeinde Belm 2013a, S. 65 - 90

²⁵¹ vgl. Gemeinde Belm 2013b

Projektsteckbrief: Stadtsanierung Bergedorf-Süd	
Standort	▪ Hamburg (1.734.407 Einw.)
Vorherige Situation	▪ Dezentrale Einzelöfen (Öl/Gas)
Quartierstyp	▪ Energetische Sanierung ▪ Dezentrale Nahwärmenutzung
Besonderheit	▪ Sanierungskonzepte für Gebäudecluster, dezentrale Versorgungsinself
Status	▪ In der Planungsphase
Zeitraum	▪ 2013 bis 2050
Projektträger	▪ Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt ▪ Bezirk Hamburg-Bergedorf
Projektbeteiligte	▪ MEGAwatt (Planer) ▪ Bezirk Hamburg-Bergedorf ▪ Konsalt (Beteiligung), ▪ Stadterneuerungs- und Stadtentwicklungsgesellschaft (steg)
Quartiersstruktur	▪ Mischnutzung, heterogener Gebäudebestand, Gewerbe, Dienstleistungen und Wohnnutzung, öffentliche Gebäude. Insgesamt etwa 500 Gebäude mit 4.600 Einwohnern.
Konzept (technisch-wirtschaftlich)	
Ziel	▪ Senkung des Energiebedarfs um 80 Prozent, CO ₂ -arme Strom-/Wärmeversorgung
Gebäudetechnik	▪ Bestand: 380 Wohngebäude ohne, 78 mit Außendämmung. 12 Prozent Denkmäler ▪ Sanierung: Entwicklung verschiedener Sanierungswege, je nach Gebäudetyp
Energieversorgung	▪ Fünf dezentrale KWK-Anlagen, vorerst über Erdgas betrieben, bis 2050 sukzessive ergänzt um regenerative Energieträger. Wärmeversorgung durch Nahwärmenetz ▪ Geothermie, Solarthermie und PV möglich, PV soll Vorzug gegeben werden
Installierte Leistung	▪ Je nach Variante variierend (Favorisierte Variante: 11 MW _{th})
Gesamtwärmebedarf	▪ Bestand: 40.000 MWh (Wärmebedarf bis zu 258kWh/m ² a bei Nachtspeicherheizung) ▪ Nach energetischer Sanierung: Etwa 20.000 MWh (Durch Gebäudesanierung und Heizkesselaustausch ließe sich bis 2030 bereits 80 Prozent der Gesamtreaktion erreichen)
Wärmepreis	▪ 130 €/MWh
Betriebskonzept	▪ Contractor oder Eigentümergemeinschaft. Stromeigenverbrauch ist zu prüfen.
Finanzierung	▪ Konzept: BSU (gefördert über KfW 432 „Energetische Stadtsanierung“) ▪ Maßnahmen: Gebäudeeigentümer. Sanierungsmanager finanziert über BSU/KfW432
Planungsverfahren	
Projektinitiierung	▪ Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU)
Verfahren	▪ Bestandsanalyse über Abgleich von Verbrauchsdaten und Referenzmethode ▪ Potenzialermittlung für Sanierung und Energieversorgung sowie Maßnahmenentwicklung und Handlungsempfehlungen zur Realisierung ▪ Frühzeitige Öffentlichkeitsinformation und intensive Vor-Ort-Beratung geplant
Maßnahmen zur Umsetzung	▪ Frühzeitige Aufklärung und Dialog mit Eigentümern, finanzielle Förderung. Dazu ein umfangreicher Katalog an Maßnahmen zur Beseitigung von Hemmnissen ▪ Finanzielle Förderung nur bei Erreichung von bestimmten Qualitätsstandards ▪ Laufende Evaluation ▪ Sanierungsmanager, der Ansprechpartner und Sanierungskordinator zugleich ist
Beteiligung	▪ Frühzeitige Einbindung von lokalen Verbänden, Politik, Handwerkern, Planern. Beteiligung der Zivilgesellschaft noch vor Konzeptfertigstellung, jedoch ohne substantiellen Einfluss auf das Energiekonzept

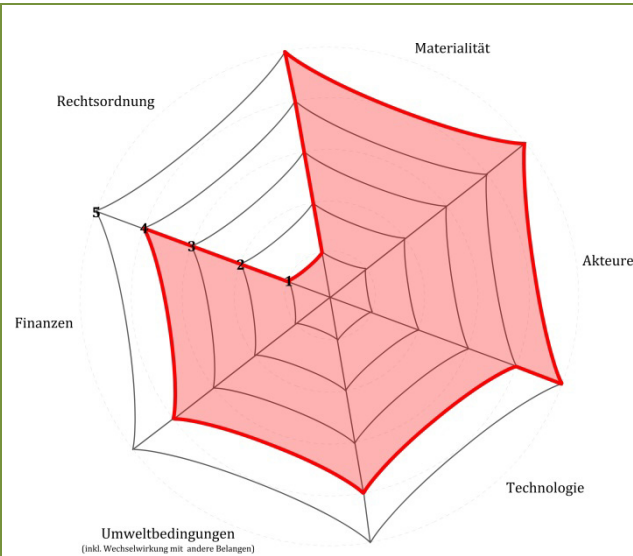


Abb. 16: Aufgabenbereich Bergedorf-Süd (Eigene Darstellung)

Tabelle 6: Zentrale Daten zum energetischen Sanierungskonzept Bergedorf-Süd (Eigene Darstellung)

Projektsteckbrief: Energetisches Quartierskonzept Belm	
Standort	▪ Belm, Niedersachsen (13.420 Einw.)
Vorherige Situation	▪ Dezentrale Einzelöfen (Öl/Gas)
Quartierstyp	▪ Energetische Sanierung ▪ Dezentrale Wärmenetze
Besonderheit	▪ Dezentrale Versorgungseineln ▪ Mobilitätskonzept
Status	▪ Beginnende Umsetzung
Zeitraum	▪ 2011 – 2030
Projektträger	▪ Gemeinde Belm
Projektbeteiligte	▪ BauBeCon Sanierungsträger GmbH ▪ Planungsbüro Graw ▪ Sparkasse Osnabrück
Quartiersstruktur	▪ Mischnutzung, teilweise Gewerbe und Einzelhandel. Vorwiegend Wohngebäude, in Zeilenbauweise und/oder mehrgeschossig. 140 Wohneinheiten
Konzept (technisch-wirtschaftlich)	
Ziel	▪ Senkung Energiebedarf/CO ₂ -Emissionen, vollständige Versorgung aus EEs, städtebauliche Neuordnung, Neustrukturierung der Ver- und Entsorgungsstrukturen
Gebäudetechnik	▪ Energetische Sanierung mit dem Fokus auf WDVS-System, Dach- und Bodendämmung zur Reduktion des Wärmebedarfes.
Energieversorgung	▪ Strom zukünftig: PV und Biogas-BHKW-Module ▪ Wärme zukünftig: Oberflächennahe Geothermie (mit Spitzenlastbrennwertkessel) und Biogas BHKW-Module, verbunden über ein kleines Wärmenetz je Straßenblock.
Prognostizierte Erzeugung	▪ Strom: 2.600MWh/a ▪ Wärme: 4.000MWh/a
Wärmebedarf pro m ²	▪ Alt: 165 kWh/m ² a ▪ Neu: 105 kWh/m ² a
Wärmepreis	▪ Keine Angabe
Betriebskonzept	▪ Die BHKW-Module werden durchweg wärmegeführt betrieben, der Strom aufgrund der existierenden Realteilung der Grundstücke ins Verbundnetz eingespeist
Finanzierung	▪ Konzepterstellung gefördert über KfW 432 „Energetische Stadtsanierung“ ▪ Weitere Maßnahmen erneut durch die KfW, private Investoren und Gemeinde Belm
Planungsverfahren	
Projektinitiierung	▪ Gemeinde Belm, nach Förderzusage durch KfW
Verfahren	▪ Analyse von städtebaulichen und strukturellen Rahmenbedingungen, Ermittlung von Energiebedarf, Ermittlung von Einspar- und EE-Potenzial, anschließend Entwurf energetisches Leitbild für verschiedene energetisch relevante Handlungsfelder
Maßnahmen zur Umsetzung	▪ Vorschlag: Musterhaus im Quartier, Informationsveranstaltungen, Beratungsangebot, Gemeinde saniert ihre Liegenschaften um Vorbild zu sein
Beteiligung	▪ Anwohnerbefragung, Eigentümerbefragung und Beratung durch EVU ▪ Rückkopplung der Zwischenergebnisse bei Bürgerversammlungen

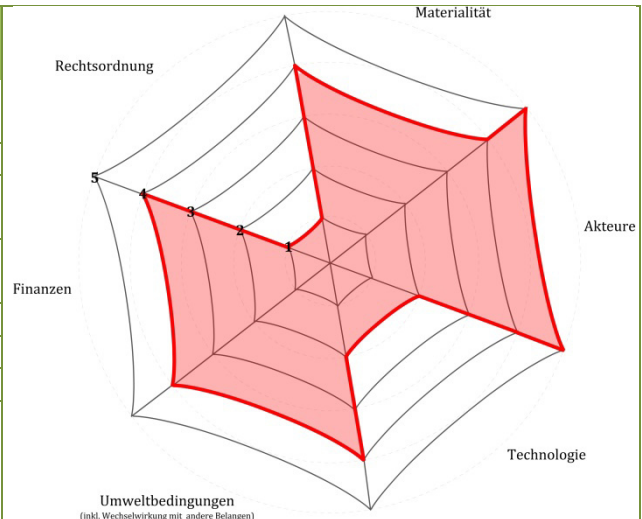


Abb. 17: Aufgabenbereich Belm (Eigene Darstellung)

Tabelle 7: Übersicht zum integrierten energetischen Quartierskonzept Belm (Eigene Darstellung)

3.2 Beispiele im Neubau

3.2.1 Heidelberg Bahnstadt

In Heidelberg entsteht auf einer Konversionsfläche bis 2022 auf knapp einer Million Quadratmetern BGF das „weltweit größte Passivhausgebiet“. Dessen Basis ist ein energetisches Quartierskonzept, initiiert von der Stadt Heidelberg und ausgeführt von ebök als Fachplaner. Das Konzept umfasst die Bereiche Planungsrecht, Technik, Vertragsrecht, Energieberatung, Qualitätssicherung, Öffentlichkeitsarbeit und Finanzierung und hatte Handlungsempfehlungen an die Stadt Heidelberg als Ergebnis, die dann in ähnlicher Form auch in Planungsrecht umgesetzt wurden.²⁵²

Zentral bei diesem Stadtentwicklungsprojekt ist die Berücksichtigung und Integration von vielen Belangen bereits in der Planungsphase: Für die 116 ha wurden Verkehrs- und Umweltkonzepte parallel zum städtebaulichen Wettbewerb entwickelt, die in das Planungsrecht integriert wurden.²⁵³ Gleichzeitig hat die Stadt Heidelberg über die städtische Realisierungsgesellschaft EHG (an der die Sparkasse Heidelberg und die Landesbank Baden-Württemberg beteiligt sind) alle Grundstücke, vormals im Besitz der Deutschen Bahn, aufgekauft und sich damit die Möglichkeit verschafft über das Vertragsrecht Vorgaben zur Umsetzung energetischer Belange zu machen.²⁵⁴ Für den Bereich Energie wurden drei Prinzipien verfolgt: Eine energetische Optimierung der Stadtstruktur,

ein hoher Energiestandard und eine Energieversorgung mit hoher Effizienz und „geringer Umweltwirkung“²⁵⁵. Neben dem Energiekonzept wurden weitere Elemente einer nachhaltigen Stadtentwicklung in Bauleitplanung und Kaufverträge übernommen. So verfügt der Stadtteil über einen direkten Zugang zum Hauptbahnhof, einen Straßenbahnanschluss und es besteht die Vorgabe, dass zweidrittel der Gebäude mit Gründächern auszustatten sind.²⁵⁶

Im Energiekonzept wurde der städtebauliche Entwurf für zwei Baufelder genauer hinsichtlich Gebäudeausrichtung, Wärmedämmstandard und der damit verbundenen Wirtschaftlichkeit sowie Energieversorgungsvarianten untersucht. Daraus ergab sich, dass bei langfristiger Betrachtung (40 Jahre bis zur ersten Grundsanierung) der Passivhausstandard als der umweltfreundlichste und aufgrund steigender Energiepreise (6 Prozent pro Jahr) der wirtschaftlichste Standard ist. Eine dezentrale Energieversorgung wäre die umweltfreundlichste, die Nutzung von Fernwärme mit internem Verteilernetz pro Baublock wurde jedoch als am wirtschaftlichsten angesehen. Zudem wird diese bereits jetzt mehrheitlich mit regenerativen Energieträgern gespeist und ist aufgrund des internen Verteilernetzes technologiefreundlich.²⁵⁷

Die Beispielrechnung wurde auf die gesamte Bahnstadt übertragen. Dabei wurde festge-

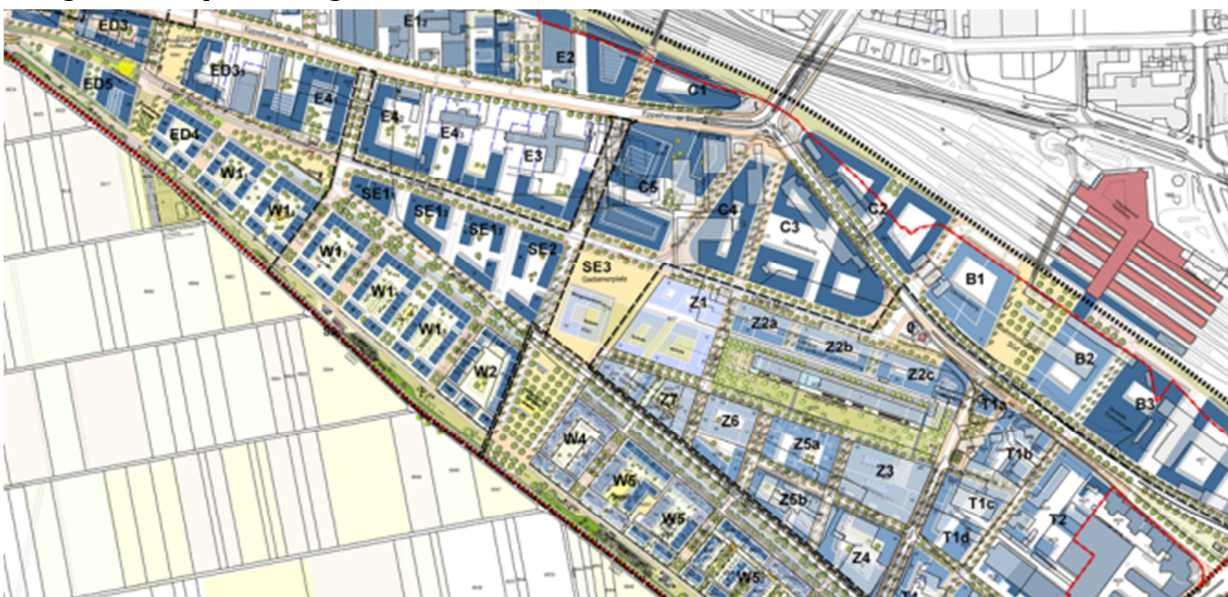


Abb. 18: Rahmenplan Bahnstadt Heidelberg (Quelle: Bahnstadt Heidelberg)

²⁵² vgl. Bermich, R. 2011, S.1-3

²⁵³ vgl. Stadt Heidelberg 2007b, S.42 f.

²⁵⁴ vgl. ebök 2007

²⁵⁵ Stadt Heidelberg 2007a, S.55

²⁵⁶ vgl. Bermich, R. 2011, S.8

²⁵⁷ vgl. ebök 2007, S. 46

stellt, dass ein „Null-Emissions-Stadtteil“ wirtschaftlich nicht erreichbar ist und Solarthermie bzw. PV optional, aber aus wirtschaftlichen Gründen nicht festgeschrieben werden sollten. Die Empfehlungen aus dem Energiekonzept wurden in konkrete Handlungsanweisungen für die EHG bzw. Stadt Heidelberg umformuliert. Zur Erreichung der Ziele wurde neben den genannten rechtlichen Festsetzungen eine intensive Planer-, Investoren- und Nutzerberatung empfohlen. So stehen diverse Leitfäden und Checklisten zu verschiedensten Themen der nachhaltigen Stadtentwicklung für das Einzelobjekt zur Verfügung. Es erfolgt eine intensive Beratung von Planern durch Fachleute, frühzeitige Information der Investoren, Handwerker aus der Region, eine Qualitätssicherung bei der Umsetzung sowie eine breit angelegte Öffentlichkeitsarbeit und Imagekampagne, die eine Vermarktung der Bahnstadt über Energie und Nachhaltigkeit zum Ziel hat.

Die Stadt Heidelberg stellt zusätzlich zu KfW-Mitteln, Fördermittel für den Passivhausbau zur Verfügung. Dies war neben der Öffentlichkeitsarbeit wichtig für die Akzeptanz des hohen Energiestandards – so ergibt sich eine Mischung aus gezielter Beratung und Förderung gegenüber Forderungen nach hohen Qualitätsstandards. Die restriktiven Qualitätsvorgaben werden von den Investoren aufgrund ständiger beratender Begleitung und der Fördermitteln gut angenommen: Das Image des Passivhausstadtteils lässt sich für die Vermarktung der Immobilien nutzen, sodass die Realisierung des Projekts schneller als geplant voranschreitet.^{258,259}



Abb. 19: Luftaufnahme Bahnstadt Heidelberg 2012 (Stadt Heidelberg 2013)

3.2.2 Energieverbund Wilhelmsburg Mitte

Im Energieverbund Wilhelmsburg Mitte sind 20 Neubauten mit insgesamt 115.000m² BGF in einem Nahwärmenetz zusammengeschlossen. Die Grundversorgung wird über ein zentrales Biomethan-BHKW mit angeschlossenen Erdgas Brennwertkesseln hergestellt. Im Energiekonzept wurden mehrere Varianten miteinander verglichen. Man entschied sich für eine Mischung aus der wirtschaftlichsten und umweltfreundlichsten Lösung. An bzw. auf den zu versorgenden Gebäuden befinden sich Solarthermieanlagen, die in das Wärmenetz einspeisen, wenn das Wärmeaufkommen den Gebäudeeigenbedarf übersteigt. Um die Wirtschaftlichkeit des Netzes nicht zu gefährden dürfen maximal 20 Prozent des Jahreswärmebedarfs pro Gebäude in das Wärmenetz eingespeist werden.²⁶⁰



Abb. 20: Luftaufnahme Wilhelmsburg Mitte (IBA Hamburg GmbH 2013)

Mithilfe eines in dieser Form erstmalig entwickelten Lastenmanagementsystems entsteht ein intelligentes virtuelles Kraftwerk, sodass die unterschiedlichen Verbrauchs- und Wärmespitzen automatisch aufeinander abgestimmt werden können. Das Projekt setzt das Unbundling von Energieerzeugung und Netzbetrieb, wie es auf dem Strom und Gasmarkt erfolgt, in den Bereich der Wärmeversorgung um. Durch die erstmalige Schaffung eines offenen, theoretisch beliebig erweiterbaren Netzwerkes wird ein Beitrag zum Umbau der Energieversorgung hin zur CO₂-Neutralität und Dezentralität geleistet. Dabei erhöht der Energieverbund auch die Energieeffizienz, da die Erzeugungsanlagen aufeinander abgestimmt werden können und die Wärme bei wechselnden Angebots- und Nachfragemengen optimal genutzt werden kann. Auch sind die Herstellungs- sowie Wärmeerzeugungskosten durch

²⁵⁸ vgl. Bermich, R. 2011, S.2

²⁵⁹ vgl. ebök 2007, S. 51 ff.

²⁶⁰ vgl. MEGAwatt 2009, S. 9 ff.

Projektsteckbrief: Heidelberg Bahnstadt	
Standort	▪ Heidelberg (148.415 Einw.)
Quartierstyp	▪ Konversionsfläche ▪ Nahwärmenetz gekoppelt an Fernwärme gespeist aus KWK, erzeugt in Holz-Heizkraftwerk
Besonderheit	▪ Passivhausstadtteil, Nutzung aller rechtlichen Mittel und Fördermittel ▪ Integrierte Betrachtung weiterer Bereiche und Planungsleitfäden
Status	▪ In Teilen umgesetzt
Zeitraum	▪ 2008 bis 2022
Projektträger	▪ Stadt Heidelberg, ▪ Stadtwerke Heidelberg (Wärmenetz)
Projektbeteiligte	▪ Deutsche Stadt- und Grundstücksentwicklungsgesellschaft (DSK) ▪ Entwicklungsgesellschaft Heidelberg GmbH & Co. KG (EHG) als Realisierungsgesellschaft (mit Beteiligung mehrerer lokaler Banken)
Quartiersstruktur	▪ Mischnutzung, Neubau, hoher Dichte, größtenteils in Blockrandbebauung. Insgesamt 116 ha: Wohnnutzung (31%), Büro und Technologiepark (56%), Gewerbe (11%) und öffentliche Nutzungen (2%) zwischen Hauptbahnhof und offener Landschaft.
Konzept (technisch-wirtschaftlich)	
Ziel	▪ Nachhaltige Stadterweiterung, Errichtung des weltgrößten Passivhausstadtteils (7.000 Arbeitsplätze, 2.500 Wohneinheiten) mittelfristig versorgt aus 100 Prozent regenerativer Energie (vorher anteilig durch Geothermie und Biomasse)
Gebäudetechnik	▪ Durchweg Passivhausstandard oder bei Nichterreichung Ausgleichsmaßnahmen
Energieversorgung	▪ Holz-Heizkraftwerk (KWK) und Geothermie, sowie zusätzlich Solarthermie und PV mit Anschluss an das städtische Fernwärmenetz (Primärenergiefaktor < 0,5) ▪ „Mini-Netze“ mit interner Übergabestation je Baufeld. ▪ Smart Metering im Strombereich (vorerst noch zur „Stromverbrauchskontrolle“)
Installierte Leistung	▪ Heizkraftwerk Heidelberg (162 MW _{th} , 13,5 MW _{el} – versorgt jedoch das ganze Stadtgebiet). Nur geringfügig Geothermie, Solarthermie und PV und noch nicht erfassbar
Wärmebedarf je m ²	▪ Maximal 15 kWh/m ² a, Passivhausstandard. Gedeckt über Fernwärme.
Wärmepreis	▪ 100 €/MWh
Betriebskonzept	▪ Heizkraftwerk speist Fernwärme Heidelbergs, produziert Strom für den Stadtteil, betrieben durch die Stadtwerke Heidelberg. ▪ Zusätzlich diverse dezentrale Wärmequellen und PV im Gebäudebereich.
Finanzierung	▪ Das Gebiet ist seit 2008 im Förderprogramm „Stadtumbau-West“. Die restliche Finanzierung läuft über die Stadt Heidelberg sowie lokale Kreditinstitute (via Kredit)
Planungsverfahren	
Projektinitiierung	▪ Stadt Heidelberg
Verfahren	▪ Stadt hat Grundstücke von der Bahn erworben ▪ Energetisches Quartierskonzept wurde bereits während städtebaulicher Planung entwickelt und die städtebaulichen Planungen teilweise hieran angepasst ▪ Investoren sowie Architekten werden frühzeitig angesprochen/beraten ▪ Imagekampagne, sowie Fülle eine an Informationsmaterial zu Energie/Verkehr
Maßnahmen zur Umsetzung	▪ In B-Plan Nahwärmenutzung, PV/Solarthermie etc. festgesetzt ▪ Stadt veräußert Flächen. Im Kaufvertrag Klauseln zur Anschluss- und Umsetzungspflicht von Passivhausstandard ▪ PHPP-Nachweispflicht vor Bauantrag und Qualitätssicherung beim Bau
Beteiligung	▪ Bei städtebaulichen Zielsetzungen herkömmlich, beim Energiekonzept erst nach der Fertigstellung in der Umsetzungsphase mit den Stadtwerken

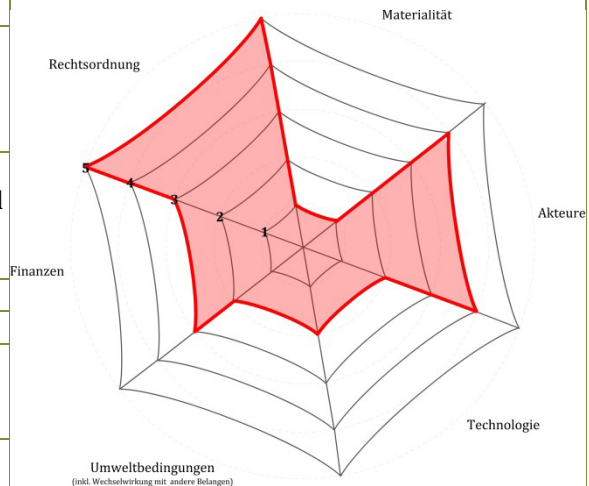


Abb. 21: Aufgabenbereich Bahnstadt Heidelberg (Eigene Darstellung)

Tabelle 8: Zentrale Daten zur Bahnstadt Heidelberg (Eigene Darstellung)

Projektsteckbrief: Energieverbund Wilhelmsburg Mitte	
Standort	▪ Hamburg (1.738.366 Einw.)
Quartierstyp	▪ Konversionsfläche ▪ Energieverbund mit dezentralen Einspeisern aus regenerativen Energien
Besonderheit	▪ „Offenes“ virtuelles Kraftwerk ▪ Anschlusssicherung über private Kaufverträge / LOIs
Status	▪ Umgesetzt
Zeitraum	▪ 2007 bis 2013
Projektträger	▪ Hamburg Energie GmbH (HHE) (Kommunales EVU, Betreiber)
Projektbeteiligte	▪ MEGAwatt (Planer) ▪ Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU) ▪ Internationale Bauausstellung Hamburg (IBA)
Quartiersstruktur	▪ Mischnutzung, Neubau, mittlerer Dichte mit heterogener Struktur auf 30 ha, insgesamt 115.000 m ² BGF (Wohnen: 30.000 m ² BGF, Gewerbe/ Handel/ Dienstleistungen: 75.000 m ² BGF, Öffentliche Nutzungen: 10.000 m ² BGF).
Konzept (technisch-wirtschaftlich)	
Ziel	▪ „Klimaneutrale“ Wärmeversorgung der Neubauten in Wilhelmsburg Mitte durch ein offenes Wärmenetz. Perspektivisch ist Erweiterung auf bis zu 100 ha angedacht.
Gebäudetechnik	▪ KfW-70 (Mindeststandard) und KfW-55 nach EnEV 2009 ▪ Diverse Passivhäuser nach PHPP-Standard und ein Plusenergiehaus
Energieversorgung	▪ Wärmenetz, Virtuelles Kraftwerk aus verschiedenen Einspeisern (Primärenergiefaktor: 0,016, aufgrund der KWK-Verstromung somit bilanziell CO ₂ -neutral) ▪ Zentrales Biomethan BHKW, Gas Brennwertkessel, diverse dezentrale Einspeiser: Solarthermie, oberflächennahe Geothermie, Pufferspeicher)
Installierte Leistung	▪ BHKW-Modul mit 0,73MW _{th} , 2 Erdgaskessel mit je 1,1 MW _{th} , 20 m ³ -Wärmespeicher in Heizzentrale (Verdoppelung der Leistung bei Zubau möglich). Weitere dezentrale Einheiten. Gesamtleistung von 4MW _{th} (Solarthermie, Geothermie etc.)
Wärmebedarf je m ²	▪ Durchschnittlich 40 kWh/m ² a (BGF)
Wärmepreis	▪ 122 €/MWh
Betriebskonzept	▪ In der Heizzentrale wird die Grundlast über ein Biomethan-BHKW (wärmegeführt) hergestellt, bei zusätzlichem Bedarf Brennwertkessel angefahren und die dezentral erzeugte, aber nicht genutzte Wärme garantiert in das Nahwärmenetz eingespeist.
Finanzierung	▪ Wärmenetz etwa mit 1,1 Millionen € aus Klimaschutzmitteln der Stadt Hamburg, IBA und KfW gefördert. Die restlichen 2,5 Millionen € erbringt HHE. Die Kosten für die Bebauung liegen bei privaten Investoren. Baukostenzuschuss von 10 Prozent durch IBA.
Planungsverfahren	
Projektinitiierung	▪ BSU und IBA Hamburg
Verfahren	▪ Projektskizze von der IBA Hamburg, Machbarkeitsuntersuchung von MEGAwatt ▪ Frühzeitige Integration ins Planungsrecht und Anpassung des Städtebaus.
Maßnahmen zur Umsetzung	▪ Festsetzung im B-Plan zur KWK- und Wärmenetznutzung ▪ Grundstücke gehörten der Stadt Hamburg. Daher wurde die Anschlusssicherung über Kaufverträge festgeschrieben. In Letter of Intent bzw. Qualitätsvereinbarungen zwischen IBA und Investoren wurden Gebäudestandards festgeschrieben. ▪ Maximale (dezentrale) Einspeisemenge bis zu 20 Prozent des Gebäudeeigenbedarfs
Beteiligung	▪ Nicht erfolgt, da kein Bedarf. Offene Diskussion mit Investoren über Anforderungen

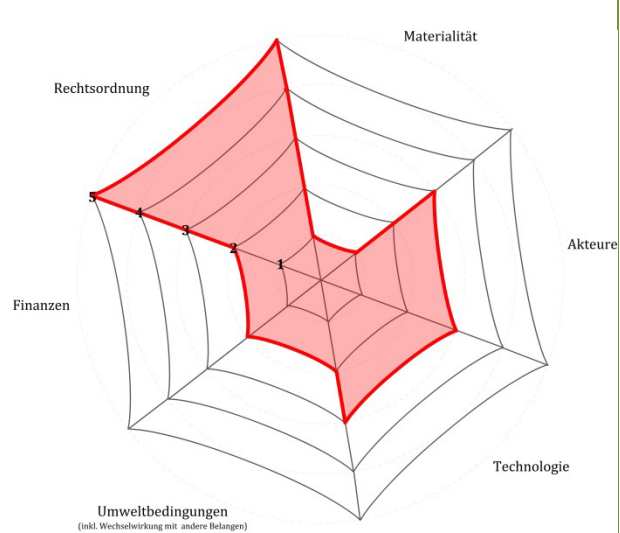


Abb. 22: Aufgabenbereiche Wilhelmsburg Mitte (Eigene Darstellung)

Tabelle 9: Zentrale Daten zum Energieverbund Wilhelmsburg Mitte (Eigene Darstellung)

die Nutzung des Netzes geringer, als wenn eine dezentrale Einzelversorgung vorläge.²⁶¹

Die zentrale Herausforderung und Innovation des Projekts ist keine technische, sondern liegt in der Überwindung rechtlicher und wirtschaftlicher Hürden: Aufgrund der verschiedenen Einspeiser und des nötigen Lastenmanagements muss ein sinnvoller Ausgleich zwischen günstiger Wärmebereitstellung, Versorgungssicherheit, Energieeffizienz, CO₂-Neutralität und Wirtschaftlichkeit (An- und Verkauf von Wärme im System) hergestellt werden. Diese Aufgabe fällt dem Contractor Hamburg Energie als kommunalem Energieversorger zu, der neben dem Netzmanagement und Bilanzausgleich auch für alle Systemdienstleistungen zuständig ist. Dabei wird ein Grundpreis von 47,83 €/kW (netto) im Jahr und ein Arbeitspreis 5,032 ct/kWh (netto) angeboten. Trotz der Offenheit des Wärmenetzes und seiner Dezentralität beträgt die Vorlauftemperatur etwa 90°C und die Rücklauftemperatur 40-50°C, also Werte eines herkömmlichen Wärmenetzes. In den Gebäuden selbst befinden sich Übergabestationen an das Hausnetz, sodass die Wärmeerzeugung technologieoffen und theoretisch sogar komplett dezentral erfolgen könnte.²⁶²



Abb. 23: Masterplan Wilhelmsburg Mitte
(Quelle: IBA Hamburg GmbH)

Das Nahwärmenetz hat eine Länge von 1,7 Kilometern und verfügt insgesamt über eine Leistung von 4 MW_{th}. Die in der Heizzentrale erzeugte Grundversorgung hat dabei einen Anteil von 3 MW_{th}, die dezentralen Einspeiser etwa 1 MW_{th}. Dazu zählt insbesondere das

Schwimmbad, das der größte Nachfrager, aber auch der größte Einspeiser über Solarthermie ist.²⁶³ Die Grundversorgung könnte auf 6 MW_{th} erhöht werden, da in der Heizzentrale ausreichend Platz für eine Erweiterung zur Verfügung gestellt wurde. Eine städtebauliche Erweiterung und damit auch eine Erweiterung des Energieverbunds werden bis 2020 angestrebt. Eine Sicherstellung von Anschluss- und Benutzungszwang würde durch neu aufzustellende B-Pläne, wie bereits in Wilhelmsburg Mitte umgesetzt und städtebauliche Verträge erfolgen.²⁶⁴

Der Energieverbund Wilhelmsburg Mitte wurde in dieser Form erstmalig in Deutschland umgesetzt. Das Zustandekommen und die Schaffung aller nötigen Voraussetzungen zur erfolgreichen Umsetzung (Planrecht, Vertragsrecht und Implikation) wurden erst durch die frühzeitige Kooperation der beteiligten Institutionen möglich. Die Idee zum Energieverbund bestand vor der Rahmenplanung. Beide wurden parallel zueinander entwickelt, sodass bereits vor Planrechtschaffung ein konkretes Betreiberkonzept bestand.

Der Energieverbund wurde als Vorgabe für städtebauliche Wettbewerbe von 2008 bis 2010 gemacht, da bereits Vorstudien und Machbarkeitsuntersuchungen vorlagen. Als die exakte Wärmenachfrage nach den Wettbewerben feststand, wurde, in Rücksprache mit den Bauherren der zu versorgenden Gebäude, die Detailplanung für den Energieverbund vorgenommen.²⁶⁵

Die Anforderungen an die energetische Quartiersplanung waren in Wilhelmsburg Mitte vorrangig im Bereich der Rechtsordnung und weniger technologisch, finanziell oder durch Akteure bestimmt, da es sich um ein vormals unbebautes Gebiet handelt. Zudem gab es zusätzliche Fördermittel für die Investoren bei der Umsetzung hoher energetischer Standards.

²⁶¹ vgl. Hamburg Energie 2013

²⁶² vgl. Schülecke, J. (23.08.2013)

²⁶³ vgl. MEGAwatt 2009, S. 5

²⁶⁴ vgl. Schülecke, J. (23.08.2013)

²⁶⁵ Ebd.

3.3 Bewertung der Beispiele

Die Beispiele unterscheiden sich hinsichtlich Ziel des Energiekonzepts (Bestandssanierung oder Neubau), Größe (etwa 140 Wohneinheiten bis hin zu mehreren tausend Wohneinheiten), Lage und Quartierstyp (Kleinstadt, Stadtkern, Randbezirk), den verwendeten Verfahren (Ortbegehungen, Verbrauchsmessung) und Instrumenten deutlich. Dabei wurden je Quartierstyp ein Großprojekt und ein weiteres, eher überschaubares Projekt ausgewählt, um ein möglichst breites Spektrum aufzuzeigen.

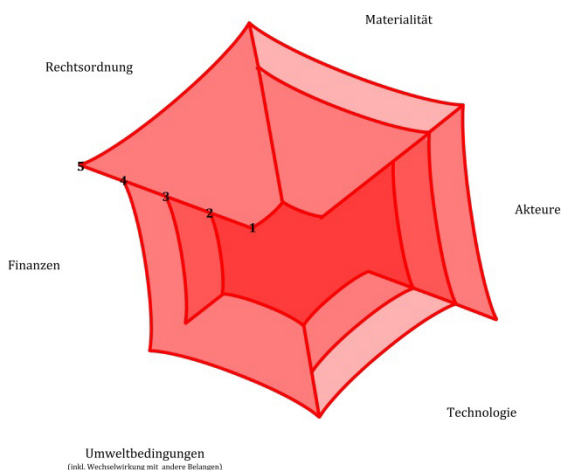


Abb. 24: Heatmap Aufgabenbereiche Beispiele (Eigene Darstellung)

Die größten Übereinstimmungen hinsichtlich der Anforderungen an die vier energetischen Quartierskonzepte sind im Bereich der Finanzen und Akteure erkennbar, wie Abb. 24 zeigt, als Darstellung einer Überlagerung der Aufgabenbereiche der vier Beispiele. Davon abgesehen streuen die Anforderungen – wie erwartet – relativ deutlich.

Die Beispiele sind, mit Ausnahme des Konzepts für Belm, in der Tendenz als positiv zu bewerten. Dennoch verfügt jedes Beispiel über Defizite. Eine integrierte Betrachtung energetischer Belange in der städtebaulichen Planung weist Mängel auf und müsste weiter vertieft werden. Die wichtigsten Stärken und Schwächen der Konzepte sind in Tabelle 10 bis Tabelle 13 aufgeführt.

Energetische Stadtteilsanierung Bergedorf-Süd

Bereits in der ersten öffentlichen Diskussion klang eine Skepsis gegenüber WDVS mit²⁶⁶. Diese abzubauen und den Eigentümern die

Dimension eines Konzepts bis 2050 deutlich zu machen und dabei technologieoffen zu bleiben ist, neben der dispersen Eigentümerstruktur, das größte Hemmnis für den Erfolg einer flächendeckenden energetischen Sanierung im Quartier. Der Ansatz einer breiten Vereinigung lokaler Akteure, die jedoch durch einen zentralen Ansprechpartner gegenüber Betroffenen auftreten, ist lobenswert. Auch die kostenlose Förderberatung, die frühzeitige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bei energetischen Sanierungen und die hohe Transparenz sind maßstabsetzend. Allerdings fehlt es an einer frühzeitigen Beteiligung und Integration von weiteren energierelevanten Bereichen der Infrastruktur wie Verkehr oder Abwasser.

Integriertes energetisches Quartierskonzept Belm

Integriert bedeutet im Fall von Belm, dass die energetische Betrachtung den Bereich Verkehr mit betrachtet und auch mit städtebaulichen, sozialen, wirtschaftlichen und verkehrsstrukturellen Entwicklungen im Quartier sowie der Gemeinde kombiniert wird. Die Integration von Verkehr ist lobenswert, allerdings bleibt diese in unkonkreten, sehr allgemeinen Aussagen die kaum Bezug zum Untersuchungsraum haben. Auch soll die Integration durch eine umfassende Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit erreicht werden.²⁶⁷ Ein guter, breiter Ansatz bei der Bestandsaufnahme, dem aber nur unzureichend von einem oberflächlichen Energiekonzept und unkonkreten Handlungsempfehlungen gefolgt wird als integriertes Konzept zu bezeichnen, ist unverständlich.

Die Umsetzung der Sanierungsziele nur durch Beratung und Eigeninitiative der Eigentümer bis 2030 als möglich zu bezeichnen, erscheint wenig realistisch. Die heterogene Eigentümerstruktur ohne zusätzliche weitere Fördermittel zu aktivieren wird nicht ausreichend sein und auch den Aufbau von Wärmenetzen erschweren. Da nicht jeder Eigentümer über die finanziellen Mittel verfügt in eine Gebäudesanierung zu investieren, erscheint ein Konsens bei der Nutzung von erneuerbaren Energien sowie Wärmenetzen kaum erreichbar. Der Ansatz bei der Ausarbeitung des Energiekonzepts ist gut, die Ausführung und vorgeschlagene Umsetzung hingegen mangelhaft. Es scheint als seien die 40.000€, die durch die

²⁶⁶ vgl. Schülecke, J. (20.08.2013)

²⁶⁷ vgl. Gemeinde Belm 2013a, S. 9

KfW für die Konzepterarbeitung zur Verfügung gestellt wurden, dankend angenommen worden um ein Konzept zu erstellen, dessen Umsetzung wahrscheinlich nicht erreichbar ist.

Heidelberg Bahnstadt

Das energetische Quartierskonzept, die Nutzung von Planrecht und Vertragsrecht zur Sicherung von städtebaulichen bzw. energetischen Zielen ist bemerkenswert und maßstabssetzend. Da neben dem Thema Energie auch Verkehr, Boden und Wasserhaushalt betrachtet wurden, kann an dieser Stelle höchstens das Fehlen der Betrachtung von Material- und Stoffkreisläufen bemängelt werden. Was jedoch deutlich das überregional positive Image des Stadtteils schmälert ist die Praxis bei der Grundstücksvergabe und der Städtebau: Die Grundstücksvergabe nach dem Höchstbieterverfahren und der Glaube bei Grundstückspreisen von 300 €/m² den dringend benötigten sozialen Wohnungsbau durch den Markt regeln zu können ist bestenfalls als naiv zu bezeichnen. Im zweiten Bauabschnitt wird versucht hier gegenzusteuern.²⁶⁸

Die Trennung von Arbeiten und Wohnen konkretisiert das Verkehrskonzept. Der Städtebau ist sehr eintönig und gerastert, kurz, renditeorientiert. Man kann dieses als Optimierung des A/V-Wertes und des energetischen Städtebaus bezeichnen, was aber zu kurz greift. Durch ein Fehlen von nutzungsoffenen öffentlichen Räumen wurden klassische Planungsfehler aus dem 20. Jahrhundert wiederholt. Auch fehlt eine Gebäudelebenszyklusbetrachtung. Die energetische Seite des Konzepts ist gut gelungen und vorbildlich – darunter leidet aber der Städtebau und damit auch die Lebensqualität im Quartier. So wird die Bahnstadt Heidelberg in ihrem ersten Bauabschnitt zu einem Negativbeispiel, wie eine rein technische Stadtplanung dem Städtebau und dem sozialen Aspekt von Stadtteilen schaden kann.

Energieverbund Wilhelmsburg Mitte

Das Beispiel wurde ausgewählt, da es dezentrale und zentrale Erzeugung im Wärmebereich erfolgreich verbindet und dieses mit einem Lastenmanagement kombiniert, um ein virtuelles Kraftwerk zu bilden, das sich bilanziell ausschließlich aus regenerativen Quellen selbst versorgt. Die Herausforderung ist hier weniger

die Versorgungstechnik, mehr die Regelungstechnik und das rechtliche Konstrukt, was in dieser Form erstmals in Deutschland angewendet wurde.²⁶⁹

Bei dem Energieverbund Wilhelmsburg Mitte gab es kein Energieversorgungskonzept. Für die Neubauten wurde ein Gebäudestandard vorgeschrieben, der zu erreichen war (EnEV 2009 -30 Prozent). Gleichzeitig wurde das Nahwärmenetz als unabhängiges Projekt vorgebracht, dass perspektivisch erweiterbar ist, was durch seine offene Struktur und die bereitgehaltenen Erweiterungsflächen in der Heizzentrale bereits berücksichtigt wurde. Trotz dieses positiven Eindrucks muss bemängelt werden, dass es für das Quartier Wilhelmsburg Mitte sowie die Erweiterungsflächen nach wie vor kein umfassendes Energiekonzept gibt, das systematisch auch andere Bereiche betrachtet.

Energetische Stadtteilsanierung Bergedorf-Süd

+	Richtiger Ansatz: Integrierte Betrachtungsweise, offener und kooperativer Prozess bei Konzepterstellung
+	Breites Bündnis an Akteuren aus lokaler Wirtschaft, Verwaltung, Recht und lokalen Vereinen
-	Große Wohnungsunternehmen wurden nicht in den Prozess integriert und die disperse Eigentümerstruktur lässt eine Realisierung der Sanierungsziele als (zu) ambitioniert erscheinen
-	Macht es Sinn Gebäude mit einem mittleren Energiestandard zu sanieren, anstatt sich erst um andere Quartiere zu kümmern? Vorbehalte von Eigentümern gegenüber WDV-Systemen.

Tabelle 10: Bewertung des Konzepts zur energetischen Stadtteilsanierung Bergedorf-Süd (Eigene Darstellung)

Integriertes energetisches Quartierskonzept Belm

+	Integration von mehreren Handlungsfeldern in Betrachtung des Themas „Energie im Stadtquartier“ und breite Bestandsaufnahme.
+	Vor-Ort-Betreuung und lokaler Energieberater
-	Sehr breite, aber unpräzise, zu allgemeine Bestandsaufnahme die völlig auf Annahmen basiert.
-	Unzureichende, nur oberflächliche Ausführung des Energiekonzepts, zu allgemeine, willkürliche und unverbindliche Maßnahmenvorschläge, deren Umsetzung auf Freiwilligkeit basiert.
-	Umsetzungserfolg erscheint fragwürdig und die Gebietsabgrenzung müsste erweitert werden.

Tabelle 11: Bewertung des integrierten energetischen Quartierskonzepts Belm (Eigene Darstellung)

²⁶⁸ vgl. Weishuhn, U. (2010)

²⁶⁹ vgl. Schülecke, J. (23.08.2013)

Bahnstadt Heidelberg

+	Integrierte Betrachtung einer nachhaltigen Quartiersentwicklung: Umweltkonzepte zu Boden, Wasser, Naturschutz und Energie. Eine DGNB-Zertifizierung für Stadtteile ist angedacht.
+	Die Nutzung aller verfügbaren planungs- und vertragsrechtlichen Instrumente erfordert Mut, da es bis jetzt an Präzedenzfällen/Referenzen fehlte. Die Instrumente wurden vorbildlich angewandt.
+	Die Marke Bahnstadt zieht Investoren an und hat sich auch international etabliert – der Passivhausstandard wird zum Qualitätsmerkmal und wertsteigernden Faktor des Quartiers.
-	Der Städtebau ist bestenfalls durchschnittlich, zu gleichförmig und renditeorientiert. Wenig individuell nutzbare Freiräume. Herkömmliche Bauweise und Materialität.
-	Sozialer Wohnraum (der benötigt wurde) wird nicht bereitgestellt. Nettokaltmieten von 11€/m ² . So gut andere Bereiche durchdacht wurden – die soziale Dimension der Nachhaltigkeit ist unzureichend.

Tabelle 12: Bewertung der Bahnstadt Heidelberg (Eigene Darstellung)

Energieverbund Wilhelmsburg Mitte

+	Offenes, erweiterbares Netz aus zentralen und dezentralen Einspeisern. Durch die flexible zentrale Grundlastsicherung lassen sich dezentrale Energien effizient in das Energieversorgungssystem integrieren.
+	Zeigt, dass Wärmenetze selbst bei mittlerer Bebauungsdichte im Niedrigenergiehausbereich wirtschaftlich sind, sofern neben Wohn- auch Gewerbegebäude angeschlossen werden.
+	Intensive Kooperation und frühzeitige, lösungsorientierte Zusammenarbeit verschiedener Institutionen.
-	Hätte ohne Spitzenförderung zu höheren spezifischen Wärmepreisen geführt. Ob eine Übertragbarkeit auch ohne das Format IBA erreichbar gewesen wäre ist zu bezweifeln.
-	Fehlende systematische Betrachtung von anderen energierelevanten Themen im Quartier und Umfeld.
-	Bei Gebäudestandards wurden Energiestandards nachträglich gelockert (vom Passivhaus zu KfW-55)

Tabelle 13: Bewertung des Energieverbunds Wilhelmsburg Mitte (Eigene Darstellung)

4. Kapitel | Stand und Entwicklungsbedarf energetischer Quartiersplanung

4.1 Stand der energetischen Quartiersplanung

Der Stand energetischer Quartiersplanung ergibt sich aus der vorhandenen Literatur und Programmen respektive Konzepten zur energetischen Betrachtung von Siedlungen, sowie der umgesetzten Planungspraxis. Die gelebte Praxis wird der Theorie vorangestellt und anhand der zentralen Ergebnisse der in Kapitel 3 zur Veranschaulichung dargestellten Beispiele und allgemein feststellbaren Tendenzen erläutert. Inwieweit Erfahrungen aus der Praxis zu einer Theoriebildung oder theoretische Modelle der nachhaltigen Quartiersentwicklung bzw. der energetischen Quartiersplanung in der Praxis angewendet werden, wird anschließend in Bezug auf vorhandene Literatur diskutiert. In einer Zusammenführung von Theorie und Praxis wird eine Schlussbetrachtung des derzeitigen Standes energetischer Quartiersplanung als Bestandteil von nachhaltiger Stadtentwicklung vorgenommen (siehe Kapitel 4.1.3).

4.1.1 Energetische Quartiersplanung in der Planungspraxis

Was bei allen vier, überwiegend positiven, Referenzbeispielen auffällt ist das Fehlen eines einheitlichen Verfahrens. Sicherlich ist jedes Quartier anders und daher wird auch der Schwerpunkt immer anders gesetzt – insgesamt erscheint das Planungsverfahren jedoch wenig systematisch bis hin zu willkürlich. Alle vier Konzepte nutzen Netzwerktechnologien über Wärmenetze, sind vorwiegend auf CO₂-Minderung und geringe Energieverbräuche im Betrieb ausgerichtet (ausgenommen Heidelberg) und damit wenig integriert was die Lebenszyklusbetrachtung oder Materialität betrifft. Auch fehlt den Konzepten ein Nutzerbezug, sodass es vorwiegend um technisch erschließbare Potenziale geht, dabei aber Wohnwert und Nutzerbedürfnisse in den Hintergrund gedrängt werden. Als Beispiel ist hier das ansonsten vorbildliche Heidelberg zu nennen, wo der technische Städtebau die Nutzerbedürfnisse blockiert.

Besonders bei den Sanierungskonzepten ist eine Umsetzung fraglich, da es an rechtlichen Instrumenten sowie Evaluationswerkzeugen zur Erfolgskontrolle fehlt. Zudem ist gerade das Konzept von Belm sehr oberflächlich, was auch im Allgemeinen als Tendenz in der energetischen Quartiersplanung feststellbar ist: Energetische Nachhaltigkeit wird als Zusatz gesehen, mit dem sich Marketing betreiben lässt, der sonst aber eher Belastung ist.

Speziell in Bestandsquartieren ist die Energieversorgung kein städtebaulicher Planungsgegenstand und liegt daher im Aufgabenbereich des Eigentümers. Dementsprechend gering ist der Kommunale Einfluss auf Energieversorgung und Energieeffizienz im Bestand. Dieses muss sich jedoch vor dem Hintergrund der nationalen Klimaschutzziele ändern. Die energetische Transformation von Quartieren erfolgt bisher nur zufällig, parallel zu anderen Maßnahmen, was auch die Beispiele zeigen, die durchweg in Sanierungsgebieten liegen. Die Initiative für energetische Maßnahmen hängt sehr stark von Einzelpersonen ab (vgl. Heidelberg oder IBA, Hamburg) und oft sind diese Maßnahmen nur Stückwerk, ohne eine langfristige Betrachtung und Nutzung vorhandener Potenziale. Integrierte Ansätze über ein energetisches Quartierskonzept sind daher noch eine Ausnahme. Und auch bei den hier aufgeführten positiven Beispielen gibt es noch viel Optimierungsbedarf.

Das energetische Quartierskonzept muss zur lokalen Fortsetzung von Klimaschutzkonzepten werden, da es Maßnahmen und Zuständigkeiten planen kann. Das energetische Quartierskonzept kann nur dann erfolgreich sein, wenn der politische Wille vorhanden ist es in Kooperation zwischen Privatwirtschaft, öffentlicher Verwaltung und in Rücksprache mit den Nutzern zu erstellen. Wobei Energiebedarf und Versorgung vorrangig betrachtet, als auch frühzeitig in städtebauliche Überlegungen mit eingebunden werden müssen. Es bedarf eines systematischen Vorgehens und einer Begeisterung bei allen beteiligten Akteuren für das Thema, um Akzeptanz für die Maßnahmen zu erzeugen, woran es momentan noch zu häufig mangelt.

4.1.2 Forschungsstand, Bewertung von Programmen und theoretischer Diskussion

Die energetische Betrachtung von Quartieren ist erst seit kurzem im Bewusstsein von Stadtplanung, Politik und damit auch der Kommunen. Während Weiterentwicklungen im Gebäude- und Energieerzeugungsbereich die Diskussion für energetisch nachhaltige Städte lange Zeit prägten, haben die Erfahrungen aus der Praxis erst in den letzten Jahren gezeigt, dass Energieeffizienz am aussichtsreichsten auf Quartiersebene über eine integrierte Betrachtung von Bedarf und Erzeugung erreicht werden kann.²⁷⁰ Dementsprechend wenig theoretische Literatur oder zumindest dokumentierte und reflektierte Praxisbeispiele energetischer Quartierskonzepte sind vorhanden. Lediglich für den Bereich der energetischen Sanierung wurde in den letzten Jahren Substanzielles veröffentlicht (unter anderem ExWoSt: Energetische Stadterneuerung). Die Mehrheit der Veröffentlichungen thematisiert jedoch nach wie vor finanzielle oder technische Aspekte der Sanierung im Gebäudebereich und weniger Planungsprozesse sowie die Energieversorgungsstruktur.²⁷¹ Für den Neubau von Quartieren gibt es ausreichend Veröffentlichungen, die nachhaltigen Städtebau propagieren. Eine integrierte Betrachtung und die Notwendigkeit das Thema Energie als zentral für die Nachhaltigkeit von Quartieren und energetische Konzepte als Planungsinstrument zu betrachten fehlt bislang.

Vorhandene Konzepte und Programme die Energiebedarf und Energieversorgung in Siedlungen thematisieren und damit für Quartiere von Relevanz sind, lassen sich grob in vier Gruppen einteilen (siehe Abb. 25):

- Theoretische Konzepte zur Realisierung einer idealistischen, nachhaltigen Stadt, die unter anderem durch die Nutzung erneuerbarer Energien erreicht werden soll.
- Kommunale Klimaschutzkonzepte, deren Ziel Minderung der THG-Emissionen und Anpassung an Folgen des Klimawandels ist.
- Kommunale Energieversorgungskonzepte, erstellt von Stadtwerken und Kommunen

mit dem Ziel eine dezentrale, lokale und CO₂-neutrale Strom- und Wärmeversorgung herzustellen.

- Energiekonzepte mit Quartiersbezug, die ein kleines Gebiet integriert betrachten, daher wesentlich konkreter, maßnahmen- und damit umsetzungsorientierter sind als die Vorgenannten.

Die Überlegungen aus der Schweiz zur Zero-Emission-City dienen neben weiteren (zum Beispiel die 2000-Watt Gesellschaft) als Beispiel für theoretische Konzepte zur nachhaltigen Stadt.²⁷² Die Vision einer emissionsarmen Stadt ist dabei das Ziel für die Energie- und Verkehrsplanung, für dessen Erreichung erst Maßnahmen entwickelt werden müssen. Die Grundüberlegungen, gerade was die Reduktion des Energiebedarfs angeht, sind richtungsweisend. Aufgrund des Leitbildcharakters bleiben diese eher allgemein und müssen durch lokale Maßnahmen umgesetzt werden. Kommunale Klimaschutzkonzepte hingegen (hier am Beispiel Brandenburgs dargestellt) sind bereits konkreter und enthalten Ziele für die gesamte Kommune, die anhand eines Maßnahmenkatalogs bis zu einem festgelegten Zeitpunkt erreicht werden sollen. Es besteht kein expliziter Quartiersbezug, lediglich „zusammenhängende Teilräume“ der Gemeinde sollen gemeinsam betrachtet werden. Dazu sollen Energie- sowie CO₂-Einsparpotenziale durch Sanierungen und für Neubaugebiete erfasst werden.²⁷³ Die vom Land finanziell geförderten Konzepte haben eher koordinierende Funktion und wenig Anwendungsbezug. Zudem sind sie nur auf Minderung der CO₂-Emissionen ausgerichtet, was den Titel „Klimaschutzkonzept“ grundsätzlich fragwürdig erscheinen lässt.

Kommunale Energieversorgungskonzepte sind deutlich umsetzungsorientierter: In der Regel entwickeln kommunale Stadtwerke Leitbilder und Maßnahmen für die kommunale Umsetzung der Energiewende hin zu einer regenerativen Energieversorgung. Ein gutes Beispiel hierfür ist München, deren Stadtwerke München bis 2025 komplett mit Ökostrom versorgen wollen.²⁷⁴ Der gesamtstädtischen Betrachtung fehlt aber schon

²⁷⁰ vgl. Habermann-Nießé, K. 2012, S. 19

²⁷¹ vgl. Habermann-Nießé, K. 2012, S. 20

²⁷² vgl. Sturm, P. et al. 2009

²⁷³ vgl. Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg 2012, S. 3-7

²⁷⁴ vgl. Libbe, J. et al. 2010, S. 339

aufgrund der Ebene der detaillierte Quartiersbezug. Die Bereiche Gebäudetechnik und Planungsverfahren werden in der Regel gar nicht betrachtet.²⁷⁵ Die Umsetzung bzw. Ausfüllung der übergeordneten Programme erfolgt – wenn Energiebedarf und Energieversorgung gemeinsam betrachtet werden – nur sinnvoll auf Quartiersebene. So sind zur Zielerreichung der genannten Programme weitere Maßnahmen in den Quartieren nötig.

Der Forschungsstand für Energiekonzepte mit Quartiersbezug ist unübersichtlich und gleichzeitig lückenhaft. Es gibt einige Ansätze aus europäischen Forschungsprogrammen und Best-Practice-Beispielen zur Umsetzung kommunaler Energiekonzepte, wie „Concerto“, „Covenant of Mayors“²⁷⁶ oder „Leadership for energy action and planning“ (LEAP)²⁷⁷, die Kommunen raten auf Quartiers- oder Gebäudeebene zu arbeiten. Es werden Potenziale einer integrierten Betrachtungsweise aufgezeigt, Best-Practice-Beispiele dargestellt und Planungsverfahren erläutert. Handlungsempfehlungen für ein Vorgehen auf Quartiersebene liegen jedoch nicht vor – die genannten Ansätze haben viel mehr Dokumentations- als Forschungscharakter und sind oft noch zu weit gefasst. So wird zum Beispiel als ein Ergebnis des Concerto-Berichts gefordert Energiebedarfs- und Versorgungskonzepte für die Gesamtstadt aufzu-

stellen, gleichzeitig aber einschränkend angemerkt, dass dieses nur bis zur Mittelstadtgröße möglich ist.²⁷⁸ Hier stellt sich die Frage, warum man die Betrachtungsebene nicht auf das Quartier legt?

Im britisch-irischen und skandinavischen Raum sind reflektierte Betrachtungen von Referenzbeispielen vorhanden, die direkte Handlungsempfehlungen zur Energiekonzeptplanung mit Quartiersbezug ausgeben. Als Beispiele seien hier Veröffentlichungen der Town and Country Planning Agency (TCPA)²⁷⁹ aus Großbritannien, der Sustainable energy authority of Ireland (SEAI)²⁸⁰ oder Risø von der DTU aus Dänemark genannt²⁸¹. Während die britisch-irischen Ansätze sehr auf den Planungsprozess und auf Schaffung politischer Strukturen zur Umsetzung von regenerativen Energiekonzepten - als Mischung aus Verkehr- und Gebäudeenergieversorgung – bedacht sind, ist die Diskussion und gelebte Praxis in Dänemark deutlich weiter: Die Bedeutung einer integrierten Planung von Energiebedarf und Energieversorgungsstrukturen innerhalb der vorhandenen städtischen Struktur, lokalen Akteurskonstellationen sowie der Bedarf neuer Planungsinstrumente zur energetischen Planung von Städten wird betont. Insgesamt bleiben die Planungsempfehlungen aber noch zu allgemein und unkonkret, was auch an der geleb-



Abb. 25: Energiekonzepte auf verschiedenen Ebenen (Eigene Darstellung)

²⁷⁵ vgl. AGFW 2012, S. 36

²⁷⁶ vgl. DiNucci, M. et al. 2010

²⁷⁷ vgl. Covenant of Mayors 2010

²⁷⁸ vgl. DiNucci, M. et al. 2010, S. 5

²⁷⁹ vgl. LEAP - Town & Country Planning Association 2013

²⁸⁰ vgl. sustainable energy ireland 2008,

²⁸¹ vgl. Larsen, H.; Sønderberg Petersen, L. 2011, S. 14

ten Praxis mit starker KWK und Wärmenetz-
nutzung seit den 1980er Jahren liegen könn-
te.²⁸²

In den Niederlanden gibt es mehrere interes-
sante Modelle wie zum Beispiel das Projekt
„Amsterdam smart city“²⁸³ oder der „Rotter-
dam energy approach and planning“ (REAP).
Der REAP sieht energetische Quartierskon-
zepte als zentralen Baustein für eine nachhal-
tige Stadt an. Leider fehlt diesem Planungs-
modell die zeitliche Dimension und Prozess-
haftigkeit, sodass es bis jetzt noch ein rein
theoretisches Modell ist. Grundsätzlich ist die
Richtung des REAP jedoch korrekt: Eine loka-
le Umsetzung von klimapolitischen Zielen im
Quartier, die bei zunehmender Verbreitung
ihre globale Wirkung erreicht.²⁸⁴

Ein vielversprechender Forschungsansatz ist
„Urban Transform“. Das von der EU teilfinan-
zierte Forschungsprojekt besteht aus sechs
europäischen Großstädten sowie diversen
EVUs und Forschungsinstitutionen aus Pla-
nung und Energie. Anhand von Modellprojek-
ten aus dem Bereich Quartierssanierung und
Konversion bzw. Neubau sollen technische
Varianten und Planungsverfahren entwickelt
werden, die Eingang in ein „Smart Energy
Handbook“ finden sollen. In diesem Hand-
buch sollen anwendungsbezogene Instru-
mente für Evaluation, Finanzierung und Be-
teiligung für die Quartiersplanung zum Um-
bau von Kommunen zur Verfügung stehen.
Ebenso ein Prototyp eines Entscheidungshil-
fetoole für eine integrierte Betrachtung ver-
schiedener energetisch relevanter Themen.
Ergebnisse werden leider erst ab Mitte 2014
vorliegen.²⁸⁵

Für Deutschland gibt es neben diversen Stu-
dien zur CO₂-neutralen Wärmeversorgung
von Neubaugebieten²⁸⁶ oder dem DGNB-
Nachhaltigkeitsindikatorensystem für Quar-
tiere²⁸⁷ wenig Forschungsprogramme oder
Studien, die sich explizit mit energetischer
Quartiersplanung befassen. Ausnahmen bil-
den Veröffentlichungen der AGFW, mit Fokus
auf leitungsgebundene Wärmeversorgung

und praxisorientierte Handlungsempfehlun-
gen für Kommunen (wobei diese nicht wert-
neutral sind)²⁸⁸ sowie die BMWi-
Forschungsinitiative EnEff:Stadt, mit deren
Begleitforschung die energetische Quartiers-
planung systematisiert werden soll. Diverse
geförderte Pilotprojekte sind in den vergan-
genen Jahren ausgewertet und die Ergebnisse
zusammengefasst veröffentlicht worden.²⁸⁹
Die Herausgabe eines Planungsleitfadens für
energetische Quartierskonzepte war für 2012
angekündigt, steht aber bis heute noch aus.

Es bleibt festzuhalten, dass es bislang kaum
systematische Betrachtungen oder Evaluati-
onen energetischer Quartiersplanung und im
Weiteren auch keine Anleitung für Kommu-
nen gibt, wie diese umzusetzen sind. Einzig
[Erhorn-Kluttig 2011] als Zusammenfassung
der EnEff:Stadt Begleitforschung liefert einen
brauchbaren neutralen Überblick, bleibt dann
aber in den Handlungsempfehlungen für
Kommunen sehr oberflächlich, lückenhaft
und wenig systematisch. Es mangelt nicht an
Klimaschutzkonzepten, Energiekonzepten
oder Modellen zur Erreichung einer emissi-
onsarmen Stadt. Viele der genannten Pro-
gramme und Veröffentlichungen enthalten
wertvolle Informationen und Methoden die
auch für die Quartiersplanung von Bedeutung
sind. Aber für die Erstellung eines energeti-
schen Quartierskonzepts in Kommunen müs-
sen Informationen und Planungsanleitungen
mühsam aus verschiedenen Quellen zusam-
mengetragen werden oder Wissen von Exter-
nen eingekauft werden. Es fehlen Veröffentli-
chungen die Technologien, Infrastruktur-
recht, Planungssystematik und Maßnahmen-
kataloge zusammenfassend aufbereiten und
den Kommunen damit Leitlinien zur Errei-
chung von Nachhaltigkeitszielen auf Quar-
tiersebene anbieten: Es fehlt an Instrumenten
zur Koordination der verschiedenen Dimen-
sionen energetischer Quartiersplanung.

²⁸² Ebd.

²⁸³ vgl. Amsterdam Smart City 2013

²⁸⁴ Vgl. Tillie, N. et al. 2009

²⁸⁵ vgl. City of Amsterdam, Physical Planning Department 2013

²⁸⁶ vgl. Fisch, N. et al. 2009

²⁸⁷ vgl. DGNB 2012

²⁸⁸ vgl. AGFW 2012

²⁸⁹ vgl. Erhorn-Kluttig, H. 2011, S.163ff.

4.1.3 Zusammenfassung des Status energetischer Quartiersplanung

Die zentralen Ergebnisse aus Theorie und Praxis der energetischen Quartiersplanung sind nachfolgend kurz zusammengefasst:

- Energie spielt in Bauleitplanung und städtebaulichen Entwürfen zumeist keine Rolle, wird als Zusatz oder gar Last angesehen und in der Regel nur durch engagierte Einzelpersonen thematisiert.²⁹⁰
- Kommunen stehen ausreichende rechtliche Hilfsmittel zur Umsetzung energetischer Belange im Neubau zur Verfügung. In der Quartierssanierung eher weniger, obwohl hier dringender Bedarf bestünde.
- Energetische Quartiersplanung ist ein noch junges Thema. Daher mangelt es oft noch an Fachwissen, Kooperation, Methodik, Planungshilfsmitteln und Integration weiterer energetischer Belange.
- Kommunen sind sich ihrer wichtigen Rolle oft nicht bewusst: Hohe Forderungen an Investoren müssen mit hohen Förderungen und Beratungsangeboten verknüpft werden um akzeptiert zu werden. Die Bedeutung kooperativer Planung, gesteuert durch die Kommune, wird in Bedeutung und Wirkung unterschätzt. So werden Quartiere nicht projektorientiert im Austausch mit den Akteuren geplant, sondern nach dem sektoralen Verwaltungsaufbau was eine rechtzeitige Integration energetischer Belange verhindert.²⁹¹
- Eine Lebenszyklusbetrachtung von Gebäuden und Infrastrukturen findet nicht statt, da als politisches Ziel die CO₂-Emissionsminderung ausgegeben wird, was oft der einzige Aspekt (energetisch) nachhaltiger Quartiersplanung bleibt.
- Positiv ist die beginnende Aufarbeitung der Bedeutung des Quartiers für den Umbau der Energieversorgungsstruktur und die beabsichtigte Entwicklung von Planungsmethoden über Forschungsprojekte wie EnEff:Stadt oder Urban Transform, wobei hier erst die Ergebnisse abgewartet werden müssen.
- Der erst jetzt anlaufende theoretische Diskurs über Methodik findet noch in zu kleinem Kreis, zum Beispiel auf Fachkongres-

sen des Difu statt²⁹² und müsste breitenwirksamer kommuniziert werden. Die vorhandene Literatur ist mehr eine oberflächliche Verfahrenssammlung als eine systematische Anleitung.

Es gibt zahlreiche Programme zum Klimaschutz, Aufbau erneuerbarer Energieversorgungsstrukturen oder zur nachhaltigen Siedlungsentwicklung auf kommunaler Ebene. Deren Umsetzung müsste auf Quartiersebene erfolgen. Bestenfalls über ein energetisches Quartierskonzept, das eine raumbezogene Umsetzung kommunalpolitischer Ziele in Maßnahmen abbildet. Dieses ist jedoch in Deutschland bzw. Mitteleuropa nicht der Fall. Es fehlt an Aktionsprogrammen, Forschungsprojekten und Literatur zu Quartieren – kurz: Es fehlt an Leitfäden und Planungsanleitungen für Kommunen energie- und klimapolitische Ziele wirksam im Quartier umzusetzen.

Forschungsprojekte zu Energiekonzepten haben in der Vergangenheit hauptsächlich die gesamtstädtische Ebene betrachtet, mit Verweisen auf das Quartier. Einige Ansätze davon sind gut und haben Eingang in Kapitel 2.6 sowie das nachfolgenden Kapitel 4.2 gefunden. Den Konzepten fehlt es aber an Systematik, Planungsstrategien und Umsetzungsorientiertheit sowie durchweg einer integrierten Betrachtung energetischer Belange: Der nötige Koordinationsbedarf von energetischen Belangen in der Quartiersplanung wird verkannt. Viele theoretische Abhandlungen befinden sich entweder auf einem sehr abstrakten und technischen Niveau oder sind zu allgemein und enden in allgemeingültigen Schlussfolgerungen. Ein systematischer Ansatz verschiedene Rechtsbereiche, Planungsinstrumente und Prozesse mit wirtschaftlichen und sozialen Fragen über energetische Quartiersbetrachtungen fehlt bislang.²⁹³

Die sechs im ersten Kapitel erläuterten Dimensionen energetischer Quartiersplanung sind ein erster Versuch die energetische Betrachtung von Quartieren zu ordnen. Die Dimensionen lassen sich aber auf Quartiersebene nicht über sektorale Planungen steuern. Diese Dimensionen müssen gemeinsam betrachtet werden und für jede Dimension

²⁹⁰ vgl. Frommer, B. 2010, S. 265

²⁹¹ vgl. DiNucci, M. et al. 2010

²⁹² vgl. Difu 2013

²⁹³ vgl. Khosla, A. (05.09.2013)

müssen Einzelkonzepte erarbeitet werden, die dann zu einem späteren Zeitpunkt zusammengesetzt werden können. Es liegen für fast alle Dimensionen der energetischen Quartiersplanung Instrumente und Konzepte vor. Nur wenn ein Überblick über bestehende Aufgaben und Möglichkeiten der energetischen Quartiersplanung fehlt, kommt es zu der beschriebenen Orientierungslosigkeit der Kommunen und einem unsystematischen Vorgehen, wie es zurzeit in der Praxis besteht. Und unter einer willkürlichen, unsystematischen energetischen Quartiersplanung leiden zwangsweise die Ergebnisse, sodass politisch vorgegebene Ziele nur schwer erreichbar sind.

Die Tendenz zu einer stärkeren Orientierung auf das Quartier als Handlungsfeld des energetischen Stadtbbaus bei Forschungsinitiativen und Förderprogrammen ist jedoch feststellbar. Die EnEff:Stadt Begleitforschung, AGFW-Veröffentlichungen oder der REAP-Ansatz sind positive Beispiele, auch wenn sie nach wie vor wenig systematisch, zu allgemein und kaum umsetzungsorientiert sind. Es ist positiv zu bewerten, dass der DGNB als Pendant zu LEED aus den USA inzwischen nicht nur Gebäude sondern auch Stadtquartiere (integriert!) auf Nachhaltigkeit hin evaluieren will, auch wenn eine Anwendung mit etlichen hundert Kriterien fragwürdig erscheint.²⁹⁴ Der Ansatz des Forschungsprogramms „Urban Transform“, das die Entwicklung eines Planungsinstruments für Quartiere (Strom, Wärme/Kälte, Wasser, Abfall, Nahrung) zum Ziel hat geht in die richtige Richtung – die Ergebnisse bleiben abzuwarten. Der Fokus von Politik und Forschung auf das Quartier ist inzwischen vorhanden, was die Weiterentwicklung des Konzepts des Plusenergiehauses zum „PlusEnergieQuartier“ als Forschungsprojekt der TU Darmstadt²⁹⁵ oder das KfW Programm 432 beweisen. Brauchbare, weiterführende Ergebnisse und eine Systematik für die energetische Quartiersplanung stehen jedoch noch aus.

Das scheint auch der Grund, warum erst in den letzten zehn Jahren vermehrt, jedoch nach wie vor nur vereinzelt, energetische Quartiersplanungen von Kommunen durch-

geführt wurden und sich seit 2011, dem Beginn des KfW-Förderprogramms 432, die Anzahl der Quartierssanierungen vervielfacht hat. Während energetische Quartierskonzepte im Neubau bereits seit längerem vereinzelt bei Vorzeigestadtteilen wie Freiburg Vauban oder Hannover Kronshagen erstellt wurden, ist dieses im Bereich der energetischen Stadtsanierung bis auf wenige Ausnahmen Neuland.²⁹⁶ Dementsprechend sind viele der angestoßenen Konzepte erst im Anfangsstadium, sodass es in Kommunen aufgrund fehlender Literatur oft an Fachwissen bezüglich des Planungsverfahrens zu mangeln scheint (siehe Kapitel 3). Da jedes Quartier anders ist, muss auch jedes Verfahren angepasst werden, was oft zu Kompromissen und damit einer wenig integrierten Betrachtung energetischer Belange führt. Auch gehen mit strikter Durchsetzung energetischer Anforderungen Schwächen in den Bereichen Städtebau (zum Beispiel Bahnstadt Heidelberg) oder Soziales (zum Beispiel Freiburg Vauban und Bahnstadt Heidelberg) einher. Oder Energiekonzepte werden erstellt ohne eine realistische Chance auf deren Umsetzung zu haben. Sei es, weil sie mangelhaft ausgeführt, zu allgemein gehalten wurden oder die Kommune die Maßnahmen nicht finanzieren konnte. Somit lässt sich konstatieren, dass das energetische Quartierskonzept als Instrument nachhaltiger Stadtplanung faktisch weder in der Theorie noch gelebten Praxis vorhanden ist und es hier Handlungsbedarf gibt.

Die Betrachtung energetischer Belange im Quartier muss jedoch grundlegend neu geordnet werden. So gut die technischen oder rechtlichen Konzepte innerhalb der sechs Dimensionen der energetischen Quartiersplanung auch sein mögen – für die Mehrheit der Kommunen sind sie nicht umsetzbar, solange es nicht möglich ist diese Konzepte über ein systematisches Planungsverfahren zu koordinieren und auf von der Planung vorgegebenes Ziel auszurichten. Denn nur bei systematischer Erfassung von Anforderungen und Möglichkeiten aller sechs Dimensionen und dem gezielten Einsatz bestimmter Verfahren lässt sich der energetische Stadtbau auch in der Breite, abseits von Modellprojekten, erfolgreich gestalten.

²⁹⁴ vgl. DGNB 2012

²⁹⁵ vgl. u.a. Hegger, M. (23.08.2013)

²⁹⁶ vgl. Kramer, P. 2010

4.2 Skizze des Planungsinstruments „Energetisches Quartiersenergiekonzept“

Als Fazit zum Stand der energetischen Quartiersplanung werden als erstes Defizite in der Ausrichtung der Stadtentwicklung deutlich: Nachhaltigkeit wird in der Praxis nur in Einzelmaßnahmen betrachtet. Vor wenigen Jahren war dieses zum Beispiel Luftqualität, gefolgt von Flächenversiegelung und nun vor dem Hintergrund des Klimawandels das Thema Energie. Ohne Frage sind dieses wichtige Themen, eine isolierte Betrachtung ist aber nicht ausreichend. Der Nachhaltigkeitsdiskurs wird zunehmend auf Energie ausgerichtet, was nicht per se verkehrt ist. Gerade Energie besteht jedoch aus mehr Bereichen als der Strom- und Wärmeversorgung sowie dem Verkehr. Synergieeffekte zu anderen Bereichen (Wasser, Abfall, Naturräume etc.) werden durch die nahezu ausschließliche Orientierung der Energiepolitik auf die Minderung von CO₂-Emissionen ausgeblendet.

Hierdurch entsteht gerade im Gebäudetechnikbereich eine statische und restriktive Betrachtungsweise: Um eine Minderung der CO₂-Emissionen durch geringere Energiebedarfe umzusetzen, müssen Wärmestandards erreicht werden. Dass für die Erreichung dieser Wärmestandards teilweise Materialien verwendet werden, die höchstwahrscheinlich nicht recycelbar sind (dazu fehlen Langzeiterfahrungen) und dass in diesen Materialien viel graue Energie und andere Ressourcen gebunden sind wird in den Betrachtungen nicht erfasst. Diese eindimensionale Betrachtungsweise setzt sich in der energetischen Quartiersplanung fort.

Als zweites Defizit – in den Fällen wo es zu einer Berücksichtigung der Belange nachhaltiger Stadtentwicklung kommt – ist eine mangelhafte Systematik bei der energetischen Quartiersplanung feststellbar. Bei der Betrachtung der sechs Dimensionen energetischer Quartiersplanung werden je nach Präferenz, oft willkürlich, Maßnahmen vorgeschlagen, ohne dass diese aufeinander abgestimmt wären oder für die Planungsbeteiligten das Verfahren klar wäre. Es fehlt an Fachwissen, Methodik, Planungshilfsmitteln, Kooperation innerhalb der kommunalen Verwaltung wie auch zwischen öffentlichen

und privaten Akteuren und dem Grundsatzproblem der mangelnden Akzeptanz des Themas Energie auf kommunaler Ebene. Daher bedarf es, vor dem Hintergrund der hohen Relevanz des Quartiers für Energieeffizienz, für eine nachhaltige Stadtentwicklung zweierlei:

1. Ein Katalog „Nachhaltige Quartiersplanung“.
2. Der Katalog enthält das Instrument „Energetisches Quartierskonzept“.

Die im Katalog enthaltenen Instrumente müssen in der Lage sein auf die vorhandenen Defizite der Quartiersplanung, die im Laufe dieser Arbeit am Beispiel des Bereichs Energie dargestellt wurden, zu reagieren. Die alleinige Nutzung des Instruments „Energetisches Quartierskonzept“ muss aufgrund enger Verflechtungen, zur Erreichung nachhaltiger Quartiere, langfristig um andere Bereiche ergänzt werden. Daher bedarf es eines Kataloges, der verschiedene Instrumente (Mobilitätskonzept, Abfallkonzept, Wasserver- und Entsorgungskonzept etc.) zusammenführt. Die Instrumente müssen nach einem ähnlichen System aufgebaut sein.

Funktion des Instruments

Das Instrument „Energetisches Quartierskonzept“ muss anders als bisherige Veröffentlichungen und Handlungsempfehlungen konkreter, umfassend, systematisch, automatisch anwendbar und zudem maßnahmenbezogen sein. Wünschenswert wäre es, das Instrument in Form einer Software öffentlich zugänglich zu machen, das auch von Mitarbeitern der Kommunalverwaltung bedient werden könnte und damit einen einfachen Wissenszugang und Überblick über notwendige Planungsschritte ermöglicht. Instrument meint hier wirklich Instrument: Wenn eine Kommune auf Quartiersebene agiert bietet das Instrument eine Auswahl an möglichen Planungsverfahren. Durch diese Eigenschaften dient es den Kommunen als Informationssammlung und Entscheidungshilfe für energetische Quartiersplanung – genau das, was den bisherigen Veröffentlichungen zur energetischen Quartiersplanung bisher fehlt.

Aufbau des Instruments

Das Instrument „Energetisches Quartierskonzept“ hat einen viergliedrigen Aufbau, der sich aus den momentanen Schwächen der energetischen Quartiersplanung ableitet. Die vier Stufen orientieren sich an den verschiedenen Projektstadien: Initiierung des Planungsprozesses, Auswahl des Planungsverfahrens, Konzepterstellung und Projektumsetzung. Daraus ergeben sich als Bestandteile des Instruments: Ein Quartiersanalysetool, eine Sammlung von Planungsanleitungen und Leitfäden, ein Maßnahmenkatalog der Lösungen für die sechs Dimensionen der energetischen Quartiersplanung enthält und abschließend ein Evaluationstool, dass die Umsetzung und Qualitätssicherung gewährleisten soll.

Systematisierung der Planungsverfahren zur Erstellung energetischer Quartierskonzepte

Der erste Baustein des Instruments energetisches Quartierskonzept besteht aus einer Quartiersanalyse. Für jede der sechs Dimensionen werden je fünf Werte abgefragt. Das können zum Beispiel Eigentümerstruktur, Bebauungsstruktur oder momentane Versorgung sein. Mit der Abfrage der Rahmendaten des Quartiers können Aufgabenfelder für die energetische Quartiersplanung erfasst und das Quartier charakterisiert sowie kategorisiert werden. Diese Einordnung dient als Grundlage für alle weiteren Schritte und determiniert das Planungsverfahren, da sich je nach Quartier andere Aufgabenstellungen und damit auch andere Planungsverfahren ergeben.

Es wurde bereits mehrfach auf die Defizite von Kommunen hingewiesen das richtige Verfahren für die Erarbeitung energetischer Quartierskonzepte zu finden. Der zweite Teil des Instruments gibt als Antwort hierauf eine systematische Anleitung nach welcher Reihenfolge welche Arbeitsschritte vorzunehmen sind, was Meilensteine sind, mit welchen Akteuren gesprochen werden muss und wie Arbeitsgruppen zusammengestellt werden sollten. Der zweite Teil soll Strukturen für die erfolgreiche Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts festigen, indem er Planungssystematiken aufzeigt. Welche Systematik ausgewählt und wie diese ausgefüllt

wird, ist von der Quartierssituation abhängig. Nach Auswahl des Planungsverfahrens soll dieses auch unverzüglich eingeleitet werden, um mit der Erarbeitung eines energetischen Quartierskonzepts zu beginnen. Nachdem die Ziele für die energetische Quartiersplanung festgelegt wurden kann mit der Nutzung der dritten Stufe des Instruments begonnen werden.

Dem Instrument ist eine Definition für energetisch nachhaltige Quartiere immanent. Dieser Definition nach sollen Quartiere entwickelt werden. Es bestehen bereits Definitionen für nachhaltige Quartiere, wie zum Beispiel aus dem Schweizer Konzept zur 2000-Watt Gesellschaft²⁹⁷ oder die des DGNB bzw. LEED²⁹⁸. Da für eine systematische Betrachtung von Quartieren quantitative Angaben benötigt werden, muss auch das Ziel eines energetisch nachhaltigen Quartiers über quantitative Werte, ergänzt von qualitativen Faktoren, beschrieben werden können. Die Definition eines energetisch nachhaltigen Quartiers erfolgt über einen Idealwert (zum Beispiel 2000 Watt Energiebedarf pro Tag und Bewohner), der sich über verschiedene Maßnahmen aus einem Maßnahmenkatalog zur energetischen Quartiersplanung erreichen lässt. Der Maßnahmenkatalog ist nach den sechs Dimensionen geordnet und zeigt mögliche Maßnahmen innerhalb der sechs Dimensionen auf, die eine Erreichung der für das Quartier gesetzten Ziele ermöglichen.

In der vierten Projektphase, der Umsetzung, geht es um die Kontrolle der bereits erfolgten Maßnahmen und Abgleich mit dem Ziel des energetischen Quartierskonzepts über quantitative Werte. Dazu bedarf es einer laufenden Evaluation der bereits vorgenommenen Maßnahmen mit den erreichten Werten. Wenn ein bestimmter ökologischer Referenzwert oder finanzieller Wert erreicht werden soll, können durch die Kontrolle Fehlentwicklungen rechtzeitig bemerkt und gegengesteuert werden.

²⁹⁷ vgl. Sturm, P. et al. 2009

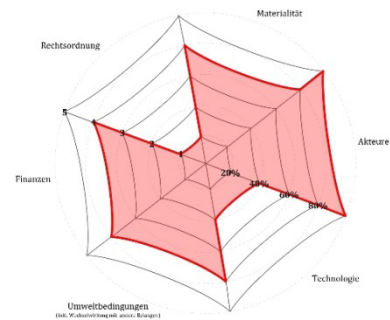
²⁹⁸ vgl. DGNB 2012

1. Eingabe der Rahmendaten

Ziel:

- Beschreibung des Quartiers über die 6 Dimensionen
- Erstellung Anforderungsprofil energetisches Quartierskonzept

- Die Kommune charakterisiert das Quartier, indem ein Fragenkatalog ausgefüllt wird:
 - 6 Dimensionen
 - Je 5 Unterpunkte

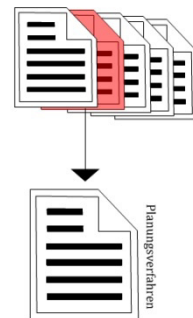


2. Verfahrensanleitung

Ziel:

- Auswahl eines geeigneten Planungsverfahrens
- Initiierung der energetischen Quartiersplanung
- Festlegung von Zielen über Indikatoren

- Sammlung an Planungsleitfäden
- Basierend auf 1. wird ein Verfahren vorskizziert, das der Kommune Handlungsempfehlungen für die Gestaltung des Planungsverfahrens gibt.
- Festlegung von Zielen für das energetische Quartierskonzept

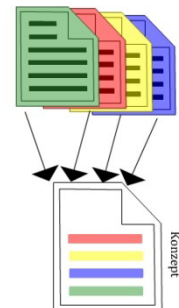


3. Maßnahmenkatalog

Ziel:

- Adaption von vorgeschlagenen Maßnahmen im Quartier
- Umsetzung der Maßnahmen

- Maßnahmen- und Instrumentsammlung für:
 - Gebäude- und Versorgungstechnik
 - Rechtsordnung
 - Finanzierung
 - Akteursaktivierung
- In Abstimmung mit Fachplanern werden ein geeignetes Konzept und Umsetzungsmaßnahmen entwickelt um Ziele zu erreichen



4. Evaluationswerkzeug

Ziel:

- Informationen zum Umsetzungsstatus
- Qualitätskontrolle um bei Fehlentwicklungen reagieren zu können

- Evaluationswerkzeug, mit dem über Indikatoren die Zielerfüllung laufend kontrolliert werden kann.

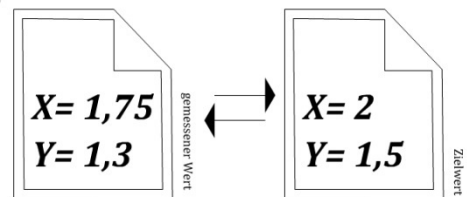


Abb. 26: Skizze des Planungsinstrumentes "Energetisches Quartierskonzept" (Eigene Darstellung)

Die Herausforderung bei der Erstellung des Instruments ist die Zusammenführung bestehender Instrumente und Ansätze. Nur wenn in allen Phasen von energetischen Quartiersplanungen mit gleichbleibenden Zielwerten, Verfahren geplant und evaluiert wird, ist eine erfolgreiche Anwendung des Instruments und damit ein energetisch nachhaltiges Quartier möglich. Für den ersten Teil des Instruments bedarf es einer Vertiefung der Überlegungen aus dem ersten Kapitel zu den Dimensionen energetischer Quartiersplanung und wie diese den Charakter eines Quartiers beschreiben können. Den Dimensionen müssen fünf Kategorien zugeordnet werden (für den Bereich der Rechtsordnung wären zum Beispiel Fragen nach Eigentümern oder der Bauleitplanung für eine Bewertung des Quartiers relevant), die je nach Relevanz für das Quartier unterschiedlich gewertet werden können.

Für den zweiten Teil des Instruments, der Verfahrensanleitung, gibt es zahlreiche Veröffentlichungen die nur zusammengefasst und in konkrete Handlungsanweisungen formuliert werden müssten. Für den dritten Teil des Instruments, eine Maßnahmenammlung die zu einem energetisch nachhaltigen Quartier führt, kann auf bestehendes Wissen zurückgegriffen werden. Hier bedarf es ebenfalls einer Zusammenfassung und einer quantitativen ökologischen sowie ökonomischen Wertung der Maßnahmen. Es gibt bereits Ansätze – wie die DGNB-Zertifizierung zu Stadtquartieren – die in vereinfachter Form und auf das Ziel einer Quartiersplanung hier Anwendung finden könnten.

Für den vierten Teil des Instruments, der Umsetzungskontrolle, müsste die Systematik der Maßnahmenwertung aus dem dritten Teil des Instruments fortgeführt werden. Zur Konzept- und Umsetzungsevaluation gibt es bereits ein Instrument aus der Schweiz, auf das hier zurückgegriffen werden könnte. Das Instrument „Nachhaltige Quartiere by sméo“ dient der frühzeitigen Evaluation von „Vor- und Schwachstellen eines Quartierprojekts unter dem Blickwinkel der nachhaltigen Entwicklung“²⁹⁹. Es kommt dem hier beschriebenen Instrument bereits recht nahe, enthält jedoch keine Anleitung für Planungs-

verfahren und Maßnahmenplanung und dient ausschließlich der Evaluation bereits vorhandener Planungen oder Quartiere. Somit könnte diese Systematik Vorbild für den vierten Teil des Instruments sein.

Benötigte Maßnahmen von Politik und Forschung

Das Ziel des Instruments ist eine einfache Anwendbarkeit für Kommunen, sodass es als Multiplikator fungiert, dessen Wirkung von Einzelmaßnahmen auf die gesamte Siedlungsstruktur Einfluss hat. Kommunen sollten das Instrument für die Planung von Neubauquartieren nutzen, was bei flächendeckender Anwendung zu einer Steigerung der energetischen Nachhaltigkeit von Siedlungen führt und gleichzeitig die negativen Umweltauswirkungen von Siedlungen insgesamt abmindert. Gleichzeitig soll es über Anleitung und Maßnahmen zur energetischen Sanierung den Stadtumbau vorantreiben und so die negativen Umweltwirkungen des Bestands abmindern. Damit diese Breitenwirkung eintritt muss das Instrument alle Phasen der Quartiersentwicklung leiten und vor allem einfach anwendbar sein.

Dieses erfordert von der Stadtforschung die Entwicklung eines derartigen Planungsinstrumentes, das auch wie ein Werkzeug benutzt werden kann. Besonders für kleine Kommunen die nicht über die Kapazitäten verfügen ein Projektteam aus verschiedenen Planungsabteilungen zu finanzieren, wäre ein einfach zu bedienendes Werkzeug wichtig. Dementsprechend müsste das Instrument eine Grobplanung ermöglichen, sodass die Handlungsoptionen für die Kommune deutlich sind und anschließend für die einzelnen Bereiche des Konzepts Fachplaner hinzugezogen werden, die sich um die Ausführungsplanung kümmern. Kurz das Instrument muss sich durch sechs Aspekte auszeichnen, es muss:

- Frei zugänglich sein.
- In der Anwendung einfach (also nur über wenige, aber zentrale Indikatoren verfügen) und damit günstig sein.
- Zielorientiert, verständlich und anwenderorientiert sein.
- Vergleichbar sein, über quantitative Indikatoren.

²⁹⁹ vgl. DuPasquier, A.; Maury, J. 2012

- Übertragbar sein und damit linear zwischen den verschiedenen Planungsschritten.
- Von qualitativen Indikatoren ergänzt werden, um auch nutzerorientierte Quartiere zu schaffen, die nicht rein technisch-wirtschaftlich sondern auch sozial ausgerichtet sind (als Beispiel sei hier Lebensqualität genannt, die sich nicht quantifizieren lässt).

terialströmen, als die reine Fixierung auf CO₂-Minderungsziele.

Demgegenüber liegt bei der Politik die Aufgabe die Grundlagen für die flächige Anwendung des Instruments zu legen. Dieses könnte durch folgende Maßnahmen gefördert werden:

- Schaffung von rechtlichen Mitteln für die Quartierssanierung.
- Ausbau vorhandener Förder- und Forschungsprogramme für Quartierskonzepte, um so Anreize für Kommunen zur Nutzung des Instruments zu schaffen.
- Bekanntmachung des Instruments und der Bedeutung energetischer Quartierskonzepte als Baustein für eine nachhaltige Stadtentwicklung.
- Stärkere Verankerung energetischer Belange im Planungsrecht, um deren Berücksichtigung in der Praxis zu gewährleisten. Denkbar wäre zum Beispiel die Aufnahme energetischer Belange in den Prüfkatalog der Umweltverträglichkeitsprüfung nach §2 Abs. 4 BauGB oder auch für vorhabensbezogene Bebauungspläne die Pflicht zur Aufstellung von Energiekonzepten einzuführen.
- In diesem Zusammenhang bedarf es einer Überarbeitung der Systematik der EnEV, weg von einer reinen Energiebedarfsrechnung im Gebäudebetrieb, hin zu einer technologieoffenen Energiebedarfsbetrachtung über den gesamten Gebäudelebenszyklus. Der Fokus muss auf den nachhaltigen Umgang mit Energie gelenkt werden, der sich nicht alleine durch einen geringen Energiebedarf im Betrieb und U-Werte darstellen lässt, sondern sich auch in Baumaterialien, Sanierungszyklen und Wiederverwertbarkeit manifestiert.
- Insgesamt eine stärkere Ausrichtung auf nachhaltige Stadtentwicklung mit den Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Infrastrukturen, Stoffen und Ma-

5. Kapitel | Energetisches Quartierskonzept Krückau-Vormstegen

Das folgende Kapitel thematisiert den dritten Teil des Fragenkomplexes dieser Arbeit. Das im vorherigen Kapitel aus Hemmnissen sowie Optimierungspotenzialen energetischer Quartierskonzepte abgeleitete idealtypische Verfahren zur energetischen Planung von Quartieren wird in diesem Kapitel, soweit möglich, angewendet. Anhand des Sanierungsgebiets Krückau-Vormstegen in Elmshorn, Schleswig-Holstein, soll die Umsetzung eines energetischen Quartierskonzepts in der Praxis skizziert werden.

5.1 Aufgabenstellung, Vorgehen und Vorbemerkungen

Aufgrund des Fehlens von detaillierten Aussagen zum energetischen Standard des Quartiers Krückau-Vormstegen in der städtebaulichen Rahmenplanung besteht dringender Bedarf zum jetzigen Zeitpunkt, noch vor Baurechtschaffung und den ersten Baumaßnahmen, die Energieverwendung im Quartier zu thematisieren und systematisch zu planen. Im Rahmen dieser Arbeit wird hierfür die Basis geschaffen, in dem neun Arbeitsschritte durchgeführt wurden (siehe unten).

Das Ergebnis ist eine Handlungsmatrix, in der den lokalen Akteuren - im Wesentlichen der Stadt und den Stadtwerken Elmshorn - Aufgaben zugeteilt werden. Diese hat die Einleitung einer energetischen Quartiersplanung zum Ziel. Es muss erwähnt werden, dass die folgenden Ausführungen aufgrund des Umfangs der Arbeit und der Mehrdimensionali-

tät von energetischen Quartierskonzepten lediglich Möglichkeiten für die tatsächlich handelnden Akteure in Elmshorn ausloten und Vor- und Nachteile verschiedener Energieversorgungsvarianten aufzeigen sollen.

Ein nicht unerheblicher Teil der Arbeitsergebnisse basiert auf Annahmen die überprüft und konkretisiert werden müssen. Diese Annahmen sind zwar vor dem Hintergrund intensiver und gründlicher Recherche in Literatur und durch Expertengespräche zustande gekommen, bilden jedoch naturgemäß nur eine Annäherung an tatsächliche Werte ab. In der abschließenden Handlungsmatrix werden die Ergebnisse genannt, die einer Konkretisierung bedürfen. Die Kapitel 5 und 6 dienen als Orientierung, was im weiteren Planungsverlauf beachtet werden muss, welche energetischen Potenziale im Quartier vorhanden sind und wie diese genutzt werden können.

Das Ziel für Krückau-Vormstegen muss die Schaffung eines energieeffizienten, möglichst nachhaltigen Quartiers sein, da diese Ausrichtung zahlreiche Vorteile mit sich bringt, wie in Kapitel 5.4 dargestellt. Dieses Ziel ist der Rahmen für das energetische Quartierskonzept Krückau-Vormstegen, das durch die folgenden strategischen Handlungsfelder bei integriertem Verfahren erreichbar ist:

- Minimierung des Energiebedarfs durch energetische Sanierung auf annähernd Neubaustandard sowie energetisch exzellenten Neubau.

Kapitel	Arbeitsschritt	Seite
5.2	Erfassung der Ausgangslage und der planerischen Rahmenbedingungen	77
5.3	Analyse des Entwicklungsstands, Optimierungspotenziale sowie Handlungsfelder	88
5.4	Skizzierung eines geeigneten Verfahrens zur energetischen Quartiersplanung	95
5.5	Bewertung des momentanen energetischen Zustands durch Erfassung von Energieversorgungsstruktur und Energiebedarf (Wärme/Stromversorgung) im Bestand.	98
5.6	Abschätzung von Energieeinsparpotenzialen im Gebäudebestand durch energetische Sanierungsmaßnahmen im Rahmen des Quartiersumbaus.	99
5.7	Ermittlung des Energiebedarfs des sanierten Gebäudebestands und zweier Neubauvarianten	101
5.8	Ermittlung des Energiepotenzials im Quartier zur Deckung des zukünftigen Energiebedarfs im Quartier durch regenerative Energiequellen.	105
5.9	Die Erstellung von fünf Varianten zur Deckung des Strom- und Heizwärmebedarfs des Quartiers unter den Rahmenbedingungen von Ökonomie, Ökologie und Umsetzbarkeit.	112
6	Entwicklung eines Maßnahmenpakets und Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der Vorzugsvariante.	127

- Nutzung von erneuerbaren Energien zur Quartiersversorgung, aufgrund von Skaleneffekten bei KWK-Nutzung nach Möglichkeit über regenerative Wärmenetze.
- Energetisch effiziente Haushalte und CO₂-arme Mobilität.

5.1.1 Warum ist ein energetisches Quartierskonzept unverzichtbar?

Warum sollte Krückau-Vormstegen über ein energetisches Quartierskonzept möglichst energieeffizient werden, wenn damit ein nicht unerheblicher zusätzlicher Planungsaufwand, langwierige Kooperations- und Koordinationsprozesse sowie weitere finanzielle Belastungen einhergehen?

Der Stadtumbau und die energetische Sanierung des Gebäudebestands werden die zentralen Aufgaben der Stadtplanung in den nächsten Dekaden. Mit der Neuplanung Krückau-Vormstegens und der nötigen Diskussion der Energienutzung im Quartier bietet sich die einmalige Chance diese Dynamik zu nutzen und gleichzeitig die Bestandsgebäude in die Betrachtungen zu integrieren. So lässt sich modellhaft vorführen wie energetische Sanierung und Quartiersversorgung über erneuerbare Energien in Elmshorn möglich ist. Bei Gelingen der Gesamtplanung kann Krückau-Vormstegen ein Symbol für gesteigerte Lebensqualität durch Sanierung und Symbiose von Alt- und Neubauten in der Region sein. Es geht um die Schaffung eines Referenzbeispiels, einer Marke die etwas Unverwechselbares hat und die als Vorbild für den Rest Elmshorn gelten kann.

Auch bringt die gemeinsame Betrachtung von Energieeffizienzsteigerung im Bestand und neuer, regenerativer Energieversorgung auf Quartiersebene den Vorteil mit sich, dass die nicht sanierbaren Gründerzeitfassaden nicht aufwändig und damit ökonomisch vollsaniert werden müssen. Durch die Umstellung der Energieversorgungsstruktur lässt sich in diesem Fall viel mehr für den Klimaschutz und mittelfristig für die Senkung der Energiekosten erreichen, als bei Einzelbetrachtungen.

Weitere Vorteile liegen in der integrierten Betrachtungsweise des Quartiers unter energetischen Gesichtspunkten: Aufgrund der unbestrittenen Bedeutung von Energie für

Ökologie aber mit zunehmenden Rohstoffpreisen auch Ökonomie lassen sich für alle Akteure in Elmshorn Vorteile erreichen.

Für die Stadt Elmshorn kann das Quartier, wie genannt, zum Multiplikator für den energetischen Stadtumbau und die Erreichung der Ziele aus dem kommunalen Klimaschutzprogramm aber auch überregionales Aushängeschild werden, mit dem gezielt Marketing betrieben werden könnte. Nachhaltige Immobilien können zu einem Standortvorteil gegenüber umliegenden Kommunen werden. Nebenbei sinken durch hohe energetische Standards Betriebskosten in den eigenen Liegenschaften und die Abhängigkeit vom Import fossiler Rohstoffe nimmt ab, sodass finanzielle Aufwendungen für die Konzepterstellung bereits kompensiert werden können. Zudem verbessert sich die Qualität der Gesamtplanung für Krückau-Vormstegen und auch die Lebensqualität der Bevölkerung, was eine dauerhafte Nutzung der Immobilien sicherstellt und damit indirekt über Steuereinnahmen der Stadt zugutekommt. Auch bleibt ein Teil der Handwerker- und Energiedienstleistungen über Steuereinnahmen in der Kommune und steigert die lokale Wertschöpfung.

Die Stadtwerke Elmshorn haben die Möglichkeit der Erschließung neuer Geschäftsfelder durch Anlagen-Contracting und Beratung. Die anstehende Wandlung vom Versorger zum Dienstleister wird somit beschleunigt. Eine langfristige Kundenbindung und die Umsetzung des Konzepts „100% EE-Region“ sind zusätzlich erreichbar (siehe Kapitel 5.2).

Für die Nutzer ergeben sich geringere Wohnkosten, eine hohe Lebensqualität durch gesunkene Emissionen (Verbesserung von Gesundheit, Sicherheit, Wohlbefinden) und ein individueller Beitrag zum Klimaschutz durch effiziente Nutzung regenerativer Energien.

Die Investoren werden durch die Energiestandards und weitere Anforderungen bei den Investitionskosten stärker belastet. Gleichzeitig ist der hohe Energiestandard für die Vermarktung verwendbar, die hohe bauliche Qualität garantiert eine langfristige Wertstabilität und hohen Nutzungsgrad. Zudem sind Fördermittel der KfW, BAFA, Schleswig-Holsteins oder der Stadt Elmshorn nutzbar.

Auch weitere Akteure können vom energetischen Quartierskonzept Krückau-Vormstegen profitieren. Als Beispiel sei hier die Sparkasse Elmshorn genannt, die über Beratung von Investoren und sanierungswilligen Eigentümern zusätzliche Kunden generieren kann.

5.2 Merkmale des Plangebietes

Im folgenden Kapitel werden die Rahmenbedingungen des Standorts Elmshorn, des Sanierungsgebiets Krückau-Vormstegen sowie bisheriger Planungen erfasst um diese aus energetischer Sicht zu bewerten. Damit wird die Basis zur Erstellung des technisch-wirtschaftlichen Energiekonzepts für Krückau-Vormstegen gelegt.

5.2.1 Stadt Elmshorn

Standort Elmshorn

Elmshorn liegt etwa 30 Kilometer nordwestlich von Hamburg im Kreis Pinneberg, im Bundesland Schleswig-Holstein. Mit einer Fläche von 2.137 Hektar und 2.324 Einwohner pro Quadratkilometer hat die Mittelstadt im Mai 2013 49.717 Einwohner. Die relative Nähe zu Hamburg führt zu intensiven Pendlerbeziehungen, unter anderem über den täglich von 12.000 Menschen genutzten Bahnhof, über den der Hamburger Hauptbahnhof in etwa einer halben Stunde erreichbar ist. Ebenso ist die Autobahn 23, mit einer eigenen Anschlussstelle, eine wichtige Verkehrsanbindung für Elmshorn.³⁰⁰ Die Arbeitslosenquote in Elmshorn beträgt lediglich 5,1 Prozent³⁰¹.

Die Einwohnerentwicklung Elmshorns in den letzten fünf Jahren ist mit einem Anstieg um 1.008 Einwohner positiv, wobei diese sich vorwiegend aus Zuzügen generieren. Betrachtet man die Demographie, müsste sich dieser Trend umkehren. Der Bevölkerungszuwachs von rund zwei Prozent in den letzten fünf Jahren ist sicherlich auch mit der Nähe zu Hamburg erklärbar. Nach Prognosen soll dieser Trend – eben aufgrund der Lage Elmshorns in der Metropolregion Hamburg, im Einzugsgebiet der „wachsenden Stadt“ – weiter anhalten.³⁰² Dementsprechend wird

auch die Nachfrage nach Wohnraum in Elmshorn in den kommenden Jahren zunehmen. Neben dem Zuzug aus dem Umland und Hamburg, wo Bauland durchschnittlich dreimal so viel wie in Elmshorn (etwa 180 €/m²) kostet³⁰³, steigt der individuelle Wohnraumbedarf ähnlich dem nationalen Trend weiter an, sodass bis 2030 von einem zusätzlichen Wohnraumbedarf von etwa 1.500 Wohneinheiten ausgegangen wird.³⁰⁴

Elmshorn lässt sich grob in vier unterschiedliche Bereiche gliedern, die durch Barrieren erklärbar sind: Die Krückau, ein Nebenfluss der Elbe, teilt das Stadtgebiet von Osten nach Westen, die Bahntrasse von Norden nach Süden. Diese Barrieren kreuzen sich im Stadtzentrum. Elmshorn ist historisch bedingt eher als Industrie- und Gewerbestadt, denn als Wohnstadt strukturiert. Die Wohnfunktion mit einer intensiven Pendlerbeziehung zwischen Elmshorn und Hamburg hat erst in den vergangenen Jahrzehnten an Bedeutung gewonnen³⁰⁵. Dementsprechend ist dieses in der Stadtstruktur und insbesondere im Zentrum ablesbar. Südlich der Krückau und westlich an die Bahntrasse angrenzend sind die industriellen Strukturen und deren geänderte Betriebs- und Flächenanforderungen sichtbar: Ein nicht unerheblicher Leerstand, die Trennung der Funktionen Wohnen, Arbeiten und Einkaufen haben historische Stadtstrukturen überformt, sodass es zu zahlreichen städtebaulichen Brüchen im Stadtbild gekommen ist und dieses durch weggefallene Nutzungen „perforiert“ wurde. Daraus ergeben sich jedoch erhebliche Potenziale für Nach- oder Umnutzungen.³⁰⁶



Abb. 27: Einkaufsstraße Elmshorn (Eigene Darstellung)

³⁰⁰ vgl. Stadt Elmshorn 2013a

³⁰¹ vgl. Arbeitsagentur Elmshorn 2013

³⁰² vgl. Institut Raum & Energie 2011

³⁰³ vgl. Metropolregion Hamburg 2013

³⁰⁴ vgl. BIG Städtebau GmbH 2010

³⁰⁵ vgl. Fronzek, B. (17.07.2013)

³⁰⁶ Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2012

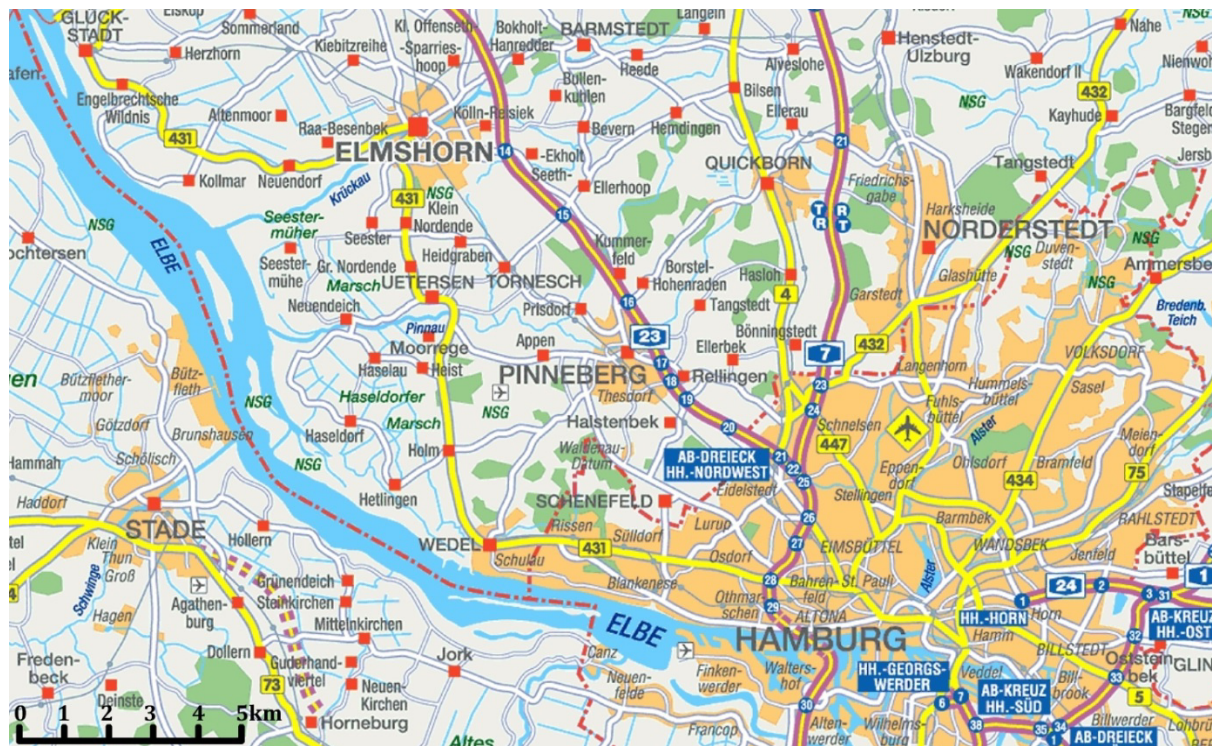


Abb. 28: Lage Elmshorns (Eigene Darstellung nach Ralf Brennemann)



Abb. 29: Lage Krückau-Vormstegens im Elmshorner Stadtgebiet (Eigene Darstellung)

Der Stadtkern mit Haupteinkaufsstraße, zentralen Einrichtungen und Dienstleistungen befindet sich nördlich der Krückau und ist kleinteilig strukturiert. In den Erdgeschossen befindet sich vorwiegend Einzelhandel, in den Obergeschossen Büros und Wohnungen, sowie Gemeinbedarfs- und Kultureinrichtungen. Die Kleinteiligkeit führt zu einer erhöhten Aufenthaltsqualität, was Elmshorn als Einkaufsstandort - in Verbindung mit den südlich der Krückau angrenzenden Parkmöglichkeiten im Stadtteil Vormstegen – für das Umland äußerst attraktiv macht. Gleichzeitig ist der industriell geprägte und vom Strukturwandel perforierte Stadtteil Vormstegen einer der genannten Brüche im Stadtbild, den es mittelfristig zu entwickeln gilt. Das Quartier Vormstegen wird städtebaulich stark von den Betrieben Peter Kölln KGaA, einem großen Lebensmittelproduzenten und Teppich

Kibek und deren historischen Betriebsgebäuden geprägt, die als Kulturdenkmäler eingetragen sind (siehe Kapitel 5.1.2, S.81).³⁰⁷

Mit einem Einzugskreis von bis zu 120.000 Menschen übernimmt Elmshorn, obwohl es die Bezeichnung Mittelstadt trägt, einige Funktionen eines Oberzentrums für den Landkreis Pinneberg. Neben der Verwaltung, Einkaufs- und Arbeitsort ist Elmshorn ebenfalls Bildungsstandort. So befindet sich in Elmshorn die privat getragene Fachhochschule NORDAKADEMIE mit etwa 1.400 Studierenden.³⁰⁸

Das von den Bürgern Elmshorns direkt gewählte Bürger-Kollegium stellt das höchste politische Gremium Elmshorns dar. Dieses wird seit 1945 traditionell von der SPD-Fraktion bestimmt, die zusammen mit den Grünen seit der letzten Wahl im Mai 2013 über eine stabile Mehrheit verfügen. Die Schnittstelle zwischen Verwaltung und Politik obliegt der Bürgermeisterin, Dr. Brigitte Fronzek (SPD), die ihr Amt seit 17 Jahren innehat. Aufgrund ihres Nichtantretens bei der Wahl im Herbst 2013 wird dieses Amt vom ersten Stadtrat, Volker Hatje (parteilos), weitergeführt. Die Zusammenarbeit zwischen

³⁰⁷ vgl. Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2012

³⁰⁸ vgl. NORDAKADEMIE gemeinnützige AG 2013

Politik und Verwaltung wird von allen Seiten als gut beschrieben und auch in der politischen Landschaft herrsche Konsens über die wichtigsten Themen der Kommunalpolitik.³⁰⁹

Die Situation der kommunalen Finanzen ist aktuell eher angespannt. Jahren mit Überschüssen folgten Jahre mit defizitären Haushalten: Der Überschuss von 6,7 Millionen Euro aus 2011 reicht nicht aus um die aufsummierten Verluste von 9,3 Millionen Euro aus den Vorjahren aufzufangen. Auch für 2012 und 2013 ist mit einem Defizit zu rechnen. Ursächlich hierfür seien steigende Personal- sowie insbesondere Sozialausgaben. Eine Entspannung der Lage sei erst ab 2014 zu erwarten, von großen Einnahmesprüngen sei jedoch nicht auszugehen.³¹⁰

Ziele und Projekte der Stadtentwicklung

Im „Integrierten Stadtentwicklungskonzept“ (ISEK) von 2007 wird klar benannt, dass es Elmshorn an Kompaktheit, klar abgegrenzten Quartieren, einer Hierarchie von Zentrum zum Rand, Vernetzung und klarem Übergang von Stadt und Landschaft sowie Erhaltung von Grünzügen mangelt. Während Elmshorn sehr durchgrünt ist – die Krückau niederung bietet großes Potenzial und diverse Parks im Stadtgebiet sorgen für ausreichend Naturräume und ein gutes Mikroklima – ist die Siedlungsentwicklung dispers. Insbesondere die Verlagerung zentrumsrelevanten Einzelhandels an die Autobahnanschlussstelle Elmshorn vor etwa zehn Jahren hat zu einer zunehmenden Zersiedlung und damit auch zu einem erhöhten Verkehrsaufkommen geführt. Ist in den äußeren Stadtbereichen eine überdimensionierte Straßenführung und die Barrierewirkung der Bahntrasse problematisch, ist es im Innenstadtbereich die hohe Verkehrsbelastung und der Platzbedarf des ruhenden Kfz-Verkehrs. Im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung bedarf es mittelfristig einer deutlichen Optimierung der Stadtstruktur.³¹¹

Im ISEK wurden für Elmshorn Konzepte und Projekte entwickelt, die im Rahmen des Bund-Länder-Programms Stadtumbau West gefördert werden. Die im ISEK entwickelten

Konzeptionen gelten auch als langfristige Leitlinien der Stadtentwicklung. Der Maßnahmenswerpunkt der Stadtentwicklung liegt in Elmshorn auf der erweiterten Innenstadt rund um die Krückau und den Bahnhof – die Innenentwicklung ist somit städtebaulicher Leitgedanke für die Gesamtstadt.³¹² Der steigende Wohnraumbedarf, die genannte suboptimale Stadtstruktur und schlichtweg der Mangel an Erweiterungsflächen im Stadtgebiet machen die Ausbildung der Innenstadt als Wohnstandort unabdingbar. Daher gilt es den gesamten Innenstadtbereich durch diverse Maßnahmen aufzuwerten. Diese umfassen eine verkehrliche Entlastung der Innenstadt, Nachverdichtung, die Stärkung des Stadtzentrums durch Kultur, Verwaltung (unter anderem der Bau eines neuen Rathauses), Bildungsangebote und eine Erweiterung des Einzelhandelsangebots um die Zentralität sowie Bedeutung Elmshorns Innenstadt für die Region weiter zu stärken.³¹³ Die Verbindung der einzelnen Stadtteile über die Barrieren Krückau und Bahntrasse hinweg und damit eng verknüpft die Neugestaltung des Bahnhofs und dessen Umfeld hat eine erhöhte Priorität. Aus diesem Grund wurde das Bahnhofsumfeld als Sanierungsgebiet ausgewiesen. Beabsichtigt werden eine optische Aufwertung des Bereiches, die Neuordnung des Verkehrs sowie eine Verbesserung der Anbindung an die Innenstadt. Ein städtebaulicher Wettbewerb wurde 2010 durchgeführt, dessen Ergebnisse in einem Rahmenplan zusammengefasst wurden. Als zweites Sanierungsgebiet wurde der südliche Innenstadtbereich, Krückau-Vormstegen, ausgewiesen. Auf der Konversionsfläche soll langfristig ein Mischgebiet entstehen, das einen Großteil der genannten Funktionen aufnehmen könnte (siehe hierzu Kapitel 5.1.2).³¹⁴

Energieverbrauchs- und Versorgungsstruktur Elmshorns

Der größte Anteil am 2007 etwa 1.219 GWh betragenden Endenergieverbrauch entfiel mit 37,1 Prozent auf den Sektor Industrie und Gewerbe, gefolgt von den Bereichen private Haushalte und Verkehr mit 31,4 respektive 29,3 Prozent. Die restlichen 2,2 Prozent entfielen auf die kommunale Verwaltung. Be-

³⁰⁹ vgl. Fronzek, B. (17.07.2013)

³¹⁰ Ebd.

³¹¹ vgl. Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2012

³¹² Ebd.

³¹³ vgl. Fronzek, B. (17.07.2013)

³¹⁴ vgl. Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2011

sonders seit 1995 kam es im Verkehrsbereich und bei den privaten Haushalten zu einer deutlichen Zunahme des Endenergieverbrauchs. Damit steht die Entwicklung Elms-horns der von vergleichbaren Gemeinden entgegen, in denen es in diesem Zeitraum insbesondere im Bereich von Industrie und Gewerbe zu einer deutlichen Abnahme des Endenergieverbrauchs gekommen ist.³¹⁵

Die Energieversorgung Elms-horns basiert mehrheitlich auf fossilen Energieträgern. Während der vom lokalen Netzbetreiber, den Stadtwerken Elmshorn, angebotene Strom-mix ausschließlich aus regenerativen Ener-giequellen oder KWK stammt (die allerdings größtenteils außerhalb des Stadtgebiets lie-gen und nur zu geringen Anteilen Eigenanla-gen sind)³¹⁶, wird die Wärmeversorgung mehrheitlich über Zentralheizungen (85,3 Prozent) mit fossilen Brennstoffen bereitge-stellt. Fernwärme macht einen Anteil von 6,4 und Blockheizungen einen Anteil von 0,9 Pro-zent aus. Der motorisierte Verkehr bezieht seinen Energiebedarf ausschließlich aus her-kömmlichen Kraftstoffen, sodass hier der Bundesschnitt ebenso für Elmshorn gilt.³¹⁷

Klimaschutz und weitere Maßnahmen für eine nachhaltige Stadtentwicklung

Das Stadtverordneten-Kollegium hat 2011 das sogenannte „Integrierte kommunale Kli-maschutzkonzept“ beschlossen. Im Rahmen einer Förderung durch das BMU wurde das Klimaschutzkonzept unter der Mitwirkung diverser lokaler Akteure aus Stadtentwick-lung, Verwaltung, lokalen Unternehmen und Politik erstellt³¹⁸. Das Klimaschutzkonzept reicht bis 2020 und ist in den Zeitraum des Aktionsplans 2011 bis 2014, sowie die Be-trachtung des Zeitraums von 2015 bis 2020 unterteilt. Das Konzept beinhaltet eine Be-standsaufnahme des gesamtstädtischen Energieverbrauchs, der CO₂-Emissionen und sieben allgemein gefasste Handlungsfelder mit insgesamt 43 Maßnahmen zur Emis-sionsminderung. Die Maßnahmen spannen sich zwischen den Bereichen Steigerung der Ener-

gieeffizienz und Ausbau der regenerativen Energieversorgung auf.³¹⁹

Das „Integrierte kommunale Klimaschutz-konzept“ hat dabei mehr den strategischen Charakter einer Absichtserklärung und für die Verwaltung in der täglichen Arbeit keine bindende Wirkung. Das liegt auch an der wenig konkreten Ausgestaltung, die aber eine solide Basis für die weitere Konkretisierung bietet. Die konkrete Ausgestaltung dieser Handlungsfelder in Aktionsprogramme ob-liegt dem für Klimaschutz zuständigen Ver-waltungsmitarbeiter in der Stadtplanungsab-teilung³²⁰.

In der Bilanzierung der bisherigen Anstren-gungen Elms-horns und dem daraus resultie-renden CO₂-Ausstoß bzw. Energieverbrauch wird deutlich, dass Elmshorn in einigen Be-reichen Nachholbedarf hat. Insgesamt ist es in den vergangenen Jahren zu einer nur ge-ringen Senkung von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen gekommen. Insbesondere im Verkehrsbereich kam es zu einer deutlichen Steigerung des CO₂-Ausstoßes, auch in ande-ren Bereichen bleiben die Emissionssenkun-gen unter dem Bundesschnitt. Bei den „bise-rigen Klimaschutzaktivitäten“ handelt es sich vorrangig um Einzelmaßnahmen, Pilotprojek-te oder Absichtserklärungen. Diese sind für sich genommen zwar gut, erzielen aber keine deutliche Verringerung von Endenergiebe-darf oder CO₂-Ausstoß. So werden auch die selbst gesteckten Ziele einer Verringerung des CO₂-Ausstoßes um zehn Prozent alle fünf Jahre mit dem Beitritt zum „Klima-Bündnis“ nicht erreichbar sein. Die Schwerpunktmaß-nahmen des Klimakonzepts sind die Einfüh-rung eines integrierten Klimaschutzmanage-ments, eine verstärkte energetische Sanie-rungstätigkeit in Elmshorn, ein Kataster für erneuerbare Energien sowie die Schaffung eines Radverkehrsnetzes.³²¹

Es ist positiv zu bewerten, dass ein kommu-nales Klimaschutzkonzept existiert. Aller-dings bedarf dieses einer Überarbeitung so-wie Konkretisierung. Eine Konkretisierung

³¹⁵ vgl. Stadt Elmshorn 2012b, S. 3

³¹⁶ vgl. Stadtwerke Elmshorn 2011

³¹⁷ vgl. Zensusdatenbank Zensus 2011' 2013

³¹⁸ vgl. Stadt Elmshorn 2012b, S. 8

³¹⁹ vgl. Stadt Elmshorn 2012b, S. 9

³²⁰ vgl. Pietrucha, M. (17.07.2013)

³²¹ vgl. Stadt Elmshorn 2012b, S. 10ff



Abb. 30: Kreuzung Vormstegen Schauenburger Straße (Eigene Darstellung)

wird partiell bereits vorgenommen, müsste aber für alle Bereiche systematisch und verbindlich erfolgen, um eine breitere Wirkung der Maßnahmen zu erzielen. Auch fehlt es an Möglichkeiten zu einer exakten Evaluierung des Ist-Zustandes von Energieverbräuchen und CO₂-Emissionen, sodass eine Bewertung von Einzelmaßnahmen kaum möglich ist³²².

Seit 1996 existiert ein Klimaschutzfonds, der für Elmshorn sowie zehn Umlandgemeinden Finanzmittel bei der Installation von Kleinanlagen zur Energiegewinnung aus erneuerbaren Energiequellen zur Verfügung stellt. Für 2013 stehen dem Klimaschutzfonds über 50.000 Euro aus kommunalen Mitteln zur Verfügung. Im vergangenen Jahr wurde mit einer ähnlichen Summe der Bau von über 50 Photovoltaik und Solarthermie-Anlagen gefördert. Mit der Einführung des Klimaschutzmanagements der Stadt Elmshorn 2012 wurden verstärkt weitere Aktionen und Projekte für den Klimaschutz initiiert. Dazu gehört die Förderung umweltgerechter Mobilitätsformen, Energiesparinitiativen privater Haushalte und Informationskampagnen zur energetischen Sanierung, Nutzung erneuerbarer Energien und deren Effizienzsteigerung.³²³ Während die Stadtwerke Elmshorn ein Konzept zur unabhängigen Stromversorgung Elmshorns zu 100 Prozent aus lokalen, regenerativen Energiequellen erarbeiten³²⁴, wird im Planungsamt ein Bewertungssystem zur Optimierung von städtebaulichen Entwürfen und Bauleitplänen nach dem Vorbild Essens bzw. Augsburgs³²⁵ entwickelt, das bei allen Planungen in Elmshorn zukünftig hin-

³²² vgl. Pietrucha, M. (17.07.2013)

³²³ vgl. Stadt Elmshorn 2013b, S.2

³²⁴ vgl. Wionzek, M.; Schuhknecht, S. (20.06.2013)

³²⁵ vgl. Stadt Augsburg 2007



Abb. 31: Buttermarkt (Eigene Darstellung)

zugezogen werden soll. Das Konzept befindet sich jedoch noch im Planungsstatus.³²⁶

Zusammenfassend muss konstatiert werden, dass in Elmshorn Klimaschutz und nachhaltige Stadtentwicklung erst in den letzten Jahren als Thema Einzug in Politik und Verwaltung gefunden hat. Trotz der in den letzten Jahren guten Ansätze, besteht hier ein erheblicher Nachholbedarf, um diese beiden Themen als Querschnittsthemen fest in Stadtentwicklung, Lokalpolitik und auch im Bewusstsein der Bewohner zu integrieren.

5.2.2 Quartier Krückau-Vormstegen

Bestandsanalyse des Sanierungsgebiets und dessen Umfeld

Das Sanierungsgebiet Krückau-Vormstegen umfasst 18,5 Hektar und grenzt südlich an die „Rückseite“ der Elmshorner Innenstadt. Es wird im Osten durch die Bahntrasse begrenzt, im Norden durch die Straße Wedenkamp und die Krückau, im Westen von der neu errichteten Hafenuferspanne, einer Klappbrücke und Entlastungsstraße für den Innenstadtbereich, im Süden durch die vierspurige Reichen- sowie Westerstraße und den Industriekomplex der Peter Kölln KGaA. Das Plangebiet wird von leerstehenden Industriegebäuden, Brachflächen die als Parkraum genutzt werden (etwa 550 PKW-Stellplätze)³²⁷ und einzelner Wohnbebauung geprägt. Die Bebauungs- und die Nutzungsdichte entsprechen nicht der innerstädtischen Lage des Gebiets. Auch ist Krückau-Vormstegen nicht als Stadtteil erkennbar, sondern wirkt wie eine städtische Restfläche.

³²⁶ vgl. Pietrucha, M. (17.07.2013)

³²⁷ vgl. BIG Städtebau GmbH 2011



Abb. 32: Rahmenplan Krückau-Vormstegen, Stand 2011 in freiem Maßstab, genordet (Stadt Elmshorn 2011)

Das Areal gliedert sich in drei verschiedene Teilbereiche: Das Quartier Vormstegen ist geprägt von großen, verlassenen Produktionsgebäuden in Backsteinbauweise (u.a. Teppich Kibek), einer dörflich anmutenden kleinteiligen Wohnbebauung aus der Gründerzeit sowie mehrgeschossigem Wohnungsbau aus den achtziger Jahren und vereinzelter Einzelhandelsnutzung.

Das Gelände rund um den Buttermarkt, ein als Marktplatz und Parkfläche genutztes Areal, wird im Norden von den Rückseiten der Haupteinkaufsstraße Elmshorn sowie der kanalisierten Krückau begrenzt. Zur Bahntrasse sowie nach Süden befinden sich brachgefallene Gewerbeflächen. Das Gelände nördlich und südlich der Krückau wird zum einen durch die Silhouette der Kölln-Werke, die das Stadtbild schon von weitem mit ihren historischen Gebäuden und dem Bezug zur industriellen Hafennutzung am Südufer bestimmen, zum anderen von Parkplätzen geprägt. Der gesamte Stadtteil wird durch starkes MI-Verkehrsaufkommen belastet – gleichzeitig ist das durch die vielen Brachflächen verfügbare Parkplatzangebot ein wich-

tiger Standortfaktor für den Einzelhandelsstandort Elmshorn.³²⁸

Der Elmshorner Bahnhof ist innerhalb weniger Gehminuten oder per ÖPNV aus dem Sanierungsgebiet Krückau-Vormstegen erreichbar. Durch die anstehende Bahnhofsumgestaltung wird dieser als Eingang zur Innenstadt, Überbrückung der Bahntrasse und Verknüpfungspunkt zwischen verschiedenen Verkehrsträgern ausgebildet. Ein zentraler Omnibusbahnhof soll in das Bahnhofsumfeld integriert werden, sodass der Stadtteil Krückau-Vormstegen unmittelbar an den Knotenpunkt von ÖPNV und Stadtstruktur angrenzt.³²⁹

Krückau-Vormstegen liegt in der Krückau-Niederung, einem Grünraum, der entlang der Krückau von Ost nach West verläuft. Der Grünraum schafft eine hohe Qualität im Stadtgefüge und bietet wichtige Funktionen für Elmshorn – Erholungsraum, Frischluftschneise und Ausgleichsfläche für den Naturhaushalt – an. Durch die ehemalige Hafennutzung und Kanalisation der Krückau ist dieser Naturraum im Projektgebiet unterbrochen.

³²⁸ vgl. Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2011

³²⁹ vgl. Stadt Elmshorn 2012b, S. 4



Abb. 33: Skizze Buttermarkt (Stadt Elmshorn 2011)



Abb. 34: Hafenpanorama (Stadt Elmshorn 2011)



Abb. 35: Knechtsche Hallen (Eigene Darstellung)

Trotz der zentralen Lage des Quartiers sind damit diverse Park- und Freiflächen in der näheren Umgebung vorhanden.

Die Stadtstruktur südlich des Quartiers ist geprägt von Logistikhallen, mehrgeschossigen und großflächigen Gewerbe- sowie Verwaltungsbauten. Südöstlich der Bahnlinie entlang der Ausfallstraße Richtung Autobahn besteht die Wohnbebauung aus mehrgeschossigen Zeilen- und Reihenhäusern neben der vorherrschenden Einzelhausbebauung.

Wie bereits erwähnt ist die nördlich angrenzende Innenstadt Elmshorns von kleinteiliger Struktur. Vom Bahnhof bis zur Hafenuferlinie zieht diese sich wie ein Riegel, welche die nördliche Bebauungsstruktur mit größeren, gewerblichen- sowie Mehrfamilienhausstrukturen entlang der Bahntrasse, sowie Einzel- und kleinerer Mehrfamilienhausstrukturen in Blockrandbebauung vom Quartier abgrenzt. Die Umgebung charakterisiert sich somit durch eine besonders im Norden differenzierte, kleinteilige Bebauungsstruktur, in der großflächige Wohn- oder Gewerbestrukturen insbesondere südlich des Quartiers eingestreut sind. Städtebauliche oder funktionale Verbindungen in das Quartier

sind nicht gegeben – das Quartier liegt vielmehr zwischen den Stadtteilen als Durchgangs oder Parkraum für den MIV, ohne diese zu verbinden.

Rahmenplan Krückau-Vormstegen

Das Ziel des Rahmenplans ist die Erweiterung des Stadtzentrums nach Süden unter Einbeziehung des Hafens. Der Stadtteil Krückau-Vormstegen soll die Fortsetzung der bestehenden Stadtstruktur werden und den Übergang von der Innenstadt mit einer Ausweitung des Einzelhandelsangebots hin zum Wohnstandort Elmshorn schaffen, indem etwa 550 neue Wohneinheiten entstehen. Nach dem Prinzip der „kompakten Stadt der kurzen Wege“ soll der Rückwärtigkeitstrend in die Städte durch eine Wohnraumentwicklung für Familien aufgegriffen werden, sodass unterschiedliche, vorwiegend kleinparzellierte Bautypologien zugelassen werden. Neben gereihten Stadthäusern sind ebenso Mehrfamilienhäuser vorgesehen, die sich an der bestehenden innerstädtischen Baustruktur, drei Vollgeschosse plus Staffel, orientiert.³³⁰

Ein zentrales Element ist die Neugestaltung der Freiräume zwischen Hafen und Buttermarkt, der städtebaulich gefasst und durch mehrere Gassen mit der Altstadt verbunden werden soll. Es entsteht ein offener Raum in Ost-West Richtung der in Verbindung mit einer Bahnunterführung im Westen die Durchgänglichkeit des Stadtteils sicherstellen soll. Um den Buttermarkt herum sollen durch Neubauten Flächen für Einzelhandel und Gewerbe zur Verfügung gestellt werden. In der gerasterten Blockrandbebauung sind in den Obergeschossen Wohnnutzungen vorgesehen. Der Buttermarkt soll vom Kfz-Verkehr

³³⁰ vgl. Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2011 S. 23f

freigehalten werden. Abstellflächen sollen in Tief- oder Hochgaragen zur Berliner Straße im Westen eingerichtet werden.³³¹

Im Gebiet Vormstegen soll ein Teil des Gebäudebestands erhalten bleiben. Die „Knechtschen Hallen“ sollen zu einem Kulturzentrum umgebaut werden, dass gleichzeitig weitere Funktionen für das Quartier übernehmen könnte. Der innere Bereich des Quartiers ist als kleinteilige Wohnbebauung vorgesehen, die sich in die vorhandenen Strukturen einfügt. Als südlichen Abschluss zur viel befahrenen Reichenstraße sind Bürogebäude in Riegelform vorgesehen.³³²

Durch den Bau der Hafenspanne wird das Quartier deutlich vom MIV-Durchgangsverkehr entlastet (siehe Abb. 36). Es wird von einer substantiellen Verringerung des MIV im Quartier ausgegangen – flächendeckende Tempo 30 Zonen, der Ausbau von Rad und Fußwegen sollen die Aufenthaltsqualität erhöhen. Aufgrund der Einzelhandelsnutzung in der Innenstadt werden jedoch nach wie vor viele Kfz-Abstellflächen auf dem eigentlich Kfz-freien Buttermarkt bereitgehalten. Der ÖPNV wird durch eine neue Buslinienführung zentral im Quartier

mit zwei Haltepunkten erreichbar sein. Zudem befindet sich der Elmshorner Bahn- sowie Omnibusbahnhof in unmittelbarer Nähe zum Quartier. Durch die neu eingerichteten Bahntrassenunterführungen wird das Quartier zum einen direkt an den östlich liegenden Steindampark angeschlossen und zum anderen erhält es einen direkten Zugang zum Bahnhof auf der Höhe des Buttermarkts. Dementsprechend soll auch der Radverkehr durch das Quartier geleitet werden. Eine genauere Ausformulierung des Radverkehrskonzepts steht bislang noch aus. Auch zu Themen wie Radunterständen oder E-Mobilität sind keine Angaben gemacht worden.

Im etwa hundertseitigen Rahmenplan stehen zwei Absätze zum Energiekonzept. Die Belange des Klimaschutzes seien insbesondere im „übergeordneten Konzept der Innenstadtverdichtung – ‚Die Stadt der kurzen Wege‘ – berücksichtigt“³³³. In Zusammenarbeit mit den SWE soll ein Konzept zur Energieversorgung erarbeitet werden – vorrangig auf dezentralen Energiequellen basierend. Als Gebäudestandard wird 60kWh/m²a als maximaler Primärenergieverbrauch angesetzt. Regenwasser soll zeitnah in die Krückau ab-



Abb. 36: MI-Verkehrsführung Krückau-Vormstegen (Stadt Elmshorn 2011)

³³¹ vgl. Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2011 S. 34f

³³² vgl. Kalkowsky, F. (31.05.2013)

³³³ vgl. Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2011 S.42f

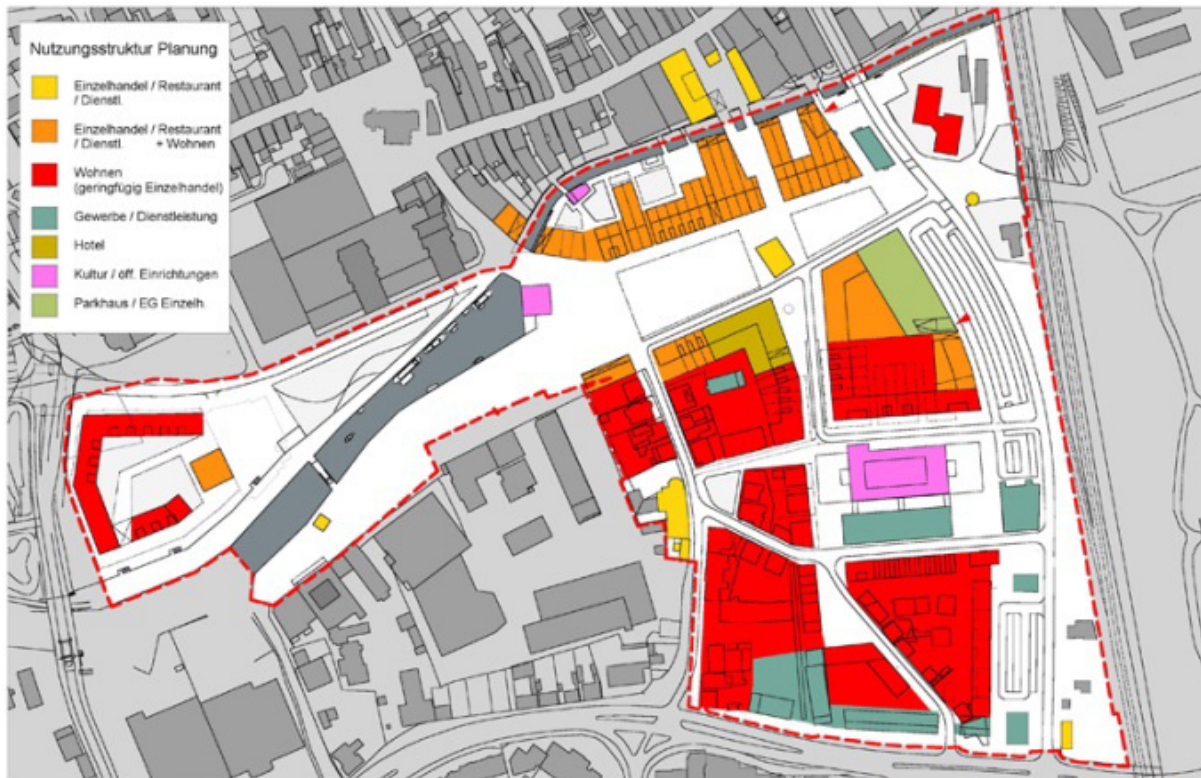


Abb. 37: Nutzungsstruktur (Stadt Elmshorn 2011)

geführt werden, da eine Versickerung aufgrund von großflächig vorliegenden Altlasten aufgrund industrieller Nutzung als schwierig gilt. Das stark versiegelte Areal soll nur teilweise entsiegelt werden und über Gründächer eine Verzögerung der Ablaufgeschwindigkeit des Regenwassers erreicht werden. Die Krückauaniederung als übergeordneter städtischer Grünzug findet keine Fortsetzung im Quartier, soll aber durch punktuelle Grünelemente aufgegriffen werden.³³⁴ Durch Mitarbeiter des Forschungsprojekts Klimzug Nord wurde der Rahmenplan bereits hinsichtlich des Wasserhaushalts und Klimaanpassungsstrategien evaluiert und diverse Vorschläge für eine Anpassung gemacht.³³⁵

Alle Schlüsselgrundstücke sind inzwischen im Besitz der Stadt und bezüglich der Flächen von Teppich Kibek, inkl. des Hochhauses, verfügt die Stadt über ein Verkaufsangebot, dass noch bis Ende 2015 gültig ist. Hier geht es für die Stadt darum einen geeigneten Investor für das Gelände zu finden, der ein Konzept für die Nachnutzung der erhaltenen Gebäude hat und das konform zu den

Anforderungen aus dem Rahmenplan ist.³³⁶ Eine exakte Umsetzung des Rahmenplans gilt jedoch als wenig wahrscheinlich. Die Umsetzung des Rahmenplans in Baurecht dauert bereits länger als geplant, die aus verschiedenen Gründen (siehe Kapitel 5.3.2) zu einer Anpassung des Rahmenplans führen werden.

Setzt man das Quartier ins Verhältnis zur Stadtgröße (24.000 Haushalte) ist Krückau-Vormstegens mit 117.000 m² BGF Neubau das zentrale Stadtentwicklungsprojekt der nächsten Jahrzehnte für Elmshorn. Die mindestens 550 neu entstehenden Wohneinheiten könnten die Anzahl der Elmshorner Haushalte um bis zu drei Prozent erweitern.

5.2.3 Akteure in Krückau-Vormstegen

Die Elmshorner Verwaltung sowie die Planungsbeauftragte B.I.G. Städtebau sind für eine Mittelstadt verhältnismäßig breit aufgestellt. Für Krückau-Vormstegen ist die Notwendigkeit eines Energiekonzeptes bekannt – auch gab es Ansätze einer Konzeptentwicklung – eine konkrete Bearbeitung des Themas steht derzeit noch aus. Der Fokus für Krückau-Vormstegen liegt momentan noch in der Abstimmung des Rahmenplans mit der Lan-

³³⁴ vgl. Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH 2011 S.46

³³⁵ vgl. Klimzug-Nord (2011)

³³⁶ vgl. Fronzek, B. (17.07.2013)

desbehörde, dem Grundstückskauf und B-Plan-Vorentwürfen sowie einer Anpassung des Konzepts aufgrund wirtschaftlicher Zwänge (siehe Kapitel 5.3.2).³³⁷

Die Stadtwerke Elmshorn (SWE) sind Eigenbetrieb der Stadt Elmshorn und damit vollständig in öffentlicher Hand. Das hat den Vorteil, dass eine Querfinanzierung durch den kommunalen Haushalt zur Initiierung von innovativen Projekten möglich wäre – lässt man die Haushaltslage Elmshorns außen vor. Die SWE sind sowohl Elektrizitätsnetz- als auch Gasnetz-, Wassernetz-, Schwimmbad- und Hafenbetreiber. Die SWE verfügen über einige Erzeugungsanlagen, vorrangig kleinere BHKW-Module im Stadtgebiet, für die sie als Contractor tätig sind, sowie Windkraftanlagen im Umkreis von Elmshorn. Die Anlagen reichen bei Weitem nicht zu einer vollständigen Versorgung Elmshorns mit Strom und Wärme, sodass der Großteil der Energie importiert wird (im Falle von Strom bilanziell aus Wasserkraftwerken in Skandinavien). Grundsätzlich habe man Interesse an der Umsetzung von Konzepten mit erneuerbaren Energien, solange diese wirtschaftlich selbsttragend seien. Dazu favorisiere man dezentrale Energieversorgungsstrukturen³³⁸.

Wie bereits erwähnt ist die Elmshorner Politik – trotz unterschiedlicher Ausrichtungen – relativ homogen bezüglich der Vorstellungen für Krückau-Vormstegen. Im Stadtverordneten-Kollegium stellen Abgeordnete von SPD und Grünen momentan eine stabile Mehrheit und bis auf die Grünen haben alle Parteien sich auf Volker Hatje als parteilosen gemeinsamen Kandidaten für die Bürgermeisterwahl im Herbst 2013 verständigt. Dass Herr Hatje keiner Fraktion angehört, im Gegensatz zu seiner Vorgängerin Frau Dr. Fronzek (SPD), sei daher unproblematisch.³³⁹ Nach eigener Aussage sieht Herr Hatje die Stadtentwicklung als Kernaufgabe seiner Arbeit. Dies verspricht positive Impulse für die Quartiersentwicklung Krückau-Vormstegens.³⁴⁰

Die Peter Kölln KGaA ist mit 290 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von knapp 100

Millionen Euro der größte Industriebetrieb im Umfeld, bereits seit dem 19. Jahrhundert in Elmshorn ansässig. Das Familienunternehmen erzeugt Haferprodukte aller Art und verfügt durch die aufwändigen Produktionsprozesse über einen hohen Energiebedarf, der momentan über Strom und Gas von SWE gedeckt wird, sowie hohe, jedoch wechselnde Abwärmemengen im Bereich von 50°-60°C, die zum Teil selbst genutzt werden. Bei der Produktion fallen als Abfallprodukt pro Jahr 10.000 Tonnen Haferspelzen an, die nach EEG als regenerativer Brennstoff zertifizierbar wären und die momentan für 50 €/t an wechselnde Abnehmer verkauft und per LKW abtransportiert werden. Von Unternehmensseite sei man an einer besseren, lokalen Lösung interessiert. Im Zuge der Planungen für ein Heizwerk an der Krückau gab es bereits die Idee die benötigte Energie für den Produktionsprozess über die Spelzen im Heizwerk zu erzeugen.³⁴¹

Der Hefehersteller Assmussen GmbH hat seinen Standort südlich des Quartiers und verfügt über Wärmemengen von 5MW_{th} auf einem Temperaturniveau von 20° – 30°C, für die er schon seit längerem Abnehmer sucht.³⁴² Eine energetische Nutzung ist zu prüfen.

Die Interessen der lokalen Wirtschaft werden unter anderem vom Stadtmarketing Elmshorn e.V. vertreten. Die Stadt Elmshorn ist Mehrheitsanteilseigner und besitzt damit einen Großteil des Stimmrechts im Verein. Durch die Vernetzung über den Verein ist unter anderem ein Gestaltungspakt für die Innenstadt entstanden, der Ähnlichkeiten zu Business Improvement Districts (BID) aufweist. Der Prozess der Quartiersneuplanung wird von der lokalen Wirtschaft vorwiegend unter den Gesichtspunkten Parkraum, der möglichen Deckung des Bedarfs neuer Gewerbeflächen und attraktiver Außenraumgestaltung wahrgenommen. Die Umsetzung der Maßnahmen gehe vielen Gewerbetreibenden nicht schnell genug – ansonsten herrscht nur begrenztes Interesse an Krückau-Vormstegen, sodass von der lokalen Wirtschaft unter momentanen Voraussetzungen keine Impulse für das Quartierskonzept zu

³³⁷ vgl. Fronzek, B. (17.07.2013)

³³⁸ Wionzek, M.; Schuhknecht, S. (20.06.2013)

³³⁹ vgl. Fronzek, B. (17.07.2013)

³⁴⁰ vgl. Hatje, V. 2013

³⁴¹ vgl. Küsel, B. (13.06.2013)

³⁴² Wionzek, M.; Schuhknecht, S. (20.06.2013)

erwarten sind. Die Arbeit des Vereins finanziert sich aus Mitgliedsbeiträgen und Zahlungen der Stadt. Dementsprechend ist der städtische Einfluss auf die Arbeit des Vereins nicht unerheblich.³⁴³

Die Grundeigentümer sind für die Quartiersentwicklung und das energetische Quartierskonzept eine entscheidende Akteursgruppe. Auf der einen Seite stehen die Eigentümer großer Flächen wie Teppich Kibek (Knechtsche Hallen, Kibek-Hochhaus) oder Kölln Flocken (Mietshäuser an Westerstraße). Teppich Kibek hält große Grundstücke im Quartier, deren Verkauf für die Entwicklung Krückau-Vormstegens von zentraler Bedeutung ist. Die schwierigen Verkaufsverhandlungen scheinen momentan einer der Gründe für die stockende Entwicklung des Quartiers zu sein. Auf der anderen Seite stehen zahlreiche Kleineigentümer der Wohngebäude und Einzelwohnungen entlang der Straßen Vormstegen und Osterfeld. Diese in die Quartiersentwicklung einzubinden und für das energetische Quartierskonzept als Teilhaber zu gewinnen wird für den Erfolg von zentraler Bedeutung sein.

Die Erfahrungen aus den Planungen zum Heizkraftwerk an der Krückau (siehe Kapitel 5.9) haben gezeigt, dass – wie auch andernorts – durchaus Vorbehalte gegen Energieerzeugungsanlagen im Stadtgebiet bestehen. Diese Vorbehalte abzubauen wird vor der Umsetzung eines energetischen Quartierskonzepts zur Aufgabe werden, um Kooperationspartner, Akzeptanz und auch Nutzer zu gewinnen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass es bei einem transparenten Planungsprozess nicht zu größeren Widerständen kommen wird.³⁴⁴ Ein gesteigertes Interesse an der Entwicklung Krückau-Vormstegens – abseits des Erhalts von Parkplätzen oder des Baumbestandes – ist in der Elmshorner Bevölkerung momentan nicht erkennbar.³⁴⁵

Als weiterer Akteur ist die *Morgenwelt* zu nennen. Die *Morgenwelt* ist eine PR-Agentur mit Sitz in Hamburg, die sich in Elmshorn hinsichtlich der Aufklärung von Nachhaltigkeitsaspekten engagiert.³⁴⁶ Finanziert wird

sie dabei von den SWE und der Stadt Elmshorn, was teilweise zu Glaubwürdigkeitsproblemen bei anderen Akteuren zu führen scheint. Daraus ergibt sich eine hohe Erwartungshaltung in Elmshorn an die *Morgenwelt*, die nicht immer eingehalten werden kann, wenn es an Rückhalt durch die Elmshorner Politik und Verwaltung mangelt. Da energetische Konzepte auf kommunaler Ebene oft vom Engagement von Einzelpersonen abhängen, könnte die *Morgenwelt* als Partner der SWE und der Stadt eine zentrale Rolle in der Beteiligung, Bekanntmachung und Markenbildung für das Quartier Krückau-Vormstegen einnehmen und diese Funktion mit der vorhandenen Lokalkennntnis und der ihr immanenten Kreativität übernehmen.

Weitere Akteure sind ortsansässige Wohnungsbaugesellschaften wie die Neue Lübecker Norddeutsche Baugenossenschaft eG, die ehemals kommunale „Neue GeWoGe Wohnungsbaugenossenschaft eG“ oder „Sammelhaack“, die zu strategischen Partnern bei der Quartiersentwicklung werden könnten. Dazu kommen die Sparkasse und Volksbank Elmshorn als lokale Kreditinstitute und die Elmshorner Zeitung als täglich erscheinende Lokalzeitung.

³⁴³ vgl. Kase, M (06.08.2013)

³⁴⁴ vgl. Fronzek, B. (17.07.2013)

³⁴⁵ Ebd.

³⁴⁶ vgl. Hansen, B. (23.07.2013)

5.3 Bewertung des Rahmenplans und der Ausgangslage für ein energetisches Quartierskonzept

Vor der Erstellung des energetischen Quartierskonzepts bedarf es noch einiger Vorarbeiten: Zuerst wird in der Folge die Ausgangssituation für die Erstellung eines energetischen Quartierskonzepts in Krückau-Vormstegen bewertet. Anschließend wird die erwartete Quartiersentwicklung prognostiziert, die sich aus absehbaren Änderungen im Rahmenplan sowie Defiziten bzw. Optimierungsbedarfen der Planung ergibt. Ferner fehlt es an einer detaillierten Flächenaufstellung für das Quartier, die im Rahmen dieser Arbeit erstellt wurde.

Die zentralen Aussagen der Kapitel 5.2 und 5.3 – Rahmenbedingungen, Planungsstand, Annahmen zur Entwicklung – sind in der Tabelle 14 auf Seite 93 zusammengefasst und bilden die Grundlage für das energetische Quartierskonzept Krückau-Vormstegens.

5.3.1 Planungsstand Krückau-Vormstegen

Elmshorn ist eine Gemeinde mit stabiler Einwohnerentwicklung, hoher Wirtschaftskraft und mit einer intakten Innenstadt, die diverse Funktionen für das Umland wahrnimmt. Die Naturräume im Umland und im Stadtgefüge, das selbsttragende Arbeitsplatzangebot sowie der Bahnhaltelpunkt und die Nähe zu Hamburg sind Stärken der Stadt. Gleichzeitig ist in den letzten Jahrzehnten eine disperse Siedlungsentwicklung und Funktionstrennung weiter forciert worden. Unbebaute Flächen stehen kaum noch zur Verfügung und die Stadt ist zu großen Teilen auf den MIV ausgerichtet. Insofern ist der Weg den steigenden Wohnraumbedarf über eine Innenentwicklung zu befriedigen nur folgerichtig.

Der Rahmenplan, der sich am Konzept der „Kompakten Stadt der kurzen Wege“ mit dem Fokus auf eine Verdichtung und Innenentwicklung orientiert, ist begrüßenswert und für die Umorientierung hin zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung ein wichtiger und richtiger Schritt. Vieles bleibt im Konzept jedoch noch sehr schemenhaft oder wurde schlichtweg nicht berücksichtigt und muss nun im Nachhinein angepasst werden. Der

Rahmenplan ist ein klassisches Beispiel für Defizite in der nachhaltigen Quartiersplanung: Zuvorderst werden Planungen auf Formen und städtebauliche Funktionen ausgerichtet, ohne technische Infrastrukturen – mit Ausnahme des MIV – eingehender zu berücksichtigen. Dieses manifestiert sich zum einen in der Nichtberücksichtigung der leistungsgebundenen Infrastruktur im Gebiet, was eine Planungsänderung aufgrund hoher Kosten möglicherweise nötig macht. Zum anderen werden ökologische Belange oder Belange des Klimaschutzes nur unzureichend thematisiert und müssen nachträglich integriert werden. Da nachhaltige Stadtentwicklung jedoch nur durch integrierte Planung erreicht werden kann um mögliche Synergien zu nutzen und nicht als Bonus oder nötiges Übel aufgrund rechtlicher Vorgaben gesehen werden darf, bedarf es einer Überarbeitung des Rahmenplans bevor dieser in Planungsrecht umgesetzt wird. Anhand eines Katalogs muss der gesamte Rahmenplan unter den Gesichtspunkten nachhaltiger Stadtplanung und den jetzt bekannten, neuen wirtschaftlichen Erfordernissen angepasst werden. Erst dann kann man in die Umsetzungsphase übergehen, da sonst eine immerwährende Anpassung erforderlich wird.

Der erste Schritt hierzu – eine Skizze für ein energetisches Quartierskonzepts – soll im weiteren Verlauf dieser Arbeit erfolgen. Eine spätere Ergänzung der Bereiche Verkehr, Abwasser, Abfallmanagement, Baustoffe und Klimaanpassung ist unbedingt erforderlich, jedoch nicht Thema dieser Ausarbeitung.

Die Akteurskonstellation zur Umsetzung eines innovativen energetischen Quartierskonzepts in Elmshorn ist denkbar günstig. Das Energienetz sowie die Stadtwerke sind komplett in öffentlicher Hand, es herrscht in der Politik weitestgehend Konsens über die notwendigen Planungsschritte zur Umsetzung des Konzepts für Krückau-Vormstegen, die Verwaltung und Politik arbeiten anscheinend konstruktiv zusammen. Ansässige Industriebetriebe sind sich ihrer Verantwortung für den Standort bewusst und verhalten sich kooperativ. Von der Bevölkerung sind vermutlich keine grundsätzlichen Bedenken gegen Veränderungen im Quartier zu erwarten. Mit der Morgenwelt steht Elmshorn ein lokal etablierter Partner für Marketing-, Beteili-

gungs- und Kooperationsprozesse zur Verfügung. Auch weitere Institutionen wie ortsansässige Baugenossenschaften, Stadtmarketing e.V. und lokale Medien sind vorhanden.

Trotzdem geschieht in Bezug auf energetische Quartiersplanung in Elmshorn relativ wenig und die Akteure verhalten sich bezüglich innovativer Lösungen im Energiebereich eher passiv. Die Mehrzahl der Beteiligten scheint im Alltagsgeschäft aufgehalten zu werden – man erkennt die Potenziale der Planung für Krückau-Vormstegen, verharrt jedoch und wartet eher ab, was passiert. Vorarbeiten für eine Energiekonzepterstellung für Krückau-Vormstegen bleiben in Ansätzen, es fehlt die Initiative zur Einleitung und Verstärkung eines Planungsprozesses.

5.3.2 Annahmen zur Quartiersentwicklung

Der langfristige Umsetzungszeitraum verbunden mit der bereits mehrere Jahre zurückliegenden Rahmenplanaufstellung wird zu Änderungen in den Planungen für Krückau-Vormstegen führen, die sich bereits jetzt abzeichnen. Es gibt einige Aspekte, die neben energetischen Belangen, überprüft werden sollten – gerade vor dem Hintergrund der Bedeutung des Quartiers im Stadtgefüge. Im Folgenden werden diese Positionen aufgeführt und darauf basierend, Prognosen hinsichtlich der Quartiersentwicklung und weiterer relevanter Faktoren für das energetische Quartierskonzept erstellt.

Erwartete Rahmenplananpassungen

Ende 2012 hat das Stadtverordnetenkollegium den Neubau des Rathauses für Elmshorn beschlossen.³⁴⁷ Es stehen drei Standorte um den Buttermarkt im Quartier Krückau-Vormstegen zur Auswahl (siehe Abb. 38). Die NF soll bei etwa 6.650 Quadratmetern liegen und der Baubeginn ist für 2018 anvisiert.³⁴⁸ Im 2011 aufgestellten Rahmenplan war keine Fläche für das Rathaus vorgesehen, sodass es zu Bebauungs- sowie Nutzungsänderungen gegenüber dem ursprünglichen Rahmenplan kommen wird.

Gleichzeitig ist die Verlegung der Schauenburgerstraße, wie im Rahmenplan vorgesehen, noch umstritten: Aufgrund finanzieller und technischer Aspekte wird von Teilen der Elmshorner Verwaltung und Politik eine Beibehaltung des Status Quo favorisiert, was den Grundideen des Rahmenplans zuwiderläuft. Es werden derzeit mehrere Varianten geprüft, eine endgültige Entscheidung sei jedoch noch nicht gefallen. In jedem Fall ist von einer Anpassung der Planungen um den Buttermarkt herum auszugehen. Die angestrebte Nutzungsmischung mit vorwiegend Einzelhandel und Dienstleistungen um den Buttermarkt erscheint nicht der aktuellen Nachfrage zu entsprechen, sodass hier auch andere Lösungen und damit Gebäudetypologien denkbar wären. Schwierigkeiten mit der Baub substanz der Knechtschen Hallen sowie einige weitere Unwägbarkeiten lassen eine vollständige Nutzung der Hallen für kulturelle Zwecke momentan als fraglich erscheinen. Es bleibt abzuwarten, welche Hallen sich als erhaltenswert erweisen und wie diese für das Quartier sinnvoll genutzt werden können.³⁴⁹

Bereits für 2013 wurde mit dem Beginn von Baumaßnahmen gerechnet. Dieses ist selbst für das nächste Jahr noch nicht absehbar. Gründe hierfür sind vielfältig (siehe Kapitel 5.4.2). Es ist durch die Verzögerungen von einer Anpassung des Zeitplans und die gestiegenen technischen Anforderungen von einer Anpassung der Energie- und damit der Baustandards im Quartier auszugehen.³⁵⁰



Abb. 38: Erwartete Änderungen des Rahmenplans für Krückau-Vormstegen (Eigene Darstellung)

³⁴⁷ vgl. shz.de 2013b

³⁴⁸ vgl. Pietrucha, M. (10.10.2013)

³⁴⁹ vgl. Fronzek, B (17.07.0213)

³⁵⁰ vgl. Petersen, C. 2010

Optimierungsmöglichkeiten

Die in der Folge genannten Möglichkeiten zur Optimierung der Rahmenplanung leiten sich teilweise aus Änderungen des Rahmenplans ab. Gleichzeitig ergeben diese sich auch aus Erkenntnissen des Autors, die während des Planstudiums, Ortsbegehungen und Interviews gemacht worden sind. In diesen spiegeln sich funktionale aber auch allgemeine Erfordernisse der nachhaltigen Stadt wieder.

So erfordern die Diskussion um die Verschränkung der Schauenburgerstraße, der Rathausneubau, eine sowohl vom Autor als auch diversen Interviewpartnern angezweifelte Umsetzbarkeit des Einzelhandelskonzepts am Buttermarkt oder Anmerkungen zur ökologischen Qualität des Entwurfs³⁵¹ eine Neuplanung des Bereichs zwischen Buttermarkt und der Krückau. In diesem Zusammenhang wäre auch eine oft geforderte bauliche Freistellung der Krückau mit Marktnutzung zu diskutieren. Diese Maßnahmen erfordern, unabhängig vom Ausgang, eine Neuparzellierung und ermöglichen unter Umständen eine städtebauliche Verdichtung, die auch allgemein anzuraten ist, ebenso wie eine bauliche Fassung um das neue Rathaus und den Buttermarkt.

Dementsprechend bedarf es auch einer Anpassung des Verkehrskonzepts, bei der eine Heraushaltung des MIV aus den zentralen Quartiersbereichen, entgegen öffentlicher Diskussion, zumindest ernsthaft in Erwägung gezogen werden sollte. Ein alternatives Mobilitätskonzept mit Elementen wie Car-Sharing, Fahrradboxen oder in Elmshorn bereits vorhandene Ansätze für E-Mobilität sollte erstellt werden, um Synergien zum Energiekonzept herzustellen. In diesem Zusammenhang kann auch eine Süderschließung und damit Südausrichtung der Gebäude erfolgen, um eine solare Optimierung mit sinnvoller Dachausrichtung zu erreichen.

Aufgrund der langfristigen Planungsausrichtung und vermutlich durch verschiedene Investoren zu realisierende Teilabschnitte bedarf es eines Motivs bzw. Gestaltungsleitfadens für das Quartier, der in dieser Form noch nicht besteht. Für verschiedene Bereiche müssen Vorgaben für Investoren entwi-

ckelt und rechtlich verankert werden – dieses sind im Idealfall neben dem energetischen Quartierskonzept Anforderungen an Nutzung (inkl. Einzelhandelskonzept), Gestaltung, Materialität und ökologische Qualität.

Die im südlichen Bereich des Quartiers gelegenen Konversionsgebäude (Knechtsche Hallen und das Teppich-Kibek-Haus) könnten mit alternativen Arbeits-, Erwerbs- und Betriebsformen, die sich zum Beispiel am Modell „Grundbau und Siedler“ von BeL Sozietät für Architektur BDA orientieren, umgenutzt werden.³⁵²

Prognostizierte Quartiersentwicklung

Das energetische Quartierskonzept basiert auf den Annahmen, dass die Entwicklung sich weiterhin verzögert, sodass höhere Energiestandards nötig werden. In der Folge kommt es zu einer Anpassung des Rahmenplans aufgrund der Rathausplanung und Umplanungen im Bereich des Buttermarkts. Wie diese ausfallen spielt kaum eine Rolle, da dieser Bereich unabhängig von städtebaulicher Ausrichtung als eine Versorgungszelle angesehen wird (vgl. Abb. 39, Seite 91).

Mit der allgemeinen Verzögerung wird sich auch der Baubeginn für das neue Rathaus mindestens auf 2019 verschieben. Dementsprechend wird Passivhausstandard zur Mindestenergieanforderung. Da der Bau des Rathauses als Startschuss für eine großflächige Entwicklung des Quartiers angesehen wird, könnte davon auch eine Signalwirkung für die Energie- und Nachhaltigkeitsstandards der übrigen Gebäude einhergehen.

Es werden größere Einzelhandelsflächen um den Buttermarkt herum gebaut – allerdings in geringerem Maße als geplant, da die Nachfrage hierfür nicht gegeben ist. Dementsprechend wird der Wohnanteil höher ausfallen. Dieses auch um den Wohnraumbedarf, hervorgerufen durch die prognostizierte und eintretende positive Bevölkerungsentwicklung, zu bedienen. Es kommt zu einer baulichen Verdichtung und die Knechtschen Hallen werden in Teilen in einer Mischnutzung entwickelt.

³⁵¹ vgl. Klimzug-Nord (2011)

³⁵² vgl. IBA Hamburg 2013



Abb. 39: Bildung von Baufeldern und Nummerierung von Bestandsgebäuden (Eigene Darstellung)

Flächenermittlung

Der Rahmenplan für Krückau-Vormstegen ist hinsichtlich Flächenangaben unkonkret. In einem Anhang zum Rahmenplan sind die Grundflächen der Einzelgebäude aufgeführt. Diese wurden im Rahmen dieser Arbeit mit den Angaben aus dem Rahmenplan zu Geschossigkeit und Bautypologie kombiniert um so die BGF zu errechnen. Auch für die Nutzungen der einzelnen Baublöcke sind die Angaben recht vage. Dieses führte zu der Notwendigkeit der Erstellung von Baufeldern, ebenfalls im Rahmen dieser Arbeit, um je nach Charakter des Baufelds die jeweiligen Nutzungen besser abschätzen zu können. Daraus ergibt sich gleichzeitig der Vorteil, dass die Energiebedarfe und Energieversorgungsvarianten wesentlich kleinteiliger abgebildet werden können. Vor dem Hintergrund der langfristigen Entwicklung des Quartiers, mit den verschiedenen Anforderungen, ist ohnehin davon auszugehen, dass es zu Insellösungen oder einer Quartiersteilung kommen könnte. Insgesamt wurde für Krückau-Vormstegen bei Fertigstellung aller 13 Bauabschnitte eine Bruttogeschossfläche von knapp 175.000 Quadratmetern ermittelt.

Das Verhältnis von BGF zur Nutzfläche wurde mit 0,6 festgesetzt, was etwas über dem Standard für die Wohnbebauung im Mehrfamilienhaus ist, jedoch gleichzeitig etwas unter dem Standard für Gewerbebauten.³⁵³ Ein Mittelwert scheint hier aufgrund der hohen Gewerbeanteile im Quartier sinnvoll. In Verbindung mit der erwarteten Wohnstruktur (Familien und Seniorenwohnen) ist von einer durchschnittlichen Wohnungsgröße im Neubau von 75 Quadratmetern auszugehen, was dem Durchschnitt Hamburgs entspricht und in der zentralen Lage im Stadtgebiet begründet ist.³⁵⁴

Daraus ergeben sich etwa 550 Wohneinheiten im Neubau, sowie 210 Wohneinheiten im Bestand. Dazu kommen etwa 36.500m² BGF im Neubau und 26.500m² BGF Gewerbeflächen im Bestand, sowie Flächen für Kultur und öffentliche Einrichtungen von etwa 20.000m² BGF. In den Abbildungen 31 und 32 sind diese, nach Baufeldern gegliedert, dargestellt. Eine genaue Gebäude- und Flächenaufstellung befindet sich im Anhang.

³⁵³ vgl. Kalusche, W. 2010

³⁵⁴ vgl. Statistikamt Nord 2012

BGF Neubau- und Altbauanteile in den Teilbereichen Krückau-Vormstegens

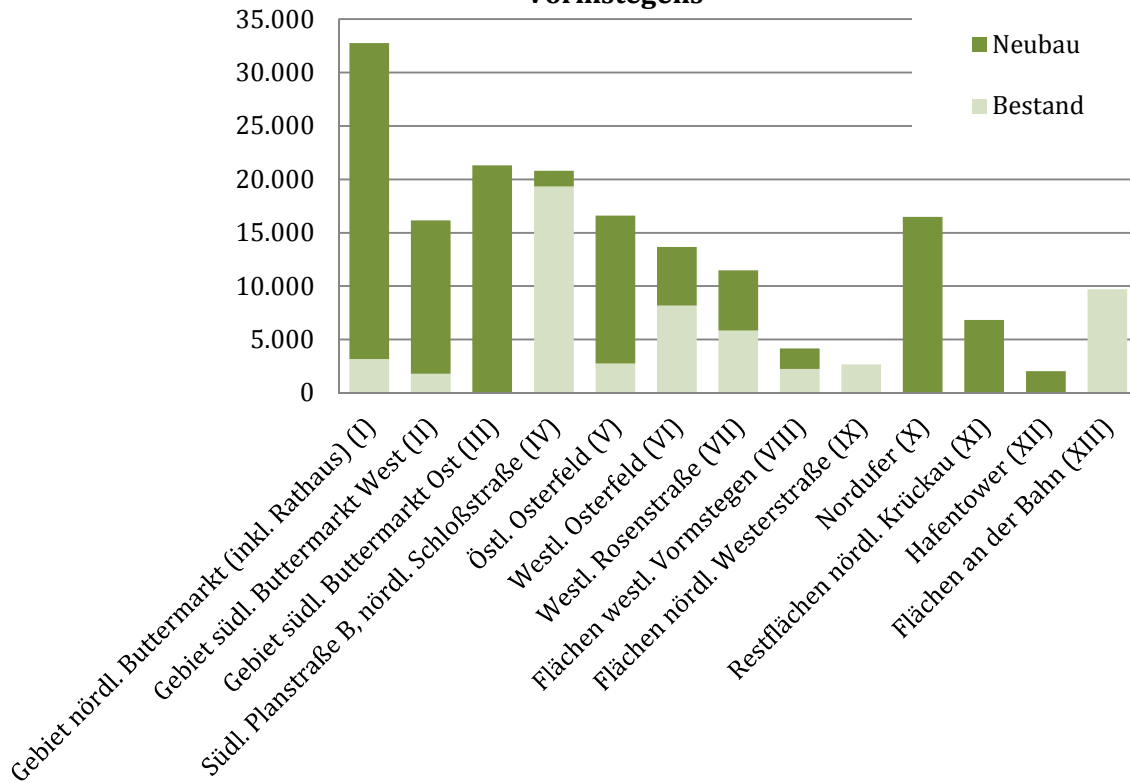


Abb. 40: BGF Aufteilung Neubau / Bestand aufgeteilt nach Baufeldern (Eigene Darstellung)

BGF nach Nutzungen in den Teilbereichen Krückau-Vormstegens

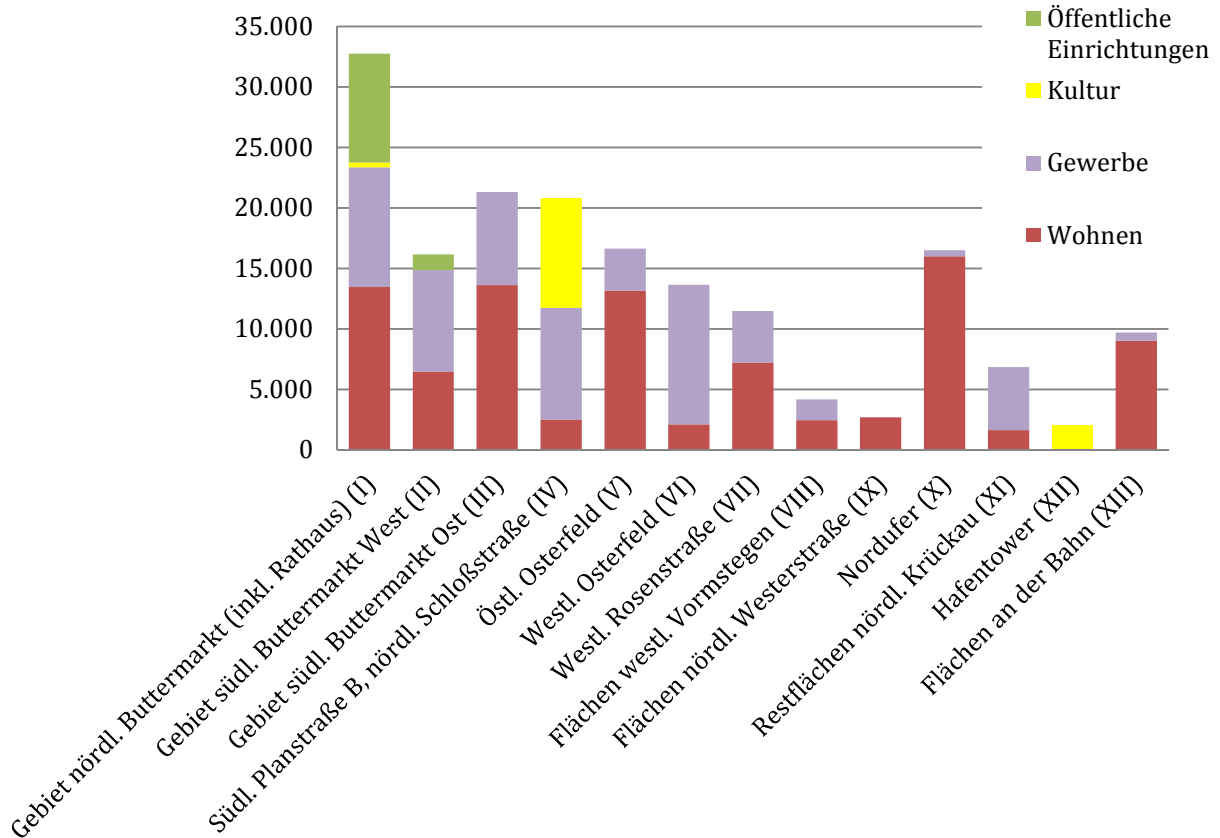


Abb. 41: BGF nach Nutzungen in den Teilbereichen Krückau-Vormstegens (Eigene Darstellung)

Zusammenfassung planerischer Rahmenbedingungen Krückau-Vormstegen

Gebietstyp	<ul style="list-style-type: none"> Sanierungsgebiet (Sonderrechte nach §142 BauGB)
Momentaner Planungsstatus	<ul style="list-style-type: none"> Beschlossener Rahmenplan Zentrale Grundstückskäufe abgeschlossen Anpassung des Rahmenplans / Abstimmung mit Innenministerium Vorbereitung von FNP- sowie B-Planänderungen
Größe	<ul style="list-style-type: none"> 18,5 Hektar
Finanzierung der Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> Zu je einem Drittel der Bund, das Land Schleswig-Holstein und die Stadt Elmshorn
Verkehrsanbindung	<ul style="list-style-type: none"> Diverse ÖPNV-Haltepunkte im Gebiet Überregionaler Bahnhofpunkt: 200 Meter Autobahnanschluss: 4.500 Meter
Bebauungsstruktur heute	<ul style="list-style-type: none"> Leerstehende Gewerbehallen und Parkplätze (Norden und Zentrum) Kleinteilige gründerzeitliche Wohnbebauung (Süden) Als Parkplätze genutzte Brachflächen an der Krückau
Zielsetzung	<ul style="list-style-type: none"> Mischgebiet als Erweiterung der Innenstadt Schaffung neuer Einzelhandels- und Gewerbeflächen Ausbau als Wohnstandort Kulturelle- und Verwaltungsnutzungen
Geplante Bauungsstruktur	<ul style="list-style-type: none"> Erhalt und Umnutzung der Industriehallen im Zentrum Erhalt der Wohnbebauung im Südwesten Erhalt der historischen Markthalle auf dem Buttermarkt Neubau von gereihten Stadthäusern im Süden Blockrandbebauung (dreigeschossig plus Staffel) im Norden am Buttermarkt (Wohnen, Gewerbe, EZH, Rathaus) Mehrgeschossige (fünf bis sechs Vollgeschosse) Wohnbebauung im Westen
Geplante Freiraumstruktur	<ul style="list-style-type: none"> Großer Freiraumkorridor von Ost nach West zwischen Hafen, Buttermarkt und Bahnunterführung Grünraum entlang Bahntrasse Pocketparks an der Krückau
Geplante Verkehrsstruktur	<ul style="list-style-type: none"> Verkehrsberuhigung mit Herausnahme des MIV aus der Innenstadt, durch Ringstraße (Hafenquerspange, Westerstraße, Berliner Straße) Neuordnung des ruhenden Verkehrs im Quartier
Flächen	<ul style="list-style-type: none"> Erhalt/Umnutzung Bestand: 56.000m² BGF <ul style="list-style-type: none"> Wohnen: 22.000m² BGF (210 Wohneinheiten) Gewerbe: 24.000m² BGF Kultur: 9.500m² BGF Neubau: 119.000m² BGF <ul style="list-style-type: none"> Wohnen: 68.000m² BGF (544 Wohneinheiten) Gewerbe: 38.500m² BGF Kultur: 2.000m² BGF Öffentliche Einrichtungen: 10.000m² BGF
Ursprünglicher Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> Umsetzung stufenweise bis 2030-35 von Nord nach Süd Geplante Realisierung der ersten Hochbaumaßnahmen in 2013
Aktualisierter Zeitplan	<ul style="list-style-type: none"> Erster Abriss und temporäre Zwischennutzung von Gewerbegebäuden wurde Mitte 2013 eingeleitet. Baubeginn des Rathauses für 2018 geplant. Damit könnte der Beginn für die übrige Flächenentwicklung einhergehen.³⁵⁵
Weiteres	<ul style="list-style-type: none"> Neugestaltung des Bahnhofpunkts Einzelhandelskonzept Elmshorn Entwicklung der „Marke Elmshorn“
Annahmen zur Quartiersentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> Weitere Bauverzögerung um 1-3 Jahre Anpassung des Rahmenplans: Rathaus Neubau, Straßen- und Baufeldneuordnung Buttermarkt/Krückau, Teilsanierung Knechtscher Hallen Umsetzung in einzelnen Bauabschnitten (siehe Seite 91)

Tabelle 14: Zusammenfassung planerischer Rahmenbedingungen Krückau-Vormstegen (Eigene Darstellung)

³⁵⁵ vgl. shz.de (2013b)

Energetische Rahmenbedingungen Krückau-Vormstegen

Energieversorgung Elms-horn/Krückau-Vormstegen	<ul style="list-style-type: none"> Wärmeversorgung: 85 Prozent zentrale Einzelöfen über Gas und Heizöl Stromversorgung: Über den städtischen Grundversorger Stadtwerke Elms-horn. Bilanzieller Strombezug aus erneuerbaren Energien und KWK außerhalb des Gemeindegebiets. Etwa 200 PV-Anlagen in Elmshorn installiert (etwa 2,5 GWh)³⁵⁶ Solarthermie/Geothermie in Elmshorn nicht relevant, jedoch vorhanden.
Aussagen zur Energie und nachhaltiger Quartiersentwicklung im Rahmenplan	<ul style="list-style-type: none"> Gebäudemindeststandard: EnEV 2009 / Primärenergiebedarf maximal 60kWh/m²a BHKW, Solar- und Erdwärmepotenzial ist zu prüfen Regenversickerungsflächen sind vorzuhalten Prüfung von Gründächern
Akteure	<ul style="list-style-type: none"> Stadt Elmshorn (Verwaltung, Politik und B.I.G. Städtebau) Stadtwerke Elmshorn (Grundversorger / Netzeigentümer) Grundstückseigentümer <ul style="list-style-type: none"> Diverse Einzeleigentümer (Altbauten) Teppich Kibek (Gewerbhallen sowie Teppich Kibek Hochhaus) Stadt Elmshorn Peter Kölln KGaA Lokale Industriebetriebe (Peter Kölln KGaA / Assmussen GmbH) Lokale Gewerbetreibende (Vertreten durch Stadtmarketing Elmshorn e.V.) Wohnungsbaugesellschaften / Investoren Nutzer des Quartiers / Elmshorner Zivilgesellschaft Weitere Akteure (u.a. die Morgenwelt GmbH, Sparkasse Elmshorn, Elms-horner Nachrichten, lokales Handwerk, Umweltverbände)

Tabelle 15: Energetische Rahmenbedingungen Krückau-Vormstegen (Eigene Darstellung)

Annahmen für das energetische Quartierskonzept Krückau-Vormstegen

Klimaveränderungen	<ul style="list-style-type: none"> Werte des norddeutschen Klimaatlasses für die Metropolregion Hamburg bis 2100: Zunahme des Niederschlags (+9%), Zunahme der Sturmintensität (+3%), Abnahme Sonnenscheindauer (-4 bis -7%), Zunahme Vegetationsperiode (+51 bis +84 Tage), Temperaturzunahme (+2° bis +4,7°), Zunahme Sommertage (+7 bis +42 Tage), Abnahme Wintertage (-16 bis -48 Tage). Dementsprechend ist ein Absinken des Heizwärmebedarfs, bei gleichzeitiger Erhöhung des Kältebedarfs zu erwarten.
Energiebedarf	<ul style="list-style-type: none"> Gebäude: Wärmebedarf entsprechend den EnEV-Anforderungen stark absinkend. Strombedarf tendenziell leicht steigend. Verkehr: Energiebedarf in etwa gleichbleibend. Zunehmende Bedeutung von E-Mobilität, damit Anstieg Strombedarf.
Rohstoff- bzw. Endenergiepreise	<ul style="list-style-type: none"> Die Teuerungsrate fossiler Brennstoffe lag im langjährigen Mittel bei 3-5% p.a. Für Biomethan und Holzpellets zwischen 1-2% p.a. Die Endenergiepreise für Strom/Wärme stiegen im Schnitt um 6% p.a.³⁵⁷ Daher wird für Energie aus fossilen Energieträgern mit einer jährlichen Teuerungsrate von 6% p.a. kalkuliert. Bei allen anderen mit 2% p.a.
Inflationsrate / Baukosten Technische Entwicklung bis 2025	<ul style="list-style-type: none"> Entsprechen sich und liegen bei +2% p.a.^{358, 359} Dämmstoffe: Leichte Preissenkung durch Marktausdifferenzierung Energiegewinnung: Kostensenkung im Bereich PV (10% p.a.), Geothermie Verteilung und Speichertechnologien: Moderater, stetiger Preisrückgang
Entwicklung nationales Energierecht 2025	<ul style="list-style-type: none"> EnEV: Steigerung der Anforderung für Neubauten auf Passivhausstandard (15 kWh/m²a) bis EnEV 2021 (siehe Tabelle 19, Seite 101). Steigerung KfW-Standards, Beibehaltung, jedoch Absenkung der Förderung. EEG/KWKG: Deutliche Absenkung der Einspeisevergütung ab 2015 für PV. Ab 2020 deutliche Absenkung für Geothermie, sodass ab diesem Zeitpunkt die Eigennutzung durchweg wirtschaftlicher ist. KWK-fossil wird eingestellt EEWärmeG: Erhöhung Anteil EE an Gebäudewärmeversorgung.

Tabelle 16: Annahmen für das energetische Quartierskonzept Krückau-Vormstegen (Eigene Darstellung)

³⁵⁶ vgl. shz.de (2013a)

³⁵⁷ vgl. Statistisches Bundesamt 2013c

³⁵⁸ vgl. Statistisches Bundesamt 2013d

³⁵⁹ vgl. Statistisches Bundesamt 2013e

5.4 Planungsverfahren zur Erstellung des energetischen Quartierskonzepts für Krückau-Vormstegen

Bei den in **Tabelle 14** bis *Tabelle 16* dargestellten Rahmenbedingungen für Krückau-Vormstegen fällt die künftige und bereits bestehende Zweiteilung des Quartiers von Funktion und Struktur auf: Der nördliche Bereich entlang der Krückau wird eine Mischung aus Einzelhandel, Büro und Wohnnutzung sein – vollständig im Neubau errichtet. Der südliche Bereich entlang der Straße Vormstegen und südlich der Knechtschen Hallen besteht in seiner Struktur bereits jetzt zu großen Teilen. Die bestehenden Gebäude werden durch punktuelle Neubauten ergänzt, sodass ein relativ ruhiges Wohnquartier mit Büro- und Gewerbeflächen zur Westerstraße hin entstehen wird. Wie sich diese Situation räumliche darstellt ist auf Abb. 42 abgebildet.



Abb. 42: Gebietstrennung nach Neubau (rot) und Bestand (blau) (Eigene Darstellung)

Betrachtet man die absoluten Zahlen besteht ein Drittel der etwa 175.000 Quadratmeter BGF bereits jetzt, ähnlich sieht es für Wohneinheiten aus – 210 von insgesamt 754 Wohneinheiten bestehen bereits heute.

Aus dieser Zweiteilung des Quartiers ergeben sich auch zwei Aufgabenfelder für das energetische Quartierskonzept:

- a) Erstellung eines Energiekonzepts für den Neubau – bestehend aus effizienter Energieversorgung und geringem Energiebedarf durch energieeffizienten Städtebau.
- b) Erstellung eines Energiekonzepts für den Bestand durch Nutzung der Energieversorgungsstruktur für den Neubau - bestehend aus energetischem Sanierungskonzept zur Absenkung des Energiebedarfs und Umbau der Energieversorgung.

5.4.1 Ziele für und Bedingungen an das energetische Quartierskonzept

Diese beiden Schritte haben zum Ziel den Gesamtenergiebedarf des Quartiers zu verringern, den Restbedarf durch erneuerbare Energien zu decken und so einen Beitrag zu einem nachhaltigen Quartier Krückau-Vormstegen zu leisten. Zu einem energetisch nachhaltigen Quartier gehören noch weitere Belange wie Verkehr, Abwasser, Baumaterialien oder Grünräume – diese werden im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet werden können. Eine Überprüfung und Anpassung der bestehenden Planung ist jedoch dringend erforderlich.

Aus der Sicht des Autors ergeben sich für die Stadt Elmshorn die folgenden Bedingungen, die mit dem energetischen Quartierskonzept vereinbar sein müssen:

- Schaffung von Gewerbe- und Wohnflächen entsprechend der zukünftigen Nachfrage.
- Schaffung von günstigem Wohnraum.
- Zentrumsentwicklung Elmshorn.
- Schaffung sozialer Einrichtungen etc.
- Finanziell darf es keine weitere Belastung für den kommunalen Haushalt geben.
- Ökologisch darf es keinen weiteren negativen Einfluss auf die Gesamtstadt geben.

5.4.2 Bisherige Umsetzungshemmnisse für die energetische Quartiersplanung und Quartiersentwicklung

Aufgrund folgender Hemmnisse ist eine energetische Quartiersplanung bisher noch nicht eingeleitet worden:

- Es fehlt (deutschlandweit) an Sensibilität für die Bedeutung des Themas Energie.
- Die politischen Strukturen in Elmshorn könnten innovationsfreudiger sein.
- Die Verwaltung scheint stark sektoral organisiert zu sein.
- Schwierigkeiten beim Erwerb von Grundstücken entlang der Krückau
- Es fehlt ein klares Leitbild bzw. eine Vision für Krückau-Vormstegen. Ohne Begeisterung – auch in der Bevölkerung – wird eine Umsetzung schwierig.
- Folglich führt dieses zu einer Passivität der Akteure in Elmshorn und damit fehlt es auch an jemandem, der die dringend benötigte Initiative übernimmt.

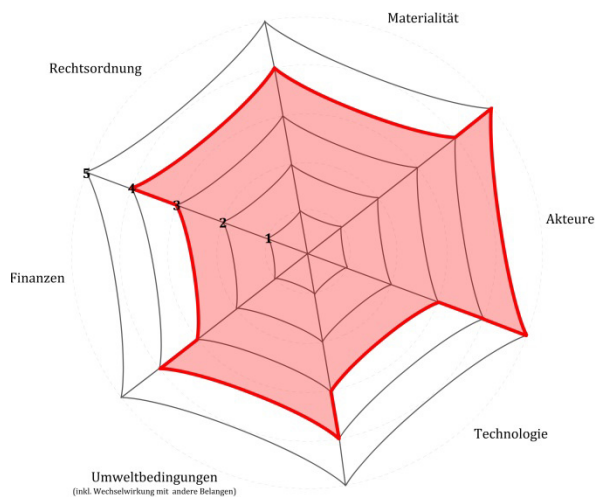


Abb. 43: Aufgabenbereiche bzw. Herausforderungen für das energetische Quartierskonzept Krückau-Vormstegen (Eigene Darstellung)

5.4.3 Aufgabenfelder

Aufgrund der Parallelität von Neubau und Bestandssanierung ergeben sich umfangreiche Aufgabenfelder in allen Dimensionen der energetischen Quartiersplanung (siehe Abb. 43). Besonders die Ansprache und Aktivierung der Eigentümer und die Koordination mit der technisch-organisatorisch-rechtlichen Planung für den Neubau werden zu zentralen Herausforderungen für das energetische Quartierskonzept.

5.4.4 Verfahren zur Erstellung und Implikation des energetischen Quartierskonzepts

Aufgrund der Komplexität des Quartiers Krückau-Vormstegen, mit der Zweiteilung in Bestandssanierung und Neubau, sowie der damit verbundenen Mehrdimensionalität des erforderlichen Planungsprozesses bedarf es einer integrierten und projektbezogenen Planungsstrategie. Nur durch eine Arbeitsgruppe die sich aus allen relevanten Verwaltungsbereichen und Akteuren im Quartier zusammensetzt lässt sich das Ziel eines energetisch nachhaltigen Quartiers erreichen. In einem ersten Schritt geht es um die Überwindung der genannten Hemmnisse. Zentral hierfür ist die Schaffung des Bewusstseins für die Bedeutung energetischer Belange in Quartieren und der Einleitung einer Diskussion zwischen Elmshorner Verwaltung, Politik und den Stadtwerken Elmshorn über die Gestaltungsmöglichkeiten für ein energetisch und anderweitig möglichst nachhaltiges Quartier.

Die Initiative muss von der Elmshorner Verwaltung ausgehen. Die Vorarbeit – also Identifikation der Akteure, Vorbereitung der Akteursansprache, Festlegung des Verfahrens und die Finanzierung – läge in der Hand der Stadtplanungsabteilung in der Elmshorner Verwaltung. Im Idealfall wäre der Bürgermeister Elmshorns Schirmherr der Arbeitsgruppe, der die entsprechenden Akteure persönlich anspricht und von der Bedeutung der Zusammenarbeit für ein energetisches Quartierskonzept mit dem Ziel eines nachhaltigen Quartiers Krückau-Vormstegen überzeugt. In der weiteren Arbeit müsste der Bürgermeister nicht aktiv mit eingebunden sein. Seine Aufgabe könnte vorrangig die Repräsentation der Arbeitsgruppe in der Öffentlichkeit sein, um eine möglichst breite Unterstützung zu gewährleisten und die Bedeutung des Vorhabens mit seiner Präsenz zu unterstützen.

Im Wesentlichen geht es um den Aufbau einer Arbeitsgruppe, in der alle relevanten Akteure vertreten sind und die gleichzeitig über die nötige Planungskompetenz verfügt, um Strategien zu entwickeln, die auch umsetzbar sind. Die Öffentlichkeitsarbeit wird während des gesamten Planungsprozesses entscheidend sein. Daher sollten bereits frühzeitig strategische Partner wie die Morgenwelt, Stadtmarketing Elmshorn, die Elmshorner Zeitung, Wohnungsbaugesellschaften und die Elmshorner Sparkasse in den Prozess involviert werden.

Entscheidend für die Wirksamkeit der Arbeitsgruppe ist die Mitgliedschaft von Entscheidungsträgern aller Akteursgruppen: Nur wenn ausreichend Kompetenzen vorhanden sind kann die Umsetzung des energetischen Quartierskonzepts gelingen. Die Steuerung des Prozesses muss hauptsächlich bei der Elmshorner Verwaltung sowie in Teilen bei den Stadtwerken Elmshorn liegen. Dabei geht es um die Etablierung der Idee eines energieeffizienten, nachhaltigen Quartiers. Wie dieses konkret aussieht – Energiekennwerte, Mobilität, Baumaterialien und mehr - ist von den beteiligten Akteuren abhängig.

Die erste Aufgabe der Arbeitsgruppe nach erfolgreicher Findung wird die Festlegung des Planungsumfangs, die Formulierung gemeinsamer Ziele bzw. eines Leitbilds für das Quartier und Indikatoren zur Überprüfung

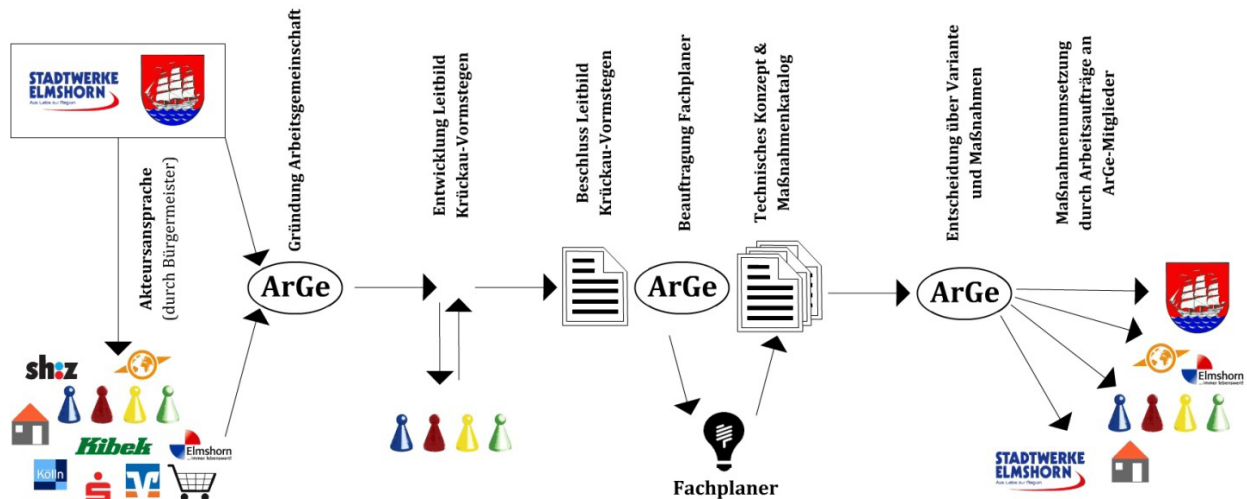


Abb. 44: Planungsprozess des energetischen Quartierskonzepts Krückau-Vormstegen (Eigene Darstellung)

der Zielerreichung sein. Nur wenn alle Akteure bereits frühzeitig ein gemeinsames Ziel haben ist Motivation und Kontinuität bei der Umsetzung - der Zielerreichung - möglich. Dabei schadet es nicht sich hohe Ziele zu setzen. Denn die Ziele nach unten anzupassen ist im Laufe des Prozesses immer noch möglich – umgekehrt kaum. Anschließend werden die Rahmenbedingungen wie die Erfassung des Bestands, Prognosen zur zukünftigen Quartiersentwicklung und Finanzierung geklärt werden müssen. Wenn die Finanzierung steht können Fachplaner mit der technischen Konzepterarbeitung beauftragt werden.

Die technische Konzeptarbeit - bestehend aus Bestandsaufnahme, Erfassung Energiebedarfe, Erfassung Energiepotenzial, Variantenerstellung und Maßnahmenentwicklung zur planerischen Umsetzung des technischen Konzepts - kann von einem externen Energiefachplaner übernommen werden. Dessen Ergebnisse werden anschließend von der Arbeitsgruppe für die planerische Umsetzung vorbereitet. Mit der Beauftragung eines externen Fachplaners sind Kosten verbunden, die sich allerdings Ko-finanzieren lassen.

5.4.5 Finanzierung des Konzepts

Letztendlich werden zwei aufeinander abgestimmte technische Konzepte erstellt. Wenn sich ein Teil davon über Drittmittel finanzieren lässt, sollte diese Möglichkeit genutzt werden und muss in der Folge geprüft werden. Krückau-Vormstegen als Sanierungsgebiet ist ein gutes Beispiel für den Stadtumbau

und ist nach Auskunft der KfW gegenüber dem Autor als förderfähig anzusehen.

Durch die Zweiteilung des Quartiers und damit auch durch die zwei Aufgabenstellungen ist die Bewerbung auf Mittel des KfW-Programms 432 „Energetische Stadtsanierung“ möglich. Laut Aussage der KfW ist es erwäglich Quartiere beliebig festzulegen, da es bei der KfW keine einheitlichen Standards hierfür gibt. So erscheint eine Bewerbung und Nutzung der KfW-Förderung im südlichen Teil, dem „Quartier Vormstegen“ mit der Aufgabe der Bestandssanierung, sinnvoll.

Eine Kostenübernahme durch die KfW von 65 Prozent sowie weitere 20 Prozent durch das Land Schleswig-Holstein könnten die Erstellung eines Sanierungskonzepts und anschließend einen Sanierungsmanager größtenteils finanzieren. Die Sanierung ist auch die größte Herausforderung, da für den Neubau lediglich Energiestandards definiert und diese bauplanungs- oder vertragsrechtlich festgeschrieben werden müssen. Dieses könnte entweder – je nach Kapazität – direkt in der Elmshorner Verwaltung geschehen oder als Auftrag an ein externes Energieplanungsbüro vergeben werden. Der finanzielle Aufwand bliebe so überschaubar.

In den folgenden fünf Abschnitten sind die nötigen Schritte für das technische Konzept bereits skizziert.

5.5 Bewertung des Bestands hinsichtlich des energetischen Zustands

Der Autor hat die 35 Bestandsgebäude hinsichtlich Gebäudealter, der Grund-, Bruttogeschoss- und der sich daraus ableitenden Nutzfläche, sowie baulichem Zustand und äußerlich sichtbaren Sanierungen erfasst und bewertet. Da für die meisten Gebäude keine genauen Werte vorlagen wurden die Daten während mehrerer Ortsbegehungen gesammelt und systematisiert. Aus diesen Daten wurden Energieverbräuche anhand von Richtwerten nach Gebäudealtersklassen abgeleitet³⁶⁰. Je nach baulichem Zustand und sichtbaren Sanierungsmaßnahmen wurden diese Werte anschließend angepasst.

Zudem wurde der sogenannte „Preboundefekt“ einkalkuliert, nachdem der tatsächliche Energieverbrauch im Gebäudebestand aufgrund des angepassten Nutzerverhaltens um einiges niedriger ist als dieser rechnerisch sein sollte.³⁶¹ Erfahrungen haben gezeigt, dass der tatsächliche Wärmebedarfs des Gebäudebestands in Deutschland mit 149 kWh/m²a deutlich von den erwarteten 225kWh/m²a abweicht.³⁶² Dieses wurde für den energetisch schlechten Altbaubestand in Krückau-Vormstegen näherungsweise mit einem Abzug von 15 Prozent des rechnerischen Wärmebedarfs berücksichtigt, was für die spätere Betrachtung von Energieeinsparpotenzial und Amortisation von Sanierungsmaßnahmen relevant ist.

Einige der Wohn- und Gewerbeeinheiten im Gebiet stehen zurzeit zum Verkauf bzw. zur Vermietung. Die vorhandenen Angebote wurden vom Autor erfasst um die gemachten Annahmen bezüglich Nutzfläche, Gebäudealter, Wärmebedarf und Heizungssystem zu

Annahme: Wärmebedarfe (unsaniert)

Gebäudeklasse	Wärmebedarf (in kWh/m ² a)
Bis 1918	275
1919 - 1957	250
1958 - 1968	220
1969 - 1977	180
ab 1978	150

Table 17: Gebäudeklassen (Eigene Darstellung)

³⁶⁰ vgl. Diefenbach, N. et al. 2011

³⁶¹ Galvin, R.; Blank, M.S. 2012

³⁶² Ebd.

überprüfen. So liegen für vier der 35 Bestandsgebäude nach Rücksprache mit Eigentümern bzw. Maklern genauere Daten vor. Der Abgleich der Daten mit den Annahmen der Ortsbegehung bestätigte diese ausnahmslos, sodass die Annahmen bezüglich des Gebäudebestands in Krückau-Vormstegen als realistisch angesehen werden.



#1 | Vormstegen 16 |
Baujahr 1900
Rechnerischer Heizwärmebedarf: 200 kWh/m²a
Tatsächlicher Heizwärmebedarf: 202,3 kWh/m²a



#15 | Osterfeld 2a |
Baujahr 1980
Rechnerischer Heizwärmebedarf: 170 kWh/m²a
Tatsächlicher Heizwärmebedarf: 167 kWh/m²a



#9 | Vormstegen 25 |
Baujahr 1910
Rechnerischer Heizwärmebedarf: 275 kWh/m²a
Tatsächlicher Heizwärmebedarf: 306,6 kWh/m²a



#32 | Berliner Str. 7 |
Baujahr 1960
Rechnerischer Heizwärmebedarf: 190 kWh/m²a
Tatsächlicher Heizwärmebedarf: 200 kWh/m²a

Table 18: Beispielgebäude Bestand Krückau-Vormstegen bezugnehmend auf Abb. 39: Bildung von Baufeldern und Nummerierung von Bestandsgebäuden (Eigene Darstellung) Abb. 39 (Eigene Darstellung)

Die Mehrheit der Gebäude wurde in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts errichtet und ist in der Regel 2- bis 3-geschossig mit Staffel. Dazu ist der bauliche Zustand in den südlichen Bereichen um die Straße Osterfeld und östlich Vormstegen mehrheitlich mäßig bis schlecht. Lediglich ein Drittel des Gebäudebestands ist in einem guten Zustand (siehe Abb. 46). Die übrige Bebauung weist bereits äußerlich erhebliche Mängel auf. So sind auch nur an weniger als an einem Drittel der Gebäude äußerliche Sanierungsmaßnahmen durchgeführt worden (siehe Abb. 45).

Sind in den letzten Jahren erkennbare Sanierungen durchgeführt worden?

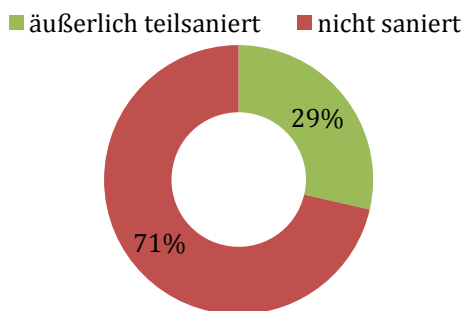


Abb. 45: Sanierung Bestand (Eigene Darstellung)

Selbst Einfachverglasungen sind keine Seltenheit. Dementsprechend ist der Heizwärmebedarf für die Mehrheit der Gebäude erhöht bis sehr hoch. Für eine genauere Aufführung sei auf den Anhang verwiesen.

Die Bereitstellung der Energie für Raumheizung und Warmwasser erfolgt über Zentralheizungen, betrieben mit Gas oder in Ausnahmefällen Heizöl. Alle in Tabelle 18 aufgeführten Beispielgebäude werden über Gaskessel beheizt. Daher wird dieses für das Quartier – mangels genauerer Daten – als einheitlicher Standard angenommen. Entsprechend dem Sanierungszustand wird im Weiteren ebenso davon ausgegangen, dass der Einbau einer neuen Heizungsanlage nur zusammen mit größeren Sanierungsmaßnahmen erfolgt ist und aufgrund mangelnder Sanierung bei der Mehrheit der Gebäude nach

Baulicher Zustand der Bestandsgebäude

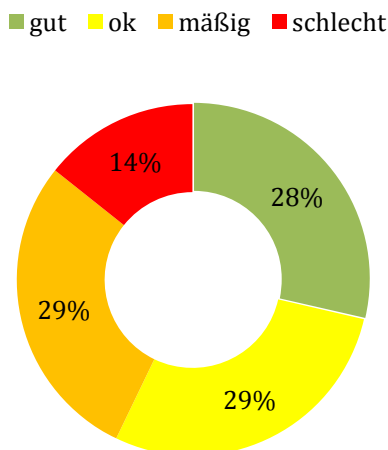


Abb. 46: Baulicher Zustand des Gebäudebestands (Eigene Darstellung)

Schätzung des Autors veraltete Heizungs-technik eingesetzt wird.

Insgesamt ergibt sich für die Nutzflächen der 35 Bestandsgebäude ein durchschnittlicher Heizwärmebedarf von 215 kWh/m²a. Summiert man den jährlichen Heizwärmebedarf aller Gebäude ist für den unsanierten Bestand bei annähernder Vollbelegung der Nutzfläche von einem Heizwärmebedarf von 7 GWh/a auszugehen bzw. einem Primärenergiebedarf von 7,7 GWh/a, was etwa 1.400 Tonnen CO₂ entspricht. Für den Strombedarf werden Durchschnittsverbrauchswerte je Quadratmeter BGF herangezogen, sodass sich ein aufsummierter Strombedarf von etwas mehr als 1,1GWh/a ergibt.^{363,364}

5.6 Energieeinsparpotenzial durch energetische Sanierung des Bestands

Für die 35 Bestandsgebäude ist eine energetische Sanierung unabdingbar. Bei dem vorliegenden Gebäudebestand sind – aufgrund des Gebäudealters, der unzureichenden Dämmung, dem Sanierungsstau bei vielen der Gebäude sowie der vermuteten veralteten Heiztechnik große Einsparpotenziale technisch realisierbar. Gleichzeitig ergeben sich Einschränkungen durch den Denkmalschutz und durch die für das Quartier identitätsprägenden Fassaden aus der Gründerzeit. Zudem befindet sich die Mehrheit der Gebäude im Eigentum von einzelnen Eigentümern, was die vollständige Realisierung des energetischen Sanierungspotenzials zu einer Herausforderung macht.

Daher wurden bei der Ermittlung des Sanierungs- und damit Heizenergieeinsparpotenzials folgende Annahmen getroffen:

- Alle energetischen Sanierungen finden parallel zu auch sonst nötigen Sanierungen statt um so den Anteil der energetischen Sanierungskosten möglichst gering zu halten und eine schnelle Amortisation der Maßnahmen zu erreichen.
- Gründerzeitliche/denkmalgeschützte Fassaden werden nicht oder nur durch Fens-

³⁶³ vgl. Stadtwerke München 2013

³⁶⁴ vgl. Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften 2008

teraustausch und in Einzelfällen durch Innendämmung saniert.

- Es erfolgt eine energetische Sanierung auf KfW-Standard, um Förderprogramme in Anspruch nehmen zu können.
- Dabei wird das technische Potenzial der Reduzierung des Wärmebedarfs nicht ausgereizt: Erstens aus genannten ästhetischen Gründen und zweitens aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und des effizienten Mitteleinsatzes. Die Kosten energetischer Sanierungen steigen ab einem gewissen Level exponentiell an. So wird für eine Sanierung von 100 kWh/m²a Heizenergiebedarf auf Passivhausstandard eine Amortisationszeit der Gesamtmaßnahmen von bis zu 50 Jahren erwartet. Dieses ist bei derart komplizierter Baukörper- und Eigentümerstruktur in Krückau-Vormstegen nicht umsetzbar, da eine mittelfristige Amortisation wirtschaftlich nicht darstellbar ist.
- Zudem gleicht ab einer energetischen Sanierung auf einen Heizwärmebedarf von 50 kWh/m²a der Reboundeffekt durch unangepasstes Nutzerverhalten die technischen Energieeinsparungen aus³⁶⁵, sodass dieser Wert als Maximalwert für den sanierten Heizwärmebedarf angesehen wird.

Auf diesen Annahmen basierend wurden anhand von Erfahrungswerten für energetische Sanierungsmaßnahmen je Bauteil realistisch erreichbare Einsparpotenziale annäherungsweise ermittelt. Anhand der vier Beispielgebäude aus Tabelle 18 wurden diese Werte überprüft. Die potenziell erreichbaren Einsparungen wurden anschließend als Schablone auf die anderen 31 Bestandsgebäude übertragen und der jeweiligen Situation angepasst. So werden zum Beispiel Klinkerfassa-

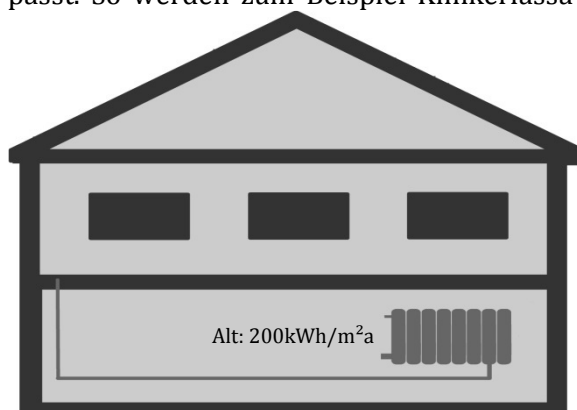


Abb. 47: Piktogramm für ein Gründerzeitgebäude - Sanierungsmöglichkeit und Sanierungspotenzial (Eigene Darstellung)

³⁶⁵ vgl. Galvin, R. (06.09.2013)

den oder Stuckfassaden straßenseitig nicht gedämmt, sodass diese vom theoretisch erreichbaren Einsparwert abgezogen sind.

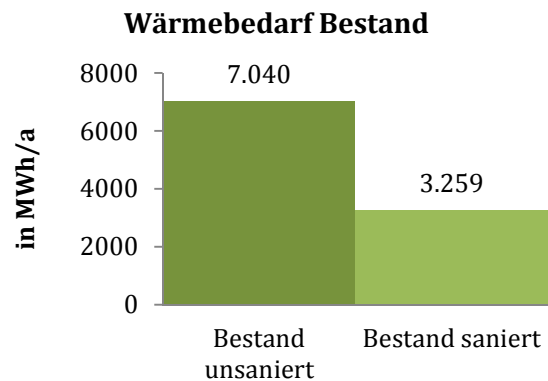
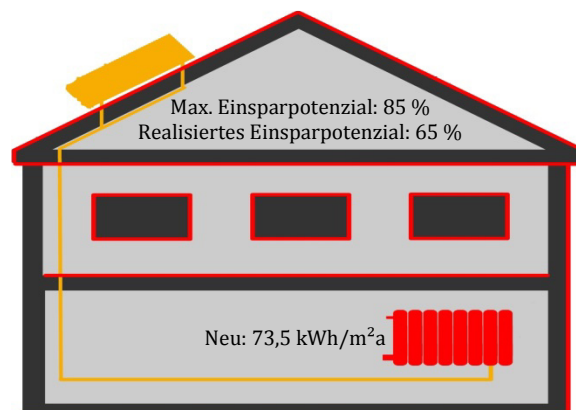


Abb. 48: Wärmebedarf Bestand in MWh (Eigene Darstellung)

Nach der Durchführung dieser Kalkulation für jedes Gebäude im Quartier ergeben sich wirtschaftlich darstellbare Einsparpotenziale zwischen 20 und 70 Prozent pro Gebäude. Im Mittel ist eine Heizenergieeinsparung von 59% als realistisch anzusehen. Die größten Einsparpotenziale liegen im Bereich der Heizanlagenenergieerneuerung, die für die Mehrheit der Gebäude überfällig sein sollte (25 – 30 Prozent Einsparpotenzial). Gefolgt von Außenwanddämmungen, die bei vielen Gebäuden – aufgrund Alter und Sanierungszustand angenommen – nicht existent oder nur unzureichend ist (16 – 29 Prozent Einsparpotenzial), sowie Dach-, Keller- oder Geschossdeckendämmung (8 bis 20 Prozent Einsparpotenzial). Für eine genaue Aufschlüsselung der Werte sei auf den Anhang verwiesen.

Summiert ergibt sich daraus ein Heizenergiebedarf von 3,26 GWh/ a des sanierten Gebäudebestands (siehe Abb. 48).



5.7 Energiebedarfsanalyse

Der Quartiersenergiebedarf setzt sich aus Neubauten und Bestandsgebäuden zusammen. Mit der Ermittlung des Sanierungspotenzials und des Energiebedarfs für den sanierten Gebäudebestand ist ein Teil somit bereits erfasst worden. Der zweite Teil hängt von den Energiestandards ab, die für die Neubauten angesetzt werden. Diese sind abhängig von politischen Vorgaben - Elmshorn hat zum Beispiel als Flächeneigentümer die Möglichkeit Energiestandards über Kaufverträge festzusetzen - und vom Zeitpunkt der Bauantragsstellung. Mit der Neufassung der EnEV steigen auch die Energiestandards deutlich an. Ab 2021 sind Neubauten verpflichtend im Passivhausstandard zu errichten, was für einen Teil der Gebäude in Krückau-Vormstegen der Fall sein wird. Da bis auf wenige Ausnahmen die geplanten Neubauten entweder ausschließlich Wohnnutzung oder Mischnutzung mit hohem Wohnanteil enthalten, wird angenommen, dass stets die Anforderungen der EnEV für Wohngebäude verpflichtend zu realisieren sind.

Entwicklung des EnEV-Standards

Bereich	Wert	
EnEV 2009	60	kWh/m ² a
EnEV 2014	50	kWh/m ² a
EnEV 2016	45	kWh/m ² a
EnEV 2019	30	kWh/m ² a
EnEV 2021	15	kWh/m ² a

Tabelle 19: Entwicklung EnEV (Eigene Darstellung)

In Tabelle 19 sind die zu erwartenden Mindeststandards für den Neubau bis zur EnEV bis 2021 aufgeführt. Je nach Baubeginn der einzelnen Baublöcke kommen andere Energiestandards zur Anwendung. Da nicht vor einem Baubeginn vor 2014/15 (Baufeld X) zu rechnen ist kommen deutlich höhere Energiestandards und damit auch niedrigere Energiebedarfe zur Anwendung, als dieses im Rahmenplan erwartet wurde. Dieses macht einmal mehr deutlich, dass ein energetisches Quartierskonzept unabdingbar ist um die Energieversorgung optimal auf den Energiebedarf abzustimmen. Gleichzeitig stellt sich die Frage, ob nicht, aufgrund des zeitlich noch nicht absehbaren Baubeginns in den ersten Baufeldern, grundsätzlich der Passivhausstandard als Energiestandard festgesetzt

werden sollte. Da dieser ab 2021 ohnehin gelten wird macht es kaum einen Unterschied ob man die Passivhausbauweise bereits fünf Jahre vorher als Standard festsetzt. Dieses hätte den Vorteil, dass man einheitliche Standards für die Bebauung schaffen und im Idealfall den Energiestandard zum Anlass für die Aufstellung eines Gestaltungsleitfadens nehmen könnte. Der Leitfaden enthält Aussagen zu Gestaltungsprinzipien, Materialien und weiteren Aspekten des nachhaltigen Bauens. Insbesondere sollte Wert auf Nachhaltigkeit von Baumaterialien, zum Beispiel Bauen mit Holz, gelegt werden. Der zurzeit in der Elmshorner Verwaltung vorbereitete Prüfkatalog für Bauherrn ist eine gute Basis und könnte als Anforderung bei Grundstückserwerb eingebracht werden.

Die Passivbauweise ist inzwischen kaum noch teurer als „herkömmliche“ Bauweisen. Gerade vor dem Hintergrund der steigenden Anforderungen der EnEV fallen die zusätzlichen Investitionskosten immer geringer aus, sodass bei einer langfristigen Betrachtung Passivhäuser inzwischen sogar günstiger sind.³⁶⁶ Geringere Heizkosten, eine geringere Abhängigkeit von Preissteigerungen bei Energieträgern, eine gleichbleibend hohe Luftqualität, ein angenehmes Raumklima, hohe Wertstabilität, attraktive Fördermöglichkeiten durch die KfW und der individuelle Beitrag zum Klimaschutz sind Argumente für einen Bau im Passivhausstandard.³⁶⁷ Da in Krückau-Vormstegen überwiegend Mehrfamilienhäuser entstehen werden, wird pro Gebäude theoretisch nur ein Technikraum benötigt. Durch das Fehlen eines aktiven Heizsystems im Passivhaus wären so zusätzliche Raumgewinne erreichbar, wenn man sich für eine Gesamtversorgung von größeren Gebäuden oder sogar ganzen Baufeldern entscheidet. Auch ist die Wohnzufriedenheit in Passivhäusern überdurchschnittlich hoch.³⁶⁸

Die Festsetzung des Passivhausstandards in Verbindung mit weiteren Aspekten der Nachhaltigkeit sowie Gestaltung wird für Krückau-Vormstegen empfohlen. Die Umsetzung dieses Standards wäre wünschenswert und bildet die Bebauungsvariante 2 ab.

³⁶⁶ vgl. Stadt Heidelberg 2012

³⁶⁷ Maaß, J.; Walther, C.; Peters, I. 2008, S. 16-17

³⁶⁸ Maaß, J.; Walther, C.; Peters, I. 2008, S. 46

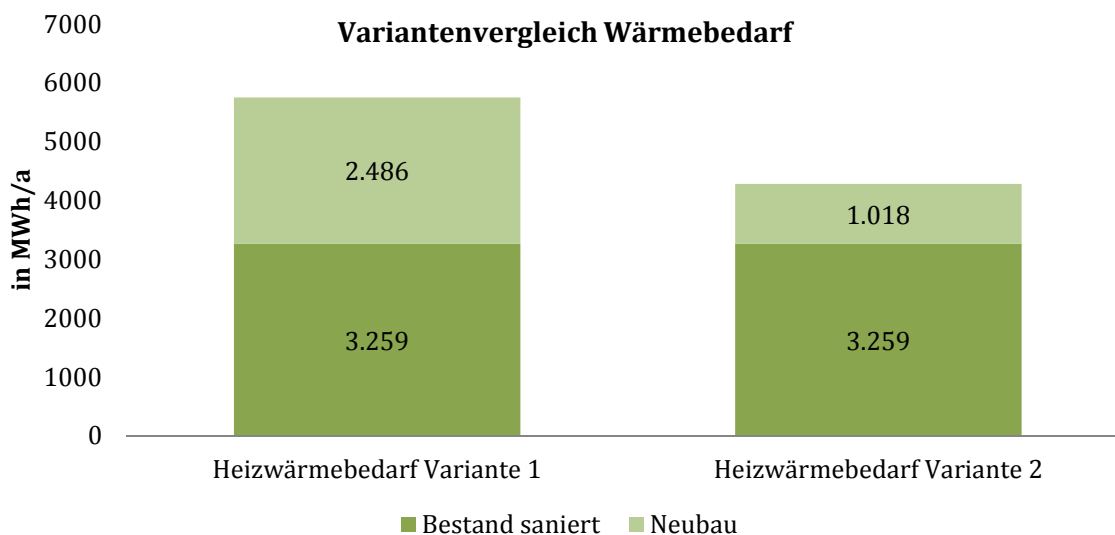


Abb. 49: Variantenvergleich Wärmebedarf (Eigene Darstellung)

Gleichzeitig soll der gesetzliche Mindeststandard abgebildet werden. So werden die jeweiligen EnEV-Mindeststandards für den Neubau zu prognostiziertem Baubeginn je Baufeld als Bebauungsvariante 1 festgelegt. Die Heizwärmebedarfe ergeben sich aus dem Produkt der Energiestandards je Baufeld und der jeweiligen Nutzfläche. Dazu werden die Heizwärmebedarfe der sanierten Bestandsgebäude addiert. Für die Variante 1 ergibt sich ein Heizwärmebedarf von 5,745 GWh/a. Für die Variante 2 liegt der Heizwärmebedarf bei 4,278 GWh/a.

Aufgrund der Bedeutung für Elmshorn und für die Entwicklung Krückkau-Vormstegens sei hier noch einmal explizit auf den Neubau des Rathauses mit knapp 7000 Quadratmetern Nutzfläche hingewiesen. Da ein Baubeginn für 2018 geplant ist, der Prozess sich aber bereits jetzt deutlich verzögert hat, ist nicht von einem Baubeginn vor 2019 auszugehen. 2019 müssen öffentliche Gebäude bereits im Passivhausstandard gebaut werden, was dann auch für das neue Elmshorner Rathaus gelten würde.

Der Strombedarf wird pro Baufeld berechnet. Eine Unterscheidung zwischen Bestand und Neubau findet nicht statt, da sich Strombedarfe in Bestand und Neubau kaum merklich unterscheiden: Der Strombedarf ist im Bestand aufgrund der oft veralteten und ineffizienten Haushaltsgeräte tendenziell höher. Dieses gleicht sich jedoch durch den höheren Anlagenstrombedarf in den Neubauten wei-

testgehend aus. So wird für die Wohngebäude in Krückkau-Vormstegen mit dem Bundesdurchschnitt für Haushaltsstrombedarf von 39,5 kWh/m²a (NF) kalkuliert.³⁶⁹ Für Bürogebäude wird mit 25 kWh/m²a (BGF) kalkuliert, was Referenzwerten für technisch hochausgestattete Büros entspricht (10W/m² und 2500h/a Nutzung).³⁷⁰ Für Gewerbenutzungen wird mit 43,2 kWh/m²a (BGF) kalkuliert (12W/m² und 3600h/a Nutzung, was einer zwölfstündigen Nutzung an sechs Tagen pro Woche entspricht).³⁷¹ Für öffentliche Nutzungen wird mit 29 kWh/m²a (BGF) und für Kindertagesheime mit 19 kWh/m²a (BGF) kalkuliert.³⁷² Für das gesamte Quartier Krückkau-Vormstegen ergibt sich daraus ein jährlicher Strombedarf von knapp 4 GWh/a. Für eine detaillierte Aufführung der Referenzwerte und des Gesamtstrombedarfs sei hier auf den Anhang verwiesen.

Der Bedarf an Raumkühlung in den Sommermonaten ist im Rahmen der Arbeit nicht erfasst worden, ist jedoch ein Faktor, der nicht unerheblich sein dürfte wenn ein Großteil der Gebäude im Passivhausstandard errichtet wird. Hier bedarf es einer weiteren Prüfung im Rahmen einer detaillierteren Betrachtung. Bezüglich der Lastenverteilung über Jahres- sowie Tagesganglinien wurden die deutschen Mittelwerte als Referenz ge-

³⁶⁹ vgl. Stadtwerke München 2013

³⁷⁰ vgl. Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften 2008

³⁷¹ Ebd.

³⁷² Ebd.

Baufeld	BGF	Frühester Baubeginn	Heizwärmebedarf Variante 1 (in kWh/m ² a)	Heizwärmebedarf Variante 1 (in MWh/a)	Heizwärmebedarf Variante 2 (in MWh/a)	Heizwärmebedarf Bestand (in MWh/a)	Gesamtheizwärmebedarf Variante 1 (in MWh/a)	Gesamtheizwärmebedarf Variante 2 (in MWh/a)	Wärmedichte Variante 1 (in MWh/ha*a)	Wärmedichte Variante 2 (in MWh/ha*a)	Strombedarf (in MWh/a)
I	32.746	2016	45	690	266	161	852	427	57	28,5	739
II	16.164	2018	45	388	129	231	473	214	63	28,5	304
III	23.567	2018	45	429	143	-	429	143	43	14	426
IV	20.815	2020	15	13	-	1.493	1.506	1.506	151	151	435
V	16.553	2022	15	125	-	140	265	265	28	28	400
VI	13.654	2022	15	49	-	383	432	432	86	86	349
VII	11.913	2022	15	51	-	326	516	516	54	54	135
VIII	5.411	2018	15	17	-	142	159	159	35	35	135
IX	2.680	2016	-	-	-	149	149	149	50	50	64
X	16.500	2014	50	495	149	-	495	149	50	15	392
XI	6.848	2016	45	185	62	-	185	62	92	31	174
XII	1.636	2016	45	44	15	-	44	15	108	36	42
XIII	9.700	2016	-	-	-	382	382	382	23	23	231
=	174.736	-	-	2.486	1.018	3.259	5.745	4.278			3.983

Tabelle 20: Energiebedarfe Baufelder Krückau-Vormstegen (Eigene Darstellung)

nommen. Näheres wird hierzu in Kapitel 5.9 im Rahmen der Variantenerstellung erläutert.

Für die Wirtschaftlichkeit von Wärmenetzen ist die Wärmedichte neben rechtlichen Rahmenbindungen und Grundstücksgrenzen (hiermit sind eine längere Leitungsführung aufgrund von Grundstücksgrenzen und die damit verbundenen höheren Leitungsverluste und Hausanschlüsse gemeint) ein entscheidender Faktor. Sie gibt das Verhältnis von Grundfläche und Wärmebedarf an und lässt so Schlüsse über die Wirtschaftlichkeit von Netzinfrastruktur zu. Die Wärmedichte für Krückau-Vormstegen variiert je nach Baufeld sehr stark, wie Abb. 50 und Abb. 51 zeigen. Dieses wird bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Einzelwärmenetzen je Baufeld relevant. In den südlichen Quartiersbereichen und um die Knechtschen Hallen sind die Energiebedarfe am höchsten.

Unabhängig von der Bebauungsdichte lässt sich feststellen, dass die Wärmedichte in den Baufeldern am größten ist, die einen hohen Anteil Bestandsgebäude haben. Auch allgemein hat der (sanierte) Bestand einen höheren Energiebedarf als die Neubauten. Soll das gesamte Quartier Krückau-Vormstegen als möglichst energieeffizient und mit regenerativen Energien versorgt werden, wird hier

erneut die Bedeutung des Bestands deutlich: In den Baufeldern mit Bestandsgebäuden unterscheidet sich der Heizwärmebedarf zwischen Variante 1 und Variante 2 kaum. Um also eine nachhaltige, auf regenerativen Energien basierende Energieversorgung von Krückau-Vormstegen zu erreichen, müssen die Neubauten als Chance begriffen werden die Bestandsgebäude mit zu versorgen. Gleichzeitig ist der Bestand möglicherweise der Heizwärmenachfrager, der benötigt wird um das Quartier wirtschaftlich über Wärmenetze versorgen zu können. Inwieweit dieses möglich ist hängt in starkem Maße vom vorhandenen Energiepotenzial ab.

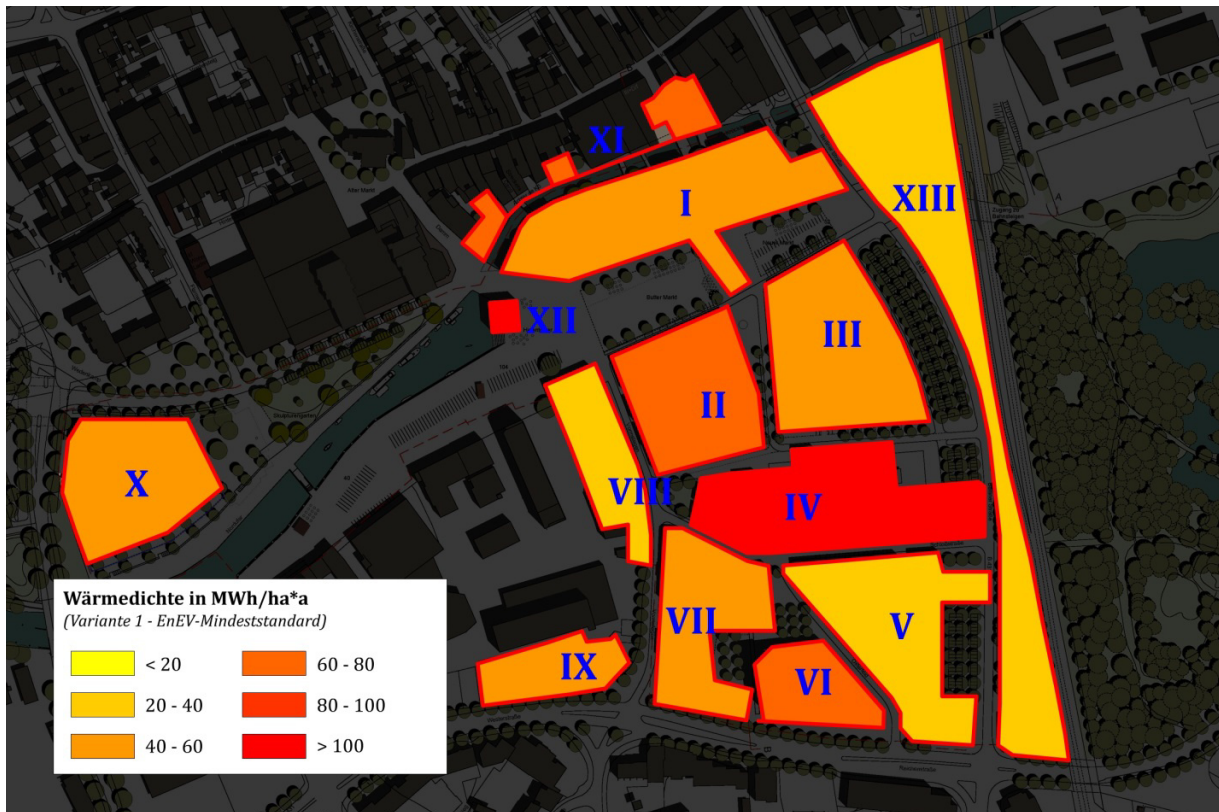


Abb. 50: Wärmedichte der Baufelder Variante 1 (Eigene Darstellung)

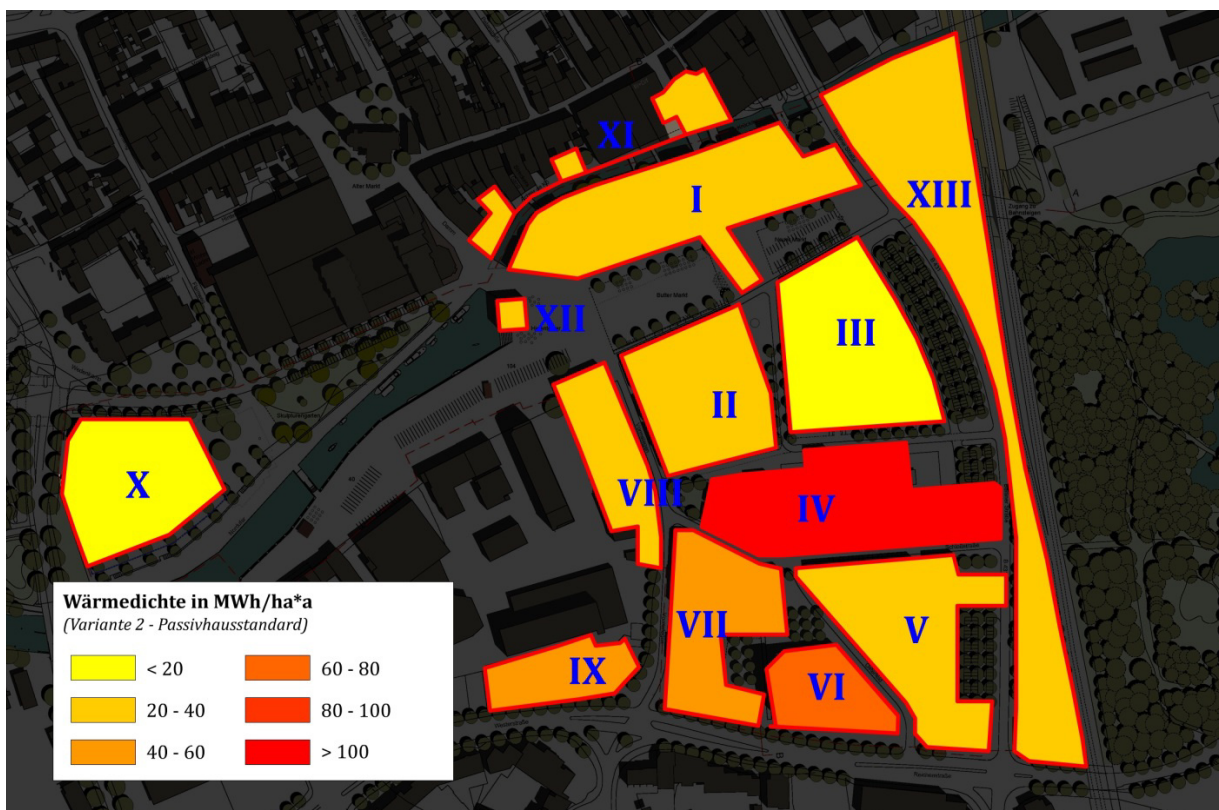


Abb. 51: Wärmedichte der Baufelder Variante 2 (Eigene Darstellung)

5.8 Ermittlung des Energieversorgungspotenzials für Krückau-Vormstegen

Zur Deckung des prognostizierten Energiebedarfs Krückau-Vormstegens, unabhängig vom Sanierungsverlauf des Bestands oder den Neubaustandards, ist es grundsätzlich möglich das vorhandene Erdgasnetz für die Wärmeversorgung weiter zu nutzen und auf die neuen Baugebiete auszuweiten. Vor dem Hintergrund der zu erwartenden Preissteigerungen fossiler Energieträger und aus ökologischen Aspekten lohnt es jedoch über die Nutzung alternativer, regenerativer Energiequellen nachzudenken. Die anteilige Nutzung von regenerativen Energieträgern für die Bereitstellung von Raumwärme ist nach dem EEWärmeG für Neubauten bereits Pflicht, sodass ohnehin die Potenziale zur regenerativen Wärme- und bei Bedarf Kältebereitstellung erörtert werden müssen.

Um dem Ideal eines energieeffizienten und sich selbstversorgenden Quartiers möglichst nahe zu kommen sollten insbesondere die Potenziale im Quartier erschlossen werden, um Energie dezentral, am Ort des Verbrauchs zu erzeugen. Aufgrund der Anforderungen der EnEV wird der Energiebedarf für Strom- und Wärmeversorgung des Quartiers in jedem Fall um oder unter 10 GWh/a liegen. Dieses ist ein Wert, der selbst bei geringem Platzangebot im Wohnumfeld durch dezentrale Energieerzeugung realisierbar ist. Für Krückau-Vormstegen wurden daher die Potenziale der in Tabelle 21 aufgeführten regenerativen Energieträger untersucht.

5.8.1 Industrielle Abwärme

Die sich im Umfeld des Quartiers Krückau-Vormstegen befindenden Industriebetriebe Assmussen GmbH und Peter Kölln KGaA verfügen laut eigenen Angaben über erhebliche Mengen an Prozessdampf und Heizwärme. Die Wärme, die durch eigene Gaskessel erzeugt wird, stünde für eine Nutzung außerhalb der Betriebsflächen zur Verfügung. Die Assmussen GmbH verfügt zu Spitzenlastzeiten über etwa 5 MW_{th} ungenutzte Abwärme im Temperaturbereich von etwa 30°C, für die man nach Abnehmern sucht³⁷³. Die Peter Kölln KGaA verfügt über zwei bis acht Tonnen Dampf im Temperaturbereich von 50-60°C täglich³⁷⁴.

Die Abwärme der Assmussen GmbH ist nur bedingt für die Gebrauchswärmebereitstellung in Krückau-Vormstegen verwendbar, da erstens das Temperaturniveau recht niedrig ist und zweitens potenzielle Abnehmer der Wärme aufgrund der Lage eher im südlichen Bereich des Quartiers zu finden sind, das vorrangig aus Bestandsgebäuden mit erhöhtem Wärmebedarf besteht. Drittens ist das Gelände der Assmussen GmbH von Krückau-Vormstegen über 100 Meter entfernt und durch mehrere große Straßen getrennt. Die angrenzenden Mehrfamilienhäuser aus den 1960/70er Jahren südlich der Kreuzung Reichenstraße/Vormstegen (#40 - 45) sollten jedoch bei energetischer Sanierung als Wärmeabnehmer in Betracht gezogen werden. Aufgrund der homogenen Eigentümerstruktur, des hohen Einsparpotenzials bei energetischen Sanierungsmaßnahmen (siehe Kapitel 5.7) und Nachbarschaft zu einer derart gro-

Potenzial Erneuerbare Energien im Quartier Krückau-Vormstegen

Energieerzeugung/Energieträger	Endenergie	Potenzial für Krückau-Vormstegen	
Industrielle Abwärme*	Wärme	Bedingt geeignet	-
Energetische Abfallverwertung*	Wärme/Strom	Ungeeignet	-
Abwasser Wärmerückgewinnung	Wärme	Eher ungeeignet	-
BHKW-Nutzung (Biomasse)	Wärme/Strom	Sehr gut geeignet	Je 16, 6 GWh/a
Geothermie, oberflächennah	Wärme	Gut geeignet	1 bis 3,1 GWh/a
Geothermie, tief	Wärme/Strom	Ungeeignet	-
Photovoltaik	Strom	Gut geeignet	1,6 GWh/a
Solarthermie	Wärme	Sehr gut geeignet	4,9 GWh/a
Wasserkraft	Strom	Ungeeignet	-
Windkraft	Strom	Eher ungeeignet	-

* Wird als regenerativ klassifiziert.

Tabelle 21: Potenzial Erneuerbare Energien im Quartier Krückau-Vormstegen (Eigene Darstellung)

373 vgl. Wiontzek, M.; Schuhknecht, S. (20.06.2013)

374 vgl. Küsel, B. (14.06.2013)

ßen Wärmequelle sollten Synergien bei rechtzeitiger Planung durch die Stadt Elms-horn, SWE und Assmussen erreichbar sein.

Ähnlich verhält es sich bei dem vorhandenen Dampf und der Abwärme der Peter Kölln KGaA: Das Temperaturniveau ist bereits hoch, allerdings wird die Produktion am Wochenende zurückgefahren, sodass über das Wochenende kaum Abwärme zur Verfügung steht. Dieses könnte über Wärmespeicher teilweise überbrückt werden, jedoch stellen jahreszeitliche Schwankungen aufgrund der anteiligen Eigennutzung der Peter Kölln KGaA im Winter ein weiteres Problem dar.³⁷⁵ Zu Zeiten des höchsten Wärmebedarfs steht also am wenigsten Wärme zur Verfügung. Damit wird die Wirtschaftlichkeit der Investitionen für Verlegung und Vorhaltung der benötigten Wärmeleitungen sowie Wärmespeicher als unrealistisch angesehen, sodass diese Variante hier nicht weiter betrachtet wird.

5.8.2 Energetische Abfallverwertung

Die zentrale, getrennte Sammlung und automatische Wiederverwertung oder energetische Nutzung von Abfall, wie sie zum Beispiel in Stockholm in Neubaugebieten großflächig eingeführt wird, ist eine verlockende Idee zur Reduktion von Stoffströmen und Steigerung der gesamtgesellschaftlichen Energieeffizienz. Bei 1.500 – 2.000 Einwohnern in Krückau-Vormstegen ist ein jährliches Biomüllaufkommen von 150 – 200 Tonnen zu erwarten.³⁷⁶ Aufgrund der Größe von Krückau-Vormstegen sowie der dispersen Eigentümer- und Investorenstruktur wird eine Umsetzbarkeit hier als unwahrscheinlich und bei der geringen Menge – ohne Fördergelder - auch als unwirtschaftlich eingestuft und daher nicht weiter betrachtet. Zudem dürften Platzmangel und emissionsschutzrechtliche Gründe gegen eine unmittelbare Verwertung im Quartier sprechen.

5.8.3 Wärmerückgewinnung aus Abwasser

Ähnlich verhält es sich mit der Wärmerückgewinnung aus Abwasser. Da der südliche Teil des Quartiers in seinen Grundzügen erhalten bleibt, wird sich an der übergeordneten stadttechnischen Infrastruktur wenig

ändern. Mischkanalisation sowie eine überwiegende Dimensionierung der Abwasserkanäle in DN 300-400 schließen eine Nutzung von Wärmetauschern in Abwasserkanälen praktisch aus, da dieses erst ab DN 500 möglich ist und sonst zusätzliche Schächte verlegt werden müssten.³⁷⁷ Für den Bereich um den Buttermarkt, insbesondere die Baufelder I-III, X und XII, für die neue Versorgungsinfrastrukturen aufgrund der Neuparzellierung der Grundstücke installiert werden müssen, sollte die Möglichkeit der ergänzenden Wärmeversorgung durch Abwasser Wärmerückgewinnung jedoch in Betracht gezogen werden. Hier bedarf es weiterer Planungen, die parallel zur Planung der Haustechnik der Baublöcke erfolgen muss.

5.8.4 BHKW-Nutzung mit Biomasse als Brennstoff

Grundsätzlich gibt es kaum Beschränkungen Blockheizkraftwerke in gemischt genutzten Quartieren zu errichten, solange ausreichend Platz vorhanden ist und TA Luft und TA Lärm eingehalten werden. Dieses ist in Krückau-Vormstegen – eine Einzelstandortprüfung vorausgesetzt – ebenfalls möglich. Es bestehen keine nennenswerten verfügbaren Mengen an Biomasse bzw. Biomethan im Quartier, die durch Grünbewirtschaftung oder Abfallvergärung gewonnen werden könnten. Die Biomasse müsste also von außerhalb angeliefert oder die bei der Cerealienproduktion der Peter Kölln KGaA anfallenden Haferspelze als Brennstoff genutzt werden: Jährlich fallen etwa 10.000 Tonnen Haferspelze als Produktionsabfall an, die gepresst und anschließend für etwa 50 €/t entweder als Heizträger oder vorrangig als Futtermittel verkauft werden. Die Spelzen verfügen über einen ungefähren Heizwert von 15.000 kJ/kg.³⁷⁸

Dieses entspricht pro Tonne einer theoretisch erreichbaren Arbeit von 4,167 MWh. Damit sind bei kompletter Verwendung der Haferspelzen als Brennstoff in Blockheizkraftwerken im Quartier knapp 16,7 GWh/a Wärme und ebenso 16,7 GWh/a Strom potenziell verfügbar, wenn der Kalkulation ein angenommener Wirkungsgrad von jeweils 40 Prozent zugrunde gelegt wird. Verluste für

³⁷⁵ Ebd.

³⁷⁶ vgl. HKW Blumentahl GmbH, 2010

³⁷⁷ vgl. Stadt Belm 2013

³⁷⁸ vgl. Küsel, B. (14.06.2013)



Abb. 52: Potenzialflächen (nummeriert) oberflächennahe Geothermie, freier Maßstab/genordet (Eigene Darstellung)

Transport und Speicherung sind hierbei nicht mit eingerechnet. Für eine detaillierte Berechnung sei auf den Anhang verwiesen. Diese Berechnung zeigt, dass mit einem „Abfallprodukt“ als Energieträger aus dem Quartiersumfeld das Energiepotenzial etwa drei Mal so hoch ist wie der gesamte Energiebedarf im Gebäudebereich (8,5 – 10 GWh/a, je nach Variante). Mit einem kalkulierten Energieträgerpreis von um drei ct/kWh (ohne Nebenkosten) ist dieser zudem sehr günstig, sodass die BHKW-Nutzung mit Haferspelzen eine sinnvolle Variante für die Energieversorgung Krückau-Vormstegens darstellt.

5.8.5 Oberflächennahe Geothermie (Wärmepumpen)

Bei der oberflächennahen Geothermie wären drei Varianten denkbar: Die Wärmegewinnung über Erdkollektoren, über Erdsonden, Grundwasserwärmepumpen oder erdberührte Betonteile. Aufgrund des hohen Grundwasserspiegels und der Nähe zu Entnahmestellen scheiden Grundwasserpumpen aus. Die Aktivierung von Bohrpfählen ist aufgrund des sandig-feuchten Untergrunds – Krückau-Vormstegen befindet sich in Marschland, unter der kulturell überprägten Schicht befin-

den sich Peth-Feinsande aus dem Quartär³⁷⁹ – mit einer vermutlich vorherrschenden Pfahlgründung eine Option, die genauer geprüft werden sollte, wenn die Haustechnikplanung der Baublöcke erfolgt. Über die Bohrpfähle lassen sich Gebäudeheizung sowie Kühlung bereitstellen, was insbesondere bei einer Bauweise im Passivhausstandard Effizienzvorteile bietet (Variante 2, siehe Kapitel 5.8).

Im Rahmen dieser Arbeit wurden die Potenziale für die erprobten Verfahren der Nutzung von Geothermie durch Erdsonden und Erdkollektoren untersucht. Unter der Berücksichtigung von maximalen Wärmeentnahmemengen und technischen Anforderungen³⁸⁰ sowie berg- und abstandsrechtlichen Anforderungen aus Hamburg³⁸¹ ergeben sich die in Abb. 52 aufgeführten potenziell nutzbaren Flächen für oberflächennahe Geothermie. Es werden fast ausschließlich die sich bereits oder zukünftig in städtischem Besitz befindlichen Flächen betrachtet, da für diese auch eine Umsetzung von Geothermieanlagen rechtlich einfacher festgesetzt werden kann.

³⁷⁹ vgl. Schmidtke, K. 1992, S. 8

³⁸⁰ vgl. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz 2007, S. 5-9

³⁸¹ vgl. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg 2013

Erdwärmesonden oder Kollektoren können unter Parkplätzen oder Grünflächen errichtet werden. Es bestehen noch weitere Flächen, die aufgrund disperser Eigentümerstruktur, Bestandsgebäuden oder Baubestand zurzeit nicht erfassbar sind.

Nach den abstandsrechtlichen Anforderungen (fünf Meter bis zur Grundstücksgrenze, einen Meter bis zu öffentlichen Verkehrsflächen, Abstand zu Fernwärmeleitungen mindestens drei Meter und keine Grundwasserentnahmebrunnen im Umfeld von 2000 Metern sowie einem Sondenabstand von sechs Metern zueinander bei Sondenlängen von mehr als 50 Metern³⁸²) ergeben sich knapp 14.000m² potenzieller Geothermieflächen. Wenn von der Nutzung von Erdsonden ausgegangen wird, bestehen bei einem Sondenabstand von 6 Metern zueinander 367 Erdsonden mit einer Sohlentiefe von 100 Metern. Bei 1.800 Volllaststunden pro Jahr und einer durchschnittlichen Arbeit von 80 kWh/m*a Sondenlänge (Bodenwerte für wassergesättigten Kies/Sand nach VDI 4640) ergibt sich daraus ein Wärmepotenzial von 3,15 GWh/a. Dieses entspricht einem Deckungsanteil des Wärmebedarfs von 52 Prozent von Variante 1 bzw. 68 Prozent von Variante 2.

Erdkollektoren brauchen wesentlich mehr Platz als Sonden, sind dafür aber günstiger in der Anschaffung. Bei 1.800 Volllaststunden kann nach VDI 4640 mit 40W/m² bzw. bei 2400 Volllaststunden mit 32 W/m² kalkuliert werden³⁸³. Nimmt man die als realistisch anzusehenden 1.800 Volllaststunden ergibt sich für alle Flächen ein Wärmepotenzial von etwas über 1 GWh/a, was je nach Variante zwischen 18 und 23 Prozent des Wärmebedarfs für Krückau-Vormstegen entspricht.

Die Zahlen zeigen, dass je nach Bauweise ein erheblicher Teil des Wärmebedarfs über oberflächennahe Geothermie gedeckt werden kann. Für die Kalkulation wurde mit einer Jahresarbeitszahl von 4 kalkuliert. Wenn der erforderliche Strom für Wärmepumpe und Pumpbetrieb regenerativ erzeugt werden kann, bietet sich hier die Möglichkeit eine günstige und nahezu CO₂-neutrale Wärmeversorgung für das Quartier herzustellen. Es

muss jedoch angemerkt werden, dass es einer gewissen planerischen Umsichtigkeit bedarf um diese Potenziale zu erreichen: Es wurde annähernd mit Idealwerten gerechnet, die nur zu erreichen sind, wenn die Nutzung des darüber liegenden Bodens bedachtsam erfolgt: Es darf keine Vollversiegelung der Flächen erfolgen und auch die Baumpflanzung muss auf Flachwurzler begrenzt werden (denkbar wäre zum Beispiel auch eine Bepflanzung in nach unten abgeschlossenen Kübeln). Aufgrund der industriellen Vorgeschichte des Stadtteils ist die Möglichkeit einer oberflächennahen Geothermienutzung abhängig von eventuellen Bodenschadstoffen, was überprüft werden müsste.

5.8.6 Tiefengeothermie

Die roten Tonböden bei Elmshorn unter den Peth-Sandschichten aus dem Quartär eignen sich nur stark eingeschränkt für Tiefengeothermie.³⁸⁴ Weiter nördlich, im Raum Glücksstadt, herrschen gute geologische Bedingungen für Tiefengeothermie. Da diese Bedingungen im gesamten Elmshorner Stadtgebiet nicht gegeben sind³⁸⁵, muss Tiefengeothermie hier ausgeschlossen werden und wird nicht weiter betrachtet.

5.8.7 Photovoltaik

Photovoltaik-Module lassen sich in Krückau-Vormstegen aufgrund der dichten Bebauung nur sinnvoll auf Dachflächen installieren. Für die Potenzialabschätzung wurde mit herkömmlichen Anlagen kalkuliert (poly- oder monokristalline Module), deren Wirkungsgrad am höchsten in einem Aufstellungswinkel von 30° – 40° nach Süden ist.³⁸⁶ Bei der Erfassung der Bestandsgebäude wurden auch Dachflächen inklusive Ausrichtung, Verschattung durch umliegende Gebäude und Dachneigungswinkel mit erfasst. Da es für Elmshorn keinen Solaratlas gibt, musste dieses vom Autor für jedes Gebäude einzeln vorgenommen werden. Unterteilt wurde in die Kategorien sehr gut geeignet, gut geeignet, mit starken Ausnahmen geeignet und ungeeignet. Dabei wurden für die Errechnung des Photovoltaikpotenzials nur die ersten beiden Kategorien berücksichtigt. Für eine genaue

³⁸² Ebd.

³⁸³ vgl. VDI 4640

³⁸⁴ vgl. Schmidtke, K. 1992, S. 9

³⁸⁵ vgl. Landesamt Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein 2011

³⁸⁶ vgl. Wirth, H. 2013, S. 37-42

Flächenaufstellung mit Bewertung der Nutzbarkeit für Solarenergie sei auf den Anhang verwiesen.

Für die Neubauten wurden Dachneigungen und Gebäudeausrichtungen aus den Vorgaben des Rahmenplans entnommen. Dabei wurden lediglich 75 Prozent der potenziell nutzbaren Dachflächen in die Berechnung mit einbezogen, um gestalterischen Ansprüchen (Dachterrassen, Gebäudevolumen, Optik) nicht entgegen zu stehen und einen möglichst realistischen Wert abzubilden.

Für die Bestandsgebäude ergeben sich somit potenziell nutzbare Dachflächen für Solarenergie von 5.560 Quadratmetern. Für die Neubauten beträgt die potenziell nutzbare Fläche 21.502 Quadratmeter. Um eine optimale Ausnutzung dieses Potenzials zu erreichen wurde für alle Anlagen eine Südausrichtung im Aufstellungswinkel von 30° – 40° angenommen. Da ein Großteil der Flächen Flachdächer sind, wurde für diese der Platzbedarf der tatsächlichen Modulfläche mit 2,5 multipliziert³⁸⁷, da von einer Aufständigung ausgegangen wird. So ergäbe sich im gesamten Quartier eine PV-Kollektorfläche von 12.288 Quadratmetern.

Die Globalstrahlung in Elmshorn, liegt basierend auf Daten des European Commission Joint Research Centre (PVGIS 4), bei 1.023,7 kWh/m²a. Die Nennleistung der PV wird daher auf 150 Wp/m² festgelegt. Für den Ertrag

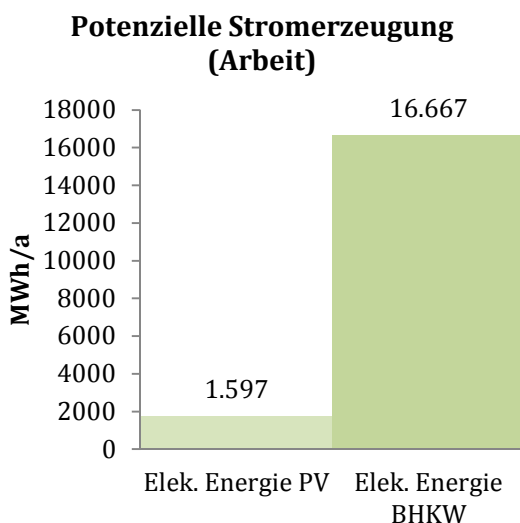


Abb. 54: Potenzielle Stromerzeugung (NUR im Quartier) (Eigene Darstellung)

³⁸⁷ Ebd.

wird mit 130 kWh/m²a kalkuliert (bzw. 900 kWh/kWp). Diese Werte entsprechen der oberen Leistungsklasse der 2013 in Deutschland im Durchschnitt verbauten PV-Module und dürfen als realistisch angesehen werden. Vor dem Hintergrund des langen Entwicklungszeitraums für Krückau-Vormstegen sowie den jährlichen Effizienzgewinnen und der Preisdegression um jeweils 15 Prozent pro Jahr handelt es sich hierbei noch um eine konservative Annahme.³⁸⁸ Daraus ergibt sich eine potenzielle elektrische Nennleistung von 1,84 MW_{el} bzw. 1,6 GWh/a als potenzielle Strommenge. Dieses entspricht 40 Prozent des Strombedarfs für das gesamte Quartier.



Abb. 53: Solarflächen Umfeld (Eigene Darstellung)

In diesem Zusammenhang lohnt eine Betrachtung der Solarenergiepotenziale im Umfeld von Krückau-Vormstegen: Auf den Produktionshallen von Peter Kölln KGaA (siehe Abb. 53, Gebäude #36-39) befinden sich 5.850 Quadratmeter potenziell nutzbarer Solarenergieflächen, was 351 kW_{p_{el}} bzw. 304 MWh/a entspräche. Auch die mehrfach erwähnten Mehrfamilienhäuser #40 – 45 südlich der Kreuzung Westerstraße Vormstegen verfügen über 4.350 Quadratmetern (261 kW_{p_{el}} bzw. 226 MWh/a), der Bahrmarkt (#46) über 6.800 Quadratmeter (390 kW_{p_{el}} bzw. 338 MWh/a) und die Parkpalette des Einkaufszentrums am Neuen Markt nördlich der Krückau (#47 und #48) 7.000 Quadratmeter (420 kW_{p_{el}} bzw. 364 MWh/a). Daraus ergeben sich auf unmittelbar angrenzenden Flächen weitere 1,42 MW_{p_{el}} bzw. 1,23 GWh/a. Zusammen mit dem Potenzial im Quartier Krückau-Vormstegen ließe sich damit bereits eine Deckung des Gesamtstrombedarfs von 71 Prozent erreichen.

³⁸⁸ vgl. Wirth, H. 2013, S. 14-19

5.8.8 Solarthermie

Mit ähnlichen Werten wie für Photovoltaik wurde auch das Energiepotenzial Krückau-Vormstegens für Solarthermie berechnet: Es wurden nur die gut bzw. sehr gut geeigneten Dachflächen für eine Solarthermie in Betracht gezogen. Nach den Richtwerten der VDI 6002³⁸⁹ wird die Nennleistung der Solarthermie mit 500 W/m^2 kalkuliert, was unter der Berücksichtigung von Globalstrahlung zu $400 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ führt. Der Wert von $400 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ liegt im oberen Drittel der erzielbaren Werte, da ebenfalls aufgrund des langen Entwicklungszeitraums des Quartiers von einem weiteren technologischen Fortschritt und einer Kostenabsenkung pro Modul ausgegangen werden kann. Auch die Kalkulation für das Solarthermiepotenzial ist als eher konservativ anzusehen – höhere Werte sind möglich.

Unter der Berücksichtigung der genannten Faktoren sowie Ausrichtung und Aufstellwinkel ergibt sich eine potenzielle Solarthermische Leistung von $6,14 \text{ MW}_{\text{th}}$. Dementsprechend stehen aus Solarthermie in Krückau-Vormstegen $4,915 \text{ GWh/a}$ Heizenergie zur Verfügung. Bei der konservativen Bebauungsvariante nach jeweiligem EnEV-Mindeststandard (Variante 1) ließen sich so 86 Prozent des Wärmebedarfs von $5,745 \text{ GWh/a}$ decken. Würde konsequent nach Passivhausstandard gebaut (Variante 2) ließe sich rechnerisch 115 Prozent des Wärmebedarfs von $4,278 \text{ GWh/a}$ durch Solarthermie bereitstellen. Rechnet man die Dachflächen der Gebäude #36-48 dazu, ergäben sich rechnerische Überdeckungen des Wärmebedarfs von 251 respektive 337 Prozent (diese Angabe dient alleine der Verdeutlichung des lokal vorhandenen Potenzials, da der Wärmebedarf dieser Gebäude eingerechnet wurde).

5.8.9 Wasserkraft

Für die Nutzung von Wasserkraft steht im Quartier nur die Krückau zur Verfügung. Um über Strömungskraftwerke Strom zu erzeugen bedarf es mindestens Fließgeschwindigkeiten von $3,5 \text{ m/s}$. Da diese in der Krückau nicht annähernd erreichbar sind und die Krückau tidenabhängig ist wird von einer weiteren Betrachtung abgesehen.

5.8.10 Windkraft

Große Windkraftanlagen im Leistungsbereich einiger MW sind im gesamten Stadtgebiet momentan ausgeschlossen, da hierfür keine Flächen im FNP ausgewiesen sind.³⁹⁰ Kleinanlagen, die in der Vertikalen an oder auf Gebäuden montiert werden, sind zurzeit wirtschaftlich noch unrentabel. Auch wenn eine Integration von Windkraft im Stadtquartier begrüßenswert wäre, insbesondere um erneuerbare Energien auch visuell prägender zu machen, wird diese Option aus Gründen der Wirtschaftlichkeit hier nicht weiter betrachtet. Zu gegebenem Zeitpunkt – bei Effizienzsteigerung und Kostendegression – wäre eine punktuelle Integration auf nicht durch Solarthermie oder Photovoltaik genutzten Dachflächen jedoch möglich.

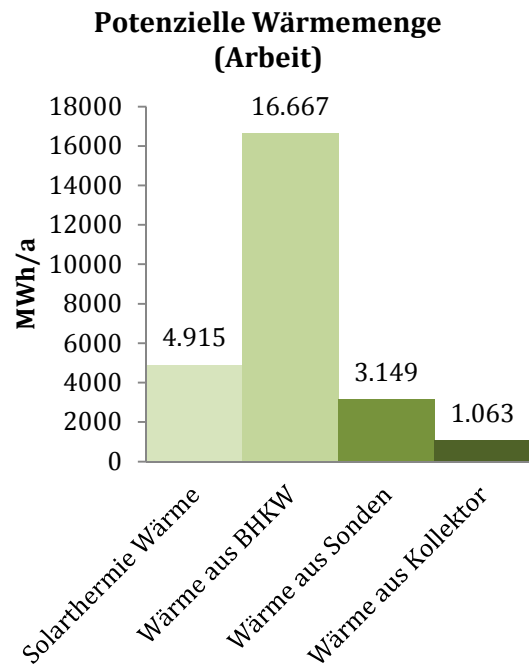


Abb. 55: Potenzielle Wärmeenergie (NUR im Quartier)
(Eigene Darstellung)

³⁸⁹ vgl. VDI 6002

³⁹⁰ vgl. Stadt Elmshorn 2013b

5.8.11 Zusammenfassung der Energiepotenziale

Die am besten nutzbaren Energiepotenziale aus erneuerbaren Energien im Quartier sind Photovoltaik und Solarthermie, die Nutzung von Blockheizkraftwerken mit Biomasse sowie oberflächennahe Geothermie über Erdsonden oder Erdkollektoren. Da die anderen Energiequellen nicht oder nur eingeschränkt nutzbar sind, werden diese im weiteren Verlauf der Arbeit nicht weiter betrachtet, sollten jedoch bei Detailplanungen als Option geprüft werden. Auf diese Möglichkeit wurde im Text bereits an den entsprechenden Stellen hingewiesen.

Stellt man dem Energiebedarf das Energiepotenzial gegenüber wird deutlich, dass eine vollständige bilanzielle Deckung des Bedarfs aus lokalen, regenerativen Quellen möglich ist (siehe Abb. 56 und Abb. 57). Grundsätzlich sollte die Nutzung verschiedener Energiequellen berücksichtigt werden, um insbesondere im Strombereich langfristig eine Überdeckung zu erreichen, sodass die dann möglicherweise erhöhte Stromnachfrage durch E-Mobilität abgedeckt werden könnte.

Sicherlich böte sich auf den ersten Blick eine Energieversorgung des kompletten Gebiets über BHKW-Module an. Ein Vorteil von Solarthermie und Photovoltaik ist aus Sicht des Autors aber deren Sichtbarkeit, sodass die

Vergleich von Strombedarf und Stromerzeugungspotenzial

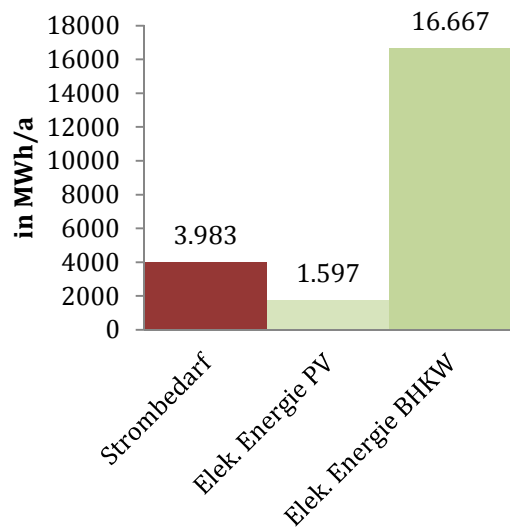


Abb. 57: Vergleich von Strombedarf und Stromerzeugungspotenzial (Eigene Darstellung)

nachhaltige Ausrichtung der Energieversorgung und des gesamten Quartiers im Bewusstsein der Nutzer vorhanden wäre. Dieses könnte wiederum Multiplikatoreffekte für die Gesamtstadt und deren Image haben. Auch bieten kombinierte Lösungen oft Kosten- sowie Effizienzvorteile, die in einem nächsten Schritt – der Variantenerstellung – eingehender betrachtet werden. Für die auf den vorigen Seiten dargestellten Werte sind detaillierte Berechnungen im Anhang aufgeführt.

Vergleich von Wärmebedarf und Wärmepotenzial

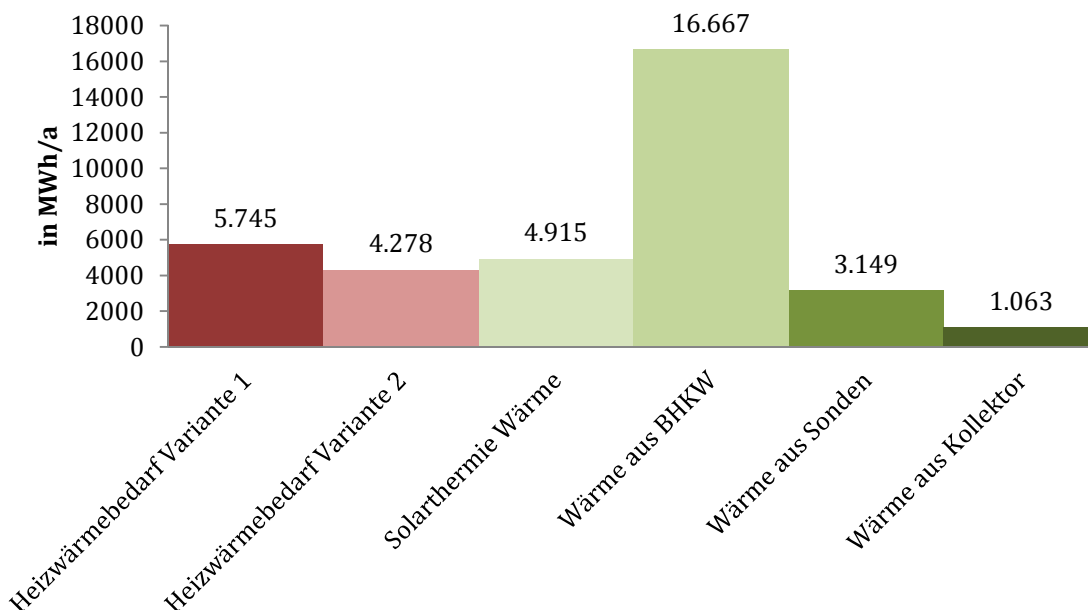


Abb. 56: Vergleich von Wärmebedarf und Wärmepotenzial (Eigene Darstellung)

5.9 Varianten der künftigen Energieversorgung von Krückau-Vormstegen

Das Ziel der vorliegenden Konzeptskizze des energetischen Quartierskonzepts für Krückau-Vormstegen ist – unter Berücksichtigung aller technisch, wirtschaftlich und ökologisch sinnvollen Energieeffizienzmaßnahmen – eine möglichst nachhaltige, das heißt umweltverträgliche und wirtschaftliche Energieversorgung ohne Verzicht auf Versorgungssicherheit und Versorgungsstandard abzubilden. Damit sollen den handelnden Akteuren in Elmshorn mögliche Varianten zur Nutzung der lokalen Energiepotenziale aufgezeigt werden – in der Hoffnung, dass die hier entworfene Konzeptskizze von diesen aufgegriffen und weiterentwickelt wird.

Aus diesem Grund bildet das Referenzmodell, mit dezentraler Wärmeversorgung über Erdgas-Kessel je Gebäude (Altbau) bzw. Blockbau (Neubau) und Strombezug aus dem Verbundnetz, die einzige Versorgungsvariante (VS) ab, die auf fossilen Energieträgern basiert. Die anderen vier Varianten wurden unter der Maßgabe entwickelt das Quartier ausschließlich aus dem lokal verfügbaren, regenerativen Energiepotenzial zu versorgen.

Der lange Entwicklungszeitraum, die Bebauungsstruktur, die Eigentumsverhältnisse und die Akteurskonstellation in Krückau-Vormstegen lassen die Umsetzung von separat verlegten Wärmenetzen je Baufeld – also Einzelnetzen – unter heutigen Voraussetzungen als schwierig erscheinen. Dieser Eindruck ergab sich nach zahlreichen Akteursgesprächen und einer groben Kalkulation der Wirtschaftlichkeit der Einzelnetze, weshalb vorwiegend Hybridvarianten betrachtet wurden, die das Quartier zentral, ergänzt von dezentralen Einspeisern versorgen.

Die fünf untersuchten Versorgungsvarianten wurden hinsichtlich der Investitionskosten, der Betriebskosten, der Gesamtkosten, der Umweltauswirkung im Betrieb und Umsetzbarkeit bewertet. Während Kosten und Umweltauswirkungen quantitativ erfassbar sind, muss die Umsetzbarkeit über qualitative Faktoren bewertet werden, was zu einem gewissen Grad eine Subjektivität unvermeidbar macht.

Die fünf untersuchten Versorgungsvarianten sind:

Dezentral:

- **VS-1:** Gas-Brennwerttechnik (eigene Heizzentrale je Gebäude/ Wohneinheit).

Zentral:

- **VS-2:** Nahwärmenetz mit BHKW (auf Basis von gepressten Haferspelzen).
- **VS-3:** Nahwärmenetz mit Holzpelletkessel /Heizwerk (gepresste Haferspelzen)

Hybridvarianten:

- **VS-4:** Nahwärmenetz mit BHKW (auf Basis von gepressten Haferspelzen) und dezentraler Solarthermie und PV.
- **VS-5:** Nahwärmenetz mit Holzpelletkessel, dezentraler Geothermie und PV.

Bei den Varianten VS-2 und VS-4 wird stets von einer gekoppelten Wärme- und Stromerzeugung ausgegangen. Auch werden alle Versorgungsvarianten jeweils für die Bebauungsvariante 1 (EnEV-Standard zu Bauzeitpunkt) und Bebauungsvariante 2 (flächendeckender Passivhausstandard) ausgelegt. Die Grundlagen für die Berechnungen ergeben sich aus den Tabellen 14 bis 16 und den in den vorangegangenen Kapiteln ermittelten Werten. Alle weiteren Werte und Annahmen werden im Rahmen der Varianten erläutert.

5.9.1 VS-1: Dezentrales Referenzmodell

Für die Referenzvariante wird festgelegt, dass alle Gebäude jeweils einen Gasbrennwertkessel erhalten. Diese Variante ist nach EnEV eigentlich nur bei Umsetzung der Bebauungsvariante 2 in den nächsten fünf Jahren möglich, da die Anforderung einer anteiligen Wärmeversorgung über erneuerbare Energien durch höhere Dämmstandards ausgeglichen werden könnte. Trotzdem dient sie als Referenzvariante, da diese der momentanen, modernisierten Quartiersversorgung entspräche.

Insgesamt werden in Krückau-Vormstegen überschlägig 90 Einzelgebäude bei Fertigstellung des Quartiers errichtet sein. Vermutlich ist die tatsächliche Zahl höher (bei etwa 130), in der Bestandsaufnahme wurden nicht Hauseingänge, sondern 84 Gesamtgebäude aufgenommen. Dementsprechend wird mit

Variante 1 (VS-1): Gas-Brennwerttechnik, dezentral		
	Bebauungsvariante 1	Bebauungsvariante 2
Installierte Wärmeleistung	4.658 KW	4.135 KW
Investitionskosten	1,3 Mio. €	1,18 Mio. €
Investitionskosten nach Förderung	1,3 Mio. €	1,18 Mio. €
Kapitalkosten (Annuität)	134.210 €/a	121.300 €/a
Wartungs- und Unterhaltskosten	56.178 €/a	52.616 €/a
Brennstoffkosten	326.213 €/a	273.780 €/a
Personalkosten	0	0
Gesamtkosten vor Stromverkauf	557.601 €/a	449.602 €/a
Erlöse aus Stromverkauf	0	0
Gesamtkosten	557.601 €/a	449.602 €/a
Spezifische Wärmekosten	0,097 €/kWh	0,105 €/kWh
Emissionen Wärme	1.486 t CO ₂	1.107 t CO ₂
Emissionen Strom	2.426 t CO ₂	2.426 t CO ₂
Emissionen gesamt	3.912 t CO ₂	3.532 t CO ₂

Tabelle 22: Zusammenfassung VS-21 (Eigene Darstellung)

84 Kesseleinheiten kalkuliert. Entsprechend den Versorgungsaufgaben werden Kessel im Leistungsbereich zwischen 1 kW bis 700 kW vorgesehen. Die aufsummierte Kesselleistung beträgt 4.658 kW für die Bebauungsvariante 1 bzw. 4.135 KW für Bebauungsvariante 2. Die enorme Spannweite ergibt sich aus der heterogenen Bebauungsstruktur im Quartier: Eine 44 Quadratmeter große Gewerbeeinheit benötigt naturgemäß weniger Heizwärme als die nördliche Knechtsche Halle (Gebäude #29) mit über 9000 Quadratmetern. Im späteren Betrieb würden für 700 kW sicherlich zwei Brennwertkessel mit der Hälfte der Leistung vorgehalten, was hier aufgrund des Umfangs jedoch nicht berücksichtigt wurde und bei der Anzahl der Kessel nicht wesentlich ist.

Nach Anzahl und Leistung der Kessel wurden die spezifischen Investitionskosten je Kessel errechnet und aufsummiert. Daraus ergibt sich für Bebauungsvariante 1 eine Gesamtinvestition von 1,3 Millionen Euro. Die Annuität, bei kalkulierten sechs Prozent Zinsen sowie 15 jähriger Laufzeit, beträgt 134.210 Euro. Für Bebauungsvariante 2 beträgt die Gesamtinvestition 1,18 Millionen Euro und die Annuität 121.300 Euro. Dazu kommen Wartungskosten von 190 bis 240 Euro je Anlage (bzw. 2,5€ je kW ab 100kW Leistung) und Instandhaltungskosten von 2,5 Prozent. Für Bebauungsvariante 1 ergibt sich so der Betrag von 56.178 €/a bzw. 52.616 €/a (Bebauungsvariante 2).

Als letzte Kostenposition kommen Brennstoffkosten von 326.313 €/a (Bebauungsvariante 1) oder 273.780 €/a (Bebauungsvariante 2) unter der Annahme eines Erdgaspreises von 6 ct/kWh³⁹¹ und eines Jahresnutzungsgrads von 95 Prozent hinzu.

Damit ergeben sich für die beiden Bebauungsvarianten jährliche Aufwendungen von etwa 560.000 Euro respektive 450.000 Euro. Dieses entspricht einem durchschnittlichen Wärmepreis von 9,7 ct/kWh respektive 10,1 ct/kWh. Der Strombedarf wird aus dem Verbundnetz gedeckt und beträgt wie bei allen Versorgungsvarianten knapp 4 GWh/a.

Hieraus resultieren Treibhausgasemissionen (CO₂, CH₄ und N₂O) von 1.486 bzw. 1107 Tonnen CO₂-Äquivalente für die Wärmeherzeugung sowie 2.426 Tonnen CO₂-Äquivalente für die Stromerzeugung. Zusammen ergeben sich also für Bebauungsvariante 1 3.912 Tonnen und für Bebauungsvariante 2 3.532 Tonnen CO₂-Äquivalente. Der hohe Wert für die Stromerzeugung ergibt sich aus den durchschnittlichen Emissionen je kWh des deutschen Strommixes aufgrund des Bezugs aus dem Verbundnetz (Wert für Brennwertkessel, Gas: 246 gCO₂/kWh; Wert für Strom aus dem Verbundnetz: 580 gCO₂/kWh).³⁹²

³⁹¹ vgl. Stadtwerke Elmshorn 2013a

³⁹² vgl. IINAS 2013

5.9.2 Grundlagen für (teil-)zentrale Wärmeversorgung

Kalkulation der Wärmenetze

Die Varianten VS-2 bis VS-5 sind mit einer zentralen Energieversorgungstechnik ausgestattet, was bei BHKW-Nutzung die gleichzeitige Stromerzeugung zusätzlich zur Heizwärmebereitstellung zur Folge hat. Für die Varianten VS-2 bis VS-5 böten sich zwei Standorte für die Heizzentrale bzw. das Heizkraftwerk an: Erstens nördlich des Geländes der Peter Kölln KGaA, wie es in der ursprünglichen Heizwerk-Planung vorgesehen war und ein zweiter Standort im Baufeld IV in einer der Knechtschen Hallen. Der Standort an der Krückau bietet ausreichend Platz für Anlieferung und hat zudem den Vorteil der Nähe zum Biomasseproduzenten Peter Kölln KGaA. Aufgrund städtebaulicher Planungen und der Lage weit ab von den Wärmeabnehmern wird der Standort im Baufeld IV bevorzugt, da in den Knechtschen Hallen große Flächen bereitstehen, die Anlieferung über die Berliner Straße erfolgen könnte und sich damit die Wärmeerzeugung im Quartier, nahe des Verbrauchs befände.



Abb. 58: Standorte Heizwerk (Eigene Darstellung)



Abb. 59: Verlauf Wärmenetz (Eigene Darstellung)

Über ein Wärmenetz wird die Heizwärme zu den Verbrauchern transportiert. Das Wärmenetz muss für die vorliegende Konzeptskizze hinsichtlich Struktur und Verlauf überschlägig kalkuliert werden. Die Struktur des Gesamtwärmenetzes wurde auf Basis des Rahmenplans und der errechneten Wärmebedarfe je Baufeld erstellt und ist in Abb. 59 abgebildet.

Förderung von Wärmenetzen

Wärmenetze, gespeist aus regenerativen Energien, sind über das KfW-Programm 128 förderfähig. Der Tilgungszuschuss beträgt 60 Euro je verlegtem Meter sofern der Mindestwärmeabsatz, also die Wärmedichte bezogen auf das Leitungsnetz, 0,5 MWh/Jahr übersteigt und keine weiteren Förderungen in Anspruch genommen werden.³⁹³ Bei VS-2 bis VS-5 mit einem flächendeckenden Wärmenetz betragen die Wärmedichten bei Bebauungsvariante 1 6 MWh/m²a bzw. 3 MWh/m²a (Ringleitung und Leitungsstränge) und bei Bebauungsvariante 2 4,5 MWh/m²a bzw. 2,25 MWh/m²a. Der Tilgungszuschuss beträgt bei der Inanspruchnahme einer zusätzlichen Förderung lediglich 20 €/m.

Über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) sind Wärmenetze die über KWK betrieben werden anteilig förderfähig: Je Millimeter Rohrdurchmesser ist pro verlegtem Meter ein Euro Baukostenzuschuss möglich. Dabei sind bis maximal 20 Prozent der Gesamtsumme förderfähig. Von dieser Gesamtsumme sind Rabatte und sonstige Fördermittel abzuziehen, sodass im Fall von Krückau-Vormstegen nur die Investitionskosten abzüglich des KfW-Tilgungszuschusses berücksichtigt werden.³⁹⁴ Für die Varianten VS-2 bis VS-5 können demnach 199.000€ an Fördergeldern von der BAFA beantragt werden.

Der KfW-Tilgungszuschuss und die BAFA-Förderung werden somit bei allen Varianten VS-2 bis VS-5 anteilig mit einkalkuliert.

Kosten des Wärmenetzes

Für die Variante VS-2 werden 950 Meter als Ringleitung und 1900 Meter als Leitungsstränge verlegt. Dazu kommen für die Gebäudeeinheiten (die fünf im Baufeld XI werden

³⁹³ vgl. Friedel, G. 2011

³⁹⁴ vgl. BAFA 2010

nicht berücksichtigt, da diese nur mit unverhältnismäßigem Aufwand erschließbar sind) 1.200 Meter Erschließungsleitungen als Stichleitungen.

Die Leitungen werden als Kunststoffmantelrohre (KMR) mit Verlegekosten von 300€/m Trassenlänge kalkuliert³⁹⁵. Inklusiv Montage sind für das Wärmenetz in den Varianten VS-2 bis VS-5 1.215.000 Euro zu investieren. Mit Berücksichtigung des KfW-128-Programms und des BAFA Zuschusses 934.100 Euro.

Mit der gleichen Anzahl wie in der Variante VS-1 Heizkessel wird für die Varianten VS-2 bis VS-5 mit Übergabestationen kalkuliert. Die Übergabestationen enthalten den Anschluss an das Gebäudeheizungssystem, außen-temperaturabhängige Regelung für Gebäudewärme, Pumpen für den Wärmetransport im Gebäude sowie Wärmetauscher zur Brauchwasseraufheizung. Insgesamt ergeben sich somit für alle Übergabestationen im Gebiet weitere 528.000 Euro.³⁹⁶

Danach belaufen sich die Investitionskosten für das Wärmenetz (ohne Baufeld XI) auf 1.743.000 Euro bzw. mit Einberechnung der Förderungen von KfW und BAFA auf 1.462.100 Euro.

Grundlagen zur BHKW-Nutzung

Die Variante VS-2 und VS-4 nutzen zur Wärmeerzeugung mehrere BHKW-Module. Dabei wird davon ausgegangen, dass die BHKW-Module wärmegeführt betrieben werden, da nur so eine Wärmeabnahme und damit hohe Energieeffizienz erreichbar ist. Der parallel erzeugte Strom kann entweder selbstverbraucht werden oder nach KWKG bzw. EEG in das Verbundnetz eingespeist werden.

Aufgrund der wechselnden Wärmenachfrage je nach Tages- und Jahreszeit werden die BHKW-Module nicht auf die Maximallast ausgelegt werden können, wodurch nur wenige Stunden pro Jahr ein Vollbetrieb gewährleistet werden könnte. Ein Jahr hat 8.760 Stunden. Wenn man jeder Stunde einen Wert zuordnet, lässt sich die Jahresganglinie abbilden, die anzeigt, dass die Leistungsanforderung nur kurzzeitig die Maximalleistung er-

reicht (siehe dazu Abb. 60). Aufgrund fehlender Erfahrungswerte für Krückau-Vormstegen wird ein mathematisches Modell herangezogen.

BHKW-Module erfordern höhere Investitionskosten als Heizkessel, was bedeutet, dass die BHKW-Module nur die Grundlast abbilden können um höhere Laufzeiten zu erreichen. Zusätzlich bedarf es folglich eines Spitzenlastkessels. Dieser Kessel müsste – im Falle des Ausfalls des BHKW – die gesamte Wärmemenge bereitstellen können. Der Kessel wird daher auf die Maximallast ausgelegt.

Umgang mit selbsterzeugtem Strom

Durch die Nutzung von BHKW-Modulen zur Wärmeerzeugung in den Versorgungsvarianten mit Wärmenetz fällt auch eine erhebliche Menge an Strom an. Dieser kann im Falle der Varianten VS-2 und 4 durch die Nutzung eines eigenen Hausnetzes selbst verbraucht oder der Strom kann nach dem EEG ins Verbundnetz eingespeist und vergütet werden. Eine Einspeisevergütung nach dem KWKG wäre ebenfalls, vor dem Hintergrund der zu erwartenden Subventionskürzungen für regenerative Energien ab 2014, denkbar, wird hier aber nicht weiter betrachtet. In jedem Fall wird der erzeugte Strom je nach seiner Wertigkeit bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung als Kostengutschrift mit dem Wärmepreis verrechnet. Dieses gilt eingeschränkt für den erzeugten PV-Strom, der in den Varianten VS-4 und VS-5 zumindest in die Emissionen mit eingerechnet wird.

Für die EEG-Vergütung aus BHKW-Modulen, betrieben mit Holzhackschnitzeln, wird das EEG 2012 zugrunde gelegt. Demnach sind Vergütungen pro eingespeister kWh von 14,3 bis 11 ct/kWh und ein Bonus von 8 bis 2,5 ct/kWh je nach Anlagendimensionierung und Energieträgerzertifizierung möglich (siehe Seite 29). Die Vergütung wird über 20 Jahre gezahlt, bei jährlicher Degression von zwei Prozent. Für PV-Strom ergeben sich je nach Anlagengröße nach dem EEG 2012 für Januar 2014 Fördersätze von 13,68 ct/kWh bis zu 11,58 ct/kWh. Die meisten Anlagen werden im Kleinbereich (unter 10 kW_p) errichtet, sodass die höchsten Fördersätze erreicht werden. Die jeweilige Anwendung wird im Rahmen der Varianten erläutert.

³⁹⁵ vgl. Esch, T. et al. 2012, S.44-48

³⁹⁶ Ebd.

Eine weitere Option ist die Selbstnutzung des erzeugten Stroms. Aufgrund des langen Betrachtungszeitraums, der Effizienzzuwächse im Bereich der PV-Technologie sowie unklarer Förderbedingungen wird von einer anteiligen Selbstnutzung des erzeugten Stroms in eigenen Liegenschaften von 70 bis 100 Prozent ausgegangen. Überschüsse würden weiterhin in das Verbundnetz eingespeist werden. Für den Selbstverbrauch werden die Strombezugskosten für den Endverbraucher um die Netznutzungsentgelte und Messweinskosten reduziert. Demnach wird sich der Mischpreis für Strom, basierend auf dem Basisarif der SWE (49,20€/a Grundpreis und 22,74ct/kWh Arbeitspreis, netto) für Privat- und Gewerbekunden von 23,72ct/kWh ct/kWh um etwa 4,7 ct/kWh reduzieren³⁹⁷ Dazu kommt im Falle der BHKW-Erzeugung noch der Entfall der Stromsteuer in Höhe von 2,05 ct/kWh, sodass sich hier ein hypothetischer Erlös von 16,97 ct/kWh für den Anlagenbetreiber ergibt.

Welche Optionen zur Anwendung kommen sind in den Übersichtstabellen der nachfolgenden Varianten VS-2 bis VS-5 aufgeführt.

5.9.3 VS-2: Nahwärmenetz mit BHKW

Das 4050 Meter lange Wärmenetz mitsamt Übergabestationen führt zu Investitionskosten von 1,74 Millionen Euro. Abzüglich der Fördermittel werden 1,46 Millionen Euro an Investitionskosten angesetzt.

Für die BHKW-Anlage werden die Haferspelzen der Peter Kölln KGaA als Energieträger genutzt. Die Spelzen verfügen über einen Heizwert von 4,16 kWh/kg zu einem Preis von 50 Euro je Tonne. Daraus ergibt sich ein Rohstoffpreis von 3 ct/kWh. Da Transport, Verarbeitung und weitere Unsicherheiten einkalkuliert werden müssen, wird mit 3,5 ct/kWh Brennstoffkosten kalkuliert.

Für das gesamte Versorgungsgebiet wird mit einer maximal nötigen Wärmeleistung von 3,027 MW_{th} für die Bebauungsvariante 1 ausgegangen (eine Aufschlüsselung für Bebauungsvariante 2 ist in Tabelle 23 zu finden). Die Wärmeleistung errechnet sich aus angenommenen Vollaststunden von 1.900 h/a und

dem Gesamtwärmebedarf von 5,752 MWh/a. Überträgt man dieses auf die Jahressganglinie (errechnet aus der Jahresdauerlinie der Außentemperatur nach DIN 4710 und der Lastkennlinie) ergibt sich daraus eine Versorgung Krückau-Vormstegens über zwei BHKW-Module mit einer Leistung von insgesamt 415 KW_{el} bzw. 503 KW_{th}. Die zwei BHKW-Module mit 300 KW_{th} und 203 KW_{th} werden ergänzt von einer mit Spelzen betriebenen Kesselanlage über 3.027 KW_{th}. Die BHKW-Module erbringen zusammen 16,6 Prozent der thermischen Leistung, liefern zusammen etwa 14.300 h/a jedoch 64,3 Prozent der jährlichen Wärmemenge von 3.698 MWh/a.

Für die beiden BHKW-Module, den Pelletkessel sowie das Wärmenetz ergeben sich Investitionskosten von 2,87 Mio. Euro. Nach Einrechnung der Förderung ergeben sich 2,59 Mio. Euro die zu einer Annuität von 266.000 €/a, bei fünfzehnjähriger Laufzeit und sechs Prozent Zinsen, führen. Für Die Wartung ergeben sich 204.000 €/a. Personalkosten sind mit 20.000 €/a eingerechnet. Die Brennstoffkosten belaufen sich auf knapp 380.000 €/a. Bei der Verwendung von Holzpellets zu Marktpreisen dürfte dieser Wert bei knapp 5,7 ct/kWh liegen³⁹⁸

Die Erlöse aus dem Stromverkauf belaufen sich auf 519.000 €/a. Da die zentrale Versorgungsvariante nur langfristig realisierbar und ein Weiterbestehen der Einspeisevergütung bis dahin fraglich ist, wird von einer Eigennutzung ausgegangen. Aufgrund der bereits 2014 hohen Strompreise ergeben sich somit relativ geringe Gesamtkosten von 349.000 €/a, was spezifische Wärmekosten von 6,1 ct/kWh bedeutet. Bei der Verwendung von Holzpellets zu Marktpreisen ergäben sich spezifische Wärmekosten von 10 ct/kWh, daher sollte sich um die Nutzung der Haferspelzen der Peter Kölln KGaA bemüht werden.

Da in dieser Arbeit tatsächliche Emissionen betrachtet werden, werden auch bei Holz als Brennstoff Treibhausgase freigesetzt. Für die Wärme aus den Haferspelzen werden 25g CO₂/kWh, für Strom 18 gCO₂/kWh angesetzt³⁹⁹. Daraus ergeben sich Emissionen von

³⁹⁷ vgl. Stadtwerke Elmshorn 2013b

³⁹⁸ vgl. DEPV 2013

³⁹⁹ vgl. IINAS 2013

Variante 2 (VS-2): BHKW mit Nahwärmenetz, zentral		
	Bebauungsvariante 1	Bebauungsvariante 2
Installierte Wärmeleistung	- BHKW-Modul 1: 248KW _{el} - BHKW-Modul 2: 168KW _{el} - Pellet Kessel: 3.027KW _{th}	- BHKW-Modul 1: 183KW _{el} - BHKW-Modul 2: 124KW _{el} - Pellet Kessel: 2.236KW _{th}
Investitionskosten	2,87 Mio. €	2,62 Mio. €
Investitionskosten nach Förderung	2,59 Mio. €	2,34 Mio. €
Kapitalkosten (Annuität)	266.339 €/a	241.197 €/a
Wartungs- und Unterhaltskosten	203.520 €/a	159.330 €/a
Brennstoffkosten	378.431 €/a	263.724 €/a
Personalkosten	20.000 €/a	20.000 €/a
Gesamtkosten vor Stromverkauf	868.290 €/a	684.251 €/a
Erlöse aus Stromverkauf	519.010 €/a (Eigennutzung)	383.013 €/a (Eigennutzung)
Gesamtkosten	349.279 €/a	301238 €/a
Spezifische Wärmekosten	0,061 €/kWh	0,07 €/kWh
Spezifische Stromkosten	0,185 €/kWh	0,20 €/kWh
Emissionen Wärme	266 t CO ₂	184 t CO ₂
Emissionen Strom	688 t CO ₂	1.097 t CO ₂
Emissionen gesamt	954 t CO ₂	1.281 t CO ₂

Tabelle 23: Zusammenfassung VS-2 (Eigene Darstellung)

266 t CO₂-Äquivalenten für die Wärmeerzeugung pro Jahr im Betrieb. Für Strom 688 t CO₂-Äquivalente. Dieser Wert ist verhältnismäßig hoch, da nur 77 Prozent des Strombedarfs des Quartiers über die BHKW-Module erzeugt werden. So wird der Restbedarf bilanziell aus dem Verbundnetz bezogen, der entsprechend höhere Emissionen verursacht. Insgesamt ergeben sich damit Emissionen von 954 t CO₂-Äquivalenten.

teilig höheren Strombezug aus dem Verbundnetz. Zur Deckung des restlichen Strombedarfs wird für beide Varianten eine optionale PV-Nutzung empfohlen. Damit ließen sich auch die Endkundenstrompreise von jetzt 18,5 ct/kWh respektive 20 ct/kWh auf 17 ct/kWh und 17,2 ct/kWh absenken.

Die höheren spezifischen Wärmekosten für Bebauungsvariante 2 ergeben sich aus den gleichbleibenden Wärmenetzkosten. Die höheren Emissionen ergeben sich aus dem an-

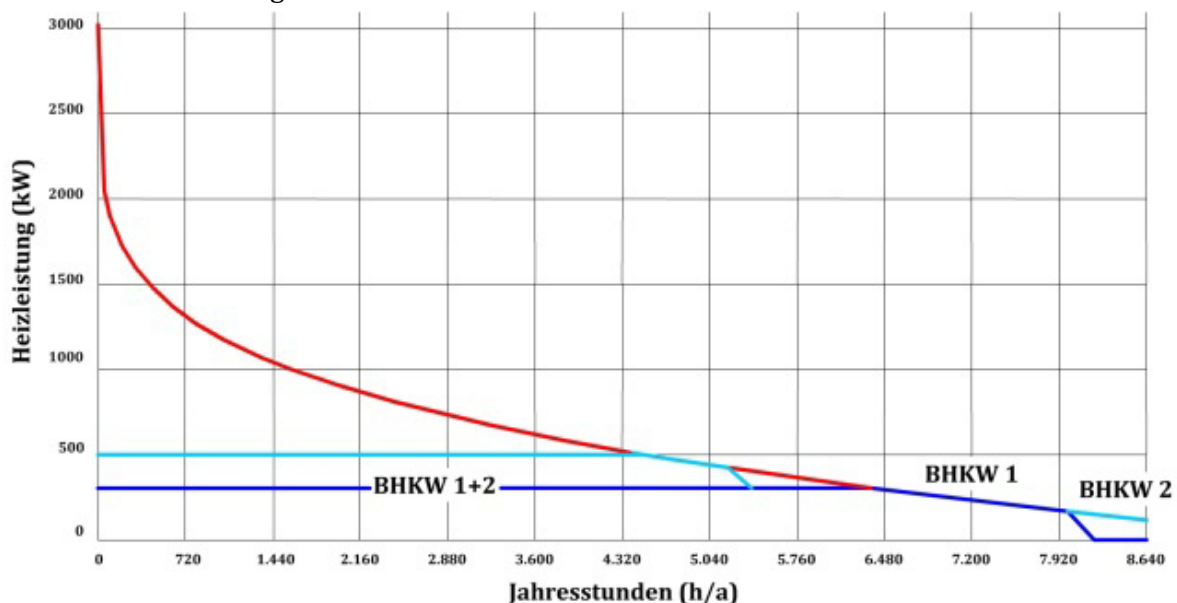


Abb. 60: Jahresganglinie VS-2 (Eigene Darstellung)

5.9.4 VS-3: Nahwärmenetz mit Holzpelletkessel

Eine zentrale Wärmeversorgung kann alternativ zur BHKW-Nutzung auch ausschließlich über einen Kessel, also ein Heizwerk hergestellt werden. Das Wärmenetz zur Versorgung des Quartiers bleibt identisch mit dem aus VS-2. Weitere Fördermittel wären nach dem KfW Programm 271 nutzbar. Diese Förderung kommt für Krückau-Vormstegen nicht in Betracht, da „Anlagen, die überwiegend der Verfeuerung von Abfallstoffen aus der gewerblichen Be- und Verarbeitung von Holz dienen“⁴⁰⁰ von einer Förderung ausgeschlossen sind. Bei dem angenommenen Brennstoff, den Haferspelzen der Peter Kölln KGaA, handelt es sich um einen derartigen Abfallstoff.

Die Brennstofflagerung kann – ähnlich wie in der Variante VS-2 und den folgenden Varianten - auf etwa 350 bis 500 Kubikmetern realisiert werden, was in der nördlichen Knechtschen Halle ohne weiteres möglich ist. Die Kosten für die Lagerung und Anlieferung der Pellets sind in den Investitions- und Wartungskosten enthalten. Auch die Rauchgasreinigung ist in allen Varianten in die Wartungskosten eingerechnet.

Für den Holzpelletkessel und das Wärmenetz fallen für die Bebauungsvariante 1 Investitionskosten von 2,25 Mio. Euro an. Die Kosten für den Pelletkessel sind aufgrund der höhe-

ren Laufzeit gegenüber VS-2 leicht erhöht, da eine höhere Laufzeit erwartet wird und die Integration von Pelletlager und Anlagentechnik daher aufwändiger ist. Nach Abzug der Fördergelder belaufen sich die Investitionskosten auf 1,97 Mio. Euro, was zu einer Annuität (Laufzeit 15 Jahre, 6 Prozent Zinsen) von 202.847€/a führt. Dazu kommen Wartungskosten von 116.929 €/a und Brennstoffkosten von 219.000 €/a. So ergeben sich Gesamtkosten von 573.603 €/a, was zu einem spezifischen Wärmepreis von 10 ct/kWh führt. Der Strompreis entspricht dem Grundversorgertarif von etwa 24 ct/kWh.

Die Emissionen der Wärmeerzeugung belaufen sich auf 156 t CO₂-Äquivalente. Bei vollständigem Strombezug aus dem Verbundnetz fallen weitere 2.426 t CO₂-Äquivalente an, sodass für die Variante VS-3 bei der Energieversorgung des Quartiers insgesamt 2.582 t CO₂-Äquivalente an Treibhausgasemissionen anfallen.

Variante 3 (VS-3): Holzpelletkessel mit Nahwärmenetz, zentral		
	Bebauungsvariante 1	Bebauungsvariante 2
Installierte Wärmeleistung	- Pellet Kessel: 3.027KW _{th}	- Pellet Kessel: 2.236KW _{th}
Investitionskosten	2,25 Mio. €	2,15 Mio. €
Investitionskosten nach Förderung	1,97 Mio. €	1,87 Mio. €
Kapitalkosten (Annuität)	202.847 €/a	192.757 €/a
Wartungs- und Unterhaltskosten	117.000 €/a	99.200 €/a
Brennstoffkosten	219.000 €/a	163.000 €/a
Personalkosten	35.000 €/a	35.000 €/a
Gesamtkosten vor Stromverkauf	573.603 €/a	489.935 €/a
Erlöse aus Stromverkauf	0	0
Gesamtkosten	573.603 €/a	489.935 €/a
Spezifische Wärmekosten	0,10 €/kWh	0,114 €/kWh
Spezifischer Strompreis	0,24 €/kWh	0,24 €/kWh
Emissionen Wärme	156 t CO ₂	116 t CO ₂
Emissionen Strom	2.425 t CO ₂	2.425 t CO ₂
Emissionen gesamt	2.582 t CO ₂	2.542 t CO ₂

Tabelle 24: Zusammenfassung VS-2 (Eigene Darstellung)

⁴⁰⁰ KfW 2013c

5.9.5 VS-4: Nahwärmenetz mit BHKW und dezentraler Solarenergie

Die Variante basiert auf den Berechnungen der Variante VS-2. Dazu sind die Ergebnisse aus den Kapiteln 5.8.7 und 5.8.8 bezüglich des Solarenergiepotenzials in Krückau-Vormstegen einbezogen. Zusätzlich zur zentralen Versorgung über das BHKW werden alle potenziell verfügbaren Flächen mit Solarthermie und PV ausgestattet. Die technischen Ausgangsdaten sind dieselben wie bei VS-2, da die Kesselleistung gleichbleibend ist. Lediglich der Leistungsbereich der BHKW-Module wurde etwas angepasst.

In der vorliegenden Variante soll Solarthermie 30 Prozent des Warmwasserbedarfs bereitstellen. Da die Solarthermieanlagen den größten Ertrag im Sommer bereitstellen, können die BHKW-Module zu dieser Zeit komplett abgeschaltet werden, was zu einer geringeren Kesselauslastung führt. Obwohl der durch BHKW-Module bereitgestellte Anteil der Grundlast sinkt, bleibt der Anteil der Betriebsstunden ähnlich, da die BHKW-Module anders dimensioniert werden können und so vermehrt zu Zeiten des höheren Leistungsbedarfs angefahren werden. Zudem werden zur Deckung des restlichen Strombedarfs PV-Anlagen auf den verbleibenden Dachflächen montiert.

Nach der DIN 4708-2 ergibt sich für die Wohneinheiten in Krückau-Vormstegen ein Warmwasserbedarf von 1.109 MWh. Dazu kommen, basierend auf der VDI 2067 bzw. VDI 2089, weitere 460 MWh für die übrigen Flächen in Krückau-Vormstegen. Daraus ergeben sich 471 MWh Heizwärme die über Solarthermie erzeugt werden sollen. Dieses erfolgt mit einer Kollektorfläche von 1.177 Quadratmetern die eine Leistung von 588 kW_{th} erreichen. Die Investitionskosten inkl. Speicher, Technik und Montage betragen 823.725 Euro.

Es wird angenommen, dass die 588 kW_{th} sich durch 40 Anlagen auf zehn Bestandsgebäuden sowie 30 Neubauten installieren lassen. Über den Elmshorner Solarfonds lassen sich so pro Anlage 1.534 Euro an Fördergeldern beziehen. Dazu kommt für die zehn Anlagen auf den Bestandsgebäuden, bei einer durchschnittlichen Kollektorfläche von 30 Quad-

ratmetern, insgesamt eine Förderung von 32.000 Euro.⁴⁰¹ Für die 30 Anlagen im Neubau wird keine KfW-Förderung in Anspruch genommen. Daraus ergeben sich nach Förderung Investitionskosten von 730.369 Euro für die Solarthermieanlagen. Bei einem Zinssatz von 6 Prozent sowie einer Laufzeit von 15 Jahren ergibt sich hieraus eine Annuität von 75.201 €/a.

Die Leistung der BHKW-Module wurde reduziert und an die in den Sommermonaten durch Solarthermie abgesenkte Grundlast angepasst. Demnach werden zwei BHKW-Module mit 207 kW_{el} (250 kW_{th}) bzw. 168 kW_{el} (203 kW_{th}) installiert. Die thermische Leistung der BHKW-Module beträgt nun knapp 15 Prozent, der Anteil an der Wärmemenge 46 Prozent. Dabei kommen die BHKW-Module zusammen auf 11.520 h/a Laufzeit. Die Investitionskosten für Pelletkessel, Wärmenetz, BHKW-Module und Solarthermie betragen nach Abzug der Fördermittel insgesamt 3,29 Mio. Euro, was einer Annuität von 338.454 €/a entspricht.

Die jährlichen Wartungskosten belaufen sich auf 210.000 €/a, für Personalkosten werden 20.000 €/a angesetzt und für Brennstoffkosten werden 352.683 €/a kalkuliert. So ergeben sich jährliche Gesamtkosten von 921.000 €/a. Zieht man hier den erzeugten Strom der BHKW-Module von 2.188 MWh ab (was etwa 55 Prozent des Gesamtbedarfs entspricht), ergeben sich jährliche Kosten von 549.683 €/a. Daraus resultiert ein spezifischer Wärmepreis von 0,096 ct/kWh.

Neben der Stromerzeugung durch die BHKW-Module werden weitere 1.445 MWh Strom über PV erzeugt. Es wird für die Variante VS-4 davon ausgegangen, dass die verbleibenden etwa 11.000 Quadratmeter Dachflächen komplett für PV genutzt werden. Danach ist eine Leistung von 1,66 MW_{el} erreichbar. Die Investitionskosten für Installation, Module und Einbindung in die Hausnetze betragen etwa 1,9 Mio. €. Für die PV-Module wird eine Kreditlaufzeit über 20 Jahre bei 6 Prozent Zinsen angenommen. Die Annuität beläuft sich dementsprechend auf 167.111 €/a (Kre-

⁴⁰¹ vgl. BAFA 2013

Variante 4 (VS-4): BHKW mit Nahwärmenetz und Solarenergie, teilzentral		
	Bebauungsvariante 1	Bebauungsvariante 2
Installierte Wärmeleistung	- BHKW-Modul 1: 207KW _{el} - BHKW-Modul 2: 168KW _{el} - Pellet Kessel: 3.027KW _{th} - Solarthermie: 588KW _{th}	- BHKW-Modul 1: 74KW _{el} - BHKW-Modul 2: 50KW _{el} - Pellet Kessel: 2.236KW _{th} - Solarthermie: 588KW _{th}
Investitionskosten	3,66 Mio. €	3,13 Mio. €
Investitionskosten nach Förderung	3,29 Mio. €	2,76 Mio. €
Kapitalkosten (Annuität)	338.454 €/a	284.071 €/a
Wartungs- und Unterhaltskosten	209.864 €/a	102.515 €/a
Brennstoffkosten	352.683 €/a	185.141 €/a
Personalkosten	20.000 €/a	20.000 €/a
Gesamtkosten vor Stromverkauf	921.000 €/a	591.728 €/a
Erlöse aus Stromverkauf	371.317 €/a (Eigennutzung)	124.204 €/a (Eigennutzung)
Gesamtkosten	549.683 €/a	467.524 €/a
Spezifische Wärmekosten	0,96 €/kWh	0,109 €/kWh
Installierte elektrische Leistung	- PV: 1.667 KW _{el} - BHKW: 375 KW _{el}	- PV: 1.667 KW _{el} - BHKW: 124 KW _{el}
Erzeugte elektrische Energie	- PV: 1.445 MWh/a - BHKW: 2.188 MWh/a	- PV: 1.445 MWh/a - BHKW: 732 MWh/a
Deckungsgrad Quartiersstrombedarf	91 %	55 %
Mischpreis Strom	0,176 €/kWh	0,20 €/kWh
Emissionen Wärme	255 t CO ₂	132 t CO ₂
Emissionen Strom (mit PV)	1.179 t CO ₂ 431 t CO ₂	1.923 t CO ₂ 1.175 t CO ₂
Emissionen gesamt (mit PV)	1.434 t CO ₂ 686 t CO ₂	2.056 t CO ₂ 1.308 t CO ₂

Tabelle 25: Zusammenfassung VS-3 (Eigene Darstellung)

dite von der KfW werden nicht in Anspruch genommen).⁴⁰²

Zusätzlich werden zwei Prozent der Investitionskosten als Betriebskosten angesetzt, sodass mit jährlichen Betriebskosten von 205.446 €/a kalkuliert wird. Daraus ergeben sich Stromgestehungskosten von 14,2 ct/kWh. Nach der Addition von 2,7 ct/kWh für den Contractor ergibt sich bei Selbstnutzung ein Endkundenpreis von etwa 17 ct/kWh, der dem aus den BHKW-Modulen entspricht. Zusammen mit den BHKW-Modulen werden bei der Bebauungsvariante 1 bilanziell 91 Prozent des Strombedarfs im Quartier regenerativ und lokal gedeckt.

Aufgrund der unklaren Entwicklung bezüglich der EEG Einspeisevergütung Ende 2013 wird eine Selbstnutzung des erzeugten Stroms im Quartier angestrebt. Die 91 Prozent Eigennutzung sind jedoch nur bilanziell erreichbar, da in den Sommermonaten eine höhere Strommenge zur Verfügung stünde, als benötigt wird. Folglich wird der Anteil der

unmittelbaren Selbstnutzung eher bei 70 bis 75 Prozent liegen.

Die Treibhausgasemissionen aus der Wärmeerzeugung belaufen sich auf 255 t CO₂-Äquivalente, für die Stromerzeugung ohne PV 1180 t CO₂-Äquivalente, was zusammen 1435 t CO₂-Äquivalenten entspricht. Geht man von einer Nutzung der restlichen Solarpotenzialflächen durch PV aus, senken sich die Treibhausgasemissionen für den Strombedarf auf 431 t CO₂-Äquivalente und damit auf 686 t CO₂-Äquivalente insgesamt.

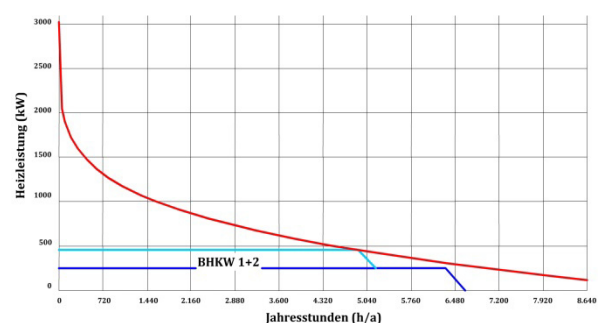


Abb. 61: Jahresganglinie VS-4 (Eigene Darstellung)

⁴⁰² vgl. KfW 2013b

5.9.6 VS-5: Nahwärmenetz mit Pelletkessel, Geothermie und PV

Als abschließende Variante wird die Bereitstellung der Wärmegrundlast durch oberflächennahe Geothermie erläutert. Die Spitzenlast wird, wie in den vorherigen Varianten, von einem Pelletkessel mit einer Nennleistung von 3.027 kW übernommen. Für den Kessel wird erneut mit den Haferspelzen der Peter Kölln KGaA als Energieträger zu Brennstoffkosten von 3,5 ct/kWh kalkuliert.

Für die Geothermienutzung werden bei Bauungsvariante 1 für die acht Geothermiefelder nach Abb. 52 acht Wärmepumpen mit einer Gesamtleistung von 1.631 kW_{th} benötigt. Diese acht Wärmepumpen, für die mit der JAZ 4 kalkuliert wird, werden mit Strom aus PV betrieben. Es wird davon ausgegangen, dass alle potenziell verfügbaren Dachflächen für PV zu nutzen sind, sodass knapp 1,6 GWh/a Strom im Quartier erzeugt werden (für die Erläuterung hierzu siehe vorherige Varianten). Hiervon werden 787 MWh direkt von den Wärmepumpen genutzt, sodass sich der Quartiersstrombedarf auf 4,7 GWh/a erhöht.

Für die Wärmepumpen wird mit Investitionskosten von 625 €/kW kalkuliert. Darin sind alle Kosten von Montage bis zur Verrohrung

enthalten. Für den Kessel wird mit Investitionskosten von 135 €/kW kalkuliert und je Erdsonde mit 5.000 Euro. Zusammen mit dem Wärmenetz ergeben sich für die Bauungsvariante 1 Investitionskosten von etwa 5 Mio. €. Abzüglich aller Fördermittel (für Wärmepumpen sind beim BAFA Fördermittel in Höhe von 11.800 Euro erhältlich)⁴⁰³ betragen die Investitionskosten 4,72 Mio. Euro, woraus sich eine Annuität (Laufzeit 15 Jahre, 6 Prozent Zinsen) von 482.244 €/a ergibt.

Dazu kommen Wartungskosten und Personalkosten in Höhe von zwei bzw. einem Prozent der Investitionskosten. Die Brennstoffkosten – Strom mit 17 ct/kWh und die gepressten Haferspelzen der Peter Kölln KGaA – belaufen sich auf 232.626 €/a. Daraus ergeben sich Gesamtkosten von 812.683 €/a was zu einem spezifischen Wärmepreis von 14,1 ct/kWh führt.

Die installierten PV-Module mit zusammen 1,8 MW_{el} stellen 17 Prozent des Strombedarfs der Bauungsvariante 1 zur Verfügung. Da der Rest des Strombedarfs aus dem Verbundnetz gedeckt wird ergibt sich ein theoretischer Mischpreis von 22,6 ct/kWh Strom. Die Emissionen der Wärmebereitstellung betragen 137 t CO₂-Äquivalente. Auf-

Variante 5 (VS-5): Nahwärmenetz, Solarenergie und Geothermie, teilsentral		
	Bauungsvariante 1	Bauungsvariante 2
Installierte Wärmeleistung	- Pellet Kessel: 3.027KW _{th} - Geothermie: 1.631KW _{th}	- Pellet Kessel: 2.236KW _{th} - Geothermie: 1.275KW _{th}
Investitionskosten	5,02 Mio. €	4,29 Mio. €
Investitionskosten nach Förderung	4,72 Mio. €	3,99 Mio. €
Kapitalkosten (Annuität)	482.244 €/a	411.165 €/a
Wartungs- und Unterhaltskosten	65.208 €/a	50.625 €/a
Brennstoffkosten	232.626 €/a	173.937 €/a
Personalkosten	32.600 €/a	25.300 €/a
Gesamtkosten vor Stromverkauf	812.683 €/a	661.039 €/a
Erlöse aus Stromverkauf	0	0
Gesamtkosten	812.683 €/a	661.039 €/a
Spezifische Wärmekosten	0,141 €/kWh	0,154 €/kWh
Installierte elektrische Leistung	- PV: 1.843 KW _{el}	- PV: 1.843 KW _{el}
Erzeugte elektrische Energie	- PV: 1.597 MWh/a	- PV: 1.597 MWh/a
Deckungsgrad Quartiersstrombedarf	17 %	20 %
Mischpreis Strom	0,226€/kWh	0,223 €/kWh
Emissionen Wärme	137 t CO ₂	101 t CO ₂
Emissionen Strom (mit PV)	1.939 t CO ₂	1.845 t CO ₂
Emissionen gesamt (mit PV)	2.076 t CO ₂	1946 t CO ₂

Tabelle 26: Zusammenfassung VS-5 (Eigene Darstellung)

⁴⁰³ Vgl. BAFA 2013

grund des hohen Anteils des Strombezugs aus dem Verbundnetz ergeben sich 1.939 t CO₂-Äquivalente für die Stromversorgung des Quartiers, sodass es insgesamt zu Treibhausgasemissionen von 2.076 t CO₂-Äquivalenten kommt.

Eine Darstellung der Werte für Bebauungsvariante 2 befindet sich in Tabelle 26. Die Werte sind nach der gleichen Systematik kalkuliert.

5.9.7 Gegenüberstellung der Varianten

Die Gegenüberstellung der Varianten erfolgt am Beispiel der Bebauungsvariante 1. Die Daten zu der Bebauungsvariante 2 sind in den Tabellen der vorherigen Kapitel enthalten und führen zu ähnlichen Profilen der Versorgungsvarianten, relativ zueinander, sodass diese nicht gesondert dargestellt werden.

Investitionskosten

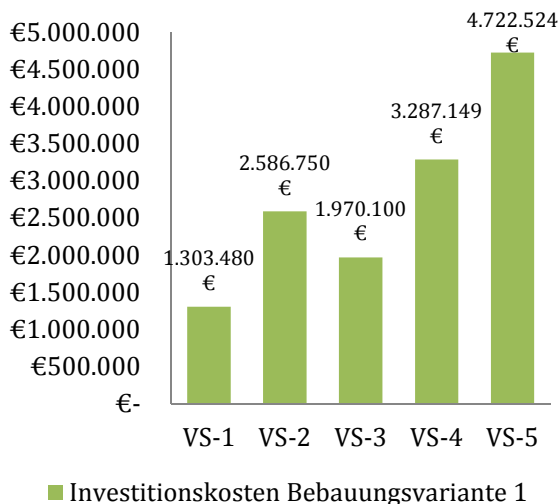


Abb. 62: Vergleich Investitionskosten (nur Wärme) (ohne MwSt.) (Eigene Darstellung)

Die Variante VS-1 (dezentrale Gasbrennwertkessel) verfügt deutlich mit 1,3 Mio. € über die geringsten Investitionskosten. Bei den anderen vier Varianten verursacht das Wärmenetz erhebliche Investitionskosten. Die Variante VS-3 (zentraler Pelletkessel) verfügt ebenfalls über relativ geringe Investitionskosten, ist aber im Betrieb teurer. Die höchsten Investitionskosten sind für die Variante VS-5 (zentraler Kessel, Geothermie ergänzt von PV) erforderlich, da hier insbesondere die Erdsonden sowie Wärmepumpen hohe Investitionen erfordern.

Jährliche Gesamtkosten

Aufgrund der hohen Brennstoffkosten gehört die Variante VS-1 bei der Betrachtung der jährlichen Gesamtkosten – bestehend aus Annuität, Betriebs- und Brennstoffkosten – nicht mehr zu den günstigsten Varianten, da die Brennstoff- und Betriebskosten unverhältnismäßig hoch sind und die Erlöse aus dem Stromverkauf der Varianten VS-2 (zentrales BHKW und Pelletkessel) sowie VS-4 (zentrales BHKW, Pelletkessel, Solarthermie und PV) sehr hoch sind. Auffällig ist, dass über die zentrale Versorgung mit einem reinen Heizwerk in Variante VS-3 aufgrund geringer Betriebskosten ähnliche Gesamtkosten wie in Variante VS-1 erreichbar sind – trotz hoher Investitionskosten für ein Wärmenetz.

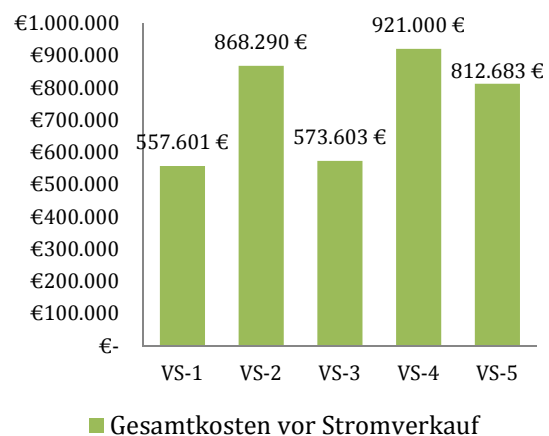


Abb. 63: Gesamtkosten vor Stromverkauf (ohne MwSt.) (Eigene Darstellung)

Erlöse aus Stromverkauf

Aufgrund der zurzeit und vermutlich auch zukünftig hohen Strompreise lassen sich zusätzliche Einnahmen durch den Stromverkauf bei BHKW-Modulen erwirtschaften und so die hohen Investitionskosten überkompensieren.

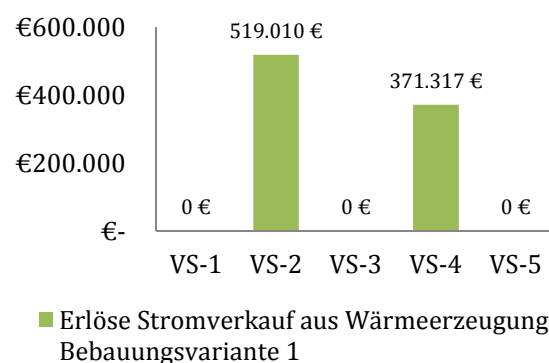


Abb. 64: Jährliche Erlöse aus dem Stromverkauf (nur BHKW-Module) (ohne MwSt.) (Eigene Darstellung)

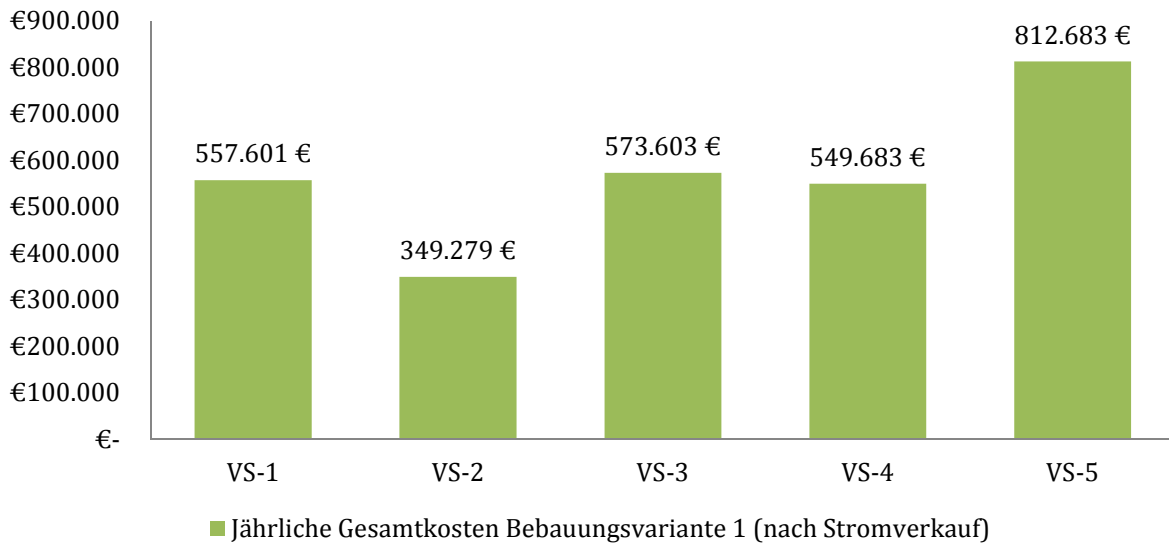


Abb. 65: Jährliche Gesamtkosten (nur Wärme) (ohne MwSt.) (Eigene Darstellung)

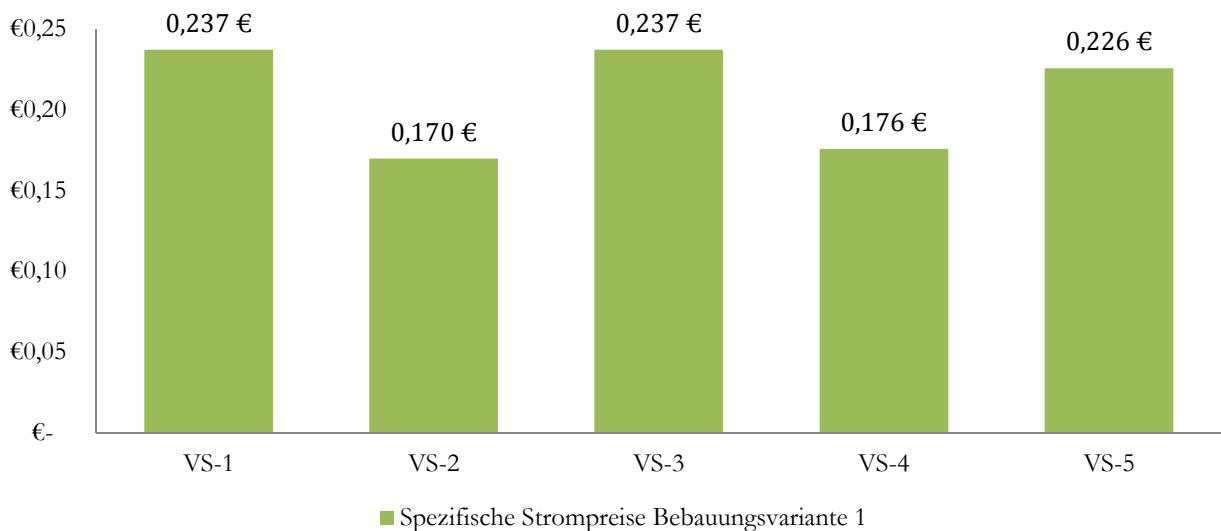


Abb. 66: Endkundepreise Strom (ohne MwSt.) (Eigene Darstellung)

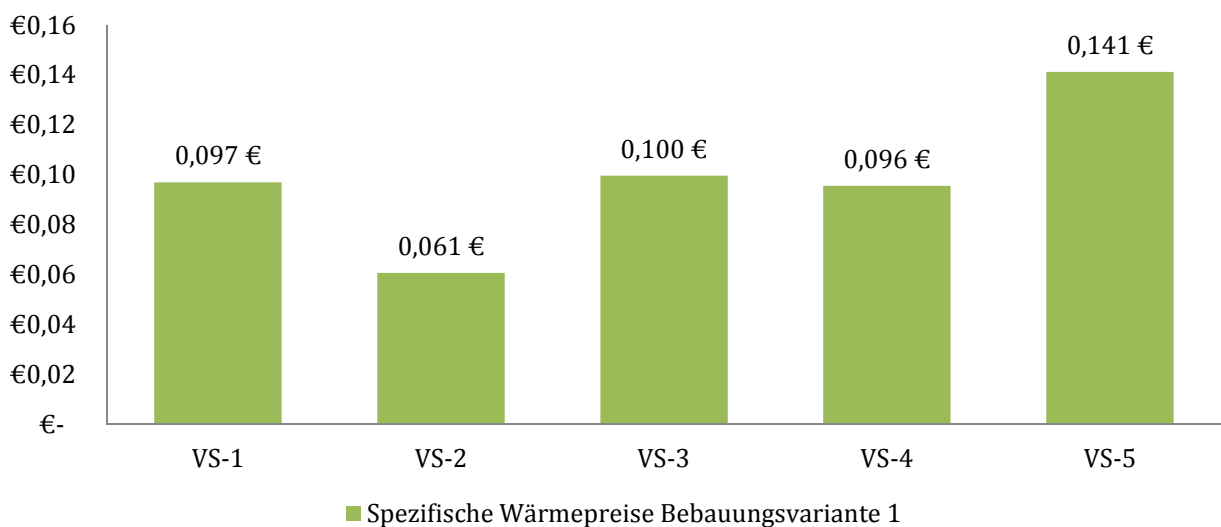


Abb. 67: Spezifische Wärmepreise (ohne MwSt.) (Eigene Darstellung)

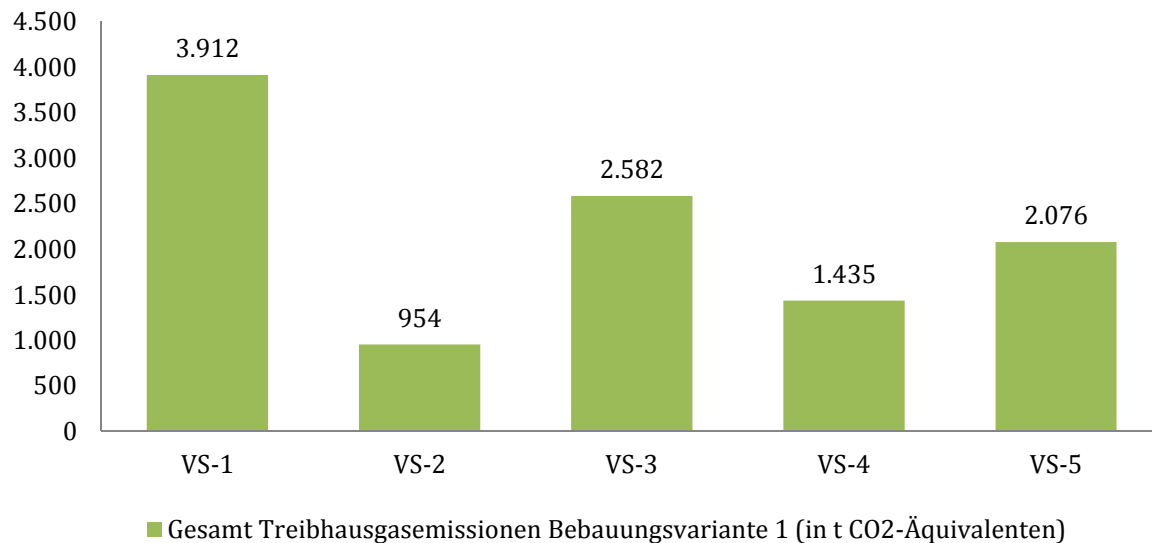


Abb. 68: Treibhausgasemissionen der Wärmebereitstellung (in CO₂-Äquivalenten) (Eigene Darstellung)

Spezifische Strompreise

Die Varianten VS-2 und VS-4, die Strom mit BHKW-Modulen erzeugen, verfügen über die geringsten Stromendkundenpreise von etwa 17 ct/kWh, da der Bezug des Restbedarfs aus dem Verbundnetz am niedrigsten ist. Demgegenüber ist der Endkundenpreis der Varianten VS-1 und VS-3 am höchsten, da der Strombezug ausschließlich aus dem Verbundnetz erfolgt.

Spezifische Wärmepreise

Die spezifischen Wärmepreise sind bei der Variante VS-2 mit 6 ct/kWh am niedrigsten, was durch hohe BHKW-Laufzeiten und damit verbundene Stromerzeugung begründet ist. Ähnliches gilt für VS-4. Der Wärmepreis ist hier aufgrund geringerer BHKW-Dimensionierung und des daher geringeren Stromverkaufs höher. Bis auf Variante VS-5 sind die Wärmepreise bei allen weiteren Varianten mit etwa 10 ct/kWh auf ähnlichem Niveau.

Umweltauswirkungen

Die Umweltauswirkungen, hier gemessen an Treibhausgasemissionen (Umweltauswirkungen umfassen deutlich mehr als Treibhausgasemissionen. Eine genauere Betrachtung ließ sich im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht umsetzen, daher dienen die Treibhausgasemissionen als Referenzwert), sind bei zentraler Erzeugung und vorrangig bei den Varianten mit BHKW-Modulen am niedrigsten.

Würde man eine Stromerzeugung über PV bei VS-1, VS-2 und VS-3 einrechnen ergäben sich weitere Emissionsminderungspotenziale. Werden nur Umweltauswirkungen betrachtet, ist Variante VS-1 aufgrund der hohen Treibhausgasemissionen nicht zu empfehlen.

Vergleich der Bauungsvarianten

Bei allen fünf Varianten sind die spezifischen Wärmepreise für die Bauungsvariante 2 (Passivhausstandard) gegenüber den Wärmepreisen der Bauungsvariante 1 (EnEV-Standard) erhöht. Ähnliches gilt – bis auf Ausnahmen – für die Treibhausgasemissionen. Der Grund hierfür liegt in der geringeren BHKW-Nutzung und damit dem geringeren Stromverkauf begründet. Zudem sind die Investitionen in das Wärmenetz immer die gleichen, sodass diese bei der Bauungsvariante 2 anteilig stärker ins Gewicht fallen. Obwohl der spezifische Wärmepreis erhöht ist, werden die gesamten Heizenergiekosten für den Endkunden bei Bauungsvariante 2 geringer ausfallen, da die bezogene Gesamtmenge deutlich reduziert ist. Daher plädiert der Autor auch weiterhin für die Realisierung der Bauungsvariante 2.

5.9.8 Zusammenfassung und Varianten- auswahl

Die hier dargestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen dienen als Orientierung, sind jedoch nicht als exakt einzustufen. Sie basieren auf der VDI 2067, benutzen aber teilweise Werte die aus Überschlagsrechnungen oder Abschätzungen stammen (insbesondere zur Entwicklung von Einspeisevergütung, Energiepreisen etc.), da genauere Daten nicht vorliegen. Diese sollten zu einem späteren Zeitpunkt bei detaillierter Betrachtung folgen. Nichtsdestotrotz liefert das Kapitel 5 als Skizze eines energetischen Quartierskonzepts belastbare Tendenzen bezüglich der möglichen Energieversorgung des Quartiers Krückau-Vormstegen.

Festzuhalten sind vier zentrale Ergebnisse:

1. Es bestehen gute technische und wirtschaftliche Voraussetzungen zur Einleitung eines energetischen Quartierskonzepts. Es bedarf jedoch der Kooperation von Akteuren, die vernetzt und von den Vorteilen von Verbundlösungen überzeugt werden müssen.
1. Die Aufgabe für Krückau-Vormstegen wird die gemeinsame Versorgung von Bestand und Neubau sein. Die energetische Sanierung des Bestands ist hierbei zentral.
2. Der Energiebedarf für den Gebäudebereich in Krückau-Vormstegen lässt sich vollständig durch lokal verfügbare regenerative Energien decken.
3. Für eine Variantenumsetzung bietet sich die Variante VS-2 und VS-4 aus Gründen der Wirtschaftlichkeit, geringer negativer Umweltauswirkungen und einfacher Umsetzbarkeit an.

Bei der Auswertung der ermittelten Werte in Kapitel 5.9.7 hat sich gezeigt, dass die zentralen Varianten bei Gleichzeitigkeit von Strom- und Wärmeerzeugung erstens den Vorteil des günstigeren Strombezugs haben, zweitens aufgrund der Anrechnung des selbstgenutzten Stroms geringere spezifische Wärmekosten und drittens geringere Umweltauswirkungen zu erwarten sind. Insbesondere die Sicherstellung der Grundversorgung mit Heizwärme durch BHKW-Module und ergänzende Stromerzeugung durch PV bietet die Möglichkeit, das Quartier bilanziell vollstän-

dig mit regenerativen Energien zu versorgen, bei gleichzeitig günstigem Strom- sowie Wärmepreis. Selbst wenn die Nutzung der Haferspелzen der Peter Kölln KGaA zu einem höheren Preis oder aber ab einem bestimmten Zeitpunkt nicht mehr realisierbar sein sollte, wäre der spezifische Wärmepreis bei Nutzung von Holzpellets zu Marktpreisen in der Variante VS-2 auf dem Niveau der Referenzvariante (bei etwa 10 bis 10,7 ct/kWh).

Die Umsetzungen der Varianten VS-4 und VS-5 sind technisch und auch rechtlich komplizierter als die der übrigen drei Varianten. Die Installation von Solarthermieanlagen erfordert zusätzlichen Koordinationsaufwand und der Einsatz von Geothermie ist in der hier vorgeschlagenen Größenordnung technisch und organisatorisch aufwändig. Eigentumsverhältnisse, Abstandsflächen und rechtliche Festsetzungen in der Bauleitplanung erfordern einen höheren Arbeitsaufwand, als dieses bei einer rein zentralen Versorgung über BHKW-Module, Heizkessel oder Einzelkessel je Gebäude nötig wäre. Auch ist von einem erhöhten Platzbedarf durch die Nutzung von Geothermie in der in dieser Arbeit vorgeschlagenen Installation auf öffentlichen Freiflächen auszugehen, sodass die Varianten VS-2, VS-3 und VS-4 mit Einschränkungen vom Autor als am einfachsten umsetzbar angesehen werden.

Bestimmung Vorzugsvariante

Daraus folgend wird die Variante VS-2 (Nahwärmenetz mit BHKW und optionaler PV-Nutzung) für eine genauere Betrachtung empfohlen. Diese Variante verfügt über die geringsten spezifischen Wärmekosten mit 6,1 respektive 7 ct/kWh und die geringsten spezifischen Stromkosten mit 17 ct/kWh. Zudem ist dieses die Variante mit den geringsten Umweltauswirkungen (954 respektive 1281 t CO₂-Äquivalente) selbst ohne die empfohlene PV-Nutzung und basiert nahezu ausschließlich auf Energieträgern aus dem Quartier. Bei einer Nutzung von PV zur Stromerzeugung könnte der gesamte Gebäudeenergiebedarf im Quartier vollständig mit regenerativen Energien aus dem Quartier bereitgestellt werden.

6. Kapitel | Handlungsempfehlungen und Maßnahmenkatalog

Die in Kapitel 5.9 dargestellten Ergebnisse sind nicht als einzig mögliche Varianten anzusehen, sondern als Möglichkeit, wie eine wirtschaftliche und umweltverträgliche Quartiersenergieversorgung basierend auf regenerativen Energien funktionieren kann. Welche Variante letztendlich für die Quartiersversorgung gewählt wird ist unerheblich, solange Energiepreis, Umweltauswirkungen und Versorgungssicherheit berücksichtigt werden. Dementsprechend ist die Vorzugsvariante VS-2 als Vorschlag zu verstehen, die sich von den untersuchten Varianten als am geeignetsten herausgestellt hat.

Es ist davon auszugehen, dass die Umsetzung der Variante VS-2 nur mittel- bis langfristig realisierbar ist, was aber mit der Quartiersentwicklung einhergeht. Trotzdem sei erneut darauf hingewiesen, dass viele Maßnahmen nur langfristig wirken und der Planungsprozess daher an langfristigen Zielen orientiert sein muss, wofür ein energetisches Quartierskonzept benötigt wird.

Planungsprozess

Zur Umsetzung der Variante VS-2 ist der Aufbau einer Arbeitsgruppe – wie in Kapitel 5.4.3 beschrieben – unabdingbar. Diese Arbeitsgruppe begleitet die Erarbeitung eines energetischen Quartierskonzepts für Krückau-Vormstegen. Die benötigte Konzeptskizze liegt mit dieser Arbeit vor, die als Grundlage für den Planungsprozess dienen kann. In einer ersten Phase von Anfang 2014 bis Ende 2016 geht es um eine gemeinsame Zielformulierung für das energetische Quartierskonzept, die Ausarbeitung dieses Konzepts, die Festsetzung der Konzeptergebnisse in geltendes Baurecht, Planungsleitfäden, Vertragsrecht und städtebauliche Verträge.

Unerlässlich ist Transparenz und öffentliche Teilhabe an den Planungen. Denkbar wäre im Rahmen der Nachhaltica-Messe nach Bewohnerwünschen für das zukünftige Krückau-Vormstegen zu fragen und damit auch ein Stück weit eine öffentliche Diskussion zu initiieren. Ein nachhaltiges Quartier Krückau-Vormstegen könnte zum Musterdistrikt für das Hamburger Umland werden und die „Marke Elmshorn“ stärken.

Parallel dazu soll ein Sanierungsmanager eingesetzt werden, der die energetische Sanierung des Bestands durch Beratung, Informationsveranstaltungen und andere Öffentlichkeitsarbeit voranbringt. Nach 2017 wird die intensive Arbeitsphase der Arbeitsgruppe und des Sanierungsmanagers mit der Realisierungseinleitung enden. Die Strukturen sollen aber erhalten bleiben und für die weitere Prozesssteuerung genutzt werden, wenn auch nicht mehr in demselben Umfang.

Aufgrund des langfristigen Umsetzungszeitraums wird empfohlen das Nahwärmenetz in zwei Schritten auszubauen: In einem ersten Schritt ab 2016 für die nördlichen Neubaugebiete um den Buttermarkt. So wäre eine geringere Anlagendimensionierung für Heizkessel und BHKW-Module denkbar. Etwa 15 Jahre später, wenn ein Austausch der BHKW-Module ohnehin anstehen würde, könnte bei fortschreitender Quartiersentwicklung in einem zweiten Bauabschnitt der südliche Teil des Nahwärmenetzes verlegt und die dann sanierten Bestandsgebäude angeschlossen werden. So würde das wirtschaftliche Risiko für den Anlagenbetreiber gemindert und gleichzeitig eine Anpassung der Infrastrukturentwicklung an die Quartiersentwicklung erfolgen. Auch bei frühzeitiger energetischer Sanierung im Gebäudebestand mit dezentraler Versorgung sollten die heizungstechnischen Anlagen zu diesem Zeitpunkt bereits beschrieben sein, sodass diese durch einen Nahwärmeanschluss ersetzt werden können.

Energiesystem

Neben der technisch-wirtschaftlichen Komponente für den Betrieb von Energienetzen ist die organisatorische Umsetzung entscheidend für den Erfolg eines Energienetzes. Für Krückau-Vormstegen ist der Betrieb der BHKW-Module und des Wärmenetzes über SWE als Contractor am sinnvollsten. Aufgrund des langen Umsetzungszeitraums ist das Funktionieren anderer Betreibermodelle, zum Beispiel über Genossenschaften, unwahrscheinlich. Mit dem Contracting-Modell entsteht besonders für Kleineigentümer nur geringer Aufwand, sodass eine Umstellung der Energieversorgung im Bestand unkompliziert ist.

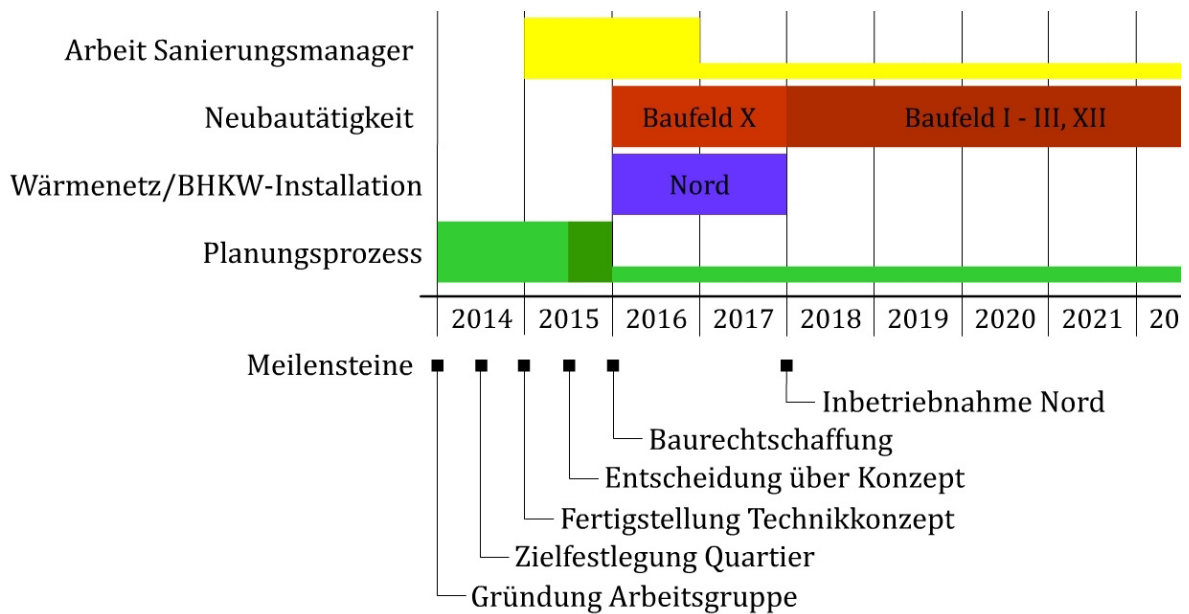


Abb. 69: Zeitleiste (Teil 1) Umsetzung Variante VS-2 (Eigene Darstellung)

Für den Bereich der empfohlenen PV-Nutzung könnte ein Contracting durch SWE angeboten werden. Vor dem Hintergrund, dass im Quartier bei Nutzung aller Dachflächen etwa hundert PV-Anlagen installiert sind, ist selbstständige Planung, Betrieb und Eigenvermarktung parallel hierzu denkbar.

Eine Grundvoraussetzung für die Wärmenetzverlegung ist die Befürwortung durch eine Mindestanzahl der Eigentümer im südlichen Teilgebiet Krückau-Vormstegens. Auch bedarf es an Umsetzungswillen und ausreichender finanzieller Mittel bei den Eigentümern um die energetischen Sanierungen durchzuführen. Für den nördlichen Bereich des Quartiers, das vorwiegend im Neubau errichtet wird, kann eine Nutzung von erneuerbaren Energieträgern und KWK zur Wärmeversorgung in Bebauungsplänen aus städtebaulichen Gründen festgesetzt werden.

Die Festsetzung von PV-Nutzung kann für die Neubauten über einen städtebaulichen Vertrag nach BauGB § 11 festgesetzt werden, indem pro Quadratmeter Wohnfläche ein bestimmter Wert an PV-Modulen zu errichten ist. Auch solare Optimierungen der Bebauungsstruktur sind festsetzbar. Für die Bestandsgebäude ist dieses nicht möglich. Hier wird es Aufgabe des Sanierungsmanagers sein die Eigentümer zu aktivieren. Im Falle einer energetischen Sanierung sollten auch städtische Förderprogramme zur Verfügung stehen, um so Investitionshemmnisse zu mindern. Wenn im Quartier energetische

Sanierungen durchgeführt werden, müssen diese umfassend sein, da Gebäude sonst in den nächsten Jahrzehnten vermutlich nicht erneut saniert werden.

Weitere Handlungsempfehlungen:

- Mit der Beauftragung eines Fachplaners Mitte 2014 ist neben weiteren Varianten eine Einzelnetzversorgung zu prüfen.
- Die Installation von PV auf allen Dachflächen sollte gerade aus Gründen der Sichtbarkeit forciert werden, da so der Bezug zwischen der regenerativen Energieversorgung und einem nachhaltigen Quartier eher deutlich wird als mit nicht öffentlich zugänglichen BHKW-Modulen. Auch ist mit einer weiteren Stromgestehungskostenminderung aus PV gegenüber allgemeiner Strompreissteigerung zu rechnen.

Umgang mit dem Gebäudebestand

Um den Planungsprozess transparent zu gestalten, Abstimmungen zu ermöglichen und Informationen zu verbreiten, sollen regelmäßig Eigentümer- und Bürgerversammlungen durchgeführt werden - Abstimmungen mit und zwischen den Eigentümern sind unerlässlich. Da das Interesse, der Informationsbedarf über die Umsetzung von energetischen Sanierungsmaßnahmen und die finanzielle Situation bei jedem Bürger unterschiedlich sein wird, muss ein individuelles Beratungsangebot mit dem Fokus auf technischen und finanziellen Lösungen aufgebaut werden.

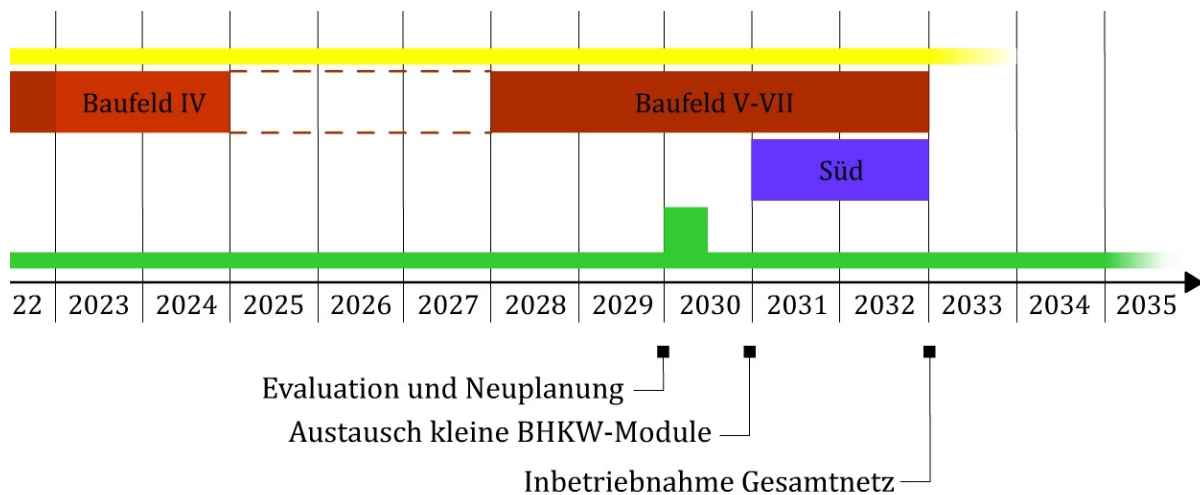


Abb. 70: Zeitleiste (Teil 2) Umsetzung Variante VS-2 (Eigene Darstellung)

Auch ist das Angebot für Energiechecks denkbar. Diese Aufgaben müsste ein Sanierungsmanager wahrnehmen, der ab 2015 durch KfW-Mittel zur Verfügung stehen soll. Nach Auslaufen der Förderung wird diese Funktion entweder von der Stadt Elmshorn getragen oder durch den Klimamanager der Elmshorner Verwaltung ausgefüllt. Wichtig ist es einen Ansprechpartner für die Bürger im Quartier zu haben, der für die Arbeitsgemeinschaft spricht und gleichzeitig als Partner der Bürger gesehen wird und als Vermittler fungiert.

Weitere Handlungsempfehlungen:

- Die Einrichtung eines Sanierungsfonds sollte diskutiert werden.
- Erstellung eines Sanierungskatalogs.
- Der Sanierungsmanager gibt einen Sanierungszeitplan für das Quartier vor, nachdem der Sanierungszustand jedes einzelnen Gebäudes erfasst worden ist. So werden Koordination der Maßnahmen und Synergien ermöglicht.
- Die Realisierung eines Musterhauses als Sanierungsbeispiel im Quartier.
- Die Erstansprache der Eigentümer könnte zum Beispiel über „Haus & Grund“, die der Gewerbetreibenden über Stadtmarketing Elmshorn e.V. erfolgen.

Maßnahmen für den Gebäudeneubau

Ein wirtschaftlicher Nahwärmenetzbetrieb ist selbst im Passivhausstandard erreichbar,

sofern keine Realteilung der Baugrundstücke erfolgt, wovon daher abgeraten wird. Für die Baufelder im Neubau lässt sich die Variante VS-2 verhältnismäßig einfach umsetzen, da die Stadt Elmshorn Festsetzungen im Bebauungsplan treffen, über städtebauliche Verträge Baustandards vorgeben kann und einen Teil der Grundstücke besitzt und so über das Vertragsrecht energetische Anforderungen beim Bau einfordern kann.

Weiterer Arbeitsbedarf

Wie im ersten Kapitel der Arbeit erwähnt ist ein energieeffizientes Quartier über die folgenden strategischen Handlungsfelder erreichbar:

- Energetisch exzellenter Neubaustandard.
- Energetische Sanierung auf Neubaustandard.
- Regenerative Energieversorgung.
- Nutzung von Effizienzvorteilen durch Wärmenetze.
- CO₂-arme Mobilität.
- Energieeffiziente Haushalte.

Die ersten vier Punkte wurden im Rahmen dieser Arbeit thematisiert. Es wird Aufgabe der Arbeitsgemeinschaft sein, die Punkte Mobilität und Haushalte in den Blick zu nehmen. Insbesondere im Bereich des Nutzerverhaltens liegen erhebliche Energieeffizienzpotenziale, die nur durch Aufklärungsarbeit, öffentlichen Kampagnen und individuelle Beratung realisierbar sind.

Handlungsmatrix Umsetzung Variante VS-2 (Teil 1)

Maßnahme	Akteur	Adressat
Ansprache Akteure	Stadt Elmshorn (durch Bürgermeister) und SWE	Alle Akteure
Gründung Arbeitsgruppe (ArGe)	Alle Akteure (gesteuert von Stadt Elmshorn)	Alle Akteure
Öffentlichkeitsarbeit	Morgenwelt, Stadtmarketing e.V.	Zivilgesellschaft, Eigentümer, Investoren
Zielformulierung für K-V, festlegen von technischen Parametern (Energistandards, Energieversorgung, evtl. Baumaterialien etc.)	ArGe unter Austausch mit Zivilgesellschaft	Bindend für alle im weiteren Prozess und Vorgabe für Fachplaner
Ergänzung des Themas Energie um weitere (Verkehr, Abwasser, Dachgärten,...)	ArGe	Stadt Elmshorn (Verwaltung), Investoren, bei Bedarf Fachplaner
Beantragung KfW-432	Stadt Elmshorn, SWE, ArGe	KfW, Bundesland
Erstellung technisches Quartierskonzept	Fachplaner in Rückkopplung mit ArGe	ArGe, Zivilgesellschaft
Entscheidung über Quartierskonzept	Stadt Elmshorn	Stadt Elmshorn, SWE, ArGe
Arbeit Sanierungsmanager	Sanierungsmanager	Eigentümer und ArGe
Beratungsangebote durch strategische Partner	SWE, Sparkasse Elmshorn, SHZ, Morgenwelt, Stadtmarketing Elmshorn e.V. etc.	Eigentümer, Investoren, momentane und zukünftige Nutzer, Handwerker
Baurechtschaffung	Stadt Elmshorn	Investoren, Nutzer
Beschluss Leitfäden (Gestaltung, Baumaterialien, Umwelt,...)	Stadt Elmshorn nach Vorarbeit von ArGe	Stadt Elmshorn, Investor, Nutzer
Anpassung Kaufverträge städtischer Liegenschaften	Stadt Elmshorn	Investoren
Aufstellung von Förderprogrammen	SWE, Stadt Elmshorn	Investoren, Eigentümer
Bauvorbereitung Wärmenetz (Nord)	SWE zusammen mit Fachplanern	Stadt Elmshorn, Investoren, Eigentümer
Baubeginn Hochbau	Investoren	Nutzer
Teilausbau Wärmenetz + BHKW (Nord)	SWE	Investoren, Eigentümer
Modellprojekt Gebäudesanierung	Eigentümer, SWE, Stadt Elmshorn	Eigentümer, Nutzer, indirekt Stadt Elmshorn und SWE
Evaluierung Zielerreichung	ArGe, Stadt Elmshorn	Alle Akteure
Teilausbau Wärmenetz (Süd) + Erneuerung BHKW-Module	SWE	Investoren, Eigentümer

Abb. 71: Handlungsmatrix Umsetzung Variante VS-2 (Teil 1) (Eigene Darstellung)

Eine Erweiterung des Betrachtungsraumes für das energetische Quartierskonzept wird empfohlen. Insbesondere die Gebäude südlich der Kreuzung Westerstraße Vormstegen und der große Gebäudekomplex nördlich der Krückau (Parkhaus, Wohnhaus und Ge-

schäftshaus am Neuen Markt) bieten erhebliche Sanierungs- und auch Solarpotenziale. Entlang der Gebäude nördlich der Krückau verläuft die Wärmetrasse zur Versorgung des Baufelds X, sodass eine Integration in das Nahewärmenetz zu prüfen ist.

Handlungsmatrix Umsetzung Variante VS-2 (Teil 2)

Status/ Zeitpunkt	Finanzierung	Ziel
Anfang 2014	Stadt Elmshorn	Aktivierung der Akteure und Gründung der Arbeitsgruppe
Anfang 2014	Alle Akteure	Initiierung eines gemeinsamen und langfristigen Planungsprozesses zur Koordinierung der Maßnahmen in Krückau-Vormstegen
Beginn bis Mitte 2014	SWE, Stadt Elmshorn, AG	Transparenz des Planungsprozesses, Aufklärung und Bekanntmachung sowie Markenbildung
Bis Mitte 2014	Verfahren: Stadt Elmshorn, ansonsten Zeitbudget der Akteure	Festlegung von Planungsleitlinien unter Beteiligung der Bürger (Nachhaltica, Diskussionsveranstaltungen, Eigentümersammlungen etc.) und Leitbild für K-V. Dient als Rahmen für Konzept
Mitte 2014 bis Mitte 2015	Verfahren: Stadt Elmshorn, ansonsten Zeitbudget der Akteure	Erweiterung des energetischen Quartierskonzepts um weitere Aspekte nachhaltiger Quartiersentwicklung
Ab Mitte 2014	Stadt Elmshorn	Sicherung der Finanzierung
Mitte 2014 bis Ende 2014	KfW-432 + Bundesland und Stadt Elmshorn	Detaillierte Planung und Entwicklung von Bauungs- und Versorgungsvarianten als Entscheidungsgrundlage
Bis Mitte 2015	Stadt Elmshorn, ArGe	Vorbereitung der Umsetzung der Vorzugsvariante in Vertrags- und Baurecht
2015 – 2017, danach fortlaufend	KfW-432 und Stadt Elmshorn	Bestandserfassung, Ansprache Eigentümer, Koordination Sanierungsmaßnahmen, Beratung. Ziel: Fahrplan Gebäudesanierung
Ab Mitte 2015	Eigenfinanzierung durch strategische Partner	Aktivierung der Eigentümer, möglicher Investoren und der Zivilgesellschaft zur Erhöhung der Sanierungsquote und Sensibilisierung
Bis Ende 2015	Stadt Elmshorn	Umsetzung ArGe-Beschlüsse in B-Pläne, städtebauliche Verträge und Elmshorner Klimaschutzkonzept
Bis Ende 2015	Stadt Elmshorn	Umsetzung ArGe-Beschlüsse in Verwaltungsanweisungen und Planungsleitfäden
Bis Ende 2015	-	Verankerung der Energieeffizienzziele
Bis Ende 2015	Stadt Elmshorn, Land Schleswig-Holstein, SWE	Schaffung von Anreizen zur Einhaltung der Anforderungen von Planungsleitfäden etc.
2016	SWE	Abstimmung Feinplanung Gebäude der ersten Baufelder mit Energiesystemdimensionierung
Ab 2017	Investoren	-
Ab 2017	SWE	Bereitstellung Wärme/Strom für Neubauten
Ab 2018	Eigentümer, KfW, Stadt Elmshorn	Aufzeigen von Sanierungspotenzialen anhand eines Beispielgebäudes zur Initiierung einer großflächigen energetischen Quartierssanierung
Ab 2018, fortlaufend	Stadt Elmshorn, ArGe	Qualitätscontrolling und gegebenenfalls Gegensteuerung bei Defiziten. Übertragbarkeit prüfen.
Ab 2030	SWE	Bereitstellung Wärme/Strom für das gesamte Quartier. Prüfung einer Übertragbarkeit.

Abb. 72: Handlungsmatrix Umsetzung Variante VS-2 (Teil 2) (Eigene Darstellung)

7. Kapitel | Fazit

In den ersten vier Kapiteln wurde der aktuelle Stand der energetischen Quartiersplanung aufgearbeitet. Dabei hat sich herausgestellt, dass es in den vergangenen Jahren zu einer zunehmenden Dynamik bei der energetischen Quartiersplanung gekommen ist. Dennoch bestehen, trotz politischer Förderung, erhebliche Disparitäten bezüglich der Ausführung energetischer Quartiersplanung: Während Kommunen, die sich bereits langjährig im Bereich Umweltschutz engagieren, auch bei der energetischen Quartiersplanung eine Vorreiterrolle einnehmen, ist das Thema in der Mehrheit der Kommunen lediglich ein theoretisches Konstrukt, was in ihrer Arbeit nicht zur Anwendung kommt.

Die Begründung hierfür liegt in der Komplexität energetischer Quartiersplanung: Die Koordination sektoraler Planungen, unterschiedlichste Rechtsbereiche, divergierende Akteursinteressen, technische Herausforderungen und ein langjähriger Planungsprozess erfordern hohen Aufwand und binden damit in Kommunen ohnehin knappe personelle und finanzielle Ressourcen. Die Notwendigkeit einer energetischen Quartiersplanung ist jedoch stärker denn je.

Die Flächenkonversion war das Thema der letzten 20 Jahre in der europäischen Stadtplanung; die kommenden Jahrzehnte werden vom Stadtumbau geprägt sein. Die Wandlung der Stadtstruktur des 20. Jahrhunderts hin zu nutzungsflexiblen und nachhaltigen Strukturen – sozial, technisch und funktional – wird eine zentrale Aufgabe für die Stadtplanung. Der großflächige Neubau wird die Ausnahme in der Stadt sein. Vielmehr wird der Bestand an die Erfordernisse des 21. Jahrhunderts angepasst und partiell von Neubauten ergänzt werden müssen.

Damit geht die Chance für einen nachhaltigen Städtebau und Klimaschutz einher. Damit diese Chance aber auch von Kommunen genutzt wird, die bislang noch nicht im Klimaschutz engagiert waren und denen es diesbezüglich an Erfahrung mangelt, bedarf es mehr als einiger Förderprogramme vom Bund und theoretischer Konzepte. Die Beispiele aus Kapitel 3 zeigen wie unterschiedlich die Her-

angehensweise für die Erstellung und Umsetzung eines energetischen Quartierskonzepts sein kann und gleichzeitig wie unterschiedlich die Ergebnisse von der Qualität her ausfallen. Und dabei bilden die Konzepte aus Kapitel 3 bereits gute Beispiele aus der Praxis ab.

In der Planungstheorie und an den Hochschulen gibt es diverse Konzepte wie nachhaltige und energieeffiziente Städte gestaltet werden können. Aber entscheidend ist die Anwendung dieser Konzepte in der Praxis: Der Übergang von theoretischen Konzepten und die Bekanntmachung von Best-Practice-Beispielen für die alltägliche Planungsarbeit in den Kommunen. Hier besteht das größte Defizit und damit auch der Ansatzpunkt zur Optimierung energetischer Quartiersplanung.

Viele Kommunen sind sich der Bedeutung von Energie für die Quartiersplanung bewusst. Die Planungstools und Konzepte aus der Theorie sind jedoch so komplex, dass diese praktisch in kleinen Kommunen mit knappen Ressourcen nicht anwendbar sind. Als Beispiel sei der DGNB-Katalog „Nachhaltige Stadtquartiere“ genannt, der über 400 Einzelkriterien für eine Zertifizierung auflistet. Trotz Anerkennung für diesen Ansatz stellt sich die Frage, wer dieses in der kommunalen Verwaltung leisten kann und soll?

Damit liegt der Auftrag bei der Forschung, ein Planungstool wie in Kapitel 4 beschrieben, zu entwickeln, dass die Komplexität energetischer Quartiersplanung reduziert oder zumindest überschaubar macht. Da Energie als Zusatz oder Last nach abgeschlossenen städtebaulichen Planungen angesehen wird, muss diesem Thema der Aufwand genommen werden um es natürlich in den Planungsprozess zu integrieren. Nur so lässt sich die Chance des Stadtumbaus auch als Chance für den energetischen Stadtumbau hin zum nachhaltigen Energiegebrauch realisieren.

Die Grundzüge des Instruments sind bereits an anderer Stelle beschrieben. Kurz zusammengefasst muss das Instrument „Energetisches Quartierskonzept“ über drei Elemente verfügen: Eine klare Planungsanleitung, wel-

che Schritte zu tun sind, einen Katalog an möglichen technisch-organisatorischen Lösungen und planungsrechtlichen Instrumenten um diese umzusetzen und drittens ein Evaluationssystem, das eine Bestandserfassung ermöglicht aber auch die Umsetzung des energetischen Quartierskonzepts evaluier- und überprüfbar macht.

Energetische Quartiersplanung läuft bis jetzt unsystematisch ab, da es hunderte von Möglichkeiten gibt wie Quartiere bewertet werden können, wie sie geplant und mit Energie versorgt werden können. Dieses Planungstool soll energetische Quartiersplanung für die Planungspraxis aufbereiten und ordnen um das energetische Quartierskonzept als Planungsinstrument zu systematisieren. Nur wenn dieses gelingt, wird auch ein qualitativ hochwertiger energetischer Stadtumbau gelingen.

Energetisches Quartierskonzept Elmshorn

Die Skizze eines energetischen Quartierskonzepts für Krückau-Vormstegen baut auf Ansätzen aus den ersten vier Kapiteln auf. Aufgrund fehlender Basisliteratur zu energetischen Quartierskonzepten ergab sich das Vorgehen für Krückau-Vormstegen aus diversen Gesprächen, Fachartikeln und Praxisbeispielen. Dieses ist beispielhaft für die Defizite in der theoretischen Aufarbeitung energetischer Quartierskonzepte: Auf der einen Seite ist Teilen der Elmshorner Verwaltung die Notwendigkeit eines Quartierskonzepts bewusst, auf der anderen fehlte in der Vergangenheit die Zeit und Motivation sich mit diesem Thema zu befassen, da das Verfahren unklar, die Datengrundlage lückenhaft ist und selbst Vorstudien sehr zeitaufwändig sind.

Die benötigte Vorstudie liegt mit dieser Arbeit jetzt vor. Es wurden das Quartier und der Rahmenplan in ihren Grundzügen analysiert. Auffällig ist der hohe Anteil an Bestandsgebäuden von etwa einem Drittel. Daher wurde auch eine umfangreiche Bestandsanalyse hinsichtlich Gebäudezustand, Sanierungspotenzialen und Energiebedarfen durchgeführt. In der Folge wurden zwei Bebauungsvarianten bezüglich des energetischen Standards festgelegt. Nachfolgend wurden für den Bestand sowie Neubau Energiepotenziale im Quartier ermittelt. Aus diesen Ergebnissen

konnten fünf Varianten für die Energieversorgung der Gebäude im Quartier erstellt werden. Für die Vorzugsvariante wurde ein Maßnahmenpaket entwickelt, was eine Umsetzung ermöglichen soll. Betrachtet man den Umfang dieser Vorstudie oder Konzeptskizze muss erwähnt werden, dass dieser kaum von vielen energetischen Quartierskonzepten abweicht. Aufgrund fehlender Daten zum Gebäudebestand konnten lediglich Annahmen gemacht werden. Da diese sich bei Überprüfung aber als zutreffend erwiesen haben liegt der Stadt Elmshorn somit eine Arbeit vor, die sich nur unwesentlich von Auftragsarbeiten durch Fachplaner unterscheidet.

Als zentrale Ergebnisse können festgehalten werden, dass die Voraussetzungen in Elmshorn sowohl für ein energetisches Quartierskonzept, als auch eine rein regenerative Energieversorgung des Quartiers denkbar günstig sind. Die Vorzugsvariante besteht aus zwei BHKW-Modulen und einem Holzpellet-Spitzenlastkessel die mit Haferspelzen betrieben werden. Über ein Wärmenetz werden die Bestandsgebäude und Neubauten mit Heizwärme versorgt. Als Ergänzung können auf allen verfügbaren Dachflächen PV-Module installiert werden, sodass zusammen mit dem in den BHKW-Modulen erzeugtem Strom eine komplett regenerative Energieversorgung des Gebäudebereichs in Krückau-Vormstegen erreicht werden kann.

Dabei kann die Energieversorgung sogar zu einem sehr günstigen Preis realisiert werden, wovon alle Akteure profitieren würden. Strom könnte den Endkunden zu einem Preis von 17 ct/kWh (netto) und Heizwärme zu einem Preis von 6-7 ct/kWh (netto) angeboten werden. Es bedarf nur an Willen sich mit diesem Thema auseinander zu setzen und die Initiative die hier gemachte Konzeptskizze aufzugreifen und weiter zu vertiefen.

Was bleibt also in Elmshorn zu tun? Der wichtigste Schritt wäre das Zustandekommen von offenen Gesprächen mit allen Akteuren um die Bedeutung und Chancen eines energetischen Quartierskonzepts deutlich zu machen. Oftmals ist schon viel erreicht, wenn alle Akteure zusammen „an einem Tisch sitzen“ und über potenzielle Ansatzpunkte einer Zusammenarbeit, Zielvorstellungen und Ei-

genanteil diskutierten. Am Ende davon muss die Gründung einer Arbeitsgruppe stehen, die abseits sektoraler Planung das Projekt „nachhaltiges Stadtquartier Krückau-Vormstegen“ als Ziel vorgegeben hat. Es geht um die Formulierung eines energetischen Leitbilds für Krückau-Vormstegen als das zentrale Projekt der Elmshorner Stadtentwicklung der ersten Hälfte des 21. Jahrhunderts. Für den Bereich der Energienutzung im Quartier steht mit dieser Arbeit eine Diskussionsgrundlage zur Verfügung, die in der Folge vertieft und um weitere Bereiche eines nachhaltigen Quartiers ergänzt werden sollte.

Alle Voraussetzungen um Krückau-Vormstegen in ein (energetisch) nachhaltiges Quartier zu entwickeln sind vorhanden. Wie dieses funktionieren könnte, hat diese Arbeit gezeigt. Jetzt braucht es nur etwas Mut und Initiative dieses auch umzusetzen.

Quellenverzeichnis

Literaturquellen

AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (2008): AGFW-Report 2008. Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (Hrsg.), Frankfurt am Main.

AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (2012): Schnittstelle Stadtentwicklung und technische Infrastrukturplanung. Ein Leitfaden von der Praxis für die Praxis. 1. Aufl., Stand: September 2012, Frankfurt am Main.

Baltes, Hannah; Jansen, Hendrik; Schmidt, J. Alexander (2012): Stadt begegnet Klimawandel; In: PLANERIN: Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung (SRL) e.V. (Hrsg.), Berlin. Vol. 4_12, S. 29 – 31.

Bermich, Ralf (2011): Passivhaus-Standard und Fernwärmeversorgung in der Bahnstadt – vom Energiekonzept in die Praxis; In: 8. Heidelberger Praxisseminar Passivhäuser: Klimaschutz- und Energie-Beratungsagentur Heidelberg-Rhein-Neckar-Kreis gGmbH, Heidelberg. S. 1 – 8.

BIG Städtebau GmbH (2011): Rahmenplan Elmshorn, Krückau-Vormstegen. 1. Aufl., Eigenveröffentlichung, Kronshagen.

Birk, Ute (2012): Immobilien- und Wohnungswirtschaft. Strategien und Potenziale zum Klimawandel (ImmoKlima). In: PLANERIN: Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung (SRL) e.V. (Hrsg.), Berlin. Vol. 4_12, S. 29 – 31.

Blesl, Markus; Rapp, Harald; Walther, Jörg (2010): Kommunale Entwicklungskonzepte im Spannungsfeld zwischen Stadtentwicklung und Energieversorgung. 1. Aufl., Stand: September 2010. AGFW (Stadtentwicklung) (Hrsg.), Frankfurt am Main.

Bläser, Daniel (2012): Klimaschutz braucht mehr als ein Konzept – Klimaschutzkonzepte und ihre Bedeutung für die Stadtplanung; In: PLANERIN: Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung (SRL) e.V. (Hrsg.), Berlin. Vol. 4_12, S. 8 – 10.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) (Hrsg.) (2012): Elektrofahrzeuge als Ergänzung zu Bus, Bahn und Rad – für wen ist integrierte Mobilität attraktiv? Begleitforschung zu den Modellregionen Elektromobilität des BMVBS – Ergebnisse des Themenfeldes Nutzerperspektive, Berlin.

DiNucci, Maria Rosaria et al. (2010): CONCERTO: Planning and implementation process assesment report – executiv summary. Österreichisches Forschungs- und Prüfzentrum Arsenal GesmbH (Hrsg.), Wien.

Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen GmbH (DGNB) (Hrsg.) (2012): DGNB Systemgrundlagen. Nutzungsprofil Neubau Stadtquartiere. Version 2012. Stuttgart.

Erhorn-Kluttig, Heike (2011): Energetische Quartiersplanung. Methoden - Technologien - Praxisbeispiele. Fraunhofer-IRB-Verlag, Stuttgart.

Fournier, G. et al. (2011): Elektrofahrzeuge als virtuelle Speicher zur Kompensierung volatiler erneuerbarer Energien in Deutschland - Ein neues Geschäftsmodell? In: Mobilitätsszenarien der Zukunft: Fraunhofer ISI - Vernetzte Mobilität (Hrsg.), Freiburg, S. 253 – 271.

Friedman, Avi (2012): Fundamentals of sustainable dwellings. Island Press (Washington|Covelo|London), Washington, DC.

Buchholz, Frank; Frommer, Birte; Böhm, Has Reiner (2011): Anpassung an den Klimawandel - regional umsetzen!: Ansätze zur Climate Adaption Governance unter der Lupe. Oekom research AG, München.

Gemeinde Belm (Hrsg.) (2013a): Integriertes energetisches Quartierskonzept. Quartier Marktring Belm. Eigenveröffentlichung, Belm.

Gwechenberger, Marcus; Hatzfeld, Ulrich (2012): Städtische Energien; In: PLANERIN: Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung (SRL) e.V. (Hrsg.), Berlin. Vol. 4_12, S. 47-48.

Habermann-Nieße, Klaus (2012): Strategien zur Modernisierung II: mit EKO-Quartieren zu mehr Energieeffizienz. Heinrich-Böll-Stiftung (Schriften zur Ökologie, 24), Berlin.

Hey, Bastian (2012): Power-to-Gas als Möglichkeit zur Speicherung eines Energieüberangebots und als Bestandteil eines flexiblen Demand Side Managements. Masterthesis am Center for Demand Side Management der HAW Hamburg, Hamburg.

Holm, Andreas; Sprengard, Christoph; Albrecht, Wolfgang (2013): Energieeffizienz und Dämmstoffe – was lässt sich in Zukunft erwarten? In: bauplaner – Deutsches Ingenieurblatt: Bundesingenieurkammer (Hrsg.), Berlin. Vol. 6.2013, S. 4-9.

Huber, Veronika; Schellhuber, Hans Joachim (2010): Nachhaltige Stadtentwicklung; In: Planen – Bauen – Umwelt. Ein Handbuch. VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, S. 343 – 347.

Irene Peters (2010): Herausforderungen und Chancen für städtische Energiepolitik. In: Energieatlas. Zukunftskonzept Erneuerbares Wilhelmsburg. IBA Hamburg GmbH (Hrsg.). Jovis Verlag, Berlin, S. 146 – 152.

John, V.; Habert, G. (2013): Graue CO₂-Emissionen im Gebäude – wo sind sie hauptsächlich verortet? In: Bauingenieur – Springer VDI Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf. Band 88 Juli/August 2013, S. 342-348.

Kattler, Matthias (2011): Einfluss der EU-Strukturpolitik auf die Entwicklung ländlicher strukturschwacher Regionen, Technischen Universität Kaiserslautern D 386, Kaiserslautern.

Klostermann, Nikolas; Fink, Johanna (2007): Implementierungsstrategie für Dachbegrünung in Hamburg - Dachbegrünung als Bestandteil nachhaltiger Stadtentwicklung und dezentraler Regenwasserbewirtschaftung. Bachelor Thesis an der HafenCity Universität, Department Stadtplanung, Hamburg.

Kost, Christoph; Schlegel, Thomas; Thomsen, Jessica; Nold, Sebastian; Mayer, Johannes (2012): Studie Stromgestehungskosten erneuerbare Energien. Version: 30. Mai 2012. Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme ISE (Hrsg.), Freiburg.

Larsen, Hans; Sønderberg Petersen, Leif (2011): Risø Energy Report 10: Energy for smart cities in an urbanised world. Risø DTU – National Laboratory for Sustainable Energy (Hrsg.), Kopenhagen. Risø-R-1778(EN), November 2011.

Libbe, Jens; Köhler, Hadia; Beckmann, Klaus J. (2010): Infrastruktur und Stadtentwicklung. Technische und soziale Infrastrukturen - Herausforderungen und Handlungsoptionen für Infrastruktur- und Stadtplanung. Deutsches Institut für Urbanistik (Edition Difu : Stadt, Forschung, Praxis, 10), Berlin.

Messari-Becker, Lamia et al. (2013): Bauen mit Stein – Eine moderne monolithische Bauweise: nachhaltig und effizient. In: Bauingenieur – Springer VDI Verlag GmbH & Co. KG, Düsseldorf. Band 87 Juli/August 2012, S. 354-363.

Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg (Hrsg.) (2012): Leitfaden zur Erstellung „Kommunaler Energiekonzepte“ (Stand 13.08.2012), Potsdam.

Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2012): Operationelles Programm EFRE Schleswig-Holstein 2007 – 2013. Stand: 06.03.2012, Kiel.

Mitschang, Stephan (2008): Die Belange von Klima und Energie in der Bauleitplanung. In: *NuR* 30 (9), S. 601-612. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/s10357-008-1536-7>.

Mutschall, Jörn (2012): Energieeffizienz im Wohngebäudebestand. Rahmenbedingungen und Handlungsempfehlungen; In: PLANERIN: Vereinigung für Stadt-, Regional- und Landesplanung (SRL) e.V. (Hrsg.), Berlin. Vol. 4_12, S. 23-25.

Nytsch-Geusen, Christoph (2010): Energieeffiziente Stadtentwicklung; In: Planen – Bauen – Umwelt. Ein Handbuch. VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, S. 131 – 133.

Hilligardt, Jan (1998): Planungsprinzipien für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung in Verdichtungsräumen; In: Raumforschung und Raumordnung : Raumforschung und Raumordnung - Berlin : Springer Spektrum. Vol. 56.1998, Ausgabe 1, S. 9 – 19.

Peters, Irene; Brosziewski, Heinz-Ullrich; Schäfers, Hans (2010): Städtebauliche Herausforderungen der Energieversorgung von morgen. Internes Gutachten im Rahmen des Projekts "Infrastruktur und Stadtentwicklung" des Deutschen Instituts für Urbanistik im Auftrag der Wüstenrot-Stiftung und Teil des gleichnamigen Bandes, hrsg. von Libbe, J., Köhler, H., und Beckmann, K.J.. – Arbeit im Rahmen der Forschungsgruppen DigitalCity und REAP.

Rabenstein, Dietrich (2011): Wie kann Hamburg seine Klimaschutzziele erreichen? Gutachterliche Stellungnahme zum Basisgutachten für einen Masterplan Klimaschutz für Hamburg. HafenCity Universität Hamburg. Department Bauingenieurswesen (Hrsg.), Hamburg.

Schmidtke, Kurt-Dietmar (1992): Die Entstehung Schleswig-Holsteins. 3. Ausgabe, 1995. Wachholtz Verlag, Neumünster.

Schönfelder, Eike (2000): Städtebauliche Verträge (I); In: Immobilien Buisness: Schönfelder Koske Ziegler Rechtsanwälte (Hrsg.). 2000, Ausgabe 1, S. 36 – 38.

Stadt Elmshorn (2013b): 16. Rechenschaftsbericht des Beirates für den Klimaschutzfonds der Stadt Elmshorn und der Gemeinden Altenmoor, Horst, Kiebitzreihe, Klein Nordende, Klein Offenseth-Sparrieshoop, Kölln-Reisiek, Raa-Besenbek, Seester, Seestermühe und Seeth-Ekholt, Elmshorn.

Sturm, Peter; Diefenbach, Nikolaus; Enseling, Andreas; Werner, Peter (2009): Vision Zero Emission Cities. In: Raumforschung und Raumordnung – Berlin : Springer Spektrum. Vol. 67.2009, Ausgabe 2, S. 170-181.

Tietz, Hans-Peter (2007): Systeme der Ver- und Entsorgung. Funktionen und räumliche Strukturen. 1. Auflage, Teubner Verlag, Wiesbaden.

Umweltbundesamt (UBA) (2008): Klimaauswirkungen und Anpassung in Deutschland - Phase 1: Erstellung regionaler Klimaszenarien für Deutschland, Dessau-Roßlau.

Weiland, Ulrike (2010): Nachhaltige Stadtentwicklung; In: Planen – Bauen – Umwelt. Ein Handbuch. VS Verlag für Sozialwissenschaften | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, S. 343 – 347

Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (DE-IPCC) (2007): Klimaänderung 2007: Synthesebericht, Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger. Ein Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC), Valencia.

Internetquellen

AG Energiebilanzen e.V. (2013): Stromerzeugung nach Energieträgern von 1990 bis 2012 (in TWh) Deutschland insgesamt. Online verfügbar unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=65>, zuletzt aktualisiert am 14.02.2013, zuletzt geprüft am 04.08.2013.

Agenius GmbH (2013): Photovoltaik Wirkungsgrad. Online verfügbar unter <http://www.photovoltaik.org/wissen/photovoltaik-wirkungsgrad>, zuletzt aktualisiert am 02.06.2013, zuletzt geprüft am 03.08.2013.

AGFW | Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e. V. (2013): AGFW: Kälte. Online verfügbar unter <http://www.agfw.de/erzeugung/kaelte/>, zuletzt aktualisiert am 09.08.2013, zuletzt geprüft am 09.08.2013.

Amsterdam Smart City(2013): Amsterdam Smart City is... Online verfügbar unter <http://amsterdamsmartcity.com/>, zuletzt aktualisiert am 19.09.2013, zuletzt geprüft am 21.09.2013.

Arbeitsagentur Elmshorn (2013): Elmshorn - statistik.arbeitsagentur.de. Online verfügbar unter <http://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistik-nach-Regionen/BA-Gebietsstruktur/Nord/Elmshorn-Nav.html>, zuletzt aktualisiert am 05.07.2013, zuletzt geprüft am 07.07.2013.

ASUE Arbeitsgemeinschaft für sparsamen und umweltfreundlichen Energieverbrauch e. V. (2012): Das KWK-Gesetz 2012. Grundlagen, Förderung, praktische Hinweise. Online verfügbar unter http://asue.de/cms/upload/inhalte/aktuelles_presse/broschuere/pm_20120615_kwk_gesetz.pdf, zuletzt aktualisiert am 18.06.2012, zuletzt geprüft am 23.09.2013.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (2007): Oberflächennahe Geothermie. Heizen und Kühlen mit Energie aus dem Untergrund. Online verfügbar unter <http://www.stmwivt.bayern.de/fileadmin/Web-Dateien/Dokumente/energie-und-rohstoffe/Geothermie.pdf>, zuletzt aktualisiert am 14.12.2007, zuletzt geprüft am 30.10.2013.

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Hamburg (2013): Merkblatt zur Wärmegewinnung aus Boden und Grundwasser – Leitfaden Erdwärmenutzung. Online verfügbar unter <http://www.hamburg.de/contentblob/1189030/data/leitfaden-erdwaermenutzung-e.pdf>, zuletzt aktualisiert am 08.02.2013, zuletzt geprüft am 30.10.2013.

Bezirksamt Bergedorf (2011): Integriertes Entwicklungskonzept Bergedorf-Süd. Online verfügbar unter <http://bergedorf-sued.de/gebieteentwicklung/materialien/2011/2011-02-15-Integriertes-Entwicklungskonzept-Bergedorf-Sued.pdf>, zuletzt aktualisiert am 30.01.2013, zuletzt geprüft am 31.08.2013.

B.I.G. Städtebau (2010): WVK_gesamt. Online verfügbar unter http://www.elmshorn-hainholz.de/Sonst_Materialien/WVK/WVK-4.pdf, zuletzt aktualisiert am 22.12.2010, zuletzt geprüft am 07.07.2013.

BINE Informationsdienst (2008): BINE Informationsdienst: basisEnergie: Kraft und Wärme koppeln. Online verfügbar unter <http://www.bine.info/publikationen/basisenergie/publikation/kraft-und-waerme-koppeln/>, zuletzt aktualisiert am 28.08.2008, zuletzt geprüft am 06.08.2013.

BINE Informationsdienst (2009): Beim Neubau auf Energieeffizienz setzen - Wesentliche Planungsaspekte. Online verfügbar unter <http://www.bine.info/publikationen/basisenergie/publikation/beim-neubau-auf-energieeffizienz-setzen/wesentliche-planungsaspekte/>, zuletzt aktualisiert am 27.10.2009, zuletzt geprüft am 18.08.2013.

BINE Informationsdienst (2012): BINE Informationsdienst: Projektinfo: Mit Wärme kühlen. Online verfügbar unter <http://www.bine.info/publikationen/publikation/mit-waerme-kuehlen/>, zuletzt aktualisiert am 11.09.2012, zuletzt geprüft am 09.08.2013.

BINE Informationsdienst (2013): BINE Informationsdienst: basisEnergie: Wärme und Strom speichern - Wärmespeicher in Hausanlagen. Online verfügbar unter <http://www.bine.info/publikationen/basisenergie/publikation/waerme-und-strom-speichern/waermespeicher-in-hausanlagen/>, zuletzt aktualisiert am 06.08.2013, zuletzt geprüft am 06.08.2013.

BSID Ihre Solarberater GmbH (2013): Kosten Stromspeicher. Online verfügbar unter <http://www.ihresolarberater.de/photovoltaik-stromspeicher/stromspeicher/kosten-stromspeicher/>, zuletzt aktualisiert am 12.05.2013, zuletzt geprüft am 04.08.2013.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)(2010): Merkblatt Wärmenetze. Online verfügbar unter http://www.transnetbw.com/assets/Uploads/Merkblatt_Waermenetze.pdf, zuletzt aktualisiert am 02.03.2012, zuletzt geprüft am 06.11.2013.

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)(2013): Solarthermie Förderung 2013: Fördermittel durch BAFA & KfW. Online verfügbar unter <http://www.solaranlagen-portal.com/solarthermie/kauf/foerderung>, zuletzt aktualisiert am 10.11.2013, zuletzt geprüft am 10.11.2013.

Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (2013): Marktdaten BSW-Solar - Bundesverband Solarwirtschaft e.V.. Online verfügbar unter <http://www.solarwirtschaft.de/presse-mediathek/marktdaten.html>, zuletzt aktualisiert am 21.06.2013, zuletzt geprüft am 06.08.2013.

Bundeszentrale für politische Bildung (2013): Peak Oil | bpb. Online verfügbar unter <http://www.bpb.de/52761>, zuletzt aktualisiert am 29.06.2013, zuletzt geprüft am 29.06.2013.

Bücherl, Christian (2013): Geothermie Kosten: Was kostet eine geothermische Anlage / Erdwärmeheizung? Online verfügbar unter <http://www.energiesparhaus-ratgeber.de/geothermie-erdwaerme/geothermie-kosten-was-kostet-eine-geothermische-anlage-erdwaermeheizung.php>, zuletzt aktualisiert am 06.08.2013, zuletzt geprüft am 06.08.2013.

BZS-Bauphysik GmbH (2013): BZS-Bauphysik | EnEV2014. Online verfügbar unter <http://www.bzs-bauphysik.de/index.php/enev2014>, zuletzt aktualisiert am Juni 2013, zuletzt geprüft am 23.09.2013.

Covenant of Mayors (2011): How to develop a sustainable energy action plan? (SEAP). Online verfügbar unter <http://leap-eu.org/assets/dynamic/publications/13/13.pdf>, zuletzt aktualisiert am 18.11.2011, zuletzt geprüft am 22.09.2013.

City of Amsterdam, Physical Planning Department (2013): Public Site | Transformation agenda for low carbon cities. Online verfügbar unter <http://urbantransform.eu/>, zuletzt aktualisiert am 18.02.2013, zuletzt geprüft am 22.09.2013.

Deutscher Energieholz- und Pellet-Verband e.V. (DEPV) (2013): Entwicklung des Pelletpreises in Deutschland. Online verfügbar unter http://www.depv.de/de/home/marktdaten/pellets_preisentwicklung/, zuletzt aktualisiert am 09.11.2013, zuletzt geprüft am 09.11.2013.

Diefenbach, Nikolaus et al. (2011): Datenbasis Gebäudebestand. Datenerhebung zur energetischen Qualität und zu den Modernisierungstrends im deutschen Wohngebäudebestand. Herausgegeben vom IWU, Darmstadt. Online verfügbar unter http://datenbasis.iwu.de/dl/Endbericht_Datenbasis.pdf, zuletzt aktualisiert am 27.07.2011, zuletzt geprüft am 02.11.2013.

DIFU (2013): Energiekonzepte für Stadtteile & Siedlungen. Online verfügbar unter <http://www.difu.de/veranstaltungen/2013-06-27/energiekonzepte-fuer-stadtteile-siedlungen.html>, zuletzt aktualisiert am 20.06.2013, zuletzt geprüft am 22.09.2013.

DuPasquier, Anne; Maury, Josianne (2012): Ein Tool für nachhaltige Quartiere. Online verfügbar unter http://www.nachhaltige-quartiere.ch/fileadmin/user_upload/Nachhaltige%20Quartiere/de/Dateien/Tool_NaQu_Tec21_12-2012.pdf, zuletzt aktualisiert am 12.04.2013, zuletzt geprüft am 28.09.2013.

Energie Agentur NRW (2012): Städtebaulicher Vertrag für klima- und umweltschonendes Bauen in Vellmar. Online: <http://www.energieagentur.nrw.de/geothermie/staedtebaulicher-vertrag-fuer-klima-undumweltschonendes-bauen-in-vellmar-11388.asp>, zuletzt aktualisiert am 12.09.2013, zuletzt geprüft am 28.09.2013.

Esch, Thomas et al. (2012): Wärmenetzpotenzial DLR Endbericht. Online verfügbar unter http://elib.dlr.de/76816/1/Waermenetzpotenzial_DLR_Endbericht_final.pdf, zuletzt aktualisiert am 31.07.2012, zuletzt geprüft am 06.11.2013.

Fachinformationszentrum Karlsruhe GmbH (2005): Energieförderung - Förderung Erneuerbare Energien und Energieeinsparung. Online verfügbar unter <http://www.energiefoerderung.info/>, zuletzt aktualisiert am 30.03.2005, zuletzt geprüft am 23.09.2013.

Friedel, Georg (2011): Fördermöglichkeiten von Nahwärmenetzen. Online verfügbar unter http://www.biogas-forum-bayern.de/publikationen/Foermoeglichkeiten_von_Nahwarmenetzen.pdf, zuletzt aktualisiert am 04.05.2011, zuletzt geprüft am 06.11.2013.

Galvin, Ray; Blank, Minna Sunnika (2012): Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption. Online verfügbar unter <http://www.arct.cam.ac.uk/Downloads/introducing-the-prebound-effect-the-gap-between-performance-and-actual-energy-consumption-minna-sunnika-blank-and-ray-galvin>, zuletzt aktualisiert am 22.06.2012, zuletzt geprüft am 01.11.2013.

Gailfuss, Markus (2012): Neues Brennstoffzellen-BHKW für Einfamilienhäuser verfügbar - Revolution im Heizungskeller? BHKW-Infozentrum Rastatt. Online verfügbar unter http://www.bhkw-infozentrum.de/statement/neues_brennstoffzellen_bhkw_fuer_einfamilienhaeuser_verfuegbar_bluegen_cfcl_sanevo.html, zuletzt aktualisiert am 09.08.2012, zuletzt geprüft am 09.08.2013.

Gemeinde Belm (2013b): Energ. Quartierskonzept. Online verfügbar unter <http://www.belm.de/staticsite/staticsite.php?menuid=335&topmenu=331>, zuletzt aktualisiert am 06.09.2013, zuletzt geprüft am 09.09.2013.

Internationale Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) (2013): GEMIS download. Online verfügbar unter <http://www.iinas.org/gemis-download-de.html>, zuletzt aktualisiert am 13.01.2013, zuletzt geprüft am 07.11.2013.

Hamburg Energie (2013): Energieverbund Wilhelmsburg Mitte. Online verfügbar unter http://www.hamburgenergie.de/ueber-uns/presse0/energieverbund-Wilhelmsburg_Mitte.html, zuletzt aktualisiert am 10.01.2013, zuletzt geprüft am 09.09.2013.

HAMBURG WASSER (2013): HWC: Kreislauforientierte Abwasserwirtschaft - HAMBURG WATER Cycle®. Online verfügbar unter <http://www.hamburgwatercycle.de/index.php/hwc-kreislauforientierte-abwasserwirtschaft.html>, zuletzt aktualisiert: 17.05.2013, zuletzt geprüft am 04.08.2013.

Hatje, Volker (2013): Meine Arbeit im Rathaus - Volker Hatje. Online verfügbar unter <http://www.volker-hatje.de/meine-arbeit-im-rathaus/>, zuletzt aktualisiert am 21.06.2013, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Haimann, Richard (2011): Sanierung: Schimmel-Dämmplatten können krank machen - Nachrichten Geld - Immobilien - DIE WELT. Online verfügbar unter <http://www.welt.de/finanzen/immobilien/article13499987/Schimmel-Daemmplatten-koennen-krank-machen.html>, zuletzt aktualisiert am 21.07.2011, zuletzt geprüft am 17.08.2013.

Helmholtz-Zentrum Geesthacht (2013): Norddeutscher Klimaatlas: Mögliche Änderung der durchschnittlichen Temperatur im Jahresmittel bis Ende des 21. Jahrhunderts (2071-2100) im Vergleich zu heute (1961-1990) | Norddeutscher Klimaatlas. Norddeutscher Klimaatlas. Online verfügbar unter <http://www.norddeutscher-klimaatlas.de/klimaatlas/2071-2100/jahr/durchschnittliche-temperatur/norddeutschland/uebereinstimmung.html>, zuletzt aktualisiert 07.2013, zuletzt geprüft am 05.07.2013.

HKW Blumenthal GmbH (2010): Energie aus Abfall. Online verfügbar unter http://www.hkw-blumenthal.de/HKW_Broschuere.pdf, zuletzt aktualisiert am 24.03.2010, zuletzt geprüft am 30.10.2013.

IBA Hamburg (2010): IBA Hamburg – Klimahäuser Haulander Weg. Online verfügbar unter <http://www.iba-hamburg.de/themen-projekte/klimahaeser-haulander-weg/projekt/klimahaeser-haulander-weg.html>, zuletzt aktualisiert: 17.12.2010, zuletzt geprüft am 02.08.2013.

IBA Hamburg (2013): White Paper Smart ist Grün. Online verfügbar unter http://www.iba-hamburg.de/fileadmin/Mediathek/Whitepaper/130613_Smart_ist_Gruen.pdf, zuletzt aktualisiert am 16.07.2013, zuletzt geprüft am 06.08.2013.

Ingenieurbüro für Energieberatung, Haustechnik und ökologische Konzepte (ebök) (2007): Baugelände Bahnstadt in Heidelberg. Städtebauliches Energie- und Wärmeversorgungskonzept. Online verfügbar unter http://heidelberg-bahnstadt.de/files/documents/heidelberg_energiekonzept.pdf, zuletzt aktualisiert am 26.07.2012, zuletzt geprüft am 02.09.2013.

Institut der deutschen Wirtschaft Köln (IW) (2012): Quote ohne Aussagekraft. Online verfügbar unter <http://www.iwkoeln.de/de/infodienste/Immobilien-Monitor/beitrag/energetische-sanierung-quote-ohne-aussagekraft-69302>, zuletzt aktualisiert am 04.10.2012, zuletzt geprüft am 04.07.2013.

Institut Raum & Energie (2011): SUK-Elmshorn. Online verfügbar unter http://www.suk-elmshorn.de/suk/Demogr_Wandel/demogr_wandel.html, zuletzt aktualisiert am 05.12.2011, zuletzt geprüft am 07.07.2013.

Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR)(2007): Errichtung einer Wärmepumpen-Heizung. Online verfügbar unter <http://www.iwr.de/geo/erricht/errichwp.html>, zuletzt aktualisiert am 28.12.2007, zuletzt geprüft am 06.08.2013.

Kalusche, Wolfdietrich (2010): Grundflächen und Planungskennwerte von Wohngebäuden. Online verfügbar unter https://www-docs.tu-cottbus.de/bauoekonomie/public/Forschung/Publikationen/Kalusche-Wolfdietrich/2011/Udo_Blecken_Grundfl%C3%A4chen_Wohnbauten.pdf, zuletzt aktualisiert am 17.12.2010, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

KLIMZUG-NORD (2011): Projekt des Monats - Februar 2011. Online verfügbar unter <http://klimzug-nord.de/index.php/page/2011-02-01-Projekt-des-Monats-Februar-2011>, zuletzt aktualisiert am 01.02.2013, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2013): Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren. Online verfügbar unter https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Newsroom/Aktuelles/News/News-Details_67904.html, zuletzt aktualisiert am 19.03.2013, zuletzt geprüft am 17.08.2013.

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2013b): Erneuerbare Energien Standard - Photovoltaik 274. Online verfügbar unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-Photovoltaik-\(274\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/F%C3%B6rderprodukte/Erneuerbare-Energien-Standard-Photovoltaik-(274)/), zuletzt aktualisiert am 09.11.2013, zuletzt geprüft am 10.11.2013.

Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) (2013c): Merkblatt 271-281-272-282. Online verfügbar unter [https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-\(Inlandsf%C3%B6rderung\)/PDF-Dokumente/6000002410-Merkblatt-271-281-272-282.pdf](https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002410-Merkblatt-271-281-272-282.pdf), zuletzt aktualisiert am 08.11.2013, zuletzt geprüft am 11.11.2013.

Landesamt Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (2011): Geothermie in Schleswig-Holstein - Leitfaden zur geothermischen Nutzung des oberflächennahen Untergrundes. Online verfügbar unter http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/upool/gesamt/geologie/geothermie_2011.pdf, zuletzt aktualisiert am 19.09.2011, zuletzt geprüft am 30.10.2013.

LEAP - Town & Country Planning Association (2013): LEAP :: Publications. Online verfügbar unter <http://leap-eu.org/publications.php>, zuletzt aktualisiert am 19.09.2013, zuletzt geprüft am 22.09.2013.

Leuschner, Udo (2013): Das Netz der Stromversorgung. Online verfügbar unter <http://www.udo-leuschner.de/basiswissen/SB124-002.htm>, zuletzt aktualisiert am 05.02.2013, zuletzt geprüft am 17.08.2013.

Maaß, Jaqueline B.; Walther, Christine; Peters, Irene (2008): Erfahrungen mit Passivhaussiedlungen in Deutschland (Schwerpunkt Norddeutschland). Online verfügbar unter <http://www.hamburg.de/contentblob/826090/data/>, zuletzt aktualisiert am 18.02.2010, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Metropolregion Hamburg (2013): Statistikportal der Metropolregion Hamburg - metropolregion.hamburg.de. Online verfügbar unter <http://metropolregion.hamburg.de/statistikportal-karte-neu/>, zuletzt aktualisiert am 01.12.2011, zuletzt geprüft am 08.07.2013.

NORDAKADEMIE gemeinnützige Aktiengesellschaft (2013): Wir über uns - Alles wissenswertes rund um die NORDAKADEMIE. Online verfügbar unter <http://www.nordakademie.de/de/die-nordakademie/ueber-uns/>, zuletzt aktualisiert am 04.06.2013, zuletzt geprüft am 09.07.2013.

ORMATIC gmbh (2012): Berneburg: Was ist neu im EEG 2012? Online verfügbar unter <http://www.ormatic.de/de/eeg2012.html>, zuletzt aktualisiert am 22.12.2012, zuletzt geprüft am 23.09.2013.

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften (2008): Kennwerte Stromverbrauch. Online verfügbar unter http://www.energieberaterkurs.de/export/sites/default/de/Dateien_Kennwerte/kennwerte_stromverbr_auch.pdf, zuletzt aktualisiert am 17.12.2008, zuletzt geprüft am 01.11.2013.

Passivhaus-Nachrichten (2013): Hamburg setzt auf Klimaschutz: Ab 2012 werden nur noch Passivhäuser gefördert. Online verfügbar unter <http://www.passivhaus-news.de/2009/12/22/hamburg-setzt-auf-klimaschutz-ab-2012-werden-nur-noch-passivhauser-gefördert/>, zuletzt aktualisiert am 22.12.2009, zuletzt geprüft am 02.08.2013.

Peter H. Kramer (2010): Energiekonzept für den Kronsberg in Hannover - Kramer. Online verfügbar unter <http://www.kramergutachten.de/PHK/KRONBERG.htm>, zuletzt aktualisiert am 20.03.2010, zuletzt geprüft am 27.08.2013.

Petersen, Carsten (2010): Die neue starke Mitte der Stadt | shz.de. Online verfügbar unter <http://www.shz.de/lokales/elmshorner-nachrichten/die-neue-starke-mitte-der-stadt-id2515961.html>, zuletzt aktualisiert am 09.10.2010, zuletzt geprüft am 11.10.2013.

Schoof, Josef (2013): Stromspeicher fürs Haus – Zukunftstechnologie oder Geldverschwendung? Online verfügbar unter <http://www.detail.de/architektur/news/stromspeicher-fuers-haus-zukunftstechnologie-oder-geldverschwendung-021480.html>, zuletzt aktualisiert am 26.06.2013, zuletzt geprüft am 04.08.2013.

Seibel, Karsten (2013): Baufinanzierung: KfW wird dank Energiewende zur Klimabank - Nachrichten Geld - DIE WELT. Online verfügbar unter <http://www.welt.de/finanzen/article113249448/KfW-wird-dank-Energiewende-zur-Klimabank.html>, zuletzt aktualisiert am 30.01.2013, zuletzt geprüft am 30.07.2013.

Seidel, Hannes (2012): Entwicklung des Wärmebedarfs in Deutschland – was sind die Auswirkungen auf die KWK-Ziele? Dena-Präsentation vom 9. Mai 2012, Berlin. Online verfügbar unter http://www.effiziente-energiesysteme.de/fileadmin/user_upload/PDF-Dokumente/Veranstaltungen/Kraft-W%C3%A4rme-Kopplung_09.05.2012/05_Seidl_dena_KWK.pdf, zuletzt aktualisiert am 10.05.2012, zuletzt geprüft am 17.08.2013.

Shz.de (2013a): Elmshorner setzen auf Sonnenenergie | shz.de. Online verfügbar unter <http://www.shz.de/lokales/elmshorner-nachrichten/elmshorner-setzen-auf-sonnenenergie-id3926491.html>, zuletzt aktualisiert am 01.11.2013, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Shz.de (2013b): Elmshorner setzen auf Sonnenenergie | shz.de. Online verfügbar unter <http://www.shz.de/lokales/elmshorner-nachrichten/6341-80-quadratmeter-rathaus-id3914236.html>, zuletzt aktualisiert am 30.10.2013, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Solarenergie-Förderverein Deutschland (SFV) (2012): Genehmigungspflicht bei Solaranlagen? - Sonnenenergie, Photovoltaik, Solarthermie, Windenergie, Geothermie, Wasserkraft, Biomasse-Reststoffe und Stromspeicher für die Energiewende. Online verfügbar unter http://www.sfv.de/artikel/genuehmigung_von_pv-anlagen.htm, zuletzt aktualisiert am 26.01.2013, zuletzt geprüft am 23.09.2013.

Stadt Augsburg (2007): Leitfaden Klimaschutz und Stadtplanung Augsburg. Online verfügbar unter http://www.augsburg.de/fileadmin/www/dat/06st/splan_o/BLP/pdf/Leitfaden_Klimaschutz_und_Stadtplanung_Augsburg.pdf, zuletzt aktualisiert am 06.06.2012, zuletzt geprüft am 18.07.2013.

Stadt Elmshorn/BIG Städtebau GmbH (2011): Sanierungsgebiet Krückau-Vormstegen im Stadtumbau West Elmshorn. BIG Städtebau. Online verfügbar unter http://www.stadtumbau-west-elmshorn.de/main/San_Gebiete/Vormstegen/RP_Vormstegen.html, zuletzt aktualisiert am 01.12.2011, zuletzt geprüft am 03.07.2013.

Stadt Elmshorn; BIG Städtebau GmbH (2012): ISEK für den Stadtumbau West Elmshorn. BIG Städtebau. Online verfügbar unter <http://www.stadtumbau-west-elmshorn.de/main/Stadtumbau/ISEK.html>, zuletzt aktualisiert am 27.06.2012, zuletzt geprüft am 04.11.2013.

Stadt Elmshorn (2012a): Standort Elmshorn. Stadt Elmshorn. Online verfügbar unter <http://www.elmshorn.de/Elmshorn/Stadtportr%C3%A4t/Standort-Elmshorn>, zuletzt aktualisiert am 30.09.2012, zuletzt geprüft am 03.07.2013.

Stadt Elmshorn (2012b): Klimaschutzkonzept Zusammenfassung. Online verfügbar unter http://www.elmshorn.de/media/custom/2054_245_1.PDF?1333438016, zuletzt aktualisiert am 28.07.2012, zuletzt geprüft am 15.07.2013.

Stadt Elmshorn (2013a): Einwohnerentwicklung. Online verfügbar unter http://www.elmshorn.de/media/custom/2054_472_1.PDF?1372765761, zuletzt aktualisiert am 03.07.2013, zuletzt geprüft am 08.07.2013.

Stadt Elmshorn (2013b): Flächennutzungsplan der Stadt Elmshorn (FNP 2010). Online verfügbar unter http://www.elmshorn.de/media/custom/2054_946_1.PDF?1375440322, zuletzt aktualisiert am 03.08.2013, zuletzt geprüft am 15.11.2013.

Stadt Flensburg (2013): Quartierskonzept Flensburg Rude. Online verfügbar unter <http://www.flensburg.die-lernende-stadt.de/gruppe/quartierskonzept-flensburg-rude>, zuletzt aktualisiert am 12.08.2013, zuletzt geprüft am 30.09.2013.

Stadt Heidelberg (Hrsg.) (2007a): Bahnstadt Heidelberg Vorbereitende Untersuchungen zur Städtebaulichen Entwicklungsmaßnahme. Online verfügbar unter http://heidelberg-bahnstadt.de/files/documents/heidelberg_staedtebaul_entwicklungsmass.pdf, zuletzt aktualisiert am 26.07.2012, zuletzt geprüft am 02.09.2013.

Stadt Heidelberg (Hrsg.) (2007b): Städtebauliche Rahmenplanung Bahnstadt 2007. Online verfügbar unter http://heidelberg-bahnstadt.de/files/documents/heidelberg_staedtebauliche_rahmenplanung_2007.pdf, zuletzt aktualisiert am 26.07.2012, zuletzt geprüft am 02.09.2013.

Stadtwerke Elmshorn (2011): Stadtwerke Elmshorn – Strommix. Online verfügbar unter http://www.stadtwerke-elmshorn.de/cms/Energie__Wasser/Privat-_und_Gewerbekunden/Service/Strommix/Strommix.html, zuletzt aktualisiert am 17.12.2011, zuletzt geprüft am 18.07.2013.

Stadtwerke Elmshorn (2013a): Preisblatt Gas – Preise für die Grund- und Ersatzzlast Gas. Online verfügbar unter http://www.stadtwerke-elmshorn.de/cms/Energie__Wasser/Privat-

_und_Gewerbekunden/Erdgas/Grund-_und_Ersatzversorgung/Grund-_und_Ersatzversorgung_deElmshorn_/Preise_fuer_die_Grund-_und_Ersat_Gas.pdf, zuletzt aktualisiert am 24.10.2013, zuletzt geprüft am 07.11.2013.

Stadtwerke Elmshorn (2013b): Vorläufiges Preisblatt Netz der Stadtwerke Elmshorn. Gültig ab 01.01.2014. Online verfügbar unter http://www.sw-elmshorn.de/elmshornGips/Elmshorn/EnwgTool/Stromnetz/Netzzugang__Entgelte/Netzentgelte/vorlaeufige-s-Preisblatt-Stadtwerke-Elmshorn-2014Strom.pdf, zuletzt aktualisiert am 21.10.2013, zuletzt geprüft am 08.11.2013.

Stadtwerke München GmbH (2013): Verbrauchsverlauf im Jahr - Erläuterung der Rechnung - Kundenservice - Stadtwerke München - Privatkunden. Webmaster. Online verfügbar unter <http://www.swm.de/privatkunden/kundenservice/rechnung/verbrauchsverlauf.html>, zuletzt aktualisiert am 31.10.2013, zuletzt geprüft am 01.11.2013.

Statistikamt Nord (2012): Wohnsituation in Hamburg und Schleswig-Holstein 2010. Online verfügbar unter <http://www.statistik-nord.de/daten/anzeige/wohnsituation-in-hamburg-und-schleswig-holstein-2010/>, zuletzt aktualisiert am 23.03.2012, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Statistisches Bundesamt (2013a): Daten zur Energiepreisentwicklung. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/Energiepreisentwicklung/PDF_5619001.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt aktualisiert am 28.06.2013, zuletzt geprüft am 29.06.2013.

Statistisches Bundesamt (2013b): Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung - Fachserie 3 Reihe 5.1 - 2011. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/LandForstwirtschaft/Flaechennutzung/BodenflaechennutzungXLS_2030510.xls, zuletzt aktualisiert am 24.04.2013, zuletzt geprüft am 01.07.2013.

Statistisches Bundesamt (2013c): Daten zur Energiepreisentwicklung. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Preise/Energiepreise/Energiepreisentwicklung/PDF_5619001.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt aktualisiert am 31.10.2013, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Statistisches Bundesamt (2013d): Gesamtwirtschaft & Umwelt - Preise - Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Preise/Preise.html>, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Statistisches Bundesamt (2013e): Gesamtwirtschaft & Umwelt - Bau- & Immobilienpreise - Statistisches Bundesamt (Destatis). Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Preise/BauImmobilienpreise/BauImmobilienpreise.html>, zuletzt geprüft am 03.11.2013.

Steg Hamburg mbH (2013): Programm & Konzept | Gebietsentwicklung | Programm & Konzept – Bergedorf-Süd. Online verfügbar unter <http://bergedorf-sued.de/gebietsentwicklung/programm-konzept/index.html>, zuletzt aktualisiert am 31.01.2013, zuletzt geprüft am 31.08.2013.

Sustainable energy ireland (sei) (Hrsg.) (2008): Resourcing the Energy Management Programme. Online verfügbar unter <http://www.sustainableenergyireland.ie/uploadedfiles/EnergyMAP/tools/01-10a%20Resourcing%20the%20Energy%20Management%20Programme%20v1.0.pdf>, zuletzt aktualisiert am 18.02.2008, zuletzt geprüft am 10.09.2013.

Tillie, Nico et al. (2009): REAP Rotterdam Energy Approach and Planning. Towards CO₂ - neutral urban development. Online verfügbar unter <http://aiany.aiany.org/files/REAP-UK.pdf>, zuletzt aktualisiert am 01.09.2009, zuletzt geprüft am 22.09.2013.

Tuschinski, Melita (2013): EnEV 2014: Aktueller Stand und Tendenzen. Online verfügbar unter http://www.enev-online.com/news/13.07.13_enev_2014_aktueller_stand_und_tendenzen.htm, zuletzt aktualisiert am 17.09.2013, zuletzt geprüft am 23.09.2013.

Umweltbundesamt (UBA) 2013: Energie - Aktuelles. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/energie/index.htm>, zuletzt aktualisiert am 29.07.2013, zuletzt geprüft am 17.08.2013.

Umweltbundesministerium (BMU) (2009): Online verfügbar unter http://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/detailansicht/artikel/das-integrierte-energie-und-klimaschutzprogramm-iekp/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=215, zuletzt aktualisiert am 01.06.2009, zuletzt geprüft am 03.07.2013.

Umweltbundesministerium (BMUa) (2013): Klimaschutz: Klimaschutzpolitik in Deutschland. Online verfügbar unter <http://www.bmu.de/themen/klima-energie/klimaschutz/nationale-klimapolitik/>, zuletzt aktualisiert am 31.05.2013, zuletzt geprüft am 30.06.2013.

Umweltbundesministerium (BMU) (2013): Strommix in Deutschland 2012 | Agentur für Erneuerbare Energien. Online verfügbar unter <http://www.unendlich-viel-energie.de/de/detailansicht/article/226/strommix-in-deutschland-2012.html>, zuletzt aktualisiert am 31.03.2013, zuletzt geprüft am 17.08.2013.

Übertragungsnetzbetreiber (50Hertz, Amprion, EnBW, Tennet (ÜNB))(2012): Prognose der EEG-Umlage 2013 nach AusglMechV – Prognosekonzept und Berechnung der ÜNB. Abrufbar unter: http://www.eeg-kwk.net/de/file/Konzept_zur_Berechnung_und_Prognose_der_EEG-Umlage-2013.pdf, zuletzt aktualisiert am 15.12.2012, zuletzt geprüft am 01.07.2013.

VDI Verein Deutscher Ingenieure e.V. (2013): Richtlinien | VDI. Online verfügbar unter <http://www.vdi.de/technik/richtlinien/>, zuletzt aktualisiert ,unbekannt', zuletzt geprüft am 23.09.2013.

Weishuhn, Uwe (04.05.2010): Die Bahnstadt wird nichts für Billigheimer – Sind Sie auch ein Billigheimer? | DIE-STADTREDAKTION. Online verfügbar unter <http://www.die-stadtredaktion.de/2010/05/diestadtredaktion/leitartikel/die-bahnstadt-wird-nichts-fur-billigheimer-sind-sie-auch-ein-billigheimer/>, zuletzt geprüft am 02.09.2013.

Wigbels, Michael (2007): Dezentrale Wärmeeinspeisung – Integration in Wärmenetze. Online verfügbar unter http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Themenhefte/th2005/th2005_05_04.pdf, zuletzt aktualisiert am 13.09.2007, zuletzt geprüft am 17.08.2013.

Wirth, Harry (2013): Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland. Fassung vom 21.10.2013. Online verfügbar unter <http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>, zuletzt aktualisiert am 21.10.2013, zuletzt geprüft am 30.10.2013.

Wolff, Dieter; Jagnow, Kati (2011): Überlegungen zu Einsatzgrenzen und zur Gestaltung einer zukünftigen Fern- und Nahwärmeversorgung. Untersuchung von Nah- und Fernwärmenetzen. Online verfügbar unter http://www.iwo.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Fachwissen/Studie_Untersuchung_Nah-_und_Fernwaermenetze.pdf, zuletzt aktualisiert am 11.08.2011, zuletzt geprüft am 14.09.2013.

Zensusdatenbank Zensus 2011 (2013): Elmshorn, Stadt - Gebäude mit Wohnraum nach regionaler Einheit und nach Heizungsart -in %-. Online verfügbar unter https://ergebnisse.zensus2011.de/#StaticContent:010560015015,GWZ_1_3_2_6,m,table, zuletzt aktualisiert am 17.06.2013, zuletzt geprüft am 18.07.2013.

Ziegler, Michael (2013): Investitionskosten - Aktuelle Investitionskosten bzw. Anschaffungskosten von Solarstromanlagen/Photovoltaikanlagen. Online verfügbar unter <http://www.photovoltaik-guide.de/wissenswertes/solaranlagen/investitionskosten>, zuletzt aktualisiert am 30.04.2013, zuletzt geprüft am 03.08.2013.

Gesetzestexte und Richtlinien

Baugesetzbuch (BauGB). In der Fassung vom 11. Juni 2013 (BGBl. I S. 1548)

Energiesteuergesetz (EnergieStG). In der Fassung vom 05. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2436).

Gemeindeordnung Schleswig-Holstein (GO SH). In der Fassung vom 28.02.2003 (GVObI. 2003, 57).

Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energie-Gesetz – EEG). In der Fassung vom 20. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2730, 2743 f.).

Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz – KWKG). In der Fassung vom 12. Juli 2012 (BGBl. I S. 1494).

Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG). In der Fassung vom 26. Juni 2013 (BGBl. I S. 1738, 1748).

Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz - EEWärmeG). In der Fassung vom 22.12.2011 (BGBl. I S. 3044, 3051).

Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland (GG). In der Fassung vom 11. Juli 2012 (BGBl. I S. 1478).

Stromsteuergesetz (StromStG). In der Fassung vom 05. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2436, 2442 ff.).

Verein Deutscher Ingenieure- Fachbereich Energiewandlung und -anwendung (2001 – 2011): Richtlinie VDI 4640. Thermische Nutzung des Untergrunds.

Verein Deutscher Ingenieure- Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung (2004 – 2012): VDI 6002 Blatt 1 -Solare Trinkwassererwärmung - Allgemeine Grundlagen, Systemtechnik und Anwendung im Wohnungsbau.

Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Fernwärme (AVBFernwärmeV). In der Fassung vom 4. November 2010 (BGBl. I S. 1483).

Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG). In der Fassung vom 25. Juli 2013 (BGBl. I S. 2749, 2753 f.).

Interviewquellen

Fronzek, Brigitte (17.07.2013): Erste Bürgermeisterin, Stadt Elmshorn. Ort: Im Rathaus, Elmshorn.

Hansen, Björn (23.07.2013): Geschäftsführer, Morgenwelt GmbH. Ort: In den Räumlichkeiten der Morgenwelt GmbH, Hamburg.

Kalkowsky, Felix (31.05.2013): Stadtplaner, Planungsamt Elmshorn. Ort: Im Rathaus, Elmshorn.

Kase, Michaela (06.08.2013): Geschäftsführerin, Stadtmarketing Elmshorn e.V. Telefonisch in den Räumlichkeiten der IBA Hamburg durchgeführt.

Küsel, Bernd (14.06.2013): Peter Kölln GmbH. Ort: In den Räumlichkeiten der Peter Kölln GmbH, Elmshorn.

Pietrucha, Markus (17.07.2013): Klimamanager, Planungsamt Elmshorn. Ort: Im Rathaus, Elmshorn.

Pietrucha, Markus (10.10.2013): Klimamanager, Planungsamt Elmshorn. E-Mail-Korrespondenz.

Schülecke, Jan (23.08.2013): MegaWATT Ingenieurgesellschaft für Wärme- und Energietechnik mbH. Ort: In den Räumlichkeiten der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Hamburg.

Wiontzek, Mathias; Schuhknecht, Sören (20.06.2013): Stadtwerke Elmshorn. In den Räumlichkeiten der Stadtwerke Elmshorn, Elmshorn.

Vorträge, Diskussionsrunden und Kongresse

Bomba, Rainer (23.08.2013): Eröffnungsrede. Auf dem Fachkongress: Wege des Wohnungsbaus im 21. Jahrhundert, Hamburg. Zusammenfassung abrufbar unter: <http://www.iba-hamburg.de/wissen/kongresse-2013/wege-des-wohnungsbaus.html>

Galvin, Ray (05.09.2013): Universität Cambridge/RWTH Aachen. Auf dem Fachkongress: Future of Cities. A Forum for Regenerative Urban Development, Hamburg. Zusammenfassung abrufbar unter: <http://www.futureofcitiesforum.com/content/03-downloads/ee-session-ray-galvin.pdf>

Gehl, Jan (06.09.2013): Geschäftsführer GEHL Architects, Kopenhagen. Auf dem Fachkongress: Future of Cities. A Forum for Regenerative Urban Development, Hamburg.

Hegger, Manfred (23.08.2013): Smart Technologies – Modelle und Strategien für energieeffizienten Wohnungsbau. Auf dem Fachkongress: Wege des Wohnungsbaus im 21. Jahrhundert, Hamburg. Zusammenfassung abrufbar unter: http://www.iba-hamburg.de/fileadmin/Erleben_2013/Kongresse/Wege_des_Wohnungsbaus/Votr%C3%A4ge/Hegger_IBA_Kongress.pdf

Heller, Andreas (22.08.2013): Geschäftsführer Studio Andreas Heller Architects & Designers. Im Rahmen der IBA-Architekturgespräche: #8 Holzbau in der Stadt, Hamburg.

Johansson, Henrik (05.09.2013): Umweltmanager der Stadt Växjö, Schweden. Auf dem Fachkongress: Future of Cities. A Forum for Regenerative Urban Development, Hamburg.

Jorzick, Peter (23.08.2013): Geschäftsführender Gesellschafter Hamburg Team Gesellschaft für Projektentwicklung. Auf dem Fachkongress: Wege des Wohnungsbaus im 21. Jahrhundert, Hamburg. Zusammenfassung abrufbar unter: http://www.iba-hamburg.de/fileadmin/Erleben_2013/Kongresse/Wege_des_Wohnungsbaus/Jorzick_IBA_Kongress.pdf

Khosla, Ashok (05.09.2013): Präsident für Entwicklung des Club of Rome. Auf dem Fachkongress: Future of Cities. A Forum for Regenerative Urban Development, Hamburg.

Lehmann, Harry (05.09.2013): Leitung Fachbereich Umweltplanung und Nachhaltigkeitsstrategien des UBA. Auf dem Fachkongress: Future of Cities. A Forum for Regenerative Urban Development, Hamburg.

Schülecke, Jan (20.08.2013): Informationsveranstaltung für Grundeigentümer und interessierte Öffentlichkeit - Vorstellung der vorläufigen Ergebnisse des Energiegutachtens Bergedorf-Süd. Im Stadtteilbeirat Bergedorf-Süd, Hamburg.

Thoma, Erwin (22.08.2013): Geschäftsführer Thoma Holzbau. Im Rahmen der IBA-Architekturgespräche: #8 Holzbau in der Stadt, Hamburg.

Weizsäcker, Ernst (05.09.2013): Mitglied des Club of Rome. Auf dem Fachkongress: Future of Cities. A Forum for Regenerative Urban Development, Hamburg.

Werner, Robert (05.09.2013): Partner beim Hamburg Institut – sustainable strategy consultants. Auf dem Fachkongress: Future of Cities. A Forum for Regenerative Urban Development, Hamburg.

Wurm, Jan (23.08.2013): Das Haus als Kraftwerk – Das IBA-Projekt „BIQ-Algenhaus“. Auf dem Fachkongress: Wege des Wohnungsbaus im 21. Jahrhundert, Hamburg. Zusammenfassung abrufbar unter: http://www.iba-hamburg.de/fileadmin/Erleben_2013/Kongresse/Wege_des_Wohnungsbaus/Votr%C3%A4ge/Wurm_IBA_Kongress.pdf

Anhang

- Anhang 1: Flächenübersicht Krückau-Vormstegen
- Anhang 2: Flächenberechnung gegliedert nach Baufeldern in Krückau-Vormstegen
- Anhang 3: Bestandserfassung Gebäude, Energieverbräuche, Energieeinsparpotenzial und Solarpotenzial in Krückau-Vormstegen
- Anhang 4: Bestandserfassung Flächen und Solarpotenzial im Umfeld von Krückau-Vormstegen
- Anhang 5: Geothermiepotenzial
- Anhang 6: Rahmendaten zu Energiekennzahlen
- Anhang 7: Wirtschaftlichkeitsberechnung Energieversorgungsvariante VS-1
- Anhang 8: Berechnung Wärmenetz – Dimensionierung, Investitionskosten und Förderung
- Anhang 9: Wirtschaftlichkeitsberechnung Energieversorgungsvariante VS-2
- Anhang 10: Wirtschaftlichkeitsberechnung Energieversorgungsvariante VS-3
- Anhang 11: Wirtschaftlichkeitsberechnung Energieversorgungsvariante VS-4
- Anhang 12: Wirtschaftlichkeitsberechnung Energieversorgungsvariante VS-5
- Anhang 13: Übersicht Referenzgebäude #1
- Anhang 14: Übersicht Referenzgebäude #9
- Anhang 15: Übersicht Referenzgebäude #15
- Anhang 16: Übersicht Referenzgebäude #33
- Anhang 17: Eidesstattliche Versicherung

<i>Angaben als BGF (oder WE)</i>													Insgesamt		
		Gebiet nördl. Buttermarkt (inkl. Rathaus) (I)	Gebiet süd. Buttermarkt West (II)	Gebiet süd. Buttermarkt Ost (III)	Süd. Planstraße B, nördl. Schlossstraße (IV)	Östl. Osterfeld (V)	Westl. Osterfeld (VI)	Westl. Rosenstraße (VII)	Flächen westl. Vormstegen (VIII)	Flächen nördl. Westerstraße (IX)	Nordufer (X)	Restflächen nördl. Krückau (XI)	Hafentower (XII)	Flächen an der Bahn (XIII)	
Wohnen (in m²)		13.457	6.474	13.620	2.496	13.147	2.115	7.225	2.447	2.680	16.000	1.620	0	9.000	90.280
Wohneinheiten (in WE)		108	52	109	20	105	17	58	20	21	128	13	0	104	754
Neubau (in m ²)		13.457	5.214	13.620	1.468	11.202	2.115	2.078	1.198	0	16.000	1.620	0	0	67.971
Anzahl WE		108	42	109	12	90	17	17	10	0	128	13	0	0	544
Altbau (in m ²)		0	1.260	0	1.028	1.945	0	5.147	1.249	2.680	0	0	0	9.000	22.309
Anzahl WE		0	10	0	8	16	0	41	10	21	0	0	0	104	210
Einzelhandel/Dienstleistung/Gewerbe (in m²)		9.906	8.376	7.693	9.235	3.472	11.539	4.256	1.725	0	500	5.228	0	700	62.630
Neubau (in m ²)		7.126	7.832	7.693	0	2.672	3.344	3.557	719	0	500	5.228	0	0	38.670
Altbau (in m ²)		2.780	544	0	9.235	800	8.195	699	1.007	0	0	0	0	700	23.960
Kultur (in m²)		384	0	0	9.084	0	0	0	0	0	0	0	2.045	0	11.513
Neubau (in m ²)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.045	0	2.045
Altbau (in m ²)		384	0	0	9.084	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.468
Öffentliche Einrichtungen (in m²)		9.000	1.314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.314
Neubau (in m ²)		9.000	1.314	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.314
Altbau (in m ²)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GESAMTFLÄCHEN BGF (in m²)		32.746	16.164	21.313	20.815	16.619	13.654	11.481	4.172	2.680	16.500	6.848	2.045	9.700	174.737
Neubau		29.582	14.360	21.313	1.468	13.874	5.459	5.635	1.916	0	16.500	6.848	2.045	0	119.000
Bestand		3.164	1.804	0	19.347	2.745	8.195	5.846	2.256	2.680	0	0	0	9.700	55.737

Anhang 2 - Flächenberechnung gegliedert nach Baufeldern in Krückau-Vormstegen

Fläche	Besonderheit	Gebäudeanzahl	Bestand	Energiebedarf	Wärmebedarf	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Gesamt	
																		Grundfläche	Geschosse
128			3	Bestand	Kultur	Torhaus (unsamerbar)	288	0	0	384	0	0	0	0	0	0	0	0	4377 m²
595			4	Neu	Misch		1497,5	0	0	0	892,5	33,8	11,3	0	0	0	0	1831 m²	
129			4	Neu	Misch		380	0	0	0	0	14,5	0	0	0	0	0	2500 m²	
251			4	Neu	Misch		1004	627,5	0	0	376,5	14,3	4,4	0	0	0	0	243 MW/a	
438			2	Neu	Wohn		876	0	0	0	0	11,8	3,9	0	0	0	0	545 MW/a	
1185			4	Neu	Misch		4740	2962,5	0	0	1777,5	67,4	22,5	0	0	0	0	184 kW/a	
527			2	Neu	Wohn		1054	1054	0	0	0	14,2	4,7	0	0	0	0	981 MW/a	
1064			2	Neu	Misch		2128	1064	0	0	1064	28,7	9,6	0	0	0	0	181 MW/a	
470			4	Neu	Misch		1880	1175	0	0	705	25,4	8,5	0	0	0	0	331 MW/a	
380			3	Bestand	Dienstleistung	Markthalle – #33	1140	0	0	0	1140	72,0	72,0	0	0	0	0	0	0
410			4	Neu	Misch	Berliner Straße	1640	27	0	0	0	1640	24,6	8,2	0	0	0	0	0
428			4	Neu	Misch		2084	27	0	0	0	6,0	2,0	0	0	0	0	0	0
822			4	Neu	Misch		3288	2155	0	0	1233	46,7	15,6	0	0	0	0	0	0
804			3	Neu	Misch		2412	1608	0	0	804	34,3	11,4	0	0	0	0	0	0
1800			5	Neu	Kultur	Rathaus	9000	0	9000	0	0	47,6	47,6	0	0	0	0	0	0
182,88							32746	13456,5	9000	384	9905,5	432,5	223,9	0	0	0	0	0	0
161							29382	13456,5	9000	0	0	7135,5	0	0	0	0	0	0	0
852							3164	0	0	384	2780	0	0	0	0	0	0	0	0
427																			
739,44								108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fläche	Besonderheit	Gebäudeanzahl	Bestand	Energiebedarf	Wärmebedarf	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Gesamt	
																			Grundfläche	Geschosse
137,6			4	Neu	Misch		5504	3440	0	0	2064	74,3	24,8	0	0	0	0	0	0	2753 m²
860			1	Neu	Misch		860	720	0	0	860	11,6	3,2	0	0	0	0	0	0	190 m²
240			3	Neu	Wohn		720	720	0	0	0	9,7	3,2	0	0	0	0	0	0	1191 m²
272			2	Bestand	Gewerbe	Mittelhofgeb. - # 35	544	0	0	0	544	37,8	37,8	0	0	0	0	0	0	0
220			3	Bestand	Gewerbe	Mittelhofgeb. - # 5	660	660	0	0	0	21,8	21,8	0	0	0	0	0	0	155 MW/a
200			3	Bestand	Wohn	# 6+7	600	600	0	0	0	57,8	57,8	0	0	0	0	0	0	0
527			2	Neu	Wohn	Kita	1054	1054	0	0	0	14,2	4,7	0	0	0	0	0	0	0
438			3	Neu	OB		1314	0	1314	0	0	17,7	5,9	0	0	0	0	0	0	0
45			4	Neu	Büro		4988	0	0	0	4988	66,3	22,1	0	0	0	0	0	0	0
387,72							16164	6474	1314	0	8376	311,2	182,0	0	0	0	0	0	0	0
15							14360	5214	1314	0	7832	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129,24							1804	1260	0	0	544	0	0	0	0	0	0	0	0	0
230,63																				0
65																				0
473																				0
214																				0
303,95																				0
																				0

Fläche	Besonderheit	Gebäudeanzahl	Bestand	Energiebedarf	Wärmebedarf	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Gesamt		
																				Grundfläche	Geschosse	Typ
892			4	Neu	Wohn		3568	3568	0	0	48,2	16,1	0	0	0	0	0	0	0	0	3856 m²	
420			4	Neu	Wohn		1680	1680	0	0	0	22,7	7,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1543 m²
554			4	Neu	Wohn		2216	2216	0	0	0	29,9	10,0	0	0	0	0	0	0	0	0	231 kW/a
3078			4	Neu	Misch	Außenregel	12312	6156	0	0	4617	143,4	48,5	0	0	0	0	0	0	0	0	201 MW/a
1539			2	Neu	Gewerbe		1539	0	0	0	0	30,6	30,6	0	0	0	0	0	0	0	0	268 MW/a
214			1	Neu	Gewerbe	Immerhof ost	214	0	0	0	214	2,9	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	204 kW/a
501			1	Neu	Gewerbe	Immerhof ost	501	0	0	0	501	6,8	2,3	0	0	0	0	0	0	0	0	1088 MW/a
							23567	13620	0	0	5332	255,9	85,3	0	0	0	0	0	0	0	0	387 MW/a
							23567	13620	0	0	5332	255,9	85,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
																					0	0
																					0	0
																					0	0

Fläche	Besonderheit	Gebäudeanzahl	Bestand	Energiebedarf	Wärmebedarf	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Wärmebedarfsbedarfe	Gesamt			
																				Grundfläche	Geschosse	Typ	Nutzung
2271			4	Bestand	Kultur	K-Halle Nord #29	9084	0	0	9084	0	717,2	717,2	0	0	0	0	0	0	0	0	567 m²	
1547			5	Bestand	Gewerbe	K-Halle Süd #28	7735	0	0	0	7735	610,7	610,7	0	0	0	0	0	0	0	0	1689 m²	
630			2	Bestand	Gewerbe	K-Halle Ost #30	1300	67	0	0	1300	112,5	112,5	0	0	0	0	0	0	0	0	230 kW/a	
4			1	Bestand	Wohn	#10	4	0	0	0	0	13,9	13,9	0	0	0	0	0	0	0	0	206 MW/a	
143			2	Bestand	Wohn	#11	286	286	0	0	0	38,5	38,5	0	0	0	0	0	0	0	0	74 kW/a	
225			3	Bestand	Wohn	#10	675	675	0	0	0	38,5	38,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25 kW/a
2020-2022			2	Neu	Wohn		218	218	0	0	0	1,0	1,0	0	0	0	0	0	0	0	0	133 MW/a	
109			2	Neu	Wohn		498	498	0	0	0	2,2	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
249			2	Neu	Wohn		498	498	0	0	0	2,2	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anhang 2 - Flächenberechnung gegliedert nach Baufeldern in Krückau-Vormstegen

Wärmefeld		Fläche		Gesamtwärmebedarf		Nutzung		Wohnen		Gewerbe etc.		HlZ VI		HlZ VZ		Gesamtwärmebedarf		
Wärmefeld	Fläche	Wärmebedarf	Wärmebedarf	Wohnen	Gewerbe	Wohnen	Gewerbe	Wohnen	Gewerbe	HlZ VI	HlZ VZ	HlZ VI	HlZ VZ	Wärmebedarf	Wärmebedarf			
Ostlich Osterfeld (V)																		
Wärmefeld Neubau	15 kWh/m²/a	354	354	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	1,6	45	45			
Gesamtwärmebedarf Neubau	13.212	354	354	0	0	0	0	0	0	0	0	1,6	1,6	150,6	150,6			
Wärmefeld Bestand	2061,21 kWh/a	44	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,2	130,8	130,8			
Wärmefeld Bestand saniert	1493 kWh/a																	
Gesamtwärmebedarf Variante 1	1506 kWh/a																	
Gesamtwärmebedarf	434,75 kWh/a																	
Grundfläche																		
Fläche	9.510 m²	328	328															
Besonderheit		200	200															
Gebäudeeinheiten	14	2598	2598															
Neubau	6	74	74															
Bestand	8	149	149															
Baubeginn	2022-2024	49	49															
Energiestandard I	ENEV 2021*	71	71															
Wärmefeld Neubau	15 kWh/m²/a	129	129															
Gesamtwärmebedarf Neubau	124.866	110	110															
Wärmefeld Bestand	358,40 kWh/a	95	95															
Wärmefeld Bestand saniert	147 kWh/a	164	164															
Gesamtwärmebedarf Variante 1	271 kWh/a	200	200															
Gesamtwärmebedarf	399,82 kWh/a	102	102															
Gesamtwärmebedarf																		
Gesamtwärmebedarf	16553	13081	13081															
Wärmefeld Neubau	13874	2679	2679															
Wärmefeld Bestand	2679	90	90															
Gesamtwärmebedarf	28,6	28,6	28,6															
Westlich Osterfeld (V)																		
Wärmefeld Neubau	5,000 m²	139	139															
Besonderheit	Kleik Hochhaus	80	80															
Gebäudeeinheiten	4	350	350															
Neubau	2	705	705															
Bestand																		
Baubeginn	2022-2024																	
Energiestandard I	ENEV 2021*																	
Wärmefeld Neubau	15 kWh/m²/a	110	110															
Gesamtwärmebedarf Neubau	491,131	2115	2115															
Wärmefeld Bestand	810,00 kWh/a	695	695															
Wärmefeld Bestand saniert	383 kWh/a	1945	1945															
Gesamtwärmebedarf Variante 1	432 kWh/a	800	800															
Gesamtwärmebedarf	349,2	11539	11539															
Gesamtwärmebedarf																		
Gesamtwärmebedarf	11539	5010	5010															
Westlich Rosenstraße (VI)																		
Wärmefeld Neubau	7,000 m²	751	751															
Besonderheit		553	553															
Gebäudeeinheiten	10	129	129															
Neubau	4	255	255															
Bestand																		
Baubeginn	2022-2024	702	702															
Energiestandard I	ENEV 2021*	432	432															
Wärmefeld Neubau	15 kWh/m²/a	263	263															
Gesamtwärmebedarf Neubau	50,715	162	162															
Wärmefeld Bestand	729,14 kWh/a	1913	1913															
Wärmefeld Bestand saniert	376 kWh/a	6278	6278															
Gesamtwärmebedarf Variante 1	292,6 kWh/a	17	17															
Gesamtwärmebedarf	292,6	41	41															
Gesamtwärmebedarf																		
Gesamtwärmebedarf	11913	7225	7225															
Westlich Vormstegen (VIII)																		
Wärmefeld Neubau	4,500 m²	129	129															
Besonderheit		662	662															
Gebäudeeinheiten	8	352	352															
Gesamtwärmebedarf																		
Gesamtwärmebedarf	129	129	129															

Anhang 2 - Flächenberechnung gegliedert nach Baufeldern in Krückau-Vormstegen

Neubau Bestand Baubeginn	1 7 2018-2022	Misch Bestand	#4 471	314	0	0	157	32,7	32,7	76 kWel
Energiestandard I	2018-2022	Misch	#3	262	131	0 <td>0 <td>131</td> <td>131</td> <td>66 MWth/a</td> </td>	0 <td>131</td> <td>131</td> <td>66 MWth/a</td>	131	131	66 MWth/a
Wärmebedarf Neubau	ENEV 2021*	Wohn	#2	651	651	0 <td>0 <td>651</td> <td>651</td> <td></td> </td>	0 <td>651</td> <td>651</td> <td></td>	651	651	
Gesamtwärmebedarf Neubau	ENEV 2021*	Wohn	#1	1916	1197,5	0 <td>0 <td>718,5</td> <td>8,6</td> <td></td> </td>	0 <td>718,5</td> <td>8,6</td> <td></td>	718,5	8,6	
Wärmebedarf Bestand	17,244 MWth/a	Misch	Gesamtlfläche	5411	2446,5	0 <td>0</td> <td>2964,5</td> <td>202,1</td> <td></td>	0	2964,5	202,1	
Wärmebedarf Bestand saniert	374,39 MWth/a	Neubau	Neubau	1916	1197,5	0 <td>0</td> <td>718,5</td> <td></td> <td></td>	0	718,5		
Wärmebedarf Bestand saniert	142 MWth/a	Bestand	Bestand	3958	1249	0 <td>0</td> <td>1006,5</td> <td></td> <td></td>	0	1006,5		
Gesamtwärmebedarf Variante 1	159 MWth/a	WEs Neubau	WEs Neubau	70	70	0 <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>35,3 MWth/ha*a</td>	0	0		35,3 MWth/ha*a
Gesamtwärmebedarf	134,8 MWth/a	Wes Bestand	Wes Bestand	70	70	0 <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>35,3 MWth/ha*a</td>	0	0		35,3 MWth/ha*a
Westliche Weststrake (IX)										
Fläche	3.000 m²	Grundfläche	60	60	0	0	0	0	0	450 m²
Besonderheit		Rezeption	34 a	60	0	0	0	0	0	450 m²
Gebäudeinhalten	6	Wohn	34 b	1520	1520	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>68 kWel</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>68 kWel</td> </td></td>	0 <td>0 <td>68 kWel</td> </td>	0 <td>68 kWel</td>	68 kWel
Neubau	0	Wohn	34 c	400	400	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>59 MWth/a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>59 MWth/a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>59 MWth/a</td> </td>	0 <td>59 MWth/a</td>	59 MWth/a
Bestand	6	Wohn	34 d	200	200	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td></td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td></td> </td></td>	0 <td>0 <td></td> </td>	0 <td></td>	
Baubeginn	2016-2020	Wohn	34 e	240	240	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td></td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td></td> </td></td>	0 <td>0 <td></td> </td>	0 <td></td>	
Wärmebedarf Bestand	353,76 MWth/a	Wohn	34 f	260	260	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>168,5</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>168,5</td> </td></td>	0 <td>0 <td>168,5</td> </td>	0 <td>168,5</td>	168,5
Wärmebedarf Bestand saniert	149 MWth/a	Gesamtlfläche	Gesamtlfläche	2600	2600	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>168,5</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>168,5</td> </td></td>	0 <td>0 <td>168,5</td> </td>	0 <td>168,5</td>	168,5
Gesamtwärmebedarf Variante 1	149 MWth/a	Neubau	Neubau	2680	2680	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>49,5 MWth/ha*a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>49,5 MWth/ha*a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>49,5 MWth/ha*a</td> </td>	0 <td>49,5 MWth/ha*a</td>	49,5 MWth/ha*a
Gesamtwärmebedarf	63,5 MWth/a	WEs Neubau	WEs Neubau	21	21	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>49,5 MWth/ha*a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>49,5 MWth/ha*a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>49,5 MWth/ha*a</td> </td>	0 <td>49,5 MWth/ha*a</td>	49,5 MWth/ha*a
Nordturm (X)										
Fläche	10.000 m²	Grundfläche	3250	13500	0	0	0	202,5	60,8	281,3 m²
Besonderheit		Rezeption	Hufeisen	3000	2500	0 <td>0 <td>500</td> <td>45,0</td> <td>112,5 m²</td> </td>	0 <td>500</td> <td>45,0</td> <td>112,5 m²</td>	500	45,0	112,5 m²
Gebäudeinhalten	2	Wohn	Turm	3000	2500	0 <td>0 <td>500</td> <td>500</td> <td>169 kWel</td> </td>	0 <td>500</td> <td>500</td> <td>169 kWel</td>	500	500	169 kWel
Neubau	0	Misch	Gesamtlfläche	16500	16000	0 <td>0 <td>500</td> <td>74,3</td> <td>109 MWth/a</td> </td>	0 <td>500</td> <td>74,3</td> <td>109 MWth/a</td>	500	74,3	109 MWth/a
Bestand	2	Misch	Neubau	260	260	0 <td>0 <td>260</td> <td>260</td> <td>109 MWth/a</td> </td>	0 <td>260</td> <td>260</td> <td>109 MWth/a</td>	260	260	109 MWth/a
Baubeginn	2015-2016	Misch	Bestand	16000	16000	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>64 kWel</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>64 kWel</td> </td></td>	0 <td>0 <td>64 kWel</td> </td>	0 <td>64 kWel</td>	64 kWel
Energiestandard I	ENEV 2014*	Misch	WEs Neubau	128	128	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>341 MWth/a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>341 MWth/a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>341 MWth/a</td> </td>	0 <td>341 MWth/a</td>	341 MWth/a
Wärmebedarf Neubau	50 MWth/a	Misch	Wes Bestand	0	0	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>115 MWth/a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>115 MWth/a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>115 MWth/a</td> </td>	0 <td>115 MWth/a</td>	115 MWth/a
Gesamtwärmebedarf Neubau	495 MWth/a	Wohn	Gesamtlfläche	16500	16000	0 <td>0 <td>500</td> <td>500</td> <td>169 kWel</td> </td>	0 <td>500</td> <td>500</td> <td>169 kWel</td>	500	500	169 kWel
Wärmebedarf Bestand	1465 MWth/a	Gewerbe	Neubau	260	260	0 <td>0 <td>260</td> <td>260</td> <td>109 MWth/a</td> </td>	0 <td>260</td> <td>260</td> <td>109 MWth/a</td>	260	260	109 MWth/a
Gesamtwärmebedarf Variante 1	495 MWth/a	Gewerbe	Bestand	16000	16000	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>64 kWel</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>64 kWel</td> </td></td>	0 <td>0 <td>64 kWel</td> </td>	0 <td>64 kWel</td>	64 kWel
Gesamtwärmebedarf Variante 2	149 MWth/a	Gewerbe	WEs Neubau	128	128	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>341 MWth/a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>341 MWth/a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>341 MWth/a</td> </td>	0 <td>341 MWth/a</td>	341 MWth/a
Gesamtwärmebedarf	391,93 MWth/a	Gewerbe	Wes Bestand	0	0	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>115 MWth/a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>115 MWth/a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>115 MWth/a</td> </td>	0 <td>115 MWth/a</td>	115 MWth/a
Nordturm Restflächen (XI)										
Fläche	2.000 m²	Grundfläche	210	630	0	0	0	2,8	2,8	1378 m²
Besonderheit		Rezeption	Durchgang	990	990	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>531 m²</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>531 m²</td> </td></td>	0 <td>0 <td>531 m²</td> </td>	0 <td>531 m²</td>	531 m²
Gebäudeinhalten	5	Wohn	Durchgang	260	260	0 <td>0 <td>3748</td> <td>3,8</td> <td>16,8</td> </td>	0 <td>3748</td> <td>3,8</td> <td>16,8</td>	3748	3,8	16,8
Neubau	0	Gewerbe	Durchgang	1440	0	0 <td>0 <td>1440</td> <td>6,8</td> <td>72 MWth/a</td> </td>	0 <td>1440</td> <td>6,8</td> <td>72 MWth/a</td>	1440	6,8	72 MWth/a
Bestand	5	Gewerbe	Durchgang	40	0	0 <td>0 <td>40</td> <td>0,2</td> <td>0,2</td> </td>	0 <td>40</td> <td>0,2</td> <td>0,2</td>	40	0,2	0,2
Baubeginn	2016-2020	Gewerbe	Gesamtlfläche	6848	1620	0 <td>0 <td>5228</td> <td>32,0</td> <td>32,0</td> </td>	0 <td>5228</td> <td>32,0</td> <td>32,0</td>	5228	32,0	32,0
Energiestandard I	ENEV 2016*	Gewerbe	Neubau	6848	1620	0 <td>0 <td>5228</td> <td></td> <td></td> </td>	0 <td>5228</td> <td></td> <td></td>	5228		
Wärmebedarf Neubau	45 MWth/a	Gewerbe	Bestand	0	0	0 <td>0 <td>0 <td></td> <td></td> </td></td>	0 <td>0 <td></td> <td></td> </td>	0 <td></td> <td></td>		
Gesamtwärmebedarf Neubau	185 MWth/a	Gewerbe	WEs Neubau	13	13	0 <td>0 <td>0 <td></td> <td>92,4 MWth/ha*a</td> </td></td>	0 <td>0 <td></td> <td>92,4 MWth/ha*a</td> </td>	0 <td></td> <td>92,4 MWth/ha*a</td>		92,4 MWth/ha*a
Wärmebedarf Bestand	15 MWth/a	Gewerbe	Wes Bestand	0	0	0 <td>0 <td>0 <td></td> <td>30,9 MWth/ha*a</td> </td></td>	0 <td>0 <td></td> <td>30,9 MWth/ha*a</td> </td>	0 <td></td> <td>30,9 MWth/ha*a</td>		30,9 MWth/ha*a
Gesamtwärmebedarf Variante 1	185 MWth/a	Gewerbe	Gesamtlfläche	6848	1620	0 <td>0 <td>5228</td> <td></td> <td></td> </td>	0 <td>5228</td> <td></td> <td></td>	5228		
Gesamtwärmebedarf Variante 2	62 MWth/a	Gewerbe	Neubau	6848	1620	0 <td>0 <td>5228</td> <td></td> <td></td> </td>	0 <td>5228</td> <td></td> <td></td>	5228		
Gesamtwärmebedarf	173,88 MWth/a	Gewerbe	Bestand	0	0	0 <td>0 <td>0 <td></td> <td>92,4 MWth/ha*a</td> </td></td>	0 <td>0 <td></td> <td>92,4 MWth/ha*a</td> </td>	0 <td></td> <td>92,4 MWth/ha*a</td>		92,4 MWth/ha*a
Hafensteg (XII)										
Fläche	409 m²	Grundfläche	409	1636	0	0	0	1636	22,1	7,4
Besonderheit		Rezeption	Hafensteg	1636	1636	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>40,8 m²</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>40,8 m²</td> </td></td>	0 <td>0 <td>40,8 m²</td> </td>	0 <td>40,8 m²</td>	40,8 m²
Gebäudeinhalten	2016-2020	Gewerbe	Gesamtlfläche	1636	1636	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>40,8 m²</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>40,8 m²</td> </td></td>	0 <td>0 <td>40,8 m²</td> </td>	0 <td>40,8 m²</td>	40,8 m²
Neubau	0	Gewerbe	Neubau	1636	1636	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>24 kWel</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>24 kWel</td> </td></td>	0 <td>0 <td>24 kWel</td> </td>	0 <td>24 kWel</td>	24 kWel
Baubeginn	ENEV 2016*	Gewerbe	Bestand	0	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>20,8 MWth/a</td> </td></td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>20,8 MWth/a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>20,8 MWth/a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>20,8 MWth/a</td> </td>	0 <td>20,8 MWth/a</td>	20,8 MWth/a
Energiestandard I	ENEV 2016*	Gewerbe	Gesamtlfläche	1636	1636	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td>20,8 MWth/a</td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td>20,8 MWth/a</td> </td></td>	0 <td>0 <td>20,8 MWth/a</td> </td>	0 <td>20,8 MWth/a</td>	20,8 MWth/a
Wärmebedarf Neubau	45 MWth/a	Gewerbe	Neubau	1636	1636	0 <td>0 <td>0 <td>0 <td></td> </td></td></td>	0 <td>0 <td>0 <td></td> </td></td>	0 <td>0 <td></td> </td>	0 <td></td>	

Gesamtwärmebedarf/Neubau		44 MWh/a	
Energiebedarf 2		Energie 2021*	
Wärmebedarf/Neubau		15 kWh/m²/a	
Gesamtwärmebedarf/Neubau		14.724 MWh/a	
Gesamstrombedarf		42,41 MWh/a	
Bahnrandflächen (RH)			
Fläche	17.000 m²	Grundfläche	9000
Besonderheit	Streulage	Nutzung	Wohnen
Gebäudeeinheiten	2	Bestand	9000
Neubau	0	1 Bestand	9000
Bestand	2	2 Diverse Gebäude #31	700
Bauhäufigkeit	2016-2030	Bezeichnung	Berliner Str. 7 #32
Wärmebedarf Bestand	1164,00 MWh/a		Diverse Gebäude #31
Wärmebedarf Bestand saniert	382 MWh/a		Gesamtfläche
Gesamtwärmebedarf	231,2 MWh/a		9700
			Bestand
			9700
			WEG: Neubau
			WEG: Bestand
			104
Wärme- und Strombedarfe			
Heizwärmebedarf Variante 1			
Bestand gesamt	5752 MWh/a	Bezeichnung	Berliner Str. 7 #32
Neubau	7065 MWh/a		Diverse Gebäude #31
Heizwärmebedarf Variante 2	3266 MWh/a		Gesamtfläche
Neubau	2406 MWh/a		9700
Neubau	4284 MWh/a		Bestand
Neubau	1019 MWh/a		WEG: Neubau
Strombedarf	39832,3 MWh/a		WEG: Bestand
Variante 1 - Heizleistung gesamt	4,459 MW		
Variante 2 - Heizleistung gesamt	4,135 MW		
Potenziale Stromerzeugung			
Kollektorfläche	12288 m²	Bezeichnung	Berliner Str. 7 #32
Elek. Energie PV	1597 MWh/a		Diverse Gebäude #31
Deckungsanteil Bedarf	40%		Gesamtfläche
- mit weiteren Flächen	71%		9700
Solarthermie Leistung	6,14 MWh		Bestand
Solarthermie Wärme	4915 MWh/a		WEG: Neubau
Deckungsanteil Var.1	85%		WEG: Bestand
Deckungsanteil Var.2	115%		
- mit weiteren Fl. Var.1	250%		
- mit weiteren Fl. Var.2	336%		
Haar-Klein-Köln/BHKW			
Elek. Energie BHKW	16667 MWh/a	Bezeichnung	Berliner Str. 7 #32
Wärme aus BHKW	16667 MWh/a		Diverse Gebäude #31
Oberflächennähe Geothermie			
Leistung Sonden Geoth.	1,63 MWh	Bezeichnung	Berliner Str. 7 #32
Wärme aus Sonden	3149 MWh/a		Diverse Gebäude #31
Deckungsanteil Var.1	55%		Gesamtfläche
Leistung Kollektor Geoth.	74%		9700
Wärme aus Kollektor	1063 MWh/a		Bestand
Deckungsanteil Var.1	18%		WEG: Neubau
Deckungsanteil Var.2	25%		WEG: Bestand
			104
Wärme- und Strombedarfe			
Heizwärmebedarf Variante 1			
Bestand gesamt	5752 MWh/a	Bezeichnung	Berliner Str. 7 #32
Neubau	7065 MWh/a		Diverse Gebäude #31
Heizwärmebedarf Variante 2	3266 MWh/a		Gesamtfläche
Neubau	2406 MWh/a		9700
Neubau	4284 MWh/a		Bestand
Neubau	1019 MWh/a		WEG: Neubau
Strombedarf	39832,3 MWh/a		WEG: Bestand
Variante 1 - Heizleistung gesamt	4,459 MW		
Variante 2 - Heizleistung gesamt	4,135 MW		

Anhang 3 - Bestandserfassung Gebäude, Energieverbräuche, Energieeinsparpotenzial und Solarpotenzial in Krückau-Vormstegen

#	Baugleichheit	Nutzung	Baualter (ca.)	Geschosse	Fassadentyp	BGF in m² (ca.)	Baulicher Zustand										Sanierung erfolgt	Solarpot. Dach	Potentielle Solarflächen in m²	Kollektorfläche in m²	Geschätzter Wärmebedarf in kWh/m²a	Fehlerbereinigung + Nutzerverhalten + Preboundeffekt (-15%)	Gesamtwärmebedarf BGF (in MWh/a) (hypothetisch)	Gesamtwärmebedarf NF MWh/a	Fehlerbereinigter Wärmebedarf/Prebound NF (MWh/a)	NEU_Realistsch/wirt. erreichbare Werte (in kWh/m²a)	NEU_inkl. Rebound(in kWh/m²a)	NEU_Gesamtwärmebedarf BGF (in MWh/a) (hypothetisch)	NEU_Gesamtwärmebedarf NF MWh/a	NEU_Fehlerbereinigter Wärmebedarf/Rebound NF (MWh/a)							
							Sanierung Straße	Fassade links	Fassade rechts	Fassade Rückseite	Dach	Fenster																									
1	VIII	Wohnen/Gewerbe	Bis 1918	2 + Pult	Ziegel / Putz	471	ok										S	10	10	200	170	94	57	48	70	73,5	35	20	21	21							
2	VIII	Wohnen	Bis 1918	2 + Pult	Ziegel / Putz	651	gut										S	40	40	200	170	130	78	66	80	84	55	31	33	33							
3	VIII	Wohnen/Gewerbe	1919 - 1957	2 + Pult + Flach	Putz	262	mäßig										F	40	16	220	187	58	35	29	65%	77	81	12	12	13	13						
4	VIII	Wohnen/Gewerbe	1919 - 1957	2 + Flachpult	Putz	471	mäßig										R	0	0	220	187	104	62	53	65%	77	81	38	22	23	23						
5	II	Wohnen/Gewerbe	1919 - 1957	2 + Pult	Putz	330	mäßig										H	20	15	220	187	73	44	37	65%	77	81	27	15	16	16						
6	II	Wohnen/Gewerbe	1919 - 1957	2 + Pult	Putz	330	mäßig										H	20	15	220	187	73	44	37	65%	77	81	27	15	16	16						
7	II	Wohnen/Gewerbe	Bis 1918	2 + Staffel	Ziegel / Putz	600	ok										F	50	20	200	170	120	72	61	65%	70	74	44	25	26	26						
8	VIII	Gewerbe	1969 - 1977	2	Ziegel/Glas/...	1324	ok										F	500	200	180	153	238	143	122	65%	105	110	87	50	52	52						
9	VII	Wohnen/Gewerbe	Bis 1918	3	Ziegel / Putz	789	gut										F	210	84	300	255	237	142	121	65%	105	110	87	50	52	52						
10	IV	Wohnen	Bis 1918	3	Putz	675	gut										S	50	50	190	161,5	128	77	65	60%	76	80	54	31	32	32						
11	IV	Wohnen	1919 - 1957	1 + Doppeltaffel	Putz	286	gut										X	0	0	170	144,5	49	29	25	50%	85	89	26	15	15	15						
12	IV	Wohnen	1969 - 1977	1	Putz	67	ok										X	0	0	180	153	12	7	6	70%	54	57	4	2	2	2						
13	VII	Wohnen/Gewerbe	Bis 1918	2 + Pult	Putz	432	gut										F	70	28	180	153	78	47	40	60%	72	76	33	19	20	20						
14	VII	Wohnen/Gewerbe	Bis 1918	3	Ziegel / Putz	864	gut										F	80	32	180	153	156	93	79	65%	63	66	57	33	34	34						
15	VII	Wohnen	ab 1978	3 + Pult	Klinker/Putz	2808	gut										F	280	112	170	144,5	477	286	243	50%	85	89	251	143	150	150						
16	VII	Wohnen/Gewerbe	1969 - 1977	4 + Pult	Ziegel/Putz	765	ok										H	50	20	180	153	138	83	70	60%	72	76	58	33	35	35						
17	VII	Wohnen/Gewerbe	1919 - 1957	2 + Flachpult	Putz	362	mäßig										X	0	0	210	178,5	76	46	39	60%	84	88	32	18	19	19						
18	VII	Wohnen	1919 - 1957	2 + Flachpult	Putz	258	ok										X	0	0	210	178,5	54	33	28	55%	94,5	99	26	15	15	15						
19	VI	Gewerbe	1969 - 1977	15	Ziegel/Beton	7500	ok										F	350	140	180	153	1350	810	689	55%	81	85	638	365	383	383						
20	V	Gewerbe	1919 - 1957	3 + Staffel	Putz	600	ok										S	40	40	220	187	132	79	67	55%	99	104	62	36	37	37						
21	V	Wohnen	Bis 1918	1	Putz	190	mäßig										X	0	0	220	187	42	25	21	75%	55	58	11	6	7	7						
22	V	Wohnen	Bis 1918	2	Putz	190	mäßig										X	0	0	220	187	42	25	21	75%	55	58	11	6	7	7						
23	V	Wohnen	1919 - 1957	2 + Flachpult	Putz	387	schlecht										F	80	32	250	212,5	97	58	49	70%	75	79	30	17	18	18						
24	V	Wohnen	Bis 1918	3 + Flachpult	Putz	150	schlecht										S	50	50	250	212,5	38	23	19	65%	87,5	92	14	8	8	8						
25	V	Wohnen	1919 - 1957	2	Putz	394	mäßig										F	200	80	220	187	87	52	44	75%	55	58	23	13	14	14						
26	V	Wohnen/Gewerbe	1919 - 1957	2 + Pult	Ziegel	600	gut										S	60	60	200	170	120	72	61	45%	110	116	69	40	42	42						
27	V	Gewerbe	1919 - 1957	3 + Flachpult	Ziegel	204	gut										S	90	90	200	170	41	24	21	45%	110	116	24	13	14	14						
28	IV	Gewerbe	Bis 1918	5	Ziegel	7735	schlecht										S	1000	1000	250	212,5	1934	1160	986	50%	125	131	1015	580	609	609						
29	IV	Kultur	1919 - 1957	4	Ziegel	9084	schlecht										S	550	550	250	212,5	2271	1363	1158	50%	125	131	1192	681	715	715						
30	IV	Gewerbe	1919 - 1957	2	Ziegel	1500	schlecht										S	350	350	250	212,5	375	225	191	50%	125	131	1192	681	715	715						
31	XIII	Gewerbe	1919 - 1957	3	Ziegel	350	ok										X	0	0	200	170	70	42	36	45%	110	116	40	23	24	24						
32	XIII	Wohnen	1958 - 1968	9	Klinker/Beton	9000	ok										F	800	320	200	170	1800	1080	918	70%	60	63	567	324	340	340						
33	I	Gewerbe	1919 - 1957	3 + Pult	Ziegel	1140	gut										X	0	0	200	170	228	137	116	20%	160	168	192	109	115	115						
34	IX	Wohnen/Gewerbe	1919 - 1957	1 + Staffe//4	Putz	2680	mäßig										S	450	450	220	187	590	354	301	60%	88	92	248	142	149	149						
35	II	Gewerbe	1919 - 1957	2	Putz	544	mäßig										F	100	40	220	187	120	72	61	65%	77	81	44	25	26	26						
Gesamtsumme							53993											5560	3864	11628	6977	5930							5337	3049	3202						
Durchschnitt																						215	183							94	99						
Elektrische Nennleistung PV																																					
Elektrische Energie PV																																					

36	K	Industrie	Halle K-Süd Ost	GF	3200	F	1350	
37	K	Industrie	Halle K-Süd	GF	2500	F	2200	
38	K	Industrie	Halle K-Nord	GF	2300	F	1900	
39	K	Büro	Kölln Büro	GF	750	F	400	
SUMME KÖLLN					8750 m ²		5850 m ²	
<i>Elektrische Nennleistung PV</i>							<i>MW_{el}</i>	351
<i>Elektrische Energie PV</i>							<i>MWh/a</i>	304
40	Süd	Wohnen		GF	1200		850	+
41	Süd	Wohnen		GF	2000		1000	6000m ² Grundstück
42	Süd	Wohnen		GF	1200		1000	+
43	Süd	Wohnen		GF	600		500	+
44	Süd	Wohnen		GF	600		500	+
45	Süd	Wohnen		GF	850		500	11.000m ² Grundstück
SUMME WESTERSTR. SÜD					6450 m ²		4350 m ²	
<i>Elektrische Nennleistung PV</i>							<i>MW_{el}</i>	261
<i>Elektrische Energie PV</i>							<i>MWh/a</i>	226
46	SM	Einzelhandel	SB-Fachmarkt	GF	6800 m ²		6500 m ²	
<i>Elektrische Nennleistung PV</i>							<i>MW_{el}</i>	390
<i>Elektrische Energie PV</i>							<i>MWh/a</i>	338
47	Nord	Einzelhandel/Parken	Neuer Markt	GF	5500		4500	
48	Nord	Wohn/Gewerbe	Frontgebäude	GF	6000		2500	
SUMME NORDUFER					11500 m ²		7000 m ²	
<i>Elektrische Nennleistung PV</i>							<i>MW_{el}</i>	420
<i>Elektrische Energie PV</i>							<i>MWh/a</i>	364
Gesamt Grundfläche					33500 in m²		Gesamtfläche SOLAR	23700 in m²
							Elektrische Nennleistung PV	1422 MW_{el}
							Elektrische Energie PV	1232,4 MW_{el}

Geothermie (Potenzialflächen)

Nur Zugriff auf städtische Flächen

#	Lage	Länge (in m)	Breite (in m)	Fläche (in m ²)	Anzahl Sonden	Nutzleistung Sonden (in kW)	Energiepotential Bohrfähle (in MWh/a)	Nutzleistung Flächenkollektoren (in kW)	Energiepotential Flächenkollektoren (in MWh/a)
1	Berliner Straße, Süd	70	20	1400	37	166	299	56	101
2	Berliner Straße Nord	170	30	5100	136	604	1088	204	367
3	Buttermarkt Ost	80	20	1600	43	190	341	64	115
4	Buttermarkt West	100	30	3000	80	356	640	120	216
5	Zwischen K-Hallen	25	25	625	17	74	133	25	45
6	Vorplatz Kibek Gebäude	25	35	437,5	12	52	93	17,5	32
7	Nordufer (ehem. Parkpl.)	40	40	1600	43	190	341	64	115
8	An Krückau	32	32	1000	27	119	213	40	72
Insgesamt				13763	367	1631	3149	551	1063

Rahmendaten Energie

Bereich Solar	Bereich	Wert	Einheit	
Bereich Solar	Globalstrahlung in Elmshorn	1.023,70	kWh/m ² /m ² a	
	Nennleistung PV pro m ²	150 Wp		
	Ertrag PV pro m ²	130 kWh/m ² a		
	Investitionskosten PV pro kWp	1800 €		
	Investitionskosten PV pro m ²	270 €		
	Nennleistung Solarth. pro m ²	500 kWh/m ² a		
	Ertrag Solarth. pro m ²	400 kWh/m ² a		
	Investitionskosten Solarthermie pro m ²	700 €/m ²		
	Bereich Heizwärmebedarf	1 kWh Heizwärme =	0,1 m ³ (Gas)	Einheit
		1 kWh Heizwärme =	0,1 l (Heizöl)	Einheit
		6 cent/kWh		
		82 ct/l		

Entwicklung des EnEV-Standards

Bereich	Wert	Einheit
EnEV 2009	60 kWh/m ² a	
EnEV 2014	50 kWh/m ² a	
EnEV 2016	45 kWh/m ² a	
EnEV 2019	30 kWh/m ² a	
EnEV 2021	15 kWh/m ² a	

Wärmedarlehre (unsaniert)

Gebäudeklassen	Wert	Einheit
Bis 1918	275 kWh/m ² a	
1919 - 1957	250 kWh/m ² a	
1958 - 1968	220 kWh/m ² a	
1969 - 1977	180 kWh/m ² a	
ab 1978	150 kWh/m ² a	

Oberflächenmaße Geothermie

Bereich	Wert	Einheit
Sohlentiefe	100 m	
Sondenabstand	6 m	
Jahresarbeitszahl	4 JAZ	
Volllaststunden	1800 h/a	
Arbeit Sonden	80 kWh/m ² a	
Leistung Flächenkollektor	40 W/m ²	

Benutzungsstunden Heizwärme

Gebäudeart	Vollbenutzungsstunden	Einheit
Einfamilienhaus	2100	(h/a)
Mehrfamilienhaus	2000	(h/a)
Bürohaus	1700	(h/a)
Krankenhaus	2400	(h/a)
Schule, einschichtiger Betrieb	1100	(h/a)
Schule, mehrschichtiger Betrieb	1300	(h/a)

Quelle: VDI 2067 Blatt 2 (Dez.93)

Rahmendaten Gebäude

Verhältnis BGF - Wohnfläche	60%
------------------------------------	------------

https://www.diestu-ctb-bau.de/bauekonomie/public/Forschung/Publication/Verlaesche-Woelflerich/2011/Date_Becken_Grundflaechen_Aktien_Wohnbauten.pdf

Stromverbräuche pro Monat (Haushalte)			
#	Monat	kWh	In Prozent
1.	Januar	323,8	9,32%
2.	Februar	297,7	8,57%
3.	März	309,9	8,92%
4.	April	280,0	8,06%
5.	Mai	272,0	7,83%
6.	Juni	262,6	7,56%
7.	Juli	269,9	7,77%
8.	August	264,4	7,61%
9.	September	275,1	7,92%
10.	Oktober	296,0	8,52%
11.	November	308,5	8,88%
12.	Dezember	314,0	9,04%
Gesamjahr		3473,86	100,00%
		m²/a	39,5

Basiert auf Energieagentur NRW
<http://www.musterhaushalt.de/daruebersicht/stromverbrauch/>
<http://www.musterhaushalt.de/impressum/datenbaust/>
<http://www.avm.de/privatkunden/kundenservice/rechnung/verbraucherverlauf.html>

Stromverbräuche Büro BGF

25 kWh/m²a

http://www.energieberaterkurs.de/export/sites/default/de/Datseiten_Kennwerte/kenmwerte_stromverbrauch.pdf

Stromverbräuche Gewerbe BGF

43,2 kWh/m²a

http://www.energieberaterkurs.de/export/sites/default/de/Datseiten_Kennwerte/kenmwerte_stromverbrauch.pdf

Stromverbräuche Öffentliche Einrichtungen BGF

29 kWh/m²a

http://www.energieberaterkurs.de/export/sites/default/de/Datseiten_Kennwerte/kenmwerte_stromverbrauch.pdf

Stromverbräuche KiTa

19 kWh/m²a

http://www.energieberaterkurs.de/export/sites/default/de/Datseiten_Kennwerte/kenmwerte_stromverbrauch.pdf

Erdgasverbrauch pro Monat (Haushalte)			
#	Monat	kWh	In Prozent
1.	Januar	3542	16,1%
2.	Februar	2860	13,0%
3.	März	2750	12,5%
4.	April	1782	8,1%
5.	Mai	770	3,5%
6.	Juni	484	2,2%
7.	Juli	374	1,7%
8.	August	352	1,6%
9.	September	1144	5,2%
10.	Oktober	1848	8,4%
11.	November	2684	12,2%
12.	Dezember	3410	15,5%
Summe		22.000	100,0%

Fernwärmeverbrauch pro Monat (Haushalte)			
#	Monat	kWh	In Prozent
1.	Januar	2363,8	15,3%
2.	Februar	1823,1	11,8%
3.	März	1730,4	11,2%
4.	April	1297,8	8,4%
5.	Mai	803,4	5,2%
6.	Juni	571,6	3,7%
7.	Juli	479	3,1%
8.	August	417,2	2,7%
9.	September	679,7	4,4%
10.	Oktober	1143,3	7,4%
11.	November	1869,5	12,1%
12.	Dezember	2271,2	14,7%
Summe		15.450	100,0%

VS-1: Gas Dezentral (Strombezug aus öff. Verbundnetz)									
Variante 1 - EnEV Standard					Variante 2 - PHPP Standard				
Bezeichnung	Wert	Preis	Gesamtinvest	Summe	Bezeichnung	Wert	Preis	Gesamtinvest	Summe
<i>Leistungsbereiche der Heizungsanlagen</i>									
bis 10 kW	26	3.800,00 €	8.820,00 €	229.320,00 €	bis 10 kW	37	3.800,00 €	8.820,00 €	326.340,00 €
10 - 20 kW	18	4.000,00 €	9.600,00 €	172.800,00 €	10 - 20 kW	17	4.000,00 €	9.600,00 €	163.200,00 €
20 - 50 kW	23	6.000,00 €	13.400,00 €	308.200,00 €	20 - 50 kW	17	6.000,00 €	13.400,00 €	227.800,00 €
50 - 100 kW	8	6.500,00 €	19.100,00 €	152.800,00 €	50 - 100 kW	6	6.500,00 €	19.100,00 €	114.600,00 €
100 - 200 kW	4	9.300,00 €	33.020,00 €	132.080,00 €	100 - 200 kW	3	9.300,00 €	33.020,00 €	99.060,00 €
200 - 400 kW	1	16.200,00 €	42.680,00 €	42.680,00 €	200 - 400 kW	0	16.200,00 €	42.680,00 €	- €
über 400 kW	4	26.000,00 €	66.400,00 €	265.600,00 €	über 400 kW	4	26.000,00 €	66.400,00 €	265.600,00 €
Anzahl der Heizungsanlagen / Kosten	84		15.517,62 €	1.303.480,00 €	Anzahl der Heizungsanlagen	84		14.245,24 €	1.196.600,00 €
<i>Förderung</i>									
Investitionskosten nach Förderung					Investitionskosten nach Förderung				
1.303.480,00 €					1.196.600,00 €				
<i>Kapitalkosten</i>									
Zinsen (jährlich)	6%								
Laufzeit (Jahre)	15								
Kapitalkosten (Annuität p.a.)				134.209,90 €	Kapitalkosten (Annuität)				123.205,24 €
<i>Wartungs- und Unterhaltskosten (jährlich)</i>									
Bis 20 kW	44	190,00 €		8.360,00 €	Bis 20 kW	54	190,00 €		10.260,00 €
Bis 100 kW	31	240,00 €		7.440,00 €	Bis 100 kW	23	240,00 €		5.520,00 €
Ab 100 kW	9	(2,5€/kW)		7.790,97 €	Ab 100 kW	7	(2,5€/kW)		6.921,13 €
Instandhaltung (2,5% p.a.)				32.587,00 €	Instandhaltung (2,5% p.a.)				29.915,00 €
Gesamtkosten Wartung (p.a.)				56.177,97 €	Gesamtkosten Wartung				52.616,13 €
<i>Brennstoffkosten</i>									
Jahresnutzungsgrad	95%				Jahresnutzungsgrad	95%			
Brennstoffkosten / kWh	0,06 €			362.378,06 €	Brennstoffkosten / kWh	0,06 €			269.900,36 €
Preissteigerung (p.a.) / kWh	6%								
Grundpreis bis 10 kW	- €			- €	Grundpreis bis 10 kW	- €			- €
Grundpreis bis 50 kW	69,00 €			2.829,00 €	Grundpreis bis 50 kW	69,00 €			2.346,00 €
Grundpreis ab 50 kW	118,00 €			2.006,00 €	Grundpreis ab 50 kW	118,00 €			1.534,00 €
Brennstoffkosten (p.a.)				367.213,06 €	Brennstoffkosten (p.a.)				273.780,36 €
<i>Personalkosten (p.a.)</i>									
				- €	Personalkosten (p.a.)				- €
Gesamtkosten vor Stromverkauf (p.a.)				557.600,93 €	Gesamtkosten vor Stromverkauf (p.a.)				449.601,73 €
<i>Erlöse aus Stromverkauf</i>									
				- €	Erlöse aus Stromverkauf				- €
Gesamtkosten				557.600,93 €	Gesamtkosten				449.601,73 €
Spezifische Wärmekosten je kWh				0,097 €	Spezifische Wärmekosten je kWh				0,105 €
Spezifische Stromkosten je kWh				0,24 €	Spezifische Stromkosten je kWh				0,24 €
Emissionen Wärme (in t CO2-Äquivalenten)				1485,75	Emissionen Wärme (in t CO2-Äquivalenten)				1106,59
Emissionen Strom (in t CO2-Äquivalenten)				2425,79	Emissionen Strom (in t CO2-Äquivalenten)				2425,79
Emissionen Gesamt (in t CO2-Äquivalenten)				3911,54	Emissionen Gesamt (in t CO2-Äquivalenten)				3532,38

TRASSENERECHNUNG Variante VS-2 bis 5			
Trassenlänge Ringleitung	950 m		DN Ringleitung 70 mm
Trassenlänge zentrale, abgehende Leitungsstränge	1900 m		DN Stickleitung 50 mm
Erschließungsleitungen	1200		DN Hausanschluss 32 mm
Wärmedichte Ringleitung V1	6,055 MWh/a		
Wärmedichte z.a Leitungsstränge V1	3,027 MWh/a		
Wärmedichte Ringleitung V2	4,510 MWh/a		
Wärmedichte z.a Leitungsstränge V2	2,255 MWh/a		
Trassenkosten	300 €/m		
Trassenlänge gesamt VS-2-5	4050 m		
Trassenkosten VS-2-5	1.215.000 €		
Mit BAFA	81.000 €		
Ohne BAFA	243.000 €		
Kosten Übergabestation	4.400 €		
Anzahl Stationen	120		
Gesamtkosten	528.000 €		
Invest	1.743.000 €		
Mit BAFA	1.662.000 €		
Ohne BAFA	1.500.000 €		
Förderbetrag KWK VS-2-5 Ringleitung	66.500 €		
Förderbetrag KWK VS-2-5 Leitungsstränge	95.000 €		
Förderbetrag KWK VS-2-5 Hausanschluss	38.400 €		
Förderbetrag KWK VS-2-5 Gesamt	199.900 €		
Abzüglich Förderkosten BAFA+KW	1.462.100 €		
	934.100 €		
Annuität	150.541,86 €		
TRASSENERECHNUNG Einzelnetze je Baufeld (nicht dargestellt)			
Baufeld X	300 m		
Baufeld I+X	620 m		
Baufeld III	260 m		
Baufeld II	350 m		
Baufeld IV	220 m		
VII	270 m		
VI	120 m		
V	420 m		
VIII+IX	320 m		
Ringleitung + Stich	2880 m		
Erschließungsleitung	600 m		
Trassenkosten	300 €/m		
Trassenlänge gesamt VS-3 bis 5	3480 m		
Trassenkosten VS-3 bis 5	1.044.000 €		
Mit BAFA und KW	823.200 €		
Kosten Übergabestation	4.400 €		
Anzahl Stationen	120		
Gesamtkosten	528.000 €		
Invest	1.572.000 €		
abzüglich Förderung	1.351.200 €		
Annuität	139.123,29 €		

VS-2: BHKW Zentral (Eigenstromnutzung)											
Variante 1 - ENEC Standard					Variante 2 - PHPP Standard						
Bezeichnung	Wert	Leistung (el)	Leistung (th)	Preis	Gesamtwert	Bezeichnung	Wert	Leistung (el)	Leistung (th)	Preis	Gesamtwert
<i>Leistungsbereiche der Heizungsanlagen</i>											
BHKW 1	1	248	300	1.440 €/kWh	432.000,00 €	BHKW 1	183	1	183	1.540 €/kWh	340.956,00 €
BHKW 2	1	168	203	1.560 €/kWh	314.650,00 €	BHKW 2	1	124	150	1.730 €/kWh	259.500,00 €
Kessel Pellets	1	0	3027	220.000,00 €	378.000,00 €	Kessel Pellets	1	0	2.236	150.000,00 €	280.000,00 €
Wärmenetz	1				1.743.000,00 €	Wärmenetz	1				1.743.000,00 €
Anzahl der Heizungsanlagen / Kosten					2.867.650,00 €	Anzahl der Heizungsanlagen / Kosten					2.623.456,00 €
<i>Förderung</i>					280.900,00 €	<i>Förderung</i>					280.900,00 €
Investitionskosten nach Förderung					2.586.750,00 €	Investitionskosten nach Förderung					2.342.556,00 €
<i>Kapitalkosten</i>											
Zinsen (jährlich)	6%					Zinsen (jährlich)	6%				
Laufzeit BHKW+Kessel (Jahre)	15					Laufzeit BHKW+Kessel (Jahre)	15				
Kapitalkosten (Annuität p.a.)					266.338,93 €	Kapitalkosten (Annuität p.a.)					241.196,94 €
<i>Wartungs- und Unterhaltskosten (jährlich)</i>											
Gesamtkosten Wartung (p.a.)					203.520 €	Gesamtkosten Wartung (p.a.)					159.330 €
<i>Brennstoffkosten</i>											
Jahresnutzungsgrad BHKW	42%					Jahresnutzungsgrad BHKW	42%				
Brennstoffkosten BHKW / kWh	0,035 €				294.665,00 €	Brennstoffkosten BHKW / kWh	0,035 €				186.305,00 €
Jahresnutzungsgrad Kessel	92%					Jahresnutzungsgrad Kessel	92%				
Brennstoffkosten Kessel / kWh	0,035 €				83.766,04 €	Brennstoffkosten Kessel / kWh	0,035 €				77.419,42 €
Preissteigerung (p.a.) / kWh	2%					Preissteigerung (p.a.) / kWh	2%				
Brennstoffkosten (p.a.)					378.431,04 €	Brennstoffkosten (p.a.)					263.724,42 €
Personalkosten (p.a.)					20.000,00 €	Personalkosten (p.a.)					20.000,00 €
Gesamtkosten vor Stromverkauf (p.a.)											
BHKW 1	8200 h/a	248			868.289,69 €	BHKW 1	8200 h/a	183			684.251,07 €
BHKW 2	6.100 h/a	168			345.101,92 €	BHKW 2	6.100 h/a	124			254.651,82 €
Erlöse aus Stromverkauf	3058,4 MWh Strom	77%			519.010,48 €	Erlöse aus Stromverkauf	2257 MWh Strom	57%			383.012,90 €
Gesamtkosten					349.279,21 €	Gesamtkosten					301.238,17 €
Spezifische Wärmekosten je kWh					0,061 €	Spezifische Wärmekosten je kWh					0,070 €
Spezifische Stromkosten je kWh (bei Restenergie aus Verbundnetz)					0,185 €	Spezifische Stromkosten je kWh (bei Restenergie aus Verbundnetz)					0,199 €
Spezifische Stromkosten je kWh (bei Restenergie aus PV)					0,170 €	Spezifische Stromkosten je kWh (bei Restenergie aus PV)					0,172 €
Emissionen Wärme (in t CO2-Äquivalenten)					265,88	Emissionen Wärme (in t CO2-Äquivalenten)					184,28
Emissionen Strom (in t CO2-Äquivalenten)					687,94	Emissionen Strom (in t CO2-Äquivalenten)					1097,03
Emissionen Gesamt (in t CO2-Äquivalenten)					953,82	Emissionen Gesamt (in t CO2-Äquivalenten)					1281,30

Berechnung Strom VS-2

PV (Arbeit)	1597482 kWh/a	
PV (Leistung)	1843,25 kW _{el}	
PV (Fläche)	12288 m ²	
Invest Modul+Installation je kWp	1.150 €	
PV Investitionskosten	2.119.735 €	
PV Annuität (20 a/ 6% p.a.)	184.808,17 € /a	
Gesamtinvestitionskosten	2.005 € /kWp	
Wartungskosten	42.394,70 € /a	
Jährliche Gesamtkosten	227.202,87 € /a	
Gestehungskosten pro kWh	0,142 € /kWh	
Betreibergewinn etc.	0,027 € /kWh	
Endkundenpreis	0,17 € /kWh	
Jährliche Stromerzeugung in € (SWE)	378.922,64 € /a	
Stromeigennutzung bzw. Verkauf	271.092,63 € /a	
Jährliche Stromkosteneinsparung	107.830,01 € /a	
Vermiedene Stromkosten	0,068 € /kWh	
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	234,495 € /a	
V1 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	77%	3058 MWh
Mischpreis Netz + BHKW	0,185 €	925 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	179,81 € /a	
V2 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	57%	2257 MWh
Mischpreis Netz + BHKW	0,20 €	1726 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	132,63 € /a	
V1 Prozentuale Deckung Strom (+PV)	116,89%	4656 MWh
Mischpreis Netz + BHKW + PV	0,170 €	925 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	296,97 € /a	
V2 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	97%	3854 MWh
Mischpreis Netz + BHKW + PV	0,172 €	129 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	118,93 € /a	

VS-3: Pelletkessel		Variante 1 - EnEV Standard		Variante 2 - PHPP Standard		Gesamtinvest		Gesamtinvest		
Bezeichnung	Wert	Leistung (el)	Leistung (th)	Preis	Bezeichnung	Wert	Leistung (el)	Leistung (th)	Preis	
<i>Leistungsbereiche der Heizungsanlagen</i>										
Kessel Pellets		1	0	3027	220.000,00 €	508.000,00 €	1	0	2.236	150.000,00 €
Wärmenetz		1			1.743.000,00 €	1.743.000,00 €	1			1.743.000,00 €
Anzahl der Heizungsanlagen / Kosten				2.251.000,00 €				2.153.000,00 €		
<i>Förderung</i>				280.000,00 €				280.000,00 €		
Investitionskosten nach Förderung				1.970.100,00 €				1.872.100,00 €		
<i>Kapitalkosten</i>										
Zinsen (jährlich)	6%							6%		
Laufzeit Kessel (Jahre)	15							15		
Kapitalkosten (Annuität p.a.)				202.846,94 €				192.756,59 €		
<i>Wartungs- und Unterhaltskosten (jährlich)</i>										
Gesamtkosten Wartung (p.a.)				116.929 €				99.195 €		
<i>Brennstoffkosten</i>										
Jahresnutzungsgrad Kessel	92%							92%		
Brennstoffkosten Kessel / kWh	0,035 €			218.827,33 €				0,035 €		
Preissteigerung (p.a.) / kWh	2%							2%		
Brennstoffkosten (p.a.)				218.827,33 €				162.983,31 €		
Personalkosten (p.a.)				35.000,00 €				35.000,00 €		
Gesamtkosten vor Stromverkauf (p.a.)				573.603,33 €				489.934,62 €		
Erlöse aus Stromverkauf				- €				- €		
Gesamtkosten				573.603,33 €				489.934,62 €		
Spezifische Wärmekosten je kWh				0,100 €				0,114 €		
Spezifische Stromkosten je kWh				0,24 €				0,24 €		
Emissionen Wärme (in t CO₂-Äquivalenten)				156,31				116,42		
Emissionen Strom (in t CO₂-Äquivalenten)				2425,79				2425,79		
Emissionen Gesamt (in t CO₂-Äquivalenten)				2582,09				2542,20		

Photovoltaikberechnung VS-3

PV (Arbeit)	1597482 kWh/a	
PV (Leistung)	1843,25 kW _{el}	
PV (Fläche)	12288 m ²	
Invest Modul+Installation je kWp	1.150 €	
PV Investitionskosten	2.119.735 €	
PV Annuität (20 a/ 6% p.a.)	184.808,17 € /a	
Gesamtinvestitionskosten	2.005 € /kWp	
Wartungskosten	42.394,70 € /a	
Jährliche Gesamtkosten	227.202,87 € /a	
Gestehungskosten pro kWh	0,142 € /kWh	
Betreibergewinn etc.	0,027 € /kWh	
Endkundenpreis	0,17 € /kWh	
Jährliche Stromerzeugung in € (SWE)	378.922,64 € /a	
Stromeigennutzung bzw. Verkauf	271.092,63 € /a	
Jährliche Stromkosteneinsparung	107.830,01 € /a	
Vermiedene Stromkosten	0,068 € /kWh	
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	234,495 € /a	
V1 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	40%	1593 MWh
Mischpreis Netz + PV	0,210 €	2390 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	93,56 € /a	
V2 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	40%	1593 MWh
Mischpreis Netz + PV	0,21 €	2390 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	93,56 € /a	

VS-3: BHKW Zentral (Eigenstromnutzung) und Solarenergienutzung									
Variante 1 - EnEV Standard					Variante 2 - pHP Standard				
Bezeichnung	Wert	Leistung (el)	Leistung (th)	Preis	Bezeichnung	Wert	Leistung (el)	Leistung (th)	Preis
Leistungsbeiträge der Heizungsanlagen					Leistungsbeiträge der Heizungsanlagen				
BHKW 1	1	207	250	1.600 €/MWh	BHKW 1	400.000,00 €	1	74	90
BHKW 2	1	168	203	1.560 €/MWh	BHKW 2	316.680,00 €	1	50	60
Kessel Pellets	1	0	3027	220.000,00 €	Kessel Pellets	378.000,00 €	1	0	2.236
Solarthermie	1	0	588	823.725,00 €	Solarthermie	823.725,00 €	1	0	588
PV	1	0	0	0	PV	0	1	0	0
Wärmenetz	1	1	1	1.743.000,00 €	Wärmenetz	1.743.000,00 €	1	1	0
Anzahl der Heizungsanlagen / Kosten				3.661.405,00 €	Anzahl der Heizungsanlagen / Kosten				3.133.225,00 €
Förderung Wärmenetz				280.900,00 €	Förderung Wärmenetz				149,47 €
Förderung Solarthermie				93.355,60 €	Förderung Solarthermie				93.355,60 €
Investitionskosten nach Förderung				3.287.149,40 €	Investitionskosten nach Förderung				2.758.969,40 €
Kapitalkosten					Kapitalkosten				
Zinsen (jährlich)	6%				Zinsen (jährlich)	6%			
Laufzeit BHKW+Kessel (Jahre)	15				Laufzeit BHKW+Kessel (Jahre)	15			
Laufzeit Solarthermie	15				Laufzeit Solarthermie	15			
Kapitalkosten (Annuität p.a.)				338.453,99 €	Kapitalkosten (Annuität p.a.)				284.071,12 €
Wartungs- und Unterhaltskosten (jährlich)					Wartungs- und Unterhaltskosten (jährlich)				
Gesamtkosten Wartung (p.a.)				209.864 €	Gesamtkosten Wartung (p.a.)				102.515 €
Brennstoffkosten					Brennstoffkosten				
Jahresnutzungsgrad BHKW	42%				Jahresnutzungsgrad BHKW	42%			
Brennstoffkosten BHKW / kWh	0,035 €			268.916,67 €	Brennstoffkosten BHKW / kWh	0,035 €			73.750,00 €
Jahresnutzungsgrad Kessel	92%				Jahresnutzungsgrad Kessel	92%			
Brennstoffkosten Kessel / MWh	0,035 €			83.766,04 €	Brennstoffkosten Kessel / MWh	0,035 €			111.391,30 €
Preissteigerung (p.a.) / kWh	2%				Preissteigerung (p.a.) / kWh	2%			
Brennstoffkosten (p.a.)				352.682,70 €	Brennstoffkosten (p.a.)				185.141,30 €
Personalkosten (p.a.)				20.000,00 €	Personalkosten (p.a.)				20.000,00 €
Gesamtkosten vor Stromverkauf (p.a.)				921.000,47 €	Gesamtkosten vor Stromverkauf (p.a.)				591.727,81 €
BHKW 1	6480 h/a	207		227.628,79 €	BHKW 1	6480 h/a	74		81.792,60 €
BHKW 2	5.040 h/a	168		143.688,38 €	BHKW 2	5.040 h/a	50		42.410,98 €
Erlöse aus Stromverkauf				371.317,18 €	Erlöse aus Stromverkauf				124.205,97 €
Erlöse aus Stromverkauf				2188,08 MWh Strom	Erlöse aus Stromverkauf				731,9008264 MWh Strom
Gesamtkosten				549.683,29 €	Gesamtkosten				467.524,24 €
Spezifische Wärmekosten je kWh				0,096 €	Spezifische Wärmekosten je kWh				0,109 €
Emissionen Wärme (in t CO2-Aquivalenten)				255,21	Emissionen Wärme (in t CO2-Aquivalenten)				156,31
Emissionen Strom (in t CO2-Aquivalenten)				1179,49	Emissionen Strom (in t CO2-Aquivalenten)				1924,70
Emissionen Strom bei PV-Nutzung (in t CO2-Aquivalenten)				431,23	Emissionen Strom bei PV-Nutzung (in t CO2-Aquivalenten)				1175,45
Emissionen Gesamt (in t CO2-Aquivalenten)				1434,69	Emissionen Gesamt (in t CO2-Aquivalenten)				2080,00
Emissionen Gesamt bei PV-Nutzung (in t CO2-Aquivalenten)				686,44	Emissionen Gesamt bei PV-Nutzung (in t CO2-Aquivalenten)				1331,75

Solarberechnung VS-4

Solarthermie (Arbeit)	470700 kWh/a	
Solarthermie (Leistung)	588,4 kW _{th}	10,23%
Solarthermie (Fläche)	1176,75 m ²	
Solarthermie Investitionskosten	823.725,00 €	(inkl. Speicher und Installator)

PV (Arbeit)	1444504 kWh/a
PV (Leistung)	1666,74 kW _{el}
PV (Fläche)	11112 m ²
Invest Modul+Installation je kWp	1150 €

PV Investitionskosten	1.916.746 €
PV Annuität (20 a/ 6% p.a.)	167.110,64 € /a
Gesamtinvestitionskosten	2.005 € /kWp
Wartungskosten	38.334,92 € /a
Jährliche Gesamtkosten	205.445,56 € /a
Gestehungskosten pro kWh	0,142 € /kWh
Betreibergewinn etc.	0,027 € /kWh
Endkundenpreis	0,17 € /kWh

Jährliche Stromerzeugung in € (SWE)	342.636,37 € /a	
Stromeigennutzung bzw. Verkauf	245.132,35 € /a	
Jährliche Stromkosteneinsparung	97.504,03 € /a	
Vermiedene Stromkosten	0,068 € /kWh	
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	234,495 € /a	
V1 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	91%	3625 MWh
Mischpreis Netz, BHKW, PV	0,176 €	358 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	213,15 € /a	
V2 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	55%	2191 MWh
Mischpreis Netz, BHKW, PV	0,20 €	1792 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	128,74 € /a	

VS-5: Geothermie, PV, Holzpelletkessel, BHKW dezentral		Nennwert (Kosten/Arbeit/Leistung)		Variante 2	
Variante 1		Leistung (el)	Leistung (th)	Leistung (el)	Leistung (th)
Wärmebedarf	5752033 kWh				4284133 kWh
Wärmeleistung maximal	3027,386 kW				2254806,69 kW
Strombedarf	3983227,00 kWh				3983227,00 kWh
Anlagen					
Geothermie	0	1631	0	0	1275
<i>Arbeit</i>	<i>3149</i>				<i>2500</i>
<i>Wärmepumpe nach Förderung</i>					
Sonden	1.007.644,44 €				785.075,00 €
<i>Arbeit</i>	<i>1.835.000,00 €</i>				<i>1.435.000,00 €</i>
Holzpelletkessel	5.015.223,66 €				1.435.000,00 €
<i>Arbeit</i>	<i>417.779,22 €</i>				<i>311.163,32 €</i>
Investitionskosten	3.260.423,66 €				2.531.238,32 €
Wärmenetzkosten	1.462.100 €				1.462.100 €
Investitionskosten	4.722.524 €				3.993.338 €
Anmütät	482.244,09 € /a				411.165,15 € /a
Wartungskosten	65.208,47 € /a				50.624,77 € /a
Brennstoffkosten	232.626,20 € /a				173.937,11 € /a
Personalkosten	32.604,24 € /a				25.312,38 € /a
Erlöse aus Stromverkauf	0 /a				0 /a
Gesamtkosten	812.683,00 € /a				661.039,41 € /a
Spezifische Wärmekosten	0,141 €				0,154 €
Emissionen Wärme (in t CO2-Äquivalenten)	136,86				100,98
Emissionen Strom bei PV-Nutzung (in t CO2-Äquivalenten)	1939,43				1845,28
Emissionen Gesamt bei PV-Nutzung (in t CO2-Äquivalenten)	2076,29				1946,26

Berechnung Strom VS-5

PV (Arbeit)	1597482 kWh/a	
PV (Leistung)	1843,25 kW _{el}	
PV (Fläche)	12288 m ²	
Invest Modul+Installation je kWp	1150 €	
PV Investitionskosten	2.119.735 €	
PV Annuität (20 a/ 6% p.a.)	184.808,17 € /a	
Gesamtinvestitionskosten	2.005 € /kWp	
Wartungskosten	42.394,70 € /a	
Jährliche Gesamtkosten	227.202,87 € /a	
Gestehungskosten pro kWh	0,142 € /kWh	
Betreibergewinn etc.	0,027 € /kWh	
Endkundenpreis	0,1697 € /kWh	
Jährliche Stromerzeugung in € (SWE)	378.922,64 € /a	
Stromeigennutzung bzw. Verkauf	271.092,63 € /a	
Jährliche Stromkosteneinsparung	107.830,01 € /a	
Vermiedene Stromkosten	0,068 € /kWh	
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	234,495 € /a	
V1 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	17%	3960 MWh
Mischpreis Netz + PV	0,226 €	810 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	39,59 € /a	
V2 Prozentuale Deckung Strom (+BHKW)	20%	3636 MWh
Mischpreis Netz + PV	0,223 €	972 MWh
<i>Durschnittshaushalt Jahresersparnis</i>	49,25 € /a	



Vormsteigen 16 (VIII, #1)

Status Quo

Baujahr	1900 (geschätzt)
BGF geschätzt (in m ²)	306 m ²
WES	1
GES	2
Heizung	Zentral, Gas
Heizkosten Monat/m ²	1,26 €
Heizkosten a/m ²	15,17 €
Heizkosten 3-Zimmer-Wohnung/a	1.320,00 €
Heizwärmebedarf in kWh/a*m²	202,3

Sanierung

Jahr der Sanierung	2015 (Prognose)
BGF geschätzt (in m ²)	306 m ²
Wohneinheiten	1
Gewerbeeinheiten	2
Heizung	Nahwärme
Heizkosten Monat/m ²	0,47 €
Heizkosten a/m ²	5,63 €
Heizkosten 3-Zimmer-Wohnung/a	489,38 €
Heizwärmebedarf in kWh/a*m²	75,0

Solarnutzung (PV)

Potenitielle Solarfläche	10 m ²
Dachneigung	60°
Kollektorfläche	10 m ²
Nennleistung	1,5 kWp
Jährliche Stromproduktion	1,3 MWh/a
Investitionskosten	2.700,00 €
Laufzeit	15 Jahre
Jährliche Investitionskosten	190,80 €
Jährlicher Ersparnis (bei Eigenverbr.)	359,10 €

<http://www.immobilienscout24.de/expose/71643665>

Vor einigen Jahrzehnten teilsaniert

Primärenergie jetzt	316 kWh/m ² a
Dach 40cm	10%
Dach, 16cm	9%
Geschossdecke 40cm	9%
Geschossdecke 16cm	8%
Außenwände (alle) 12cm	23%
Außenwände (alle) 30cm	24%
Fussboden 2cm	3%
Fussboden 10cm	5%
Fussboden 20cm	6%
Fenstererneuerung	2%
Heizungserneuerung	29%
Solaranlage Warmwasser	5%
Primärenergieverbrauch n. Sanierung	83 kWh/m ² a
Maximale Einsparung (85%), alle Maßn.	47,4 kWh/m ² a

(bei Einfachverglasung 6% erreichbar)



Vornstegen 25 (VII, #9)

Status Quo

Baujahr	1910 (geschätzt)
BGF geschätzt Etagen mit Wohneinheiten	789 m ² 2
Gewerbefläche	167 m ²
Heizkosten pro Monat	320,00 €
Heizung	Zentral, Gas
Heizkosten Monat/m ²	1,92 €
Heizkosten a/m ²	22,99 €
Heizkosten Gewerbeinheit/a	3.840,00 €
Heizwärmebedarf in kWh/a*m²	306,6

Sanierung

Jahr der Sanierung	1910 (Prognose)
BGF geschätzt (in m ²) Etagen mit Wohneinheiten	263 m ² 2
Heizung	Nahwärme
Heizkosten Monat/m ²	0,56 €
Heizkosten a/m ²	6,68 €
Heizkosten Gewerbeinheit/a	1.114,73 €
Heizwärmebedarf in kWh/a*m²	89,0

Solarnutzung (PV)

Potenitielle Solarfläche	210 m ²
Dachneigung	0°
Kollektorfläche	84 m ²
Nennleistung	12,6 kWp
Jährliche Stromproduktion	10,92 MWh/a
Investitionskosten	22.680,00 €
Laufzeit	15 Jahre
Jährliche Investitionskosten	1.602,72 €
Jährlicher Ersparnis (bei Eigenverbr.)	3.016,46 €

<http://www.berning-immo.de/gewerbe-details/kategorie/gewerbe/ort/elmshorn/objekt/GEW2021.html?&kategoriefilter=gewerbe&sort=sorting&perPage=>

Vor mehreren Jahrzehnten teilsaniert

Primärenergie jetzt	338 kWh/m ² a
Dach 40cm	20%
Dach 16cm	19%
Geschossdecke 40cm	9%
Geschossdecke 16cm	8%
Außenwände (alle) 12cm	16%
Außenwände (alle) 30cm	17%
Fussboden 2cm	1%
Fussboden 10cm	3%
Fussboden 20cm	4%
Fenstererneuerung	2%
Heizungserneuerung	30%
Warmwasserbereitung	9%
Solaranlage Warmwasser	9%
Primärenergieverbrauch n. Sanierung	98,02 kWh/m ² a
Maximale Einsparung (82%)	60,84 kWh/m ² a

(bei Einflächverglasung 6% erreichbar)

Osterfeld Za (VII, #15)



Status Quo

Baujahr	1980 (geschätzt)
BGF	2808 m ²
Wohnheiten	24
Fläche Wohnheit	67 m ²
Heizkosten pro Monat	70,00 €
Heizung	Zentral, Gas
Heizkosten Monat/m ²	1,04 €
Heizkosten a/m ²	12,54 €
Heizkosten 2,5-Zimmer Wohnung/a	840,00 €
Heizwärmebedarf in kWh/a*m²	167,2

Sanierung

Sanierung	2014 (Prognose)
BGF	2808 m ²
Wohnheiten	24
Fläche Wohnheit	67 m ²
Heizkosten pro Monat	35,00 €
Heizung	Nahwärme
Heizkosten Monat/m ²	0,52 €
Heizkosten a/m ²	6,27 €
Heizkosten 2,5-Zimmer Wohnung/a	420,00 €
Heizwärmebedarf in kWh/a*m²	83,6

Solarnutzung (PV)

Potentielle Solarfläche	280 m ²
Dachneigung	flach
Kollektorfläche	112 m ²
Nennleistung	1,68 kWp
Jährliche Stromproduktion	14,56 MWh/a
Investitionskosten	30.240,00 €
Laufzeit	15 Jahre
Jährliche Investitionskosten	2.136,96 €
Jährlicher Ersparnis (bei Eigenverbr.)	4.021,95 €

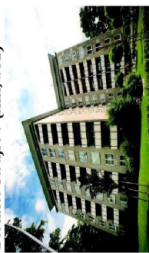
<http://www.immonet.de/angebot/12783593?drop=simp>

[171]

Schönheitsanierungen erfolgt

Primärenergie jetzt	184 kWh/m ² a
Dach, 40cm	8%
Dach, 16cm	7%
Geschossdecke 40cm	9%
Geschossdecke 16cm	8%
Außenwände (alle) 12cm	16%
Außenwände (alle) 30cm	18%
Fussboden 2cm	2%
Fussboden 10cm	4%
Fussboden 20cm	5%
Fenstererneuerung	9%
Heizungserneuerung	30%
Warmwasserbereitung	2%
Solaranlage Warmwasser	8%
Primärenergieverbrauch n. Sanier	69,92 kWh/m ² a
Maximale Einsparung (69%)	57,04 kWh/m ² a

Berliner Straße 7 (XIII, #32)



Status Quo

Baujahr	1960
BGF geschätzt	9000 m ²
WES	104
Heizung	Zentral, Gas
Heizkosten Monat/m ²	1,25 €
Heizkosten a/m ²	15,00 €
Heizkosten 2-Zimmer Wohnung/a	840,00 €
Heizwärmebedarf in kWh/a*m²	200

Sanierung

Jahr der Sanierung	2018 (Prognose)
BGF geschätzt (in m ²)	9000 m ²
WES	104
Heizung	Nahwärme
Heizkosten Monat/m ²	0,36 €
Heizkosten a/m ²	4,28 €
Heizkosten 3-Zimmer Wohnung/a	371,93 €
Heizwärmebedarf in kWh/a*m²	57,0

Solarnutzung (PV)

Potentiale Solarfläche	800 m ²
Dachneigung	0°
Kollektorfläche	320 m ²
Nennleistung	48 kWp
Jährliche Stromproduktion	41,6 MWh/a
Investitionskosten	86.400,00 €
Laufzeit	15 Jahre
Jährliche Investitionskosten	6.105,60 €
Jährlicher Ersparnis (bei Eigenverbr.)	11.491,28 €

http://www.immobilienscout24.de/expose/64356349?referrer=RESULT_LIST_LISTING&navigationServiceUrl=%2FSuche%2Fcontroller%2Fnavigate.go%3FsearchUrl%3D%2FPF-2%2FWohnung-Miete%2FSchleswig-Holste

1990 Teilsanierung erfolgt

Primärenergie jetzt	220 kWh/m ² a
Dach 40cm	10%
Dach, 16cm	9%
Außenwände (alle) 12cm	26%
Außenwände (alle) 30cm	29%
Fussboden 2cm	1%
Fussboden 10cm	2%
Fussboden 20cm	3%
Fenstererneuerung	7%
Heizungserneuerung	27%
Warmwasser optimieren	2%
Solaranlage Warmwasser	9%
Primärenergieverbrauch n. Sanierung	57 kWh/m ² a
Maximale Einsparung (84%), alle Maßn.	57,2 kWh/m ² a

„Ich versichere, dass ich die Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Veröffentlichungen oder anderen Quellen (auch Internet) entnommen sind, sind als solche eindeutig kenntlich gemacht. Die Arbeit ist noch nicht veröffentlicht und noch nicht als Studienleistung zur Anerkennung oder Bewertung vorgelegt worden.“

Datum

Unterschrift

