

# ENERGETISCHE STADTSANIERUNG BERGEDORF - SÜD



## Auftraggeber und Fördermittelgeber

Freie und Hansestadt Hamburg

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU)

#### AUFTRAGGEBER:

Amt für Natur- und Ressourcenschutz Abteilung Energie (NR 2) Referat Wärmekonzepte

Neuenfelder Straße 19 21109 Hamburg



#### UNTER BETEILIGUNG VON:

Amt für Wohnen, Stadterneuerung und Bodenordnung Abteilung 2 Integrierte Stadtteilentwicklung

Bezirksamt Bergedorf Fachamt Sozialraummanagement Wentorfer Straße 38 21029 Hamburg



#### KfW

Anstalt öffentlichen Rechts Palmengartenstraße 5-9 60325 Frankfurt am Main



### **Auftragnehmer/Bearbeitungsteam**

Metropol Grund GmbH Winterstraße 4-8 22765 Hamburg PROJEKTLEITUNG STÄDTEBAU UND ARCHITEKTUR BAUPHYSIK



Henrik Diemann Michael Wulf Julia Bärschneider

#### MegaWATT

Ingenieursgesellschaft für Wärmeund Energietechnik mbH Paul-Lincke-Ufer 8b 10999 Berlin

WÄRMVERSORGUNG ENERGIENETZE

Jan Schülecke Christoph von Lindenfels

### konsalt

Gesellschaft für Stadt- und Regionalanalysen und Projektentwicklung mbH Altonaer Poststraße 13 22767 Hamburg

ÖFFENTLICHKEITSARBEIT KOMMUNIKATION

Margit Bonacker Peter C. Kowalsky



Mega: watt





### Vorwort

Der Gebäudebereich nimmt eine Schlüsselrolle beim Erreichen der Ziele der Bundesregierung zur Energiewende bis 2050 ein. Insgesamt entfallen auf den Gebäudesektor durch den Bedarf an Heizwärme, Warmwasser und Klimakälte der privaten Haushalte, Gewerbe/Handel und Dienstleistung sowie der Industrie rund 31 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs. <sup>1</sup>. Der energetischen Sanierung des Gebäudebestands (Sanierungsrate), der Steigerung der Energieeffizienz sowie dem Einsatz erneuerbarer Energien kommen daher eine wichtige energiepolitische Bedeutung zu. Um dieses Ziel zu realisieren, sind energetische Gebäudeoptimierungen und innovative kommunale Energieversorgungskonzepte notwendig. Mit dem Bundesprogramm "Energetische Stadtsanierung" der KfW (Kreditanstalt für den Wiederaufbau) soll im Rahmen von integrierten Quartierskonzepten gezeigt werden, wie die Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und der Infrastruktur insbesondere zur Wärmeversorgung entwickelt und umgesetzt werden können.

Im Rahmen des Konzepts soll "unter Beachtung aller anderen relevanten städtebaulichen, denkmalpflegerischen, baukulturellen, wohnungswirtschaftlichen und sozialen Aspekte" aufgezeigt werden, welche technischen und wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale im Quartier bestehen. Darüber hinaus geht es darum, konkrete Maßnahmen zu ergreifen, um Energie einzusparen und CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Das Konzept soll eine zentrale strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe bilden, um eine an energetischen Maßnahmen ausgerichtete Investitionsplanung für die öffentliche Hand und Private zu erleichtern. Zeitgleich wird in Hamburg ein weiteres Gebiet (Hamburg-Dulsberg) untersucht.

Eine wesentliche Grundlage der Erarbeitung des integrierten energetischen Quartierskonzept für Bergedorf-Süd ist das "Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung" der Bundesregierung vom 28. September 2010, in dem die Bedeutung der erneuerbaren Energien "als tragende Säule" der zukünftigen Energieversorgung herausgestellt wird .² Weitere Grundlagen sind das Klimaschutzkonzept vom 20. Dezember 2011³ sowie der Masterplan Klimaschutz der Freien und Hansestadt Hamburg ⁴ als Fortschreibung des Klimaschutzkonzepts 2007–2012. Hamburg bestätigt darin das Ziel der

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.), : Erster Monitoring-Bericht. Energie der Zukunft. 2012, S. 67f..

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Das Energiekonzept. Beschluss des Bundeskabinetts vom 28. September 2010.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft; "Fortschreibung des Hamburger Klimaschutzkonzepts 2007-2012"

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Mitteilung des Senats an die Bürgerschaft: Masterplan Klimaschutz. Drucksache 20/8493 vom 25. Juni 2013.



Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 40 Prozent bis 2020 und um mindestens 80 Prozent bis 2050, um die weltweite Erwärmung auf 2° C zu begrenzen. Auftraggeberin des Gutachtens ist die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Amt Natur- und Ressourcenschutz. Die Erarbeitung erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Bezirksamt Hamburg-Bergedorf, Fachamt Sozialraummanagement. Mit der Bearbeitung des Konzepts wurde ein interdisziplinäres Gutachterteam aus Architekten, Stadtplanern, Ingenieuren und Soziologen beauftragt. Ein wesentlicher Schwerpunkt war neben den Aspekten der Gebäudesanierung, Energieeffizenz und Energieversorgung auch die Kommunikation mit den Akteuren und Bewohnern.

Wir bedanken uns bei allen Beteiligten, die die Arbeit an diesem Konzept unterstützt haben, insbesondere den Grundeigentümern und Akteuren aus Bergedorf-Süd für die Bereitstellung von Informationen und Unterlagen.



## Inhalt

1	Vorwort	/orwort7		
	Inhalt		11	
	1.1 Au	ıfgaben und Zielsetzung	15	
2	Fördergr	undlage	17	
	2.1 U	ntersuchungsgebiet	19	
	2.2 Er	läuterungen zur Methodik	21	
3	Akteursk	peteiligung	28	
	3.1 Öffentlichkeitsarbeit		29	
	3.2 Pr	int- und Online Medien	31	
	3.3 Ru	ınde Tische und Quartiersgespräche	33	
	3.4 Fa	zit der Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung	37	
4	Ausgang	sanalyse	39	
	4.1 St	ädtebau und Architektur	39	
	4.1.1	Architektur und Stadtbildqualität	39	
	4.1.2	Nutzungssektoren	40	
	4.1.3	Denkmalschutz und Architekturrelevanz	42	
	4.1.4	Sanierungszustand	45	
	4.1.5	Bewohnerstruktur	46	
	4.1.6	Beschreibung der Referenzgebäude	48	
	4.1.7	Städtebauliche Konzepte und Planrecht	72	
	4.2 Er	nergieversorgung	77	
	4.2.1	Energieträger	77	
	4.2.2	Erdgasnetz	78	
	4.2.3	Wärmeverbrauch (Erdgas und Strom)	78	
	4.2.4	Stromverbrauch	83	
	4.3 Er	nergiebedarf der Gebäude nach EnEV	84	
	4.3.1	Bilanzierungsergebnisse der Referenzgebäude: Nutzwärmebedarf	86	
	4.3.2	Nutzwärmebedarf der Baucluster	87	
	4.3.3	Endenergie- und Primärenergiebedarf Referenzgebäude und Baucluster	88	
	4.4 Er	gebnisse der Bedarfs- und Verbrauchs-ermittlungen für das Quartier	91	
	4.4.1	Ergebnisse der Energiebedarfsermittlungen	91	

	4.4.2	Ergebnisse der Verbrauchsermittlung	91
	4.4.3	Vergleich Bedarfsermittlung mit der Verbrauchsermittlung	93
5	Potenzia	ıle	95
	5.1 W	ärme- und Stromversorgung durch erneuerbare Energien	95
	5.2 G	ebäudesanierungspotenziale	98
	5.3 St	ädtebauliche Potenziale	100
	5.3.1	Umstrukturierung / Neuordnung	102
	5.3.2	Aufstockungen	102
	5.3.3	Nachverdichtung	103
	5.3.4	Neuentwicklungen	104
6	Maßnah	menempfehlungen	106
	6.1 G	ebäude	106
	6.2 R	eduktionspfade Gebäude und Energieversorgung	126
	6.2.1	Reduktionspfad für Gebäude	126
	6.2.2	Reduktionspfad für die Energieversorgung im Untersuchungsgebiet:	129
	6.2.3	Prognose des Energiebedarfs Neubaugebiet am Brookdeich	130
	6.2.4	Technische Varianten der Energieversorgung	132
	6.2.5	Energie- und Schadstoffbilanz	145
	6.3 W	/irtschaftlichkeitsbetrachtung	153
	6.3.1	Kosten und Wirtschaftlichkeit	153
7	Handlun	gsempfehlungen	161
8	Maßnah	men zur Erfolgskontrolle	176
9	Fazit		181
10	Anhang		183
	10.1	Literaturverzeichnis	183
	10.2	Glossar	185
	10.3	Abkürzungsverzeichnis	188
	10.4	Daten- und Bearbeitungsgrundlagen	191
	10.5	Anlagen	195

### 1.1 Aufgaben und Zielsetzung

Der Gebäudebestand in Deutschland umfasst rund 18 Millionen Wohn- und 1,7 Millionen Nichtwohngebäude (kommunal, sozial und gewerblich). 75 % des Gebäudebestandes wurden vor 1979 mit aus heutiger Sicht oft schlechter energetischer Qualität errichtet. Im Jahr 2007 entfielen innerhalb des Gebäudesektors rund zwei Drittel des Endenergieverbrauchs auf ca. 18 Millionen Wohngebäude. Trotz der deutlich geringeren Anzahl von nur 1,7 Millionen Einheiten entfällt ein Drittel auf Nichtwohngebäude. Die Bundesregierung strebt mit ihrem Energiekonzept bis 2050 einen nahezu klimaneutralen Gebäudebestand an.<sup>5</sup>

Die Freie und Hansestadt Hamburg strebt mit dem Masterplan Klimaschutz an, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen zentraler Handlungsbereiche bis 2050 auf ein Minimum reduziert werden. In Hamburg entfielen allein auf den Sektor Haushalte und gewerbliche Kleinverbraucher im Jahr 2009 fast 50 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen<sup>6</sup>. Die Hamburger Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt stieß im Jahr 2012 Maßnahmen in Quartieren durch die Nutzung der Förderprogramme Energetische Stadtsanierung an. Damit werden breitere Einsatzmöglichkeiten unter anderem für erneuerbare Energien in innerstädtischen Altbauquartieren geschaffen und es sollen weitere Akteure in den Sanierungsprozess einbezogen werden.

Das Gebiet Bergedorf-Süd wurde 2011 auf der Basis eines Integrierten Entwicklungskonzeptes (IEK) per Senatsabschluss als Fördergebiet der Integrierten Stadtentwicklung im Bund-Länder-Programm "Aktive Stadt- und Ortsteilzentren" festgelegt. Auf dieser Grundlage wurde das Gebiet Bergedorf-Süd als Pilotgebiet für das KfW Programm "Energetische Stadtsanierung -Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte" ausgewählt.

Ziel des Gutachtens ist es, ein Energiekonzept für Bergedorf-Süd zu entwickeln, das einen Weg aufzeigt, wie der Primärenergiebedarf des Untersuchungsgebietes bereits bis zum Jahr 2030 um etwa 50 % (gegenüber 1990) gesenkt werden kann. Dabei soll der Endenergiebedarf aller Gebäude je m² Geschossfläche im Jahr 2030 möglichst deutlich unter 100kWh/a liegen. Darüber hinaus wird anhand der Potenziale im Bereich Energieversorgung und Effizienzsteigerung aufgezeigt, wie bis zum Jahr 2050 insgesamt 80 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen gegenüber dem Basisjahr 1990 vermieden werden können.

Für das Gutachten war es erforderlich, zunächst den Status Quo des Quartiers bezüglich der maßgeblichen Energiekennwerte (Primärenergiebedarf, Endenergiebedarf, Energieverbrauch und CO<sub>2</sub> –Ausstoß) detailliert zu erfassen. Für das Konzept zur energetischen Sanierung des Untersuchungsgebiets sollte ein konkreter Maßnahmenkatalog zur vorrangigen energetischen Gebäudesanierung sowie zur Nahwärmeversorgung und Nutzung erneuerbarer Energien entwickelt werden. Dieser Maßnahmenkatalog zielt darauf, wie Primärenergiebedarf, Endenergiebedarf und CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2020, 2033 und 2050 gesenkt werden können. Eine wichtige Zielsetzung war es, die im Untersuchungsgebiet denkmalgeschützten Gebäude, die für die Stadtgestalt erhaltenswerten

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> vergl. . http://www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/SW/energetische-stadtsanierung.html?nn=78052

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> Hamburger Klimaschutzkonzept, Fortschreibung 2011/12

gründerzeitlichen Ensembles und die besonders schützenswerte Backsteinarchitektur zu erfassen und bei den vorgeschlagenen energetischen Sanierungsmaßnahmen besonders zu berücksichtigen.

Ein wesentlicher Aspekt im Rahmen des Gutachtens war die Kommunikation mit privaten Akteuren, insbesondere mit den privaten Grundeigentümern. In Einzelgesprächen und Gesprächsrunden sollten Chancen und Hemmnisse für mögliche Einspar- und Effizienzpotenziale aufgezeigt und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet werden.

# 2 Fördergrundlage

#### KfW-Programm 432

Die KfW ist in Deutschland die wichtigste Förderbank für Privatpersonen, Unternehmen, Städte, Gemeinden, gemeinnütziger und sozialer Organisationen.

Städte, Gemeinden und deren kommunale Unternehmen stellen ihren Bürgerinnen und Bürgern ein breites Maß an öffentlichen Dienstleistungen zur Verfügung. Damit dies auch weiterhin auf einem guten Niveau, trotz angespannter Haushaltslagen, angeboten werden kann, bietet die KfW langfristige und zinsgünstige Kredite für Städte und Gemeinden.

Die KfW bietet auch Programme, die sich besonders auf die Strukturstärkung von Regionen beziehen, dazu zählen die Entwicklung von Gewerbegebieten, Straßenbau, aber auch Investitionen in die Gebäudesanierung zur Steigerung der Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energien. Gemäß den Vorgaben der KfW für das Programm 432 "Energetische Stadtsanierung- Zuschuss" werden Konzepte gefördert, wie die Energieeffizienz auf Quartiersebene erhöht werden kann.



Abbildung 1: Organigramm des Förderprogrammes; Quelle: BMVBS

Das Förderprogramm ist Bestandteil des Energiekonzepts der Bundesregierung vom 28.09.2010. Zur Erreichung der Klimaschutzziele bis 2020 bzw. 2050 sind weitere Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in den Kommunen dringend erforderlich. Seit 2008 wird die Erstellung kommunaler Klimaschutzkonzepte für alle klimarelevanten Bereiche einer Kommune im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) finanziell unterstützt. Mit dem neuen KfW-Programm "Energetische

Stadtsanierung" sollen nun vertiefte integrierte Quartierskonzepte zur Steigerung der Energieeffizienz der Gebäude und der Infrastruktur, insbesondere zur Wärmeversorgung entwickelt und umgesetzt werden. Diese Konzepte werden, sofern vorhanden, aus integrierten Stadt(teil)entwicklungskonzepten oder aus wohnwirtschaftlichen Konzepten bzw. kommunalen Klimaschutzkonzepten (NKI) der jeweiligen Kommune unter Berücksichtigung der kommunalen energetischen Ziele abgeleitet. Integrierte Quartierskonzepte zeigen unter Beachtung aller anderen relevanten städtebaulichen, denkmalpflegerischen, baukulturellen, wohnungswirtschaftlichen und sozialen Aspekte auf, welche technischen und wirtschaftlichen Energieeinsparpotenziale im Quartier bestehen und welche konkreten Maßnahmen ergriffen werden können, um kurz-, mittel- und langfristig CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. Sie bilden eine zentrale strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe für eine an der Gesamteffizienz energetischer Maßnahmen ausgerichtete Investitionsplanung in Quartieren<sup>7</sup>. Ein Quartier besteht stets aus mehreren flächenmäßig zusammenhängenden privaten und/oder öffentlichen Gebäuden inklusive der öffentlichen Infrastruktur und entspricht einem Gebiet unterhalb der Stadtteilgröße. Mit der Zuschussförderung sollen die kommunalen Entscheidungsträger und privaten Grundeigentümer bei der Planung und Durchführung von Maßnahmen der energetischen Stadtsanierung auf Quartiersebene unterstützt und aktiviert werden.

Diese von der KfW benannten Aspekte werden durch das vorliegende Gutachten abgedeckt. Diese Aspekte bilden auch die Grundlage für den zweiten Teil des Förderprogrammes 432, mit dem Sanierungsmanager gefördert werden können. Die Sanierungsmanager sollen auf Grundlage des Gutachtens die Umsetzung der empfohlenen Handlungsmaßnahmen planen und koordinieren. Sie sollen lokale Akteure aktivieren und vernetzen und als zentrale Ansprechpartner bei Fragen zu Finanzierungen und Förderungen dienen. Dieser zweite Teil (Sanierungsmanager) ist nicht Teil dieses Gutachtens.

-

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Vgl. https://www.kfw.de/KfW-Konzern/Downloadcenter/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/barrierefreie-Dokumente/Energetische-Stadtsanierung-Zusch%C3%BCsse-f%C3%BCr-integrierte-Quartierskonzepte-und-Sanierungsmanager-(432)/ Stand 27.11.2013

### 2.1 Untersuchungsgebiet

Bergedorf-Süd ist Teil der Metropolregion Hamburg und liegt zentral im Hamburger Bezirk Bergedorf (siehe Abbildung 2). Im Untersuchungsgebiet "Bergedorf-Süd" (weißer Stern) liegen Teile des Zentrums Hamburg-Bergedorf. Das Quartier befindet sich in der Nähe zum Bergedorfer Einkaufszentrum und dem Fern-, Regional- und S-Bahnhof Bergedorf. Die Fläche des Quartiers beträgt etwa 35 ha und umfasst dabei den zentralen Einkaufsbereich und die südöstlich angrenzenden Wohngebiete. Bergedorf-Süd hat eine in der Gründerzeit entstandene markante städtebauliche Struktur mit hohem Identifikationswert und verfügt mit zahlreichen Jugendstilgebäuden über attraktive Wohnlagen.

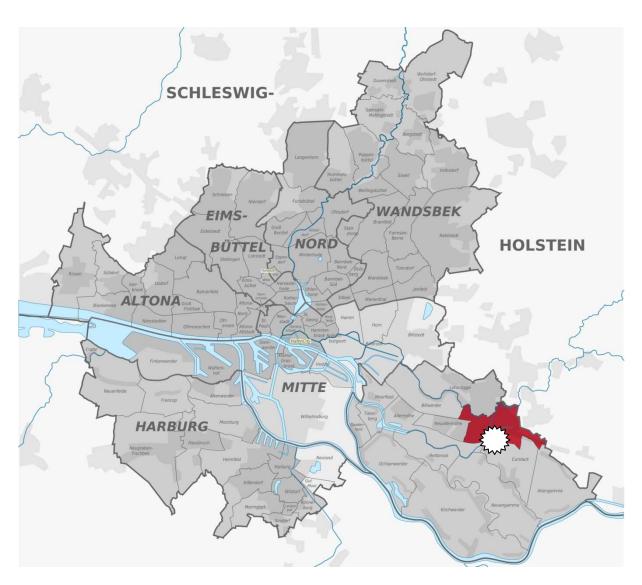


Abbildung 2: Lage Bergedorf im Stadtgefüge Hamburgs

Das Quartier (Anlage 1) ist ein überwiegend zentrumsnahes Wohngebiet, mit einer vorrangig im nördlichen Teil angelegten Einzelhandels- und Gewerbestruktur. Die markante Blockrandstruktur des

Gebietes entstand überwiegend bis Ende des 19. Jahrhunderts (Gründerzeit) und wurde anschließend weiter verdichtet. Eben diese Struktur, die kleinteilige Nutzungsmischung und die teilweise aufwändig gestalteten Fassaden verleihen dem Gebiet seinen ganz eigenen urbanen Charme.

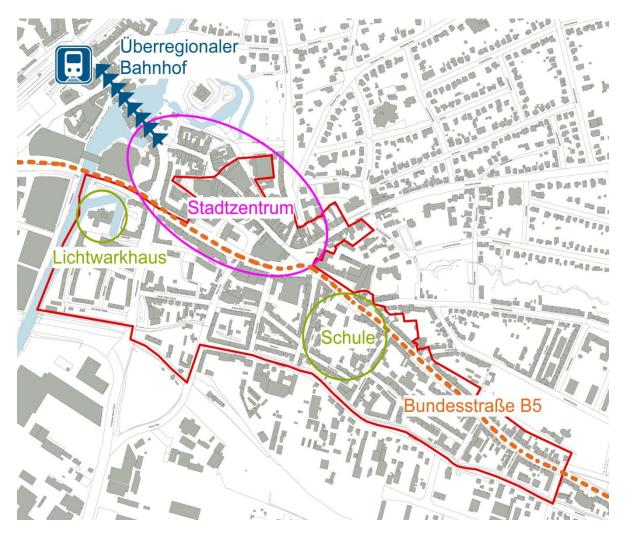


Abbildung 3: Überblick des Projektgebietes (Siehe Anlage 2)

Das ausgewählte Untersuchungsgebiet liegt in den Gebietsgrenzen des Fördergebietes im Rahmenprogramm Integrierte Stadtteilentwicklung Bergedorf-Süd. Es eignet sich außerordentlich gut für das Förderprojekt "Energetische Stadtsanierung", da es beispielhaft für zahlreiche kleinteilige und urbane Quartiere Hamburgs ist. Mit Gebäuden aus allen Baualtersklassen und erhaltenswürdigen Architekturstilen sowie vielfältigen Nutzungsarten ist die Komplexität für die zukünftigen Effizienzsteigerungen äußerst hoch. Darüber hinaus befinden sich im Untersuchungsgebiet die meisten Gebäude im Streubesitz, häufig geprägt durch mittelständische Grundeigentümer. Nur einige Wohnanlagen und flächenintensive Handels- sowie Dienstleistungsimmobilien befinden sich im Besitz von freien oder kommunalen Wohnungsbau- und Immobilienunternehmen.

### 2.2 Erläuterungen zur Methodik

Für die Erstellung des Gutachtens war es erforderlich, dass zunächst umfassende Erkenntnisse über bisherige Energieverbräuche und Gebäudezustände im Modellquartier Bergedorf-Süd vorliegen. Darauf aufbauend wurden Potenziale im Bereich der Gebäudesanierung und der Energieversorgung ermittelt, die auf konkrete Maßnahmenpakete der Jahre 2020, 2030/33 und bis 2050 verteilt wurden. Diese Verteilung berücksichtigt auch die zahlreichen Hemmnisse, die gleichzeitig das Erreichen der Klimaschutzziele erschweren. Zur Überwindung der bestehenden Hemmnisse werden konkrete Handlungsempfehlungen vorgestellt.

Die grundsätzliche Methodik wurde entsprechend der dargestellten Systematik ausgeführt:

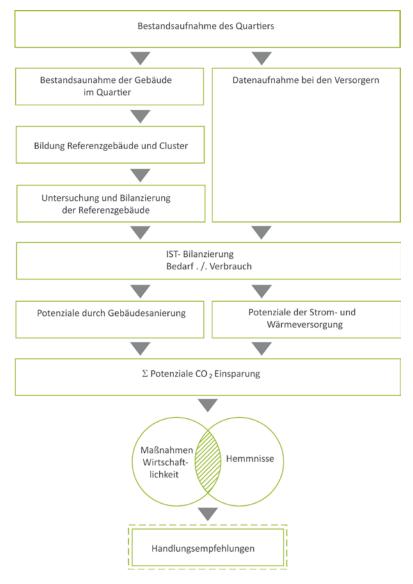


Abbildung 4: Darstellung der Methodik

Innerhalb des Untersuchungsgebietes sind private Haushalte eine der größten Gruppen, die sich im Wesentlichen in Ein- oder Mehrfamilienhäusern wiederfinden (ca. 70 % der Gesamt-BGF). Der übrige Anteil der Nutzungen verteilt sich auf Handels-, Dienstleistungs- und Sonderbauflächen. Darüber

hinaus besteht eine Vielfalt aus unterschiedlichsten Baualtersklassen und Architekturstilen, die auch größtenteils stadtbildprägende Charakteristiken aufweisen.

Für die Ist-Bilanzierung der Strom- und wärmebezogenen Energieverbräuche wurden die Verbrauchsdaten der Versorger aus den Jahren 2010 und 2011 herangezogen (siehe Daten- und Bearbeitungsgrundlagen). Im Bereich der wärmebezogenen Energieverbräuche/- bedarfe wurde die Methodik "top-down und bottom-up" angewendet, um eine höhere Genauigkeit zu erhalten.

Für die Berechnung der Energiebedarfe nach EnEV wurden umfangreiche Erkenntnisse über den Gebäudebestand im Untersuchungsgebiet, der aus nahezu 500 Gebäuden besteht, aufgenommen. Hierfür wurde ein spezifischer Erfassungsbogen erstellt und durch Sachverständige im Rahmen von Besichtigungen der Gebäudehülle bewertet.

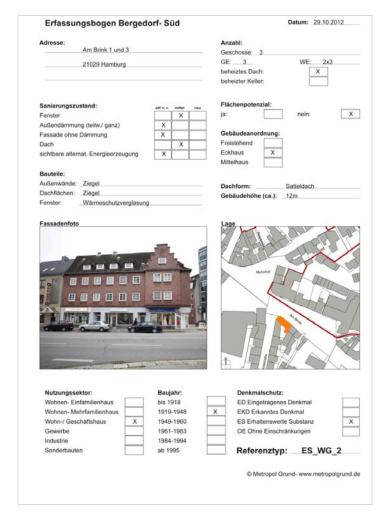


Abbildung 5: Beispiel des Erfassungsbogens

Diese Bestandsaufnahme bildete die Grundlage für eine Auswertung der Lage, Nutzung, Geschossigkeit, Baualtersklasse, Konstruktion und Sanierungsstand. Darüber hinaus wurden aus dem

<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Als bottom-up wurde der wärmebezogene Energiebedarf auf Grundlage der EnEV 2009 gebäudeweise berechnet und mit den Verbrauchsdaten der Versorger (top-down) in Vergleich gebracht (siehe Kapitel 4).

städtischen Geoinformationssystem weitere Daten zu Bruttogrundflächen (BGF), Dachform, Anzahl der ober- und unterirdischen Geschosse, Nutzung, Baujahr oder Bauweise analysiert und verwertet. Ausgebaute Dachgeschosse wurden, sofern wohnwirtschaftlich genutzt, mit in die Flächenansätze aufgenommen. Die so ermittelte BGF ist die Grundlage für die energetische Bewertung, das heißt, diese Fläche wird in den folgenden Kapiteln gleichgesetzt mit der Gebäudenutzfläche  $A_N$  der EnEV. Gegenüber der beheizten Wohnfläche weicht  $A_N$  in der Regel um ca. 20% ab. Selbiges gilt grundsätzlich im Verhältnis Wohnfläche zu BGF.

In einem weiteren Schritt erfolgte die Einteilung der Gebäude nach den drei Kriterien Architektur, Nutzungssektor und Baualtersklasse sowie in jeweils vier bis sechs Untergruppen (Abbildung 6).

#### Architektur Baualtersklassen Nutzungssektoren Wohnen EFM Eingetragenes Denkmal Vor 1918 Erkanntes Denkmal Wohnen MFM 1919-1948 Erhaltenswerte Substanz Wohnen- Geschäftshaus 1949-1960 Ohne Einschränkungen 1961-1978 Gewerbe Industrie 1979-1987 1988-2010 Sonderbauten 2010-2013

Abbildung 6: Kategorisierung der Referenzgebäude mit Beispiel der Kombinierbarkeit

Durch die Zuordnung der Gebäude in eine der Kategorien und deren jeweilige Gruppe ergeben sich die Clustergebäudezuordnungen. Dabei besitzt eine Clustergruppe typische technische, konstruktive und energetische Eigenschaften für die jeweilige Kategorie.

Auf Grundlage einer detaillierten Analyse wurde für das Quartier Bergedorf-Süd und die dazugehörigen Gebäude eine Systematik zur Kategorisierung entwickelt (Abbildung 6). Die Einteilung der Gebäude in Kategorien ergibt sich dabei durch die Bewertung der Gebäude nach Denkmalschutzwert, Nutzung und Baualtersklasse. Dabei wurde deutlich, dass bestimmte Gebäudetypen, bedingt durch die Entwicklung des Stadtteils, häufiger anzutreffen sind als andere (siehe Abbildung 7).

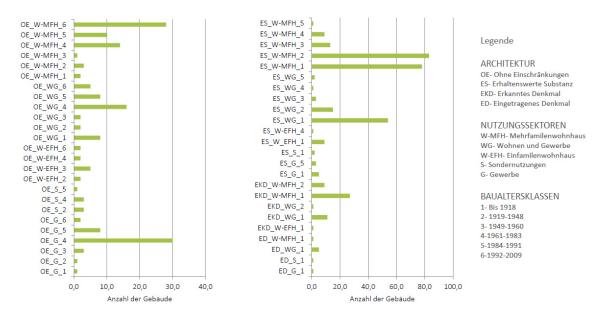


Abbildung 7: Anteile der jeweiligen Baucluster

Im Bereich der Mehrfamilienhausnutzung dominieren Gebäude aus den Baualtersklassen 1 und 2 (bis 1918; 1919-1948), deren subjektive Bewertung in den meisten Fällen für eine Erhaltung der Fassade spricht. Dabei handelt es sich größten Teils um Gebäude aus der Gründerzeit mit reichhaltigen Stuckverzierungen an den Fassaden und großzügigen Raumzuschnitten, die besonders im Süd-Osten des Quartiers charakteristisch sind.

Ebenfalls häufig vertreten sind Gebäude mit gewerblicher Nutzung ab 1961. Dies ergibt sich aus den Bürohochhäusern und großflächigen Gewerbeeinheiten im Zentrum des Quartiers und entlang der Bergedorfer Straße.

Ein hoher Anteil der Gebäude mit wohn- und/oder gewerblicher Nutzung wurde nach 1984 errichtet. Diese Gebäude spielen für die Effizienzpotenziale eine untergeordnete Rolle (2. WSVO von 1984, Abbildung 8), stellen aber mit ca. 65.600m² etwa 20 % der gesamten BGF des Gebietes dar.

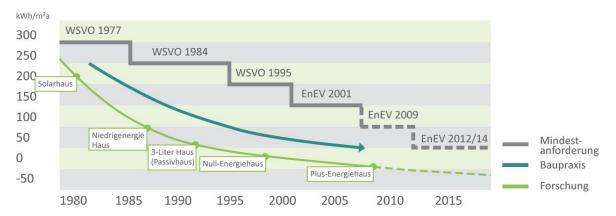


Abbildung 8: "Von der Wärmeschutzverordnung (WSVO) zur Energieeinsparverordnung (EnEV)" Quelle: Fraunhofer Institut für Bauphysik

Aus insgesamt 12 Referenzgebäuden wurden für das Gebiet acht Grobcluster gebildet, die auf Grund der Kategorienverteilung eine bestmögliche Abbildung der wärmebezogenen Energiebedarfe, der

Einsparpotenziale, bautechnischen und gestalterischen Eigenschaften widerspiegeln. Dies gilt auch für die Clustergruppen "Sondernutzungen und Gewerbe von 1918 bis 1960" - dazu zählen beispielsweise die Referenzobjekte 9 und 10 - das Hauptgebäude der Rudolf-Steiner-Schule und die dazugehörige Hasse-Aula. Dieses Ensemble ist für die Infrastruktur und Identität des Untersuchungsgebietes so bedeutend, dass es trotz des vergleichsweise kleinen Flächenanteils als besonders bedeutend bewertet wurden (siehe Abbildung 9).

Für die Referenzgebäude wurden Termine vor Ort organisiert und anschließend Begehungen für eine möglichst genaue Datenerfassung vorgenommen. Nach Möglichkeit wurden im Vorwege notwendige Gebäudeunterlagen (Pläne, Beschreibungen, etc.) durch die Eigentümer zur Verfügung gestellt, Anschließend wurden Energiebedarfsermittlungen entsprechend der EnEV 2009 durchgeführt, um den energetischen Ist-Zustand der Gebäude so genau wie möglich abzubilden. Der Prozess entspricht einer üblichen Methodik zur Erstellung von Bedarfsenergieausweisen im Bestand.

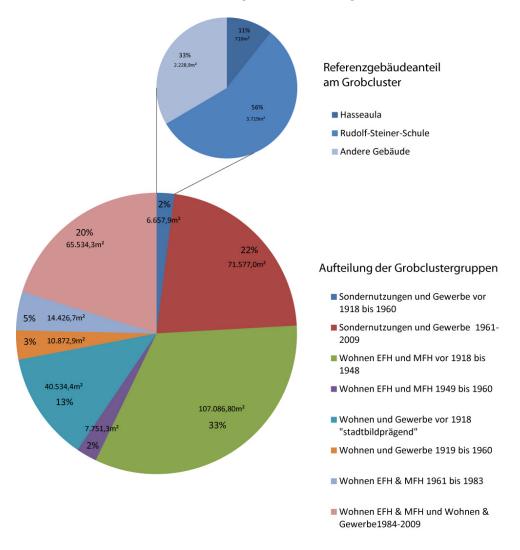


Abbildung 9 Grobclusterverteilung (Quelle: Begehungen Metropol Grund 2012)

Die energetischen Gebäudeeigenschaften bilden in Verbindung mit den ermittelten Bruttogrundflächen der jeweiligen Clustergebäude bzw. Clustergruppen die Grundlage für eine Hochrechnung der wärmebezogenen Energiebedarfe für das gesamte Untersuchungsgebiet (Quartier).

#### Berechnungsmethode

Auf Basis der EnEV 2009 wurden Energienachweisberechnungen für die zwölf Referenzgebäude erstellt (Ist-Zustand). Diese Nachweisberechnungen sind die Grundlage für Bewertungen der Bauphysik und der Anlagentechnik. Sie bilden auch die Grundlage für die Sanierungsmaßnahmen der Hüllflächen (Bauphysik), welche wiederum auf Basis der EnEV bilanziert wurden (Bilanz: Hüllflächen saniert). Dieser Ermittlungsstand ergibt den Heizwärmebedarf per Referenzgebäude, oder auch Nutzenergiebedarf genannt. Eine Hochrechnung auf die Clustergruppen bildet die Energiebilanz für das gesamte Quartier ab. Die Energiebedarfsergebnisse der Cluster und des Quartiers weichen von dem Ermittlungsverfahren gemäß der EnEV ab, weil die Energiebezugsflächen unterschiedlich sind.

Die EnEV-Bilanzierungsergebnisse der Clustergruppen wurden mit den entsprechenden Bruttogrundflächen (BGF) der Clustergruppen multipliziert, so dass sich hieraus verschiedene Bewertungen ableiten lassen. An dieser Stelle wurde zur Vereinfachung eine Gleichsetzung von Gebäudenutzfläche AN gemäß der EnEV und den angesetzten energetisch relevanten Bruttogrundflächen (BGF) durchgeführt. Die Abweichung dieser beiden Energiebezugsflächen kann für das Gesamtergebnis der Bilanzierung vernachlässigt werden.

#### Konzeption der Sanierungsmaßnahmen

Von besonderer Bedeutung der gebäudespezifischen Potenziale im Untersuchungsgebiet ist der Heizwärmebedarf, da er den größten Anteil des Endenergiebedarfs darstellt und sich durch Sanierungsmaßnahmen der Bausubstanz am deutlichsten reduzieren lässt. Für jedes einzelne Referenzgebäude wurden Sanierungsmaßnahmen für die Gebäudehülle inklusive Lüftungstechnik erarbeitet. Die Einsparpotenziale werden im Rahmen des Maßnahmenkatalogs bezogen auf die unterschiedlichen Referenzgebäude erläutert. Die Maßnahmen berücksichtigen die vorhandene Baukonstruktion, die Architekturrelevanz und eine mögliche KfW- und IFB-Hamburg-Förderfähigkeit. Weiterhin wurde bei der Auswahl der Dämmstoffe Mineralfaser eingesetzt, um eine verbesserte Ökobilanz gegenüber erdölbasierten Dämmstoffen zu erhalten.

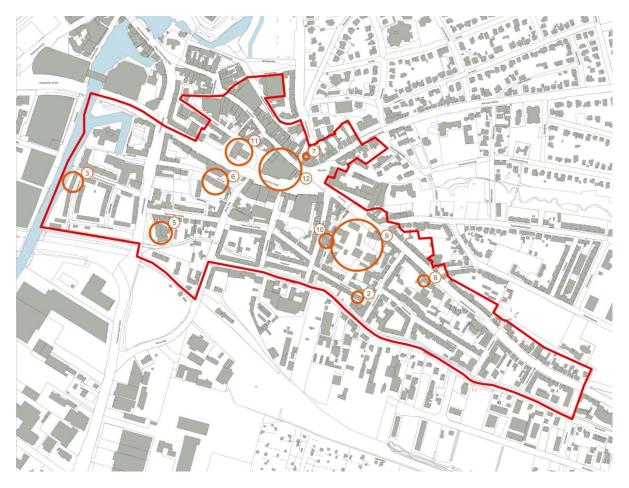


Abbildung 10: Verortung einiger Referenzgebäude im Untersuchungsgebiet (Anlage 3)

Auch für die Konzeption der Sanierungsmaßnahmen der Gebäudehüllen und dem Einsatz von Lüftungstechnik wurde das EnEV-Bilanzverfahren angewendet. Die Ergebnisse wurden wie bei der IST-Bilanzierung auf die Baucluster angewendet und mit der entsprechenden BFG multipliziert. Diese Bilanzierung zeigt die Einsparpotenziale für die jeweiligen Baucluster und für das Gesamtgebiet.

Aus den vorgenannten Ergebnissen werden Maßnahmen für die Anlagen- bzw. Versorgungstechnik entwickelt. Auf Basis von Ermittlungsmethoden gemäß VDI werden Sanierungsvarianten für die Anlagentechnik und die Energieversorgung entwickelt – dieser Schritt liefert die Ergebnisse für Endenergiebedarf, Primärenergiebedarf und  $CO_2$ -Emissionen. Für die Umsetzung aller Maßnahmen werden Reduktionspfade für die Zieljahre 2020, 2030/33 und 2050 dargestellt, begründet und ausgewertet.

# 3 Akteursbeteiligung

Die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen zur Energieeinsparung und die Erreichung von Klimaschutzzielen sind neben den technischen Möglichkeiten und real verfügbaren oder erschließbaren Energieressourcen in hohem Maß von der Mitwirkung von Einzelakteuren und Akteursnetzwerken abhängig. Konzeptentwicklungen müssen daher im Besonderen auf die verschiedenen Belange und Interessen der jeweiligen lokalen Akteursgruppen eingehen und diese bei der Erhebung der Potenziale sowie bei der Entwicklung von Handlungsempfehlungen berücksichtigen.

#### Zu den speziell in Hamburg-Bergedorf identifizierten Akteuren zählen:

- Bürgerinnen und Bürger / interessierte Stadtöffentlichkeit
- Externe Energie- und Fachexperten
- Grund- und Immobilieneigentümer / Verwalter
- Interessensvertreterungen
  - Grundeigentümerverband
  - Juristische Fachverbände
  - Mietervereine
  - Sanierungsbeirat
- Politik / Arbeitskreis Energiepolitische Sprecher/-innen
- Politik / Bezirksversammlung Bergedorf / Stadtplanungsausschuss
- Presse / Medien
- Unternehmen
  - Spezialisierte Gewerbeunternehmen
  - Einzelhandel / BID
  - Energie-Versorger
- Verwaltung / Bezirksamt Bergedorf
  - Fachamt Stadt- und Landschaftsplanung
  - Fachamt Sozialraummanagement
  - Fachamt Management Öffentlicher Raum
- Verwaltung / Fachbehörde Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt
  - Amt für Natur- und Ressourcenschutz
  - Amt für Wohnen, Stadtentwicklung und Bodenordnung
- Verwaltung / Kulturbehörde
  - Denkmalschutzamt Hamburg

Die jeweiligen Akteure und Akteursgruppen sind über unterschiedliche Beteiligungsmodule (Einzelgespräche, Gesprächsrunden, Informationsveranstaltungen sowie Workshops, Expertenrunden und Printmedien) bereits frühzeitig angesprochen, informiert und über Gespräche in

die Konzeptentwicklung mit einbezogen worden. Die einzelnen Module werden im Folgenden näher erläutert.

### 3.1 Öffentlichkeitsarbeit

Die Zielsetzung der Öffentlichkeitsarbeit basierte zum einen auf den Anforderungen des KfW Programmes 432, wonach "Aktionspläne und Handlungskonzepte (sollen) unter Einbindung aller betroffenen Akteure -(einschließlich Einbeziehung der Öffentlichkeit) erfolgen" sollen. Hinzu kommen Information, Beratung sowie Öffentlichkeitsarbeit <sup>10</sup>. Es sollte bereits bei der Grundlagenund Bestandserhebung für das Thema Energieeffizienz sensibilisiert und ein Wissensaustausch angeregt werden. Zudem ging es darum, bereits in einem frühen Stadium erste Netzwerke und Kooperationen zu initiieren.

#### Das Konzept der Öffentlichkeitsarbeit beinhaltete daher die folgenden drei Bausteine:

- Information und Erzeugung von Aufmerksamkeit
- Aktivierung und Sensibilisierung für das Thema Energieeffizienz und Energieeinsparung sowie für die Belange der anderen Akteursgruppen (Kommunikation erzeugen)
- Mitwirkung über die Teilnahme und Zustimmungen bzw. Partnerschaften u.a. bei der Ermittlung von Referenzgebäuden (Kooperationen aufbauen)

#### Pressemitteilungen & Projektinformationen

Für die Außendarstellung des Projektes und die Information der Öffentlichkeit wurde am 6. Dezember 2012 zu Beginn des Projektes eine Pressemitteilung verfasst und über den offiziellen Presseverteiler der Fachbehörde an die lokale Presse verschickt. Redaktionell wurden in der Pressemitteilung der konkrete Anlass, der Untersuchungsauftrag, die geplante Vorgehensweise sowie die Ansprechpartner/-innen innerhalb der Verwaltung sowie der Arbeitsgemeinschaft benannt.

<sup>10</sup> Vgl. KFW Programmes 432, Seite 4

9

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Vgl. KFW Programmes 432, Seite 3



Abbildung 11: Pressemitteilung

#### Logo

Parallel wurde ein Projektlogo der Arbeitsgemeinschaft mit dem Ziel entworfen, dem Projekt ein visuelles Wiedererkennungsmerkmal zu geben. Im Rahmen der Gutachtenerstellung wurde das Logo kontinuierlich als Bildmarke bei Print- und Onlinemedien sowie bei der Korrespondenz mit den verschiedenen Akteuren verwendet. In angepasster Form könnte das Logo zukünftig auch für die weitere Arbeit eines Sanierungsmanagers, z.B. als Projektlogo oder auch Zertifizierungsmerkmal, im Quartier eingesetzt werden.



Abbildung 12: Projektlogo

### 3.2 Print- und Online Medien

#### Faltblatt, Flyer

Um die Öffentlichkeit im Quartier Bergedorfs und darüber hinaus über die Zielsetzungen und das Vorgehen des Projekts zu informieren, wurde ein gesondertes Faltblatt (Flyer) im Hamburg-Design erstellt. Das Faltblatt im Format DIN lang umfasst acht Seiten und kann über die Webseite des Bezirks www.bergedorf-sued.de heruntergeladen werden. Es wurde zudem an zentralen Stellen im Bezirk ausgelegt und im Rahmen von Veranstaltungen und Gesprächsrunden zur inhaltlichen Vorbereitung an die Teilnehmenden gemeinsam mit der Einladung verschickt.



Abbildung 13: Faltblatt

In dem Faltblatt werden Anlass, Zielsetzungen und Inhalte des Gutachtens, letzteres anhand der drei Themen Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Wärmeversorgung, erläutert. Für jedes Themenfeld der energetischen Stadtsanierung Bergedorf-Süd werden zentrale Fragestellungen aufgeführt, um die inhaltliche Diskussion anzuregen und den zum Teil unterschiedlichen Akteuren den Diskussionseinstieg zu erleichtern. Eine Plandarstellung zeigt das festgelegte Projektgebiet, sodass ersichtlich ist, welche Bereiche konkret in die Untersuchung einbezogen werden. Mit dem Hinweis zum Informationsangebot und dem Aufruf zur Mitwirkung werden die Akteure direkt angesprochen, auf Veranstaltungen und Gesprächsrunden hingewiesen und zur Einbringung eigener Ideen und Belange motiviert. Das Faltblatt enthält zudem die Kontaktadressen der Arbeitsgemeinschaft, des Auftragsgebers sowie des Herausgebers und weist auf das zusätzliche Informationsangebot der Webseite hin. Die Auflage betrug 2.500 Exemplare.

#### Kurzfassung

Zum Abschluss des Modellprojektes wurde eine Kurzfassung des Berichts erstellt, die in kompakter und prägnanter Darstellung die Inhalte des Gutachtens wiedergibt. Die Zielgruppe ist gegenüber dem vorliegenden Faltblatt weiter gefasst. Neben der Stadtteilöffentlichkeit und den Akteuren in Bergedorf-Süd wurde die Broschüre auch als Anschauungs- und Anregungsmaterial für andere energetische Sanierungsprojekte konzipiert. Als primäres Online-Medium stellt die Zusammenfassung des Gutachtens in gut lesbarer Form die Herausforderungen der energetischen Stadtsanierung und - auf Grundlage der Ausgangsanalyse für Bergedorf-Süd - die Themen "Potenziale", "Maßnahmenumsetzung" und "Handlungsempfehlungen" heraus. Das Layout wurde im DIN A5 Format umgesetzt und im Hamburg-Design angefertigt.

#### Website www.bergedorf-sued.de/energetische-stadtsanierung

Parallel zum Pilotprojekt Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd erfolgte der Start der Gebietsentwicklung des Fördergebietes Bergedorf-Süd im Rahmen des RISE Programmes der Freien und Hansestadt Hamburg<sup>11</sup>. Durch den zeitgleichen Beginn und die sich teilweise ergänzenden Zielvorgaben in der Bestandsentwicklung bzw. -sanierung von Bergedorf-Süd wurde auf Initiative des Bezirksamtes Bergedorf eine Kooperation für eine gemeinsame Website angeregt. Gemeinsam mit dem Bezirksamt Bergedorf, der steg Hamburg mbH und dem Citymanagement Bergedorf informierte die Arbeitsgemeinschaft seit Januar 2013 auf der Website www.bergedorfsued.de/energetische-stadtsanierung über das Pilotprojekt. Unter der Rubrik "Energetische Stadtsanierung" wurde in fünf Hauptpunkten über das Projekt informiert und zu Veranstaltungen eingeladen. Die veröffentlichten Materialien wurden zudem als Download zur Verfügung gestellt.

#### Struktur der Website:

- Überblick
- Ausgangslage & Ziele
- Termine & News
- Projekte
- Materialien
- Kontakt

Die Website wurde bewusst in das Portal des Geboietsentwicklers http://www.bergedorf-sued.de/für Bergedorf-Süd eingebunden. In diesem Portal werden neben allgemeinen Informationen auch aktuelle Termine und Nachrichten über das Quartier insgesamt eingestellt.

-

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> Die steg Hamburg unterstützt als Gebietsentwickler das Bezirksamt Bergedorf bei der Umsetzung des Integrierten Entwicklungskonzeptes (IEK), dem Management konkreter Projekte sowie bei der Koordination der Projektbeteiligten.

### 3.3 Runde Tische und Quartiersgespräche

Die direkte Information, Sensibilisierung und Einbindung der örtlichen Akteure erfolgte über unterschiedliche Wege. Bereits zum Projektstart erfolgte zur Bekanntmachung des Vorhabens eine umfangreiche Projektvorstellung im Rahmen unterschiedlicher Veranstaltungen und Gesprächsrunden des Bezirksamtes Bergedorf sowie der politischen Gremien der Bezirksverwaltung Bergedorf. Parallel fanden im Rahmen der Bestandsaufnahme und der Ausgangsanalyse Einzelgespräche mit Unternehmen, Grundeigentümern und Versorgern statt.

#### Runder Tisch Energie für Bergedorf-Süd

Mit dem Format Runde Tische wurden Grundeigentümer und maßgebliche Akteure vor Ort angesprochen und eingebunden, um sie über die Zielsetzung des Vorhabens zu informieren und anhand der Themen Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Wärmeversorgung über die verschiedenen Ansätze und Stellschrauben zur Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden zu diskutieren. Eine weitere wichtige Zielsetzung der Runden Tische war es, Anregungen, Hinweise und gegebenenfalls auch Bedenken aus dem Kreis der Akteure vor Ort zu erhalten. Um eine intensive und praxisnahe Diskussion gewährleisten zu können, wurde die Teilnehmerzahl der Veranstaltung begrenzt. Die Einladung der Teilnehmenden zu den Runden Tischen erfolgte über persönliche Ansprache sowie über Multiplikatoren und Schlüsselpersonen im Gebiet. Der Teilnehmerkreis rekrutierte sich aus Grundeigentümern mit Beständen im Gebiet, Vertretern des Grundeigentümervereins, des Gebietsentwicklers steg sowie Vertreter/-innen der politischen Fraktionen in Bergedorf.



Abbildung 14: Runder Tisch Gebäudehülle

Veranstaltungsorte waren das Bergedorfer Rathaus und das Lichtwarkhaus. Die Veranstaltungsdauer betrug jeweils zweieinhalb bis drei Stunden, die Moderation erfolgte durch konsalt. Jeweils zu Beginn

begrüßte ein Vertreter des Amtes für Natur- und Ressourcenschutz als Auftraggeber die Anwesenden und stellte kurz Anlass und Hintergrund des Vorhabens dar. Nach zwei Impulsvorträgen zu den jeweiligen Oberthemen durch die Fachgutachter sowie externe Referenten fand eine ausführliche Diskussion statt, bei der es vor allem um die konkrete Umsetzung vor Ort, Praxiserfahrungen sowie um die damit verbundenen Chancen und Hindernisse ging.

#### Exemplarischer Ablauf der Runden Tische Energie für Bergedorf-Süd:

- Begrüßung und Einführung (Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt)
- Kurze Vorstellungsrunde
- Impulsreferat / fachlicher Input (Metropol Grund, MegaWatt)
- Impulsreferat / externer Referent / Referentin
- Diskussion (Moderation konsalt)
- Resümee / Ausblick

#### Übersicht der Veranstaltungsreihe Runder Tisch

- Runder Tisch | Gebäudehülle 15.02.2013, 16.00 h Rathaus Bergedorf
   Impulsvortrag Metropol Grund zum Thema
   (u.a. Möglichkeiten der Gebäudedämmung, Denkmalschutz, Referenzgebäude)
   Externer Vortrag der Hamburgischen Wohnungsbaukreditanstalt zu Bundes- und Landesförderprogrammen bei Neubau und Sanierung
- 2. Runder Tisch | Gebäudetechnik 28.02.2013, 18.00 h Rathaus Bergedorf Impulsvortrag Metropol Grund zum Thema (u.a. Heizungssysteme, Gebäudelüftung) Vortrag GMW-Ingenieurbüro GmbH, Hannover, Praxisbeispiele zur Gebäudetechnikplanung und zu technischen Systemkomponenten
- 3. Runder Tisch | Wärmeversorgung 20.03.2013, 18.00 h Lichtwarkhaus Impulsvortrag MegaWATT GmbH zum Thema (Voraussetzungen und Möglichkeiten zentraler und dezentraler Wärmenetze), zusätzlich ein Vortrag der IBA Hamburg zu den energetischen Projekten der IBA 2013 (u.a. Wärmenetz Wilhelmsburg-Mitte, Energiebunker, Weltquartier)
- 4. Runder Tisch | Mieterworkshop 04.06.2013, 17.00 h Lichtwarkhaus

  Kurzer Impulsvortrag zu den Ansätzen des Gutachtens und anschließende inhaltliche Diskussion mit

  Mieter- und Interessensvertretern (u.a. dem Mieterverein zu Hamburg) zu aktuellen

  Sanierungsmaßnahmen und damit verbundenen Auswirkungen auf Mieten und Nutzerverhalten. Ein
  kontrovers diskutiertes Thema waren auch mögliche Mieterhöhungen im Zuge energetischer

  Sanierungsmaßnahmen. Weitere Themen waren Betriebskosten (Entlastung oder Verschiebung von
  Kosten), Qualitätssteigerung und Wohnkomfort (Mieterwünsche), Gesundheitsaspekte (Schimmel /
  Allergien / Wärme).

#### Wichtige Erkenntnisse aus den Runden Tischen

Pro Termin nahmen zwischen zwölf und fünfzehn Personen an den Veranstaltungen teil. Durch die begrenzte Teilnehmerzahl und die themenspezifisch ausgewählten Diskussionspartner entwickelte sich im Anschluss an die Impulsvorträge jeweils eine lebhafte und auch manchmal kritische Diskussion. Hinweise und Anregungen der Beteiligten zeigten, dass das Thema Energetische Sanierung im Quartier zwar eine große Rolle spielt. Für die anwesenden Grundeigentümer oder Wohnungsunternehmen mit größeren Beständen, war das Thema Energetische Sanierung / Modernisierung angesichts steigender Energiepreise und laufender Instandhaltungsmaßnahmen ohnehin eine aktuelle und bekannte Herausforderung. Für Eigentümer kleinerer Bestände dagegen zeigte sich, dass das Thema Energetische Sanierung angesichts der damit verbundenen Kosten zum Teil mit großen Bedenken und Schwierigkeiten verbunden ist.



Abbildung 15: Impulsvortrag

Bei den Themen Gebäudehülle und Gebäudetechnik ging es im Verlauf der Diskussion auch um mögliche Auswirkungen auf Mieten und um denkbare Verdrängungseffekte ("Gentrifizierung") im Quartier. Förderangebote der Wohnungsbaukreditanstalt stellten sich insbesondere für Eigentümer mit kleineren Beständen, aufgrund des damit verbundenen hohen Verwaltungsaufwandes, als schwer handhabbar dar. Zudem wurde seitens einzelner Eigentümer angesichts hoher Investitionskosten und langer Amortisationszeiten auf den Mangel an Informationen hingewiesen, welche Baumaterialen aus ökologischer Sicht und nach aktuellen Förderrichtlinien verwendet werden sollten. Dies führe gerade bei Einzeleigentümern zu Unsicherheiten und im negativen Fall zu Untätigkeit.

Ein weiterer wichtiger Aspekt war das Nutzerverhalten im Zusammenhang mit dem Thema Lüften. Hier können fehlende Informationen zu falschem Nutzerverhalten führen, Einsparbemühungen konterkariert und zum Teil der Zustand der Wohnungen / Immobilien z.B. durch Schimmelbildung deutlich verschlechtert werden. Als besonders wichtig wurde daher herausgestellt, neben der Entwicklung und Benennung technischer Potenziale auch Informations- und Aufklärungskampagnen

durchzuführen. Zudem müssten neue Mieter entsprechend über Anwendungsregeln informiert werden.

Beim Thema Wärmenetz wurde die Skepsis geäußert, ob es gelingt, ein gemeinsames Vorgehen der Grundeigentümer im Quartier zu erreichen. Ein Ansatzpunkt wäre zunächst ein Ankernutzer, beispielsweise im Neubaugebiet Brookdeich, der ggf. auch weitere Nutzer versorgen könnte. Eine Umsetzung könne in jedem Fall nur langfristig erfolgen. Dies wurde auch am Beispiel des Nahwärmekonzepts der Internationalen Bauausstellung Hamburg (IBA 2013) deutlich.

Das Thema Mieterhöhungen gegenüber Einsparungen durch geringere Energiekosten wurde insbesondere im politischen Raum, bei Mieterverbänden und betroffenen Mietern als besonders wichtig eingestuft. Es bestand Einigkeit, dass energetische Maßnahmen im Bestand mit Augenmaß durchgeführt werden sollten, um eine Verdrängung der angestammten Bewohnerschaft zu vermeiden.

#### Abschlussveranstaltungen zur Information und Sensibilisierung der Öffentlichkeit

Im Namen der Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt und der Arbeitsgemeinschaft wurden die eingebundenen Akteure, sowie die interessierte Öffentlichkeit zur Vorstellung der vorliegenden Ergebnisse des Energiegutachtens Bergedorf-Süd eingeladen. Die Einladung und der Veranstaltungshinweis erfolgten über die Medien, den Gebietsentwickler, Flyer und die Website. Die Vorstellung fand am 20.08.2013 im Rahmen der öffentlichen Sitzung des Beirates Bergedorf-Süd statt.

Basierend auf der erarbeiteten energetischen Analyse, wurden die Potenziale und Hemmnisse, die eine Reduzierung des Primärenergieverbrauchs und die effektive CO<sub>2</sub>-Einsparung beeinflussen, vorgestellt. Hierzu wurden die speziell auf den Gebäudesektor ausgerichteten Energiethemen "Städtebau und Architektur", "Energieversorgung und Anlagentechnik" sowie "Aufklärungs-/ Aktivierungs-/ und Förderprogramme" am Modellbeispiel Bergedorf-Süd erläutert.

Den inhaltlichen Schwerpunkt der Veranstaltung bildete die anschließende Vorstellung von Maßnahmen- und Handlungsempfehlungen anhand exemplarischer Gebäudebeispiele zur energetischen Sanierung sowie zur Optimierung der Wärmeversorgung für das Modellquartier Bergedorf-Süd.

Die anschließenden Fragen aus dem Kreis der teilnehmenden fokussierten sich speziell auf die Wärmeversorgungskonzepte sowie mögliche Mietpreissteigerungseffekte (Gentrifizierung). Durch die Einbindung und Anlehnung der energetischen Stadtsanierung an das Entwicklungsgebiet Bergedorf-Süd wurde das Thema sehr interessiert aufgenommen. Insbesondere bei den Grundeigentümern ist das Thema, auch mit den noch offenen Fragen, sehr präsent.

Zum Abschluss der Einbindung der Öffentlichkeit - und Akteursbeteiligung erfolgte die Präsentation der vorläufigen Ergebnisse am 04.09.2013 im Stadtplanungsausschuss der Bezirksversammlung Bergedorf.

# 3.4 Fazit der Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung

Über die verschiedenen Module der Öffentlichkeitsarbeit und Akteursbeteiligung konnte bereits zu Beginn und während der Projektlaufzeit Aufmerksamkeit für das Projekt und die inhaltlichen Themen erzeugt werden. Der hohe Aufmerksamkeitswert wurde vermutlich noch unterstützt, dass in der lokalen Tageszeitung berichtet wurde, diese stellt für viele Menschen im Bezirk und in den Stadtteilen eine wichtige Informationsquelle dar. Die Informationsangebote und Hinweise auf der Website www.bergedorf-sued.de/energetische-stadtsanierung sowie in den Printmedien erfüllten sowohl das Ziel, die Stadtteilöffentlichkeit zu erreichen als auch den interessierten und direkt involvierten Akteuren einen Einstieg in die Diskussion und den Wissensaustausch zu ermöglichen. Offene Fragen, Bedenken, Interessen und Ziele aus Sicht von Wohnungsunternehmen und Grundeigentümern wurden insbesondere durch die Runden Tische und Expertengespräche aufgenommen und dokumentiert und konnten bei der anschließenden Entwicklung von Maßnahmen- und Handlungsempfehlungen Berücksichtigung finden. Durch mehrere Gesprächsrunden mit dem Bezirksamt Bergedorf konnten zudem die Strategien und Entwicklungsperspektiven aus Sicht der Verwaltung mit aufgenommen werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Bewusstsein bezüglich der Notwendigkeit energetischer Sanierungsmaßnahmen bei den meisten Akteuren in Bergedorf-Süd zwar durchaus vorhanden, aber unterschiedlich stark ausgeprägt ist. Insbesondere Grundeigentümer und Wohnungsunternehmen mit großen Beständen haben sich mit der energetischen Sanierung ihrer Bestände bereits befasst oder planen dies zumindest. Bei Grundeigentümern mit kleineren Beständen oder bei Grundeigentümern, die ihre Immobilie selber nutzen, stellt die energetische Sanierung konkrete Anforderungen an die jeweilige Immobilien, an Beratung, Fördermöglichkeiten, Umsetzungsalternativen und die Finanzierung dar.

Zwar wurden an einigen Stellen Teilsanierungen vorgenommen, es zeigte sich aber, dass Informationsdefizite und ein gewisses Maß an Unentschlossenheit zum Teil erkennbar waren. Eine fachliche Begleitung und Intensivierung des Wissensaustausches wären für die Erfolgsaussichten einzelner Projekte und die Erhöhung der Sanierungsquoten wesentliche Voraussetzungen. Ebenso bedarf es aus Sicht der mehrheitlichen Akteure neben den Ansätzen zur technischen Optimierung der Gebäudehülle, Anlagentechnik oder Wärmeversorgung auch einer Sensibilisierung der Verbraucher sowohl durch Eigentümer und Vermieter als auch von Seiten der Politik und Verwaltung. Aufklärung, Sensibilisierung und Motivierung im Sinne eines ressourcenschonenden Nutzerverhaltens bilden wesentliche Voraussetzungen, um ein Verbrauchs- und Nutzerverhalten den Anforderungen der Klimaschutzziele entsprechend zu erreichen. Neben dem Abbau von Informationsdefiziten z.B. im

Hinblick auf fehlerhaftes Nutzerverhalten, müssen insbesondere gute und überzeugende Argumente in gezielten Informationskampagnen vermittelt werden, um für die erfolgreiche Umsetzung der energetischen Stadtsanierung zu werben.

# 4 Ausgangsanalyse

# 4.1 Städtebau und Architektur

# 4.1.1 Architektur und Stadtbildqualität

Das Quartier Bergedorf-Süd ist innerhalb des Bezirkes Bergedorf einzigartig, da es durch seine dichte Bebauungsstruktur, die enge Vermischung von Wohnen und Arbeiten und die vielen Gründerzeitfassaden eine charaktervolle urbane Qualität aufweist. Dies liegt begründet in der Entstehungsgeschichte des Gebietes, das bereits um 1800 als Erweiterung des Stadtgebietes mit vorrangig kleinteiliger Bebauung genutzt wurde. Die Industrialisierung gegen Ende des 19. Jahrhunderts und die damit einhergehende steigende Einwohnerzahl machten es notwendig, dass kurzfristig kostengünstiger Wohnraum geschaffen wurde. Da die Flächen einem einzelnen Eigentümer gehörten, <sup>12</sup> konnten sie kurzfristig parzelliert und bebaut werden. Die Gebäude sollten dabei eine Höhe von 11,5m<sup>13</sup> nicht überschreiten und auch die Dachneigung wurde mit 60° vorgegeben. Diese Vorgaben trugen dazu bei, dass die Straßenzüge Hassestraße, Brookstraße, Töpferhof, Rektor-Ritter-Straße, Töpfertwiete, Soltaustraße und Arnoldistieg <sup>14</sup> ein weitestgehend einheitliches Bild abgeben. Durch die unterschiedlichen Fassadengestaltungen und -farben wirkt das homogene Straßenbild aufgelockert und prägt dadurch den Charakter des Quartiers positiv.

Im Untersuchungsgebiet und im näheren Umfeld befinden sich viele Handwerks- und Einzelhandelsbetriebe, die durch ihre Geschichte oder Betreiber eng mit dem Gebiet verknüpft sind.

Die Einkaufsstraße Sachsentor zeichnet sich vor allem durch ihre besonders kleinteiligen Fassaden aus, die über mittelalterliche Fachwerkhäuser zur Jugendstil und Gründerzeitfassaden bis hin zu den großflächigen Fassaden der Warenhäuser wie z.B. Karstadt reichen (siehe Abbildung 16). Da dieser Teil des Zentrums für Bergedorf als besonders prägend gilt, wurde bei der Erstellung des energetischen Sanierungskonzeptes dem Erhalt dieser Fassaden eine besondere Bedeutung beigemessen. Ein besonderer Fokus wurde daher darauf gelegt, die gesteckten Klimaschutzziele im Einklang mit der Erhaltung der stadtbildprägenden Gebäude zu erreichen.



Abbildung 16: Straßenzug Sachsentor 24-50

<sup>&</sup>lt;sup>12</sup> Gastwirt Rudolf Huth; vgl. Denkmaltopographie Bergedorf und Lohbrügge, S.80, Abs. 2

<sup>&</sup>lt;sup>13</sup> s. Bauakte Hassestraße 14

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> vgl. Melhop 1925, S. 538 ff

Einige der Gebäude im Sachsentor stehen bereits unter Denkmalschutz, zahlreiche weitere Gebäude und Ensemble wurden im Rahmen dieser Untersuchung als stadtbildprägend eingestuft. Für die angrenzende Fußgängerzone gelten die B-Pläne 35, 40, 42, 75 und 80<sup>15</sup>.

Das gleiche Vorgehen wurde auch bei der Entwicklung des Sanierungskonzeptes für die Gebäude südlich der Bergedorfer Straße, Holtenklinker Straße und östlich des Neuen Weg verfolgt, da sich in diesem Bereich ein hoher Anteil von stadtbildprägenden Mehrfamilienhäusern aus der Gründerzeit befindet (Abbildung 17).



Abbildung 17: Ansicht Straßenzug Soltaustraße 17-29

Wenn auch die Fassaden in diesem Bereich nicht in gleichem Ausmaß wie im Stadtzentrum verziert sind, so tragen sie dennoch erheblich zur Identifikation der Bewohnerinnen und Bewohner mit ihrem Wohnumfeld bei.

Eine große Herausforderung stellen die hohe Dichte und die damit einhergehenden fehlenden Parkplatzflächen dar. Dies fällt besonders bei der Betrachtung des ruhenden Verkehrs im Gebiet auf, der zurzeit das Stadtbild mit prägt.

# 4.1.2 Nutzungssektoren

Grob betrachtet wird das Gebiet durch die Bundesstraße 5 (B5) in zwei nutzungsdifferente Teile zergliedert (Anlage 2). Im Süden der B5, zwischen Schleusengraben und Brookdeich, gibt es überwiegend Mehrfamilienwohnhäuser, die vereinzelt durch kleinere Handwerksbetriebe und soziale Einrichtungen aufgelockert werden. Nördlich der B5 befinden sich hauptsächlich gewerbliche Nutzungen, wobei häufig auch eine Mischung aus kleinteiligem Einzelhandel im Erdgeschoss und Wohnnutzung in den darüber liegenden Etagen zu finden ist. Ebenfalls von Einzelhandelsstrukturen geprägt ist die Bergedorfer Straße selber, insbesondere zwischen den Straßen Hassestraße und Neuer Weg. Dieser Bereich ist dem erweiterten Stadtzentrum zuzurechnen, wenn auch die Strukturen und Angebote im Vergleich zu der sehr vitalen und beliebten Einkaufsstraße Sachsentor hier andere sind. Während das Sachsentor sich überwiegend aus kleineren und größeren Geschäften von bekannten Einzelhandelsketten (z.B. H&M, C&A, Mr.Clou, Ditsch, Starbucks, Karstadt, Douglas, usw.) zusammensetzt, befinden sich entlang der Bergedorfer Straße häufiger Büronutzungen in Hochhäusern oder anderweitig flächenintensiven Bürogebäuden (z.B. Bergedorfer Straße 131, Neuer Weg 19 oder das Hochhaus am ehemaligen "Glunz-Kaufhaus"- Bergedorfer Straße 162). Dieser hohe Anteil gewerblicher Flächen mit mehr als vier Geschossen erklärt die Verschiebung der BGF- Anteile des Nutzungssektors Gewerbe im Gegensatz zur gebäudebezogenen Aufnahme der Nutzungen (siehe Abbildung 18).

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Siehe Abbildungen der Bebauungspläne 35, 40, 42, 75, 80 im Anhang

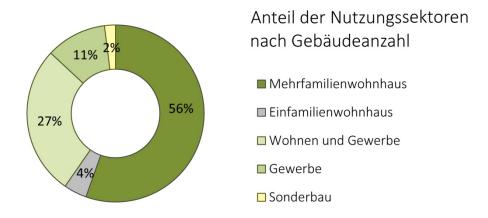


Abbildung 18: Anteil der Nutzungssektoren (Anzahl)

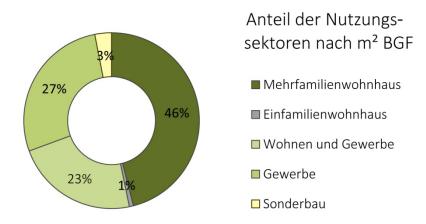


Abbildung 19: Anteil der Nutzungssektoren (Fläche)

Exemplarisch für die Gebäudestrukturen mit großflächiger Nutzung ist das ehemalige Glunz Kaufhaus zwischen Neuer Weg und Hassestraße. Dieser Bereich steht zurzeit überwiegend leer und könnte ein Schlüsselprojekt bei der Aufwertung des Bereiches um den Neuen Mohnhof sein.

Mit einem Drittel der Flächen für Handel, Dienstleistungen und kommunale Einrichtungen und zwei Dritteln an Wohnflächen besteht eine ausgewogene urbane Nutzungsmischung. Bei einem Großteil der gründerzeitlichen Gebäude handelt es sich um eine reine Wohnnutzung. Vereinzelt befinden sich in den Erdgeschossen und Hinterhöfen kleinere Gewerbe oder Handwerksbetriebe (Frisöre, Kosmetik, Wäscherei, Handwerkerfirmen, Innendekorateure, Restaurants).

Als Sonderbauten wurden Gebäude definiert, die als öffentliche und kommunale Einrichtungen oder als Übernachtungsstätten gelten. Das sind im Untersuchungsgebiet im Wesentlichen folgende:

- Lichtwarkhaus
- Rudolf Steiner Schule mit Hasse-Aula
- Hotel Sachsentor

#### - Ramada Hotel

Diese Sonderbauten bilden mit den Einfamilienhäusern die kleinste Gruppe.

Der Sektor Industrie wurde im Untersuchungsgebiet nicht berücksichtigt, da es keine produzierenden oder weiterverarbeitenden Betriebe gibt.

#### 4.1.3 Denkmalschutz und Architekturrelevanz

Der Anteil der Gebäude, die unter Denkmalschutz stehen, liegt im Untersuchungsgebiet bei 12 %. Das bedeutet, dass es für 88 % der Gebäude im Untersuchungsgebiet keine gesetzlichen Vorgaben für die Erhaltung der Gebäude gibt (siehe Anlage 4). Dennoch gibt es eine Vielzahl an Gebäuden, die insbesondere durch ihre Straßenfassaden eine stadtbildprägende und kulturelle Relevanz darstellen. Dies wurde insbesondere seit 2010 in Hamburg durch die vom Oberbaudirektor Prof. Jörn Walter herausgegebene Handlungsempfehlung zur Erhaltung der Backsteinstadt Hamburg formuliert. "Backstein ist in weiten Teilen Hamburgs das bestimmende Fassadenmaterial und soll es aus denkmalpflegerischen, kulturellen und historischen Gründen weiterhin bleiben. Es ist demnach neben den hellen, gründerzeitlichen Stuckfassaden das Material, welches die Dualität von "rot und weiß" zum bestimmenden, unverwechselbaren Charakter der Hansestadt nach innen und außen macht. Daher sollten die Denkmale sowie die einzigartigen Bestände aus den 1920iger und 1930iger Jahren ihre backsteinerne Anmut bewahren. Insbesondere für die großen Siedlungsbereiche der 1950iger und 1960iger Jahre bedarf es einer integrierten Gesamtstrategie, die von den energetischen Prämissen ausgeht und die Themen Sozialerhaltung, Familienfreundlichkeit, Nutzung vorhandener Infrastrukturen, Ergänzung durch Neubauten und Klimaschutz integriert". <sup>16</sup>

\_

<sup>&</sup>lt;sup>16</sup> Quelle: Handlungsempfehlung zur Erhaltung der Backsteinstadt Hamburg, Freie und Hansestadt Hamburg, BSU 2011

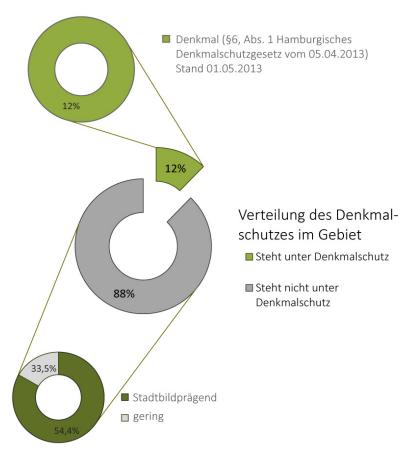


Abbildung 20 Verteilung des Denkmalschutzes (quantitativer Anteil)



Abbildung 21: Sachsentor 28 - Eingetragenes Kulturdenkmal

Die im Untersuchungsgebiet aufgenommenen gründerzeitlichen Stuckfassaden und die gemäß der vorgenannten Handlungsempfehlung relevanten Backsteinbauten werden als "stadtbildprägend"<sup>17</sup> bezeichnet. Diese Gebäudegruppe macht aufgrund des hohen gründerzeitlichen Bestands circa 50 % der Bruttogrundflächen aus (Abbildung 20).

Für einen vergleichsweise geringen Teil, nämlich nur circa 35 % der Bruttogrundflächen, gilt, dass eine energetische Sanierung der Straßenfassaden ohne gestalterische Verluste umsetzbar wäre.

Ziel der vorgeschlagenen Maßnahmen zum Erreichen der Potenziale ist es, Material- und Detaillösungen anzuwenden, die bereits mit den heutigen technischen Möglichkeiten eine Erhaltung der stadtbildprägenden Gebäude und Ensembles gewährleisten.

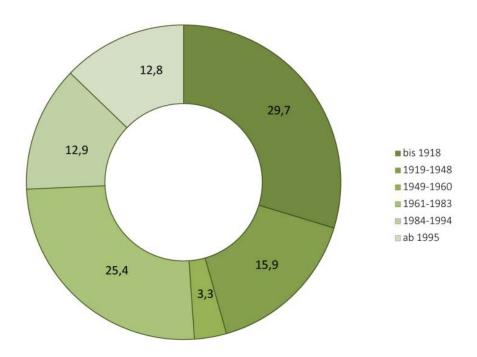


Abbildung 22: %-Anteil der Baualtersklassen BGFm² (Siehe Anlage 5)

Fast 50 % der Gebäude sind vor 1960 erbaut und besitzen durch ihre ursprüngliche Baukonstruktion kaum Bauteile und Baustoffe zur Verhinderung von Wärmeverlusten. In der einzelnen Betrachtung der Baukonstruktionen aus diesen Jahren gibt es dennoch erhebliche Unterschiede. So sind die Gründerzeitbauten häufig durch massive Außenwände (36-48 cm) geprägt, die teilweise auch mit einer innenliegenden Luftschicht ausgeführt wurden. Diese für die Transmissionswärmeverluste bereits wirksame Bauweise wurde im Siedlungsbau der 1920-1930er Jahre kaum noch realisiert. In dieser Ära zog bereits eine andere Systematisierung in die Architektur- und Bauentwicklung ein. Die wirtschaftlichen Zwänge und die Wohnungsnot führten zwangsläufig zu mehr Reduktion, was sich insbesondere auf geringere Wandstärken auswirkte. In der Nachkriegszeit wurde im Rahmen des Wiederaufbaus an diese Phase angeknüpft und die Reduzierung auf das Wesentliche wurde insbesondere durch die "sparsame" Backsteinarchitektur der 1950er Jahre geprägt. Gut ein Viertel

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Die Bezeichnung "stadtbildprägend" ist ein subjektiver Eindruck, der durch die Verfasser durch zahlreiche Begehungen gewonnen wurde. Diese Bewertung ist nicht bindend, wird aber im Verlauf der Studie und bei der Erarbeitung und Bewertung der Sanierungspotenziale weiterhin berücksichtigt.

der Gebäude im Untersuchungsgebiet stammt aus den 1960er und 1970er Jahren, dazu zählen im Wesentlichen Gebäude aus dem Dienstleistungs- und Handelssektor, die heute weitestgehend unsaniert sind. Der Anteil der Gebäude ab 1984 (2. WSVO) ist mit 25 % vergleichsweise hoch und beeinflusst die Gesamt-Ist-Bilanzierung positiv.

# 4.1.4 Sanierungszustand

Der Gebäudebestand in Bergedorf-Süd ist im Hinblick auf die Gebäudesubstanz und den energetischen Standards der Bauteile als sehr different zu bezeichnen. Ausgehend von 1990 (Bezugsjahr der Bundesregierung für die Erreichung der Klimaschutzziele bis 2050) wurden im Untersuchungsgebiet 24 % der Fassaden vollständig oder teilweise energetisch saniert (Abbildung 24). Das entspricht in etwa der bundesweit angenommenen Sanierungsrate von 1 % <sup>18</sup> bzw. liegt aufgrund der häufigen Teilsanierungen noch darunter. Insbesondere die Bauten vor und kurz nach dem 2. Weltkrieg wurden nur teilweise energetisch saniert, was vermuten lässt, dass die Maßnahmen aus Instandhaltungsgründen und nicht aus Gründen der Energieeffizienz vorgenommen wurden. Einzelne Gebäude wie das aus den 1960er Jahren stammende Ensemble Neuer Mohnhof/Sachsentor 58 und das Gründerzeitgebäude Holtenklinker Straße 112 wurden umfangreich und nach dem Stand der Technik energetisch saniert. Die häufigsten Sanierungsmaßnahmen beschränken sich jedoch auf den Austausch einfachverglaster gegen isolierverglaste Fenster und die Sanierung der Dächer mit den häufig daraus folgenden Dachgeschossausbauten (Abbildung 23).

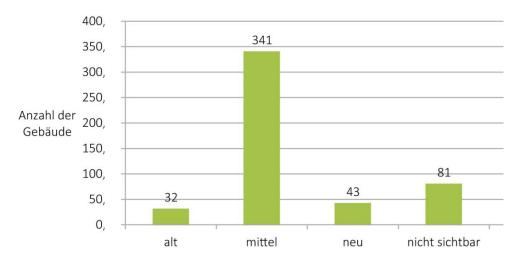


Abbildung 23: Sanierungszustand der Dächer

Abbildung 23 zeigt sehr deutlich, dass es kaum Gebäude gibt, an denen noch keine Modernisierungen oder Sanierungen an den Dächern vorgenommen wurden.

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup> Deutscher Städte- und Gemeindebund e.V. online unter www.dstgb.de

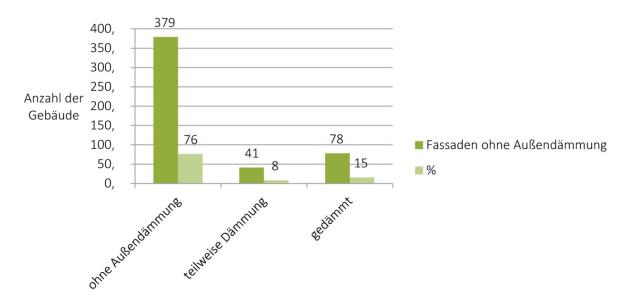


Abbildung 24: Sanierungszustand der straßenseitigen Fassaden

Im Gegensatz zu den Dächern zeigt die Anzahl der bereits durchgeführten energetischen Fassadenmaßnahmen (Abbildung 24), dass der Großteil der Fassaden bisher nicht oder nur teilweise gedämmt wurde. Dies lässt sich neben den Investitionskosten auf die Bausubstanz selbst zurückführen, die großenteils durch attraktive gründerzeitliche Fassadengestaltungen geprägt ist.

#### 4.1.5 Bewohnerstruktur

Das Statistische Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein hält ausschließlich Zahlen für den Stadtteil Bergedorf und nicht spezifisch für das Untersuchungsgebiet Bergedorf-Süd vor. Im Bereich des Bevölkerungsanteils der unter 18-Jährigen und der über 65-jährigen liegt der Stadtteil größtenteils im Hamburger Mittel. Leicht unter dem Durchschnitt Hamburgs liegen die Zahlen im Bereich der Bevölkerung mit Migrationshintergrund.

Ebenfalls im Hamburger Durchschnitt liegen die Zahlen zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten jeden Alters und Arbeitslosen zwischen 15 und 65 Jahren.

Leicht über dem Wert von 72,6m² für die durchschnittliche Wohnungsgröße in Hamburg liegt der Wert für den Stadtteil Bergedorf mit 77,5m², ebenso verhält es sich mit der Wohnfläche, die jedem Einwohner zur Verfügung steht.<sup>19</sup>

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> Statistikamt Nord, Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein, Hamburger Stadtteil-Profile 2012, NORD. regional; Band 13; Seite 174/175

# Statistische Kennzahlen im Überblick<sup>20</sup>

	Stadtteil Bergedorf-Süd	Bezirk Bergedorf	Freie Hansestadt Hamburg
Wohnbevölkerung	4.596	118.910	1.799.000
Bevölkerungszunahme seit 2004	2,9%	0,4%	1,2%
Anteil Kinder und Jugendliche unter 18 Jahre unterdurchschnittlich	13,3%	18,6%	15,3%
Anteil über 65-Jähriger	15,5%	18,7%	18,8%
Anteil 1-Personen-Haushalte im Stadtteil insgesamt	43%	39%	52%
Anteil Personen mit Migrationshintergrund	10,1%	9,3%	14,1%
Anteil Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte	56,6 %	52,4%	47,7%

Tabelle 1 Kennzahlen zur Demografie (Quelle?)

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Integriertes Entwicklungskonzept Bergedorf-Süd 2011

# 4.1.6 Beschreibung der Referenzgebäude

Nach einer ersten Aufnahme aller Gebäude im Untersuchungsgebiet wurden 12 Referenzgebäude ausgewählt (siehe Erläuterungen zur Methodik), die ein möglichst breites Spektrum des Gesamtbestandes wiedergeben. Die Eigentümer dieser Gebäude wurden um Unterstützung und Zustimmung gebeten, damit nicht nur Begehungen ermöglicht werden konnten, sondern auch die Übergabe von Gebäudedaten und Unterlagen. Aufgrund von datenschutzrechtlichen Bestimmungen sind nur die wesentlichen Kenndaten der 12 Referenzgebäude und eine jeweilige kurze Beschreibungen in diesem Bericht veröffentlicht.

#### Referenzgebäude 1



Abbildung 25: Referenzgebäude Wohnen\_1, verfremdet wegen Datenschutz

Bei Referenzgebäude 1 handelt es sich um ein sogenanntes Gründerzeitgebäude mit einer Bruttogrundfläche von etwa 4.100m ² (BGF). Das freistehende Gebäude befindet sich nordöstlich des Stadtzentrums in einer ruhigen Nebenstraße. Das erkannte Denkmal wurde ca. 1911 errichtet und setzt sich aus drei Adressen (ID 360/1614/2231) zusammen. Das viergeschossige Bauwerk verfügt über die klassischen Merkmale der Zeit nach der Jahrhundertwende .Es wird als Mehrfamilienhaus genutzt und durch eine Immobilienverwaltung betreut. Das Gebäude wurde in den letzten 10 bis 20 Jahren gut instand gehalten, ist jedoch aus energetischer Sicht als unsaniert zu betrachten. Das Objekt wurde als erkanntes Denkmal, mit Mehrfamilienhausnutzung - vor 1918 geclustert und ist für das Gebiet repräsentativ.

Nachfolgend werden die Basis-Gebäudedaten und energetischen Bilanzflächen (thermische Gebäudehülle) und die Anlagentechnik der Referenzgebäude im Ist- Zustand in Kurzform, jeweils in einer Tabelle, beschrieben:

#### Referenzgebäude 1

Baujahr 1911 BGF 4100 m² Etagen 4

Nutzung Mehrfamilienhaus
Status Erkanntes Denkmal
Cluster EKD\_W-MFH\_1

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Massiv, Estrich, Stahlträger mit gewölbten Ziegelgefachen (Kappendecke),
	ungedämmt
Außenwand	2-schaliges Ziegelmauerwerk 24 u. 11,5 cm, Luftschicht 7-9 cm,
	ungedämmt
Fenster	Iso-Fenster, veralteter Standard
Außen- /Haustüren	Holz m. Glasanteilen, alter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Sparren-/Holzbalken, Kaltdach, ungedämmt, Dachziegel-/Schieferdeckung
Gauben	
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Dezentral, Niedertemperaturkessel, Standardkessel pro WE (Therme), Gas
Warmwasserversorgung	Dezentral, Niedertemperaturkessel, Standardkessel pro WE (Therme), Gas,
	teilw. Durchlauferhitzer pro WE, Strom
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 2: Technische Daten zu Referenzgebäude 1



Abbildung 26: Referenzgebäude Wohnen\_2

Das Referenzgebäude 2 (ID 1652) ist ein Mehrfamilienhaus in gründerzeitlicher Bauweise. Bedingt durch seine Gestaltung wurde es bei der Einstufung aufgrund der Fassadenproportionen und Gliederungen als erhaltenswert eingestuft. Das Baujahr liegt laut Unterlagen des Bauamtes bei 1923 und gehört somit zur Baualtersklasse 2.

Das Bauwerk befindet sich im mittleren Süden des Untersuchungsgebietes und ist bedingt durch seine Baualtersklasse und erhaltenswürdige Gestaltung repräsentativ für die Gebäudestruktur des Untersuchungsgebietes. Ebenfalls charakteristisch für das Untersuchungsgebiet ist der Sanierungszustand des Referenzgebäudes, da dieser durch die im Jahr 2008 erstellte komplette Aufstockung (Dachgeschoss), als teilsaniert eingestuft wurde.

 $\begin{array}{lll} \text{Baujahr} & & 1923 \\ \text{BGF} & & 652 \text{ m}^2 \\ \text{Etagen} & & 4 \end{array}$ 

Nutzung Mehrfamilienhaus

Status Erhaltenswerte Substanz

Cluster ES\_W-MFH\_2

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Teilw. massiv, Estrich, Beton u. teilw. Holzbalkendecke, ungedämmt
Außenwand	2-schaliges Ziegelmauerwerk 24 u. 11,5 cm, Mörtelfuge 1 cm, Außenputz,
	ungedämmt
	Eine Giebelwand geringfügig gedämmt (WDVS), Dachgeschoss-Giebelwand
	Porenbeton mit WDVS (DG-Erstellung 2008).
Fenster	Iso-Fenster, veralteter Standard, Wsch.fenster bei DG-Erstellung *
Außen- /Haustüren	Holz m. Glasanteilen, alter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Sparren-/Holzbalken, gedämmt, Dachziegel-/Schieferdeckung (DG-
Gauben	Erstellung 2008)
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Zentral, Brennwertkessel, DG separater Brennwertkessel, Gas
Warmwasserversorgung	Durchlauferhitzer pro WE, Strom, DG über Brennwertkessel, Gas
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 3: Technische Daten zu Referenzgebäude 2

<sup>\*</sup> Fenster, Bezeichnung: Unterscheidung "Iso" und "W.sch." (Wärmeschutz) – bis ca. 1994 wurden Fenster mit der Bezeichnung Isolierglas verwendet; seit ca. 1995 verwendet man u.a. verbesserte Glas- und Zwischenraumeigenschaften, welche mit der Begrifflichkeit Wärmeschutzglas statt Isolierglas einhergehen. Die Unterscheidung "Iso-Fenster" und "Wsch.fenster" soll den Qualitätsunterschied sowie das Bauteilalter verdeutlichen.



Abbildung 27: Referenzgebäude Wohnen\_3

1938 wurde das Referenzgebäude 3 (ID 1114/ 4884/4883) errichtet. Das Mehrfamilienhaus setzt sich aus drei Adressen zusammen und ist ein Vorkriegsbacksteinbau. Bedingt durch diesen Umstand wurde das Gebäude subjektiv als erhaltenswert eingestuft (Backsteinrelevanz).

Das Objekt befindet sich im Westen des Untersuchungsgebietes und ist an diesem Ort stellvertretend für elf weitere Wohnzeilen gleicher oder ähnlicher Bauart. Der dreigeschossige Baukörper mit teilweise ausgebautem Dachstuhl wird als unsaniert eingeordnet und ist damit typisch für die Vorund Nachkriegsbauten im Untersuchungsbereich.

Das Referenzgebäude wurde als erhaltenswertes Mehrfamilienhaus in Baualtersklasse 2 (1919-1948) eingestuft.

 $\begin{array}{cc} \text{Baujahr} & \text{1938} \\ \text{BGF} & \text{1189 m}^2 \\ \text{Etagen} & \text{3,5} \end{array}$ 

Nutzung Mehrfamilienhaus

Status Erhaltenswerte Substanz

Cluster ES\_W-MFH\_2

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Holzdielung auf Holzrost/Luftgefache, gelagert auf Betondecke,
	ungedämmt
Außenwand	2-schaliges Ziegelmauerwerk 17,5 u. 11,5 cm, Luftschicht 4 cm,
	ungedämmt
Fenster	Iso-Fenster, veralteter Standard
Außen- /Haustüren	Holz m. Glasanteilen, alter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Sparren-/Holzbalken, Kaltdach, ungedämmt, Dachziegeldeckung
Gauben	
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Nachtspeicher, Strom
Warmwasserversorgung	Durchlauferhitzer pro WE, Strom
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 4: Technische Daten zu Referenzgebäude 3



Abbildung 28: Referenzgebäude Wohnen\_4, verfremdet wegen Datenschutz

Das Mehrfamilienhaus aus dem Jahr 1956 gilt als Repräsentant für die Nachkriegsbacksteinbauten im Untersuchungsgebiet. Es unterscheidet sich von Referenzgebäude 3 durch seine wesentlich schlichtere Fassade und durch seinen Sanierungszustand, der hier als teilsaniert festgestellt wurde.

Das freistehende Gebäude (ID 2229/ 1612/3518) befindet sich am südwestlichen Ende des Untersuchungsgebietes.

Durch seine Backsteinfassade, Nutzung und Baujahr wurde das Gebäude dem Cluster Erhaltenswertes Mehrfamilienhaus der Baualtersklasse 3 (1949-1960) zugeordnet.

Baujahr 1956 BGF 1466 m² Etagen 3

Nutzung Mehrfamilienhaus

Status Erhaltenswerte Substanz

Cluster ES\_W-MFH\_3

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Massiv, Estrich, Beton, ungedämmt
Außenwand	2-schaliges Ziegelmauerwerk 24 u. 11,5 cm, Mörtelfuge 1 cm,
	ungedämmt
Fenster	Wsch.fenster
Außen- /Haustüren	Stahl/Glas WschElement
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Massiv, Betondecke (OGD), gedämmt
Gauben	
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Zentral, Niedertemperaturkessel, Gas
Warmwasserversorgung	Zentral, über Niedertemperaturkessel, Gas
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 5: Technische Daten zu Referenzgebäude 4



Abbildung 29: Referenzgebäude Wohnen\_5

Bei dem Referenzgebäude 4 handelt es sich um ein 1976 errichtetes Mehrfamilienhaus. Es bildet das Endgebäude einer nahezu geschlossenen Blockrandbebauung des Untersuchungsgebietes in der Vierlandenstraße im westlichen Untersuchungsbereich. Das viergeschossige Objekt mit Flachdach besitzt eine gelb verklinkerte Fassade und wurde energetisch als in geringem Maße teilsaniert bewertet.

Das Gebäude (ID 3351) wurde nicht als stadtbildprägend eingestuft und besitzt auch keinen Denkmalschutzstatus. Es repräsentiert damit die Gebäude, bei denen eine energetische Vollsanierung an der Fassade möglich wäre.

 Baujahr
 1976

 BGF
 1853 m²

Etagen

NutzungMehrfamilienhausStatusOhne Einschränkungen

Cluster OE\_W-MFH\_4

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Massiv, Estrich, Beton, ungedämmt
Außenwand	2-schaliges KS/Ziegelmauerwerk 24 u. 11,5 cm, Mörtelfuge 1 cm,
	ungedämmt
Fenster	Teilw. Iso-Fenster, veralteter Standard, teilw. Wsch.fenster
Außen- /Haustüren	Stahl/Glas, veralteter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Massiv, Betondecke (Flachdach), ungedämmt
Gauben	
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Zentral, Niedertemperaturkessel, Öl
Warmwasserversorgung	Durchlauferhitzer pro WE, Strom
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 6: Technische Daten zu Referenzgebäude 5



Abbildung 30: Referenzgebäude Wohnen\_6

Referenzgebäude 6 (ID 4336/553/1195/2457) setzt sich aus vier Adressen zusammen und wechselt zwischen drei und vier Vollgeschossen. Das Mehrfamilienhaus mit dem Errichtungsjahr 1989 befindet sich zentrumsnah im Westen des Untersuchungsareals.

Das Gebäude wurde mit einer hinterlüfteten Fassade konstruiert und ist nach der 2. Wärmeschutzverordnung erstellt worden. Bedingt durch das Baualter ist dieses Gebäude Vertreter einer vergleichsweise kleinen Clustergruppe. Das Gebäude weist bereits das konstruktive Niveau der 1990er Jahre auf und wurde zugeordnet zur Mehrfamilienhausnutzung und Baualtersgruppe 6 (1992-2009).

 $\begin{array}{lll} \text{Baujahr} & & 1989 \\ \text{BGF} & & 2181 \text{ m}^2 \\ \text{Etagen} & & 4 \end{array}$ 

Nutzung Mehrfamilienhaus Status Ohne Einschränkungen

Cluster OE\_W-MFH\_6

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Massiv, Estrich, Beton, gedämmt
Außenwand	2-schaliges KS/Ziegelmauerwerk 17,5 u. 11,5 cm, Luftschicht 4 cm,
	gedämmt
Fenster	Iso-Fenster, veralteter Standard
Außen- /Haustüren	Stahl/Glas, veralteter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Massiv, Betondecke (OGD), gedämmt
Gauben	
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Zentral, Niedertemperaturkessel, Gas
Warmwasserversorgung	Zentral, über Niedertemperaturkessel, Gas
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 7: Technische Daten zu Referenzgebäude 6



Abbildung 31: Referenzgebäude Wohnen\_7

Im Zentrum von Bergedorf befindet sich das Referenzgebäude 7 (ID 922), welches als Wohn- und Geschäftshaus genutzt wird (weiße Fassade, links). Es handelt sich hierbei um ein Gründerzeitgebäude, das im Verlauf der gutachterlichen Untersuchung saniert wurde. Ausgangszustand für alle Berechnungen ist hier der unsanierte Zustand.

Für das Gebäude gab es keine gestalterischen Einschränkungen, weshalb ein umseitiger Eingriff in die Fassadengestaltung möglich war. Geclustert wurde das Objekt als Mehrfamilienhaus ohne gestalterische Vorgaben in die Baualtersgruppe 1 (bis 1918).

 $\begin{array}{cc} \text{Baujahr} & \text{1911} \\ \text{BGF} & \text{262 m}^{\text{2}} \\ \text{Etagen} & \text{4} \end{array}$ 

NutzungWohn- und GeschäftshausStatusErhaltenswerte Substanz

Cluster ES\_WG\_1

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Holzbalkendecke, ungedämmt
Außenwand	2-schaliges Ziegelmauerwerk 24 u. 11,5 cm, Luftschicht 3 cm,
	ungedämmt
Fenster	Iso-Fenster, veralteter Standard
Außen- /Haustüren	Holz m. Glasanteilen, alter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Sparren-/Holzbalken, Kaltdach, ungedämmt, Dachziegel-
Gauben	/Schieferdeckung
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Zentral, Niedertemperaturkessel, Gas
Warmwasserversorgung	Dezentral, teilw. Durchlauferhitzer per WE, Gas, teilw.
	Durchlauferhitzer pro WE, Strom
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 8: Technische Daten zu Referenzgebäude 7



Abbildung 32: Referenzgebäude Wohnen und Gewerbe\_8

An der Bundesstraße befindet sich das Referenzgebäude 8 (ID 3721), das gebietstypisch als Wohnund Geschäftshaus genutzt wird. Im Erdgeschoss des Gebäudes befinden sich Handelsflächen, die jeweils rechts und links der Treppenhäuser liegen. Darüber gibt es zwei Wohn-Vollgeschosse und ein Dachgeschoss.

Das Backsteingebäude mit seiner gut proportionierten Straßenfassade und den schmalen Dachüberständen stammt aus dem Jahr 1962 und ist durch die Backsteinrelevanz als erhaltenswerte Substanz eingestuft worden. Die Clusterung erfolgte als Gebäude Wohnen- und Gewerbenutzung aus der Baualtersklasse 1949-1960.

 $\begin{array}{lll} \text{Baujahr} & & 1962 \\ \text{BGF} & & 640 \text{ m}^2 \\ \text{Etagen} & & 3,5 \end{array}$ 

Nutzung Wohn- und Geschäftshaus Status Ohne Einschränkungen

Cluster ES\_WG\_3

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Massiv, Estrich, Beton, ungedämmt
Außenwand	2-schaliges Ziegelmauerwerk 24 u. 11,5 cm, Luftschicht 6 cm,
	ungedämmt
Fenster	Iso-Fenster, veralteter Standard
Außen- /Haustüren	Holz m. Glasanteilen, alter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Sparren-/Holzbalken, Kaltdach, ungedämmt, Dachziegel-
Gauben	/Schieferdeckung
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Zentral, Niedertemperaturkessel, Gas
Warmwasserversorgung	Dezentral, Durchlauferhitzer pro WE, Strom
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 9: Technische Daten zu Referenzgebäude 8



Abbildung 33: Referenzgebäude Sondernutzung\_9

Das Referenzgebäude 9 (ID6) repräsentiert als Schule die Objekte mit Sondernutzungen. In diesem Fall handelt es sich um eine Nutzung als Schul- und Verwaltungsgebäude in einem Ensemble von einzelnen Schulgebäuden, welche sich im Zentrum des Untersuchungsgebietes befinden. Das Referenzobjekt ist ein Backsteingebäude, welches als eingetragenes Denkmal geführt wird, dadurch ist ein sichtbarer Eingriff an den Fassaden ausgeschlossen. Dieses Gebäude gehört in die Gruppe der vollständig unsanierten Objekte. Die Gebäudeclustergruppe wurde als eingetragenes Denkmal mit Sondernutzung aus dem Jahr 1856 bestimmt.

 $\begin{array}{cc} \text{Baujahr} & 1856 \\ \text{BGF} & 3719 \text{ m}^2 \\ \text{Etagen} & 3,5 \end{array}$ 

Nutzung Sonderbau

Status Eingetragenes Denkmal

Cluster ED\_S\_1

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Holzbalkendecke (aufgeständert), ungedämmt
Außenwand	Ziegelmauerwerk 24 cm, ungedämmt
Fenster	1 SchFenster, alter Standard
Außen- /Haustüren	Holz m. Glasanteilen, alter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Sparren-/Holzbalken, gering gedämmt, Dachziegel-
Gauben	/Schieferdeckung
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Heizzentrale (Schulgelände), Brennwertkessel, Gas
Warmwasserversorgung	./.
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 10: Technische Daten zu Referenzgebäude 9



Abbildung 34: Referenzgebäude Sondernutzung\_10

Das Referenzgebäude 10 (ID 2597) gehört zum Gesamtensemble der Rudolf-Steiner-Schule (Referenzgebäude 9) und wird als Sport- und Veranstaltungshalle genutzt. Bislang wurden keine energetischen Sanierungen am Gebäude vorgenommen. Das Gebäude gehört zu einer Blockrandbebauung im Zentrum des Untersuchungsgebietes und ist umgeben von reinen Wohnungsbauten aus der Gründerzeit.

Das nach dem Komponisten Johann Adolf Hasse benannte Kulturgebäude ist in die Clustergruppe Sondernutzung mit erhaltenswerter Substanz eingeordnet.

Baujahr 1911 BGF 710 m² Etagen 3,5

Nutzung Sonderbau

Status Erhaltenswerte Substanz

Cluster ES\_S\_1

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Massiv, Estrich, Beton, ungedämmt
Außenwand	Ziegelmauerwerk 24 cm, ungedämmt
Fenster	1 SchFenster, alter Standard
Außen- /Haustüren	Holz m. Glasanteilen, alter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Sparren-/Holzbalken, gering gedämmt, Dachziegel-/Schieferdeckung,
Gauben	teilw. Kuppeldach
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Heizzentrale (Schulgelände), Brennwertkessel, Gas
Warmwasserversorgung	Heizzentrale (Schulgelände) , über Brennwertkessel, Gas
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung

Tabelle 11: Technische Daten zu Referenzgebäude 10



Abbildung 35: Referenzgebäude Sondernutzung\_11

Im Zentrum von Bergedorf befindet sich das Referenzgebäude 11 (ID 3227), das ursprünglich aus dem Jahr 1965 stammt. Dieses Objekt ist stellvertretend für rein gewerbliche Nutzungen im Untersuchungsgebiet. Die klein- und großflächigen Einzelhandels- und Dienstleistungsflächen wurde bereits 2011 komplett modernisiert und umgebaut (Revitalisierung).

Bautypisch und architektonisch ergeben sich für dieses Objekt keine Einschränkungen, jedoch wurden auch bereits im Rahmen der Revitalisierung die Fassaden zeitgemäß entwickelt. Das Objekt wurde mit der Clusterkennung als gestalterisch flexibel mit gewerblicher Nutzung aus der Baualtersklasse 4 (1961-1983) versehen.

 Baujahr
 1965

 BGF
 12167 m²

 Etagen
 3,5

Nutzung Gewerbe (großflächig) Status Ohne Einschränkungen

Cluster OE\_G\_4

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Massiv, Estrich, Beton, gedämmt
Außenwand	Teilw. 1-schaliges KS-Mauerwerk 24 cm, gedämmt, tw. 36 cm
	Ziegelmauerwerk, tw. geringfügig gedämmt
Fenster	Glas/Stahl (Pfostenriegelfassade)
Außen- /Haustüren	Glas/Stahl Elemente
Dach bzw. oberste	Teilw. Sparren-/Holzbalken, gedämmt, Dachziegel-/Schieferdeckung, teilw.
Geschossdecke, Gauben	massiv, Betondecke (Flachdachbereich), gedämmt
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Zentral, Brennwertkessel, Gas, teilw. Wärmepumpe/Strom, teilw. WRG
	über RLT, GLT-Steuerung
Warmwasserversorgung	Zentral, über Brennwertkessel, Gas, teilw. Durchlauferhitzer/Strom
Lüftungsanlage (RLT)	RLT mit Wärmerückgewinnung (WRG), GLT-Steuerung

Tabelle 12: Technische Daten zu Referenzgebäude 11



Abbildung 36: Referenzgebäude Sondernutzung\_12

Das Referenzgebäude 12 (ID 722) ist ein achtgeschossiges Hochhaus im Zentrum der Stadt. Das Gebäude aus den 1960er Jahren wird überwiegend als Bürogebäude genutzt. Es repräsentiert zwei weitere Hochhäuser im Zentrum des Untersuchungsgebietes mit erheblichen Nutzungs- und Gestaltungspotenzialen.

Das freistehende Gebäude mit Staffeletage wurde als teilsaniert eingestuft und bietet ein umfangreiches energetisches Entwicklungspotenzial. Das Gebäude wurde als Gewerbeobjekt der Baualtersklasse 4 (1961-1983) ohne gestalterische Einschränkungen geclustert.

 $\begin{array}{cc} \text{Baujahr} & 1965 \\ \text{BGF} & 4901 \, \text{m}^2 \\ \text{Etagen} & 7,5 \end{array}$ 

Nutzung Gewerbe (großflächig) Status Ohne Einschränkungen

Cluster OE\_G\_4

Hüllfläche – Bauteil	Art, Dämmstandard
Kellerdecke bzw. Bodenplatte	Massiv, Estrich, Beton, ungedämmt
Außenwand	Skelettbauweise, Betonelemente 24 cm, Fassadenplatten,
	ungedämmt
Fenster	Iso-Fenster, veralteter Standard
Außen- /Haustüren	Stahl/Glas, veralteter Standard
Dach bzw. oberste Geschossdecke,	Massiv, Beton (Warmdach, erneuert), gedämmt
Gauben	
Anlagentechnik	Art , Energieträger
Raumwärmeversorgung	Zentral, Niedertemperaturkessel, Gas
Warmwasserversorgung	Durchlauferhitzer/Strom pro Nutzeinheit
Lüftungsanlage (RLT)	Freie Lüftung, teilw. Abluftanlage (Ladenzone)

Tabelle 13: Technische Daten zu Referenzgebäude 12

# 4.1.7 Städtebauliche Konzepte und Planrecht

Für das gesamte Untersuchungsgebiet gibt es einen flächendeckenden Baustufenplan (Abbildung 37). Dieser trat am 5. Februar 1957 in Kraft und bildet bis heute für die Bereiche ohne geltenden Bebauungsplan das Planrecht ab. Der Baustufenplan legt im Wesentlichen fest, dass sich im Untersuchungsgebiet hauptsächlich Wohn- und Mischflächen befinden, die eine Bebauung zwischen zwei und drei Geschossen ermöglichen. Die Flächen der Rudolf-Steiner-Schule und am Lichtwarkhaus werden als Bereiche mit besonderer Nutzung ausgewiesen. Für den Innenstadtbereich (zwischen Sachsentor und Rektor-Ritter-Straße) ist außerdem eine Ordnungsfläche verzeichnet. Das gesamte Projektgebiet wird durch folgende Bebauungspläne bestimmt: B-Plan 35, 40, 42, 65, 69, 71, 75, 80 und 84.

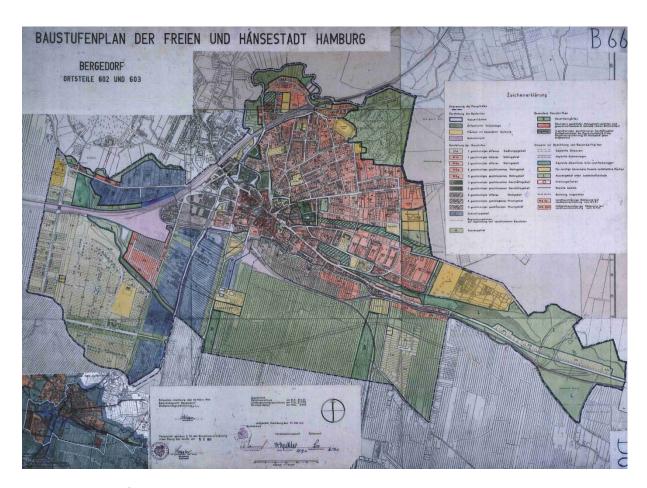


Abbildung 37: Baustufenplan der Freien und Hansestadt Hamburg

Für den Bereich der Rudolf-Steiner-Schule (Am Brink 7) gibt es einen separaten Teilbebauungsplan (Abbildung 38), der die Schulerweiterungsflächen planrechtlich definiert.

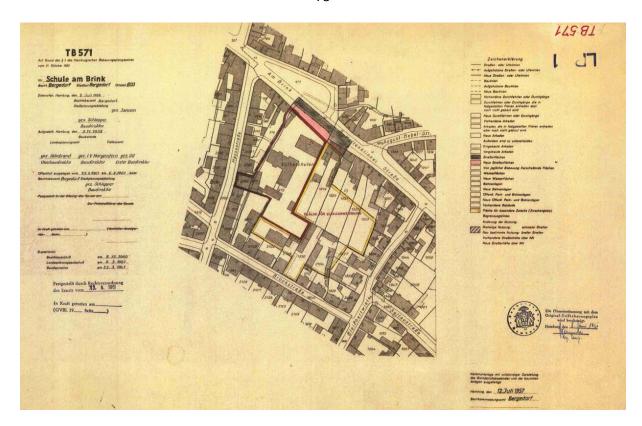


Abbildung 38 Teilbebauungsplan 571 für Am Brink 7

#### Integriertes Entwicklungskonzept

Für das Projektgebiet wurden bereits eine vorbereitende Untersuchung und ein Integriertes Entwicklungskonzept<sup>21</sup> erarbeitet. Dieses wurde im Auftrag des Bezirk Bergedorf und des Fachamt für Sozialmanagement durch die BIG STÄDTEBAU GmbH durchgeführt und am 15.02.2011 beschlossen.

Dieses Entwicklungskonzept untersuchte das Gebiet hinsichtlich unterschiedlichster Gesichtspunkte, wie Umwelt und Verkehr, Integration von Menschen mit Migrationshintergrund, Kultur im Stadtteil, Sicherheit, Kriminalität und Gewaltprävention, Sport und Freizeit. Besonders die Teile der Studie, die den Bereich des Städtebaus, öffentlicher Raum, Wohnen und Wohnungsmarkt untersuchten, sind für die vorliegende Studie relevant.

Im Bereich des Handels regt die BIG-Studie die Stärkung des Sachsentors an, um für die zentrumsnahen Wohnquartiere auch weiterhin die Versorgung zu sichern. Für den Sektor der sozialen Einrichtungen wurde dem Bezirk die Sicherung der vorhandenen Einrichtungen, wie beispielsweise das Lichtwarkhaus, Kindergärten und auch Schulen empfohlen. Zusätzlich wurde zu einem Ausbau des öffentlich-sozialen Bereiches geraten, um das Quartier attraktiv für alle Bevölkerungsgruppen zu halten. Für den Bereich "Wohnen, Wohnungswirtschaft und Wohnungsmarkt" wurde empfohlen, das Potenzial der historischen Gebäudesubstanz zu nutzen und durch nötige Instandsetzungen zu sichern. Die vorhandene Wohnungsvielfalt soll weiterhin gestärkt

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> Download unter: http://bergedorf-sued.de/gebietsentwicklung/materialien/2011/2011-02-15-Integriertes-Entwicklungskonzept-Bergedorf-Sued.pdf

werden, um auch den Ansprüchen von Senioren, Familien oder Menschen mit Behinderungen gerecht zu werden und so ein gut durchmischtes Wohnumfeld zu bieten.

Für den öffentlichen Raum wird als Ziel eine Qualitätssicherung und Aufwertung vorgeschlagen, die vorhandenen Grün- und Freizeitflächen sollten zielgruppenspezifisch umgestaltet werden. Weiterhin wären laut Gutachten mehr straßenbegleitendes Grün, sowie mehr barrierefreie Verbindungen im öffentlichen Raum<sup>22</sup> wünschenswert.

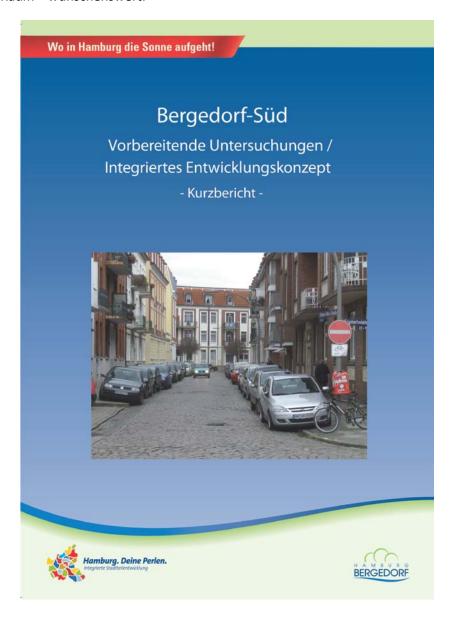


Abbildung 39: Integriertes Entwicklungskonzept

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Vergl. http://bergedorf-sued.de/gebietsentwicklung/materialien/2011/2011-02-15-Integriertes-Entwicklungskonzept-Bergedorf-Sued.pdf Stand 31.05.2013

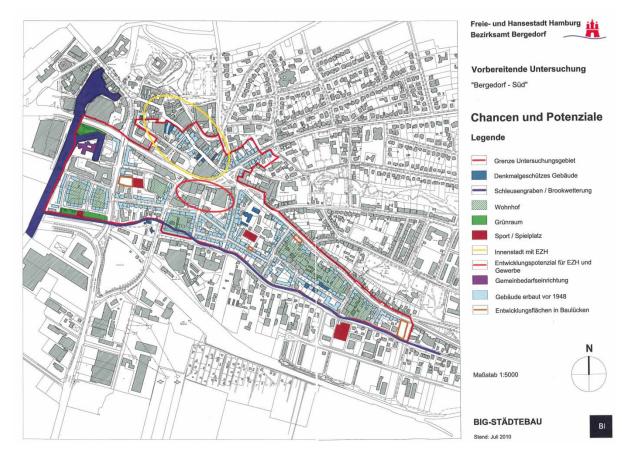


Abbildung 40: Chancen und Potenziale; Quelle: Integriertes Entwicklungskonzept; BIG

#### Neue Quartiersentwicklung in Bergedorf-Süd

Als städtebauliche Erweiterungsfläche wird aktuell der Bereich südlich des Brookdeich, zwischen Hassestraße und Töpfertwiete, neu geordnet (Abbildung 41). Hierfür ist ein Bebauungsplanverfahren vorgesehen. Auf dieser ehemaligen Gewerbe- und Industriefläche sollen zukünftig circa 420 Wohneinheiten entstehen. Das Neubauvorhaben wird durch vier Grundstückseigentümer initiiert und durch das Fachamt Stadt- und Landschaftsplanung des Bezirks Bergedorf begleitet. Die Realisierung dieses Neubauquartiers bietet nicht nur eine Chance für eine modellhafte Energieversorgung der Neubauten, sondern könnte auch eine Versorgungszelle für die angrenzenden Altbauten werden. Die Potenziale hierfür wurden im Rahmen dieses Energiekonzeptes in Kapitel "Potenziale" untersucht.



Abbildung 41: Funktionsplan des Brookdeichgebietes; Quelle: Jp Claussen-Seggelke, Stadtplaner SRL

## 4.2 Energieversorgung

## 4.2.1 Energieträger

Die Analyse der gegenwärtigen Energieversorgung basiert auf Verbrauchsangaben der Gas- und Stromnetzbetreiber Hamburg Netz GmbH und Vattenfall Stromnetz Hamburg GmbH. Hieraus geht hervor, dass die Wärmeversorgung im Untersuchungsgebiet überwiegend auf Basis von Erdgas und zu einem geringen Anteil über Nachtspeicherheizungen (NSH) erfolgt. Über weitere Energieträger zur Wärmeversorgung sind keine Angaben verfügbar. Nach Rücksprache mit dem Bezirksschornsteinfegermeister beläuft sich der geschätzte Anteil der sonstigen Energieträger auf 3 %, die in der weiteren Untersuchung vernachlässigt werden. Die Anteile der Energieträger werden in Abbildung 42 dargestellt.

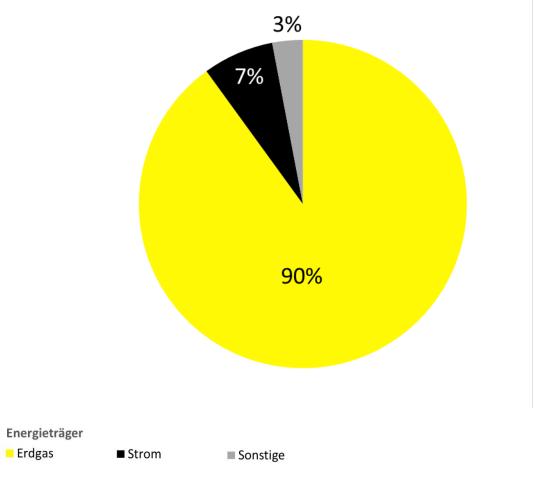


Abbildung 42: Wärmeversorgungsanteile im Jahr 2010

Aus den blockscharfen Verbrauchsdaten lässt sich einer Fläche von insgesamt rund 310.000 m² (BGF) ein Erdgasbezug sowie einer Fläche von rund 13.000 m² (BGF) ein Strombezug für NSH zuweisen.

## 4.2.2 Erdgasnetz

Das Untersuchungsgebiet wird über ein Niederdruckgasnetz erschlossen, das in Abbildung 43 gezeigt ist (siehe auch Anlage 8). Im Verteilnetz herrscht ein Überdruck von ca. 60 mbar, die Hausanschlüsse werden mit einem Überdruck von 23 mbar versorgt.

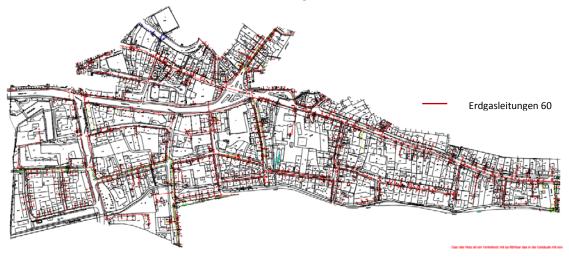


Abbildung 43: Auszug für Bergedorf-Süd aus dem Gasnetzplan (siehe auch Anlage 8)

Das Gebiet ist vollständig mit Hauptleitungen erschlossen, die entlang der Straßen verlaufen. Folglich müssten keine neuen Hauptleitungen verlegt werden, um weitere Gebäude an das Netz anzuschließen. Die gegenwärtige Anschlussdichte ist mit 81 % aller gelisteten Gebäude als hoch anzusehen.<sup>23</sup>

## 4.2.3 Wärmeverbrauch (Erdgas und Strom)

Es liegen Verbrauchsangaben für Erdgas aus dem Jahr 2011 und für Strom in Nachtstromspeicherheizung (NSH) aus 2010 vor. Der Anteil von Kochgas, der im genannten Erdgasverbrauch enthalten ist, wird als vernachlässigbar erachtet.

# Nach den Angaben von Hamburg Netz betrug in 2011 der Erdgasverbrauch im Gesamtgebiet 34,28 GWh/a $\left(H_i\right)$ . $^{24}$

Für die Erdgaskessel wird ein Jahresnutzungsgrad von 90 % bezogen auf den Heizwert  $H_i$  bei einem maximalen Alter von 20 Jahren angesetzt<sup>25</sup>. Folglich wurden durch Erdgaskessel ca. 30,85 GWh/a Wärme bereitgestellt.

Um Datenschutzauflagen einzuhalten, war es erforderlich, Verbrauchsgruppen aus jeweils mindestens vier Gebäuden zu bilden, für die ein Summenwert pro Gruppe genannt wurde. Die

<sup>&</sup>lt;sup>23</sup> Es ist zu beachten, dass die Prozentangabe auf die Anschlusszahl und nicht die Verbrauchsmengen bezogen ist.

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> Von Hamburg Netz wurden 38,09 GWh/a (H<sub>s</sub>) angegeben; die Umrechnung erfolgt mit dem Verhältnis von Heizwert (H<sub>i</sub>) zu Brennwert

<sup>(</sup>H<sub>s</sub>) in Höhe von 0,9 für Erdgas. <sup>25</sup> (Diefenbach, Loga, Born, Großklos, & Herbert, 2002, S. 8), (Dehli, 2005, S. 18)

Gruppierung wurde vom Auftragnehmer vorgenommen und orientiert sich an den Baublöcken (siehe Abbildung 44 - Anlage 9). Die Verbrauchswerte pro Gruppe und die Zuordnung der Verbrauchsgruppen zu den Baublöcken ist in Anlage 10 aufgeführt.

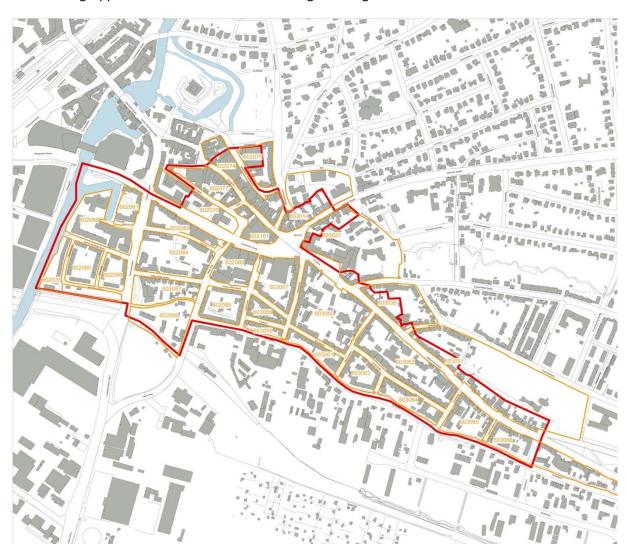


Abbildung 44: Einteilung des Untersuchungsgebiets in Baublöcke (Anlage 9)

Vattenfall Stromnetz hat den Stromverbrauch auf Basis der Jahresverbrauchsprognose (JVP) von 2010 gemäß § 13 Abs. 1 StromNZV berechnet, die in der Regel auf dem Verbrauch der vergangenen 12 Monate beruht, jedoch bei kürzerer Verbrauchsperiode auch eine Korrektur enthalten kann.

#### Der Stromverbrauch für Nachtspeicherheizungen beträgt im Gesamtgebiet 2,20 GWh/a.

Es wird ein Jahresnutzungsgrad in Höhe von 95 % angesetzt, der durch die Speicherbeladung bedingt ist, bei der Restwärme nicht genutzt werden kann – etwa weil kein Thermostat vorhanden ist. <sup>26</sup> Die bereitgestellte Wärme beträgt demnach ca. 2,09 GWh/a. Die Verbräuche pro Baublock sind in Anlage 11 aufgeführt.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> (Diefenbach, Loga, Born, Großklos, & Herbert, 2002, S. 14), (Loga & Imkeller-Benjes, 1997, S. 26), (Isele, 2010)

#### Witterungsbereinigung

Die einzelnen Verbrauchswerte wurden einer Witterungsbereinigung nach VDI-Richtlinie 3807, Blatt 1, unterzogen. Durch die Bereinigung erfolgt eine Normierung auf ein durchschnittliches Jahr. Es wird lediglich der Anteil des Verbrauchs bereinigt, der für Raumwärme anzusetzen ist, da die Trinkwassererwärmung (TWE) nicht von der Witterung abhängig ist.

Der Anteil der TWE wurde nicht separat erfasst, daher gilt folgende Annahme: Der Anteil der TWE betrug ein Drittel des Gesamtverbrauchs. In den Referenzgebäuden wurde jedoch festgestellt, dass die TWE in etwa 50 % der Fälle mit elektrischen Durchlauferhitzern erfolgt. Vom Gasverbrauch wird daher nur ein Sechstel für die TWE veranschlagt. Der Strom der NSH wird zu 100 % witterungsbereinigt, weil diese stets zusätzliche elektrische Durchlauferhitzer erfordern.

Für die Bereinigung werden Gradtagszahlen für Hamburg<sup>27</sup> verwendet. Die Berechnung erfolgt mit folgender Gleichung:

$$Q_{bereinigt,j} = \frac{G_{Mittel}}{G_{j}} \cdot \left(Q_{gemessen,j} - Q_{TWE,j}\right) + Q_{TWE,j}$$

mit Q: Wärmeverbrauch

G: Gradtagszahl

j: Jahreszahl

Die aufgeführte Tabelle zeigt die Ergebnisse der Bereinigung für das Gesamtgebiet.

	2010	2011	Bereinigter Wert für das langjährige Mittel
Gradtagszahl in Kd	4.211	3.397	3.782
Wärme aus Erdgas in GWh/a		30,85	33,77
Wärme NSH in GWh/a	2,09		1,87

Tabelle 14: Daten zur Witterungsbereinigung des Wärmeverbrauchs

Hinzu kommt abschließend ein Summand, durch den Strom für die TWE in Durchlauferhitzern berücksichtigt wird. In den betreffenden Wohnungen werden für diese dezentrale Erzeugung 20 kWh/(m²a) veranschlagt. Bei Anwendung in jedem zweiten Haushalt folgten mit der Gesamtfläche von ca. 323.400 m²<sub>BGF</sub> 3,23 GWh/a.<sup>28</sup>

# Als Summe der bereinigten Gas- und NSH-Stromverbräuche sowie des Stroms in Durchlauferhitzern beträgt der Gesamtwärmeverbrauch 38,88 GWh/a.

Die vorliegenden Verbrauchswerte werden nicht nur im Gesamtgebiet, sondern auch pro Baublock ausgewertet. Analog zu den oben aufgeführten Berechnungen wird für jeden Block eine Witterungsbereinigung vorgenommen und ein Aufschlag für Strom bei Durchlauferhitzern angesetzt. In Abbildung 45 sind die Analyseergebnisse gezeigt (siehe auch Anlage 12 und Anlage 13)).

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> (IWU, 2013)

Dieser Wert ist von der Verbrauchssumme für den Haushaltsstrom abzuziehen.



Abbildung 45: Kartendarstellung des Wärmeverbrauchs pro Baublock (Anlage 12)

Die Werte streuen in einem breiten Intervall zwischen 45 und 258 kWh/( $m^2a$ ) bei einem Mittelwert von 120 kWh/( $m^2a$ ).

Auffällig ist, dass in den Baublöcken mit hohem Gewerbeanteil an der Bergedorfer Straße, der Bergedorfer Schloßstraße und dem Sachsentor sowohl sehr hohe als auch sehr niedrige Verbräuche vertreten sind. In einigen Fällen ist als Ursache für die niedrigen Verbräuche ein höherer Leerstand zu vermuten. Hingegen weisen die Blöcke mit überwiegender Wohnnutzung Werte aus dem mittleren Skalenbereich zwischen 100 und ca. 180 kWh/(m²a) auf. Im Vergleich zum deutschlandweiten Mittelwert für Haushalts-Gasheizungen in Höhe von 146 kWh/(m²a)<sup>29</sup> erscheinen die erfassten Verbräuche plausibel.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> (Schlomann, et al., 2004, S. 22)

#### Anteile der Energieträger

Der Anteil der Wärme, die mit Erdgas erzeugt wird, beträgt nach obiger Berechnung 86,9 % gegenüber 13,1 % elektrisch erzeugter Wärme. <sup>30</sup> Einen wesentlichen Anteil am Stromverbrauch hat hier der für die Trinkwassererwärmung (TWE) in Durchlauferhitzern. In Abbildung 46 sind die Ergebnisse pro Baublock aufgeführt (siehe auch Anlage 14).

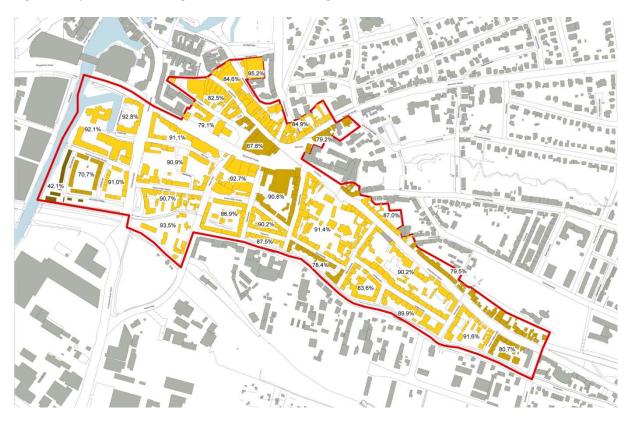


Abbildung 46: Kartendarstellung der Anteile des Energieträgers Gas an der Wärmeerzeugung (Anlage 14)

Nur in einem einzigen Block ist der Stromanteil größer als 50 %. In allen anderen Blöcken hat Erdgas einen Anteil von mindestens zwei Dritteln; in einigen sogar über 90 %.

#### Hilfsenergie

Es wird angenommen, dass für die Erdgasheizungen elektrische Hilfsenergie für Regelung und Umwälzpumpen in Höhe von 2 % der bereitgestellten Wärme (33,77 GWh/a) verbraucht wurde.

Die Summe der Hilfsenergie beträgt 0,68 GWh/a.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>30</sup> Wie oben erwähnt, wird der Anteil weiterer Energieträger als vernachlässigbar angesehen.

## 4.2.4 Stromverbrauch

Der gesamte Stromverbrauch außer in NSH beträgt ca. 16,54 GWh/a.

Nach Abzug des oben genannten Betrags von 3,23 GWh/a für Durchlauferhitzer verbleiben für den Stromverbrauch für Haushaltszwecke 13,31 GWh/a.

In Abbildung 47 sind die aufgelösten Ergebnisse der Analyse zu sehen, die nach Abzug des Stroms für Durchlauferhitzer resultieren (siehe auch Anlage 11, Anlage 13 und Anlage 15). Der Wertebereich reicht von 15 bis 107 kWh/(m²<sub>BGF</sub>a) bei einem Mittelwert von 41 kWh/(m²<sub>BGF</sub>a).

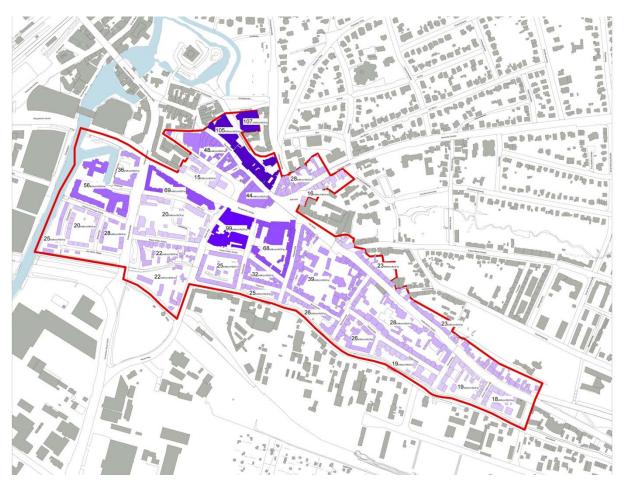


Abbildung 47: Kartendarstellung des Stromverbrauchs pro Baublock (Anlage 15)

Ein hoher Stromverbrauch ist besonders in den Blöcken an der Bergedorfer Straße, der Bergedorfer Schloßstraße, dem Sachsentor und der Holzhude festzustellen, die jeweils signifikante Gewerbeanteile aufweisen. In den Blöcken mit überwiegender Wohnnutzung ist der Stromverbrauch

deutlich niedriger. Hier ist eine hohe Übereinstimmung mit dem deutschlandweiten Mittelwert für Wohnen in Höhe von 32 kWh/(m²a) 31 gegeben.

In Abbildung 48 steht jeder Punkt für einen Baublock und bildet dessen Wärme- und Stromverbrauch ab. Hier ist die Konzentration des Wärmeverbrauchs zwischen ca. 100 und 180 kWh/(m²a) und des Stromverbrauchs zwischen ca. 20 und 40 kWh/(m²a) erkennbar.

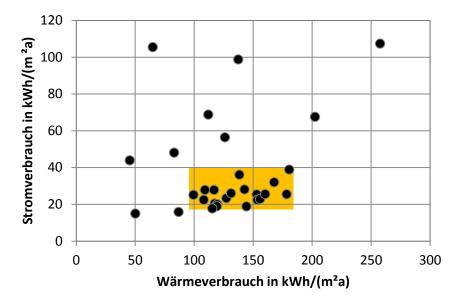


Abbildung 48 Auftragung von Strom- über Wärmeverbrauch pro Baublock

In den Stromverbräuchen enthalten sind die berechneten Werte für Hilfsenergie in Höhe von 0,68 GWh/a.

## 4.3 Energiebedarf der Gebäude nach EnEV

Wie in den Erläuterungen zur Methodik angegeben, wird die Bilanzierung des Energiebedarfes für die heutige Ausgangssituation auf Basis der EnEV 2009 vorgenommen.

Für die Energiebedarfsermittlung der Referenzgebäude 1 bis 8, Wohngebäude, wurde das Normenwerk der DIN V 4108 sowie DIN V 4701 und für die Referenzgebäude 9 bis 12, Nichtwohngebäude, wurde die DIN V 18599 verwendet.

Bei den Begrifflichkeiten innerhalb der vorgenannten Normen gibt es Unterschiede bei der Benennung der EnEV-Kennwerte, insbesondere beim Wärmebedarf für Raumwärme.

Dieser Raumwärmebedarf resultiert im Wesentlichen aus der wärmeübertragenden Hüllfläche (Gebäudehülle), und wird gemäß DIN V 4108/4701 "Heizwärmebedarf" genannt. Die DIN V 18599 benutzt den Begriff "Nutzwärmebedarf". In beiden Fällen handelt es sich um einen wesentlichen Anteil des gesamten Nutzwärmebedarfs von Gebäuden. Heizwärme-/ Nutzwärmebedarf ist die

<sup>&</sup>lt;sup>31</sup> (Schlomann, et al., 2004, S. 22)

Energiemenge, die für einen Raum zur Erwärmung erzeugt werden muss, um genormte Innentemperaturen zu decken.

Nutzenergiebedarf ist nach DIN V 18599-1:2007-02 definiert als Oberbegriff für Nutzwärmebedarf, Nutzkältebedarf, Nutzenergiebedarf für Trinkwasser, Beleuchtung, Befeuerung.

Die nachstehende Grafik soll verdeutlichen, dass Heizwärmebedarf bzw. Nutzwärmebedarf ein Anteil der Nutzenergie ist, welche von einem Wärmeerzeuger hergestellt wird. Zur Abgrenzung ist dort Endenergie angezeigt. Endenergiebedarf umfasst die Energiemenge, welche vom Nutzer eines Gebäudes von einem Energieversorger abgenommen wird bzw. zur Gebäudekante geliefert wird, um den Energiebedarf zu decken.

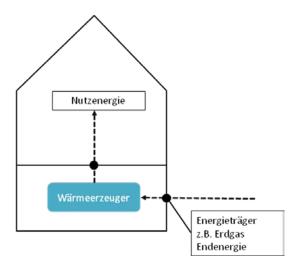


Abbildung 49 Schematische Darstellung von Nutz- und Endenergie

Die Endenergie umfasst alle energetischen Zu- und Abflüsse im bzw. am Gebäude, und ist deshalb einer der wichtigsten EnEV-Kennwerte bei der energetischen Bewertung.

Zur energetischen Bewertung von Gebäuden hat weiterhin der Primärenergiebedarf eine zentrale Rolle, denn dieser Kennwert zeigt die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden an. Hier handelt es sich um die Summe der vorerwähnten energetischen Anteile inklusive der davorstehenden Prozesskette außerhalb des Gebäudes. Dies bedeutet, dass die eingesetzten Energieträger bewertet werden, und diese stehen wiederum unmittelbar im Zusammenhang mit der CO<sub>2</sub>-Emission, welche beim jeweiligen Energieinsatz ausgelöst wird.

Auf die gesamten Abhängigkeiten und Einflüsse sowie Ermittlungsverfahren der einzelnen Faktoren kann hier nicht im Detail eingegangen werden - weitere Erläuterungen nebst einer Grafik zur Übersicht sind jedoch im Glossar enthalten (siehe Anhang).

## 4.3.1 Bilanzierungsergebnisse der Referenzgebäude: Nutzwärmebedarf

Im Folgenden wird ausschließlich der Nutzwärmebedarf dargestellt. Nutzenergiebedarf Warmwasser ist im unten angegebenen Ergebnis nicht enthalten. Der Anteil für Warmwasserbereitung ist in der separaten Ist-Zustand-Bilanzierung in den Ergebniswerten End- und Primärenergie erfasst. Die Referenzgebäude sind nach detaillierter Aufnahme mit Gebäudenutzfläche  $A_N$  (Wohngebäude) bzw Nettogrundfläche  $A_{NGF}$  (Nichtwohngebäude) berechnet.

#### Bilanzierungsergebnisse Referenzgebäude: Nutzwärmebedarf Raumwärme

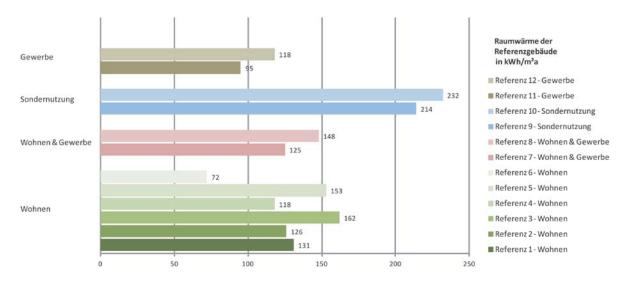


Abbildung 50: Referenzgebäude Ist-Zustand, Kennwerte Nutzwärmebedarf Raumwärme

Die ermittelten Kennwerte für den Nutzenergiebedarf in Abbildung 50A zeigen eine hohe Spreizung zwischen den einzelnen Referenzgebäuden, die zwischen 72 und 232 kWh/m²a liegen. Die Unterschiede ergeben sich aus den unterschiedlichen Baualtersklassen und Sanierungszuständen.

Für die hohen Werte der Sondernutzungen (Referenz 9 und 10) zeichnen die historischen Gebäude der Rudolf-Steiner-Schule verantwortlich.

#### Transmissionswärmeverlust

Neben den Wärmebedarfskennwerten für Raumwärme werden für diese Betrachtungsebene als zusätzlicher Indikator für die Qualität der energetischen Bilanzflächen die Ergebnisse der Ermittlung des Transmissionswärmeverlustes des jeweiligen Referenzgebäudes angezeigt (mittlerer U-Wert Gebäude).

#### Transmissionswärmeverlust (H'<sub>T</sub>)

Gebäude - Nutzung	Transmissionswärmeverlust in W/m²K (zulässiger EnEV Werte für modernisierten Altbau)
Referenz 1 - Wohnen	1,47 (0,70)
Referenz 2 - Wohnen	1,11 (0,70)
Referenz 3 - Wohnen	1,33 (0,70)
Referenz 4 - Wohnen	1,06 (0,70)
Referenz 5 - Wohnen	1,50 (0,63)
Referenz 6 - Wohnen	0,82 (0,70)
Referenz 7 - Wohnen & Gewerbe	1,73 (0,91)
Referenz 8 - Wohnen & Gewerbe	1,72 (0,91)
Referenz 9 - Sondernutzung	1,03 (0,49) ; 5,00 (2,66) * <sup>32</sup>
Referenz 10 - Sondernutzung	1,07 (0,49) ; 5,00 (2,66) *
Referenz 11 - Gewerbe	0,37 (0,49); 1,66 (2,66) *
Referenz 12 - Gewerbe	1,01 (0,49); 3,20 (2,66) *

Tabelle 15: Referenzgebäude Ist-Zustand, Kennwerte Transmissionswärmeverlust

Je höher der Wert, desto schlechter die Dämmwirkung der Hüllflächen. Dieser Wert zeigt den durchschnittlichen Dämmstandard des jeweiligen Gebäudes an.

## 4.3.2 Nutzwärmebedarf der Baucluster

Die Ergebnisse der Referenzgebäude wurden entsprechend der dazugehörigen Bruttogrundflächen der Cluster hochgerechnet (siehe hierzu Kapitel Erläuterung der Methodik).

#### Bilanzierungsergebnisse Grobcluster: Nutzwärmebedarf Raumwärme

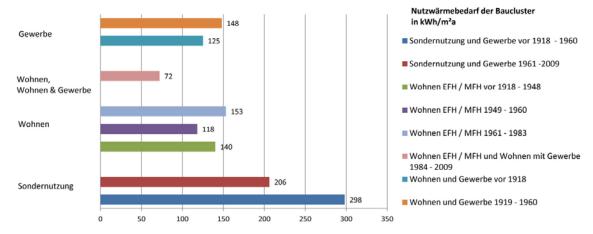


Abbildung 51: Baucluster Ist-Zustand, Kennwerte Nutzwärmebedarf

Die Ergebnisse der Grobcluster reflektieren die Ergebnisse der Referenzgebäude.

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

<sup>&</sup>lt;sup>32</sup> Gemäß Ermittlung nach DIN V 18599 (Nichtwohngebäude) wird differenziert zwischen normalen Außenbauteilen (opake Hüllflächen, erster Wert) und transparenten Bauteilen (Fenster-/öffnungshüllflächen, 2. Wert).

# 4.3.3 Endenergie- und Primärenergiebedarf Referenzgebäude und Baucluster

Diese Energiebedarfskennwerte geben Aufschluss über die Energieeffizienz von Gebäuden, und zwar bezogen auf die Gebäudehüllflächen, in Addition mit der eingesetzten Anlagentechnik.

Die wesentlichen Kennwerte sind hierbei:

- Q<sub>E</sub>, Endenergiebedarf in kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr (kWh/m<sup>2</sup>a)
- Q<sub>P</sub>, Primärenergiebedarf in kWh pro m<sup>2</sup> und Jahr (kWh/m<sup>2</sup>a)
- CO<sub>2</sub> Emission in kg pro m<sup>2</sup> und Jahr (kg/m<sup>2</sup>a)
- Flächenansatz bzw. Energiebezugsfläche ist m²A<sub>N</sub> Gebäudenutzfläche bei Wohngebäuden und m²A<sub>NGF</sub> Nettogrundfläche bei Nichtwohngebäuden.

Die Endenergie bildet den Energieaufwand für die Raumwärmeerzeugung, Deckung der Warmwasserbereitung, Hilfsstrom der gesamten Anlagentechnik und auch den Energieaufwand für ggf. vorhandene raumlufttechnische Anlagen und für Beleuchtung (Kunstlicht bei Nichtwohngebäuden nach DIN 18599) ab.

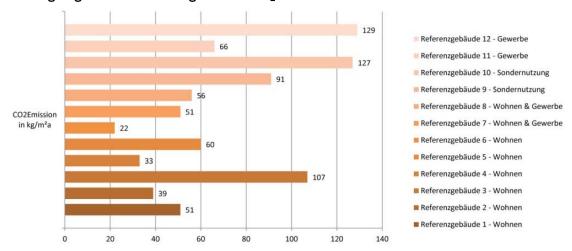
Der Primärenergiebedarf zeigt den gesamten Energiebedarf inklusive der Prozesskette für die eingesetzten Energieträger des Gebäudes an.

Die CO<sub>2</sub>-Emissionswerte wurden nach den Vorgaben der BSU ermittelt.

	Erdgas (H <sub>i</sub> )	Strom	Quelle
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor in kg/kWh	0,201	0,566	BSU-Leitstelle Klimaschutz ( Anlage 16)
Primärenergiefaktor nach EnEV	1,1	2,6	EnEV 2009

Tabelle 16: Faktoren für die Bilanzierung

#### Bilanzierungsergebnisse Referenzgebäude: CO<sub>2</sub> Emission



#### Bilanzierungsergebnisse Referenzgebäude: End- und Primärenergiebedarf

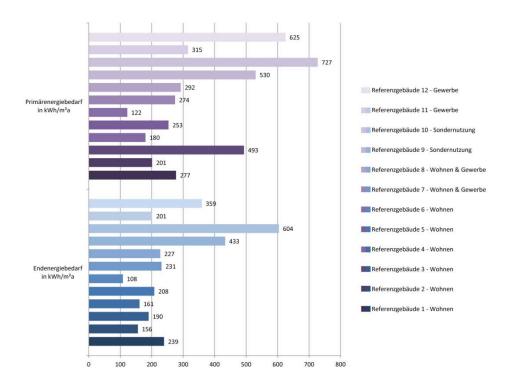
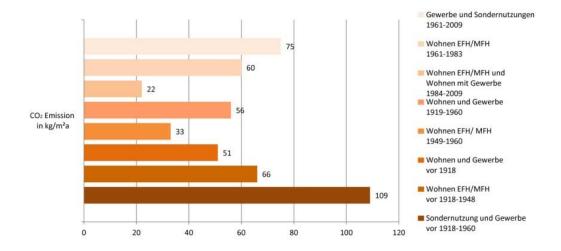


Abbildung 52: Referenzgebäude Ist-Zustand, Kennwerte Energiebedarf und CO<sub>2</sub> Emission

Die Zuordnung der Bilanzierungsergebnisse auf die Baucluster zeigt die Unterschiede der Emissionen und Bedarfe je nach Typologie.

## Bilanzierungsergebnisse Baucluster: CO<sub>2</sub> Emission



## Bilanzierungsergebnisse Baucluster: End- und Primärenergiebedarf

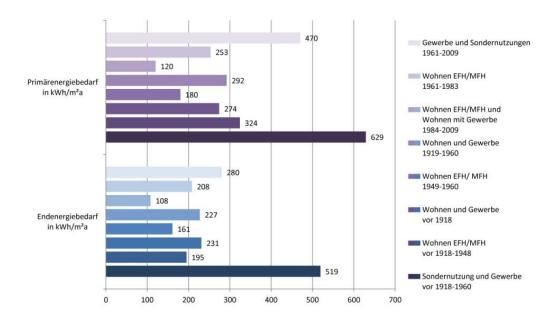


Abbildung 53: Baucluster Ist-Zustand, Kennwerte Energiebedarf und CO<sub>2</sub>- Emission

# 4.4 Ergebnisse der Bedarfs- und Verbrauchsermittlungen für das Quartier

Zur Beurteilung der Energiebilanz für das Untersuchungsgebiet wurden wie bereits im Kapitel Erläuterungen zur Methodik beschrieben, folgende Verfahren gegenübergestellt und verglichen:

- Energiebedarfsermittlung nach EnEV 2009 für die Referenzgebäude sowie Hochrechnung der Referenzgebäude auf Baucluster und Quartier mittels BGF
- Energieverbrauchsermittlung (gemäß VDI-Richtlinie) auf Grundlage der Verbrauchsdaten der Versorger

## 4.4.1 Ergebnisse der Energiebedarfsermittlungen

Die Ermittlungen wurden für Nutzenergie- (Raumwärme, ohne Trinkwarmwasser), Endenergie- und Primärenergiebedarf sowie  $CO_2$ -Emission durchgeführt.

Bilanzierungsergebnisse Quartier: Nutzwärmebedarf, End- und Primärenergiebedarf sowie CO<sub>2</sub> -Emission

Quartier – Kennwerte in kWh/m²a	Mittelwert
Nutzwärmebedarf	143
Trinkwarmwasserbedarf	12,5
Nutzenergiebedarf, Raumwärme und Warmwasser	156
Endenergiebedarf	208
Primärenergiebedarf	307
CO <sub>2</sub> Emission in kg/m <sup>2</sup> a	57

Tabelle 17: Quartier Ist-Zustand, Energiekennwerte und CO<sub>2</sub>- Emission als Mittelwerte

## 4.4.2 Ergebnisse der Verbrauchsermittlung

Für den Vergleich der Bilanzierung auf Basis der gemessenen Verbräuche und der hochgerechneten Bedarfe der Referenzgebäude wurden auf Verbrauchsseite zunächst Nettoverbräuche ohne Hilfsenergien und Kesselverluste ermittelt. Zur Bestimmung des Endenergieverbrauchs wurden Hilfsenergien, Kessel- und Verteilverluste der Wärme hinzugerechnet.

Zusätzlich wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Primärenergieverbrauch (PEV) unter Verwendung der Faktoren aus Tabelle 16 bestimmt.<sup>33</sup> Diese Werte werden in absoluter Höhe und bezogen auf die ca. 4.500 Einwohner im Gebiet angegeben.

#### Im Untersuchungsgebiet betragen die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner 4,0 t/a.

Dies deckt sich mit dem deutschlandweiten Mittelwert, laut dem 40 % von ca. 10 t/a auf den Gebäudebereich entfallen.<sup>34</sup>

In Tabelle 18 sind die absoluten Verbrauchswerte aufgeführt – siehe Kapitel Wärmeverbrauch Erdgas und Strom.

		Wärme- bedingt	Strom Haushalt	Summe
Verbrauch brutto	GWh/a	38,88	12,63	
Endenergieverbrauch (inkl. Kesselverluste und Hilfsstrom)	GWh/a	43,40	12,63	
CO <sub>2</sub> -Emissionen	t/a	10.900	7.100	18.000
CO <sub>2</sub> pro Einwohner	t/a	2,4	1,6	4,0
PEV	GWh/a	56,57	32,84	89,40
PEV pro Einwohner	MWh/a	12,6	7,3	19,9

Tabelle 18: Bilanz mit absoluten Verbrauchswerten

In Tabelle 19 sind die Verbräuche auf die Fläche bezogen angegeben. Hier ist ebenfalls die Unterscheidung zwischen netto Verbrauch (bzw. Nutzenergieverbrauch) und dem Endenergieverbrauch inklusive Kesselverlusten und Hilfsstrom enthalten. In Abbildung 54 sind die spezifischen Ergebnisse des Wärmeverbrauchs grafisch dargestellt.

		Wärme- bedingt	Strom Haushalt	Summe
spezifischer Wärmeverbrauch brutto	kWh/(m² <sub>BGF</sub> a)	120		
spezifischer Endenergieverbrauch (inkl. Kesselverluste und Hilfsstrom)	kWh/(m² <sub>BGF</sub> a)	134	39	
spezifischer PEV	kWh/(m² <sub>BGF</sub> a)	175	102	276,5

Tabelle 19: Bilanz mit spezifischen Verbrauchswerten

3

<sup>&</sup>lt;sup>33</sup> Hier ist zu beachten, dass auch Strom für die Deckung der Wärmenachfrage eingesetzt wurde.

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> (AG Energiebilanzen, 2011) http://www.ag-energiebilanzen.de Stand Dezember 2013

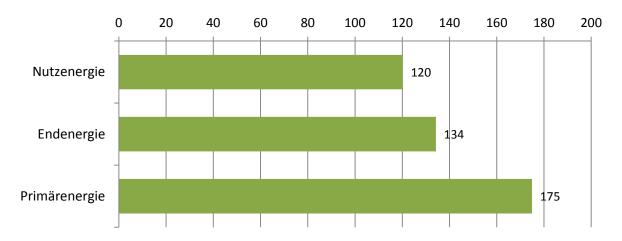


Abbildung 54: Verbrauchskennwerte der Wärmeanalyse

## 4.4.3 Vergleich Bedarfsermittlung mit der Verbrauchsermittlung

Aufgrund der sehr verschiedenen Ermittlungsmethoden gemäß der EnEV (Bedarf) und VDI-Richtlinien (Verbrauch) werden nur bestimmte Bilanzergebnisse herangezogen.

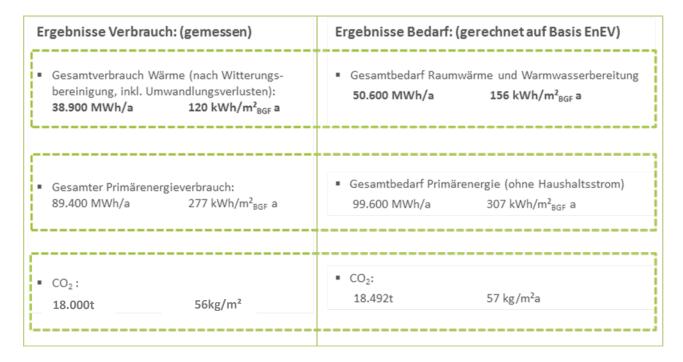


Tabelle 20: Kennwertvergleich Bedarf ./ . Verbrauch (Raumwärme und Warmwasserbereitung)

#### Interpretation zum Vergleich Bedarfsermittlung mit der Verbrauchsermittlung

Für die Fachwelt ist unstrittig, dass ein Vergleich eines Bedarfsergebnisses nach EnEV mit einem Verbrauchsergebnis nach VDI-Richtlinie als äußerst schwierig einzustufen ist. Verbrauchsergebnisse sind u.a. unmittelbar vom Nutzerverhalten und von der Belegungsrate abhängig. Der Vergleich von Bedarfs- zu Verbrauchskennwerten dient grundsätzlich einer Plausibilitätskontrolle, um in etwa abzuschätzen, ob die eine oder andere Ermittlung realistisch erscheint.

Regelmäßig ist beim Vergleich von Bedarfs- und Verbrauchsermittlungsergebnissen im Bestand statistisch zu erwarten, dass ein Bedarfskennwert über dem Verbrauchskennwert liegt. Diese empirische Erkenntnis wird in der vorliegenden Untersuchung bestätigt.

## 5 Potenziale

# 5.1 Wärme- und Stromversorgung durch erneuerbare Energien

#### Solare Strahlung

Das Potenzial aus solarer Strahlungsenergie wird über die Auswertung des Hamburger Solaratlas<sup>35</sup> bestimmt. Dieser weist gebäudescharfe Eignungsflächen, installierbare Leistungen und Erträge für Photovoltaik und Solarthermie auf Dächern aus. Ein Beispiel ist in Abbildung 55 gezeigt; die Grafik stellt nur die Eignung für Photovoltaik dar.

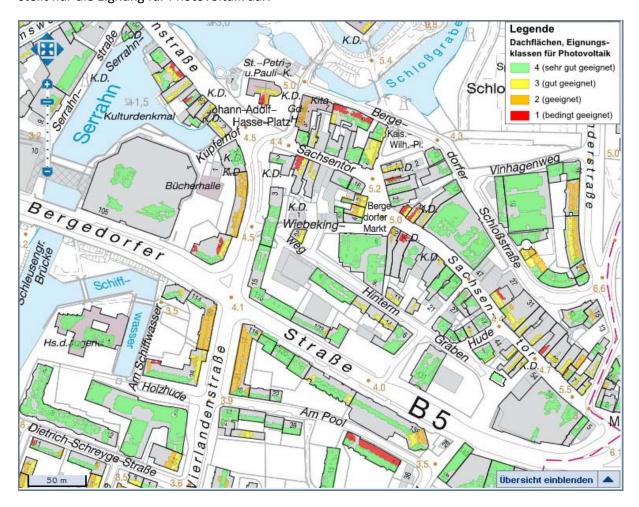


Abbildung 55: Ausschnitt für Bergedorf-Süd aus dem Hamburger Solaratlas

<sup>&</sup>lt;sup>35</sup> (Hamburg Energie Solar GmbH, o. J., www.hamburgenergiesolar.de/Solaratlas.116.0.html )

Die Ergebnisse der Flächenauswertung sind in Tabelle 21: Eignungsflächen für Photovoltaik und Solarthermie dargestellt.

	sehr gut geeignet	gut geeignet	geeignet	bedingt geeignet	gesamt
Photovoltaik	15.193 m²	7.844 m²	6.350 m <sup>2</sup>	1.534 m²	30.921 m²
Solarthermie	23.187 m²	11.515 m²	nicht angegeben	nicht angegeben	34.702 m <sup>2</sup>

Tabelle 21: Eignungsflächen für Photovoltaik und Solarthermie

Der gesamte Photovoltaikertrag wird mit 3.500 MWh/a angegeben, dies sind ca. 20 % des Stromverbrauchs im Untersuchungsgebiet. Der mögliche Solarthermieertrag ist 12.000 MWh/a und beträgt damit etwa ein Drittel des gesamten Wärmebedarfs.

Es ist zu beachten, dass die beiden genannten Technologien weitgehend um dieselben Flächen konkurrieren und daher nicht beide Potenziale zu 100 % verwirklicht werden können. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen eine Dachfläche nur für eine der Technologien geeignet ist. Im Allgemeinen sind solarthermische Kollektoren gegenüber einer teilweisen Verschattung unempfindlicher als Photovoltaik-Module und weisen auch bei verminderter Einstrahlung geringere Effizienzeinbußen auf. Daher ist die Summe der Eignungsflächen für Solarthermie höher.

Sind beide Technologien technisch gleichermaßen für ein Dach geeignet, so sollte die Entscheidung nach den Marktpreisen für Geräte und Energiebezug sowie nach der Höhe von Einspeisevergütungen getroffen werden. Ein weiterer Einflussfaktor ist die Verbrauchssituation des Gebäudes.

Eine Auslegungsstrategie könnte darin bestehen, die installierte Fläche an solarthermischen Kollektoren nach dem Bedarf für Trinkwassererwärmung festzulegen (etwa 50 % des TWE-Bedarfs) und die restliche geeignete Fläche für Photovoltaikmodule zu nutzen.

#### Geothermie

Das geothermische Potenzial kann anhand der Gesamtoberfläche des Gebiets von ca. 300.000 m² und einer Entzugsleistung dieser Fläche in Höhe von 30-50 W/m² auf Werte von maximal 9 - 15 MW geschätzt werden.

Bei Nutzung durch Wärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 3,5 können bei ca. 2.000 Vollbenutzungsstunden jährlich 29.000 bis 42.000 MWh gewonnen werden. Somit könnte theoretisch mindestens ¾ des gesamten Wärmebedarfes im Gebiet aus dieser Quelle gedeckt werden.

Aufgrund des hohen Versiegelungsgrades des Gebietes ist der Einsatz von Erdkollektoren nicht in nennenswertem Umfang möglich. Das gleiche Potenzial lässt sich beim Einsatz von Erdsonden und einer Entzugsleistung von 35 W/m bei einer Sondenlänge von insgesamt 300.000 m erzielen.

Neben der Unzugänglichkeit versiegelter Flächen ist zu berücksichtigen, dass aufgrund von Trinkwasserentnahmestellen oder Grundwasserverunreinigungen einige Flächen im Untersuchungsgebiet nicht oder nur eingeschränkt für die Nutzung oberflächennaher Geothermie geeignet sind. In vielen Fällen sind Bohrungen nur bis in ca. 20 oder 30°m Tiefe nach Einzelfallprüfung zulässig, da nach Auskunft des Geologischen Landesamtes im Bergedorfer Bereich der Glimmerton, der die Grundwasserleiter schützt nicht durchbohrt werden darf, recht hoch ist. Die Zulässigkeit der Geothermienutzung im Untersuchungsgebiet ist in Abbildung 56, vergrößert in Anlage dargestellt. <sup>36</sup>

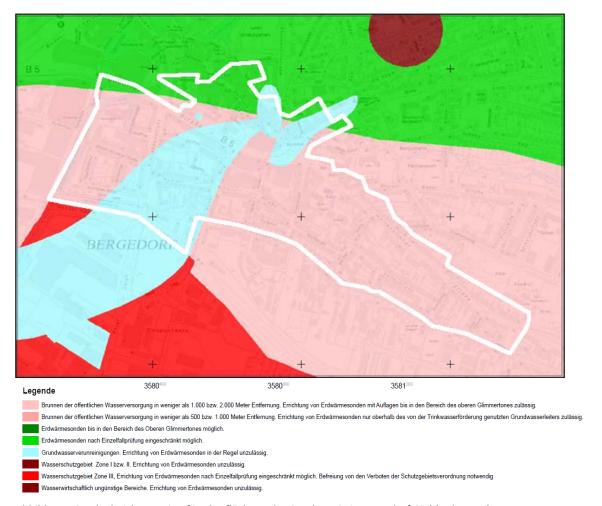


Abbildung 56: Erlaubniskategorien für oberflächennahe Geothermie in Bergedorf-Süd (Anlage 17)

Detaillierte Informationen stellt das Geologische Landesamt auch online zur Verfügung.<sup>37</sup> Vor dem Einsatz von Wärmepumpen mit Nutzung des Erdreichs als Wärmequelle sind detaillierte hydrogeologische Untersuchungen empfehlenswert und im Rahmen der Einzelfallprüfungen ohnehin in Teilen des Gebiets erforderlich.

Es wird angenommen, dass ca. 9 % des oben genannten Potenzials von 29.000 MWh realisiert werden können.

 $<sup>^{</sup>m 36}$  (Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Geologisches Landesamt Hamburg, 2013)

<sup>37</sup> www.hamburg.de/geologie ; Stand Dezember 2013

# 5.2 Gebäudesanierungspotenziale

In diesem Kapitelpunkt werden die Einsparpotenziale durch die Reduktion der Transmissionswärmeverluste und Lüftungswärmeverluste dargestellt.

Es werden demgemäß die verbesserten Kennwerte des Nutzwärmebedarfs aufgeführt und die Einsparungspotentiale gegenüber dem Ist-Zustand dargelegt.

Diese auf die thermische Gebäudehülle bezogenen Einsparpotenziale werden jeweils pro Referenzgebäude aufgezeigt.

In den folgenden Abbildungen ist der Heizwärmebedarf analog DIN 18599 als Nutzenergieraumwärme bezeichnet.

#### Bilanzierungsergebnisse Referenzgebäude: Reduzierter Nutzwärmebedarf

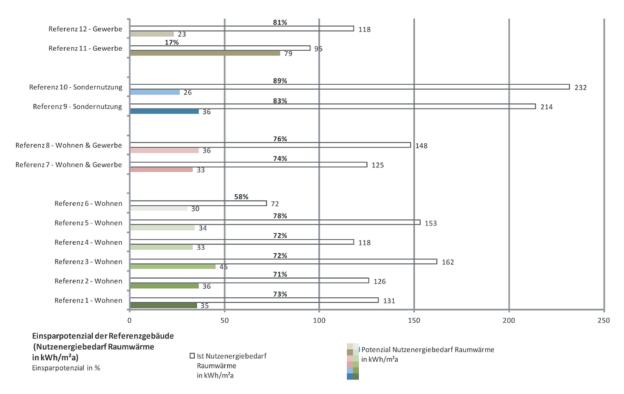


Abbildung 57: Nutzenergiebedarf Raumwärme und Einsparung. Ist- Potenzial der Referenzgebäude

# Bilanzierungsergebnisse Baucluster und Quartier: Reduzierter Nutzwärmebedarf und Einsparungspotenziale

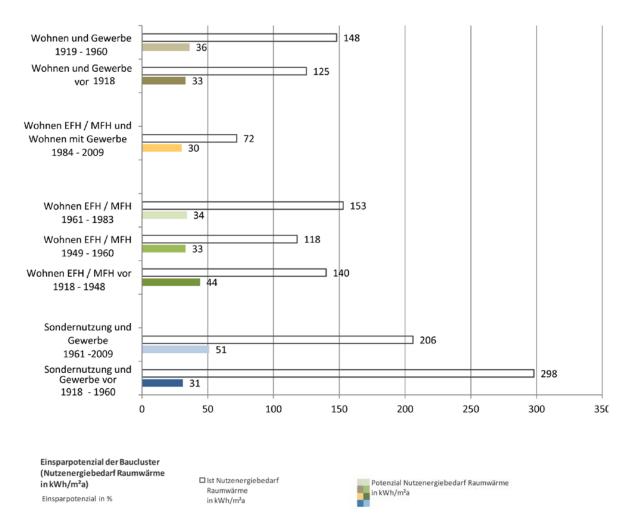


Abbildung 58: Baucluster und Quartier Potenzial, Kennwerte Nutzenergiebedarf Raumwärme und Einsparung

Die angesetzten Maßnahmen für die bilanzierten Einsparpotenziale berücksichtigen konzeptionelle Sanierungsmaßnahmen bis zum Jahr 2050. Die bilanzierten Einsparpotenziale beachten bei allen Baualtersklassen die konstruktiven Eigenschaften der Gebäude und die jeweilige Architekturrelevanz. Dies bedeutet insbesondere bei stadtbildprägenden Fassaden (z.B. Gründerzeit mit Stuck), dass diese nicht von außen gedämmt werden. Die Potenziale beziehen nicht mit ein, dass zukünftig verbesserte Materialien und Systeme weitere Effizienzsteigerungen zur Folge haben werden.

## 5.3 Städtebauliche Potenziale

Gemäß dem Bundesinstitut für Bau, Stadt- und Raumforschung ist Stadtentwicklung in Deutschland eine dauerhafte Gemeinschaftsaufgabe aller gesellschaftlichen Kräfte. Der Grundsatz einer nachhaltigen Stadtentwicklung bestimmt dabei die Städtebaupolitik in Deutschland. Dies gilt für alle Planungs- und Handlungsebenen des Städtebaus – von der kleinteiligen Stadterneuerung bis hin zur interkommunalen Zusammenarbeit von Städten und Gemeinden in einer Region. Nachhaltige Stadtentwicklung kann nur gelingen, wenn die Dimensionen sozial, wirtschaftlich, ökologisch sowie kulturell und institutionell so zusammenwirken, dass aus dem verantwortlichen Umgang mit den vorhandenen Ressourcen ein fairer Konsens zwischen den Interessen der heutigen und künftigen Stadtbevölkerung erwirkt wird.

Die Reduzierung der Nutzung fossiler Energie ist die zentrale Voraussetzung für die Verminderung der CO<sub>2</sub>-Emission. Die Verminderung des Wärme- und Strombedarfes durch baulichen Wärmeschutz und der schrittweise Ersatz fossiler Energien durch regenerative Primärenergieträger ist die Voraussetzung für eine energetisch nachhaltige Stadtentwicklung.

Weitere Potenziale der nachhaltigen Stadtentwicklung sind in einer Neuformulierung der Dichte zu erkennen. Eines der Haupthandlungsfelder liegt in der Stärkung städtischer Strukturen gegen das zunehmende Wachstum in die Fläche, welches eine Erhöhung des Versiegelungsgrades zur Folge hat. Weitere Folgen, wie ein erhöhtes Verkehrsaufkommen und Infrastrukturkosten, erfordern eine neue Diskussion hinsichtlich der Verdichtung bereits urbanisierter Flächen (z.B. Erschließung von Brachflächen, Aufstockungen, Nachverdichtung in der Fläche).<sup>38</sup>

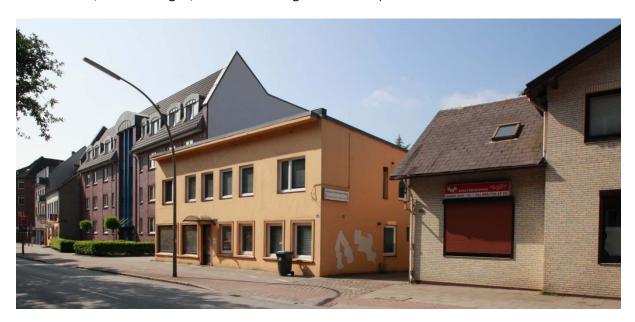


Abbildung 59: Maßstabssprünge an der Holtenklinker Straße 62, 64, 66

In Bergedorf-Süd ergeben sich durch das heterogene Stadtbild zahlreiche städtebauliche Potenziale. Insbesondere der Baubestand mit Lebenszyklen von 50 bis 100 Jahren wird in Zukunft zu erhöhten

<sup>&</sup>lt;sup>38</sup> Vgl. Integriertes Klimaschutzkonzept der Landeshauptstadt Schwerin

Abrissquoten führen. Gebäude, die nicht in einem Turnus von 30 Jahren einer Kernsanierung unterzogen wurden, sind häufig nach 60 bis 100 Jahren nicht mehr wirtschaftlich zu sanieren. Dieser Umstand wird bei mehreren Grundeigentümern zu einer Untersuchung von Neubaupotenzialen führen. Des Weiteren sind noch einige wenige Baulücken im Quartier erkennbar, die baurechtlich problemlos zu schließen sein müssten. Zusätzlich großes Potenzial ergibt sich aus nicht ausgebauten Dachgeschossen oder Aufstockungsmöglichkeiten, sowie den extensiven Gebäudetypologien aus den 1960er-1980er Jahren. Alle diese Potenziale bieten Raum für Erweiterungen und Neubauten, die auf der gleichen Grundfläche mehr Geschossfläche ermöglichen und die nach heutigen energetischen Standards realisiert werden würden. Das führt zusätzlich in der Gesamtbilanz zu einer erheblich verbesserten CO<sub>2</sub>-Einsparung.

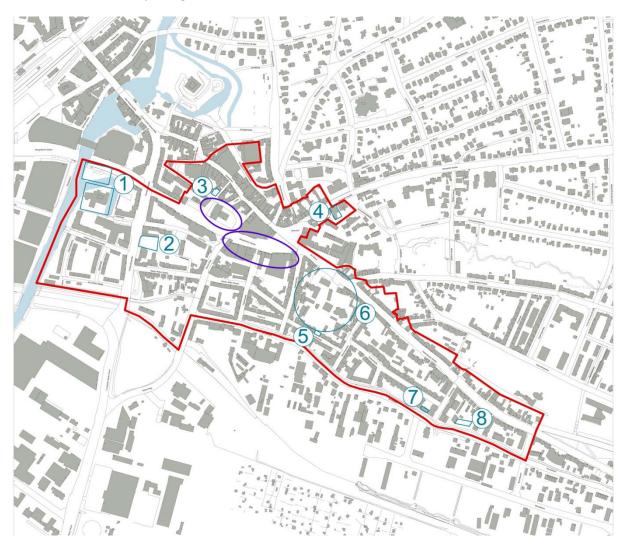


Abbildung 60: Städtebauliche Potenziale

## 5.3.1 Umstrukturierung / Neuordnung

Das Quartier bietet den unschätzbaren Wert einer erhaltenen gründerzeitlichen Stadtstruktur sowie noch ältere Strukturen, die über Jahrzehnte immer wieder instandgehalten wurden und dabei den Charakter des Ortes bewahren konnten. Im Kontrast hierzu gibt es entlang der Bergedorfer Straße viele Gebäudestrukturen, die wesentlich größer angelegt sind (Hochhäuser, großflächiger Einzelhandel). Innerhalb des Gebietes zeigen sich erhebliche Maßstabsprünge, die sich in unterschiedlichen Nutzungen, vielseitigen Fassadengestaltungen und Architekturstilen zeigen. Deutlich zu sehen ist das an den Gebäudefronten entlang der Bergedorfer Straße (Abbildung 61).



Abbildung 61: Straßenzug Bergedorfer Straße 136-162

Die zentrumsnahen Abschnitte der Bergedorfer Straße sind ein Beispiel für den extensiven Städtebau der späten 1960er Jahre. Viele Geschäfte sind flächenintensiv angelegt, wie beispielsweise das ehemalige Glunz-Kaufhaus (Bergedorfer Straße 160/162) oder der Einzelhandel in der Bergedorfer Straße 148. Unterbrochen werden diese Häuser durch kleinere Gebäude mit nur ein bis zwei Geschossen. Durch die starken Höhensprünge wirkt die Straße in ihrem Aufbau unstrukturiert und bildet keine qualitätsvolle Erweiterung der Bergedorfer Innenstadt. Um dieses Potenzial optimal zu nutzen, bedarf es einer beiderseitigen Neuordnung der Straße, was auch weiteren attraktiven und urbanen Wohnbauflächen Raum bieten würde.

## 5.3.2 Aufstockungen

Ein sehr kleinteiliges, aber in der Masse relevantes Potenzial ergibt sich durch Aufstockung und Dachgeschossausbauten. Nur etwa 50 % der Dächer sind im Untersuchungsgebiet bereits ausgebaut worden. Im Rahmen von weiteren Instandhaltungs- und energetischen Sanierungsmaßnahmen wären zusätzliche Dachausbauten auch zukünftig wirtschaftlich äußerst sinnvoll. Darüber hinaus können Aufstockungen, sofern diese nach den B-Plänen oder nach §34 BauGB genehmigungsfähig sind, zu weiteren Flächenoptimierungen führen.



Abbildung 62: Potenzial in der Soltaustraße

## 5.3.3 Nachverdichtung

Für das Untersuchungsgebiet gibt es einige vornehmlich kleinere Verdichtungsmöglichkeiten. Das Grundstück Holtenklinkerstraße 54 steht hierfür stellvertretend und könnte durch eine Neuordnung kleinteilig nachverdichtet und aufgewertet werden (Abbildung 63).



Abbildung 63: Nachverdichtungspotenzial an der Holtenklinker Straße

Ebenfalls die Möglichkeit einer Verdichtung besteht auf dem Grundstück der Brookstraße 14 (Abbildung 64). An dieser Stelle wäre die Schließung des Blockrandes möglich.



Abbildung 64: Nachverdichtungspotenzial "Brookstraße 11"

Eine potenzielle Möglichkeit zur Verdichtung durch Wohnen befindet sich nördlich des Brookdeich zwischen Arnoldistieg und der Straße Unterm Heilbrunnen. Hier könnte ein Neubau als Verdichtung einer Hinterhofsituation entstehen.

## 5.3.4 Neuentwicklungen

In die aktuelle öffentliche Diskussion wurde bereits die Neuentwicklung des Lichtwarkhauses eingebracht. Nach Untersuchungen des Bezirkes besteht bei dem heutigen Lichtwarkhaus ein erheblicher Sanierungsstau. Die Kosten für eine umfassende Sanierung wurden als unverhältnismäßig eingestuft. Daher richten sich die weiteren planerischen Überlegungen auf eine Neubauplanung mit einer höheren Ausnutzung der Grundstücksfläche. Die Neuordnung des Areals würde unter Umständen zu einer Verlegung des Lichtwarkhauses auf die gegenüberliegende Seite der Straße Schiffswasser führen - Abbildung 65 zeigt eine erste Machbarkeitsstudie.



Abbildung 65: Visualisierung der möglichen Neuordnung des Lichtwarkhauses<sup>39</sup>

 $<sup>^{\</sup>rm 39}$  Quelle: http://www.bergedorfer-zeitung.de/bergedorf/article178349/Neubau-Kein-Platz-mehr-fuer-das-Haus-der-Jugend.html

Auf dem heutigen Gelände des Lichtwarkhauses würde zukünftig eine neue Wohnanlage entstehen, die das Konzept des zentrumsnahen Wohnens weiter verfolgt.

In der Wentorfer Straße 12 gibt es zurzeit ein leer stehendes zweistöckiges Gebäude, das sich in seiner Gestaltung vom übrigen Straßenbild abhebt. Für dieses Objekt würde der Bebauungsplan 84 eine höhere Bebauung mit drei Geschossen zulassen.

# 6 Maßnahmenempfehlungen

## 6.1 Gebäude

Im diesem Kapitel werden die Maßnahmenempfehlungen für die thermische Gebäudehülle dargelegt. Neben den Maßnahmen für eine optimierte Dämmung wird die Verbesserung der Gebäudeluftdichtigkeit nebst einer Wärmerückgewinnung durch effiziente Lüftungsanlagen vorgesehen.

Hierbei geht es darum aufzuzeigen, mit welchen Maßnahmen der Transmissionswärmeverlust und der Lüftungswärmeverlust reduziert werden könnten, um den Kennwert Nutzenergiebedarf für Raumwärme (Heizwärmebedarf) im untersuchten Bestand deutlich zu senken.

Betrachtet wurde dabei das Sanierungsziel bis zum Jahr 2050. Bis zu diesem Zeitpunkt kann der Nutzenergiebedarf für Raumwärme im Mittel auf fast 50 % gesenkt werden.

Unterstellt wird dabei, dass innerhalb der kommenden vier Jahrzehnte bestimmte Bauteile komplett erneuert werden, um aktuellen bzw. zukünftigen Anforderungen und technischen Standards gerecht zu werden. Weiter wurde auch der Einsatz von Lüftungsanlagen (Komfort-Wohnraumlüftungen) im Zusammenhang mit der Gebäudeluftdichtigkeit berücksichtigt.

Den Maßnahmenempfehlungen liegen die Besonderheiten der Referenzgebäude zugrunde, d.h. Bedingungen wie Denkmal, Architekturrelevanz (stadtbildprägende Fassaden oder Backsteinrelevanz) und auch individuelle Konstruktionsmerkmale (z.B. Luftschicht im Außenmauerwerk) sind berücksichtigt worden.

## Übersicht der energetischen Bauteilsanierung:

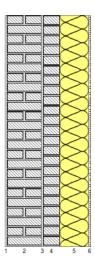
26 1 1 1 1 1 1 2 2	
3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen,	Ausnahme: Ungedämmte
Uw 0,7 W/m²K	Außenwände bei Gebäuden mit
	Architekturrelevanz, hier 2-fach
	verglast Uw 1,1 W/m²K (Bauphysik,
	Feuchte)
Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K	I.d.R. ist bei diesem Bauteil nicht zu
	erwarten, dass Investoren das
	technische Maximum einbauen
Standard: Wärmedämmverbundsystem	Mineralfaser, u.a. aufgrund
(WDVS), Mineralfaser d=20 cm, WLG 035,	Ökobilanz-Berücksichtigung
Verputz (mineralisch)	
Backsteinrelevanz: WDVS, Mineralfaser max.	
d=15 cm (aktuelle bauaufsichtliche	
Zulassung bei Klinkerfassade), WLG 035,	
Spaltklinker	
Luftschicht: Hohlschicht-Kerndämmung,	
Einblas-Mineralfaser WLG 035, Dicke je nach	
Luftschichtdicke (4 bis 9 cm)	
Dachschrägen u. Flachdächer:	Mineralfaser, u.a. aufgrund
Sparrenvolldämmung bzw. auf Dachfläche,	Ökobilanz-Berücksichtigung
Mineralfaser d=24 WLG 035, plus	
Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG	
035	
Sonstige Bauteile: Sparren- bzw.	
Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm	
WLG 035, Aufdämmung 6 cm, bzw.	
konstruktives Maximum	
(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/-	
abdichtung/-eindeckung)	
Mineralfaser WLG 035, 6 bis 14 cm, Verputz,	Mineralfaser, u.a. aufgrund
von unten je nach örtl. Gegebenheit	Ökobilanz-Berücksichtigung
(Kopfhöhe), tw. als Einblasdämmung	
(Holzdecken)	
Wohngebäude: Komfortwohnraumlüftung	Es wird unterstellt, dass effiziente
(KWL) als dezentrale Be- u.	Lüftungsanlagen an Bedeutung
Entlüftungsanlagen mit	zunehmen. Ferner, dass die
Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %),	Gebäudeluftdichtigkeit bei
hohe Effizienz (Strombedarf Ventilatoren:	Sanierung entsprechend den Norm-
Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN	Anforderungen realisiert wird.
Nennlüftung	
Nichtwohngebäude: Analoge	
Lüftungsanlagen, ggf. zentrale Anlagen	
	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K  Standard: Wärmedämmverbundsystem (WDVS), Mineralfaser d=20 cm, WLG 035, Verputz (mineralisch) Backsteinrelevanz: WDVS, Mineralfaser max. d=15 cm (aktuelle bauaufsichtliche Zulassung bei Klinkerfassade), WLG 035, Spaltklinker Luftschicht: Hohlschicht-Kerndämmung, Einblas-Mineralfaser WLG 035, Dicke je nach Luftschichtdicke (4 bis 9 cm) Dachschrägen u. Flachdächer: Sparrenvolldämmung bzw. auf Dachfläche, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035 Sonstige Bauteile: Sparren- bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG 035, Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum (jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung) Mineralfaser WLG 035, 6 bis 14 cm, Verputz, von unten je nach örtl. Gegebenheit (Kopfhöhe), tw. als Einblasdämmung (Holzdecken) Wohngebäude: Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung Nichtwohngebäude: Analoge

Tabelle 22: Maßnahmen Gebäudehülle als Standard

## Vorgeschlagene Schichtenfolgen

Die folgenden Ausführungen sind konzeptionell für die jeweilig markierten (X) Referenzgebäude und die dazugehörigen Cluster anwendbar. Eine weitere Einzelfallprüfung im Hinblick auf örtliche Umsetzbarkeit, spezifische bauphysikalische Bedingungen und wohnungswirtschaftlicher Aspekte ist zusätzlich durchzuführen:

#### **Bauteil: Außenwand**

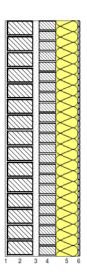


U-Wert = 0,15 W/m²K Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	Schicht- dicke s (cm)	Wārme- leitzahl λ (W/mK)
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (Bestand) Kalksandstein, NMrDM (1800 kg/m²) (Bestand) Vollziegel, Huftschich (vertikal) bis 300mm Dicke (Bestand) Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1600 kg/m²) (Bestand) Mineral, und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 • WL. 0 05) Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,25 24,00 1,00 11,50 20,00 1,50	1,000 0,990 0,150 0,680 0,035 1,000

Gesamtdicke: 59,25 cm

Abbildung 66: Wärmedämmverbundsystem (WDVS) auf Mauerwerk (oder Putzfassade)

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend		Χ		Χ	Χ		Х				Χ	Х



U-Wert = 0,20 W/m²K Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	Schicht- dicke s (cm)	Wārme- leitzahl λ (W/mK)
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (Bestand) Voltziegel, Hochlochziegel, Fültziegel (1800 kg/m²) (Bestand) Inhende Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (Bestand) Voltziegel, Hochlochziegel, Fültziegel (1800 kg/m²) (Bestand) Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 • WIG 05) Vollklinker, Hochlochklinker, Keramikklinker, MVDM (1800kg/m²)	1,50 17,50 4,00 11,50 15,00	1,000 0,810 0,180 0,810 0,035 0,810

Gesamtdicke: 50,70 cm

Abbildung 67: Wärmedämmverbundsystem (WDVS) auf Mauerwerk mit Spaltklinker bei Backsteinrelevanz (Luftschicht in Außenwand)

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend			Х									

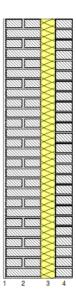
Be		K		
1	1111.	8		$\times$
1	1111	В		
	1111	B	2000	$\sim$
	1111,	18		$\times$
	1111	R	11111	$\sim$
10	/////	B	11111	$\times$
	7777	В		
	/////	B	um	$\sim$
12	1111,	18	01111	$\times$
	1111	8		$\sim$
I	1111	В	2000	$\sim$
I E	1777	В		$\overline{}$
1	1111,		11111	$\sim$
12	1111	B	77777	$\times$
	1111	$\mathbb{R}$		$\sim$
	11111	B	11111	$\sim$
15	1777	B	77777	$\sim$
1	11/1/	8		$\sim$
1		B	um	$\times$
	1111	₽	71111	
12	1111	В		$\sim$
	1111	⊵	ann	$\times$
		B	11111	$\sim$
卡	777	В	11111	$\sim$
1	(111,	B		
12	1111	$\mathbb{R}$		$\sim$
12	1111	18	11111	$\times$
4	/////	13		$\sim$
12	1111	В		$\sim$
1	11111	B	11111	$\sim$
	++++	18	11111	$\sim$
10	1111	18	01111	$\times$
12	1111	8	11111	$\sim$
	1111	18	11111	$\sim$
	1111	K	11111	$\times$
1	2	*	4	
1	2	3	4	5

U-Wert = 0,17 W/m²K  Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	Schicht- dicke s (cm)	Wārme- leitzahl λ (W/mK)
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (Bestand)     Voltziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m²) (Bestand)     Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 *WLG 035), Einblasdäm     Voltziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m²) (Bestand)     Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 *WLG 035)     Voltklinker, Hochlochklinker, Keramikklinker, MM/DM (1800kg/m²)	1,50 17,50 4,00 11,50 15,00 1,20	1,000 0,810 0,035 0,810 0,035 0,810

Gesamtdicke: 50,70 cm

Abbildung 68: Wärmedämmverbundsystem (WDVS) auf Mauerwerk mit Spaltklinker bei Backsteinrelevanz (plus Kerndämmung eingeblasen in Luftschicht)

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend			Х									

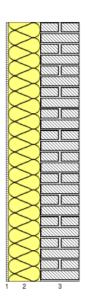


U-Wert = 0,28 W/m²K  Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	Schicht- dicke s (cm)	Wārme- leitzahl λ (W/mK)
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (Bestand)     Hochlochziegel Lochung A+B, LM21/LM36 (1000 kg/m³) (Bestand)     Mineral, und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035), Einblasdäm     Hochlochziegel Lochung A+B, LM21/LM36 (1000 kg/m³) (Bestand)	1,50 21,50 9,00 10,50	1,000 0,400 0,035 0,400

Gesamtdicke: 42,50 cm

Abbildung 69: Kerndämmung eingeblasen in Luftschicht bei Architekturrelevanz der Fassade bzw. Denkmal

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend	Х							Χ				



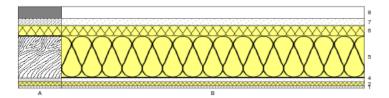
U-Wert = 0,19 W/m²K  Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	Schicht- dicke s (cm)	Wārme- leitzahl λ (W/mK)
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (od. Lehmputz)     Mineralische Innendämmung WLG 042     Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m³) abgedichtet (Bestand)	1,25 20,00 24,00	1,000 0,042 0,810

Gesamtdicke: 45,25 cm

Abbildung 70: Innendämmung bei anerkannten Denkmal bzw. bei Fassadenerhaltung/-instandsetzung

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend									Х	Х		

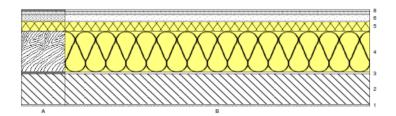
#### **Bauteil: Dach**



U-Wert = 0,13 W/m²K  Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	_	chicht- dicke s (cm)	Wārme- leitzahl λ (W/mK)
A Sparrenanteil 12,5%			
1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Bestand) 2 Holzwolle-Leichtbauplatten (DIN 1101 - d > 25 mm - WLG 080) (Bestand) 3 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) (Bestand) 4 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³), Sparren (teilweise Bestand, Auflattung) 5 Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524) 6 Holzfaserdämmplatten (DIN 68755 - WLG 035) 7 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³), Lattung 8 Dachziegelsteine aus Beton nach DIN 12524		1,25 2,50 2,00 24,00 0,03 6,00 4,00 7,00	0,700 0,080 0,130 0,130 0,330 0,035 0,130 1,500
B Zwischensparrenanteil 87,5%			
Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Bestand)     Holzwolle-Leichtbauplatten (DIN 1101 - d > 25 mm - WLG 080) (Bestand)     ruhende Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (Bestand)     Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)     Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)     Holzfaserdämmplatten (DIN 68755 - WLG 035)     7 stark belüftete Luftschicht (vertikal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)     Dachziegelsteine aus Beton nach DIN 12524		1,25 2,50 2,00 0,03 24,00 6,00 4,00 7,00	0,700 0,080 0,160 0,330 0,035 0,035 0,000 1,500
	Gesamtdicke:	46,78 cn	n

Abbildung 71: Schrägdach, Dämmung von außen mit Auflattung und Neueindeckung

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend	Χ		Х			Х	Х	Х	Х	Х		

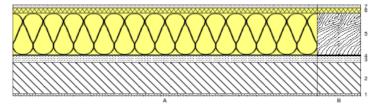


U-Wert = 0,14 W/m²K  Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	Schicht- dicke s (cm)	leitzahl
A Pfettenanteil 1 12,5%		
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (Bestand)     Beton mittlere Rohdichte (DIN 12524 - 2000 kg/m³) (Bestand)     Bitumendachbahn (DIN 52128) (Bestand)     Konstruktionsholz (DIN 12524 - 700 kg/m³)     Holzfaserdämmplatten (DIN 68755 - WLG 035)     Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)     Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)     Bitumendachbahn (DIN 52128)	1,00 18,00 1,00 24,00 6,00 4,00 2,00 1,00	1,350 0,170 0,180 0,035 0,130 0,130
B Gefachanteil 87,5%		
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (Bestand)     Beton mittlere Rohdichte (DIN 12524 - 2000 kg/m³) (Bestand)     Bitumendachbahn (DIN 52128) (Bestand)     Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoft (DIN 18165-1 - WLG 035)     Holzfaserdämmplatten (DIN 68755 - WLG 035)     stark belüftete Luftschicht (horizontal) bis 300mm Dicke (hinterlüftetes Bauteil)     Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³)     Bitumendachbahn (DIN 52128)	1,00 18,00 1,00 24,00 6,00 4,00 2,00 1,00	1,350 0,170 0,035 0,035 0,000 0,130 0,170
	Googantdiako : 57.00	0.00

Abbildung 72: Flachdach begehbar, Dämmung aufgelegt mit Gefache/Pfetten und Neuabdichtung

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend					Х						Х	Х

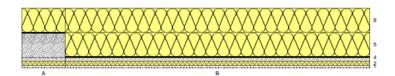
#### **Bauteil: Oberste Geschossdecke**



U-Wert = 0,16 W/m²K  Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	Schicht- dicke s (cm)	Wārme- leitzahl λ (W/mK)
A Gefachanteil 87,5%		
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (Bestand)     Beton mittlere Rohdichte (DIN 12524 - 2000 kg/m³) (Bestand)     Zement-Estrich (Bestand)     Polyethylenfolie 0,15 mm (DIN 12524)     Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)     Holzfaserdämmplatten (DIN 88755 - WLG 035), Aufdämmung     Spanplatten (DIN 12524 - 600 kg/m³)	1,00 18,00 4,00 0,02 24,00 3,00 1,80	1,000 1,350 1,400 0,330 0,035 0,035 0,140
B Pfettenanteil 12,5%		
Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk (Bestand)     Beton mittlere Rohdichte (DIN 12524 - 2000 kg/m³) (Bestand)     Zement-Estrich (Bestand)     Polyethylenfolie 0,15 mm (DIN 12524)     Konstruktionsholz (DIN 12524 - 700 kg/m³)     Holzfaserdämmplatten (DIN 88755 - WLG 035), Aufdämmung     Spanplatten (DIN 12524 - 600 kg/m³)	1,00 18,00 4,00 0,02 24,00 3,00 1,80	1,000 1,350 1,400 0,330 0,180 0,035 0,140
	Gecomtdicke : 51.92	om.

Abbildung 73: Oberste Geschossdecke begehbar, Dämmung aufgelegt mit Gefache/Pfetten

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend				Х		Х						

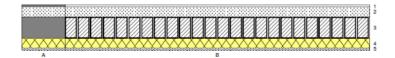


U-Wert = 0,13 W/m²K	Schicht dicke	e leitzahl
Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	s (cm	) <b>λ</b> (W/mK)
A Sparrenanteil 12,5%		
1 Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Bestand) 2 Holzwolle-Leichtbauplatten (DIN 1101 - d > 25 mm - WLG 080) (Bestand) 3 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) (Bestand) 4 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³), Sparren (Kehlbalken) 5 Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524) 6 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035), Aufdämmung	1,50 2,50 2,00 14,00 0,00 14,00	0,080 0,130 0,130 0,130 3,0,330
B Zwischensparrenanteil 87,5%		
<ol> <li>Putzmörtel aus Kalkgips, Gips, Anhydrit und Kalkanhydrit (Bestand)</li> <li>Holzwolle-Leichtbauplatten (DIN 1101 - d &gt; 25 mm - WLG 080) (Bestand)</li> <li>Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) (Bestand)</li> <li>Polyethylenfolie 0,25 mm (DIN 12524)</li> <li>Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)</li> <li>Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035), Aufdämmung</li> </ol>	1,5 2,5 2,0 0,0 14,0 14,0	0,080 0,130 3,0,330 0,035
Ges	amtdicke: 34.03	3 cm

Abbildung 74: Oberste Geschossdecke nicht begehbar, Dämmung eingelegt in Gefache plus durchgehend aufgelegt

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend	Х					Х	Х					

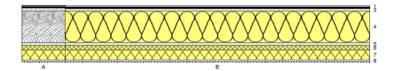
#### **Bauteil: Kellerdecke**



U-Wert = 0,46 W/m <sup>2</sup> K		hicht- dicke	Wārme- leitzahl
Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	5	s (cm) 2	(W/mK)
A Träger/Balkenbereich 12,5%			
Keramik- / Porzellan-Platten (DIN 12524) (Bestand)     Zement-Estrich (Bestand)     Stahl (DIN 12524) (Bestand)     Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)     Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk		1,00 6,00 12,00 6,00 1,00	1,300 1,400 50,000 0,035 1,000
B Träger/Balkenzwischenbereich 87,5%			
Keramik- / Porzellan-Platten (DIN 12524) (Bestand)     Zement-Estrich (Bestand)     Vollziegel, Hochlochziegel, Füllziegel (1800 kg/m³) (Bestand)     Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035)     Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk		1,00 6,00 12,00 6,00 1,00	1,300 1,400 0,810 0,035 1,000
	Gesamtdicke:	26,00 cm	

Abbildung 75: Kellerdecke (Kappendecke), Dämmung von unten (Kopfhöhe relevant)

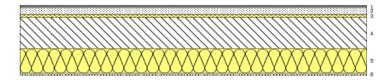
RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend	Х						Х					



U-Wert = 0,14 W/m²K  Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen  A Balkenanteil 12,5%		cht- Wārme cke leitzah cm) λ (W/mk	hl
1 Linoleum (DIN 12524) (Bestand) 2 Filzunterlage (DIN 12524) (Bestand) 3 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) (Bestand) 4 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) (Bestand) 5 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) (Bestand) 6 Holzwolle-Leichtbauplatten (DIN 1101 - d > 25 mm - WLG 065) 7 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035) 8 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	0 1 18 1 2 6	,00 0,17 ,20 0,05 ,80 0,13 ,00 0,13 ,80 0,13 ,50 0,06 ,00 0,03 ,00 1,00	i0 i0 i0 i0 i5 i5
B Gefachanteil 87,5%			
1 Linoleum (DIN 12524) (Bestand) 2 Filizunterlage (DIN 12524) (Bestand) 3 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) (Bestand) 4 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035) 5 Konstruktionsholz (DIN 12524 - 500 kg/m³) 6 Holzwolle-Leichtbauplatten (DIN 1101 - d > 25 mm - WLG 065) 7 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035) 8 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	0 1 18 1 2 6	,00 0,17 ,20 0,05 ,80 0,13 ,00 0,03 ,80 0,13 ,50 0,06 ,00 0,03 ,00 1,00	10 10 15 10 15 15
Ges	samtdicke: 32	,30 cm	

Abbildung 76: Kellerdecke (Holzbalkendecke), Dämmung von unten in Gefache plus durchgehend (Kopfhöhe relevant)

RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend		Х	Χ						Х			



U-Wert = 0,20 W/m <sup>2</sup> K	Schicht dicke	
Bauteilaufbau: Schichtenfolge von innen nach außen	s (cm	
1 Linoleum (DIN 12524) (Bestand) 2 Zement-Estrich (Bestand) 3 Polystyrol PS -Partikelschaum (WLG 055 - > 30 kg/m³) (Bestand) 4 Beton mittlere Rohdichte (DIN 12524 - 2200 kg/m³) (Bestand) 5 Mineral. und pflanzl. Faserdämmstoff (DIN 18165-1 - WLG 035) 6 Putzmörtel aus Kalk, Kalkzement und hydraulischem Kalk	1,00 4,00 2,00 18,00 14,00 1,00	0 1,400 0 0,055 0 1,650 0 0,035
	Gesamtdicke · 40 00	) cm

Abbildung 77: Kellerdecke (Betondecke), Dämmung von unten (Kopfhöhe relevant)

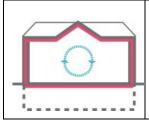
RefGebäude	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
zutreffend		Χ		Χ	Χ	Χ		Χ		Χ	Х	Χ

Die folgenden Maßnahmenbeschreibungen gehen auf die Gegebenheiten und Möglichkeiten der jeweiligen Referenzgebäude ein. Die rotumrandete Linie im Piktogramm zeigt konzeptionell, welche Teile der Hüllfläche gedämmt werden sollten. Darüber hinaus wird angezeigt, ob die Dämmebene innen, in der Luftschicht oder außen liegt. In den Tabellen werden die Maßnahmen an den jeweiliegn Gebäudeteilen und die Lüftungskonzepte beschrieben.

#### Referenzgebäude 1

Wohnen: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

(Besonderheit: Denkmal)





Referenzgebäude 1	
Baujahr	1911
BGF	4100 m <sup>2</sup>
Nutzung	Mehrfamilienhaus
Status	Denkmal
Cluster	EKD_W-MFH_1

Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw 0,7 W/m²K
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Luftschicht: Hohlschicht-Kerndämmung, Einblas-Mineralfaser WLG 035, Stärke 7 bis 9 cm
Dachflächen, oberste	Dachschrägen: Sparrenvolldämmung, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
Geschossdecken (OGD),	Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035
Abseiten und Gauben	Sonstige Bauteile: Sparren-bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG
	035, Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum
	(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung)
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, 6 cm, Verputz (Kopfhöhe)
Lüftungsanlagen (RLT)	Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf
	Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 23: Referenzgebäude 1 - Wohnen, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

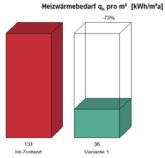


Abbildung 78 Variantenvergleich, Nutzwärmebedarf Ist-Zustand zu Sanierung

Wohnen: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

(Besonderheit: Architekturrelevanz)



Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw 0,7 W/m²K, jedoch Ausnahme
	straßenseitige Fassade, Architekturrelevanz: hier 2-fach verglast Uw 1,1 W/m²K
	(Bauphysik, Feuchte)
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Wärmedämmverbundsystem (WDVS), Mineralfaser d=20 cm, WLG 035, Verputzt
	(mineralisch), jedoch Ausnahme straßenseitig, Architekturrelevanz
Dachflächen, oberste	Optimierung, wenn aktueller Ist-Zustand erneuert wird - Dachgeschoss wurde
Geschossdecken (OGD),	2008 neu erstellt (Aufstockung), dies ist aufgrund von ähnlichen Erneuerungen im
Abseiten und Gauben	Bestand repräsentativ.
	Dachschrägen: Sparrenvolldämmung, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
	Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035
	Sonstige Bauteile: Sparren-bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG
	035, Aufdämmung 6 vm, bzw. konstruktives Maximum (jeweils Auflattung bzw.
	Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung)
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, min. 12 cm
Lüftungsanlagen (RLT)	Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf
	Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 24: Referenzgebäude 2 - Wohnen, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

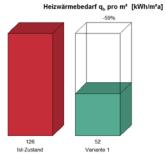
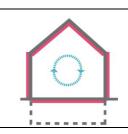


Abbildung 79: Variantenvergleich, Variantenvergleich, Nutzwärmebedarf Ist-Zustand zu Sanierung

Wohnen: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

(Besonderheit: Backsteinrelevanz)





Referenzgebäude 3	
Baujahr	1938
BGF	1189 m²
Nutzung	Mehrfamilienhaus
Status	Erhaltenswerte Substanz
Cluster	ES_W-MFH_2

#### Maßnahmebeschreibung

Bauteil	Maßnahme
Fenster	2-fach verglast Uw 1,1 W/m²K (Bauphysik, Feuchte u. konstruktive Relevanz),
	ferner ist Fenster-Sanierung kurzfristig geplant (dieser Standard mittelt sich aus
	mit dem ansonsten relativ hoch angesetzten Standard von Uw 0,7 W/m²K)
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	WDVS, Mineralfaser max. d=15 cm (aktuelle bauaufsichtliche Zulassung bei
	Klinkerfassade), WLG 035, Spaltklinker
Dachflächen, oberste	Dachschrägen: Sparrenvolldämmung, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
Geschossdecken (OGD),	Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035
Abseiten und Gauben	Sonstige Bauteile: Sparren-bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG
	035, Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum
	(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung),
	OGD teilw. mit Einblasdämmung, Qualität wie vor.
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, 6 cm, Verputz (Kopfhöhe)
Lüftungsanlagen (RLT)	Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf
	Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 25: Referenzgebäude 3 - Wohnen, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

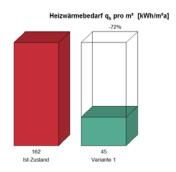


Abbildung 80 Variantenvergleich, Nutzwärmebedarf Ist-Zustand zu Sanierung

#### Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung



Referenzgebäude 4	
Baujahr	1956
BGF	1466 m²
Nutzung	Mehrfamilienwohnhaus
Status	Erhaltenswerte Substanz
Cluster	ES_W-MFH_3

Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw 0,7 W/m²K
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Wärmedämmverbundsystem (WDVS), Mineralfaser d=20 cm, WLG 035, verputzt
	(mineralisch) oder die favorisierte Ausführung mit Spaltklinker (Riemchen, bei
	Backsteinkonzept)
Dachflächen, oberste	Dachschrägen: Sparrenvolldämmung, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
Geschossdecken (OGD),	Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035
Abseiten und Gauben	Sonstige Bauteile: Sparren-bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG
	035, Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum
	(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung)
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, 14 cm
Lüftungsanlagen (RLT)	Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf
	Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 26: Referenzgebäude 4 - Wohnen, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

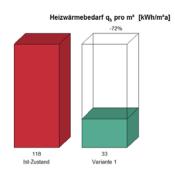


Abbildung 81: Variantenvergleich, Nutzwärmebedarf Ist-Zustand zu Sanierung

Wohnen: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung



Referenzgebäude 5	
Baujahr	1976
BGF	1853 m²
Nutzung	Mehrfamilienhaus
Status	Ohne Einschränkungen
Cluster	OE_W-MFH_4

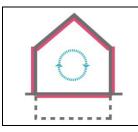
Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw 0,7 W/m²K
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Wärmedämmverbundsystem (WDVS), Mineralfaser d=20 cm, WLG 035, Verputzt
	(mineralisch)
Dachflächen, oberste	Dachfläche (Flachdach): Dämmung Mineralfaser d=24 cm WLG 035, ggf.
Geschossdecken (OGD),	Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum
Abseiten und Gauben	(Neuaufbau/- abdichtung)
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, 14 cm
Lüftungsanlagen (RLT)	Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf
	Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 27: Referenzgebäude 5 - Wohnen, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung



Abbildung 82: Variantenvergleich, Nutzwärmebedarf Ist-Zustand zu Sanierung

#### Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

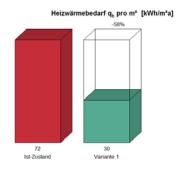




Referenzgebäude 6	
Baujahr	1989
BGF	2181 m²
Nutzung	Mehrfamilienhaus
Status	Ohne Einschränkungen
Cluster	OE_W-MFH_6

Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw 0,7 W/m²K
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Luftschicht: Hohlschicht-Kerndämmung,
	Einblas-Mineralfaser WLG 035, d = 4 -6 cm
Dachflächen, oberste	Zusätzliche Dämmung od. Austausch: Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
Geschossdecken (OGD),	Aufdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035, bzw. konstruktives Maximum
Abseiten und Gauben	(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung)
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, 14 cm, Verputz
Lüftungsanlagen (RLT)	Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf
	Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 28: Referenzgebäude 6 - Wohnen, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung



 $Abbildung\ 83:\ Variantenvergleich,\ Nutzw\"{a}rmebedarf\ Ist-Zustand\ zu\ Sanierung$ 

Wohnen & Gewerbe: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung



Referenzgebäude 7	
Baujahr	1911
BGF	262 m²
Nutzung	Wohn- und Geschäftshaus
Status	Erhaltenswerte Substanz
Cluster	ES_WG_1

Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw 0,7 W/m²K
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Wärmedämmverbundsystem (WDVS), Mineralfaser d=20 cm, WLG 035, Verputz
	(mineralisch)
Dachflächen, oberste	Dachschrägen: Sparrenvolldämmung, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
Geschossdecken (OGD),	Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035
Abseiten und Gauben	Sonstige Bauteile: Sparren-bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG
	035, Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum
	(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung)
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, 14 cm (ggf. als Einblasdämmung, Holzbalkendecke)
Lüftungsanlagen (RLT)	Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf
	Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 29: Referenzgebäude 7 – Wohnen &Gewerbe, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

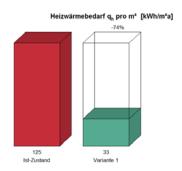
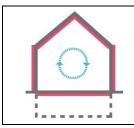


Abbildung 84: Variantenvergleich, Nutzwärmebedarf Ist-Zustand zu Sanierung

Wohnen & Gewerbe: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

(Besonderheit: Luftschicht, ggf. Backsteinrelevanz)





Referenzgebäude 8	
Baujahr	1962
BGF	640 m²
Nutzung	Wohn- und Geschäftshaus
Status	Ohne Einschränkungen
Cluster	ES_WG_3

Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw max. 0,7 W/m²K, ggf. nur 1,0 od.
	1,1 W/m²K (Bauphysik, Feuchte u. ggf. konstruktive Relevanz)
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Luftschicht: Hohlschicht-Kerndämmung, Einblas-Mineralfaser WLG 035, d=6 cm
Dachflächen, oberste	Dachschrägen: Sparrenvolldämmung, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
Geschossdecken (OGD),	Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035
Abseiten und Gauben	Sonstige Bauteile: Sparren-bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG
	035, Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum
	(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung)
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, 12 cm (Kopfhöhe)
Lüftungsanlagen (RLT)	Komfortwohnraumlüftung (KWL) als dezentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %), hohe Effizienz (Strombedarf
	Ventilatoren: Gleichstrom 0,11 W/m³h); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 30: Referenzgebäude 8 – Wohnen & Gewerbe, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

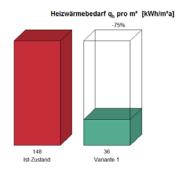


Abbildung 85: Variantenvergleich, Nutzwärmebedarf Ist-Zustand zu Sanierung

Sondernutzung: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

(Besonderheit: Denkmal mit Backsteinrelevanz)

(Bedarfsermittlung nach DIN 18599 EnEV Nichtwohngebäude)



Referenzgebäude 9	
Baujahr	1856
BGF	3719 m²
Nutzung	Sonderbau
Status	Eingetragenes Denkmal
Cluster	ED_S_1

#### Maßnahmebeschreibung

Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw max. 0,7 W/m²K, ggf. nur 1,0 od.
	1,1 W/m²K (Bauphysik, Feuchte u. ggf. konstruktive Relevanz)
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Backsteinfassaden Ausbesserung u. Abdichtung, 20 cm Innenwanddämmung,
	mineralbasiert, WLG 045 bis 042
Dachflächen, oberste	Dachschrägen: Sparrenvolldämmung, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
Geschossdecken (OGD),	Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035
Abseiten und Gauben	Sonstige Bauteile: Sparren-bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG
	035, Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum
	(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung)
Kellerdecken	Bzw. Fußbodenaufbau neu, mit Mineralfaser WLG 035, 14 cm
Lüftungsanlagen (RLT)	Lüftungsanlage, ggf. als dezentrale oder zentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 31: Referenzgebäude 9 – Sondernutzung, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

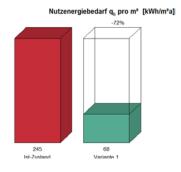


Abbildung 86: Variantenvergleich, Nutzenergiebedarf Ist-Zustand zu Sanierung, berechnet nach DIN 18599, das heißt hier ist auch die Nutzenergie für Beleuchtung und Kühlung enthalten

Sondernutzung: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung (Bedarfsermittlung nach DIN 18599 EnEV Nichtwohngebäude)



Referenzgebäude 10	
Baujahr	1911
BGF	710 m <sup>2</sup>
Nutzung	Sonderbau
Status	Erhaltenswerte Substanz
Cluster	ES_S_1

Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw max. 0,7 W/m²K, ggf. nur 1,0 od.
	1,1 W/m²K (Bauphysik, Feuchte u. ggf. konstruktive Relevanz)
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Fassaden Ausbesserung u. Abdichtung, 20 cm Innenwanddämmung,
	mineralbasierter Baustoff WLG 045 bis 042
Dachflächen, oberste	Dachschrägen: Sparrenvolldämmung, Mineralfaser d=24 WLG 035, plus
Geschossdecken (OGD),	Aufdachdämmung Holzfaser d=6 cm WLG 035
Abseiten und Gauben	Sonstige Bauteile: Sparren-bzw. Balkenvolldämmung Mineralfaser d=24 cm WLG
	035, Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives Maximum
	(jeweils Auflattung bzw. Neuaufbau/- abdichtung/-eindeckung)
Kellerdecken	Bzw. Fußbodenaufbau neu, mit Mineralfaser WLG 035, 14 cm
Lüftungsanlagen (RLT)	Lüftungsanlage, ggf. als dezentrale oder zentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 32: Referenzgebäude 10 – Sondernutzung, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

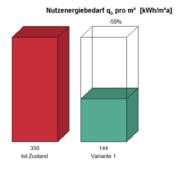
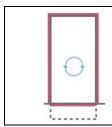


Abbildung 87: Variantenvergleich, Nutzenergiebedarf Ist-Zustand zu Sanierung, berechnet nach DIN 18599, das heißt hier ist auch die Nutzenergie für Beleuchtung und Kühlung enthalten

Gewerbe: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung (Besonderheit: Komplette Erneuerung u. Umbau im Jahre 2011) (Bedarfsermittlung nach DIN 18599 EnEV Nichtwohngebäude)





Referenzgebäude 11	
Baujahr	1965
BGF	12.167 m²
Nutzung	Gewerbe
Status	Ohne Einschränkungen
Cluster	OE_G_4

#### Maßnahmebeschreibung

Bauteil	Maßnahme
Fenster	Teilflächen Nachbesserung mit 3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw
	max. 0,7 W/m²K
Außentüren (Haustüren)	Teilweise Nachbesserung mit Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Teilweise Nachbesserung mit Wärmedämmverbundsystem (WDVS), Mineralfaser
	d=20 cm, WLG 035, Verputz (mineralisch), bzw. Dämmung mit Fassadenplatten
Dachflächen, oberste	Bereits optimiert
Geschossdecken (OGD),	
Abseiten und Gauben	
Kellerdecken	Teilweise Kellerdecke bzw. Fußbodenaufbau, Nachbesserung mit Mineralfaser
	WLG 035, 14 cm
Lüftungsanlagen (RLT)	Bereits optimiert (inkl. GLT-Steuerung)

Tabelle 33: Referenzgebäude 11 – Gewerbe, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

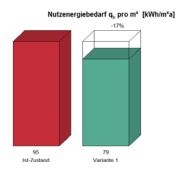


Abbildung 88: Variantenvergleich, Nutzenergiebedarf Ist-Zustand zu Sanierung, berechnet nach DIN 18599, das heißt hier ist auch die Nutzenergie für Beleuchtung und Kühlung enthalten

Gewerbe: Energetische Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung



(Bedarfsermittlung nach DIN 18599 EnEV Nichtwohngebäude)

Bauteil	Maßnahme
Fenster	3-fach verglast, hochgedämmter Rahmen, Uw 0,7 W/m²K
Außentüren (Haustüren)	Wärmeschutzelement, U min 1,1 W/m²K
Außenwand	Dämmung, Mineralfaser d=20 cm, WLG 035, Fassadenplatten
Dachflächen, oberste	Dachfläche (Flachdach): Wurde erneuert, ggf. Nachbesserung auf Dämmung
Geschossdecken (OGD),	Mineralfaser d=24 cm WLG 035, ggf. Aufdämmung 6 cm, bzw. konstruktives
Abseiten und Gauben	Maximum (Neuaufbau/ -abdichtung)
Kellerdecken	Mineralfaser WLG 035, 14 cm
Lüftungsanlagen (RLT)	Lüftungsanlage, ggf. als dezentrale oder zentrale Be- u. Entlüftungsanlagen mit
	Wärmerückgewinnung (WRG, min. 80 %); Auslegung: DIN Nennlüftung;
	entsprechende Gebäudeluftdichtigkeit

Tabelle 34: Referenzgebäude 12 – Gewerbe, Maßnahmen Gebäudehülle und Lüftung

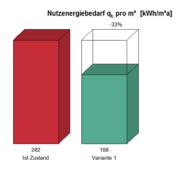


Abbildung 89: Variantenvergleich, Nutzenergiebedarf Ist-Zustand zu Sanierung, berechnet nach DIN 18599, das heißt hier ist auch die Nutzenergie für Beleuchtung und Kühlung enthalten

## 6.2 Reduktionspfade Gebäude und Energieversorgung

#### 6.2.1 Reduktionspfad für Gebäude

Die nachfolgenden Abschnitte zeigen den Weg zur Realisierung der Einsparpotenziale auf.

Diese Realisierung wird durch angenommene Sanierungsquoten per Zeitziel der Jahre 2020, 2030 und 2050 angesetzt.

Für die Bundesrepublik Deutschland ist aktuell eine durchschnittliche Sanierungsquote von einem Prozent (1%) bekannt (gemäß Dena<sup>40</sup> 0,8 bis 1,3 % jährlich - in der Literatur wird jedoch aktuell von 1 Prozent als Mittelwert gesprochen). Dies ist auch die Ausgangsbasis für die nachfolgenden Annahmen bei den Sanierungsquoten in Bergedorf-Süd. Die Basis des Begriffes "Sanierungsquote" ist bezogen auf den dargestellten Reduktionspfad der Senkung des Wärmebedarfes der thermischen Gebäudehülle (ohne Anlagentechnik bzw. Versorgungstechnik).

#### Angenommen werden folgende Szenarien:

- Sanierungsquote bis 2020: 1,2 %
- Sanierungsquote bis 2030: 1,8 %
- Sanierungsquote bis 2050: 2,2 %

#### Bezogen auf die energetisch relevante Bruttogrundfläche im Quartier bedeutet dies analog:

- Sanierte energetisch relevante Bruttogrundflächen bis 2020: 12 %
- Sanierte energetisch relevante Bruttogrundflächen bis 2030: 30 %
- Sanierte energetisch relevante Bruttogrundflächen bis 2050: 74 %

Die angesetzten Sanierungsquoten sind bezogen auf die vollständige Umsetzung der Gebäudesanierungsmaßnahmen (siehe Referenzgebäude).

Für die untersuchten Wohngebäude ist es durch die Sanierungsmaßnahmen entsprechend des Maßnahmenkatalogs möglich, einen KfW 100 Standard zu erreichen, großenteils sogar ohne Einsatz von erneuerbaren Energien. Folgende allgemeine positive Effekte, die sich bis zum Jahr 2050 einstellen werden, sind zu erwarten:

1. Die Steigerung des Behaglichkeitsklimas (Raumklima) wird für den Bestand an Bedeutung zunehmen. Die angesetzten Lüftungsanlagen und die einhergehende Gebäudeluftdichtigkeit werden mit zunehmenden Maß zukunftsfähig. Darüber hinaus sind weitere technologische Entwicklungen zu erwarten.

<sup>&</sup>lt;sup>40</sup> Deutsche Energie Agentur, www.dena.de

- 2. Der Technologiefortschritt bei den Dämmstoffen und der Fenstertechnik wird linear seinen Beitrag bei der Erreichung der Senkung des Heizwärmebedarfes leisten.
- 3. Im Quartier Bergdorf-Süd befindet sich ein hoher Anteil an nicht- sanierungsfähigen Gebäuden sowie Grundstücken mit einer extensiven Nutzung (siehe auch Kapitel Städtebauliche Potenziale). Die weitere steigende Nachfrage nach Wohnraum wird den Druck auf diese Gebäude und Grundstücke erhöhen, so dass hier vermehrt bis zum Jahr 2050 Neubauten im effizienten Neubaustandard entstehen werden.

#### Sanierungsquote im Quartier bis 2020: Steigerung auf jährlich 1,2 %

Es wird angenommen, dass u.a. durch verstärkte Anstregungen im Rahmen der Stadtteilentwicklung bis zum Jahre 2020 eine Steigerung der jährlichen Sanierungsquote auf 1,2 p.a. möglichst, trotz Investitionskosten und aktuell begrenzter Bereitschaft der Investoren erfolgt. Im Wesentlichen handelt es sich um monetäre Aspekte, die einen stärkeren Anstieg behindern. Die Bestandsuntersuchungen haben gezeigt, dass die häufigsten Teilsanierungen bei den Gebäuden der Baujahre vor 1945 durchgeführt wurden. Insbesondere Gebäude aus den 1960er und 1970er Jahren haben häufig noch ihren ursprünglichen Erstellungszustand. Bei diesen Gebäuden wird sich nach 50 Jahren der Sanierungsdruck im Bereich Gebäudehülle und Anlagentechnik erhöhen, was voraussichtlich bei der hohen Anzahl an Gebäuden (25 % der BGF) spürbare Auswirkungen für die Sanierungsquoten der nächsten zehn Jahre im Gebiet haben wird.

#### Sanierungsquote im Quartier 2020-2030: Steigerung auf jährlich 1,8 %

Ab 2020 kann eine erhöhte Bereitschaft der Investoren für energetische Sanierungsmaßnahmen angenommen werden. Eine Vielzahl von Faktoren kommt hier zusammen:

- Eingeführte Effizienzstandards werden durchschnittliche Materialpreise im Verhältnis zu den heutigen Preisen im Ergebnis senken.
- Es ist von einem weiteren Anstieg der Energiekosten auszugehen.
- Neue Dämmstoffe mit verbesserten Wärmeleitzahlen werden marktgängig.
- Bessere Anreize bei den Förderbedingungen (z.B. steuerliche Absetzbarkeit wird sich durchsetzen).
- Energieeffziente Gebäude werden verstärkt ein Vermarktungsinstrumentarium sein (Aufnahme der Energiekennwerte in Annoncen und Verkaufsexposés, gemäß EnEV Novellierung 2014/2016).
- Unwirtschaftliche Altbauten oder schlechte Grundstücksausnutzungen werden effizienten Neubauten weichen.

Im Ergebnis könnten somit von 2010 bis 2030 bei der thermischen Gebäudehülle 30% der Flächen im Quartier saniert sein.

#### Sanierungsquote im Quartier 2030 - 2050: Steigerung auf jährlich 2,2 %

Für den Zeitraum von 2030 bis zum Jahr 2050 kann von einer weiteren Erhöhung der Sanierungsquote ausgegangen werden, weil insbesondere der unsanierte Gebäudebestand rechnerisch 2030 noch bei 70 % liegt und diese Gebäude entsprechend der Lebenszyklen ohne Sanierung nicht mehr haltbar wären. Folgende Aspekte begünstigen die Erhöhung der Sanierungsquoten:

- Eingeführte Effizienzstandards werden durchschnittliche Materialpreise im Verhältnis zu den heutigen Preisen im Ergebnis senken.
- Es ist von einem weiteren Anstieg der Energiekosten auszugehen.
- Neue Dämmstoffe mit verbesserten Wärmeleitzahlen werden marktgängig.
- Neue effiziente Fenstersysteme und Glasbeschichtungen werden marktgängig.
- Energieeffziente Gebäude werden ein wesentliches Vermarktungsinstrumentarium sein.
- Unwirtschaftliche Altbauten oder schlechte Grundstücksausnutzungen werden effizienten Neubauten weichen.
- Rechnerisch sind noch 70 % des Gebäudebestands unsaniert. Diese Gebäude wären nicht mehr konkurrenzfähig und eine Sanierung der Fassaden und Fenster ist schon aus bautechnischer Sicht erforderlich.
- Auch die Gebäude der 1980er, 1990er und 2000er Jahre werden zusätzlich sanierungsbedürftig und beeinflussen die Erhöhung der Sanierungsquoten positiv.

In Summe wird – unter den genannten Steigerungen der jährlichen durchschnittlichen Sanierungsquoten- das Quartier bis 2050 eine sanierte Bruttogrungfläche von 74% erreicht haben. Unter Berücksichtigung der Sanierungsquoten entsteht für den Heizungs- und Trinkwarmwasserwärmebedarf bis zum Jahr 2050 folgender Reduktionspfad:

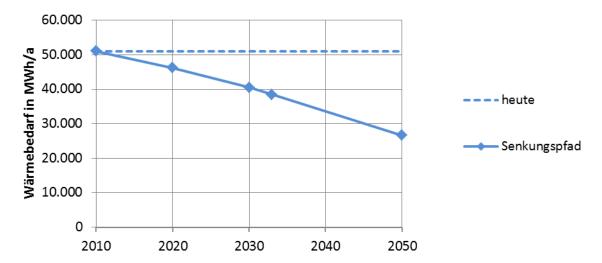


Abbildung 90: Reduktionspfad des Wärmebedarfs für Heizung und TWE

Die von der Bundesregierung festgelegten Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 beziehen sich auf das Ursprungsjahr 1990. In dem Gesamtzeitraum von 60 Jahren sollen die CO₂-Emissionen um 80 % gesenkt werden.

Abbildung 90: Reduktionspfad des Wärmebedarfs für Heizung und TWEzeigt einen Ist-Zustand im Jahr 2010 von ca. 50.000 MWh pro Jahr, der bereits die Einsparungen zwischen 1990 und 2010 berücksichtigt. Unter Annahme der Maßnahmenempfehlungen (Gebäude) und der Sanierungsquoten lässt sich der Wärmebedarf bis zum Jahr 2050 halbieren. Hinsichtlich der Senkung des Primärenergiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen wurden hierbei noch nicht die Potenziale einer effizienteren Energieversorgung, bzw. der Einsatz von erneuerbaren Energien berücksichtigt.

# 6.2.2 Reduktionspfad für die Energieversorgung im Untersuchungsgebiet:

Im Folgenden wird die Eignung effizienter Energieversorgungslösungen für Bergedorf-Süd geprüft. Hier sind einerseits die Wohnungsneubauten, die südlich der Straße Brookdeich entstehen sollen, und andererseits die Bestandsgebäude im Gebiet methodisch jeweils unterschiedlich zu berücksichtigen. Das B-Plangebiet am Brookdeich grenzt unmittelbar an das Untersuchungsgebiet an. Es wird als möglicher Ankernutzer eines Nahwärmenetzes mit Verwendung von Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) angesehen, das nachfolgend in Richtung der Bestandsgebäude erweitert werden kann.

Für das gesamte Untersuchungsgebiet wurde eine Kombination unterschiedlicher Technologien (zentrale und dezentrale Blockheizkraftwerke (BHKW), dezentrale Wärmepumpen, Solarthermie) entwickelt, die eine heterogene Versorgungsstruktur ermöglicht. Die Ergebnisdarstellung lässt Rückschlüsse auf die ökologischen und ökonomischen Kennwerte der einzelnen Technologien zu.

Möglichen Hemmnissen bei der Umgestaltung der Energieversorgung soll mit der Annahme, dass 15 % der Gebäude im gesamten Gebiet auch zukünftig über Erdgas-Brennwertkessel versorgt werden, Rechnung getragen werden.

Einer Verortung der technischen Maßnahmen (ohne Solarthermie, die auf jedem dafür geeigneten Gebäude installiert wird und ohne die verbleibenden Brennwertkessel, die sich auf das gesamte Gebiet verteilen) zeigt die nachfolgende Abbildung 91.

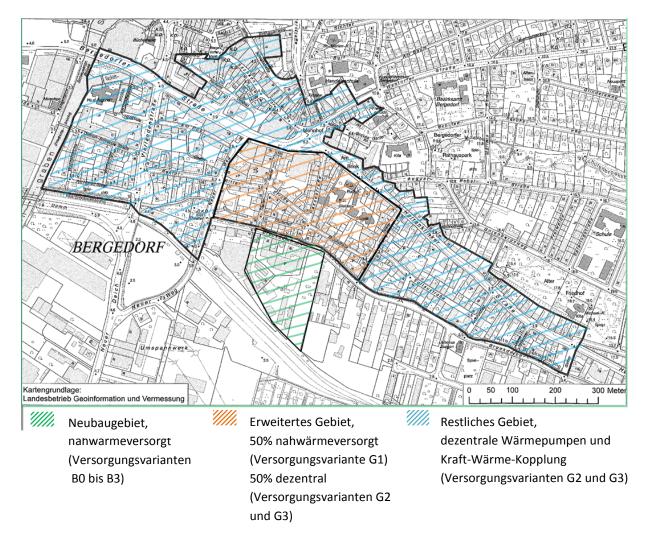


Abbildung 91: Verortung der Versorgungsvarianten im Projektgebiet (nicht dargestellt: Solarthermie und Altbestand Brennwert-Kessel)

Der in Zukunft sinkende Wärmebedarf der Gebäude, aufgrund der oben dargestellten Modernisierungsmaßnahmen, wird in der Kalkulation berücksichtigt. Diese erfolgt für das Jahr 2033, und es wird eine vorhandene Lebensdauer der Heizungsanlagen von 20 Jahren angesetzt. Folglich würden bis zu diesem Zeitpunkt sämtliche Anlagen ausgetauscht sein.

### 6.2.3 Prognose des Energiebedarfs Neubaugebiet am Brookdeich

Die Summe der Bruttogrundflächen im betrachteten Gebiet beträgt rund 45.000m<sup>2</sup> <sup>41</sup>, die zu 100 % für Wohnungen genutzt werden sollen. Die Ermittlung des spezifischen Wärmebedarfs der Neubauten erfolgt unter den nachfolgenden Prämissen:

- Alle flächenspezifischen Angaben beziehen sich auf die beheizbare Bruttogrundfläche (BGF) als Energiebezugsfläche.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>41</sup> Quantifizierungen abgeleitet aus "Verfahren zur Aufstellung des Bebauungsplans Bergedorf 111", Büro Jo Claussen-Seggelke - Stadtplaner SRL, Oktober 2012

- Die Gebäude werden nach den Anforderungen der ab dem Jahr 2014 geltenden EnEV errichtet.
- Für die Raumheizung werden unter Berücksichtigung der EnEV 2014 47 kWh/(m²a) und für die Trinkwassererwärmung (TWE) 25 kWh/(m²a) angesetzt.
- Für die Raumheizung werden 1.500 Vollbenutzungsstunden pro Jahr (Vbh/a) angesetzt.
- Für die zentrale TWE werden 8.760 Vbh/a für die Leistungsermittlung zu Grunde gelegt.

Der spezifische Gesamtwärmebedarf für Arbeit und Leistung setzt sich additiv aus den Werten für Raumheizung und Trinkwassererwärmung zusammen.

Der Strombedarf wird mit 22 kWh/(m²a) bei 3.000 h/a angesetzt.

Der absolute Energiebedarf ergibt sich als Produkt aus den spezifischen Werten, die oben erläutert wurden, und den Bruttogrundflächen (BGF). Die resultierenden Werte sind in Tabelle 35 aufgeführt.

		Raumwärme	TWE	Strom
spezifischer Bedarf	kWh/(m²a)	38	25	22
Gesamtbedarf	MWh/a	1.696	1.104	1.104
Vollbenutzungsstunden	Vbh/a	1.500	8.760	3.000
Leistung Anschlusswert	MW	1,13	0,13	0,37

Tabelle 35: Prognose von Energiebedarf und Leistung im Neubaugebiet Brookdeich

Die Kesselleistungen für die dezentralen Versorgungsvarianten bzw. Anschlusswerte der Wärmeübergabestationen (WÜST) für die Nahwärmevarianten werden proportional nach der Fläche je Gebäude bestimmt. Es werden 37 Kessel bzw. Wärmeübergabestationen mit 30 bis 70 kW pro Gebäude benötigt.

#### Bestandsgebäude

Aufbauend auf die dargestellte EnEV-Analyse werden zwei Gebäudetypen ausgewählt, die das Gebiet hinsichtlich des Wärmebedarfs repräsentieren. Für beide Gebäudetypen wird sowohl der Ist-Zustand als auch der Zustand nach Modernisierung der Gebäudehülle und der Wärmeverteilung im Gebäude (inkl. Belüftungsanlagen) betrachtet. Insgesamt sind für die Versorgungsoptionen demnach vier Fälle des Gebäudezustands anzunehmen.

Die Bestimmung der Gebäudeparameter basiert auf folgenden Prämissen:

- Der Typ "klein" entspricht den Gebäuden aus Cluster 1 bis 7 der Bedarfshochrechnung; der Typ "groß" entspricht dem Cluster 8.
- Fläche und nachgefragte Arbeit in den Gebäuden geben jeweils den Mittelwert aus den abgebildeten Clustern wieder sowohl für den Ist-Zustand als auch für den Zustand nach Modernisierung, wie er in den EnEV-Analysen beschrieben ist.

- Die Leistung für Raumwärme (RW) wird im Ist-Zustand mit ca. 1.500 Vbh/a aus der Wärmearbeit bestimmt.
- Die Leistung für TWE wird mit 8.760 Vbh/a unter Verwendung eines Speicher-Ladesystems bestimmt.
- Die gesamte Wärmeleistung folgt als Summe aus RW- und TWE-Leistung.
- Für den Stromverbrauch werden 28 kWh/(m²a) und 3.000 h/a angesetzt.
- Gemäß den oben erläuterten Sanierungsquoten werden für den Betrachtungszeitpunkt 2033 36,6 % der Gebäude als modernisiert angenommen, die verbleibenden Gebäude werden bis dahin als unverändert angenommen.

Anzahl und Fläche der Gebäude sind in Tabelle 36 aufgelistet. In Tabelle 37 sind die Parameter zum Wärme-<sup>42</sup> und Strombedarf im Gebäude aufgelistet.

Gebäudetyp	Durchschnittliche	Anzahl Gebäude	Anzahl modernisierter	Anzahl unveränderter
	Fläche (BGF <sub>E</sub> )	gesamt	Gebäude	Gebäude
"klein"	567 m²	446	163	283
"groß"	1.376 m²	52	19	33

Tabelle 36: Anzahl und Flächen der Gebäudetypen im Jahr 2033

Cohäudotus		1	ärmearbe n MWh/a	-	Wärmeleistung in kW		Strom		
,	Gebäudetyp	RW	TWE	Σ	RW	TWE	Σ	Arbeit in MWh/a	Leistung in kW
	Ist-Zustand	78	12	90	54	1,5	55,5	16	5,3
"klein"	nach Modernisierung	13	12	25	9	1,5	7,5	10	5,5
	Ist-Zustand	140	50	190	93	5,5	98,5	39	13
"groß"	nach Modernisierung	90	50	140	58,5	5,5	64	33	13

Tabelle 37: Nachgefragte Arbeit und Leistung nach Gebäudetypen

### 6.2.4 Technische Varianten der Energieversorgung

Die Versorgung über ein zentrales BHKW mit einem Nahwärmenetz wurde als eine Erweiterung der Nahwärme aus dem Neubaugebiet am Brookdeich modellhaft geplant und berechnet. Wie in Abbildung 92 dargestellt, werden hier die Baublöcke 602088, 602089, 603057, 603058, 603059, 603060 und 603061 einbezogen. Diese liegen innerhalb eines Versorgungsradius von ca. 300 m und können ohne Überquerung der Bundesstraße 5 (nördliche Begrenzung) erschlossen werden.

\_

<sup>&</sup>lt;sup>42</sup> Relevant ist der Netto-Wärmeverbrauch, der unter Berücksichtigung der Wärmerückgewinnung in einer Lüftungsanlage der Heizung zu decken ist.

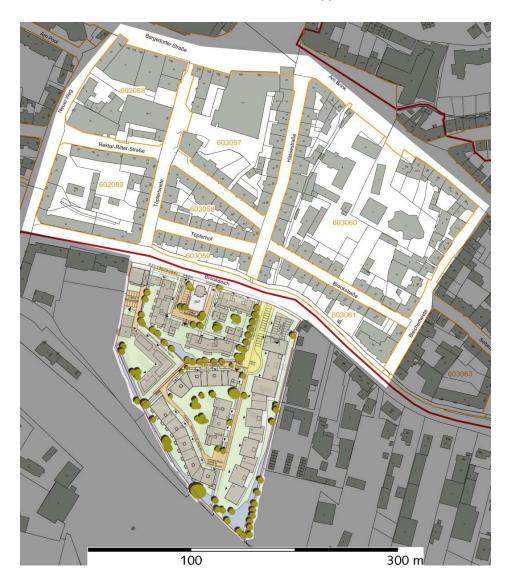


Abbildung 92: Erweiterung der Nahwärme nördlich des Brookdeich (Plangrundlagen: Jo Claussen-Seggelke Stadtplaner SRL, FHH; Bearbeitung: MegaWATT)

Im Erweiterungsgebiet befinden sich 133 Gebäude, davon zählen 117 zum Gebäudetyp "klein" und 16 zum Gebäudetyp "groß". Die Gesamtfläche der Bestandsgebäude beträgt ca. 64.500 m². In Tabelle 38 sind energetische Parameter für das gesamte dargestellte Gebiet (einschließlich der Neubauten) angegeben.

		Raumwärme	TWE	Strom
spezifischer Bedarf	kWh/(m²a)	99	28	28
Gesamtbedarf	MWh/a	10.347	2.928	2.928
Vollbenutzungsstunden	Vbh/a	1.525	8.760	3.000
Leistung Anschlusswert	MW	6,79	0,33	0,98

Tabelle 38: Prognose von Energiebedarf und Leistung aller Gebäude im Nahwärmegebiet

Die Nahwärmetrasse ist so zu dimensionieren, dass alle diese Gebäude an das Netz angeschlossen werden können. Jedoch kann im Gebäudebestand kein Anschlusszwang durchgesetzt werden. Folglich ist nicht davon auszugehen, dass die Nahwärmelösung tatsächlich von allen Gebäudeeigentümern gewählt wird. Stattdessen wird mit einer Anschlussdichte von 50 % der Gebäude im Erweiterungsgebiet kalkuliert. Der Energiebedarf unter diesen Bedingungen ist in Tabelle 39 beschrieben.

		Raumwärme	TWE	Strom
spezifischer Bedarf	kWh/(m²a)	83	28	28
Gesamtbedarf	MWh/a	6.011	2.027	2.027
Vollbenutzungsstunden	Vbh/a	1.519	8.760	3.000
Leistung Anschlusswert	MW	3,96	0,23	0,68

Tabelle 39: Prognose von Energiebedarf und Leistung im Nahwärmegebiet bei Anschluss von 50 % der Bestandsgebäude

Es werden 67 Einzelanschlüsse mit Leistungen von 30 bis 120 kW benötigt. Für die übrigen 50 % der Gebäude im Erweiterungsgebiet und alle Gebäude außerhalb des Nahwärmegebiets werden dezentrale Versorgungen kalkuliert

Nachfolgend werden die Wärme- und Stromversorgungsvarianten detailliert beschrieben:

- Variante B0: **Dezentrale Wärmeversorgung** des Neubaugebiets südlich des Brookdeich mit Brennwertkesseln zum Betrieb mit Erdgas (Referenz).
- Variante B1: **Zentrale Wärmeversorgung** des Neubaugebiets südlich des Brookdeich mit einem Biomethan-BHKW und Erdgas-Spitzenlastkessel.
- Variante B2: **Zentrale Wärmeversorgung** des Neubaugebiets südlich des Brookdeich mit einem Erdgas-BHKW zur Eigenstromerzeugung und Erdgas-Spitzenlastkessel.
- Variante B3: **Zentrale Wärmeversorgung** des Neubaugebiets südlich des Brookdeich mit vier Erdgas-BHKWs zur Eigenstromerzeugung und Erdgas-Spitzenlastkesseln, die in vier getrennte Wärmenetze einspeisen.
- Variante G1: **Zentrale Wärmeversorgung** des erweiterten Gebiets südlich und nördlich des Brookdeich mit einem Erdgas-/ Biomethan-BHKW und Erdgas-Spitzenlastkesseln sowie **dezentrale Wärmeversorgung** mit Klein-BHKW, Brennwertspitzenlastkesseln und Elektrowärmepumpen zur Nutzung der Erdwärme aus Erdwärmesonden.
- Variante G2: **Dezentrale Wärmeversorgung** des gesamten Gebiets mit Klein-BHKW sowie Brennwertspitzenlastkesseln.
- Variante G3: **Dezentrale Wärmeversorgung** des gesamten Gebiets mit Elektrowärmepumpen zur Nutzung der Erdwärme aus Erdwärmesonden.

# Alle Varianten werden durch solarthermische Kollektoren ergänzt, die zusätzlich zur oben aufgeführten Anlagentechnik zu installieren sind.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Varianten G1, G2 und G3 für das Gesamtgebiet einander ergänzend vorgesehen sind; der Fall, dass das gesamte Gebiet ausschließlich mit einer Variante versorgt wird, ist nicht vorgesehen. Die zentralen Varianten B1, B2, B3 und G1 gelten jeweils für ein klar definiertes Gebiet. Variante B0 bis B3 gelten nur für das Neubaugebiet am Brookdeich, die Varianten G1 bis G3 stellen zusammen eine gemischte Lösung für das Gesamtgebiet dar.

#### Variante BO: Dezentrale Wärmeversorgung mit Erdgas-Brennwertkesseln

Die Variante ist für alle 37 Gebäude im Neubaugebiet am Brookdeich vorgesehen, die einen Gesamtbedarf von ca.  $2.800 \text{ MWh}_{th}/a$  und ca.  $1.104 \text{ MWh}_{el}/a$  aufweisen.

Als Referenzvariante wird der Fall betrachtet, dass in jedem Gebäude ein Brennwertkessel installiert wird, der mit Erdgas zu betreiben ist. Wie im Abschnitt "Prognose des Energiebedarfs" auf Seite 130 beschrieben, werden 37 Kessel mit thermischen Leistungen zwischen 30 und 70 kW bzw. im Mittel ca. 40 kW benötigt. Abbildung 93 zeigt ein Beispielfoto sowie ein Schema eines Brennwertkessels. Der Strombezug erfolgt aus dem Netz der öffentlichen Versorgung.





Abbildung 93: Beispiel eines Gas-Brennwert-Wandgeräts, Produktreihe 17 bis 150 kWth, Quelle: Viessmann

Gemäß des Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) muss die Wärmeversorgung von Neubauten Anteile erneuerbarer Energien enthalten. Zu diesem Zweck werden solarthermische Kollektoren vorgesehen; für diese gilt ein Pflichtanteil von 15 %, also 420 MWh<sub>th</sub>/a. Bei einem spezifischen Kollektorertrag in Höhe von 350 kWh/( $\rm m^2$  a) ist daher eine Gesamtfläche von 1.200  $\rm m^2$  zu installieren.

Die Anlagen sind jeweils mit folgender Technik ausgerüstet:

- Brennwertkessel für Heizung und Trinkwassererwärmung, Brennstoff Erdgas

- Druckhaltung und Wasseraufbereitung
- Brennstoffversorgung
- Trinkwassererwärmung im Speicher-Lade-System
- Sicherheitstechnik

#### Die zusätzlichen Solarkomponenten bestehen aus:

- thermische Solarkollektoren (z. B. aufgeständert, dach- oder fassadenintegriert)
- Wärmetauscher zur Einbindung in die TWE
- Verrohrung und Pumpen
- Pufferspeicher und Frischwasserstation.

Zur Optimierung des Wärmeertrags sind ergänzend innerhalb des Solarkreises Pufferspeicher vorgesehen. Im Gegenzug kommen die Trinkwasserspeicher dann ohne vergrößertes Volumen aus, das ansonsten für die Zwischenspeicherung der Solarwärme benötigt würde.

Anlage 18 enthält die Beschreibungen zu technischer Auslegung und Investitionen.

#### Variante B1: Zentrale Wärmeversorgung mit Biomethan-BHKW im Neubaugebiet

Das Versorgungsprinzip ist in Abbildung 94 veranschaulicht. Es wird eine Energiezentrale bestehend aus einem biomethanbetriebenen BHKW-Modul (143 kW $_{\rm el}$ , 200 kW $_{\rm th}$ , siehe Abbildung 95 als Beispiel für ein BHKW mit höherer Leistung) sowie einem Erdgas-Brennwertkessel mit einer Leistung von 853 kW $_{\rm th}$  errichtet. Die Wärmeerzeugung im Grundlastbetrieb wird durch das wärmegeführte BHKW realisiert, Mittel- und Spitzenlast erzeugt der Brennwertkessel. Solarthermische Kollektoren werden dezentral zur TWE installiert. Diese sind identisch mit denen in Variante B0 auszuführen, d. h. mit einer Gesamtfläche von 1.200 m² für einen Ertrag in Höhe von 420 MW $_{\rm th}/a$ .

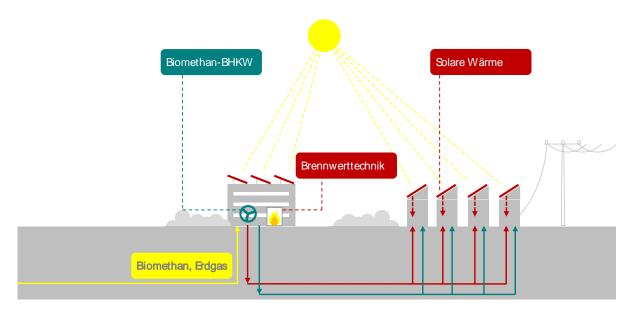


Abbildung 94: Schematische Darstellung der Nahwärmeversorgung mit KWK und Solarthermie



Abbildung 95: Beispiel eines BHKWs (700 k $W_{th}$ ), im Hintergrund Wände der begehbaren Schallschutzhaube (Quelle: MegaWATT)

Ein Nahwärmenetz verbindet die Energiezentrale, die sich in einem Kellerraum eines Wohnhauses befinden kann, mit allen Gebäuden. In Abbildung 96 ist der Trassenverlauf abgebildet. Die Trassenlänge beträgt rund 960 m. Es werden Kunststoffmantelrohre mit Rohrnennweiten zwischen DN 25 bis DN 100 eingesetzt, die das Gebiet in zwei Ringschlüssen versorgen.

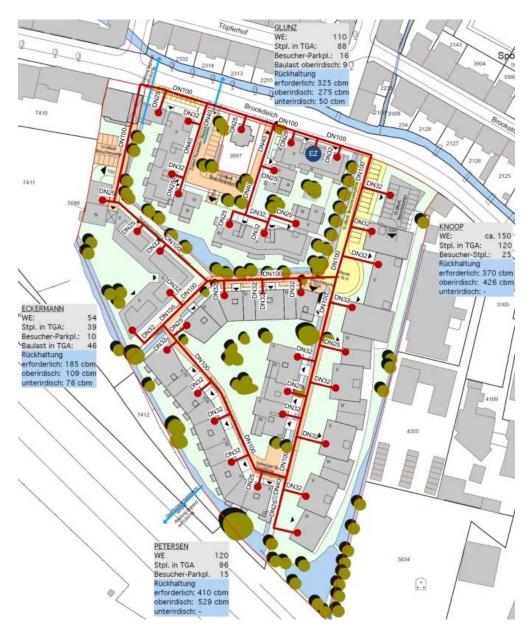


Abbildung 96: Trassenplan für das Neubaugebiet am Brookdeich (Anlage 18)

In Abbildung 97 ist die Deckung des Wärmebedarfs durch das wärmegeführte BHKW-Modul grafisch als Jahresdauerlinie (JDL) wiedergegeben. Sie zeigt den Leistungsbedarf für Wärme abzüglich des solarthermischen Anteils über der Stundenanzahl im Jahr und den vom BHKW-Modul gedeckten Anteil. Die Flächen unter der Kurve bzw. im Rechteck geben jeweils die Wärmearbeit wieder.

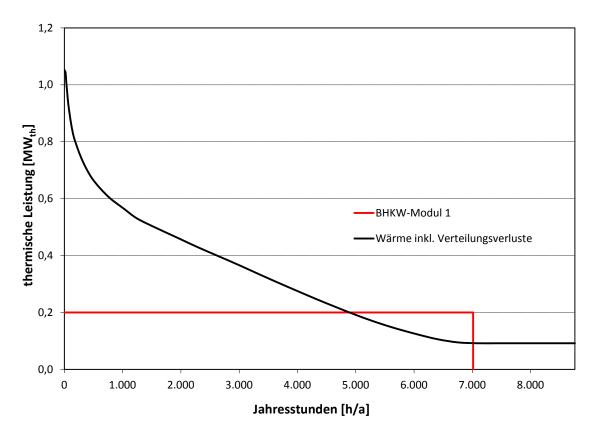


Abbildung 97: Jahresdauerlinie der benötigten und angebotenen Heizwärme im Neubaugebiet

Der Strombedarf (sowohl für Haushalte als auch für die Versorgungstechnik) wird aus dem Netz der öffentlichen Versorgung gedeckt. Die Einspeisung des erzeugten KWK-Stroms erfolgt in das Netz der öffentlichen Versorgung zu den Vergütungssätzen nach dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG).

Die BHKW-Anlage ist mit folgender Technik ausgerüstet:

- Erdgas-BHKW Kompakt-Aggregat mit Wärmetauschern, Abgasreinigungssysteme (geregelte Katalysatoren), Schalldämpfer, interne Regelung, 0,4 kV- bzw. 10 kV-Generatoren für Netzparallelbetrieb
- Spitzenkessel als Brennwertkessel (Brennstoff Erdgas), Brenner mit niedrigen Emissionswerten (NO<sub>x</sub>)
- Speicher-Ladesystem
- zentrale, drehzahlgeregelte Netzumwälzpumpen
- Druckhaltung und Wasseraufbereitung
- Be- und Entlüftung
- Mittel- oder Niederspannungseinspeisung ins Elektrizitätsnetz
- zentrale Leittechnik

Mit Rücksicht auf die Lage im Innenstadtgebiet ist das BHKW-Aggregat mit einem hochwirksamen Abgasreinigungssystem ausgerüstet, welche die geltenden Normen zu Schadstoffemissionen einhält (TA-Luft). Der Flächenbedarf für die Energiezentrale beträgt ca. 50-100 m². Die Übergabe der Wärme erfolgt indirekt in den WÜST.

Anlage 20 enthält die Beschreibungen zur technischen Auslegung und listet die einzelnen Posten der Gesamtinvestition in Höhe von 1,81 Mio. € auf. Die Preise darin basieren auf (Energy Consulting, GfEM, 2004) (ASUE, Stadt Frankfurt am Main -der Magistrat- Energiereferat, 2011 sowie Preisen aus realisierten Projekten und sind durch Inflationsfaktoren auf Preise für 2012 angepasst. Für die WÜST ist dort eine mittlere Leistung angegeben, die Kostenermittlung basiert jedoch auf den Werten jeder einzelnen Station. Zwei Technikschemen sind ebenfalls in Anlage 20 enthalten.

#### Variante B2: Zentrale Wärmeversorgung mit Erdgas-BHKW im Neubaugebiet

Hinsichtlich der Anlagentechnik ist Variante B2 identisch mit Variante B1. Im Unterschied zu dieser wird das BHKW jedoch mit Erdgas statt Biomethan betrieben und der erzeugte Strom soweit möglich in den Haushalten vor Ort verbraucht. Der Überschuss wird gegen die Vergütung nach KWKG in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist bzw. der verbleibende Bedarf wird aus dem Strom der öffentlichen Versorgung gedeckt.

Voraussetzungen für dieses Betriebsmodell sind Personenidentität zwischen Erzeuger und Verbraucher sowie ein räumlicher Zusammenhang derselben. Es bleibt zu klären, ob durch Gründung einer Genossenschaft die Personenidentität anerkannt würde.

#### Variante B3: Zentrale Wärmeversorgung mit vier Erdgas-BHKWs im Neubaugebiet

Als eine weitere Variante für das Brookdeichgebiet wird der Fall betrachtet, dass vier unabhängige Wärmenetze und zugehörige Energiezentralen errichtet werden, die jeweils alle Gebäudeeinheiten eines Eigentümers versorgen. Die BHKWs werden mit Erdgas betrieben und dienen zur Stromeigenversorgung. Der überschüssige Strom wird in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist bzw. der verbleibende Bedarf von dort bezogen.

Die Summen der umgesetzten Energiemengen ändern sich gegenüber der Variante B2 nicht; gleichfalls ist dieselbe Gesamtleistung der Anlagen vorzusehen, vereinfachend wird für jede Einzelanlage daher ein Viertel dieser Gesamtleistung angesetzt. Die spezifische Investition für die BHKWs und Brennwertkessel steigt dadurch. Hingegen kann die Trassenlänge verkürzt werden, weil einige verbindende Abschnitte entfallen. Es werden pauschal 25 % der Trassenlänge abgezogen. Außerdem kann der Rohrdurchmesser auf einigen Abschnitten reduziert werden, weil dort geringere Wärmemengen zu transportieren sind. Weil z.T. auch die Rohrverlegung in Kellerräumen möglich ist, wird deshalb das spezifische Investment pro Trassenlänge um 15 % verringert.

Die Gesamtinvestition ist mit 1,91 Mio. € insgesamt etwas höher als für Variante B1/B2. Die Einzelposten und technische Beschreibung sind in Anlage 20 enthalten.

# Variante G1: Zentrale Wärmeversorgung mit Erdgas-/ Biomethan-BHKW im erweiterten Nahwärmegebiet

Für die Versorgung des erweiterten Gebiets soll die BHKW-Heizzentrale, die in Variante B1/B2 für das Neubaugebiet beschrieben ist, vergrößert werden. Zunächst ist das BHKW mit Erdgas zu betreiben, erst später ab 2033 soll eine Umstellung auf Biomethan erfolgen. Dadurch sollen der Anteil erneuerbarer Energien an der Versorgung des Untersuchungsgebiets schrittweise erhöht werden und das Biomassevorkommen nicht kurzfristig erschöpft werden. Die umgesetzten Energiemengen ändern sich durch den Brennstoffwechsel nicht.

Die Leistung des BHKWs erhöht sich auf 560 kW $_{el}$  und 700 kW $_{th}$ . Für die Spitzenlast sind drei Erdgas-Brennwertkessel mit einer jeweiligen Leistung von 940 kW $_{th}$  zu installieren. Der Flächenbedarf für die Energiezentrale beträgt in diesem Fall ca. 100-150 m $^2$ . Die dezentralen Solarthermieanlagen sollen einen Wärmebedarf von ca. 1.050 MWh/a decken, hierfür ist eine Gesamtfläche von knapp 3.000 m $^2$  (entspricht ca. 4% der Fläche des entsprechenden Gebietes) zu installieren.

Die zusätzliche Trassenlänge beträgt ca. 2.800 m, es sind Nennweiten zwischen DN 32 und DN 200 erforderlich. Der Trassenverlauf (der Erweiterung gegenüber Variante B1/B2) ist in Abbildung 98 eingezeichnet, es sind zwei weitere Ringschlüsse und mehrere Abzweige vorgesehen.



Abbildung 98: Erweiterung der Nahwärmetrasse im Gebäudebestand (Anlage 18)

Die Jahresdauerlinie in Abbildung 99 zeigt den erhöhten Wärmebedarf und die entsprechend angepasste Wärmeleistung des BHKW-Moduls gegenüber den Varianten für den Brookdeich.

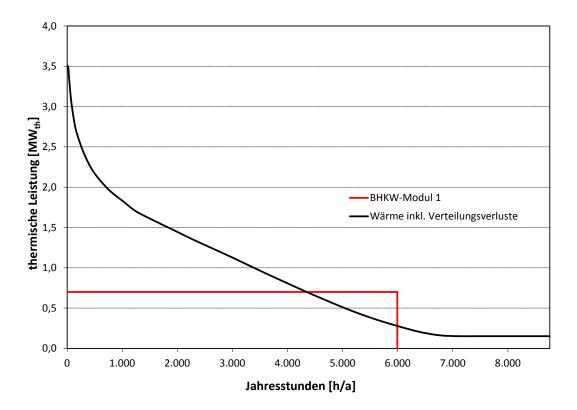


Abbildung 99: Jahresdauerlinie der benötigten und angebotenen Heizwärme im erweiterten Nahwärmegebiet

Im Unterschied zu Variante B2 wird die Eigennutzung des BHKW-Stroms nicht betrachtet, weil die Voraussetzung der Personenidentität in diesem Fall nicht erfüllt werden kann. Daher wird der erzeugte Strom zu 100 % in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist und führt zur KWKG-bzw. später EEG-Vergütung. Der Strombedarf wird deshalb aus dem Netz der öffentlichen Versorgung gedeckt.

Qualitativ unterscheidet sich die Ausrüstung der Heizzentrale nicht von Variante B1/B2. In Anlage 20 sind auch für diese Variante die Einzelinvestitionen aufgeführt, die zur Gesamtsumme von 6,08 Mio. € führen.

#### Variante G2: Dezentrale Wärmeversorgung mit Klein-BHKW

Die Variante ist für 260 Gebäude im Gebiet vorgesehen (216 "kleine" Gebäude, davon 33 modernisiert und 44 "große" Gebäude, davon 16 modernisiert), die einen Gesamtbedarf von ca. 24.900 MWh<sub>th</sub>/a und ca. 5.200 MWh<sub>el</sub>/a aufweisen. Die 260 Gebäude entsprechen 60 % der Gebäude im "restlichen Gebiet" (Projektgebiet mit Ausnahme des erweiterten Nahwärmegebietes, vgl. Abbildung 91).

In jedem Gebäude wird ein Klein-BHKW installiert, das durch eine Brennwerttherme für die Spitzenlast ergänzt wird. Beide Anlagen werden mit Erdgas betrieben. Der erzeugte KWK-Strom wird soweit möglich zur Deckung des Haushaltsstrombedarfs eingesetzt. Z. T. übersteigt die Stromproduktion diesen Bedarf, in diesem Fall wird der Rest in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeist. Jedoch tritt auch der umgekehrte Fall auf, dass weniger Strom erzeugt als vor Ort

benötigt wird. Die Differenz wird dann als Fremdstrom bezogen. Der Strombedarf von technischen Verbrauchern wird zu 100 % als Fremdstrom aus dem Netz der öffentlichen Versorgung bezogen. Zusätzlich sind pro Gebäude solarthermische Kollektoren vorgesehen, die mit 30% zur TWE beitragen. Der Flächenbedarf beträgt 2,86 m²/(MWh<sub>th</sub>/a).

Die BHKW-Anlage ist mit folgender Technik ausgerüstet:

- Erdgas-BHKW Kompakt-Aggregat mit Wärmetauschern, Abgasreinigungssysteme (geregelte Katalysatoren), Schalldämpfer, interne Regelung, 0,4 kV-Generatoren für Netzparallelbetrieb
- Speicher-Ladesystem
- Druckhaltung und Wasseraufbereitung
- Be- und Entlüftung
- Niederspannungseinspeisung ins Elektrizitätsnetz

Das BHKW-Modul wird stromgeführt betrieben, es erreicht in allen Gebäudezuständen rund 4.000 Vbh/a. Die Absicherung der Wärmebereitstellung erfolgt über einen Wärmespeicher. Die Ausrüstung der Solarthermieanlage ist analog zu Variante B0. Der Flächenbedarf je Heizzentrale beträgt ca. 5 bis 10 m².

In Tabelle 40 sind die Energieanlagen für alle Gebäude technisch und hinsichtlich des Investments charakterisiert. Anlage 21 enthält die Beschreibungen zu technischer Auslegung und Investitionen – basierend auf aktuellen Marktpreisen – für das Gebäude "klein" im Ist-Zustand. <sup>43</sup> Darüber hinaus enthält die Anlage für alle Gebäudezustände eine JDL-Darstellung.

Gebäudetyp		"klein"		"groß"	
		Ist-Zustand	moder-	Ist-Zustand	moder-
			nisiert		nisiert
thermische Leistung BHKW	[kW <sub>th</sub> ]	20	5,5	40	30
elektrische Leistung BHKW	[kW <sub>el</sub> ]	10	2	20	17
Vollbenutzungsstunden	[Vbh/a]	3.729	3.802	3.932	3.904
Kesselleistung	[kWth]	35	3	57	32
Fläche Solarthermie	[m²]	10,3	10,3	42,9	42,9
Investition BHKW	[T€]	30	14	40	35
BAFA-Zuschuss zum BHKW	[T€]	-3,0	-1,8	-3,5	-3,4
Investition Kessel	[T€]	7,7	1,7	10,3	7,3
Investition Solarthermie inkl. Förderung	[T€]	3,1	3,1	12,9	12,9
Gesamtinvestition	[T€]	57,4	25,7	88,0	76,3

Tabelle 40 Leistungen und Investitionen der Energieanlagen pro Gebäudetyp für Variante G2

Die Gesamtinvestition ergibt sich durch Multiplikation der Gebäudeanzahlen mit den jeweiligen Einzelinvestitionen zu rund 15 Mio. €.

Alternativ könnten in den Gebäuden mit geringem Wärmebedarf Brennstoffzellen statt der Mikro-BHKW installiert werden, die ebenfalls auf Erdgasbasis Strom und Wärme gekoppelt erzeugen. Derzeit sind Anlagen mit thermischen Leistungen zwischen ca. 0,5 und 10 kW mit einer

<sup>&</sup>lt;sup>43</sup> Für die übrigen Fälle wird auf diese Darstellung verzichtet, weil die Kosten für weitere Anlagenkomponenten, Unvorhergesehenes und Ingenieurdienstleistungen prozentual zu denen der Energieanlagen kalkulierbar sind.

Stromkennziffer<sup>44</sup> von meist ca. 0,5 auf dem Markt verfügbar bzw. in fortgeschrittener Erprobungsphase.

#### Variante G3: Dezentrale Wärmeversorgung mit Wärmepumpen

Die Variante ist für 108 "kleine", modernisierte Gebäude im Gebiet vorgesehen, die einen Gesamtbedarf von ca. 2.700 MW $h_{th}$ /a und ca. 1.700 MW $h_{el}$ /a aufweisen.

In den Gebäuden werden Elektrowärmepumpen mit einer Jahresarbeitszahl von 3,75 installiert. Die aufgenommene Umweltwärme für den Betrieb der Wärmepumpen steht daher im Verhältnis 2,75/3,75 zur abgegebenen Wärme. Bei einer Entnahmeleistung von max. 40 W/m im Untersuchungsgebiet folgt daraus die erforderliche Gesamtlänge der Erdwärmesonde. Zusätzlich sind pro Gebäude solarthermische Kollektoren vorgesehen, die mit 30 % zur TWE beitragen. Der Flächenbedarf beträgt 2,86 m²/(MWh<sub>th</sub>/a).

Der Strombedarf wird aus dem Netz der öffentlichen Versorgung gedeckt. Eine Kälteversorgung der Gebäude über die Wärmepumpen ist möglich, jedoch zunächst nicht Gegenstand dieser Untersuchung.

Die Energiezentralen der Gebäude sind mit folgender Technik ausgerüstet:

- Elektrowärmepumpe (Zentraleinheit für Heizung und Warmwasserbereitung)
- Wärmeübertrager zur hydraulischen Trennung
- Speicher-Ladesystem
- Wärmeentnahmestelle inklusive Verrohrung (Erdwärmesonde)

Die Ausrüstung der Solarthermieanlage ist analog zu Variante BO.

In Tabelle 41 sind die Wärmepumpen und die Erdwärmesonden charakterisiert. Hier zeigt sich, dass der größte Investitionsanteil auf die Erdwärmesonde entfällt. Angaben zu technischer Auslegung und weiteren Investitionen sind für das Gebäude "klein" im Ist-Zustand in Anlage 22 enthalten.

	Gebäudetyp	
		modernisiert
Leistung Wärmepumpe	[kW <sub>th</sub> ]	9
Gesamtlänge Erdwärmesonden	[m]	165
Fläche Solarthermie	[m²]	10,3
Investition Wärmepumpe	[T€]	7,0
BAFA-Zuschuss zur Wärmepumpe	[T€]	-2,8
Investition Erdwärmesonde	[T€]	8
Investition Solarthermie inkl. Förderung	[T€]	3,1
Gesamtinvestition	[T€]	20,1

Tabelle 41: Parameter und Investitionen der Energieanlagen pro Gebäudetyp für Variante G3

-

 $<sup>^{\</sup>rm 44}$  Die Stromkennziffer gibt das Verhältnis der elektrischen zur thermischen Leistung an.

# 6.2.5 Energie- und Schadstoffbilanz

In einer Energiebilanz werden die benötigten und erzeugten Energiemengen zur Deckung des Wärme- und Strombedarfes bilanziert. Hierdurch werden u. a. die erforderlichen Brennstoffeinsätze (Primärenergie) ermittelt. Daraufhin werden in einer Schadstoffbilanz die CO<sub>2</sub>-Emissionen der Erzeugungsanlagen für jede Versorgungsvariante bestimmt.

#### Die Bilanzierung erfolgt in den folgenden Arbeitsschritten:

- 1. Festlegung der System- und Bilanzgrenzen
- 2. Aufstellen der Energiebilanzen
- 3. Ermittlung des Brennstoffeinsatzes (MWh/a)
- 4. Bestimmung der Emissionen (t/a).

# Bei der Erstellung der Energie- und Schadstoffbilanz sind folgende Energiebilanzkreise zu berücksichtigen:

- 1. Endenergiebedarf (Wärme und Strom)
- 2. Sekundärenergiebedarf (Wärme und Strom)
- 3. Erzeugung von Sekundärenergie vor Ort (z. B. Wärme aus BHKW)
- 4. Fremderzeugung von Sekundärenergie (z.B. Fremdstromerzeugung)

Durch die Bilanz werden die umgesetzten Brennstoff- und Strommengen auf Grundlage der oben beschriebenen Anlagenkonfigurationen ermittelt. Durch Multiplikation dieser Mengen mit den Faktoren aus Tabelle 42 werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Primärenergieverbrauch (PEV) bestimmt. Hier ist zu beachten, dass Stromeinspeisungen dazu führen, dass in den Kraftwerken der Verbundwirtschaft weniger Strom erzeugt wird (Verdrängung). Deshalb geht die Stromeinspeisung mit negativem Vorzeichen in die Bilanz ein, sodass auch negative Gesamtwerte auftreten können.

	Erdgas (H <sub>i</sub> )	Biomethan (H <sub>i</sub> )	Fremd- strom	Verdrängung Strom	Quelle
CO <sub>2</sub> -Emissionsfaktor in kg/kWh	0,201	0	0,566	-0,566	BSU ( Anlage 16)
Primärenergiefaktor	1,1	0,5	2,6	-3,0	EnEV 2009

Tabelle 42: Faktoren für die Bilanzierung

Die Bilanzen weisen zusätzlich zum gesamten PEV und zu den gesamten Emissionen auch die jeweiligen Werte für Wärme sowie einen resultierenden Emissionsfaktor der Wärme aus. Die Berechnung dieser Teilergebnisse wird mit zwei alternativen Methoden durchgeführt: der Stromgutschriftmethode (SGM) und der sogenannten Finnischen Methode (FiM). Diese Methoden

führen in einigen Fällen der KWK zu stark abweichenden Werten, die auf unterschiedlichen Bewertungsansätzen von Strom und Wärme beruhen.

Die Berechnung nach der Stromgutschriftmethode wird mit folgenden Gleichungen durchgeführt:

$$PEV_{W\ddot{a}rms} = PEV_{gesamt} - Strombedarf \cdot Primärenergiefaktor_{Fremdstrom}$$

 $Emissionen_{Warms} = Emissionen_{gesamt} - Strombedarf \cdot Emissionsfaktor_{Fremdstrom}$ 

$$Emissionsfaktor_{W\ddot{a}rme} = \frac{Emissionen_{W\ddot{a}rme}}{W\ddot{a}rmebedarf}$$

Für die Finnische Methode ist zunächst eine Primärenergieeinsparung (PEE) gegenüber Referenzprozessen<sup>45</sup> der ungekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme zu berechnen; anschließend wird die PEE zur Aufteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Koppelprodukte verwendet.

$$\textit{PEE} = 1 - \frac{1}{\frac{\eta_{th}}{\eta_{th,ref}} + \frac{\eta_{el}}{\eta_{el,ref}}}$$

mit:

 $\eta_{th}$ : Wirkungsgrad der KWK – Wärmeerzeugung

 $\eta_{th.ref}$ : Referenzwirkungsgrad Wärmeerzeugung

η<sub>sl</sub>: Wirkungsgrad der KWK – Stromerzeugung

 $\eta_{el,ref}$ : Referenzwirkungsgrad Stromerzeugung

Die Brennstoffeinsätze der KWK-Anlage ergeben sich zu:

$$Brennstoffeinsatz_{W\ddot{a}rms} = Brennstoffeinsatz_{gesamt} \cdot (1 - PEE) \cdot \frac{\eta_{th}}{\eta_{thref}}$$

 $Brennstoffeinsatz_{Strome} = Brennstoffeinsatz_{gesamt} - Brennstoffeinsatz_{W\bar{a}rme}$ 

In Tabelle 43 sind die Energie- und Schadstoffbilanz für die Varianten B0 bis B3 dargestellt, die nicht für die Bestandsgebäude gelten. Die BHKW-Varianten weisen hier aufgrund der Stromerzeugung gegenüber der Brennwertkessel-Variante vorteilhafte Werte auf. Durch den erneuerbaren Brennstoff Biomethan wird dieser Vorteil noch verstärkt (Variante B1).

\_

 $<sup>^{45}</sup>$  Die harmonisierten Referenzwirkungsgrade sind in der Entscheidung der EU-Kommission 2007/74/EG vorgegeben.

	Variante	B0 <sup>46</sup>	B1	B2, B3
		Brennwert-	BHKW-	BHKW-
		kessel	Biomethan	Erdgas
Endenergiebedarf Wärme	[MWh <sub>th</sub> /a]	2.800	2.800	2.800
Endenergiebedarf Strom	[MWh <sub>el</sub> /a]	1.104	1.104	1.104
Primärenergieverbrauch	[MWh/a]	5.857	2.738	4.847
Primärenergieverbrauch für Wärme (SGM)	[MWh/a]	2.986	-133	1.976
Primärenergieverbrauch für Wärme (FiM)	[MWh/a]	2.986	2.080	2.811
Gesamtemissionen	[t/a]	1.175	328	900
Emissionen für Wärme (SGM)	[t/a]	550	-297	275
Emissionsfaktor Wärme (SGM)	$[kg/MWh_{th}]$	197	-106	98
Emissionen für Wärme (FiM)	[t/a]	550	271	519
Emissionsfaktor Wärme (FiM)	[kg/MWh <sub>th</sub> ]	197	97	185

Tabelle 43: Energie- und Schadstoffbilanz für das Neubaugebiet Brookdeich

Analog zur vorangegangenen Tabelle sind in Tabelle 44 die Ergebnisse für die Varianten G1 bis G3 sowie deren Summen dargestellt. Hier enthalten ist die Nahwärmeerzeugung mit Erdgas bis 2033; dies wird als Variante G1a bezeichnet. Tabelle 45 stellt den Betrieb des Biomethan-BHKWs ab 2033 dar; diese Variante wird als G1b bezeichnet.

	Variante	G1a	G2	G3	15 %	
		Nah- wärme	Klein- BHKW	Wärme -pumpe	Brenn- wert- kessel	Gesamt
Endenergiebedarf Wärme	[MWh <sub>th</sub> /a]	6.989	24.855	2.700	5.670	40.214
Endenergiebedarf Strom	[MWh <sub>el</sub> /a]	2.027	5.172	1.728	1.008	9.935
Primärenergieverbrauch	[MWh/a]	8.683	24.652	6.332	9.374	49.042
Primärenergieverbrauch für Wärme (SGM)	[MWh/a]	3.414	11.205	1.839	6.754	23.212
Primärenergieverbrauch für Wärme (FiM)	[MWh/a]	7.955	23.360	1.839	6.754	39.907
Gesamtemissionen	[t/a]	1.724	4.475	1.378	1.813	9.391
Emissionen für Wärme (SGM)	[t/a]	577	1.548	400	1.813	4.338
Emissionsfaktor Wärme (SGM)	$[kg/MWh_{th}]$	83	62	148	219	94
Emissionen für Wärme (FiM)	[t/a]	1.466	4.311	400	1.243	7.420
Emissionsfaktor Wärme (FiM)	$[kg/MWh_{th}]$	210	173	148	210	183

Tabelle 44: Energie- und Schadstoffbilanz für das Gesamtgebiet mit Erdgas-BHKW bis 2033

-

 $<sup>^{</sup>m 46}$  Bei der ungekoppelten Erzeugung unterscheiden sich die Berechnungsergebnisse von SGM und FiM nicht.

	Variante	G1b	G2	G3	15 %	
		Nah- wärme	Klein- BHKW	Wärme -pumpe	Brenn- wert- kessel	Gesamt
Endenergiebedarf Wärme	$[MWh_{th}/a]$	6.989	24.855	2.700	5.670	40.214
Endenergiebedarf Strom	$[MWh_{el}/a]$	2.027	5.172	1.728	1.008	9.935
Primärenergieverbrauch	[MWh/a]	3.615	24.652	6.332	9.374	43.974
Primärenergieverbrauch für Wärme (SGM)	[MWh/a]	-1.654	11.205	1.839	6.754	18.144
Primärenergieverbrauch für Wärme (FiM)	[MWh/a]	5.865	23.360	1.839	6.754	37.817
Gesamtemissionen	[t/a]	27	4.475	1.378	1.813	7.693
Emissionen für Wärme (SGM)	[t/a]	-1.120	1.548	400	1.813	2.641
Emissionsfaktor Wärme (SGM)	$[kg/MWh_{th}]$	-160	62	148	219	51
Emissionen für Wärme (FiM)	[t/a]	766	4.311	400	1.243	6.720
Emissionsfaktor Wärme (FiM)	$[kg/MWh_{th}]$	110	173	148	210	166

Tabelle 45: Energie- und Schadstoffbilanz für das Gesamtgebiet mit Biomethan-BHKW ab 2033

Die beiden Tabellen gelten jeweils für denselben Energiebedarf, der für das Jahr 2033 angesetzt wird. Wie bereits erwähnt, sind diese drei Varianten zusammen als Gesamtlösung vorgesehen; sie sind nicht als konkurrierende Technologien gedacht. Dennoch können die Einzelergebnisse hinsichtlich ihrer Effizienz analysiert werden. Wie beim Brookdeichgebiet ist der Einsatz von BHKWs vorteilhaft für PEV und CO<sub>2</sub>-Emissionen, besonders im Betrieb mit Biomethan. Die Unterschiede der Emissionsfaktoren zwischen Variante B1 und G1b (Biomethan) bzw. Variante B2 und G1a sowie G2 (Erdgas) ergeben sich v. a. durch die Unterschiede im Verhältnis von Wärme- zu Strombedarf. Abbildung 100 zeigt die CO<sub>2</sub>-Emissionsfaktoren aller Varianten grafisch für die Berechnung nach Stromgutschriftmethode;

Abbildung 101 gilt analog für die Berechnung nach Finnischer Methode.

## Stromgutschriftmethode:

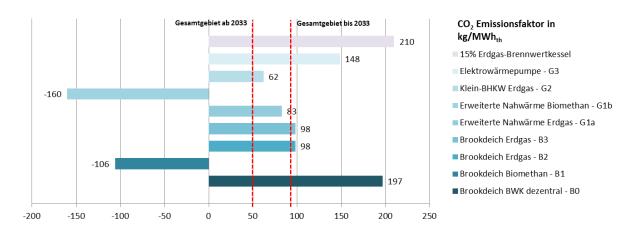


Abbildung 100: Emissionsfaktoren Wärme der Varianten nach Stromgutschriftmethode im Vergleich

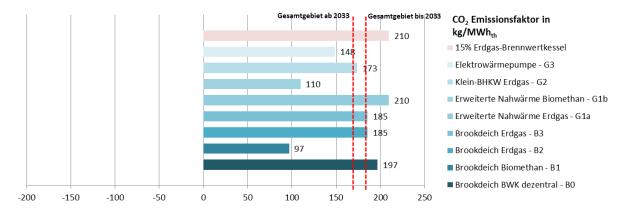


Abbildung 101: Emissionsfaktoren Wärme der Varianten nach Finnischer Methode im Vergleich

In Abbildung 101 sind die Emissionsfaktoren nach den beiden Berechnungsmethoden einander gegenübergestellt. Aus Plausibilitätsgründen wird auch der Faktor für die Stromerzeugung nach Bundesmix, wie er bei der Stromgutschriftmethode konstant verwendet wird, mit einem Beispiel für Strom aus KWK nach der Finnischen Methode gezeigt. Nur die günstige Bewertung des KWK-Stroms nach Finnischer Methode ist der Grund für die vergleichsweise hohen Emissionsfaktoren der Wärme nach dieser Methode.

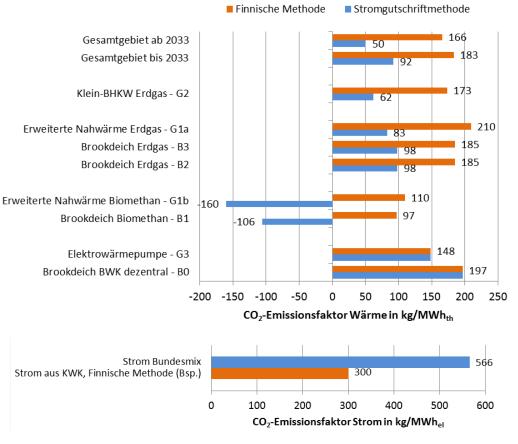


Abbildung 102: Vergleich der Emissionsfaktoren Wärme und Strom nach Finnischer Methode und Stromgutschriftmethode

Der Primärenergieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Jahr 2050 werden ausgehend von den Werten in Tabelle 45 proportional zur Entwicklung des Wärmebedarfs zwischen 2033 und 2050 (vgl.

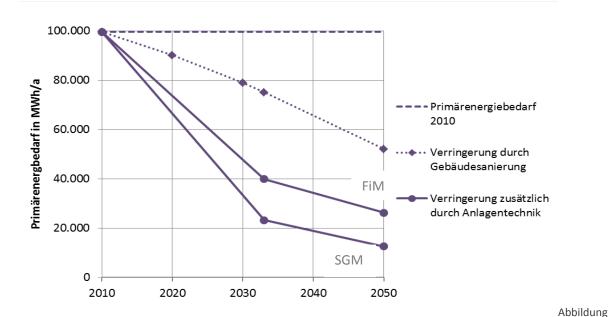
Abbildung 90) verringert. In Tabelle 46 sind die Werte des Wärmebedarfs, des Primärenergiebedarfs, der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des erneuerbaren Anteils bzgl. der Wärmeversorgung in den betrachteten Jahren aufgeführt.

		2010	2033	2050
Wärmebedarf	[MWh <sub>th</sub> /a]	50.600	38.500	26.650
Primärenergiebedarf (SGM)	[MWh/a]	99.600	23.200	18.100
Primärenergiebedarf (FiM)	[MWh/a]	99.600	39.900	37.800
CO <sub>2</sub> -Emissionen (SGM)	[t/a]	18.500	4.300	1.800
CO <sub>2</sub> -Emissionen (FiM)	[t/a]	18.500	7.400	4.700
Erneuerbarer Anteil	[%]	0,0	14	26

Tabelle 46: Kennziffern des wärmebedingten Klimaeffekts

In Abbildung 103 und Abbildung 104 sind die Reduktionspfade des Primärenergiebedarfs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Wärme eingezeichnet, die für den Realisierungsfall der betrachteten Maßnahmen prognostiziert werden. Als alternative Ergebnisse sind sowohl die Werte nach Stromgutschriftmethode (SGM) als auch nach der Finnischen Methode (FiM) enthalten. Als punktierte Linie ist jeweils der Anteil der Gebäudesanierung an der Entwicklung eingetragen, d. h. der Fall unveränderter Wärmeerzeugung. Diese Linien werden ebenfalls proportional zum Wärmebedarf in Abbildung 88 berechnet.

Für die CO<sub>2</sub>-Emissionen ist in Abbildung 104 eine Rückrechnung der Emissionen bis 1990 enthalten. Dies basiert auf der Entwicklung der Emissionen für gesamt Hamburg, die seitens der Auftraggeberin zur Verfügung gestellt wurden. Für die Betrachtung werden die Emissionen von Haushalten und GHD (Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) herangezogen, die zwischen 1990 und 2010 um 7 % gesunken sind. Es ist jedoch zu beachten, dass diese Rückrechnung eine hohe Unsicherheit aufweist, weil erstens der Bilanzraum nur einen kleinen Anteil Hamburgs ausmacht und zweitens aufgrund mangelnder Daten keine Witterungsbereinigung erfolgen kann. Wie Abbildung 105 zeigt, ist jedoch ein Zusammenhang zwischen der Gradtagszahl und den Emissionen gegeben. Es ist davon auszugehen, dass die Emissionen im Jahr 2010 durch die kalte Witterung signifikant angestiegen sind.



103: Reduktion des Primärenergiebedarfs für Wärme bis 2050 bei Realisierung der Maßnahmen

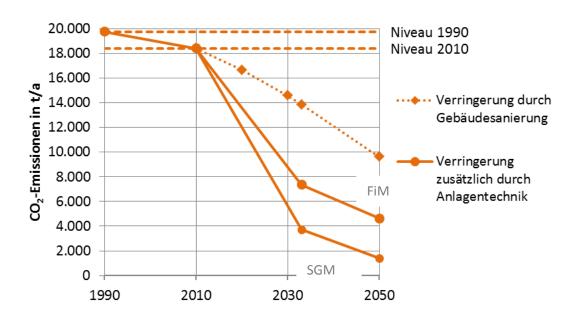


Abbildung 104: Reduktion der CO2-Emissionen für Wärme bis 2050 bei Realisierung der Maßnahmen

Nach der Stromgutschriftmethode kann der Primärenergiebedarf demnach gegenüber 2010 um 77 % bis 2033 und um 87 % bis 2050 gesenkt werden. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen können bis 2033 um 76 % und bis 2050 sogar um 90 % gesenkt werden. Nach der Finnischen Methode kann der Primärenergiebedarf bis 2033 um 60 % und bis 2050 um 74 % verringert werden, die CO<sub>2</sub>-Emissionen können ebenfalls um 60% bis 2033 und um 75% bis 2050 gesenkt werden. Bei Bezug auf das Jahr 1990 sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionenn nach Stromgutschriftmethode bis 2033 um 78 % und bis 2050 um 91 %, nach Finnischer Methode beträgt die Einsparung 62 % im Jahr 2033 und 76 % im Jahr 2050.

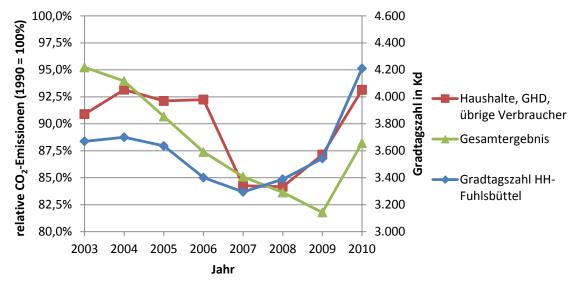


Abbildung 105: Verlauf der CO2-Emissionen und der Gradtagszahlen in Hamburg zwischen 2003 und 2010

## Energiemix in Bergedorf-Süd

In Abbildung 106 sind die Anteile der Energieträger an der Wärmeversorgung in den betrachteten Jahren dargestellt. Durch den Flächeninhalt der Kreise wird zusätzlich die Höhe des Wärmebedarfs veranschaulicht. Der Anteil des Erdgases wird bei Realisierung der Maßnahmen stetig verringert. Der Stromanteil wird 2010 noch durch Nachtspeicherheizungen bedingt, zukünftig wird der ausgewiesene Strom jedoch zum Antrieb der Wärmepumpen eingesetzt. Der Effekt der BHKW-Stromerzeugung kann in dieser Abbildung nicht veranschaulicht werden.

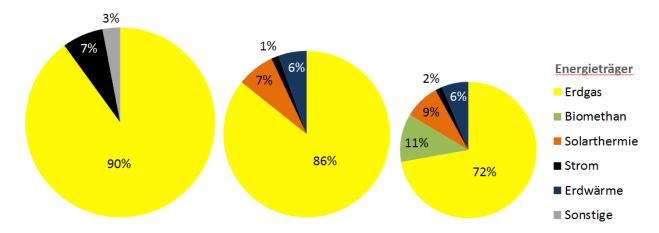


Abbildung 106: Anteile der Energieträger an der Wärmeversorgung von 2010 bis 2050

In Anlage 23 sind die ausführlichen Berechnungen für alle Varianten enthalten. Für die dezentralen Lösungen sind sowohl die Berechnung pro Gebäudezustand als auch die Gesamtsummen aufgeführt.

# 6.3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

## 6.3.1 Kosten und Wirtschaftlichkeit

## Kosten der Gebäudesanierungsmaßnahmen

Nachstehend werden die Investitionskosten bezogen auf die Maßnahmen bei der Gebäudehülle dargestellt. Diese Kosten beziehen sich auf die Reduktion des Nutzenergiebedarfes für Raumwärme inklusive Lüftungstechnik und Gebäudeluftdichtigkeit per Referenzgebäude. Enthalten sind hier keine Kosten für die Wärme- und Trinkwarmwasserversorgung, sowie keine sonstigen Sanierungs- oder Instandhaltungskosten. Basis der angesetzten Kosten sind durchschnittliche lokale Marktpreise und Erfahrungswerte bei energetischen Sanierungen, jedoch unter Berücksichtigung der Maßnahmen innerhalb des Zeitraumes bis zum Jahr 2050.

Die Bauteilkosten sind auf Basis der energetisch erfassten Hüllflächen ermittelt worden (Dach, oberste Geschossdecke, Außenwand, Fenster, Kellerdecke), und anschließend umgerechnet pro Quadratmeter BGFe.

Bei den energetischen Investitionskosten in Prozent (siehe Tabelle 47; rechte Spalte) handelt es sich um die Anteile, die durch Mehrleistungen im Hinblick auf die energetische Sanierung der Gebäudehülle inkl. Lüftungstechnik entstehen (ohne Instandhaltungskosten).

Alle Kosten wurden inklusive 19 % Mehrwertsteuer (Bruttokosten) aufgestellt.

## Sanierungskosten der Referenzgebäude

Gebäude - Nutzung	Investitionskosten	Investitionskosten in	Investitionskosten
	in €	€ per m²BGF	energetischer Anteil in % (€)
Referenz 1 – Wohnen	1.103.000	245	69 (761.070€)
Referenz 2 – Wohnen	239.000	365	50 (119.500€)
Referenz 3 – Wohnen	591.000	497	57 (336.870€)
Referenz 4 – Wohnen	528.000	360	53 (279.840€)
Referenz 5 – Wohnen	880.000	475	45 (396.000€)
Referenz 6 – Wohnen	621.000	285	55 (341.550€)
Referenz 7 – Wohnen & Gewerbe	120.000	456	60 (72.000€)
Referenz 8 – Wohnen & Gewerbe	185.000	343	64 (118.400€)
Referenz 9 - Sondernutzung	314.000	388	25 (78.500€)
Referenz 10 - Sondernutzung	388.000	353	25(97.000€)
Referenz 11 - Gewerbe <sup>47</sup>	771.000	187	37(285.270€)
Referenz 12 - Gewerbe	504.000	42	26 (211.680€)

Tabelle 47: Investitionskosten Referenzgebäude, Summen für Sanierung Gebäudehülle inkl. Lüftungstechnik

Hinweis zu Referenzgebäude 11: Hier handelt es sich um ein großes Einzelhandelsgebäude, welches im Jahre 2011 vollständig umgebaut und modernisiert wurde - dadurch entsteht ein vergleichsweise relativ geringer Kostenkennwert per m², welcher sich auch auf die Kostenbetrachtung per entsprechendem Baucluster, und damit auch auf den Kostenkennwert im Quartier auswirkt.

Die Kostenangaben differieren je nach Baualtersklasse und je nach Stand der Modernisierung bei den Referenzgebäuden - der energetische Kostenanteil bildet sich dem entsprechend aus. Es handelt sich um Gebäudebestände, welche praktisch keine energetischen Erneuerungen in der Fassade oder für die Dachflächen erfahren haben (z.B. Referenzgebäude Nr. 9 und 10, u.a. Denkmale oder Anwärter), bis hin zu Gebäuden, bei denen eine vollständige Modernisierung und Umbaumaßnahmen (z.B. Referenzgebäude Nr. 11, großflächiger Einzelhandel) durchgeführt wurden. Bei fast allen Referenzgebäuden wurden jedoch die Fenster einmal vollständig in ihrer Lebenslaufzeit ausgetauscht, nicht jedoch mit hochenergiesparenden Fenstern, wie sie heutzutage bei Sanierungen gemäß EnEV bzw. in Förderprogrammen vorgesehen werden.

## Kostenhochrechnung auf acht Baucluster und auf das Untersuchungsgebiet

Baucluster - Bezeichnung	Investitionskosten	Investitionskosten in	Investitionskosten
	in €	€ per m²BGF	energetischer Anteil in % (€)
Sondernutzung und	2.466.752	371	25 (616.688€)
Gewerbe			
vor 1918-1960			
Wohnen EFH/MFH	39.515.025	369	59 (23.313.864€)
vor 1918-1948			
Wohnen und Gewerbe	18.524.220	457	59 (10.929.289€)
vor 1918			
Wohnen EFH/MFH	2.798.219	361	52 (14.55.074€)
1949-1960			
Wohnen und Gewerbe	3.740.278	344	63 (2.356.375€)
1919-1960			
Wohnen EFH/MFH u.	18.677.275	285	54 (10.085.728€)
Wohnen			
m. Gewerbe 1984-2009			
Wohnen EFH/ MFH	6.867.109	476	44 (3.021.528€)
von 1961-1983			
Gewerbe und	8.229.055	115	32 (2.633.298€)
Sondernutzungen			
1961-2009			
Quartier	100.817.933 €	347 €	49 %

Tabelle 48: Investitionskosten Baucluster, Summen für Sanierung Gebäudehülle inkl. Lüftungstechnik

Die vorstehenden Kosten per Baucluster und Quartier sind direkt abgeleitet aus den ermittelten Modernisierungskosten der Referenzgebäude und bilden daher eine repräsentative Kostentendenz für Bergedorf-Süd ab.

Das Gesamtinvestment für alle Gebäude im Quartier beläuft sich circa auf 100 Millionen Euro und berücksichtigt die Gebäudehülle inklusive Lüftungstechnik. Die Kosten lassen sich in der Kombination mit Neubau- oder Erweiterungsbauten reduzieren (Synergieeffekte).

In der nachstehenden Tabelle 48 werden die Kosten einzelner Bauteile der thermischen Hülle per m² Hüllfläche dargestellt. Die erste Spalte zeigt entsprechende Kosten bei Maßnahmen in einem Zug

(Gesamtmaßnahmen). In der zweiten Spalte sind die Kosten mit einem durchschnittlichen Zuschlag von 10 %, dargestellt, weil hier von teureren Einzelmaßnahmen ausgegangen wird (weniger Synergien).

## Auszug m²-Kostenansatz bei der Sanierung der Referenzgebäude (Hüllflächen)

Die Modernisierungskosten der Referenzgebäude sind auf Basis der nachstehenden Kostenauszüge bei den Hüllflächen ermittelt worden. Je nach Art der erforderlichen Maßnahme per Referenzgebäude befinden sich diese hüllflächenbezogenen Kosten in einer Von-Bis-Skala.

Bauteil	Kosten per m², bei	Kosten per m², bei	Energetischer
	Gesamtmaßnahmen	Einzelmaßnahmen	Anteil in % (€)
Fenster, 3-fach vergl.	475	523	15 (71,25€)
Fenster, 2-fach vergl.	350	385	14 (49€)
Außenwand, WDVS, verputzt	175	193	43 (75,25€)
Außenwand, WDVS, Spaltklinker	250	275	60 (150€)
Außenwand, Einblasdämmung	45-50	50-55	100 (45€-50€)
Dachflächen, Gaubenflächen	225	248	56 (126€)
Kellerdecke	30-50	33-55	50 (15€-25€)

Tabelle 49: Kostenansatz nach Bauteilen

Die Kosten der Lüftungsanlagen wurden in den Kostenzusammenstellungen für die Referenzgebäude und Baucluster berücksichtigt. Konzeptionell ist hier der Einbau von effizienten dezentralen Be- und Entlüftungsanlagen (Kurzbezeichung KWL - Komfortwohnraumlüftung), die dem Stand der Technik entsprechen, vorgesehen. Erfahrungsgemäß liegen die Kosten zwischen 6.000 Euro und 11.000 Euro je Wohneinheit . Für die Bestandsbauten in Bergedorf-Süd wurde ein durchschnittlicher Kostenanteil von 8.000 Euro je Wohneinheit zugrunde gelegt. Dieser ausreichend kalkulierte Kostansatz wurde zu 100 % auf die energetischen Kosten umgelegt.

#### Kosten und Wirtschaftlichkeit der Versorgungsvarianten

Die Wirtschaftlichkeit der Versorgungslösung wird anhand der Jahreskosten als Vollkostenrechnung analysiert. Die Jahreskosten werden in annuitätischer Rechnung nach VDI 2067 ermittelt. Hierbei werden alle wesentlichen Kostenkomponenten beachtet, wie:

- Energie- und Brennstoffpreise
- Kapitaldienst
- Betriebskosten
- Personalkosten

Alle Angaben verstehen sich netto, zuzüglichder gesetzlichzen Mehrwertsteuer.

Die Preise für den Bezug der Brennstoffe, des Fremdstroms sowie die Einspeisung von Strom wurden auf Basis von aktuellen Marktpreisen bzw. dem EEG 2012 und dem KWKG ermittelt.

Die Vergütung des KWK-Stroms hängt von der Anlagenleistung ab, im Allgemeinen sinkt die Vergütung bei höherer Leistung. Bei Einsatz von Erdgas berücksichtigt die Stromvergütung nach KWKG den Börsenpreis in Höhe von 50€/MWh<sub>el</sub> und vermiedene Netznutzungsentgelte für den eingespeisten Strom. Darüber hinaus wird der KWK-Zuschlag für jede erzeugte kWh gezahlt, unabhängig von Eigennutzung oder Einspeisung. Jedoch wird der Zuschlag nur für die ersten 30.000 Vollbenutzungsstunden oder für kleinere Anlagen bis 50 kW<sub>el</sub> wahlweise stattdessen für die ersten 10 Jahre gezahlt. Der KWK-Zuschlag wird für diese Betrachtung so umgerechnet, also würde er in verminderter Höhe über die gesamte Laufzeit gezahlt werden. Die Preise sind in Tabelle 50 aufgelistet.

Energieträger	Für Variante	Preis
Erdgas Großkunde	B1, B2, B3, G1	40 €/MWh <sub>Hi</sub>
Erdgas Haushaltskunde	B0, G2, G3	50 €/MWh <sub>Hi</sub>
Strombezug Haushalt	B0, B1, B2, B3, G1, G2, G3	245 €/MWh <sub>el</sub>
Strombezug Wärmepumpe	G3	190 €/MWh <sub>el</sub>
Stromvergütung Biomethan-BHKW (EEG)	B1	208,7 €/MWh <sub>el</sub>
Stromvergütung Biomethan-BHKW (EEG)	G1b	196,9 €/MWh <sub>el</sub>
Börsenpreis Stromverkauf	B2, B3, G1a, G2	50 €/MWh <sub>el</sub>
Vermiedene Netznutzungsentgelte	B2, B3, G1a	10 €/MWh <sub>el</sub>
Vermiedene Netznutzungsentgelte	G2	20 €/MWh <sub>el</sub>
KWK-Zuschlag (KWKG)	B2	44,93 €/MWh <sub>el</sub>
KWK-Zuschlag (KWKG)	B3, G2	54,1 €/MWh <sub>el</sub>
KWK-Zuschlag (KWKG)	G1a	32,5 €/MWh <sub>el</sub>

Tabelle 50: Energiepreise

Bei den Investitionen wurden Bundesfördermittel für Erzeugungsanlagen<sup>48</sup> und Nahwärmenetze berücksichtigt. Diese Förderung ist bei den Investitionen gesondert ausgewiesen.

Darüber hinaus werden folgende Kostenstrukturwerte als Prämissen der Berechnung angesetzt:

Wartung, Instandhaltung, Reparaturen: 3 % der Investition p. a.

Wartung KWK: 10 €/MWh<sub>el</sub>

Versicherung, Verwaltung: 1,5 % der Investition p. a. Nutzungsdauer: 15 Jahre (einheitlich)

Zinssatz: 6 % p. a.

Personalbedarf für Bedienung: 50 T€/AN, a<sup>49</sup>

Die Gesamtinvestitionen der einzelnen Varianten sind in Tabelle 51 und Tabelle 52 gezeigt. Der größte Anteil der Investition entfällt bei den zentralen Varianten auf die Nahwärmetrassen, gefolgt von den BHKW-Aggregaten einschließlich Peripherie bzw. der Solarthermieanlagen. Bei Variante G2 sind die Investitionskosten im Wesentlichen von den BHKW-Aggregaten inklusive Peripherie bestimmt. Bei Variante G3 entfällt der größte Kostenanteil auf die Erdsonden (siehe Anlage 18 und Anlage 20 bis Anlage 22 für die detaillierte Darstellung der Investitionen).

<sup>49</sup> Es wird jedoch kein Personaleinsatz angesetzt.

41

<sup>&</sup>lt;sup>48</sup> Für die betrachteten Erzeugungsanlagen sind Förderungen wegen deren Größe jedoch ausgeschlossen

	В0	B1, B2	В3	G1a, G1b
	Dezentale	Nahwärme	Nahwärme	Nahwärme
	Brennwertkessel	Neubaugebiet,	Neubaugebiet,	erweitertes
alle Angaben in T€ netto	Brookdeich	1 Zentrale	4 Zentralen	Gebiet
BHKW-Aggregate inkl. Peripherie	0	269	512	599
Kesselanlagen	343	52	103	165
Nahwärmetrassen	0	644	411	2.946
Übergabestationen	0	197	197	551
Solarmodule inkl. Förderung	361	361	361	901
Gesamtförderung exkl. Solar	0	-96	-72	-378
Unvorhergesehenes, Planung	176	381	396	1.291
Summe	880	1.808	1.908	6.075

Tabelle 51: Investitionen der Brookdeich- und Nahwärmevarianten

	G2 - Klein-BHKW			G3 - Geothermie- Wärmepumpe	
alle Angaben in T€ netto	klein- Ist	klein- moder- nisiert	groß- Ist	groß- moder- nisiert	klein- modernisiert
BHKW-Aggregate inkl. Peripherie	38	17	50	43	
Kesselanlagen	8	2	10	7	
Wärmepumpen inkl. Peripherie					7
Erdsonden					8
Solarmodule inkl. Förderung	3	3	13	13	3
Gesamtförderung exkl. Solar	-3	-2	-4	-3	-3
Unvorhergesehenes, Planung	12	5	18	16	5
Summe	57	26	88	76	20

Tabelle 52: Investitionen der dezentralen Versorgungsvarianten im Gebäudebestand

# Die Gesamtinvestition bei Umsetzung der Varianten G1, G2 und G3 beläuft sich auf 23,3 Mio. € (27,7 Mio. € brutto).

In Abbildung 107 sind die resultierenden Wärmemischpreise der einzelnen Varianten und für das Gesamtgebiet abgebildet. Durch die Eigennutzung des BHKW-Stroms auf Erdgasbasis (Varianten B2, B3) kann im Neubaugebiet am Brookdeich ein sehr günstiger Preis erreicht werden, der signifikant unterhalb der Referenzversorgung mit Brennwertkesseln (B0) liegt. Bei Erweiterung des Nahwärmenetzes in das Bestandsgebiet kann die Eigennutzung des BHKW-Stroms jedoch nicht beibehalten werden. Weil außerdem nur eine geringe Anschlussquote bei großer Trassenlänge angesetzt wird, steigt der Wärmemischpreis in diesem Fall deutlich. Der Betrieb mit Biomethan ist aufgrund der EEG-Vergütung sogar vorteilhafter als der mit Erdgas (Varianten G1a/G1b). Im

Gesamtgebiet ist der niedrigste Wärmemischpreis durch Mikro-BHKW erzielbar, die mit Erdgas betrieben werden (G2). Der insgesamt höchste Wärmemischpreis gilt für die Geothermienutzung mit Wärmepumpen, hier wirken sich v.a. die hohen Investitionen in die Erdwärmesonden negativ aus (G3).

# Unter Berücksichtigung der festgelegten Anteile der Versorgungsvarianten G1 bis G3 folgt ein mittlerer Wärmemischpreis im Gesamtgebiet von 96 €/MWh<sub>th</sub> ab 2033.

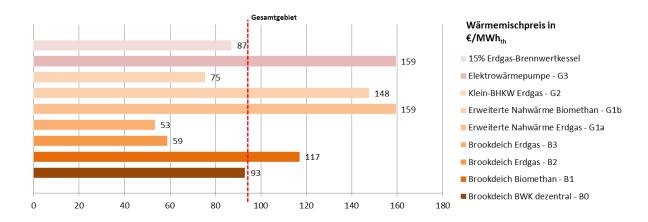


Abbildung 107 Wärmemischpreis der Versorgungsvarianten im Vergleich

#### Weitere Entwicklungskerne für Nahwärmelösungen

Zusätzlich zu den detailliert untersuchten Versorgungslösungen ist der Aufbau weiterer Nahwärmenetze im Untersuchungsgebiet denkbar und aus wirtschaftlichen Gründen empfehlenswert, da unter günstigen Randbedingungen ein niedriger Wärmepreis erreicht werden kann. Abbildung 108 und Abbildung 109 zeigen einige mögliche Ausgangspunkte für solche Netze:

- 1: Brookdeich (bereits untersucht)
- 2: Rudolf-Steiner-Schule
- 3: Lichtwarkhaus
- 4: Wohnungsbau
- 5: erweitertes Gebiet nördlich des Brookdeich im Betrieb mit Biomethan (bereits untersucht)

Bis auf das erweiterte Gebiet nördlich des Brookdeich (5) wird in allen Fällen der Betrieb mit Erdgas zur Stromeigennutzung angesetzt. Dies setzt voraus, dass der jeweilige Betreiber in einer oder mehreren Liegenschaften seinen Strombedarf mit der KWK-Anlage decken kann. Der Anschluss weiterer Wärmekunden ohne Stromversorgung ist dann möglich. Die roten Pfeile symbolisieren mögliche Ausbreitungsrichtungen.

In Abbildung 108 sind zunächst die spezifischen CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung nach der Finnischen Methode über die Kreisfläche dargestellt. Als erste Annahme für die Kerne 2, 3 und 4 wird derselbe Wert wie am Brookdeich angesetzt.

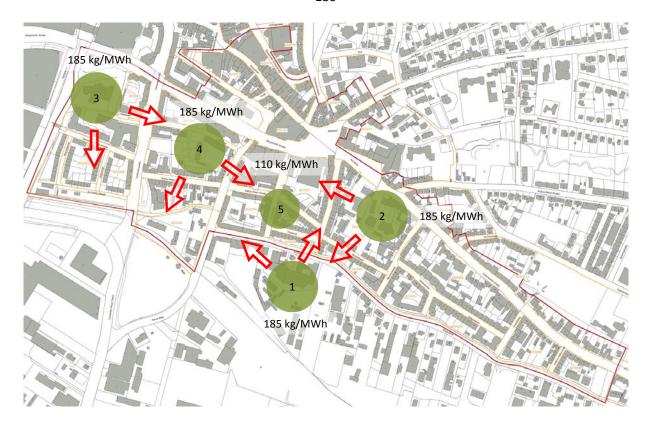


Abbildung 108: spezifische CO<sub>2</sub>-Emissionen der Nahwärme-Versorgungslösungen (nach der Finnischem Methode)

In Abbildung 109 sind die erwarteten Wärmemischpreise der vorgeschlagenen Lösungen dargestellt. Im Vergleich zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen ist für die Kosten eine Vielzahl von Einflussfaktoren zu berücksichtigen; deshalb wird für die Kerne 2, 3 und 4 nur ein grober Wertebereich genannt, der durch die farbliche Abstufung der Kreise verdeutlicht wird.

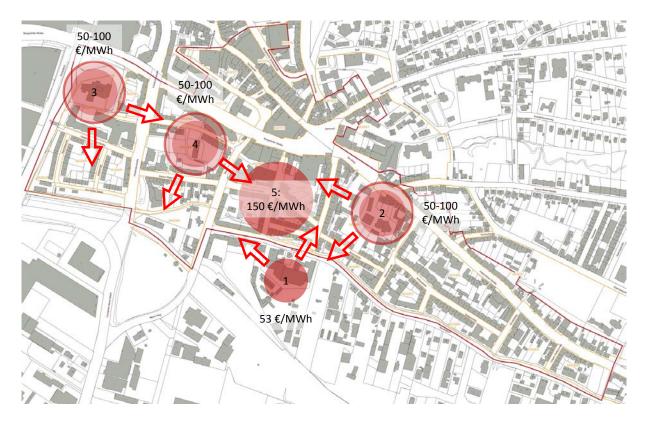


Abbildung 109: Wärmemischpreise der Nahwärme-Versorgungslösungen (z.T. geschätzt)

# 7 Handlungsempfehlungen

Die aufgezeigten Potenziale und Maßnahmenvorschläge führen zu einer erhebliche Reduzierung der Energiebedarfe und der CO<sub>2</sub>-Emmissionen im Quartier Bergedorf-Süd. Dies erfolgt nur, wenn alle konzeptionellen Gebäudesanierungsmaßnahmen im vorgeschlagenen Umfang und Anzahl ihre Umsetzung finden. Gleichzeitig sollte die Erneuerung der Wärmeerzeugungsanlagen nicht wieder durch Gas- Brennwertkessel erfolgen, sondern durch den Einsatz von erneuerbaren Energien und/oder Blockheizkraftwerken. Die zusätzliche Produktion von Strom sowie deren eigene Nutzung bieten gleichzeitig geringe Wärmepreise und verringerte CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung bis zum Jahr 2050 ist unter Berücksichtigung des vorgeschlagenen Konzepts durchaus möglich, bedarf aber gleichzeitig einer großen Kraftanstrengung: Erhöhte Baukosten, Bedenken hinsichtlich der Wirksamkeit der energetischen Sanierungen und auch der hohe Druck auf den Immobilienmarkt erschweren die Motivation von Eigentümern und Mietern gleichermaßen. Dies zeigt eine Vielzahl an Erfahrungen, die mit energetischen Sanierungen und durch die Diskussionen im Rahmen der Runden Tische gesammelt wurden. Für die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen ergeben sich die folgenden Handlungsempfehlungen:

- 1. Installation Sanierungsmanagement
- 2. Verbesserung und Vereinfachung der Förderbedingungen
- 3. Initiierung von Modellprojekten
- 4. Anschlussquoten von Nahwärmenetzen
- 5. Ausbau Erneuerbarer Energien
- 6. Austausch von Nachtspeicherheizungen
- 7. Erhöhung der Akzeptanz bei Mietern
- 8. Aufklärung Nutzerverhalten
- 9. Management im Bereich Wissensstand + Forschung
- 10. Unterstützung bei Architekturrelevanz

# 1. Installation Sanierungsmanagement

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Sanierungs- management	■ Finanzierung	<ul><li>Förderprogramm</li><li>kfw 432</li><li>Finanzierung FHH/Bezirk</li></ul>

#### Mögliche Hemmnisse:

Zur Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen und intensiven Unterstützung der Akteure, Eigentümer und Nutzer ist es erforderlich, dass die weiteren Schritte durch einen Manager oder durch ein Management organisiert und geführt werden. Ein Teil dieser Finanzierung ist in der zweiten Stufe des kfw-Förderprogramms 432 vorgesehen. Der Eigenanteil ist durch den Antragssteller FHH/Bezirk sicherzustellen, was hinsichtlich der angespannten Haushaltslage eine Herausforderung darstellen dürfte. Langfristig würde aber nicht nur das Quartier selbst, sondern der Bezirk insgesamt von dieser Maßnahme profitieren.

## Handlungsempfehlungen:

- 1. Öffentliche Stärkung des Gutachtens durch die örtlichen Akteure, Eigentümer, Quartiersbewohner und durch die politischen Parteien.
- 2. Auswahl des Sanierungsmanagements.
- 3. Unterstützung des Sanierungsmanagement durch den Bezirk Bergedorf und durch die BSU.

**Zeitraum:** 2014/2015/2016

Umgesetzt durch: Bezirk, BSU, KfW

# 2. Verbesserung und Vereinfachung der Förderbedingungen

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
KFW und IFB Hamburg	<ul> <li>Schwer verständlich</li> <li>Zu geringe Förderung</li> <li>Art der Förderung</li> <li>Belegungsvorgaben</li> <li>Zu geringe         <ul> <li>Teilsanierungsförderung</li> </ul> </li> </ul>	<ul> <li>Verständlichere         Förderrichtlinien</li> <li>Variablere Fördermöglichkeiten</li> <li>Bessere Förderung von         Teilmaßnahmen</li> <li>Zukünftige Grundlage: EnEV         oder Verbrauch?</li> <li>Sonderförderung für         Innovationen</li> </ul>

## Mögliche Hemmnisse:

Die Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen stellen grundsätzlich das größte Hemmnis dar. Der Ruf nach höheren Förderungen und steuerlichen Erleichterungen rückt insbesondere durch die ambitionierten Klimaschutzziele vermehrt in den Fokus. Zusätzlich werden durch den komplexen Inhalt der Verordnungen und Novellierungen Maßnahmen verzögert oder erschwert. Sie sorgen oftmals dort für Verunsicherung bei den Eigentümern, wo selbst Fachleute Schwierigkeiten haben, dem Fluss der Verordnungen inhaltlich nachzukommen.

Förderungen von Teilsanierungsmaßnahmen (Einzelmaßnahmen), welche vielfach von kleineren Investoren bevorzugt werden, werden ausschließlich von der KfW angeboten, jedoch bislang nicht von der IFB-Hamburg (ehemals WK-Hamburg).

Die Einhaltung von technischen Auflagen und deren verbundene Energieeinsparungen werden in sehr aufwendiger Form untersucht und geprüft - auf Basis von Nachweisberechnungen basierend auf der EnEV. Es erfolgt diesbezüglich keine Überprüfung der tatsächlichen Energieeinsparungen und der nachhaltigen Wirksamkeit in der Betriebsphase.

#### Handlungsempfehlungen:

- 1. Vereinfachung der Förderbedingungen. Auch für nicht fachlich versierte Eigentümer (z.B. Zinshausbesitzer) müssen die Förderbedingungen einfach und verständlich sein.
- 2. Stärkung von Förderungen von Teilmaßnahmen. Viele Eigentümer können nur schrittweise modernisieren. Ein Sanierungskonzept nach Bauteilförderung oder nach Förderung von Bauabschnitten würde zu einer höheren Motivation führen.
- 3. Förderung von Architekturerhalt .Die reine Förderung nach den Kriterien der EnEV-Zielwerte ist nicht für jedes Gebäude nachhaltig. Hier sollte der sensible Umgang mit der Substanz unter Berücksichtigung der bestmöglichen Effizienzsteigerung noch stärker gefördert werden.
- 4. Förderung von Innovationen. Neue energetische Konzepte, die auch zu einer weiteren Entwicklung des energiesparenden Bauens führen, sollten zur Steigerung der Innovationen eine Sonderförderung erhalten.

- 5. Energieverbrauch/Monitoring. Die bestehende Förderung auf Basis der Bedarfsermittlung nach EnEV bietet ein breites Diskussionsfeld. Studien belegen, dass die Schere zwischen errechnetem Energiebedarf und tatsächlichen Energieverbrauch weit auseinander liegen kann. Der sogenannte Prebound-Effekt<sup>50</sup> bei Bestandsbauten kann zu falschen Sanierungsstrategien und kontrapunktivem Nutzerverhalten führen. Eine verbrauchsorientierte Bemessung unter Berücksichtigung nachhaltiger Maßnahmen könnte helfen, prognostizierte Einsparungen zu überprüfen und dabei auch den eigentlichen Energieverbraucher (z.B. Mieter) einzubinden, und diesen bei Erfolg ökonomisch zu belohnen.
- 6. CO₂-Einsparungen. Die Förderung von nachzuweisenden CO₂-Einsparungen würde dem Investor freistellen, ob er schwerpunktmäßig in die Gebäudehülle oder in die Anlagentechnik investiert. Diese Flexibilität könnte zu einem schnelleren Austausch veralteter Anlagentechnik führen.

Zeitraum: bis 2020

Umgesetzt durch: Bund, Länder, BSU, IFB, KfW

<sup>50</sup> Introducing the prebound effect: the gap between performance and actual energy consumption, Building Research & Information, 40:3, 260-273 by Minna Sunikka-Blank & Ray Galvin (2012); Übersetzung: Leitstelle Klimaschutz Hamburg

-

# 3. Initiierung von Modellprojekten

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Modellprojekte	<ul><li>Kooperation der Eigentümer/ Mieter</li><li>Finanzierung</li></ul>	<ul> <li>Initiierung der Förderung von Modellprojekten</li> <li>Erprobung von Genossenschaftsmodellen</li> </ul>

## Mögliche Hemmnisse:

Eigentümer müssten von der besonderen Eignung ihrer Gebäude als Modellprojekt überzeugt werden, da es sich nicht um konventionelle Modernisierungen handelt.

Für Sanierungsarbeiten im Rahmen von Modellprojekten ist im Vorfeld die Zustimmung und Unterstützung der Mieter notwendig (sozialverträgliche Sanierung). Die Befürchtungen hinsichtlich steigender Mieten und vorübergehender Unbewohnbarkeit der Wohnung müssen durch geeignete Informationen entkräftet werden.

## Handlungsempfehlungen:

#### 1. Initiierung von mindestens drei Modellprojekten in den nächsten fünf Jahren

Auswahl eines Gebäudes vor 1900

Auswahl eines Gründerzeithauses

Auswahl eines Backsteinbaus aus den 1920-1930er oder 1950er Jahren

alternativ: Auswahl eines Gebäudeensembles

#### 2. Modellprojekte für Innovationen im Bereich:

- a. Ökologische Baustoffe und Hochleistungs-Dämmstoffe
- b. Hocheffiziente Anlagentechnik und Erneuerbare Energien
- c. Erhaltung von Ornamentik und Backstein

## 3. Begleitung der Sanierungsphase durch die Öffentlichkeit

Aktivierung der Öffentlichkeit im Rahmen von weiteren Runden Tischen, bei denen die Energiekonzepte der Modellprojekte vorgestellt werden. Öffentliche Baustellenbesuche geben den Besuchern die Möglichkeit, die Arbeiten zu begleiten.

#### 4. Monitoring und Tag der offenen Tür

Als Leuchturmprojekt werden auch die Türen nach den Fertigstellungen 1-2 mal im Jahr für die interessierte Öffentlichkeit geöffnet. Ein fünfjähriges Monitoring hinsichtlich der Verbrauchsdaten und Benutzergewohnheiten liefert zusätzlich belastbare Daten für den Erfolg.

## 5. Finanzierung Modellprojekte

Finanzierung der Modellprojekte durch eine Sonderförderung. Nur durch hohe Anreize werden sich Eigentümer bereit erklären, als Modellprojekt zur Verfügung zu stehen.

6. Erprobung von Genossenschaftsmodellen

Für die Finanzierung und Umsetzung erneuerbarer Energiesysteme ist die Bildung von Energiegenossenschaften denkbar. Dieses Modell könnte beispielhaft an einem Teilbereich des Quartiers erprobt werden.

Zeitraum: Bis zum Jahr 2020

Umgesetzt durch: BSU und Bezirk, IFB Hamburg, Eigentümer/ Mieter,

Sanierungsmanager/Sanierungsmanagement

# 4. Anschlussquote bei Nahwärmenetzen

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Nahwärmenetze	<ul> <li>Anschlusskostenbeiträge</li> <li>Großer baulicher Aufwand</li> <li>Bestandsleitungen, Bäume</li> <li>B-Plan/Bestandsschutz</li> </ul>	<ul> <li>B-Planfestsetzung der Nahwärme und KWK am Brookdeich, Lichtwarkhaus und Rudolf-Steiner- Schule</li> <li>Vergabe an Betriebsführungsunternehmen</li> </ul>

#### Mögliche Hemmnisse:

Als größtes Hemmnis ist der freiwillige Anschluss an ein neues Netz im Bestand zu benennen. Nur in Neubaugebieten kann ein solcher im Bebauungsplan festgesetzt werden bei gleichzeitiger Nutzungsvorgabe erneuerbarer Energien oder hocheffizienter KWK. Im überwiegenden Teil des Untersuchungsgebiets ist der Bestandsschutz zu wahren. Ein Nahwärmeanschluss kann in diesem Fall nur auf freiwilliger Basis erfolgen.

Nur bei sehr günstigen Konditionen wäre damit zu rechnen, dass die Nahwärme gegenüber abgeschriebener Heizungstechnik vorgezogen wird. Andernfalls wird der Anschluss erst nach dem Lebensende der vorhandenen Technik erfolgen, die Auslastung des Netzes folglich nur schrittweise ansteigen. Wenn kein deutlicher wirtschaftlicher Vorteil gegeben ist, werden sich einige Nutzer auch für eine erneute dezentrale Lösung entscheiden.

Große bauliche Aufwände entstehen, wenn Straßenoberflächen aufgebrochen und nach Abschluss der Arbeiten wiederhergestellt werden müssen. Besonders aufwändig sind auch Straßenquerungen und ggf. Fahrbahnbrücken bei Grundstückseinfahrten.

#### Handlungsempfehlungen:

Resultierend wird vorgeschlagen:

- 1. Für das Untersuchungsgebiet empfiehlt sich eine Festsetzung der Nahwärme mit erneuerbaren Energien oder hocheffizienter KWK im Bebauungsplan für das Neubaugebiet am Brookdeich. In der Realisierungsphase ist ein Vergabeverfahren an einen Betreiber für die Energiezentrale zu empfehlen.
- 2. Im Bestandsgebiet sollten in Kooperation mit Wärmeversorgern ausgehend vom Lichtwarkhaus, der Rudolf-Steiner-Schule und ggf. zusammenhängenden Eigentums von Wohnungsbaugesellschaften weitere Projektentwicklungen für KWK und Nahwärme durch die Eigentümer oder Dritte durchgeführt werden. Die Nahwärmenetze könnten dann freiwillig von weiteren Kunden genutzt werden.

Zeitraum: Bis zum Jahr 2020

Umgesetzt durch: BSU und Bezirk, Sanierungsmanager, Private Investoren und ggf. Betriebsführer

# 5. Erneuerbare Energien

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Erneuerbare Energien	<ul> <li>Tiefenbohrung</li> <li>Investitionskosten</li> <li>Baustelleneinrichtung</li> <li>Solare Flächenpotenziale</li> </ul>	<ul> <li>Modellprojekte Mikro-KWK und Brennstoffzelle</li> <li>Solarthermie für 50% Warmwasserbedarf</li> <li>verbleibende Eignungsfläche für Photovoltaik</li> <li>Einzelfallprüfungen und Stellungnahme des geologischen Landesamts für Geothermie</li> </ul>

#### Mögliche Hemmnisse:

Bei der Nutzung erneuerbarer Energien und weiterer innovativer Heizungstechnik bestehen Hemmnisse in den häufig erhöhten Investitionskosten, denen jedoch meist geringere variable Kosten gegenüberstehen. Neben der teureren Anlagentechnik ist häufig auch ein größerer baulicher Aufwand als beim Austausch konventioneller Anlagen erforderlich.

Insbesondere Erdreichbohrungen zur Nutzung der Geothermie bringen einen sehr großen Aufwand mit sich. Aufgrund der dichten Blockrandbebauung in Bergedorf-Süd ist die Zugänglichkeit geeigneter Flächen in vielen Fällen stark eingeschränkt. Aufgrund von Bodenverunreinigungen und grundwasserleitenden Schichten im Untergrund können geothermische Anlagen nicht im gesamten Gebiet installiert werden und in vielen Fällen sind nur verkürzte Sondenlängen zulässig (siehe Kapitel 5). Ein weiteres Hemmnis in Zusammenhang der Geothermie besteht darin, dass Einverständniserklärungen des betroffenen und ggf. der benachbarten Grundstückeigentümer einzuholen sind und darüber hinaus eine schriftliche Stellungnahme des Geologischen Landesamtes zum Untergrundaufbau für die Antragstellung erforderlich ist. Ein Bodengutachten von Dritten muss jedoch nicht beigebracht werden.<sup>51</sup>

Wie bereits in Kapitel 5 erwähnt, besteht zwischen dem photovoltaischen und dem solarthermischen Potenzial Flächenkonkurrenz, weshalb nicht beide Potenziale in voller Höhe erschlossen werden können.

## Handlungsempfehlungen:

- 1. Es empfiehlt sich eine Festsetzung der Nahwärme mit erneuerbaren Energien oder hocheffizienter KWK im Bebauungsplan für das Neubaugebiet am Brookdeich.
- 2. In der Realisierungsphase ist ein Vergabeverfahren an einen Betreiber für die Energiezentrale zu empfehlen
- 3. Im Bestandsgebiet sollten in Kooperation mit Wärmeversorgern ausgehend vom Lichtwarkhaus, der Rudolf-Steiner-Schule und ggf. zusammenhängenden Eigentums von Wohnungsbaugesellschaften weitere Projektentwicklungen für KWK und Nahwärme durch

<sup>&</sup>lt;sup>51</sup> (Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, 2012)

die Eigentümer oder Dritte durchgeführt werden. Die Nahwärmenetze könnten dann freiwillig von weiteren Kunden genutzt werden.

Zeitraum: Bis zum Jahr 2030

Umgesetzt durch: Bezirk, Eigentümer und ggf. Modellprojekt

# 6. Austausch von Nachtspeicherheizungen

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Nachtspeicher- heizungen	<ul><li>Hoher Sanierungsaufwand</li><li>Kosten</li></ul>	<ul><li>"Abwrackprämie"</li><li>Aufklärungskampagne</li></ul>

## Mögliche Hemmnisse:

Nachtspeicherheizungen sind primärenergetisch besonders problematisch, da sie in aufwändiger Weise Strom- in Wärmeenergie umwandeln.

Bei Nachtspeicherheizungsanlagen existieren keine Leitungen für Raumwärme und Warmwasser, sowie keine Infrastruktur für Hausanschlüsse und Räume für Anlagen. Bei einer Änderung von Nachtspeicherheizungen auf eine Zentralheizung mit einem anderen Energieträger wird eine komplette Neuinstallation der Anlagen- und Versorgungstechnik erforderlich. Dies führt zu erheblichen Umbaumaßnahmen und Investitionskosten.

## Handlungsempfehlungen:

- 1. Einführung einer "Abwrackprämie" für den Austausch von Nachtspeicherheizungen bis zum Jahr 2020 (im Kontext zu Punkt 2. "Förderbedingungen")
- 2. Initiierung einer Aufklärungskampagne für den Austausch von Nachtspeicherheizungen für Mieter und Eigentümer

Zeitraum: Bis zum Jahr 2030

Umgesetzt durch: Bund, BSU und Bezirk, IFB Hamburg, Eigentümer

# 7. Erhöhung der Akzeptanz bei Mietern

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Miete/ Mieter	<ul> <li>Kaltmietenerhöhung</li> <li>Gentrifizierung</li> <li>Baustellenemissionen</li> <li>Transparenz Sanierungskosten</li> </ul>	<ul> <li>Förderprogramme</li> <li>Nutzerverträgliche, nachhaltige Sanierung</li> <li>Bessere Kommunikation der Maßnahmen und deren Folgen</li> <li>Einbinden der Nutzer in Modellprojekte und Wettbewerbe</li> </ul>

#### Mögliche Hemmnisse:

Das Ziel von energetischen Modernisierungen besteht auch darin, die energetischen Betriebskosten zu senken. Die resultierende Erhöhung von Kaltmieten bei energetischen Maßnahmen führt in der Realität überwiegend dazu, dass die Gesamtmiete steigt, statt wie gewünscht, auf Basis von Energiekostensenkungen zu einer Kostenneutralität beim Mieter. Die Wahrnehmung der Mieter/innen bei Modernisierungsmaßnahmen ist, dass im Zuge von energetischen Sanierungsmaßnahmen die Mieten steigen. Zusätzlich führen Bauemissionen während der Modernisierung zu einer Verärgerung der Bewohner/-innen und damit auch zu einer Verringerung der Akzeptanz.

Reine Instandhaltungskosten und energetische Sanierungskosten lassen sich bei Förderungen oftmals schwer voneinander trennen und bilden somit zusätzliche Unsicherheitsfaktoren bei der Bemessung von Kostenumlagen. Zusätzlich sind die Nebenkostenabrechnungen für Laien schwer verständlich. Eine Umlage der Sanierungskosten von max. 11 % der Kaltmiete per anno auf den Mieter ist gesetzlich möglich und führt bei diesen häufig zu Ablehnung von energetischen Sanierungsmaßnahmen. Hnizu kommt, dass aufgrund erhöhter Mieten eine Verdrängung der angestammten, weniger zahlungskräftigen Bewohnerinnen und Bewohner eines Quartiers befürchtet wird (Gentrifizierung).

#### Handlungsempfehlungen:

- 1. Erhöhte Transparenz bei der Trennung von "Sowieso"-Kosten und rein energetisch veranlassten Kosten können Kostenumlagen gerechter ausbilden, bzw. ermöglichen es den Mieter/innen, Kostenerhöhungen bei der Kaltmiete besser nachzuvollziehen.
- 2. Austausch von dezentralen Wärmeerzeugungsanlagen, mit dem Ziel, die Betriebskosten zu senken.
- 3. Nahwärmelösungen mit Blockheizkraftwerken an solchen Stellen, wo eine Eigenstromnutzung zu verringerten Wärmepreisen führt.
- 4. Der Mieterschutzbund schlägt eine Modernisierungsvereinbarung vor, in der alle Parameter bei der Modernisierung zwischen Vermieter und Mieter festgelegt werden. Dies stellt sicher, dass Mieter/-innen hinreichend eingebunden in den Modernisierungsprozess eingebunden

werden und und damit bereits im Vorwege möglichen Streitigkeiten während und nach der Modernisierung vorgebeugt wird<sup>52</sup>.

- 5. Verbesserung der Identifikation mit den Klimaschutzzielen der Bundesregierung durch verstärkte Aufklärungskampagnen.
- 6. Optimierung der Vorbereitung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen, wodurch sich Mieter/-innen besser betreut und informiert fühlen. Eine Zustimmung der Mieter/-innen kann dadurch vereinfacht werden.

Zeitraum: Bis 2020

**Umgesetzt durch:** Bund, BSU und Bezirk, Sanierungsmanager, Gebietsentwickler, Mieterschutzbund und weitere Beratungsstellen

\_

 $<sup>^{\</sup>rm 52}$  Quelle: Broschüre Modernisierung, DMB - Deutscher Mieterschutzbund und Verbraucherzentrale

# 8. Aufklärung Nutzerverhalten:

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Nutzerverhalten	<ul> <li>Unwissenheit</li> <li>Rebound-Effekt</li> <li>Lüftungsverhalten</li> </ul>	<ul> <li>Öffentliche Bildung und Sensibilisierung, Aufklärungsprogramme, Infothek, Klimakonferenzen</li> <li>Bessere Kommunikation der Maßnahmen und deren Folgen</li> <li>Einbinden der Nutzer in Modellprojekte und Wettbewerbe</li> </ul>

#### Mögliche Hemmnisse:

Unwissenheit und auch fehlende Motivation stellen Hemmnisse bei den Nutzern dar, wenn es um verbrauchsorientierte Energieeinsparung beim Gebäudebestand geht. Vielfach fehlt sogar das Wissen um die Funktionsfähigkeit von Thermostatventilen und Lüftungsanlagen. Nach wie vor wird festgestellt, dass Bewohner/-innen ihre Heizkörper je nach kurzfristigem Bedarf auf oder zu drehen, Lüftungsanlagen ausschalten oder deren Öffnungen zukleben. Das Thema Schimmelbildung ist eines der am häufigsten vertretenen Streitfälle, wenn es um den nicht vorhanden Wohnkomfort in Mietwohnungen geht. Mieter werfen in diesen Fällen den Vermietern eine unzureichende Wärmedämmung oder eine unterdimensionierte Heizungsanlage vor. Die Vermieter beklagen hingegen das unzureichende Lüftungsverhalten ihrer Mieter, welche wiederum häufig die Luftdichtigkeit nach einer Modernisierung unterschätzen.

Zusätzlich tritt oftmals nach energetischen Sanierungen ein sogenannter Rebound-Effekt<sup>53</sup> ein: Die Bewohner/-innen heizen mehr als früher (höhere Raumtemperatur), weil sie nach der Sanierung nicht mehr das Gefühl haben, Energie sparen zu müssen.

#### Handlungsempfehlungen:

- 1. Aufklärung könnte in Form von öffentlicher Bildung geleistet werden, was bereits im Kindergarten und der Schule beginnen sollte. Zum Beispiel könnten Profis den Schülerinnen und Schulen anhand von Experimenten die Relevanz der Ziele beim Klimaschutz näher bringen. Hier bietet sich die Zusammenarbeit mit örtlichen Schulen und Kindergärten an.
- Eine "Gebrauchsanleitung" für den modernisierten Altbau könnte bei den Informationslücken Abhilfe schaffen und müsste bundesweit nur einmal erstellt werden. Eigentümer könnten diese Information an ihre Mieter/-innen weiterreichen, z.B. bei Abschluss eines Mietvertrages. en Mietern zur Verfügung stellen.
- 3. Durch Presseveröffentlichungen, Messen und Bezirksveranstaltungen könnten die Nutzer/- innen über den wirtschaftlichen Umgang mit den Systemen informiert werden.

Zeitraum: bis 2050

Umgesetzt durch: Bund, Länder, Bezirk, Sanierungsmanager

<sup>&</sup>lt;sup>53</sup>http://www.dena.de/presse-medien/pressemitteilungen/energetische-gebaeudesanierung-haelt-was-sie-verspricht.html

# 9. Wissensstand und Forschung

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Wissensstand	■ Forschungsgelder	<ul> <li>Massive Förderung von         <ul> <li>Forschungsprogrammen (Energie,</li> <li>Dämmung)</li> </ul> </li> <li>Förderung von Innovationen und         <ul> <li>Modellprojekten</li> </ul> </li> </ul>

#### Mögliche Hemmnisse:

Die Investition in Dämmstoff- und Anlagentechnikforschung ist für die Bekämpfung des Klimawandels wichtiger als je zuvor. Durch den Einsatz günstigerer, effizienterer und umweltverträglicherer Dämmstoffe könnten die Sanierungsquoten erheblich gesteigert sowie gleichzeitig die Ökobilanz verbessert werden. Dazu müssen Dämmstoffe und Beschichtungen hinreichend erforscht und getestet werden. Die bautechnisch problematischen Dämmstoffdicken von über 20 cm können nicht zukunftsfähig sein, da sie ein enormes Recyclingproblem und eine Verringerung der Wohnflächen hervorrufen. Das Gleiche gilt für die Erforschung innovativer hocheffizienter Anlagentechnik. Erst wenn diese Techniken serienreif sind, können sie am Markt in eine breite Anwendung gelangen. Die weltweiten Überproduktionen von Photovoltaikmodulen führten in den letzten Jahren zu extremen Preisrückgängen, was bisher bei den Wärmepumpen und Lüftungsanlagen nicht zu verzeichnen ist. Für das Erreichen der Energiewende unter Berücksichtigung der Klimaschutzziele sind die Mittel für Forschung und Weiterentwicklung daher gegenwärtig zu gering angesetzt und bedürfen einer Neuausrichtung.

#### Handlungsempfehlungen:

- 1. Der Bereich der Effizienzforschung für Baustoffe und Anlagentechnik sollte wirksamer unterstützt werden. Dies sollte durch Materialforschung im Bereich Dämmung, Fenstertechnik, Wärmeversorgungsanlagen und Energieerzeugungsanlagen geschehen.
- 2. Einsatz von innovativen Baustoffen und neuer Anlagentechnik in Modellprojekte.
- 3. Zusammenarbeit mit Hochschuleinrichtungen (HCU, TUHH)

Zeitraum: 2050

Umgesetzt durch: Bund, Universitäten/Hochschulen, FHH

# 10. Unterstützung bei Architekturrelevanz

Thema	Hemmnisse	Handlungsempfehlungen
Ordnungsrecht Architekturrelevanz	<ul> <li>Denkmalschutz</li> <li>Erhaltungssatzung</li> <li>Fassadenerhalt</li> <li>Klinkerkonzept</li> <li>Erhöhte Kosten</li> <li>technische Grenzen</li> </ul>	<ul> <li>Forschungsprojekte für reduzierte Dämmstoffdicken, neue und nachhaltige Dämmstoffe</li> <li>Aufklärung durch Sanierungsmanager und Denkmalschutzamt</li> <li>Effiziente Anlagentechnik</li> </ul>

#### Mögliche Hemmnisse:

Für Gebäude mit Architekturrelevanz bestehen keine allgemeingültigen Sanierungskonzepte. Insbesondere die Fassaden erfordern individuell angepasste Lösungen und Konstruktionen. Schwierige bauphysikalische Innendämmungen mit einhergehenden Wohnraumverlusten haben sich nicht durchsetzen können. Viele Sanierungen mit dem Schwerpunkt Architekturerhalt reduzieren sich auf eine neue Anlagentechnik, den Fensteraustausch, die Dachflächendämmung und die Fassadendämmung der Rückfassaden. Die erhöhten Kosten, zum Beispiel durch den Einsatz von Denkmalschutzfenstern, führen bei den Eigentümern zu Investitionshemmnissen. Darüber hinaus erfordert die Sanierung dieser Gebäude ein umfangreiches Wissen, das durch entsprechende Fachleute besetzt werden muss. Eigentümer mit stadtbildprägenden Gebäuden sind häufig überfordert, die richtigen Sanierungsentscheidungen zu treffen und verfügen oftmals nur über eingeschränkte Zugänge zu umfassenden Informationen.

#### Handlungsempfehlungen:

Für den Bereich Architekturrelevanz wurde folgender Bedarf erkannt:

- Ausweitung der IFB-Sonderberatung von Backsteinbauten auf alle Gebäude mit Architekturrelevanz (Sonderförderungen für den Stadtbilderhalt sowie Förderungen für Eigentümer, die den Stadtbilderhalt unterstützen, auch wenn es sich nicht um Backsteinbauten handelt)
- 2. Aufbau einer Sanierungsdatenbank für Gebäude mit Architekturrelevanz Erfahrungen und Leitdetails können zu weiterer Unterstützung von Eigentümern führen.
- 3. Weitere Qualifizierung von Architekten, Energieberatern, dem Handwerk und der Verwaltung.

Zeitraum: 2020

 $\textbf{Umgesetzt durch:} \ \ \textbf{Denkmalschutzamt, Kooperationen mit Hafen Cityu Uiversit\"{a}t, Handwerk sammer, ten denkmalschutzamt, Kooperationen mit Hafen Cityu Uiversit\"{a}t, Handwerk sammer, ten denkmalschutzamt, Kooperationen mit Hafen Cityu Uiversit\"{a}t, Handwerk sammer, ten denkmalschutzamt, Kooperationen mit Hafen Cityu Uiversit\"{a}t, Handwerk sammer, ten denkmalschutzamt, Kooperationen mit Hafen Cityu Uiversit\ddot{a}t, Handwerk sammer, ten denkmalschutzamt, Kooperationen mit Hafen Cityu Uiversit\ddot{a}t, Handwerk sammer, ten denkmalschutzamt, ten denkmalschutzamt,$ 

BSU/IFB und Bezirk (Fachämter), Sanierungsmanager, Eigentümer (Mitwirkung)

# 8 Maßnahmen zur Erfolgskontrolle

Das Monitoring und Controlling ist entscheidend für die stetige und erfolgreiche Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen und damit für die Erreichung der gesteckten Ziele bis zum Jahr 2050. Ein nachvollziehbares Monitoring sollte in folgende drei Bereiche gegliedert werden:

#### 1. Aufbau und Fortschreibung eines Sanierungskatasters

Ziel dieses Katasters ist die Feststellung der energetischen Sanierungsstände pro Gebäude sowie die Grobbilanzierung der Wärmeverbräuche für Heizung und Trinkwarmwasser. Für jedes Gebäude, bei dem Sanierungsmaßnahmen zukünftig durchgeführt werden, sollen das Kataster entsprechend aktualisiert und die Sanierungsraten bilanziert werden. Gleiches gilt bei Abbruchmaßnahmen, die ein Neubauvorhaben zur Folge haben. So können neben den energetischen Faktoren auch die Baualtersklassen, die Geschossflächenzahl und die Grundflächenzahl herangezogen werden.

#### Beispiel eines Sanierungskatasters:

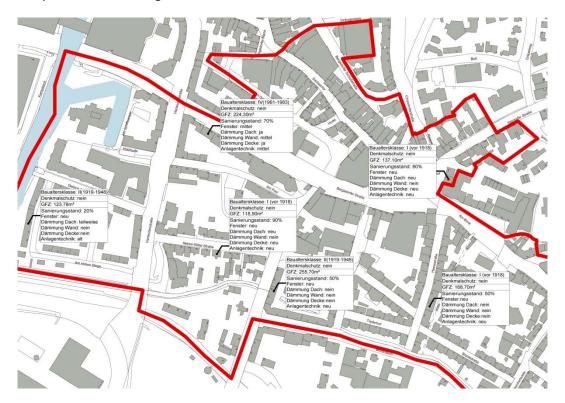


Abbildung 110: Beispielhaftes Sanierungskataster

#### 2. Aufbau und Fortschreibung eines Wärmeversorgungskatasters

Der hauptsächliche Energieträger im Untersuchungsgebiet ist heute Erdgas unter Verwendung von Gasbrennern oder Gasbrennwerttechnik. Die Lebenszyklen der Wärmeerzeugungsanlagen liegen bei ca. 15 Jahren, so dass hier bereits bis zum Jahr 2030 alle Anlagen ausgetauscht sein müssten. Die Erhebung diese Austauschprozesses ist sowohl hinsichtlich der Anzahl interessant, als auch, ob die vorgeschlagenen Wärmeerzeugungen wie Geothermie, Solarthermie und Blockheizkraftwerke ihre Umsetzung finden. Eine blockweise Erhebung dieser Prozesse gibt hinreichend Informationen über die veränderten Primärenergiebedarfe und reduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen.

# Beispiel eines Wärmeversorgungskatasters:

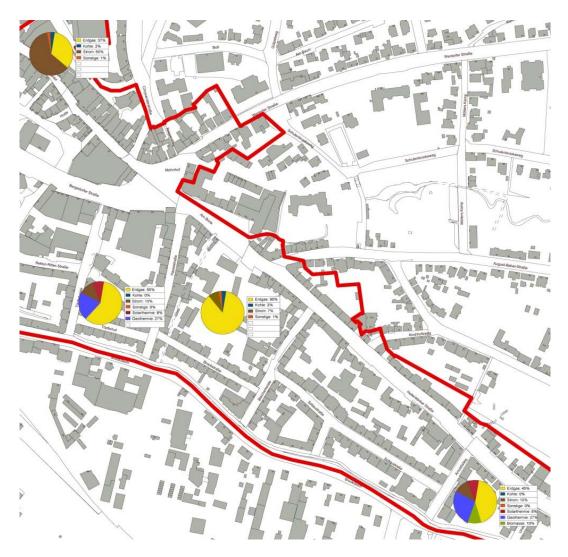


Abbildung 111: Beispielhaftes Wärmekataster

## 3. Erfassung und Bewertung der Handlungsempfehlungen

Für die Erreichung der Klimaschutzziele werden den Handlungsempfehlungen eine besondere Bedeutung zugemessen. Die Durchführung der Handlungsempfehlungen bedarf einer wiederkehrenden Erfolgskontrolle, um erreichte Ziele, Stagnationen und Misserfolge frühzeitig zu erkennen und entsprechend strategisch einwirken zu können. Die Erfolgskontrollen sollten wie folgt organisiert werden:

Handlungsempfehlung	Monitoring durch
Installation     Sanierungsmanagement	Eingang der Förderzustimmung und Auswahl des Managements bei der BSU/Bezirk
Verbesserung + Vereinfachung der Förderbedingungen	Jährlicher Abgleich durch das Sanierungsmanagement
3. Initiierung von Modellprojekten	Jährliche Bewertung durch das Sanierungsmanagement
<b>4.</b> Anschlussquote bei Nahwärmenetzen	Die Statistik sollte alle drei Jahre durch die BSU erfolgen
5. Ausbau Erneuerbarer Energien	Die Statistik sollte alle drei Jahre durch die BSU erfolgen
<b>6.</b> Austausch von Nachtspeicherheizungen	Die Statistik des Austauschs der Nachtspeicherheizungen sollte alle zwei Jahre durch die BSU erfolgen
7. Akzeptanzförderung bei Mietern	Initiativen in diesem Zusammenhang sollten jährlich durch das Sanierungsmanagement bewertet werden, u.a. durch die Beobachtung der Mietenentwicklung im Quartier
8. Aufklärung Nutzerverhalten	Die Kampagnen zur Verbesserung des Nutzerverhaltens sollten jährlich über das Öffentlichkeitsreferat auf Bezirksebene gewertet werden
9. Wissensstand + Forschung	Die Initiierung von politischen Forderungen muss durch die Parteien auf Bezirks- und Stadtebene erfolgen. Der Austausch hierüber erfolgt über das Sanierungsmanagement
<b>10.</b> Unterstützung bei Architekturrelevanz	Aufbau der erforderlichen Hilfsmittel und Unterstützungen erfolgen durch die IFB und Universitäten (z.B. HCU). Ein jährliches Reporting hierüber geht beim Sanierungsmanagement ein

Tabelle 53 Handlungsempfehlungen

Für die Zeiträume der kommenden **fünf Jahre** werden folgende Handlungsschritte als Priorität empfohlen, die jeweils aufeinander aufbauen:

1. Es soll ein Sanierungsmanagement für das Untersuchungsgebiet mit Zuschüssen aus dem KfW-Programm 432 eingestellt werden, welches die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen vorantreibt und Ansprechpartner in energetischen Fragen für die Akteure ist.

- 2. Es sollen mindestens drei Modellprojekte für die energetische Sanierung von Bestandsbauten als sogenannte Leuchtturmprojekte initiiert werden. Diese erhalten besondere Förderungen und dienen als positive Umsetzungsbeispiele.
- 3. Es sollen mit der BSU und IFB Lösungen hinsichtlich einfacherer und wirksamerer Förderprogramme erarbeitet werden.
- 4. Beim altersbedingten Austausch einer Heizungsanlage sollen ab sofort möglichst keine Brennwertkessel mehr installiert werden, sondern es ist eine der vorgeschlagenen dezentralen Wärmeerzeuger-Lösungen zu wählen.
- 5. Es sollen drei bis fünf Nahwärme-Inseln aufgebaut werden, in denen Blockheizkraftwerke auf Erdgasbasis eigen genutzten Strom erzeugen. Die Standorte befinden sich z.B. rund um den Neubau des Lichtwarkhauses, im Neubaugebiet südlich des Brookdeich und um die Rudolf-Steiner-Schule.
- 6. Unmittelbarer Austausch der bestehenden Nachtspeicherheizungen.

# 9 Fazit

Die Stadtstruktur von Bergedorf-Süd hat viel Potenzial für eine weitere positive Entwicklung des Quartiers. Der umfassende Nutzungsmix und die Vielzahl an stadtbildprägenden Gebäuden bieten gute Voraussetzungen, in einem Modellquartier aufzuzeigen, dass die ambitionierten Klimaschutzziele bis zum Jahr 2050 auch in einem heterogenen Gefüge erreichbar sind. Dies wird möglich durch gut durchdachte Planungen der zukünftigen Sanierungsmaßnahmen, die den Stadtbilderhalt sensibel behandeln, die bauphysikalischen Grenzen berücksichtigen und eine zukunftsweisende Energieversorgung vorsehen. Die Gebäude in Bergedorf-Süd werden heute überwiegend mit Erdgas beheizt. Der Wärmeverbrauch liegt mit durchschnittlich 120 kWh/(m²a) ca. 20 % unterhalb des statistischen Durchschnitts für den Wohngebäudebestand in Deutschland. Der Haushaltsstromverbrauch liegt mit 41 kWh/(m²a) etwa 30 % über dem deutschlandweiten Durchschnitt. Diese Erkenntnisse bieten im Hinblick auf die heutigen CO₂-Emmissionen und Energiekosten erhebliches Potenzial für den Einsatz von Nachwärmenetzen, Blockheizkraftwerken und von Erneuerbaren Energien.

Es werden mehrere Versorgungsvarianten entwickelt, die auf Basis der Potenzialanalyse als realisierbar angesehen werden können. Die untersuchten Varianten stützen sich auf Nahwärmenetze, die durch Erdgas-BHKWs für kleine Netze oder ein Biomethan-BHKW für ein größeres Netz ohne Eigenstromverbrauch sowie Erdgas-Spitzenlastkessel gespeist werden. Außerhalb der vorgesehenen Nahwärmenetze sind dezentral entweder Mikro-BHKW mit Erdgaseinsatz oder geothermische Wärmepumpen vorgesehen. Alle Varianten sind außerdem durch Einsatz solarthermischer Kollektoren und Photovoltaik-Module unterstützt.

Im Zusammenwirken der vorgeschlagenen Gebäudesanierungen und Versorgungslösungen können die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Wärmebezugs bis 2033 bis zu 60 % gegenüber 2010 reduziert werden, bis 2050 bis zu 75 %. Die ambitionierten Einsparungen bei der Gebäudehülle können nur erreicht werden, wenn die Gesamtmaßnahmen pro Gebäude umfänglich umgesetzt werden und dabei auch die Sanierungsraten ihre Anwendung finden. Begünstigt wird der angesetzte Trend durch das fortschreitende Baualter vieler Gebäude, was einen stärkeren Sanierungsdruck im Quartier auslösen wird.

Die Kosten der Sanierungsmaßnahmen lassen sich heute nicht ausschließlich durch Förderungen oder Energieeinsparungen amortisieren. Dennoch entscheiden sich viele Eigentümer für eine konsequente Kernsanierung, die nicht nur einen höheren und zeitgemäßen Komfort bietet, sondern auch eine nachhaltige Sicherung der Immobilienwerte gewährt.

Die Kosten für die Energieversorgung wurden als Wärmepreise angegeben, da sie ein wesentlicher Faktor für den Nutzer, bzw. Mieter darstellen. Die erreichbaren Wärmepreise hängen stark von der Versorgungsvariante und der Bedarfscharakteristik des jeweiligen Gebäudes ab. Die BHKW-Lösungen mit Eigenstromerzeugung können im günstigsten Fall mit etwa 55 €/MWh (in Vollkostenrechnung) bei mindestens 20 % unterhalb einer Referenzversorgung mit Erdgas-Brennwertkesseln liegen, Biomethan-BHKWs sind mit ca. 120 €/MWh und Wärmepumpen mit 170 €/MWh zum Teil deutlich teurer.

Damit in Bergedorf-Süd eine nachhaltige und sozialverträgliche Stadtentwicklung im Hinblick auf die Klimaschutzziele begonnen wird, bedarf es eines fest installierten Sanierungsmanagement, welches die Belange der Gebäudesanierung unterstütz, und den Ausbau von Nahwärmenetzen und erneuerbaren Energien vorantreibt. Dabei ist die weitere Aktivierung und Betreuung der Eigentümer und Mieter/-innen genauso relevant, wie das Engagement für zielführende öffentlichkeitswirksame Aktionen zugunsten Klimaschutz und Energieeffizienz.

# 10 Anhang

# 10.1 Literaturverzeichnis

AG Energiebilanzen. (2011). *Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland 2009.* Abgerufen am 07. Mai 2012 von http://www.ag-

energiebilanzen.de/componenten/download.php?filedata=1301922708.xls&filename=Druck\_EB2009 .XLS&mimetype=application/vnd.ms-excel

ASUE, Stadt Frankfurt am Main -der Magistrat- Energiereferat. (2011). *BHKW-Kenndaten 2011*. Abgerufen am 09. Juli 2012 von http://asue.de/cms/upload/broschueren/2011/bhkw-kenndaten/asue-bhkw-kenndaten-0311.pdf

Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt, Geologisches Landesamt Hamburg. (21. Mai 2013). Auskunft oberflächennahe Geothermie Bergedorf.

Dehli, M. (2005). *Die Modernisierung von Heizung und Trinkwassererwärmung - ein Beitrag zum Energiesparen und zum Umweltschutz.* Abgerufen am 20. Juni 2012 von http://www.hs-esslingen.de/fileadmin/medien/fakultaeten/vu/dehli\_heizungsmodernisierung\_langfassung.pdf

Diefenbach, N., Loga, T., Born, R., Großklos, M., & Herbert, C. (2002). *Energetische Kenngrößen für Heizungsanlagen im Bestand*. Abgerufen am 20. Juni 2012 von http://www.iwu.de/fileadmin/user\_upload/dateien/energie/werkzeuge/IWU\_Anlagenkennwerte\_Be stand.pdf

Energy Consulting, GfEM. (2004). *Kennziffernkatalog. Invesitionsvorbereitung in der Energiewirtschaft.* Neuenhagen, Berlin.

Freie und Hansestadt Hamburg. Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt. (2012). *Leitfaden zur Erdwärmenutzung in Hamburg*. Abgerufen am 15. Mai 2013 von http://www.hamburg.de/contentblob/1189030/data/leitfaden-erdwaermenutzung-e.pdf

Hamburg Energie Solar GmbH. (o. J.). *Solaratlas*. Abgerufen am 19. November 2012 von http://www.hamburgenergiesolar.de/Solaratlas.116.0.html

hamburg.de GmbH & Co. KG. (o. J.). *Das Bohrdatenportal*. Abgerufen am 23. Mai 2013 von http://www.hamburg.de/bohrdaten-geologie/

Isele, J. (2010). *Nachtspeicherheizung*. Abgerufen am 13. Februar 2013 von http://www.energiedetektive.kit.edu/index.php?title=Nachtspeicherheizung&redirect=no

IWU. (Jahr 2013). *Klimadaten deutscher Stationen*. Abgerufen am 07. März 2013 von http://www.iwu.de/fileadmin/user\_upload/dateien/energie/werkzeuge/Gradtagszahlen\_Deutschlan d.xls

Loga, T., & Imkeller-Benjes, U. (1997). Energiepaß Heizung/Warmwasser. Energetische Qualität von Baukörper und Heizungssystem. Abgerufen am 28. Januar 2013 von http://www.iwu.de/fileadmin/user\_upload/dateien/energie/werkzeuge/ephw-1.pdf

Schlomann, B., Ziesing, H.-J., Herzog, T., Broske, U., Kaltschmitt, M., Geiger, B., et al. (2004). Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München. Abgerufen am 07. Mai 2012 von http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energieverbrauchsstudie-hauptbericht

# 10.2 Glossar

(Quelle: BAFA Muster-Energieberatungsbericht, Hottgenroth Software)

Im Folgenden werden die einzelnen Fachbegriffe erläutert:

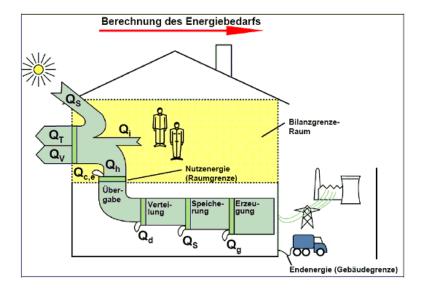
## Energiebedarf

Energiemenge, die unter genormten Bedingungen (z. B. mittlere Klimadaten, definiertes Nutzerverhalten, zu erreichende Innentemperatur, angenommene innere Wärmequellen) für Beheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung (nur Wohngebäude) zu erwarten ist. Diese Größe dient der ingenieurmäßigen Auslegung des baulichen Wärmeschutzes von Gebäuden und ihrer technischen Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung sowie dem Vergleich der energetischen Qualität von Gebäuden. Der tatsächliche Verbrauch weicht in der Regel wegen der realen Bedingungen vor Ort (z. B. örtliche Klimabedingungen, abweichendes Nutzerverhalten) vom berechneten Bedarf ab.

## Jahres-Primärenergiebedarf

Jährliche Endenergiemenge, die zusätzlich zum Energieinhalt des Brennstoffes und der Hilfsenergien für die Anlagentechnik mit Hilfe der für die jeweiligen Energieträger geltenden Primärenergiefaktoren auch die Energiemenge einbezieht, die für die Gewinnung, Umwandlung und Verteilung der jeweils eingesetzten Brennstoffe (vorgelagerte Prozessketten außerhalb des Gebäudes) erforderlich ist.

Die Primärenergie kann auch als Beurteilungsgröße für ökologische Kriterien, wie z. B. CO<sub>2</sub>- Emission, herangezogen werden, weil damit der gesamte Energieaufwand für die Gebäudeheizung einbezogen wird. Der Jahres-Primärenergiebedarf ist die Hauptanforderung der Energiesparverordnung.



# Endenergiebedarf

Endenergiemenge, die den Anlagen für Heizung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Kühlung zur Verfügung gestellt werden muss, um die normierte Rauminnentemperatur und die Erwärmung des

Warmwassers über das ganze Jahr sicherzustellen. Diese Energiemenge bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie ein.

Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher (im allgemeinen der Eigentümer) geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergiebedarf ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe.

Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

## Nutzenergie

Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die zur Beheizung eines Gebäudes sowie zur Erstellung des Warmwassers unter Berücksichtigung definierter Vorgaben erforderlich ist. Die Nutzenergie ist die Summe von Transmissionswärmeverlusten, Lüftungswärmeverlusten und Warmwasserbedarf abzüglich der nutzbaren solaren und inneren Wärmegewinne.

## Transmissionswärmeverluste Q<sub>T</sub>

Als Transmissionswärmeverluste bezeichnet man die Wärmeverluste, die durch Wärmeleitung (Transmission) der wärmeabgebenden Gebäudehülle entstehen. Die Größe dieser Verluste ist direkt abhängig von der Dämmwirkung der Bauteile und diese wird durch den U-Wert angegeben.

## Lüftungswärmeverluste Q<sub>V</sub>

Lüftungswärmeverluste entstehen durch Öffnen von Fenstern und Türen, aber auch durch Undichtigkeiten der Gebäudehülle. Die Undichtigkeit kann bei Altbauten insbesondere bei sehr undichten Fenstern, Außentüren und in unsachgemäß ausgebauten Dachräumen zu erheblichen Wärmeverlusten sowie zu bauphysikalischen Schäden führen.

# Trinkwassererwärmung

Der Trinkwasserwärmebedarf wird aufgrund der Nutzung (Anzahl der Personen, Temperatur u.ä.) ermittelt.

# **U-Wert** (früher k-Wert)

Wärmedurchgangskoeffizient, Größe für die Transmission durch ein Bauteil. Er beziffert die Wärmemenge, die bei einem Grad Temperaturunterschied durch einen Quadratmeter des Bauteils entweicht (W/m²K). Folglich sollte ein U-Wert möglichst gering sein. Er wird bestimmt durch die Dicke des Bauteils und dem Lambda-Wert (Dämmwert) des Baustoffes.

### Solare Wärmegewinne Qs

Das durch die Fenster eines Gebäudes, insbesondere die mit Südausrichtung, einstrahlende Sonnenlicht wird im Innenraum größtenteils in Wärme umgewandelt.

### Interne Wärmegewinne Qi

Im Innern der Gebäude entsteht durch Personen, elektrisches Licht, Elektrogeräte usw. Wärme, die ebenfalls bei der Ermittlung des Heizwärmebedarfs in der Energiebilanz angesetzt werden kann.

# Anlagenverluste

Die Anlagenverluste umfassen die Verluste bei der Erzeugung  $Q_g$  (Abgasverlust), ggf. Speicherung  $Q_s$  (Abgabe von Wärme durch einen Speicher), Verteilung  $Q_d$  (Leitungsverlust durch ungedämmt bzw. schlecht gedämmte Leitungen) und Abgabe  $Q_c$  (Verluste durch mangelnde Regelung) bei der Wärmeübergabe.

#### Wärmebrücken

Als Wärmebrücken werden örtlich begrenzte Stellen bezeichnet, die im Vergleich zu den angrenzenden Bauteilbereichen eine höhere Wärmestromdichte aufweisen. Daraus ergeben sich zusätzliche Wärmeverluste sowie eine reduzierte Oberflächentemperatur des Bauteils in dem betreffenden Bereich. Wird die Oberflächentemperatur durch eine vorhandene Wärmebrücke abgesenkt, kann es an dieser Stelle bei Unterschreitung der Taupunkttemperatur der Raumluft, zu Kondensatbildung auf der Bauteiloberfläche mit den bekannten Folgeerscheinungen, wie z. B. Schimmelpilzbefall kommen. Typische Wärmebrücken sind z. B. Balkonplatten. Attiken, Betonstützen im Bereich eines Luftgeschosses, Fensteranschlüsse an Laibungen.

### Gebäudevolumen V<sub>e</sub>

Das beheizte Gebäudevolumen ist das anhand von Außenmaßen ermittelte, von der wärmeübertragenden Umfassungs- oder Hüllfläche eines Gebäudes umschlossene Volumen. Dieses Volumen schließt mindestens alle Räume eines Gebäudes ein, die direkt oder indirekt durch Raumverbund bestimmungsgemäß beheizt werden. Es kann deshalb das gesamte Gebäude oder aber nur die entsprechenden beheizten Bereiche einbeziehen.

## Wärmeübertragende Umfassungsfläche A

Die Wärme übertragende Umfassungsfläche, auch Hüllfläche genannt, bildet die Grenze zwischen dem beheizten Innenraum und der Außenluft, nicht beheizten Räumen und dem Erdreich. Sie besteht üblicherweise aus Außenwänden einschließlich Fenster und Türen, Kellerdecke, oberste Geschossdecke oder Dach. Diese Gebäudeteile sollten möglichst gut gedämmt sein, weil über sie die Wärme aus dem Rauminneren nach außen dringt.

# Kompaktheit A/V

Das Verhältnis der errechneten wärmeübertragenden Umfassungsfläche bezogen auf das beheizte Gebäudevolumen ist eine Aussage zur Kompaktheit des Gebäudes.

## Gebäudenutzfläche A<sub>N</sub>

Die Gebäudenutzfläche beschreibt die im beheizten Gebäudevolumen zur Verfügung stehende nutzbare Fläche. Sie wird aus dem beheizten Gebäudevolumen unter Berücksichtigung einer üblichen Raumhöhe im Wohnungsbau abzüglich der von Innen- und Außenbauteilen beanspruchten Fläche aufgrund einer Vorgabe in der Energiesparverordnung (Faktor von 0,32) ermittelt. Sie ist in der Regel größer als die Wohnfläche, da z. B. auch indirekt beheizte Flure und Treppenhäuser einbezogen werden.

# 10.3 Abkürzungsverzeichnis

a Jahr

A<sub>N</sub> Energiebezugsfläche bei Wohnhäusern nach EnEV

BAFA Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle

BBSR Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung

bdew Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

BGF Bruttogrundfläche (m²)

BHKW Blockheizkraftwerk

BMU Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

B-Plan Bebauungsplan

CO<sub>2</sub> Kohlenstoffdioxid

DGNB Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen e.V.

DIN EN Deutsches Institut für Normung, Europäische Norm

DNR Deutscher Naturschutzring

DSchG Denkmalschutzgesetz

DWD Deutscher Wetterdienst

EEG Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz)

EnEV Energieeinsparverordnung

EUB Energie-Umwelt-Beratung e.V.-Institut

FFE Forschungsstelle für Energiewirtschaft

FHH Freie und Hansestadt Hamburg

G Gradtagszahl [Kd]

GFZ Geschossflächenzahl

GLT Gebäudeleittechnik

GWh Gigawattstunden

ha Hektar

IEKP Integriertes Energie- und Klimaschutzprogramm der Bundesregierung

IFB Hamburgische Investitions- und Förderbank

JDL Jahresdauerlinie

JVP Jahresverbrauchsprognose

KfW Früher Kreditanstalt für Wiederaufbau, heute KFW Bankengruppe

Kd Kelvintage

km Kilometer

km² Quadratkilometer

kW Kilowatt

kWh Kilowattstunde

kWh/m<sup>2</sup><sub>BGF</sub>a Kilowattstunde je Quadratmeter Bruttogrundfläche im Jahr

KWK Kraft-Wärme-Kopplung

KWKG Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-

Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz)

KWL Komfortwohnraumlüftung

m<sup>2</sup> Quadratmeter

Mio. Millionen

min. Minute

MW Megawatt

MWel Megawatt elektrisch

MWh Megawattstunde

MWh/a Megawattstunde pro Jahr

MWth Megawatt thermisch

N Stickstoff

NABU Naturschutzbund Deutschland e.V.

NSH Nachtspeicherheizung

P Person

PEV Primärenergieverbrauch

PV Photovoltaik

Q Wärmeverbrauch

 $Q_{End} \hspace{1cm} Endenergie bedarf \\$ 

 $Q_{Prim} \hspace{1cm} Prim\"{a}renergiebedarf$ 

ÖPNV Öffentlicher Personen-Nahverkehr

RW Raumwärme

StromNZV Verordnung über den Zugang zu Elektrizitätsversorgungsnetzen

(Stromnetzzugangsverordnung)

t Tonne

t/a Tonne pro Jahr

t<sub>CO2</sub> Tonnen Kohlenstoff

t<sub>CO2</sub>/a Tonnen Kohlenstoffdioxid pro Jahr

t<sub>CO2</sub>/P,a Tonne Kohlenstoffdioxid pro Kopf und Jahr

TWE Trinkwassererwärmung

VBh/a Vollbenutzungsstunden pro Jahr

WDVS Wärmedämmverbundsystem

WK Wohnungsbaukreditanstalt (seit August 2013 IFB – Hamburgische Investitions- und

Förderbank)

WLG Wärmeleitgruppe

WRG Wärmerückgewinnung

WÜST Wärmeübergabestation

WschVO Wärmeschutzverordnung

# 10.4 Daten- und Bearbeitungsgrundlagen

- Datensätze des Landesbetriebs Geoinformation und Vermessung mit Informationen als Grundlage für die Anonymisierung der Gebäude, mit Informationen zu Gebäudeflächen, Gebäudehöhen, Lage, Dachform und Bauweise
- Vor- Ort- Begehungen durch Architekten und Stadtplaner von Metropol Grund; Aufnahme von ca. 500 Gebäuden über Sanierungszustand, Nutzung, Baualtersklassenzugehörigkeit, Stadtbildqualität etc.
- Daten durch die zuständigen Schornsteinfeger (Holger Wels und Richard Schanz) bezüglich der Heizanlagen der Referenzgebäude
- Verbräuche der Gebäude, Flächenaufstellungen, Schnitte, Grundrisse und Informationen zu bereits erfolgten Sanierungen der Referenzgebäude wurden durch Verwalter oder Eigentümer zur Verfügung gestellt.
- Die Bebauungspläne des Gebietes (B-Plan 29, 35, 40, 41, 42, 65, 69, 71, 75, 80, 84), der Baustufenplan der Freien und Hansestadt Hamburg (Bergedorf Ortsteile 602 und 603) sowie die Teilbebauungs- und Funktionspläne (Quelle: Bezirk Bergedorf)
- Aus den Vorbereitenden Untersuchungen / Integriertes Entwicklungskonzept (beschlossen am 15. Februar 2011 durch den Senat der Freien und Hansestadt Hamburg) vom Büro BIG-STÄDTEBAU GmbH wurden Teile der Städtebaulichen Analyse als Grundlage verwendet.
- Groberhebung der Wärmeversorgungsanteile von Bezirksschornsteinfegermeister Hans-Jürgen Wenzel und Handwerksmeister im Gas-, Heizungs- und Sanitärhandwerk Jan Opitz
- Verbrauchswerte für Erdgas von Hamburg Netz GmbH im Jahr 2011 sowie ein aktueller Planauszug des Niederdruckgasnetzes (indirekt über den Auftraggeber zur Verfügung gestellt)
- Verbrauchswerte für Haushaltsstrom und Strom für Nachtspeicherheizungen (NSH) von Vattenfall Stromnetz Hamburg GmbH im Jahr 2010 sowie ein aktueller Planauszug des Stromnetzes

Datengrundlagen Energiebedarfsermittlungen nach EnEV

Berechnungsprogramm: - Energieberater 18599 3D 7.4.0 - Hottgenroth Software -

# Normen und Verordnungen bei Wohngebäuden:

Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV) vom 29. April 2009

Berech- nungs- verfahren:	Jahres-Heizwärmebedarf des Gebäudes mittels Monatsbilanzierung Jahres-Primärenergiebedarf mittels ausführlichem Berechnungsverfahren		
2003 - 06	DIN EN 832	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung des Heizenergiebedarfs –	
2003 - 06	DIN V 4108-6	Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden Teil 6: Berechnung des Jahresheizwärme- und des Jahresheizenergiebedarfs	
2006 - 12	DIN V4701-10/A1	Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen Teil 10: Heizung, Trinkwasser, Lüftung	
1998 - 12	DIN EN ISO 13370	Wärmeübertragung über das Erdreich – Berechnungsverfahren	
2003 - 10	DIN EN ISO 6946	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren	
2006 - 12	DIN EN ISO 10077 - 1	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen und Abschlüssen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten – Teil 1: Vereinfachtes Verfahren	
2004 - 02	DIN V 4701 - 12	Energetische Bewertung heiz- und raumlufttechnischer Anlagen im Bestand – Teil 12: Wärmeerzeuger und Trinkwassererwärmung	
1999 - 10	DIN EN ISO 13789	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Spezifischer Transmissionswärmeverlust-Koeffizient – Berechnungsverfahren	
2003 - 07	DIN V 4108 - 2	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 2: Mindestanforderung an den Wärmeschutz, Änderung A1	
2001 - 07	DIN V 4108 - 3	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchtschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung	
2004 - 07	DIN V 4108 - 4	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden, Teil 4: Wärme und feuchteschutztechnische Bemessungswerte	

1981 - 08	DIN V 4108 - 5	Wärmeschutz im Hochbau – Berechnungsverfahren
2006 - 03	DIN V 4108 Bbl. 2	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele
2000 - 07	DIN EN 12524	Baustoffe und -produkte – Wärme- und feuchteschutztechnische Eigenschaften Tabellierte Bemessungswerte

# Normen und Verordnungen bei Nichtwohngebäuden:

2005-02	DIN 277 Teil 1	Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau Teil 1 - Begriffe, Ermittlungsgrundlagen
2003-06	DIN EN 832	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden
2003-07	DIN 4108 Teil 2	Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
2001-07	DIN 4108 Teil 3	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz, Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise
2004-07	DIN V 4108 Teil 4	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Teil 4: Wärme- und Feuchteschutz Bemessungswerte
2006-03	DIN V 4108 Bbl 2	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden Wärmebrücken, Planungs- und Ausführungsbeispiele
2003-10	DIN EN ISO 6946	Bauteile - Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren
2006-12	DIN EN ISO 10077-1	Wärmetechnisches Verhalten von Fenstern, Türen Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten Teil 1: Vereinfachtes Verfahren
2000-07	DIN EN 12524	Baustoffe und -produkte - Eigenschaften Eigenschaften - Tabellierte Bemessungswerte
1998-12	DIN EN ISO 13370	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Wärmeübertragung über das Erdreich
1999-10	DIN EN ISO 13789	Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden Spezifischer Transmissionswärmeverlustkoeffizient
2007-02	DIN V 18599 Teil 1	Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe,

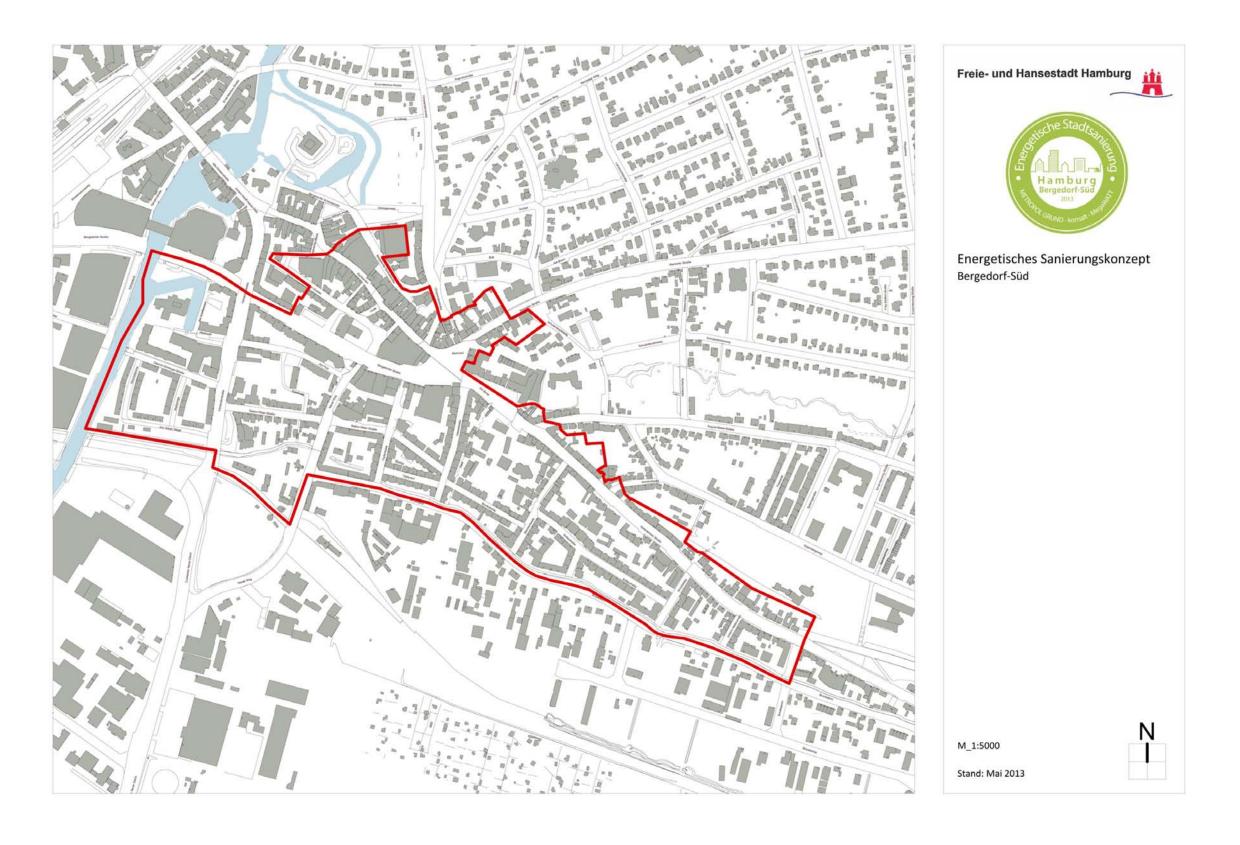
# Zonierung und Bewertung der Energieträger

2007-02	DIN V 18599 Teil 2	Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
2007-02	DIN V 18599 Teil 3	Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
2007-02	DIN V 18599 Teil 4	Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
2007-02	DIN V 18599 Teil 5	Endenergiebedarf von Heizsystemen
2007-02	DIN V 18599 Teil 6	Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau
2007-02	DIN V 18599 Teil 7	Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau
2007-02	DIN V 18599 Teil 8	Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
2007-02	DIN V 18599 Teil 9	End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
2007-02	DIN V 18599 Teil 10	Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

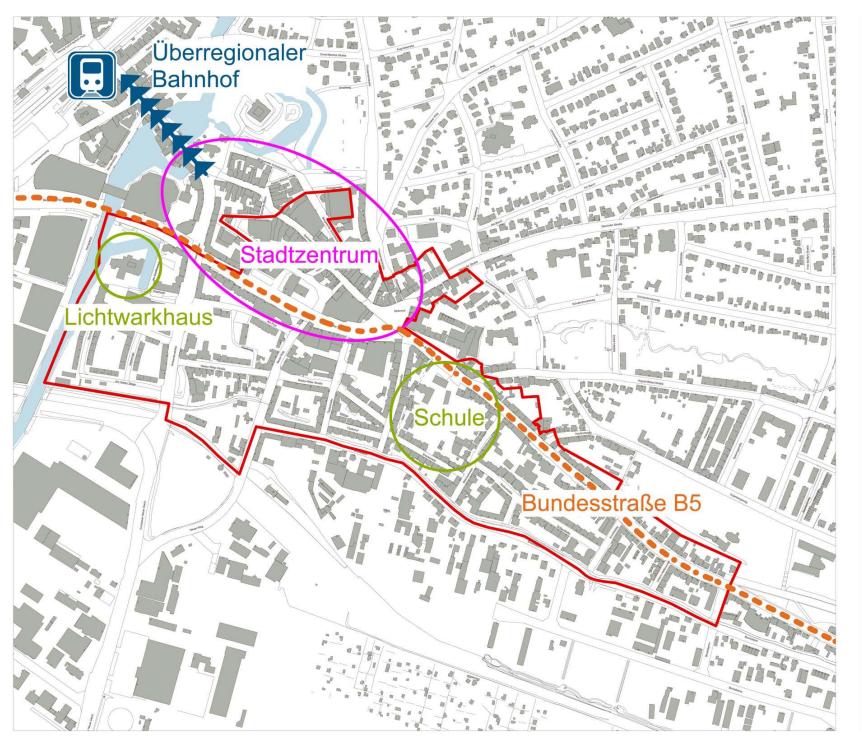
# 10.5 Anlagen

Anlage 1:	Karte zur Übersicht der Quartiersgrenzen
Anlage 2:	Karte zum Überblick über das Projektgebiet
Anlage 3:	Karte zur Verortung der Referenzgebäude im Untersuchungsgebie
Anlage 4:	Karte zur Verteilung des Denkmalschutzes
Anlage 5:	Karte zur Verteilung der Baualtersklassen
Anlage 6:	Für das Gebiet relevante Bebauungspläne
Anlage 7:	Flächenangaben nach Baublock (Grundlage von BSU)
Anlage 8:	Gasnetzplan Bergedorf (Hamburg Netz GmbH)
Anlage 9:	Verteilung der Baublöcke im Gebiet
Anlage 10:	Verbrauchauskunft Erdgas (Hamburg Netz GmbH)
Anlage 11:	Verbrauchsauskunft Strom (Vattenfall Stromnetz Hamburg GmbH)
Anlage 12:	Karte des spezifischen Wärmeverbrauchs
Anlage 13:	Ergebnisse der blockweisen Verbrauchsauswertung
Anlage 14:	Karte der Energieträger-Anteile
Anlage 15:	Karte des spezifischen Stromverbrauchs
Anlage 16:	Emissionsfaktoren für CO <sub>2</sub> (BSU)
Anlage 17:	Karte zur Eignung oberflächennaher Geothermie
Anlage 18:	Technik und Investitionen der Referenzvariante BO am Brookdeich
Anlage 19:	Trassenpläne für die Nahwärmelösung
Anlage 20:	Technik und Investitionen der Nahwärmelösungen
Anlage 21:	Technik und Investitionen der Variante G2: Klein-BHKW
Anlage 22:	Technik und Investitionen der Variante G3: Wärmepumpe
Anlage 23:	Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanz der Versorgungsvarianten
Anlage 24:	Wirtschaftlichkeitsberechnung der Versorgungsvarianten

Anlage 1: Karte zur Übersicht der Quartiersgrenzen

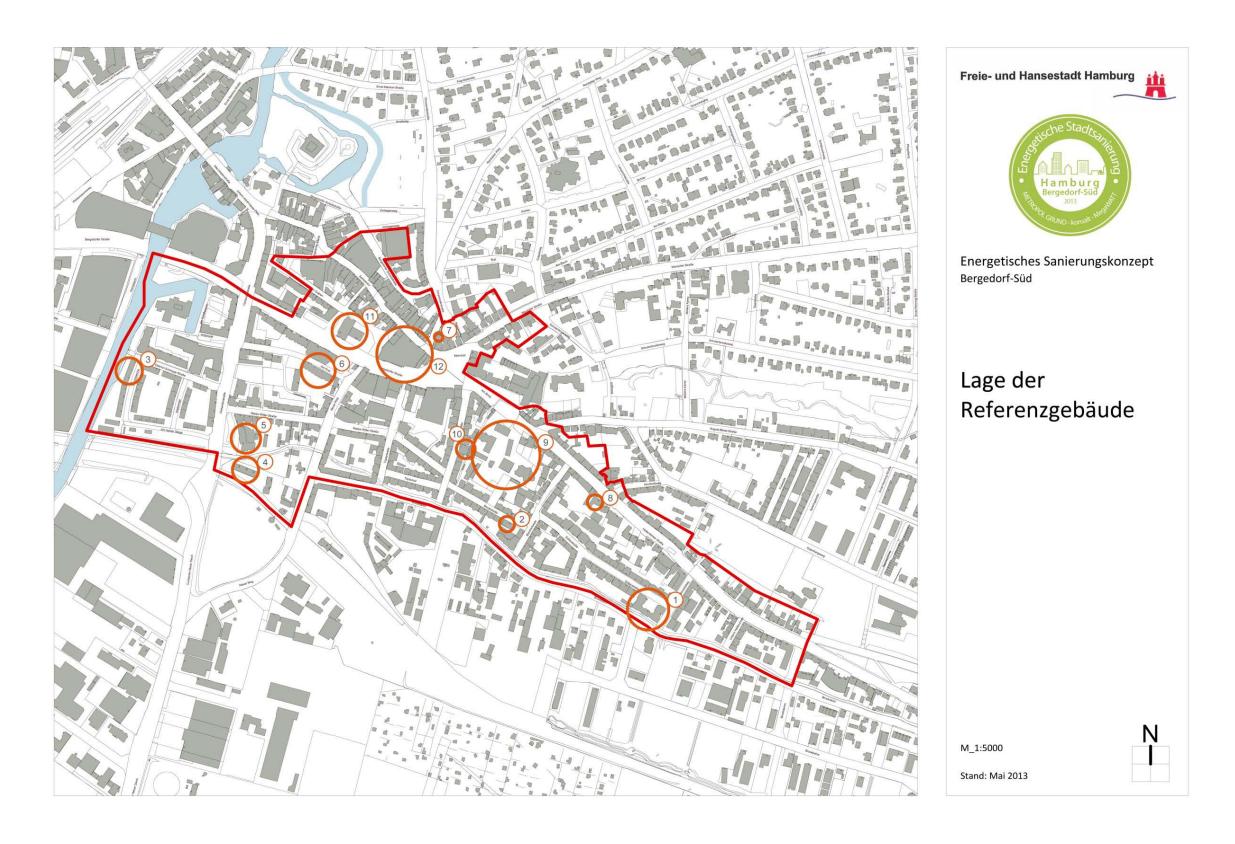


Anlage 2: Karte zum Überblick über das Projektgebiet

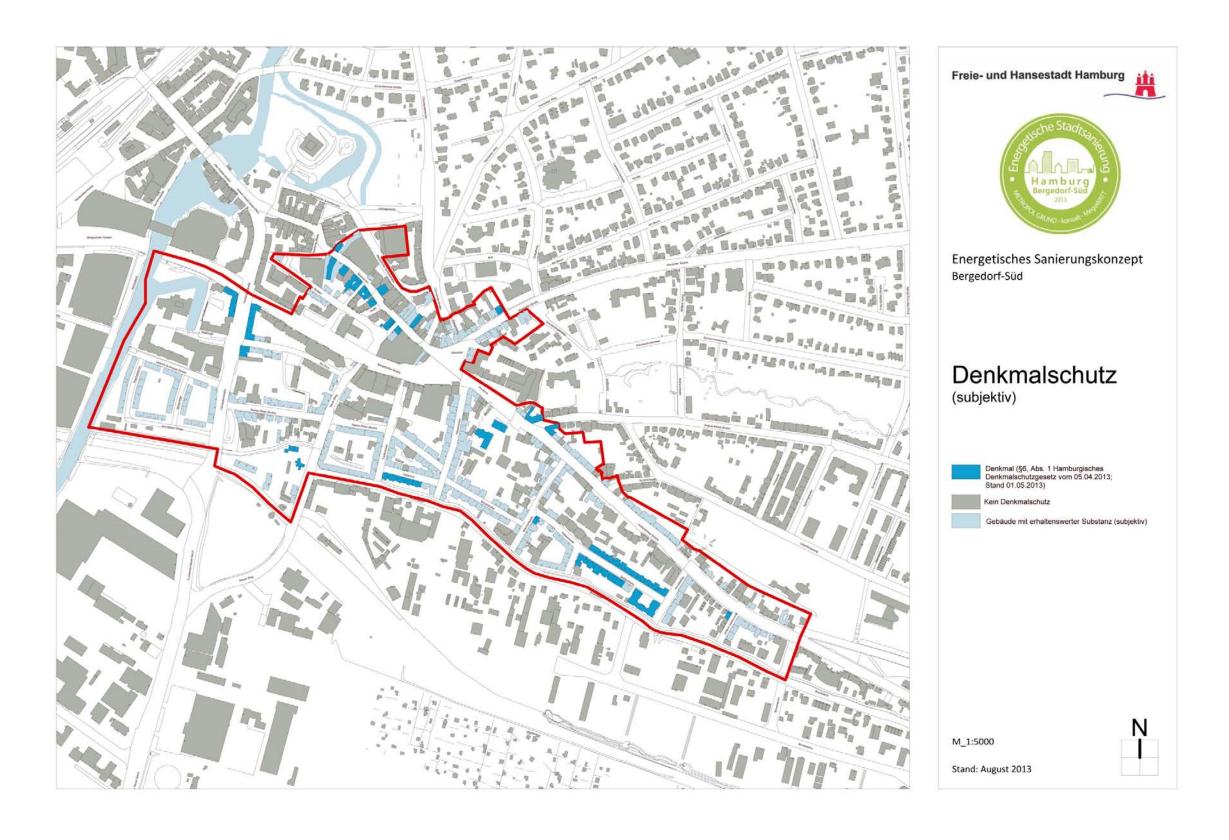




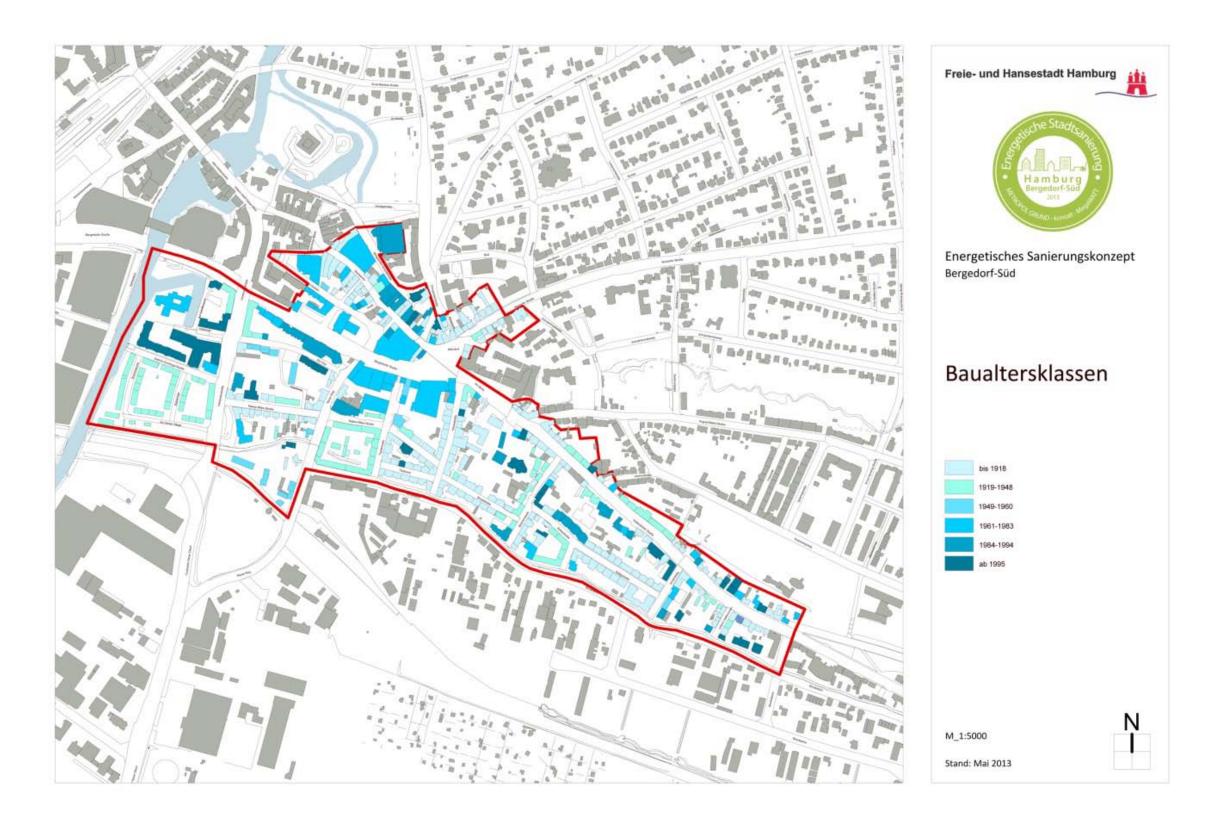
Anlage 3: Karte zur Verortung der Referenzgebäude im Untersuchungsgebiet



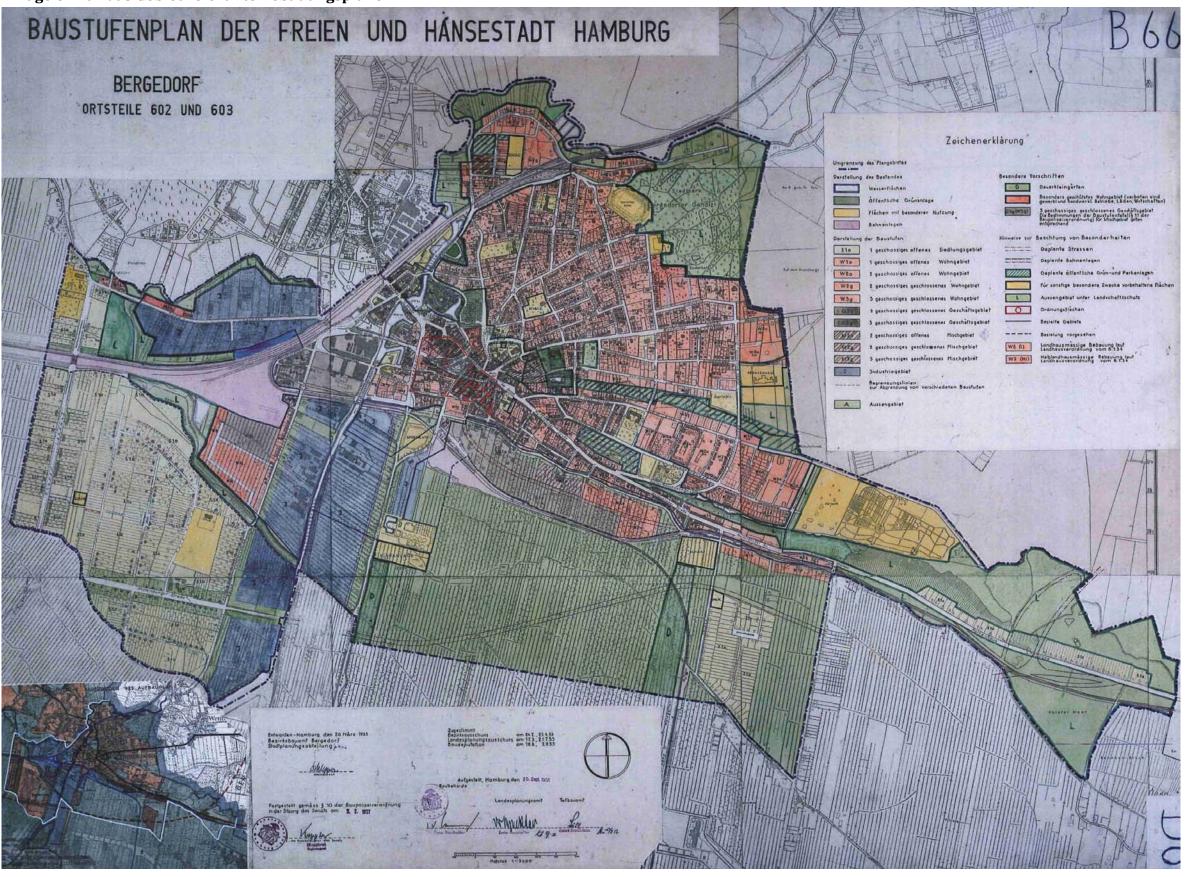
Anlage 4: Karte zur Verteilung des Denkmalschutzes



Anlage 5: Karte zur Verteilung der Baualtersklassen



Anlage 6: Für das Gebiet relevante Bebauungspläne



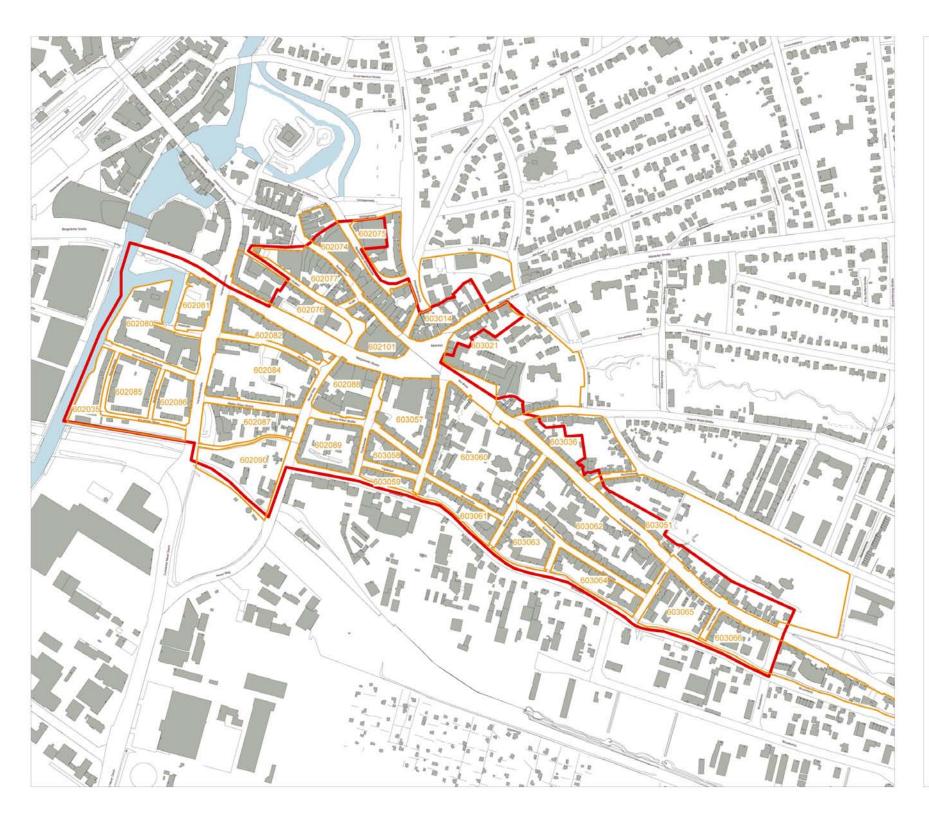
Anlage 7: Flächenangaben nach Baublock (Grundlage von BSU)

Baublock		GF der beheizten ebäude in m²
	2035	2.601,10
	2074	24.650,00
60	2075	0,00
	2076	10.356,70
60	2077	19.552,90
603	2080	25.261,90
603	2081	8.016,00
603	2082	17.825,50
603	2084	16.193,80
603	2085	8.466,80
603	2086	5.726,10
603	2087	6.061,50
603	2088	9.006,80
603	2089	11.411,00
603	2090	3.368,00
603	2101	16.252,50
603	3014	8.051,70
603	3021	10.677,30
603	3036	6.243,10
603	3051	12.568,10
603	3057	9.463,60
603	3058	7.263,90
603	3059	3.125,70
603	3060	17.785,90
603	3061	6.342,50
603	3062	24.874,90
603	3063	7.406,50
603	3064	10.303,80
603	3065	8.506,10
603	3066	7.067,00
Gesamtergebnis	5	324.430,70

Anlage 8: Gasnetzplan Bergedorf (Hamburg Netz GmbH)



Anlage 9: Verteilung der Baublöcke im Gebiet





Anlage 10: Verbrauchauskunft Erdgas (Hamburg Netz GmbH)

Ja	hres	verbr	auch

rechnung Dez. 2011 kWh/Jahr  1.165.936,0 242.610,7 681.950,1 156.705,9 2.049.601,8 730.852,3 590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7 1.374.618,0
1.165.936,0 242.610,7 681.950,1 156.705,9 2.049.601,8 730.852,3 590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
1.165.936,0 242.610,7 681.950,1 156.705,9 2.049.601,8 730.852,3 590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
242.610,7 681.950,1 156.705,9 2.049.601,8 730.852,3 590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5
681.950,1 156.705,9 2.049.601,8 730.852,3 590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
156.705,9 2.049.601,8 730.852,3 590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
2.049.601,8 730.852,3 590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
730.852,3 590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
590.667,8 628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
628.737,8 455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
455.959,1 349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
349.725,8 243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
243.557,4 632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
632.657,1 1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
1.292.835,4 1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
1.160.891,1 1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
1.294.327,4 1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
1.501.314,6 461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
461.125,9 442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
442.975,6 733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
733.582,9 465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
465.912,7 504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
504.915,9 538.997,5 1.046.009,7
538.997,5 1.046.009,7
1.046.009,7
1 374 618 0
519.368,7
364.114,8
622.237,9
163.212,2
476.908,8
448.885,3
404.460,9
337.888,9
898.154,9
425.564,5
416.200,8
149.476,8
218.605,8
196.564,6
333.221,2
444.829,2
462.676,7
306.994,0
463.169,4
218.826,5
1.187.189,1
649.771,5
314.883,4
779.666,3
1.756.535,2
3.529.335,4
3.529.335,4
3.529.335,4 670.755,1 513.191,7
3.529.335,4 670.755,1

Baublock	Verbrauchs- gruppen	Erdgasverbrauch 2011 kWh/Jahr
602035	50*	220.532,7
602074	12*, 13	1.333.609,9
602075	12*	591.882,6
602076	43	463.169,4
602077	44, 45	1.406.015,6
602080	50*	3.308.802,7
602081	14	1.160.891,1
602082	5	2.049.601,8
602084	6 ,7, 8	1.950.257,8
602085	2, 36, 37, 38	807.258,0
602086	3, 4	838.656,0
602087	51	670.755,1
602088	15	1.294.327,4
602089	27, 28, 29, 30	1.711.244,1
602090	52	513.191,7
602101	53	564.994,8
603014	34, 35	841.765,3
603021	46, 47	964.655,0
603036	48	779.666,3
603051	49	1.756.535,2
603057	16, 17	1.962.440,5
603058	39, 40, 41	1.240.727,1
603059	42	306.994,0
603060	1, 18, 19, 20, 21	3.313.323,1
603061	33	898.154,9
603062	22, 23, 24	2.959.625,2
603063	25, 26	883.483,4
603064	54	1.508.322,0
603065	9, 10, 11	1.049.242,4
603066	31, 32	742.349,8
Gesamtergebnis	-	38.092.474,7

<sup>\*</sup>Blockübergreifende Gruppen (12 und 50)

Anlage 11: Verbrauchsauskunft Strom (Vattenfall Stromnetz Hamburg GmbH)

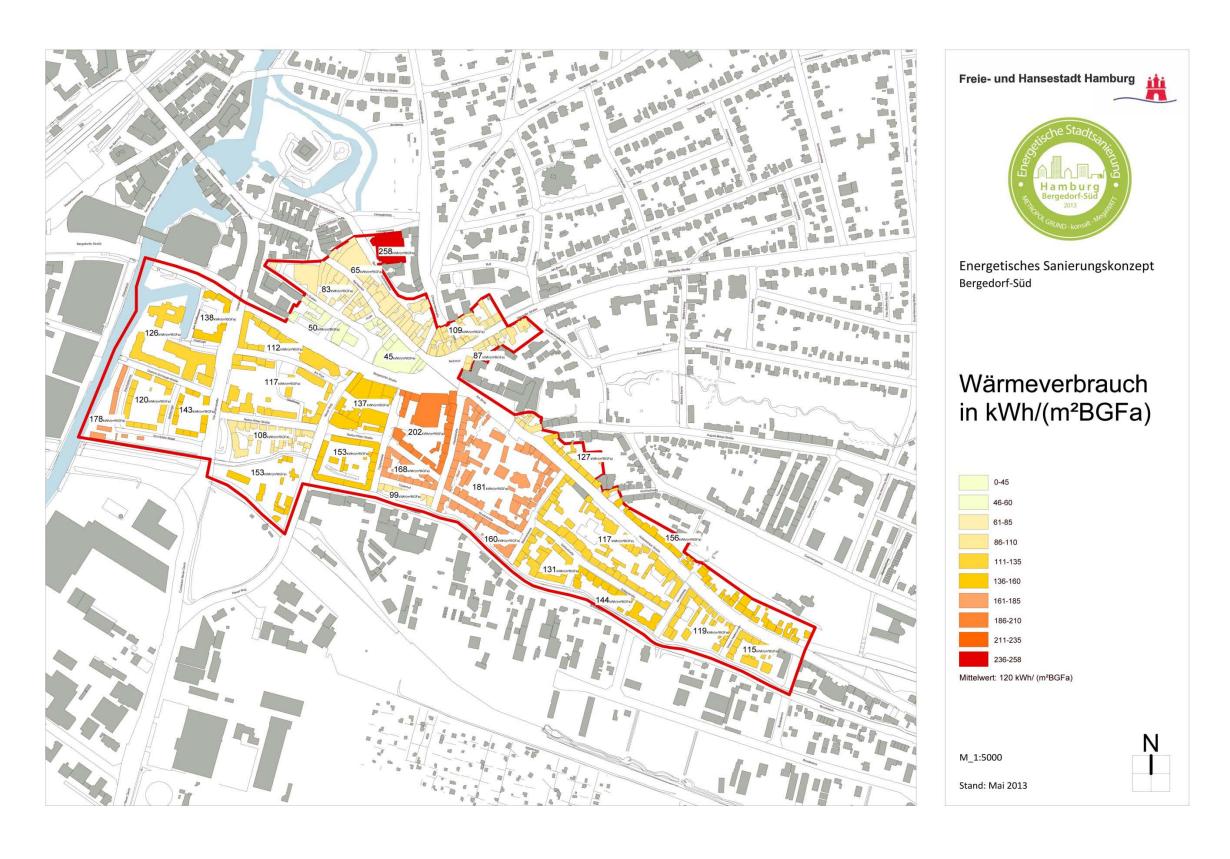
Baublock	Haushaltsstrom	Nachtspeicherheizung		
Daubiock	JVP 31.12.2010 in kWh	JVP 31.12.2010 in kWh	Anzahl	
602035	92.235	284.110	47	
602074	2.480.798	-	-	
602075	250.939	6.006	1	
602076	258.435	6.006	1	
602077	1.056.846	96.089	16	
602080	1.678.115	-	-	
602081	369.510	-	-	
602082	1.403.003	-	-	
602084	493.339	12.719	2	
602085	253.994	248.012	39	
602086	217.954	19.078	3	
602087	196.315	-	-	
602088	978.952	-	-	
602089	403.975	134.941	23	
602090	102.892	-	-	
602101	875.828	88.030	7	
603014	304.544	60.836	10	
603021	320.847	117.044	19	
603036	207.647	48.277	7	
603051	413.173	323.289	47	
603057	733.849	95.383	12	
603058	304.812	54.478	11	
603059	109.714	8.740	4	
603060	869.506	114.045	18	
603061	225.730	183.442	37	
603062	940.092	42.393	6	
603063	256.678	96.925	14	
603064	297.222	54.982	10	
603065	246.310	-	-	
603066	195.706	101.643	11	
Gesamtergebnis	16.538.960	2.196.466	345	

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH 207

Die Verbräuche der Nachtspeicherheizungen liegen ursprünglich für die Baublöcke 602075/602076/602077 einerseits und andererseits 602084/602085/602086 in jeweils einer Summe vor. Da jeweils die Anzahl der Nachtspeicherheizungen pro Baublock bekannt ist, konnte die Verbrauchsaufteilung anhand der Anzahl geschätzt werden.

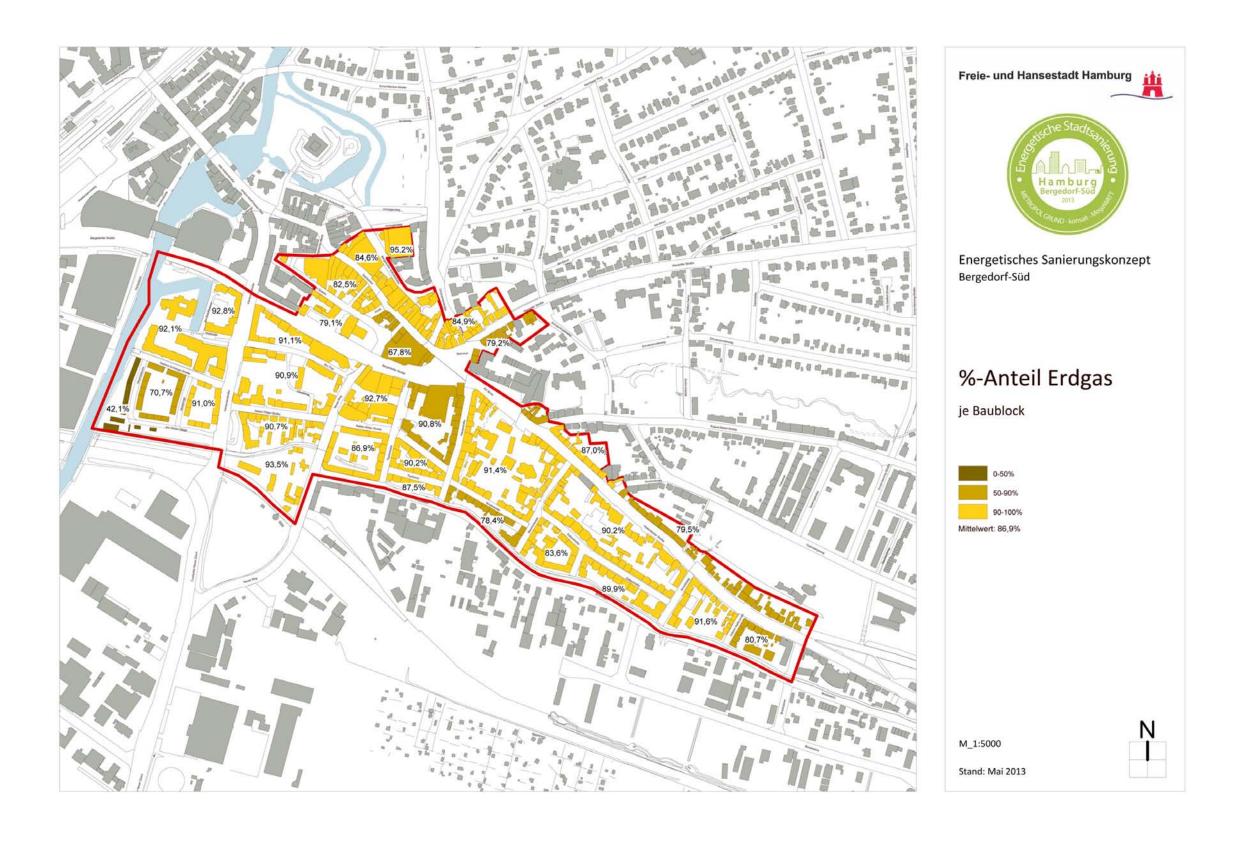
Anlage 12: Karte des spezifischen Wärmeverbrauchs



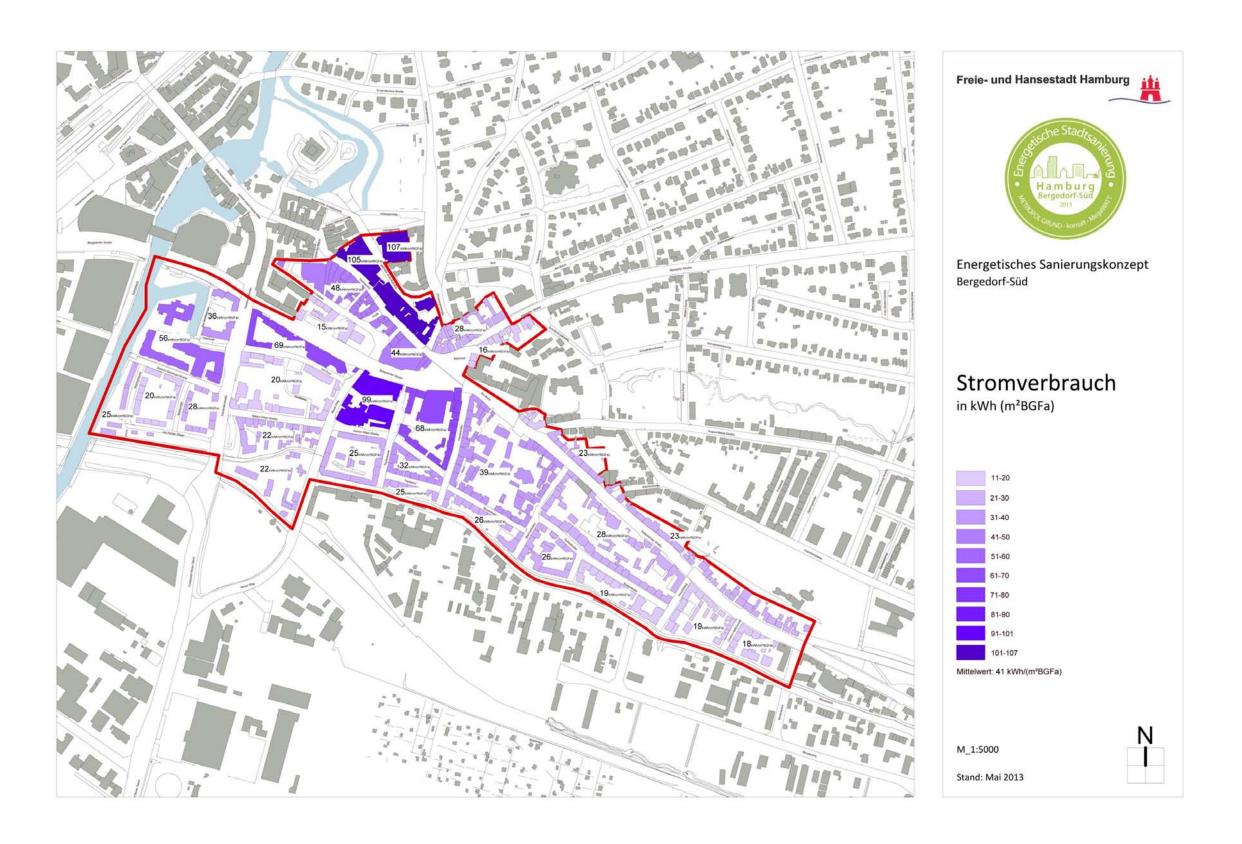
Anlage 13: Ergebnisse der blockweisen Verbrauchsauswertung

Doublook	Wärmeverbrauch	Anteil Erdgas am	Stromverbrauch
Baublock	in kWh/(m <sup>2</sup> BGFa)	Wärmeverbrauch	
602035	178	42,1%	25
602074	65	84,6%	105
602075	258	95,2%	107
602076	50	79,1%	15
602077	83	82,5%	48
602080	126	92,1%	56
602081	138	92,8%	36
602082	112	91,1%	69
602084	117	90,9%	20
602085	120	70,7%	20
602086	143	91,0%	28
602087	108	90,7%	22
602088	137	92,7%	99
602089	153	86,9%	25
602090	153	93,5%	22
602101	45	67,8%	44
603014	109	84,9%	28
603021	87	79,2%	16
603036	127	87,0%	23
603051	156	79,5%	23
603057	202	90,8%	68
603058	168	90,2%	32
603059	99	87,5%	25
603060	181	91,4%	39
603061	160	78,4%	26
603062	117	90,2%	28
603063	131	83,6%	26
603064	144	89,9%	19
603065	119	91,6%	19
603066	115	80,7%	18
Gesamtergebnis	120	86,9%	41

Anlage 14: Karte der Energieträger-Anteile



Anlage 15: Karte des spezifischen Stromverbrauchs



# Anlage 16: Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> (BSU)



Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt Leitstelle Klimaschutz Ursel Lünsmann-Pielke

Tel.: 42840-8055

ursel.luensmann-pielke@bsu.hamburg.de

Stand: Nov. 2012

### Emissionsfaktoren für CO<sub>2</sub> Vorläufige Fassung

Für die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bitten wir die folgenden Umrechnungsfaktoren zugrunde zu legen.

Energieart	Emissionsfaktor CO <sub>2</sub>	Einheit
Strom (bundesdeutscher Strom- mix)	0,566	kg/kWh
Erdgas (in kWh bezogen auf Heizwert, Hu bzw. Hi)	0,201	kg/kWh
Erdgas (in kWh, bezogen auf Brennwert, Ho bzw. Hs)	0,181	kg/kWh
Flüssiggas (in kg, bezogen auf Gewicht)	2,93	kg/kg
Flüssiggas (in kWh, bezogen auf Heizwert Hu bzw. Hi)	0,229	kg/kWh
Heizöl EL (in I, bezogen auf Volumen)	2,660	kg/l
Heizöl EL (in kg, bezogen auf Gewicht)	3,170	kg/kg
Heizöl EL (in kWh, bezogen auf Brennwert Ho bzw. Hs)	0,250	kg/kWh
Heizöl EL (in kWh, bezogen auf Heizwert, Hu bzw. Hi)	0,268	kg/kWh
Heizöl S (in I, bezogen auf Volumen)	3,17	kg/l
Heizöl S (in kWh, bezogen auf Heizwert, Hu bzw. Hi)	0,286	kg/kWh
Dieselkraftstoff (in I, incl. Bioanteil, bezogen auf Volumen)	2,44	kg/l
Dieselkraftstoff (in kWh, bezogen auf Heizwert, Hu bzw. Hi)	0,246	kg/kWh
Ottokraftstoff (in I, incl. Bioanteil, bezogen auf Volumen)	2,15	kg/l

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

212

- 2 -

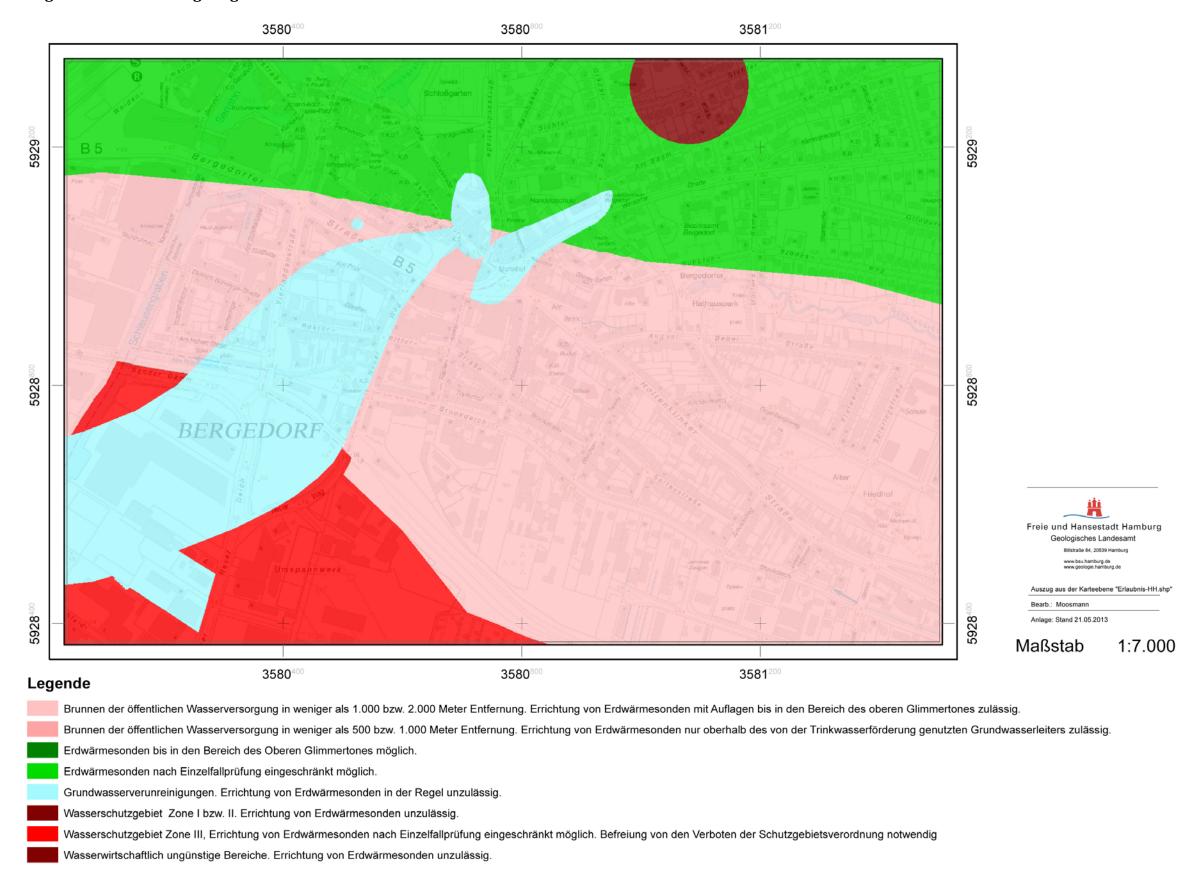
Ottokraftstoff (in kWh, bezogen auf Heizwert, Hu bzw. Hi)	0,243	kg/kWh
Fernwärme	0,295*	kg/kWh
Dampf (Vattenfall), MVR, MVB	0,260 **	kg/kWh
Erneuerbare	0	kg/kg
Steinkohle-Briketts (Eierkohlen)	2,93	kg/kg
Steinkohle-Koks	2,92	kg/kg
Braunkohle-Briketts (Rheinische Braunkohle, Union®)	1,95	kg/kg

Durchschnittswert. Basiert auf den Berechnungen des Statistikamts Nord für die Hamburger CO<sub>2</sub> Bilanz Stand 2010, veröffentlicht Okt. 2012.
 \*\* Vorläufiger Wert

Quelle: Angaben aus GEMIS 4.8 (September 2012)
Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Brennstoffe entsprechen den Angaben des Umweltbundesamtes.
Für Treibstoffe mit biogenen Anteilen liegen vom Umweltbundesamt noch keine Daten vor. Hier wurden die Angaben von GEMIS 4.8 übernommen.

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH

Anlage 17: Karte zur Eignung oberflächennaher Geothermie



# Anlage 18: Technik und Investitionen der Referenzvariante B0 am Brookdeich

20.588 B0-dezentral
Bergedorf-Süd alle Gebäude

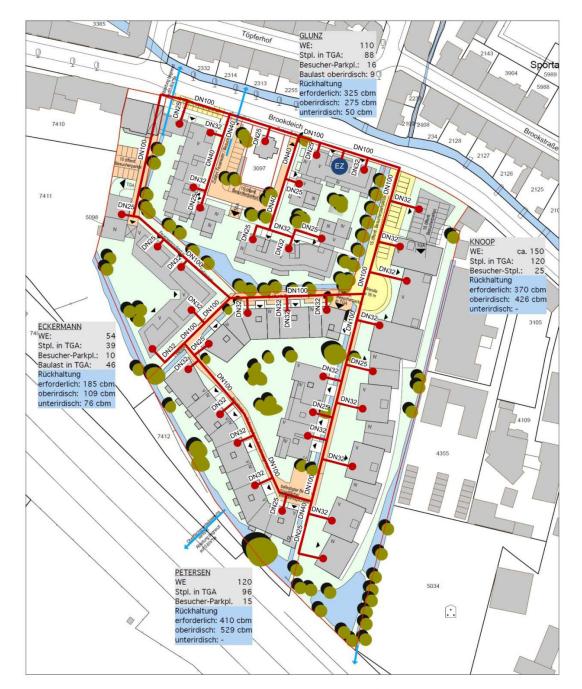
Technik und Investitionen Referenz: Brennwertkessel

Medium	Anlage	Gewerk	Größe	⊟nheit	technische Spezifikation	Anzahl	Invest gesamt [T€]	spez. Kosten in €/ kW
Wärme								
	Wärmeerz							
		Heizkessel			Zentrale	14	98	233
				[kW_th]		11	91	208
				[kW_th]		5	47	190
				[kW_th]		6	64	177
			70	[kW_th]		1	12	166
					Niedertemperatur-/BWT-Kes	sselanlage		
					inkl. Sicherheitsausrüstung			
					Brenner, Schalldämpfer etc.			
					Summe Invest Module	e/Kessel:	312	
		Weitere Anlagenkomponenten		Anteil an Wärmeerzeugerkosten				
		EMSR, Automation	า			10%	31	
					Summe Invest Anlagenkomp	onenten:	31	
					Summe Invest Gesam	tanlage:	343	291
Weitere l	Jmwandlung							_
	TWE/Sol							
		Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR			Flachkollektoren Plattenwärmetauscher			
		Kollektorfläche	1.200	[m <sup>2</sup> ]	Summ	e Invest:	361	301
Zwischen	summe							
							704	
Sonstiges	3							
		Fördermittel (ohne	Solar)				0,0	
		Unvorhergesehenes		10%		70		
		Ingenieurdienstleistungen		15 %; Projektsteuerung,				
					Planung, Genehmigung		106	
Gesamt-I	nvestition							
					Summe Invest B0	(Referenz):	880	

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

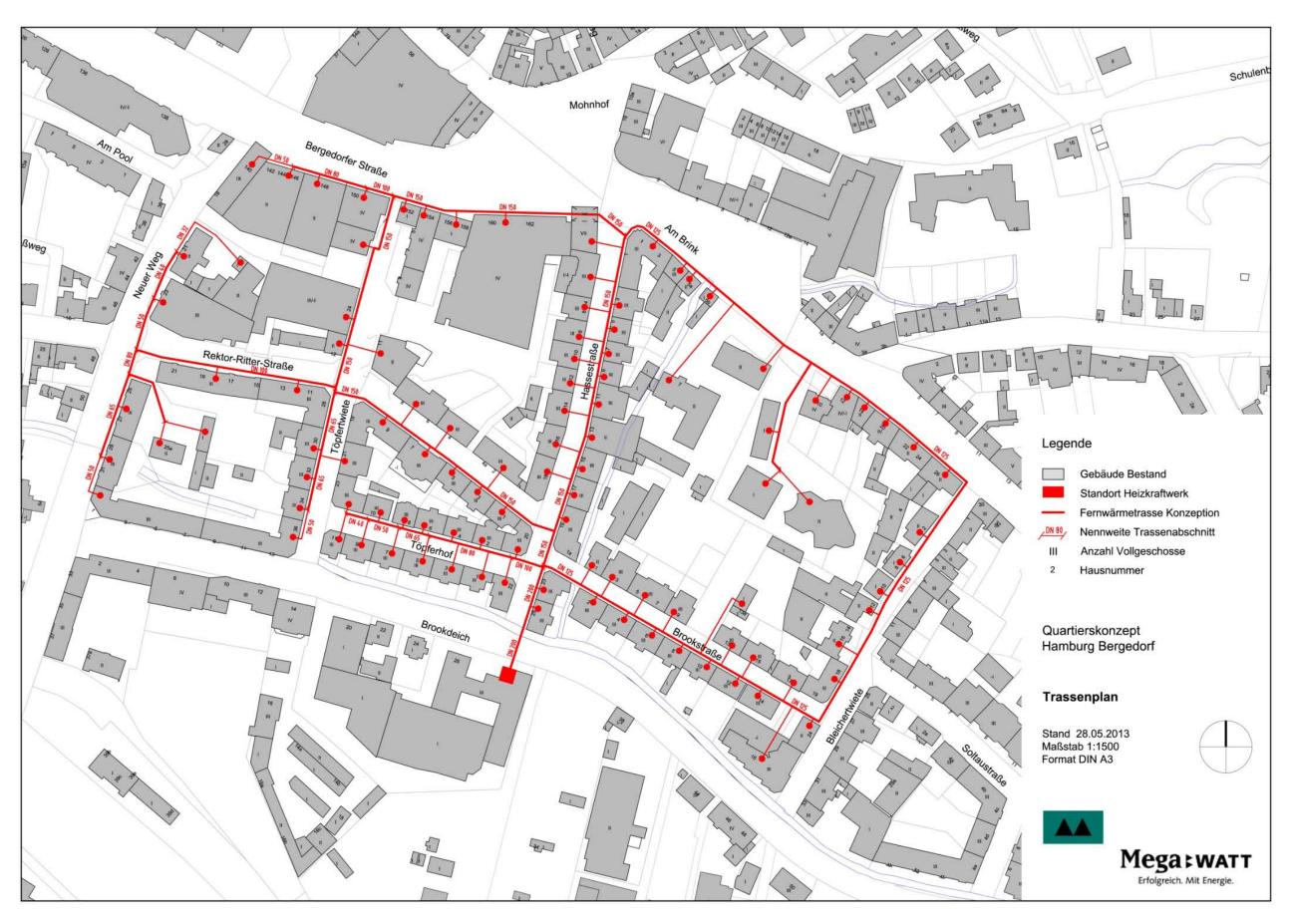
Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH 214

Anlage 19: Trassenpläne für die Nahwärmelösung



Funktionsplan Variante A 22.10.2012





# Anlage 20: Technik und Investitionen der Nahwärmelösungen

20.588

B1, B2

Bergedorf-Süd: Brookdeich Nahwärme Neubaugebiet

Technik und Investitionen

Medium	Anlage	Gewerk	Größe E	∃nheit	technische Spezifikation	Anzahl	Invest gesamt [T€]	spez. Kosten in €/ kW
Wärme	Wärmeerz	religer						
	Walliooi2	BHKW-Aggregat	_	kW_el] kW_th]	Modul komplett TA-Luft (2002) inkl. Motor, Schalldämpfer, Katalysator, Schmierölver- und entsorgung, Be- und entlüftung, Transport, Montage, Inbetriebnahme	1	135	947
		Heizkessel	853 [	kW_th]	Zentrale Niedertemperatur-/ BWT-Keinkl. Sicherheitsausrüstung Brenner, Schalldämpfer etc. Summe Invest Moduli		52 <b>188</b>	61
		Meitore Anlegen	l-aa-	_	Antail on Märmannumau			
		Weitere Anlagenl Abgasanlage, Sch EMSR, Automatic Heißwasserverroh	ornstein n		Anteil an Wärmeerzeu Wasseraufbereitung	20% 20% 20% 20%	38 38 38	
		Lüftungsanlage Verrohrung Gaslei			Summe Invest Anlagenkomp	8% 3%	15 6 <b>133</b>	
					summe mvest Amagenkomp	onemen.	133	
	Nahwärme	otroppo			Summe Invest Gesar	mtanlage:	321	305 sten in <b>€</b> /m
	Nanwanne	Trassenlänge	960 [	m]	KMR-Rohr, 90/50 °C; ohne Oberflächenaufnahme und Wasserhaltungsarbeiten	1	644	671
	Übergabes	stationen	42 [	kW_th]	Hausübergabestation und Hauszentrale nach DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie	37	197,4	128
					•	ne Invest:	842	
Weitere l	Jmwandlun							
	144E/ 301	arthermie Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR			Flachkollektoren Plattenwärmetauscher			
_		Kollektorfläche	1.200 [	m <sup>2</sup> ]	Sumn	ne Invest:	361	301
Zwischen	summe						1.523	
Sonstiges							1.020	
		Fördermittel  Unvorhergesehen	Trasse BHKW		10%		96,4 0 152	
		Ingenieurdienstlei			15 %; Projektsteuerung, Planung, Genehmigung		229	
Gesamt-I	nvestition				Summe Invest Varia	ante B1, B2:	1.808	

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH 217

20.588

Bergedorf-Süd: Brookdeich

Nahwärme erweitertes Gebiet

Technik und Investitionen

Wicarain	Anlage	Gewerk	Größe E	inheit	technische Spezifikation	Anzahl	Invest gesamt [T€]	spez. Kosten in €/ kW
Wärme	Wärmeerz	elider						
		BHKW-Aggregat	_	kW_el] kW_th]	Modul komplett TA-Luft (2002) inkl. Motor, Schalldämpfer, Katalysator, Schmierölver- und entsorgung, Be- und entlüftung, Transport, Montage, Inbetriebnahme	4	257	1.794
		Heizkessel	213 [k	kW_th]	Zentrale Niedertemperatur-/BWT-Ke inkl. Sicherheitsausrüstung Brenner, Schalldämpfer etc. Summe Invest Module	-	103 <b>359</b>	121
		Weiters Anlegen	romponontor	•	Antoil on Wärmoorzou	aarkaatan		
		Weitere Anlagent Abgasanlage, Sch EMSR, Automatio Heißwasserverroh Lüftungsanlage Verrohrung Gaslei	ornstein n rung, Druckh	altung,	Anteil an Wärmeerzeug Wasseraufbereitung Summe Invest Anlagenkomp	20% 20% 20% 8% 3%	72 72 72 29 11 <b>255</b>	
					Summa Invest Casan	ntanlaga	615	584
	Nahwärme	etrasse			Summe Invest Gesan	namaye.		sten in €/m
		Trassenlänge	720 [n	n]	KMR-Rohr, 90/50 °C; ohne Oberflächenaufnahme und Wasserhaltungsarbeiten	1	411	570
	Übergabes	stationen			·			
			42 [k	(W_th]	Hausübergabestation	37	197,4	128
					und Hauszentrale nach DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie		107,1	
					DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie	ne Invest:	608	
Weitere l	Jmwandlun TWF/Sol	•			DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie	ne Invest:		
Weitere l	Jmwandlun TWE/Sol	•	_		DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie	ne Invest:		_
	TWE/ Sol	arthermie Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung	1.200 [n	n²]	DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie Summ Flachkollektoren Plattenwärmetauscher	ne Invest: ne Invest:		301
	TWE/ Sol	arthermie Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR	1.200 [n	n²]	DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie Summ Flachkollektoren Plattenwärmetauscher		608	301
Zwischen	TWE/ Sol	arthermie Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR	1.200 [n	n²]	DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie Summ Flachkollektoren Plattenwärmetauscher		608	301
Zwischen	TWE/ Sol	arthermie Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR	1.200 [n	n²]	DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie Summ		608	301
Zwischen	TWE/ Sol	arthermie Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR Kollektorfläche		n²]	DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie Summ		361 1.584	301
Weitere U Zwischen Sonstiges	TWE/ Sol	arthermie Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR Kollektorfläche	Trasse BHKW es	n²]	DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie Summ Flachkollektoren Plattenwärmetauscher  10% 15 %; Projektsteuerung,		361 1.584 72,0 0 158	301
Zwischen Sonstiges	TWE/ Sol	arthermie Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR Kollektorfläche  Fördermittel  Unvorhergesehene	Trasse BHKW es	m²]	DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie Summ Flachkollektoren Plattenwärmetauscher  Summ		361 1.584 72,0 0	301

20.588

G1

Bergedorf-Süd: Brookdeich

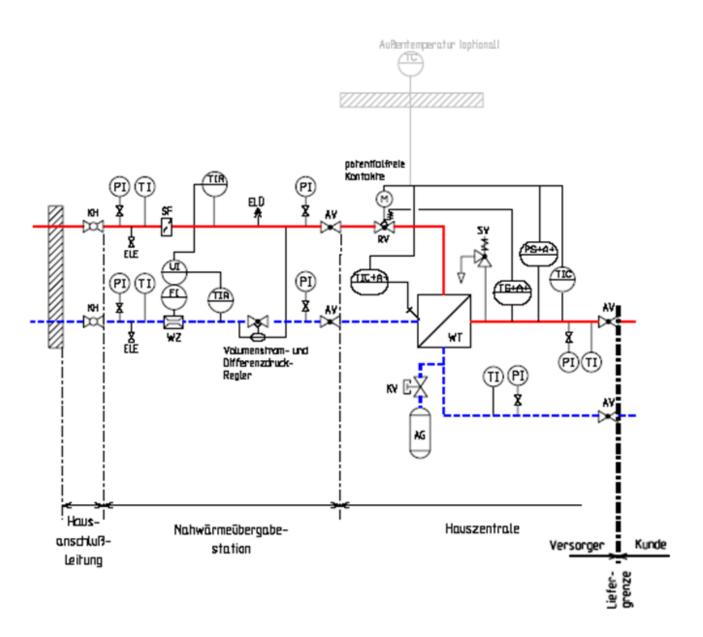
Nahwärme erweitertes Gebiet

Technik und Investitionen

Medium	Anlage	Gewerk	Größe	⊟nheit	technische Spezifikation	Anzahl	Invest gesamt [T€]	spez. Kosten in €/ kW
Wärme								
	Wärmeerz							
		BHKW-Aggregat		i [kW_el] i [kW_th]	Modul komplett TA-Luft (2002) inkl. Motor, Schalldämpfer, Katalysator, Schmierölver- und entsorgung, Be- und entlüftung, Transport, Montage, Inbetriebnahme	1	282	506
		Heizkessel	938	[kW_th]	Zentrale Niedertemperatur-/BWT-Kes inkl. Sicherheitsausrüstung Brenner, Schalldämpfer etc. Summe Invest Module	-	165 <b>447</b>	59
		Weitere Anlagen		ten	Anteil an Wärmeerzeug	gerkosten		
		Abgasanlage, Sch	ornstein			20%	89	
		EMSR, Automatio	n			20%	89	
		Heißwasserverroh	rung, Druc	khaltung,	Wasseraufbereitung	20%	89	
		Lüftungsanlage				8%	36	
		Verrohrung Gaslei	tungen			3%	13	
					Summe Invest Anlagenkomp	onenten:	317	
					Summe Invest Gesam	ntanlage:	765	218
	Nahwärme							sten in €/m
		Trassenlänge	3.784	[m]	KMR-Rohr, 90/50 °C; ohne Oberflächenaufnahme und Wasserhaltungsarbeiten	1	2.946	779
	Übergabes	stationen						
			50	[kW_th]	Hausübergabestation und Hauszentrale nach DIN 4747 inkl. Wärmeübertrager inkl. Peripherie	104	551,2	105
					•	e Invest:	3.497	
Weitere l	Jmwandlun							
	TWE/Sol							
		Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR			Flachkollektoren Plattenwärmetauscher			
		Kollektorfläche	2.995	[m <sup>2</sup> ]	Summ	e Invest:	901	301
Zwischen	summe						F 400	
Sonstiges							5.163	
wholiges		Fördermittel						
		i ordennillei	Trasse				378,4	
		L los combos services	BHKW		100/		0	
		Unvorhergesehen			10%		516	
		Ingenieurdienstlei	sungen		15 %; Projektsteuerung,		774	
Gesamt-I	nvestition				Planung, Genehmigung		774	
- Joseph I					Summe Invest Va	ariante G1:	6.075	

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH 218



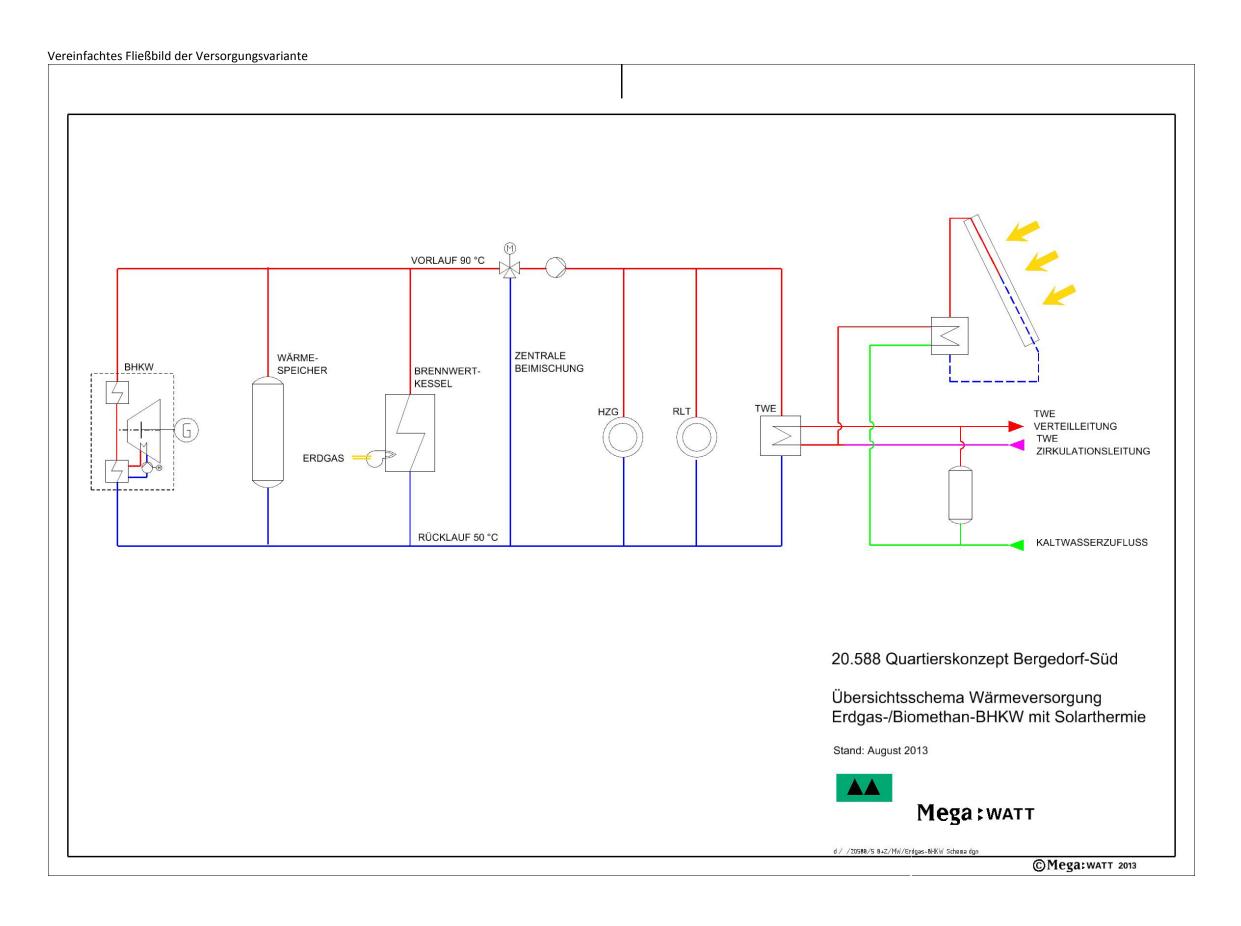
## Legende für MSR-Technik, Symbole nach DIN 19227

Pl	Manameter	TC	Temperoturregelung
ΤI	Thermometer	ΠC	Temperatur regelling mit Anzelge
TR	Temperaturegistrierung	T2+#+	Skhemeltstemperoturwochter
FI	Masserstronmessung	TIC+A+	max. ROddauftemperaturbegrenzung
u	Umwander (Redmer)	P\$+A+	Sicherheitschuckwächter

#### Legende

K	н	Kugelhann
S	F:	Schmulzfänger
4	VZ 1	Würmemengenzühler
	Y .	Absperment L
R	W F	Regelventil nit Notstellfunktion
S	γ :	Sicherheitevenhil
K	γı	Kuppenrentik
4	YT 1	warmetauscher
	, a	kusdehungsgeföß
E	1E	Entheerung
F	1 D 1	EnHO+h.mn

Schema der Übergabestation



#### Anlage 21: Technik und Investitionen der Variante G2: Klein-BHKW

20.588 G2-dezentral
Bergedorf-Süd klein-□st
Technik und Investitionen Klein-BHKW

Invest spez. Enheit technische Spezifikation Medium Anlage Gewerk Anzahl **desamt** Kosten in [**T**€] €kW Wärme Wärmeerzeuger BHKW-Aggregat 10 [kW\_el] 30 3.000 20 [kW\_th] Modul komplett TA-Luft (2002) inkl. Motor, Schalldämpfer, Katalysator, Schmierölverund entsorgung, Be- und entlüftung, Transport, Montage, Inbetriebnahme Speicher-Ladesystem Heizkessel 35 [kW\_th] Zentrale 7,7 219 Niedertemperatur-/BWT-Kesselanlage inkl. Sicherheitsausrüstung Brenner, Schalldämpfer etc. Summe Invest Module/Kessel: 38 Weitere Anlagenkomponenten Anteil an Wärmeerzeugerkosten EMSR, Automation 8 8 Summe Invest Anlagenkomponenten: Summe Invest Gesamtanlage: 45 822 Weitere Umwandlungsanlagen TWE/ Solarthermie Flachkollektoren Flachkollektoren Einbindung TWE Plattenwärmetauscher Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR 10,3 [m<sup>2</sup>] Kollektorfläche Summe Invest: 301 3,1 Zwischensumme 48 Sonstiges Fördermittel BHKW 3,0 Unvorhergesehenes 4,8 Ingenieurdienstleistungen 15 %; Projektsteuerung, Planung, Genehmigung 7,2 Gesamt-Investition

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH

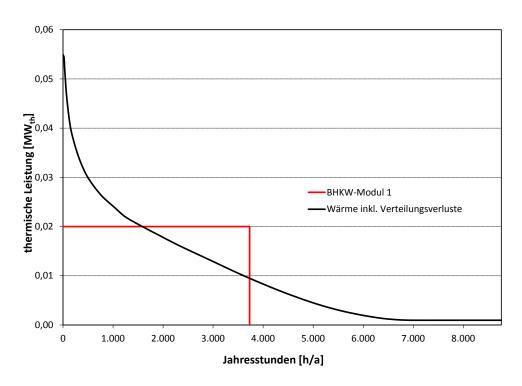
57

Summe Invest Variante G2:

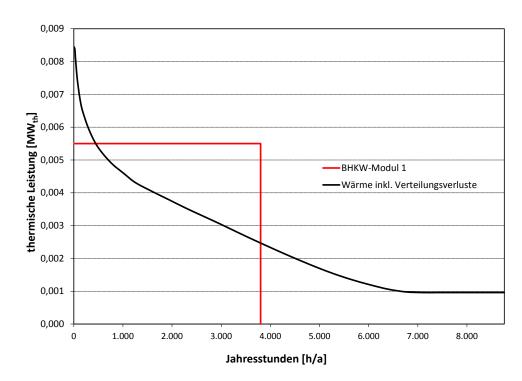
220

## Jahresdauerlinien der Gebäudetypen

### Gebäudetyp "klein" - Ist-Zustand



#### Gebäudetyp "klein" - modernisiert

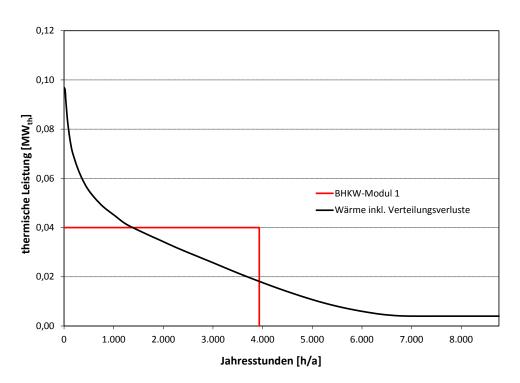


Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

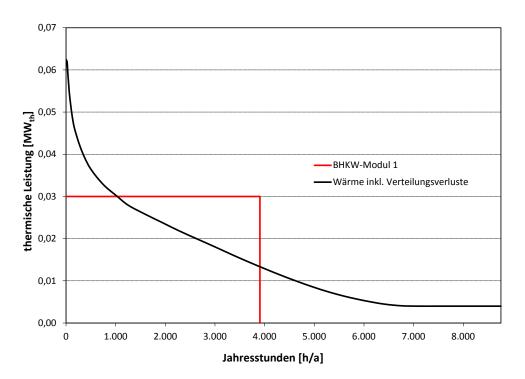
Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH

### Gebäudetyp "groß" - Ist-Zustand

221



#### Gebäudetyp "groß" - modernisiert



Anlage 22: Technik und Investitionen der Variante G3: Wärmepumpe

20.588 G3-dezentral Regedorf-Süd klein-list

Technik und Investitionen Geothermie-Wärmepumpe

Medium	Anlage	Gewerk	Größe	⊟nheit	technische Spezifikation	Anzahl	Invest gesamt [T€]	spez. Kosten in €/ kW
Wärme	Wärmooi	ZOUGOF						
	Wärmeer	Zeugei Elektrowärmepumpe	56	[kW_th]	Wasser/ Wasser Heizung 55 °C, TWE 45 °C Speicher-Ladesystem	1	18	324
		Entnahmestelle Umweltwärme	1.018	-	Erdwärmesonden	1	51	50 [€/ m]
					Summe Invest Wärmepumpe,	Sonden	69	
Weitere U		ngsanlagen						
	IWE/So	olarthermie						
		Flachkollektoren Einbindung TWE Pufferspeicher Pumpen Verrohrung MSR			Flachkollektoren Plattenwärmetauscher			
		Kollektorfläche	10,3	[m <sup>2</sup> ]	Summe	e Invest:	3,1	301
Zwischen	summe							
							72	
Sonstiges								
		Fördermittel						
			Trasse				0,0	
			Wärmepu	ımpe			7,4	
		Unvorhergesehene	S		10%		7	
		Ingenieurdienstleis	tungen		15 %; Projektsteuerung,			
					Planung, Genehmigung		11	
Gesamt-I	nvestition							
					Summe Invest Va	riante G3:	83	

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH 222

223

Anlage 23:	Energie- und CO:	2-Bilanz der V	versorgungsvarianter

IMW	Energiebilanz		dezentral <b>B0</b>	zentral <b>B1</b>	zentral <b>B2</b>	zentral <b>B3</b>	zentral <b>G1a</b>	zentral <b>G1b</b>
Warme					Neubaugebiet,	Neubaugebiet, Eigennutzung,	erweitertes Gebiet mit	erweitertes Gebiet mit
Warme	1 Fudananaiahadan						-	
Image: Company   Imag	-	[MWh_th/a]	2.800	2.800	2.800	2.800	6.989	6.989
[WW_ef]   0,37		_						
	Strom	_	1.104	1.104	1.104	1.104	2.027	
Erreuge Warme (15%) zur TWE   [MWh_et/a]   420   420   420   420   1.088   1	Colouthouseia	[MW_el]	0,37	0,37	0,37	0,37	0,68	0,68
Strombedarf   [MWh_e/a]   6,3   6,3   6,3   6,3   15,7		[MWh_th/a]	420	420	420	420	1 048	1 048
Strombedarf		_						
Strombedarf   [MWh_el/a]   54   56   56   56   140								
Verticate   Mwh_th/a    0   119   119   119   129   297   297   297   297   297   297   297   297   297   297   297   297   298   2499   249	Wärmesysteme							
Nahwāmenetz im Gebiet		[MWh_e1/a]	54	56	56	56	140	140
2. Sekundärenerglebedarf  Wärme [MWh_th/a] 2.380 2.499 2.499 2.499 6.238 6.238 6.238 5.2167  Strom [MWh_e/a] 1.158 1.161 1.161 1.161 2.167 2.167  3. Erzeugung von Sekundärenergle vor Ort  BHKW bei Wärmeführung  Max. Wärmeleistung [MW_th] 0.200 0.200 0.200 0.7000 0.7000 0.7000 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.700 0.7000 0.70	Nahwärmenetz im Gebiet	[MWh th/a]	0	119	119	119	297	297
Warme								
Strom   [MWh_el/a]   1.158   1.161   1.161   1.161   2.167   2.167   2.167   3. Freeuging von Sekundärenergie vor Ort	•	[M/M/h +h/a]	2 200	2 400	2 // 00	2 400	£ 220	£ 720
BHKW bel Wismertihrung		_						
BHKW be Warmetihrung								
Max Warmeleistung	3. Erzeugung von Sekundärenergie vor Ort							
Max. elektrische Leistung   [MW_el]   0,143   0,143   0,143   0,156   0,556   0,556   0,556   0,0765   0,0764   7014   7014   7014   5,993	BHKW bei Wärmeführung							
Durchschnttliche Laureit	•	_						
Erreugung Warme (netto)   MWh_th/a    1.403	3	_						
Erzeugung Elektroenergie (netto)   MWh_el/a    1.004   1.004   1.004   3.334								
Althorsuntzungsgrad Wärme   58    3,3   49,3   49,3   49,3   49,3   39,5   39,5     Alahresnutzungsgrad Strom   54    35,3   35,3   35,3   39,5   39,5     Althorsantzungsgrad Strom   54    35,3   35,3   35,3   39,5   39,5     Althorsantzitzahl   [-]   5   5     Brennstoffeinsatz   [MWh_HI/a]   2.844   2.844   2.844   8.447   8.447     Resselandse		_						
Jahres nutzungs grad Strom   [94]   35,3   35,3   35,3   39,5   39,5     Jahres arbeits zahl   [-]								
Name								
Max. Wārmeleistung	Jahresarbeitszahl	[-]						
Max. Warmeleistung	Brennstoffeinsatz	[MWh_Hi/a]		2.844	2.844	2.844	8.447	8.447
Erzeugung Wärme [MWh_th/a] 2,380 1.096 1.096 1.096 3.143 3.143 3.143 alahresnutzungsgrad Wärme [%] 92,0 92,0 92,0 92,0 92,0 92,0 92,0 92,0	Kesselanlage							
Jahres nutzungsgrad Wärme   %  92,0 92,0 92,0 92,0 92,0 92,0 92,0 92,0	Max. Wärmeleistung	_						
### Brennstoffeinsatz   MWh_Hi/a    2.587   1.191   1.191   1.191   3.417   3.417    ### A. Fremderzeugung von Sekundärenergie  #### A. Fremderzeugung von Verbund  ### Erzeugung Elektroenergie vor Ort (netto)   MWh_el/a    1.004   1.004   1.004   3.334   3.334    ### Erzeugung Elektroenergie (mort)   MWh_el/a    1.004   0   0   0    ### Erzeugung Elektroenergie (mort)   MWh_el/a    1.158   1.161   157   157   2.167   2.167    ### 2.167   2.167   2.167   2.167    ### 3.418   3.334   3.334    ### Erzeugung Elektroenergie (mort)   MWh_el/a    1.158   1.161   157   157   2.167    ### 2.167   2.167   2.167    ### 3.418   3.334    ### 3.334   3.334    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.345   3.615    ### 3.346   3.615    ### 3.346   3.346    ### 3.347   3.417    ### 3.347   3.417    ### 3.417   3.417    ### 3.417   3.417    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.418   3.345    ### 3.		_						
### Fremdstromerzeugung von Verbund   Fremdstromerzeugung von Verbund								
Fremdstromerzeugung von Verbund   Erzeugung Elektroenergie vor Ort (netto)   [MWh_el/a]   1.004   1.004   1.004   1.004   0   0   0   0   0   0   0   0   0	bieilis torieriis atz	[IVIVVII_HI/d]	2.367	1.191	1.191	1.191	3.417	5.417
Erzeugung Elektroenergie vor Ort (netto)   MWh_el/a    1.004   1.004   1.004   3.334   3.334	4. Fremderzeugung von Sekundärenergie							
Eigener Stromwerbrauch       [MWh_el/a]       0       1.004       1.004       0       0         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       1.158       1.161       157       157       2.167       2.167         Jahresnutzungsgrad Strom       [%]       40,00	Fremdstromerzeugung von Verbund							
Einspeisung Elektroenergie [MWh_el/a] 1.158 1.161 1.57 1.57 2.167								
Erzeugung Elektroenergie (netto) [MWh_el/a] 1.158 1.161 157 157 2.167 2.167 2.167 Jahresnutzungsgrad Strom [%] 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 50.	•	_		_				
Jahresnutzungsgrad Strom [%] 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 40,00 A0,00 Brennstoffeinsatz [MWh_Hi/a] 2.895 2.901 392 392 5.418 5.418 5.418  5. Gesamtenergiebilanz  Brennstoffeinsatz gesamt [MWh_Hi/a] 5.482 6.937 4.427 4.427 17.281 17.281 davon Brennstoffeinsatz vor Ort [MWh_Hi/a] 2.587 4.036 4.036 4.036 11.863 11.863 11.863 Primärenergie gesamt [MWh/a] 5.857 2.738 4.847 4.847 8.683 3.615 Erzeugung Sekundärwärme [MWh_th/a] 2.380 2.499 2.499 2.499 6.238 6.238 Verkauf Wärme an Kunde [MWh_th/a] 2.800 2.800 2.800 2.800 6.989 6.989 Stromerzeugung gesamt [MWh_el/a] 1.158 2.164 1.161 1.161 5.501 5.501 davon Stromerzeugung vor Ort [MWh_el/a] 0 1.004 1.004 1.004 3.334 3.334 davon Fremdstromerzeugung Verbund [MWh_el/a] 1.158 1.161 157 157 2.167 2.167 Technische Stromverbraucher [MWh_el/a] 53,9 56,3 56,3 56,3 140,5 140,5 Stromverkauf an Kunden [MWh_el/a] 1.104 1.104 1.104 1.104 2.027 2.027 6. Angaben zur Wärmeversorgung Endenergie für Wärme [MWh_el/a] 2.986 -133 1.976 1.976 3.414 -1.654			1 150					
Brennstoffeinsatz         [MWh_Hi/a]         2.895         2.901         392         392         5.418         5.418           5. Gesamtenergiebilanz           Brennstoffeinsatz gesamt         [MWh_Hi/a]         5.482         6.937         4.427         4.427         17.281         17.281           davon Brennstoffeinsatz vor Ort         [MWh_Hi/a]         2.587         4.036         4.036         4.036         11.863         11.863           Primärenergie gesamt         [MWh/a]         5.857         2.738         4.847         4.847         8.683         3.615           Erzeugung Sekundärwärme         [MWh_th/a]         2.380         2.499         2.499         6.238         6.238           Verkauf Wärme an Kunde         [MWh_th/a]         2.800         2.800         2.800         2.800         6.989         6.989           Stromerzeugung gesamt         [MWh_el/a]         1.158         2.164         1.161         1.161         5.501         5.501           davon Stromerzeugung vor Ort         [MWh_el/a]         1.158         1.161         157         157         2.167         2.167           Technische Stromverbraucher         [MWh_el/a]         53,9         56,3         56,3         56,3         140,5								
Brennstoffeinsatz gesamt       [MWh_Hi/a]       5.482       6.937       4.427       4.427       17.281       17.281         davon Brennstoffeinsatz vor Ort       [MWh_Hi/a]       2.587       4.036       4.036       4.036       11.863       11.863         Primärenergie gesamt       [MWh/a]       5.857       2.738       4.847       4.847       8.683       3.615         Erzeugung Sekundärwärme       [MWh_th/a]       2.380       2.499       2.499       2.499       6.238       6.238         Verkauf Wärme an Kunde       [MWh_th/a]       2.800       2.800       2.800       2.800       6.989       6.989         Stromerzeugung gesamt       [MWh_el/a]       1.158       2.164       1.161       1.161       5.501       5.501         davon Stromerzeugung vor Ort       [MWh_el/a]       0       1.004       1.004       1.004       3.334       3.334         davon Fremdstromerzeugung Verbund       [MWh_el/a]       1.158       1.161       157       157       2.167       2.167         Technische Stromverbraucher       [MWh_el/a]       53,9       56,3       56,3       56,3       140,5       140,5         Stromverkauf an Kunden       [MWh_el/a]       1.104       1.104       1.104 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>								
Brennstoffeinsatz gesamt       [MWh_Hi/a]       5.482       6.937       4.427       4.427       17.281       17.281         davon Brennstoffeinsatz vor Ort       [MWh_Hi/a]       2.587       4.036       4.036       4.036       11.863       11.863         Primärenergie gesamt       [MWh/a]       5.857       2.738       4.847       4.847       8.683       3.615         Erzeugung Sekundärwärme       [MWh_th/a]       2.380       2.499       2.499       2.499       6.238       6.238         Verkauf Wärme an Kunde       [MWh_th/a]       2.800       2.800       2.800       2.800       6.989       6.989         Stromerzeugung gesamt       [MWh_el/a]       1.158       2.164       1.161       1.161       5.501       5.501         davon Stromerzeugung vor Ort       [MWh_el/a]       0       1.004       1.004       1.004       3.334       3.334         davon Fremdstromerzeugung Verbund       [MWh_el/a]       1.158       1.161       157       157       2.167       2.167         Technische Stromverbraucher       [MWh_el/a]       53,9       56,3       56,3       56,3       140,5       140,5         Stromverkauf an Kunden       [MWh_el/a]       1.104       1.104       1.104 <td>5. Gesamtenergiebilanz</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>	5. Gesamtenergiebilanz							
Primärenergie gesamt       [MWh/a]       5.857       2.738       4.847       4.847       8.683       3.615         Erzeugung Sekundärwärme       [MWh_th/a]       2.380       2.499       2.499       2.499       6.238       6.238         Verkauf Wärme an Kunde       [MWh_th/a]       2.800       2.800       2.800       2.800       6.989       6.989         Stromerzeugung gesamt       [MWh_el/a]       1.158       2.164       1.161       1.161       5.501       5.501         davon Stromerzeugung vor Ort       [MWh_el/a]       0       1.004       1.004       1.004       3.334       3.334         davon Fremdstromerzeugung Verbund       [MWh_el/a]       1.158       1.161       157       157       2.167       2.167         Technische Stromverbraucher       [MWh_el/a]       53,9       56,3       56,3       56,3       140,5       140,5         Stromverkauf an Kunden       [MWh_el/a]       1.104       1.104       1.104       1.104       2.027       2.027         6. Angaben zur Wärmeversorgung       [MWh_Hi/a]       2.641       2.493       2.478       2.478       7.040       7.040         Primärenergie für Wärme       [MWh/a]       2.986       -133       1.976       <	-	[MWh_Hi/a]	5.482	6.937	4.427	4.427	17.281	17.281
Erzeugung Sekundärwärme         [MWh_th/a]         2.380         2.499         2.499         2.499         6.238         6.238           Verkauf Wärme an Kunde         [MWh_th/a]         2.800         2.800         2.800         6.989         6.989           Stromerzeugung gesamt         [MWh_el/a]         1.158         2.164         1.161         1.161         5.501         5.501           davon Stromerzeugung vor Ort         [MWh_el/a]         0         1.004         1.004         1.004         3.334         3.334           davon Fremdstromerzeugung Verbund         [MWh_el/a]         1.158         1.161         157         157         2.167         2.167           Technische Stromverbraucher         [MWh_el/a]         53,9         56,3         56,3         56,3         140,5         140,5           Stromverkauf an Kunden         [MWh_el/a]         1.104         1.104         1.104         1.104         2.027         2.027           6. Angaben zur Wärmeversorgung         Endenergie für Wärme         [MWh_Hi/a]         2.641         2.493         2.478         2.478         7.040         7.040           Primärenergie für Wärme (SGM)         [MWh/a]         2.986         -133         1.976         1.976         3.414         -1.6			2.587	4.036	4.036	4.036		11.863
Verkauf Wärme an Kunde       [MWh_th/a]       2.800       2.800       2.800       6.989       6.989         Stromerzeugung gesamt       [MWh_el/a]       1.158       2.164       1.161       1.161       5.501       5.501         davon Stromerzeugung vor Ort       [MWh_el/a]       0       1.004       1.004       1.004       3.334       3.334         davon Fremdstromerzeugung Verbund       [MWh_el/a]       1.158       1.161       157       157       2.167       2.167         Technische Stromverbraucher       [MWh_el/a]       53,9       56,3       56,3       56,3       140,5       140,5         Stromverkauf an Kunden       [MWh_el/a]       1.104       1.104       1.104       1.104       2.027       2.027         6. Angaben zur Wärmeversorgung       Endenergie für Wärme       [MWh_Hi/a]       2.641       2.493       2.478       2.478       7.040       7.040         Primärenergie für Wärme (SGM)       [MWh/a]       2.986       -133       1.976       1.976       3.414       -1.654	8 8							
Stromerzeugung gesamt         [MWh_el/a]         1.158         2.164         1.161         1.161         5.501         5.501           davon Stromerzeugung vor Ort         [MWh_el/a]         0         1.004         1.004         1.004         3.334         3.334           davon Fremdstromerzeugung Verbund         [MWh_el/a]         1.158         1.161         157         157         2.167         2.167           Technische Stromverbraucher         [MWh_el/a]         53,9         56,3         56,3         56,3         140,5         140,5           Stromverkauf an Kunden         [MWh_el/a]         1.104         1.104         1.104         1.104         2.027         2.027           6. Angaben zur Wärmeversorgung         Endenergie für Wärme         [MWh_Hi/a]         2.641         2.493         2.478         2.478         7.040         7.040           Primärenergie für Wärme (SGM)         [MWh/a]         2.986         -133         1.976         1.976         3.414         -1.654								
davon Stromerzeugung vor Ort davon Fremdstromerzeugung Verbund (MWh_el/a)         0         1.004         1.004         3.334         3.334           davon Fremdstromerzeugung Verbund (MWh_el/a)         1.158         1.161         157         157         2.167         2.167           Technische Stromverbraucher         [MWh_el/a]         53,9         56,3         56,3         56,3         140,5         140,5           Stromverkauf an Kunden         [MWh_el/a]         1.104         1.104         1.104         1.104         2.027         2.027           6. Angaben zur Wärmeversorgung         Endenergie für Wärme         [MWh_Hi/a]         2.641         2.493         2.478         2.478         7.040         7.040           Primärenergie für Wärme (SGM)         [MWh/a]         2.986         -133         1.976         1.976         3.414         -1.654		_						
davon Fremdstromerzeugung Verbund         [MWh_el/a]         1.158         1.161         157         157         2.167         2.167           Technische Stromverbraucher         [MWh_el/a]         53,9         56,3         56,3         56,3         140,5         140,5           Stromverkauf an Kunden         [MWh_el/a]         1.104         1.104         1.104         1.104         2.027         2.027           6. Angaben zur Wärmeversorgung         Endenergie für Wärme         [MWh_Hi/a]         2.641         2.493         2.478         2.478         7.040         7.040           Primärenergie für Wärme (SGM)         [MWh/a]         2.986         -133         1.976         1.976         3.414         -1.654		_						
Technische Stromverbraucher         [MWh_el/a]         53,9         56,3         56,3         56,3         140,5         140,5           Stromverkauf an Kunden         [MWh_el/a]         1.104         1.104         1.104         1.104         2.027           6. Angaben zur Wärmeversorgung         Endenergie für Wärme         [MWh_Hi/a]         2.641         2.493         2.478         2.478         7.040         7.040           Primärenergie für Wärme (SGM)         [MWh/a]         2.986         -133         1.976         1.976         3.414         -1.654	8 8							
6. Angaben zur Wärmeversorgung         Endenergie für Wärme       [MWh_Hi/a]       2.641       2.493       2.478       2.478       7.040       7.040         Primärenergie für Wärme (SGM)       [MWh/a]       2.986       -133       1.976       1.976       3.414       -1.654								
Endenergie für Wärme         [MWh_Hi/a]         2.641         2.493         2.478         2.478         7.040         7.040           Primärenergie für Wärme (SGM)         [MWh/a]         2.986         -133         1.976         1.976         3.414         -1.654	Stromverkauf an Kunden	[MWh_el/a]	1.104	1.104	1.104	1.104	2.027	2.027
Primärenergie für Wärme (SGM) [MWh/a] 2.986 -133 1.976 1.976 3.414 -1.654	6. Angaben zur Wärmeversorgung							
	_							
rimatenergie iui watine (riwi)   [wiwii/a] 2.986 2.080 2.811 2.811 7.955 5.865								
	enmaienergie für warme (FIM)	[ININNII/a]	2.986	2.080	2.811	2.811	7.955	5.865

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH

		В0	B1	B2	В3	G1a	G1b
20.588		Brennwert- kessel	Nahwärme Neubaugebiet	Nahwärme Neubaugebiet, Eigennutzung	Nahwärme Neubaugebiet, Eigennutzung,	Nahwärme erweitertes Gebiet mit	Nahwärme erweitertes Gebiet mit
Bergedorf-Süd: Brookdeich					4 Zentralen	Erdgas	Biomethan
Brennstoffeinsatz							
Erdgas	[MWh_Hi/a]	2.587	1.191	4.036	4.036	11.863	3.417
Biomethan	[MWh_Hi/a]	0	2.844	0	0	0	8.447
Brennstoffeinsatz gesamt	[MWh_Hi/a]	2.587	4.036	4.036	4.036	11.863	11.863
Fremdstrombezug	[MWh_el/a]	1.158	1.161	157	157	2.167	2.167
davon Hilfsstrom	[MWh_el/a]	54	56	56	56	140	140
eingespeister Strom	[MWh_el/a]	0	1.004	0	0	3.334	3.334
CO2-Emissionen							
PEE_KWK	[-]		0,20	0,21	0,21	0,25	0,25
W_th_KWK	[MWh_Hi/a]		1.246	1.231	1.231	3.483	3.483
W_el_KWK	[MWh_Hi/a]		1.599	1.614	1.614	4.964	4.964
Emissionen KWK Strom	[t/a]	0	0	324	324	998	C
Emissionen KWK Wärme	[t/a]	0	0	247	247	700	0
Kesselanlagen	[t/a]	520	239	239	239	687	687
Fremdstrom	[t/a]	655	657	89	89	1.227	1.227
davon Hilfsstrom	[t/a]	31	32	32	32	80	80
Einspeisung Strom	[t/a]	0	-568	0	0	-1.887	-1.887
Summe	[t/a]	1.175	328	900	900	1.724	27
Emissionen für Wärme (SGM)	[t/a]	550	-297	275	275	577	-1.120
spez. Emissionen Wärme (SGM)	[kg/MWh_th]	197	-106	98	98	83	-160
Emissionen für Wärme (FiM)	[t/a]	550	271	519	519	1.466	766
spez. Emissionen Wärme (FiM)	[kg/MWh th]	197	97	185	185	210	110

_	_	_
7	7	л
_	_	4

Energiebilanz 20.588		klein- Ist	G2-dezer klein- modernisiert	ntral groß- Ist	groß- modernisiert	klein- Ist	G3-deze klein- modernisiert	ntral groß- Ist	groß- modernisiert	G2/G3 klein- ist
			Klein-BH	ĸw	 		Geothermie-Wä	irmepumpe		Brennwert- Kessel
Bergedorf-Süd										nesse.
1. Endenergiebedarf										
Wärme	[MWh_th/a] [MW th]	90 0,056	25 0,009	190 0,099	0,064	90 0,056	25 0,009	190 0,099	140 0,064	90 0,056
Strom	[MWh_el/a]	16	16	39	39	16	16	39	39	16
Umwandlungsanlagen	[MW_eI]	0,005	0,005	0,013	0,013	0,005	0,005	0,013	0,013	0,005
Solarthermie										
Erzeugte Wärme (30% der TWE)	[MWh_th/a]	3,6	3,6	15,0	15,0	3,6	3,6	15,0	15,0	3,6
Strombedarf	[MWh_el/a]	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1
Wärmesysteme	[84)4/b ol/ol	1.4	0.0	2.0	2.0	1.4	0.0	2.0	2.0	1.4
Strombedarf Wermeverteilung, Lüftung Strombedarf Solarthermie, Wärmepumpe	[MWh_el/a] [MWh_el/a]	1,4 0,1	0,8 0,1	3,8 0,2	2,8 0,2	1,4 23,1	0,8 5,8	3,8 46,9	2,8 33,6	1,4 0,1
Wärmesysteme gesamt	[MWh_el/a]	1,5	0,8	4,0	3,0	24,5	6,5	50,7	36,4	1,5
2. Sekundärenergiebedarf										
Wärme Strom	[MWh_th/a] [MWh_el/a]	86 17	21 17	175 43	125 42	86 41	21 23	175 90	125 75	86 17
3. Erzeugung von Sekundärenergie vor Ort	,,-1							30		
Wärmepumpe Max. Wärmeleistung	[MW_th]					0,056	0,009	0,099	0,064	
Durchs chnittliche Laufzeit	[h/a]					1.557	2.378	1.777	1.953	
Erzeugung Wärme (netto)	[MWh_th/a]				ĺ	86	21	175	125	
Jahresarbeitszahl Brennstoffeinsatz	[-] [MWh_Hi/a]				I	3,75	3,75	3,75	3,75	
Stromeinsatz WP	[MWh_el/a]					23,0	5,7	46,7	33,3	
Wärmeaufnahme Erdreich	[MWh_Hi/a]				i	63,4	15,7	128,3	91,7	
BHKW bei Wärmeführung	fame at 1	0.0000	0.0055		ا					
Max. Wärmeleistung Max. elektrische Leistung	[MW_th] [MW_eI]	0,0200 0,0100	0,0055 0,0020	0,0400 0,0200	0,0300 0,0170					
Durchschnittliche Laufzeit	[h/a]	3.729	3.802	3.932	3.904					
Erzeugung Wärme (netto)	[MWh_th/a]	75	21	157	117				ļ	
Erzeugung Elektroenergie (netto) Jahresnutzungsgrad Wärme	[MWh_el/a] [%]	37 63,3	8 67,9	79 63,3	66 63,9					
Jahresnutzungsgrad Strom	[%]	31,7	27,1	31,7	31,1					
Jahres arbeits zahl	[-]	440	24	240	102					
Brennstoffeinsatz	[MWh_Hi/a]	118	31	248	183					
Kesselanlage Max. Wärmeleistung	[MW_th]	0,035	0,003	0,057	0,032					0,056
Erzeugung Wärme	[MWh_th/a]	12	0,003	18	8,				ļ	86
Jahresnutzungsgrad Wärme	[%]	92,0	92,0	92,0	92,0					92,0
Brennstoffeinsatz	[MWh_Hi/a]	13	0	19	9					94
4. Fremderzeugung von Sekundärenergie										
Fremdstromerzeugung von Verbund					 				ļ	
Erzeugung Elektroenergie vor Ort (netto) Eigener Stromverbrauch	[MWh_el/a] [MWh_el/a]	37 16	8 8	79 39	66 39					
Einspeisung Elektroenergie	[MWh_el/a]	21,3	0	39,6	27					
Erzeugung Elektroenergie (netto)	[MWh_el/a]	1	9	40.00	3	41	23	90	75	17
Jahresnutzungsgrad Strom Brennstoffeinsatz	[%] [MWh_Hi/a]	40,00 4	40,00 23	40,00 10	40,00 8	40,00 101	40,00 56	40,00 224	40,00 188	40,00 44
5. Gesamtenergiebilanz										
Brennstoffeinsatz gesamt	[MWh_Hi/a]	134	54	278	199	101	56	224	188	138
davon Brennstoffeinsatz vor Ort Primärenergie gesamt	[MWh_Hi/a] [MWh/a]	131 84	31 58	268 186	192 137	0 105	0 59	0 233	0 196	94 149
Primarenergie gesamt Erzeugung Sekundärwärme	[MWh_th/a]	84 86	58 21	175	137	86	21	233 175	196	149 86
Verkauf Wärme an Kunde	[MWh_th/a]	90	25	190	140	90	25	190	140	90
Stromerzeugung gesamt davon Stromerzeugung vor Ort	[MWh_el/a] [MWh_el/a]	39 37	17 8	83 79	69 66	41 0	23 0	90 0	75 0	17 0
davon Fremdstromerzeugung Verbund	[MWh_el/a]	1	9	4	3	41	23	90	75	17
Technische Stromverbraucher Stromverkauf an Kunden	[MWh_el/a] [MWh_el/a]	1,5 16	0,8 16	4,0 39	3,0 39	24,5 16	6,5 16	50,7 39	36,4 39	1,5 16
	[1414411_61/4]	10	10	35	35	10	10	33	35	10
6. Angaben zur Wärmeversorgung	[MWh_Hi/a]	76	19	152	108	25	7	51	36	95
Endenergie für Warme		. •					17	132	95	107
Endenergie für Wärme Primärenergie für Wärme	[MWh/a]	42	17	85	35	64				
Primärenergie für Wärme Endenergie gesamt	[MWh/a] [MWh/a]	104	38	218	167	127	44	265	200	104
Primärenergie für Wärme	[MWh/a]				II.					

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH

CO2-Bilanz			G2-deze		1					
		klein-	klein-	groß-	groß-	klein-	klein-	groß-	groß-	klein-
20.588		Ist	modernisiert	Ist	modernisiert	lst	modernisiert	Ist	modernisiert	ist
20.366										
		Klein-BHKW Geothermie-Wärmepumpe								
Bergedorf-Süd										
Brennstoffeinsatz										
Erdgas	[MWh_Hi/a]	131	31	268	192	0	0	0	0	94
Brennstoffeinsatz gesamt	[MWh_Hi/a]	131	31	268	192	0	0	0	0	94
Fremdstrombezug	[MWh_el/a]	1	9	4	3	41	23	90	75	17
eingespeister Strom	[MWh_el/a]	21	0	40	27	0	0	0	0	0
CO2-Emissionen										
PEE_KWK	[-]	0,25	0,23	0,25	0,25					
W_th_KWK	[MWh_Hi/a]	62	18	130	97					
W_el_KWK	[MWh_Hi/a]	56	13	118	86					
Emissionen KWK Wärme	[t/a]	12	4	26	20	0	0	0	0	0
Emissionen KWK Strom	[t/a]	11	3	24	17	0	0	0	0	0
Emissionen KWK	[t/a]	24	6	50	37	0	0	0	0	0
Kesselanlagen	[t/a]	3	0	4	2	0	0	0	0	19
Fernwärmebezug	[t/a]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fremdstrom	[t/a]	0,8	5	2,3	21	23	13	51	43	10
davon Hilfsstrom	[t/a]	0,8	0	2,3	2	14	4	29	21	1
Vermiedene Emissionen Kraftwerke	[t/a]	-12,0	0	-22,4	-15	0	0	0	0	0
Summe	[t/a]	15	12	34	25	23	13	51	43	19
Emissionen für Wärme (SGM)	[t/a]	6	2	12	3	14	4	29	21	10
spez. Emissionen Wärme (SGM)	[kg/MWh_th]	66,7	98	60,9	19	154	148	151	147	109
Emissionen für Wärme (FiM)	[t/a]	15,9	4	32,3	23	14	4	29	21	19
spez. Emissionen Wärme (FiM)	[kg/MWh_th]	176,1	166	170,1	164	154	148	151	147	210

	Variante	G1a Nah- wärme Erdgas	G2 Klein- BHKW	G3 Wärme- pumpe	G2/G3 Brennwert- Kessel	Gesamt
Gebäudeanzahl						
Anteil modernisiert	[%]					36,6
klein - Ist-Zustand	[-]	37	183	0	63	283
klein - modernisiert	[-]	22	33	108	0	163
groß - Ist-Zustand	[-]	5	28	0	0	33
groß - modernisiert	[-]	3	16	0	0	19
Alle Gebäude	[-]	67	260	108	63	498
Energiebedarf						
Wärme	[MWh_th/a]	6.989	24.855	2.700	5.670	40.214
Strom	[MWh_el/a]	2.027	5.172	1.728	1.008	9.935
Ertrag Solarthermie	[MWh_th/a]	1.048	1.438	389	227	3.102
Strombedarf Wärmesysteme	[MWh_el/a]	140	463	707	94	1.405
Wärmeverluste Netz	[MWh_th/a]	297	0	0	0	297
Sekundärenergiebedarf						
Wärme	[MWh_th/a]	6.238	23.417	2.311	5.443	37.410
Strom	[MWh_el/a]	2.167	5.635	2.435	1.102	11.340
Umwandlungsanlagen						
Leistung Wärmepumpen	[MW_th]			1,0		1,0
Arbeit Wärmepumpen	[MWh_th/a]			2.311		2.311
Stromeinsatz Wärmepumpen	[MWh_el/a]			616		616
Brennstoff	[-]	Erdgas	Erdgas			
Thermische Leistung BHKW	[MW_th]	0,7	5,4			6
Elektrische Leistung BHKW	[MW_el]	0,6	2,7			3
Wärmearbeit BHKW	[MWh_th/a]	4.195	20.615			24.810
Elektrische Arbeit BHKW	[MWh_el/a]	3.334	10.338			13.672
Brennstoffeinsatz BHKW	[MWh_Hi/a]	8.447	32.466			40.912
Wärmeleistung Kessel	[MW_th]	2,8	8,6		3,5	15
Erzeugung Wärme	[MWh_th/a]	3.143	2.799		5.443	11.385
Brennstoffeinsatz	[MWh_Hi/a]	3.417	3.042		5.917	12.375
Bilanz der Energieträger						
Eigener Stromverbrauch	[MWh_el/a]	0	4.895		0	4.895
Einspeisung Elektroenergie	[MWh_el/a]	3.334	5.444		0	8.777
Fremdstrombezug	[MWh_el/a]	2.167	740	2.435	1.102	6.445
Erdgasbezug	[MWh_Hi/a]	11.863	35.508		5.917	53.288
Biomethanbezug	[MWh_Hi/a]					
Primärenergieverbrauch	[MWh/a]	8.683	24.652	6.332	9.374	49.042
Primärenergieverbrauch für Wärme (SGM)	[MWh/a]	3.414	11.205	1.839	6.754	23.212
Primärenergiefaktor Wärme	[-]	0,49	0,45	0,68	1,19	0,58
Primärenergieverbrauch für Wärme∄FiM)	[MWh/a]	7.955	23.360	1.839	6.754	39.907

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH

	Variante	G1a Nah- wärme Erdgas	G2 Klein- BHKW	G3 Wärme- pumpe	G2/G3 Brennwert- Kessel	Gesamt
CO <sub>2</sub> -Bilanz						
Einspeisung Elektroenergie	[t/a]	-1.887	-3.081	0	0	-4.968
Fremdstrombezug	[t/a]	1.227	419	1.378	624	3.648
Erdgasbezug	[t/a]	2.385	7.137	0	1.189	10.711
Biomethanbezug	[t/a]	0	0	0	0	0
Gesamtemissionen	[t/a]	1.724	4.475	1.378	1.813	9.391
Emissionen für Wärme (SGM)	[t/a]	577	1.548	400	1.189	3.714
Emissionsfaktor Wärme (SGM)	[kg/MWh_th]	83	62	148	210	92
Emissionen für Wärme₫FiM)	[t/a]	1.466	4.311	400	1.189	7.366
Emissionsfaktor Wärme (FiM)	[kg/MWh_th]	210	173	148	210	183

Sebaudeanzahl		Variante	G1b Nah- wärme Biomethan	G2 Klein- BHKW	G3 Wärme- pumpe	G2/G3 Brennwert- Kessel	Gesamt
Anteil modernisiert   (%)	Gehäudeanzahl		Bioinethan				
Relain - Ist-Zustand   [-]		[%]					36.6
klein-modernisiert         [-]         22         33         108         0         163           groß- sty-Zustand         [-]         5         28         0         0         13           groß- modernisiert         [-]         3         16         0         0         19           Alle Gebäude         [-]         67         260         108         63         498           Energiebedarf           Wärme         [MWh_th/a]         2.027         5.172         1.728         1.008         9.935           Etrtrag Solarthermie         [MWh_th/a]         2.027         5.172         1.728         1.008         9.935           Etrog Solarthermie         [MWh_th/a]         1.04         463         707         94         1.05           Strombedarf Wärmesysteme         [MWh_th/a]         2.27         0         0         0         2.97           Sekundärenergiebedarf         Wärme         [MWh_th/a]         6.238         23.417         2.311         5.443         37.410           Strom         [MWh_th/a]         2.167         5.635         2.435         1.102         1.340           Eritusing Wärmepumpen         [MW_th/a]         1.0         5.63			37	183	0	63	
groß - Ist-Zustand         [-]         3         16         0         0         19           Alle Gebäude         [-]         67         260         108         63         498           Energiebedarf         Wärme         [MWh_th/a]         6.989         24.855         2.700         5.670         40.214           Strom         [MWh_el/a]         1.048         1.138         389         227         3.102           Strombedarf Wärmesysteme         [MWh_th/a]         1.048         1.1438         389         227         3.102           Wärme Verluste Netz         [MWh_th/a]         1.04         463         707         94         1.405           Wärme Verluste Netz         [MWh_th/a]         2.97         0         0         0         297           Sekundärenergiebedarf         [MWh_th/a]         6.238         23.417         2.311         5.443         37.410           Strome         [MWh_th/a]         6.238         23.417         2.311         5.44         1.02         11.340           Umwandlungsanlagen         [MW_th]         -         -         1.0         1         1.0         1         1         1         2.311         2.311	klein - modernisiert		22	33	108		163
Energiebedarf	groß - Ist-Zustand	[-]	5	28	0	0	33
Energiebedarf	groß - modernisiert	[-]	3	16	0	0	19
Wärme         [MWh_th/a]         6.989         24.855         2.700         5.670         40.214           Strom         [MWh_el/a]         2.027         5.172         1.728         1.008         9.935           Ertrag Solarthermie         [MWh_th/a]         1.048         1.438         389         227         3.102           Strombedarf Wärmesysteme         [MWh_th/a]         140         463         707         94         1.405           Wärme Varmeunste Netz         [MWh_th/a]         297         0         0         0         297           Sekundärenergiebedarf           Wärme         [MWh_th/a]         6.238         23.417         2.311         5.443         37.410           Strom         [MWh_el/a]         2.167         5.635         2.435         1.102         11.340           Umwandlungsanlagen           Leistung Wärmepumpen         [MW_th]         1         1.0         1         1           Arbeit Wärmepumpen         [MW_th]         2.311         5.41         2.311         2.311         2.311         2.311         2.311         616         616         616         616         616         616         616         616         616	Alle Gebäude	[-]	67	260	108	63	498
Strom         [MWh_el/a]         2.027         5.172         1.728         1.008         9.935           Ertrag Solarthermie         [MWh_th/a]         1.048         1.438         389         227         3.102           Strombedarf Wärmesysteme         [MWh_th/a]         297         0         0         0         297           Sekundärenergiebedarf           Wärme         [MWh_th/a]         6.238         23.417         2.311         5.443         37.410           Strom         [MWh_el/a]         2.167         5.635         2.435         1.102         11.340           Umwandlungsanlagen           Leistung Wärmepumpen         [MW_th]         1         1,0         1         1         1         1         1         1.102         11.340         1         2         1         1         1         1         1	Energiebedarf						
Ertrag Solarthermie [MWh_th/a] 1.048 1.438 389 227 3.102 Strombedarf Wärmevsteme [MWh_th/a] 140 463 707 94 1.405 Wärmeverluste Netz [MWh_th/a] 297 0 0 0 0 297							
Strombedarf Wärmesysteme   MWh_el/a   297   0							
Sekundärenergiebedarf         (MWh_th/a)         297         0         0         297           Sekundärenergiebedarf         (MWh_th/a)         6.238         23.417         2.311         5.443         37.410           Strom         [MWh_el/a]         2.167         5.635         2.435         1.102         11.340           Umwandlungsanlagen           Leistung Wärmepumpen         [MW_th]         1.0         1           Arbeit Wärmepumpen         [MWh_th/a]         2.311         2.311           Stromeinsatz Wärmepumpen         [MWh_el/a]         616         616           Brennstoff         [-]         Bio-methan         Erdgas	_						
Sekundärenergiebedarf           Wärme         [MWh_th/a]         6.238         23.417         2.311         5.443         37.410           Strom         [MWh_el/a]         2.167         5.635         2.435         1.102         11.340           Umwandlungsanlagen           Leistung Wärmepumpen         [MWh_th/a]         1,0         1           Arbeit Wärmepumpen         [MWh_th/a]         2.311         2.311           Stromeinsatz Wärmepumpen         [MWh_el/a]         616         616           Brennstoff         [-]         Biomethan         Erdgas         616           Thermische Leistung BHKW         [MW_th]         0,7         5,4         6           Elektrische Leistung BHKW         [MW_el/a]         4.195         20.615         24.810           Elektrische Arbeit BHKW         [MWh_th/a]         4.195         20.615         24.810           Elektrische Arbeit BHKW         [MWh_el/a]         3.334         10.338         13.672           Brennstoffeinsatz BHKW         [MWh_h]         2.48         8,6         3,5         15           Erzeugung Wärme         [MW-th]         2.8         8,6         3,5         15           Erzeugung Wärme         [M	•						
Wärme         [MWh_th/a]         6.238         23.417         2.311         5.443         37.410           Strom         [MWh_el/a]         2.167         5.635         2.435         1.102         11.340           Umwandlungsanlagen         Leistung Wärmepumpen         [MW_th]         1.0         1           Arbeit Wärmepumpen         [MWh_th/a]         2.311         2.311         2.311           Stromeinsatz Wärmepumpen         [MWh_el/a]         616         616         616           Brennstoff         [-]         Bio-methan methan         Erdgas         2.311         2.311           Thermische Leistung BHKW         [MW_el]         0,7         5,4         4         6           Elektrische Leistung BHKW         [MW-el]         0,6         2,7         3         3           Wärmearbeit BHKW         [MWh_el/a]         3.34         10.338         13.672         24.810           Elektrische Arbeit BHKW         [MWh_el/a]         8.47         32.466         3,5         13.672           Brennstoffeinsatz BHKW         [MWh_Hi/a]         3.143         2.799         5.443         11.367           Eizeugung Wärme         [MWh_Hi/a]         3.417         3.042         5.917         12.375	Wärmeverluste Netz	[MWh_th/a]	297	0	0	0	297
Strom							
Umwandlungsanlagen         [MW_th]         1,0         1           Arbeit Wärmepumpen         [MWh_th/a]         2,311         2,311           Stromeinsatz Wärmepumpen         [MWh_el/a]         616         616           Brennstoff         [-]         Biomethan         Erdgas         Erdgas           Thermische Leistung BHKW         [MW_el]         0,7         5,4         6         6           Elektrische Leistung BHKW         [MW_el]         0,6         2,7         3         3           Wärmearbeit BHKW         [MWh_th/a]         4,195         20,615         24,810         24,810           Elektrische Arbeit BHKW         [MWh_el/a]         3,334         10,338         13,672         3           Brennstoffeinsatz BHKW         [MWh_Hi/a]         8,447         32,466         40,912         40,912           Wärmeleistung Kessel         [MW_th]         2,8         8,6         3,5         15           Erzeugung Wärme         [MWh_Hi/a]         3,417         3,042         5,917         12,375           Bilanz der Energieträger         [MWh_Hi/a]         3,341         5,444         0         8,777           Frendstrombezug         [MWh_Hi/a]         3,341         5,444         0							
Leistung Wärmepumpen   [MW_th]   1,0   2.311   2.311   2.311   2.311   3.111	Strom	[MWh_el/a]	2.167	5.635	2.435	1.102	11.340
Arbeit Wärmepumpen [MWh_th/a]							
Stromeinsatz Wärmepumpen       [MWh_el/a]       Bio-methan methan       Erdgas         Thermische Leistung BHKW       [MW_th]       0,7       5,4       6         Elektrische Leistung BHKW       [MW_el]       0,6       2,7       3         Wärmearbeit BHKW       [MWh_th/a]       4.195       20.615       24.810         Elektrische Arbeit BHKW       [MWh_el/a]       3.334       10.338       13.672         Brennstoffeinsatz BHKW       [MWh_Hi/a]       8.447       32.466       40.912         Wärmeleistung Kessel       [MW_th]       2,8       8,6       3,5       15         Erzeugung Wärme       [MWh_th/a]       3.143       2.799       5.443       11.385         Brennstoffeinsatz       [MWh_Hi/a]       3.417       3.042       5.917       12.375         Bilanz der Energieträger         Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       3.615       24.652       6.33		<del>-</del> -					
Brennstoff   [-]							
Brennstoff         [-]         methan         Erdgas           Thermische Leistung BHKW         [MW_th]         0,7         5,4         6           Elektrische Leistung BHKW         [MW_el]         0,6         2,7         3           Wärmearbeit BHKW         [MWh_th/a]         4.195         20.615         24.810           Elektrische Arbeit BHKW         [MWh_el/a]         3.334         10.338         13.672           Brennstoffeinsatz BHKW         [MWh_Hi/a]         8.447         32.466         40.912           Wärmeleistung Kessel         [MW_th]         2,8         8,6         3,5         15           Erzeugung Wärme         [MWh_th/a]         3.143         2.799         5.443         11.385           Brennstoffeinsatz         [MWh_Hi/a]         3.417         3.042         5.917         12.375           Bilanz der Energieträger           Eigener Stromverbrauch         [MWh_el/a]         0         4.895         0         4.895           Einspeisung Elektroenergie         [MWh_el/a]         3.334         5.444         0         8.777           Fremdstrombezug         [MWh_el/a]         2.167         740         2.435         1.102         6.445           Eidgenber Str	Stromeinsatz Wärmepumpen	[MWh_el/a]			616		616
Elektrische Leistung BHKW       [MW_el]       0,6       2,7       3         Wärmearbeit BHKW       [MWh_th/a]       4.195       20.615       24.810         Elektrische Arbeit BHKW       [MWh_el/a]       3.334       10.338       13.672         Brennstoffeinsatz BHKW       [MWh_Hi/a]       8.447       32.466       40.912         Wärmeleistung Kessel       [MW_th]       2,8       8,6       3,5       15         Erzeugung Wärme       [MWh_th/a]       3.143       2.799       5.443       11.385         Brennstoffeinsatz       [MWh_Hi/a]       3.417       3.042       5.917       12.375         Bilanz der Energieträger         Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh/a]       8.447       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch für Wärmel SGM)       [MWh/a]       -1.654	Brennstoff	[-]		Erdgas			
Wärmearbeit BHKW       [MWh_th/a]       4.195       20.615       24.810         Elektrische Arbeit BHKW       [MWh_el/a]       3.334       10.338       13.672         Brennstoffeinsatz BHKW       [MWh_Hi/a]       8.447       32.466       40.912         Wärmeleistung Kessel       [MW_th]       2,8       8,6       3,5       15         Erzeugung Wärme       [MWh_th/a]       3.143       2.799       5.443       11.385         Brennstoffeinsatz       [MWh_Hi/a]       3.417       3.042       5.917       12.375         Bilanz der Energieträger         Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -	_		0,7				6
Elektrische Arbeit BHKW       [MWh_el/a]       3.334       10.338       13.672         Brennstoffeinsatz BHKW       [MWh_Hi/a]       8.447       32.466       40.912         Wärmeleistung Kessel       [MW_th]       2,8       8,6       3,5       15         Erzeugung Wärme       [MWh_th/a]       3.143       2.799       5.443       11.385         Brennstoffeinsatz       [MWh_Hi/a]       3.417       3.042       5.917       12.375         Bilanz der Energieträger         Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45	<del>-</del>						
Brennstoffeinsatz BHKW       [MWh_Hi/a]       8.447       32.466       40.912         Wärmeleistung Kessel       [MW_th]       2,8       8,6       3,5       15         Erzeugung Wärme       [MWh_th/a]       3.143       2.799       5.443       11.385         Brennstoffeinsatz       [MWh_Hi/a]       3.417       3.042       5.917       12.375         Bilanz der Energieträger       [igener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45							
Wärmeleistung Kessel       [MW_th]       2,8       8,6       3,5       15         Erzeugung Wärme       [MWh_th/a]       3.143       2.799       5.443       11.385         Brennstoffeinsatz       [MWh_Hi/a]       3.417       3.042       5.917       12.375         Bilanz der Energieträger         Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergieverbrauch für WärmeisGGM)       [MWh/a]       -1.654       11.205       1.839       6.754       18.144         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45		<del>-</del> -					
Erzeugung Wärme       [MWh_th/a]       3.143       2.799       5.443       11.385         Brennstoffeinsatz       [MWh_Hi/a]       3.417       3.042       5.917       12.375         Bilanz der Energieträger         Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergieverbrauch für Wärmet [SGM)       [MWh/a]       -1.654       11.205       1.839       6.754       18.144         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45	Brennstoffeinsatz BHKW	[MWh_Hi/a]	8.447	32.466			40.912
Brennstoffeinsatz       [MWh_Hi/a]       3.417       3.042       5.917       12.375         Bilanz der Energieträger       Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergieverbrauch für Wärme SGM)       [MWh/a]       -1.654       11.205       1.839       6.754       18.144         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45	_						
Bilanz der Energieträger         Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0 4.895       0 4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334 5.444       0 8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167 740 2.435       1.102 6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417 35.508       5.917 44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615 24.652 6.332 9.374 43.974       9.374 43.974         Primärenergieverbrauch für Wärme ISGM)       [MWh/a]       -1.654 11.205 1.839 6.754 18.144         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24 0,45 0,68 0,68 1,19 0,45							
Eigener Stromverbrauch       [MWh_el/a]       0       4.895       0       4.895         Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergieverbrauch für Wärme SGM)       [MWh/a]       -1.654       11.205       1.839       6.754       18.144         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45	Brennstoffeinsatz	[MWh_Hi/a]	3.417	3.042		5.917	12.375
Einspeisung Elektroenergie       [MWh_el/a]       3.334       5.444       0       8.777         Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergieverbrauch für Wärme SGM)       [MWh/a]       -1.654       11.205       1.839       6.754       18.144         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45		_					
Fremdstrombezug       [MWh_el/a]       2.167       740       2.435       1.102       6.445         Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergieverbrauch für Wärme₫SGM)       [MWh/a]       -1.654       11.205       1.839       6.754       18.144         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45	_						
Erdgasbezug       [MWh_Hi/a]       3.417       35.508       5.917       44.841         Biomethanbezug       [MWh_Hi/a]       8.447       8.447         Primärenergieverbrauch       [MWh/a]       3.615       24.652       6.332       9.374       43.974         Primärenergieverbrauch für Wärme SGM)       [MWh/a]       -1.654       11.205       1.839       6.754       18.144         Primärenergiefaktor Wärme       [-]       -0,24       0,45       0,68       1,19       0,45	_						
Biomethanbezug         [MWh_Hi/a]         8.447         8.447           Primärenergieverbrauch         [MWh/a]         3.615         24.652         6.332         9.374         43.974           Primärenergieverbrauch für Wärme SGM)         [MWh/a]         -1.654         11.205         1.839         6.754         18.144           Primärenergiefaktor Wärme         [-]         -0,24         0,45         0,68         1,19         0,45	_				2.435		
Primärenergieverbrauch         [MWh/a]         3.615         24.652         6.332         9.374         43.974           Primärenergieverbrauch für Wärme ☐SGM)         [MWh/a]         -1.654         11.205         1.839         6.754         18.144           Primärenergiefaktor Wärme         [-]         -0,24         0,45         0,68         1,19         0,45				35.508		5.917	
Primärenergieverbrauch für Wärme ISGM)         [MWh/a]         -1.654         11.205         1.839         6.754         18.144           Primärenergiefaktor Wärme         [-]         -0,24         0,45         0,68         1,19         0,45		<del>-</del> -		24 (52	6 222	0.374	
Primärenergiefaktor Wärme [-] -0,24 0,45 0,68 1,19 0,45	_						
	_						

	Variante	G1b	G2	G3	G2/G3	
		Nah-	Klein-	Wärme-	Brennwert-	Gesamt
		wärme	BHKW	pumpe	Kessel	
		Biomethan				
CO <sub>2</sub> -Bilanz						
Einspeisung Elektroenergie [t/a]		-1.887	-3.081	0	0	-4.968
Fremdstrombezug [t/a]		1.227	419	1.378	624	3.648
Erdgasbezug [t/a]		687	7.137	0	1.189	9.013
Biomethanbezug [t/a]		0	0	0	0	0
Gesamtemissionen [t/a]		27	4.475	1.378	1.813	7.693
Emissionen für Wärme (SGM) [t/a]		-1.120	1.548	400	1.189	2.017
Emissionsfaktor Wärme (SGM) [kg/N	√lWh_th]	-160	62	148	210	50
Emissionen für Wärme [FiM] [t/a]		<b>766</b>	4.311	400	1.189	6.666
Emissionsfaktor Wärme IFiM) [kg/N	/IWh_th]	110	173	148	210	166

Anlage 24: Wirtschaftlichkeitsberechnung der Versorgungsvarianten

Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 206 Gesamtwirtschaftlichkeit, alle Angaben zzg 20.588		dezentral <b>B0</b>	zentral <b>B1</b>	zentral <b>B2</b>	zentral <b>B3</b>	zentral <b>G1a</b>	zentral <b>G1b</b>	Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067 Gesamtwirtschaftlichkeit, alle Angaben zzgl. 20.588		dezentral <b>B0</b>	zentral <b>B1</b>	zentral <b>B2</b>	zentral B3	zentral <b>G1a</b>	zentral <b>G1b</b>
Bergedorf-Süd: Brookdeich		Brennwert- kessel	Nahwärme Neubaugebiet	Nahwärme Neubaugebiet, Eigennutzung	Nahwärme Neubaugebiet, Eigennutzung, 4 Zentralen	Nahwärme erweitertes Gebiet mit Erdgas	Nahwärme erweitertes Gebiet mit Biomethan	Bergedorf-Süd: Brookdeich		Brennwert- kessel	Nahwärme Neubaugebiet	Nahwärme Neubaugebiet, Eigennutzung	Nahwärme Neubaugebiet, Eigennutzung, 4 Zentralen		Nahwärme erweitertes Gebiet mit Biomethan
1. Energieanlage								3. Kostenstrukturwerte							
Brennstoffeinsatz	[MWh_Hi/a]	2.587						Wartung, Inst., Rep. (ohne KWK)	[% der Invest.	•					2,0 2,
Erzeugung Elektroenergie Wärmebezug von Kunde gesamt	[MWh_el/a] [MWh_th/a]	2.800						Wartung KWK Versicherung, Verwaltung	[€/MWh_el] [% derInvest.	10 ] 1,5					10 1 1,5 1,
Sekundärenergiebedarf Strom	[MWh_el/a]	1.158						Abschreibungszeiten [a]	Annuitäten						
Technische Stromverbraucher	[MWh_el/a]	54						_	a [% p.a.]	10,30					,30 10,3
Endenergiebedarf Strom Kunde davon Erzeugung vor Ort	[MWh_el/a] [MWh_el/a]	1.104						Zinssatz	[% p.a.]	6,0	6,	0 6,0	) 6,0	Ü	6,0 6,
	[IVIVVII_EI/a]			1.004	1.00	•	•	Personalbedarf, Bedienung	[AN]	0,0					0,0 0,
2. Energiepreise								Lohnaufwand	[T€/AN,a]	50	) 5	0 50	50	0	50 5
Primärenergie	[ ]		Biomethan				Biomethan	4. Investitionen							
Jahres menge Misebaraia	[MWh_Hi/a]		2.844				8.447 80	BHKW-Aggregate	[T€]	0	) 26	9 <b>26</b> 9	9 51:	2 .	599 59
Mischpreis Jahreskosten	[€/MWh_Hi] [T€/a]		80 228				676	sonstige Technik	[T€]	704					
Jameskosten	[16/4]	Erdgas			Erdgas	s Erdgas		Planung etc.	[T€]	176					
Jahresmenge	[MWh_Hi/a]	2.587						Förderung exkl. Solar	[T€]	0					378 -37
Mischpreis	[€/MWh_Hi]	50						Summe Investitionen	[T€]	880	1.80	8 1.808	3 1.90	8 6.0	075 6.07
Jahreskosten	[T€/a]	129	48	161	. 16:	1 475	137	5. Jahreskosten und -erlöse							
Strombezug von EVU															
Technische Verbraucher	[MWh_el/a]	54	56	56	5	5 140	140	Fixe Kosten	(TC/- 1	04	4.0		- 40		·ac cr
Jahresmenge Mischpreis	[€/MWh_el]	245						Kapitalkosten Wartung, Inst., Rep. (ohne KWK)	[T€/a] [T€/a]	91 14					526 62 91 9
Jahreskosten	[T€/a]	13						Versicherung, Verwaltung	[T€/a]	13					91 9
Endenergiebedarf Strom Kunde	. , ,							Personal, Bedienung	[T€/a]	0		0 (		)	0
Jahresmenge	[MWh_el/a]	1.104						Sonstiges (Betreibergewinn)	[T€/a]	0		0 (		0	0
Mischpreis	[€/MWh_el]	245						Summe Fixe Kosten	[T€/a]	118	3 23	8 238	3 240	5 8	808 80
Jahreskosten  Gesamtjahreskosten Strombezug	[T€/a] [T€/a]	271 284						Variable Kosten und Erlöse							
desamijameskosten strombezug	[16/4]	204	204	. 30		3 331	. 551	Brennstoffkosten	 [T€/a]	129	) 27	5 161	l 16:	1 4	175 81
Stromverkauf an EVU nach EEG								Bezug Elektroenergie Kunden	[T€/a]	271					196 49
Jahresmenge	[MWh_el/a]		1.004				3.334	Bezug Elektroenergie Technik	[T€/a]	13					34 3
Mischpreis	[€/MWh_eI]		-208,7				-196,9	Wartung BHKW	[T€/a]		1				33 3
Jahreserlöse	[T€/a]		-210				-656	Summe Variable Kosten	[T€/a]	413	57	0 210	) 210	0 1.0	1.37
Stromverkauf an EVU nach KWKG								Erlöse durch Stromverkauf, KWK-Zuschlag	[T€/a]	0	-21	0 -13	3 -30	5 -2	236 -65
Jahresmenge	[MWh_el/a]			0											
Mischpreis	[€/MWh_el]			-60,0				Gesamtkosten Wärme, Strom	[T€/a]	531	. 59	8 435	5 420	) 1.6	511 1.52
Jahreserlöse	[T€/a]			0	(	) -200	1	Energiepreise für Endkunde							
KWK-Zuschlag								Wärmemenge	[MWh_th/a]	2.800	2.80	0 2.800	2.800	0 6.9	089 6.98
Jahresmenge	[MWh_el/a]			1.004		4 3.334	ı	Wärmekosten	[T€/a]	260					
Vergütungssatz	[€/MWh_eI]			-44,9		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	i	Mischpreis Wärme gesamt	[€/MWh_th]	93					.59 14
Vergütungsdauer	[vbh]			30.000				-							
Vergütungsdauer in Jahren	[a]			4,3											
Erlös in den ersten Jahren	[T€/a]			-45,1											
Erlös auf Abschreibungszeit verteilt	t [T€/a]			-12,9	-36,2	2 -36,1									

Platzhalter für doppelseitige Tabelle

Energetische Stadtsanierung Bergedorf-Süd

Metropol Grund GmbH MegaWATT GmbH konsalt GmbH

Wirtschaftlichkeitsberechnung nach VDI 2067 Gesamtwirtschaftlichkeit, alle Angaben zzgl.			G2-dez <b>klein-</b>		groß-		G3-dez <b>klein-</b>		groß-	G2/G3
		klein- Ist	modernisi	groß- Ist	modernisi	klein- Ist	modernisi	groß- Ist	modernisi	
20.588		.50	ert	.50	ert	.50	ert	.50	ert	klein-Est
			Klein-B	HKW		G	eothermie-V	Värmepum	pe	Brennwert-
Bergedorf-Süd								•		Kessel
1. Energieanlage										
Brennstoffeinsatz	[MWh_Hi/a]	131	31	268	192	0	0	0	0	94
Erzeugung Elektroenergie	[MWh_el/a]	37		79	66	0		0		J 0
Wärmebezug von Kunde gesamt	[MWh_th/a]	90		190	140			190		
davon solarthermische Wärme	[MWh_th/a]	4		15	15	4		15		
Sekundärenergiebedarf Strom	[MWh_el/a]	17	17	43	42	41	23	90	75	17
Technische Stromverbraucher	[MWh_el/a]	1	1	4	3	25	7	51	36	1
Endenergiebedarf Strom Kunde	[MWh_el/a]	16	16	39	39	16	16	39	39	16
davon Erzeugung vor Ort	[MWh_eI/a]	16	8	39	39	0	0	0	0	0
2. Energiepreise										
Primärenergie		Erdgas	Erdgas	Erdgas	Erdgas					Erdgas
Jahresmenge	[MWh_Hi/a]	131	31	268	192					94
Mischpreis	[€/MWh_Hi]	50		50	50					50
Jahreskosten	[T€/a]	6,53	1,56	13,39	9,59					4,70
Strombezug von EVU										
Technische Verbraucher										
Jahresmenge	[MWh_el/a]	1,5		4,0	3,0	24,5		50,7		
Mischpreis	[€/MWh_el]	245		245	245			190		
Jahreskosten	[ <b>T€/</b> a]	0,37	0,21	0,99	0,74	4,66	1,24	9,63	6,91	0,37
Endenergiebedarf Strom Kunde Jahresmenge	[MWh el/a]	0,0	8,4	0,0	0,0	16,0	16,0	39,0	39,0	16,0
Mischpreis	[€/MWh_el]	245		245	245	245		245		245
Jahreskosten	[c/wwwer] [T€/a]	0,0		0,0	0,0	3,9	3,9	9,6		3,9
Gesamtjahreskosten Strombezug	[T€/a]	0,4		1,0	0,7	8,6		19,2	16,5	4,3
Stromverkauf an EVU nach KWKG										
Jahresmenge	 [MWh_eI/a]	21,3	0,0	39,6	27,4					
Mischpreis	[€/MWh_el]	-70,0	-70,0	-70,0	-70,0					
Jahreserlöse	[T€/a]	-1,5	0,0	-2,8	-1,9					
KWK-Zuschlag										
Jahresmenge	[MWh_el/a]	37,3		78,6	66,4					
Vergütungssatz	[€/MWh_el]	-54,1		-54,1	-54,1					
Vergütungsdauer	[vbh]	37.286		39.324	39.045					I
Vergütungsdauer in Jahren	[a]	10,0		10,0	10,0					
Erlös in den ersten Jahren	[T€/a]	-2,0		-4,3	-3,6					
Erlös auf Abschreibungszeit verteilt	[T€/a]	-1,3	-0,3	-2,8	-2,4					

3. Kostenstrukturwerte										
Wartung, Inst., Rep. (ohne KWK)	[% der Invest	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Wartung KWK	[€/MWh_el]	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Versicherung, Verwaltung	[% der Invest	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Abschreibungszeiten [a]	Annuitäten				ĺ				ĺ	
	[% p.a.]	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30	10,30
Zinssatz	[% p.a.]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Personalbedarf, Bedienung	[AN]	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lohnaufwand	[T€/AN,a]	50	50	50	50	50	50	50	50	50
4. Investitionen										
Haupt-Aggregate	[T€]	38	17	50	43	18	7	27	19	10
Solarthermie	[T€]	3,1	3,1	12,9	12,9	3	3	13	13	3
sonstige Technik	[T€]	11	5	23	20	54	11	103	72	0
Planung etc.	[ <b>T€</b> ]	12	5	18	16	18	5	33	23	3
Förderung exkl. Solar	[ <b>T€</b> ]	-3	-2	-4	-3	-7	-3	-12	-8	0
Summe Investitionen	[T€]	57,4	25,7	88,0	76,3	82,6	20,1	151,0	105,0	13,4
5. Jahreskosten und -erlöse										
Fixe Kosten										
Kapitalkosten	[T€/a]	5,9	2,6	9,1	7,9	8,5	2,1	15,6	10,8	1,4
Wartung, Inst., Rep. (ohne KWK)	[T€/a]	0,2	0,1	0,5	0,4	1,4	0,4	2,6	1,8	0,2
Versicherung, Verwaltung	[T€/a]	0,9	0,4	1,3	1,1	1,2	0,3	2,3	1,6	0,2
Summe Fixe Kosten	[T€/a]	7,0	3,1	10,8	9,4	11,2	2,7	20,4	14,2	2,8
Variable Kosten und Erlöse										
Brennstoffkosten	[T€/a]	6,5	1,6	13,4	9,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,7
Bezug Elektroenergie Kunden	[T€/a]	0,0	2,1	0,0	0,0	3,9	3,9	9,6	9,6	3,9
Bezug Elektroenergie Technik	[T€/a]	0,4	0,2	1,0	0,7	4,7	1,2	9,6	6,9	0,4
Wartung BHKW Summe Variable Kosten	[T€/a]	0,4	0,1	0,8	0,7	0.6	F 2	10.2	16.5	0.0
Summe variable Rosten	[T€/a]	7,3	3,9	15,2	11,0	8,6	5,2	19,2	16,5	9,0
Erlöse durch Stromverkauf, KWK-Zuschlag	[T€/a]	-2,8	-0,3	-5,6	-4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gesamtkosten Wärme, Strom	[ <b>T€/a</b> ]	11,4	6,8	20,4	16,1	19,8	7,9	39,6	30,7	11,8
Energiepreise für Endkunde										
Wärmemenge	[MWh_th/a]	90	25	190	140	90	25	190	140	90
Wärmekosten	[T€/a]	7,5	2,8	10,8	6,5	15,8	4,0	30,1	21,1	7,8
Mischpreis Wärme gesamt	[€/MWh_th]	83	113	57	47	176	159	158	151	87

	Variante	G1a Nah- wärme Erdgas	G2 Klein- BHKW	G3 Wärme- pumpe	G2/G3 Brennwert- Kessel	Gesamt
Wirtschaftlichkeitsberechnung						
Investitionen	[ <b>T€</b> ]	6.075	15.029	2.174	845	24.123
Summe fixe Kosten	[T€/a]	808	1.835	<b>2</b> 96	175	3.114
Summe variable Kosten	[T€/a]	1.377	2.060	558	566	4.560
Erlöse durch Stromverkauf, KWK-Zuschlag	[T€/a]	-656	-754	0	0	-1.410
Gesamtkosten Wärme, Strom	[T€/a]	1.528	3.141	854	741	6.265
Wärmemenge	[MWh_th/a]	6.989	24.855	2.700	5.670	40.214
Wärmekosten	[T€/a]	1.114	1.874	430	494	3.913
Mischpreis Wärme gesamt	[€/MWh_th]	159	75	159	87	97

	Variante	G1b Nah- wärme Biomethan	G2 Klein- BHKW	G3 Wärme- pumpe	G2/G3 Brennwert- Kessel	Gesamt
Wirtschaftlichkeitsberechnung						
Investitionen	[ <b>T€</b> ]	6.075	15.029	2.174	845	24.123
Summe fixe Kosten	[T€/a]	808	1.835	<b>2</b> 96	175	3.114
Summe variable Kosten	[T€/a]	1.377	2.060	558	566	4.560
Erlöse durch Stromverkauf, KWK-Zuschlag	[T€/a]	-656	-754	0	0	-1.410
Gesamtkosten Wärme, Strom	[T€/a]	1.528	3.141	854	741	6.265
Wärmemenge	$[MWh_th/a]$	6.989	24.855	2.700	5.670	40.214
Wärmekosten	[T€/a]	1.032	1.874	430	494	3.831
Mischpreis Wärme gesamt	[€/MWh_th]	148	75	159	87	95