



Energiekonzept I Hassel/Westerholt/Bertlich

Im Rahmen des Förderprojektes

Energielabor Ruhr



Auftraggeber: Stadt Gelsenkirchen, Stadt Herten

Bericht: Energiekonzept für das Projekt Energielabor Ruhr

Autoren: Manuela Bücken EEB ENERKO GmbH

Sarah Henn EEB ENERKO GmbH

Dr. Armin Kraft EEB ENERKO GmbH

Lars Jäger Gertec GmbH

Werner Murken Gertec GmbH

Rüdiger Wagner Jung Stadtkonzepte Stadtplaner & Ingenieure

Partnerschaftsgesellschaft

Bearbeitungsstand: Abschlussbericht Februar 2016





Jung Stadtkonzepte

EEB ENERKO Energiewirtschaftliche Beratung GmbH Gertec GmbH Ingenieurge-

sellschaft

Jung Stadtkonzepte Stadtplaner & Ingenieure Partner-

schaftsgesellschaft

Venloer Straße 151

Landstraße 20 Postfach 29 01 10

45318 Essen

50672 Köln

www.enerko.de

52457 Aldenhoven

www.gertec.de

www.jung-stadtkonzepte.de

Inhaltsverzeichnis

ln	halts	sverzei	chnis	III
Al	bild	dungsv	erzeichnis	V
Ta	abell	lenverz	eichnis	VII
1	Ein	führun	g und Aufgabenstellung	1
	1.1	Daten	grundlage	2
	1.2	Metho	odik und Kriterien der Wirtschaftlichkeitsrechnung	3
		1.2.1	Förderprogramme	4
		1.2.2	Methodik zur Ermittlung der CO ₂ -Emissionen	6
2	Baı	utypolo	gie und energetische Sanierung	7
	2.1	Handl	ungsmöglichkeiten nach Gebäudetypen	7
		2.1.1	Energetische Bewertung und Handlungsmöglichkeiten Außenhülle	7
		2.1.2	Energetische Bewertung und Handlungsmöglichkeiten Heizungstechnik	8
		2.1.3	Zentrale Ergebnisse für alle Gebäudetypen	10
		2.1.4	Gebäudetyp B11	10
		2.1.5	Gebäudetyp B12a	13
		2.1.6	Gebäudetyp B14	15
		2.1.7	Gebäudetyp B17	18
		2.1.8	Gebäudetyp D3-Mittel	21
		2.1.9	Gebäudetyp D3-End	23
	2.2	Handl	ungsoptionen energetische Sanierung nach Zielgruppen	26
3	Bes	stands	aufnahme der Energieversorgungsstruktur	37
	3.1	Leitur	ngsgebundene Energieträger	37
	3.2	Umfra	ge im Fördergebiet	39
		3.2.1	Vorgehensweise und Fragebogen	39
		3.2.2	Ergebnisse	42
	3.3	Energ	ie- und CO ₂ -Bilanz	46
		3.3.1	Vorgehen	46
		332	Ergebnisse	49

4	Pot	enziale	zur Grubenwassernutzung	55				
	4.1	Nutzu	ngskonzepte	55				
		4.1.1	Direkte Wärmenutzung	55				
		4.1.2	Kalte Nahwärme und dezentrale Wärmepumpen	56				
		4.1.3	Zentrale Wärmepumpe und konventionelle Nahwärme	57				
	4.2	Regio	nale Voraussetzungen	57				
	4.3	Poten	zialanalyse	59				
		4.3.1	Grubenwasser- und Schachtwärmeangebot	59				
	4.4	Abneh	nmer Wohngebiete im Projektgebiet	60				
	4.5	Abneh	nmer Neue Zeche Westerholt	61				
5	Zer	ntrale H	andlungsoptionen	63				
	5.1 Fernwärmelösungen							
		5.1.1	Fernwärmeverdichtung	63				
		5.1.2	Fernwärmeausbau	64				
	5.2	KWK-	Lösungen für Teilquartiere	67				
		5.2.1	Wirtschaftliche Bewertung	67				
		5.2.2	Pilotgebiet Meisterweg / Marler Str. / Egonstr	70				
	5.3	KWK-	Lösungen für Mehrspänner	71				
	5.4	Vergle	eichende Bewertung der Optionen	74				
	5.5	Gesan	ntbewertung des Einsparpotenzials im Förderzeitraum bis 2018	76				
	5.6	Organ	isationmodelle	79				
		5.6.1	Organisationsmodell Gemeinschaftsnetz	80				
		5.6.2	Organisationsmodell Bürgergenossenschaft	81				
6	Zus	samme	nfassung und Aushlick	82				

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Untersuchungsraum	1
Abbildung 2:	Emissionsminderungen Gebäudemodernisierung	10
Abbildung 3:	Emissionsminderungen Typ B11	11
Abbildung 4:	Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ B11	12
Abbildung 5:	Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp B11	13
Abbildung 6:	Emissionsminderungen Typ B12a	14
Abbildung 7:	Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ B12a	14
Abbildung 8:	Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp B12a	15
Abbildung 9:	Emissionsminderungen Typ B14	16
Abbildung 10:	Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ B14	17
Abbildung 11:	Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp B14	18
Abbildung 12:	Emissionsminderungen Typ B17	19
Abbildung 13:	Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ B17	19
Abbildung 14:	Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp B17	20
Abbildung 15:	Emissionsminderungen Typ D3-Mittel	21
Abbildung 16:	Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ D3-Mittel	22
Abbildung 17:	Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp D3-Mitte	23
Abbildung 18:	Emissionsminderungen Typ D3-End	24
Abbildung 19:	Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ D3-End	25
Abbildung 20:	Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp D3-End	26
Abbildung 21:	Gas- und Fernwärmenetze, Fördergebiete	37
Abbildung 22:	leitungsgebundene Versorgungssituation, Ausschnitt	38
Abbildung 23:	Schema Vorgehensweise Umfrage	40
Abbildung 24:	Beispiel Umfragebogen	41
Abbildung 25:	Versorgungssituation, Ausschnitt	42
Abbildung 26:	Sanierungsstatus Fördergebiete	44
Abbildung 27:	Aufteilung der Energieträger und Interesse an Änderung Heizung, Hassel/Buer-Nord	45
Abbildung 28:	Aufteilung der Energieträger und Interesse an Änderung Heizung, Westerholt/Bertlich	45
Abbildung 29:	Berechnung Wärmebedarf über A/V Verhältnis	47
Abbildung 30:	Aufteilung Wärmebedarf in den Fördergebieten (links: Gelsenkirchen, Herten)	, rechts: 50

Abbildung 31:	Wärmemengen in den Fördergebieten in MWh/a	51
Abbildung 32:	Endenergie in den Fördergebieten	. 53
Abbildung 33:	Endenergie im gesamten Untersuchungsgebiet	. 53
Abbildung 34:	CO ₂ -Emissionen in den Fördergebieten	. 54
Abbildung 35:	CO ₂ -Emissionen im gesamten Untersuchungsgebiet	. 54
Abbildung 36:	Sanaa-Gebäude Essen Nähe Zeche Zollverein	. 55
Abbildung 37:	Rahmenbedingungen Wärmepumpe und kalte Nahwärme	. 56
Abbildung 38:	Umstellung der Grubenwasserförderung (RAG Aktiengesellschaft Servicebereich BG, Juli 2014)	58
Abbildung 39:	DGK-Ausschnitt Bergwerk Westerholt mit Kennzeichnung der Schächte	. 59
Abbildung 40:	Fernwärmehauptleitungen und erschlossene Gebiete	. 61
Abbildung 41:	Masterplan "Neue Zeche Westerholt"	. 62
Abbildung 42:	Fernwärmeversorgung in Westerholt	. 63
Abbildung 43:	Kostenkennwert Fernwärmeausbau in EUR/MWh	. 65
Abbildung 44:	Cluster Meisterweg (links) und Krummer Weg (rechts)	. 66
Abbildung 45:	Untersuchte Cluster Nahwärme	. 67
Abbildung 46:	Visualisierung Nahwärmepilotgebiet und "Neue Zeche Westerholt"	71
Abbildung 47:	Beispiel eines Vierspänners (oben), Versorgungsschema Gemeinschafts- BHKW (unten)	
Abbildung 48:	Vergleich Wärmepreise (Vollkosten) der Versorgungsoptionen in ct/kWh (brutto)	75
Abbildung 49:	Vergleich CO2-Einsparung und Fördersumme zentraler Versorgungsoptionen	76
Abbildung 50:	Szenarien zur CO ₂ -Einsparung bis 2018	77
Abbildung 51:	Szenarien zur Höhe der Förderausgaben	78
Abbildung 52:	Empfehlung zur Aufteilung der Maßnahmen im Fördergebiet	. 79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Datengrundlage	2
Tabelle 2:	Kostenstruktur (Endkundenenergiepreise) der Energieträger	3
Tabelle 3:	Betrachtete Gebäudetypen	7
Tabelle 4:	Baukosten je Quadratmeter Bauteilfläche	8
Tabelle 5:	Beschreibung der Versorgungsvarianten für Einzelgebäude	9
Tabelle 6:	Anteile der Zielgruppen in den Fördergebieten (ohne Daten aus Herten in Gebiet J)	28
Tabelle 7:	Technische Handlungsmöglichkeiten Kosten und Nutzen für alle Zielgruppen	30
Tabelle 8:	Nutzenargumente für Einsteigerhaushalte	30
Tabelle 9:	Nutzenargumente Zielgruppe Pragmatische Optimierer	33
Tabelle 10:	Nutzenargumente Zielgruppe Umsteiger	35
Tabelle 11:	Interesse am Heizungsaustausch nach Fördergebieten und Zielgruppen.	36
Tabelle 12:	Energieträger leitungsgebundene Adressen in den Fördergebieten	39
Tabelle 13:	Energieträger nicht leitungsgebundene Adressen in den Fördergebieten	43
Tabelle 14:	Wärmebedarfe Gebäudetypen vor/nach Sanierung der Außenhülle	47
Tabelle 15:	Nutzungsgrade und Emissionsfaktoren der Energieträger	48
Tabelle 16:	Jahreswärmebilanz Untersuchungsraum Gelsenkirchen	49
Tabelle 17:	Jahreswärmebilanz Untersuchungsraum Herten	50
Tabelle 18:	Endenergiebilanz Fördergebiete und gesamter Untersuchungsraum	52
Tabelle 19:	CO ₂ -Bilanz Fördergebiete und gesamter Untersuchungsraum	53
Tabelle 20:	Zusammenfassung Fernwärmeverdichtung	64
Tabelle 21:	Zusammenfassung Fernwärmeausbau	66
Tabelle 22:	Eckdaten Nahwärmegebiete	68
Tabelle 23:	Anlegbare Preise Nahwärmegebiete	69
Tabelle 24:	Zusammenfassung KWK-Lösung für Mehrspänner	73
Tabelle 25:	Kostenschätzung Gemeinschafts-BHKW	74

1 Einführung und Aufgabenstellung

Die Städte Gelsenkirchen und Herten haben sich mit dem Projektvorschlag "Energielabor Ruhr" erfolgreich am Bundesprogramm "Nationale Projekte des Städtebaus" beteiligt und setzen damit die gemeinsame Entwicklung in den Stadtteilen Hassel, Westerholt und Bertlich rund um die ehemalige Schachtanlage Westerholt fort.

Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Gartenstadt mit den Zechensiedlungen, die sich vom Gelsenkirchen-Buer bis zum Stadtteil Bertlich in Herten durchzieht. Das ehemalige Zechengelände Westerholt bildet dabei die Quartiersmitte des Untersuchungsraumes (siehe Abbildung 1).

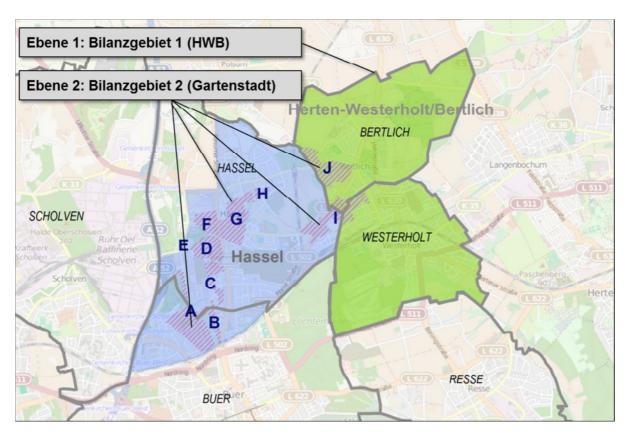


Abbildung 1: Untersuchungsraum

Dieser Raum zeichnet sich zum einen durch ein dichtes Netz an Strom-, Gas-, Fernwärmenetze aus, zum anderen ist die Gartenstadtsiedlung aber noch zu einem hohen Anteil mit Kohlefeuerungsanlagen ausgestattet. Hier bietet sich die Chance, das absehbare Ende der "Deputatkohle" im Jahr 2018 für eine Umstellung auf effizientere und innovative Energieversorgungslösungen zu nutzen.

Mit dem Projektbudget von insgesamt 4,6 Mio. EUR werden sowohl energetische Effizienzmaßnahmen wie auch städtebauliche Maßnahmen gefördert als auch ein integriertes Energiekonzept entwickelt. Dieses ist entsprechend der Zeithorizonte in zwei Teile gegliedert.

Schwerpunkt des Energiekonzeptes I ist konkrete Begleitung und Priorisierung des Förderprogrammes, das Alternativen zur Kohleheizung und Möglichkeiten der Integration dezentraler und regenerativer Energieversorgung aufzeigen und unterstützen soll. Aufgabe ist es, eine belastbare Datengrundlage zu schaffen insbesondere die Gebäude betreffend, die nicht gas- oder fernwärmeversorgt sind. Darauf ausbauend sind Energie- und CO_2 -Bilanzen zu erstellen, die ein Controlling der Fördermaßnahmen in den nächsten Jahren ermöglichen.

Für das Gebiet ist eine Gebäudetypologie zu entwickeln und es sind dezentrale wie auch zentrale Maßnahmen hinsichtlich Einsparwirkung und Kosteneffizienz zu bewerten.

Als zusätzlicher Aspekt wurde die mögliche Nutzung von Grubenwärme bzw. Grubenwasser betrachtet.

1.1 Datengrundlage

Wesentliche Unterlagen für die Untersuchung wurden von der Stadt Gelsenkirchen und der Stadt Herten bereitgestellt.

Das Wärmenutzungskonzept aus 2014 der Stadt Gelsenkirchen dient als Grundlage für die Versorgungsstruktur und den Wärmebedarf in den Stadtteilen Hassel-Nord, Hassel-Süd und Buer-Nord. Daten für die Bereiche in Herten wurden vom Stadtteilbüro und den beteiligten Hertener Stadtwerken zur Verfügung gestellt.

Die folgende Tabelle beschreibt die bereitgestellten Daten und deren Bezugsquellen. Die verwendeten Dateien sind gebündelt auf der dem Konzept beiliegender CD-ROM zu finden.

Tabelle 1: Datengrundlage

Daten	Forma	t Stand	Quelle
Hassel			
Wärmenutzungskonzept Gelsenkirche	en	2014	Stadt Gelsenkirchen
Gebietsstruktur	gis		Stadt Gelsenkirchen
Gebäudemodell, LoD1			Geobasisdaten der Kommunen und des Landes
	gis		NRW © Geobasis NRW 2014
Baualter der Gebäude	xls		Stadt Gelsenkirchen
Fernwärmenetz	gis		E.ON
Gasnetz	pdf		ELE
Fernwärmeverbräuche, adresschar	xls	2013	E.ON
Gasverbräuche, auf Baublock	xls	2012	ELE
Nahwärme, auf Baublock	xls	2012	ELE
Nachtspeicher, auf Baublock	xls	2012	ELE
Gasversorgte Adressen in Hassel	pdf	2015	ELE
Gebäudetypisierung, Fördergebiete	dwg	2015	Kroos und Schlemper
Bestandliste Dt. Annington	xls	2015	Dt. Annington
WESTERHOLT-BERTLICH			
3D Gebäudemodell			Geobasisdaten der Kommunen und des Landes
			NRW © Geobasis NRW 2015
Verbrauchsmengen, Baublock	xls	2012 und 2013	Stadt Herten
Fernwärme			
Gas			
Nachtspeicher			
Verbrauchsmengen, adressscharf	xls	2014	Stadt Herten
Fernwärme			
Gas			
Nachtspeicher			
Adressliste Fördergebiete	xls	2015	Stadt Herten
Baublock und Wohnquartiere	gis	2015	Stadt Herten
Häuser ohne Gaszugang	pgn	2015	Stadt Herten
Gebäudetypisierung, Fördergebiete	dwg	2015	Kroos und Schlemper
Bestandliste Dt. Annington	xls	2015	Dt. Annington

1.2 Methodik und Kriterien der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Als Referenzsystem wird immer eine Erneuerung der Kohleheizung betrachtet. Damit verglichen werden Heizungssysteme auf Basis von Erdgas und Holzpellets sowie Fernwärmesysteme. Bei allen Varianten wird davon ausgegangen, dass die alten Kohleöfen demontiert und fachgerecht entsorgt werden. Die neuen Wärmeversorgungssysteme sind an den aktuellen Wärmebedarf angepasst.

Für den Variantenvergleich werden Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt. Die Berechnungen weisen als Ergebnis die Vollkosten bzw. Jahreskosten der Wärmeerzeugung auf, die in Anlehnung an die VDI 2067 ermittelt werden. Die Vollkosten setzen sich aus folgenden Bestandteilen zusammen:

- Kapitalkosten (Zins und Tilgung)
- Betriebskosten (Wartung und Instandhaltung) und
- Verbrauchskosten (Energiekosten).

Die Umrechnung der einmaligen investiven Kosten in laufende jährliche Kosten erfolgt mittels des sogenannten Annuitätenverfahrens. Bei diesem Verfahren wird davon ausgegangen, dass das für die Investition benötigte Geld fremdfinanziert wird und mit Zins und Tilgung innerhalb der Nutzungsdauer der Investition, in gleichen jährlichen Raten ("Annuitäten") zurückgezahlt wird. Als Zinssatz wird einheitlich 5% pro Jahr zugrunde gelegt. Der Annuitätenfaktor liegt dann bei einem Betrachtungszeitraum von z.B. 20 bis 25 Jahren (je nach Bauteil) bei 8,02% bzw. 7,10% pro Jahr. Die Kapitalkosten ergeben sich aus den Investitionen für Anlagentechnik und baulichen Mehrkosten in Verbindung mit diesem Annuitätenfaktor. Die Förderungen bestimmter Maßnahmen werden von den Investitionen abgezogen und reduzieren so die Kapitalkosten.

Tabelle 2: Kostenstruktur (Endkundenenergiepreise) der Energieträger

	Kohle	Haushalts- strom	Erdgas	Holzpellets	Fernwärme
Energiepreise netto [ct/kWh]	2,8	21,64	4,92	4,51	5,97
Grundkosten netto [EUR/a]	-	88	76	-	ca. 720-910 ¹
Mischpreis [ct/kWh]	2,8	rd. 23	rd. 5,2	4,51	rd. 9

^{*)} abhängig von Anschlussleistung gem. FW Preissystem E.ON FW

Für den Variantenvergleich werden die Vollkosten in EUR pro Jahr ausgewiesen. Da alle Berechnungen aus Sicht des privaten Endkunden vorgenommen werden, werden die Kosten inklusive der derzeit gültigen Mehrwertsteuer in Höhe von 19% angegeben. Für den Brennstoff Holzpellets ist ein reduzierter Mehrwertsteuersatz in Höhe von 7% anzuwenden, da es sich hierbei um ein begünstigtes landwirtschaftliches Produkt handelt.

_

¹ leistungsabhängig

1.2.1 Förderprogramme

Da alle Förderprogramme einem ständigen Wandel in Konditionen und Verfügbarkeit der Mittel unterliegen, kann in diesem Bericht nur der aktuelle Stand (September 2015) wiedergegeben werden. Es wird auf die Förderungen/Zuschüsse im Rahmen des Markanreizprogramms (MAP)² und des Programmes progres.nrw³ sowie auf das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)⁴ Bezug genommen. Zudem ist im Rahmen des Energielabor Ruhr eine zusätzliche Förderrichtlinie für Einzelmaßnahmen entwickelt worden, auf die in Abschnitt 1.2.1.5 eingegangen wird.

1.2.1.1 Solarthermie

Die mögliche Förderung von Solarkollektoranlagen im Rahmen des Marktanreizprogramms (MAP) über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gilt insbesondere für Bestandsgebäude. Die Errichtung einer Solarkollektoranlage kann im Rahmen der Basisund Zusatzförderung bezuschusst werden. Über das Programm progres.nrw des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes
NRW werden ebenfalls solarthermische Anlagen in Bestandsgebäuden gefördert, wenn eine
Kollektorfläche von mindestens 3 m² erreicht wird.

Die gewählte Auslegung der Anlage mit 4,5 m² führt zu einem Zuschuss beider Programme von insgesamt 2.500 EUR.

1.2.1.2 Kraft-Wärme-Kopplung

Kleine Kraft-Wärme-Kopplungsanalgen (KWK-Anlagen) in Bestandsbauten mit einer elektrischen Leistung bis 20 kW_{el} werden mit einem einmaligen Zuschuss zu den Investitionskosten vom BAFA gefördert. Die Höhe des Zuschusses ist je nach Leistung der Anlage gestaffelt. Für die in diesem Bericht zugrunde gelegten Leistungsgrößen von 1 kW_{el} bis 5,5 kW_{el} beläuft sich der Zuschuss auf insgesamt 2.925 EUR bzw. 5.275 EUR.

Eine weitere Förderung von KWK-Anlagen ist in dem Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG) festgeschrieben. Zum einen wird der eingesetzte Brennstoff (hier Erdgas) in voller Höhe von der Energiesteuer befreit. Bei Erdgas sind dies 0,55 Cent je kWh_{Hs}. Zum anderen besteht nach KWKG ein Anspruch auf eine Zuschlagszahlung des Netzbetreibers für den in KWK erzeugten Strom der ins öffentliche Netz eingespeist wird. Der Zuschlag richtet sich nach dem Preis für Grundlaststrom an der Strombörse EEX in Leipzig, zuzüglich der vermiedenen Netznutzungsentgelte. Kleine KWK-Anlagen bis 50 kW elektrischer Leistung sind hinsichtlich der Förderung besser gestellt als größere Anlagen. Sie haben nach dem Referentenentwurf des KWKG einen Anspruch auf Zahlung eines Zuschlags in Höhe von 4 ct/kWh für den Eigenverbrauch und 8 ct/kWh für den eingespeisten Strom für einen Zeitraum von 10 Jahren ab Aufnahme des Dauerbetriebs der Anlage.

² http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare energien/solarthermie/index.html

³ Programm für rationelle Energieverwendung, regenerative Energien und Energiesparen (http://www.progres.nrw.de/page.asp?RubrikID=6987)

⁴ http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/kwkg_2002/gesamt.pdf

Im Zusammenhang mit Kraft-Wärme-Kopplung müssen die aktuellen Diskussionen zur EEG-Umlage erwähnt werden: Nach aktuellem EEG werden künftig 50% der gültigen EEG-Umlage (dies entspricht 3,12 Cent je kWh) auf selbstgenutzten KWK-Strom angerechnet. Für kleine KWK-Anlagen bis 10 kW_{el} soll jedoch eine sogenannte Bagatellgrenze gelten. Diese besagt, dass für die ersten 10.000 kWh selbstverbrauchten Stroms im Jahr keine EEG-Umlage fällig wird. Im vorliegenden Bericht wird diese Grenze bei allen Gebäudetypen mit Mikro-KWK stets unterschritten.

1.2.1.3 Erdgasheizungen

Im Bonusprogramm der Emscher Lippe Energie GmbH wird der Wechsel auf eine Erdgasbrennwertheizung oder aber der Wechsel auf eine erdgasbetriebene Mikro-KWK-Anlage mit einem Zuschuss zur Investition gefördert. Die Höhe des Wechselbonus für die Nutzung einer Erdgasbrennwertheizung beträgt 200 EUR. Der Zuschuss für ein Mikro BHKW mit bis zu 2 kW elektrischer Leistung beträgt einmalig 500 EUR. Beide Förderungen gelten nur für Heizungsanlagen im Gelsenkirchener Stadtgebiet.⁵

1.2.1.4 Holzpellet-Anlagen

Für kleine dezentrale Holzpellet-Anlagen gibt es im Marktanreizprogramm eine Förderung in Bestandsgebäuden. Diese Basisförderung des BAFA gilt zum einen für Pelletkessel zwischen sowie für Pelletkessel mit einem Pufferspeicher von mindestens 30 Litern je kW Leistung. Der Zuschuss beläuft sich für hier betrachtete zweite Variante somit auf 3.500 EUR.

1.2.1.5 Lokale Förderrichtlinie

Eines der Ziele des Projekts Energielabor Ruhr ist die gezielte Förderung emissionsmindernder Sanierungsmaßnahmen. Die zuvor dargestellten Emissionsminderungen differenziert nach Gebäudetypen und Bauteilen bzw. Heizungsvarianten bildet dabei die Grundlage der Förderung. Die Höhe des finanziellen Zuschusses richtet sich nach der Verminderung der CO₂-Emissionen in kg CO₂ je m² Nutzfläche (AN). Für jedes Kilogramm CO₂, das pro Quadratmeter Nutzfläche eingespart wird, wird die durchgeführte Maßnahme mit 50 EUR bezuschusst. Ist beispielsweise durch die Umstellung der Kohleheizung zu einer Gasbrennwertheizung mit Emissionsminderungen in Höhe von 85 kg CO₂/(m²*a) zu rechnen, beträgt die Förderung 85*50= 4.250 EUR. Für die Eigentümer selbst ist jedoch nicht ausschließlich die Höhe des Zuschusses entscheidend, vielmehr erscheint es aus der Nutzerperspektive solche Maßnahmen umzusetzen, die mit einer hohen Endenergieminderung verbunden sind und für die gleichzeitig möglichst niedrige Investitionskosten notwendig sind. Nachfolgend sind diese Informationen für die einzelnen Gebäudetypen aufbereitet.

⁵ http://www.energieregion.nrw.de/ database/ data/datainfopool/EVU.pdf

1.2.2 Methodik zur Ermittlung der CO₂-Emissionen

Zur Bewertung der ökologischen Vorteilhaftigkeit der im Vergleich stehenden Varianten wird eine Bilanzierung der CO₂-Emissionen durchgeführt. Die CO₂-Emissionen werden mit den Faktoren aus der GEMIS⁶-Datenbank des internationalen Instituts für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien (IINAS) sowie für die Fernwärme auf Angaben der e.on-Fernwärme und der Stadtwerke Herten berechnet. Es werden dabei auch Emissionen der Vorketten wie z.B. Förderung, Aufbereitung und Transport berücksichtigt (vgl. Abschnitt 3.3).

Die Berechnung der Emissionen erfolgt über die Multiplikation des Energieverbrauchs mit dem entsprechenden Faktor. Die Stromerzeugung in Kraft-Wärme-Kopplung wird als Gutschrift mit negativem Faktor von den Emissionen abgezogen. Der hohe Faktor für die Stromerzeugung bezieht sich auf den sogenannten Verdrängungsmix der Kraft-Wärme-Kopplung Diese Methode geht konform mit den methodischen Ansätzen der AGFW⁷, die für die Berechnung eine Verdrängung von fossil erzeugtem und nicht von erneuerbarem Strom vorgibt.

⁶ Globales Emissions-Modell integrierter Systeme

⁷ Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V. (früher Arbeitsgemeinschaft Fernwärme)

2 Bautypologie und energetische Sanierung

2.1 Handlungsmöglichkeiten nach Gebäudetypen

Innerhalb des Untersuchungsgebiets wurden häufig vorkommende Typgebäude ausgewählt, für die technische Handlungsoptionen zur energetischen Modernisierung des Gebäudes und der Heizungstechnik untersucht wurden. Im Einzelnen handelt es sich um die in Tabelle 3 dargestellten Gebäude. Für die energetischen Sanierungsvarianten wurde der Typ-D3 in die Kategorien Mittel- und Endhaus ausdifferenziert.

Tabelle 3: Betrachtete Gebäudetypen

Kürzel	Gebäudetyp	Beispielgebäude	Grundriss
B11	Krüppelwalm, giebelständig, eingeschossig, Reihenhaus 2er Einheit ca. 214 WE	E E	
B12a	Satteldach giebelständig, eingeschossig, Reihenhaus 2er Einheit ca. 218 WE		
B14	Satteldach, traufständig, eingeschossig, Reihehaus 2er Einheit ca. 330 WE		
B17	Krüppelwalm, traufständig, eingeschossig, Reihenhaus 2er Einheit ca. 218	III a a	
D3	Satteldach, traufständig, 1,5 geschossig, Reihenhaus 4er Einheit ca. 340 WE		

2.1.1 Energetische Bewertung und Handlungsmöglichkeiten Außenhülle

Den nachfolgenden Berechnungen beziehen sich jeweils auf eine Wohneinheit, ihnen liegen folgenden Annahmen zu Grunde.

- Die Gebäudebauteile befinden sich im Ursprungszustand des Baujahres
- Alle Gebäude werden durch eine Kohlezentralheizung beheizt
- Die Außenwanddämmung ist wegen stadtgestalterische Einschränkungen nur in 6cm Dicke durchführbar

Für alle Gebäudetypen werden folgenden Modernisierungsvarianten betrachtet:

Tabelle 4: Baukosten je Quadratmeter Bauteilfläche

Bauteil	Wärmedurchgangskoeffizienten vor Sanierung□U _{max}	Wärmedurchgangskoeffizienten nach Sanierung□U _{max}	Baukosten je Quadratmeter Bauteilfläche
Außenwand	1,4 W/(m ² *K)	0,40 W/(m ² *K) Außenwanddämmung 6cm mine- ralisch	150 EUR
Kellerdecke	1,2 W/(m ² *K)	0,30 W/(m ² *K) Kellerdeckendämmung	50 EUR
Dach	2,1 W/(m ² *K)	0,24 W/(m ² *K) (nur Dämmung ohne Eindeckung)	70 EUR
Fenster	5,0 W/(m ² *K)	1,3 W/(m ² *K) (Kunststofffenster)	325 EUR

2.1.2 Energetische Bewertung und Handlungsmöglichkeiten Heizungstechnik

In dem vorliegenden Bericht werden die in Tabelle 5 aufgeführten Versorgungssysteme betrachtet. Die Anlagen der Varianten werden so dimensioniert bzw. ausgelegt, dass sie die geltenden gesetzlichen Anforderungen einhalten. Die Anlagen sind entsprechend des Wärmebedarfs gemäß Modernisierungszustand dimensioniert.

Die Warmwasserbereitung erfolgt im Speicherprinzip. Bei der Referenzvariante mit Nachtspeicherheizung wird das Warmwasser über elektrisch betriebene Durchlauferhitzer bereitgestellt.

Der Anteil des selbstgenutzten bzw. des ins öffentliche Netz eingespeisten BHKW-Stroms orientiert sich am Strombedarf einer 3- bis 4-köpfigen Familie im Einfamilienhaus. Die Deckung des gesamten Strombedarfes aus eigenerzeugtem KWK-Strom beläuft sich demnach auf rund 70% bis 90%.

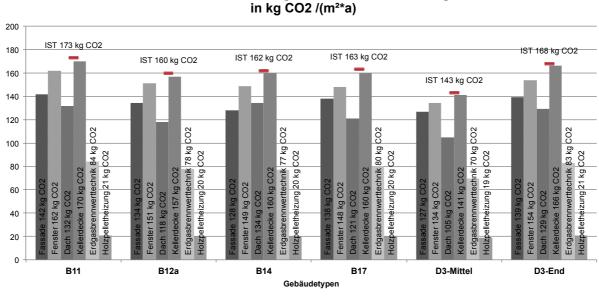
Tabelle 5: Beschreibung der Versorgungsvarianten für Einzelgebäude

Kurztitel	Beschreibung	Vorteil	Nachteil
Erdgas	Erdgasheizung: - ein Brennwertkessel je Wohneinheit	 geringe Investition einfaches System ausreichend erprobt geringer Aufwand für Wartung + Bedie- nung 	Gasanschluss + Heizraum notwendig Schornstein + Verrohrung notwendig
Erdgas & Solar	Erdgasheizung inkl. Solarthermie (EFH): - 1 Brennwertkessel je Wohneinheit, - Solaranlage zur WW-Bereitung + Hzgunterstützung	 einfaches System ausreichend erprobt geringer Aufwand für Wartung + Bedienung Nutzung EE → Verbesserung CO₂-Bilanz 	 hohe Investition (Kollektor) Gasanschluss + Heizraum notwendig Schornstein + Verrohrung notwendig Statik + Dachkonstruktion zu prüfen
BHKW	Blockheizkraftwerk: - 1 BHKW je Wohneinheit, - Spitzenlast über Gaskessel, - WW-Bereitung im Speicherprinzip	 Energieeinsparung durch Substitution konv. Strombezugs hohe Brennstoffausnutzung energieeffizient Verdrängung konv. Strom → Verbesserung CO₂-Bilanz 	 hohe Investition höhere Wartungskosten Schallschutz berücksichtigen Gasanschluss + Heizraum notwendig Schornstein + Verrohrung notwendig
Pellets	Holzpelletkessel: - 1 Pelletkessel je Wohneinheit - WW-Bereitung im Speicherprinzip	 einfaches System kein Gasanschluss notwendig höchster Anteil an erneuerbaren Ener- gien → Verbesserung der CO₂-Bilanz 	 hohe Investition (Erzeuger + Pelletlager) höherer Wartungs- + Bedienaufwand Ascheentsorgung diskontinuierliche Pelletanlieferung Feinstaubbelastung Schornstein + Verrohrung notwendig
Fernwärme	Fernwärme: - 1 Fernwärmeanschluss je Wohneinheit - WW-Bereitung im Speicherprinzip	 geringe Investition einfaches System ausreichend erprobt geringster Aufwand für Wartung + Bedienung keine Schornstein wenig Platzbedarf Verbesserung CO₂-Bilanz 	 Verrohrung notwendig hohe Wärmeverluste (Transport) geringerer Wirkungsgrad langfristige Bindung an EVU

2.1.3 Zentrale Ergebnisse für alle Gebäudetypen

Abbildung 3 zeigt die potenziell erzielbaren Emissionsminderungen für die wichtigsten Sanierungsmaßnahmen über alle Gebäudetypen hinweg. Es wird deutlich, dass vor allem der Wechsel des Energieträgers Kohle beispielsweise zu Holzpellets oder Erdgasbrennwerttechnik die technischen Handlungsoptionen sind, die mit der größten Emissionsminderung verbunden sind. Bei den Maßnahmen, die an der Gebäudehülle möglich sind, zeigen sich vergleichsweise große Minderungspotenziale für die Dachdämmung und die Dämmung der Fassade. Dies trifft für alle betrachteten Gebäudetypen zu.

Emissionsminderung Gebäudemodernisierung



Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Heizungssysteme ergeben sich nicht nur aus der Emissionsminderung, insbesondere die Investitionskosten sind für die Gebäudeeigentümer vor allem aus der finanziellen Perspektive relevant. Fernwärme und Erdgasheizungen sind mit vergleichsweise geringen Investitionskosten verbunden (8.500-12.500 EUR). Bei Fern- und auch Nahwärme ist zudem zu berücksichtigen, dass Folgekosten für Wartung, Instandhaltung und Schornsteinfeger entfallen. Kohleheizungen und Pelletheizungen weisen als Festbrennstofffeuerungen mit ca. 25.000 EUR sehr ähnliche Investitionskosten auf, die sich im Mittel der hier betrachten Varianten bewegen. Ein BHKW weist mit ca. 40.000 EUR die höchsten Investitionskosten auf.

Emissionsminderungen Gebäudemodernisierung

2.1.4 Gebäudetyp B11

Abbildung 2:

2.1.4.1 Emissionsminderungen förderrelevanter Bauteile

Der Gebäudetyp B11 benötigt im hier betrachteten unsanierten Ursprungszustand ca. 51.550 kWh/a Endenergie. Die typische Gebäudenutzfläche beträgt 113 m², wodurch sich eine flächenbezogener Endenergiebedarf von 458 kWh/(m²*a) ergibt. In Verbindung mit dem Heizungssystem auf Kohlebasis betragen die CO₂-Emissionen dieses Gebäudes 173 kg/(m²*a).

Die Minderungspotenziale der einzelnen Sanierungsmaßnahmen sind in Abbildung 3 dargestellt. Angemerkt werden muss, dass allerdings fast kein Gebäude mehr komplett im Ursprungszustands vorliegt, sondern dass oftmals zumindest im Bereich der Fenster oder des Daches bereits Erneuerungen mit energetischer Verbesserung vorgenommen wurden.

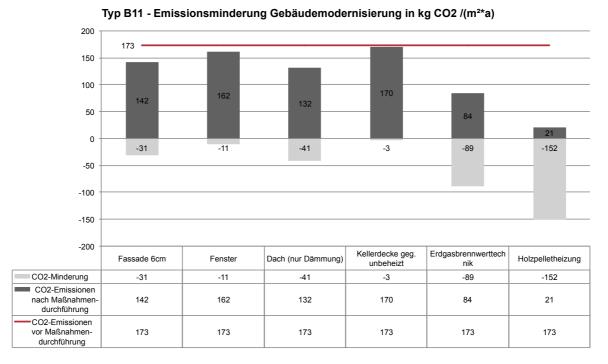
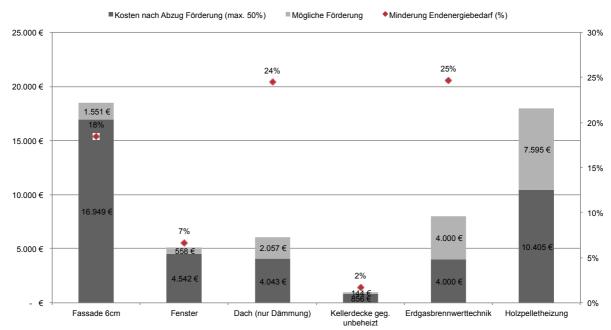


Abbildung 3: Emissionsminderungen Typ B11

2.1.4.2 Investitionskosten und Förderrahmen

Für den Gebäudetyp B11 zeigt sich, dass die Umstellung auf eine Holzpelletheizung aufgrund der sehr hohen Emissionsminderung, die höchsten Zuschüsse erhält. Die hohen Investitionskosten von insgesamt ca. 18.000 EUR (abzüglich Zuschüssen verbleiben ca. 10.400 EUR) erscheinen für den Eigentümer wenig attraktiv, zumal keine Minderungen beim Endenergiebedarf zu erwarten sind. Interessanter für den Investor ist die Umstellung auf eine Erdgasbrennwertheizung, da mit einer Investition von ca. 4.000 EUR (Zuschüsse bereits abgezogen) der Endenergiebedarf um ca. 25 % reduziert werden kann. Eine weitere Maßnahme, die unter diesen Vorzeichen einen deutlichen Nutzen für den Eigentümer hat, ist die Dämmung des Dachs. Auch hier lässt sich mit einer Investition von etwa 4.000 EUR knapp ein Viertel des Endenergiebedarfs reduzieren. (Abbildung 4)



Typ B11 - Kostenschätzung Gebäudemodernisierung

Abbildung 4: Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ B11

2.1.4.3 Kostenvergleich aller Heizungssysteme

Neben den einmaligen Investitionskosten sollten sich die Eigentümer der betrachteten Immobilen auch über die Folgekosten einer durchgeführten Sanierung bewusst sein. In Abbildung 5 sind daher die durchschnittlichen Jahresgesamtkosten über die gesamte Nutzungsdauer der unterschiedlichen Heizungssysteme aufgeführt. Hierzu wird der hypothetische Fall der Erneuerung der Kohlenheizung, mit den dargestellten Varianten verglichen. Etwaige Investitionszuschüsse über öffentliche Förderprogramme und die lokale Förderrichtlinie für Erdgasbrennwerttechnik und Holzpelletheizungen sind in dieser Darstellung bereits berücksichtigt. Aufgrund des vergleichsweise günstigen Kohlepreises stellt im Gebäudetyp B11 nur der Wechsel zu einer Erdgasbrennwertheizung (ca. 3.900 EUR/a) eine finanziell attraktive Alternative zur Kohleheizung (4.100 EUR) dar. Sofern Fernwärme räumlich verfügbar ist, kann aber auch dieses System für den Eigentümer, insbesondere aufgrund der geringen Investitionskosten, eine attraktive Alternative darstellen, wenngleich diese Variante mit höheren Energiekosten verbunden ist.

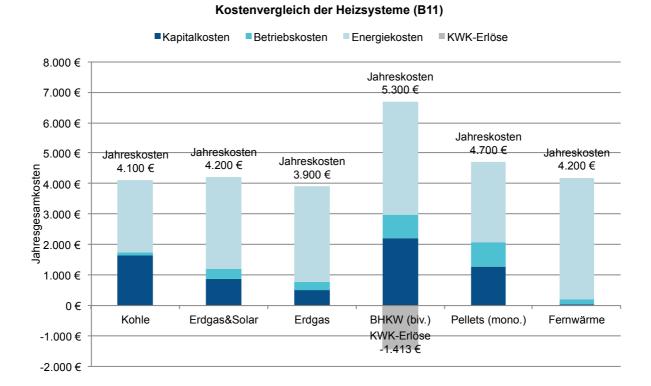


Abbildung 5: Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp B11

2.1.5 Gebäudetyp B12a

2.1.5.1 Emissionsminderungen förderrelevante Bauteile

Im Ursprungszustand benötigt der Gebäudetyp B12a 51.550 kWh/a Endenergie. Der flächenbezogene Endenergiebedarf beträgt 425 kWh/(m^2*a). Die typische Gebäudenutzfläche beträgt 125 m^2 . Bei der Beheizung des Gebäudes mit Kohle betragen die CO_2 -Emissionen 160 kg/(m^2*a). Die Minderungspotenziale der einzelnen Sanierungsmaßnahmen sind in Abbildung 6 dargestellt.

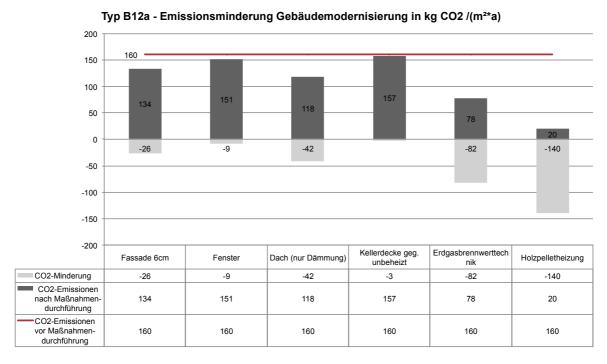


Abbildung 6: Emissionsminderungen Typ B12a

2.1.5.2 Investitionskosten und Förderrahmen

Die Erkenntnisse für den Gebäudetyp B11 treffen in ähnlicher Weise auch für den Gebäudetyp B12a zu. Der Austausch der Heizungsanlage und die Dämmung des Dachs sind Maßnahmen, mit einem vergleichsweise geringen Investitionsvolumen, die aber deutliche Energieeinsparungen bewirken können und daher besonders attraktiv für den Eigentümer sein können. (Abbildung 7)

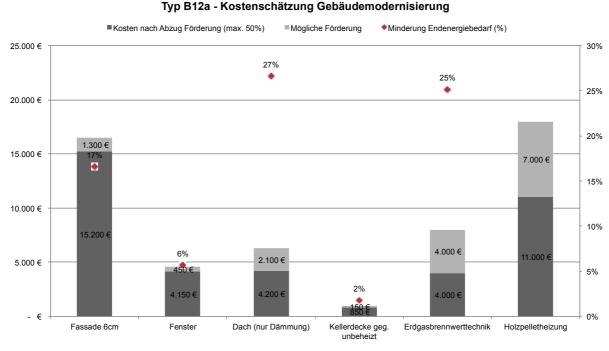


Abbildung 7: Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ B12a

2.1.5.3 Kostenvergleich aller Heizungssysteme

Der Vergleich der Jahreskosten aller Heizungssysteme zeigt auch für den Gebäudetyp B12a, dass die Erdgasbrennwertheizung im Vergleich aller Varianten die geringsten jahresgesamt-kosten (4.100 EUR) aufweist. Damit ist diese Variante jährlich etwa 200 EUR günstiger als der Einbau einer neuen Kohleheizung. Die Fernwärme ist jährlich etwa 900 EUR teurer als eine Erdgasbrennwertheizung und ca. 500 EUR teurer als eine neue Kohleheizung. Holzpellets (5.000 EUR Jahresgesamtkosten), ein BHKW (5.900 EUR) weist die höchsten Jahresgesamtkosten für diesen Gebäudetyp auf.

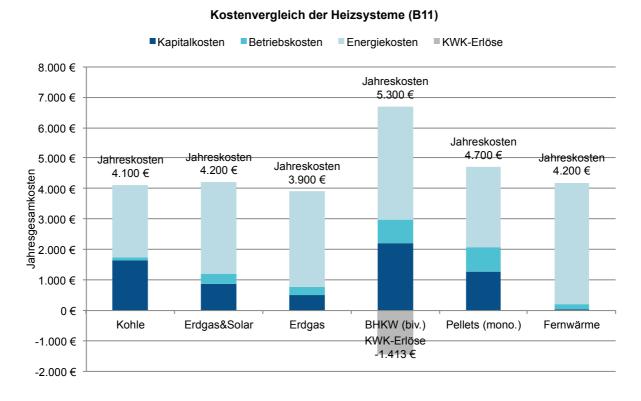
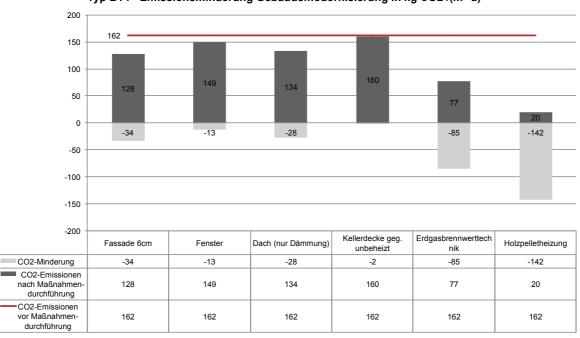


Abbildung 8: Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp B12a

2.1.6 Gebäudetyp B14

2.1.6.1 Emissionsminderungen förderrelevante Bauteile

Die typische Gebäudenutzfläche des Typs B14 beträgt 119 m². In Verbindung mit dem Endenergiebedarf in Höhe von ca. 51.300 kWh/a ergibt sich ein flächenbezogener Endenergiebedarf von etwa 431 kWh/(m²*a). Bei Beheizung dieser Gebäude mit Kohleöfen ergeben sich CO₂-Emissionen von ca. 162 kg/(m²*a). Die Emissionsminderungspotenziale der einzelnen Sanierungsmaßnahmen sind in Abbildung 9 dargestellt.

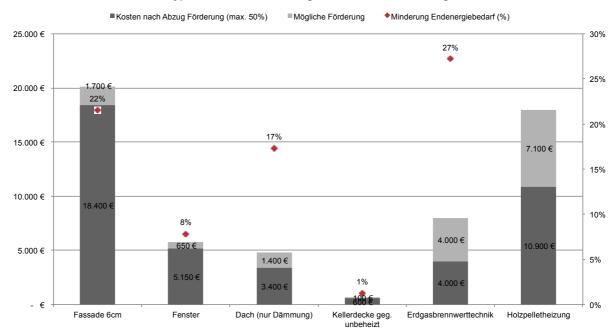


Typ B14 - Emissionsminderung Gebäudemodernisierung in kg CO2 /(m2*a)

Abbildung 9: Emissionsminderungen Typ B14

2.1.6.2 Investitionskosten und Förderrahmen

Beim Gebäudetyp B14 zählt die Umstellung der Heizungsanlage auf ein Erdgasbrennwertsystem ebenfalls zu den Maßnahmen mit dem größten Energieeinsparpotenzial. Darauf folgt die Fassadensanierung mit einem Minderungspotenzial von 22% (Endenergie). Jedoch handelt es sich hierbei mit 18.400 EUR um die kostenintensivste Maßnahme dieses Gebäudetyps, so dass auch hier die Dachdämmung eine energetisch sinnvolle und dabei vergleichsweise günstige Maßnahme für den Eigentümer darstellt. (Abbildung 10)



Typ B14 - Kostenschätzung Gebäudemodernisierung

Abbildung 10: Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ B14

2.1.6.3 Kostenvergleich aller Heizungssysteme

Neben den Investitionskosten sind für den selbstnutzenden Eigentümer auch die Jahresgesamtkosten der einzelnen Systeme von Interesse. In Abbildung 11 sind diese Kosten gegenübergestellt. Auch bei den Gebäuden des Typs B14 weist die Erdgasbrennwertheizung (4.000EUR) geringere Jahresgesamtkosten auf als die übrigen Heizungssysteme. Wie auch in den zuvor betrachteten Gebäuden, ist eine neue Kohleheizung (4.200 EUR) die nächstgünstigere Alternative zur Erdgasheizung. Pelletheizungen und die Fernwärme bleiben unter 5.000 EUR Jahresgesamtkosten. Noch höhere Jahreskosten sind mit der Umstellung auf ein BHKW verbunden.

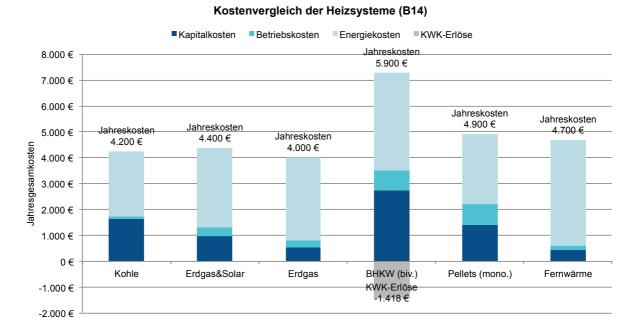
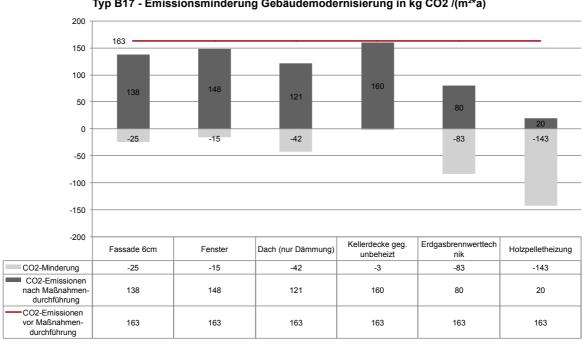


Abbildung 11: Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp B14

2.1.7 Gebäudetyp B17

2.1.7.1 Emissionsminderungen förderrelevante Bauteile

Der Gebäudetyp B17 benötigt im Ursprungszustand ca. 56.200 kWh/a Endenergie. Die typische Gebäudenutzfläche beträgt 124 m², wodurch sich ein flächenbezogener Endenergiebedarf von 380 kWh/(m²*a) ergibt. In Verbindung mit dem Heizungssystem auf Kohlebasis betragen die CO₂-Emissionen dieses Gebäudes 163 kg/(m²*a). Die Minderungspotenziale der einzelnen Sanierungsmaßnahmen sind in Abbildung 12 dargestellt.

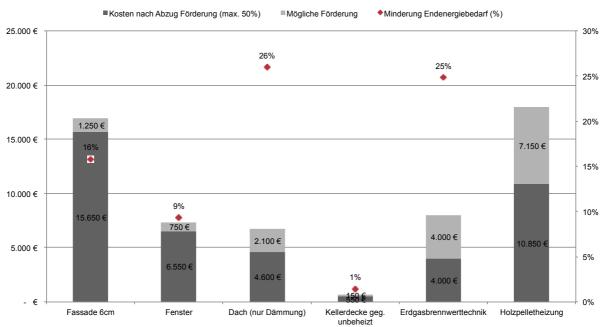


Typ B17 - Emissionsminderung Gebäudemodernisierung in kg CO2 /(m2*a)

Emissionsminderungen Typ B17 Abbildung 12:

2.1.7.2 Investitionskosten und Förderrahmen

Wie schon bei den Gebäudetypen B11 und B12a zählen auch beim hier betrachteten Gebäudetyp B17 der Austausch der Heizungsanlage und die Dämmung des Dachs zu den Maßnahmen, mit vergleichsweise geringen Investitionsvolumina und deutlichen Energieeinsparungen, weshalb sie für selbstnutzende Eigentümer besonders interessant sein können (Abbildung 13)



Typ B17 - Kostenschätzung Gebäudemodernisierung

Abbildung 13: Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ B17

2.1.7.3 Kostenvergleich aller Heizungssysteme

Der Vergleich der Jahreskosten aller Heizungssysteme zeigt auch für den Gebäudetyp B17, dass die Erdgasbrennwertheizung im Vergleich aller Varianten die geringsten Jahresgesamtkosten (4.400 EUR) aufweist. Damit ist diese Variante jährlich etwa 300 EUR günstiger als der Einbau einer neuen Kohleheizung. Die Fernwärme ist jährlich etwa 800 EUR teurer als eine Erdgasbrennwertheizung und ca. 500 EUR teurer als eine neue Kohleheizung. Holzpellets (5.200 EUR Jahresgesamtkosten), ein BHKW (6.200 EUR) weist die höchsten Jahresgesamtkosten für diesen Gebäudetyp auf. (Abbildung 14)

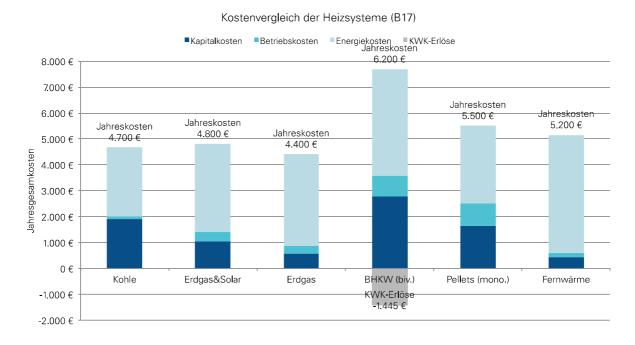
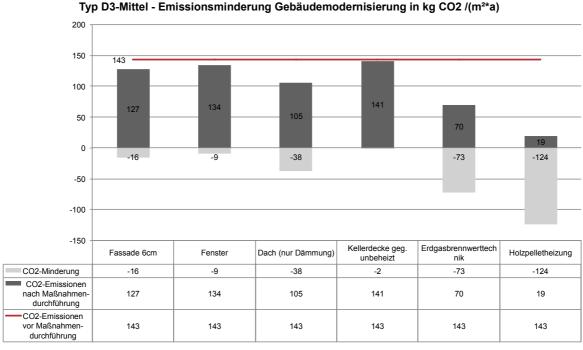


Abbildung 14: Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp B17

2.1.8 Gebäudetyp D3-Mittel

2.1.8.1 Emissionsminderungen förderrelevante Bauteile

Die typische Gebäudenutzfläche der Reihenmittelhäuser des Typs D3-Mitel beträgt 124 m². In Verbindung mit dem Endenergiebedarf in Höhe von ca. 46.948 kWh/a ergibt sich ein flächenbezogener Endenergiebedarf von etwa 380 kWh/(m²*a). Bei Beheizung dieser Gebäude mit Kohleöfen ergeben sich CO₂-Emissionen von ca. 143 kg/m²*a. Die Emissionsminderungspotenziale der einzelnen Sanierungsmaßnahmen sind in Abbildung 15 dargestellt.

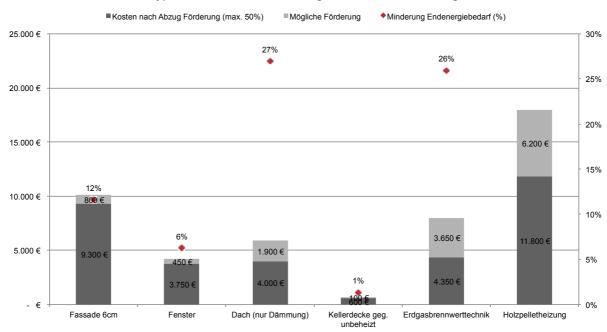


Emissionsminderungen Typ D3-Mittel

2.1.8.2 Investitionskosten und Förderrahmen

Abbildung 15:

Beim hier betrachteten Gebäudetyp handelt es sich um ein Reihenmittelhaus, die dadurch bedingte geringe Außenwandfläche spiegelt sich in den vergleichsweise günstigen Modernisierungskosten für dieses Bauteil von 9.300 EUR wider (Förderung bereits abgezogen). Dennoch bleiben auch hier die Umstellung auf eine Erdgasbrennwertheizung und die Dachdämmung, die Maßnahmen mit dem besten Verhältnis zwischen Investitionskosten und zu erwartenden Endenergieeinsparungen. (Abbildung 16)



Typ D3-Mittel - Kostenschätzung Gebäudemodernisierung

Abbildung 16: Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ D3-Mittel

2.1.8.3 Kostenvergleich aller Heizungssysteme

Wegen des vergleichsweise niedrigen Energiebedarfs des Reihenmittelhauses vom Typ D3-Mitte, haben die Energiekosten einen geringeren Einfluss auf die Jahresgesamtkosten der hier betrachteten Heizungssysteme. Die Jahresgesamtkosten weisen daher eine geringere Streuung auf, als bei den zuvor betrachteten Gebäudetypen. Dennoch bleibt auch hier die Erdgasbrennwertheizung das System mit den geringsten Jahreskosten (3.700 EUR), gefolgt vom Kohlereferenzsystem (3.800 EUR). Die Differenz der Fernwärme zur Erdgasbrennwertheizung beträgt hier jedoch nur noch 600 EUR und auch die Jahreskosten der Pelletheizung bewegen sich in einem vergleichbaren Rahmen (4.500 EUR). Die Jahreskosten ein BHKW belaufen sich auf 5.600 EUR. (Abbildung 17)

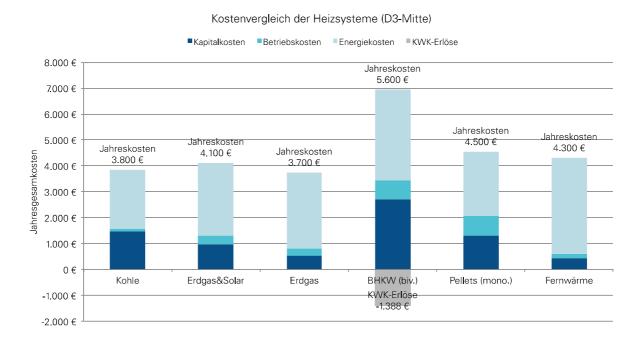
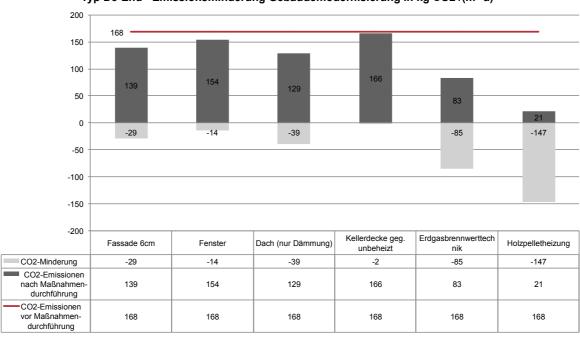


Abbildung 17: Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp D3-Mitte

2.1.9 Gebäudetyp D3-End

2.1.9.1 Emissionsminderungen förderrelevante Bauteile

Die Reihenendhäuser der Gebäudetyps D3-End benötigen ca. 55.300 kWh/a Endenergie. Der flächenbezogene Endenergiebedarf beträgt 447 kWh/(m²*a). Die typische Gebäudenutz-fläche beläuft sich auf 124 m². Bei Beheizung des Gebäudes auf Kohlebasis betragen die CO₂-Emissionen 168 kg/m²/a. Die Minderungspotenziale der einzelnen Sanierungsmaßnahmen sind in Abbildung 18 dargestellt.

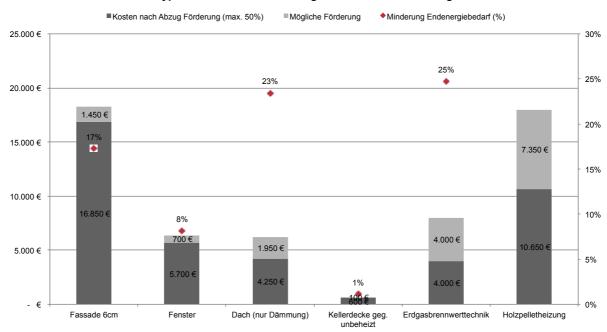


Typ D3-End - Emissionsminderung Gebäudemodernisierung in kg CO2 /(m²*a)

Abbildung 18: Emissionsminderungen Typ D3-End

2.1.9.2 Investitionskosten und Förderrahmen

Für die Reihenendhäuser des gleichen Gebäudetyps fallen die zu erwartenden Sanierungskosten aufgrund der größeren Außenfläche entsprechend höher aus. Weshalb auch beim Gebäudetyp D3-End der Austausch der Heizungsanlage und die Dachdämmung zu den Maßnahmen, mit vergleichsweise geringen Investitionsvolumina und deutlichen Energieeinsparungen zählen. (Abbildung 19)



Typ D3-End- Kostenschätzung Gebäudemodernisierung

Abbildung 19: Kostenschätzung Gebäudemodernisierung Typ D3-End

2.1.9.3 Kostenvergleich aller Heizungssysteme

In Abbildung 20 sind die Jahresgesamtkosten aller Heizungssysteme Kosten gegenübergestellt. Auch bei den Gebäuden des Typs D3-Mitte weist die Erdgasbrennwertheizung (4.400EUR) geringere Jahresgesamtkosten auf als die übrigen Heizungssysteme. Wie auch in den zuvor betrachteten Gebäuden, ist eine neue Kohleheizung (4.600 EUR) die nächstgünstigere Alternative zur Erdgasheizung. Darauf folgen Fernwärme (5.100 EUR) und Pelletheizungen (5.400 EUR) Noch höhere Jahreskosten sind mit der Umstellung ein BHKW verbunden.

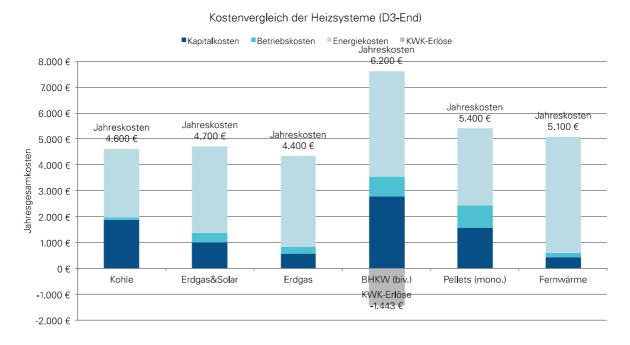


Abbildung 20: Jahreskostenvergleich der Heizsysteme Gebäudetyp D3-End

2.2 Handlungsoptionen energetische Sanierung nach Zielgruppen

Die selbstnutzenden Einzeleigentümer haben aufgrund ihres Immobilienbesitzes eine eigene Motivation in Bezug auf die Gebäudesanierung und damit verbundener Nutzenerwartungen. Diese Motivation ist überwiegend von mehreren Faktoren abhängig: Die Lebensphase, die Haushaltgröße, Wertvorstellungen und Ziele, das Wissen um die Sanierungsmöglichkeiten und nicht zuletzt der Geldbeutel sind ausschlaggebend für das Handeln dieser Zielgruppe. Jeder Einzeleigentümer bestimmt selbst den Zeitpunkt und den Umfang der Sanierung, geleitet vom individuellen Bedarf und begrenzt vom finanziellen Spielraum und den gesetzlichen Rahmenbedingungen.

Neben den individuellen Anforderungen an Einzellösungen ist jedoch auch die Offenheit gegenüber gemeinschaftlichen und nachbarschaftlichen Lösungen ggf. relevant für den Standort: So sind nach einer längeren Phase der gesellschaftlichen Individualisierung kollektive Lösungen im Sinne einer "share economy" wieder stärker im Trend – etwa 64% der Bevölkerung wollen zukünftig verstärkt derartige Angebote nutzen⁸. Hinzu kommt, dass in den betrachteten Standorten gemeinschaftliches Handeln grundsätzlich eine gewisse Tradition aufweist; die bestehenden und nach wie vor aktiven Siedlergemeinschaften sind Beleg hierfür. Eine Umfrage⁹ zum Thema Bürgernetze in einigen Ballungsräumen Nordrhein-Westfalens belegt zudem das gestiegene Interesse von Immobilienbesitzern an Beteiligungsmodellen bei der Energieversorgung und transparenten Regeln bei der Energiepreisgestaltung.

⁸ PriwaterhouseCoopers: Bevölkerungsbefragung Share Economy 2015. Frankfurt 2015.zur

⁹ Innofact AG, Jung Stadtkonzepte: Marktbefragung zu Bürgernetzmodellen im Rahmen des Wettbewerbs KWK-Modellkommune. Köln, Düsseldorf 2014.

Einzeleigentümer sanieren selten mit dem ausschließlichen Motiv, den energetischen Zustand ihres Hauses zu verbessern. Vielmehr ergeben sich zu bestimmten Lebensphasen Sanierungsanlässe, an welchen die Eigentümer verstärkt über Maßnahmen der Sanierung nachdenken und eventuell auch handeln. Bei diesem Denkprozess werden verschiedene Motive und Wünsche gebündelt. Nicht nur die "harten Fakten" wie Investitionskosten und Amortisationszeit spielen dabei eine Rolle, auch vermeintlich weiche, psychologische Faktoren sind dabei zu berücksichtigen. Insbesondere sind die Gebäude nicht isoliert zu betrachten – auch das generelle Investitionsklima in den Quartieren und sichtbare Beispiele in der Nachbarschaft können individuelle Sanierungshemmnisse überwinden helfen. Die Analyse unterscheidet für die Einzeleigentümer drei unterschiedliche Sanierungsanlässe nach Lebensphase und Sanierungsmotivation:

- 1. Die Einsteiger: Die Einsteiger gehören überwiegend zur Altersgruppe der unter 30- Jährigen und 30- bis unter 50-Jährigen. Die Sanierungsziele sind eng an den Eigentumserwerb geknüpft. Einsteiger sind häufig in der Phase der Familiengründung und suchen den möglichst kostengünstigen Einstieg in die eigene Wohnimmobilie. Kostengünstige Altbauten mit Möglichkeiten zur Eigenleistung sind daher attraktiv für diese Gruppe. Eine Sanierung schließt sich häufig in den ersten Jahren nach dem Kauf des Gebäudes an und soll den Wohnwert verbessern, Energieeinsparung und CO₂ -Reduktion haben häufig keine Priorität. Das Budget ist in der Regel stark begrenzt, es wird umgesetzt, was für die Funktionstüchtigkeit des Gebäudes erforderlich ist. Bei der Sanierung erbringt die Zielgruppe im Rahmen ihrer Möglichkeiten Eigenleistungen und baut auf die Unterstützung von Nachbarn, Familie und Freunden. Die Sanierer bevorzugen konventionelle, lang erprobte und damit kostengünstige Techniken und Bauweisen. Laut den Ergebnissen einer standardisierten Befragung von Eigenheimsanierern4 wurden etwa 60% aller Sanierungen durch die befragten Teilnehmer in den ersten 10 Jahren nach Kauf der Immobilie durchgeführt. Gemeinschaftlichen Ansätzen ist diese Zielgruppe auch schon aufgrund der jungen Altersstruktur grundsätzlich aufgeschlossen, wenn dies nicht mit erhöhtem Organisationsaufwand verbunden ist und finanzielle Risiken ggf. mildert.
- 2. Die pragmatischen Optimierer: Diese Anwendungsgruppe der überwiegend über 30- bis 50-Jährigen beschreibt die bereits etablierten Eigentümer von Altbauten im Stadtteil, ihre wichtigsten Sanierungsanlässe sind der Werterhalt und die laufende Pflege des Eigentums. Die Energieeinsparung rückt dabei stärker in den Vordergrund, wobei die Zielgruppe ein großes Preisbewusstsein hat. Klimaschutz spielt als zusätzlicher Nutzen durchaus eine Rolle, zentrale Motivation aber ist die Steigerung der Wohnbehaglichkeit. In Bezug auf die technischen und baukonstruktiven Maßnahmen wird umgesetzt, was pragmatisch machbar ist. Risikovermeidung ist bei allen Investitionen ein wichtiges Ziel für die pragmatischen Optimierer. Werterhalt ist dieser Gruppe ebenfalls wichtig, es wird also auch darauf ankommen, sie vom wertsteigernden Einfluss baukultureller Qualitäten zu überzeugen. Gemeinschaftliche Organisationsmodelle der Energieversorgung sind für diese Anwendungsgruppe voraussichtlich nur dann interessant, wenn sie mit klaren, pragmatischen Preis- und Aufwandsvorteilen verbunden sind.

3. Die Umsteiger: Diese Gruppe der zumeist über 50- bis 65-Jährigen steht häufig vor einem Umbruch der Lebenssituation, der Haushalt wird kleiner, da die Kinder das gemeinsame Haus oder die Wohnung verlassen. Wichtigster Sanierungsanlass dieser Gruppe: Die eigene Immobilie soll fit für die nächste Lebensphase gemacht werden. Die Umsteiger wünschen Barrierefreiheit und eine Verringerung des Energieverbrauchs. Umsteiger sind häufig durchaus für neue Techniken zu begeistern, dabei aber nicht bereit, technische und finanzielle Risiken einzugehen. Langfristig angelegte Amortisationszeiten werden nicht akzeptiert. Finanzierung durch Kredite ist dieser Gruppe aufgrund ihres hohen Durchschnittsalters nur sehr eingeschränkt möglich. Förder- und Beratungsansätze müssen diese besondere Rahmenbedingung berücksichtigen. Kollektive Ansätze können bei dieser Zielgruppe am Standort voraussichtlich auf eine gewisse Tradition setzen, wenn es gelingt, die Siedlergemeinschaften als Multiplikatoren zu gewinnen.

Die Beschreibung dieser Gruppen dient einer ersten grundlegenden qualitativen Einschätzung in Bezug auf Sanierungsmotive und -hemmnisse. Die Definition der Gruppen baut methodisch auf der Studie "Handlungsmotive, -hemmnisse und Zielgruppen für eine energetische Gebäudesanierung" auf und wurde im Rahmen der Konzeptentwicklung zur Energetischen Stadtsanierung¹⁰ auf Grundlage räumlicher und soziodemografischer Analysen an die Situation in Hassel und Westerholt/Bertlich angepasst.

Im Rahmen der Vor-Ort-Erhebung wurde versucht, die angetroffenen Personen auf Grundlage augenscheinlicher Merkmale den zuvor genannten Zielgruppen zuzuordnen. Das Ergebnis dieser Einschätzung ist in der nachfolgenden Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Anteile der Zielgruppen in den Fördergebieten (ohne Daten aus Herten in Gebiet J)

Fördergebiet	A	В	С	D	E	F	G	Н	I	J	ge- samt
Einschätzung vorhan- den	18	42	15	41	2	25	91	13	36	n.v.	283
Einsteiger	33 %	96 %	36 %	24 %	100 %	40 %	57 %	54 %	37 %	n.v.	48%
Pragmatische Optimie- rer	11 %	0%	21 %	49 %	0%	32 %	18 %	23 %	31 %	n.v.	24%
Umsteiger	56 %	4%	43 %	27 %	0%	28 %	25 %	23 %	31 %	n.v.	27%

Jung Stadtkonzepte, GERTEC Ingenieurgesellschaft: Energetische Stadtsanierung

Es wird deutlich, dass über alle Fördergebiete hinweg, der Anteil jüngerer Personen in der Familiengründungsphase (sogenannte Einsteiger) nahezu die Hälfte der hier betrachteten Grundgesamtheit ausmacht. Die beiden weiteren Zielgruppen haben nahezu identische Anteile von etwa einem Viertel im gesamten Untersuchungsgebiet.

Auffälligkeiten in den einzelnen Fördergebieten zeigen sich in den Fördergebieten (A, G, H¹¹) mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil von Einsteigern. Im Fördergebiet D ist ein vergleichsweise hoher Anteile pragmatischer Optimierer anzutreffen, während in den Fördergebieten A und C die Anteile der Umsteiger leicht über dem Durchschnitt liegen.

Zunächst werden die grundsätzlichen technischen Handlungsmöglichkeiten für alle Zielgruppen dargestellt. Neben den voraussichtlichen Investitionskosten (ohne Berücksichtigung der Förderrichtlinie) je Maßnahme, werden ebenso die zu erwartende Energieeinsparung sowie darüber hinaus gehende Nutzenaspekte und oder Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen dargestellt (Tabelle 7).

¹¹ Das Fördergebiet E wird aufgrund der geringen Anzahl von Einschätzungen hier nicht berücksichtigt.

Tabelle 7: Technische Handlungsmöglichkeiten Kosten und Nutzen für alle Zielgruppen

	Fenster	Fassade	Dachdäm- mung (von Innen)	Kellerdecke	Erdgas- brennwert	Holzpellet- heizung	Fernwärme	внкш
Investitions-kosten (ca.)	4.000- 7.000EUR	10.000- 20.000EUR	5.800- 6.700EUR	700-1.000EUR	11.000EUR	23.000EUR- 25.000EUR	8.000- 12.000EUR	30.000EUR- 40.000EUR
Energie- einsparung	6 - 8%	12 - 22%	17 - 27%	1 – 2 %	25 %	-	-	-
Nutzen	Sicherheit Optische Aufwertung Komfortverbesserung spürbar von Jedermann	Optische Aufwertung Werterhalt Komfortverbesserung	ggf. mehr Nutz- fläche Komfortverbes- serung bei Eigentü- merwechsel Dämmung ge- setzlich gefor- dert	Komfortverbes- serung (Fuß- wärme)	Komfortverbesserung Automatisiertes System, kauf Aufwand für Eigentümer im Betrieb notwendig weniger Schmutz ggü. Kohle	weniger Schmutz ggü. Kohle höchste CO2- Minderung	Komfortverbesserung weniger Schmutz ggü. Kohle Ggf. Platzersparnis durch Wegfall der eigenen Versorgungsanlage	Komfortverbesserung weniger Schmutz ggü. Kohle Eigenstromerzeugung möglich
Sonstiges	ggf. Schimmel- risiko, durch Erhöhung der Gebäudedicht- heit	Gerüst notwen- dig ggf. Kombi- nation mit neu- er Dacheinde- ckung möglich		ggf. Kombinati- onsmöglichkeit mit Dämmung Wärmeverteillei- tung möglich (gesetzl. gefor- dert)	sofern nur Hei- zung moderni- siert wird, ist Anlage nach weiteren Mo- dernisierungen ggf. überdi- mensioniert	 Feinstaubbe- lastung be- rücksichtigen Brennstoff muss perio- disch bezogen werden 	nicht flächen- deckend ver- fügbar	

Tabelle 8: Nutzenargumente für Einsteigerhaushalte

Einsteiger									
		Fenster	Fassade	Dachdämmung (von Innen)	Kellerdecke	Erdgasbrenn- wert	Holzpellet- heizung	Fernwärme	BHKW
30-50 Jährige Erstmaliger Eigentumserwerb oftmals Familiengründung kostengünstige Maßnahmen Verbesserung des Wohnwerts wichtig erprobte Verfahren ggf. mit Eigenleistung	PRO	kostengünstig breites und Vielfältiges Angebot nach außen sichtbare optische Aufwertung des Gebäudes		bei Eigentümerwechsel Dämmung (oberste Geschossdecke) gesetzlich gefordert ggf. Nutzflächenerweiterung möglich sehr gutes KostenNutzenVerhältnis teilweise in Eigenleistung möglich	 kostengünstig Eigenleistung möglich 	vermutlich kein Deputat möglich daher offen für Heizungsumstellung Heizungssystem mit geringen Jahreskosten	vermutlich kein Deputat möglich, da- her offen für Heizungs- umstellung	vermutlich kein Deputat möglich, da- her offen für Heizungs- umstellung sehr geringe Investitions- kosten	vermutlich kein Deputat möglich, da- her offen für Heizungs- umstellung Kollektive Lösung im Sinne eines Nachbar- schaftsnetzes möglich
	CONTRA	Schimmelrisiko beachten Einbau durch Fachmann notwendig	sehr kosten- intensiv Fachmann erforderlich	V	geringe Energieein- sparung im Vergleich zu anderen Maßnahmen		vergleichs- weise hohe Investitions- kosten	Verfügbarkeit vor Ort Abhängigkeit von einem Anbieter	sehr hohe Investitions- kosten

Empfehlung:

Dachdämmung von Innen

Bei Fenstern aus Ursprungsbaujahr ebenfalls Austausch erforderlich

Umstellung auf Gasbrennwerttechnik bzw. Fernwärme

Für Einsteigerhaushalte bieten sich vor allem Maßnahmen mit vergleichsweise geringen Investitionskosten an. Hier also die Dachdämmung von Innen. Sofern der jetzige Eigentümer das Gebäude nicht schon vor dem 1. Februar 2002 bewohnt hat, gilt ohnehin eine Dämmpflicht für die obere Geschossdecke bzw. das Dach. Aus Sicht eines Haushalts in der Phase der Familiengründung, könnte der Ausbau des bisher ungenutzten Dachgeschosses zusätzliche Nutzfläche und damit einen erheblichen Mehrwert bieten. In Verbindung mit dem Austausch der Fenster, können wesentliche Wärmeverluste der Gebäudehülle reduziert werden. Die Umstellung der Heizungsanlage stellt darüber hinaus eine weitere sehr kosteneffiziente Maßnahme dar, insbesondere dann, wenn Fernwärme verfügbar ist (alternativ Erdgas). Da davon auszugehen ist, dass Einsteigerhaushalte in der Regel kein Kohledeputat beziehen, sollten diese Haushalte auch offen für das Thema Energieträgerwechsel sein.

Tabelle 9: Nutzenargumente Zielgruppe Pragmatische Optimierer

Pragmatische Op	Pragmatische Optimierer								
		Fenster	Fassade	Dachdäm- mung (von Innen)	Kellerdecke	Erdgas- brennwert	Holzpellet- heizung	Fernwärme	BHKW
 über 30-50 Jährige etablierte Eigentümer Werterhalt und Pflege des Eigentums wichtig Energiesparen ist relevant 	PRO	Bauteil ggf. sowieso am Ende seiner rechneri- schen Nut- zungszeit Komfortver- besserung	 mittlere bis hohe Ener- gieeinspa- rung Verbesse- rung Wohn- komfort und optisches Erschei- nungsbild 	 hohe Energieeinsparung möglich sehr gutes Kosten-Nutzen Verhältnis 	kostengüns- tige Maß- nahme	 hohe Energieeinsparung möglich Wertsteigerung des Gebäudes 	Wertsteige- rung des Gebäudes	Wertsteige- rung des Gebäudes	 Wertsteigerung des Gebäudes Kollektive Lösung im Sinne eines Nachbar- schaftsnet- zes möglich
großes Preis- bewusstsein	CONT- RA	vglw. gerin- ge Energie- ersparnis	eher kosten- intensive Maßnahme		geringe Energieein- sparung im Vergleich zu anderen Maßnahmen	höhere Ver- brauchskos- ten ggü. kostenlosem Kohledepu- tat	höhere Ver- brauchskos- ten ggü. kostenlosem Kohledepu- tat	höhere Ver- brauchskos- ten ggü. kostenlosem Kohledepu- tat	 sehr hohe Investitions- kosten höhere Ver- brauchskos- ten ggü. kostenlo- sem Kohle- deputat

Empfehlung:

Dachdämmung von Innen

Bei Fenstern aus Ursprungsbaujahr ebenfalls Austausch erforderlich

ggf. Fassadensanierung

Umstellung auf Gasbrennwerttechnik oder Holzpelletheizung

Für die Zielgruppe der pragmatischen Optimierer bietet sich die Umsetzung von Maßnahmen an, die vergleichsweise kosteneffizient sind. An erster Stelle sollten auch bei dieser Zielgruppe die Dämmung des Dachs von Innen und der Austausch der Fenster stehen. Da diese Zielgruppe ihre Gebäude schon länger bewohnt, existiert zwar kein gesetzlicher Zwang zur Dämmung, dennoch sollten pragmatische Optimierer über die Energiekosteneinsparung für diese Maßnahme begeistert werden können. Sofern kein kostenloses Kohledeputat bezogen wird, ergeben sich auch durch den Heizungsaustausch wesentliche Energiekosteneinsparungen. Aber auch für die Deputatbezieher unter den pragmatischen Optimierern kann der Heizungsaustausch vor dem Hintergrund des Werterhalts der Immobilie und dem Auslaufen der Kohle-Deputatregelung in 2018 attraktiv erscheinen. Unter dem Aspekt des Werterhalts sollte auch dann auch das Thema Fassadendämmung in Betracht bezogen werden.

 Tabelle 10:
 Nutzenargumente Zielgruppe Umsteiger

Umsteiger									
		Fenster	Fassade	Dachdämmung (von Innen)	Kellerdecke	Erdgasbrenn- wert	Holzpellet- heizung	Fernwärme	BHKW
 50-65 Jährige Haushaltsverkleinerung wg. Auszug der Kinder Gebäude für nächste Lebensphase fit machen technikaffin Amortisationszeiten möglichst kurz 	PRO	Austausch der Fenster mit Themen Barriereabbau und Einbruchsicherheit kombinierbar Komfortverbesserung	mittlere bis hohe Ener- gieeinspa- rung Verbesserung Wohnkomfort und optisches Erschei- nungsbild	ggf. Däm- mung oberste Geschossde- cke ausrei- chend (güns- tiger) kurze Amorti- sationszeit	kostengünsti- ge Maßnah- me	Wertsteige- rung des Ge- bäudes ggf. komfor- tablere Warmwas- serbereitung	Wertsteige- rung des Ge- bäudes ggf. komfor- tablere Warmwas- serbereitung	Wertsteige- rung des Ge- bäudes ggf. komfor- tablere Warmwas- serbereitung	Wertsteigerung des Gebäudes ggf. komfortablere Warmwasserbereitung Eigenstromerzeugung möglich Kollektive Lösung im Sinne eines Nachbarschaftsnetzes möglich
	CONT- RA	keine Amorti- sation über den Lebens- zyklus erziel- bar	kosteninten- siv		geringe Energieein- sparung im Vergleich zu anderen Maßnahmen	höhere Ver- brauchskos- ten ggü. kos- tenlosem Kohledeputat	höhere Ver- brauchskos- ten ggü. kos- tenlosem Kohledeputat	höhere Ver- brauchskos- ten ggü. kos- tenlosem Kohledeputat	hohe Investitionskosten höhere Verbrauchskosten ggü. kostenlosem Kohledeputat

Empfehlung:

Fenster (unter Berücksichtigung Barriereabbau)

Dach (ggf. nur obere Geschossdecke, falls kein Dachausbau gewünscht)

Heizung

Für Umsteigerhaushalte gilt es, mit unmittelbar spürbaren Maßnahmen die eigene Immobilie fit für den nächsten Lebensabschnitt zu machen. Dabei muss es sich nicht zwangsläufig um das Thema Energiesparen handeln. Spürbare Verbesserungen können sich beispielsweise durch besser erreichbare oder einbruchssichere Fenster ergeben. Problematisch sind hierbei jedoch zwei Aspekte. Einerseits lassen sich in der Regel mit dem Fensteraustausch keine kurzen - und für diese Zielgruppe relevanten - Amortisationszeiten erzielen, andererseits besteht beim Austausch der Fenster allein, die Gefahr der Schimmelbildung, so dass zusätzlich eine kostenintensive Fassadendämmung ratsam wäre. Die in dieser Zielgruppe beobachtbare Verkleinerung des Haushalts bietet jedoch in jedem Fall die sehr kostengünstige Möglichkeit der Dämmung der obersten Geschossdecke. Für das Thema des Heizungsaustauschs kann diese Zielgruppe evtl. über das Argument einer komfortableren Warmwasserbereitung begeistert werden.

Tabelle 11 verdeutlicht noch einmal die zuvor aufgestellte These, dass Einsteigerhaushalte ein gesteigertes Interesse am Thema Heizungsaustausch haben, als die übrigen Zielgruppen. Besonders im Fördergebiet G ist eine Häufung von interessierten Einsteigerhaushalten vorzufinden. Die Ergebnisse der Befragung deuten darauf hin, dass das Interesse am Heizungsaustausch mit zunehmendem Alter abnimmt. Dennoch finden sich auch in diesen Zielgruppen grundsätzlich interessierte Haushalte. In Fördergebiet D ist ein geringfügig höherer Anteil von pragmatischen Optimieren und Umsteigern erkennbar.

Tabelle 11: Interesse am Heizungsaustausch nach Fördergebieten und Zielgruppen

Interesse ar	Interesse am Thema Heizungsaustausch nach Fördergebieten und Zielgruppen							
Förderge- biet	Einsteiger Optimierer Umsteiger		ohne Einschätzung	gesamt				
A	2	1	3	7	13			
В	0	0	0	1	1			
С	2	0	2	2	6			
D	4	10	7	9	30			
E	2	0	0	0	2			
F	2	4	1	1	8			
G	14	7	4	11	36			
н	4	3	1	0	8			
I	6	4	4	21	35			
J	0	0	0	30	30			
gesamt	36	29	22	82	169			

3 Bestandsaufnahme der Energieversorgungsstruktur

Die durchgeführte Bestandsaufnahme der Energieversorgungstruktur umfasste zum einen die detaillierte Erfassung der Versorgungssituation auf Adressebene, zum anderen die darauf aufbauende Berechnung der Energiebedarfe und CO₂-Emissionen. Erstere wurde mittels Datensichtung und Bearbeitung sowie einer Umfrage im Fördergebiet realisiert. Die zur Berechnung von Energiebedarfen und Kohlenstoffdioxid-Emissionen notwendigen Informationen, wie Gebäudetypen, bauphysikalische und technische Daten wurden zusammengetragen und eine Energie- sowie CO₂-Bilanz wurden erstellt. Alle Informationen wurden in einem Wärmeatlas (Datenbank und GIS-System) adressscharf zusammengefasst.

3.1 Leitungsgebundene Energieträger

Die von den Stadtwerken Herten auf Adress- (2014) und Baublockebene (2012 und 2013) bereitgestellten Gas- und Fernwärmeverbräuche wurden für das Stadtgebiet Herten analysiert. Die von der ELE GmbH bereitgestellten Erdgasverbräuche auf Baublockebene (2013) und die Liste der gasbeziehenden Adressen in den Fördergebieten, sowie die Adress- (2013) und Baublockdaten (2012 und 2013) der E.ON Fernwärme GmbH wurden für das Stadtgebiet Gelsenkirchen analysiert.

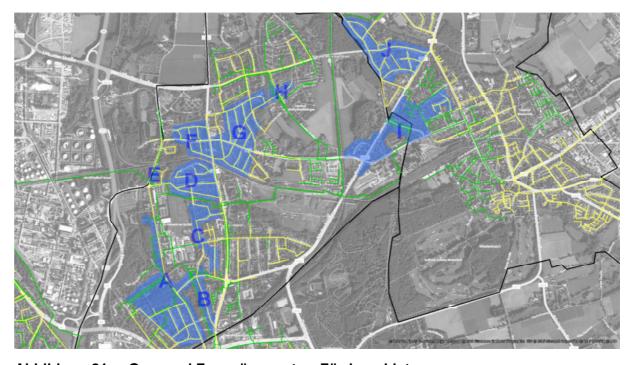


Abbildung 21: Gas- und Fernwärmenetze, Fördergebiete

Abbildung 21 zeigt die Topologie der bestehenden Fernwärme- (grün) und Gasnetze (gelb) sowie die Zechenhaussiedlungen (blau), welche gleichzeitig die Fördergebiete darstellen. Es ist ersichtlich, dass das Gasnetz in den Fördergebieten bereits weiträumig ausgebaut wurde. Die Fernwärmeleitungen hingehen befinden sich weitestgehend außerhalb der Fördergebiete. Einige wenige Straßenzüge wurden jedoch auch schon fernwärmetechnisch erschlossen.



Abbildung 22: leitungsgebundene Versorgungssituation, Ausschnitt

Abbildung 22 zeigt einen Ausschnitt der leitungsgebundenen Versorgungssituation in den Fördergebieten. Gelbe Adresspunkte geben die gasversorgten, grüne Adresspunkte die Fernwärmeversorgten Gebäude an. Nicht leitungsgebundene Adressen werden in diesen Grafiken als nicht ausgefüllte Punkte dargestellt.

Obwohl in den Fördergebieten im Gesamtbild eine dichte Netzstruktur vorliegt, zeigt die adressscharfe Betrachtung, dass weitaus nicht alle Adressen an die vorhandenen Netze angeschlossen sind. In den einzelnen Fördergebieten sind zwischen 12% und 62% der Gebäude ans Gasnetz anschlossen; insgesamt 51% der untersuchten Zechenhäuser. Deutlich weniger Adressen besitzen einen Fernwärmeanschluss; insgesamt sind hier 11% der Adressen im Zechenhausgebiet ans Fernwärmenetz angeschlossen. Insgesamt liegen rd. 2.600 einzelne Adressen (=Wohneinheiten) in dem Gebiet (vgl. Tabelle 12).

Tabelle 12: Energieträger leitungsgebundene Adressen in den Fördergebieten

	Anzahl Adressen						
Gebiet	gesamt	Erdgas	•	Fernwärme			
A	350	175	50%	134	38%		
В	149	66	44%	19	13%		
С	241	143	59%	14	6%		
D	323	152	47%	14	4%		
E	18	7	39%	4	22%		
F	208	116	56%	19	9%		
G	568	350	62%	6	1%		
н	61	35	57%	2	3%		
I	290	34	11%	89	31%		
J	439	271	62%	0	0%		
Summe	2657	1347	51%	301	11%		

3.2 Umfrage im Fördergebiet

Um die nicht leitungsgebundenen Versorgungsarten adressscharf zuordnen zu können, wurde in den Fördergebieten A-J eine Vor-Ort-Datenerhebung in Form einer Umfrage durchgeführt.

3.2.1 Vorgehensweise und Fragebogen

Im Vorfeld der Umfrage wurden die gegebenen Daten gefiltert. Aus der Gesamtmenge aller 2657 Adressen wurden aufgrund der Datengrundlage leitungsgebundenen Adressen ausgesondert. Die übrigen 1009 Adressen wurden als nichtleitungsgebunden deklariert und in einen Umfragekatalog aufgenommen.

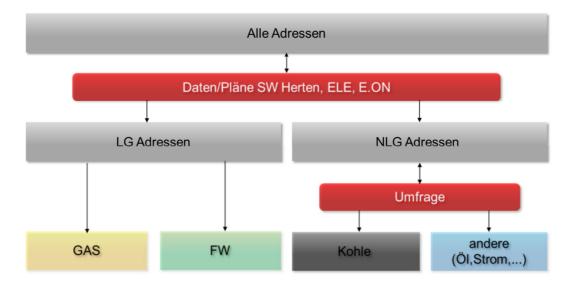


Abbildung 23: Schema Vorgehensweise Umfrage

Durch eine Vor-Ort-Begehung mit Bewohnerbefragung dieser 1009 Adressen sollte der nichtleitungsgebundenen Energieträger und insbesondere die kohleversorgten Adressen identifiziert werden.

Dazu wurde für jede Adresse ein Umfragebogen gemäß Abbildung 24 erstellt. Neben allgemeinen Fragen zum Gebäude, wie Baujahr und Gebäudetyp, wurden der Energieträger der Heizung und das Heizungssystem sowie dessen Alter abgefragt. Des Weiteren wurden die Art und der Energieträger der Warmwassererzeugung aufgenommen. Der Sanierungsstand sowie die Sanierungsgegenstände und das Sanierungsjahr wurden festgehalten. Letztendlich wurden die Bewohner mit der Entscheidungsfrage, ob sie sich eine Änderung des Heizungssystems vorstellen könnten, konfrontiert. Interesse oder großes Interesse an einer Änderung der Heizung wurde protokolliert. Besondere Bemerkungen, wie Beschwerden oder Wünsche zum Energieträger, wurden eingetragen. Darüber hinaus wurden den Bewohnern durch eine eigene Einschätzung des Befragers der Status "Rentner", "Familie" oder "mittleres Alter, ohne Kinder" zugeordnet.

Die Umfrage wurde als Haustür-Befragung durchgeführt. Waren die Bewohner einer zu befragenden Adresse nicht anzutreffen, wurde der Sanierungsstand durch den Befrager von außen beurteilt. Mittels zielgerichteter Suche nach Indikatoren, die Aufschluss über den Energieträger dieser Adressen geben könnten, – beispielweise ein sichtlich in Benutzung befindlicher Kohleschacht oder ein Öleinfüllstutzen – konnte für einige dieser Adressen ein Energieträger identifiziert werden. Das Heizungs- und Warmwasserbereitungssystem wurde in diesem Falle als zentral angenommen.

Valentinstraße 37	
Fördergebiet G	
GEBÄUDE	
Baujahr versorgt	Gebäudetyp
HEIZUNG	
Baujahr	Verbrauch
Energieträger Heizung	Gas Öl Kohle Strom Sonstige
Energiesystem Heizung	ges. Gebäude Haushälfte Etage Wohnung Raum
WARMWASSER	
Energieträger Warmwasser	Gas Öl Kohle Strom Sonstige
Energiesystem Warmwasser	zentral dezentral
SANIERUNG	
Sanierung nein	ja uenn ja, in welchem Jahr
Sanierungsgegenstand	Dach Kellerdecke Wände Fenster □ □ □ □
WEITERES	
Änderung Heizung nein	ja □ wenn ja , Interesse □ großes Interesse □
Contracting nein	
bitte selber einschätzen: □ R	entner □ Familie □ mittleres Alter, ohne Kinder
Bemerkungen	

Abbildung 24: Beispiel Umfragebogen

3.2.2 Ergebnisse

Durch die Umfrage konnten insgesamt 696 kohleversorgte, 24 stromversorgte und 15 ölversorgte Adressen identifiziert werden. Des Weiteren wurden 4 Luft-Wärmepumpen, 1 Geothermie-Wärmepumpen-Heizung, 11 Pelletheizungen, 3 Flüssiggasheizungen und 12 Holzöfen ausfindig gemacht (vgl. Tabelle 13).

Folglich ergibt sich für die gesamte Versorgungssituation ein Bild gemäß Abbildung 25. Graue Punkte zeigen die kohleversorgten Gebäude. Von den hellblauen Punkten ist der Heizenergieträger nach Umfrage unbekannt. Jeder Rotton zeigt eine andere Versorgungsweise mit dem Energieträger Strom an (Nachtspeicher, Infrarot,...). Dunkelbaue Adresspunkte sind ölversorgt und hellbraune mit Pellets, sowie dunkelbraune mit Holz im Allgemeinen.

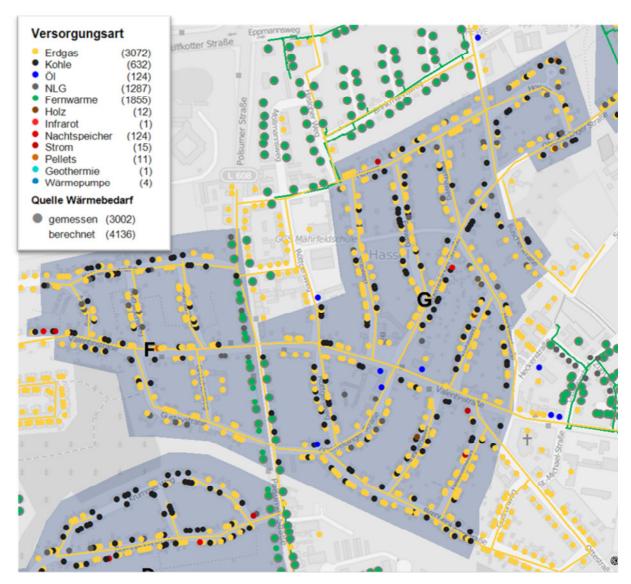


Abbildung 25: Versorgungssituation, Ausschnitt

Für alle Adressen, für die der Energieträger unbekannt ist, jedoch anhand der Versorgerdaten Gas und Fernwärme und anhand der Umfrage Öl oder anderes ausgeschlossen werden

kann, wird die Bezeichnung "NLG" in Tabelle 13 eingeführt. Diese Gebäude sind nicht leitungsgebunden und nach einer Abschätzung über die restlichen Umfrageergebnisse kann für sie mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Kohlezentralheizung angenommen werden. Eine Restunsicherheit besteht, da eine diese Gebäude mit anderen nichtwärmeleitungsgebundenen Energieträgern wie Pellets, Holz oder Strom denkbar wäre.

Tabelle 13: Energieträger nicht leitungsgebundene Adressen in den Fördergebieten

	Anzahl Adressen								
Gebiet	Kohle	NLG	Strom	ÖI	Pellets	Holz	WP	LPG	
Α	33	5	0	3	0	2	0	0	
В	49	9	1	1	3	1	0	0	
С	46	36	1	0	0	0	1	0	
D	131	16	6	0	1	3	0	0	
E	135	0	2	0	0	0	0	0	
F	49	20	3	0	1	0	0	0	
G	164	34	5	5	1	3	0	0	
Н	16	4	3	0	1	0	0	0	
I	123	29	2	5	3	2	3	3	
J	80	88	1	1	1	1	1	0	
Summe	696	241	24	15	11	12	5	3	

Die Auswertung nach dem Energiesystem der Wärme- und Brauchwarmwasserversorgung ergibt, dass circa 80% der kohleversorgten Gebäude eine Kohlezentralheizung besitzt, welche auch zur Warmwasserbereitung dient. Etwa 14% verfügen zwar über ein zentrales Heizungssystem, bereiten das Warmwasser jedoch dezentral mit Hilfe von Strom. Die restlichen 6% der Adressen besitzen Kohleöfen, die in einem mehreren Räumen des Gebäudes untergebracht sind, das Warmwasser wird über Strom erzeugt.

Abbildung 26 zeigt die Ergebnisse zum Fragenblock Sanierung. Es ist erkennbar, dass die meisten Gebäude, circa 80%, innerhalb des letzten Miet-/Besitzzyklus nicht oder lediglich die Fenster saniert haben. 8% der begutachteten Adressen haben die Fenster ausgetauscht und die Wände gedämmt, bei 12% wurde zusätzlich das Dach gedämmt.

Sanierungsstatus

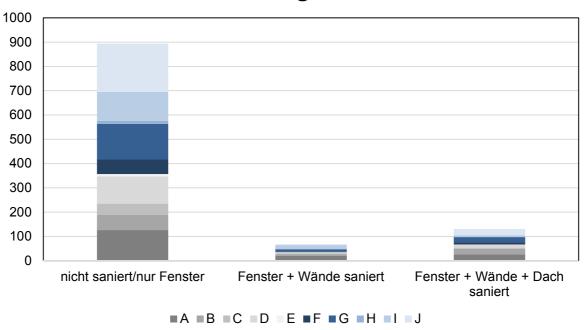


Abbildung 26: Sanierungsstatus Fördergebiete

Die oben bereits analysierte Auswertung nach allen Energieträgern ist für die Fördergebiete der Gelsenkirchener Stadtteile Hassel und Buer-Nord im linken Diagrammteil der Abbildung 27, für die Fördergebiete in den Hertener Stadtteilen Westerholt und Bertlich im linken Diagrammteil der Abbildung 28Abbildung 28, in einem Tortendiagramm zusammengefasst.

Des Weiteren zeigen die Abbildungen im rechten Teil die Auswertung, wie die Bewohner der kohleversorgten Adressen zu einer Änderung der Heizung stehen. In Hassel und Buer-Nord stehen 115 Wohneinheiten-Besitzer oder –Mieter einer Änderung der Heizung in Form einer Substitution des Energieträgers Kohle durch einen klimafreundlicheren positiv gegenüber. 180 geben an, dass sie mit Kohle zufrieden sind und ihr Heizungssystem nicht ändern wollen. 280 gaben bedingt durch Nicht-Anwesenheit, Skepsis oder Desinteresse an der Umfrage keine Angabe auf diese Frage. In Westerholt und Bertlich konnten für 42 Adressen ein Interesse an einem Wechsel weg von Kohle hin zu einem emissions- und für die Bewohner auch arbeitsärmeren Energieträger festgestellt werden. 52 gaben an, kein Interesse an einer Änderung zu haben. 27 konnten nicht erreicht werden. Insgesamt stehen in den Fördergebieten also 157 Zechenhaus-Besitzer oder –mieter einer Heizungsänderung positiv gegenüber, was einem Prozentsatz von 22,6% aller kohleversorgten Wohneinheiten entspricht. Darüber hinaus bekundeten Bewohner 73 kohleversorgter Adressen sogar großes Interesse an einem Wechsel des Energieträgers.

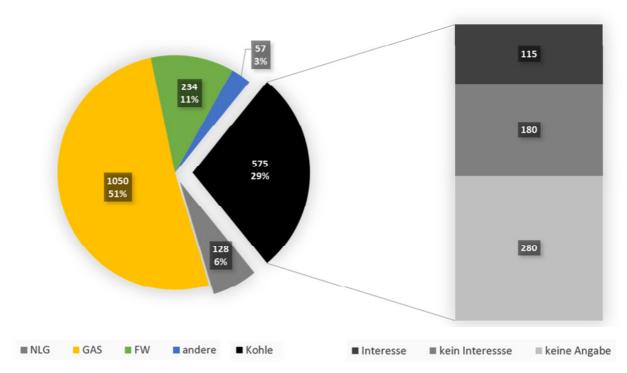


Abbildung 27: Aufteilung der Energieträger und Interesse an Änderung Heizung, Hassel/Buer-Nord

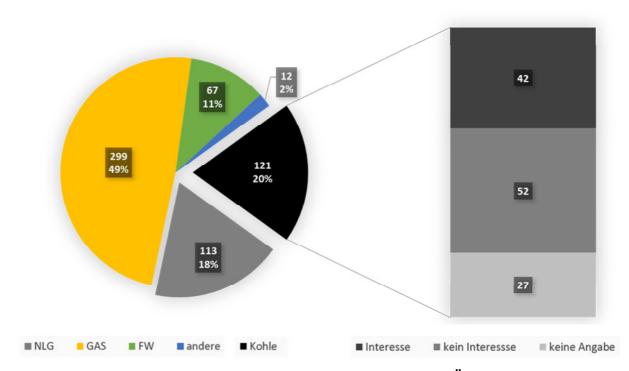


Abbildung 28: Aufteilung der Energieträger und Interesse an Änderung Heizung, Westerholt/Bertlich

3.3 Energie- und CO₂-Bilanz

Die Umfrage sowie die in Kapitel 1.1 beschriebenen Daten stellen die Basis zur Bilanzierung von Energie und Kohlenstoffdioxid im Untersuchungsraum dar. Dieser umfasst dabei nicht nur die oben beschriebenen Zechensiedlungen, sondern alle Gebäude in den Stadtteilen Hassel, Westerholt und Bertlich.

3.3.1 Vorgehen

Im Wärmeatlas werden für jede Adresse des Untersuchungsraumes der Heizenergieträger sowie der Wärmebedarf ausgewiesen.

Energieträger

In den Fördergebieten erschließt sich der Energieträger wie in Kapitel 3.2 beschrieben adressscharf durch die Umfrage. Für alle außerhalb der Fördergebiete liegenden Adressen werden in Westerholt und Bertlich die adressgenauen Daten der Hertener Stadtwerke zugeordnet. Diese Informationen über den Verbrauch aller leitungsgebundenen Energieträger (FW, Gas und Strom). Alle übrigen, nicht zuordenbaren, Adressen werden als nicht leitungsgebunden "NLG" ausgewiesen. Als Energieträger dieser Gebäude sind Öl, Holz, Kohle, Wärmepumpen etc. denkbar.

Auf Gelsenkirchener Seite sind die fernwärmeversorgten Gebäude im gesamten Untersuchungsgebiet, die gasversorgten nur in den Fördergebieten, adressschaf bekannt. Für die außerhalb der Zechensiedlungen liegenden Gebäude Hassels sind Informationen über Erdgas nur auf Baublockebene vorhanden. Liegt eine Adresse in der Nähe der Gasleitung so wird eine Versorgung mit Gas angenommen. Alle weiteren Adressen werden als NLG deklariert und gemäß der vorliegenden Standorte der Öltanks auf Ölversorgung bzw. gemäß des Biomasseatlas auf Versorgung mit Pellets, etc. geprüft.

Wärmebedarf

Sind Informationen über den Energieverbrauch eines Gebäudes bekannt, wird aus diesen Daten der Wärmebedarf berechnet. So kann in Westerholt und Bertlich von allen leitungsgebundenen, in Hassel von allen fernwärmeversorgten Gebäuden der Bedarf wie folgt ermittelt werden. Die Verbrauchsdaten, welche für ein bestimmtes Kalenderjahr vorliegen werden durch den auf dieses Jahr bezogenen Faktor, welcher das Verhältnis des langjährigen Mittels der Gradtagszahl nach VDI 2067 zur Gradtagszahl des Kalenderjahres beschreibt, klimabereinigt.

Die Berechnung des Heizbedarfs aus diesen Endenergiebedarfen geschieht über den Nutzungsgrad des Heizungssystems nach Tabelle 15. Außerdem erfolgt bei Erdgas eine Umrechnung des Brennwertes auf den Heizwert. Die auf Baublockebene gegebenen Verbräuche (Gasverbräuche in Gelsenkirchen) werden auf die als gasversorgt angenommenen Adressen aufgeilt. Die Aufteilung geschieht anteilig zu einer im Vorhinein über das A/V Verhältnis und die Baualtersklasse berechneten Wärmbedarfe der Gebäude (vgl. Abbildung 29).

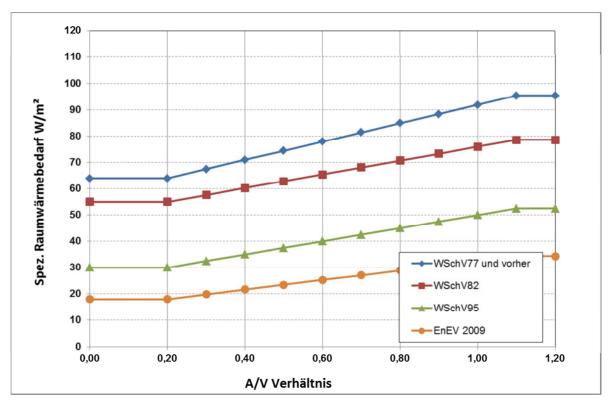


Abbildung 29: Berechnung Wärmebedarf über A/V Verhältnis

Da die gegebenen Verbrauchsmengen sich auf das Jahr 2012 beziehen, angeschlossene Gebäude in den Fördergebieten Gelsenkirchens jedoch aus dem Jahr 2015 bekannt sind und sicherlich auch außerhalb der Fördergebiete die Anzahl der gasversorgten Gebäude und somit auch die Gasmenge gestiegen ist, wird eine sinnvolle Untergrenze für den Wärmebedarf aus Gas von 8.000 kWh/a festgelegt.

Der Wärmebedarf aller nicht leitungsgebundenen Adressen außerhalb der Zechensiedlungen wird gemäß Abbildung 29 bestimmt. Für die Zechenhäuser ist der Gebäudetyp gemäß Typisierung (vgl. Abschnitt 2.1) bekannt. Aus den Umfrageergebnissen stehen Informationen über den Sanierungsstatus zur Verfügung. Für jeden Gebäudetyp liegen Außenflächen und U-Werte für den sanierten und unsanierten Zustand vor, sodass mittels DIN EN 832 der flächenspezifische Heizwärmebedarf bestimmt werden kann. Tabelle 14 zeigt die zur Bilanzierung verwendeten Wärmebedarfe der einzelnen Gebäudetypen im aktuellen Zustand und nach einer Komplettsanierung der Gebäudehülle. Es ist anzumerken, dass der aktuelle Zustand nicht den Worst-Case, sondern einen mittleren, mit aktuellen Verbräuchen plausibilisierten, Zustand der Gebäude in den Zechensiedlungen beschreibt.

Tabelle 14: Wärmebedarfe Gebäudetypen vor/nach Sanierung der Außenhülle

Gebäudetyp	Wärmebedarf vor Sanierung	Wärmebedarf nach Sanierung
	[kWh/m² _{NGF}]	[kWh/m² _{NGF}]
B11	219	103
B12a	205	114

B14	205	118
B17	197	114
D3-Mittel	154	102
D3-End	196	115
Einzelhaus	219	103

Energie- und CO2-Bilanzierung

Der Wärmebedarf wird über die verschiedenen Energieträger, sowie über die einzelnen Fördergebiete bilanziert.

Es erfolgt eine Umrechnung des Wärmebedarfes in den Endenergiebedarf. Dafür werden folgende mittlere Nutzungsgrade der der Energieträger entsprechenden Heizsysteme angenommen. Zur Bilanzierung des CO₂-Ausstoßes werden die Emissionsfaktoren nach Tabelle 15 berücksichtigt. Sie verstehen sich als Faktoren für den Kohlenstoffdioxidausstoß inklusive Vorketten, jedoch ohne CO₂-Äquivalente.

Tabelle 15: Nutzungsgrade und Emissionsfaktoren der Energieträger

Energieträger	Nutzungsgrad	Emissionsfaktoren
		[g/kWh]
Fernwärme	99%	180
Kohle	76%	365
Strom	100%	580
Erdgas	82%	228
Holz (Pellets)	78%	24
Solarthermie	100%	22
Heizöl	80%	320
Flüssiggas	78%	241

Weitere Informationen

Neben den Heizenergieträgern und Wärmebedarfen können dem Wärmeatlas Informationen über das Baualter der Gebäude, den Gebäudetyp sowie über die Nutzungsart gemäß der Geobasisdaten der Kommunen und des Landes NRW entnommen werden. Der Sanierungsstand und das Heizungs- und Warmwassersystem ist für alle durch die Umfrage erfassten Gebäude angegeben. Des Weiteren wird durch Auswertung der Bestandslisten der Vonovia SE (ehemals Deutsche Annington Immobilien SE) für jede Adresse die Information hinterlegt, ob sich die Wohneinheit im Besitz des Immobilienunternehmens befindet.

Alle Informationen des Wärmeatlas werden georeferenziert und liegen als GIS-fähige Datenbank vor.

3.3.2 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Energiebilanz aufgeteilt nach Städten und Fördergebieten dargestellt.

Wärmebilanzen

Tabelle 16 zeigt die Energiebilanz der Wärmemengen im Untersuchungsraum für die Stadtteile Hassel und Buer-Nord der Stadt Gelsenkirchen. Es lässt sich ablesen, welche Wärmemengen durch die verschiedenen Energieträger bereitgestellt werden. Zu berücksichtigen ist, dass außerhalb des Fördergebietes keine Detailinformationen für nicht leitungsgebundene Versorgung vorlagen bzw. nicht erhoben wurden. Vereinzelte Kohle- oder Stromheizungen außerhalb des Fördergebietes sind daher unter NLG (nicht leitungsgebunden) subsummiert.

Tabelle 16: Jahreswärmebilanz Untersuchungsraum Gelsenkirchen

	Erdgas [MWh]	Fernwärme [MWh]	Kohle [MWh]	NLG [MWh]	ÖI [MWh]	Strom [MWh]	sonstige [MWh]
Α	2.223	4.648	656	121	124	0	43
В	996	400	1.088	184	24	26	70
С	1.782	305	1.028	813	0	24	24
D	1.557	429	2.821	345	0	108	80
E	56	88	128	0	0	51	0
F	1.607	797	1.101	490	0	75	19
G	4.425	266	3.717	776	328	118	93
Н	327	45	354	124	0	73	18
I	24	804	2.162	431	47	28	87
J	0	0	0	0	0	0	0
ausserhalb	14.897	58.055	0	8.007	4.813	0	0
FG [MWh]	12.996	7.782	13.053	3.284	523	502	434
ges. [MWh]	27.893	65.837	13.053	11.291	5.336	502	434

Fördergebiete 38.576 MWh gesamt 124.348 MWh

Im gesamten Untersuchungsgebiet besteht ein Wärmebedarf von 124.348 MWh/a besteht. Davon entfallen 38.576 MWh/a auf die Zechensiedlungen. Wie in Abbildung 30 dargestellt, werden innerhalb dieser etwa 34% des Wärmebedarfes durch die Nutzung von Gas gedeckt. Ebenfalls 34% und wahrscheinlich weitere 9% (NLG) entfallen auf den Betrieb der Heizung mittels Kohle. 20% des Wärmebedarfes werden durch Fernwärme gedeckt und jeweils 1% kann den Energieträgern Öl, Strom und weiteren (Holz, Pellets, Wärmepumpen) zugeordnet werden.

Tabelle 17:	Jahreswärmebilanz Untersuchungsraum Herten
-------------	--

	Erdgas	Fernwärme	Kohle	NLG	ÖI	Strom	sonstige
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[MWh]
Α	(0 0	0	0	0	0	0
В	(0 0	0	0	0	0	0
С	(0 0	0	0	0	0	0
D	(0 0	0	0	0	0	0
E	(0 0	0	0	0	0	0
F	(0 0	0	0	0	0	0
G	(0 0	0	0	0	0	0
Н	(0 0	0	0	0	0	0
I	456	6 1.654	896	465	51	13	91
J	4.974	4 0	1.837	2.012	19	25	74
ausserhalb	30.848	32.214	26	30.211	0	2.080	0
FG [MWh]	5.430	0 1.654	2.734	2.477	70	37	165
ges. [MWh]	36.279	9 33.868	2.759	32.688	70	2.118	165

Fördergebiete 12.566 MWh gesamt 107.946 MWh

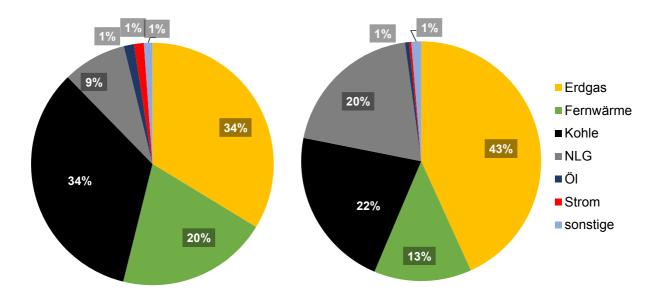


Abbildung 30: Aufteilung Wärmebedarf in den Fördergebieten (links: Gelsenkirchen, rechts: Herten)

Die Wärmemengenbilanz für die Stadtteile Westerholt und Bertlich der Stadt Herten ergibt, dass im gesamten Untersuchungsgebiet ein Wärmebedarf von 107.946 MWh/a besteht. Davon entfallen 12.566 MWh/a auf die Zechensiedlungen (siehe Tabelle 17). Wie in dargestellt, werden innerhalb dieser etwa 43% des Wärmebedarfes durch die Nutzung von Gas gedeckt. Circa 22% und wahrscheinlich weitere 20% (NLG) entfallen auf den Betrieb der Heizung mittels Kohle. 13% des Wärmebedarfes werden durch Fernwärme gedeckt und jeweils 1% kann den Energieträgern Öl, Strom und weiteren (Holz, Pellets, Wärmepumpen) zugeordnet werden.

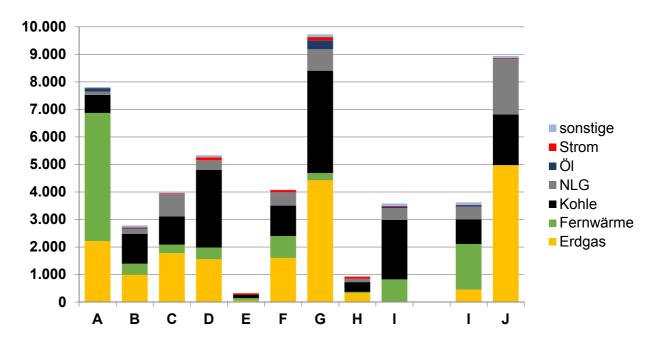


Abbildung 31: Wärmemengen in den Fördergebieten in MWh/a

Die Aufteilung der Wärmemengen nach Energieträger unterscheidet sich von Fördergebiet zu Fördergebiet und ist in Abbildung 31 dargestellt. Der absolute Wärmebedarf ist abhängig von der Größe der Fördergebiete und der dort vorhandenen Gebäude Die relative Aufteilung der Wärmemengen nach Energieträgern ist abhängig von der bereits vorhandenen Netz-Infrastruktur. So ist, wie bereits in Kapitel 3.1 beschrieben, ersichtlich, dass in nahezu allen Gebieten ein Gasnetz vorhanden ist und demzufolge Gas zu einem großen Anteil für die Wärmebedarfsdeckung verwendet wird. Kein Gasnetz befindet sich im Untersuchungsgebiet I auf Gelsenkirchener Seite. Ein Fernwärmenetz in ganzen Straßenzügen unmittelbar in den Untersuchungsgebieten existiert nur im Fördergebiet A und I. In den restlichen sind Leitungsausläufer nur peripher vorhanden. Somit ergibt sich, ein großer Anteil an nicht leitungsgebundener Wärmeversorgung, von der ein wesentlicher Anteil durch Kohle abgedeckt wird.

Endenergiebilanzen

Eine Umrechnung der Wärmebedarfe in Endenergien ergibt die in Tabelle 18 nach Energieträgern aufgelisteten Endenergiebedarfe für die Fördergebiete respektive den gesamten Untersuchungsraum. Zur Erstellung dieser Bilanz wurden die in den vorigen Kapiteln als "NLG" und "sonstige" bezeichnete Posten aufgeteilt. Wie bereits in Kapitel 3.2.2 beschrieben, kann die Versorgung aller in den Fördergebieten liegenden und als NLG deklarierten Adressen der Kohle zugeordnet werden. Sonstige Energieträger sind in den Fördergebieten adressgenau bekannt. Für die Untersuchungsgebiete außerhalb werden alle NLG und sonstige gemäß eines stadtteilspezifischen erfahrungsbasierten Verteilschlüssels den Energieträgern Kohle (Stadtteile in GE bzw. Herten: 65% bzw. 5%), Holz (je 10%), Solarthermie (je 5%), Heizöl (15% bzw. 45%) und Flüssiggas (je 5%) zugeordnet.

Tabelle 18: Endenergiebilanz Fördergebiete und gesamter Untersuchungsraum

	Förder	gebiete	gesamtes Untersuchungsgebiet		
	Hassel/ Westerholt/ Hassel/ Buer-Nord Bertlich Buer-Nord			Westerholt/ Bertlich	
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	
Fernwärme	7.861	1.670	66.502	34.210	
Kohle	21.496	6.856	28.344	8.877	
Strom	654	95	654	2.175	
Erdgas	15.849	6.622	34.016	55.295	
Holz (Pellets)	195	74	1.221	3.947	
Solarthermie	43	16	444	1.527	
Heizöl	709	77	8.226	17.070	
Flüssiggas	56	21	569	1.958	
GESAMT	46.863	15.431	139.977	125.060	

Die graphischen Darstellungen Abbildung 32 und Abbildung 33 lassen erkennen, dass der Anteil Kohle am Endenergiebedarf größer ist als am Wärmebedarf. Dies ist auf den – relativ zu den übrigen Energieträgern – schlechten Nutzungsgrad eines Kohleheizungssystems zurückführen. Insgesamt macht Kohle so innerhalb des Fördergebietes 46% des Endenergiebedarfs aus, im gesamten Untersuchungsraum circa 14%. Als zweitgrößte Posten sind die leitungsgebundenen Energieträger Gas und Fernwärme zu nennen. In den Untersuchungsabschnitten außerhalb der Zechensiedlung spielt auch Öl als Heizenergieträger eine signifikante Rolle, sodass insgesamt 9% des Endenergiebedarfs im gesamten Untersuchungsraum auf Öl entfallen.

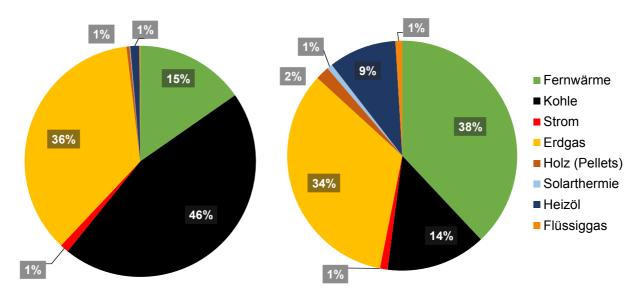


Abbildung 32: Endenergie in den Fördergebieten

Abbildung 33: Endenergie im gesamten Untersuchungsgebiet

3.3.2.1 CO₂-Bilanzen

Die Bilanz über die CO₂-Emissionen im Untersuchungsraum ist in Tabelle 19 aufgeführt- Insgesamt werden im Untersuchungsraum jährlich 62.590 Tonnen Kohlenstoffdioxid für Raumwärme und Brauchwarmwasser ausgestoßen, davon 33.260 t auf Gelsenkirchener und 29.330 t auf Hertener Seite. Auf die Fördergebiete entfällt ein jährlicher Betrag von 16.900 Tonnen, davon 13.500 t auf die Fördergebiete in Hassel und Buer-Nord sowie 4.400 t auf die Fördergebiete in Westerholt und Bertlich.

Tabelle 19: CO₂-Bilanz Fördergebiete und gesamter Untersuchungsraum

	Förder	gebiete	gesamtes Untersuchungsgebiet		
	Hassel/ Buer-Nord	Westerholt/ Bertlich	Hassel/ Buer-Nord	Westerholt/ Bertlich	
	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[t/a]	
Fernwärme	1.415	301	11.970	6.158	
Kohle	7.846	2.502	10.346	3.240	
Strom	380	55	380	1.262	
Erdgas	3.614	1.510	7.756	12.607	
Holz (Pellets)	5	2	29	95	
Solarthermie	1	0	10	34	
Heizöl	227	25	2.632	5.463	
Flüssiggas	13	5	137	472	
GESAMT	13.500	4.400	33.260	29.330	

Prozentual gesehen werden 58% des gesamten CO_2 -Ausstoßes in den Fördergebieten durch die Verbrennung von Kohle verursacht. 29% werden durch die Heizung mit Gas, 10% durch Fernwärme beansprucht (vgl. Abbildung 34). Bei Betrachtung des gesamten Untersuchungsraumes sind es immer noch 22% der Emissionen die dem Energieträger Kohle zuzuordnen sind. Größere Anteile kommen dem Erdgas mit 32% und der Fernwärme mit 29% zu. Etwa 13% resultieren aus der Nutzung von Heizöl, lediglich 3% aus der Heizung mit Strom.

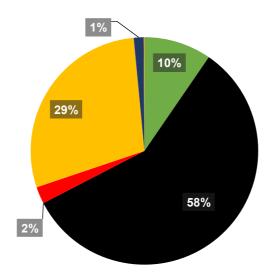


Abbildung 34: CO₂-Emissionen in den Fördergebieten

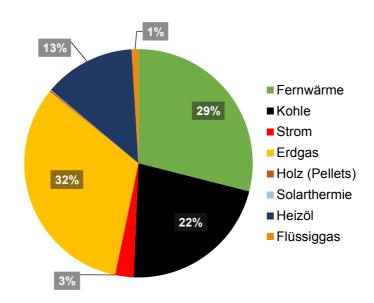


Abbildung 35: CO₂-Emissionen im gesamten Untersuchungsgebiet

4 Potenziale zur Grubenwassernutzung

4.1 Nutzungskonzepte

4.1.1 Direkte Wärmenutzung

Um die Energie des Grubenwassers nutzbar zu machen, existieren unterschiedliche Konzepte. Das einfachste Konzept, das gleichzeitig mit der größten Einsparung von Primärenergie verbunden ist, ist die direkte Nutzung des angebotenen Temperaturniveaus ohne Erhöhung mittels Wärmepumpe. Praktisch und wirtschaftlich umsetzbar ist dies allerdings in der Regel nur dort, wo spezielle Abnehmer in direkter räumlicher Nähe vorhanden sind.

Geeignet in diesem Sinne sind Abnehmer, deren Wärmebedarf auf einem Temperaturniveau von unter 28 °C anfällt, prinzipiell also auch jede Art von Raumheizung. Soweit jedoch die Wärmeverteilung im Gebäude mit den üblichen Systemen und höheren Temperaturen erfolgt, ist eine direkte Nutzung nicht möglich. Die direkte Wärmenutzung ist auf wenige Ausnahmefälle begrenzt.

Ein Beispiel ist die Beheizung des Sanaa-Gebäudes am Rande der Zeche Zollverein. Die Außenwände dieses Gebäudes sind mit integrierten dünnen Röhren erstellt worden. Auf diese Weise werden die Außenwände mit Grubenwasserwärme beheizt. Da Grubenwasser korrosiv ist, muss ein Wärmetauscher zwischengeschaltet sein.



Abbildung 36: Sanaa-Gebäude Essen Nähe Zeche Zollverein

Neben dieser absoluten Ausnahmesituation sind andere häufiger vorkommende Objekte wie Freibäder und Hallenbäder im Bereich von 20 bis 28 °C Beckenwassertemperierung gut geeignet für eine Nutzung. Gleiches gilt beispielsweise auch für Gewächshäuser oder Gebäude mit Betonkernaktivierung.

Alle anderen Nutzungsarten benötigen Wärme auf einem höheren Temperaturniveau und sind nur in Verbindung mit Wärmepumpentechnik zu versorgen. Dafür gibt es zwei technische Varianten:

- kalte Nahwärme mit dezentralen objektbezogenen Wärmepumpen oder
- zentrale Wärmepumpenanlagen (Elektro-WP, Gasmotor-WP, Gasabsorptions-WP) mit nachgelagertem Nahwärmenetz.

4.1.2 Kalte Nahwärme und dezentrale Wärmepumpen

Dieses Konzept ist bekannt für die Nutzung von industrieller Abwärme auf niedrigem Temperaturniveaus. Umgesetzt wurde es z.B. schon 1990 im Baugebiet Stiegelpotte in Bielefeld oder auch in der jüngeren Vergangenheit im Gewerbegebiet Robert Müser in Bochum.

Alternativ kann auch Grundwasser als Wärmequelle verwendet werden, die Jahresarbeitszahlen sind dann aber entsprechend niedriger und der Stromverbrauch höher. Die Jahresarbeitszahl bezeichnet das Verhältnis von erzeugter Nutzwärme zu eingesetzter Antriebsenergie einer Wärmepumpe als Jahresmittelwert. Das Anlagenkonzept kalter Nahwärme ist in einem kleinen Teilgebiet von Wulfen-Barkenberg über ca. 30 Jahre betrieben worden. Zur Zeit wird jedoch wegen zu hoher Instandsetzungskosten die Stilllegung betrieben.

Die Anzahl laufender Projekte ist sehr gering. Die BAFA hat dieses System in ihre "Innovationsförderung - Wärmepumpen mit verbesserter Systemeffizienz" aufgenommen¹²:

4. Wärmepumpe mit Wärmequelle "kalte Nahwärme"

Anschluss der Primärseite einer förderfähigen Wärmepumpe an eine Gemeinschaftsanlage zur Nutzung der Wärmequellen Erde, Grundwasser, Abwasser oder Abwärme (sogenannte "kalte Nahwärme").

Dabei gelten folgende Voraussetzungen:

- Die gemeinschaftliche Wärmequelle muss von mindestens 5 Wärmepumpen (mind. 5 Gebäude) genutzt werden.
- Die Temperatur des vom Netz gelieferten Wassers muss zu jedem Zeitpunkt mindestens 10 °C betragen. Der Nachweis erfolgt durch Vorlage einer Simulationsberechnung, die den jahreszeitlichen Verlauf der Netztemperaturen dokumentiert.

Abbildung 37: Rahmenbedingungen Wärmepumpe und kalte Nahwärme

Im Rahmen der Innovationsförderung stellt die BAFA besondere etwas höhere Anforderungen¹³ als andere nicht-innovative Anlagen.

- Bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen: Nachweis einer Jahresarbeitszahl von mindestens 4,5. Bei gasbetriebenen Wärmepumpen muss die Jahresheizzahl mindestens 1,5 betragen.
- Nachweis über eine vertraglich geregelte Leistung, wonach ein Qualitätscheck der Wärmepumpe nach Ablauf eines Betriebsjahres durchgeführt werden wird.

http://www.bafa.eu/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/ publikationen/liste_wpinno_systemeffiz.pdf

http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/waermepumpen/innovations_und_zusatzfoerderung/techn_anforderung_wp_inno.html Abruf 29. Mai 2015

Als Wärmeverteilsystem sind nur Flächenheizungen zulässig.

Diese Anforderungen sind sinnvoll und sollten für weitere Betrachtungen als Mindeststandards zugrunde gelegt, wenn die Nutzung überhaupt technisch möglich ist.

4.1.3 Zentrale Wärmepumpe und konventionelle Nahwärme

Anstelle dezentraler Wärmepumpen kann auch eine zentrale Erzeugungsanlage installiert werden. Diese kann auch bivalent ausgeführt werden, d.h. eine hohe Vorlauftemperatur wird von einem Gaskessel bereitgestellt und die Rücklaufanhebung erfolgt über die Wärmepumpe. Die beiden Wärmeerzeuger sind in Reihe geschaltet, wobei dann die Wärmepumpe das ausgekühlte Rücklaufwasser von z.B. 40 °C auf 50 °C erwärmt – mit hoher Arbeitszahl aufgrund der geringen Spreizung – und der Gaskessel dann die Erwärmung von 50 °C auf 70 °C notwendige Vorlauftemperatur leistet.

Für den effizienten Betrieb einer Wärmepumpe sind sehr niedrige Rücklauftemperaturen erforderlich. Dies kann in gemischt strukturierten Versorgungsgebieten nicht sichergestellt werden. Praktikabel umsetzbar ist ein derartiges Anlagenkonzept nur mit einer sehr speziell angepassten Abnehmerstruktur. Alle Heiz- und Warmwassersysteme müssen so konzipiert sein, dass ganzjährig niedrige Rücklauftemperaturen erzielt werden. Für Bestandsgebiete ist dies auszuschließen. Nur für Neubau- oder Totalsanierungsobjekte kann ein solches Konzept sinnvoll sein.

4.2 Regionale Voraussetzungen

Die Nutzung von Grubenwasser, das ohnehin gefördert wird und an der Erdoberflächen verfügbar ist, ist abhängig von der Tätigkeit der RAG.

Die Grubenwasserförderung der RAG stellt sich im Jahr 2014 und in der geplanten Umstellung ab 2018 mit der Verlagerung zu Ruhr und Rhein wie folgt dar.

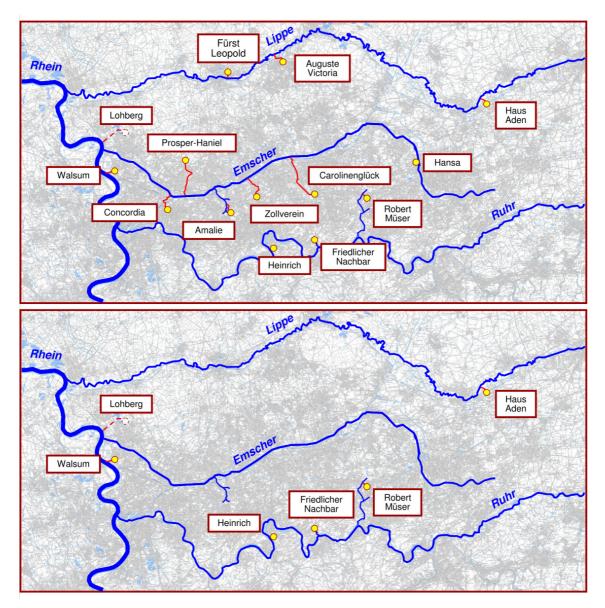


Abbildung 38: Umstellung der Grubenwasserförderung (RAG Aktiengesellschaft Servicebereich BG, Juli 2014)

Im Projektgebiet gibt es keine Grubenwasserförderung und auch zukünftig wird es keine nutzbare, ohnehin geförderte Grubenwassermenge geben. Wenn man für den eigenen Bedarf im Projektgebiet Grubenwasser nutzen will, müsste dies in Abstimmung mit der RAG auf eigene Kosten erfolgen. Der Investitionsaufwand und auch der Pumpstromaufwand sind auch bei sonst guten Voraussetzungen sehr hoch. Die lokalen, technischen Voraussetzungen sind jedoch auch nicht optimale, diese werden im folgenden Abschnitt näher beschrieben und bewertet.

4.3 Potenzialanalyse

4.3.1 Grubenwasser- und Schachtwärmeangebot

Im Projektgebiet gibt es zwei stillgelegte Steinkohlenbergwerke. In Gelsenkirchen Hassel liegt die ehemalige Zeche Bergmannsglück, die schon 1961 stillgelegt worden ist. Die Schächte dieser Zeche sind verfüllt und nicht mehr für eine Nutzung verfügbar.

Auf der Stadtgrenze zwischen Gelsenkirchen und Herten liegt das Gelände des Bergwerks Westerholt, das 2008 geschlossen wurde. Von den drei Schächten dieser Zeche sind Schacht 1 und 3 verfüllt.

Schacht 2 ist mit einem Rohr DN 500 für die Entgasung von Grubengas ausgestattet. Ab September/Oktober 2015 soll eine BHKW-Anlage mit dem Grubengas betrieben werden. Die Wärmeerzeugung der BHKW-Anlage wird dann in das Fernwärmenetz der e.on eingespeist.

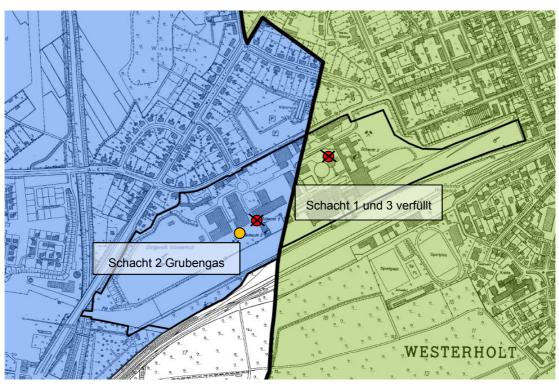


Abbildung 39: DGK-Ausschnitt Bergwerk Westerholt mit Kennzeichnung der Schächte

Der Vertrag zur Lieferung der Wärme aus Grubengas zwischen MinGas/MineGas und eon ist auf 10 Jahre angelegt. Vorbehaltlich der Genehmigung wird ab 2018 die Wasserhaltung im gesamten Ruhrgebiet soweit reduziert, dass der Wasserstand auf 500 bis 600 m unter NN. ansteigt. Der Pegelanstieg erfolgt langsam und wird voraussichtlich erst dann erreicht sein, wenn der Wärmeliefervertrag endet. Wenn die Grubengas liefernden Flöze geflutet sind, kann das Methan nicht mehr entweichen und es steht kein Grubengas mehr für den Betrieb des BHKW zur Verfügung.

Neben dem 500er Entgasungsrohr gibt es ein Rohr DN 250 für die Lotung des Wasserstandes. Für die Förderung von Grubenwasser ab 2015 oder später sind beide Rohre nicht ge-

eignet. Sie können jedoch U-Sonden mit geschlossenem Wasserkreislauf aufnehmen, um Schachtwärme nach oben zu transportieren.

Aufgrund der Druckverhältnisse in 500 m Tiefe werden an dieses System hohe Anforderungen gestellt.

Der Schacht 2 könnte nach Ablauf der Grubengasgewinnung für eine Energiegewinnung aus Grubenwasser bzw. Schachtwärme genutzt werden. Dies kann unabhängig von einer Umnutzung der Flächen erfolgen.

Als Abnehmerpotenzial sind zwei Gruppen zu betrachten:

- Wohngebiete im Projektgebiet oder
- die Neubauten auf Zeche Westerholt.

4.4 Abnehmer Wohngebiete im Projektgebiet

Der Zeithorizont der Betrachtung liegt aufgrund der o.g. Grubengasgewinnung bei 10 Jahren. Erst dann steht der Schacht für eine mögliche Wärmegewinnung zur Verfügung. In diesem Zeitraum werden sich im Projektgebiet ausgehend von der jetzigen Versorgungsstruktur Energieträgerumstellungen vollzogen haben, die nicht günstig für den Neuaufbau einer alternativen Versorgung auf Grubenwasser bzw. Schachtwärmebasis sind.

Die derzeitige Struktur der Wärmeversorgung stellt sich wie folgt dar. Der Plan zeigt die Hauptleitungen der Fernwärme (blau) und die in der Fläche erschlossenen Gebiete (blau transparent überlagert). Der Ausbau wird in den nächsten 10 Jahren voraussichtlich voranschreiten.

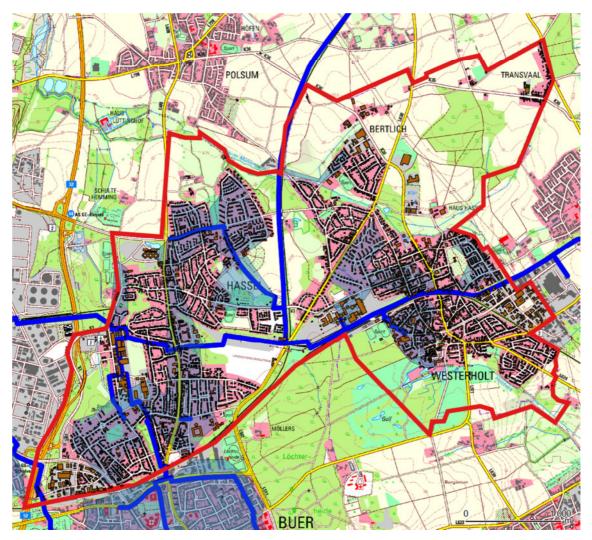


Abbildung 40: Fernwärmehauptleitungen und erschlossene Gebiete

Der Anschluss an die Fernwärme ist für zu sanierende Gebäude in der Regel die kostengünstigste Lösung. Die Ansprüche an das Wärmeverteilsystem und die Trinkwassererwärmung sind aufgrund der hohen zur Verfügung stehenden Vorlauftemperaturen gering.

Das Abnehmerpotenzial im Jahr 2025 wird noch deutlich geringer sein, als es sich heute darstellt. Der Aufbau eines konkurrierenden Niedertemperatur-Nahwärmesystems hat gegen die Fernwärme keine realistische Umsetzungschance.

4.5 Abnehmer Neue Zeche Westerholt

Es liegt eine Machbarkeitsstudie "Neue Zeche Westerholt" vor, die nach jetzigem Stand eine Neubebauung und auch Umbau/Sanierung von Bestandsgebäuden vorsieht.



Abbildung 41: Masterplan "Neue Zeche Westerholt"

Die Realisierung dieses Projekts ist langfristig angelegt und harmoniert mit dem Auslaufen der Grubengasgewinnung aus Schacht 2. Die Gebäude werden voraussichtlich mit sehr hohem Energiestandard errichtet werden und sind dementsprechend für die Nutzung von Wärme auf niedrigem Temperaturniveau gut geeignet. Noch unklar ist die zukünftige Nutzung der Bestandsgebäude, die z.T. denkmalgeschützt sind (in der Abbildung grau gekennzeichnet).

Auch bei Bestandsgebäuden mit höherem Energiebedarf ist eine Niedertemperaturbeheizung denkbar, so dass auch hier mögliche Potenziale liegen. Im Einzelfall ist allerdings zu prüfen, welches Heiz- und Lüftungskonzept bei welcher Nachnutzung bei den z.T. auch hallenartigen Bauten vorgesehen ist.

In der weiteren Konkretisierung des Projekts ist es sinnvoll die Einbindung der Schachtwärme intensiv sowohl bei Bestandsgebäuden wie auch den Neubauten zu prüfen, ein mögliches Nahwärmenetz zur Versorgung der neuen Zeche sollte auch die Einbindung geothermischer Schachtwärme ermöglichen.

Die aus Schacht 2 zu gewinnende Wärmemenge ist schwer abschätzbar. Das geothermische Potential einer Erdsondenbohrung von 1.000 m Tiefe läge bei 50 - 100 kW.

Das im Jahr 2025 auf 500 m angestiegene Grubenwasser kann geothermische Wärme eines sehr großen Bereichs herantransportieren, wenn es nicht stagniert, sondern fließt. Über das Fließverhalten des Grundwassers im Jahr 2025 im Bereich Westerholt ist nichts bekannt. Es kann vermutet werden, dass das Wärmepotenzial zwischen 100 und 1000 kW liegt. Die RAG verfügt über Modelle zum Grubenwasserfluss, die zu einer soliden Abschätzung herangezogen werden können.

5 Zentrale Handlungsoptionen

Im Folgenden werden verschiedene zentrale Handlungsoptionen erarbeitet, die als Ziel die Substitution der Kohleheizungen in den Fördergebieten und eine damit verbundene CO₂-Einsparung vorsehen. Die hier betrachteten Versorgungslösungen sind Fernwärmeverdichtung sowie –ausbau, KWK-Lösungen für Teilquartiere und KWK-Lösungen für Mehrspänner.

5.1 Fernwärmelösungen

Die Potentiale von Fernwärme in den Fördergebieten werden untersucht. Durch Analyse von Netzstrukturen und mit Hilfe des adressscharfen Wärmeatlas, können Gebiete herausgefiltert werden für die die Handlungsoption Fernwärmeverdichtung oder Fernwärmeausbau in Frage kommt.

5.1.1 Fernwärmeverdichtung

Dort wo bereits eine Fernwärmeleitung vorhanden ist, jedoch nicht alle an der Leitung gelegenen Adressen auch Fernwärmebeziehen, besteht eine Verdichtungsmöglichkeit für Fernwärme.

Solche Adressen finden sich in Hassel in der Dillbrinkstraße, Hasseler Straße und Velsenstraße, sowie in Westerholt in der Lindenstraße und Steinstraße. In Abbildung 42 lässt sich am Beispiel der Fernwärmeversorgung in Westerholt erkennen, wo Verdichtungspotentiale bestehen: In den beiden Straßenzügen Linden- und Steinstraße liegt eine Fernwärmeleitung (grüne Kanten), jedoch gibt es in diesen Straßen noch vereinzelt nicht leitungsgebundene Gebäude (schwarze Kanten), die als kohleversorgt (graue Punkte) oder NLG (hellblaue Punkte) bekannt sind. Dies sind die Adressen, die durch Investition in eine Hausanschlussleitung sowie eine Hausstation an das Netz angeschlossen werden könnten.



Abbildung 42: Fernwärmeversorgung in Westerholt

Die Analyse auf Fernwärmeverdichtung gemäß diesem Beispiel ergibt, dass es 41 Adressen in den oben genannten Straßen gibt, für die ein Umschluss ohne Ausbau der Trasse möglich wäre. Der kumulierte Wärmebedarf dieser Adressen beträgt 888 MWh/a. Der Invest für die Hausanschlussleitungen unter Berücksichtigung von 30% Vergünstigung durch das KWK-Gesetz^{14,15} plus die Kosten für die Hausanschlussstationen beliefe sich auf 370.000 EUR. Ein kollektiver Umstieg von Kohle auf Fernwärme würde eine CO₂-Emissions-Einsparung von 254 Tonnen ermöglichen. Bei einer Förderung aller Adressen mit dem Fördersatz von 50 EUR pro Kilogramm eingespartem CO₂ pro Jahr und pro m² Nutzfläche nach Richtlinie *Energielabor Ruhr* müsste eine Fördersumme von rd. 100.000 EUR ausgeschüttet werden.

Tabelle 20: Zusammenfassung Fernwärmeverdichtung

Anzahl Adressen:	41	
ges. Wärmebedarf:	888.536	kWh/a
Invest HAST + HAL:	370.000	EUR
CO ₂ -Einsparung:	254.559	kg/a
Fördersumme:	97.386	EUR

5.1.2 Fernwärmeausbau

Um Potentiale für den Ausbau von Fernwärme aufzudecken, werden die Wärmedichten der einzelnen Straßenzüge analysiert. Tendenziell eignen sich Straßenzüge mit einer hohen Wärmedichte für den Ausbau einer Fernwärmeleitung. Desweitern muss eine Nähe des potentiellen Ausbaugebietes zur bestehenden Fernwärmetrasse gegeben sein.

Die Rentabilität eines Trassenbaus für einen Straßenzug aus Sicht des Energieversorgers wird überprüft. Dazu wird ein Kostenkennwert, der das Verhältnis aus Gesamtinvestition für Trasse, Hausanschlussleitungen und Hausanschlussstationen zur potentiell absetzbaren Wärmemenge beschreibt, gebildet. Diese Kennwerte sind für die Annahme dass der gesamte Straßenzug letztendlich ans Netz angeschlossen wird (blau) und für die Annahme, dass nur die kohleversorgten Gebäude auf Fernwärme umsteigen (rot) in Abbildung 43 aufgetragen.

¹⁴ BHKW Infozentrum: Referentenentwurf zum KWK-Gesetz 2016, https://www.bhkw-infozentrum.de/download/kwkg-2016-referentenentwurf-bmwi-20150828.pdf

¹⁵ Die ebenda angegebenen maximalen Zuschüsse betragen 40%. Die hier angenommenen 30% stellen einen real zu erreichende Förderung dar.

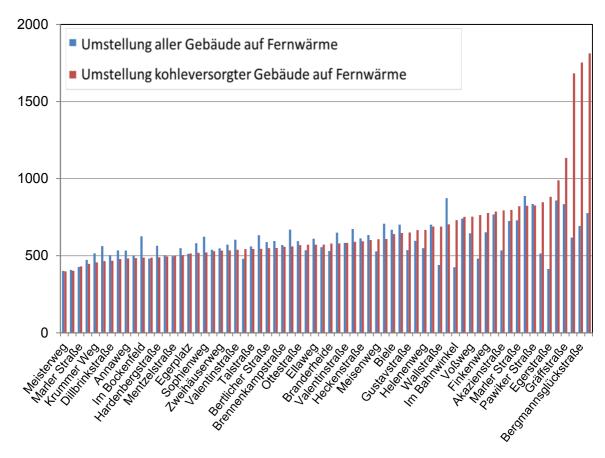


Abbildung 43: Kostenkennwert Fernwärmeausbau in EUR/MWh

Die Gewinnschwelle, sodass sich der Trassenbau für das EVU nach 20 Jahren amortisiert, liegt bei ungefähr 500 EUR/MWh. Folglich kommen aus wirtschaftlicher Sicht nur Straßenzüge mit einem Kennwert unter diesem Break Even Point in Frage.

Straßen, welche nach Auswertung technisches und wirtschaftliches Potential zum Fernwärmeausbau besitzen, werden topologisch analysiert. Aneinander angrenzende. geeignete Straßen werden geclustert. Insgesamt ergeben sich fünf Straßen, welche durch Stichleitungen von der Haupttrasse aus erschlossen werden könnten, namentlich Dillbrinkstraße, Arndtstraße, Im Bockenfeld, Mühlenstraße und Mentzelstraße. Außerdem besitzen die drei Cluster Meistersiedlung, Krummer Weg und Hagenbredde eine hohe Wärmedichte, einen geeigneten Kostenkennwert und eine bestehende Trasse in unmittelbarer Nähe.



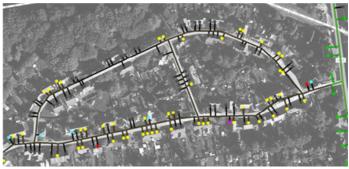


Abbildung 44: Cluster Meisterweg (links) und Krummer Weg (rechts)

Wie in Tabelle 21 zusammengefasst, sind es 322 kohleversorgte Adressen, für die ein Potential besteht, von einem Fernwärmeausbau zu profitieren. So könnten 2.095 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden, was gemäß der *Richtlinie Energielabor Ruhr* einer Fördersumme von 824.128 EUR entspricht. Die Investitionskosten für den Trassenbau beliefen sich nach Abzug der Förderung nach KWK-G auf 1.387.553 EUR, für Hausanschlussleitungen und Hausstation aller 322 Wohneinheiten müssten 2.356.954 EUR aufgewendet werden.

Tabelle 21: Zusammenfassung Fernwärmeausbau

Anzahl Adressen:	301	
ges. Wärmebedarf:	7.177.869	kWh/a
Invest HAST + HAL:	2.356.954	EUR
Invest Trasse:	1.387.553	EUR
CO2-Einsparung:	2.095.844	kg/a
Fördersumme:	824.128	EUR

Die Kosten der Wärmeversorgung bei einem Fernwärmeumschluss liegen bei rd. 9 ct/kWh (Mischpreis aus Arbeitspreis und Grundpreis) gem. Preisblatt der E.ON Fernwärme bzw. der Hertener Stadtwerke¹⁶.

¹⁶ Um die Fernwärmepreise der Hertener Stadtwerke mit denen der E.ON-FW vergleichbar zu machen, wurde die Hausstation, die im Grundpreismodell nicht enthalten ist, mit einkalkuliert.

5.2 KWK-Lösungen für Teilquartiere

Neben der Fernwärme wurde auch die Eignung einzelner Quartiere für Nahwärmelösungen mit KWK-Wärme aus Blockheizkraftwerken untersucht. Dazu wurden drei Quartiere mit höherer Wärmedichte ausgewählt, zwei in Gelsenkirchen und ein Gebiet im Hertener Norden. Diese Quartiere zeichnen sich durch eine höhere Wärmedichte und einen hohen Anteil an Kohleheizungen aus. Zwei der Gebiete sind dementsprechend auch identisch mit Fernwärmepotenzialgebieten (vgl. Abbildung 44), da vergleichbare Kriterien zugrunde gelegt wurden.



Abbildung 45: Untersuchte Cluster Nahwärme

5.2.1 Wirtschaftliche Bewertung

Für diese Nahwärmecluster wurde eine grobe Netzauslegung erstellt und eine Energiezentrale ausgelegt und kostenseitig abgeschätzt. Für alle untersuchten Gebiete wurde ein BHKW so dimensioniert, dass ein KWK-Anteil von mindestens 70% erreicht wird, zudem wurde ein Wärmespeicher mit 40 bzw. 55 m³ vorgesehen.

Die Eckdaten der Gebiete sowie der Anlagenauslegung sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 22: Eckdaten Nahwärmegebiete

	1) Krummer Weg	2) Meisterweg	3) Gustav-Gläser-Str.
Anzahl Hausan-	132	104	174
schlüsse	davon Kohle 77	Davon Kohle: 93	Davon Kohle: 72
Wärmemenge	2.200 MWh,	2.700 MWh,	3.200 MWh,
	Kohle: 1.700 MWh	Kohle: 2.600 MWh	Kohle: 1.800 MWh
Trassenlänge	900 m	1.450 m	1.100 m
Erschließungskosten	1,5 Mio. EUR	1,7 Mio. EUR	1,8 Mio. EUR
maximal (bei Anschluss aller Gebäude)	davon 0,46 Mio. EUR Trasse	davon 0,62 Mio. EUR Trasse	davon 0,4 Mio. EUR Trasse
BHKW Auslegung	189 kW _{el} , 280 kW _{th}	240 kW _{el} , 370 kW _{th}	240 kW _{el} , 370 kW _{th}
KWK Anteil	rd.75%	rd.71%	rd.76%
Investitionskosten Energiezentrale	rd. 365 tEUR	rd. 420 tEUR	rd. 420 tEUR

Für die drei Gebiete wurde auch eine Wirtschaftlichkeitsrechnung durchgeführt, um die Umsetzungsperspektiven solcher Lösungen zu bewerten. Dabei wurde ein Betrieb durch ein ortsansässiges Energieversorgungsunternehmen unterstellt. Es wurden folgende Prämissen angesetzt:

- Netzkosten analog zum Fernwärmeausbau, aber 10% günstiger (z.B. niedrigere Druckabsicherung, niedrigere Netztemperaturen), im Mittel rd. 600 EUR/m
- Hausanschlusskosten analog Fernwärmeausbau (HAST + HAL), im Mittel rd. 8.000 EUR
- KWK-Förderung nach dem zur Gutachtenerstellung aktuellen Entwurf des KWK-G 2016 angesetzt: rd. 5 ct/kWh
- Investitionszuschuss zum Netzbau rd. 30% (Voraussetzung: >60% KWK)
- Anschlussentwicklung: 80% der kohleversorgten Objekte (bis 2019), 40% Erdgas (bis 2025)
- Berücksichtigung der Stromsteuerrückerstattung (erfordert Lieferung des Stroms an räumlich benachbarte Endkunden)
- Förderrichtlinie im Basisfall nicht eingerechnet, analog zu den Betrachtungen in den vorigen Kapiteln.

Die Bewertung erfordert auch Ansätze durch Energiepreisentwicklung, wobei hier nicht die Energiepreise für Endkunden gem. Tabelle 2 zu Grunde zu legen sind sondern allgemeine Marktpreise, die die Erdgasbeschaffungskosten durch Energieversorger bestimmen. Zusätz-

lich wurden die jeweiligen vor Ort gültigen Netzentgelte (ELE Verteilnetz GmbH bzw. Hertener Stadtwerke) berücksichtigt.

Als anzusetzender Strompreis für die Bewertung des KWK-Stroms wurden 30 EUR/MWh und 20 EUR/MWh für Erdgas gemäß EEX-Börsennotierung im September 2015 angesetzt. Diese Preise wurden mit 2% pro Jahr inflationiert.

Die Wärmepreise für die Kunden wurden nicht vorgegeben, sondern für jedes Netzgebiet so gewählt, dass eine noch auskömmliche Rendite von 5% vor Steuer über 15 Jahre für den Betreiber erreicht wird.

Damit ergeben sich die folgenden anlegbaren Wärmepreise für eine Versorgung mit KWK Wärme:

	CO ₂ -Einsparung	anlegbarer Wärmepreis (netto)		
		Leistungspreis	Arbeitspreis	Mischpreis
		Leisturigspreis	Aineilahieia	Miscripieis
Netzgebiet	t	[EUR/kW]	[EUR/MWh]	[EUR/MWh]
Krummer Weg	712	60	92,5	125,8
Meisterweg	1.054	60	71,3	104,6
Gustav Glaeser Str.	875	60	94,5	127,8

Tabelle 23: Anlegbare Preise Nahwärmegebiete

Die beiden Quartiere Krummer Weg und Gustav-Gläser Str. wären nur bei sehr hohen Wärmepreisen von über 12 ct/kWh wirtschaftlich zu betrieben, was Energiekosten von über 5000 EUR für ein unsaniertes Gebäude entspräche. Da diese Preise deutlich über denen der dezentralen Lösungen liegen (vgl. auch Abschnitt 2.1) und auch durch das Förderprogramm nur teilweise kompensiert werden können, wird ein Nahwärmeausbau in diesen beiden Gebieten nicht empfohlen, da andere Lösungen deutlich kostengünstiger sind bei vergleichbarer CO_2 -Einsparung.

Zudem kommen in den Gebieten "Krummer Weg" und "Gustav-Gläser Str." weitere Faktoren hinzu, die einen Nahwärmeausbau erschweren:

- Beide Gebiete sind bereits durch Erdgas erschlossen und rd. Die Hälfte aller Gebäude ist bereits daran angeschlossene. Durch ein Nahwärmenetz würde somit eine konkurrierende Infrastruktur aufgebaut.
- Der Aufbau von Nahwärmenetzen setzt hohe Anfangsinvestitionen voraus, die über einen langen Zeitraum durch Neuanschlüsse von Wärmekunden refinanziert werden müssen. Die Neukundengewinnung ist aber angesichts der sehr heterogenen Eigentumsund Sozialstrukturen unsicher, zudem wären hierfür deutlich niedrigere Wärmepreise notwendig, um Mieter und Eigentümer von der "billigen" Kohle auf "teure" Nahwärme umzuschließen.
- Im sehr dicht bebauten Bereich Krummer Weg wird es schwierig, eine geeignete Fläche für eine Energiezentrale zu erschließen, im Gebiete Gustav-Gläser könnte ggf. der Außenbereich der Barbaraschule mitgenutzt werden.

5.2.2 Pilotgebiet Meisterweg / Marler Str. / Egonstr

Wie in Tabelle 23 gezeigt, stellt sich die Situation im Bereich um das Zechengelände deutlich besser dar, da hier anlegbare Wärmepreise im Bereich von 10 ct/kWh möglich wären, Dies liegt zum einen an den deutlich größeren Gebäuden (Meisterhäuser), die eine bessere Relation von Anschlusskosten und Wärmebedarf bieten. Zum anderen liegt in diesem Bereich keine Gasversorgung vor, so dass man von deutlich höheren Anschlussgraden ausgehen kann und es keinen Verdrängungswettbewerb zwischen Erdgas und Nahwärme gibt.

Ein weiterer Vorteil ist, dass es möglich ist, die Versorgung der rd. 100 Gebäude rund um das Zechengelände mit einer späteren Wärmeinfrastruktur des Zechenareals nach Umnutzung zu verbinden und auch die Beheizung der Torhäuser (erste Bauphase im Masterplan Zeche Westerholt) einzubeziehen.

Ein Nahwärmering im Bereich Meisterweg/Marler Str./Egonstraße wäre somit ein erster Schritt zu einer ökologischen und zukunftsfähigen Wärmeinfrastruktur, die in den folgenden Jahren ab 2018 mit Entwicklung der Zeche Westerholt weiterentwickelt werden kann.

Es wird daher empfohlen, das Gebiete näher zu analysieren und die Optionen einer ökologischen Nahwärmeversorgung zusammen mit den vor Ort beteiligten Energieversorgern (speziell E.ON Fernwärme als Konzessionsnehmer auf Gelsenkirchener Seite und den Hertener Stadtwerken zu prüfen:

- Erschließung des Areals mit niedrigeren Netztemperaturen (Vorlauf 90°C maximal), die auch eine ggf. kostengünstigere Verlegung als Kunststoffmedienrohr ermöglichen.
- Kopplung mit der Wärmeversorgung der Torhäuser, die als erste Objekte des Zechengeländes umgenutzt werden sollen sowie dem Gebäude des Stadtteilbüros.
- Wärmeerzeugung entweder mit einem neuen BHKW oder durch Abwärme aus dem bereits bestehenden BHKW auf dem Zechengelände
- Einbindung von Wärmespeichern und regenerativen Wärmeerzeugern (z.B: Solarthermie).



Abbildung 46: Visualisierung Nahwärmepilotgebiet und "Neue Zeche Westerholt"

5.3 KWK-Lösungen für Mehrspänner

Eine Gemeinschaftslösung in Bezug auf die Energieversorgung stellt das Gemeinschafts-BHKW für Mehrspänner dar. Insbesondere eignet sich diese Nachbarschaftslösung für Gebäude welche auch gemeinschaftlich saniert werden, ist aber auch unabhängig vom Sanierungsstand anwendbar.

Abbildung 47 zeigt das Versorgungsschema dieser Handlungsoption. Es wird eine Mikro-KWK-Anlage in Form eines Blockheizkraftwerkes in einem der 3 bzw. 4 Kellerräume installiert. Dieses benötigt je nach Anzahl und Größe der anzuschließenden Wohneinheiten eine elektrische Leistung von 4-6 kW, eine thermische Leitung von rund 12 kW. Bei der Berechnung wird von einem Mindest-KWK-Anteil von 70% ausgegangen. Das BHKW stellt für alle angeschlossenen Wohneinheiten die Wärme für Heizung sowie zur Trinkwarmwasserbereitung im Durchlaufverfahren bereit. Zur Verbrauchsdokumentation werden in jedem Keller separate Wärmezähler angebracht. Des Weiteren ist ein Kessel zur Abdeckung von Spitzenlasten notwendig.

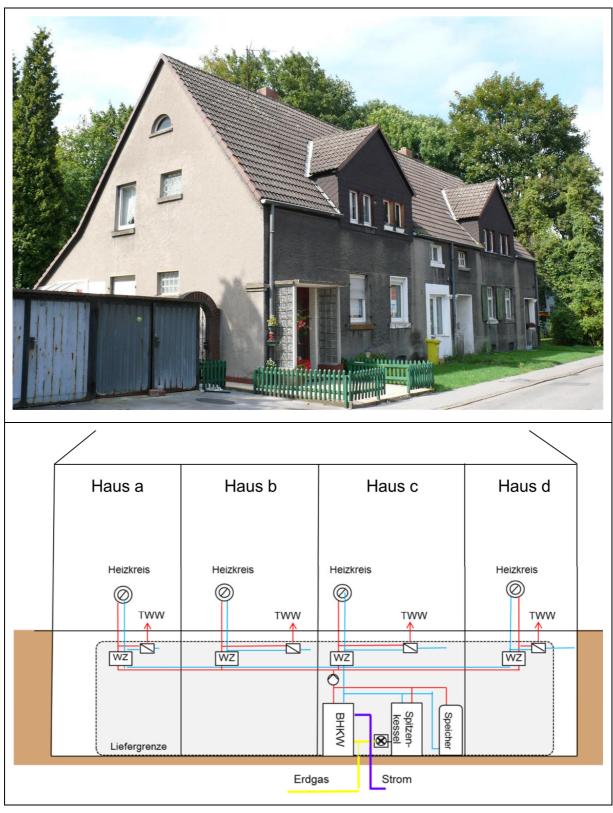


Abbildung 47: Beispiel eines Vierspänners (oben), Versorgungsschema Gemeinschafts-BHKW (unten)

Potentiell geeignet für eine Mikro-KWK-Lösung sind alle Mehrspänner, deren Wohneinheiten bereits alle mit einer Zentralheizung ausgestattet sind. Zudem benötigt eine Wohneinheit ei-

nen Gasanschluss. Insgesamt gibt es im Untersuchungsgebiet 161 Vierspänner und 48 Dreispänner mit einem kumulierten Wärmebedarf von circa 12.169 MWh. Von diesen Objekten sind es 31, die noch über gar keinen noch keinen und 38 die über genau einen Gasanschluss besitzen. Würden alle Gebäude mit keinem oder einem Gasanschluss und sonstiger Versorgung mit Kohle erreicht, könnte durch die Technologie "Gemeinschafts-BHKW" eine Emissionseinsparung von 1.600 Tonnen CO₂ pro Jahr erzielt werden.

Bei Reihenhäusern, die bereits über eine weitergehende Gasversorgung verfügen, ist eine Umstellung auf Gemeinschafts-BHKW sehr viel unwahrscheinlicher und wurde deshalb als adressierbares Potenzial nicht herangezogen.

Tabelle 24: Zusammenfassung KWK-Lösung für Mehrspänner

	alle	0 oder 1 Gasanschluss	
Anzahl Gebäude:	209	69	
Anzahl Adressen:	788	247	
ges. Wärmebedarf:	12.169.000	4.814.000	kWh/a
CO2-Einsparung:	n.B.	1.600.000	kg/a
Fördersumme:	n.B.	650.000	EUR

Die Investitionskosten einer solchen Gemeinschaftslösung wurden mit rd. 40.000 EUR gemäß Tabelle 25 angesetzt.

Unter Berücksichtigung von Förderungen durch das KWK-Gesetz errechnen sich unter günstigen Randbedingungen (Versorgung aller Häuser, Gasanschluss und geeigneter Kamin vorhanden), Wärmegestehungskosten von rd. 10 ct/kWh (netto).

Tabelle 25: Kostenschätzung Gemeinschafts-BHKW

Investkos	tenermittlu	ng gemein	schaftliche	KWK Lösung (Contracting-Modell)
KWK Anlage	EP	Menge	GP [EUR]	Anmerkung
KWK Modul (Typ Dachs oder ähnlich)	18.000 €	1	18,000	EP für Contractor
Brennwertkessel 40 kW + Abgasanlage	5.000 €	1	5.000	EP für Contractor, ohne Kaminsanierung
Pufferspeicher	800 €/m³	1 m²	800	Katalogpreise gemittelt
Verrohrung, Umwälzpumpen, Lüftung	2.000 €	1	2.000	Recherche
Querverrohrung Keller	150 €/m	15 m	2.250	EP geschätzt
TWW Wohnungs-Stationen	700 €	4	2.800	Katalogpreise gemittelt
Wärmezähler	300 €	4	1.200	EP geschätzt
Gasanschluss	2.000 €	0	0	Gaskosten, sofern kein Gasanschluss vorhanden
elektrische Anbindung, Zähler	1.000 €	1	1.000	
Zwischensumme Anlage			33.050	EUR
Montage				
Montagearbeiten	60 €/h	35	2.100	Kaminzüge einzeihen, Mauerdurchbrüche, Kesselmontage, Verrohrung, IBI
Entsorgung Altanlagen und Kohlebestand	1.000 €	1	1.000	abhängig von Anlagen und Restbestand
Projektentwicklung, Planung, Administration	2.000 €	1	2.000	
Unvorhergesehenes	2.000 €	1	2.000	
Zwischensumme Montage und Sonstiges			7.100	EUR
Summe			40.150	EUR

5.4 Vergleichende Bewertung der Optionen

Ein Vergleich der Wärmepreise (Vollkosten inkl. Investition in die Heizungsanlage) aller Versorgungsoptionen zeigt, dass Fernwärme und Erdgasheizungen als Alternativen zu Kohle bei Einbeziehung der Förderrichtlinie kaum teurer sind als diese (siehe Abbildung 48) und dabei erhebliche Komfort- und Raumvorteile bieten. Der Wärmepreis als Vollkosten ist der Preis den die Verbraucher letztendlich insgesamt pro Energiemenge zu entrichten haben. Er setzt sich aus jährlichen Kapital-, Betriebs- und Energiekosten bezogen auf den Nutzenergiebedarf zusammen. Hierbei wurden nur Kosten, welche im Gebäude anfallen, berücksichtigt. Hausanschlussleitungen bei Fernwärmeneuanschlüssen von individuell zu bestimmenden Längen und somit auch Kosten gehen nicht in die Kalkulation mit ein. Wie auch in Abschnitt 2.1 sind die Angaben brutto aus Sicht des Verbrauchers.

Die Kosten zum Betrieb einer Kohleheizung liegen somit bei circa 9,4 ct/kWh. Ohne Förderung ergibt sich für die dezentrale Option Gas-Brennwert-Kessel bei Neuanschluss an das Gasnetz ein Wärmepreis im Sinne von Vollkosten der Versorgung von 9,7 ct/kWh. Für eine Pelletheizung liegt dieser bei 12,9 ct/kWh. Bezieher von Fernwärme der Stadtwerke Herten bzw. der E.ON Fernwärme zahlen zwischen 10 und 11 ct/kWh. Für eine Nahwärmeversorgung ergeben sich je nach untersuchtem Gebiet Mischpreise zwischen 11 und 13,6 ct/kWh inkl. USt. Eine Wärmeversorgungslösung mittels Gemeinschafts-BHKW ergibt bei guten Bedingungen einen Wärmepreis von 11,7 ct/kWh. Mit Hilfe der Förderung kann der Wärmepreis umgerechnet auf einen Nutzungszeitraum von 15 Jahren um Beträge zwischen 0,91 ct/kWh, wie beispielsweise bei einer Gasheizung, und 1,77 ct/kWh, wie bei einer Pelletheizung, gesenkt werden.

Folglich steigen für den Verbraucher, der auf eine dieser Wärmeversorgungslösungen umsteigt, bei gleicher Wärmebedarfsmenge die jährlichen Betriebskosten ggf. etwas, was angesichts der sehr niedrigen Kohlekosten auch nicht verwunderlich ist.

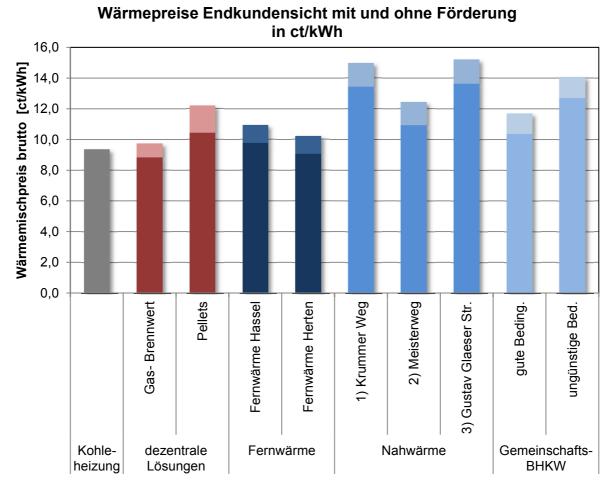


Abbildung 48: Vergleich Wärmepreise (Vollkosten) der Versorgungsoptionen in ct/kWh (brutto)

Bei Vergleich mit der Einzelfallbetrachtung einzelner Typgebäude in Abschnitt 2 ist zu berücksichtigten, das diese Rechnungen für einzelne Typgebäude für den rechnerischen Wärmebedarf im unsanierten Fall durchgeführt wurde, während hier ein Durchschnittsgebäude betrachtet wird.

Neben der Verbrauchersicht muss bei zentralen Energieversorgungslösungen der investive Aufwand für den Trassenbau mitberücksichtigt werden. Für Fernwärme wurden so in Kapitel 5.1.2 Gebiete herausgefiltert, für die ein Fernwärmeausbau gemäß Wärmedichten und Anzahl der Anschlüsse in Erwägung gezogen werden könnte. Selbst bei Anschluss aller Gebäude der jeweiligen Straße beziehungsweise des jeweiligen Clusters befindet sich der Kostenkennwert jedoch – wenn überhaupt – nur sehr knapp im Bereich der Gewinnschwelle. Eine potentielle Umsetzung des Fernwärmeausbaus würde folglich organisatorische Probleme mit sich bringen, da für einen Kundenanschluss eine vorhandene Trasse, für einen Trassenbau jedoch möglichst viele Kundenzusagen Prämisse sind und für diese wiederum eigentlich deutlich niedrigere Preise nötig wären.

Die Einspareffekte sind ebenfalls für alle Optionen vergleichend dargestellt am Beispiel eines Gebäudes mit 24.000 kWh Nutzwärmebedarf. Am höchsten ist der Einspareffekt bei Umstellung auf Pellets mit über 10 t/a CO₂-Einsparung, d.h. über 90% des Ausgangswertes bei Kohleheizung. Nahwärmelösungen und Gemeinschafts-BHKW führen wegen des hohen

KWK-Anteils ebenso zu einer erheblichen Einsparung von über 60%. Bei Umstellung aus Erdgas halbieren sich die CO₂-Emissionen um etwa die Hälfte.

Wegen der Orientierung der Förderung an der CO₂-Einsparung resultiert für die betrachteten Fälle eine Investitions-Förderung zwischen 2.000 und 4.000 EUR.

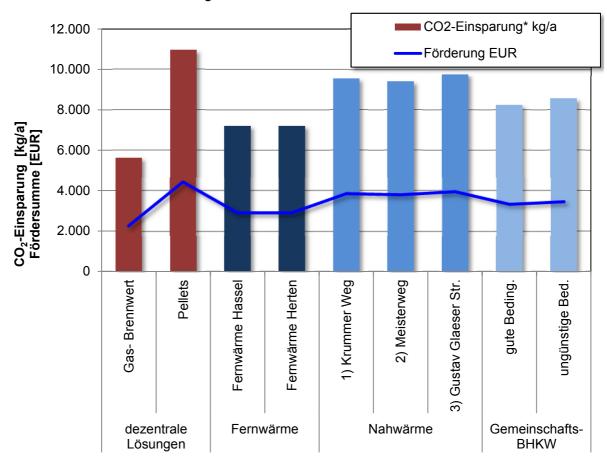


Abbildung 49: Vergleich CO2-Einsparung und Fördersumme zentraler Versorgungsoptionen

5.5 Gesamtbewertung des Einsparpotenzials im Förderzeitraum bis 2018

Zur Gesamtbewertung werden die vorgestellten Potentiale gesamtheitlich betrachtet. Es werden drei Szenarien – ein Maximalfall, ein mittleres Szenario und ein Minimal-Szenario - erstellt, welche möglichen Entwicklungen bis 2018 beschreiben. Abbildung 50 zeigt die erzielte Emissionseinsparung bei Eintritt eines Szenarios und schlüsselt auf, welche Maßnahmen welchen Anteil an CO₂-Reduktion bewirken. Abbildung 51 gibt für jedes Potential und jede Maßnahme an, welche Fördersumme mit einer Umsetzung verbunden wäre.

Im (theoretischen) Maximalfall werden alle kohleversorgten Gebäude auf einen anderen Energieträger umgestellt und zusätzlich 400 Gebäude baulich saniert.

So werden alle Fernwärmeverdichtungs-Potentiale ausgeschöpft, das Nahwärmecluster Meistersiedlung wird angelegt, und alle 69 für Mikro-KWK in Frage kommenden Mehrspänner investieren in ein gemeinschaftliches BHKW. Darüber hinaus werden 100 Adressen auf

Pelletheizung umgestellt und die restlichen 451 erhalten einen Gasanschluss. Insgesamt kann im Maximalfall eine CO₂-Einsparung von 7.450 t/a bzw. 42% der Gesamtemissionen im Fördergebiet erzielt werden. Würden all diese Maßnahmen gefördert werden, müsste eine Fördersumme von rd. 3 Millionen EUR bereitstehen, welche den vorhandenen Wert an Fördermitteln weit überschreitet.

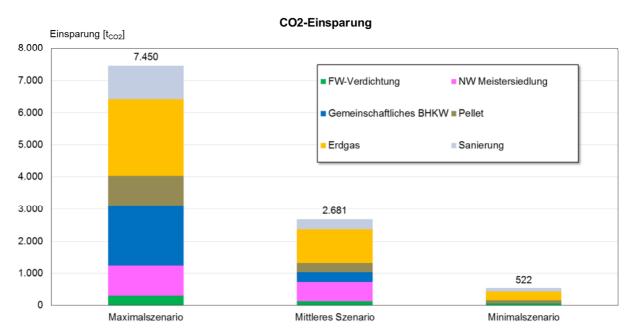


Abbildung 50: Szenarien zur CO₂-Einsparung bis 2018

Im mittleren Szenario steigen 350 kohleversorgte Gebäude auf einen alternativen Energieträger um. Zusätzlich werden 60 Gebäude saniert. Der Umstieg lässt sich im Einzelnen durch Fernwärmeverdichtung bei 20 Gebäuden, den weitgehenden Ausbau des Nahwärmenetzes Meistersiedlung, 10 gemeinschaftlich versorgte Mehrspänner, 30 neue Pellet- und 200 Erdgas-Brennwert-Heizungen beschreiben. Die vermiedenen Kohlenstoffdioxidemissionen betragen bei Umsetzung dieser Maßnahmen 2.700 Tonnen pro Jahr. Es müsste eine Fördersumme von etwa 1,05 Millionen EUR aufgewendet werden, was in etwa im Budget-Rahmen des Förderprogrammes liegt (ohne Berücksichtigung von ebenfalls förderfähigen Verschönerungsmaßnahmen). Ein realistisches Einsparpotenzial bei Ausschöpfung des Förderrahmens für Einsparmaßnahmen liegt also bei 15% der CO₂-Emissionen, bezogen auf die 17.900 t CO₂-Emissionen im Fördergebiet

Im Minimalszenario, in dem kein Nahwärmenetz keine gemeinschaftlichen BHKW-Lösungen unterstellt werden, wird eine Einsparung von 522 Tonnen CO₂ realisiert. Nur 70 kohleversorgte Adressen wechseln den Energieträger, davon 10 durch Anschluss an das Fernwärmenetz, 10 durch Anschaffung einer Pelletheizung und 50 durch Umstellung auf Erdgas-Brennwerttechnik. Darüber hinaus werden 40 Gebäude zusätzlich saniert. Dazu muss eine Fördersumme von rd. 470.000 EUR Fördergeld ausgeschüttet werden.

Insgesamt lässt sich erkennen, dass große Einsparpotentiale im Umstieg auf Erdgas, welcher durch die bereits vorhandene Erschließung fast überall möglich ist, liegen. Dies ist dementsprechend mit der einfachen technischen Umsetzung und damit quantitativ hoch bewerteten Realisationsmöglichkeit dieser Maßnahme zu erklären. In Bezug auf Einsparung qualitativ hoch zu bewerten sind hingegen der Umstieg auf eine Nahwärme- oder Mikro-

KWK-Lösungen, die allerdings nur in bestimmten Fällen wirtschaftlich tragfähig sind. Pelletheizungen sowie Komplettsanierungen baulicher Art sind weitere Alternativen.

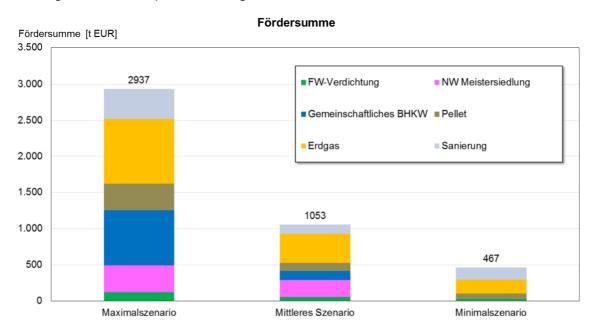


Abbildung 51: Szenarien zur Höhe der Förderausgaben

Die räumliche Verteilung der einzelnen Maßnahmen nach Empfehlung der Gutachter ist in der folgenden Abbildung dargestellt:

- Im Bereich bestehender Fernwärmeleitungen sollte vorrangig ein Fernwärmeanschluss hergestellt werden, bei Doppel- und Mehrfachhäusern idealerweise als gemeinschaftliche Lösung mit nur einer Anschlussleitung (im Abbildung grün markierte Gebäude).
- Im Bereich des Zechengeländes sollte möglichst ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz errichtet werden, das später mit der Wärmeinfrastruktur der umgenutzten Zeche zusammenwächst (magenta-farbene Gebäude).
- Bei Drei- oder Vierspännern, die noch nicht komplett mit Erdgaserschlossen sind, sollte eine gemeinschaftliche Mikro-BHKW-Lösung geprüft werden (blaue Gebäude).
- Für alle sonstigen Häuser sind Erdgasbrennwert mit der Option Solarthermie sowie auch Pelletkessel Vorzugslösungen (orange Gebäude).
- Bauliche Sanierungen sind in den Fällen, wo das Gebäude einen niedrigen Standard hat, additiv oder separat möglich. Bei einer gemeinsamen Umsetzung von Sanierung und Brennstoffwechsel ist allerdings keine deutlich höhere Förderung möglich als bei Einzelmaßnahmen, da die Einspareffekte nicht additiv sind.
- Solarthermie ist ebenfalls additiv möglich und sollte vorrangig in Verbindung mit Gasbrennwertkesseln eingesetzt werden. Im Gelsenkirchener Teil des Fördergebietes sind rd. 1.000 Gebäude gem. Solaratlas der Stadt Gelsenkirchen sehr gut oder gut geeignet, das ist rd. die Hälfte aller Objekte.

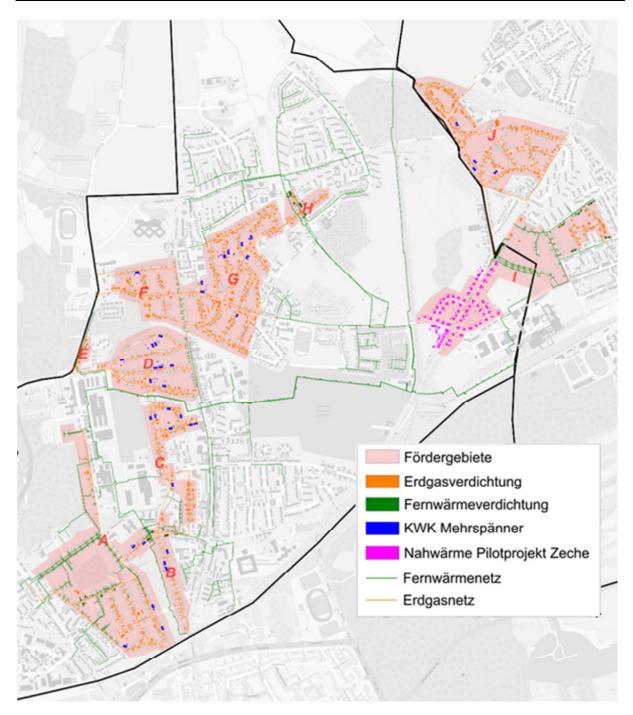


Abbildung 52: Empfehlung zur Aufteilung der Maßnahmen im Fördergebiet

5.6 Organisationmodelle

Die Zielgruppenbetrachtung der Quartiere (siehe Abschnitt 2.2) zeigt insbesondere folgende Besonderheiten in Bezug auf die Anforderungen an Energieversorgungslösungen: Ein vergleichsweise großer Teil der Bewohner sind der Zielgruppe der "Einsteiger" zuzuordnen, die über relativ geringe Budgets verfügen. Im Rahmen des Konzepts "Energetische Stadtsanierung" wurde die Bereitschaft zur Teilnahme an gemeinschaftlichen Lösungen von lokalen Fachleuten und Multiplikatoren als vergleichsweise hoch eingestuft. Diese Einschätzung steckt besondere Rahmenbedingungen für mögliche Organisationsmodelle, die im Folgen-

den für die technischen Lösungen "KWK-Lösungen für Teilquartiere" und "KWK-Lösungen für Mehrspänner" skizziert wurden.

5.6.1 Organisationsmodell Gemeinschaftsnetz

Das Kapitel 5.3 stellt als potenzielle Handlungsoption die gemeinschaftliche Energieversorgung des Gebäudetyps Mehrspänner dar, die insbesondere auf den genannten Rahmenbedingungen aufbaut. Das Konzept empfiehlt daher ein Organisationsmodell "Gemeinschaftsnetz" als Realisierungsstrategie. Ziel des Organisationsmodells ist es, Einzeleigentümer der Mehrspänner als Nachbarn für eine gemeinschaftliche Wärmeversorgung auf Objektebene mit Kraft-Wärme-Kopplung zu gewinnen, Kosten für den Einzeleigentümer zu minimieren sowie die Wirtschaftlichkeit für Contracting-Anbieter zu verbessern.

Die Strategie baut auf drei Prinzipien auf:

Prinzip 1: Gemeinsam statt allein: Der Zusammenschluss von Einzeleigentümern der Vierspänner zu einer Versorgungseinheit wird finanziell gefördert. Eigentümer von Gebäuden einer Zeile werden von einer Erzeugungsanlage im Contracting versorgt. Die Eigentümer müssen nicht mehr in eine Heizungsanlage investieren und profitieren von den finanziellen Vorteilen einer komfortablen, platzsparenden und ökologischen Wärmeversorgung. Alternativ zum Contracting kann sich eine gemeinschaftliche Energieversorgung natürlich auch im Besitz einer Eigentümergemeinschaft befinden. Aufgrund der überwiegend geringen lokalen Budgets wird jedoch empfohlen, vorrangig Contractinglösungen zu entwickeln.

Prinzip 2: Netzverlegung im Gebäude hat Vorrang vor Verlegung im öffentlichen Raum, was bedeutet, dass Wärmenetze nicht erdverlegt werden müssen. Zusammenhängende Gebäudekomplexe mit getrennten Nutzungseinheiten werden auf dem kürzesten Weg durch vorhandene Kellerräume erschlossen.

Prinzip 3: Energieeinsparung vor Energieversorgung: Bevor in Anlagentechnik investiert wird, werden die Potenziale zur Energieeinsparung ausgeschöpft. Das Modell Gemeinschaftsnetz beinhaltet daher immer konkrete Beratungen zu Sanierungsaktivitäten und Maßnahmen zur Energieeinsparung. Die Vorteile der KWK-Wärmeversorgung werden in die Sanierungskonzepte integriert.

Erfolgsfaktor für die Einführung eines solchen Angebots ist eine unabhängige Fachberatung, die vor Ort verankert ist, Einzelinteressen bündeln kann und das Vertrauen der Bewohner genießt. Durch das Interkommunale Sanierungsmanagement auf der Zeche Westerholt ist eine solche Organisation bereits vorhanden. Das Sanierungsmanagement kann das Organisationsmodell mit geeigneten Partnern erarbeiten, kommunizieren und die in Frage kommenden Einzeleigentümer entsprechend beraten. Die notwendigen Arbeitsschritte:

Geeignete Partner suchen und Geschäftsmodell entwickeln: Die lokalen Energieversorger besitzen bereits Erfahrungen mit Contractinglösungen und bieten solche Modelle für Einzelobjekte an. Auf Grundlage der Potenzialermittlung des vorliegenden Ergebnisberichts werden mit den Unternehmen die Möglichkeiten und die Nutzenvorteile eines quartiersspezifischen gemeinschaftlichen Contractingmodells ausgelotet und ein entsprechendes Angebot formuliert. Dieses Angebot muss die besonderen örtlichen Rahmenbedingungen in Bezug auf Förderung berücksichtigen.

- Angebot kommunizieren: Das Angebot "Gemeinschaftnetz" wird im interkommunalen Handlungsraum veröffentlicht und fließt in die individuellen Beratungen durch das Sanierungsmanagement ein.
- Modellprojekte umsetzen: Das "Gemeinschaftsnetz" wird in ersten Modellobjekten installiert und betrieben. Das positive Beispiel wird durch eine begleitende Öffentlichkeitsarbeit kommuniziert, um weiteres Interesse von sanierungswilligen Immobilienbesitzern zu wecken.

5.6.2 Organisationsmodell Bürgergenossenschaft

Das Kapitel 5.2 stellt die Potenziale von KWK-Lösungen für Teilquartiere dar. Grundsätzlich kann ein solches Teilnetz von einem Energieversorger als gewerblichen Betreiber gebaut und betrieben werden. Letztlich ist jedoch auch hierbei die wirtschaftliche Machbarkeit entscheidend. Die Empfehlung lautet bei gegebener Wirtschaftlichkeit in Teilquartieren, die Möglichkeiten zur wirtschaftlichen Teilhabe lokaler Wohneigentümer im Vorfeld gemeinsam mit potenziellen Projektpartnern aus der Energieversorgung auszuloten. Ein mögliches Beteiligungsmodell ist die Bürgerenergiegenossenschaft: Bei diesem Modell sind grundsätzlich unterschiedliche Grade des bürgerschaftlichen Engagements denkbar:

- Die Bewohner eines Quartiers k\u00f6nnen bei entsprechender Investitionsbereitschaft Nahw\u00e4rmenetz und Erzeugungsanlage durch einen geeigneten Dienstleister errichten und betreiben lassen.
- 2. Die Bewohner eines Quartiers können ein durch einen gewerblichen Betreiber als Mitglied der Genossenschaft errichtetes und betriebenes Nahwärmenetz als lokale Anlage- und Investitionsmöglichkeit mitfinanzieren.

Aufgrund der vergleichsweise geringen wirtschaftlichen Spielräume am Standort ist nur die zweite Variante prüfenswert. Die möglichen Arbeitsschritte im Überblick:

- Durchführung einer Projektwerkstatt zum Thema Bürgernetz: Workshop mit örtlichen Bürgervertretern und potenziellen Projektpartnern mit dem Ziel, die Machbarkeit und Rahmenbedingungen eines Bürgernetzes auszuloten und einen Projektentwicklungsprozess zu initiieren.
- **Durchführung eines Prozesses zur Geschäftsmodellentwicklung** gemeinsam mit externen Fachleuten und ausgewählten gewerblichen Projektpartnern, an dessen Ende ein technisches, rechtliches und organisatorisches Beteiligungsmodell steht.
- Informationsveranstaltung für Bewohner in den Quartieren: Interessierte Bürger werden über das Thema Bürgernetzgenossenschaft informiert. Dabei sollen insbesondere die Vorteile einer Beteiligung am genossenschaftlichen Betrieb eines Nahwärmenetzes herausgestellt werden. Mögliche Interessenten werden geworben.
- Gründung der Genossenschaft, Errichtung und Betrieb des Bürgernetzes.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Das Gemeinschaftsprojekt "Energielabor Ruhr" der Städte Gelsenkirchen und Herten im Rahmen des Bundesprogrammes "Nationale Projekte des Städtebaus" hat zum Ziel, die gemeinsame Entwicklung in den Stadtteilen Hassel, Westerholt und Bertlich rund um die ehemalige Schachtanlage Westerholt fortzuführen. Dabei sollen vor allem die noch zahlreich vorhandenen Kohlefeuerungen durch effizientere Heizungssysteme abgelöst werden. Für solche Umstellungen, aber auch bauliche Sanierungen, ist ein Förderbudget mit Investitionsanreizen für Hausbesitzer vorgesehen.

Eine Befragung im Fördergebiet hat gezeigt, dass es noch rd. 900 Kohleheizungen gibt, die teilweise Deputatkohle nutzen. Die Mehrzahl dieser Feuerungen sind in den letzten Jahrzehnten bereits auf zentrale Kessel umgestellt worden, Einzelöfen sind nur vereinzelt anzutreffen. In Gelsenkirchen werden noch rd. 34% der Wärme im Fördergebiet durch Kohle erzeugt, in Herten noch rd. 22%. Dementsprechend sind die CO₂-Emssionen mit 17.900 t bzw. rd. 8 t pro Gebäude recht hoch. Die Befragung zeigte auch, dass bei Mietern und Eigentümern Interesse an Sanierung und Heizungsmodernisierung besteht. Die Ergebnisse wurden zusammen mit Verbrauchswerten der Energieversorger und weiteren städtischen Datenquellen in einem integrierten Wärmeatlas zusammengeführt, der die Basis der weiteren Analysen bildet.

Um Effizienzverbesserungen und Einsparpotenziale zu bewerten, wurden sowohl dezentrale Varianten wie Gebäudesanierung, Brennwert- und Pelletkessel für sechs verschiedene Gebäudetypen bewertet wie auch zentrale Versorgungsvarianten. Dazu zählen der Ausbau der Fernwärmeversorgung, Nahwärmeinseln oder gemeinschaftliche Mikro-KWK Lösungen. Durch all diese Maßnahmen lässt sich der CO₂-Ausstoss eines Gebäude mit Kohleheizung um rd. die Hälfte oder mehr verringern.

Neben der Betrachtung der technischen Handlungsoptionen wurden auch mögliche Zielgruppen und deren Nutzenerwartung untersucht. Für die drei Kernzielgruppen wurden ebenso Nutzenargumente für alle technischen Handlungsoptionen erarbeitet, die neben der Minderung der CO₂-Emissionen weitere Rahmenbedingungen wie die Kosteneffizienz oder die Komfortsteigerung berücksichtigen. Hierbei zeigt sich, dass die Umstellung von Kohle auf Erdgas sowie die Dämmung des Dachs von Innen, aus Nutzerperspektive, ein angemessenes Verhältnis von finanziellem Aufwand zu Endenergieeinsparung und einer damit verbundenen CO₂-Minderungen aufweist.

Durch die bereits in Kraft getretene Förderrichtlinie wird die Umsetzung aller Maßnahmen zur CO_2 -Minderung finanziell gefördert. Die Höhe des finanziellen Zuschusses richtet sich nach der Verminderung der CO_2 -Emissionen in kg CO_2 je m^2 Nutzfläche. Für jedes Kilogramm CO_2 , das pro Quadratmeter Nutzfläche eingespart wird, wird die durchgeführte Maßnahme mit 50 EUR bezuschusst. Dies führt zu Investitionszuschüssen zwischen 2.000 und 4.500 EUR, je nach Gebäudegröße und Einsparquote.

Auf Basis des erstellten Wärmeatlas wurden Infrastrukturmaßnahmen wie Fernwärmeausbau und Nahwärmenetze auch wirtschaftlich bewertet. In beiden Fällen zeigt sich, dass die Wirtschaftlichkeit eines Netzausbaus aufgrund der vergleichsweise niedrigen Wärmedichte, der vielen Einzelgebäude und der bereits flächendeckend vorhandenen Gasnetze meist nicht gegeben ist oder nur durch sehr hohe Investitionszuschüsse erreicht werden kann. Ein

Fernwärmeausbau kann daher ebenso wie Nahwärmenetze nicht empfohlen werden mit Ausnahme des Bereiches rund um das Zechengelände, in dem keine Gasleitungen liegen und eine höhere Anschlussdichte möglich ist.

Fernwärmeverdichtungen sind aber in rd. 40 Fällen möglich und sollten im Rahmen der Energieeffizienzberatung auch berücksichtigt werden.

Die Analyse der möglichen Grubenwärmenutzung zeigt, dass eine Wärmenutzung des Grubenwassers erst nach Beendigung der noch aktiven Grubengasnutzung des letzten unverfüllten Schachts möglich ist. Das bereits bestehende Grubengas-BHKW sollte aber wärmeseitig in die Versorgung eingebunden werden. Hierzu kommt sowohl das Gebiet des Masterplans Zeche Westerholt als auch das davor liegende Areal der noch kohleversorgten Meisterhäuser in Frage.

In einem zusammenfassenden Szenario wurde ein möglicher Umsetzungspfad der Förderrichtlinie bewertet: Wenn 350 von 800 kohleversorgte Gebäude auf einen alternativen Energieträger umsteigen und weitere 60 Gebäude saniert werden, lässt sich bei einer Fördersumme von rd. 1 Millionen EUR eine Einsparung von 2.700 Tonnen CO₂ pro Jahr sowie eine erhebliche Verbesserung der Luftqualität durch Reduktion der Kohleverbrennung erreichen. Mit jedem EUR Fördergeld werden so nachhaltig rd. 370 kg CO₂ pro Jahr eingespart.

Zur Umsetzung der – teils alternativen – Maßnahmen wird folgende Priorität vorgeschlagen:

- Im Bereich bestehender Fernwärmeleitungen sollte vorrangig ein Fernwärmeanschluss hergestellt werden, bei Doppel- und Mehrfachhäusern idealerweise als gemeinschaftliche Lösung mit nur einer Anschlussleitung.
- Im Bereich des Zechengeländes sollte möglichst ein Niedertemperatur-Nahwärmenetz errichtet werden, das später mit der Wärmeinfrastruktur der umgenutzten Zeche zusammenwächst. Als Betreiber kommen vorrangig die Energieversorger in Frage, die bereits über Fernwärmekonzessionen verfügen (E.ON Fernwärme und Hertener Stadtwerke)
- Bei Drei- oder Vierspännern, die noch nicht komplett mit Erdgaserschlossen sind, sollte eine gemeinschaftliche Mikro-BHKW-Lösung geprüft werden.
- Für alle sonstigen Häuser sind Erdgasbrennwert mit der Option Solarthermie sowie auch Pelletkessel Vorzugslösungen.

Das Einsparpotenzial dieser Maßnahmen bei Ausschöpfung des Förderrahmens für Einsparmaßnahmen liegt in Summe bei 15% der CO_2 -Emissionen, bezogen auf die 17.900 t CO_2 -Emissionen im Fördergebiet.