handlungsprogramm
Klimaschutz 2020
dortmund

Handlungsprogramm-Klimaschutz 2020 in Dortmund

Teilkonzept

Strategien zum Ausbau Erneuerbarer Energien und zur Verbesserung der Wärmeinfrastruktur in Dortmund

Endbericht (Langfassung)
Februar 2011

Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Klima schutz zahlt sich aus!
DIE BMU KLIMASCHUTZ-INITIATIVE

ptj Projektträger Jülich Forschungszentrum Jülich

Stadt Dortmund
Umweltamt

Das Handlungsprogramm Klimaschutz 2020 der Stadt Dortmund enthält drei Gutachten.
Auftraggeber ist die Stadt Dortmund (Umweltamt).

Folgende Gutachterbüros waren an der Erarbeitung beteiligt:

Handlungsprogramm Klimaschutz

GERTEC INGENIEURGESELLSCHAFT

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Planersocietät Stadtplanung Verkehrsplanung Kommunikation

Dienstleistungszentrum Energieeffizienz

B.A.U.M.

Öko Zentrum NRW

IKU_DIE DIALOGGESTALTER

Strategien zum Ausbau Erneuerbarer Energien und zur Verbesserung der Wärmeinfrastruktur in Dortmund

ENERKO GRUPPE

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 03KS0088 gefördert.

Auftraggeber:

Stadt Dortmund
Umweltamt

Bericht:

Handlungsprogramm Klimaschutz 2020
Teilvorhaben Strategien zum Ausbau
Erneuerbarer Energien und zur Verbesserung
der Wärmeinfrastruktur in Dortmund

Autoren:

Klaus Holler
Dr. Armin Kraft
Sebastian Kroemer
Sabine Milatz
Thomas Stockhausen

unter Mitarbeit von:

Prof. Dr. Rolf Bracke (Geothermiezentrum Bochum)
Gregor Bussmann (ECOS Energie GmbH)
Timm Eicker (ECOS Energie GmbH)

Bearbeitungsstand:

Endbericht Februar 2011

EEB ENERKO
Energiewirtschaftliche
Beratung GmbH

Landstraße 20
52457 Aldenhoven
Tel.: +49 (02464) 971-3
Fax: +49 (02464) 971-555
Internet: www.enerko.de

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung und Zielsetzung 1

2 Bestandsaufnahme und historische Entwicklung 3

2.1 Politisch-rechtliche Rahmenbedingungen 3
2.1.1 Europäischer Rahmen 3
2.1.2 Bundesebene 6
2.2 Ausgangsituation in Dortmund 9
2.3 Bestandsaufnahme Erneuerbare Energien 11
2.3.1 Solarenergie 12
2.3.2 Windkraftanlagen 15
2.3.3 Deponiegas 16
2.3.4 Klärgas 17
2.3.5 Grubengas 18
2.3.6 Biomasse 20
2.3.7 Umweltwärme 22
2.3.8 Erdwärme 23
2.4 Fernwärme und KWK 25
2.4.1 Fernwärme-Systeme 25
2.4.2 Dezentrale Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung 30
2.5 Gesamtbilanz Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien 31
2.6 Gesamtbilanz Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien 33
2.7 CO_2-Einsparungen durch den Einsatz Erneuerbarer Energieträger 36
2.8 Wärmeatlas 39

3 Referenzszenario 2020 47

3.1 Entwicklung der Fernwärme 47
3.1.1 Prognose zur Entwicklung der Erzeugungsstandorte 47
3.1.2 Prognose zur Entwicklung des Fernwärme-Absatzes 47
3.2 Holzeinsatz, Umweltwärme, Solarthermie, Photovoltaik und Biogase 48
3.2.1 Entwicklung Holzeinsatz 48
3.2.2 Entwicklung Umweltwärme 48
3.2.3 Entwicklung Solarthermie 49
3.2.4 Entwicklung Photovoltaik 49
3.2.5 Entwicklung Biogas 49
3.3 Entwicklung Windkraft 50
3.4 Gesamtentwicklung der regenerativen Strom- und Wärmeerzeugung und der resultierenden CO_2-Einsparung in Dortmund 50
3.5 Entwicklung des Strom-Mix bis 2020 55

4 Potenzialanalyse und Maßnahmen 57
4.1 Methodisches Vorgehen 59
4.2 Workshop zur Abwärmenutzung 60
4.3 Bewertungsschema der Maßnahmen 62
4.4 Maßnahmen im Bereich Regenerative Energieträger 65
4.4.1 Ausbau der Photovoltaik (TOP 10) 65
4.4.2 Ausbau der Solarthermie (TOP 10) 69
4.4.3 Windkraft: Repowering und Ausbau (Top 10) 72
4.4.4 Klein-Windkraftanlagen auf Hausdächern 74
4.4.5 Potenzialstudie Kleinwindkraftanlagen 76
4.4.6 Holzhackschnitzel und Holzpellets (TOP 10) 77
4.4.7 Bioabfall-Vergärung 82
4.4.8 Ausbau der oberflächennahen Geothermie 85
4.4.9 Nutzung von Grubenwasser-Wärme 88
4.4.10 Erdwärmekataster Dortmund 90
4.4.11 Potenzialermittlung Tiefe Geothermie 92
4.4.12 Hochwertiger Ökostrom für öffentliche Gebäude und Verkehrsmittel (TOP 10) .. 94
4.4.13 Ökogasangebot durch Gasversorger 97
4.5 Kraft-Wärme-Kopplung, Fernwärme und Abwärmenutzung 99
4.5.1 Potenziale der KWK (TOP 10) 99
4.5.2 Fernwärme-Optimierung und Ausbau (TOP 10) 103
4.5.3 Nutzung Abwasserwärme 116
4.5.4 Abwärmenutzung Industrie / transportable Systeme (TOP 10) 120
4.5.5 Abwärmenutzung Krematorium (TOP 10) 126
4.6 Übergeordnete Maßnahmen 130
4.6.1 Innovations- und Klimaschutzfonds (TOP 10) 130
4.6.2 Energie-Erlebnispark / Sonnenenergieforum 132
4.7 Maßnahmenkatalog und Handlungsempfehlung 134
4.7.1 Gesamtpotenziale der Maßnahmen 134
4.7.2 CO_2-Einsparungen im Zeitraum bis 2020 135
4.7.3 Entwicklung der Anteile der Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern 138
4.7.4 Investitionen und Kosten der Maßnahmen 140
4.7.5 Empfehlungen 142
4.8 Regionale Wertschöpfung 144

5 Zusammenfassung 149

Literatur 161

handlungsprogramm Klimaschutz 2020 dortmund

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Stadt Dortmund führt die bereits begonnenen Maßnahmen zum Klimaschutz (CO_2-Bilanz 2005, Teilnahme am Klimabündnis und am European Energy Award) seit Herbst 2009 in einem integrierten Klimaschutzkonzept fort. Unterstützt wird dieses Vorhaben vom „Konsultationskreis Klimaschutz und Energieeffizienz“ (KEK) der Stadt Dortmund, der die Begleitung des Handlungsprogramms übernommen hat.

Das Handlungsprogramm Klimaschutz besteht aus den Teilprogrammen

- Handlungsprogramm Klimaschutz 2020 in Dortmund,
- Dienstleistungszentrum Energieeffizienz und
- Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien

und soll den Klimaschutz in den kommenden Jahren und Jahrzehnten in der Stadt nachhaltig etablieren. Ein besonderer Schwerpunkt ist dabei die Umsetzungsorientierung, die durch eine intensive Beteiligung aller relevanten Akteure in der Stadt sichergestellt wird.

In dem 3. Teil des Projektes „Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien“ sollen die Potenziale verschiedener Formen der regenerativen Energienutzung untersucht und deren Beiträge zur CO_2-Reduktion bewertet werden. Diese Bewertung dient als Grundlage für die Benennung von Handlungsfeldern, die auch wirtschaftlich (sowohl einzelwirtschaftlich als auch aus Sicht der Stadt als möglicher Investor oder Vermittler bzw. Fördermittelgeber) bewertet werden.

Neben den erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmemarkt sind die Bewertung von Kraft-Wärmekopplung, Fern- und Nahwärmenetzen sowie innovativer Techniken ein weiterer Schwerpunkt.

Bei den Erneuerbaren Energien wird vor allem dem Bereich der regenerativen Wärmenutzung Bedeutung zugemessen, da in diesem Bereich große Potenziale liegen, die zudem durch bestehende Fördermaßnahmen (z.B. EEG) nicht oder nur teilweise erfasst sind. Zudem hat die Kommune hier über die Festlegung ordnungsrechtlicher und stadtplanerischer Randbedingungen einen Hebel zur Umsetzung. Auch die vorhandene Infrastruktur in Dortmund wie z.B. die Wärmenetze oder die Abwärmepotenziale von Industrie, Abwasser und Grubenabwärme lässt ein Ausbaupotenzial erwarten.

Die Bewertung setzt auf dem Status Quo auf, der in einer Bestandsaufnahme bewertet und in einem Referenzszenario bis 2020 fortgeschrieben wird. Darauf aufbauend werden Handlungsfelder ausgewählt und durch Maßnahmen detailliert.

Zentrales Ziel des Teilprojektes ist die Identifikation von realistischen und umsetzbaren Maßnahmen und deren Entwicklung und Bewertung in einem partizipativen Prozess unter Einbeziehung der beteiligten Akteure.

2 Bestandsaufnahme und historische Entwicklung

2.1 Politisch-rechtliche Rahmenbedingungen

Die Klimaschutzpolitik hat insbesondere in den letzten Jahren im nationalen und internationalen Raum einen hohen Stellenwert bekommen. Das Kyoto-Protokoll zur Klimarahmenkonvention ist 2005 in Kraft getreten und enthält in seinem Regelwerk für die beigetretenen Industriestaaten völkerrechtlich bindende Regelungen zur Reduzierung bzw. Begrenzung von Treibhausgasemissionen. Zwischenzeitlich wurde von wissenschaftlicher Seite ein deutlich beschleunigtes Ansteigen der Temperaturen und der Eisschmelze gegenüber den Ergebnissen der Klima-Modellrechnungen beobachtet, was zur Zielsetzung führt, die Bedingungen zur Begrenzung des Temperatur-Anstiegs auf 2 K zu erfüllen - damit erhöht sich der Handlungsdruck in einem kleiner werdenden Zeitfenster.

In 2009 fanden global weitreichende Diskussionen und Verhandlungen statt. Da nun auch USA und China, die gemeinsam ca. 40% der Treibhausgase ausstoßen, sich am Kyoto-Nachfolge-Prozess beteiligten, bestand die Hoffnung auf weitreichende und verbindliche Beschlüsse in Kopenhagen im Dezember 2009 zur Kyoto-Nachfolgeregelung ab 2013. Diese Hoffnung wurde jedoch enttäuscht, da die in Kopenhagen zusammentreffende Weltgemeinschaft sich nicht auf verbindliche Regeln zum weiteren Vorgehen innerhalb des Kyoto-Prozesses einigen konnte. Das Resultat der Konferenz beschränkte sich auf eine allgemeinverbindliche Willensbekundung zu Maßnahmen, die den Temperaturanstieg auf 2 K begrenzen. Es wurden keine konkreten und verbindlichen Minderungsziele der einzelnen Staaten zugesagt. Daran konnten auch die Europäische Union und Deutschland nichts ändern, die durch eigene konkrete Festlegungen zu Maßnahmen und Minderungszielen in Vorleistung gegangen waren.

Die kommunalen Zielvorgaben werden wesentlich durch diese verbindlichen Zielkorridore und die entsprechenden gesetzlichen Regelungen strukturiert.

2.1.1 Europäischer Rahmen

Auf EU-Ebene hatte der Europäische Rat sich bereits im Frühjahr 2007 auf das Ziel festgelegt, die Treibhausgasemissionen bis 2020 gegenüber 1990 um mindestens 20% zu reduzieren. Obwohl sich die anderen entwickelten Länder in Kopenhagen nicht zu vergleichbaren Emissionsreduzierungen verpflichteten, wird in der EU derzeit weiterhin darüber diskutiert, das verbindlich festgelegte Minderungsziel von 20% auf 30% zu erhöhen. Bis 2050 soll ein langfristiges Emissionsminderungsziel von 80% verfolgt werden. [1]

Abbildung 1 verdeutlicht die Zielkorridore der EU und die Zielfestlegungen der Bundesregierung, die zum Teil noch darüber hinausgehen und die bisherige Entwicklung der CO2-Emissionen in Deutschland.

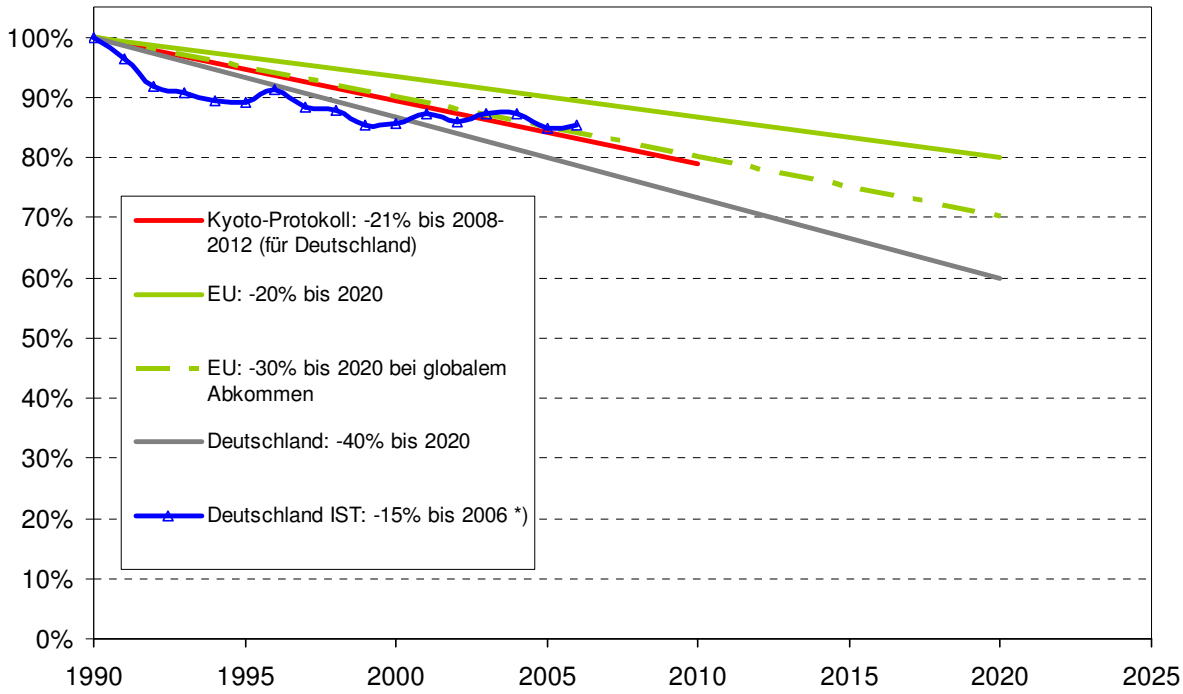


Abbildung 1: Ziele zur CO_2-Minderung in der EU und in Deutschland bis 2020

Schlicht zusammenfassen lässt sich der EU-Zielkorridor auf 20 20 bis 2020 – soll heißen

- Reduzierung des Ausstoßes von Treibhausgasen bis 2020 um 20% gegenüber 1990,
- Steigerung des Anteils erneuerbarer Energiequellen auf 20%
- Erhöhung der Endenergieeffizienz um 20%.

Das Europäische Parlament hat am 17.12.2008 das EU-Klimapaket zur Schaffung der Rahmenbedingungen für die langfristige EU Klima-Politik verabschiedet.

Das EU-Klimapaket beinhaltet die folgenden sechs Bestandteile:

1) Richtlinie über erneuerbare Energien

Ziel: Der Anteil erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung, beim Heizen und Kühlen von Gebäuden und im Verkehrssektor in der EU soll auf insgesamt mindestens 20% im Jahr 2020 zu erhöht werden.

- Deutschland muss bis 2020 seinen Anteil an erneuerbaren Energien auf 18% steigern
- Bis 2020 müssen mindestens 10% aller Kraftstoffe im EU-Verkehrssektor aus erneuerbaren Energien gewonnen werden

2) Richtlinie über die Dritte Phase des Emissionshandelssystems (ETS)

Im Januar 2005 hatte die Europäische Union zur Umsetzung der Vorgaben des Kyoto - Protokolls ein Emissionshandelssystem für CO_2 (ETS) eingeführt. Die zulässigen CO_2-Emissionen und die Zuteilung der Emissionsberechtigungen an die Anlagenbetreiber sind bis zum Jahr

2012 in den Nationalen Allokationsplänen (NAP) geregelt. Im deutschen NAP stehen für 2008 - 2012 den betroffenen Anlagen in Deutschland jahresdurchschnittlich 453,1 Mio. Emissionsberechtigungen (EUA – European Union Allowances) zur Verfügung. Das entspricht im Vergleich zum Emissionsniveau von 2005 einer Minderungsvorgabe von knapp 32 Mio. t CO_2 bzw. 6,6%. Insgesamt werden nur noch 80% der Emissionen von 2005 kostenlos zugeteilt.

Ziel:

In der dritten Phase des ETS, ab 2013 bis 2020, Minderung der Treibhausgasemissionen der Anlagen um 21% im Vergleich zu 2005. Dazu sollen:

- die Anzahl der Emissionszertifikate jährlich um 1,74% gesenkt werden;
- die Zertifikate ab 2013 versteigert werden. In der Strom- und Wärmeerzeugung müssen dann 100% der benötigten Emissionsberechtigungen ersteigert werden, dabei werden die Emissionsberechtigungen für KWK-Wärme weiterhin kostenlos zugeteilt.

Für das Produzierende Gewerbe gibt es Ausnahmen wegen der Gefahr der Verlagerung von Emissionen ins Ausland aus wirtschaftlichen Gründen (carbon leakage) und damit auch weiterhin einen Teil der CO_2-Emissionen kostenlos.

Entsprechend der Zielsetzung der EU sollen auch weiterhin mindestens die Hälfte der Einnahmen aus den Versteigerungen der Emissionsberechtigungen zweckgebunden eingesetzt werden.

3) Entscheidung über die Anstrengungen der Mitgliedstaaten, ihre Emissionen in nicht vom ETS erfassten Sektoren zu reduzieren

Die nicht vom Emissionshandelssystem erfassten Sektoren

- Heizungen und Klimaanlagen in privaten Haushalten und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
- die Landwirtschaft,
- kleine Industrieanlagen,
- sowie der Verkehr,

verursachen zusammen etwa 60% der europäischen Treibhausgasemissionen.

Ziel:

Reduzierung der Treibhausgasemissionen dieser Sektoren entsprechend dem Bruttoinlandsprodukt der einzelnen EU-Staaten bis 2020 im Durchschnitt um 10%. Deutschland muss hier um 14% reduzieren.

4) Richtlinie zur Abtrennung und geologischen Speicherung von CO_2

Die Richtlinie schafft einen Rechtsrahmen für die Abscheidung und geologische Speicherung von CO_2 aus Kohlekraftwerken und Industrieanlagen. Über den Emissionshandel sollen 12 Demonstrationsprojekte finanziert werden (300 Mio. EUA stehen zur Finanzierung zur Verfügung).

5) Richtlinie zur Qualität von Kraftstoffen

Die Richtlinie zielt darauf ab, die während Herstellung, Transport und Nutzung von Kraftstoffen verursachten Treibhausgasemissionen bis 2020 um bis zu 10% zu senken.

6) Verordnung über CO_2-Emissionen von Neuwagen

Ab 2015 dürfen Neuwagen in der EU durchschnittlich nur noch 130 g CO_2/km ausstoßen. Derzeit beträgt der durchschnittliche CO_2-Ausstoß bei Neuwagen 160 g CO_2/km.

2012 müssen 65% der Neuwagen eines Herstellers das Ziel erreichen. 2013 sollen es 75% sein und 2014 dann 80%. Bei Überschreiten der Grenzwerte werden Geldbußen fällig.

Als Langzeitziel wurde ein Grenzwert von 95 g CO_2/km für 2020 durchgesetzt. 2013 wird dieses Ziel nochmals überprüft.

Bei der Umsetzung der europäischen Klimapolitik weist die EU den Städten und Kommunen z.B. in der „Leipzig Charta 2007“ eine Schlüsselrolle zu – die „Modellstadt des 21. Jahrhunderts“ wird gestaltet durch

- Modernisierung der Infrastruktur
- Steigerung der Energieeffizienz
- Leistungsstarken und preisgünstigen Stadtverkehr
- Berücksichtigung des Klimawandels bei der städtebaulichen Aufwertungsstrategie

2.1.2 Bundesebene

Die Bundesregierung hat sich zu einem Abbau der Treibhausgasemissionen um 30% (bei weitreichenden Beschlüssen in Kopenhagen sollte sogar auf 40% gesteigert werden) bis 2020, bezogen auf das Emissionsniveau von 1990, verpflichtet.

Dazu wurde ein integriertes Energie- und Klimaprogramm aufgelegt, das 2008 in rechtlich verbindliche Vorgaben (z.B. KWKG 2009, EEG 2009) umgesetzt wurde [2]. In einem integrierten Energie- und Klimaprogramm (IEKP) wird die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen koordiniert. Folgende wichtige Ziele sollen erreicht werden:

- Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 30 bzw. 40% bis 2020 (bezogen auf 1990);
- Steigerung der Anteile der erneuerbaren Energien an der
- Stromversorgung auf 25 -30%
- Wärmeversorgung auf 14%
- Treibstoffversorgung auf 12 -15% ,
- Steigerung des Anteils der KWK an der Stromerzeugung auf 25% bis 2020; Ausbau der Fern- und Nahwärmeversorgung;
- Erhöhung der Energieeffizienz durch Verdoppelung der Energieproduktivität der gesamten Gesellschaft bis 2020 (Basisjahr 1990);
- Verringerung der Abhängigkeit vom internationalen Energiemarkt;
- Ausbau der Technologieführerschaft im Bereich der Erneuerbaren Energien und Energie-Effizienz.

Durch die Novellierung und Anpassung einiger Gesetze und Verordnungen wurde der Weg für die Umsetzung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und die stärkere Förde-

rung der erneuerbaren Energien im Strom und Wärmemarkt frei gemacht. Im Einzelnen sind dies:

- die Novelle des Gesetzes zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK-G),
- die Verordnung über Rahmenbedingungen für Messstellenbetrieb und die Messung im Bereich der leitungsgebundenen Elektrizitäts- und Gasversorgung (MessZV),
- die Novelle des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG),
- das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)
- eine weitere Novelle der Energieeinsparverordnung EnEV 2009.

Nach den vorläufigen Ergebnissen einer vom Bundesumweltministerium in Auftrag gegebenen Studie „Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland“ [3] gehen Experten davon aus, dass die Maßnahmen des IEKP der Bundesregierung zusätzliche Investitionen in Höhe von 30 Milliarden € pro Jahr generieren und die Energiekosten bis 2020 um jährlich 20 Milliarden € senken. Beide Effekte zusammen führen nach Untersuchungen der Gutachter dazu, dass mehr Wachstum und Beschäftigung in Deutschland entsteht. Ein starker Beschäftigungszuwachs wird im Bereich der erneuerbaren Energien und umweltorientierten Dienstleistungen erwartet. Zusätzliche Arbeitsplätze sollen durch wachsende Exporte deutscher Umwelttechnik entstehen.

2.1.2.1 KWK-Gesetz

Das Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung trat am 1. April 2002 in Kraft und lief 2008 aus. Mit dem KWKG 2009 wurde es novelliert und bis 2016 verlängert. Wesentliche Punkte des neuen KWK-G sind:

- Planmäßiges Auslaufen der Förderung von Bestandsanlagen gemäß dem KWKG 2002 bis Ende 2010;
- Förderung des Neubaus und der Modernisierung von hocheffizienten KWK- Anlagen, die bis Ende 2016 in Betrieb gehen bei Beibehaltung des geltenden Fördersystems, dabei gleitende, leistungsanteilige Staffelung der Förderung nach Leistungsklassen.
- Die Förderung wird ausgeweitet auf Neuanlagen von mehr als 2 MW und auf Anlagen, die im Rahmen der Eigenversorgung Strom an Unternehmen des Produzierenden Gewerbes liefern (industrielle KWK).
- Zusätzlich Förderung des Ausbaus von Nah- und Fernwärmenetzen durch einen Investitionszuschuss für die neu verlegte Wärmeleitung in Höhe von einem Euro je Millimeter Nenndurchmesser und pro Meter Trassenlänge, max. jedoch 20% der Investitionskosten.
- Weiterführung und Deckelung der KWK-Umlage auf derzeitigem Niveau (ca. 750 Mio. €/a), davon bis zu 150 Mio. €/a vorgesehen für den Ausbau Nah-/Fernwärmenetze.

2.1.2.2 EEG 2009

Das novellierte Erneuerbare Energien Gesetz führt die Förderung erneuerbarer Stromerzeugung fort und passt die Fördermodalitäten an. Deutliche Steigerungen der Vergütungssätze sind vor allem in den Bereichen Geothermie und Off-shore Wind vereinbart worden, in diesen Bereichen wird auch ein verstärkter Ausbau erwartet.

Zum 1. Juli 2010 wurden die zu dieser Zeit sehr auskömmlichen Fördersätze für PV-Anlagen einmalig um weitere 16% reduziert, die Möglichkeiten der Eigennutzung sind aber gleichzeitig verbessert worden.

2.1.2.3 EEWärmeG (Bund)

Der wesentliche Ansatzpunkt des EEWärmeG [4] ist die Verpflichtung der Eigentümer von nach dem 31.12.2008 errichteten Wohngebäuden und beheizten Nichtwohngebäuden, für die Deckung des Wärmeenergiebedarfs anteilig Biomasse, Geothermie, solare Strahlungsenergie oder Umweltwärme einzusetzen oder Ersatzmaßnahmen wie dezentrale KWK-Anlagen, Anschluss an ein Nah-/Fernwärmesystem oder zusätzliche Wärmeschutzmaßnahmen vorzunehmen.

Schließlich ermächtigt das EEWärmeG die Gemeinden und Gemeindeverbände, aus klimapolitischen Gründen den Anschluss- und Benutzungszwang an ein Nah- oder Fernwärmenetz vorzusehen. Die Bundesländer werden ermächtigt, Gesetze und Verordnungen zu erlassen, die über das EEWärmeG hinausgehen.

Das EEWärmeG wird in den kommenden Jahren zu einer deutlichen Ausweitung des Einsatzes regenerativer Energien im Wärmemarkt vor allem in Neubauten, über die Ausweitung der Förderung aber auch im Gebäudebestand führen. Zielgröße der Bundesregierung ist die Erhöhung des Anteils regenerativer Energien im Wärmemarkt bis zum Jahr 2020 auf 14%.

2.1.2.4 Die Nationale Klimaschutz-Initiative

Die Nationale Klimaschutz-Initiative [8] richtet sich an die Zielgruppen – Verbraucher, Wirtschaft, Kommunen und soziale und kulturelle Einrichtungen.

Die Förderprogramme und Einzelprojekte sollen dabei

- verfügbare klimafreundliche Technologien gezielt voranbringen,
- zukunftsweisende Klimaschutztechnologien anhand von Modellprojekten demonstrieren und verbreiten, sowie
- Hemmnisse, die die Umsetzung von Klimaschutzschutzmaßnahmen bisher verhindert haben, identifizieren und abbauen.

Im nationalen Teil wurden bisher sechs Förderprogramme veröffentlicht [8]. Mittels der Förderprogramme werden in den Bereichen Effiziente Energienutzung und Einspartechnologien sowie Regenerative Energien sowohl Konzepte und (wissenschaftliche) Untersuchungen, Sach- und Personalkosten (in der Umsetzung von Konzepten) und über Zuschüsse oder zinsgünstige Darlehen die Investitionen selbst gefördert.

2.1.2.5 Energiekonzept 2010

Die Bundesregierung hat im Sommer 2010 ein mit Energieszenarien hinterlegtes Energiekonzept vorgelegt, dass vom Kabinett am 28.9.2010 beschlossen und vom Bundestag am 28.10.2010 verabschiedet wurde [5].

Mit diesem Energiekonzept sind ambitionierte Ziele verbunden:

- Der Anteil erneuerbarer Energien soll 2020 mind. 18 % und bis 2050 mind. 50 % am Bruttoendenergieverbrauch betragen.
- Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien soll bis 2020 auf mind. 30 % und bis 2050 auf mind. 80 % ansteigen.
- Im Jahr 2020 sollen erneuerbare Energien einen Anteil von 14 % an der Wärmebereitstellung und bis 2050 einen Anteil von 60 % erreichen.
- Im Verkehr sollen erneuerbare Energien bis 2020 einen Anteil von 13 % und bis 2050 einen Anteil von 75 % übernehmen.

Neben der kontrovers diskutierten Laufzeitverlängerung für Kernkraftwerke sind die für den Ausbau Erneuerbarer Energien notwendigen Eckpunkte – die zum Teil erst in verbindliche gesetzliche Vorgaben umgesetzt werden müssen – u.a.:

- Weiterführung der Förderung durch das EEG, aber stärkere Marktorientierung und bedarfsgerechte Förderung
- Weiterentwicklung der so genannten Grünstromvermarktung zur besseren Markt- und Systemintegration, ohne die EEG-Umlage zu erhöhen.
- Auflage eines Sonderprogramms „Offshore Windenergie“ durch die KfW mit einem Kreditvolumen von insgesamt 5 Mrd. € zur Anschubfinanzierung
- Fortführung und Aufstockung der 2010 z.T. gestoppten Programme der nationalen Klimaschutzinitiative
- Aufbau einer leistungsfähigen Netzinfrastruktur für die Integration von Strom aus erneuerbaren Energien, u.a. durch eine Novellierung des EnWG und einen bundesweiten Netzausbauplan
- Energieeffizienter Gebäudebestand, u.a. durch weitere Novellierungen der EnEV und verbesserte Förderinstrumente.

2.2 Ausgangsituation in Dortmund

Die Stadt Dortmund ist das wirtschaftliche Zentrum der Region Westfalen und größte Stadt des Ruhrgebietes. Das Stadtgebiet umfasst rund 280 km² und ist in 12 Stadtbezirke gegliedert (Abbildung 2).

Abbildung 2: Stadtgebiet Dortmund mit Stadtteilen und Umgebung

Dortmund hat 576.824 Einwohner (Herbst 2009) mit leicht rückläufiger Tendenz seit 20 Jahren. Die Bevölkerungsprognose sieht einen Rückgang von etwa 3%, inklusive der Wanderungsbewegungen, für 2025 gegenüber 2005 voraus.

Ein Merkmal der Stadt Dortmund ist der Strukturwandel vom Schwerindustriestandort zu einem Dienstleistung- und Logistikzentrum.

Durch diesen Wandel entstand auch eine Vielzahl von Brachflächen, die Entwicklungspotenziale für die Stadt bieten:

- Das verkehrsgünstig gelegene frühere Gelände der Dortmunder Union im Westen der Stadtmitte ist zu großen Teilen bereits mit neuer Logistik- und Handelsstruktur besiedelt und wird weiter ausgebaut.
- Am Standort des ehemaligen Stahlwerk Phoenix-Ost in Hörde wird zurzeit ein komplett neues Wohn- und Geschäftsgebiet entwickelt (Projekt PHOENIX-See).
- Der Standort Westfalenhütte im Dortmunder Nordosten ist eine der größten Industriebrachen Europas. Auch wenn noch in geringem Umfang auf der Westfalenhütte produziert wird, so ergibt dieses Gelände Möglichkeiten der Stadtentwicklung. Dieses Gebiet wird als Industrie- und Logistikstandort sowie auch für neue Grün- und Freizeitareale. weiterentwickelt.

- Zahlreiche Brachflächen der RAG im Norden der Stadt kommen grundsätzlich als energetische Konversionsflächen in Frage, z.B. für Freiflächen-Photovoltaikanlagen.

Dortmund verfügt zudem als Standort der TU Dortmund und der Fachhochschule Dortmund über einiges Innovationspotenzial insbesondere auf technischem Gebiet.

2.3 Bestandsaufnahme Erneuerbare Energien

Bei der Bilanzierung der Erneuerbaren Energieträger muss die Energiequelle und die Nutzung für die Stromerzeugung oder/und für die Wärmeerzeugung unterschieden werden.

Insgesamt sind an Erneuerbaren Energieträgern für Dortmund zu berücksichtigen:

- Solarenergie zur Stromerzeugung (Photovoltaik) und zur Wärmeerzeugung (Solarthermie)
- Windkraft (Stromerzeugung)
- Deponiegas (Stromerzeugung bzw. Wärmeerzeugung)
- Klärgas (Stromerzeugung und Wärmeerzeugung)
- Grubengas (Stromerzeugung bzw. Wärmeerzeugung)
- Feste, flüssige oder gasförmige Biomasse zur Strom- bzw. Wärmeerzeugung
- Nutzung von Umweltwärme und industrieller Abwärme (Wärme aus Abwasser, Abluft)
- Nutzung von Erdwärme (Geothermie, Grubenwasser zur Wärmeerzeugung)
- Wasserkraft (Stromerzeugung)

Als Datenquellen für die Recherchen wurden genutzt:

- Angaben des Umweltamtes Dortmund aus früheren eigenen Recherchen, diese wiederum basierend auf früheren Angaben der DEW21.
- Angaben der Anlagenbetreiber (DEW21, Entsorgung Dortmund GmbH (EDG), Emschergenossenschaft - Lippeverband (EGLV), Minegas GmbH, Ruhrkohle AG) basierend auf Gesprächsterminen und Befragungen per Telefon / E-Mail.
- Veröffentlichungen des Stromnetzbetreibers DEW21 zur Stromeinspeisung nach EEG und KWKG.
- Die Daten der Internetplattform www.energymap.info zu den Anlagen mit Stromeinspeisung nach EEG [6].
- Angaben des BAFA über geförderte Anlagen.
- Feuerstättendaten des Bezirksschornsteinfegermeisters aus 2005 bzw. 2008 zu den holzgefeuerten Zentralheizungsanlagen und Einzelfeuerungen.
- Angaben der Unteren Wasserbehörde (Wärmepumpen).
- Veröffentlichungen auf den Internetplattformen www.solaratlas.de und www.biomasseatlas.de [7] über die durch BAFA im Rahmen des Marktanreizprogramms geförderten Solaranlagen und Biomassefeuerungen.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der Bestandsaufnahme nach Energieträgern dargestellt. Der gesamte Stromabsatz aus den Netzen der DEW21 belief sich in 2008 gemäß [17] auf rd. 2,3 Mio.MWh/a (ohne Klimabereinigung) Für den Startwert der definierten Szenarien wurde im Rahmen des Handlungsprogramms [17] eine Klimabereinigung für den Heizstrom durchgeführt und für den Stromverbrauch im Verkehr auf die Auswertungen einer Studie zum Mobilitätsver-

halten der Dortmunder Bürger zurückgegriffen. Der Startwert für die Szenarien bezogen auf 2008 liegt damit bei rd. 2,4 Mio.MWh/a.

Der Wärmemarkt als Summe aus Gasabsatz, Fernwärme, Strom und Brennstoffen in nicht leitungsgebunden versorgten Gebäuden (Heizöl, Kohle, Holz, Flüssiggas) lag 2008 bei rd. 6,5 Mio.MWh/a (ohne Klimabereinigung und ohne Deponiegas und Grubengasmengen). Für die Szenarien erfolgte im Rahmen des Handlungsprogramms eine Klimabereinigung, der Wert für 2008 liegt damit bei 7,4 Mio. MWh/a . Diese Zahlen werden bei der Darstellung der Anteile der einzelnen Erneuerbaren Energieträger am Strom- und Wärmemarkt zugrunde gelegt.

Die Anteile der erneuerbaren Energieträger am Wärmemarkt und am Strommarkt in Dortmund insgesamt sind in den Abschnitten 2.4.1 und 2.6, die Auswirkungen des Einsatzes Erneuerbarer Energieträger auf die Entwicklung der CO_2-Emissionen in Abschnitt 2.7 dargestellt.

2.3.1 Solarenergie

2.3.1.1 Photovoltaik

Die Stromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen hat sich erst in den letzten Jahren mit Zunahme der Förderung aus dem EEG und gleichzeitigem Preisrückgang der Anlagen entwickelt. Ausgehend von der Anlagenstatistik der DEW21 und gemäß der unter www.energymap.info verfügbaren Daten hat sich der Anlagenbestand von nur einer gelisteten Anlage in 1990 ab dem Jahr 2000 (170 Anlagen) insbesondere in den letzten sechs Jahren sehr dynamisch entwickelt und liegt heute (Stand Ende 2009) bei 1.520 Anlagen mit einer installierten Leistung von 12.560 kW. In der Abbildung 3 ist die Entwicklung der Anlagenzahl, der Anlagenleistung und der jährlichen Stromerzeugung dargestellt.

Mit einer Erzeugung aus Photovoltaik-Anlagen von rd. 5.500 MWh/a in 2008 und knapp 8.000 MWh/a in 2009 liegt der Beitrag zum gesamten jährlichen Stromverbrauch in Dortmund von ca. 2,4 Mio. MWh/a jedoch nur bei rd. 0,2% bzw. 0,3%.

Andererseits spiegelt die Entwicklung der installierten PV-Anlagen in Dortmund mit einer gesamten Leistung (Peak) von rd. 12.000 kW und einer spezifischen Leistung von 22 Watt je Einwohner in 2009 die Anstrengungen der Institutionen und Bürger der Stadt zur Etablierung der Photovoltaik wider.

Wie der Vergleich mit anderen Groß- und Mittelstädten in NRW in Abbildung 4 zeigt, weisen gemäß den Vergleichswerten der Internet-Plattform www.solarbundesliga.de in der Kategorie der Großstädte nur Hamm, Bielefeld, Münster und Paderborn höhere spezifische PV-Leistungen je Einwohner auf.

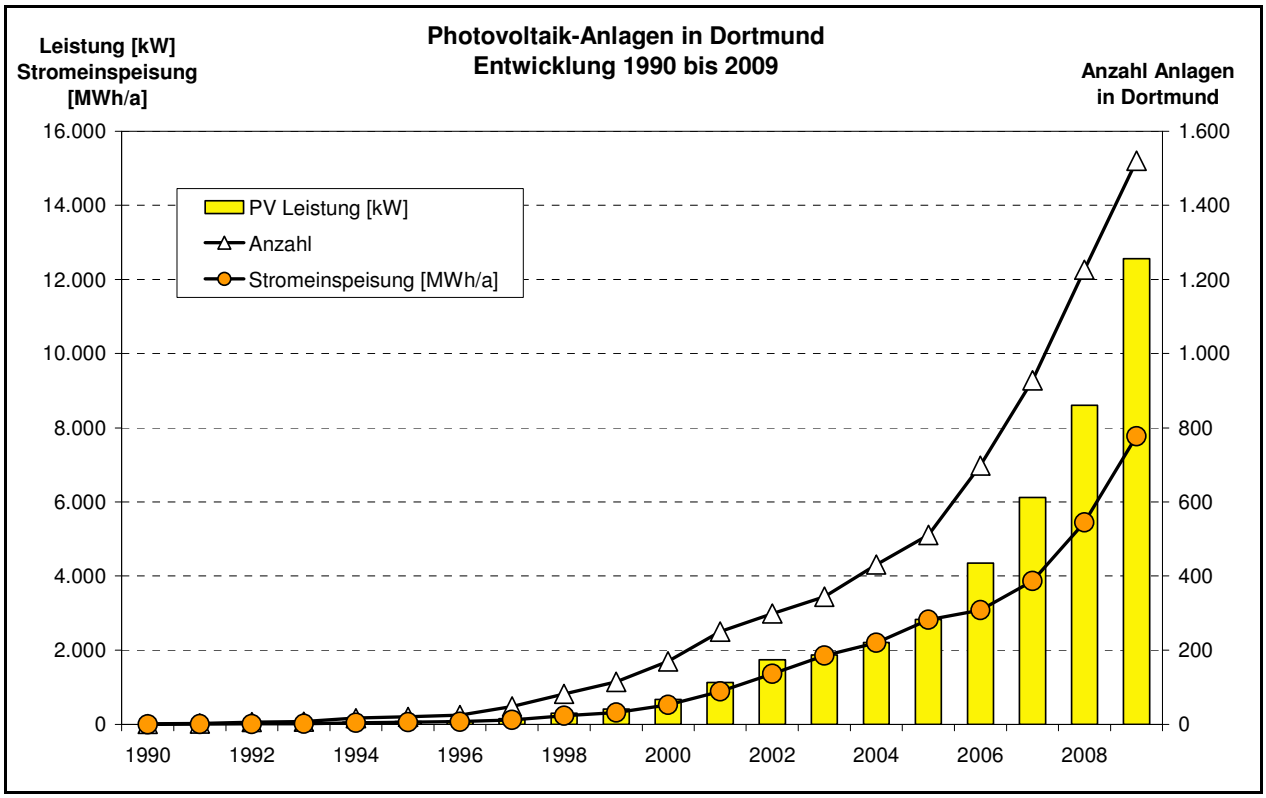


Abbildung 3: Entwicklung der Photovoltaik-Anlagen in Dortmund

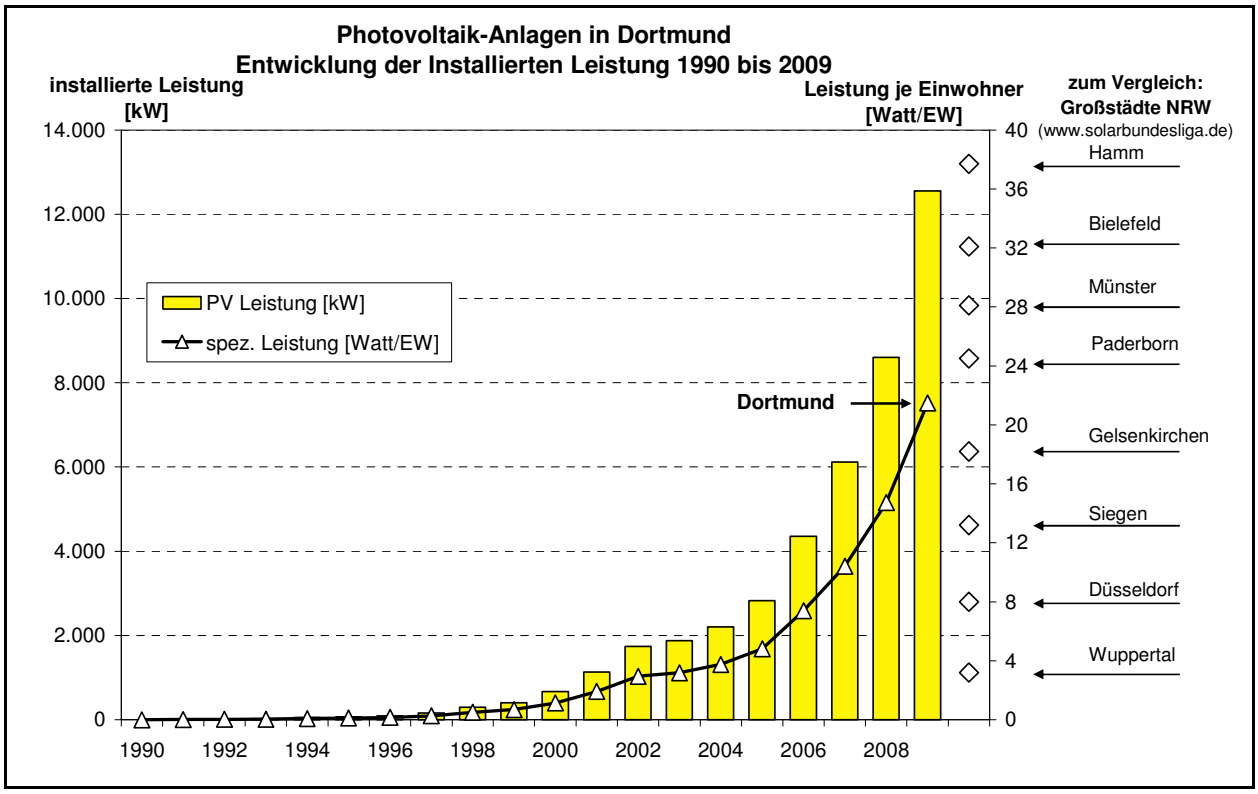


Abbildung 4: Entwicklung der installierten Leistung der Photovoltaik-Anlagen

handlungsprogramm Klimaschutz 2020 dortmund

2.3.1.2 Solarthermie

Zur Ermittlung des Solarthermie-Bestandes wurden Daten vom Umweltamt und DEW21 (Stützwerte 1995, 1999) und für den Zeitraum ab 2001 die auf der Internetplattform www.solaratlas.de [7] verfügbaren Daten der vom BAFA geförderten Anlagen herangezogen. Die Entwicklung im Zeitraum vor 1995 wurde in Anlehnung an die Gesamtentwicklung in Deutschland gemäß BMU [8] abgeleitet. Die Entwicklung der installierten Anlagenzahlen, Flächen und Erträge ist dargestellt in Abbildung 5.

Ende des Basisjahres 2008 waren in Dortmund 1.770 Anlagen mit einer Gesamtfläche von rd. 12.300 m² installiert, Ende 2009 waren es 1.890 Anlagen 13.350 m². Der rechnerische Ertrag lag 2008 bei 3.700 MWh/a, 2009 bei 4.000 MWh/a. Bezogen auf den gesamten Wärmemarkt in Dortmund von 7,6 Mio. MWh/a entspricht dies weniger als 0,1%. Gemäß der BAFA-Zahlen wurden seit 2001 rd. 350 Anlagen gebaut, die auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt werden. Die überwiegende Zahl dient jedoch ausschließlich der Brauchwarmwasserbereitung. Ausgehend von einem mittleren Wärmeverbrauch für Brauchwarmwasser der privaten Haushalte von 600 kWh/a je Einwohner [9] ergibt sich für Dortmund ein jährlicher Bedarf von rd. 0,35 Mio.MWh/a. Bezogen hierauf beträgt der solar erzeugte Anteil 1,1%.

Der Vergleich mit anderen Großstädten in NRW zeigt, dass sich die solare Brauchwarmwassererwärmung in Dortmund etabliert hat. Gemäß den Vergleichswerten der Internet-Plattform www.solarbundesliga.de liegt Dortmund in der Kategorie der Großstädte in NRW hinsichtlich der spezifischen installierten Anlagenfläche je Einwohner bei vergleichbaren Werten bzw. etwas höher als Siegen, Gelsenkirchen und Aachen. Nur die Städte Münster und Bielefeld weisen höhere Anlagendichten auf.

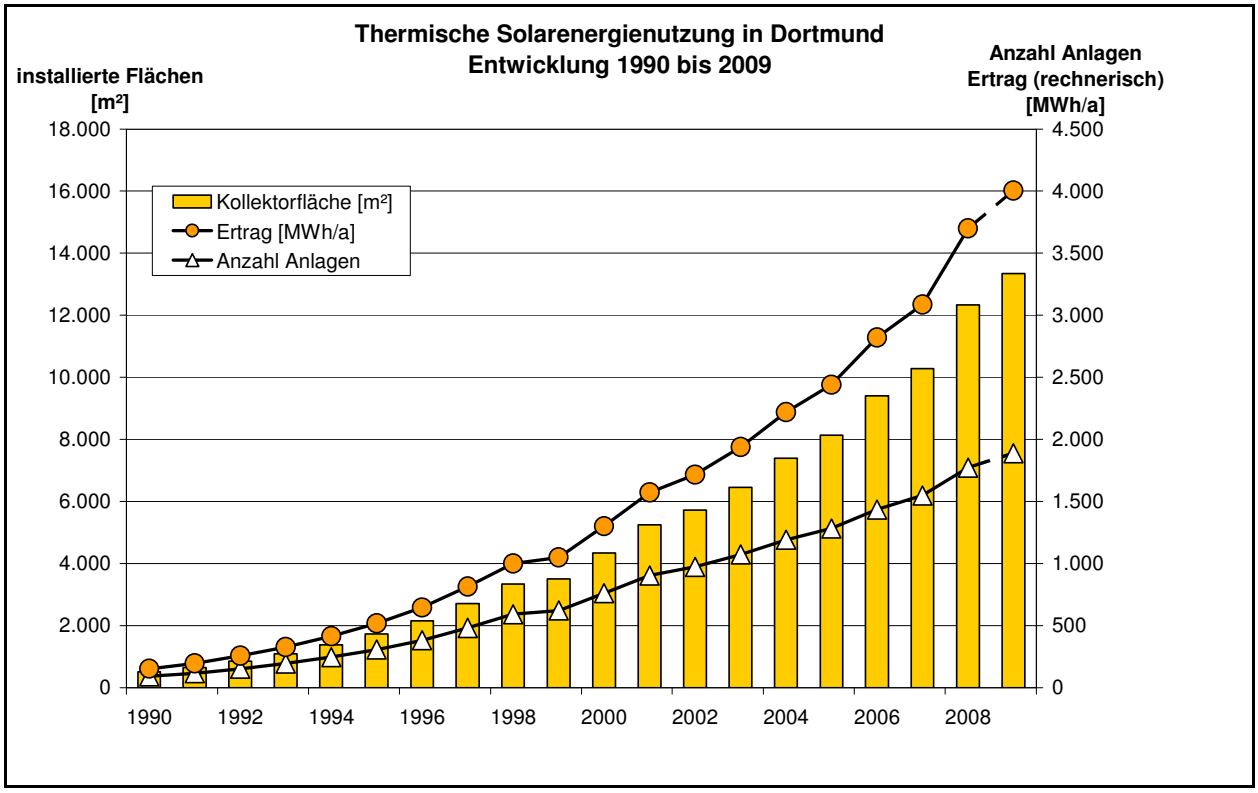


Abbildung 5: Entwicklung der thermischen Solaranlagen

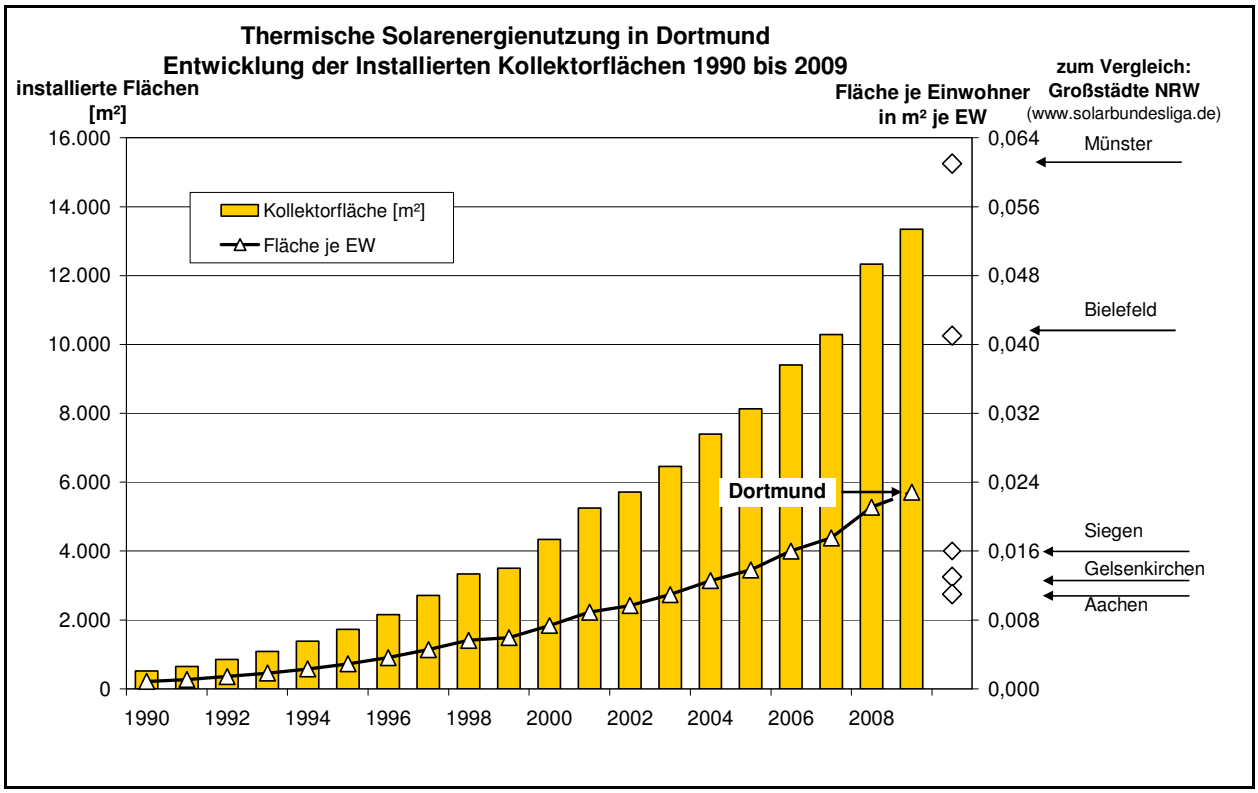


Abbildung 6: Entwicklung der installierten Solarkollektor-Flächen

2.3.2 Windkraftanlagen

In Dortmund werden zurzeit an vier verschiedenen Standorten insgesamt sieben Windkraftanlagen mit Leistungen zwischen 500 kW und 2.000 kW betrieben. Die Anlagendaten sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Die zeitliche Entwicklung der Anlagenleistung und der Strommengen ist in Abbildung 7 dargestellt. Die jährliche Stromerzeugung (Einspeisung ins Netz mit Vergütung nach EEG) betrug 2008 20.150 MWh/a. Bezogen auf den jährlichen Stromverbrauch in Dortmund von rd. 2,4 Mio. MWh/a beträgt die Erzeugung aus Windkraft rd. 0,8%.

Inbetriebnahme	Leistung kW_{el}	Stromeinspeisung 2008 MWh_{el}/a	Standort	Betreiber
1997	500		Do-Oespel (AIRWIN)	DEW21
2005	3 x 2.000		Do-Ellinghausen (ELLWIRA)	DEW21
2002 2003	2 x 1.500 1.500		Do-Eichlinghofen (Salinger Feld)	Umwelt Konzept GmbH & Co
Summe	11.000	20.150		

Tabelle 1: Windkraftanlagen in Dortmund

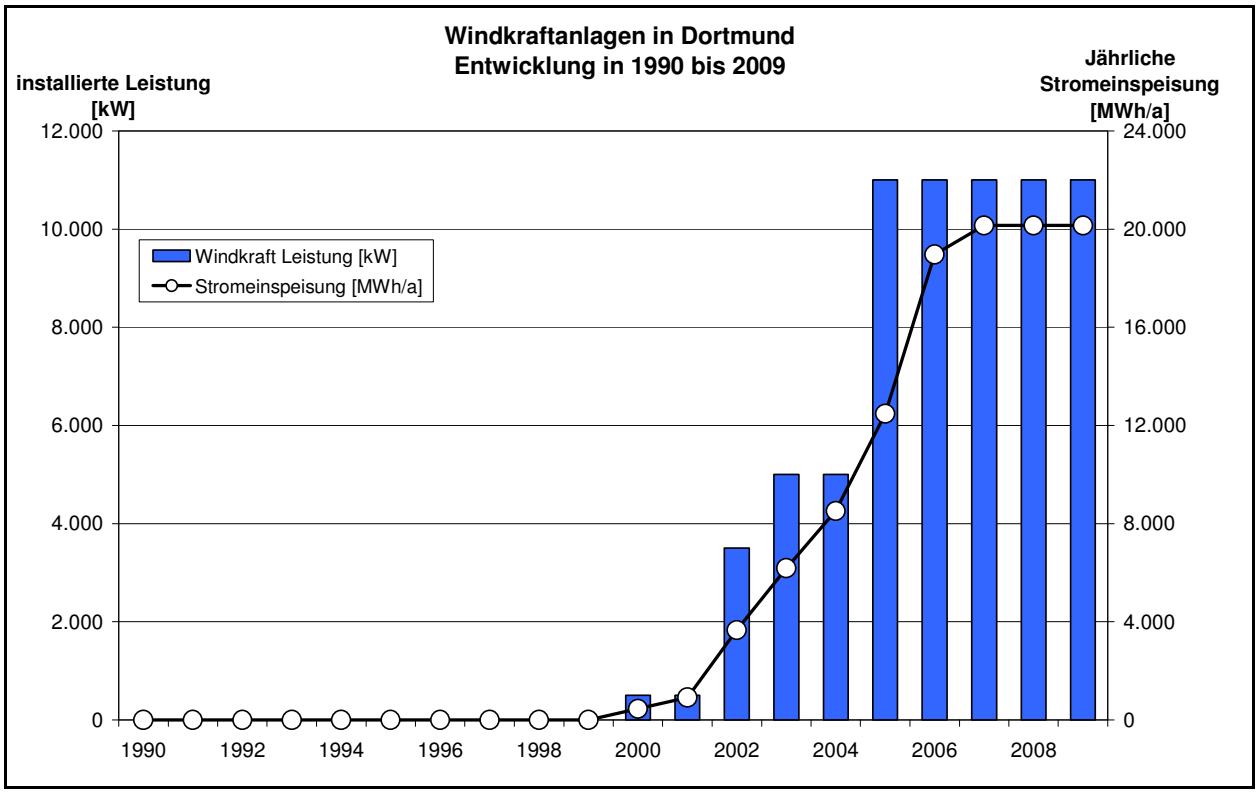


Abbildung 7: Entwicklung der Windkraft-Anlagen

2.3.3 Deponiegas

Die energetische Nutzung von Deponiegas erfolgt in der Regel mittels Gasmotor-BHKW-Anlagen im Leistungsbereich von 200 kW bis 1,5 MW. Die Entsorgung Dortmund GmbH (EDG) betreibt an den Deponien Do-Huckarde und Do-Grevel/Do-Nordost Anlagen zur Gasfassung. Die anfallenden Gasmengen werden von DEW21 in insgesamt sieben BHKW-Modulen verstromt. Die Abwärme wird zur Beheizung der Betriebsgebäude und in Do-Nordost seit 2009 per Wärmecontainer der LATherm zur Beheizung des Hallenbades Brackel genutzt.

Die BHKW-Anlagen sind in Tabelle 2 zusammengefasst, die Entwicklung der installierten Leistungen und der erzeugten elektrischen Energie ist in Abbildung 8 dargestellt.

Mit 28.450 MWh/a (2008) tragen die Deponiegasanlagen erheblich zur Stromerzeugung aus regenerativen Energieträgern in Dortmund bei. Bezogen auf den Gesamtstrombedarf in Dortmund von rd. 2.4 Mio. MWh/a beträgt die Erzeugung aus Deponiegas rd. 1,2%.

Inbetriebnahme	Leistung kW_{el}	Stromein-speisung 2008 MWh_{el}/a	Wärmenutzung 2008 MWh/a	Standort	Betreiber
1993 2007	2 x 1.034 - 1.034	6.950	für Betriebs-Gebäude	Do-Huckarde (Abbau)	EDG (Gasfassung) DEW 21 (BHKW)
1993 2007	1 x 827 + 1.034	8.900	-	Do-Grevel (von Huckarde)	EDG (Gasfassung) DEW 21 (BHKW)
1994 1997	2 x 599 648 + 656	12.600	Betriebsgeb. und Hallenbad Do-Brackel	Do-Nordost	EDG (Gasfassung) DEW 21 (BHKW)
Summe	5.400	28.450	725		

Tabelle 2: Deponiegas-BHKW in Dortmund

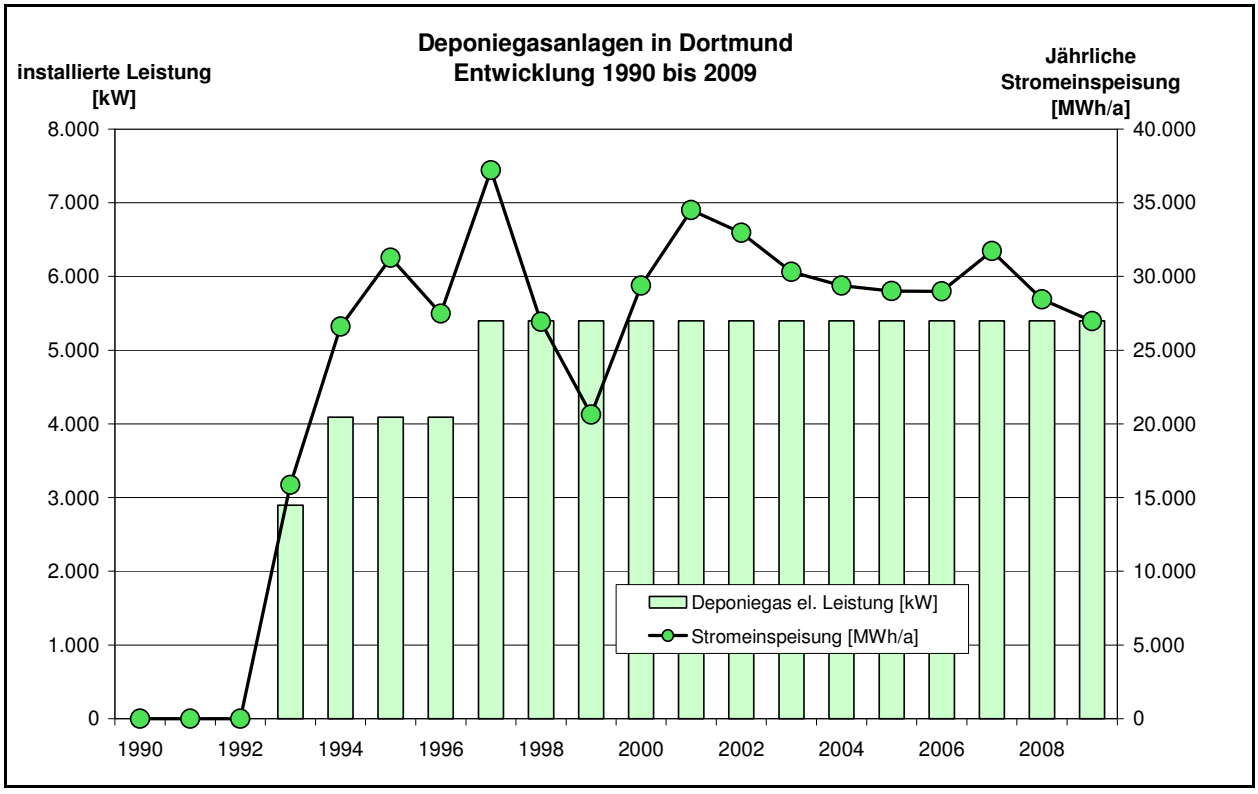


Abbildung 8: Entwicklung der Deponiegas-BHKW-Anlagen

2.3.4 Klärgas

Die Kläranlagen in Dortmund werden von der Emschergenossenschaft - Lippeverband (EGLV) betrieben. Die Kläranlage Dortmund-Deusen wurde 1994 in Betrieb genommen, die Kläranlage Dortmund-Scharnhorst in 1995. An beiden Standorten wurden BHKW-Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung installiert.

Grundsätzlich gelten die Einspeise- und Vergütungsbedingungen des EEG auch für Klärgas-BHKW-Anlagen. Die Stromvergütung nach EEG ist jedoch relativ gering, so dass Kläranlagen-betreiber i.d.R. aus der Stromerzeugung zunächst den Eigenbedarf der Kläranlage decken und nur Überschussmengen ins Netz einspeist werden. So handhabt es auch die EGLV, so dass zur Bilanzierung die Betriebsdaten beim Betreiber angefragt wurden.

Tabelle 3 gibt einen Überblick über die installierten Leistungen und die Erzeugung in 2008. Die zeitliche Entwicklung der Stromerzeugung ist in Abbildung 9 dargestellt. Die jährlichen Mengen im Zeitraum 2003 bis 2009 entsprechen Betriebswerten, die Mengen bis 2002 wurden auf Basis der installierten Leistungen und der Betriebsdaten der Folgejahre rechnerisch abgeleitet.

Mit 6.600 MWh/a (2008) tragen die Klärgasanlagen in ähnlicher Größenordnung zur regenerativen Stromerzeugung bei wie die Photovoltaikanlagen. Bezogen auf den Gesamtstrombedarf in Dortmund von rd. 2,4 Mio. MWh/a beträgt die Erzeugung aus Klärgas rd. 0,3%.

Die Abwärme der Motoren wird zur Beheizung der Faultürme und Betriebsgebäude genutzt.

Inbetriebnahme	Leistung kW_{el}	Stromerzeugung 2008 MWh_{el}/a	Wärmenutzung 2008 MWh/a	Standort	Betreiber
1995	1.667	4.832	Faultürme, Betriebsgeb.	Do-Huckarde	EGLV
1995 2007	250 + 667	1.744	Faultürme, Betriebsgeb.	Do-Scharnhorst	EGLV
Summe	2.584	6.576	10.000		

Tabelle 3: Klärgas-BHKW in Dortmund

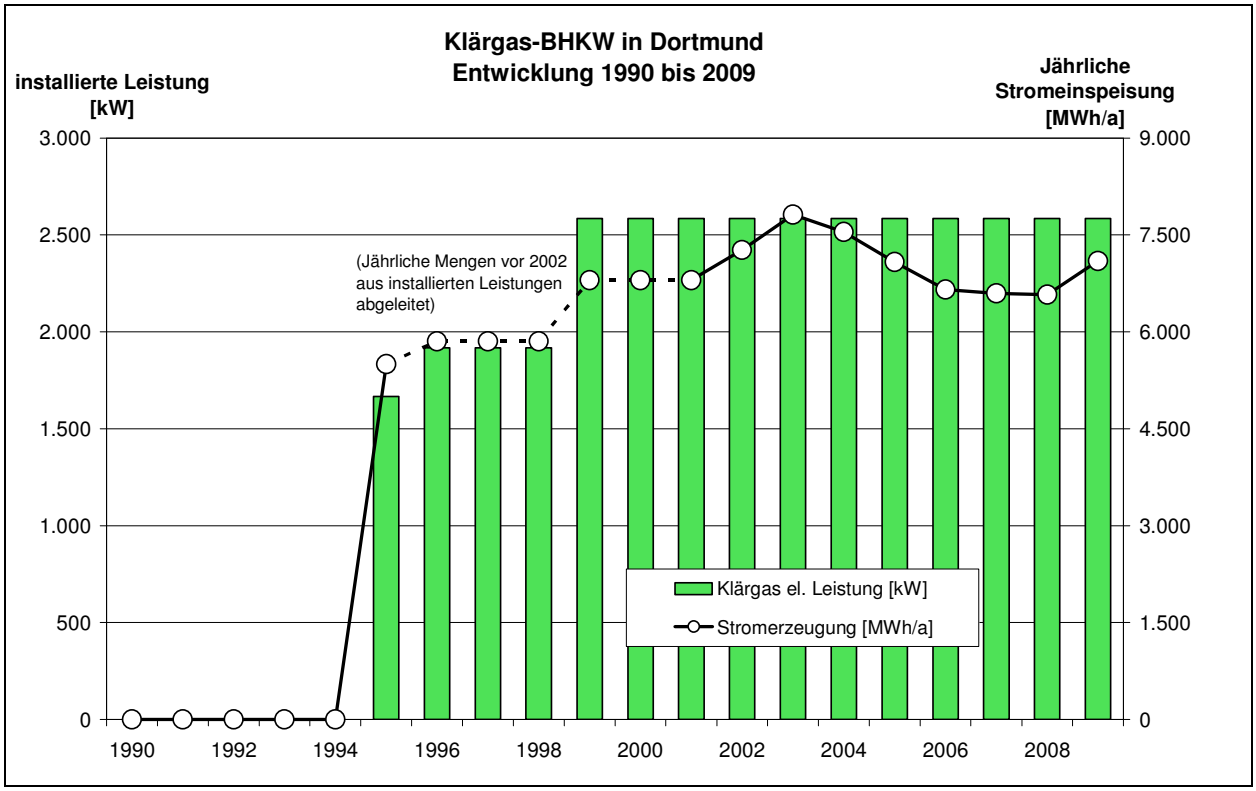


Abbildung 9: Entwicklung der Klärgas-BHKW-Anlagen

2.3.5 Grubengas

Grubengas (Kohleflözgas) wird bereits seit 1908 in Deutschland als Energieträger genutzt. Seit 1997 wird auch aus stillgelegten Steinkohlegruben Grubengas abgesaugt und in BHKW-

Anlagen zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Die letzten Steinkohlezechen wurden in Dortmund Mitte der 1990er-Jahre stillgelegt.

An den beiden Standorten Zeche Gneisenau bzw. Zeche Minister Stein sind seit 2001 bzw. 2002 jeweils drei BHKW-Module mit je 1.358 kW elektrischer Leistung installiert. Dort wird Grubengas aus den Schächten abgesaugt und verstromt. Der Betreiber rechnet damit, dass die Anlagen bei rückläufigem Grubengasanfall ab ca. 2015 noch über das Jahr 2020 hinaus betrieben werden können.

In DO-Dorstfeld werden seit 1999 Gasbrunnen besaugt, um Gefährdungen durch diffus austretendes Methan zu vermeiden. 2000 wurde zusätzlich eine Tiefbohrung erstellt und seit 2001 das abgesaugte Grubengas in einem BHKW mit 330 kW elektrischer Leistung verstromt. Seit Frühjahr 2010 steht die Anlage, da der Grubengasanfall deutlich zurückgegangen ist und keine Gefährdung durch Methanemissionen mehr besteht [10].

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die installierten Leistungen und die Erzeugung in 2008. Eine Nutzung der Abwärme erfolgt nicht. Die zeitliche Entwicklung der Stromerzeugung ist in Abbildung 10 dargestellt. Die jährlichen Mengen wurden bei den Betreibern abgefragt und mit den bei DEW21 vorliegenden Daten zur EEG-Einspeisung abgeglichen. Fehlende Daten wurden ggf. auf Basis der installierten Leistungen und der Betriebsdaten der Folgejahre rechnerisch abgeleitet.

Mit knapp 60.000 MWh/a (2008) tragen die Grubengasanlagen in erheblichem Umfang zur regenerativen Stromerzeugung in Dortmund bei. Bezogen auf den Gesamtstrombedarf in Dortmund von rd. 2,4 Mio. MWh/a beträgt die Erzeugung aus Grubengas 2,5%.

Inbetriebnahme	Leistung kW_{el}	Stromeinspeisung 2008 MWh_{el}/a	Wärmenutzung 2008 MWh/a	Standort	Betreiber
2002	3 x 1.358	-	keine	Do-Eving (Minister Stein)	Minegas GmbH
2001 ab 2005	3 x 1.358	-	keine	Do-Derne (Gneisenau)	GAS Minegas GmbH
2001 (steht zurzeit)	330	-	keine	Do-Dorstfeld (Wörthstraße)	A-Tec Anl.technik PRO2 Anl.technik
Summe	8.478	59.314			

Tabelle 4: Grubengas-BHKW in Dortmund

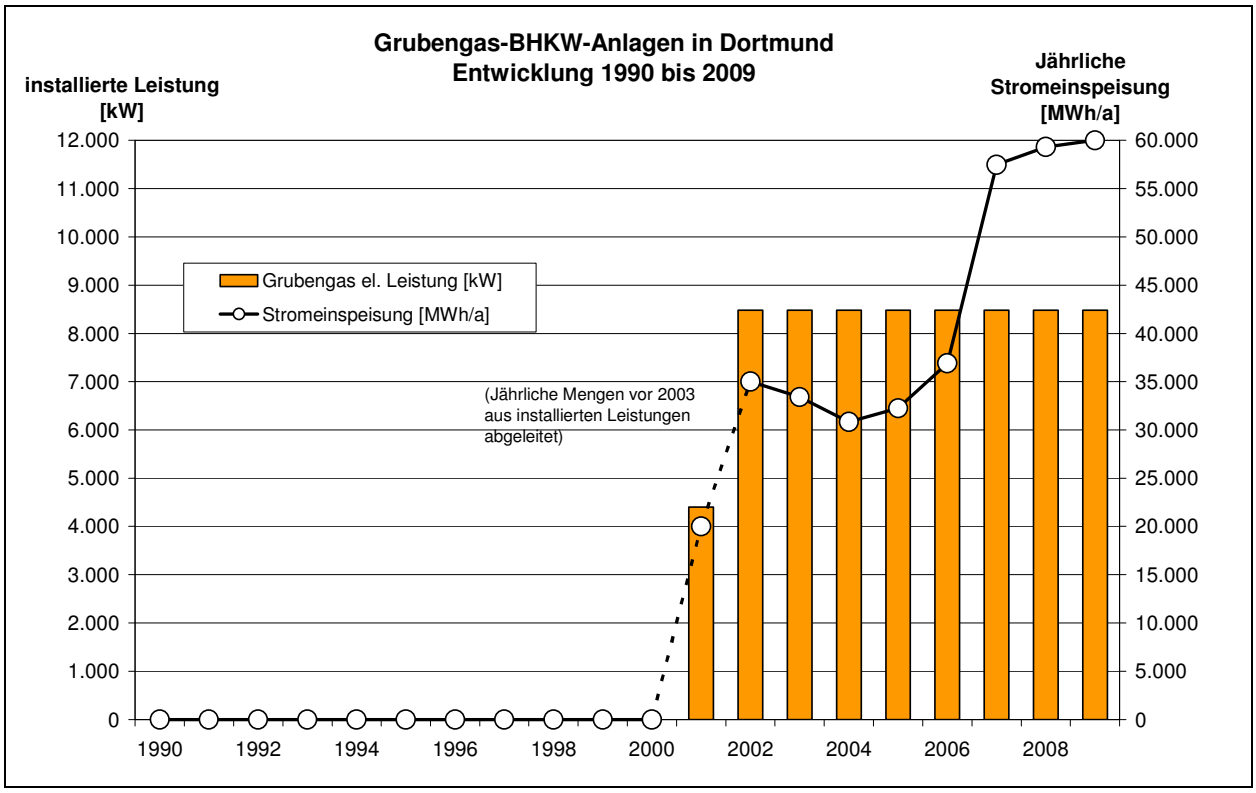


Abbildung 10: Entwicklung der Grubengas-BHKW-Anlagen

2.3.6 Biomasse

Im Rahmen der Bilanzierung der Biomasse-Nutzung ist einerseits zu unterscheiden zwischen der Nutzung zur Stromerzeugung und zur Wärmeerzeugung und zum anderen die Anlagentechnik bzw. die Art der Biomasse zu berücksichtigen (Verbrennung oder Vergasung fester Biomasse wie Holzhackschnitzel, Scheitholz oder Pellets, Einsatz flüssiger Biomasse wie z.B. Rapsöl und Nutzung gasförmiger Biomasse z.B. aus der Vergärung).

Die Nutzung fester Biomasse erfolgt überwiegend zur Beheizung in Zentralheizungs-Anlagen, Einzelöfen und Kaminen. Für diese Anlagen wurden die Angaben des Bezirksschornsteinfegermeisters über die Anzahl der verschiedenen Feuerungsanlagen (Erhebungen aus 2005 und 2008) sowie die Datenbank des Informations-Portals www.Biomasseatlas.de [7], die die seit dem Jahr 2001 aus Mitteln des Marktanreizprogrammes über das BAFA geförderten Anlagen anlagenscharf erfasst, herangezogen.

Zusätzlich wurden die städtischen Anlagen gemäß den Angaben in den Energieberichten der Stadt Dortmund aufgenommen.

Darüber hinaus werden in Dortmund seit 2005 bzw. 2007 zwei BHKW-Anlagen zur Stromeinspeisung nach EEG mit 240 kW bzw. 250 kW elektrischer Leistung betrieben. Die jährliche Einspeisung war mit 278 MWh/a in 2006 bzw. 179 MWh/a in 2008 aber sehr gering.

Die DEW21 hatte seit 2008 gemeinsam mit Partnern eine Pilotanlage zur Holzvergasung und Verstromung des Gases in einem BHKW am Standort DEW21-Betriebshof in Dortmund-Körne betrieben. Die Anlage hat die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllen können, so dass das Projekt zwischenzeitlich beendet wurde.

Die Ergebnisse zum Anlagenbestand an Biomasse-Feuerungen und die Herleitung des Brennstoffeinsatzes sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Die Entwicklung der installierten Wärmeleistung und der Endenergieeinsatzes an Biomasse sind in Abbildung 11 dargestellt. Insgesamt trägt die Biomasse mit einem Endenergieeinsatz von rd. 22.000 MWh/a zur Heizenergieversorgung in Dortmund bei. Bezogen auf den gesamten Wärmemarkt in Dortmund von rd. 7,6 Mio.MWh/a sind dies 0,3%. Aufgrund der schlechten Nutzungsgrade insbesondere der zahlreich vertretenen Einzelöfen und Kamine liegt die Nutzwärmeerzeugung mit rd. 14.100 MWh/a jedoch deutlich niedriger.

Angaben Bezirksschornsteinfegermeister	Anzahl Anlagen		Annahmen zur Betriebsweise				Leistung Ø	Leistung gesamt	Jährliche Arbeit 2008
	2005	2008	h/d	d/Monat	Monate/a	h/a	kW Hu	kW Hu	MWh/a Hu
Zentralheizungsanlagen									
Ölheizungen	11.630	11.055							
Gasheizungen	105.642	107.095							
davon Brennwert		5.000							
Festbrennstoff ca.	580	636							
davon Kohle/Koks	500	450							
Scheitholz und Pellets	80	**186**				1.800	17,9	3.334	6.000
Einzelfeuerungen	20.046	22.396							
Offene Kamine / selten genutzte Kaminöfen	11.672	**13.579**	4	2	6	48	4,0	54.316	2.607
Kachelöfen/Kaminöfen, gelegentliche Nutzung	5.240	**6.520**	4	8	6	192	4,0	26.080	5.007
Kachelöfen/Kaminöfen mit regelmäßiger Nutzung während der Heizperiode	3.134	**2.297**	6	30	5	900	4,0	9.188	8.269
Summe Einzelfeuerungen								89.584	15.884
Summe Holz in Zentralheizungen und Einzelöfen								**92.918**	**21.884**
davon Gewerbliche Anlagen (inkl. öffentliche)		100				900	40	4.000	3.600
(rd. 100 Betriebe gem. Branchentel.buch)									
Öffentliche Verwaltung		1							420
Haushalte									17.864
zzgl. flüssige Bio-Brennstoffe in EEG-Anlagen									**512**
(abgeleitet aus Stromeinspeisung EEG-Anlagen)									

Tabelle 5: Ableitung des Einsatzes von Biomasse in Heizungsanlagen und Einzelfeuerungen

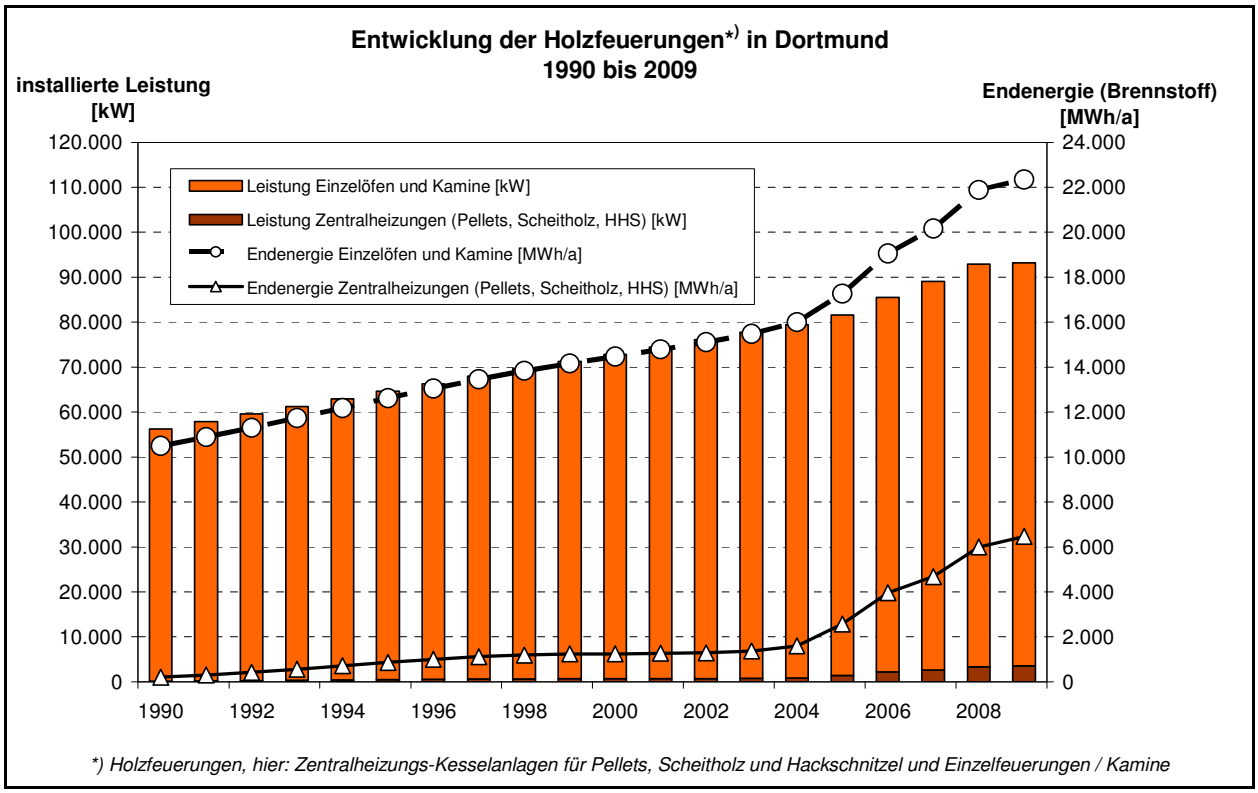


Abbildung 11: Entwicklung der Biomasse-Anlagen

2.3.7 Umweltwärme

Unter dem Stichwort „Umweltwärme“ werden im Rahmen dieser Untersuchung die Wärmequellen Abwasser und Abwärme aus Industrie und Gebäuden subsumiert.

2.3.7.1 Nutzung von Abwasser

Eine Nutzung von Abwasser als Wärmequelle z.B. zur Beheizung von Gebäuden erfolgt zurzeit in Dortmund nicht. Die Abwassernetze in Dortmund sind historisch gewachsen. Die Stadt betreibt primär das innerstädtische Abwassernetz.

Die EGLV als Betreiber der Abwassersammler und Kläranlagen im gesamten nördlichen Ruhrgebiet betreibt die großen Abwasserkanäle, Kläranlagen und unterhält u.a. die Gewässer Emscher und Lippe. EGLV untersucht zurzeit systematisch die Nutzungspotenziale in allen Kanalabschnitten mit einem Nenndurchmesser von mehr als DN 800 und einem Trockenwetterabfluss von mehr als 15 l/s. Hierzu wurden mehrere Machbarkeitsstudien durchgeführt (z.B. für Gelsenkirchen, Essen). In Bochum befindet sich ein Projekt zur Wärmeversorgung eines Schwimmbades aus der „kalten“ Wärme eines Abwasserkanals mittels Wärmepumpe und BHKW-Anlage gemeinsam mit den Stadtwerken Bochum in der Realisierung.

Für die Stadt Dortmund gibt es bisher keine flächendeckende Potenzial-Untersuchung. Im Rahmen der Strategie für Erneuerbare Energien wurde eine Potenzial-Ermittlung für die Abwasserkanäle in Dortmund durchgeführt. Die Netzdaten hierfür wurden von der Stadt und EGLV zur Verfügung gestellt und im Rahmen der Maßnahme „Nutzung von Abwasserwärme“ detailliert ausgewertet.

2.3.7.2 Nutzung von Abwärme

Die Nutzung industrieller Abwärme zur Fernwärme-Erzeugung ist in Dortmund seit langem etabliert. Bis Mitte der 1990er Jahre wurde Abwärme aus dem Stahlwerk der Hoesch zur Fernwärme-Erzeugung für die innerstädtischen Dampf- und Heißwassernetze der DEW21 genutzt. Nach der Schließung der Roheisen-/Rohstahlproduktion der Westfalenhütte in 2001 erfolgte die Fernwärmeerzeugung im RWE-Heizkraftwerk Dortmund (KDO) am Standort Weißenburger Straße zunächst ausschließlich aus erdgasgefeuerten Dampfkesseln, seit 2005 ermöglicht eine neue Dampfturbine die Wärmeerzeugung im effizienteren KWK-Prozess.

Als weitere wesentliche Abwärmequelle konnte bereits 1994 die Deutsche Gasrußwerke (DGW) am Standort Dortmund-Hafen erschlossen werden. Von dort wurden bis 2005 max. 20 MW Wärmeleistung und jährlich rd. 35.000 MWh/a in das Heißwassernetz der DEW21 eingespeist. In 2005 wurde die Abwärmeleistung bei DGW auf 35 MW erhöht und eine knapp 9 km lange von DEW21 betriebene Transportleitung nach Dortmund-Scharnhorst zum Fernwärme-System der Fernwärme Niederrhein GmbH (FN) errichtet. Seit 2006 werden jährlich rd. 50.000 MWh/a in das Heißwassernetz der DEW21 bis zu 90.000 MWh über die Transportleitung in das Fernwärmenetz der FN eingespeist. Die jährliche Abwärmemenge von DGW belief sich in 2008 insgesamt auf 140.000 MWh/a. Die frei Endverbraucher zur Verfügung gestellte Nutzwärmemenge beläuft sich auf 117.000 MWh/a. Bezogen auf den Wärmemarkt Dortmund von insgesamt 7,6 Mio.MWh/a sind dies 1,5% und damit ein erheblicher Beitrag zu einer umweltgerechten Wärmeversorgung.

Weitere relevante, für die Wärmeversorgung in Nah- bzw. Fernwärmenetzen bereits genutzte Abwärmequellen sind nicht bekannt. Im Rahmen des Workshops zur Abwärmenutzung wurden die Potenziale erfasst, Nutzungsansätze diskutiert und Maßnahmen entwickelt (vgl. Abschnitt 4.2).

2.3.8 Erdwärme

Bei der Nutzung von Erdwärme - Geothermie - ist zwischen der oberflächennahen Geothermie mit wärmepumpenbasierten Lösungen mit Tiefen bis ca. 400 m, der mitteltiefen Geothermie mit Tiefen bis zu 1.000 m und der tiefen Geothermie mit Tiefen von bis zu 7.000 m zu unterscheiden.

In Dortmund findet bisher ausschließlich die oberflächennahe Geothermie Anwendung. Für die Errichtung der Anlagen sind die Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes anzuwenden. Sie sind somit gestattungspflichtig durch die Untere Wasserbehörde (Stadt Dortmund). Zur Ermittlung der installierten Anlagenzahlen und -leistungen wurden die Daten der Unteren Wasserbehörde herangezogen.

Danach beläuft sich die Anzahl der geothermiebasierten Wärmepumpenanlagen (Entzug von Wärme aus dem Erdreich) und der hydrothermal basierten Wärmepumpenanlagen (direkte Nutzung von Grundwasser über Brunnen) in Dortmund auf 220 in 2008 bzw. 300 in 2009. Die gesamte installierte Wärmepumpenleistung liegt bei rd. 2.000 kW in 2008 bzw. 3.500 kW in 2009.

Einen Überblick über die Entwicklung der Anlagenzahl, der installierten Leistung und der jährlichen Wärmeerzeugung gibt die Grafik in Abbildung 12. Ausgehend von einer Vollbenutzungsstundenzahl von 1.800 h/a ergibt sich der Beitrag der oberflächennahen Geothermie zu einer

Wärmeerzeugung von 3.600 MWh/a in 2008 bzw. 6.300 MWh/a in 2009. Bezogen auf den gesamten Wärmemarkt in Dortmund von rd. 7,6 Mio.MWh/a sind dies 0,05% bzw. 0,08%.

Eine ausführliche Dokumentation der geologischen Gegebenheiten und der Potenziale für die oberflächennahe, die mitteltiefe und die tiefe Geothermie in Dortmund findet sich in der von ECOS Energie in Zusammenarbeit mit dem Geothermiezentrum Bochum erarbeiteten Potenzialanalyse [24].

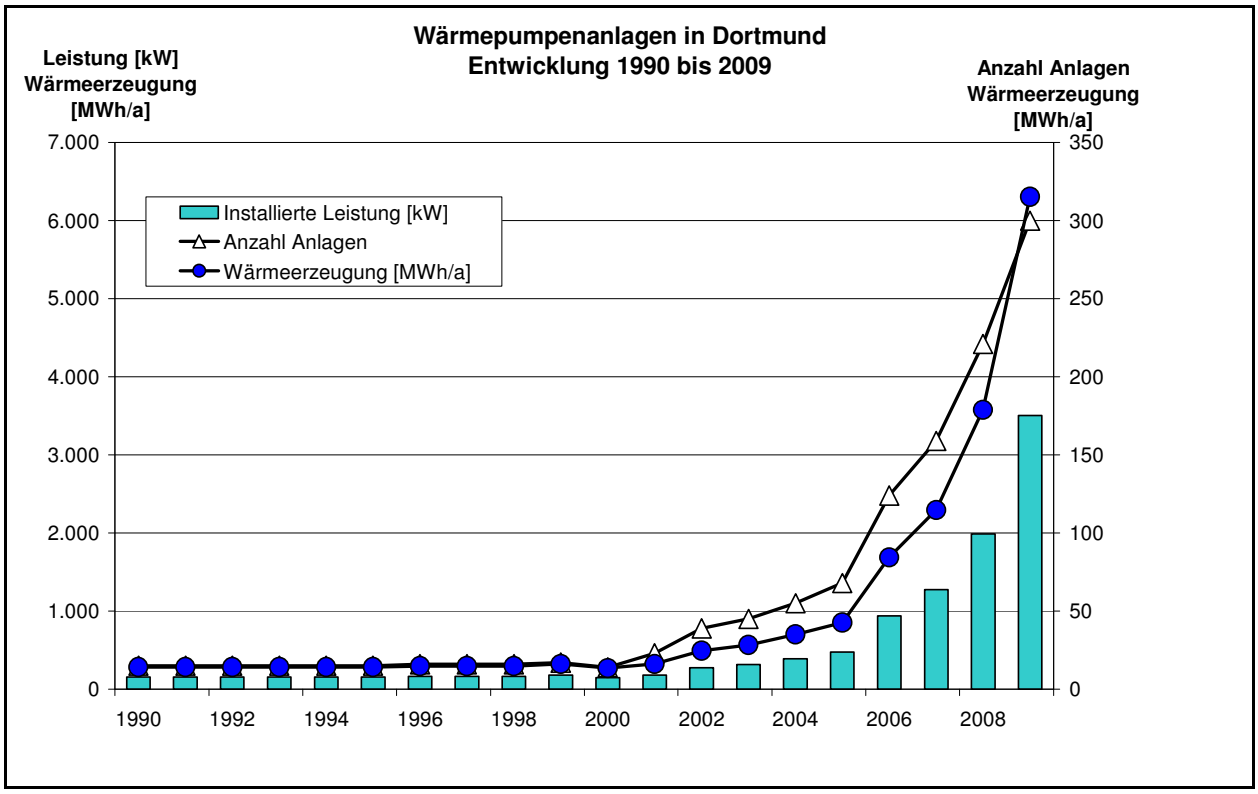


Abbildung 12: Entwicklung der Wärmepumpen in Dortmund

2.4 Fernwärme und KWK

2.4.1 Fernwärme-Systeme

In Dortmund wird seit Anfang der 1950er Jahre Fernwärme zur Versorgung einzelner Stadtgebiete eingesetzt. Neben den von DEW21 versorgten Bereichen in der Dortmunder Innenstadt und in Eving sind dies die Versorgungsgebiete der Fernwärme Niederrhein (FN) in Dortmund-Bodelschwingh und in Dortmund-Scharnhorst. Die Abbildung 13 gibt einen Überblick über die Fernwärme-Versorgungsgebiete in Dortmund, die Abbildung 14 zeigt eine grafische Darstellung der Fernwärme-Einspeisemengen der DEW21 und der FN zur Versorgung der Endkunden in 2008.

Fernwärme-Versorgungsgebiete der DEW21

DEW21 betreibt in Dortmund die Fernwärmeversorgung in der Innenstadt mit einem Mitteldruck-Dampfnetz und einem Niederdruck-Dampfnetz sowie das Heißwassernetz mit den Versorgungsgebieten Innenstadt Ost, Innenstadt Nord und Eving/Zeche Minister Stein.

Die Dampferzeugung und die Heißwassererzeugung für die Innenstadtnetze erfolgen ausschließlich im erdgasgefeuerten Heizkraftwerk der RWE Power AG am Standort Weißenburger Straße (Kraftwerk Dortmund, „KDO“) mittels zweier Hochdruckdampfkessel (ein Betriebskessel, ein Reservekessel) mit nachgeschalteter Entnahme-Gegendruck-Dampfturbine mit 12 MW elektrischer Leistung. Zur Besicherung sind zwei weitere Mitteldruck-Dampfkessel installiert. Die maximale Fernwärme-Leistung beträgt 299 MW.

In 2008 wurden im KDO 18 GWh elektrische Energie erzeugt und 336 GWh Fernwärme an DEW21 geliefert, davon rd. 103 GWh/a als Mitteldruck-Dampf (max. 15 bar), 189 GWh/a als Niederdruck-Dampf (max. 3 bar) und rd. 42 GWh/a als Heißwasser (max. 130°C).

Die Wärmeerzeugung für die Heißwasser-Netze Innenstadt-Nord und Eving der DEW21 erfolgt aus Abwärme des Kraftwerkes der KG Deutsche Gasrusswerke GmbH & Co (DGW) an der Weidenstraße im Dortmunder Hafen. 2008 lieferte DGW für diese Netze 52,2 GWh an die DEW21. Weitere 88 GWh lieferte DGW an die DEW21 zur Weiterleitung nach Dortmund-Scharnhorst an die FN.

Die Fernwärme-Lieferung der DEW21 an Endkunden belief sich in 2008 insgesamt auf 331 GWh/a. Davon wurden 48,6 GWh an Haushaltskunden geliefert und 275,1 GWh an die Industrie, Gewerbe und Öffentliche Einrichtungen. Der Eigenverbrauch der DEW21 belief sich auf 7,4 GWh/a. Eine Aufteilung der Lieferungen an die Sektoren Wirtschaft primär/sekundär/tertiär kann nur näherungsweise erfolgen. Ausgehend vom Verbrauch des größten Sonderkunden (Brauerei DAB bzw. Brinkhoffs) und mit dem Eigenverbrauch der DEW21 als wesentliche Verbraucher des Sektors Wirtschaft sekundär wurden angesetzt:

- Wirtschaft primär: 0 GWh/a
- Wirtschaft sekundär: 40% von Industrie/Gewerbe/Öffentliche => 69,3 GWh/a
- Wirtschaft tertiär: 60% von Industrie/Gewerbe/Öffentliche => 213 GWh/a
  darin enthalten sind 89 GWh/a an öffentliche Einrichtungen.

Der Primärenergiefaktor der dampf- und heißwasserbasierten Fernwärmeversorgung der DEW21 liegt bei 0,97 für die Versorgung aus dem KDO und bei 0,864 für die Gesamtversorgung inkl. der von DGW bezogenen Heißwassermengen. Mit den spezifischen Emissionsfaktoren der Energieträger Erdgas/Heizöl und Strom (für Umwälzpumpen) ergibt sich für die Fernwärmeversorgung der DEW21 insgesamt ein spezifischer CO_2-Faktor von 200 g CO_2 je kWh Endenergie.

Fernwärme-Versorgungsgebiete der Fernwärme Niederrhein GmbH (FN)

Dortmund Scharnhorst

Die beiden Fernwärme-Netze Dortmund-Scharnhorst und Dortmund-Bodelschwingh werden durch die Fernwärmeversorgung Niederrhein GmbH (FN) mit Fernwärme aus Heißwasser versorgt.

In Scharnhorst erfolgte die Inbetriebnahme der Fernwärmeversorgung 1967/68 bzw. 1971. Die Summe der Anschlusswerte beträgt rd. 60 MW, das gebiet umfasst 6.400 Wohneinheiten in Mehrfamiliengebäuden zuzüglich 800 Einfamilienhäuser und 200 kleinere Mehrfamilienhäuser. Bis zum Jahr 1990 wurde die Wärme für Scharnhorst aus dem Zechenkraftwerk in Derne bezogen, von 1991 bis 2005 in Heißwasserkesseln der FN am Standort Scharnhorst/Sanderoth erzeugt.

In 2005/2006 wurde durch DEW21 die neue rd. 9 km lange Heißwassertransportleitung vom Standort der DGW in Lindenhorst nach Scharnhorst errichtet. Seit Ende 2006 wird die Fernwärme in Scharnhorst zu rd. 90% aus Abwärme der DGW gedeckt, die übrigen 10% werden in den Spitzen- und Reservekesseln der FN an den Standorten Heizwerke Sanderoth bzw. Gleiwitzer Straße erzeugt. Die gesamte Netzeinspeisung betrug im Jahr 2008 rund 92 GWh bei einer Höchstlast von 40 MW. Davon werden rund 19 MW durch die Fernwärme von DGW bzw. DEW21 abgesichert. Spitzenlasten werden über die gas/heizölgefeuerten Kessel der FN am Standort Sanderoth bzw. Gleiwitzer Straße abgesichert.

Bei einem angenommenen Ansatz von 15% für die Netzverluste im Verteilnetz Scharnhorst ergibt sich eine Wärmelieferung an die Endkunden in Höhe von rd. 80 GWh/a.

Der Primärenergiefaktor der Fernwärme in Scharnhorst liegt gemäß Angabe FN aufgrund des hohen Abwärmeanteils bei 0,119 und damit sehr niedrig. Mit den spezifischen Emissionsfaktoren der Energieträger Erdgas/Heizöl und Strom (für Umwälzpumpen) ergibt sich für die Fernwärmeversorgung in Scharnhorst ein spezifischer CO_2-Faktor von 30 g CO_2 je kWh Endenergie.

Dortmund-Bodelschwingh

Die Inbetriebnahme der Fernwärmeversorgung Dortmund-Bodelschwingh erfolgte 1971 zur Versorgung der Stadtteile Bodelschwingh, Westerfilde und Nette. Es werden rund 2.500 Wohneinheiten mit einer Anschlussleistung von 25,4 MW versorgt. Die Wärme wird vom E.ON-Kraftwerk Knepper Block C (360 MW_{el}) bezogen und betrug im Jahr 2008 42 GWh bei einer Höchstlast von 17 MW.

Bei einem angenommenen Ansatz von 15% für die Netzverluste im Verteilnetz Scharnhorst ergibt sich eine Wärmelieferung an die Endkunden in Höhe von rd. 36 GWh/a.

Der Primärenergiefaktor der Fernwärme in Bodelschwingh liegt bei 0,8 (0,7 aus Entnahmedampf der Turbine (KWK), 0,1 aus bis zu 30% Frischwärme mit Ölfeuerung). Mit den spezifischen Emissionsfaktoren der Energieträger Erdgas/Heizöl und Strom (für Umwälzpumpen) er-

gibt sich für die Fernwärmeversorgung in Scharnhorst ein spezifischer CO_2-Faktor von 284 g CO_2 je kWh Endenergie.

Unter Beachtung der Mengenanteile der einzelnen Fernwärmeversorgungsgebiete in Dortmund ergibt sich für die Gesamtbilanzierung der Fernwärme im Rahmen des Handlungsprogramms ein spezifischer CO_2-Faktor von 152 g CO_2 je kWh Endenergie.

Für die Zuordnung der Fernwärmelieferungen zu Sektoren wurde von einer Aufteilung 80% Private Haushalte und 20% Wirtschaft tertiär (inkl. öffentliche) ausgegangen.

Ausgehend von den Zahlen für die Versorgung der einzelnen Fernwärmegebiete in Dortmund ergeben sich für die Bilanzierung der Fernwärme in Dortmund insgesamt folgende Werte:

- Fernwärmelieferung an Endkunden: 446,6 GWh/a

davon:

- Private Haushalte: 141,0 GWh/a (31,6%)
- Wirtschaft primär: 0,0 GWh/a
- Wirtschaft sekundär: 69,3 GWh/a (15,5%)
- Wirtschaft tertiär: 236,3 GWh/a (52,9%)

In Abbildung 15 sind die Anteile der einzelnen Energieträger am Wärmemarkt in Dortmund für das Basisjahr 2008 dargestellt. Wie die Grafik zeigt, betrug der Anteil der Fernwärme am Gesamtwärmemarkt von 6,7 Mio.kWh/a (ohne Klimabereinigung) knapp 7% und ist damit deutlich geringer als die Anteile von Heizöl und in einer ähnlichen Größenordnung wie Kohle.

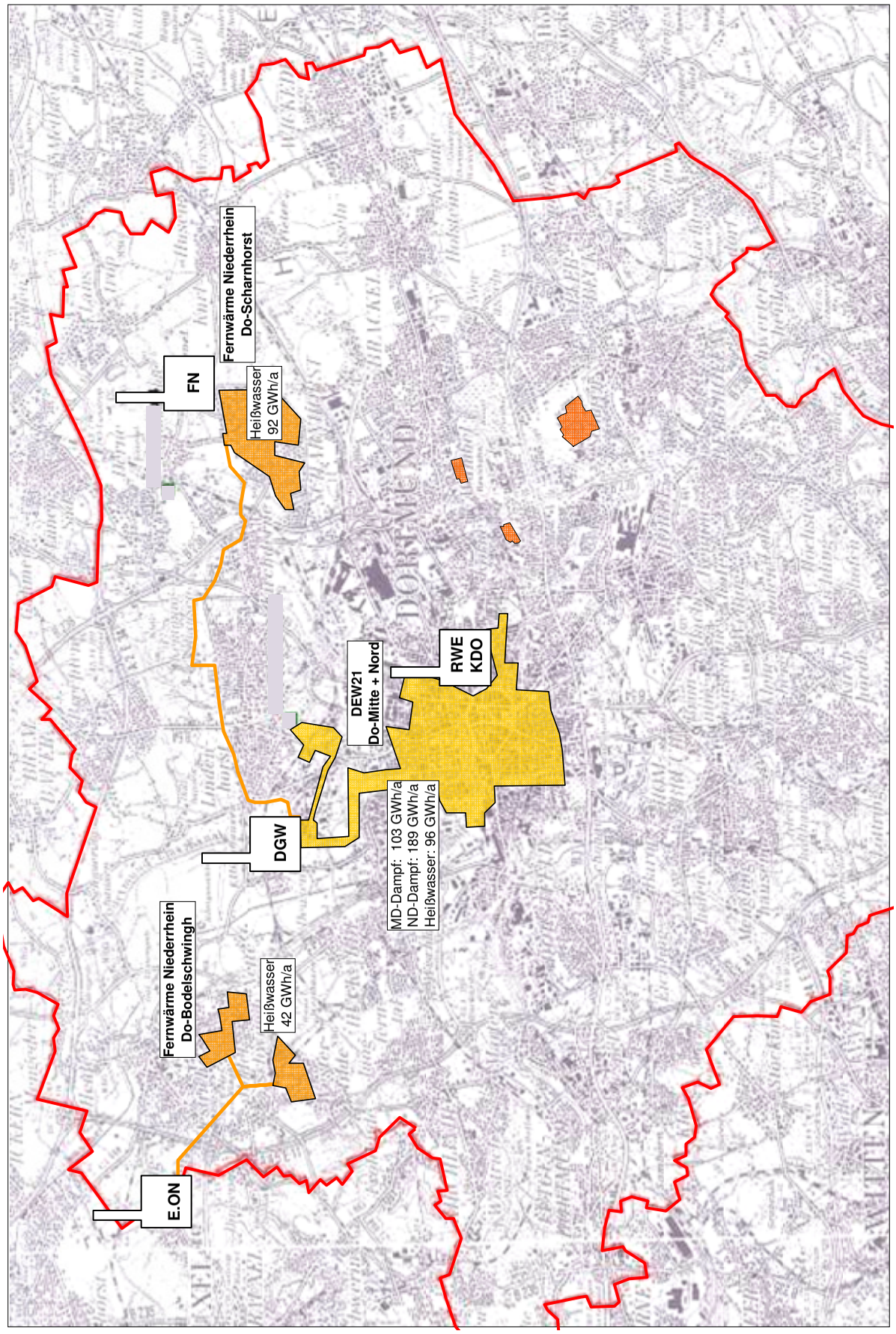


Abbildung 13: Überblick Fernwärme-Versorgungsgebiete in Dortmund

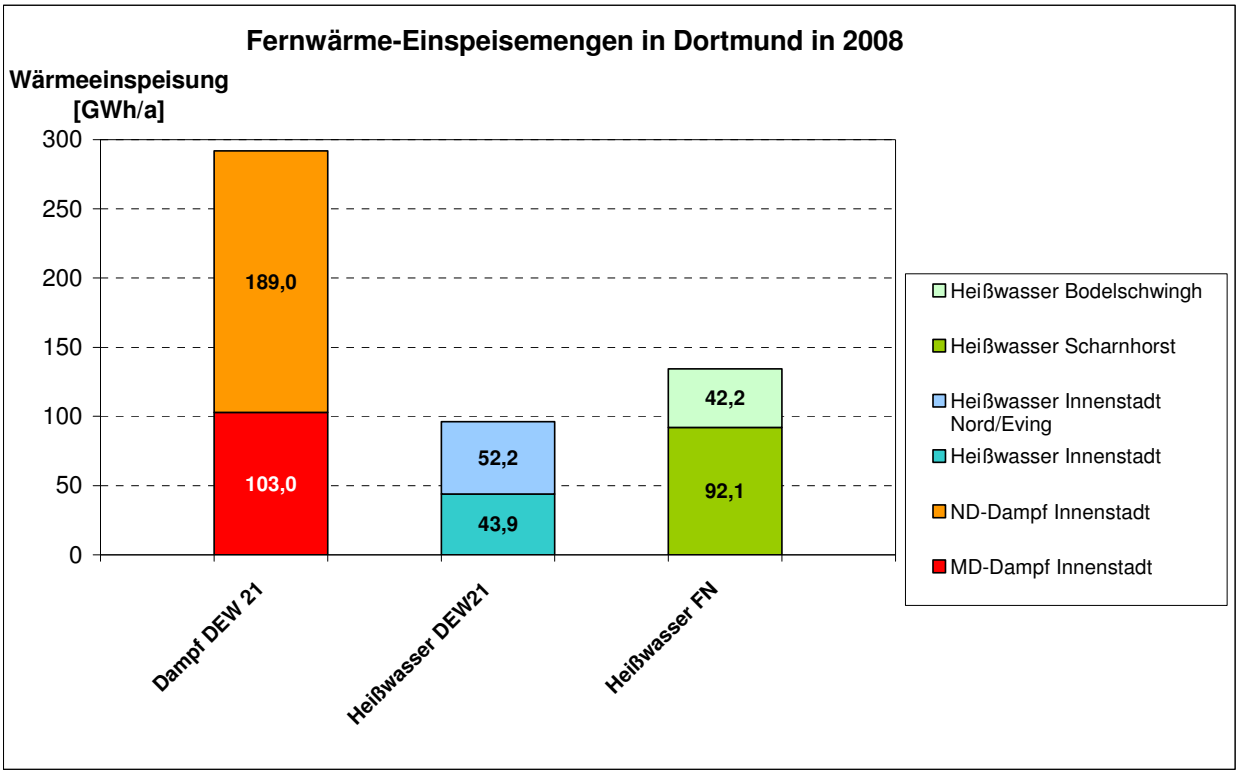


Abbildung 14: Fernwärme-Einspeisemengen in Dortmund in 2008

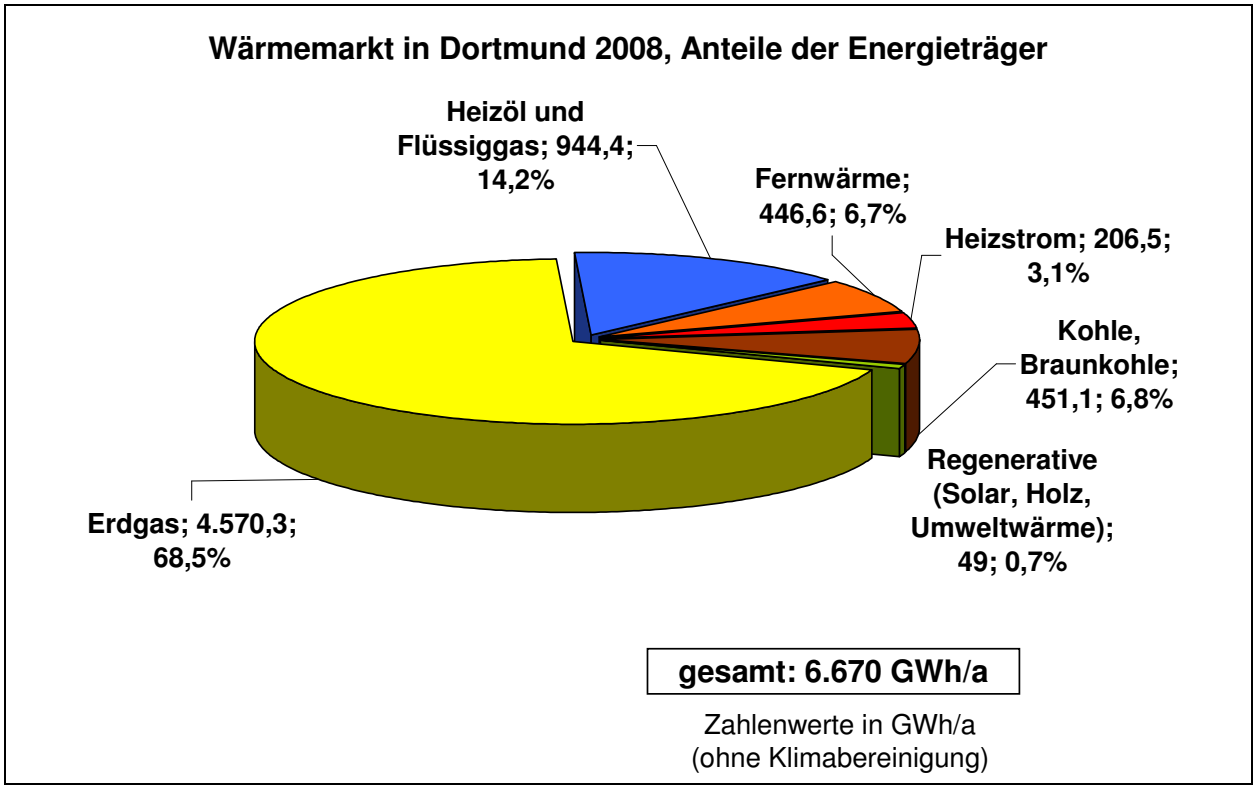


Abbildung 15: Wärmemarkt in Dortmund 2008, Anteile der Energieträger

Gesamteinschätzung und Ausblick:

Alle Dortmunder Fernwärmegebiete werden zum überwiegenden Teil mit Wärme aus umweltschonender Kraft-Wärme-Kopplung bzw. industrieller Abwärme versorgt. Die Erzeugung aus diesen Anlagen ist gesichert, solange die verschiedenen Kraftwerksstandorte weiterbetrieben werden.

Das Kraftwerk Knepper (Versorgung Bodelschwingh) soll zwischen 2014 und 2024 stillgelegt und durch den zurzeit im Bau befindlichen Block IV des Kraftwerks Datteln ersetzt werden. Aufgrund Verzögerungen bei der Genehmigung ist die zeitliche Umsetzung offen. Grundsätzlich ist die Fernwärme-Auskopplung am Standort Datteln seitens e.on vorgesehen, eine Nachfolgeregelung zur Versorgung von Bodelschwingh aber noch offen. Da die Versorgung in Bodelschwingh ausschließlich in Form von Heißwasser erfolgt, wäre hier auch die Fernwärmeerzeugung in gasgefeuerten Blockheizkraftwerk(en) denkbar.

Die Abwärmenutzung im Kraftwerk der DGW ist ökologisch sinnvoll und fortzuführen, solange der Standort der DGW gesichert ist.

Die Erzeugung im Heizkraftwerk KDO ist trotz des KWK-Prozesses aufgrund der hohen Entnahmetemperatur und mit dem großen Anteil der Dampfversorgung mit einem vergleichsweise hohen Primärenergieeinsatz verbunden. Verbesserungspotenzial bestünde hier z.B. durch die Errichtung einer Vorschaltgasturbine vor dem Hochdruck-Dampfkessel. Diese Option wurde bereits seitens RWE gründlich untersucht, die Umsetzung ist aber zurzeit offen. Die Umstellung des Kraftwerkes auf Betrieb mit Biomasse (Holzhackschnitzel) wurde ebenfalls untersucht, aufgrund der innerstädtischen Lage und der zu erwartenden logistischen Probleme und der Staubbelastungen aber nicht weiter verfolgt. Technisches Verbesserungspotenzial bestünde zudem im Bereich der Fernwärmeversorgung der Innenstadt durch die Umstellung der historisch gewachsenen Niederdruck-Dampfversorgung auf Heißwasser.

2.4.2 Dezentrale Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung

In Dortmund gibt es zurzeit rd. 50 dezentrale erdgasgefeuerte Blockheizkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 12.600 kW_{el}. Es handelt sich dabei um:

- Fünf Blockheizkraftwerke der DEW21 mit Leistungen zwischen 5,5 kW und 1.824 kW_{el} sowie die Gasentspannungsturbine mit 3.260 kW_{el} (Angaben DEW21). Die größte Anlage der DEW21 ist die Gasentspannungsanlage in Eving, die in Verbindung mit den dort installierten vier BHKW-Modulen von je 456 kW_{el} insgesamt eine Leistung von 5.084 kW aufweist. Die neueste Anlage der DEW21 ist das Blockheizkraftwerk im Dortmunder „U“ mit einer elektrischen Leistung von 112 kW und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung. Insgesamt beträgt die Leistung der BHKW-Anlagen der DEW21 6.660 kW_{el}. Die jährliche Stromerzeugung der Anlagen der DEW21 beträgt rd. 26 GWh/a.
- Die BHKW-Anlage der Universität Dormund mit 3 x 650 kW_{el}. zzgl. einer Schraubenmotoranlage mit 110 kWel. Die jährliche Stromerzeugung liegt bei 13 GWh/a [11].
- 35 private BHKW-Anlagen mit Leistungen zwischen 5 kW_{el} und 250 kW_{el}, die in das Netz der DEW21 einspeisen und eine Stromvergütung nach dem Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWKG) erhalten (Angabe DEW21-Netze). Die gesamte elektrische Leistung dieser Anlagen beträgt rd. 550 kW_{el}., die jährliche Stromeinspeisung betrug in 2009 2,0 GWh.

- 10 private bzw. gewerbliche Anlagen, die nicht nach KWKG einspeisen sondern den Strom zur Eigenbedarfsdeckung nutzen [12]. Die Summe der installierten Leistungen beträgt 3.480 kW_{el}, die jährliche Stromerzeugung dürfte bei einer mittleren Vollbenutzungsstundenzahl von 4.500 h/a bei rd. 16 GWh liegen.

Die gesamte jährliche Stromerzeugung aus diesen Anlagen beträgt rd. 57 GWh/a. Bezogen auf den gesamten Stromverbrauch in Dortmund von 2,4 Mio.kWh/a (2008 klimabereinigt) sind dies 2,3%.

Für eine Betrachtung der gesamten KWK-Erzeugung in Dortmund müssen die großen Anlagen der Fernwärme-Versorgung einbezogen werden. Die KWK-Stromerzeugung aus dem Kraftwerk Knepper, dem HKW Dortmund Mitte und der KWK-Stromerzeugung bei DGW summieren sich auf etwa 106 GWh/a. In Summe mit den dezentralen Anlagen ergibt sich eine KWK-Stromerzeugung in Dortmund von 163 GWh/a, das sind 6,8% bezogen auf den gesamten Stromverbrauch in Dortmund.

2.5 Gesamtbilanz Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Basierend auf der Entwicklung der Stromerzeugung aus den einzelnen regenerativen Energieträgern ergibt sich für die Gesamtentwicklung in Dortmund die in Abbildung 16 gezeigte Situation. Einen annähernd konstant hohen Beitrag liefern seit Mitte der 1990er Jahre die Deponiegasanlagen. Ebenfalls bereits seit Mitte der 1990er Jahre erfolgt die Stromerzeugung in den Klärgas-BHKW, der Beitrag ist jedoch deutlich geringer. Die Grubengas-BHKW tragen seit 2001 erheblich zur Stromerzeugung bei, mit bisher steigender Tendenz. Der Anteil der Windkraft ist seit Installation der ersten Anlage in 1997 ebenfalls steigend. Einen eher überschaubaren Anteil liefern bisher die Photovoltaikanlagen.

In Abbildung 17 ist die Situation im Basisjahr 2008 im Detail dargestellt. Danach wird die Stromerzeugung deutlich dominiert durch die Grubengas-BHKW, gefolgt von den Deponiegas-BHKW und den Windkraftanlagen. Keine Rolle spielt bisher die Stromerzeugung aus Biomasse.

Insgesamt belief sich die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern in Dortmund für das Basisjahr 2008 auf rd. 120.000 MWh/a. Der gesamte Stromabsatz im Stadtgebiet belief sich in 2008 auf rund 2,3 Mio. MWh/a (ohne Klimabereinigung). Bezogen auf den diesen Stromverbrauch beträgt der Anteil des Stroms aus Erneuerbaren Energieträgern sind dies 5,2%.

In Abbildung 18 ist die bisherige zeitliche Entwicklung des Anteils der regenerativen Stromerzeugung bezogen auf das Gesamtstromaufkommen in Dortmund und im Vergleich zur Entwicklung auf Bundesebene dargestellt. Die darin ebenfalls vereinfacht aufgezeigte Fortschreibung im Hinblick auf den von der Bundesregierung angestrebten Zielwert eines Anteils von 33% für 2020 zeigt das krasse Missverhältnis zwischen dem bisher auf Bundesebene in den vergangenen 20 Jahren erreichten Anteil von 15-16% und die in den verbleibenden neun Jahren noch umzusetzende Steigerung auf 33%.

Wie die Grafik zeigt, liegt Dortmund bzgl. der Stromerzeugung aus regenerativen Energien deutlich niedriger als der Wert auf Bundesebene. Dies ist zurückzuführen auf die in Dortmund aufgrund der städtischen Struktur unterrepräsentierte Stromerzeugung aus Windkraft und auf die - im Vergleich zur bundesweiten Betrachtung - vollständig fehlende Wasserkraft.

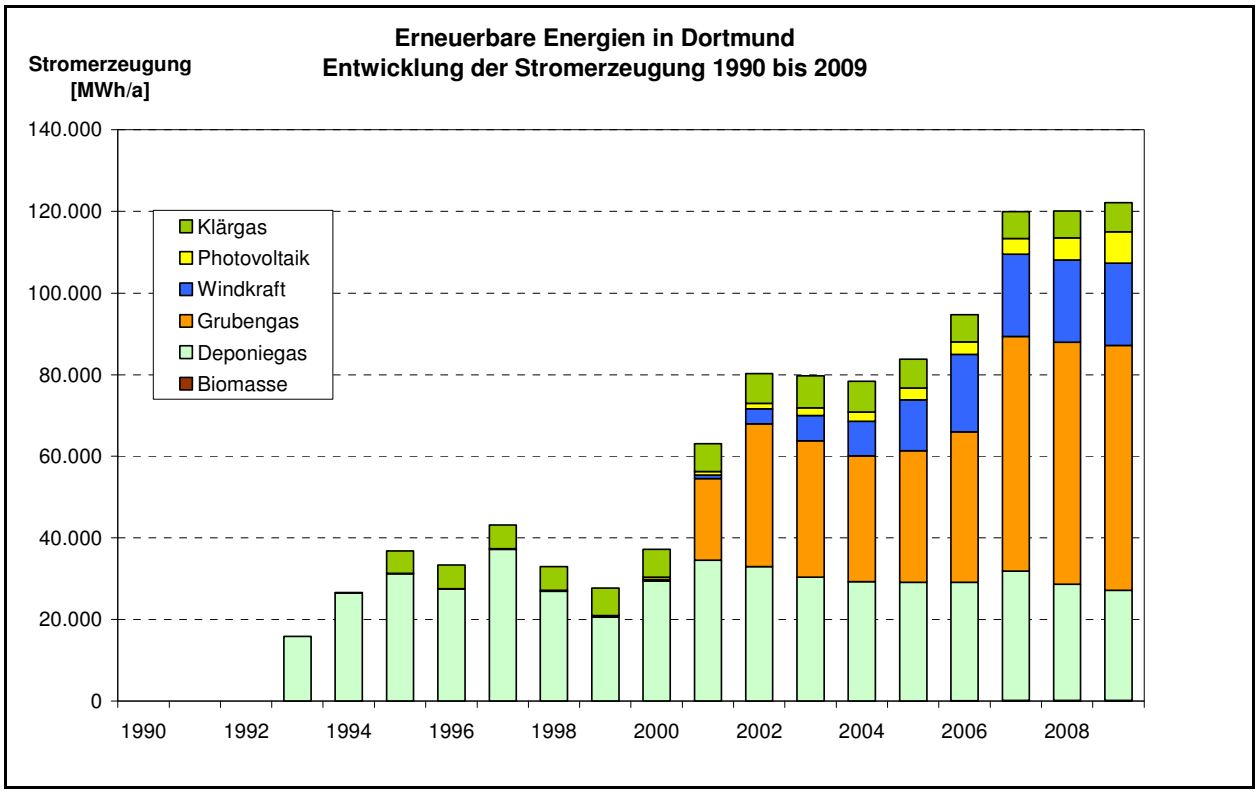


Abbildung 16: Entwicklung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien

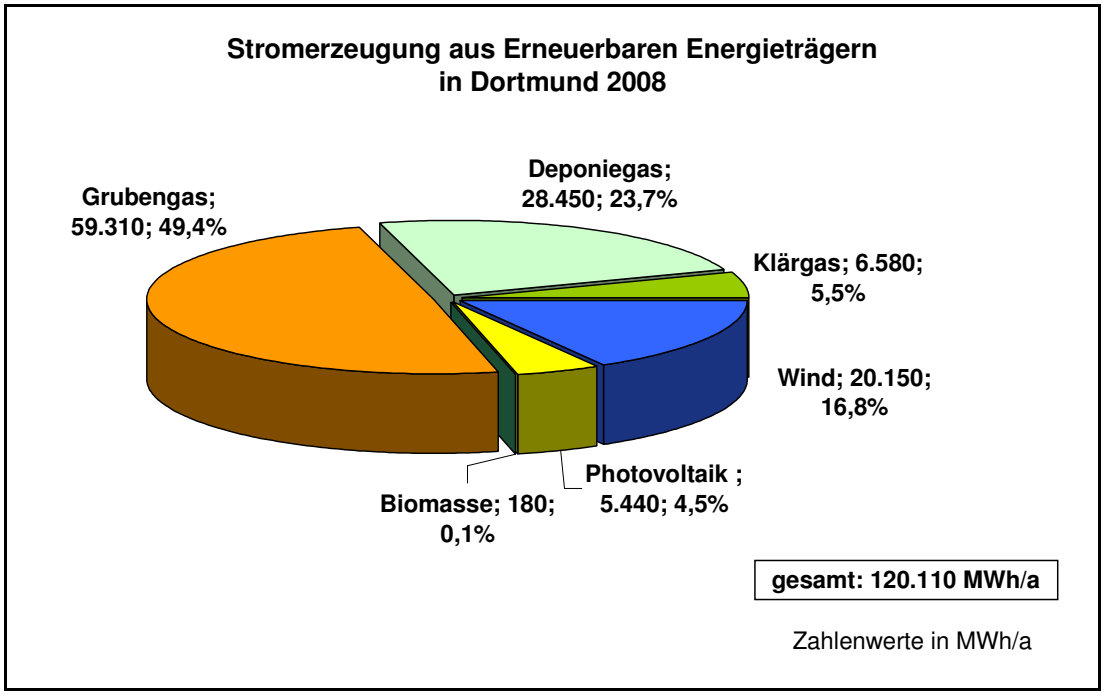


Abbildung 17: Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern 2008

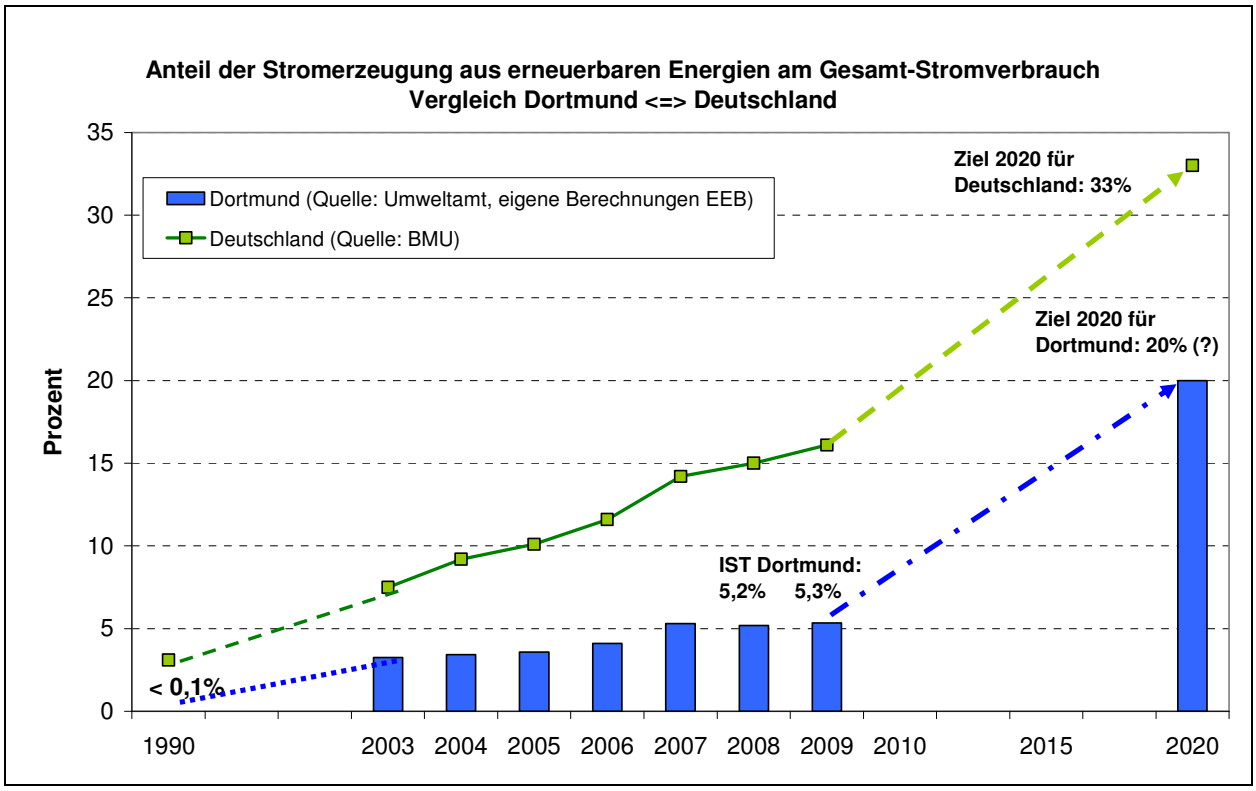


Abbildung 18: Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energieträgern an der Stromerzeugung - Vergleich Dortmund ⇔ Deutschland

2.6 Gesamtbilanz Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien

Basierend auf der Entwicklung der Wärmeerzeugung aus den einzelnen regenerativen Energieträgern ergibt sich für die Gesamtentwicklung in Dortmund die in Abbildung 19 gezeigte Situation. Nicht berücksichtigt ist in dieser Darstellung zunächst die Nutzung industrieller Abwärme für die Fernwärmeerzeugung.

Einen hohen Beitrag liefern seit jeher die zahlreichen holzgefeuerten Einzelöfen und Kamine. Aufgetragen ist in Abbildung 19 die Nutzwärmeerzeugung aus Holz, nicht der erheblich höhere Brennstoffeinsatz. Seit Förderung von holzgefeuerten Zentralheizungsanlagen in 2000 ist eine Steigerung der Wärmeerzeugung aus holzgefeuerten Zentralheizungsanlagen zu verzeichnen.

Einen erheblichen Beitrag zur regenerativen Wärmeerzeugung liefert seit Mitte der 1990er Jahre die Nutzung der Abwärme der Klärgas-BHKW zur Beheizung der Faultürme und Betriebsgebäude der EGLV.

Eine stetige Steigerung ist für die Beiträge der Wärmepumpen und der Solarthermischen Anlagen zu verzeichnen. Ihr Gesamtbeitrag ist jedoch noch recht gering.

In Abbildung 20 ist die Situation im Basisjahr 2008 im Detail dargestellt. Die Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern wird durch die Biomassenutzung und die Klärgasnutzung dominiert. Wärmepumpen und Solarthermie liefern Beiträge von jeweils 11 bis 12%.

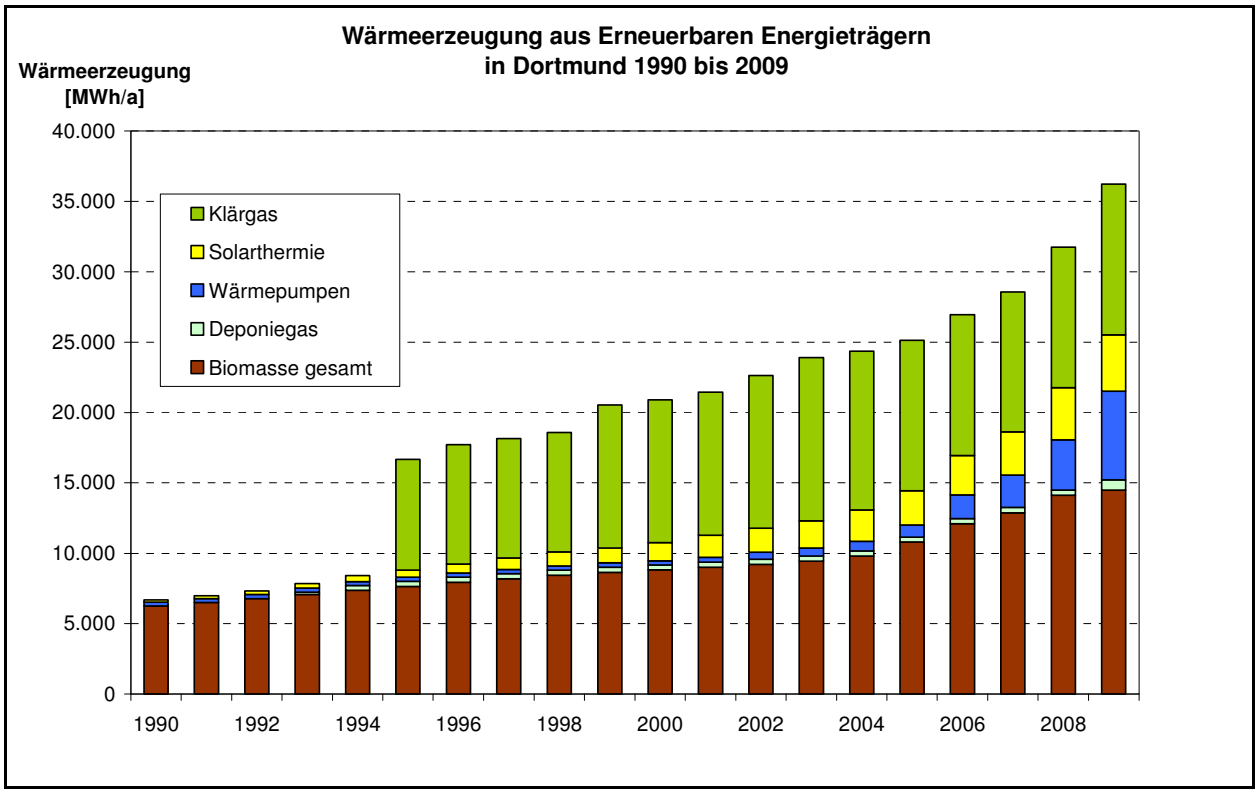


Abbildung 19: Entwicklung der Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien

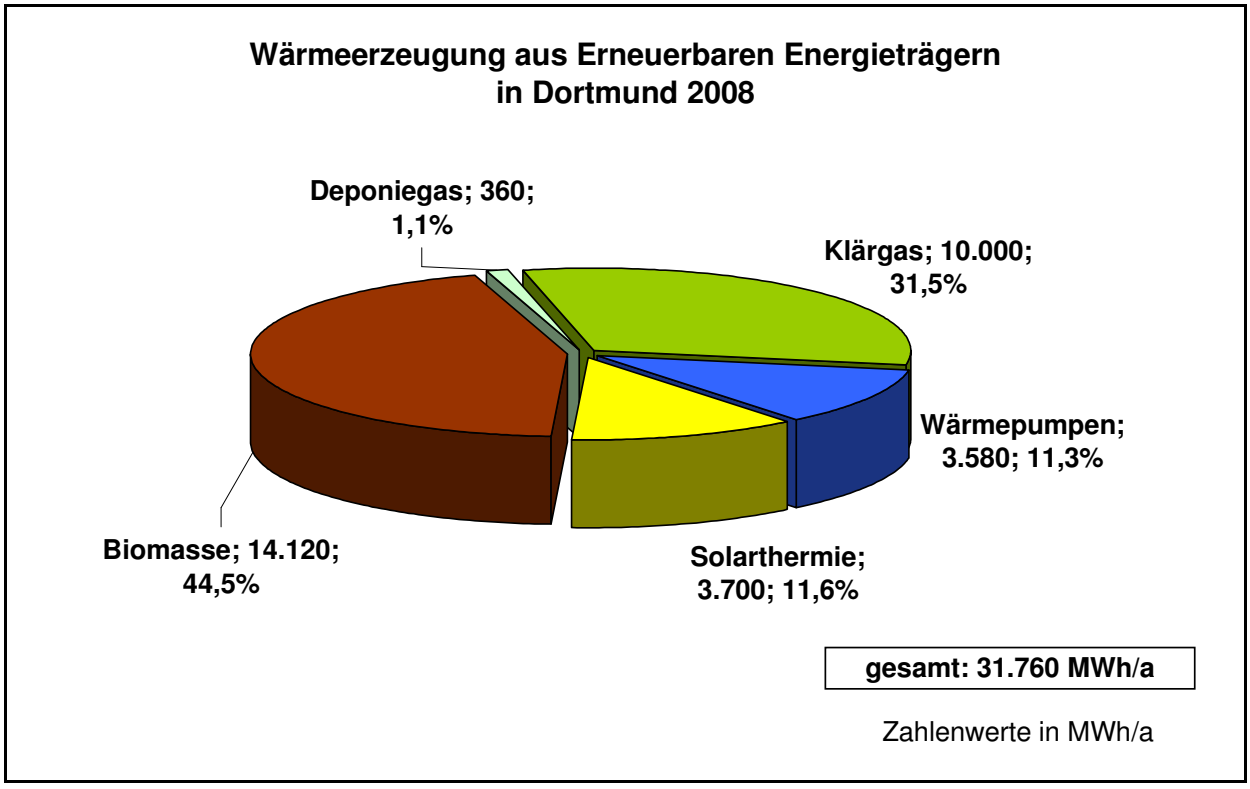


Abbildung 20: Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern 2008

Sehr gering ist der Beitrag die Nutzung der Abwärme der Deponiegas-BHKW. Die Abwärme der Grubengas-BHKW wird bisher gar nicht genutzt. Rein rechnerisch wäre aus diesen Anlagen ein

erhebliches Abwärmepotenzial von insgesamt rd. 120.000 MWh/a verfügbar. Dies ist dieselbe Größenordnung wie die in der Fernwärmeversorgung genutzte Abwärme der DGW.

Die Nutzung des Abwärmepotenzials aus den Deponiegas- und Grubengas-BHKW scheitert bisher an fehlenden Wärmesenken. Die Fernwärmeversorgung ist in der bestehenden Netzausdehnung mit den aus der DGW-Abwärme und dem Heizkraftwerk der RWE gelieferten Wärmemengen gesichert. Neu zu errichtende und mit erheblichen Investitionen verbundene Wärmenetze konkurrieren gegen die bestehende annähernd flächendeckende Erdgasversorgung. Zudem sind die Deponiegas- und Grubengasaufkommen endlich, ein deutlicher Rückgang wird von den Anlagenbetreibern bereits im Laufe der kommenden 10 Jahre erwartet. Die zeitliche Entwicklung wird im Rahmen des Referenzszenarios skizziert.

Insgesamt beläuft sich die Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern in Dortmund für das Basisjahr 2008 auf knapp 32.000 MWh/a. Der Wärmemarkt als Summe aus Gasabsatz, Fernwärme, Strom und Brennstoffen in nicht leitungsgebunden versorgten Gebäuden (Heizöl, Kohle, Holz, Flüssiggas) lag 2008 bei rd. 6,5 Mio.kWh/a (ohne Klimabereinigung, ohne Heizstrom und ohne Deponiegas und Grubengasmengen). Bezogen auf diesen Endenergieeinsatz beträgt der Anteil der Wärme aus Erneuerbaren Energieträgern nur 0,6%. Wird die Abwärmenutzung von DGW in Höhe von 117.000 MWh/a berücksichtigt, erhöht sich die regenerative Wärmeerzeugung auf rd. 150.000 MWh/a bzw. der Anteil auf 2,4%.

In Abbildung 21 ist die bisherige zeitliche Entwicklung des Anteils der regenerativen Wärmeerzeugung bezogen auf den Gesamtwärmemarkt in Dortmund und im Vergleich zur Entwicklung auf Bundesebene dargestellt. Zusätzlich zu den rein regenerativen Wärmequellen sind darin die genutzten Abwärmemengen der DGW dargestellt.

Die in Abbildung 21 ebenfalls aufgezeigte Fortschreibung im Hinblick auf den von der Bundesregierung angestrebten Zielwert eines Anteils von 14% für 2020 erscheint mit den auf Bundesebene bereits erreichten Werten von 8-10% in 2008/2009 im Vergleich zu den ehrgeizigen Zielsetzungen bei der regenerativen Stromerzeugung eher realistisch.

Wie die Grafik zeigt, liegt Dortmund auch bzgl. der Wärmeerzeugung aus regenerativen Energien deutlich niedriger als der Wert auf Bundesebene. Um bis zum Jahre 2020 eine nennenswerte Steigerung des Anteiles zu erzielen, werden erhebliche Anstrengungen im Bereich Solarthermie, Biomasse und Umweltwärme/Abwärme/Geothermie erforderlich sein.

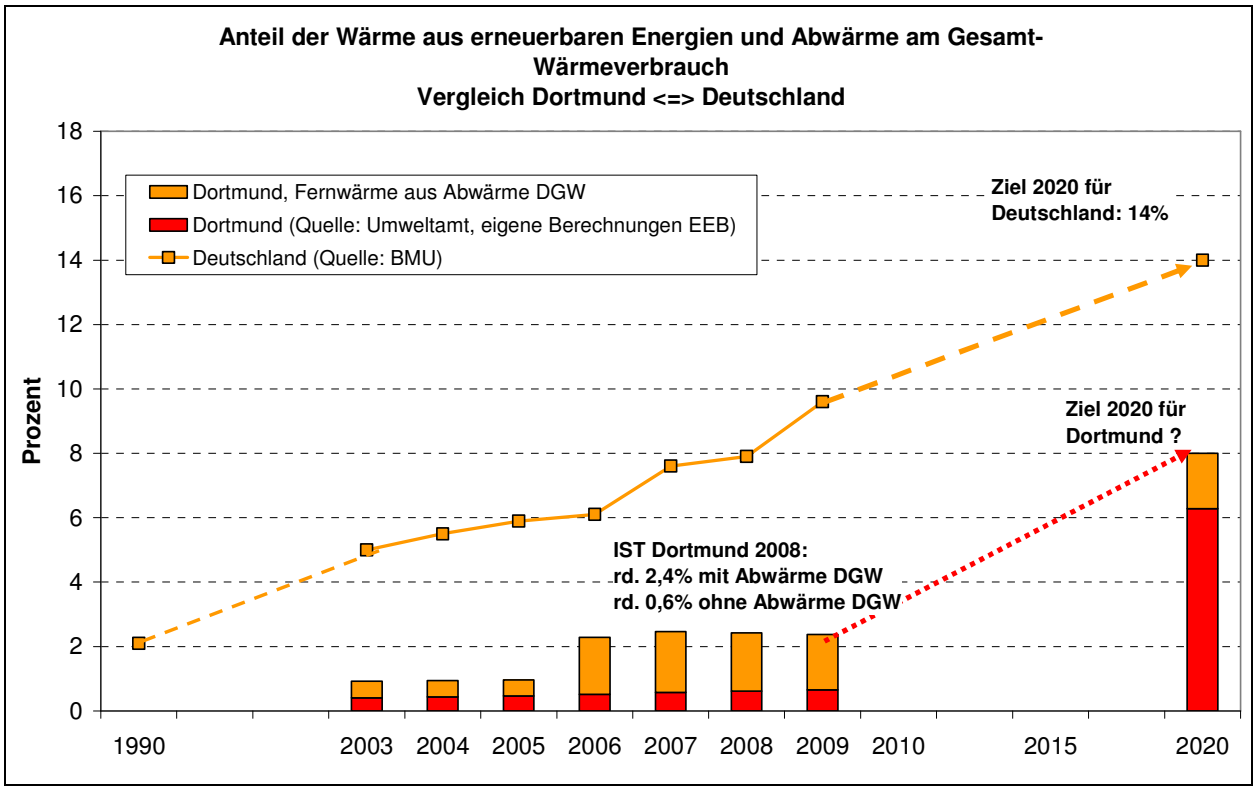


Abbildung 21: Entwicklung des Anteils Erneuerbarer Energieträgern an der Wärmeerzeugung - Vergleich Dortmund ⇔ Deutschland

2.7 CO_2-Einsparungen durch den Einsatz Erneuerbarer Energieträger

Der Einsatz regenerativer Energieträger zur Strom- und Wärmeerzeugung ist verbunden mit CO_2-Einsparungen gegenüber Versorgungssystemen auf Basis fossiler Energiequellen.

Zur Bilanzierung der erzielten CO_2-Einsparungen werden die erzeugten Strom- und Wärmemengen mit den Differenzen der jeweiligen spezifischen CO_2-Faktoren der üblichen fossil befeuerten Systeme und der Emissionen des jeweiligen regenerativen Energieträgers bewertet.

Die spezifischen CO_2-Faktoren werden gemäß den Werten des zur CO_2-Bilanzierung im Rahmen des im Handlungsprogramm Klimaschutz 2020 verwendeten Bilanzierungsprogramms EcoRegion inkl. der vorgelagerten Ketten angesetzt. Für den bundesdeutschen Strommix z.B. beläuft sich dieser für das Basisjahr 2008 auf 571,5 g/kWh. Für die dezentrale Heizwärmeversorgung auf Basis Erdgas liegt der Wert bei 228 g/kWh und für Heizöl bei 320 g/kWh (jeweils Endenergie inkl. vorgelagerter Prozessketten).

Die Ergebnisse dieser Bilanzierung sind für die Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung dargestellt in der Abbildung 22. Die jährliche CO_2-Einsparung lag für den Betrachtungszeitraum 1990 bis 2009 zwischen rd. 10.000 t/a im Jahr 1993 und max. 66.000 t/a im Jahr 2009. Über den Betrachtungszeitraum summiert sich die Einsparung auf knapp 600.000 t.

Die Detaildarstellung für das Basisjahr 2008 in Abbildung 23 zeigt, dass die Grubengasverstromung mit rd. 50% den größten Anteil an der erzielten CO_2-Einsparung aufweist, gefolgt von der Deponiegasnutzung. Einen nennenswerten Anteil weist die Windkrafterzeugung auf. Die Beiträge der übrigen Energieträger liegen bei weniger als 10%. Die jährliche Einsparung von

65.000 t/a beträgt bezogen auf die gesamte energie- und verkehrsbedingte CO_2-Emission in Dortmund in Höhe von 4,2 Mio. t/a rd. 1,5%.

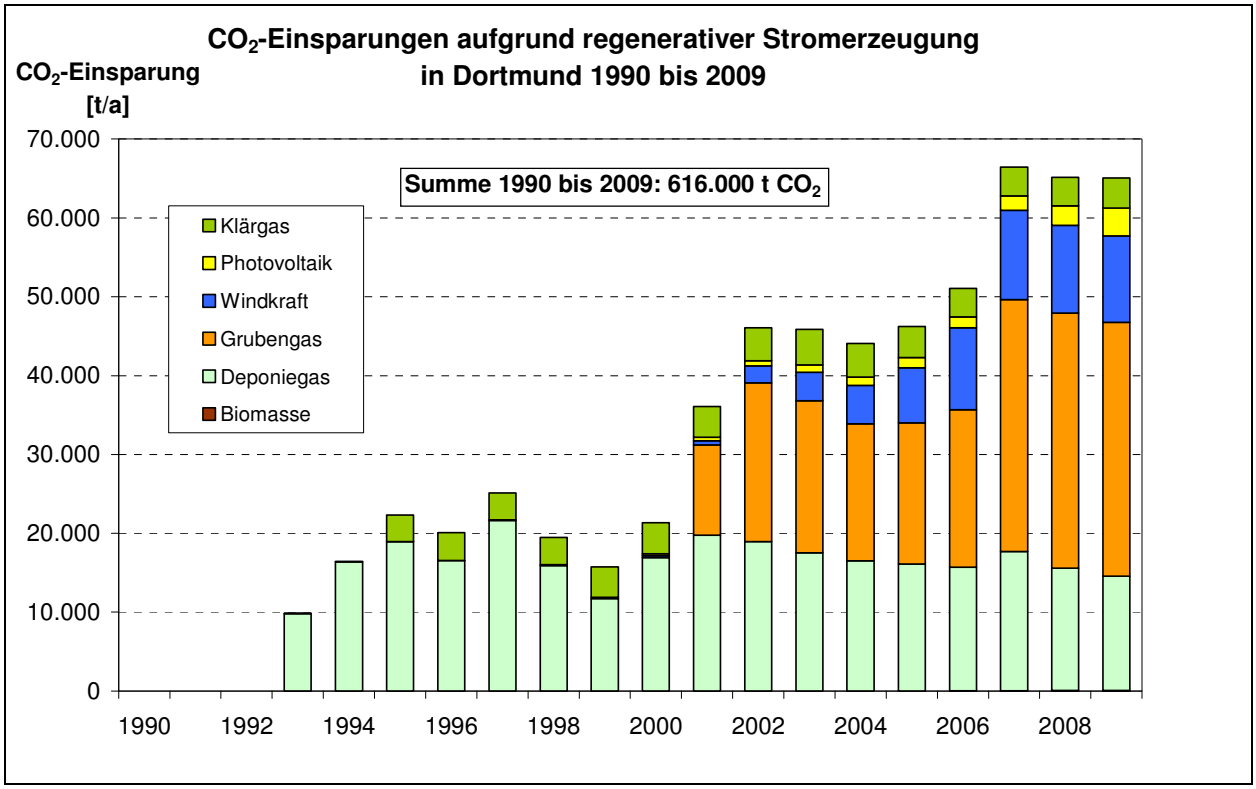


Abbildung 22: Entwicklung der CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Stromerzeugung

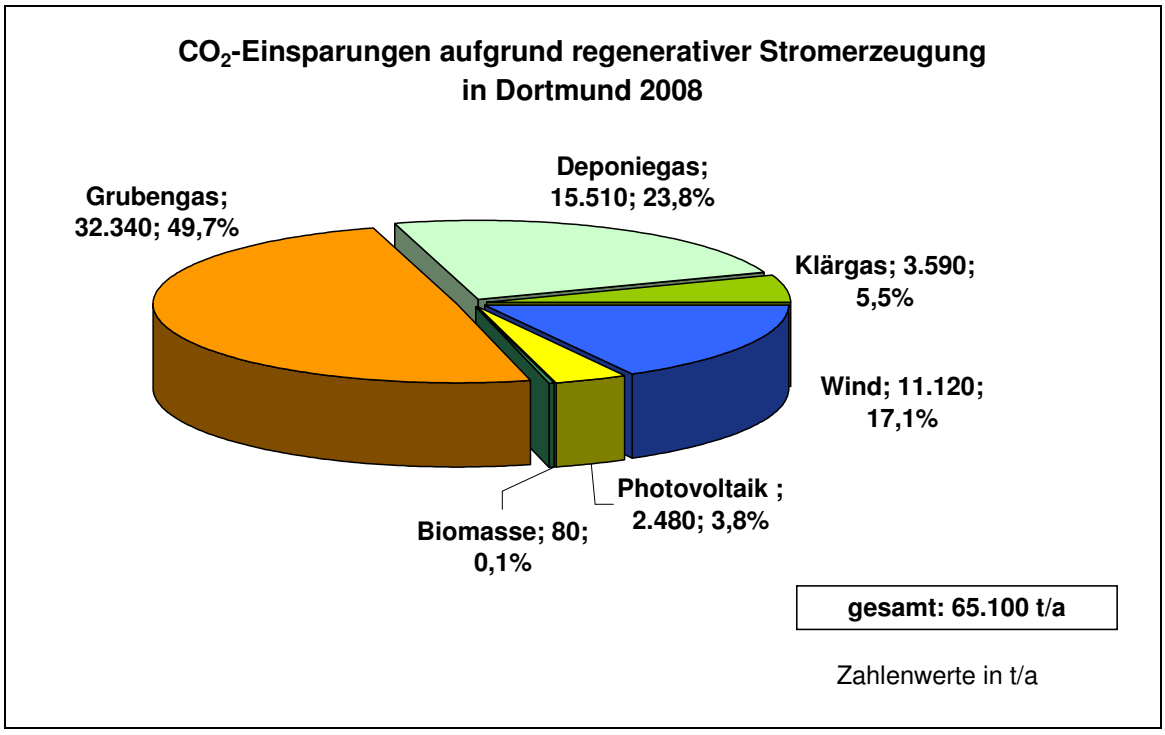


Abbildung 23: CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Stromerzeugung 2008

Die Ergebnisse der Bilanzierung für die Entwicklung der regenerativen Wärmeerzeugung sind dargestellt in der Abbildung 24. Die jährliche CO_2-Einsparung lag für den Betrachtungszeitraum 1990 bis 2009 zwischen rd. 2.500 t/a im Jahr 1990 und max. 35.000 t/a im Jahr 2009. Über den Betrachtungszeitraum summiert sich die Einsparung ohne Berücksichtigung der Abwärmenutzung von DGW auf 108.000 t bzw. mit Berücksichtigung der Abwärmenutzung von DGW auf 303.000 t.

Die Detaildarstellung für das Basisjahr 2008 in Abbildung 25 zeigt, dass die Abwärmenutzung von DGW mit rd. 75% den mit Abstand größten Anteil an der erzielten CO_2-Einsparung aufweist, gefolgt von der Nutzung von Biomasse. Die Beiträge aller übrigen Energieträger liegen bei weniger als 10%. Die jährliche Einsparung von 35.000 t/a beträgt bezogen auf die gesamte energie- und verkehrsbedingte CO_2-Emission in Dortmund in Höhe von 4,2 Mio.t/a rd. 0,8%.

Insgesamt wird zurzeit durch die Nutzung Erneuerbarer Energieträger in Dortmund eine CO_2-Einsparung von rd. 100.000 t jährlich erzielt bzw. 2,3% bezogen auf die gesamte energie- und verkehrsbedingte Emission von 4,2 Mio. t/a.

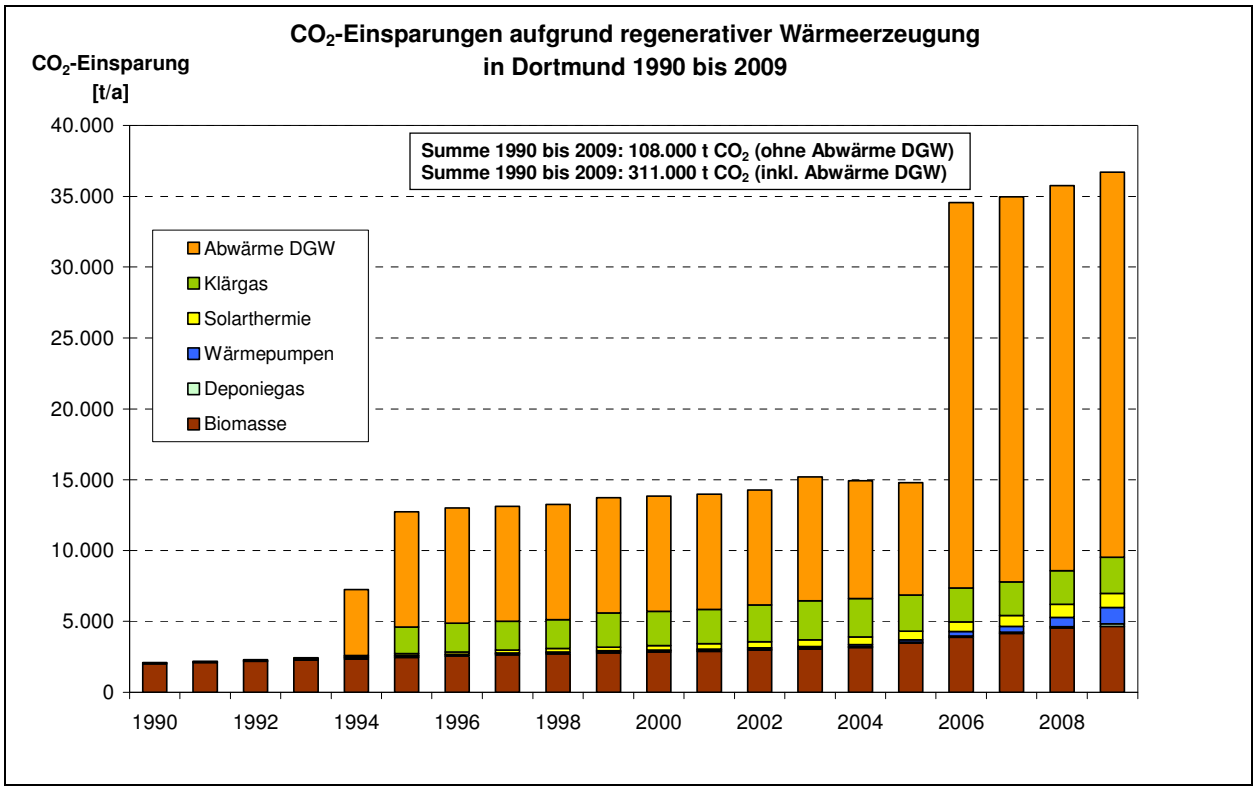


Abbildung 24: Entwicklung der CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Wärmeerzeugung

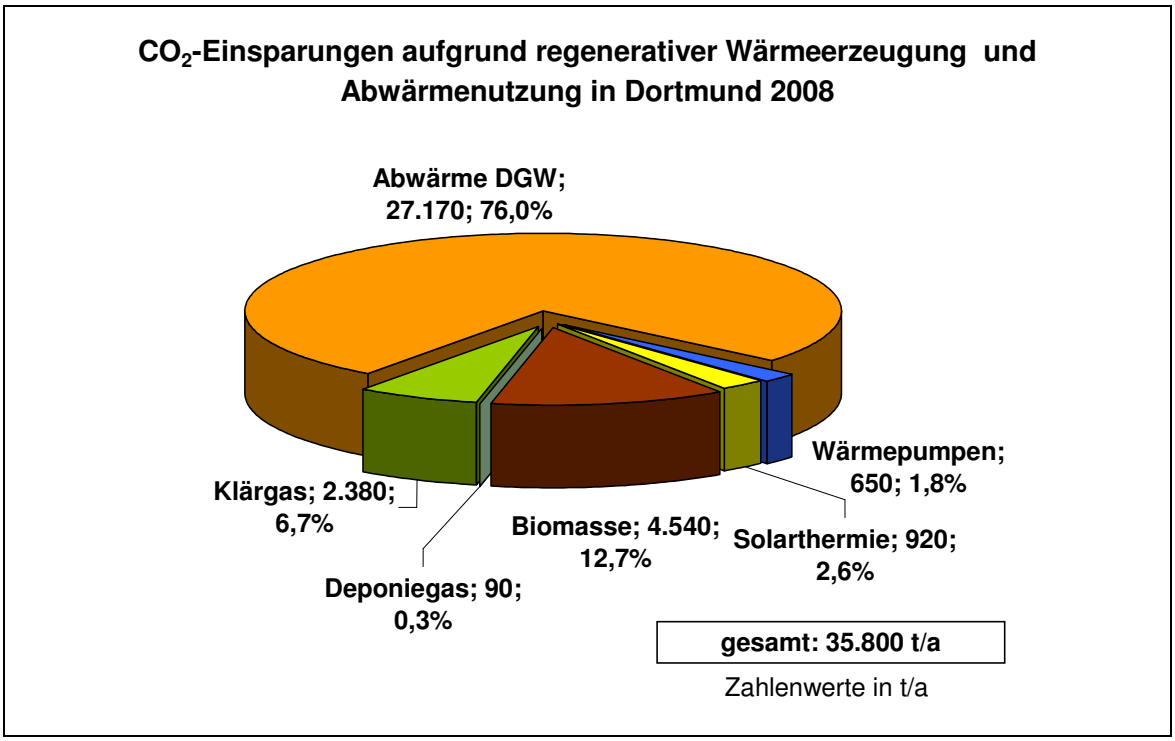


Abbildung 25: CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Wärmeerzeugung 2008

2.8 Wärmeatlas

Zur Durchführung von Potenzialanalysen für den Einsatz Erneuerbarer Energieträger im Wärmemarkt und zur Ableitung von Maßnahmen für die Wärmeinfrastruktur im Stadtgebiet Dortmund ist nicht nur die Kenntnis der vorhandenen Anlagentechnik und deren Nutzung, sondern auch die Kenntnis des Wärmemarktes in Dortmund nach Menge, Heizenergieträger und räumlicher Verteilung wichtige Voraussetzung.

In der Grafik in Abbildung 26 ist das Ablaufschema für die Herleitung der Wärmeverbrauchsdaten und der räumlichen Zuordnung im Wärmeatlas Dortmund dargestellt.

Dank des von DEW21 und von der FN übergebenen Kartenmaterials ist die Lage und Ausdehnung der verschiedenen Fernwärmegebiete im Stadtgebiet Dortmund bekannt [13] [14].

Darüber hinaus wurden vom Netzbetreiber DEW21 – Netz GmbH straßenscharfe Daten für die Erstellung eines Wärmeatlas zur Verfügung gestellt. Für jede aus den Netzen der DEW – Netz mit Strom, Erdgas oder Fernwärme versorgte Straße wurden jeweils auf Basis der Jahresverbrauchsabrechnung die auf Gruppen von je 10 Hausnummer summierten und anonymisierten Erdgas- und Fernwärmeverbräuche sowie die Anzahl der Strom- und Gasanschlüsse für die Auswertungen zur Verfügung gestellt. Insgesamt wurden von DEW21 Daten für rd. 17.000 Straßenabschnitte ausgewertet. Die Gas- und Fernwärmeverbrauchsmengen der DEW21 sind damit mit ihrer räumlichen Zuordnung im Stadtgebiet bekannt. Dies betrifft rd. 14.250 Straßenabschnitte.

Die Fernwärme-Versorgungsgebiete der FN sind in ihrer Ausdehnung und mit den Summenmengen ebenfalls bekannt. Diese Gebiete umfassen 460 Straßenabschnitte.

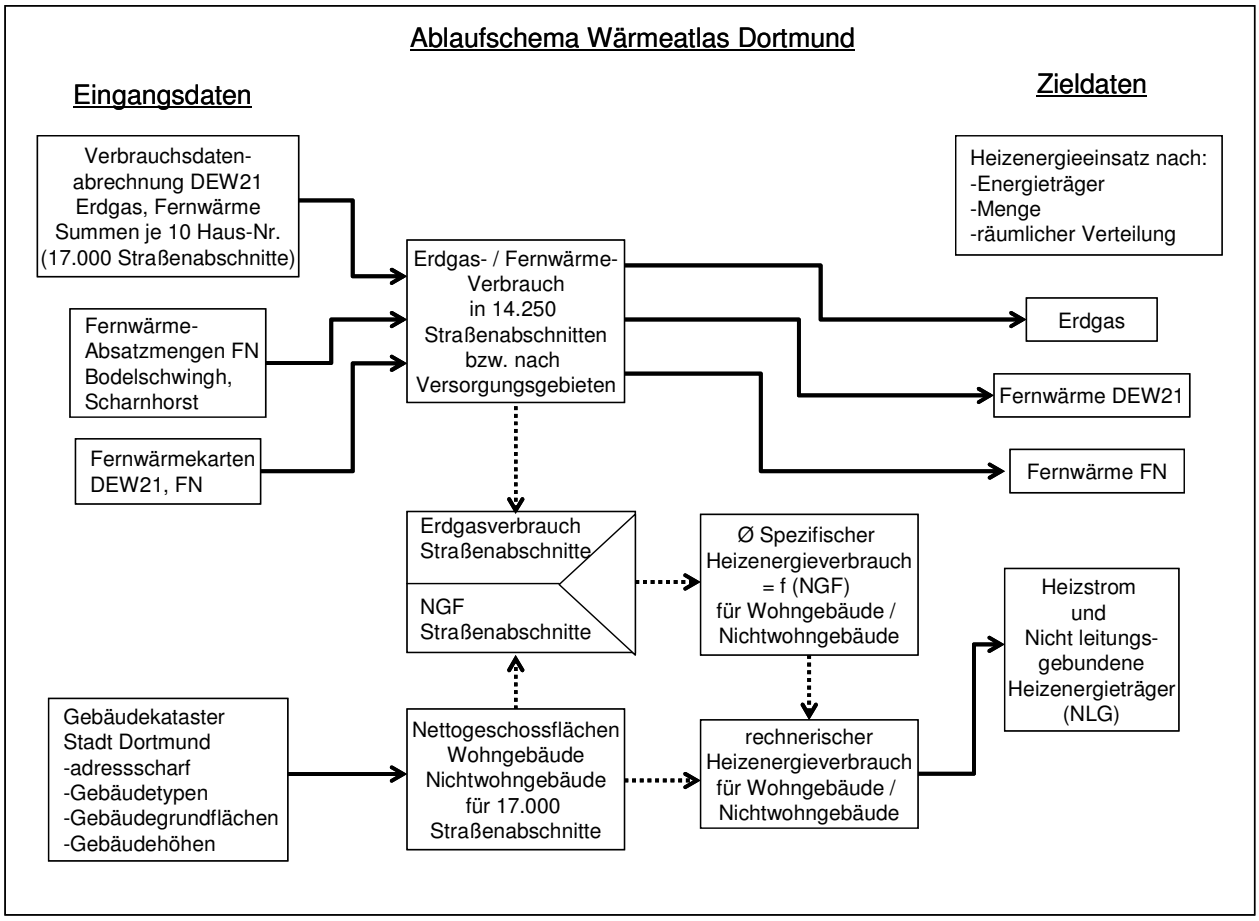


Abbildung 26: Ablaufschema Wärmeatlas Dortmund

In den übrigen 2.350 Straßenabschnitten erfolgt die Beheizung ausschließlich mittels Heizstrom und nicht leitungsgebundener Heizenergieträger (Öl, Flüssiggas, Kohle und Holz, im Folgenden unter dem Oberbegriff „NLG“ summiert). Additiv kann es auch in den grundsätzlich mit Erdgas bzw. Fernwärme erschlossenen Straßenabschnitten Objekte geben, die aus NLG oder Heizstrom beheizt werden.

Üblicherweise führt die EEB Enerko die Erstellung von Wärmeatlanten auf Basis von Verbrauchsdaten der leitungsgebundenen Energieträger Erdgas, Fernwärme und Heizstrom in gebäudescharfer Auflösung durch. Die Bilanzierung der fehlenden Verbrauchswerte (NLG) erfolgt dann mittels der „Kennwertmethode“. Dieses von ENERKO bereits Ende der 1980er-Jahre im Rahmen einer im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie erstellten Studie zur rationalen Erstellung von Wärmeatlanten und Emissionskatastern entwickelte Verfahren beruht auf der Idee, aus der Korrelation zwischen dem Heizenergieverbrauch und dem Strom- oder/und Wasserverbrauch der leitungsgebunden mit Heizwärme versorgten Gebäude den Heizenergieverbrauch für die nicht leitungsgebunden versorgten Gebäude (Heizöl, Flüssiggas, Kohle, Holz) abzuleiten [15].

Insbesondere für kleine und mittlere Wohngebäude liefert diese Methode gute Ergebnisse bei vergleichsweise überschaubarem Aufwand. Dieselbe Datenqualität wird man für diese Gebäude auf Basis von Schornsteinfegerdaten nicht oder nur mit einem wesentlich höheren Aufwand erhalten, da aus diesen Daten nur die installierte Leistung ersichtlich ist. Umfragen liefern i.d.R. nur unvollständigen Datenrücklauf und sind in der Durchführung sehr aufwändig.

Da für Dortmund die gebäudescharfen Verbrauchsdaten nicht vorlagen, erfolgt die Ermittlung der Heizenergiemengen aus NLG bzw. Heizstrom auf Basis von Ansätzen für den durchschnittlichen spezifischen Heizenergieverbrauch je m² Nettogeschossfläche innerhalb der Straßenabschnitte.

Hierzu wurden zunächst die bekannten Erdgasverbrauchswerte mit Daten aus dem Gebäudekataster der Stadt Dortmund verschnitten. Die Stadt Dortmund stellte hierzu anonymisierte, nach Gebäudetyp aufgeschlüsselte Daten zu Gebäudegrundflächen und Gebäudehöhen für das gesamte Stadtgebiet zur Verfügung. Aus diesen Daten konnten näherungsweise die Gebäudeflächen (Nettogeschossflächen NGF) und deren Anzahl mit Differenzierung nach Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden in gebäudescharfer Auflösung bzw. im Raster der vorliegenden Gasverbrauchsmengen innerhalb der Straßenabschnitte von jeweils 10 Hausnummern abgeleitet werden.

Für alle Straßenabschnitte, deren Heizenergieversorgung ausschließlich auf Basis Erdgas erfolgt (Bedingung: Anzahl Erdgas-Hausanschlüsse = Gesamtanzahl Adressen) wurde die Korrelation zwischen dem spezifischen Erdgasverbrauch je m² NGF und der durchschnittlichen Nettogeschossfläche ermittelt. In Abbildung 27 bzw. Abbildung 28 sind die Ergebnisse dieser Auswertungen für Wohngebäude bzw. Nichtwohngebäude aufgetragen. Die Streuung dieser Daten ist natürlich sehr breit, die resultierenden statistischen Ausgleichsfunktionen (Korrelationsfunktionen) sind aber bezüglich ihres Verlaufes mit sinkendem spezifischem Heizenergiebedarf bei zunehmender NGF und auch bzgl. der Größenordnung der spezifischen Verbrauchswerte plausibel. In der Grafik in Abbildung 29 sind diese Korrelationsfunktionen noch einmal aufgetragen.

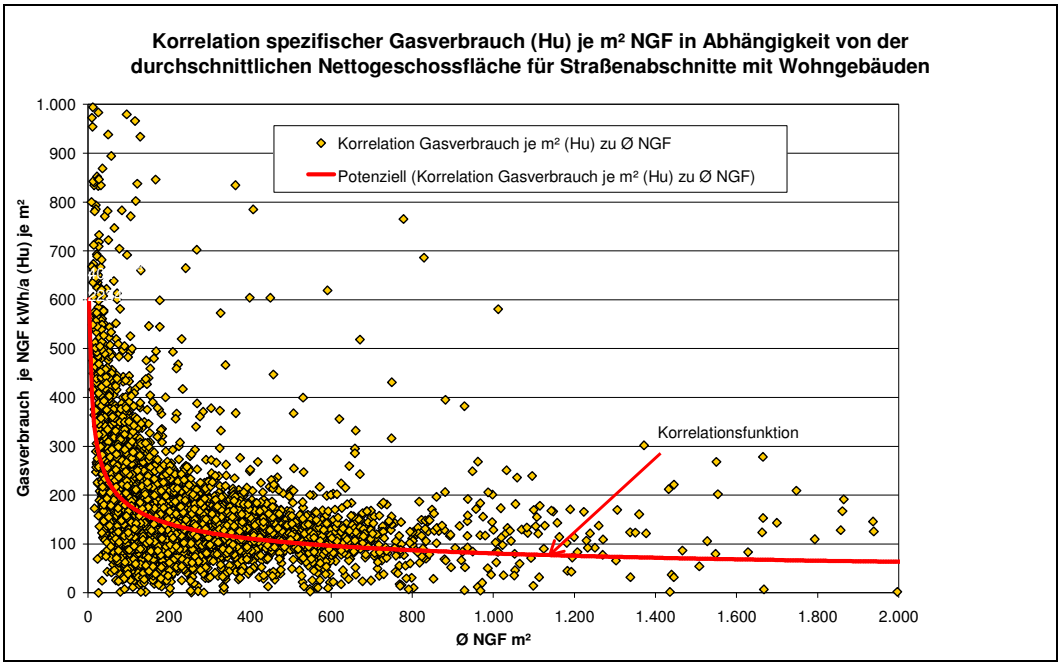


Abbildung 27: Auswertung der spezifischen Heizenergieverbräuche je m² NGF für Wohngebäude in ausschließlich mit Erdgas beheizten Straßenabschnitten

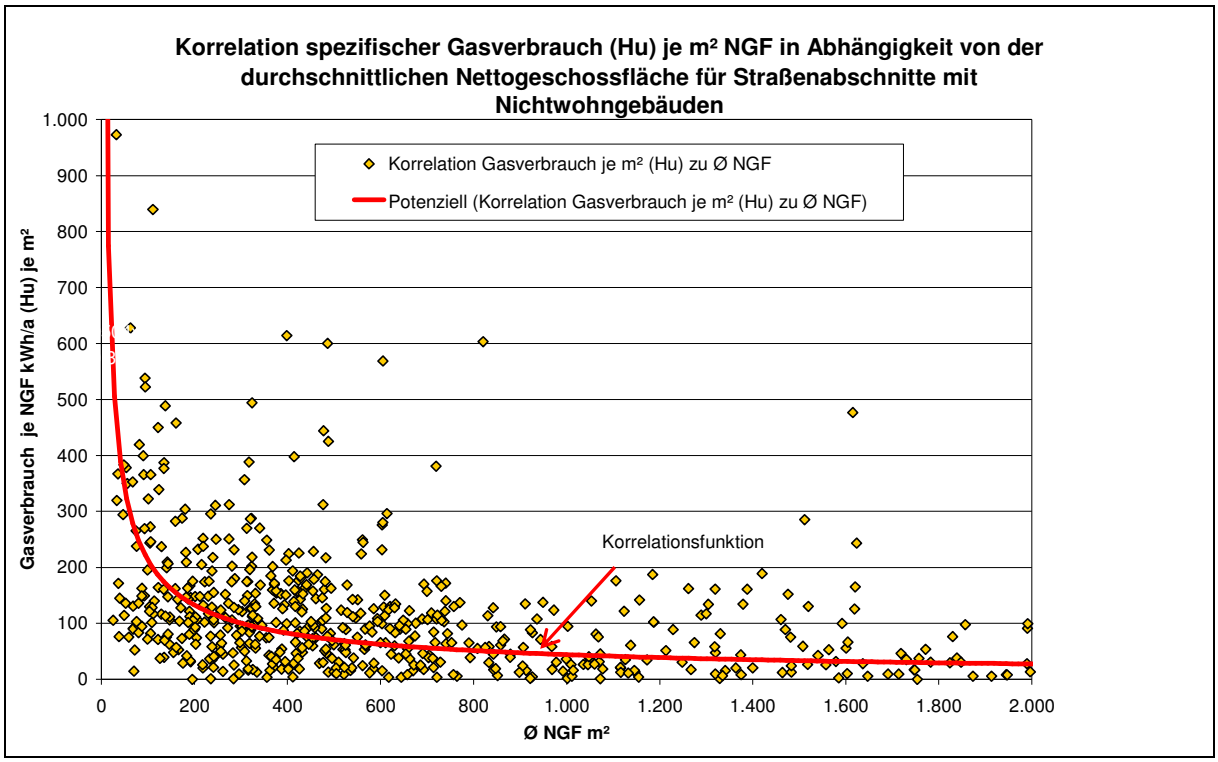


Abbildung 28: Auswertung der spezifischen Heizenergieverbräuche je m² NGF in den ausschließlich mit Erdgas beheizten Straßenabschnitten für Nichtwohngebäude

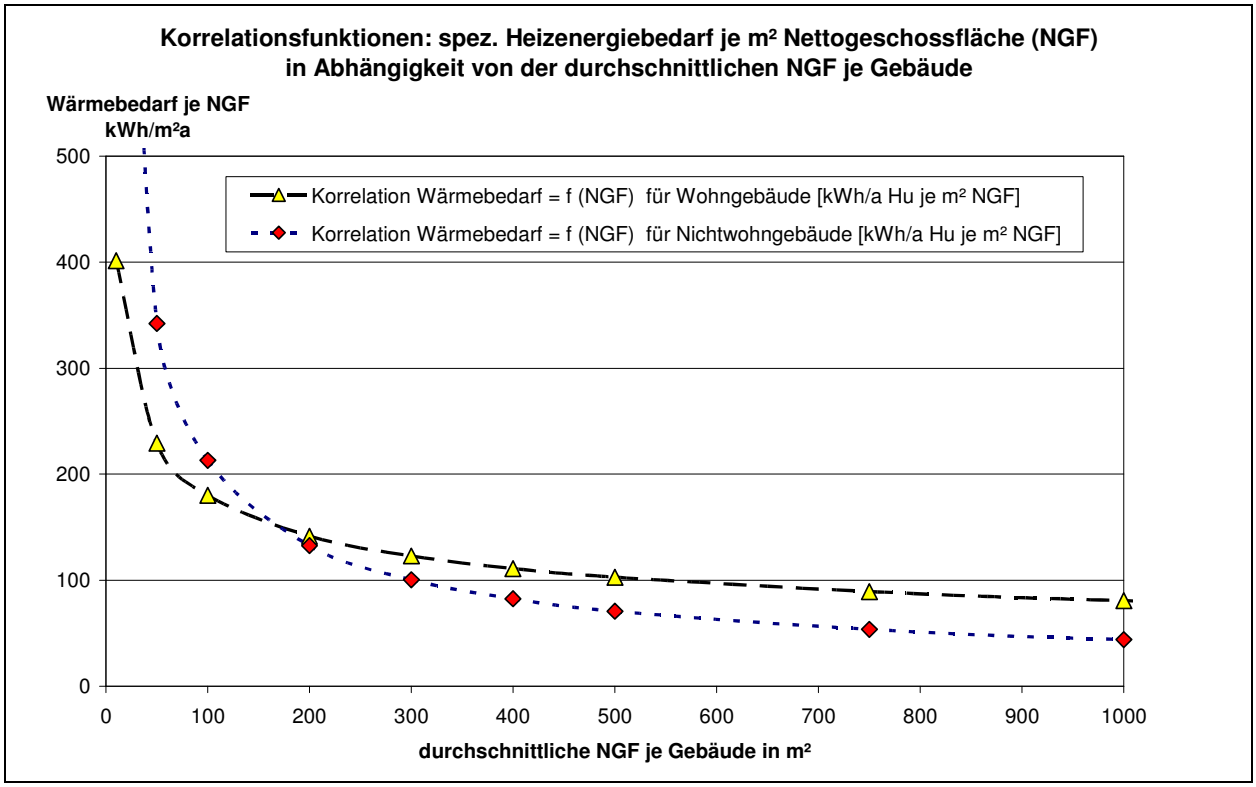


Abbildung 29: Korrelationsfunktionen Spezifischer Heizenergiebedarf in Abhängigkeit von der durchschnittlichen Nettogeschossfläche

handlungsprogramm Klimaschutz 2020 dortmund

Auf Basis dieser Funktionen wurden in den nicht mit Erdgas oder Fernwärme versorgten Straßenabschnitten ausgehend von den mittleren spezifischen Heizenergieverbrauchswerten in Wohngebäuden bzw. Nichtwohngebäuden und den Nettogeschossflächen die Heizenergieverbrauchsmengen rechnerisch ermittelt.

Den erdgasversorgten Straßenabschnitten, in denen die Anzahl Erdgashausanschlüsse kleiner ist als die Anzahl Gebäudeadressen und die nicht gleichzeitig mit Fernwärme versorgt werden, wurden additive Heizenergieverbrauchsmengen als Summe von Heizstrom und NLG aufgeschlagen.

Die Gesamtauswertung der straßenabschnittsscharfen Heizenergieeinsatzmengen nach Stadtteilen und nach Energieträgern ergibt das in Abbildung 30 dargestellte Bild. Danach ist in allen Stadtbezirken Dortmunds ein Einsatz von Heizstrom bzw. NLG zu verzeichnen. Die Gesamtmenge aus NLG und Heizstrom summiert sich auf 790 GWh/a. Unter Berücksichtigung des Heizstromeinsatzes in Dortmund (in 2008 rd. 200 GWh/a) ergibt sich für die NLG noch eine Menge von rd. 590 GWh/a. Dies ist deutlich weniger als die im Rahmen des Handlungsprogramms vom Wuppertal Institut ermittelte Gesamtsumme aus Heizöl, Flüssiggas und Kohle [17]. Da beide Bilanzen mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit hinsichtlich der Bilanzierung der NLG mit mehr oder weniger großen Fehlern behaftet sind, wurde davon abgesehen, die Werte im Wärmeatlas nach oben zu korrigieren.

Die auf Basis der hier beschriebenen Ableitungen erstellte Datenbank wurde genutzt, um die Potenziale der in den Abschnitten 4.4 und 4.5 untersuchten Maßnahmen im Bereich erneuerbare Energieträger bzw. Verbesserungen in der Wärmeinfrastruktur zu ermitteln (4.4.6 Holzhackschnitzel und Holzpellets, 4.4.8 Ausbau der oberflächennahen Geothermie, 4.5.1 Potenziale der KWK und 4.5.2.4 Verdichtung der Fernwärme).

Abschließend zeigen Abbildung 31 bzw. Abbildung 32 beispielhafte Ausschnitte aus der Darstellung des Wärmeatlas anhand von Luftbildern.

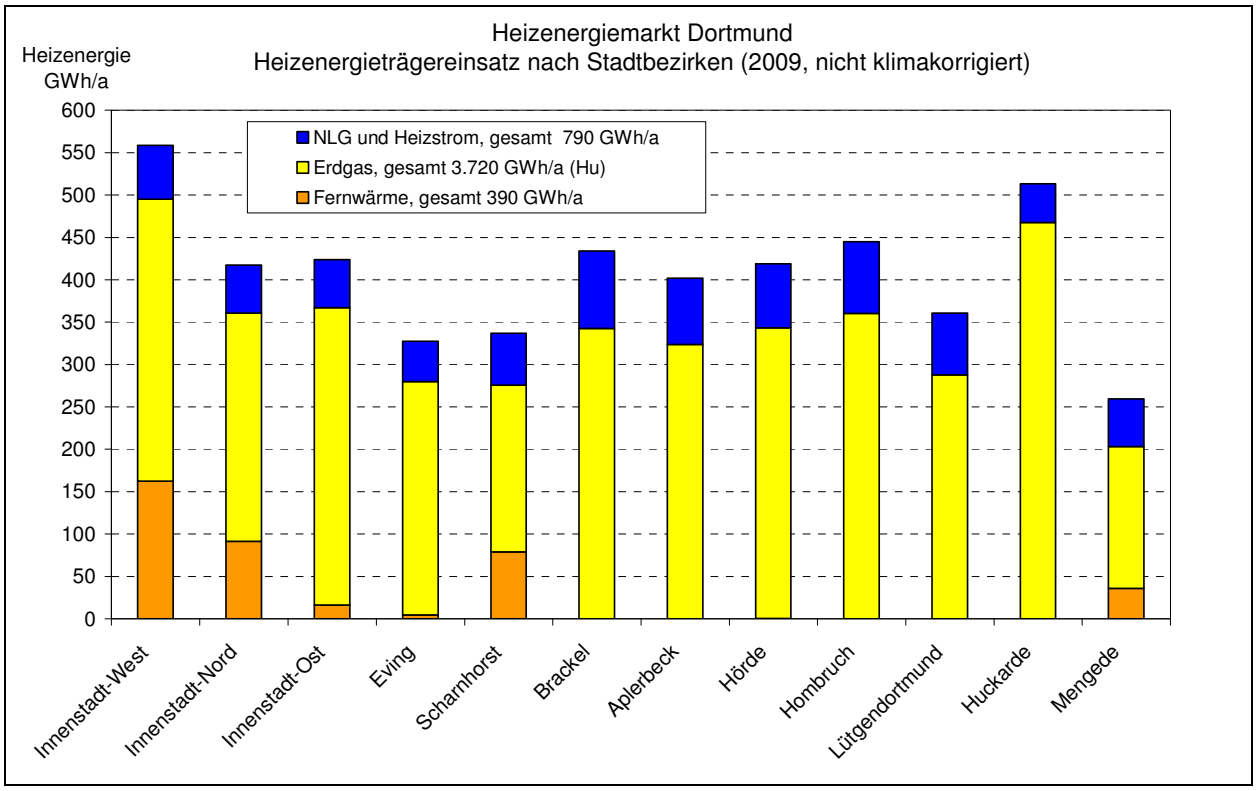


Abbildung 30: Heizenergieträger in Dortmund nach Stadtbezirken

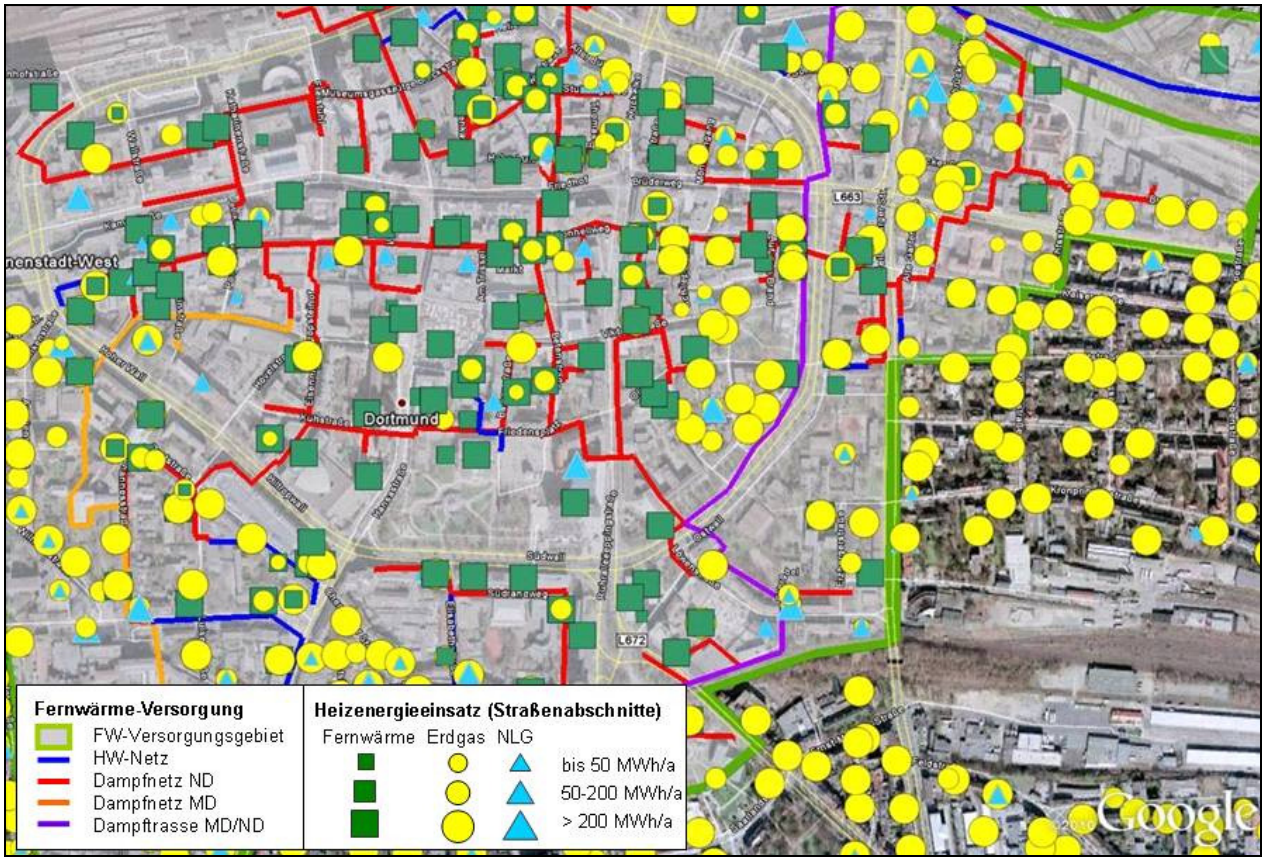


Abbildung 31: Luftbild Wärmeatlas Dortmund – Beispiel Innenstadt

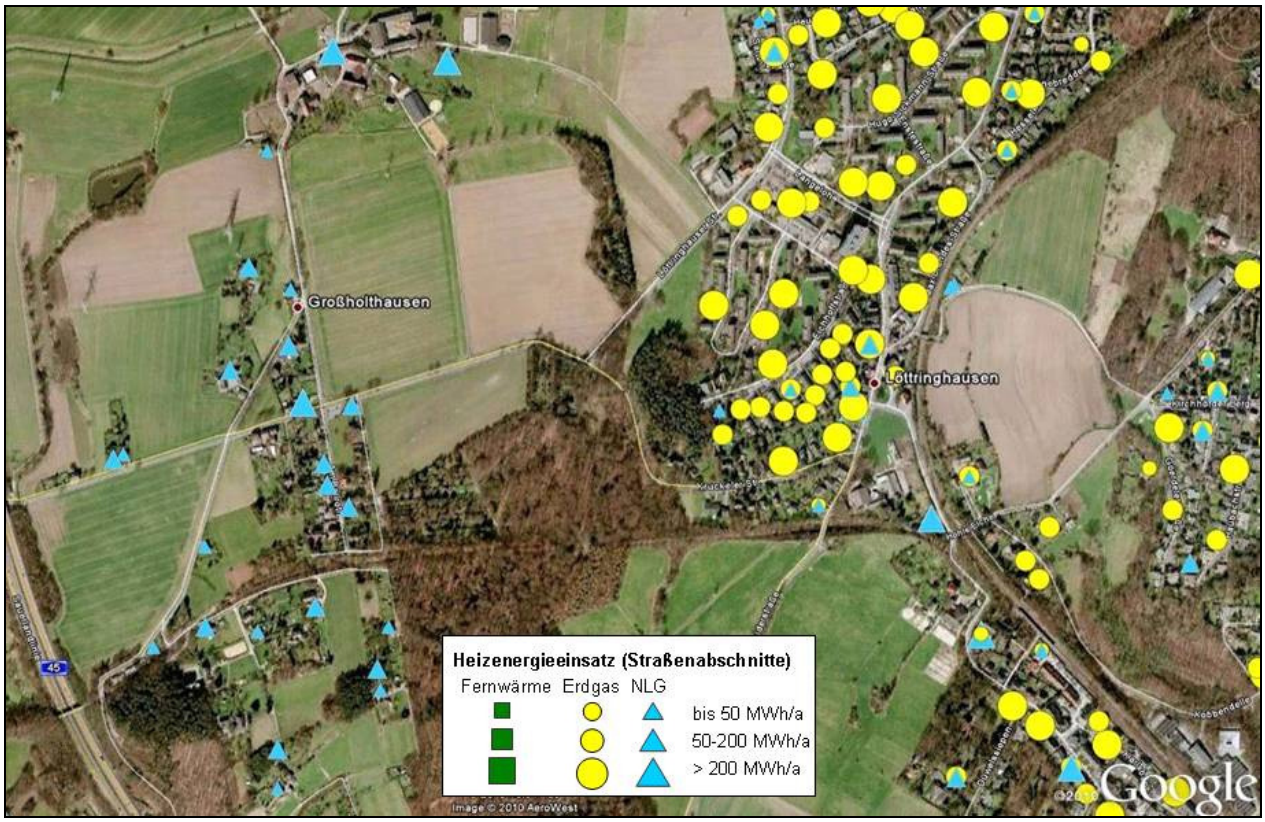


Abbildung 32: Luftbild Wärmeatlas Dortmund – Beispiel Löttringhausen

3 Referenzszenario 2020

3.1 Entwicklung der Fernwärme

Ausgangspunkt ist die IST-Situation 2008/2009 mit den Fernwärme-Versorgungssystemen der DEW21 und der Fernwärme Niederrhein und den Erzeugeranlagen bei DGW, dem Heizkraftwerk der RWE und dem Kraftwerk Knepper der E.ON.

3.1.1 Prognose zur Entwicklung der Erzeugungsstandorte

Für das Referenzszenario wird zunächst davon ausgegangen, dass die bestehenden Erzeugungsanlagen im Betrachtungszeitraum bis 2020 weiterbetrieben bzw. im Fall des u.U. abgängigen E.ON-Kraftwerkes Knepper durch FW-Bezug von einem neuen Kohlekraftwerksblock der E.ON in Datteln ersetzt werden.

3.1.2 Prognose zur Entwicklung des Fernwärme-Absatzes

Das Referenzszenario zur Entwicklung des Fernwärme-Absatzes in Dortmund bis 2020 geht von folgenden Prämissen aus:

- Die Fernwärme-Versorgungssysteme werden in der heutigen Ausdehnung weiterbetrieben. Es findet kein gezielter Ausbau statt, die versorgten Gebäudeflächen bleiben in erster Näherung konstant.
- Aufgrund der fortlaufenden wärmetechnischen Sanierung der versorgten Gebäude ist bei gleichbleibender Zahl von Hausanschlüssen mit einem stetigen Rückgang des Fernwärme-Absatzes zu rechnen.
- Der Rückgang wird gemäß der Entwicklung des spezifischen Wärmeverbrauchs nach den Ansätzen im Handlungsprogramm Klimaschutz 2020 der GERTEC angesetzt.
- Für den Sektor Wirtschaft tertiär werden die Ansätze für die Haushalte übernommen.
- Für den Sektor Wirtschaft sekundär wird ein konstanter Wärmeverbrauch unterstellt. Maßgeblicher Einflussfaktor ist hier die Entwicklung des Prozessdampfverbrauchs der DAB/Brinkhoffs.
- Eine Veränderung bzw. Verbesserung der Umwandlungs- und Verteilungswirkungsgrade und der resultierenden CO_2-Faktoren wird nicht unterstellt. Ohne gezielte Maßnahmen zur Fernwärme-Absatzsicherung ist nicht davon auszugehen, dass z.B. RWE am Standort Weißenburger Straße in die Effizienzverbesserung investiert (z.B. durch Zubau einer Vorschalt-Gasturbine). Andererseits wird DEW21 die Umstellung der Dampfversorgung auf Heißwasser auch von effizienzsteigernden Maßnahmen in der Fernwärme-Erzeugung abhängig machen.

Der Absatz der Abwärme von der DGW wird in erster Näherung trotz eines Bedarfsrückganges annähernd auf heutigem Niveau gehalten werden können.

3.2 Holzeinsatz, Umweltwärme, Solarthermie, Photovoltaik und Biogase

Die Entwicklung im Bereich der dezentralen Nutzung regenerativer Energieträger wird von zahlreichen Faktoren abhängen:

- Entwicklung der Preise fossiler Energieträger, hier insbesondere Heizöl und Erdgas.
- Entwicklung von Neubaugebieten / Zubau von Wohnflächen und Satzungen hierzu.
- Gesetzliche Rahmenbedingungen und Umsetzung bestehender gesetzlicher Vorgaben, hier insbesondere Umsetzung des EEWärmeG (Bundesebene) und möglicherweise künftig ergänzendes EWärmeG auf Landesebene NRW (ähnlich Baden-Württemberg).

Da aus heutiger Sicht keine Erkenntnisse über gezielte Maßnahmen von Seiten des Gesetzgebers bzw. der Stadt Dortmund vorliegen, werden die Prognoseansätze für die Energieträger Holz, Umweltwärme und Solarthermie auf Basis der Zubauentwicklungen der letzten Jahre getroffen. Für die Biogasmengen wird auf die Prognosen der Anlagenbetreiber zurückgegriffen.

3.2.1 Entwicklung Holzeinsatz

Für den Endenergieträger Holz werden ausgehend von der Entwicklung im IST-Zustand und in den vergangenen Jahren folgende pauschale Prognoseansätze getroffen:

- Zubau weiterer Zentralheizungsanlagen / Kessel mit Pellets/Hackschnitzeln/Scheitholz und Einzelfeuerungen mit Heizbetrieb gemäß dem Mittelwert der Entwicklung im Zeitraum 2001 bis 2009.
- Der Anlagenzubau wird primär dem Sektor Haushalte zugeordnet. Für die öffentlichen Gebäude wird der Zubau einer Pellet-Anlage bis 2010 (bereits im Bau oder wird gebaut) und einer weiteren im Jahr 2015 unterstellt. Für den Sektor Wirtschaft (tertiär) werden die Werte 2008 ohne Veränderung fortgeschrieben.
- Für Einzelfeuerungen mit gelegentlicher oder seltener Nutzung wird ein Zubau von 25% des Mittelwertes der Jahre 2001 bis 2009 unterstellt. Diese werden vollständig dem Sektor Haushalte zugeordnet.

Insgesamt ergibt sich mit diesen Ansätzen gegenüber 2008 eine Steigerung um 16% bis 2015 bzw. um 32% bis 2020.

3.2.2 Entwicklung Umweltwärme

Für die Entwicklung im Bereich der Umweltwärme / Wärmepumpen werden ausgehend von der IST-Bilanz folgende pauschale Prognoseansätze getroffen:

- Zubau weiterer Wärmepumpen gemäß dem Mittelwert der Entwicklung im Zeitraum 2005 bis 2009. In den Jahren vor 2005 waren die Zubauraten sehr überschaubar, ab 2006 haben sich die Zubauraten deutlich erhöht. Dieser Trend wird unserer Ansicht nach aufgrund der gesetzlichen Vorgaben des EEWärmeG und der Verbesserung des Wärmedämmstandards mit Nutzung von Elektrowärmepumpen in Lüftungsanlagen anhalten.
- Der Anlagenzubau wird zu 98% dem Sektor Haushalte zugeordnet und zu 2% den Gebäuden der öffentlichen Verwaltung. Dies entspricht etwa der Versorgung von zwei städtischen Objekten mittels Wärmepumpen im Zeitraum bis 2020.
- Dem Sektor Wirtschaft wird kein Zubau zugeordnet.

Insgesamt ergibt sich mit diesen Ansätzen gegenüber 2008 eine Steigerung um 75% bis 2015 bzw. um 150% bis 2020.

3.2.3 Entwicklung Solarthermie

Für die Entwicklung im Bereich der Solarthermie werden ausgehend von der IST-Bilanz folgende pauschale Prognoseansätze getroffen:

- Zubau weiterer Anlagen zur Brauchwarmwasserbereitung und Heizungsunterstützung gemäß dem Mittelwert der Entwicklung im Zeitraum 2001 bis 2009.
- Der Anlagenzubau wird überwiegend dem Sektor Haushalte zugeordnet. Für die öffentlichen Gebäude wird der Zubau einer Anlage bis 2015 unterstellt (Anlagengröße gemäß den fünf existierenden Anlagen).
- Dem Sektor Wirtschaft wird kein Zubau zugeordnet.

Insgesamt ergibt sich mit diesen Ansätzen gegenüber 2008 eine Steigerung um 31% bis 2015 bzw. um 62% bis 2020.

3.2.4 Entwicklung Photovoltaik

Für die Entwicklung im Bereich der Photovoltaik wird unterstellt, dass der Zubautrend gemäß dem Mittelwert der Entwicklung im Zeitraum 2005 bis 2009 zunächst anhält, ab 2015 aber um die Hälfte zurückgeht.

Insgesamt ergibt sich mit diesem Ansatz gegenüber 2008 eine Steigerung auf die 2,5-fache installierte Leistung bis 2015 bzw. auf die 3-fache Leistung bis 2020.

3.2.5 Entwicklung Biogas

Für die Nutzung von Biogas in Dortmund sind die Bereiche Deponiegas, Klärgas, Biogasprodukte des Gasversorgers und Vergärungsanlagen zu betrachten. Im Rahmen der CO_2-Bilanzierung mit EcoRegion sind die eingesetzten Gasmengen maßgeblich, nicht die genutzten (Ab-)Wärmemengen und die erzeugte elektrische Energie.

- Deponiegasnutzung:

Die Deponiegasmengen sind rückläufig. Die Ansätze entsprechen der mit EDG abgestimmten Entwicklung an den einzelnen Standorten.

- Klärgasnutzung:

Die in den beiden Kläranlagen auf dem Stadtgebiet Dortmund anfallenden Klärgasmengen bzw. erzeugten Strommengen werden gemäß den Angaben des Betreibers EGLV (Emscher Genossenschaft / Lippe Verband) angesetzt. Die Prognose geht von einer leichten Steigerung der Gas- bzw. Strommengen gegenüber 2009/2010 um 3% bis 2015 und um 5% bis 2020 aus. Die BHKW-Anlage am Standort Klärwerk Deusen wird aller Voraussicht nach im Zeitraum bis 2013 erneuert werden mit geringfügiger Erhöhung der Stromerzeugung aufgrund der Wirkungsgradverbesserung. Für die Kläranlage Scharnhorst ist nach heutigem Stand keine kurzfristige Erneuerung angedacht.

- Biogas-Produkt:

Die DEW21 bietet im Rahmen der Erdgas-Versorgung derzeit kein Biogas-Produkt an. Angaben über die künftige Strategie liegen uns nicht vor. Die Markteinführung und der Ausbau eines Biogas-Produktes wird daher im Rahmen der Referenzprognose nicht berücksichtigt und sollte in den Maßnahmenkatalog übernommen werden.

Die Entsorgung der Grünabfälle in Dortmund erfolgt durch EDG mittels Kompostierung. Der Zubau einer Vergärungsanlage ist nicht vorgesehen. Ein Zubau von Vergärungsanlagen mit landwirtschaftlichen Einsatzstoffen ist wegen fehlender landwirtschaftlich genutzter Flächen unwahrscheinlich und wird daher im Rahmen des Referenzszenarios nicht berücksichtigt.

Insgesamt ergibt sich mit diesen Ansätzen für das Referenzszenario ein Rückgang gegenüber dem Istzustand in 2008. Aufgrund des geringen spezifischen CO_2-Emissionsfaktors ist die resultierende CO_2-Emission im Vergleich zur Gesamtemission von untergeordneter Bedeutung.

3.3 Entwicklung Windkraft

Vor dem Hintergrund der genehmigungsrechtlich schwierigen Lage der Windkraft wird im Referenzszenario unterstellt, dass im Betrachtungszeitraum kein Zubau von Windkraftanlagen erfolgt. Ein Repowering ist mit Ablauf der technischen Nutzungsdauer der Anlagen voraussichtlich erst nach 2020 zu erwarten.

3.4 Gesamtentwicklung der regenerativen Strom- und Wärmeerzeugung und der resultierenden CO_2-Einsparung in Dortmund

Mit den beschriebenen Prognoseansätzen zur Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung aus regenerativen Energiequellen in Dortmund ergeben sich die in den folgenden Abbildungen dargestellten Ergebnisse:

- Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern wird bis 2020 aufgrund der rückläufigen Deponiegas- und Grubengasmengen spürbar von 120.000 MWh/a auf 83.000 MWh/a zurückgehen. Die Einbußen bei Grubengas- und Deponiegas werden durch den weiteren Zubau von Photovoltaikanlagen bei weitem nicht kompensiert (Abbildung 33).
- Die CO_2-Einsparung aus der regenerativen Stromerzeugung wird vor diesem Hintergrund bis zum Jahr 2020 von rd. 65.000 t/a auf 44.000 t/a zurückgehen. Noch nicht berücksichtigt ist in dieser ersten Einschätzung die zu erwartende (rechnerische) Verringerung der CO_2-Einsparung aufgrund des Rückganges des CO_2-Faktors des deutschen Strommix (Abbildung 34).
- Die Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern wird bis 2020 aufgrund der zunehmenden Nutzung von Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen von 32.000 MWh/a in 2008 auf 58.000 MWh/a in 2020 zunehmen (Abbildung 35, ohne Darstellung des Beitrages aus der Abwärmenutzung DGW).
- Die CO_2-Einsparung aus der regenerativen Wärmeerzeugung wird demzufolge ebenfalls zunehmen von rd. 35.000 t/a in 2008 auf knapp 41.000 t/a in 2020 (Abbildung 36).

Insgesamt ergibt sich mit diesem Szenario ein Rückgang der CO_2-Einsparungen aus der Nutzung Erneuerbarer Energien im Zeitraum 2008 bis 2020 von rd. 100.000 t/a in 2008 auf 85.000 t/a im Jahr 2020 (vgl. Abbildung 37).

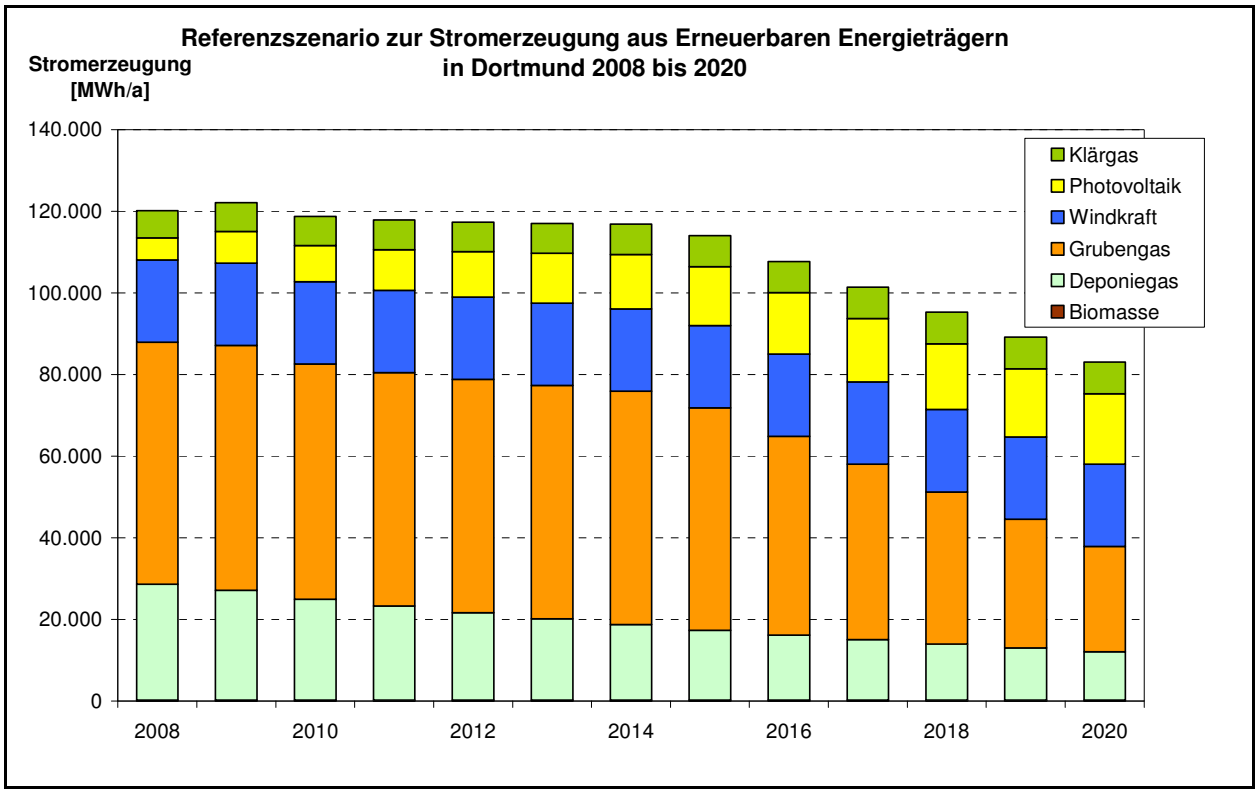


Abbildung 33: Referenzszenario zur Entwicklung der regenerativen Stromerzeugung bis 2020

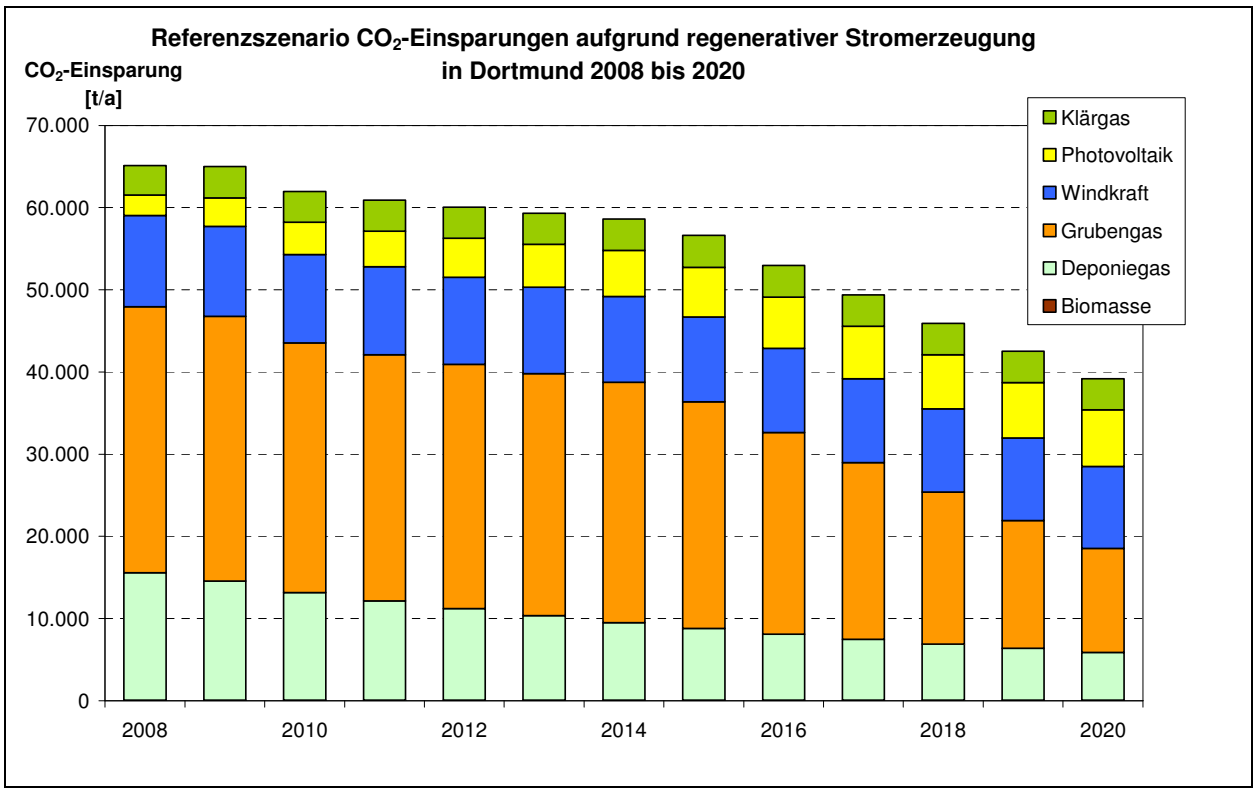


Abbildung 34: Referenzszenario zur Entwicklung der CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Stromerzeugung bis 2020

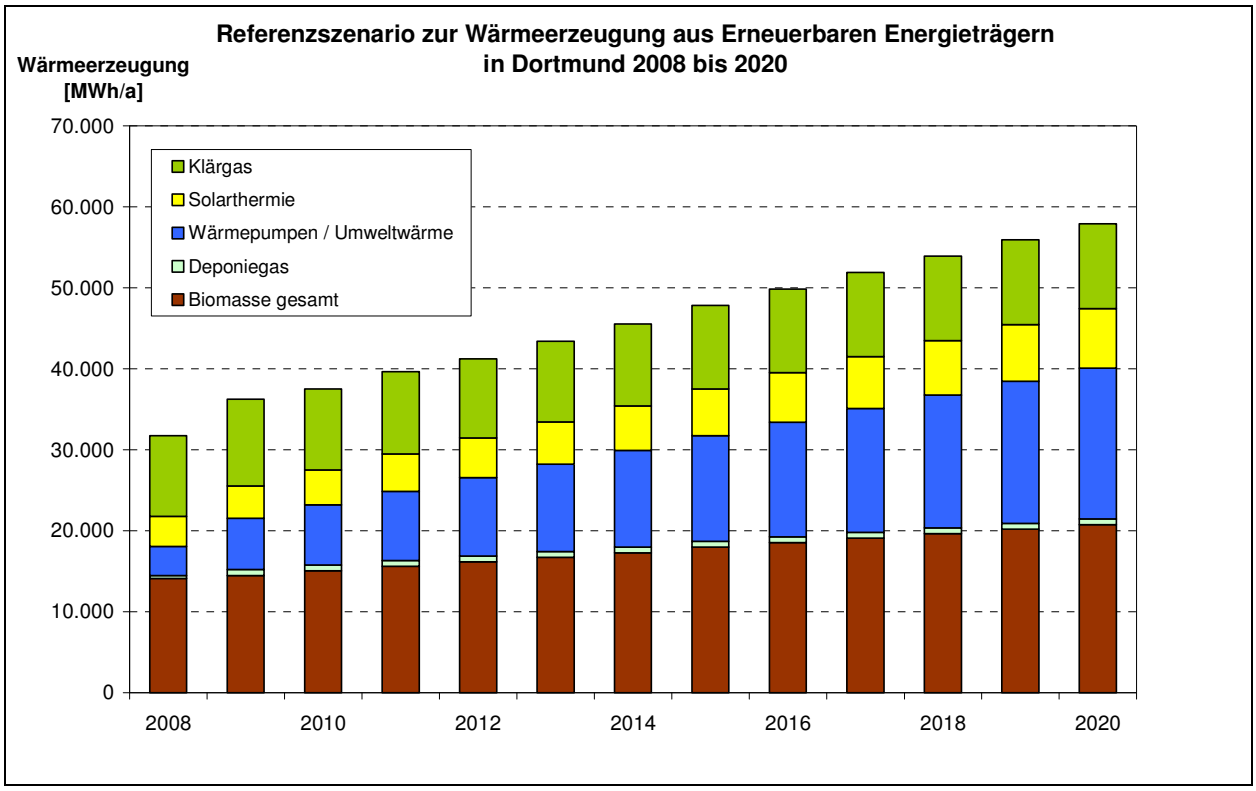


Abbildung 35: Referenzszenario zur Entwicklung der regenerativen Wärmeerzeugung bis 2020

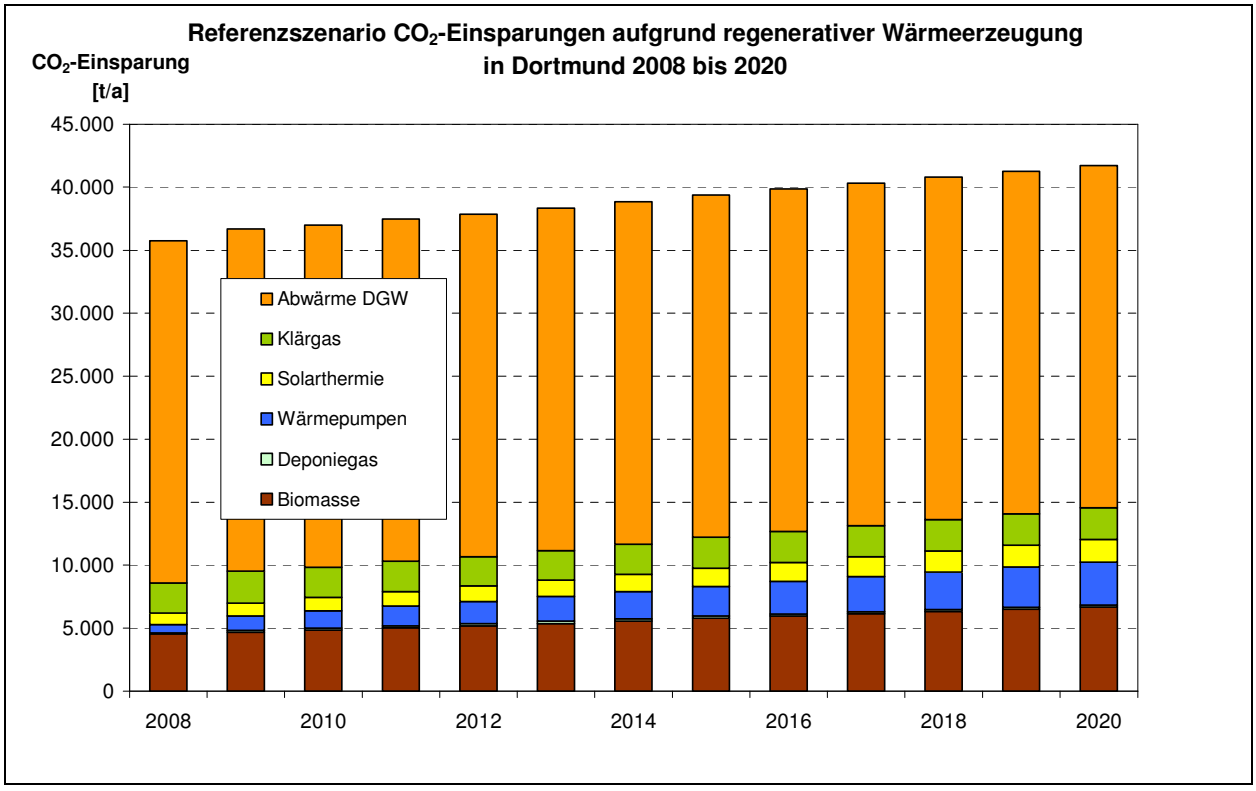


Abbildung 36: Referenzszenario zur Entwicklung der CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Wärmeerzeugung bis 2020

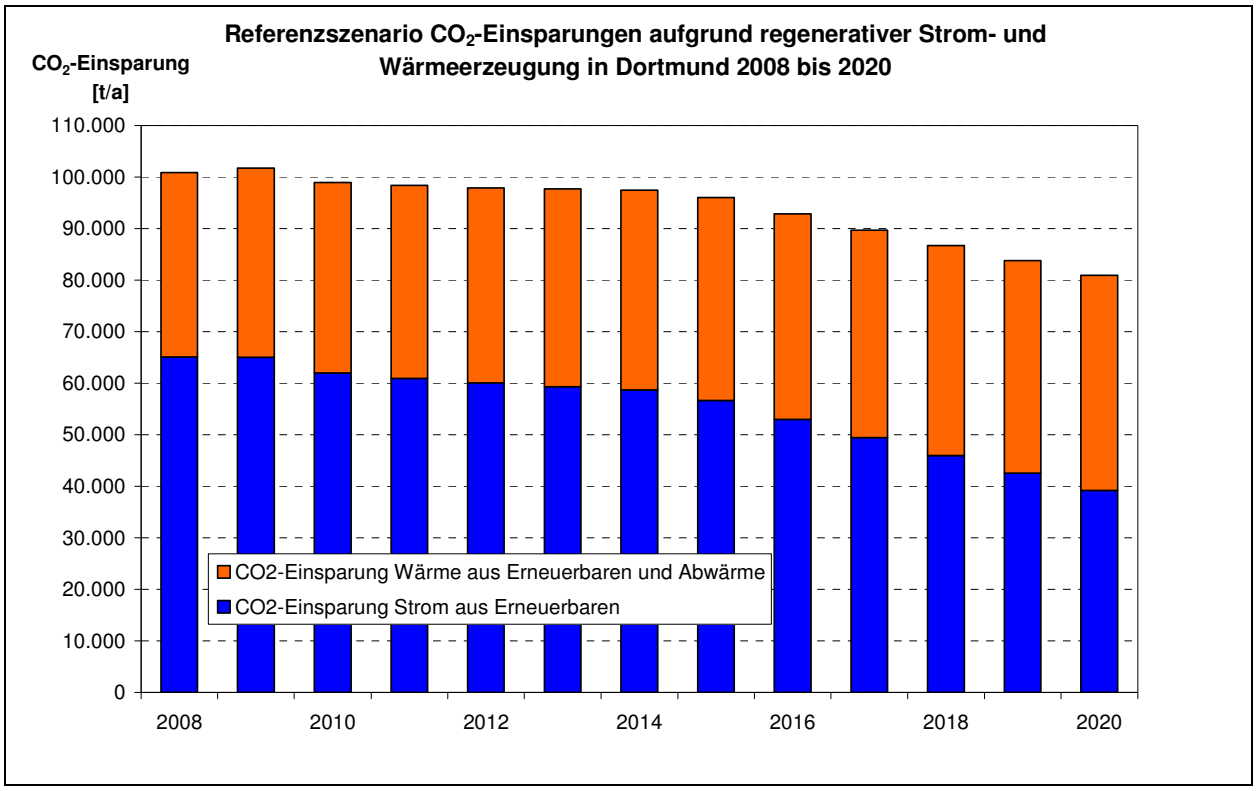


Abbildung 37: Referenzszenario zur Entwicklung der gesamten CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Strom- und Wärmeerzeugung bis 2020

Bezüglich der Anteile der Erneuerbaren Energieträger am Strommarkt bzw. am Wärmemarkt ergeben sich für das Referenzszenario die in Abbildung 38 bzw. Abbildung 39 gezeigten Situationen:

- Der Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern am gesamten Stromabsatz in Dortmund wird aufgrund des Rückgangs bei der Stromerzeugung aus Deponiegas und Grubengas von heute 5,2% auf 4,1% zurückgehen. Die von der Politik verfolgte Ausweitung der regenerativen Stromerzeugung auf 33% bis 2020 wird für die lokale Stromerzeugung in Dortmund ohne weitere massive Anstrengungen nicht erreicht werden.

- Der Anteil der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern am gesamten Wärmemarkt in Dortmund wird aufgrund der Steigerungen im Bereich Biomassenutzung, Umweltwärme (Wärmepumpen) und Solarthermie von heute 0,6% (bzw. 2,4% mit Abwärme DGW) geringfügig auf 1,0% (bzw. 2,7% mit Abwärme DGW) steigen. Die von der Politik verfolgte Ausweitung der regenerativen Wärmeerzeugung auf 14% bis 2020 wird für die lokale Wärmeerzeugung in Dortmund ohne weitere massive Anstrengungen nicht erreicht werden.

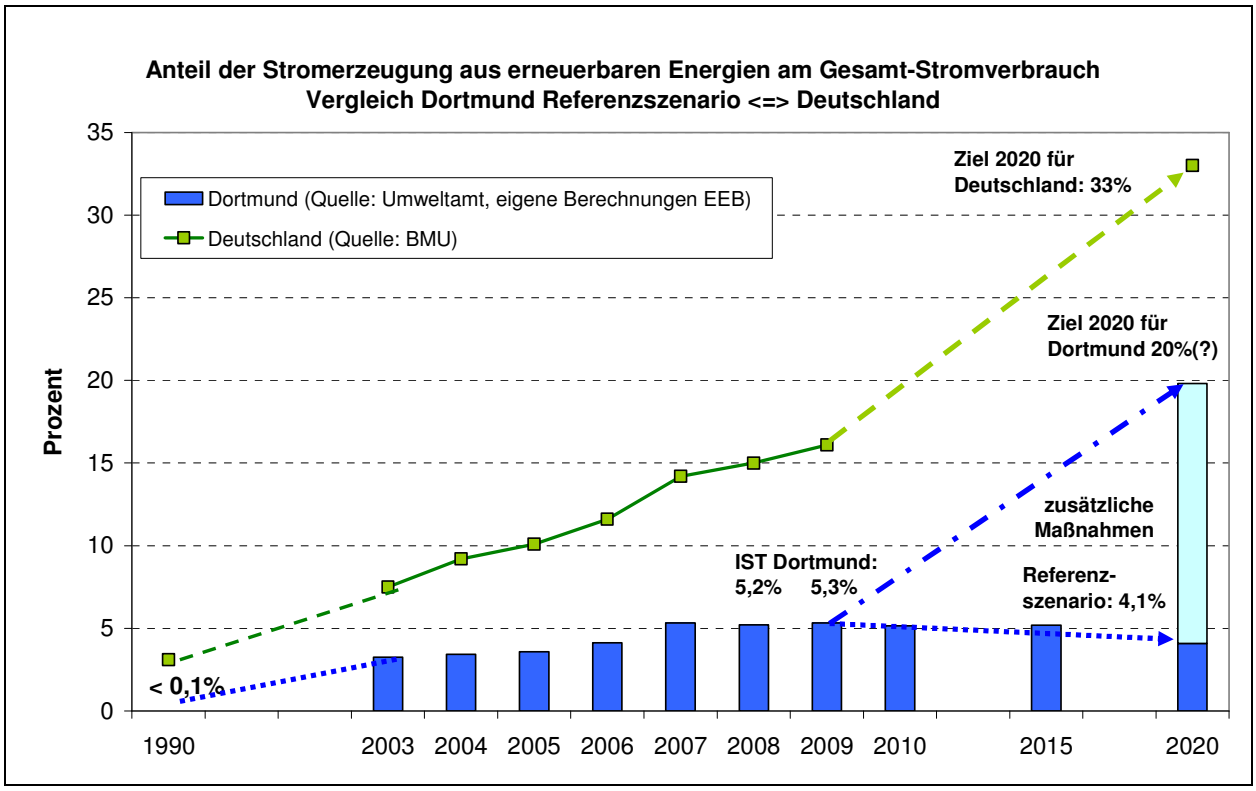


Abbildung 38: Referenzszenario – Entwicklung des Anteils der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bis 2020

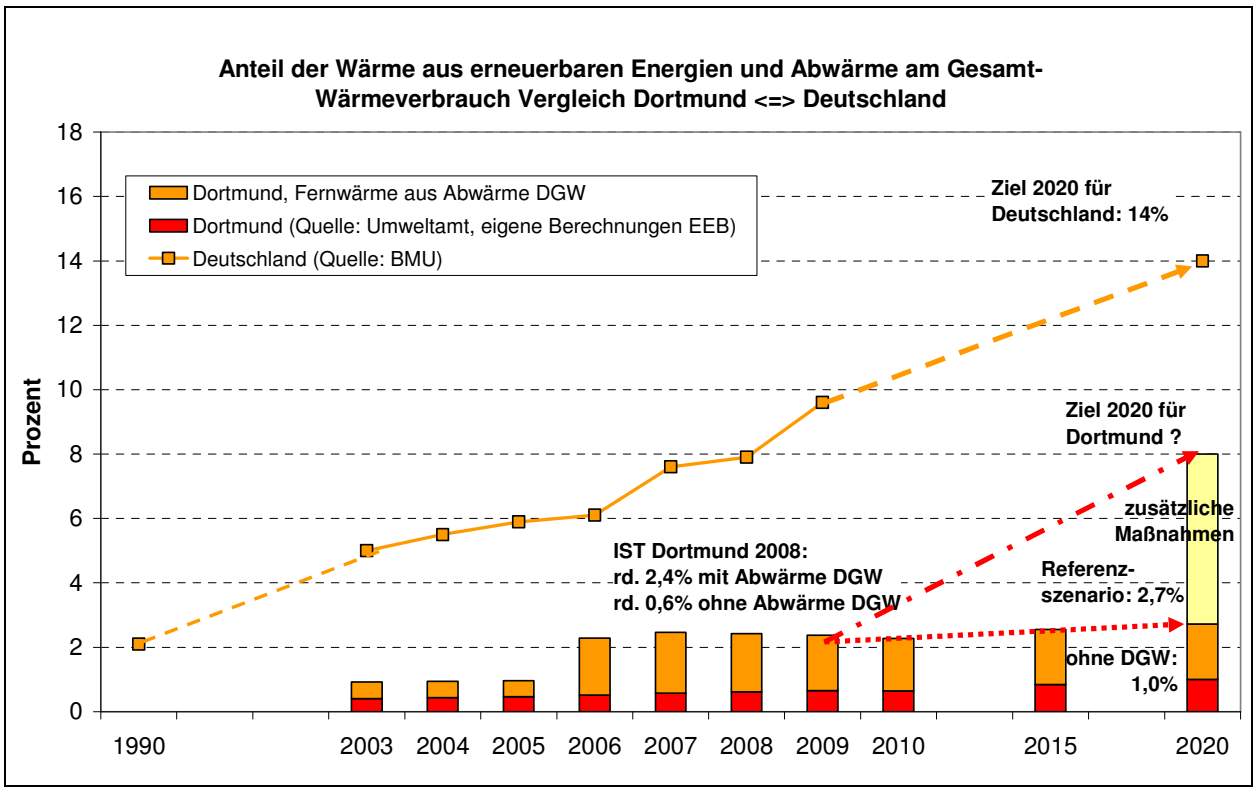


Abbildung 39: Referenzszenario – Entwicklung des Anteils der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bis 2020

3.5 Entwicklung des Strom-Mix bis 2020

Die Prognose der Entwicklung des Strom-Mix bis 2020 wird – ausgehend von den für 2007und 2008 gemäß EcoRegion vorliegenden Anteilen der Energieträger – abgeleitet durch Übertragung der Ansätze der EWI/Prognos-Studie 2007 [16] gemäß dem Szenario KV (ohne verlängerte Laufzeiten der Kernkraftwerke).

Die resultierenden spezifischen CO_2-Emissionen des Strommix bis 2020 sind in Abbildung **37** dargestellt. Danach ergibt sich ein deutlicher Rückgang der spezifischen CO_2-Emissionen von 570 g/kWh in 2008 bis auf 514 g/kWh in 2020. Dieser Rückgang wirkt sich positiv auf die durch den Stromeinsatz in Dortmund verursachten CO_2-Emissionen aus. Andererseits bewirkt er aber auch, dass die CO_2-Gutschriften für die Stromerzeugung in Dortmund auf Basis erneuerbarer Energieträger und aus KWK-Anlagen im Zeitverlauf sukzessive geringer wird. Dieser Effekt wird in der Ermittlung der CO_2-Einsparungen der einzelnen Szenarien und Maßnahmen berücksichtigt.

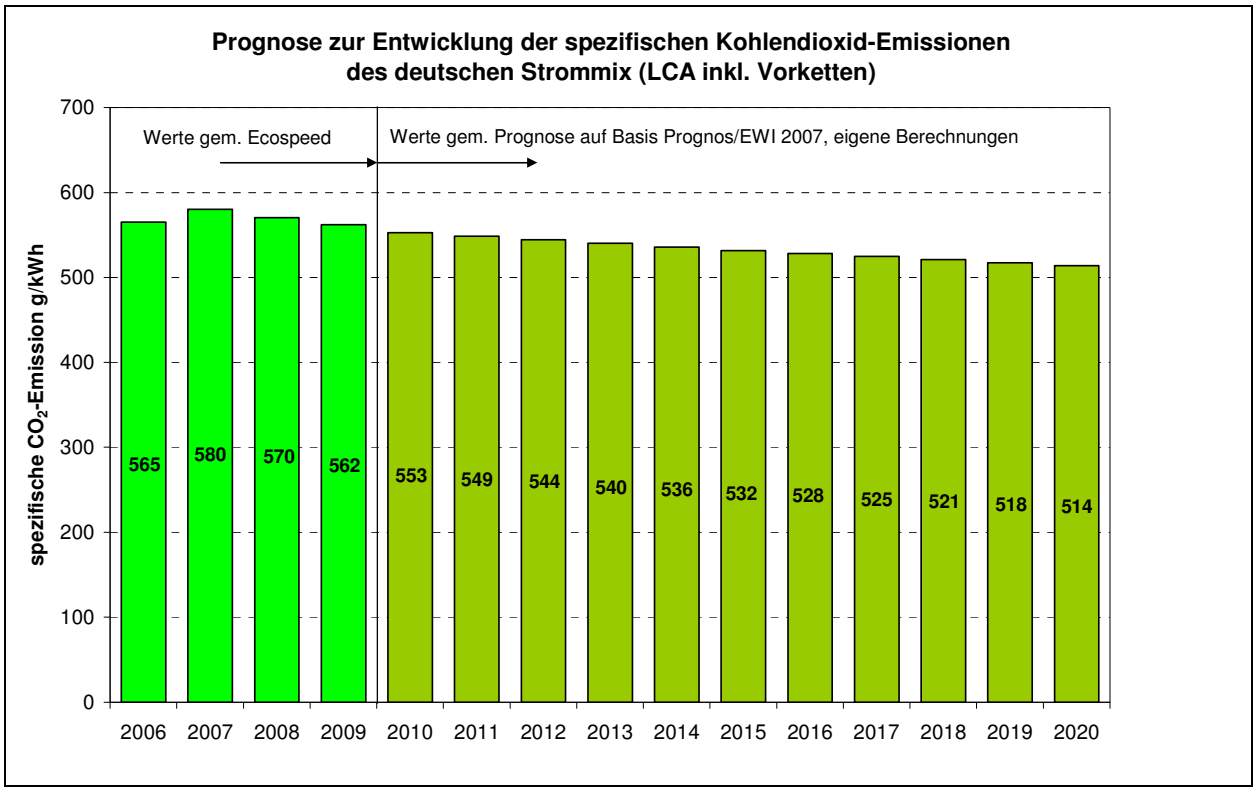


Abbildung 40: Prognose zur Entwicklung der spezifischen CO_2-Emissionen im deutschen Strommix bis 2020

4 Potenzialanalyse und Maßnahmen

In diesem Kapitel werden die Handlungsfelder und die sich daraus ergebenden Einzelmaßnahmen dargestellt und ihre Potenziale bewertet.

Die untersuchten Maßnahmen werden in die Bereiche

- Regenerative Energien,
- Wärmeversorgung, Abwärmenutzung und KWK
- Übergeordnete Maßnahmen

unterteilt.

Bereich	Lfd. Nr.	Maßnahmentitel
Regenerative	1	Ausbau PV
	2	Ausbau Solarthermie
	3	Windkraft-Repowering und Ausbau
	4	Klein-Windkraftanlagen auf Hausdächern
	5	Potenzialstudie Kleinwindkraftanlagen
	6	Holzhackschnitzel und Holzpellets
	7	Bioabfall-Vergärung
	8	Ausbau der oberflächennahen Geothermie
	9	Nutzung von Grubenwasser-Wärme
	10	Erdwärmekataster Dortmund
	11	Potenzialermittlung Tiefe Geothermie
	12	Hochwertiger Ökostrom für öffentliche Gebäude und Verkehrsmittel
	13	Ökogasangebot durch Gasversorger
Wärmeinfrastruktur und KWK	14	Potenziale der KWK
	15	Maßnahmen-Paket FW-Optimierung und -Ausbau
	15-1	Optimierung der Fernwärme-Erzeugung DEW21
	15-2	Maximierung der Abwärmenutzung in der Fernwärme
	15-3	Optimierung der FW-Netze DEW21
	15-4	Verdichtung der Fernwärme
	16	Nutzung Abwasserwärme
	17	Abwärmenutzung Industrie / transportable Systeme
	18	Abwärmenutzung Krematorium
Übergeordnet	19	Innovations- und Klimaschutzfonds
	20	Energie-Erlebnispark / Sonnenenergieforum

Tabelle 6: Übersicht und Nummerierung der Maßnahmen

Die Maßnahmen beinhalten sowohl konkret beschriebene Maßnahmen, die von einzelnen Akteuren (Stadt Dortmund, Städtische Beteiligungsgesellschaften oder Dritte) umgesetzt werden können als auch damit verbundene Studien. Die Maßnahmen werden mit Ihrem Minderungspotenzial im Klimaschutz-Szenario soweit wie möglich konkret bewertet. In vielen Fällen sind die Gestaltungsmöglichkeiten der Stadt Dortmund allerdings gering und somit sind nur indirekte Umsetzungen möglich. Die möglichen Maßnahmen im Bereich Abwärmenutzung wurden auch in einem Workshop zum Thema Abwärmenutzung mit Akteuren aus Dortmund diskutiert und bewertet.

In Tabelle 7 sind die Maßnahmen mit ihren Akteuren und Umsetzungshebeln zusammengestellt. Insgesamt zehn Maßnahmen wurden nach Vorliegen der damit verbundenen Potenziale und in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt in den Gesamt-Maßnahmenkatalog des Klimaschutzprogramms aufgenommen. Diese Maßnahmen sind in der Tabelle 7 markiert und in der zweiten Spalte ist die Nummer der Maßnahmen gemäß der Nomenklatur des Gesamtkataloges aufgeführt.

			TOP50	Akteure							Umsetzungshebel der Stadt Dortmund					
			Nr. EE/EV im TOP50-Katalog	Stadt Dortmund	Energieversorger	Handwerk	Handel und Gewerbe	Alle Bürger	Wohnungswirtschaft	Sonstige	Direktinvestition	Contracting / PPP	Investitionsförderung	Ordnungsrecht / Bplan	DLZE	Sonstige
Regenerative Energien	1	**Ausbau PV**	4	●	●	●	○	●	●	Eigentümer, Banken	○	○	○	●	●	Bereitstellung Dachflächen
	2	**Ausbau der Solarthermie**	5	●	●	●		●	●	Eigentümer, Banken	●	○	○	○	●	
	3	**Windkraft (Repowering)**	6	○	●			○	○					○		
	4	Klein-Windkraftanlagen auf Hausdächern		○	●	●		○	○	Eigentümer, Banken	●		○	●	●	Bereitstellung Dachflächen
	5	Potenzialstudie Kleinwindkraftanlagen		●	○						○					
	6	**Holzhackschnitzel / Holzpellets**	7	●	●	●	○	●	●	Eigentümer, Schornsteinfeger	●	○	○	○	○	
	7	Bioabfall-Vergärung		○	○						○					
	8	Oberflächennahe Geothermie		●	●	●	○	●	●	Eigentümer, Banken	●			○	○	
	9	Grubenwasser-Wärme		○	●	○	○		○	Eigentümer, Banken				○	○	
	10	Erdwärmekataster Dortmund		●	○			○	○					○	○	
	11	Potenzialermittlung Tiefe Geothermie		●	●	○	○		○		●					
	12	**Ökostrom für öffentliche Gebäude und Stadtbahn**	8	●	●						○					
	13	Ökogasangebot durch Gasversorger		○	●		●	●	○						○	
Verbesserung Wärmeinfrastruktur – KWK, Fernwärme	14	**Dezentrale KWK-Anlagen**	9	●	●	○	○	○	○	Eigentümer, Schornsteinfeger	●	●	○	○	●	nur Indirekt über Energieversorger
	15	**Maßnahmen-Paket FW-Optimierung und -Ausbau**	10	○	●			○	○		○					Stadt als Gesellschafter
	15-1	**Optimierung der FW-Erzeugung Do-Mitte**	10	○	●			○	○		○			○		Stadt als Gesellschafter
	15-2	**Max. Abwärmenutzung Fernwärme**	10	○	●			○	○		○			○		
	15-3	**Optimierung der FW-Netze DEW21**	10	○	●			○	○		○		○	○		Stadt als Gesellschafter
	15-4	**Verdichtung der Fernwärme**	10	○	●			○	○		○		○	○		Stadt als Gesellschafter
Verbesserung Wärmeinfrastruktur – Abwärme	16	Nutzung Abwasserwärme		●	●		○	○	○	Eigentümer, EGLV	●	●			○	
	17	**Abwärme Industrie / transportable Systeme**	11	●	○		○	○			○	○			○	Abwärmeatlas Koordination DLZE
	18	**Abwärmenutzung Krematorium**	12	●	○						●	○				
Übergreifende Maßnahmen	19	**Innovations- und Klimaschutzfonds**	13	●	●	○	○	○	○	Sponsoren, Kreditwirtschaft			●		○	nur Indirekt über Energieversorger
	20	Energie-Erlebnispark / Sonnenenergieforum		●	●	○	○	○	○	Sponsoren, Kreditwirtschaft	●				○	

● Hohe Relevanz: Entscheidender Akteur bzw. wesentlicher Umsetzungshebel
○ Mittlere Relevanz: Akteur mit Einflussmöglichkeit bzw. unterstützender Umsetzungshebel

Tabelle 7: Maßnahmenmatrix

4.1 Methodisches Vorgehen

Der Zeithorizont der Bewertung ist das Jahr 2020. Die Betrachtungen erfolgen grundsätzlich in jahresscharfer Auflösung. Durch sukzessive jährliche Maßnahmenumsetzungen ergeben sich Einsparungen, welche in der Summe im Jahr 2020 die Zielwerte für die CO_2-Einsparungen bilden. Dabei werden Veränderungen im Energiemix, z.B. durch einen steigenden Anteil regenerativer Energien und Änderungen im Kraftwerkspark gemäß dem Referenzszenario berücksichtigt (vgl. Abschnitt 3.5 Entwicklung des Strom-Mix bis 2020). Gleichzeitig fließen auch die aufgrund der allgemeinen Bedarfsprognosen der Szenarien erwarteten Einsparungen im Heizwärmebedarf bzw. im Strombedarf in die Ermittlung der jährlichen CO_2-Einsparungen ein.

Die CO_2-Minderungen werden aus der eingesparten Energie bzw. der regenerativ erzeugten Energie mit den in Tabelle 8 dokumentierten Emissionsfaktoren berechnet.

Emissionfaktoren in g/MWh (EcoRegion LCA inkl. Vorketten)	**2008**	2009	**2010**	2011	2012	2013	2014	**2015**	2016	2017	2018	2019	**2020**
Strom (Referenzszenario)	570,4	562,1	552,8	548,6	544,4	540,1	535,9	531,7	528,1	524,6	521,1	517,5	514,0
Heizöl EL	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2	320,2
Benzin	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4	302,4
Diesel	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6	291,6
Kerosin	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4	284,4
Erdgas	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7	227,7
Fernwärme	152,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Holz	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9	23,9
Kohle	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8	370,8
Umweltwärme	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8	163,8
Sonnenkollektoren	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2
Biogase	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8
Abfall	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0	250,0
Flüssiggas	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2	241,2
Pflanzenöl	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8	35,8
Biodiesel	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6	86,6
Braunkohle	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0	438,0
Steinkohle	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6	364,6
PV-Anlagen	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9	113,9
Windkraft	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5

Tabelle 8: Entwicklung der CO_2-Faktoren für Energieträger [17]

Für die Umsetzung der Maßnahmen wird i.d.R. unterstellt, dass sie ausgehend von einem Startjahr sukzessive linear bis zum Jahr 2020 erfolgt und die jährlichen CO_2-Einsparungen zunehmen (Maßnahmen mit flächendeckend umzusetzenden Potenzialen, z.B. Photovoltaik oder Solarthermie). Für Maßnahmen, die konkrete Anlagenvorhaben und –standorte betreffen, wird ab dem angesetzten Jahr der Umsetzung bzw. Inbetriebnahme und für die Folgejahre bis 2020 die volle CO_2-Minderung angesetzt (z.B. Nr. 3 Windkraft-Repowering oder Nr. 15-1 Optimierung Fernwärme-Erzeugung).

Unterschieden werden muss bei der Bewertung zwischen zwei Maßnahmenkategorien:

- Maßnahmen (oder Teilmaßnahmen), die direkt von der Stadt Dortmund umgesetzt werden können (Stadt ist Investor). Dies sind z.B. eigene KWK-Anlagen oder Solarkollektoren in kommunalen Gebäuden sowie Modellprojekte, die von der Kommune direkt durchgeführt werden (z.B. Erstellung eines Solarkatasters). Diese Maßnahmen binden direkt Sach- und Personalkosten.
- Maßnahmen, die von der Stadt durch Informationskampagnen und/oder Fördermittel und politische Beschlüsse unterstützt werden, deren direkte Umsetzung aber bei Dritten, auch kommunalen Gesellschaften, liegt (Stadt ist Multiplikator, aber nicht Investor). Dies sind z.B. Photovoltaik auf kommunalen und sonstigen Gebäuden (Investition durch Dritte), Umstellung von Ölheizungen auf Pellets in nicht kommunalen Gebäuden oder die Optimierung und der Ausbau der Fernwärme.

4.2 Workshop zur Abwärmenutzung

Im Rahmen des Teilprojektes wurde am 5.10.2010 ein Workshop mit 25 Akteuren (Stadt Dortmund, Ratsfraktionen, DEW21, Industrie, Gewerbe) zum Thema Abwärmenutzung durchgeführt.

Die Nutzung von Abwärme aus Industrie- und Gewerbebetrieben zur Beheizung von Gebäuden ist in Dortmund seit Jahrzehnten etabliert. Bis zur Mitte der 1990er Jahre wurde Abwärme aus dem Warmwalzwerk der Hoesch AG für die Fernwärme-Versorgung der Dortmunder Innenstadt eingesetzt. Seit 1994 wird Abwärme von den Deutschen Gasrußwerken für die Fernwärmeversorgung genutzt. In 2006 wurde diese Nutzung ausgebaut und die Fernwärmeversorgung in Dortmund Scharnhorst über eine 9 km lange Transportleitung angebunden. Seit 2009 läuft ein Pilotprojekt zur Nutzung der Abwärme eines Deponiegas-BHKWs am Standort Grevel mittels transportabler Latentwärmespeicher.

Die Bestandsaufnahme im Rahmen des Handlungsprogramms Klimaschutz hat gezeigt, dass es in Dortmund eine Vielzahl weiterer bisher nicht vollständig genutzter Abwärmequellen gibt, deren Erschließung eine spürbare CO_2-Entlastung ermöglichen würde. Darüber hinaus bietet sich grundsätzlich die im Abwasser enthaltene Wärme für eine Energierückgewinnung und Nutzung im Wärmemarkt an.

Ziel des Workshops war es daher, die Abwärmequellen und deren mögliche Nutzung im Dortmunder Wärmemarkt mit ihren Potenzialen, Chancen und Hemmnissen auf der Angebots- und der Nachfrageseite herauszuarbeiten. Hierzu wurden ein offener Erfahrungsaustausch und eine Projekt-Ideensammlung aller beteiligten Akteure durchgeführt. An konkreten Beispielen wurde aufgezeigt und diskutiert, für welche Standorte und Techniken eine Umsetzung der Abwärmenutzung ökologisch und wirtschaftlich erfolgversprechend sein kann.

Es wurden folgende Aspekte der Abwärmenutzung diskutiert:

Thema Wärmequellen:

- Überlegung zur Verstromung der Abwärme aus Industrie und Deponiegas-BHKW via ORC (Organic Rankine Cycle). Problematisch ist trotz z.T. hoher Abgastemperaturen die Wirtschaftlichkeit, da die Verstromung von Abwärme - anders als im Bereich erneuerbarer Energieträger - nicht gefördert wird.
- Überlegung zur Kälteerzeugung aus Abwärme (Absorptionskälte). Auch hier gibt es die Problematik der Wirtschaftlichkeit, bedingt durch die nur geringe Energiekosteneinsparung gegenüber Kompressionskälte bei gleichzeitig erheblich höheren Investitionskosten für die Absorptionskältemaschinen.
- Einige konkrete Maßnahmen zur internen Abwärmenutzung auf dem eigenen Werksgelände sind von den beteiligten Industrieunternehmen vorgesehen.

Thema Wärmetransport / Verteilung

- Grundsätzlich gibt es große Potenziale zum Einsatz der Latentwärmespeicher der Firma LaTherm zum Wärmetransport über das Pilotprojekt in Brackel hinaus, aber in der Praxis auch Hemmnisse. Nach dem Workshop will das Unternehmen LaTherm die Vertriebsaktivitäten in Dortmund intensivieren und möglichst weitere Quellen und Senken verknüpfen.

- In Teilbereichen (z.B. Umfeld HSP Spundwand/Rheinische Straße, Europaschule) ist auch eine leitungsgebundene Abwärmenutzung und Versorgung Dritter denkbar.

Thema Wärmesenken / Abnehmer

- Vorschläge über eine graphisch basierte Darstellung von Wärmequellen und Wärmeabnehmern in Dortmund („Abwärmekataster“), dies wurde von den Teilnehmern einhellig für sinnvoll gehalten.
- Abwärmenutzungspotenziale schon während der Stadtplanung einbeziehen mit Hilfe eines Abwärmekatasters. Zusammenarbeit mit Wohnbaugesellschaften bei Sanierungsvorhaben intensivieren.
- Möglichkeiten der Warmwasservorwärmung über Niedertemperaturabwärme von ca. 10°C auf 25°C in Betracht ziehen
- Möglichst Ausbau und Verdichtung der Fernwärmenutzung, um die bereits nutzbaren Abwärmepotenziale der DGW in Verbindung mit dem Fernwärmenetz auszubauen

Zum Thema Chancen zukünftiger bzw. bestehender Objekte

- Im Umfeld der Rheinischen Straße im Rahmen der Immobilienentwicklung kommt ggf. eine Versorgung über Abwärme der nahegelegene HSP Hoesch Spundwand und Profil GmbH in Betracht. Dies sollte in die Überlegungen zur Wärmeversorgung im Rahmen der weiteren städtebaulichen Entwicklung des Areals berücksichtigt werden.
- Frühzeitige Berücksichtigung von Abwärme (auch Abwasserwärmenutzung) bei Sanierungsprojekten und Umbauten
- Nutzung und Einführung eines Datenpools im Dortmunder Dienstleistungszentrum Energieeffizienz.
- Ausbau der Kommunikation zwischen den Akteuren (z.B. Industriebetriebe mit Abwärmepotenzialen, Stadtplanung, Immobiliengesellschaften und DEW21)

Folgende Hemmnisse und Probleme wurden von einigen Teilnehmern angesprochen:

- Es fehlt an zentralen Ansprechpartnern und Mittlern, die Abnehmer und Erzeuger zusammenführen, dies gilt speziell für KMU.
- Schwierigkeiten bei der Antragsstellung für Fördermittel. Auch hier ist der Einsatz von Mittlern/Beratern sinnvoll, z.B. über das DLZE
- Die Akzeptanz für Fernwärme ist in der Bevölkerung noch vergleichsweise gering.
- Vernetzung von Abnehmern, Erzeugern und z.B. Immobilienbaugesellschaften ist von Vorteil!

Diese Aspekte werden aufgenommen und in den Maßnahmen weiter präzisiert. Ein Aspekt ist die Erstberatung im Rahmen des geplanten Dienstleistungszentrums Energieeffizienz DLZE (sowohl von potenziellen Nutzern wie Wohnbaugesellschaften und Investoren als auch von Industriebetrieben) sowie die Weiterentwicklung der vorhandenen Datenbasis zu einem Wärmekataster.

4.3 Bewertungsschema der Maßnahmen

Für alle Maßnahmen wurden Tabellen mit einer Kurzbeschreibung und einer Bewertung erstellt. Alle Maßnahmen werden innerhalb der Tabellen mittels eines standardisierten Bewertungsschemas mit 8 Kriterien sowie einer textlichen Beschreibung bewertet.

Eine überschlägige Bewertung wird auf Basis der Einschätzung des Gutachters festgelegt. Diese Bewertung erfolgt jeweils in Relation zu den anderen Maßnahmen des Handlungsfeldes und beruht auf der Einschätzung der Gutachter. Von einer absoluten Quantifizierung wird in der Darstellung abgesehen. Wo möglich und sinnvoll, wird direkt im Klimaprofil der Maßnahme eine Konkretisierung der Gesamtkosten oder der CO_2-Emissionsminderungswirkung vorgenommen.

Ein „Ranking“ der Maßnahmen nach betriebswirtschaftlichen Kriterien wird nicht durchgeführt. Es werden jedoch einzelne Maßnahmen als Gutachterempfehlung gekennzeichnet und in eine „Top Ten“ der Maßnahmen innerhalb dieser Untersuchung bzw. in den Gesamtmaßnahmenkatalog des Handlungsprogramms Klimaschutz 2020 aufgenommen [17]. Neben der fortlaufenden Nummerierung im Rahmen dieser Untersuchung enthalten die Tabellen für diese zehn Maßnahmen die Nummerierung gemäß der im Handlungsprogramm verwendeten Nomenklatur („EE/EV 3“ bis „EE/EV 13“).

- **Wirkung (CO_2)**

Die Energie- und darauf aufbauend die CO_2-Minderungspotenziale werden auf Basis der vorgeschlagenen Maßnahme abgeschätzt. Viele der Maßnahmen bieten dabei einzeln kein großes Wirkungspotenzial, jedoch bilden sie den Ausgangspunkt für entsprechend wirkungsvollere Folgemaßnahmen und -investitionen. Von einer Quantifizierung dieser indirekten Wirkung bzw. eines angenommenen Wirkungspotenzials der Maßnahme wird abgesehen. Dies betrifft z.B. die Maßnahmen 10 (Erdwärmekataster) oder 19 (Innovations- und Klimaschutzfonds), die beide direkt kein CO_2 einsparen, aber Folgeprojekte auslösen (sollen).

Die Bewertung des CO_2-Minderungspotenzials einer Maßnahme erfolgt unter heutigem Kenntnisstand sowie Rahmenfaktoren. Aufgrund der politischen Zielsetzungen sowie der zentralen Ausrichtung auf den Klimaschutzeffekt werden Maßnahmen mit hoher Einsparwirkung entsprechend hoch bewertet. Die Einteilung in die Abstufungen der Bewertungskriterien erfolgt in Relation zur Wirkung aller Maßnahmen im gesamten Handlungsfeld Energie bzw. Mobilität. Dabei wurden folgenden Grenzen für die Bewertung festgelegt:

CO_2-Wirkung		Bewertung
Anteil an Gesamtwirkung	Jährliche Einsparung	
bis 0,1%	0-205 t CO_2/a	sehr gering
0,1% bis 0,3%	205-615 t CO_2/a	gering
0,3% bis 1,0%	615-2.050 t CO_2/a	mittel
1,0% bis 3,0%	2.050-6.150 t CO_2/a	hoch
> 3%	> 6.150 t CO_2/a	sehr hoch

Tabelle 9: Bewertungsmassstab CO_2-Einsparung

- **Regionale Wertschöpfung**

Unter diesem Punkt wird die potenzielle positive Wirkung auf die regionale Wertschöpfung der Kommune betrachtet. Dieses Kriterium ist insbesondere aussagekräftig in Bezug auf lokal erzeugte Geldströme, welche den ortsansässigen Akteuren zugute kommen. Investitionen im Klimaschutzbereich sind hierbei besonders ergiebig, wenn die Umsetzung der Maßnahme mit lokalen Akteuren (z.B. Handwerksunternehmen) durchgeführt wird und die Mittel so nicht in andere Regionen abfließen.

Entsprechend erhalten Maßnahmen mit hohem Anteil lokal erzeugter Geldströme bzw. der Beteiligung lokaler Akteure eine entsprechend hohe Bewertung.

Die Bewertung ist bzgl. der Einzelmaßnahmen zunächst eine qualitative Abschätzung, da eine quantitative Analyse der regionalen, d.h. im Stadtgebiet Dortmunds stattfindenden Wertschöpfung inkl. der indirekten Effekte (Mehr-/Mindereinnahmen Gewerbesteuer, Geändertes Konsumverhalten, Budgeteffekte) methodisch schwierig umzusetzen ist. Eine quantitative Gesamtabschätzung der regionalen Wertschöpfung erfolgt in Abschnitt 4.8.

- **Sachkosten**

Unter diesem Kriterium werden die Kosten der Maßnahme für die Stadt in Euro abgeschätzt. Die Kostenangaben beziehen sich dabei auf die von der umsetzenden Kommune aufzubringenden Investitionen und Folgekosten und nicht auf die Kosten etwaiger weiterer Akteure, sofern deren Mitarbeit Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahme ist.

Aufgrund der aktuellen Haushaltslage vieler Kommunen werden hierbei finanziell günstig zu realisierende Maßnahmen entsprechend hoch bewertet.

- **Personalaufwand**

Mit dem Kriterium des Personalaufwandes wird der Zeitaufwand einer Maßnahme in Personenarbeitstagen abgebildet. Analog zum Kostenkriterium beziehen sich hierbei die Zeitangaben auf die von der umsetzenden Kommune aufzubringende Arbeitszeit von Verwaltungsmitarbeitern und nicht auf die Gesamtarbeitszeit etwaiger weiterer Akteure.

Eine Maßnahme mit geringem Personalaufwand wird analog zum Kostenkriterium entsprechend hoch bewertet. Die Bewertungseinteilung erfolgt auch hier über die angesetzten Personentage über die Gesamtlaufzeit einer Maßnahme.

- **Kosten-Nutzen-Relation**

In die Bewertung fließt die Relation zwischen Investitionskosten und eingesparter CO_2-Emission ein. Bei denjenigen Maßnahmen, bei denen die CO_2-Einsparung und die Gesamtkosten quantifiziert wurden, kann das Verhältnis entsprechend konkret ermittelt werden. Die entwickelten Kennzahlen werden jedoch nicht nach einem festen Bewertungsschema zur Prioritätenbildung herangezogen. Dennoch erhalten Maßnahmen, bei denen ein gutes Kosten-Nutzen-Verhältnis gesehen wird eine entsprechend hohe Bewertung.

- **Kooperationsaufwand**

Dieses Kriterium betrachtet, mit wie vielen bzw. welchen Akteuren die Stadt voraussichtlich im Rahmen der Umsetzung einer Maßnahme in Kontakt treten bzw. eine Kooperation eingehen muss/sollte. Für die mittelfristige Perspektive der Maßnahme sowie ggf. die Aufteilung von Ver-

antwortung für einzelne Bereiche ist die Akteursbeteilung jenseits des Stadtkonzerns/der kommunalen Verwaltung von zentraler Bedeutung.

Maßnahmen mit geringer Akteursbeteiligung, wie zum Beispiel alle Maßnahmen, die direkt von der Stadt umgesetzt werden können, erhalten eine hohe Bewertung, da diese Maßnahmen aus Sicht der Stadt einen geringeren Koordinationsaufwand. Nichtsdestotrotz ist es für die Maßnahmen entscheidend, dass alle entsprechend relevanten Akteure beachtet und ggf. eingebunden werden, auch wenn dies zunächst einen Mehraufwand bedeutet.

Ein hoher Kooperationsaufwand ist daher nicht per se negativ, da bei einer größeren Zahl von Akteuren die Maßnahme auch eine breitere Basis und mehr Multiplikatoren erhält. Beispiele sind zum Beispiel die Maßnahme 19 „Innovations- und Klimaschutzfonds“ oder die Maßnahme 17 „Abwärmenutzung Industrie“, die durch ihren höheren Kooperationsgrad viele Beteiligte einbinden.

- **Impuls**

Das Kriterium des zeitlichen Impulses betrachtet den Zeitpunkt des möglichen Anstoßes der Maßnahme sowie den derzeit eingeschätzten Zeithorizont der Maßnahmenumsetzung bzw. -fortführung (jeweils in Klammern gesetzt).

Besonders positiv werden hierbei kurzfristig anzustoßende Maßnahmen bewertet, wie zum Beispiel Ausbau von KWK und Solarenergie oder die Umstellung des Eigenstrombedarfs auf ein hochwertiges Ökostromprodukt.

- **Authentizität**

Im Rahmen der Bewertung der Authentizität einer Maßnahme wird betrachtet, inwiefern diese besonders gut zur umsetzenden Kommune passt. Der überwiegende Teil der Maßnahmen sticht hierbei nicht besonders hervor, jedoch gibt es einige Maßnahmen, deren Umsetzung jedoch aufgrund der lokalen Bedingungen in Dortmund trotzdem sehr sinnvoll ist oder die ein besonderes stadttypisches Charakteristikum aufweisen.

Beispiele sind zum Beispiel die Maßnahmen die Nutzung von Grubenwasser-Wärme (Maßnahme 9) oder die optimierte Abwärmenutzung (Maßnahmen 15-2, 17 und 18) aufgrund der in Dortmund zahlreich vorhandenen Abwärmequellen.

Ebenfalls positiv bewertet wird, wenn eine Maßnahme eine große übergeordnete Wirkung entfalten oder die Grundlage für zentrale weitere Klimaschutzmaßnahmen bilden kann, wie zum Beispiel die öffentlichkeitswirksamen Maßnahmen 19 und 20.

- **Verknüpfung zum DLZE**

Hier wird bewertet, welchen Stellenwert das Dienstleistungszentrum Energieeffizienz für die Umsetzung der Maßnahmen und als Beratungsstelle hat. Maßnahmen, die im Wesentlichen durch Dritte (z.B. DEW21 für die Fernwärmemaßnahmen) oder die Stadt selbst (5 „Potenzialstudie Kleinwindkraftanlagen“ oder „18 Abwärmenutzung Krematorium“) durchgeführt werden, bekommen eine niedrige Bewertung und umgekehrt.

4.4 Maßnahmen im Bereich Regenerative Energieträger

4.4.1 Ausbau der Photovoltaik (TOP 10)

Im Bereich der Photovoltaik gibt es durch das EEG bereits eine umfangreiche Förderung, die vor allem in den Jahren 2009 und 2010 (1. HJ) einen massiven Boom beim Neuanlagenbau ausgelöst hat. So sind in Deutschland 2009 knapp 3 GW Neuanlagen installiert worden in 2010 voraussichtlich rund 5 GW.

Auch in Dortmund gibt bereits zahlreiche Anlagen, auch auf vielen öffentlichen Dachflächen (Solarpool). Die mit PV-Modulen belegte (Dach-)Fläche liegt heute bei rd. 110.000 m² und damit rd. zehnmal so hoch wie die Fläche der thermischen Solaranlagen (vgl. Abschnitt 2.3.1).

Die Nutzung der öffentlichen Flächen wird fortgeführt und im Referenzszenario berücksichtigt, so dass hier keine zusätzlichen Potenziale bestehen. Neben den bisher erschlossenen größeren Liegenschaften, vor allem Schulen, gibt es auch noch viele kleinere Objekte (siehe Abbildung).

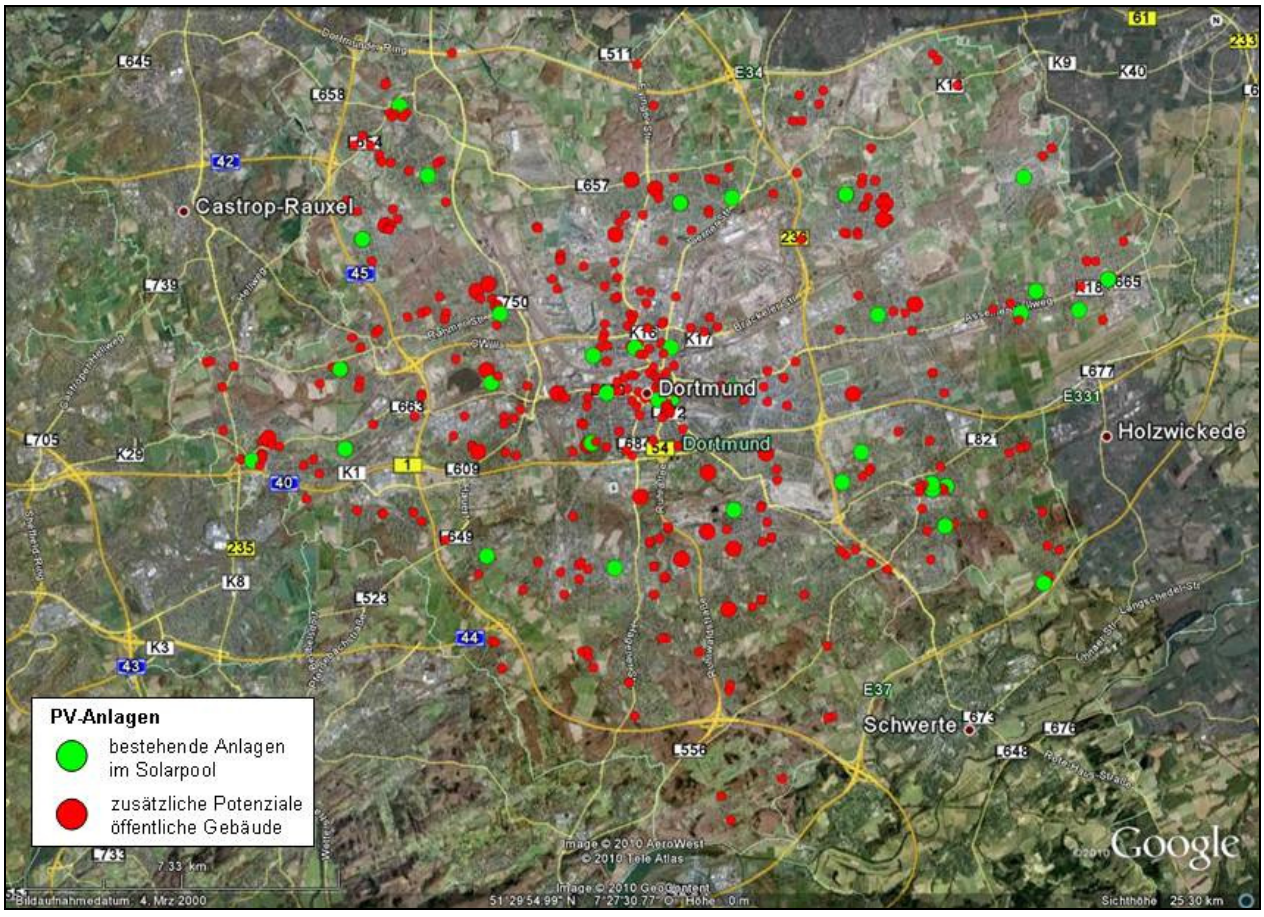


Abbildung 41: Bestehende PV-Anlagen im Solarpool (grün, Stand 2009) und weitere mögliche Dachflächen städtischer Liegenschaften

Aus der Wohngebäudestatistik lässt sich die bebaute Grundfläche und unter Vernachlässigung der Dachneigung die Dachfläche der Wohngebäude konservativ auf rd. 7,5 Mio. m² abschätzen,

hinzu kommen noch Gewerbegebäude. Diese Dachfläche steht allerdings nicht vollständig zur Verfügung (Ausrichtung, Neigung, Statik, Dachaufbauten). Das Zubaupotenzial im Bereich privater Gebäude und bei Gewerbebauten mit einem zur Verfügung stehenden Dachflächenpotenzial von rund 1,5 Mio. qm ist noch sehr hoch in Relation zu den vorhandenen Anlagenflächen und wird mit einem Einsparbeitrag von rund 3.900 t CO_2/a (mit dem heutigen CO_2-Faktor des Stroms) bzw. 3.450 t CO_2/a (mit dem CO_2-Faktor in 2020) bei 20%iger Ausschöpfung bis 2020 berücksichtigt.

Ein zusätzliches Potenzial ergibt sich aus den in Dortmund zahlreich vorhandenen Brachflächen. Auf Brachflächen der RAG wird die theoretisch nutzbare Modulfläche mit 45 ha abgeschätzt, hinzu kommen auf der Deponie Grevel noch weitere nutzbare Flächen mit rund 16 ha im dortigen Altgebiet (vgl. Abbildung 42).

Im Klimaschutzszenario wird eine Nutzung von 50% (RAG-Flächen) bzw. 100% (Deponie Grevel) dieser Flächen unterstellt, was eine CO_2- Minderung von rund 5.300 t/a (mit heutigem CO_2-Faktor) bzw. 4.600 t/a (mit CO_2-Faktor 2020) bedeutet. Die Gesamtausschöpfung dieses Potenzials wäre mit Investitionen für die Modulinstallation von rund 57 Mio. EUR verbunden.

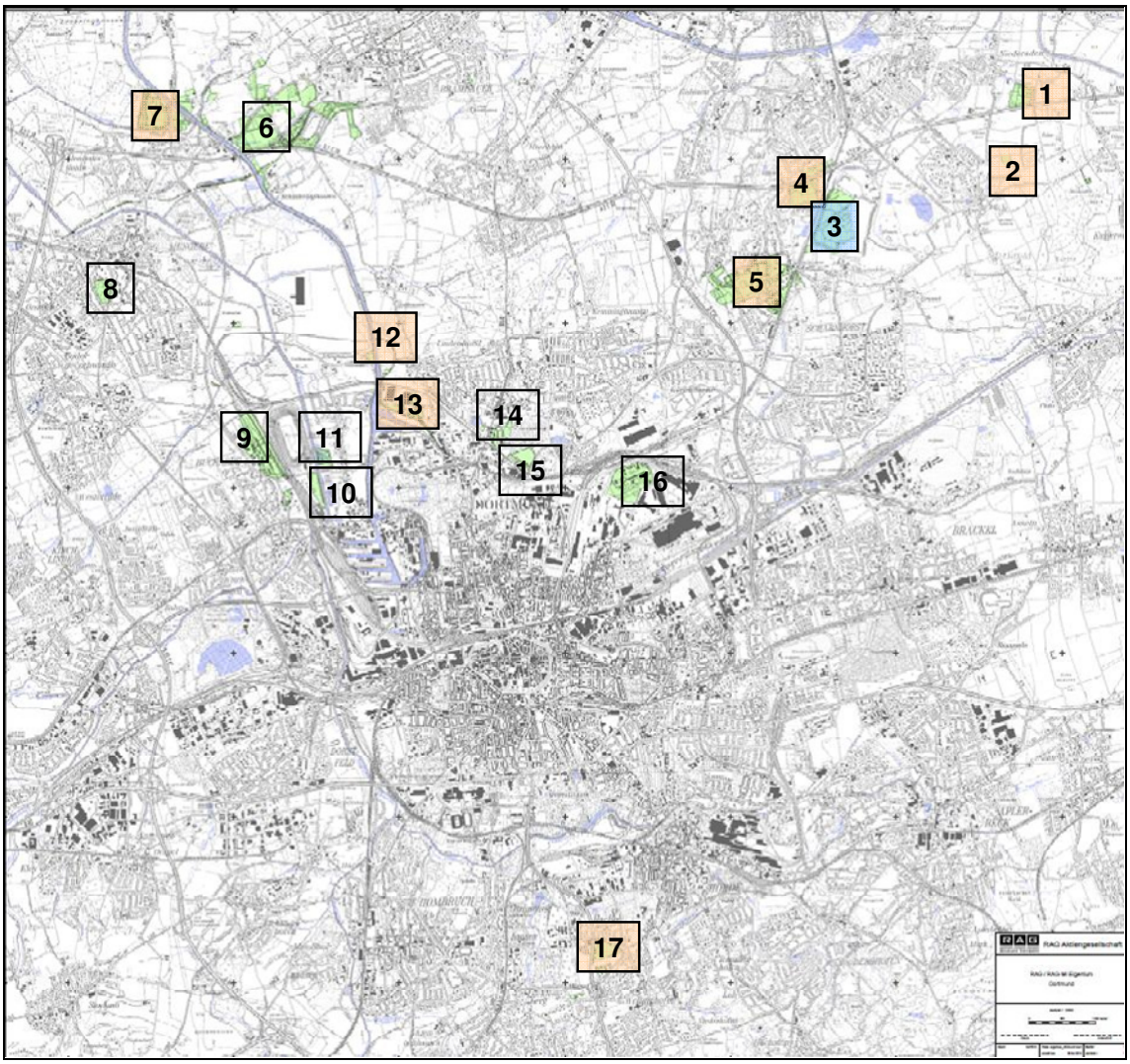


Abbildung 42: Mögliche Flächen für Freiflächen-PV der RAG (Orange) und der Deponie Grevel (blau) (Quelle Lageplan: RAG; Kennzeichnung Potenziale: EEB Enerko)

4.4.1.1 Solardachkataster

Ein Solardachkataster dient der Potenzialermittlung für die Nutzung von Dachflächen bestehender Gebäude mittels solarthermischer Anlagen bzw. Photovoltaikanlagen. In der Regel werden als Ergebnisse gebäudescharf die installierbare Anlagenfläche und über die solare Einstrahlung unter Berücksichtigung der Dachneigung und -ausrichtung die möglichen jährlichen Stromerträge bzw. Wärmeerträge ermittelt und auf einer z.B. durch die Stadtverwaltung betriebenen Internetplattform zur Verfügung gestellt.

Damit können interessierte Bürger und Investoren einfach und schnell die Eignung ihrer Immobilien für die Installation von PV- oder Solarkollektoranlagen hinsichtlich verfügbarer Fläche und Dachausrichtung prüfen.

Die Kosten für die Erstellung und Pflege eines Solardachkatasters für die Stadt Dortmund liegen nach den der Verwaltung vorliegenden Angeboten im Bereich von rund 30.000 EUR (brutto), da bereits umfangreiche Daten (Laserscandaten Stand 2009, 3D-Stadtmodelle) zur Verfügung stehen.

Die Ergebnisse eines Solardachkatasters sind zunächst rein theoretisch. Die Frage nach der grundsätzlichen technisch-wirtschaftlichen Eignung von Dachflächen zur Errichtung von Solaranlagen ist mit den Angaben zu verfügbaren Flächen und Erträgen nicht hinreichend beantwortet, es wird aber eine wichtige Hilfestellung vor allem für die Initialberatung geleistet.

Damit ist dies auch ein wichtiges Instrument für das DLZE.

Die Erstellung eines Solardachkatasters zur Umsetzung der Klimaschutzziele der Stadt Dortmund ist zwar kein ausreichendes Instrumentarium, aber eine unterstützende Maßnahme, die mit vergleichsweise geringen Kosten umgesetzt und öffentlichkeitswirksam dargestellt werden kann. Eine zeitnahe Umsetzung wird daher empfohlen.

Abbildung 43: Beispiel eines internetgestützten Solarkatasters (Quelle: Stadt Gelsenkirchen).

E 1 (EE/EV 1)	Ausbau der Photovoltaik

Kurzbeschreibung

Erhöhung des Anteils an PV-Anlagen. Die Maßnahme unterscheidet drei Bereiche:

i) PV-Anlagen auf kommunalen/landeseigenen Gebäuden und bei Konzerntöchtern
Rolle der Stadt: Verpächter, Koordinator

ii) Freiflächenanlagen (Altdeponien, Industriebrachflächen)
Rolle der Stadt: Verpächter (Deponieflächen),Vermittler, Koordinator

iii) PV-Anlagen auf Privatgebäuden: Discounter, Lagerhallen, Wohngebäude etc.
Rolle der Stadt: Öffentlichkeitsarbeit, Beratung (DLZE)

Umsetzung i) und ii) grundsätzlich auch in Fondmodellen denkbar (Bürgerfond)

Bereits beauftragte Maßnahme: Aufbau eines Solardachkatasters.

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): sehr hoch

i) Kommunale Gebäude: zusätzliches Potenzial über den Solarpool hinaus 1.900 MWh/a (heute 1.300 MWh/a) und CO_2-Minderung ca. 770 t/a.

ii) Freiflächen: Altdeponie Grevel 48.000 m², bei 100% Ausschöpfung 1.900 t/a.
Brachflächen der RAG: Potenzial 135.000 m², bei 50% Ausschöpfung 2.700 t/a.

iii) Privatgebäude: bei 20%iger Ausschöpfung bis 2020 Einsparung 3.450 t/a.

Regionale Wertschöpfung: mittel

Investitionen werden z.T. durch das lokale Handwerk umgesetzt.

Sachkosten: mittel

Bei Eigeninvestition in kommunales Potenzial hoch (ca. 5 Mio. Euro sukzessive bis 2020). Bei Fondmodell administrative Kosten. Solardachkataster rd. 30.000 €.

Personalaufwand: mittel

Eigene Anlagen / Fondmodell: hoher administrativer Aufwand; Privatanlagen: gering

Kosten-Nutzen-Relation: gut

Flächen auf Gebäuden: leichte bis deutlich positive Rentabilität.
Freiflächen: Wirtschaftlichkeit durch die Novellierung des EEG erschwert.

Kooperationsaufwand: mittel

Anlagen im Fondmodell: hoch (Projektentwicklung, Ausschreibung, Umsetzung)
Privatanlagen: niedrig (Öffentlichkeits- und Informationsaufwand).

Impuls: kurzfristig (2011 – 2015)

Authentizität: mittel

Bezug zum DLZE: Öffentlichkeitsarbeit, Beratungsleistungen, Initiierung und Führung Solardachkataster

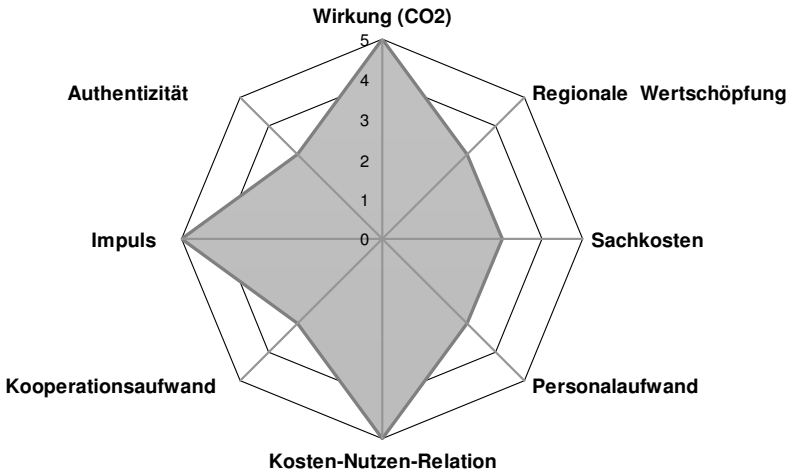


Tabelle 10: Maßnahmen-Tabelle Ausbau der Photovoltaik

4.4.2 Ausbau der Solarthermie (TOP 10)

In Deutschland sind bis 2009 rund 13 Mio. qm Solarkollektoren installiert [18,19]. Bei der Nutzung der Solarenergie in thermischen Solaranlagen werden Wirkungsgrade von bis zu 70 Prozent erreicht. Die nutzbare Wärmeenergie liegt bei üblichen Auslegungen von rund 5-6 m² im EFH-Bereich bei rund 450 kWh/m²a.

Für diese Studie wird das Potenzial ausgehend von den allgemeinen Gebäudestatistiken, dem Wärmeatlas und den städtischen Liegenschaften und durch folgende Ansätze ermittelt, wobei der Schwerpunkt auf Einfamilienhäusern liegt. Die Potenziale im Mehrfamilienhausbereich sind sowohl aus technischer Sicht (Flachdächer, Dachaufbauten, lange Wege zur Heizungsanlage im Keller, fehlender Platzbedarf für Speicher) als auch aus organisatorischer Sicht (Investor-Mieter-Dilemma) schwieriger umzusetzen, allerdings ebenfalls bedeutend aufgrund des großen Bestandes an innerstädtischer Bebauung.

- Im Bestand kommen grundsätzlich rund 55.000 Objekte im EFH-Bereich in Frage, bei denen sich bei rund einem Drittel eine Kollektoranlage nachrüsten ließe (geeignet ausgerichtete Dachfläche etc.). Wenn davon maximal 10% durch verbesserte Beratung und Information erreicht würden, entspräche dies rund 1600 zusätzlichen Anlagen. Eigentümer, die ohnehin eine Anlage nachrüsten werden, sind bereits in der Trendprognose berücksichtigt. Im Klimaschutzszenario wird eine bis 2020 maximal erreichbare Potenzialausschöpfung von 60% (entsprechend 700 t CO_2/a aus heutiger Sicht bzw. 600 t/a mit den Bedarfswerten 2020) angenommen.
- Im Mehrfamilienhausbereich wird nur ein technisches Potenzial von 40% der Gebäude (rund 36.000 insgesamt) unterstellt, von denen bis 2020 maximal 40% erreicht werden können, darunter auch viele Wohnbaugesellschaften. Dies entspricht weiteren 1.440 Objekten. Im Klimaschutzszenario wird bis 2020 eine 30%ige Umsetzung dieses Potenzials angenommen. Dies entspricht einer CO_2-Einsparung von rund 1.000 t/a CO_2. (bezogen auf 2008) bzw. 900 t/a (bezogen auf 2020).
- Bei öffentlichen Gebäuden gibt es über die bis 2009 bereits umgesetzten Anlagen noch ein abgeschätztes Zusatzpotenzial von weiteren rund 2.500 m² Kollektorfläche, entsprechend einer bewerteten Einsparung von 280 t CO_2. Diese entfällt im Wesentlichen auf Schulen und Kindergärten sowie die Hallenbäder, die größtenteils noch nicht über eine solarthermische Anlage verfügen (Abbildung 44).
- In Einzelfällen können auch Gewerbebetriebe mit hohem Brauchwarmwasserbedarf auf die Nutzung der Solarthermie zurückgreifen, insbesondere in der Lebensmittel- und Textilbranche [20,21]. Einen Schlachthof gibt es in Dortmund seit Schließung des Schlachthofes an der Mallinckrodtstraße Anfang der 1970er-Jahre nicht mehr. Denkbar wäre aber der Einsatz von Solarthermie z.B. in der Getränkeindustrie.

Insgesamt ließen sich mit den obigen Ansätzen im Jahr 2020 rund 9 GWh solare Wärme erzeugen, die – unter Berücksichtigung der vor allem im Sommer niedrigeren Kesselwirkungsgrade – rund 8 GWh Endenergie, vor allem Erdgas, substituieren. Die unterstellte CO_2-Einsparung im Klimaschutzszenario unter Berücksichtigung des zusätzlichen Hilfsstrombedarfes und den allgemeinen Veränderungen des Dortmunder Wärmemarktes beträgt 1.790 t /a.

Nach heutigem Stand der Technik liegen die Mehrkosten für eine solarthermische Anlage bei Einfamilienhäusern (Kollektorkreis, größerer Speicher, Regelung, Installation) bei rund 3.000-

4.000 EUR für eine Flachkollektoranlage. Die daraus resultierenden Wärmegestehungskosten liegen bei Berücksichtigung der Förderung durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) zwischen 7 und 9 ct/kWh und damit leicht unter (bei Neubauten) bzw. über (bei Nachrüstung) den anlegbaren Wärmekosten aus Sicht des Investors/Bauherren.

Insgesamt würden durch die Umsetzung der Maßnahme im Klimaschutzszenario rund 8,8 Mio. EUR Investitionen ausgelöst. Eine wichtige Rolle bei der Umsetzung, speziell auch im schwieriger erreichbaren Mehrfamilienhausbereich, sollte das DLZE spielen durch kontinuierliche Erst-Beratung und Information.

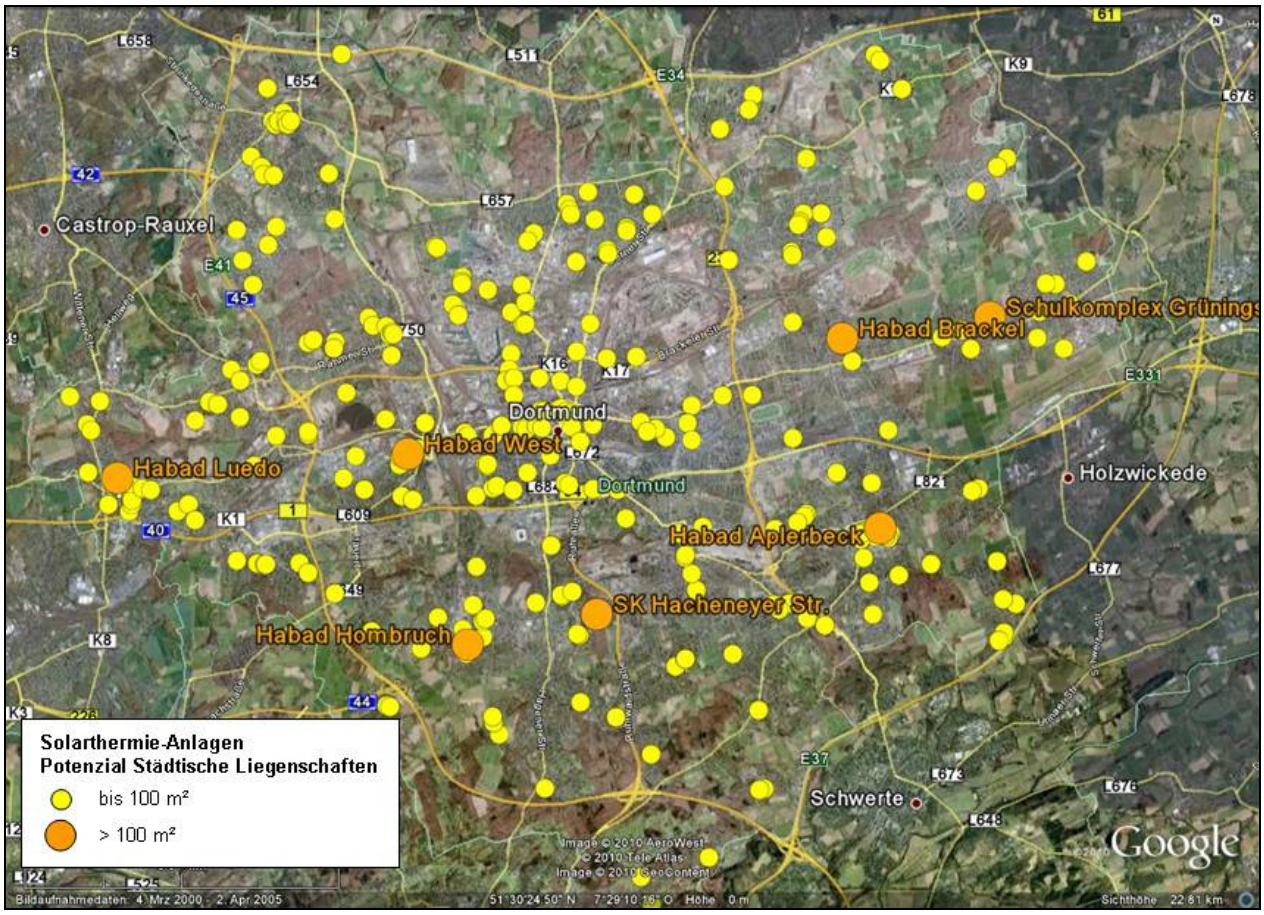


Abbildung 44: Luftbild städtischer Liegenschaften, die noch für eine solarthermische Nutzung in Frage kommen

E 2 (EE/EV 2)	Ausbau der Solarthermie

Kurzbeschreibung

Verstärkter Einsatz von Solarthermie-Anlagen. Die Maßnahme unterscheidet drei Bereiche:

i) Städtische Liegenschaften, Rolle der Stadt: Investor und Betreiber
ii) Mehrfamilienhausbereich (MFH), soziale Einrichtungen (Gebäudebestand). Rolle der Stadt: Vermittler, Anstoßen von Kooperationen Wohnungsbaugesellschaften und DEW21
iii) Einfamilienhausbereich (EFH): Rolle der Stadt: Öffentlichkeitsarbeit, Beratung (DLZE
iv) Prozesswärmebereich (Lebensmittelbranche, z.B. Getränkeindustrie)

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): mittel

i) Zusätzliches Potenzial rd. 2.500 m² Kollektorfläche (Schulen, Schwimmbäder). Einsparpotenzial rd. 1.300 MWh Endenergie (Erdgas, Heizöl) bzw. 280 t/a CO_2.
ii) und iii) Bereich Wohngebäude :Potenzial EFH (Umsetzungsrate 60%) 600 t/a und MFH (Umsetzungsrate 30%) 900 t/a. Theoretisches Gesamtpotenzial 4.300 t/a.

Regionale Wertschöpfung: hoch

Umsetzung durch das lokale Handwerk bei hohem lokalem Wertschöpfungsanteil.

Sachkosten: sehr hoch

Ca. 1,2 Mio. Euro (sukzessive bis 2020) für die Investitionen im Bereich der kommunalen Potenziale. Der Umsetzung im privaten Bereich sind Kosten von rund 7,6 Mio. EUR zugeordnet (Klimaschutzszenario).

Personalaufwand: hoch

Eigene Anlagen: hoher Aufwand (Projektumsetzung); Privatanlagen: gering

Kosten-Nutzen-Relation: mittel

Moderat positive bis negative Kosten-Nutzen-Relation. Bei Schwimmbädern und Schulen mit Schwimmbecken oder Vereinssport Amortisation über 15 Jahre möglich. Im MFH-Bereich ist die Situation schwieriger (Installationsaufwand, Umlegung der Kosten).

Kooperationsaufwand: mittel

i) gering, Hochbauamt als Liegenschaftsverwalter
ii) mittel, Kooperation mit DEW21 und Wohnbaugesellschaften
iii) niedrig

Impuls: kurz- bis mittelfristig (2011-2020)

Authentizität: gering

Bezug zum DLZE: Öffentlichkeitsarbeit und Koordinierung von Beratungsleistungen

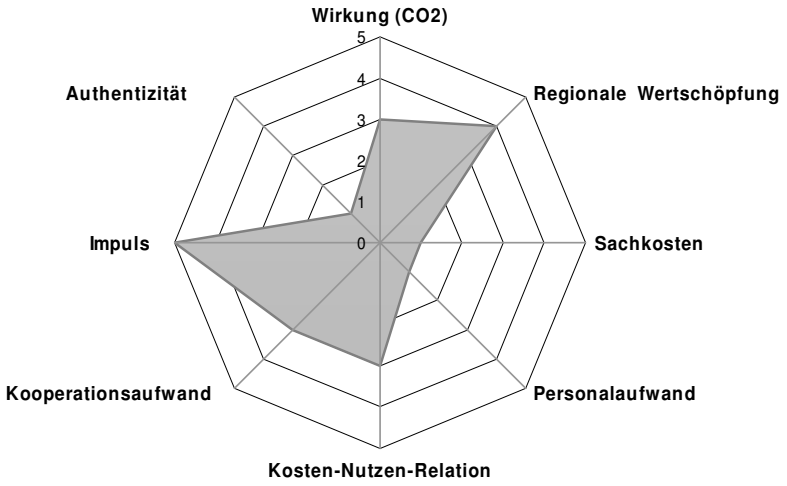


Tabelle 11: Maßnahmen-Tabelle Ausbau der Solarthermie

4.4.3 Windkraft: Repowering und Ausbau (Top 10)

Die Möglichkeiten zum Ausbau der Windenergie sind in Dortmund sehr eingeschränkt, da es über die vorhandenen Vorranggebiete für Windenergie laut Flächennutzungsplan keine weiteren ausgewiesenen Vorran^ggebiete gibt.

Das Repowering vorhandener Anlagen ist auch nur teilweise möglich aufgrund der räumlichen Nähe zur Wohnbebauung.

- **Steinsweg (AIRWIN):** Eine Einzelanlage von 1997 (500 kW) im ausgewiesenen Vorranggebiet für Windkraft. Das Vorranggebiet bietet keinen Platz für ein Repowering oder eine Erweiterung um eine Anlage heutiger Baugröße (2 MW_{el}). Selbst wenn der heute gültige Windkraftanlagenerlass mit einem vorgeschriebenen Abstand von 1.500 m zur nächsten Bebauung nach dem Koalitionsbeschluss der aktuellen Landesregierung aufgehoben wird, wird aus Gründen des Immissionsschutzes ein Abstand von mind. 500 m verbleiben.
  Mit diesem Abstand lassen sich im ausgewiesenen Vorranggebiet keine Anlagen errichten oder ein Repowering mit Leistungssteigerung durchführen.
- **Salinger Feld**: Anlagenpark mit 3 Anlagen (2 x 2002, 1x 2003; jeweils 1,5 MW) im ausgewiesenen Vorranggebiete für Windkraft. Der Abstand zur nächsten Wohnbebauung beträgt rd. 400 – 500 m. Damit könnte grundsätzlich ein Repowering im Jahr (IBN + 10 Jahre) erfolgen, aber nur wenn der Abstandserlass in NRW aufgehoben wird. Wegen der räumlichen Nähe wird für diesen Standort kein Repowering berücksichtigt.
- **Ellinghauser Straße (ELLWIRA):** Anlagenpark mit 3 Anlagen (2005; jeweils 2,0 MW) im ausgewiesenen Vorranggebiet für Windkraft. Der Abstand zur nächsten Wohnbebauung beträgt mehr als 500 m, ohne Betrachtung von dem benachbarten IKEA (keine Wohnbebauung). Damit könnte ein Repowering im Jahr 2015 (IBN + 10 Jahre) erfolgen, wenn der Abstandserlass aufgehoben wird. Die Repowering-Leistung ist allerdings durch die begrenzte Fläche stark begrenzt. Dieser Standort wird im Klimaschutzszenario mit einem Repowering im Jahr 2015 angesetzt, bei dem die drei bestehenden Anlagen durch zwei größere ersetzt werden. Dies wäre mit einer zusätzlichen Stromerzeugung von rund 3.600 MWh/a und einer CO_2-Einsparung von rund 1.800 t/a verbunden.

In Dortmund gibt es laut Flächennutzungsplan keine weiteren ausgewiesenen Vorranggebiete für Windkraft. Es können auch ohne den Abstandserlass keine weiteren Vorranggebiete ausgewiesen werden, da es keine Freiflächen gibt, die die Errichtung einer Windkraftanlage erlauben, wenn ein Abstand von rd. 500 m zur nächsten Wohnbebauung eingehalten werden müsste.

Insofern besteht nur das Potenzial der Standorte Ellinghauser Str. und Salinger Feld (eingeschränkt). Ein finanzieller direkter Aufwand für die Stadt besteht nicht. Die Investition für das Repowering muss durch einen Investor getragen werden.

E 3 (EE/EV 3)	Windkraft: Repowering und Ausbau

Kurzbeschreibung

Erhöhung der Erzeugung aus Windkraftanlagen. In Dortmund sind aufgrund der städtischen Struktur mit dem bestehenden Windkrafterlass (Mindestabstand zur Wohnbebauung 1.500 m) genehmigungsrechtlich weder Neuanlagen noch Repowering durchführbar.

Wenn der Abstandserlass gem. der Koalitionsvereinbarung der neuen Landesregierung aufgehoben wird und damit noch ein Abstand von 500 m zur Wohnbebauung eingehalten werden muss, sind folgende Repoweringmaßnahmen an Anlagen in den ausgewiesenen Vorranggebieten denkbar:

i) Ellinghauser Straße (DEW21): installiert 3 mal 2.000 kW in 2005; frühester Zeitpunkt für Repowering 2015 mit z.B. 2 mal 4 - 5 MW.
ii) Salinger Feld: installiert 3 mal 1.500 kW in 2002/2003; frühester Zeitpunkt für Repowering 2012/2013 mit z.B. 2 mal 4 MW.

Weitere ausgewiesene Vorranggebiete für Windkraft gibt es laut Flächennutzungsplan in Dortmund nicht, sind auch nicht ausweisbar.

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): mittel
Wegen Abstandproblematik und relativ neuer Anlagen sehr begrenztes Potenzial. Bei Repowering am Standort Ellinghauser Str. Einsparpotenzial von rd. 1.800 t/a.

Regionale Wertschöpfung: gering
Nur geringer Wertschöpfungsanteil im Bereich der Montage zu erwarten.

Sachkosten: gering
Keine nennenswerten Kosten für die Stadt bei Repowering-Vorhaben.

Personalaufwand: gering

Kosten-Nutzen-Relation: mittel
An den beschriebenen Standorten ist ein Repowering genehmigungstechnisch schwierig und wirtschaftlich nur begrenzt sinnvoll.

Kooperationsaufwand: gering

Impuls: mittelfristig (ab 2015)

Authentizität: gering, Umsetzung der Maßnahme ist nicht unmittelbar durch die Stadt beeinflussbar.

Bezug zum DLZE: ggf. Öffentlichkeitsarbeit, Unterstützung bei der Information der Bevölkerung

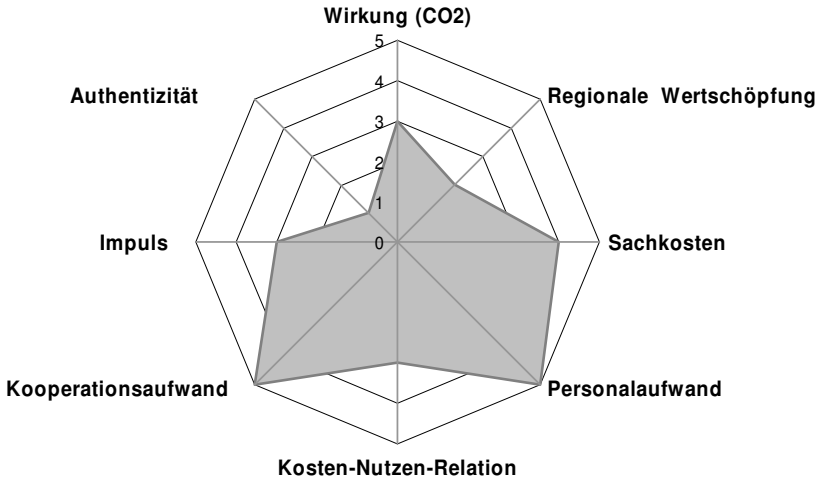


Tabelle 12: Maßnahmen-Tabelle Windkraft-Repowering und –Ausbau

4.4.4 Klein-Windkraftanlagen auf Hausdächern

Unter Kleinwindkraftanlagen versteht man Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie aus dem Wind mit Nennleistungen von einigen Kilowatt bis rund 30 kW bei Rotordurchmessern von einigen Metern. Schon seit vielen Jahren sichern kleine Windturbinen dieser Leistungsklasse in netzfernen Gebieten ein Minimum an elektrischer Grundversorgung, etwa zum Betrieb von Wasserpumpen, oder versorgen in Urlaubsregionen abseits gelegene Ferienhäuser mit Strom.

Diese Anlagen können aber auch innerstädtisch auf geeigneten Dachflächen oder auch frei aufgestellt montiert werden. Bei den derzeit marktüblichen Anlagen liegt die Leistung zwischen 1 und 10 kW

Während große Windkraftanlagen im Megawattbereich bereits weit verbreitet und auch in Dortmund an drei Standorten installiert sind, ist der Markt kleinerer Anlagen noch im Aufbau. Es sind zwar Anlagen kommerziell von mehreren Anbietern erhältlich, aber spezifisch sehr viel teurer als Großanlagen, ohne dass dies durch einen Bonus bei der Einspeisevergütung nach dem EEG ausgeglichen wird. Während die Einspeisevergütung für Strom aus Photovoltaikanlagen im Bereich zwischen 30 und 43 ct/kWh (je nach Aufstellungssituation) liegt, beträgt sie für Windkraftanlagen 5 ct/kWh, in den ersten fünf Jahren ab Inbetriebnahme 9,2 ct/kWh.

Die Gestehungskosten für Strom aus kleinen Windkraftanlagen liegen aber aufgrund der hohen Anlagenpreise (rd. 10.000 EUR/kW für eine 1 kW-Anlage bzw. 7.000 EUR/kW für eine 5 kW-Anlage, jeweils inkl. Installation und Nebenkosten) bei 40 bis 60 ct/kWh und damit fünf bis zehnmal so hoch wie die Stromvergütung nach EEG und etwa zwei bis dreimal so hoch wie die Strombezugskosten privater Haushalte aus dem Netz (Arbeitspreis netto rd. 20 ct/kWh).

Untersuchungen zeigen, dass Kleinwindkraftanlagen nicht einfach nur kleine Windkraftanlagen sind, sondern sich hinsichtlich Technik und Wirtschaftlichkeit wesentlich unterscheiden und eine Wirtschaftlichkeit sehr viel schwieriger zu erreichen ist [22]. Probleme und Hemmnisse bestehen unter anderem in:

- Häufig Mangel an Erfahrung
- Kleinräumige Windverhältnisse sind sehr viel „komplizierter“ als bei Großanlagen (u.a. wegen hoher Windscherung, lokaler Turbulenzen, geringer Auslastung)
- Zu große Erwartungen in zu kleine Anlagen
- Professionelle Windmessung ist zu teuer, daher Gefahr großer Ertragsabweichungen (Messfehler von 3 % können 10 % Ertragsabweichung bedeuten)
- Wirtschaftlichkeit schwer zu erreichen, da die Einspeisetarife des EEG Kleinwindkraftanlagen nicht separat berücksichtigen; Investitionen sind selbst für wirtschaftliche Eigenbedarfsdeckung noch zu hoch.
- Unklare Genehmigungssituation

Andererseits gibt es wegen des grundsätzlich hohen Potenzials und den noch möglichen Kostendegressionen in der Herstellung und Montage durch eine mögliche dynamische Marktentwicklung auch Perspektiven. Unter heutigen Randbedingungen ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis jedoch noch sehr schlecht. Aus diesen Gründen wird für die Technik keine quantitative Potenzialbewertung vorgenommen.

E 4 (EE/EV a)	Klein-Windkraftanlagen auf Hausdächern

Kurzbeschreibung

Errichtung von Klein-WKA auf Solitärgebäuden, z.B. städtische Gebäude, Konzerntöchter, Gewerbe
Rolle der Stadt: Genehmigungen, Koordinator, Investor
Das Einsparpotenzial kann noch nicht quantitativ bewertet werden, da es noch keine wirtschaftlich einsetzbaren und marktreifen Anlagen gibt.

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): nicht bewertet

Regionale Wertschöpfung: mittel
Die Investitionen werden zum Teil durch das lokale Handwerk umgesetzt (Planung, Montage, Installation).

Sachkosten: gering
Solange keine Wirtschaftlichkeit besteht, nur Nischenprodukt mit wenigen Installationen; keine Kosten für die Stadt. Bei langfristig deutlich reduzierten Anlagenkosten Pilotanlage auf kommunalem Gebäude denkbar (derzeit ca. 30.000 EUR für eine 5 kW-Anlage zzgl. Installation).

Personalaufwand: gering
Personalaufwand nur bei Realisierung einer Anlage auf kommunalem Gebäude.

Kosten-Nutzen-Relation: schlecht
Bei heute verfügbaren Modellen mit hohen spezifischen Kosten (rd. 7.000 EUR/kW bei 5 kW) und den Randbedingungen des EEG 2009 bzw. den heutigen Strombezugspreisen ist i.d.R. kein wirtschaftlicher Betrieb möglich.

Kooperationsaufwand: mittel
Kooperationsaufwand nur bei Realisierung einer Anlage auf kommunalem Gebäude.

Impuls: langfristig
Nur langfristiger Beitrag wegen noch nicht ausgereifter Technik und fehlender Wirtschaftlichkeit nach EEG 2009. Zudem tragen Einzelanlagen nur mit wenigen kW zur Stromvermeidung bei.

Authentizität: mittel

Bezug zum DLZE: kurzfristig kein Bezug; Öffentlichkeitsarbeit und Beratungsleistungen, wenn die Technik verfügbar bzw. konkurrenzfähig ist.

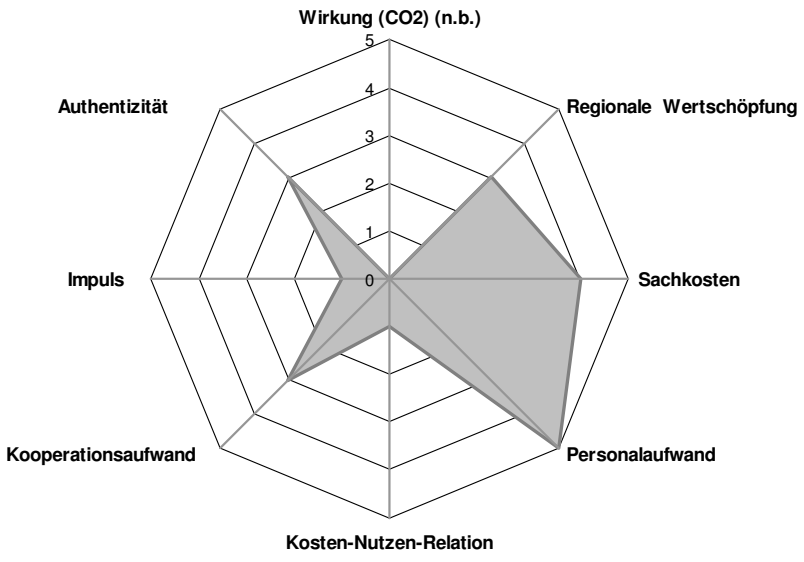


Tabelle 13: Maßnahmen-Tabelle Klein-Windkraftanlagen auf Hausdächern

4.4.5 Potenzialstudie Kleinwindkraftanlagen

Wegen der in vorigem Abschnitt beschriebenen Probleme bei der Markteinführung von Kleinwindanlagen im städtischen Raum könnte eine kleinräumige Untersuchung von windreichen Quartieren in Dortmund einen Impuls schaffen und konkrete Einsatzgebiete für Kleinwindanlagen benennen. Eine solche Studie könnte z.B. gemeinsam vom Umweltamt zusammen mit dem Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) durchgeführt werden. Direkte Impulse bzw. konkrete Einspareffekte sind allerdings nicht zu erwarten.

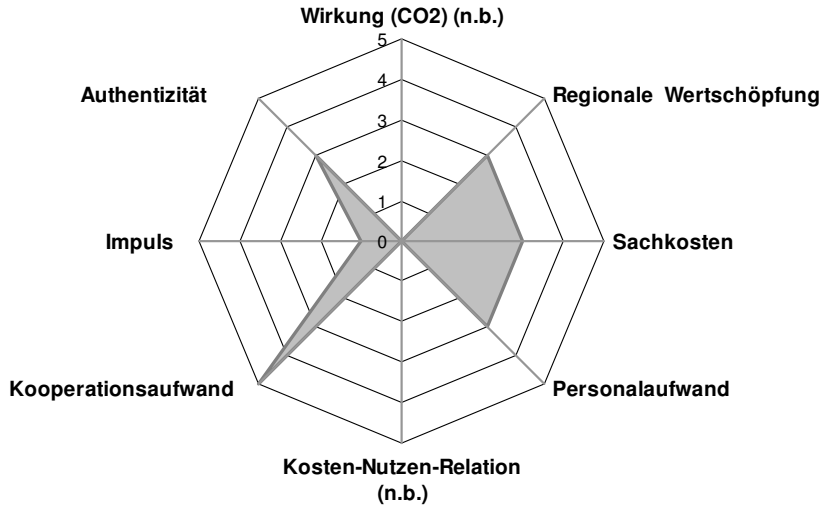
E 5 (EE/EV b)	**Potenzialstudie Klein-Windkraftanlagen**
Kurzbeschreibung	
Modellhafte mikroskalige Detailuntersuchung für bspw. zwei Dortmunder Quartiere in windreicheren Gebieten der Stadt; gemeinsame Untersuchung von Umweltamt und weiterem Partner (bspw. LANUV). Rolle der Stadt: Initiierung, (Mit-)Finanzierung und fachliche Begleitung der Untersuchung	
Klimaprofil	
Wirkung (CO_2): nicht bewertet **Regionale Wertschöpfung: mittel** **Sachkosten: mittel** Direkte Sachkosten für Beteiligung der Stadt an einer Studie (Größenordnung 20.000 bis 40.000 EUR). **Personalaufwand: gering** (Projektbegleitung) **Kosten-Nutzen-Relation: nicht bewertet** **Kooperationsaufwand: gering** **Impuls: langfristig** Keine kurzfristige Umsetzung zu erwarten (vgl. Maßnahme E4) **Authentizität: mittel** **Bezug zum DLZE**: kein Bezug	
	

Tabelle 14: Maßnahmen-Tabelle Potenzialstudie Klein-Windkraftanlagen

4.4.6 Holzhackschnitzel und Holzpellets (TOP 10)

Einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der gesteckten Klimaschutzziele können Wärmeerzeugungsanlagen leisten, welche mit dem nachwachsenden Rohstoff Holz befeuert werden. Die bei der Holzverbrennung entstehenden Treibhausgase sind weitgehend CO_2-neutral und erhöhen somit nicht die Emissionsbilanz. Die Potenzialabschätzung wird aus dem straßenabschnittsscharfen Wärmeatlas in Verbindung mit dem Gebäudekataster der Stadt Dortmund abgeleitet.

Eine Grundannahme der Berechnung ist, dass die Holzhackschnitzel- und Pelletheizungspotenziale nur die CO_2-bilanztechnisch unvorteilhafteren Ölheizungen substituieren, nicht aber die erdgas- und fernwärmeversorgten Heizanlagen. Zudem sind nur bei ölversorgten Gebäuden i.d.R. Heizräume und Lagermöglichkeiten für den Brennstoff in ausreichender Größe vorhanden. Damit sind möglichst geringe Kosten der CO_2-Vermeidung bei der Umstellung der Heizsysteme gewährleistet.

Der Einsatz von holzgefeuerten Anlagen in Dortmund sollte aufgrund der gegenüber Erdgasfeuerungen erhöhten Staubemissionen auf Gebiete außerhalb von Kaltluftsammelgebieten, Gebieten mit Innenstadtklima bzw. Stadtklima, Umwelt- und Kernzonen begrenzt werden. Ausgehend von der in Abbildung 45 dargestellten Situation im Dortmunder Stadtgebiet wurden die Auswertungen auf Basis des Wärmeatlas nur für Straßenabschnitte durchgeführt, die innerhalb von Gebieten mit Kennzeichnung als Freilandklima, Vorstadtklima und Gewerbe-/Industrieklima liegen (grün markierte Bereiche) und in denen gleichzeitig ausschließlich nicht leitungsgebundene Heizenergieträger eingesetzt werden.

Um der heterogenen städtischen Gebäudestruktur hinsichtlich der Größe und der Nutzung gerecht zu werden, erfolgt eine Einteilung nach Gebäudenutzung (Wohngebäude bzw. Nichtwohngebäude) sowie nach Größenklassen des durchschnittlichen Wärmeverbrauchs bzw. Leistungsklassen der Gebäude in den einzelnen Straßenabschnitten.

Für die Pelletheizungen werden Leistungsbereiche von 10 kW bis 30 kW mit einem Wärmeverbrauch von bis zu 50 MWh/a (Einfamilien- und kleinere Mehrfamilienhäuser) und von 30 kW bis 100 kW bzw. 50 bis 200 MWh/a (größere Mehrfamilienhäuser, Gewerbe- und Verwaltungsgebäude) abgebildet. Für die dritte Größenklasse ab 100 kW bzw. 200 MWh/a aufwärts ist neben Pelletanlagen auch der Einsatz von Hackschnitzelanlagen denkbar.

Die Ergebnisse der Auswertungen sind in der Tabelle 15 zusammenfassend dargestellt. Ausgehend von einem theoretischen Substitutionspotenzial von insgesamt rd. 90 GWh/a bei Umsetzung für alle Gebäude ergibt sich mit den für die Umsetzungsfaktoren getroffenen Ansätzen von 30% für Gebäude bis 200 MWh/a und 100% für Gebäude > 200 MWh/a eine Einsparung an fossilen Brennstoffen von rd. 25 GWh/a. Bei Verdrängung von Ölkesseln ergibt sich insgesamt ein CO_2-Minderungseffekt von 7.800 t/a aus heutiger Sicht bzw. 7.300 t/a aus Sicht 2020 mit den dann reduzierten Bedarfswerten im Heizwärmemarkt.

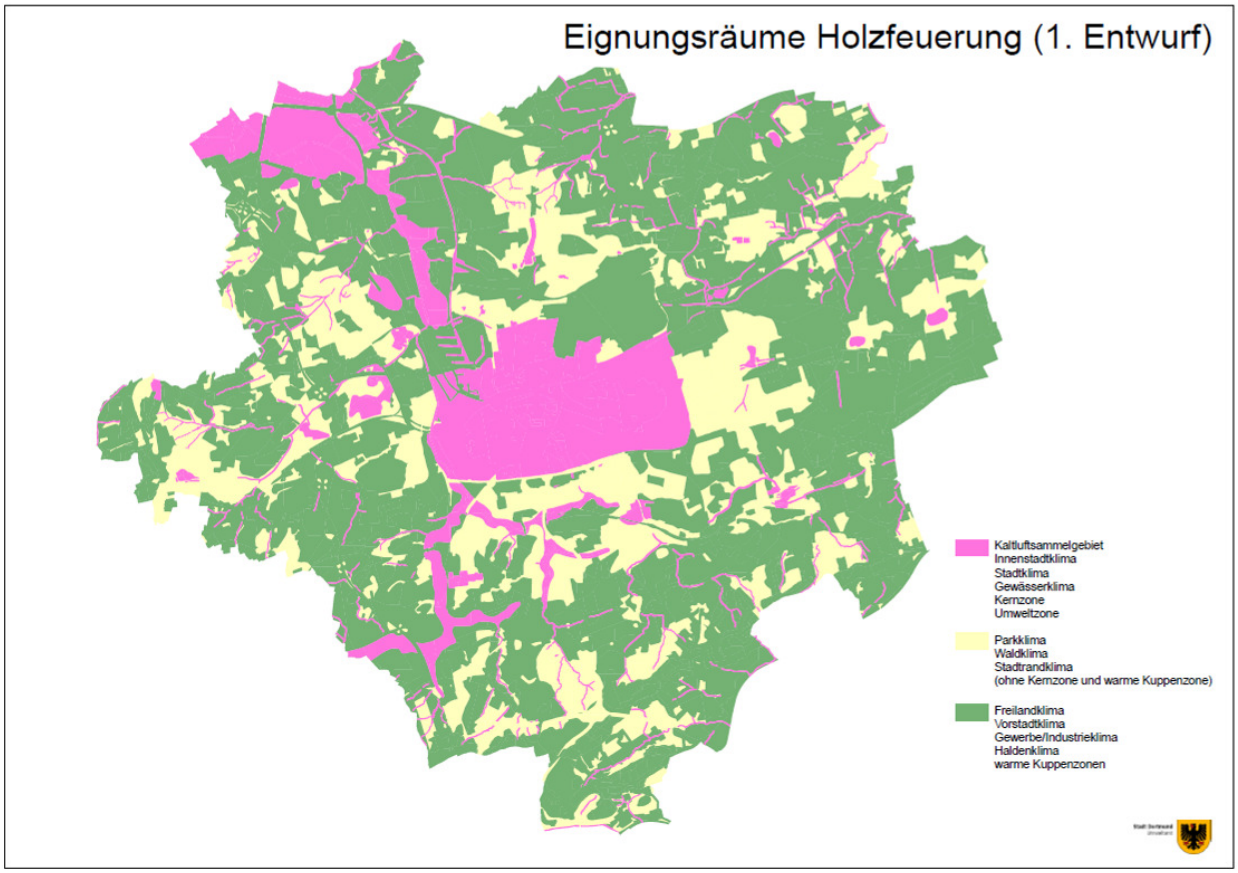


Abbildung 45: Eignungsräume für Holzfeuerungen in Dortmund (Quelle: Umweltamt)

Gebäudetyp	Größenklasse Heizenergieeinsatz	Leistung Kessel [kWth]	Verbrauch Heizenergie NLG (Ist) *) [MWh/a Hu]	Rechnerisches CO_2-Potenzial *) [t/a]	Umsetzungsfaktor KS-Szenario	Verbrauch Heizenergie NLG (2020) **) [MWh/a Hu]	Anzahl Anlagen (ca.)	CO_2-Potenzial 2020 *) [t/a]
Wohngebäude	Ø bis 50 MWh/a je Geb.	10 - 30 kW	42.500	12.593	30,0%	11.237	255	3.330
	Ø 50 - 200 MWh/a je Geb.	30 - 120 kW	5.600	1.659	30,0%	1.481	8	439
	Ø > 200 MWh/a je Geb.	> 120 kW	0	0	100,0%	0	0	0
Summe Wohngebäude			**48.100**	**14.252**		**12.718**	**263**	**3.768**
GHD-Objekte	Ø bis 50 MWh/a je Geb.	10 - 30 kW	34.000	10.074	30,0%	10.067	204	2.983
	Ø 50 - 200 MWh/a je Geb.	30 - 120 kW	4.600	1.363	30,0%	1.362	7	404
	Ø > 200 MWh/a je Geb.	> 120 kW	450	133	100,0%	444	1	132
Summe GHD			**39.050**	**11.571**		**11.874**	**212**	**3.518**
Summe	Ø bis 50 MWh/a je Geb.	10 - 30 kW	76.500	22.667		21.305	459	6.313
	Ø 50 - 200 MWh/a je Geb.	30 - 120 kW	10.200	3.022		2.843	15	842
	Ø > 200 MWh/a je Geb.	> 120 kW	450	133		444	1	132
Gesamtsumme			**87.150**	**25.823**		**24.592**	**475**	**7.286**

*) ermittelt mit den heutigen Verbrauchsdaten der Objekte
*) ermittelt mit den gemäß Einsparungen im Gebäudebestand reduzierten Verbrauchsdaten 2020 der Objekte

Tabelle 15: Potenziale für den Einsatz von Holzpellet-Anlagen

Nach Auswertung der Gebäudedaten der städtischen Liegenschaften bieten sich nach der zuvor beschriebenen Eingrenzungssystematik auch einige wenige städtische Liegenschaften zur mittelfristigen Umstellung auf Holzpellets an. Die in Tabelle 16 zusammengestellten Gebäude werden mit Heizöl beheizt und liegen alle innerhalb der in Abbildung 45 grün markierten Bereiche (Freilandklima etc.). Insgesamt summieren sich die erreichbaren CO_2-Einsparungen auf rd. 1.400 t/a. Ohne die beiden Hallenbäder, die ideale Objekte für die Beheizung aus Abwärme mittels transportabler Systeme darstellen (vgl. Abschnitt 4.5.4 Abwärmenutzung Industrie / trans-

portable Systeme), verbleibt eine erreichbare CO_2-Einsparung von 320 t/a. Die Investition für die Umsetzung in diesen Liegenschaften beläuft sich auf rd. 170 TEUR (ohne Hallenbäder).

Objektbezeichnung	Straße	Energieträger	Wärmeverbrauch 2008 [MWh]	Wärme-Leistung [kW]	CO_2-Einsparung [t/a]	Investition Holzpellet-Anlage (ca.) [1.000 EUR]	Anmerkungen
Hallenbad Hombruch	*Deutsch-Luxemburger-Str.*	*Heizöl*	*1.603*	*460*	*540*	*130*	***für Abwärmenutzung mit mobilen Systemen geeignet***
Hallenbad Hörde	*Eichsfeld*	*Heizöl*	*1.583*	*450*	*533*	*130*	
Ehem. BAB-Meisterei (Wohnhaus)	Steinsweg	Heizöl	336	190	113	50	
Sportanlage Schüren	Freie-Vogel-Str./Am Rosen	Heizöl	305	170	103	50	
Winterquatier Westermannshof	Zillestr.	Heizöl	172	100	58	40	
BF Huckarde	Wischlinger Weg	Heizöl	126	70	42	30	
Summe			**4.125**	**1.440**		**430**	
Summe ohne Hallenbäder			**939**	**530**		**170**	

Tabelle 16: Potenziale für den Einsatz von Holzpellet-Anlagen – Städtische Liegenschaften

In Abbildung 46 sind die Potenziale für Pelletheizungen innerhalb des Stadtgebietes anhand eines Luftbildes dargestellt. Abbildung 47 zeigt die Lage der städtischen Liegenschaften, die sich hinsichtlich des heutigen Heizenergieträgers und des jährlichen Heizenergieverbrauchs für die Umstellung auf Pelletkessel eignen.

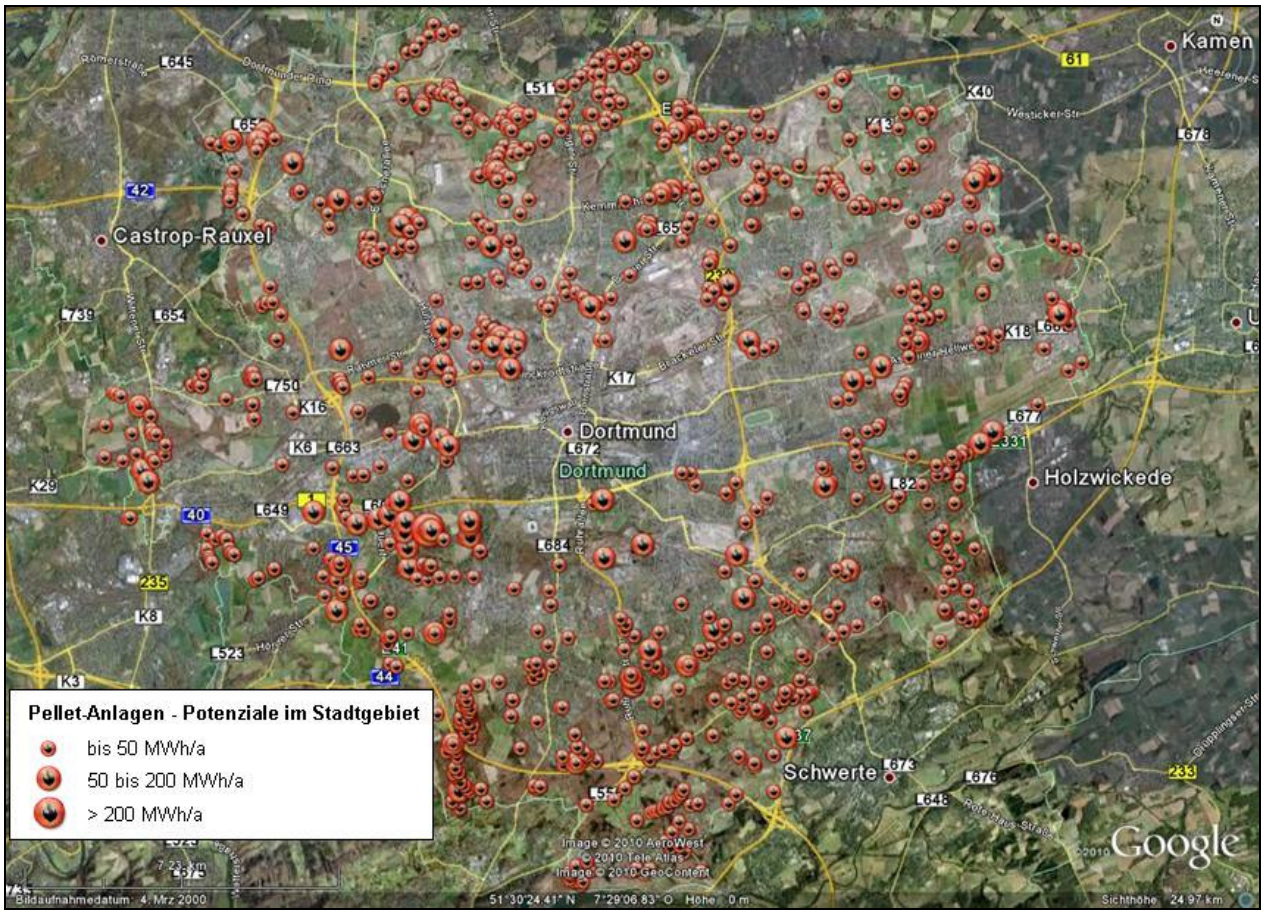


Abbildung 46: Luftbild – Potenziale für Pellet-Anlagen im Stadtgebiet

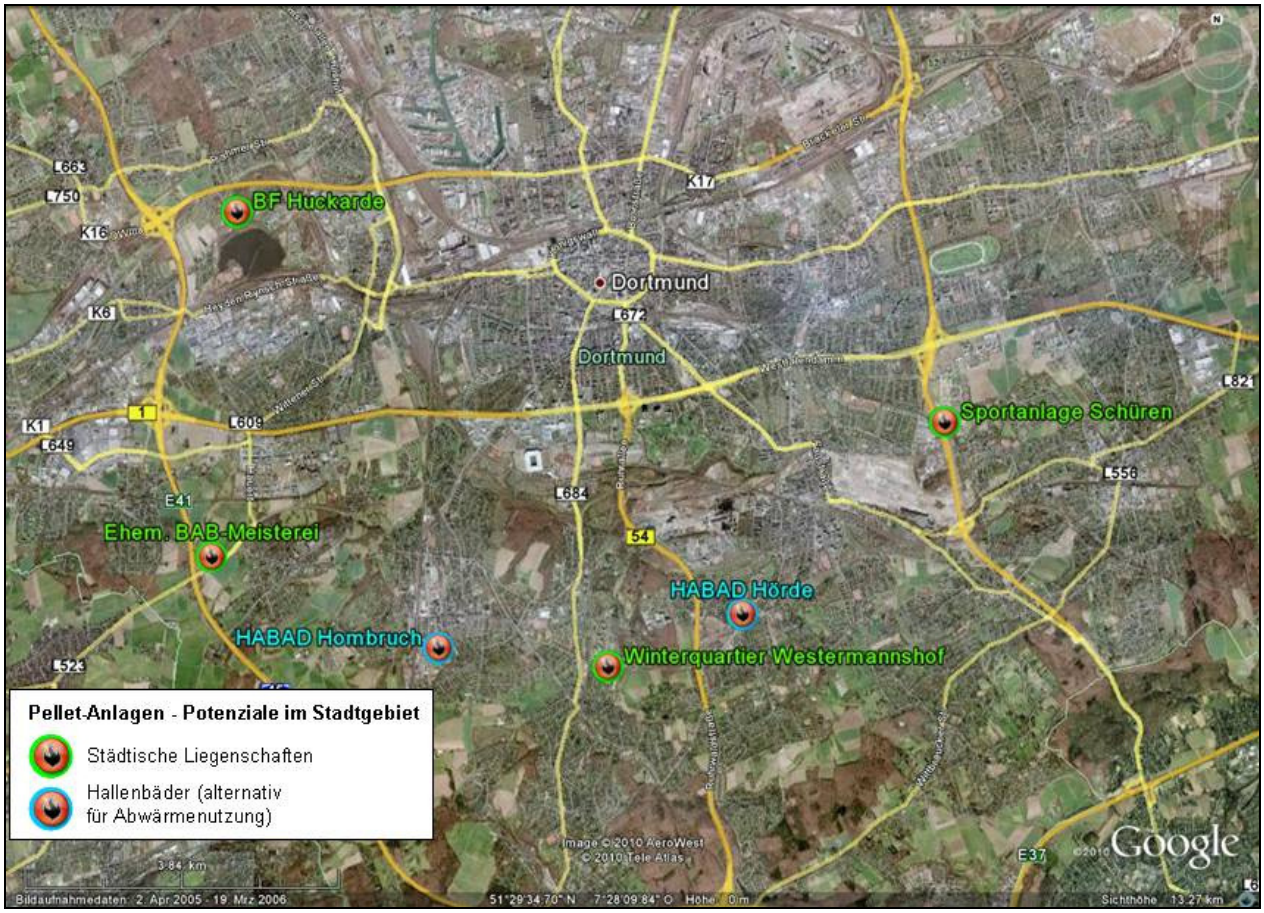


Abbildung 47: Luftbild – Potenziale für Pellet-Anlagen im Stadtgebiet – Städtische Liegenschaften

E 6 (EE/EV 4)	Holz-Hackschnitzel und Holzpellets

Kurzbeschreibung

Ausbau der Nutzung von Holzpellets und Holzhackschnitzeln im Gebäudebestand. Einsatz bevorzugt in nicht leitungsgebunden versorgten Gebäuden, die in Eignungsräumen für Holzfeuerungen liegen (Freilandklima, Vorstadtklima, Gewerbeklima).

i) Bereich städtische Gebäude, Rolle der Stadt: Investor, Betreiber
ii) Bereich private Gebäude, Umsetzung privat oder im Contracting-Modell (z.B. DEW21 als Wärmedienstleister außerhalb der leitungsgebundenen Versorgung)
Rolle der Stadt: Öffentlichkeitsarbeit, Beratung (DLZE)

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): hoch
Im Bereich kleinerer bis mittelgroßer Objekte Gesamtsubstitutionspotenzial an Heizöl rd. 86.000 MWh/a bzw. rund 18.000 t CO_2/a; zu etwa gleichen Teilen Wohngebäude bzw. öffentliche und gewerbliche Objekte. Zusätzlich einige größere Liegenschaften der Verbrauchsklasse über 200 MWh/a, die eher für Holzhackschnitzel geeignet sind.
Bei einem Umsetzungsgrad von 30% und unter Berücksichtigung der Einsparungen im Wärmebedarf ergibt sich für 2020 eine CO_2-Einsparung von rd. 7.300 t/a.

Regionale Wertschöpfung: hoch
Die Investitionen werden durch das lokale Handwerk umgesetzt bei einem hohen lokalen Wertschöpfungsanteil (Planung, Montage).

Sachkosten: hoch
Ca. sechs geeignete kommunale Liegenschaften mit Investitionssumme rd. 250 T€, bei Privatgebäuden nur Öffentlichkeitsarbeit (DLZE), Investition erfolgt durch Dritte.

Personalaufwand: mittel (nur wenige kommunale Objekte)

Kosten-Nutzen-Relation: mittel
Je nach Installationsaufwand, Bedarfssituation und Brennstoffpreisen ergibt sich eine moderat positive bis negative Kosten-Nutzen-Relation.

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: kurzfristig

Authentizität: mittel

Bezug zum DLZE: Öffentlichkeitsarbeit und Koordinierung von Beratungsleistungen

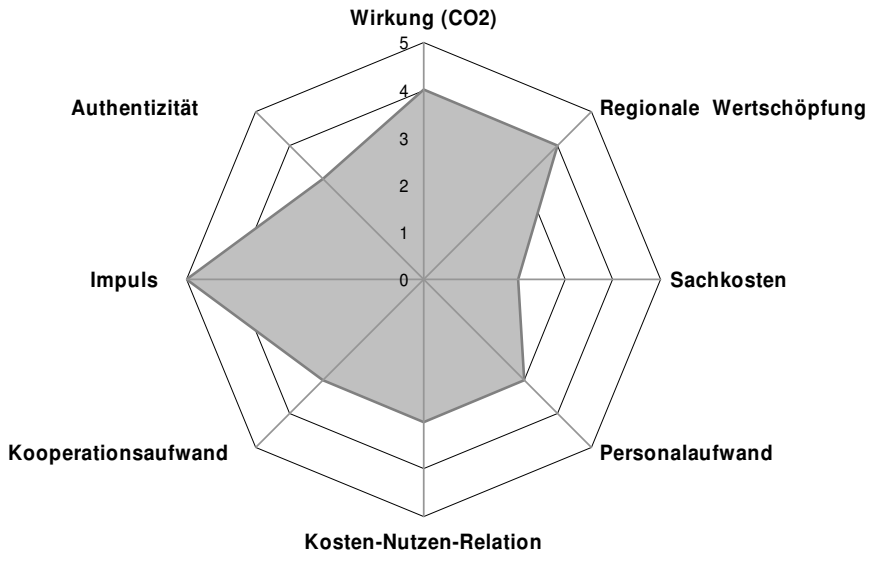


Tabelle 17: Maßnahmen-Tabelle Holz-Hackschnitzel und Holzpellets

4.4.7 Bioabfall-Vergärung

Mittels der in 2003 flächendeckend eingeführten Biotonne werden von EDG jährlich rd. 24.000 to Bioabfall gesammelt und im Kompostwerk Dortmund-Wambel zu rd. 10.000 to/a Kompost verarbeitet. Dieser geht überwiegend in den Weinbau sowie in die Landwirtschaft und wird in Kleinmengen an private Haushalte abgegeben. Die von der Stadt und von privaten Haushalten angelieferten Grünschnittmengen sind in dieser Summe bereits enthalten.

Die auf die Kompostierung zugeschnittene Anlage in Wambel ist auf die Entsorgungsmengen in Dortmund ausgelegt. Ein Kapazitätsausbau ist derzeit nicht absehbar. Die EDG erwartet künftig keine wesentlichen Schwankungen im Bioabfallaufkommen in Dortmund.

Der Zubau einer Vergärungsanlage für Teilmengen wurde von EDG geprüft. Unter den gegebenen Randbedingungen wird eine solche Anlage zurzeit als nicht wirtschaftlich eingestuft. Auch bestehen hinsichtlich der Gesamtökobilanz zwischen Kompostierung und Vergärung Zweifel an deutlichen Vorteilen von Vergärungsanlagen, so dass eine Bioabfall-Vergärungsanlage bei EDG nicht weiter verfolgt wird.

Die Möglichkeit für die Integration einer Vergärungsanlage würde sich anbieten bei einer nennenswerten Kapazitätserweiterung der Bioabfall-Entsorgung oder bei Erneuerung bzw. Sanierung wesentlicher Komponenten der Kompostierungsanlage. Die bestehende Anlage ist jedoch erst 7 Jahre alt und noch nicht abgeschrieben.

Diese Gesamteinschätzung deckt sich mit den Erfahrungen des Gutachters. Die in Dortmund vorliegenden Bioabfall-Mengen und Grünschnittmengen ergeben einen verfügbaren Input für eine Bioabfall-Vergärungsanlage von rd. 20.000 t/a. Diese Menge stellt die Untergrenze für eine wirtschaftliche Lösung einer Vergärungs-Anlage dar. Dies gilt für den Fall, dass eine Entscheidung über den Neubau einer Kompostierungsanlage oder einer kombinierten Vergärungs-/Kompostierungsanlage ansteht. Im vorliegenden Fall ist die bestehende Kompostierungsanlage bei Zubau einer Vergärungsanlage überdimensioniert und mit entsprechenden Sonderabschreibungen belastet.

Ausgehend von den 20.000 t/a Input wurde eine überschlägige Wirtschaftlichkeitsbetrachtung angestellt. Das Investitionsvolumen für die Vergärungsanlage (Trockenfermentation) beträgt rd. 12 Mio. EUR inkl. der Investition für das Biogas-BHKW in Höhe von rd. 0,8 Mio.EUR (700 kW_{el}).

Unter der Voraussetzung, dass für die Stromeinspeisung aus dem BHKW die EEG-Vergütung gezahlt wird und die nicht für den Vergärungsprozess benötigte Abwärme des BHKW im Umfeld der Vergärungsanlage zu 100% zu anlegbaren Wärmepreisen absetzbar ist (z.B. zur Verteilung über ein – derzeit in Wambel jedoch nicht vorhandenes – Nahwärmenetz) ergeben sich Restkosten für die Vergärungsanlage gegenüber der heutigen Kompostierung in Höhe von rd. 0,2 Mio. EUR/a. Die CO_2-Einsparung beträgt bei voller Abwärmenutzung rd. 3.600 t/a, die spezifischen Kosten für die CO_2-Einsparung betragen rd. 60 EUR/t CO_2.

Für den – aus heutiger Sicht eher wahrscheinlichen – Fall, dass die BHKW-Abwärme nicht an Dritte geliefert werden kann, wachsen die Restkosten der Vergärung auf rd. 0,4 Mio. EUR/a. Gleichzeitig sinkt die CO_2-Einsparung auf rd. 2.800 t/a. Die spezifischen CO_2-Vermeidungskosten steigen auf 150 EUR/t (trotz der bereits durch das EEG massiv geförderten Stromeinspeisung).

Vor diesem Hintergrund kann der Zubau einer Vergärungsanlage zurzeit nicht empfohlen werden. Es gibt bereits eine Vielzahl ungenutzter Abwärmequellen in Dortmund. Bei Bau einer Ver-

gärungsanlage in Wambel sehen wir – neben dem wirtschaftlichen Risiko bzw. den Mehrkosten gegenüber der heutigen Kompostierung, die letzten Endes von den Dortmunder Bürgern getragen werden müssten – die Gefahr, dass sich kurz- bis mittelfristig keine Wärmeabnehmer für die BHKW-Abwärme finden und die Anlage zusätzliche Abwärme produziert, die dann wiederum über Notkühler mit zusätzlichem Strombedarf ungenutzt an die Umgebung abgeführt werden muss.

E 7 (EE/EV c)	Bioabfall-Vergärung

Kurzbeschreibung

Vergärungsanlage für Bioabfall in der Stadt Dortmund.

Betrieb durch EDG (und DEW21).

Rolle der Stadt: bei Umsetzung ggf. Beschlussfassung, Genehmigung

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): nicht bewertet

Regionale Wertschöpfung: hoch

Durch hohen Anteil manueller Tätigkeiten. Der Bioabfall fällt in der Stadt an und wird in Dortmund verarbeitet. Der Fertigkompost wird in die Landwirtschaft und an Privathaushalte geliefert, das Biogas in einem Biogas-BHKW zu Wärme und Strom umgewandelt.

Sachkosten: mittel

Errichtung einer Bioabfall-Vergärung wäre mit einer Anhebung der Entsorgungskosten verbunden, damit auch steigende Entsorgungskosten für die kommunalen Gebäude. Investition für die Errichtung der Anlage ist sehr hoch.

Personalaufwand: mittel

Kosten-Nutzen-Relation: schlecht

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: langfristig

Authentizität: hoch

Bezug zum DLZE: kein Bezug

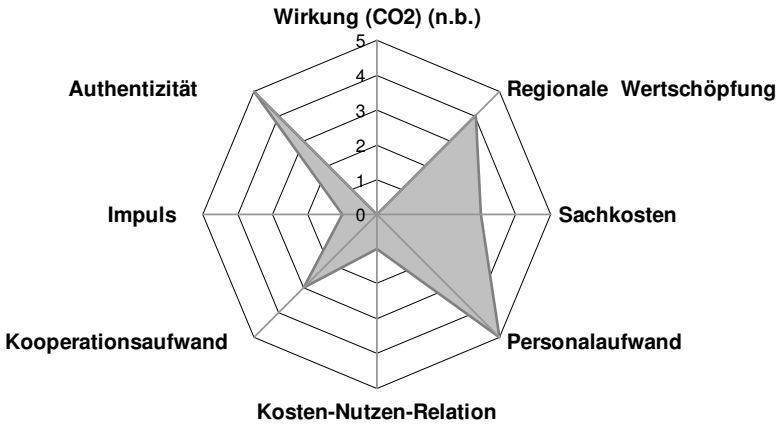


Tabelle 18: Maßnahmen-Tabelle Bioabfall-Vergärung

4.4.8 Ausbau der oberflächennahen Geothermie

Zur Ermittlung der Grundlagen für die Potenzialermittlung der Geothermienutzung wurde von ECOS Energie GmbH in Zusammenarbeit mit dem Geothermiezentrum Bochum (GZB) eine Untersuchung durchgeführt [24]. Diese Untersuchung nutzt die Erkenntnisse aus dem Wärmeatlas bzgl. des Heizenergieträgereinsatzes und der räumlichen Verteilung in Dortmund und verschneidet diese Daten mit dem geothermischen Potenzial.

Die Ergebnisse der Untersuchung der ECOS gehen in die Beschreibung und Bewertung der vier Maßnahmen zum Themenkomplex „Geothermie“ ein (4.4.8 Ausbau der oberflächennahen Geothermie, 4.4.9 Nutzung von Grubenwasser-Wärme, 4.4.10 Erdwärmekataster Dortmund und 4.4.11 Potenzialermittlung Tiefe Geothermie).

Als oberflächennahe Geothermie gilt ein erschließbares Potenzial in einem Tiefenbereich von 0 bis 400 Metern. Dieses Potenzial wurde vom Geologischen Dienst NRW flächendeckend für eine Tiefe bis 100 Metern ermittelt [23]. Dafür wurden für das Stadtgebiet vier verschiedene Tiefenniveaus, 40 m, 60 m, 80 m und 100 m, definiert, welche die unterschiedlichen standortspezifischen geothermischen Ergiebigkeiten bzw. die geothermischen Entzugsleistungen berücksichtigt. Die Potenzialkarte bewertet ausschließlich Einzel-Erdwärmesondenanlagen bis zu einer Wärmepumpen-Heizleistung von 30 kW und einer Sondentiefe bis maximal 100 m (i.d.R Ein- und Zweifamilienhäuser). Die ECOS-Studie unterscheidet bezüglich der Jahresbetriebsstunden zwei Standardfälle: a) 1.800 h (ausschließlich Beheizen) und b) 2.400 h (Beheizen + Warmwasser). Objekte mit einer Heizleistung größer 30 kW bedingen zumeist Bohrtiefen größer 100 m. Neben der Wärmeversorgung kann die Geothermie aus oberflächennahem Gebieten auch zur Gebäudekühlung eingesetzt werden.

Die Berechnung des theoretischen Flächenpotenzials für oberflächennahe Geothermie wird im Rahmen der ECOS-Untersuchung mittels eines exemplarischen Sondenfeldes simuliert. Dabei werden die Sonden in einem Abstand von 100 m bei einer Tiefe von je 100 m aufgebaut. Als Konfiguration wird ein großes geothermisches Feld mit 20 x 20 Sonden gewählt, welches bei einer großmaßstäblichen Versorgung üblich ist. Zur Berechnung des theoretischen Flächenpotenzials für das Dortmunder Stadtgebiet fließen in die Sondenfeldsimulation neben den Parametern des Untergrundes auch nutzungsbedingte Vorgaben ein. Diese sind in erster Linie neben den schon erwähnten Vollbenutzungsstunden der Wärmepumpe auch das Verhältnis von Grund- zu Spitzenlast.

Für die Ermittlung des Flächenpotenzials wird von einer monovalenten Versorgung durch Geothermie mit im Mittel 1.800 Vollbenutzungsstunden ausgegangen. Eine monovalente Versorgung liegt dann vor, wenn, im Gegensatz zu einer bivalenten Versorgung, ein Gebäude im Grund- und Spitzenlastbereich mittels einer einzigen Energieversorgungsvariante, in diesem Fall geothermisch durch die Wärmepumpe, beheizt wird.

Die Untersuchungen [23] [24] zum Potenzial zur Nutzung oberflächennaher Geothermie in Dortmund ergeben für das Versorgungsgebiet durchschnittliche bis gute Wärmeleitfähigkeiten der Festgesteine in der Tiefe bis 400 m, wobei das größere Potenzial im südlichen Bereich des Stadtgebiets zu finden ist.

Dieses theoretische Potenzial ist allerdings nur bedingt ausschöpfbar: nicht ausreichende Freiflächen und ein hoher Energiebedarf insbesondere innerhalb der Kerngebiete behindern eine vollständige Potenzialerschließung. So kämen für eine teilweise bzw. vollständige Substitution

von nicht leitungsgebundenen Energieträgern (NLG) 39% bzw. 36% der Gesamtfläche der Kerngebiete in Frage. In den Außenbezirken dagegen ist nach Einschätzung der Autoren der Potenzialanalyse von ECOS Energie eine vollständige Verdrängung von NLG durch oberflächennahe Geothermie grundsätzlich möglich.

Diese Auswertungen beziehen sich zunächst auf das Verhältnis von geothermischem Potenzial und Flächenangebot zum Heizenergiebedarf innerhalb der Gebiete.

Da eine Nachrüstung im Gebäudebestand wegen des Aufwandes für die Erdsonden bzw. Erdkollektoren und der oftmals ungeeigneten Heizungssysteme (keine Niedertemperaturverteilung) schwierig ist, wird das umsetzbare Potenzial in Dortmund insgesamt im Rahmen des Handlungsprogramms deutlich vorsichtiger eingeschätzt. Ausgehend vom Heizenergiebedarf in den mit nicht leitungsgebundenen Heizenergieträgern versorgten Gebieten wird zunächst dem Einsatzpotenzial für Pellet-Heizungen – mit Eingrenzung auf die immissionsseitig geeigneten Gebiete (vgl. Abschnitt 4.4.6) – aufgrund ihrer wesentlich höheren CO_2-Wirkung Priorität eingeräumt. In den verbleibenden Gebieten ergibt sich aus dem Wärmeatlas ein Substitutionspotenzial fossiler Energieträger von rd. 28 GWh/a in Wohngebäuden und 18 GWh/a in Nichtwohngebäuden (basierend auf dem heutigen Heizenergiebedarf der Objekte).

Für die tatsächlich bis 2020 erreichbare Umsetzung wird ein Faktor von 30% angesetzt. Damit folgt für das Klimaschutz-Szenario ein additiver Wärmemarkt oberflächennaher Geothermie im Gebäudebestand gegenüber dem Referenzszenario von 18 GWh/a und ein CO_2-Einsparpotenzial bei Verdrängung von Heizöl in Höhe von 2.700 t/a (aus Sicht der Bedarfszahlen und CO_2-Faktoren in 2020).

Nicht berücksichtigt sind hierbei Anwendungen in Neubaugebieten. Hier kann aufgrund des niedrigen spezifischen Wärmeverbrauchs und der geringen Wärmedichten die leitungsgebundene Versorgung mittels Erdgas oftmals kaum wirtschaftlich durchgeführt werden. Neubauten werden zudem häufig mit Niedertemperatur-Heizsystemen ausgeführt, so dass der Einsatz von Wärmepumpen sich hier auch aus ökologischen Gründen aufgrund der höheren erzielbaren Arbeitszahlen der Wärmepumpen anbietet und häufig umgesetzt wird.

E 8 (EEV/EV d)	Ausbau der oberflächennahen Geothermie

Kurzbeschreibung

Ausbau der Nutzung für oberflächennahe Geothermie in Neubaugebieten und im Bestand, die nicht für eine Fernwärme- oder ähnlich effiziente Versorgung in Frage kommen.
Umsetzung privat oder in Contracting-Modellen mit DEW21 (Ausbau leitungsgebundener Versorgung).
Rolle der Stadt: bei Umsetzung ggf. Koordinator / Vermittler

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): hoch
Substitutionspotenzial an nicht leitungsgebundener Heizenergie rd. 54 GWh/a, davon 32 GWh im Bereich Wohngebäude und 22 GWh/a im Bereich Nichtwohngebäude. Im Rahmen des Klimaschutz-Szenarios wurden 16 GWh/a als umzusetzendes Potenzial bis 2020 angesetzt; die resultierende CO_2-Einsparung beträgt 2.700 t/a.

Regionale Wertschöpfung: mittel

Sachkosten: gering

Personalaufwand: gering

Kosten-Nutzen-Relation: mittel

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: mittelfristig

Authentizität: gering

Bezug zum DLZE: Öffentlichkeitsarbeit und Beratungsleistungen

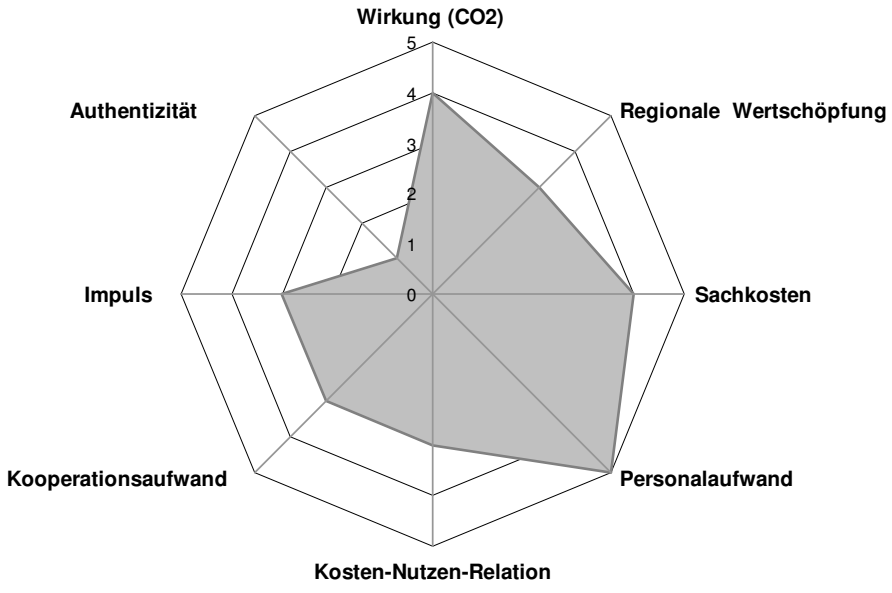


Tabelle 19: Maßnahmen-Tabelle Ausbau der oberflächennahen Geothermie

4.4.9 Nutzung von Grubenwasser-Wärme

Unter der Nutzung von Grubenwasser-Wärme ist der Entzug geothermischer Energie aus ehemaligen Bergwerken zu verstehen. Aufgegebene Stollen und Schächte füllen sich über den Zufluss von Grundwasser, das eine seiner Tiefe entsprechende Temperatur aufweist. Über geschlossene Wärmetauscher oder durch direkte Förderung des Grubenwassers kann somit eine geothermische Nutzung des Untergrundes erfolgen.

Am Standort der ehemaligen Zeche Hansa wird im Rahmen der Wasserhaltung der RAG Grubenwasser in Höhe von 2,1 m³/min bzw. jährlich ca. 1,1 Mio. m^3 gefördert wird. Bei einer Temperatur-Spreizung von 10 K wäre hier ein Wärmepotenzial von rd. 1,5 MW gegeben.

Unklar ist derzeit, wie lange der Standort zur Grubenwasserhaltung weiterbetrieben wird. U.U. fällt Hansa nach Ende des aktiven Steinkohlebergbaus im östlichen Ruhrgebiet aus der Grubenwasserhaltung bereits in 5 bis 8 Jahren heraus. Eine unmittelbare energetische Nutzung wie sie derzeitig an der Zeche Robert Müser in Bochum, die in das langfristige Wasserhaltungskonzept der RAG eingebunden ist, vorbereitet wird, ist vor diesem Hintergrund nicht zu erwarten. Das Weiter-Fördern des Grubenwassers ausschließlich zur energetischen Nutzung ist aufgrund der hohen Pumpkosten wirtschaftlich nicht darstellbar.

In der Potenzialstudie der ECOS Energie [24] wird die Nutzbarmachung zweier noch offener Schächte durch den Einsatz eines vollständig geschlossenen Systems in Form eines mehrsträngigen Rohrnetzes aus flexiblen Hochdruck-Kunststoffen diskutiert. Als „kleine“ Lösung könnte ein geschlossener vertikaler Wärmetauscher in einen Schacht eingebracht werden, der ausschließlich die Wärme in diesem Schacht nutzt. Die Entzugsleistung wäre hier deutlich eingeschränkt. Sie liegt in der Größenordnung von 0,2 MW. Ein vergleichbares System wurde im Jahr 2009 an der Zeche Auguste Victoria in Marl bereits realisiert. Als „große“ Lösung könnte zusätzlich ein geschlossenes horizontales Rohrnetz im noch zugänglichen Streckensystem der Zeche Hansa installiert werden. Die Leistung könnte somit u.U. auf 1 MW und mehr gesteigert werden.

Im näheren Umfeld der Zeche Hansa finden sich nur wenige größere geeignete Wärmeabnehmer. Nach Auswertung des Wärmeatlas sind dies die neu angesiedelten Gewerbebetriebe im unmittelbaren Umfeld des Schachtes mit rd. 600 MWh jährlichem Heizenergiebedarf und die Gebäude entlang der Emscherallee mit weiteren 540 MWh/a. Diese sind zurzeit mit Erdgas versorgt, so dass die Wahrscheinlichkeit für eine Grubenwassernutzung als gering eingeschätzt wird.

Für künftige sich ansiedelnde weitere Gewerbebetriebe wäre die Versorgung aus Grubenwasserwärme denkbar. Als Potenzial im Rahmen des Klimaschutzszenarios wurde eine Wärmemenge von 750 MWh/a angesetzt, die erzielbare CO_2-Einsparung ist mit rd. 60 t/a überschaubar.

E 9 (EE/EV e)	Nutzung von Grubenwasserwärme

Kurzbeschreibung

Grubenwassernutzung im Bereich Zeche Hansa.
Prüfung möglicher Nahwärmeversorgung aus Grubenwasserförderung der RAG.
Rolle der Stadt: bei Umsetzung ggf. Koordinator / Vermittler

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): sehr gering
Substitutionspotenzial Erdgas rd. 800 MWh/a bzw. rd. 60 t CO_2/a.
Regionale Wertschöpfung: mittel
Sachkosten: gering
Personalaufwand: gering
Kosten-Nutzen-Relation: mittel
Kooperationsaufwand: mittel
Impuls: mittelfristig
Authentizität: hoch

Bezug zum DLZE: kein Bezug

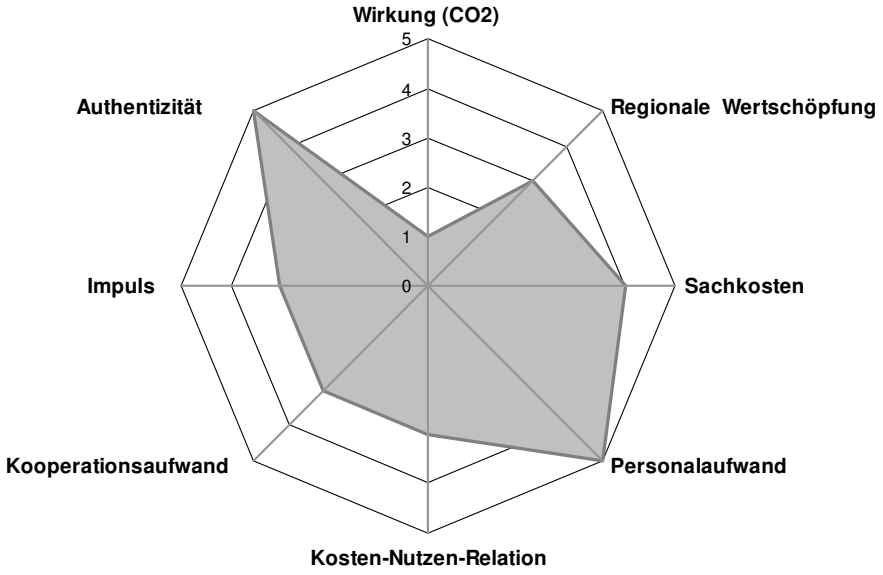


Tabelle 20: Maßnahmen-Tabelle Nutzung von Grubenwasserwärme

4.4.10 Erdwärmekataster Dortmund

Die Anzahl und die Lage der bisher im Versorgungsgebiet installierten bzw. genehmigten erdwärmegekoppelten Wärmepumpen (363 Genehmigungsverfahren bis Ende September 2010) liegen der Unteren Wasserbehörde der Stadt Dortmund vor. Eine Aufbereitung und Veröffentlichung dieser Daten könnte potenziellen Neukunden einen Überblick über bereits erschlossene Flächen liefern.

Diese öffentliche Dokumentation von größeren zusammenhängenden „Wärmepumpen-Siedlungen“, größeren Einzelobjekten aber auch kleinen Privatanlagen soll ein gegenseitiges Beeinflussen und Interessenkonflikte bereits bestehender und potenzieller Wärmepumpen zu verhindern helfen. Eine Minimallösung eines Erdwärmekatasters stellt die ortsunscharfe Darstellung der Anlagen (Lagegenauigkeit z.B. 50 m) mit Angaben zur Leistung und der Sondenmeteranzahl dar. Eine erweiterte Lösung würde weitere Angaben wie Adressdaten und Detailinformationen zum Ausbau und zur Ergiebigkeit der Anlage mit einschließen. Dies setzt aber das Einverständnis der Anlagenbetreiber voraus.

Ein Erdwärmekataster könnte neben anderen Informationen bezüglich oberflächennaher Geothermie, wie z.B. der Karte zur oberflächennahen geothermischen Ergiebigkeit, Hinweisen zu möglichen geotechnischen/hydrogeologischen Risiken, Genehmigungsbestimmungen und weiteren allgemeinen Informationen in ein Informationssystem für oberflächennahe Geothermie für Dortmund eingebettet werden [24].

E 10 (EE/EV f)	Erdwärmekataster Dortmund

Kurzbeschreibung

Erstellung eines Erdwärmekatasters für die Stadt Dortmund für die oberflächennahe Geothermie. Datenbank zu sämtlichen durchgeführten Erdwärmebohrungen mit Erstellung eines entsprechenden frei zugänglichen Internetportals; Erfassung der im Betrieb tatsächlich erbrachten Arbeitszahlen. Rolle der Stadt: Datengrundlage, Initiierung, (Mit-)Finanzierung und fachliche Begleitung des Portals

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): nicht bewertet

Regionale Wertschöpfung: mittel

Investitionen werden nur mittelbar ausgelöst, dann aber zu einem großen Teil von Dortmunder Betrieben umgesetzt.

Sachkosten: mittel

Personalaufwand: mittel

Kosten-Nutzen-Relation: nicht bewertet

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: mittelfristig

Authentizität: mittel

Bezug zum DLZE: kein Bezug

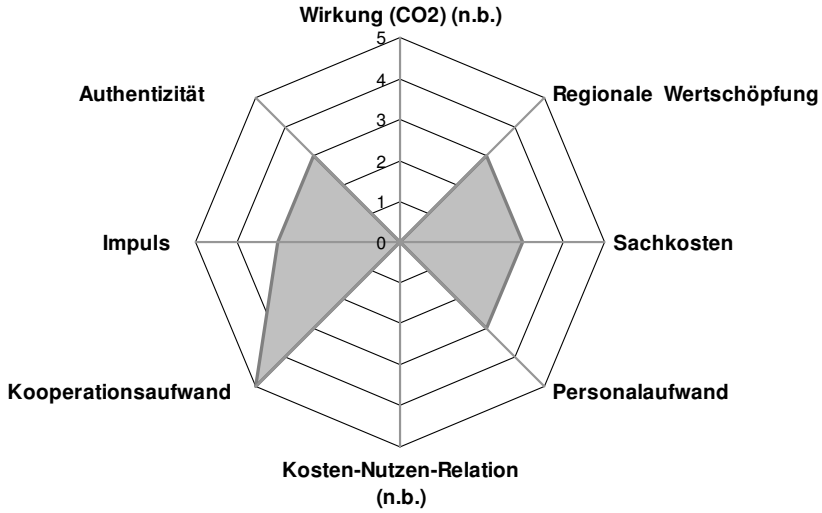


Tabelle 21: Maßnahmen-Tabelle Erdwärmekataster Dortmund

4.4.11 Potenzialermittlung Tiefe Geothermie

Bei einer Erdwärmegewinnung aus Tiefen von mehr als 1.000 m spricht man von Tiefengeothermie. Über HDR/HFR-Verfahren (Hot-Dry-Rock/Hot-Fractured-Rock) und Hydrothermale Verfahren wird die Erdwärme zu Heizzwecken genutzt und bei ausreichend hohen Temperaturen über Niedrig-Enthalpiesysteme auch zur Stromerzeugung.

Aufgrund der Gesteinsverhältnisse stellt sich die Situation in Dortmund für die Stromerzeugung aus tiefer Geothermie eher ungünstig dar [24]. Eine direkte Nutzung der Erdwärme zu Heizzwecken über hydrothermale System ist grundsätzlich bereits ab Tiefen von 1.500 bis 2.000 m und Temperaturen von 60°C denkbar. Allerdings erreicht diese Form der Tiefengeothermie eine Wirtschaftlichkeit nur durch Fördermittel z.B. aus dem Marktanreizprogramm Erneuerbare Energieträger sowie ab einer Leistungsabnahme von 200 bis 500 kW im Grundlastbereich bei einer Vollbenutzungsstundenzahl von mehr als 4.000 h/a. Dieses Lastprofil weisen Hallenbäder und Gebäude mit ähnlicher Nutzung auf.

Aufgrund der bisher ungenutzten und für die Beheizung derartiger Objekte sich anbietenden Abwärmequellen in Dortmund wird die Nutzbarmachung Tiefer Geothermie derzeit nicht als vorrangig betrachtet. Mittelfristig ist bei eingehender Untersuchung des Wärmemarktes hinsichtlich der Abwärmenutzung auch das Potenzial für den Einsatz Tiefer Geothermie in diese Untersuchungen einzubeziehen.

E 11 (EE/EV g)	Potenzialermittlung Tiefe Geothermie

Kurzbeschreibung

Prüfen der Potenziale für Tiefengeothermie für das Stadtgebiet.
Rolle der Stadt: ggf. (Mit-)Finanzierung, fachliche Begleitung

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): nicht bewertet
Regionale Wertschöpfung: mittel
Sachkosten: mittel
Personalaufwand: mittel
Kosten-Nutzen-Relation: nicht bewertet
Kooperationsaufwand: gering
Impuls: langfristig
Authentizität: mittel

Bezug zum DLZE: kein Bezug

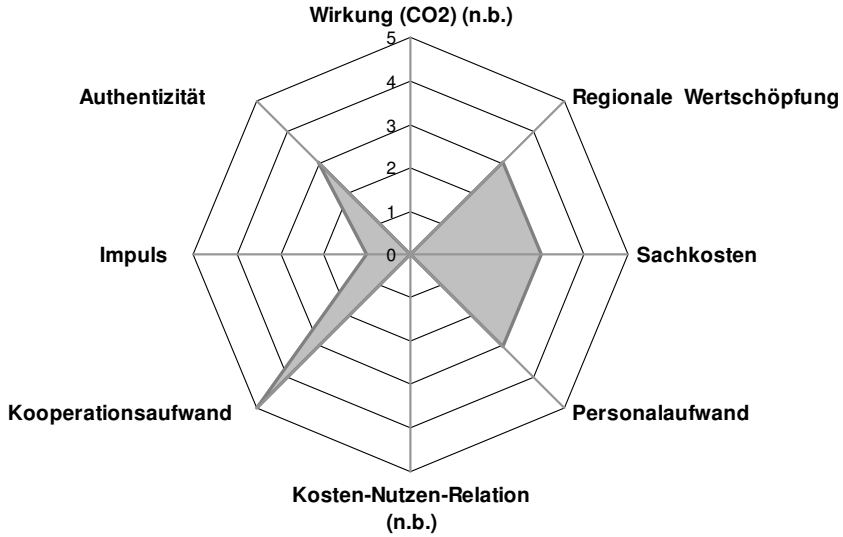


Tabelle 22: Maßnahmen-Tabelle Potenzialermittlung Tiefe Geothermie

4.4.12 Hochwertiger Ökostrom für öffentliche Gebäude und Verkehrsmittel (TOP 10)

DEW21 bietet zwei verschiedene Ökostrom-Tarife an. Der Tarif „Grün“ ist eine Marke im „watergreen“-Verbund der ASEW und wird regelmäßig vom TÜV Nord überprüft und zertifiziert. Er beinhaltet die Lieferung von Wasserkraft-Strom aus bestehenden Wasserkraftwerken in Norwegen. Die DSW21 bezieht für den Stadtbahnbetrieb und für mehrere Liegenschaften bereits seit 2008 diesen CO_2-freien Wasserkraft-Strom in Höhe von jährlich rd. 64.000 MWh/a und spart damit jährlich rd. 37.000 t CO_2-Emissionen.

Über den Tarif „Grün“ werden jedoch keine Neuanlagen im Bereich regenerative Energien initiiert – zumindest nicht direkt.

Im Rahmen der hier vorgestellten Maßnahme wird daher das Produkt nach dem Tarif „clima.prima“ für öffentliche Liegenschaften und Konzerntöchter der Stadt bewertet. Dieser Tarif wird von DEW21 parallel zum Tarif „Grün“ angeboten. Die Stromlieferungen basieren auf der energreen-Initiative der ASEW-Mitgliedsunternehmen und werden ebenfalls zu 100% aus regenerativen Energiequellen gedeckt [25]. Sie sind mit dem Grüner Strom Label „Gold“ von Umweltschutzverbänden, Verbraucherinitiativen und Wissenschaftlern ausgezeichnet [26].

Anders als beim „Grün“strom wird hier vom Kunden ein Spendenbeitrag in Höhe von 4 ct/kWh erbeten, der von DEW21 verdoppelt wird. Der Gesamtbetrag wird von DEW21 an den Solarfond Dortmund e.V. abgeführt und dort ausschließlich zur Förderung regenerativer Energien eingesetzt. Aus den Mitteln des im Frühjahr 1999 als Initiative von DEW21, der FH Dortmund und der Stadt Dortmund gegründeten Solarfonds wurden seit 1999 zwanzig Solarstromanlagen auf den Dächern Dortmunder Schulen gefördert.

Der Stromeinsatz in den öffentlichen Liegenschaften beträgt heute rd. 46.000 MWh/a, die Straßenbeleuchtung benötigt rd. 17.000 MWh/a. In Summe entspricht der kommunale Verbrauch von 63.000 MWh/a damit etwa dem o.g. Stromverbrauch der Stadtbahn inkl. Liegenschaften der DSW21. Mit dem Betriebsverbrauch der DEW21 von rd. 14.000 MWh/a ergibt sich ein Gesamtstromverbrauch von rd. 141.000 MWh/a.

Rein rechnerisch könnten bei vollständiger Umstellung dieses Stromverbrauchs auf ein derartiges CO_2-neutrales und den Ausbau regenerativer Energien förderndes Stromprodukt aus heutiger Sicht jährlich rd. 72.000 t/a CO_2 eingespart werden. Auf das Engagement der Stadt Dortmund wäre bei sofortiger Umsetzung eine Einsparung von 32.300 t/a anzurechnen (mit CO_2-Faktor 2020). Diese würde aber für die Stadt jährliche Mehrkosten gegenüber dem Einsatz von konventionellem Strom in Höhe von 2,5 Mio. EUR/a erfordern. Hochgerechnet auf die 10 Jahre bis 2020 würde hieraus ein Gesamtbetrag von 25 Mio. EUR resultieren!

Gleichzeitig ist zu bedenken, dass dieser Betrag noch nicht der Investitionssumme für die Erlangung der genannten CO_2-Einsparung entspricht, sondern lediglich dem Beitrag der Stadt, der an den Solarfond als Spende abgeführt wird. DEW21 müsste gemäß dem Tarifmodell noch einmal dieselbe Summe als Spende an den Solarfonds entrichten. Insgesamt wären das 50 Mio. EUR bis zum Jahr 2020, nur bezogen auf den Stromverbrauch städtischer Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung.

Sollen die entsprechenden aus erneuerbaren Energiequellen zu liefernden Strommengen aus Anlagen im Stadtgebiet Dortmund stammen, so wären hier entsprechende Anlagenleistungen zu installieren. Da das im Rahmen dieser Untersuchung ermittelte Potenzial im Wesentlichen im Bereich der Photovoltaik zu erreichen ist, wären entsprechende Flächen vorzusehen.

Vergleicht man den Strombedarf der Stadt von 63.000 MWh mit dem über den bereits umgesetzten Solardachpool hinausgehenden Potenzial an Photovoltaik auf öffentlichen Gebäuden – hier bieten sich Flächen für ca. 1.900 MWh/a PV-Strom – und dem Potenzial auf Privatgebäuden und auf Freiflächen der Stadt – hier bieten sich Flächen für PV-Strom für ca. 61.000 MWh/a – so wird deutlich, dass das Ziel, die entsprechenden Strommengen aus Erneuerbaren Energiequellen im Stadtgebiet Dortmund umsetzen zu wollen, illusorisch ist. Es müsste also entsprechend in Anlagen außerhalb Dortmunds investiert werden z.B. Windkraft, Wasserkraft oder Biomasse.

Die DEW21 hat ihr Engagement bzgl. Erneuerbarer Energiequellen im laufenden Jahr 2010 erneut intensiviert und im April einen Windpark mit 55,5 MW Leistung in Sachsen-Anhalt erworben [27]. Die jährliche Stromerzeugung aus diesem Windpark dürfte bei rd. 100.000 MWh/a liegen und damit bei rd. 2/3 der erforderlichen Regenerativen Strommengen für den kommunalen Stromverbrauch und DSW21/DEW21. Darüber hinaus hat DEW21 eine Kaufoption für einen weiteren Windpark im Nordwesten Dortmunds mit 3,3 MW Leistung. Mittels derartiger Projekte wäre also rein rechnerisch die Umsetzung der regenerativen Stromlieferung an die Stadt realisierbar. Die Frage der Gleichzeitigkeit von Erzeugung und Bedarf in Dortmund ist damit jedoch noch nicht beantwortet.

Insgesamt ist die vollständige Belieferung aus derartigen regenerativen Erzeugungsanlagen über den Tarif clima.prima zum einen nicht kurzfristig umsetzbar und zum anderen aus Sicht der Stadt (und DEW21) sehr teuer.

Im Rahmen des Klimaschutzszenarios wurde daher der Einstieg in den städtischen Strombezug im clima.prima-Tarif zunächst mit einem Anteil von rd. 10% für 2012 unterstellt und die sukzessive jährliche Steigerung der Bezugsmengen bis zum Jahr 2020 auf 50% der Gesamtwerte angesetzt. Dabei wird für die Zahlen in 2020 der sukzessive Bedarfsrückgang gemäß den Ansätzen des Klimaschutzszenarios angesetzt. Die in 2020 erzielbare CO_2-Einsparung beläuft sich damit auf rd. 27.500 t/a (mit den Bedarfszahlen 2020 und dem CO_2-Faktor des bundesdeutschen Strommix für das Jahr 2020). Auf Strommengen der kommunalen Liegenschaften und der Straßenbeleuchtung entfallen davon 14.600 t/a.

Mit der sukzessiven Steigerung der Bezugsmengen im clima.prima-Tarif steigen auch die zusätzlichen Kosten aus Sicht der Stadt von 0,14 Mio. EUR/a in 2012 bis auf 1,14 Mio.EUR/a in 2020. Die kumulierte Summe der jährlichen Kosten bis 2002 beläuft sich auf rd. 5,8 Mio. EUR.

E 12 (KomStadt 9)	Hochwertiger Ökostrom für öffentliche Gebäude, Straßenbeleuchtung und Verkehrsmittel

Kurzbeschreibung

Neben dem Stromprodukt „Grün“ (basierend auf Strom aus Wasserkraft in Norwegen) bietet DEW21 ein energreen-Stromprodukt an („clima.prima“, mit Grüner Strom Label Gold zertifiziert). Zusätzlich zum üblichen Stromtarif wird der Kunde um einen Spendenbeitrag von 4 ct/kWh für den Solarfonds Dortmund e.V. gebeten. DEW21 verdoppelt diesen Spendenbetrag und führt ihn an den Solarfonds ab. Dieser setzt ihn zur Förderung regenerativer Energien - bevorzugt PV-Anlagen in Dortmund - ein.

Durch Bezug eines hochwertigen Ökostrom-Produktes vergleichbar dem „clima.prima“-Produkt für die öffentlichen Gebäude, die Straßenbeleuchtung und die Stadtbahn könnte ein weiterer Betrag zum Ausbau regenerativer Energieträger geleistet werden.

Rolle der Stadt: Kunde für zertifizierten Öko-Strom

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): sehr hoch
Bei sukzessiver Erhöhung der Ökostrommengen im Bezug der Stadt bis auf 50% in 2020 (rd. 20.700 MWh/a) CO_2-Einsparung von bis zu 10.600 t/a zzgl. 4.000 t/a für Straßenbeleuchtung (7.700 MWh/a). Weitere 12.900 t/a bei 50% Einsatz für Stadtbahn und Betriebsverbrauch der DEW21.

Regionale Wertschöpfung: hoch
Die erforderlichen Strommengen entsprechen dem gesamten PV-Potenzial in Dortmund und gehen weit über das PV-Potenzial auf öffentlichen Gebäuden hinaus! Die Umsetzung erfordert damit auf jeden Fall Projekte außerhalb Dortmunds.

Sachkosten: sehr hoch
Mehrkosten für 50% des kommunalen Strombezugs inkl. Straßenbeleuchtung rd. 1,3 Mio. EUR/a! Ähnliche Größenordnung für Stadtbahn/Betriebsverbrauch DEW21.

Personalaufwand: gering

Kosten-Nutzen-Relation: schlecht
Rechnerische Vermeidungskosten bei 70 €/t bis 80 €/t (allein aus Sicht der Stadt), d.h. deutlich höher als die derzeitigen Marktpreise im CO_2-Handel.

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: kurzfristig

Authentizität: mittel

Bezug zum DLZE: kein Bezug

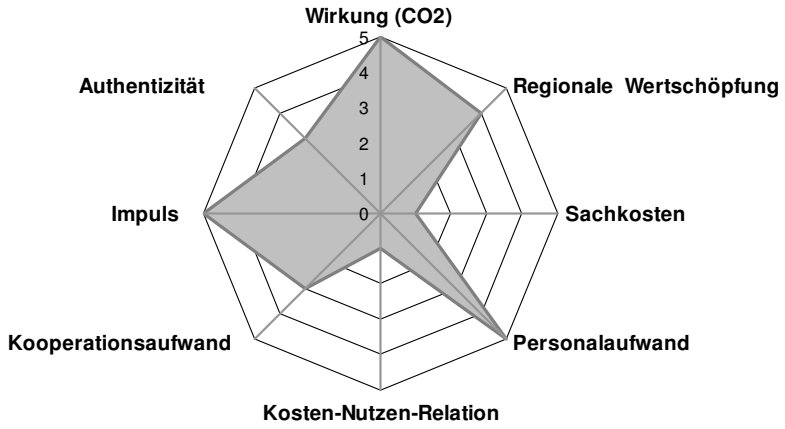


Tabelle 23: Maßnahmen-Tabelle Hochwertiger Ökostrom für Öffentliche Gebäude, Straßenbeleuchtung und Verkehrsmittel

4.4.13 Ökogasangebot durch Gasversorger

Eine weitere Option zur Nutzung regenerativer Energieträger in der Wärmeversorgung bietet die Beimischung von Biogas zum Erdgas. Ein derartiges Angebot an Kunden, Wohnungen und Gewerbegebäude umweltverträglicher zu heizen, wird bereits von vielen Gasversorgern praktiziert.

Die Anforderungen zur Verwendung erneuerbarer Energieträger in der Wärmeversorgung neuer Gebäude sind auf Bundesebene durch das EEWärmeG [4] vorgegeben. Danach ist für den Einsatz gasförmiger Biomasse ein Anteil von mindestens 30% Biogas im verfeuerten Gas und darüber hinaus der Einsatz in einer KWK-Anlage erforderlich, um die Vorgabe gemäß EEWärmeG einzuhalten.

Die Anforderungen zur Erfüllung des EEWärmeG auf Basis von Biogas sind somit sehr hoch und die gezielte Verwendung eines Gasproduktes mit Biogas-Anteil im Neubaubereich wirtschaftlich wenig attraktiv, da der Baukosten-Vorteil aus dem Biogas-Einsatz auch mittels einer KWK-Anlage mit konventionellem Erdgas-Einsatz erzielt werden kann.

Die Bereitstellung eines Öko-Gasproduktes mit einem Biogasanteil von 5%, wie in dieser Maßnahme im Rahmen des Handlungsprogramms Klimaschutz 2020 vorgeschlagen, zielt somit auf besonders umweltbewusste Gas-Nutzer ab. Durch ihr Nutzerverhalten beim Gasbezug können CO_2-Einsparungen für die Stadt Dortmund erzielt werden.

Das theoretische Gesamtpotenzial an CO_2-Einsparung bei rechnerisch vollständiger Substitution des Erdgases in den kommunalen Liegenschaften und im Bereich der Privathaushalte durch ein Produkt mit einer Beimischung von 5% Biogasanteil beläuft sich aus heutiger Sicht auf rd. 1.400 t/a CO_2 für die kommunalen Liegenschaften und rd. 33.500 t/a CO_2 für die Privathaushalte .

Im Rahmen des Klimaschutzszenarios wird unterstellt, dass die Stadt Dortmund – nach Einführung eines entsprechenden Ökogasproduktes bei DEW21 – entsprechend ihrer Vorbildfunktion bis 2020 sukzessive sämtlichen Gasbezug auf das Ökogasprodukt umstellt. Für den Bereich der Privaten Haushalte wird eine sukzessive Umsetzung auf 10% bis 2020 angesetzt.

Das resultierende CO_2-Einsparpotenzial mit den gemäß dem Klimaschutzszenario reduzierten Wärmebedarfswerten im Gebäudebestand 2020 beträgt rd. 4.300 t/a CO_2.

Aus Sicht des Gasanbieters ist die Maßnahme zunächst als kostenneutral zu bewerten. Die Zusatzkosten für die Beschaffung am Markt bzw. die Gasaufbereitung müssten an die Endkunden über einen neuen Tarif für ein Endprodukt mit Biogasanteil weitergegeben werden. Aus Endkundensicht dürften die Mehrkosten für ein Produkt mit einem Biogasanteil von 5% bei etwa 5% liegen.

E 13 (EE/EV h)	Ökogasangebot durch Gasversorger

Kurzbeschreibung

Einsatz eines Ökogasproduktes in Dortmund; Anbieter z.B. DEW21

Rolle der Stadt: ggf. Kunde für Ökogas

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): hoch

Realistisches Einsparungspotenzial für Dortmund: rd. 3.000 t/a (Privathaushalte) und 1.300 t/a (Öffentliche Haushalte)

Regionale Wertschöpfung: sehr gering

Diese Maßnahme hat keine Auswirkung auf die regionale Wertschöpfung der Kommune, solange das Biogas nicht aus einer Anlage im Stadtgebiet stammt.

Sachkosten: mittel

Die Mehrkosten für in Biogasprodukt sind für den Kunden (die Stadt) als moderat einzustufen (Mehrkosten: 5%).

Personalaufwand: gering

Die Kommune hat keinerlei Personalaufwand durch die Nutzung von Biogas.

Kosten-Nutzen-Relation: mittel

Durch eine mittelstarke Wirkung und mittlere Verbrauchs-Mehrkosten ergibt sich eine mittlere Kosten-Nutzen-Relation.

Kooperationsaufwand: mittel

Aufwand fällt an für eine Ausschreibung an Ökogasanbieter seitens der Stadt. Im Vorfeld findet die Planung durch das Bau-/Liegenschaftsamt und den Kämmerer statt.

Impuls: mittelfristig

Planung und Ausschreibung sowie Stadtratsbeschluss bedürfen eines mittelfristigen Zeithorizonts.

Authentizität: gering

Diese Maßnahme stellt explizit keinen besonderen Bezug zur Stadt Dortmund her

Bezug zum DLZE: kein Bezug

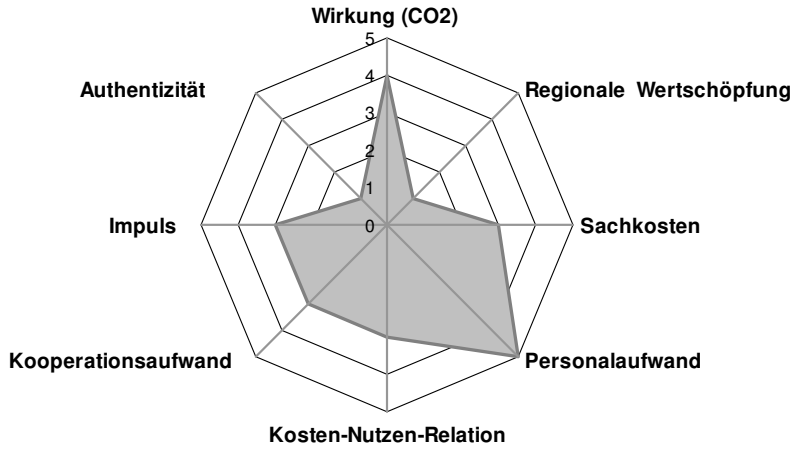


Tabelle 24: Maßnahmen-Tabelle Ökogasangebot durch Gasversorger

4.5 Kraft-Wärme-Kopplung, Fernwärme und Abwärmenutzung

4.5.1 Potenziale der KWK (TOP 10)

Als Umwandlungstechnik zur Strom- und Wärmeerzeugung mit einer sehr effizienten Brennstoffausnutzung hat sich die Kraft-Wärme-Kopplung seit Jahrzehnten in der Energiewirtschaft etabliert. Die Effizienz dieser Technik erreicht mittlerweile Gesamtwirkungsgrade von mehr als 90%. Die Weiterentwicklung kleinerer KWK-Anlagen - hier im Wesentlichen erdgasgefeuerte Blockheizkraftwerke - hat den zunehmenden Einsatz auch in der dezentralen Wärmeversorgung ermöglicht. Besonders in erdgasversorgten Gebieten, in denen eine Fernwärmenutzung auf Basis großer KWK-Anlagen aus technischer und wirtschaftlicher Sicht nicht machbar ist, hat sich die dezentrale Stromerzeugung mit Wärmeauskopplung bewährt.

Zum Ende des Jahres 2009 waren in Dortmund ca. 20 dezentrale KWK-Anlagen verschiedenster Leistungsklassen, teils in Trägerschaft der Versorgungsunternehmen, teils in privater Trägerschaft, in Betrieb.

Um die Potenziale für eine weiteren Ausbau der dezentralen KWK zu bewerten, wurden die Daten des Wärmeatlasses nach der vorliegenden Detaillierungstiefe – d.h. nach Straßenabschnitten von jeweils 10 Hausnummern – ausgewertet.

Dabei wurden unter Einbeziehung der Daten aus dem Gebäudekataster der Stadt Dortmund folgende Differenzierungen vorgenommen:

- Es wurden nur Straßen/Straßenabschnitte herangezogen, die nicht bereits fernwärmeversorgt sind.
- Ermittlung differenziert nach Heizenergiemengen Erdgas bzw. nicht leitungsgebundene Heizenergieträger (NLG, z.B. Heizöl). Bereits gasversorgte Objekte sind grundsätzlich mit weniger Aufwand um eine KWK-Anlage zu erweitern als Objekte, die zunächst noch an die Gasversorgung angebunden werden müssen.
- Ermittlung differenziert nach Gebäudetypen (Wohngebäude bzw. Nichtwohngebäude).
- Ermittlung nach Größenklassen der Heizenergiemengen mit folgender Zuordnung:

  Heizenergiemengen von
  - 20 – 150 MWh/a je Gebäude (Einfamilien- und kleinere Mehrfamilienhäuser) => Kleinst-BHKW bis 5 kW_{el}
  - 150 – 600 MWh/a je Gebäude (Mehrfamilienhäuser und Gewerbeobjekte) => Klein-BHKW bis 50 kW_{el}
  - mehr als 600 MWh/a je Gebäude (große Gewerbeobjekte) => BHKW größer 50 kW_{el}

Entscheidend für die Dimensionierung und Auslastung von KWK-Anlagen ist der Wärmebedarf der einzelnen Gebäude, da dezentrale KWK-Anlagen aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen i.d.R. wärmegeführt betrieben werden. Auf Basis der vorliegenden Gasverbrauchsdaten wurde jeweils das Gesamtpotenzial in den drei den BHKW-Klassen zugeordneten Wärmeverbrauchsklassen ermittelt. Diese drei Bereiche wurden mit Ansätzen für die Umsetzungswahrscheinlichkeit gewichtet und daraus die Gesamtpotenziale abgeleitet. Die Auswertungsergebnisse der flächendeckend für das gesamte Stadtgebiet vorgenommenen Auswertungen

fasst die Tabelle 25 zusammen. Einen beispielhaften Luftbildausschnitt für die Auswertungen auf Basis des Wärmeatlas zeigt die Abbildung 76.

Das rechnerische Gesamtpotenzial beläuft sich zunächst auf 410 GWh/a Strom- und 1.740 GWh/a Wärmeerzeugung aus dezentralen KWK-Anlagen. Das theoretische CO_2-Einsparpotenzial beläuft sich aus heutiger Sicht auf rd. 184.000 t/a.

Gebäudetyp	Größenklasse Heizenergieeinsatz	Leistungs-klasse BHKW [kWel]	Verbrauch Heizenergie NLG [MWh/a Hu]	Potenzial Wärme-erzeugung aus KWK [MWh/a th]	Potenzial Strom-erzeugung aus KWK [MWh/a el]	Rechneri-sches CO_2-Potenzial *) [t/a]	Umsetzungs-faktor KS-Szenario	Anzahl Anlagen (ca.)	CO_2-Potenzial 2020 **) [t/a]
Wohn-	Ø 20 - 150 MWh/a je Geb.	1 - 5 kW	423.000	1.076.640	215.328	93.982	10,0%	1.196	7.152
gebäude	Ø 150 - 600 MWh/a je Geb.	5 - 50 kW	52.800	104.512	44.940	19.252	20,0%	44	2.930
daten.xls]acces	Ø > 600 MWh/a je Geb.	> 50 kW	0	58.752	28.201	9.515	30,0%	22	2.172
Summe Wohngebäude			**475.800**	**1.239.904**	**288.469**	**122.749**		**1.262**	**12.254**
GHD-	Ø 20 - 150 MWh/a je Geb.	1 - 5 kW	356.000	412.320	82.464	46.759	10,0%	458	4.061
Objekte	Ø 150 - 600 MWh/a je Geb.	5 - 50 kW	13.300	90.432	38.886	14.262	20,0%	38	2.477
	Ø > 600 MWh/a je Geb.	> 50 kW	0	0	0	0	30,0%	0	0
Summe GHD			**369.300**	**502.752**	**121.350**	**61.021**		**496**	**6.538**
Summe	Ø 20 - 150 MWh/a je Geb.	1 - 5 kW	779.000	1.488.960	297.792	140.741		1.654	11.212
	Ø 150 - 600 MWh/a je Geb.	5 - 50 kW	66.100	194.944	83.826	33.514		81	5.407
	Ø > 600 MWh/a je Geb.	> 50 kW	0	58.752	28.201	9.515		22	2.172
Gesamtsumme			**845.100**	**1.742.656**	**409.819**	**183.770**		**1.758**	**18.792**

*) ermittelt mit dem CO_2-Faktor Strommix 2009 und heutigen Verbrauchsdaten der Objekte

*) ermittelt mit dem CO_2-Faktor Strommix 2020 und den gemäß Einsparungen im Gebäudebestand reduzierten Verbrauchsdaten 2020

Tabelle 25: Potenziale für den Einsatz dezentraler KWK-Anlagen

Grundsätzlich ist unterstellt, dass die Errichtung und der Betrieb durch die Gebäudeeigentümer vorgenommen wird und nach Möglichkeit Eigennutzung des erzeugten Stromes erfolgt. Im Mietwohnungsbau mit einem typischen Leistungsbereich von größer als 5 kW_{el} bis 200 kW_{el} wird die Eigennutzung aufgrund der Vielzahl der Stromabnehmer erschwert. Damit wird sich auch die wirtschaftliche Situation der Anlagen ungünstiger darstellen als bei Eigennutzung des Stromes. Insgesamt ist davon auszugehen, dass die CO_2-Vermeidung durch Zubau dezentraler KWK-Anlagen mit Mehrkosten gegenüber dem Istzustand verbunden ist.

Die Umsetzungsfaktoren wurden vor diesem Hintergrund konservativ angesetzt. Unter Berücksichtigung dieser Umsetzungsfaktoren reduzieren sich die Zahlen deutlich, das unserer Ansicht nach erreichbare CO_2-Einsparpotenzial beläuft sich unter Berücksichtigung des Rückgangs im Gebäudewärmebedarf bis 2020 auf rd. 19.000 t/a.

Eine Sonderstellung nehmen die vorhandenen gas-/heizöl-beheizten Nahwärmeinseln in Dortmund ein. Dies sind im Wesentlichen die zwei von RWE betriebenen Netze in der Innenstadt Ost (Heizwerk Am Zehnthof/Am Rabensmorgen) und in Schüren (Heizwerk Am Büther) sowie das von Evonik betriebene Netz in Wambel (Bereich Espenstraße, Pappelstraße). Diese Netze wurden früher aus Kohleheizwerken der Ruhrkohle versorgt. Heute sind hier erdgas-/heizölbeheizte Kessel installiert.

Grundsätzlich eignen sich diese Systeme für die Nachrüstung von BHKW-Anlagen. RWE bzw. Evonik als Betreiber haben im Strom-Konzessionsgebiet der DEW21 bzw. im Umfeld der Nahwärmegebiete jedoch nur wenig oder keine eigenen Stromkunden, so dass die Vermarktung des BHKW-Stroms tendenziell schwieriger sein wird als für DEW21. Vor diesem Hintergrund dürfte es insgesamt wirtschaftliche Vorteile bringen, wenn DEW21 die BHKW-Anlagen zubaut und betreibt, die erzeugte KWK-Wärme an RWE bzw. Evonik liefert und die erzeugten Strommengen an eigene Kunden im Stadtgebiet verkauft.

Die Potenziale für den KWK-Zubau in den Nahwärmeinseln sind in Tabelle 26 zusammengefasst.

Abbildung 48: Luftbild – Potenziale für dezentrale KWK-Anlagen im Stadtgebiet – Ausschnitt Stadtbezirk Hombruch

Nahwärmegebiet	Verbrauch Heizenergie *) [MWh/a]	Potenzial Wärme-erzeugung aus KWK **) [MWh/a th]	Potenzial Strom-erzeugung aus KWK **) [MWh/a el]	Rechnerische Leistung BHKW **) [kWel]	Rechnerisches CO_2-Potenzial ***) [t/a]
Am Rabensmorgen (RWE)	2.570	2.058	988	220	286
Espenstraße (Evonik)	2.000	1.602	769	170	222
Schüren (RWE)	12.760	10.205	4.899	1.100	1.417
Summe	**17.330**	**13.865**	**6.655**	**1.490**	**1.925**

*) rechnerisch auf Basis Wärmeatlas inkl. 15% Netzverluste
***) ausgehend von einem KWK-Anteil von 80% und 4.500 Vollbenutzungsstunden jährlich
**) ermittelt mit dem CO_2-Faktor Strommix für 2009 und heutigen Verbrauchsdaten der Objekte

Tabelle 26: Potenziale für den BHKW-Einsatz in Nahwärmeinseln

E 14 (EE/EV 5)	Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung

Kurzbeschreibung

Ausbau der dezentralen erdgasbetriebenen KWK im Gebäudebestand. Die Maßnahme unterscheidet drei Bereiche:

i) Städtische Gebäude: hier nicht betrachtet, bewertet im Rahmen Handlungsprogramm im Handlungsfeld KomStadt „BHKW-Offensive im Stadtkonzern".

ii) Übrige Gebäude und Nahwärmeinseln: Potenzialermittlung auf Basis der straßenabschnittsscharfen Verbrauchsdaten von DEW21 für die gasversorgten Objekte in den Bereichen Haushalte und GHD nach BHKW-Größenklassen
Kleinst-BHKW bis 5 kW, Klein-BHKW bis 50 kW, BHKW > 50 kW
Umsetzung privat bzw. im Contracting-Modell durch DEW21
Rolle der Stadt: Öffentlichkeitsarbeit, Beratung der Haushalte (DLZE)

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): sehr hoch
Theoretisches Gesamteinsparpotenzial durch dezentrale KWK 180.000 t/a. Bei Umsetzung von 10 bis 30% (je nach Größenklasse) bis 2020 Einsparpotenzial 18.800 t/a.

Regionale Wertschöpfung: hoch
Investitionen werden durch das lokale Handwerk umgesetzt bei einem hohen lokalen Wertschöpfungsanteil (Planung, Montage)

Sachkosten: gering
Investitionen im Privatbereich/Wohnungsbaugesellschaften bzw. Gewerbe und Versorgungsunternehmen (DEW21)

Personalaufwand: gering

Kosten-Nutzen-Relation: mittel
Moderat positive bis negative Kosten-Nutzen-Relation je nach Installationsaufwand, BHKW-Größe und Umsetzungsmodell. Bei Privatanlagen max. Wirtschaftlichkeit bei Eigennutzung des Stroms.

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: kurzfristig, Umsetzung kontinuierlich bis 2020

Authentizität: hoch
Direkter Bezug zum Wärmemarkt in Dortmund. Umsetzung der Maßnahme ist aber nicht unmittelbar durch die Stadt beeinflussbar.

Bezug zum DLZE: Öffentlichkeitsarbeit und Koordinierung von Kampagnen und Beratungsleistungen

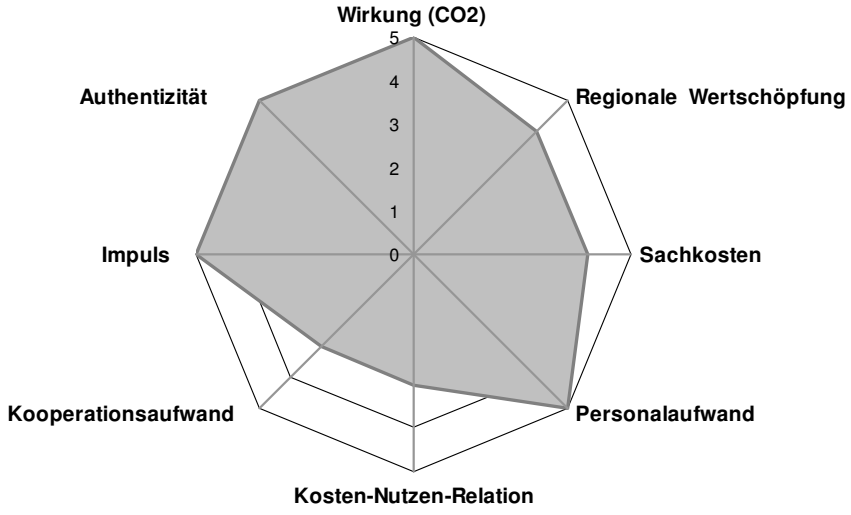


Tabelle 27: Maßnahmen-Tabelle Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung

4.5.2 Fernwärme-Optimierung und Ausbau (TOP 10)

Auf Basis der Erkenntnisse aus der Bestandsaufnahme der Fernwärme-Versorgung in Dortmund ergeben sich folgende vier Maßnahmen für die Optimierung hinsichtlich der CO_2-Emissionen:

1) Optimierung der Fernwärme-Erzeugung für die Innenstadt-Netze der DEW21 (Maßnahme E 15-1):
Zubau einer Vorschaltturbine im RWE-HKW, alternativ Fernwärme-Bezug aus einem großen Kohlekraftwerk.

2) Maximierung der Abwärmenutzung in der Fernwärme (Maßnahme E 15-2):
Erweiterung der Nutzung der DGW-Abwärme für Industriekunden im Umfeld des Standortes DGW oder für das HW-Netz Nord der DEW21;
Abwärmenutzung Hoesch Spundwand für Quartier „Rheinische Straße“

3) Optimierung der Fernwärmenetze der DEW21 (Maßnahme E 15-3):
Umstellung der Dampfnetze der DEW21 auf Heißwasser (soweit technisch sinnvoll)

4) Verdichtung der Fernwärme in bereits erschlossenen Gebieten (Maßnahme E 15-4):
Verdichtung im vorhandenen Versorgungsbereich Dortmund-Innenstadt (Voraussetzung: 15-1 und 15-3)

Diese vier Maßnahmen sind im Maßnahmen-Paket Fernwärme-Optimierung und -Ausbau zusammengefasst und in Tabelle 28 zusammengestellt. Die Gesamtbewertung des Maßnahmenpaketes (Grafik in Tabelle 28) erfolgte im Sinne einer gewichteten Mittelung der Bewertungen der Einzelmaßnahmen.

Die Maßnahme 15-1 ist mit einem Einsparpotenzial von rd. 18.500 t/a die wichtigste der Maßnahmen im Bereich Fernwärme und gleichzeitig eine der wesentlichsten Maßnahmen im Rahmen der gesamten Untersuchung. Sie bewirkt eine erhebliche Verbesserung des Primärenergiefaktors der Fernwärmeversorgung in der Dortmunder Innenstadt von derzeit 0,97 auf 0,7 sowie der spezifischen CO_2-Emissionen von rd. 200 kg/MWh auf rd. 150 kg/MWh. Damit wäre die Fernwärmeversorgung auch in der Dortmunder Innenstadt deutlich positiver zu beurteilen als die dezentrale Gasversorgung.

Die CO_2-Einsparungen der weiteren drei Maßnahmen liegen zwischen 2.200 t/a und 3.400 t/a und sind als Einzelmaßnahmen gewertet weniger relevant. Bei Umsetzung aller vier Maßnahmen ergibt sich für das Jahr 2020 ein Gesamteinsparpotenzial von rd. 27.000 t/a.

Es handelt sich bei den Maßnahmen im Bereich Fernwärme ausnahmslos um Investitionsmaßnahmen von (Versorgungs-)Unternehmen, auf deren Umsetzung die Stadt keinen unmittelbaren Einfluss hat. Das enorme Einsparpotenzial sollte aber Motivation für alle Beteiligten – inkl. der politischen Gremien der Stadt Dortmund – sein, die Umsetzung zu fordern und z.B. durch eine daran gekoppelte Fernwärme-Vorrangpolitik für die Dortmunder Innenstadt massiv zu unterstützen.

E 15 (EE/EV 6)	Maßnahmenpaket Fernwärme-Optimierung und -Ausbau

Kurzbeschreibung

Langfristige Optimierung der Fernwärmeversorgung in Dortmund; Die Maßnahme umfasst ein Paket aus 4 Maßnahmen, zum Teil mit gegenseitigen Abhängigkeiten (15-1, 15-3, 15-4):

15-1 Optimierung der Fernwärme-Erzeugung DEW21
Zubau einer Vorschaltturbine im RWE-HKW (Klimaschutzszenario), alternativ Fernwärme-Bezug aus einem großen Kohlekraftwerk (Moderates Szenario)

15-2 Maximierung der Abwärmenutzung in der Fernwärme
Ausbau Nutzung DGW-Abwärme für Industriekunden im Umfeld oder HW-Netz Nord der DEW21; Abwärmenutzung Hoesch Spundwand für Quartier „Rheinische Straße“.

15-3 Optimierung der Fernwärmenetze DEW21
Umstellung der Dampfnetze der DEW21 auf Heißwasser (soweit technisch sinnvoll)

15-4 Verdichtung der Fernwärme
Verdichtung im vorhandenen Versorgungsbereich DO-Innenstadt (Voraussetzung: 15-1 und 15-3).

Klimaprofil: **(gewichtete Mittelung der Bewertungen der Einzelmaßnahmen.)**

Wirkung (CO_2): sehr hoch
In Summe rd. 27.000 t/a CO_2-Einsparung, davon alleine 2/3 durch Maßnahme 15-1.

Regionale Wertschöpfung: mittel
Überwiegend Großinvestitionen ohne bevorzugte Beteiligung lokaler Unternehmen.

Sachkosten: gering (aus Sicht der Stadt)
Umsetzung aus Betreibersicht mit hohen Investitionen verbunden.

Personalaufwand: mittel
15-3 erfordert Projektbegleitung durch Verwaltung (eigene Hausanschlüsse).

Kosten-Nutzen-Relation: gut (aus Sicht der Stadt)
Voraussetzungen für 15-1 durch aktuelle KWK-Gesetzgebung gut; sonst mittel.

Kooperationsaufwand: mittel
Kooperation der Projektpartner in der Fernwärme politisch motivieren und begleiten.

Impuls: kurzfristig
Vordringlich Maßnahme 15-1 als Voraussetzung für 15-3 und 15-4.

Authentizität: hoch
Anlagenstandorte und Netze in Dortmund. Umsetzung der Maßnahmen ist aber nicht unmittelbar durch die Stadt beeinflussbar.

Bezug zum DLZE: kein Bezug

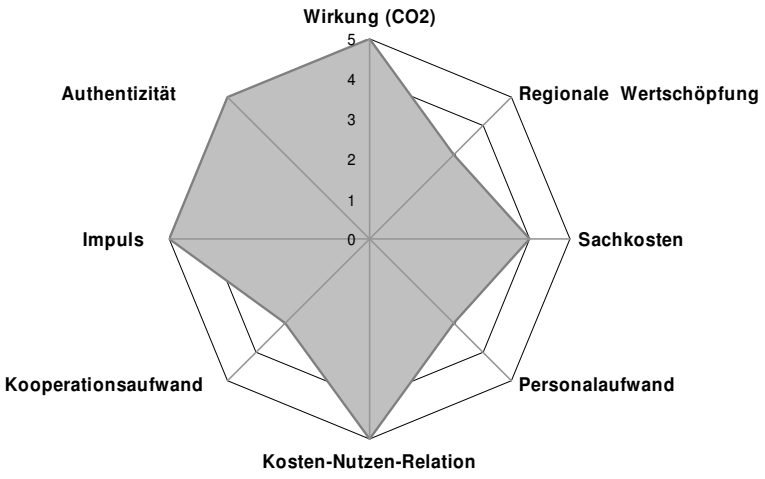


Tabelle 28: Maßnahmen-Tabelle Fernwärme-Optimierung und -Ausbau

4.5.2.1 Optimierung der Fernwärme-Erzeugung DEW21 (TOP 10)

Mit dieser Maßnahme wird die Optimierung der Fernwärme-Erzeugung für die Versorgung der Netze der DEW21 in der Dortmunder Innenstadt untersucht.

- **Zubau einer Vorschalt-Gasturbine im Heizkraftwerk Dortmund Mitte**

Das derzeitige Erzeugungskonzept – das erdgasgefeuerte Dampfkraftwerk der RWE Power AG – bietet durch Installation einer Vorschalt-Gasturbine vor den Dampfhochdruckkessel eine attraktive technische Lösung zur Optimierung des KWK-Prozesses. Bei einer technisch sinnvollen Größenordnung von 10 bis 12 MW elektrischer Leistung könnte mittels dieser Gasturbine die Stromerzeugung im Kraftwerk verdoppelt werden bei gleichbleibend hohem Gesamtwirkungsgrad.

Die bei einem Umwandlungswirkungsgrad von nahezu 100% ermöglichte Ausweitung der gasbasierten Stromerzeugung bewirkt eine erhebliche Verbesserung des Primärenergiefaktors der Fernwärmeversorgung in der Dortmunder Innenstadt von derzeit 0,97 auf 0,7 sowie der spezifischen CO_2-Emissionen von 230 kg/MWh auf rd. 150 kg/MWh. Dies entspricht einer Reduzierung der Emissionen um 35%. Die jährlich zu erwartende CO_2-Einsparung beträgt rd. 18.500 t/a (bezogen auf 2020). Damit wäre die Fernwärmeversorgung auch in der Dortmunder Innenstadt umwelt- und CO_2-seitig deutlich positiver zu beurteilen als die dezentrale Gasversorgung.

RWE hat die Nachrüstung einer Gasturbine bereits eingehend untersucht. Eine technische Notwendigkeit zur Modernisierung des HKW besteht jedoch nicht. Die Anlagen sind erst 2004 mit einer neuen Leittechnik und einer neuen Dampfturbine ausgestattet worden, die genehmigungsrelevanten Emissionsgrenzwerte werden sicher unterschritten. RWE benötigt daher für die Umsetzung der mit der Gasturbinen-Nachrüstung verbundenen Investition von rd. 10-12 Mio. EUR Planungssicherheit bezüglich des künftigen Fernwärme-Absatzes.

Vor dem Hintergrund des durch Modernisierungsmaßnahmen im Gebäudebestand und konjunkturell bedingten Fernwärme-Verbrauchsrückgangs der vergangenen Jahre kann DEW21 als Fernwärmenetzbetreiber bzw. Wärme-/Dampfabnehmer des Heizkraftwerkes konstante oder gar steigende Wärmeabsatzmengen jedoch nicht garantieren.

Hilfreich wären hier konkrete Fernwärme-Ausbauplanungen. Diese sind aber wiederum abhängig vom zu erreichenden Umwelt- und Kostenvorteil (oder wenigstens Kostengleichstand) aus Sicht des Endkunden. Zudem bietet der Wärmemarkt in der Dortmunder Innenstadt wenig Potenzial an Gebäuden, die auf Basis von nicht leitungsgebundenen Heizenergieträgern versorgt werden. Die Verdrängung der eigenen Erdgasversorgung durch Fernwärme ist aus Sicht DEW21 verständlicherweise nicht primäres Unternehmensziel.

Diesen Wirkungskreislauf gilt es aufzubrechen und durch Ausweitung des Fernwärme-Versorgungsgebiets weitere Absatzmengen zu sichern. Möglicherweise bieten die Umstrukturierungsmaßnahmen im Stadtquartier „Rheinische Straße“ die Chance, die Fernwärme-Versorgung in diese Richtung auszubauen.

Die technische Umsetzung für den Gasturbinen-Zubau nach Beschlussfassung würde unserer Einschätzung nach einen Zeitraum von eineinhalb bis zwei Jahren erfordern. Für das Klimaschutzszenario wurde unterstellt, dass die Inbetriebnahme Ende 2014 erfolgt und die Emissionsreduzierung ab dem Jahr 2015 wirksam wird. Dies erfordert eine Beschlussfassung bis Ende 2012.

- **Fernwärmebezug aus einem großen Kohlekraftwerk im Dortmunder Umland**

Im Dortmunder Umland entstehen zurzeit mehrere große Kohlekraftwerke (e.on-Kraftwerk in Datteln, Trianel-Kraftwerk in Lünen). Grundsätzlich wäre es alternativ zur Modernisierung des Heizkraftwerkes langfristig auch denkbar, Fernwärme in einem der großen Kraftwerke auszukoppeln und über eine neue Transportleitung in die Dortmunder Innenstadt zu transportieren. Aufgrund der großen Länge der Transportleitung von 8 bis 10 km wäre eine solche Lösung jedoch auf die Versorgung mit Heißwasser begrenzt. Um also einen positiven Effekt auf die CO_2-Bilanz der Dortmunder Fernwärme zu generieren, müssten als Voraussetzung zunächst die Dampfnetze der DEW21 in der Dortmunder Innenstadt soweit technisch bzw. abnahmeseitig möglich auf Heißwasser umgebaut werden.

Es wurde für diese Variante daher unterstellt, dass zunächst die Niederdruck-Dampfnetze der DEW21 in den kommenden Jahren auf Heißwasser umgestellt werden und diese dann deutlich ausgeweitete Heißwasserabsatzmenge in der Dortmunder Innenstadt (insgesamt rd. 180 GWh/a) über die neue Transportleitung aus einem Kohlekraftwerk versorgt würden.

Bei einem spezifischen Stromverlust der Fernwärmeauskopplung von 180 kWh je MWh Wärme und unter Berücksichtigung des Pumpstromeinsatzes und der Wärmeverluste der Transportleitung läge der spezifische CO_2-Faktor der Heißwasserversorgung bei 123 kg/MWh Wärme. Im Mix mit der dann mittels Frischwärmeerzeugung in der Dortmunder Innenstadt bereitzustellenden Mitteldruck- und restlicher Niederdruck-Dampfmengen (wo diese nicht umstellbar auf Heißwasser sind) ergibt sich ein CO_2-Faktor von 188 kg/MWh. Gegenüber dem heutigen Faktor von rd. 230 kg/MWh beträgt die Einsparung damit 18% bzw. jährlich 7.500 t/a.

Diese Einsparung ist deutlich geringer als die Einsparung bei der Gasturbinen – Nachrüstung im Heizkraftwerk Dortmund Mitte. Die Maßnahme ist damit hinsichtlich des CO_2-Einsparpotenzials nur die zweitbeste Lösung.

Die Investition für die Umsetzung ist von der Trassenführung (Länge und spezifische Verlegekosten) und der Dimension der Transportleitung abhängig. Bei einer Dimension von DN 500 oder DN 600 und einer Länge von 8 km schätzen wir die Investition auf 15 bis 17 Mio. EUR ein (1.300 bis 1.500 EUR je m zzgl. Nebenkosten).

Der Umsetzungszeitraum ist aufgrund des erforderlichen Verhandlungszeitraums mit vielen Beteiligten (Grundstücksfragen) und der aufwändigeren Genehmigung deutlich länger anzusetzen als beim Zubau einer Gasturbine im vorhandenen HKW. Nach unserer Einschätzung wird alleine der Umsetzungszeitraum nach Abschluss der Verhandlungen zwischen Wärmelieferant und DEW21 und nach Beschlussfassung zum Bau zwischen zwei und drei Jahre betragen.

E 15-1 (EE/EV 6)	Optimierung der Fernwärme-Erzeugung DEW21

Kurzbeschreibung

Optimierung der Fernwärmeerzeugung für die Dampf-/Heißwasser-Netze der DEW21 in der Innenstadt.

Technische Ansatzpunkte:

i) Modernisierung RWE-HKW mittels Vorschalt-Gasturbine (Klimaschutz-Szenario, bevorzugte Lösung im Sinne des Klimaschutzes); direkte deutliche Reduzierung der CO_2-Emissionen in der Dampf- und Heißwasser-Versorgung.

ii) Fernwärmebezug aus einem großen Kohlekraftwerk (alternativ zu i)). Maßnahme nur mittel- bis langfristig umsetzbar (Umstellung Dampfnetze auf Heißwasser, langfristiges Verhandlungs- und Genehmigungs-Procedere).

Rolle der Stadt: Vermittler, ggf. Beschlussfassung, Genehmigung (Mitwirkung)

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): sehr hoch

Einsparpotenzial durch Vorschaltgasturbine i) rd. 19.000 t/a; Folgeeinsparungen mittels weiterem Ausbau/Verdichtung der dann ökologisch deutlich vorteilhaften Fernwärme (Maßnahme 15-4).

Regionale Wertschöpfung: mittel

Großinvestition, keine bevorzugte Beteiligung lokaler Unternehmen an der Umsetzung.

Sachkosten: mittel

Personalaufwand: mittel

Kosten-Nutzen-Relation: mittel (aus Sicht der Stadt)

Aufgrund gesetzlicher Rahmenbedingungen KWKG grundsätzlich gute Voraussetzungen für wirtschaftliche Umsetzung auch aus Betreibersicht.

Kooperationsaufwand: hoch

Impuls: kurzfristig

Authentizität: hoch

Anlagenstandort in Dortmund, direkte Wirkung mit Nachfolgeprojekten. Umsetzung der Maßnahme ist aber nicht unmittelbar durch die Stadt beeinflussbar.

Bezug zum DLZE: kein Bezug

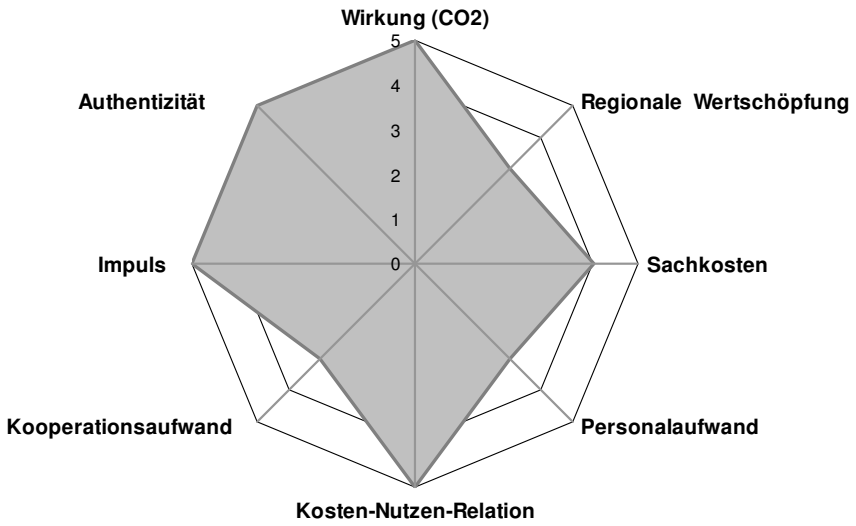


Tabelle 29: Maßnahmen-Tabelle Optimierung der Fernwärmeerzeugung für DEW21

4.5.2.2 Maximierung der Abwärmenutzung in der Fernwärme (TOP 10)

Innerhalb der untersuchten und der auch im Rahmen des Workshops zur Abwärmenutzung diskutierten nutzbaren und bereits in der Fernwärmeversorgung genutzten Abwärmepotenziale haben sich folgende Abwärmepotenziale für die Nutzung in der Fernwärme ergeben:

- Zusätzliche Abwärmeauskopplung aus dem Kraftwerk der DGW (bis zu 10 MW).
- Nutzung von Abwärme bei HSP Spundwand GmbH (vorhandene Ofenanlage mit 3 bis 4 MW Abwärmeleistung)

- **Abwärmeauskopplung aus dem Kraftwerk der DGW**

Die zusätzliche Wärmeauskopplung durch Nutzung von Entnahmedampf aus dem Kraftwerk der DGW könnte zur Versorgung von Gewerbebetrieben im Umfeld des Standortes DGW (direkt in Form von (Prozess-)Dampf oder für die heißwasserbasierte Fernwärmeversorgung im Dortmunder Norden eingesetzt werden.

Bei Nutzung für die Fernwärmeversorgung wäre die Installation weiterer Heizkondensatorleistung erforderlich. Zudem wäre die Besicherung durch Heißwasser-Reservekessel sinnvoll.

Die Bebauung des Gewerbegebietes Zeche Minister Stein in Eving läuft bisher sehr zögerlich. Das Gebiet ist ausgewiesenes Fernwärme-Vorranggebiet. Bei Besiedlung innerhalb der nächsten Jahre könnte die zusätzliche Nutzung von Abwärme von DGW erforderlich werden.

Die Siedlungsstruktur in den Wohngebieten in Eving und Lindenhorst ist zu einem großen Teil durch Einfamilien- und Reihenhausbebauung geprägt. Im Evinger Osten gibt es zwischen Innsbruckstraße und Steiermarkstraße jedoch auch umfangreiche Blockbebauung, die für die Fernwärmeversorgung prädestiniert ist.

Bei voller Ausschöpfung des bei DGW verfügbaren Abwärmepotenzials beträgt die additive Fernwärmelieferung rd. 26 GWh/a. Im Rahmen des Klimaschutzszenarios wurde ein Umsetzungsfaktor von 50% bis zum Jahr 2020 unterstellt. Die gegenüber der dezentralen Erdgasversorgung erzielbare CO_2-Einsparung beträgt damit rd. 1.700 t/a.

- **Nutzung von Abwärme der HSP Spundwand GmbH**

Die HSP Spundwand GmbH betreibt in ihrem Warmwalzwerk einen erdgasbefeuerten Ofen. Der Abgasstrom dieses Ofens bietet grundsätzlich ein für die Heißwassererzeugung eines Fernwärmenetzes nutzbares Abwärmepotenzial von 3 bis 4 MW. Das rechnerische jährliche Wärmepotenzial beträgt rd. 12.000 MWh/a und wäre ausreichend zur Versorgung von 300 Wohneinheiten. Für die Abwärmenutzung ist ein Rauchgas-Wärmetauscher zu installieren. Damit sich die damit verbundenen Investitionen rentieren, ist eine hohe Auslastung der Abwärmelieferung anzustreben. Abwärme in dieser Größenordnung ist mittels transportabler Systeme nicht in entsprechendem Umfang nutzbar.

Im Zuge der Neustrukturierung des Stadtquartiers „Rheinische Straße“ ist daher zur prüfen, ob zur Wärmeversorgung von Neubebauung die Abwärme von HSP für ein Nahwärmenetz nutzbar gemacht werden kann (vgl. Abbildung 49).

Abbildung 49: Plan Stadtumbaugebiet Stadtquartier Rheinische Straße und Lage der Hoesch Spundwand GmbH, Quelle: Stadt Dortmund

Bei vollständiger Nutzung des verfügbaren Abwärmepotenzials beläuft sich das rechnerische CO_2-Einsparpotenzial gegenüber dezentraler Erdgasversorgung auf 1.500 t/a. Im Rahmen des Klimaschutzszenarios wurde ein Umsetzungsfaktor von 50% und eine bis 2020 erzielbare CO_2-Einsparung von 700 t/a angesetzt.

E 15-2 (EE/EV 6 und EffGeb 17)	Maximierung der Abwärmenutzung in der Fernwärme

Kurzbeschreibung

Weitere Abwärmepotenziale für die Nutzung in der Fernwärme bieten sich

i) bei DGW: bis zu 10 MW; zusätzliche Nutzung von Entnahmedampf mit Stromeinbuße zur Versorgung von Gewerbebetrieben im Umfeld DGW oder zur Nutzung in der Fernwärme, dann Installation weiterer Heizkondensatorleistung und Ausbau/Verdichtung des Heißwassernetzes Nord der DEW21 erforderlich.

ii) bei HSP Spundwand: Abwärme aus vorhandener Ofenanlage 3 bis 4 MW; für zentrale Versorgung nur nutzbar bei Aufbau eines Nahwärmesystems z.B. im Bereich Stadtquartier „Rheinische Straße".

Rolle der Stadt: Vermittlung, politische Beschlussfassungen, Genehmigung

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): hoch
Im Klimaschutzszenario Umsetzungsfaktoren für DGW und HSP je 50% sukzessive bis 2020, CO_2-Einsparpotenziale damit rd. 2.200 t/a

Regionale Wertschöpfung: mittel
Ausbau Fernwärme- und Aufbau Nahwärmeversorgung mit Beteiligung ortsansässiger Unternehmen.

Sachkosten: gering

Personalaufwand: gering

Kosten-Nutzen-Relation: gut (aus Sicht der Stadt)
Aufgrund gesetzlicher Rahmenbedingungen KWKG grundsätzlich gute Voraussetzungen für wirtschaftliche Umsetzung auch aus Betreibersicht.

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: mittelfristig
Umsetzung aufgrund der erforderlichen Netzverdichtung bzw. Netzaufbau Rheinische Straße nur mittelfristig realisierbar.

Authentizität: hoch
Nutzung von Abwärme aus Dortmunder Unternehmen; Fortführung der Kooperation Industrie/Fernwärmewirtschaft. Umsetzung der Maßnahme ist aber nicht unmittelbar durch die Stadt beeinflussbar.

Bezug zum DLZE: kein Bezug

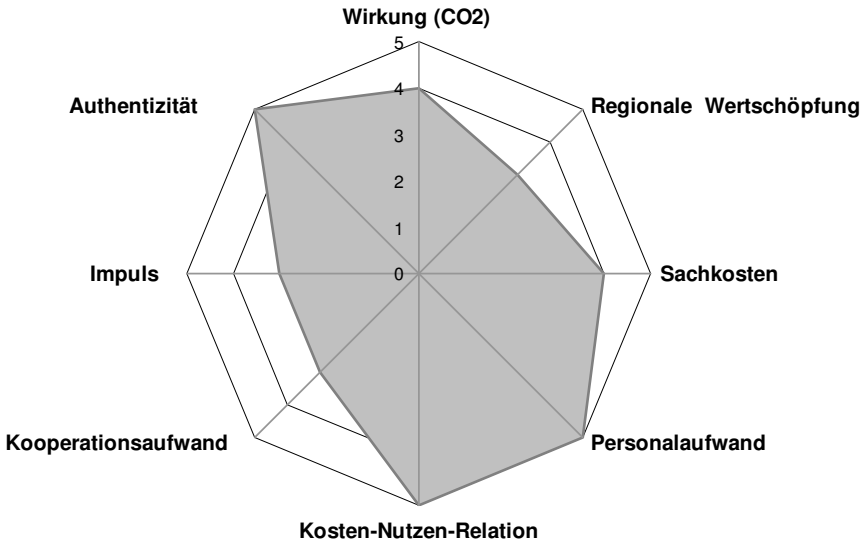


Tabelle 30: Maßnahmen-Tabelle Maximierung Abwärmenutzung für Fernwärme

4.5.2.3 Optimierung der Fernwärme-Netze DEW21 (TOP 10)

Die Fernwärmeversorgung der DEW21 in Dortmund Mitte geht auf die 1950er-Jahre zurück und ist sukzessive gewachsen. Bedingt durch den Prozessdampfbedarf verschiedener Industriebetriebe und Kliniken erfolgt ein großer Teil der gesamten Wärmelieferung vom Heizkraftwerk Dortmund-Mitte (334 GWh/a) auf Basis von Mitteldruck-Dampf (Netzdruck 12-15 bar, 103 GWh/a bzw. 31%) bzw. Niederdruck-Dampf (Netzdruck 2 bis 3 bar, 189 GWh/a bzw. 56%).

Die Dampfnetze sind aufgrund der hohen Medientemperaturen mit höheren Wärmeverlusten verbunden als Heißwassernetze. Die Umstellung der Dampfnetze auf den Betrieb mit Heißwasser wurde von DEW21 2009 in einer Studie untersucht. Einige der Dampfleitungen sind u.U. für die Heißwasserumstellung nutzbar. Gegen die flächendeckende Umstellung der Netze sprechen die Dampfbedarfsmeldungen einiger Kunden (z.B. Klinikum Innenstadt für Küche+Sterilisation, Konzerthaus mit dampfbetriebener Absorptionskältemaschine, die Brauerei DAB) sowie die fehlende Gesamtwirtschaftlichkeit. Die Umstellung auf Heißwasser könnte gemäß Angabe der DEW21 auch wirtschaftlich interessant sein, wenn der Heißwasserbezug aus dem Heizkraftwerk kostengünstiger wäre.

Vor dem Hintergrund der Optimierung der Wärmeerzeugung im HKW Mitte mittels einer Vorschaltgasturbine und der damit u.U. verbundenen Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Wärmeerzeugung sollte die (Teil-)Umstellung der Netze in den kommenden Jahren geprüft und sukzessive umgesetzt werden. Für die in Abschnitt 4.5.2.1 ebenfalls skizzierte Alternative zum Gasturbinen-Zubau mit Fernwärme-Bezug aus einem der großen Kraftwerke im Dortmunder Umland ist die (Teil-)Umstellung der Dampfnetze auf Heißwasser zwingende Voraussetzung.

Die Mitteldruck-Dampfversorgung der Brauerei ist aufgrund des Prozessdampfbedarfs nicht umstellbar. Für die Versorgung des Klinikums ist zu prüfen, ob die Dampfversorgung nicht durch dezentrale kleine Anlagen substituiert werden kann. Die im Betrieb tatsächlich erforderlichen Dampfmengen bzw. die zeitliche Auslastung der Anlagen ist häufig vergleichsweise gering, so dass hier auch Schnelldampferzeuger zum Einsatz kommen können. Die Absorptions-Kälteanlage im Konzerthaus hat mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit eine Auslastung von nicht mehr als 2.000 h/a (Grundlast für die Klimakälte). Hier wäre zu prüfen, ob die dampfbetriebene Absorptionskältemaschine durch eine Kompressionskältemaschine ersetzt werden kann oder evtl. ohnehin genügend Kompressionskälteleistung installiert ist. Den positiven Umwelteffekt der Absorptionskälteerzeugung schätzen wir aufgrund der geringen Vollbenutzungsstunden von Kälteanlagen als nicht so hoch ein, dass er eine Verhinderung der Umstellung der Dampfversorgung auf Heißwasser rechtfertigt.

Unter der Voraussetzung, dass die Mitteldruckversorgung (rd. 7,5 km Trassenlänge) mit Ausnahme der Nord-Trasse umstellbar ist und die Niederdruckversorgung (rd. 15 km Trassenlänge) vollständig umstellbar ist, ergeben sich aus einer Überschlagsrechnung Reduzierungen der Netzverluste in Höhe von rd. 18 GWh/a. Die damit verbundenen CO_2-Einsparungen betragen rd. 3.400 t/a.

Für das Klimaschutz-Szenario wurde unterstellt, dass die Netzumstellung sukzessive bis 2020 vollständig erfolgt.

E 15-3 (EE/EV 6)	Optimierung der Fernwärmenetze DEW21

Kurzbeschreibung

Umstellung der Dampfnetze DEW21 auf Heißwasser zur Minimierung der Netzverluste; ist auch Voraussetzung für den Fernwärme-Bezug aus einem Kohle-Kraftwerk. Industrielle Dampfversorgung (Brauerei) muss erhalten bleiben, für Kliniken ggf. dezentrale Ersatzlösungen für Dampfbedarf Sterilisation/Küche/Wäscherei.
Rolle der Stadt: Vermittlung, (Mit-)Finanzierung neuer Hausanschlüsse

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): hoch
Einsparpotenzial durch verminderte Netzverluste wurde überschlagen mit einer Größenordnung von 3.500 t/a.

Regionale Wertschöpfung: mittel
Planungs- und Baumaßnahmen mit Beteiligung ortsansässiger Unternehmen denkbar.

Sachkosten: mittel
Umstellung städtischer Objekte erfordert teilweise neue Übergabestationen.
Umstellungskosten aus Sicht der DEW21 insgesamt hoch.

Personalaufwand: mittel (Maßnahmen an eigenen Objekten)

Kosten-Nutzen-Relation: mittel

Kooperationsaufwand: hoch

Impuls: kurzfristig
Maßnahme sollte kurzfristig angestoßen werden, da die Umsetzung einen Zeitraum von mehreren Jahren erfordert.

Authentizität: hoch
Direkte positive Auswirkungen auf die Emissionen der Fernwärme-Versorgung in der Innenstadt. Umsetzung der Maßnahme ist aber nicht unmittelbar durch die Stadt beeinflussbar.

Bezug zum DLZE: kein Bezug

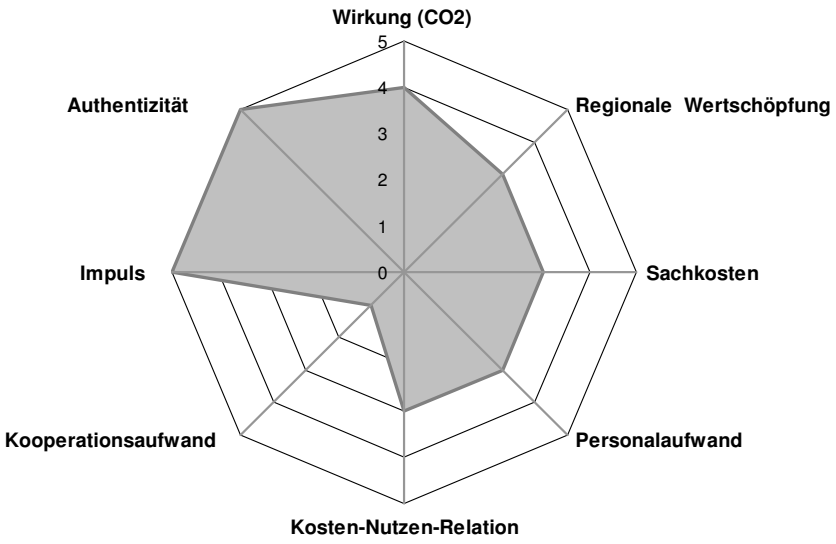


Tabelle 31: Maßnahmen-Tabelle Optimierung der Fernwärmenetze DEW21

4.5.2.4 Verdichtung der Fernwärme (TOP 10)

Unter der Voraussetzung, dass die Fernwärmeerzeugung für die Netze Dortmund Mitte optimiert wird, ist die Verdichtung der Fernwärmeversorgung in der Dortmunder Innenstadt hinsichtlich der erzielbaren CO_2-Einsparung auch gegenüber der dezentralen Gasversorgung interessant.

Das Potenzial wurde auf Basis der straßenabschnittsscharfen Verbrauchsdaten des Wärmeatlas in zwei Teilschritten ermittelt:

- Potenziale zur Verdichtung in Straßenabschnitte, in denen bereits Fernwärme liegt. Hier ergibt sich ein rechnerisches Potenzial für additiven Fernwärmeabsatz von rd. 38 GWh/a.
- Potenziale zum Ausbau in Straßenabschnitten, die noch nicht fernwärmeversorgt sind, die aber an fernwärmeversorgte Straßen angrenzen. Hier ergibt sich ein rechnerisches Potenzial für additiven Fernwärmeabsatz von 109 GWh/a.

Abbildung 50 zeigt einen beispielhaften Luftbildausschnitt mit der räumlichen Lage von Verdichtungs- bzw. Ausbaupotenzialen.

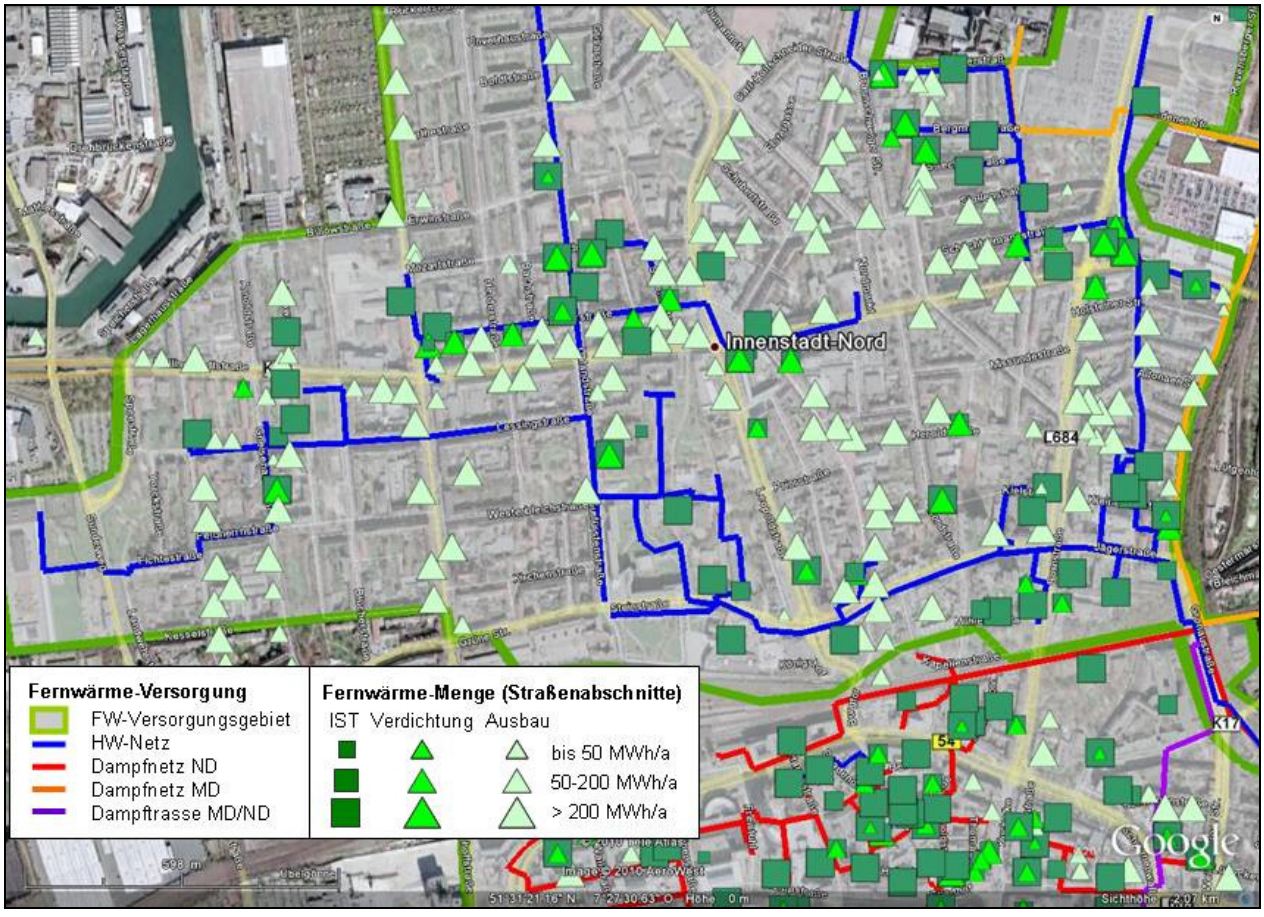


Abbildung 50: Luftbild Potenziale zu Verdichtung und Ausbau der Fernwärmeversorgung (Ausschnitt Innenstadt Nord)

Aufgrund der parallel annähernd flächendeckenden Erdgasversorgung und nur geringer Anteile nicht leitungsgebundener Heizenergieversorgung in der Innenstadt bringen Fernwärme-Verdichtung und –Ausbau natürlich die Verdrängung von Erdgas mit sich.

Vor dem Hintergrund des Klimaschutzes und der Sicherung des Wärmemarktes im liberalisierten Erdgasmarkt haben zahlreiche Stadtwerke in Deutschland in den letzten Jahren den Fernwärme-Ausbau forciert und betreiben eine bewusste Fernwärme-Vorrangpolitik (z.B. MVV Mannheim, Stadtwerke Heidelberg, Stadtwerke Ingolstadt, Stadtwerke Saarbrücken). Im Gesamtpaket mit der Optimierung der Fernwärmeerzeugung in Dortmund-Mitte und der Umstellung der Dampfnetze auf Heißwasser wäre auch für Dortmund der Ausbau des Fernwärme-Absatzes eine – mindestens klimapolitisch – interessante Option. Eine Konkretisierung der Potenziale erfordert selbstverständlich weitergehende Detailuntersuchungen über den Umfang dieser Untersuchung hinaus.

Im Rahmen des Klimaschutzszenarios wurde eine sukzessive Umsetzung der Fernwärme-Verdichtungs-Potenziale bzw. der -Ausbau-Potenziale beginnend in 2015 in Höhe von 50% (Verdichtung) bzw. 30% (Ausbau) der rechnerischen Potenziale bis 2020 unterstellt.

Die CO_2-Einsparungen in 2020 belaufen sich damit auf rd. 3.100 t/a.

E 15-4 (EE/EV 6)	Verdichtung der Fernwärme

Kurzbeschreibung

Verdichtung der Fernwärmeversorgung in bereits erschlossenen Gebieten. Voraussetzung für erfolgreiche Verdichtung mit neuen Kunden ist Konkurrenzfähigkeit bzgl. der Wärmepreise und Vorteile bzgl. der Primärenergiekennzahl und der CO_2-Emissionen. Daher erfordert die weitere Verdichtung zunächst die Optimierung der Fernwärme-Erzeugung für die Dampf-/Heißwassernetze in DO-Mitte im Heizkraftwerk der RWE (alternativ FW-Auskopplung aus einem großen Kraftwerk) und die Umstellung der Dampfnetze auf Heißwasser.
Rolle der Stadt: Aktive Politik für Fernwärme-Vorrang (bei geschaffenen Voraussetzungen hinsichtlich Erzeugung und Verteilung).

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): hoch
Theoretisches Potenzial bei Verdichtung (Fernwärme in Straßenabschnitten, in denen bereits Fernwärme vorhanden ist bzw. in Straßen, in denen noch nicht vollständig Fernwärme liegt) und auf Basis einer Vorschaltgasturbine im HKW der RWE rd. 8.900 t/a. Ansatz für Klimaschutzszenario: Umsetzung bis 2020 im Mittel zu 35%, d.h. rd. 3.100 t/a.

Regionale Wertschöpfung: mittel
Planungs- und Baumaßnahmen mit Beteiligung ortsansässiger Unternehmen denkbar.

Sachkosten: gering (aus Sicht der Stadt)

Personalaufwand: gering (aus Sicht der Stadt)

Kosten-Nutzen-Relation: gut (aus Sicht der Stadt)

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: mittelfristig
Umsetzung erst nach Optimierung der Fernwärme-Erzeugung Mitte und Umstellung der Dampfnetze; sukzessive ab 2015 bis 2020.

Authentizität: hoch

Umsetzung der Maßnahme ist aber nicht unmittelbar durch die Stadt beeinflussbar.

Bezug zum DLZE: kein Bezug

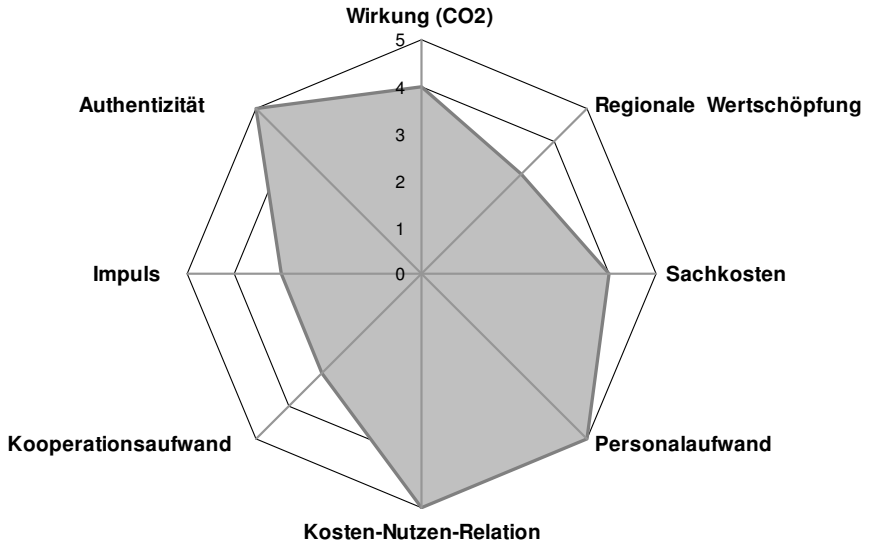


Tabelle 32: Maßnahmen-Tabelle Fernwärme-Verdichtung

4.5.3 Nutzung Abwasserwärme

Die Abwassertemperatur in größeren Kanälen bewegt sich im Jahresmittel zwischen 10 °C und 20 °C und liegt auch im Winter noch zwischen 12 und 15 °C. Gegenüber der Außenluft hat das Abwasser somit noch eine hohe Wärmeenergie. Dadurch eignet sich das Abwasser als Energiequelle für Brauchwarmwasser und zum räumlichen Heizen. Durch Einbau von Wärmetauschern im Abwasserkanal (Abbildung 51) kann die Wärme dem Abwasser entzogen und durch eine Wärmepumpe effizient auf ein höheres Temperaturniveau gebracht werden.

Im Sommer eignet sich das Abwasser durch sein niedrigeres Temperaturniveau im Vergleich zur Außenluft als Raumkühlung. Dies ermöglicht prinzipiell ein Umschalten der Wärmepumpe auf Kühlbetrieb.

Abbildung 51: werksseitig integrierter Wärmetauscher (links, Quelle: Wallstein Ingenieur GmbH) und vorgefertigter, nachträglich eingebauter (rechts, Quelle: Uhrig Straßen- Tiefbau GmbH)

Die Potenziale der Abwasserwärmenutzung wurden in einer Detailuntersuchung bewertet, deren Ergebnisse in das Handlungsprogramm eingeflossen sind [28].

Das Potenzial der Abwasserwärmenutzung wurde darin hinsichtlich der Sanierungsbedürftigkeit der Abwasserkanäle und der räumlichen Nähe geeigneter Verbraucher untersucht.

Die Kanalnetze im Stadtgebiet Dortmund werden von zwei Kanalnetzbetreibern betrieben: von der Stadt Dortmund selbst und von der Emschergenossenschaft-Lippeverband.

Um eine möglichst kostendeckende Nutzung von Abwasserwärme zu ermöglichen, ist eine Mindestdurchflussmenge im Kanal erforderlich. Erfahrungswerte der Netzbetreiber zeigen, dass diese Mindestmenge i.d.R. in Kanälen mit einem Nenndurchmesser von mindestens DN 800 gegeben ist. Die Kanalnetzdaten wurden daher zunächst auf die Abschnitte mit Nenndurchmesser von mindestens DN 800 eingegrenzt.

Eine weitere Eingrenzung erfolgte hinsichtlich der Zustandsklassen. Die Zustandsklassen beziehen sich auf die Sanierungsbedürftigkeit der Kanalabschnitte. Unter Zustandsklasse 1 fallen Kanalabschnitte, die sanierungsbedürftig sind, aber eine Sanierung erst innerhalb der nächsten Jahre bevorsteht. Der Zustandsklasse 0 werden Kanalabschnitte zugeordnet, die stark sanie-

rungsbedürftig sind und deren Sanierung unmittelbar bevorsteht. Es wurden nur Kanalabschnitte mit den Zustandsklassen 0 und 1 betrachtet.

Die Einschränkung der Kanaldaten ermöglicht es, potentielle Abnehmer in einem Gebiet zu identifizieren, in dem der Kanal in absehbarer Zeit freigelegt wird und somit der Einbau eines Wärmetauschers in den Kanal oder eine komplette Erneuerung des Kanalabschnittes mit vorinstallierten Wärmetauschern erfolgen kann. Dies senkt die Investitionskosten für den Einbau eines Wärmetauschers enorm.

Um die Standorte der Kanalabschnitte hinsichtlich der in räumlicher Nähe liegenden Wärmeverbraucher beurteilen zu können, wurden die Daten mit den straßenabschnittsscharfen Verbrauchsdaten aus dem Wärmeatlas verschnitten. Als Auswertungskriterien hinsichtlich der Nutzbarmachung der Abwasserabwärme wurden eine Entfernung von weniger als 100 m und eine Wärmeleistung von mindestens 150 kW gesetzt.

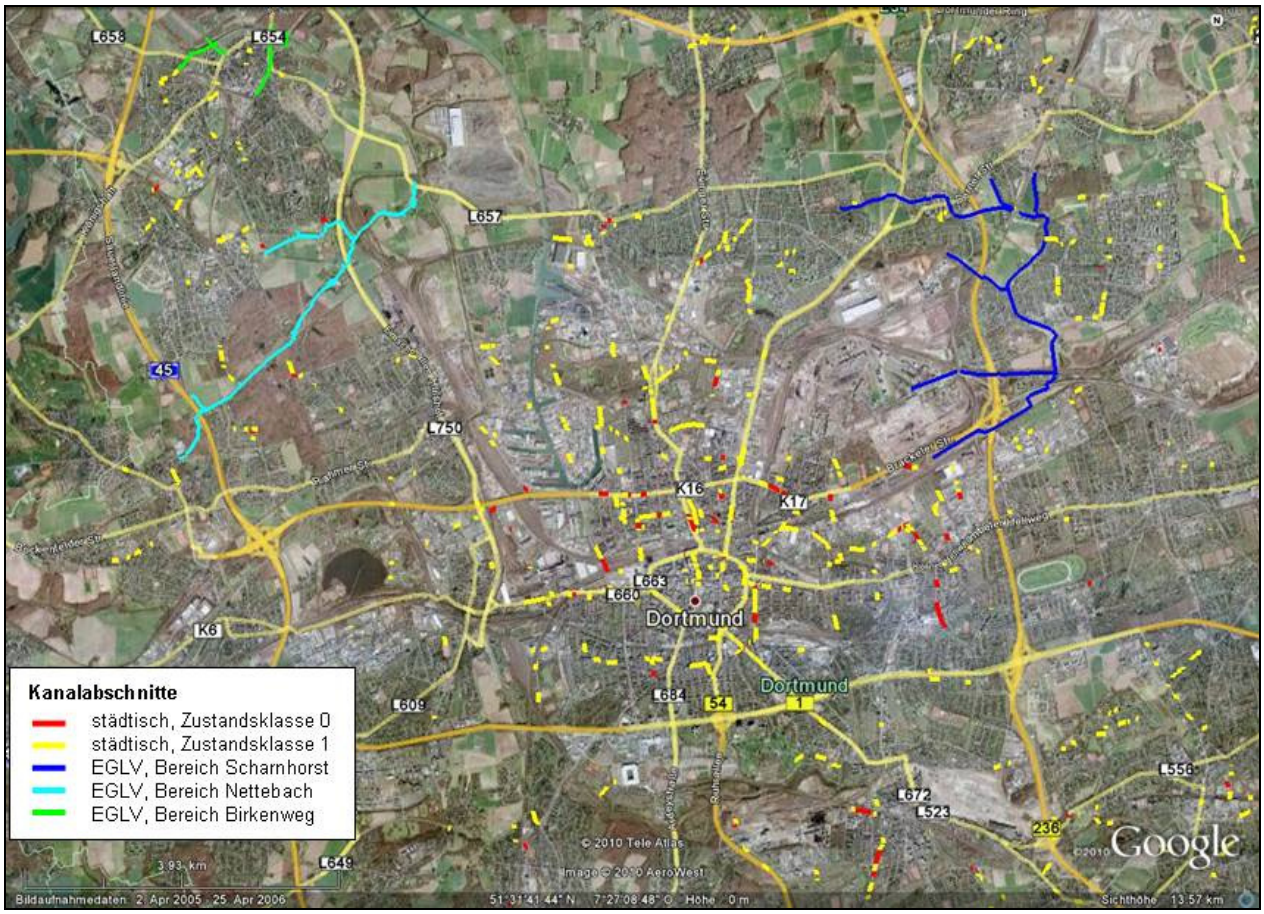


Abbildung 52: Ausschnitt aus den Kanalnetzdaten der Stadt Dortmund und der Emschergenossenschaft

Ergebnis der Potenzialanalyse für die Kanalzustandsklassen 0 und 1 sind 38 konkrete Abnehmer, die grundsätzlich geeignete Rahmenbedingungen für die Abwasserwärmenutzung aufweisen.

Für drei dieser in Frage kommenden Objekte wurde eine erste Machbarkeitsstudie mit dem Fokus der Wirtschaftlichkeit einer Abwasserwärmenutzungsanlage zur Gebäudebeheizung durchgeführt:

- Wohnblock Goslarstrasse,
- Realschule Schweizer Allee und
- Hallenbad Aplerbeck.

Es wurden im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie zwei Betriebsarten mit Elektrowärmepumpen und der Wärmequelle Abwasser betrachtet:

- Alleinige Wärmeversorgung durch die Elektrowärmepumpe (monovalente Betriebsweise) und
- Grundlastdeckung des Wärmebedarfs durch die Wärmepumpe mit Spitzenlastabdeckung durch einen Spitzenlastgaskessel (bivalente Betriebsweise)

Nachteile der monovalenten Betriebsweise sind in allen drei Fällen die hohen Investitionskosten für die Wärmepumpe und für den relativ langen Abwasserwärmetauscher.

Auch die bivalente Variante ist nur im Fall des Hallenbades im Bereich der Wirtschaftlichkeit, in den beiden anderen Fällen liegen die Wärmegestehungskosten rund 20% höher als bei konventioneller Wärmeerzeugung. Allerdings hängt die Wirtschaftlichkeit sehr stark von der Energiepreissituation ab, so dass bei weiter steigenden Energiepreisen in vielen Fällen eine Abwasserwärmenutzung sinnvoll werden kann.

Bei einer Umsetzung der 38 potentiellen Abnehmer beliefe sich die Reduzierung der CO_2-Emissionen auf rund 2.800 t CO_2/a. Aufgrund der noch nicht gegebenen Anlegbarkeit der Wärmepreise und der geringen Erfahrungen mit dieser Technik in Deutschland wird im Klimaschutzszenario eine Umsetzung von 7 mittelgroßen Projekten mit einer CO_2-Einsparung von 700 t CO_2 im Jahr 2020 angenommen.

E 16 (EE/EV i)	Nutzung Abwasserwärme

Kurzbeschreibung

Initiierung eines Pilotprojekts zur Nutzung von Abwasserwärme (ggf. Zusammenarbeit DEW21 und Emschergenossenschaft (EGLV) / Stadtverwaltung).
Potenzialprüfung und Identifizierung im Rahmen des Handlungsprogramms.
Rolle der Stadt: Koordinierung, bei Umsetzung in städtischen Abwasserkanälen bzw. bei Versorgung städtischer Objekte auch Investor.

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): mittel
Aufgrund der noch hohen Kosten wird bis 2020 nur eine geringe Ausschöpfung des theoretischen Potenzials angenommen mit einem Einsparpotenzial von rund 700 t CO_2/a. Dies entspricht etwa 5 bis 10 Projekten.

Regionale Wertschöpfung: mittel
Wertschöpfung bei Projektrealisierung im Bereich Handwerk und im Bereich der Planung

Sachkosten: gering

Personalaufwand: mittel
Koordinierungs- und Genehmigungsaufwand bei städtischen Ämtern bei der Nutzung von Kanalabschnitten.

Kosten-Nutzen-Relation: schlecht
Wirtschaftlichkeit ist i.d.R. erst bei höheren Energiepreisen gegeben.

Kooperationsaufwand: hoch
Koordinierung zwischen Tiefbauamt, Wohnungsbau, Betreibern notwendig.

Impuls: langfristig

Authentizität: mittel
Nutzung heimischer Energiequellen (Abwärme aus Abwasser**)**

Bezug zum DLZE: kein Bezug

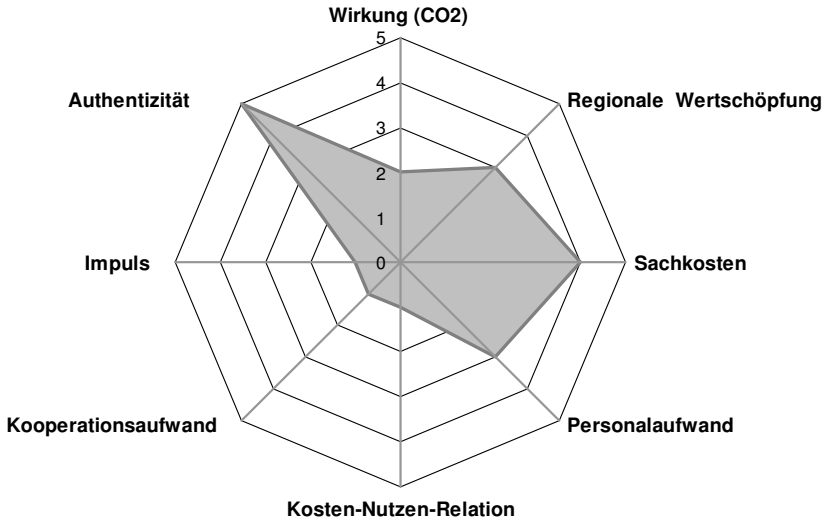


Tabelle 33: Maßnahmen-Tabelle Nutzung Abwasserwärme

4.5.4 Abwärmenutzung Industrie / transportable Systeme (TOP 10)

In Dortmund wird bereits umfangreich industrielle Abwärme genutzt. Zum einen ist hier die Nutzung der Abwärme der DGW zur Fernwärmeversorgung zu nennen, zum anderen das Pilotprojekt zur Nutzung der Abwärme eines Deponiegas-BHKW am Standort Dortmund-Nordost mittels transportabler Wärmespeicher der LaTherm zur Versorgung des Hallenbades in Brackel.

Im Rahmen der Gespräche mit Akteuren in Dortmund und des Workshops zum Thema Abwärmenutzung wurden weitere industrielle Abwärmepotenziale bekannt, deren Nutzung zum Klimaschutz in Dortmund beitragen kann.

Dies sind die Industriebetriebe Knauf Perlite GmbH (Knauf) im Dortmunder Hafen und die bereits im Kontext mit der Abwärmenutzung für die Fernwärme in Abschnitt 4.5.2.2 angeführte Hoesch Spundwand und Profil GmbH (HSP) nördlich der Rheinischen Straße.

- **Knauf Perlite GmbH**

Knauf produziert am Standort Kipperstraße im Dortmunder Hafen mineralische Leichtzuschlagstoffe für Wärmedämmputze und hochtemperaturfeste Putze und Mörtel (Brandschutzmörtel) sowie Granulate für Schüttungen (Isolierungen / Bodenausgleich / Gartenbau / Filter) und Isolierplatten. In Perliteöfen wird der Rohstoff (Rohperlit) bei rd. 800 bis 1.000 C° expandiert. Es sind fünf erdgasgefeuerte Perliteöfen installiert mit jeweils 1.800 kW Feuerungswärmeleistung. Die Abgaswärme wird vor Eintritt in den Rauchgasfilter über Wärmetauscher an einen Heißwasserkreislauf abgegeben, aus dem der Heizwärmebedarf für Büro- und Sozialgebäude sowie der Brauchwarmwasserbedarf gedeckt werden.

Bei laufender Produktion ist annähernd stetig – bis auf kalte Tage im Winterhalbjahr – ein Wärmeüberschuss vorhanden, der über Rückkühlwerke abgeführt wird. Die monatlichen Abwärmemengen sind in der Grafik in Abbildung 53 dargestellt und belaufen sich auf jährlich rd. 8.500 MWh/a.

Zurzeit wird bei Knauf die Nutzung von Abwärme für interne Zwecke untersucht. Es existieren verschiedene weitere mit Erdgas beheizte Prozesswärmeverbraucher im Werk, deren Erdgasbedarf durch die Nutzbarmachung der Abwärme erheblich reduziert werden könnte. Die interne Nutzung hat aufgrund der prozessbedingten hohen Ausnutzungsdauer und der organisatorisch einfachen Umsetzung Vorrang vor der Abwärmenutzung für Dritte.

Bis zur Umsetzung der internen Abwärmenutzung oder bei evtl. technisch nicht vollständig möglicher Umsetzung ist – auch seitens der Knauf GmbH – die Abgabe von Wärme an Dritte denkbar. Aufgrund der räumlichen Lage des Werkes im Hafen ist die Abwärmelieferung an Dritte über eine Heißwasser-Transportleitung aller Voraussicht nach nicht wirtschaftlich. Die sinnvollste technische Lösung ist im Einsatz von transportablen Latentwärmespeichern zu sehen.

Als Wärmeabnehmer bieten sich – ähnlich dem laufenden Pilotprojekt Deponiegas-BHKW ⇔ Hallenbad Brackel – Hallenschwimmbäder im näheren Umkreis um den Standort Knauf an. In Abbildung 54 ist die Lage des Werkes und die in einem Umkreis von bis zu sechs Straßen-km entfernt liegenden Hallenbäder dargestellt. Es sind die mit Erdgas beheizten Objekte Hallenbad Mengede, Hallenbad Eving und das Westbad. Der Heizenergieverbrauch dieser drei Bäder summiert sich auf jährlich rd. 5.000 MWh, so dass ein Drittel bis die Hälfte der verfügbaren Abwärme allein für diese Objekte klimawirksam genutzt werden könnte.

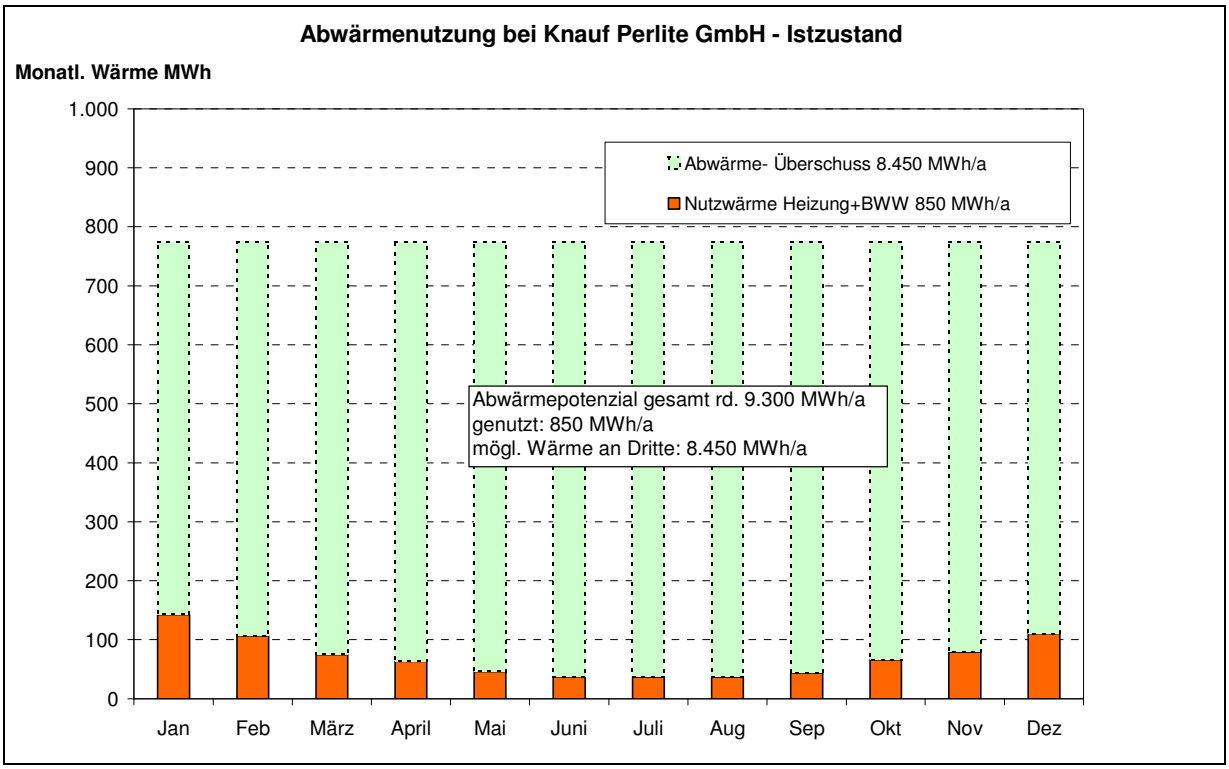


Abbildung 53: Abwärmenutzung und verfügbares Potenzial bei Knauf Perlite GmbH

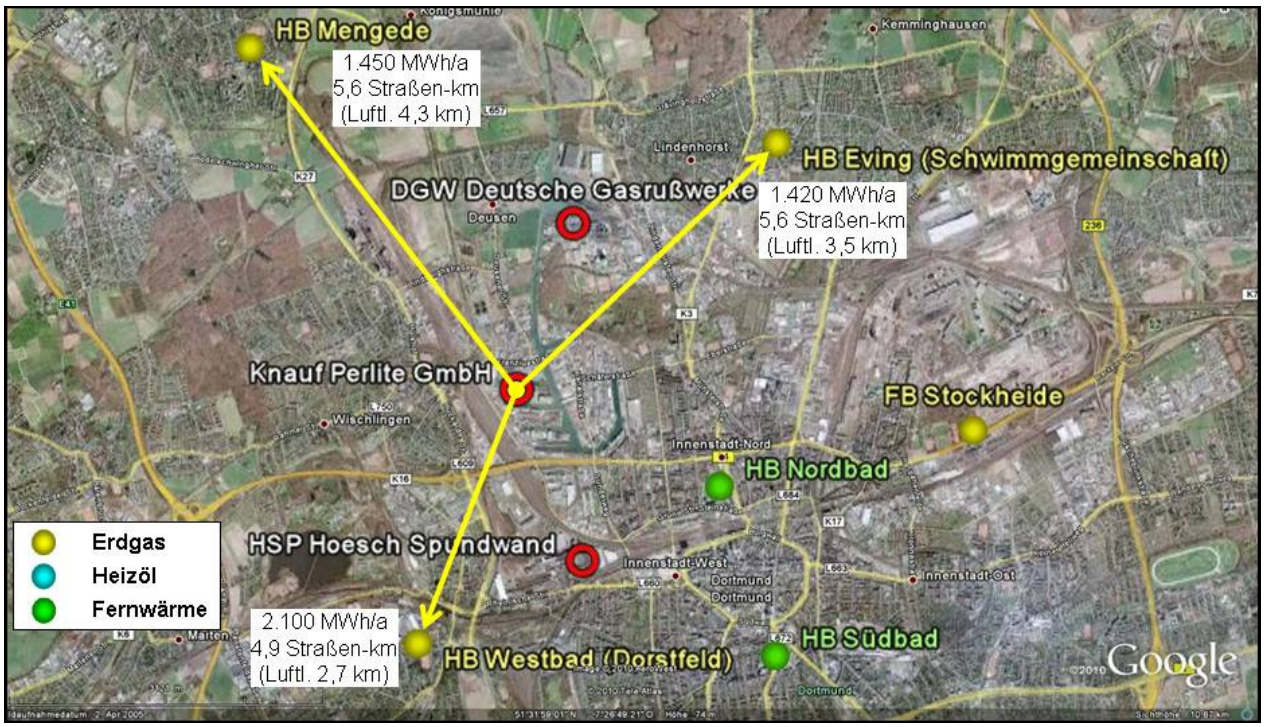


Abbildung 54: Lage der Knauf Perlite GmbH und mögliche Wärmeabnehmer bei Nutzung transportabler Systeme

- **Hoesch Spundwand und Profil GmbH (HSP)**

Die HSP fertig am Standort Alte Radstraße nördlich des Stadtquartiers "Rheinische Straße" in einem Warmwalzwerk Spundwandprofile. Dazu werden kalte Stahlbrammen in einem erdgas-

gefeuerten Hubbalkenofen auf Walztemperatur erhitzt. Mittels Wärmetauschern wird im Hubbalkenofen Sattdampf erzeugt, der über Dampfturbinen entspannt und für die Prozess- und Raumwärmebereitstellung genutzt wird.

Bei laufender Produktion ist annähernd stetig – bis auf kalte Tage im Winterhalbjahr – Wärmeüberschuss vorhanden, der über Kondensatoren an das Betriebswasser und über einen Kühlturm abgeführt wird. Früher wurde über eine Fernleitung die alte Hauptverwaltung der Hoesch/Versorgungsamt mit Heizwärme versorgt. Weiterer Prozess- oder Raumwärmebedarf ist auf dem Areal nicht vorhanden, so dass die Nutzung der Abwärme bisher nicht erfolgt ist.

Die Abgastemperatur des Ofens beträgt rd. 400°C. Bei Abkühlung auf 200°C wäre hier ein weiteres ganzjähriges Abwärmepotenzial gegeben. Für die Nutzung der Abgaswärme wurde bereits im Rahmen der Abwärmenutzung für die Fernwärme in Abschnitt 4.5.2.2 ein Vorschlag skizziert. In Abbildung 55 sind die aus den Angaben von HSP abgeleiteten monatlichen Abwärmemengen – getrennt nach Abwärme aus dem Dampfkreislauf und Abwärme aus dem Abgas – aufgetragen.

Für die Abwärme aus dem Dampf-Prozess bietet sich der Einsatz transportabler Latentwärmespeicher an. Abbildung 56 zeigt hierzu die Lage des Werkes im Stadtgebiet und die im Umfeld bis zu acht Straßen-km entfernten Hallenbäder. Diese sind das erdgasbeheizte Westbad und die heizölbeheizten Hallenbäder in Hombruch und in Hörde. Die Heizenergiemengen dieser drei Objekte summieren sich auf rd. 5.000 MWh/a, so dass ein Drittel bis die Hälfte des aus dem Dampfkreislauf verfügbaren Abwärmepotenzials klimawirksam genutzt werden könnte. Die Versorgung des Westbades würde sich überschneiden mit der oben skizzierten Abwärmenutzung bei Knauf. Es finden sich jedoch einige weitere größere kommunale Liegenschaften, die als mögliche Wärmeabnehmer geprüft werden sollten (z.B. Schulen).

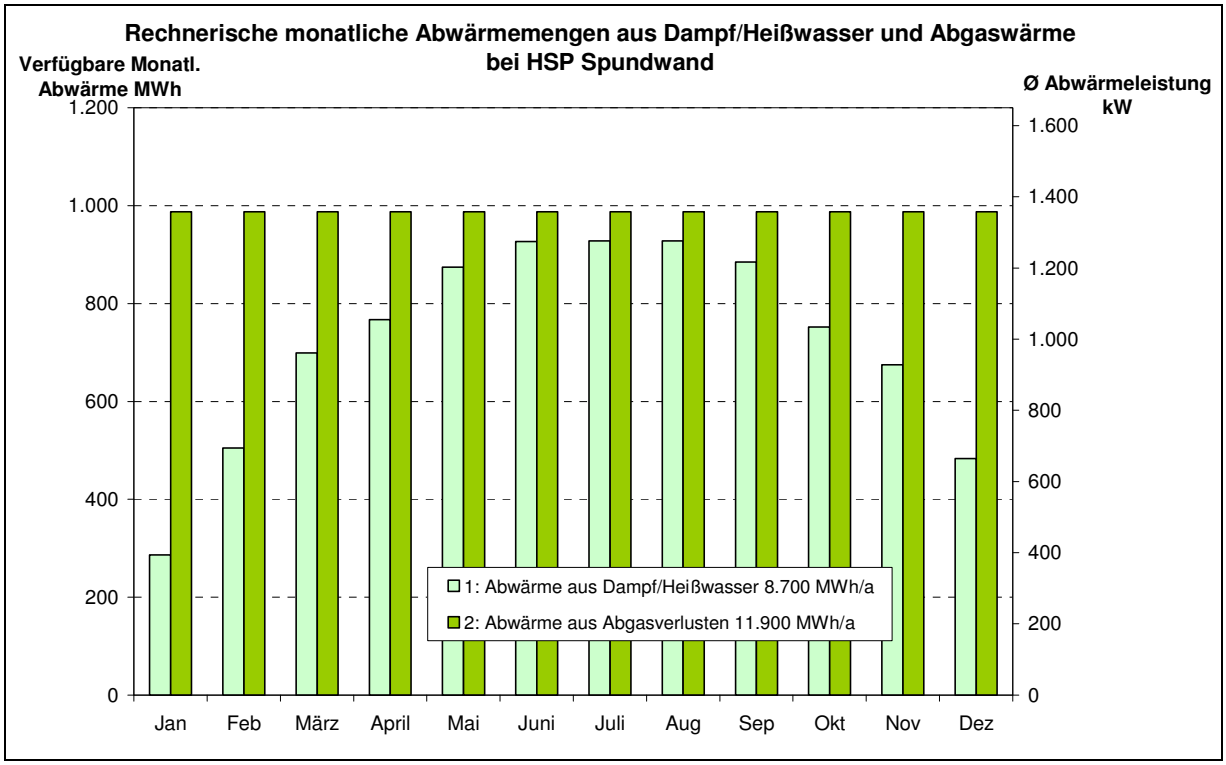


Abbildung 55: Monatliche ungenutzte Abwärmemengen bei HSP Spundwand

Im Rahmen des Klimaschutz-Szenarios wurden folgende Abwärmenutzungen zur Umsetzung bis 2020 unterstellt:

- die beiden heizölbeheizten Hallenbäder in Hombruch und in Hörde mit jeweils 1.600 MWh/a Heizenergieeinsatz
- weitere sechs öffentliche bzw. gewerbliche Liegenschaften mit in Summe 7.200 MWh/a Heizenergieeinsatz (Erdgas)
- betriebsinterne (industrielle) Wärmenutzung bei Knauf in Höhe von 7.500 MWh/a (rd. 90% der rechnerischen Mengen)

Insgesamt werden 17.100 MWh/a angesetzt, das ist annähernd das gesamte rechnerische Abwärmepotenzial bei Knauf und HSP und erscheint zunächst sehr optimistisch.

Andererseits gibt es aber über diese beiden industriellen Abwärmequellen hinaus noch eine ganze Reihe von Deponiegas- und Grubengas-BHKW-Modulen, deren Abwärme bisher nicht genutzt wird. Bis zum Jahr 2020 wird zwar das Grubengas- und das Deponiegas-Aufkommen gegenüber den heutigen Werten deutlich zurückgehen. Nach dem Referenz-Szenario, das im wesentlichen die Prognosen der Anlagenbetreiber wiedergibt, reicht aber das Deponiegas-Aufkommen in 2020 noch für die Erzeugung von rd. 12.000 MWh/a elektrischer Energie und das Grubengasaufkommen noch für 25.000 MWh/a elektrischer Energie. In Summe sind das 37.000 MWh/a. Die damit einhergehende Wärmeerzeugung in ähnlicher Höhe entspricht noch einmal der doppelten Wärmemenge der oben angesetzten Abwärmenutzung bei Knauf und HSP.

Die rechnerischen CO_2-Einsparungen aus der angesetzten Abwärmenutzung betragen rd. 3.900 t/a (aus Sicht 2020 mit den bis dahin entsprechend reduzierten Bedarfszahlen der Objekte)

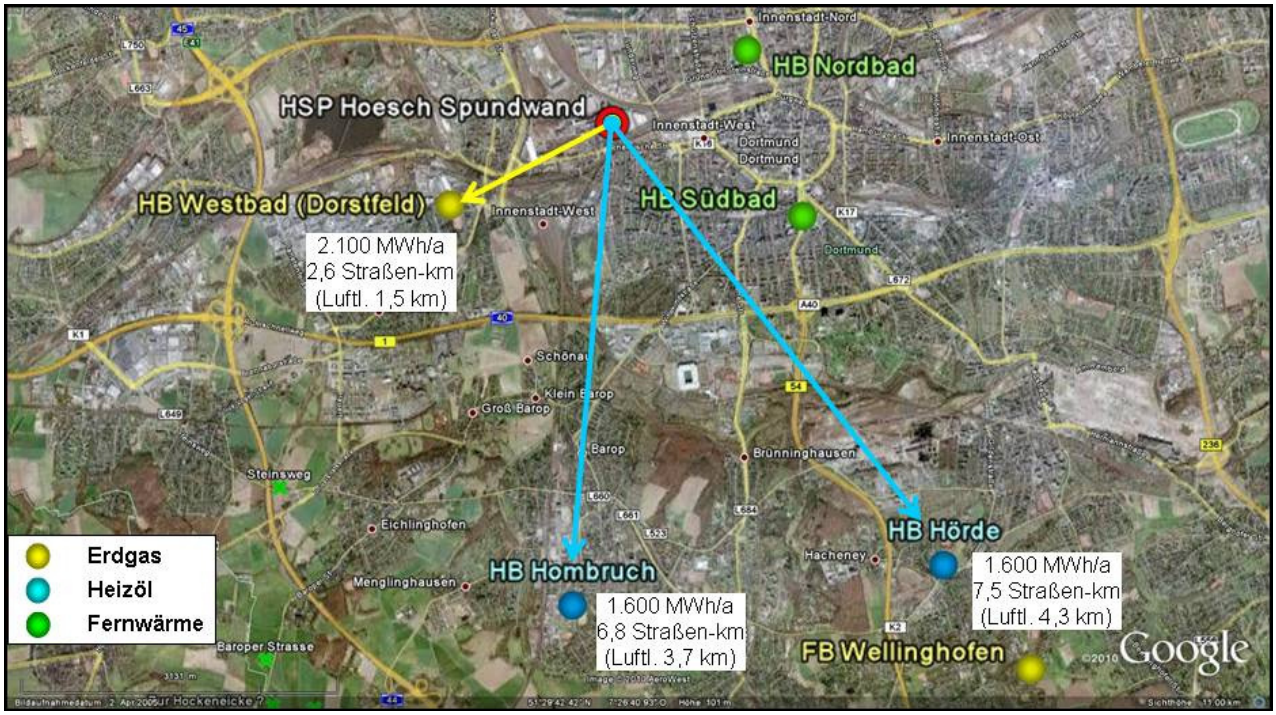


Abbildung 56: Lage HSP Spundwand und mögliche Wärmeabnehmer bei Nutzung transportabler Systeme

Aufbau eines Abwärmekatasters

Die Erfahrungen aus der Vorbereitung und Durchführung des Abwärme-Workshops (vgl. Abschnitt 4.2) und die in diesem Rahmen identifizierten Potenziale und daraus abgeleiteten Maßnahmen zeigen, dass es eine Vielzahl von Abwärmepotenzialen in Dortmund gibt.

Voraussetzung für ihre Nutzung ist zunächst die Kenntnis der Lage und der technischen und organisatorischen Randbedingungen (z.B. Medium, Temperaturniveau, Betriebscharakteristik). Die Diskussion im Abwärme-Workshop hat gezeigt, dass in diesem Zusammenhang von allen beteiligten Akteuren der Aufbau eines Abwärme-Katasters für sinnvoll erachtet wird.

Ein solches Abwärme-Kataster könnte durch Erfassung und Dokumentation der o.g. und weiterer noch festzulegender Parameter und Eckdaten als Planungsgrundlage herangezogen werden, um bereits in der Stadtplanung Abwärmenutzungspotenziale einzubeziehen. Wenngleich aus heutiger Sicht und mit heutigem Energiepreisniveau die verschiedenen Abwärmequellen häufig nicht wirtschaftlich genutzt werden können, kann sich dies in den kommenden Jahren durch veränderte Randbedingungen, z.B. Preissteigerungen der fossilen Energieträger, deutlich ändern. Einbezogen werden sollten neben der industriellen Abwärme auch die Abwasserwärme (vgl. Abschnitt 4.5.3 Maßnahme E 16).

Die im Rahmen der Aktivitäten zum Klimaschutzkonzept angestoßene Diskussion zwischen Anlagenbetreibern, Versorgungs- und Wohnbaugesellschaften und der Stadt Dortmund sollte zeitnah fortgeführt und intensiviert und gemeinsam ein Anforderungskatalog und Umsetzungskonzept für das Abwärme-Kataster entwickelt werden. Die inhaltliche und EDV-technische Umsetzung könnte beim DLZE oder beim Umweltamt angesiedelt werden. Aufgrund der spezifischen Anforderungen ist jedoch sicher die Hinzuziehung und fachliche Begleitung durch einen externen Dienstleister sinnvoll.

E 17 (EE/EV 7)	Abwärmenutzung betriebsintern / transportable Systeme

Kurzbeschreibung

Erweiterung der Abwärmenutzung mit transportablen Wärmecontainern (LaTherm) unter Einbeziehung öffentlicher Gebäude und der Industrie- und Gewerbebetriebe. Realisierung durch Gemeinschaftsprojekte Stadt / DEW21 / Industrie / LaTherm.

Konkrete Wärmequellen z.B.:

i) Knauf Perlite GmbH, HSP Hoesch Spundwand GmbH, Deutsche Gasrußwerke GmbH; bei Knauf auch Ausbau der internen Wärmenutzung möglich.
ii) Deponiegas-BHKW, Grubengas-BHKW

Wärmesenken (bevorzugt im Dortmunder Westen; keine fernwärmeversorgten Objekte):

i) Hallenbäder in Hombruch, Hörde (beide Heizöl), Westbad, Eving, Mengede (Erdgas)
ii) größere Schulen

Rolle der Stadt: Vermittler, Investor bzw. Wärmekunde; Aufbau eines Abwärmekatasters

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): hoch
Bei Umsetzung von 7 Projekten (2-4 Hallenbäder und 3-5 Schulen) und betriebsinterner Wärmenutzung bei Knauf bis 2020 CO_2-Einsparpotenzial 3.900 t/a.

Regionale Wertschöpfung: hoch
Wertschöpfung zu einem großen Teil bei Dortmunder Unternehmen.

Sachkosten: gering
Keine Investitionen durch die Stadt, Abwärmenutzung langfristig annähernd kostenneutral.

Personalaufwand: gering (Projektbegleitung Hochbauamt)

Kosten-Nutzen-Relation: gut

Kooperationsaufwand: mittel

Impuls: kurzfristig
Start der Umsetzung direkt möglich (Berücksichtigung der Betriebserfahrungen Hallenbad Brackel).

Authentizität: hoch
Abwärme in Dortmund für Abnehmer in Dortmund.

Bezug zum DLZE: ggf. Unterstützung beim Aufbau eines Abwärmekatasters, Koordination von Abwärmequellen in Industrie und Gewerbe

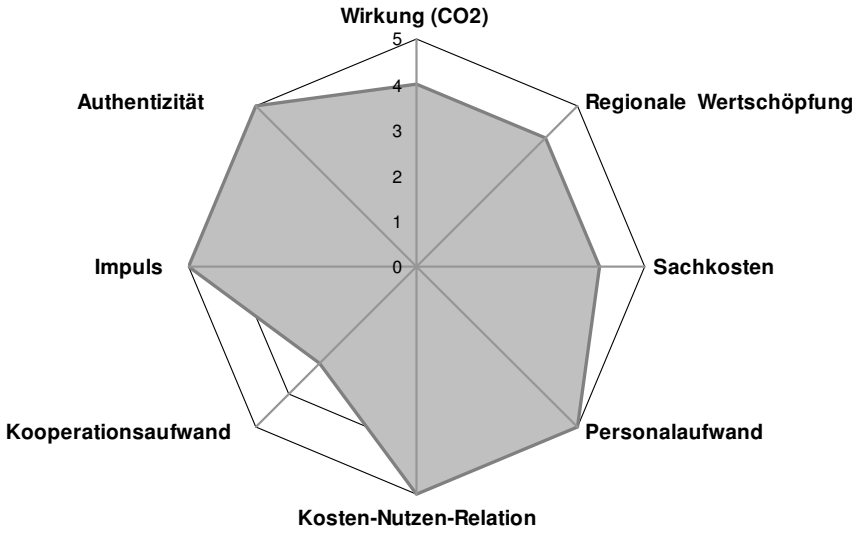


Tabelle 34: Maßnahmen-Tabelle Abwärmenutzung betriebsintern und mit transportablen Systemen

4.5.5 Abwärmenutzung Krematorium (TOP 10)

Am Standort Hauptfriedhof betreibt die Stadt Dortmund drei Einäscherungsöfen, deren Abwärme zur Deckung des Wärmebedarfs der Gebäude und für eine Absorptionskälteanlage genutzt wird. Zur Deckung des Wärmebedarfs an Wochenenden, nachts und an kalten Tagen im Winterhalbjahr ist ein Hilfskessel installiert.

Der jährliche Gaseinsatz in den Öfen und im Hilfskessel belief sich in 2008 in Summe auf 2.060 MWh/a, in 2009 auf 2.130 MWh/a (Hu).

Die Abwärme übersteigt den Eigenbedarf der Gebäude und beläuft sich nach überschlägigen Berechnungen auf rd. 1.000 MWh/a. Der Abwärme-Überschuss wird derzeit über Rückkühlwerke unter zusätzlichem Stromeinsatz für Ventilatoren an die Umgebung abgeführt. Die gemäß einer überschlägigen Bilanz aus den monatlichen Betriebsdaten 2008 bzw. 2009 ermittelten Abwärmemengen sind in Abbildung 57 dargestellt.

Die Öfen werden werktags i.d.R. in 2 Schichten betrieben. Nachts und an Wochenenden muss der Wärmebedarf der Betriebsgebäude aus dem Hilfskessel gedeckt werden. Der Brennstoff-Einsatz im Hilfskessel belief sich in 2008 auf 790 MWh/a, in 2009 auf 820 MWh/a (Hu).

Optimierungsmöglichkeiten zur Nutzung der bisher über die Rückkühlwerke abgeführten Überschusswärme ergeben sich mit den im Folgenden beschriebenen Maßnahmen.

- **Installation eines Heißwasserspeichers**

Durch Installation eines Heißwasserspeichers, der tagsüber mit der Abwärme geladen und nachts und an Wochenenden entladen wird, kann Wärme aus dem Hilfskessel substituiert und damit entsprechend Brennstoffeinsatz eingespart werden. Nach Analyse der monatlichen Brennstoff- und Heißwassermengen und einer ersten Überschlagsrechnung sollte das Volumen des Heißwasserspeichers rd. 40 m³ betragen. Das Brennstoffeinsparpotenzial beläuft sich auf 350 bis 370 MWh/a (Hu). Die monatlichen Wärmemengen aus dem Hilfskessel und deren teilweise Substitution durch Abwärme aus den Verbrennungsöfen sind in Abbildung 58 für das Jahr 2008 dargestellt. Das jährliche CO_2-Einsparpotenzial beläuft sich auf 80 t/a.

Die Investition für den Heißwasserspeicher inkl. Installation beträgt nach einer ersten Schätzung 80.000 bis 100.000 EUR (netto zzgl. USt.), die jährliche Brennstoffkosteneinsparung liegt bei 17.000 EUR (bei Gas-Arbeitspreis 47 EUR/MWh Hu zzgl. USt.). Die Investition für den Heißwasserspeicher dürfte sich somit innerhalb von 5 bis 7 Jahren amortisieren.

Vergleicht man die mit der Umsetzung dieser Maßnahme verbundene CO_2-Einsparung mit der Einsparung einer neuen PV-Anlage, so ergibt sich folgendes Bild: Die CO_2-Einsparung von jährlich 80 t/a entspricht der Einsparung einer PV-Anlage bei Stromerzeugung von rd. 150 MWh/a. Die dafür zu installierende PV-Leistung beträgt rd. 150 kW_P, die damit verbundene Investition läge bei deutlich mehr als 300.000 EUR und damit mehr als dreimal so hoch wie die Investition für den Heißwasserspeicher!

Die Option zur Abwärmenutzung mittels Heißwasserspeicher ist vor diesem Hintergrund vorrangig technisch-wirtschaftlich zu detaillieren und umzusetzen.

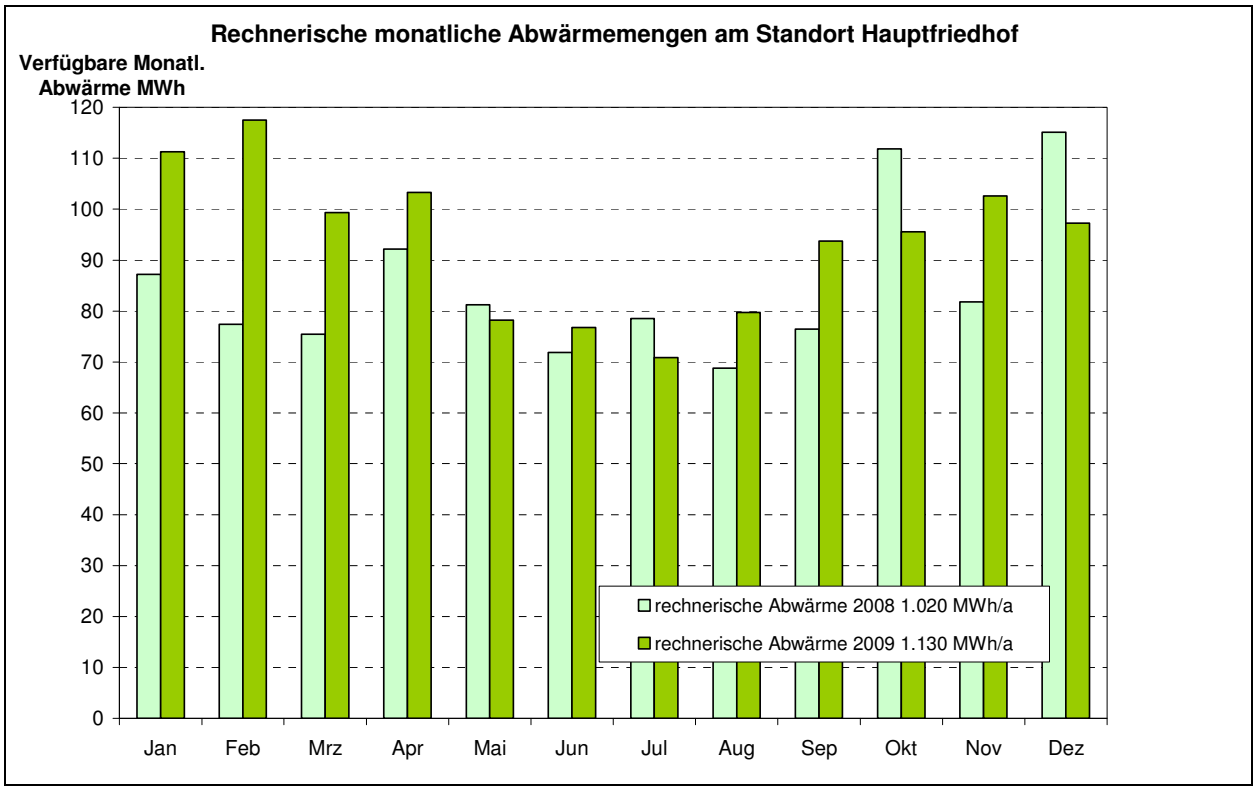


Abbildung 57: Monatliche ungenutzte Abwärmemengen der Verbrennungsöfen

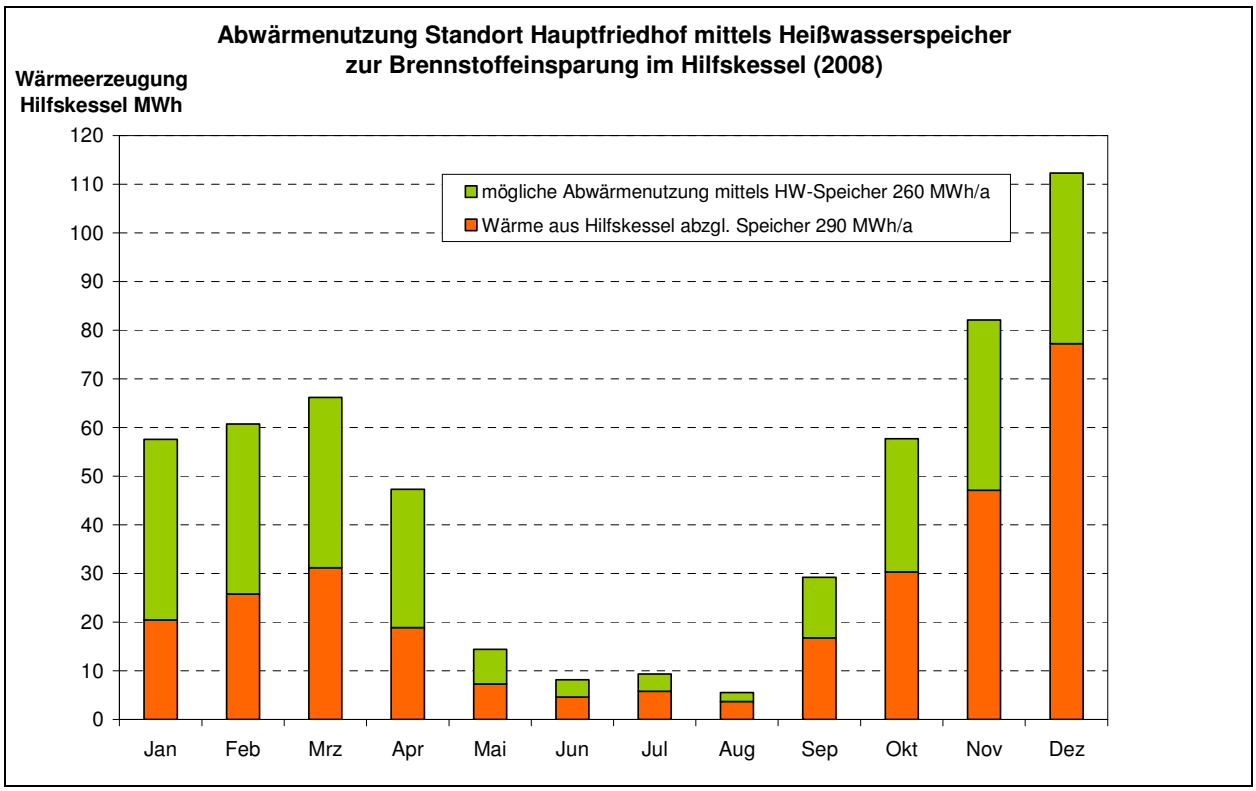


Abbildung 58: Monatliche Abwärmemengen zur Nutzung mittels eines Heißwasserspeichers

- **Wärmeversorgung der Europaschule**

Über die mittels Heißwasserspeicher zu nutzende Abwärme hinaus gibt es weiteres Abwärmepotenzial. Dieses könnte mittels einer neuen Heißwasserleitung in der Beheizung der ca. 50 m entfernt liegenden Europaschule genutzt werden. Die monatlichen Wärmemengen der Europaschule und die (Teil-)Substitution durch Abwärme aus den Verbrennungsöfen sind in Abbildung 59 für das Jahr 2008 dargestellt. Sie belaufen sich in Summe auf rd. 210 MWh/a. Die erzielbare CO_2-Einsparung beträgt 50 t/a (Einsparung von Gaseinsatz in der von DEW21 betriebenen Heizzentrale der Schule).

Die Investition für die Heißwasserleitung samt Umwälzung beträgt rd. 120.000 EUR (netto). Die Brennstoffkosteneinsparung liegt bei 11.000 EUR/a (bei Erdgas-Arbeitspreis 47 EUR/MWh Hu zzgl. USt.). Zu beachten ist, dass die Wärmeversorgung der Schule durch DEW21 erfolgt. Die aktuellen Wärmepreise (Arbeitspreis) liegen uns nicht vor. Die obigen Zahlen zeigen jedoch, dass auch diese Maßnahme in den Bereich der Wirtschaftlichkeit rücken kann.

Auch hier lautet daher die Empfehlung, die Verbesserungsoption technisch-wirtschaftlich zu detaillieren und ggf. zügig umzusetzen (gemeinsam mit DEW21). Die Verbrennungsanlage verfügt über eine moderne Mess- und Leittechnik, so dass zahlreiche Betriebsdaten in hoher zeitlicher Auflösung abgerufen werden können. Eine umfassende Auswertung konnte im Rahmen dieser Untersuchung jedoch nicht erfolgen. Erster Schritt zur Umsetzung des Einsparpotenzials wäre daher die Auswertung der Betriebsdaten mit detaillierter Ermittlung des nutzbaren Abwärmepotenzials und die Festlegung der technischen Eckdaten für Heißwasserspeicher und Heißwasserleitung zur Europaschule.

Das gesamte CO_2-Einsparpotenzial durch Speichereinsatz und Heißwasserversorgung der Europaschule beträgt 123 t/a.

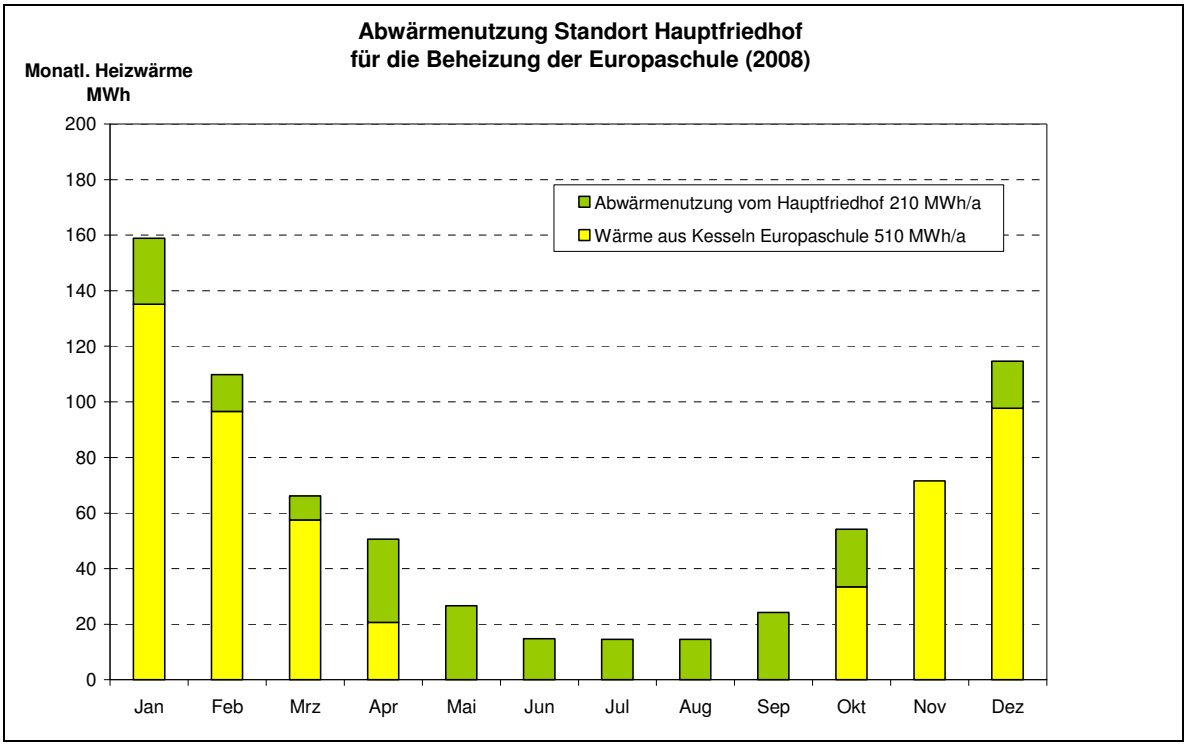


Abbildung 59: Monatliche Abwärmemengen zur Nutzung in der Beheizung der Europaschule

E 18 (KomStadt 10)	Abwärmenutzung Verbrennungsöfen Hauptfriedhof

Kurzbeschreibung

Abwärmenutzung der Verbrennungsöfen am Hauptfriedhof zur optimierten Beheizung der Betriebsgebäude und ggf. Mitversorgung der Europaschule.

Die Abwärme der Verbrennungsöfen wird zurzeit nicht vollständig genutzt. Verbesserung der Nutzung und damit erhebliche Erdgaseinsparung durch:

i) Installation von Heißwasserspeichern zur Reduzierung des Hilfskesseleinsatzes
ii) Mitversorgung der Europaschule

Rolle der Stadt: Investor bzw. Wärmekunde

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): sehr gering
Gesamtpotenzial bei Installation von HW-Speichern und Mitversorgung der Europaschule rd. 123 t/a CO_2.

Regionale Wertschöpfung: mittel
Wertschöpfung bei Dortmunder Unternehmen möglich (Planung, Montage, Bauleistungen).

Sachkosten: mittel
Aufwand für Heißwasserspeicher 40 m³ rd. 80-100 T€;
Aufwand für Anbindung Europaschule (150 m) 100-120 T€.

Personalaufwand: mittel
Projektbetreuung durch Hochbauamt

Kosten-Nutzen-Relation: gut
Kapitaldienst für Investitionen rd. 20 T€/a; Einsparpotenzial Gaskosten 25-30 T€/a.

Kooperationsaufwand: mittel
Abstimmung verwaltungsintern und mit DEW21 (Wärmevertrag für Europaschule).

Impuls: kurzfristig
Kurzfristig umsetzbar, 1.Schritt: Technisches Konzept

Authentizität: hoch
Konkrete Einsparmaßnahmen für städtische Liegenschaften.

Bezug zum DLZE: kein Bezug

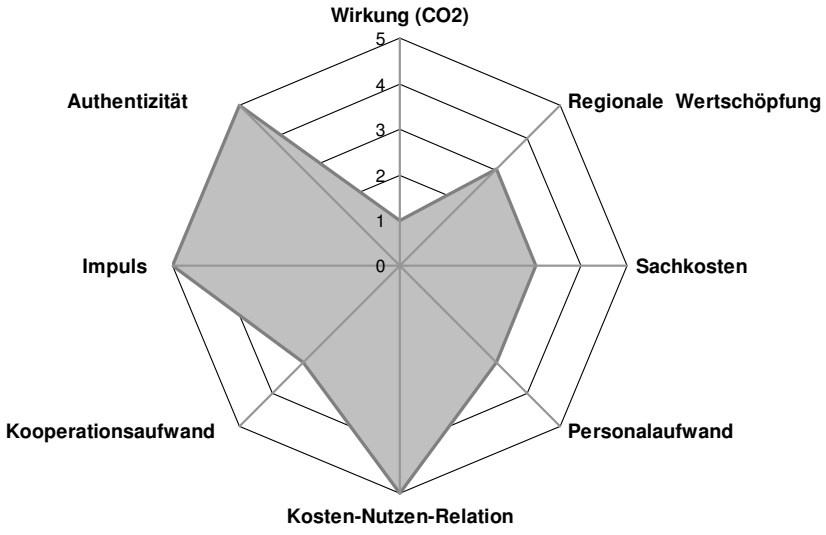


Tabelle 35: Maßnahmen-Tabelle Abwärmenutzung Verbrennungsöfen Hauptfriedhof

4.6 Übergeordnete Maßnahmen

4.6.1 Innovations- und Klimaschutzfonds (TOP 10)

Ein flankierendes Instrument zur Umsetzung beispielhafter Projekte kann auch ein Klimaschutzfonds oder auch ein Innovations- und Klimaschutzfonds sein, der gemeinsam von der Stadt mit weiteren Partnern bzw. Sponsoren aufgelegt wird. Dieser hat das Ziel, das Klimaschutzbewusstsein der Bürgerinnen und Bürger zu schärfen und Projekte, die dem Klimaschutz dienen, zu unterstützen.

Durch einen solchen Fonds werden Energiesparprojekte, innovative Technologien und umweltpädagogisch vorbildliche Projekte möglichst mit Multiplikatorwirkung gefördert.

Vergleichbare Ansätze gibt es z.B. in der Region Freiburg (Innovationsfonds der badenova ag), in Wiesbaden (Innovations- und Klimaschutzfonds der ESWE Versorgungs AG), Hannover (pro Klima enercity Fonds) oder Mannheim (MVV Energie und Stadt Mannheim).

Möglich wäre in Dortmund eine Partnerschaft der Stadt mit den lokalen Versorgern (DSW21, DEW21) und ggf. weiteren Partnern wie der Sparkasse oder der IHK.

Der Klimaschutz-Fonds gewährt projektgebundene Zuschüsse im Rahmen eines Breiten- und Einzelförderprogramms. Diese Gelder müssen nicht zurückgezahlt werden und dienen der Anschubfinanzierung von beispielhaften Einsparprojekten. Antragsberechtigt sind Privatleute, Institutionen und Unternehmen im Stadtgebiet sowie Kindergärten und Schulen. Dabei stehen Projekte im Fokus, die nachweislich zur nachhaltigen Reduktion der klimawirksamen Gase wie Kohlendioxid beitragen.

Um eine signifikante Wirkung zu entfalten, sollte ein solcher Fonds mit mindestens 100.000 EUR pro Jahr ausgestattet sein. Die Beantragung von Einzelzuschüssen kann jährlich oder halbjährlich erfolgen und wird von einer Jury entschieden.

Um eine unabhängige Bewertung zu gewährleisten, sollte der Klimaschutzfonds organisatorisch von dem Dienstleistungszentrum DLZE (mit-)betreut werden.

E 19 (EE/EV 8)	Innovations- und Klimaschutzfonds

Kurzbeschreibung

Programm zur Förderung innovativer und ökologischer Projekte in Anlehnung an Badenova Klimaschutzfonds.
Finanzierung aus Unternehmensgewinnen der Versorgungsunternehmen.
Förderkriterien Innovationsgrad, ökologische Wirkung und Multiplikatoreneffekt.
Rolle der Stadt: Beschlussfassung zur Gewinnabführung

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): nicht bewertet

Regionale Wertschöpfung: hoch
Nur Förderung regionaler Projekte. meistens hoher Anteil lokaler Wertschöpfung (Montage, Installation)

Sachkosten: gering
Eigenbeteiligung der Stadt bzw. Reduzierung der Gewinnabführung der beteiligten städtischen Unternehmen

Personalaufwand: mittel

Kosten-Nutzen-Relation: mittel
Von den geförderten Projekten abhängig.

Kooperationsaufwand: hoch

Impuls: mittelfristig
Maßnahme führt zu einer stets steigenden Anzahl an beispielhaften Förderprojekten.

Authentizität: hoch
Hohes Identifikationspotenzial durch Förderung regionaler Projekte. Hohe Multiplikator- und Öffentlichkeitswirkung.

Bezug zum DLZE: Öffentlichkeitsarbeit

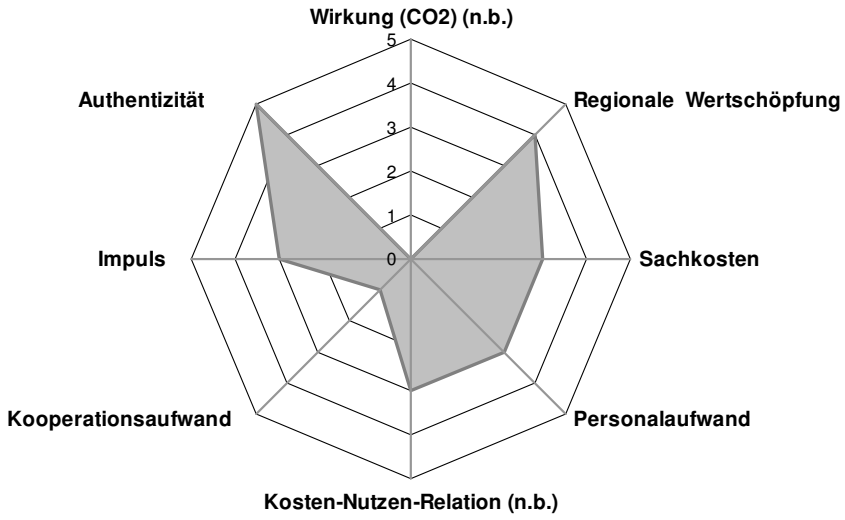


Tabelle 36: Maßnahmen-Tabelle Innovations- und Klimaschutzfonds

4.6.2 Energie-Erlebnispark / Sonnenenergieforum

Ein weiteres Instrument der Öffentlichkeitsarbeit kann ein Erlebnispark sein, der erneuerbare Energien „greifbar“ und „begreifbar“ macht und insbesondere für Familien ein Anlaufpunkt sein kann. Solche oder vergleichbare Einrichtungen mit verschiedenen Stationen zu Erneuerbaren Energien und Energieeinsparung gibt es schon vereinzelt, z.B.

- artefact Powerpark, ein Energie-Erlebnis-Park in Glücksburg an der Ostsee
- Energie- und Wasserlehrpfad im Kölner Zoo mit „Mitmach“-Experimenten und Schautafeln
- Lerngarten der erneuerbaren Energien in Kötschach - Mauthen (Österreich)
- Energielernpfad und Solarspielplatz im Tiergarten Heidelberg, ähnlich auch im Aachener Tierpark
- Diverse „Energielehrpfade“, die verschiedene Anschauungsobjekte (Windkraftanlage, Solarkollektoren, Biogas, Passivhäuser, Geothermie, Pflanzenölnutzung, BHKW) verbinden

In Dortmund gibt es verschiedene Anknüpfungspunkte, um einen derartigen Energiepark bzw. -lehrpfad zu gestalten. Denkbar wären zum Beispiel:

- Dortmunder Zoo
- Westfalenpark
- Kokerei Hansa und Integration in den bestehenden Natur- und Techniklehrpfad
- Entwicklungsgebiet Phoenix-See

Die nähere Prüfung und ggf. auch Teile der organisatorischen Umsetzung ist eine Aufgabe des DLZE.

E 20 (EE/EV j)	Energie-Erlebnispark / Sonnenenergieforum

Kurzbeschreibung

Themen rund um Energie verschiedenen Zielgruppen (Kindern, Jugendlichen und Erwachsenen) erlebbar machen. Dies kann z.B. in Anlehnung an das alte Sonnenenergieforum oder an den Themenpfad der Rhein-Energie im Kölner Tierpark geschehen.
Rolle der Stadt: Umsetzung über DLZE mit Dritten

Klimaprofil

Wirkung (CO_2): nicht bewertet
Regionale Wertschöpfung: hoch
Sachkosten: hoch
Personalaufwand: hoch
Betreuungs- und Aktualisierungsaufwand, Einwerben von Sponsoringmitteln
Kosten-Nutzen-Relation: nicht bewertet
Kooperationsaufwand: mittel
Impuls: mittelfristig
Keine kurzfristigen Effekte, aber mittelfristige Sensibilisierung von Dortmunder Bürgern und Familien für Erneuerbare Energien.
Authentizität: hoch

Bezug zum DLZE: Organisatorische Umsetzung

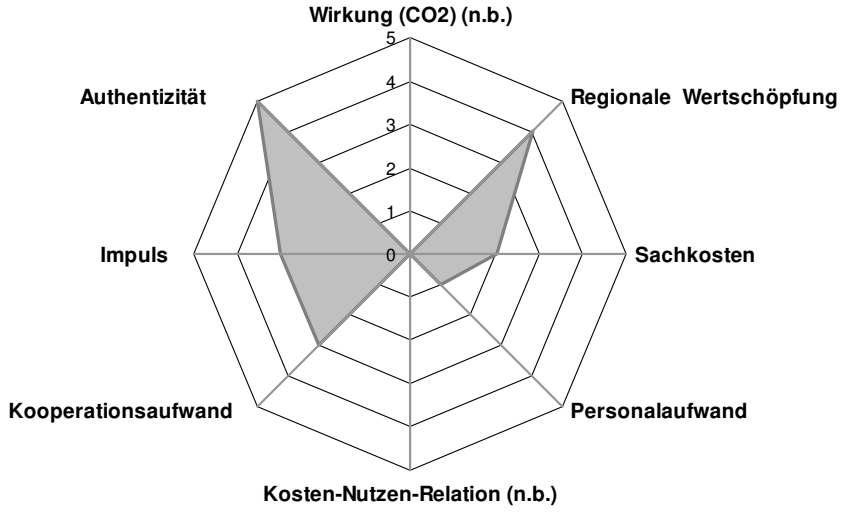


Tabelle 37: Maßnahmen-Tabelle Energie-Erlebnispark / Sonnenenergieforum

4.7 Maßnahmenkatalog und Handlungsempfehlung

4.7.1 Gesamtpotenziale der Maßnahmen

Die in den vorangegangenen Abschnitten dargelegten Maßnahmen bringen in der Umsetzung bis 2020 insgesamt ein recht deutliches CO_2-Einsparpotenzial. In der Grafik in Abbildung 60 sind die Potenziale gruppiert nach Maßnahmen im Bereich der Erneuerbaren Energieträger und im Bereich der Wärmeinfrastruktur (Fernwärme, KWK, Abwärmenutzung) dargestellt.

Im Bereich der Erneuerbaren Energieträger beläuft sich das Einsparpotenzial auf 54.200 t/a, im Bereich der Wärmeinfrastruktur auf 50.700 t/a, in Summe ergeben sich 104.900 t/a. Wird die Betrachtung auf die zehn Maßnahmen eingegrenzt, die als „TOP 10“ in den Gesamtmaßnahmenkatalog des Handlungsprogramms Klimaschutz aufgenommen wurden, so belaufen sich die Potenziale auf 47.200 t/a (Bereich Erneuerbare) bzw. 50.000 t/a (Wärmeinfrastruktur), vgl. Abbildung 61.

Die Maßnahmen mit dem größten Einsparpotenzial sind im Bereich Erneuerbare Energieträger der Einsatz von Ökostrom in öffentlichen Gebäuden, Stadtbahn und Eigenbedarf DSW21/DEW21 mit 27.500 t/a und im Bereich Wärmeinfrastruktur das Maßnahmenpaket Fernwärme mit 27.200 t/a, gefolgt vom Ausbau der dezentralen KWK mit 18.800 t/a. Diese drei Maßnahmen machen alleine 70% des ermittelten Gesamtpotenzials aus.

Die Einsparpotenziale der übrigen Maßnahmen liegen im Bereich zwischen etwa 100 t/a und 10.000 t/a.

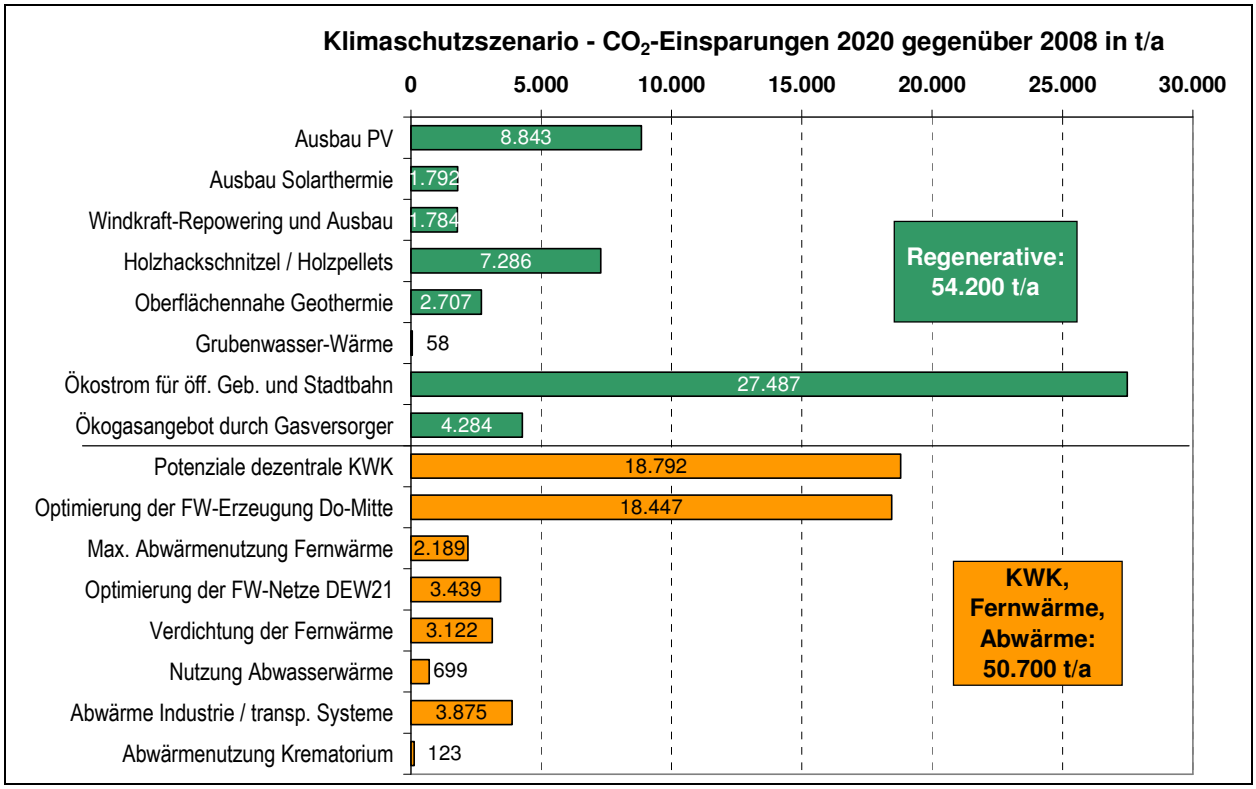


Abbildung 60: Klimaschutzszenario – CO_2-Einsparungen 2020 der Maßnahmen

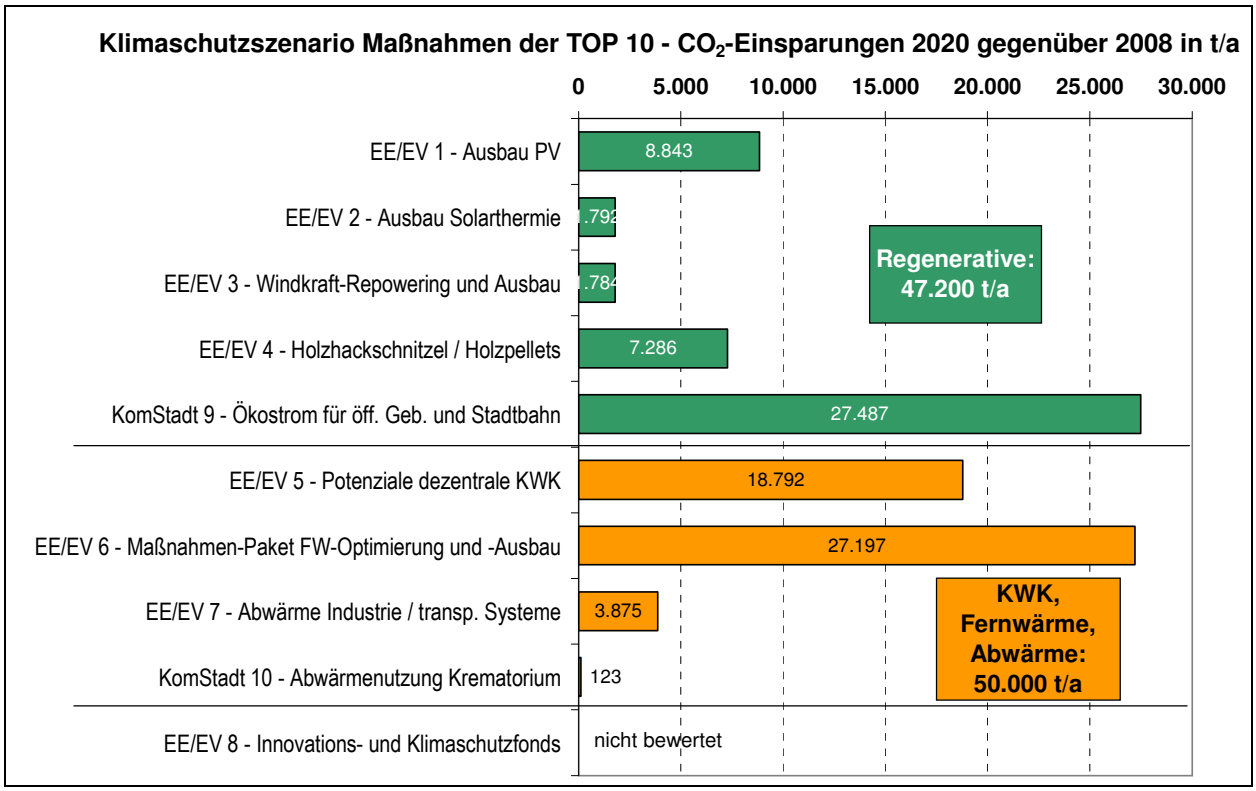


Abbildung 61: Klimaschutzszenario – CO_2-Einsparungen 2020 der Maßnahmen Top 50

4.7.2 CO_2-Einsparungen im Zeitraum bis 2020

Einen Überblick über die im Rahmen des Klimaschutzszenarios angesetzte zeitliche Umsetzung der Einsparungen geben die folgenden Grafiken in Abbildung 62 (Erneuerbare Energieträger), Abbildung 63 (Wärmeinfrastruktur) und Abbildung 64 (gesamt).

Die Maßnahmen im Bereich Erneuerbare Energieträger können aufgrund des erforderlichen Anlagenzubaus überwiegend nur sukzessive umgesetzt werden, so dass sich die jährlichen Einsparungen damit kontinuierlich bis 2020 steigern. Im Bereich der Wärmeinfrastruktur ist es insbesondere die Optimierung der Fernwärmeerzeugung für Dortmund Mitte, die als Einzelmaßnahme mit der Umsetzung – hier angesetzt bis Ende 2013 – direkt einen erheblichen Beitrag zur CO_2-Einsparung bringt, der sich auch positiv auf die Summe der bis 2020 kumulierten jährlichen Einsparungen auswirkt.

Obwohl die Einsparung der Maßnahmen im Bereich Erneuerbare Energieträger in 2020 mit 54.200 t/a knapp 7% höher liegt als die Maßnahmen im Bereich Wärmeinfrastruktur, ist der kumulierte Beitrag der Wärmeinfrastruktur-Maßnahmen bis 2020 mit 310.000 t um rd. 10.000 t bzw. knapp 4% höher als der Beitrag der Erneuerbaren in demselben Zeitraum (vgl. rechte Ordinate in Abbildung 62 bzw. Abbildung 63).

Insgesamt wird durch die Maßnahmen im Klimaschutzszenario eine kumulierte Einsparung bis 2020 von 610.000 t erzielt (Abbildung 64).

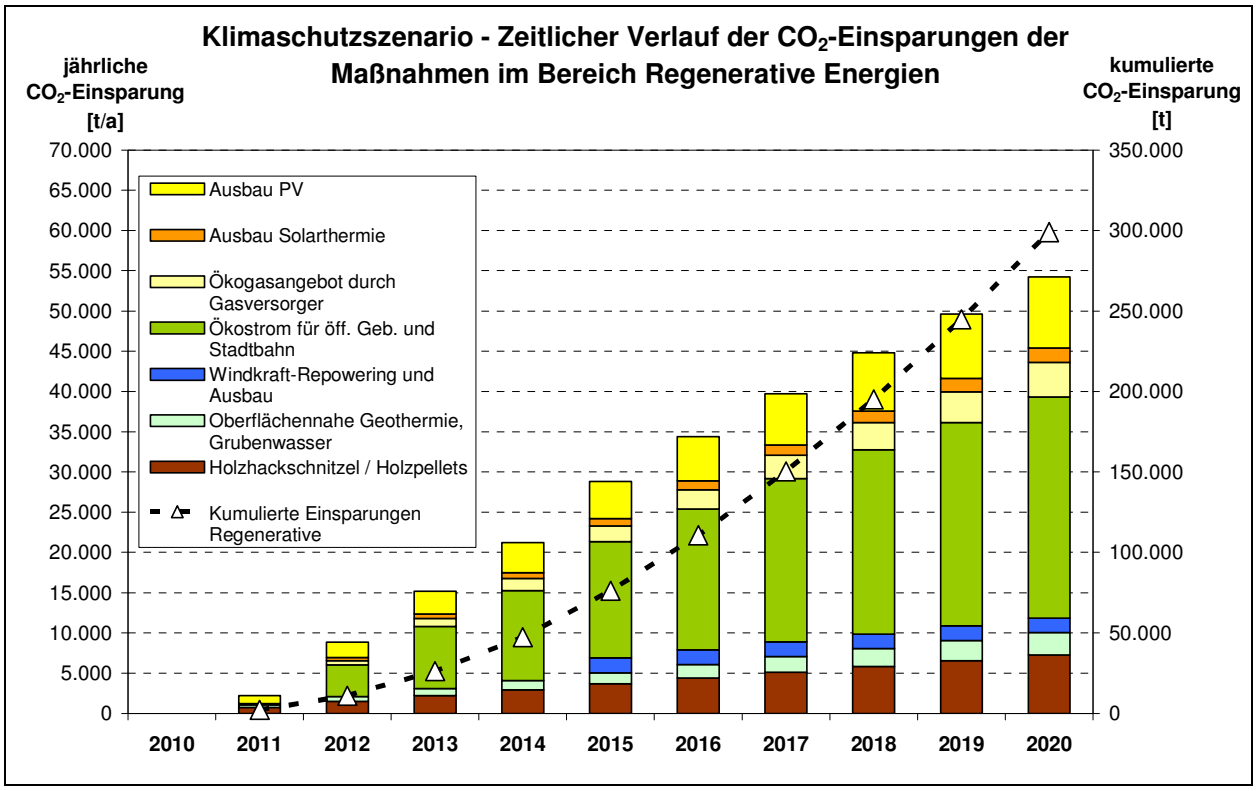


Abbildung 62: Klimaschutzszenario – Zeitlicher Verlauf der CO_2-Einsparungen bis 2020 der Maßnahmen im Bereich Regenerative

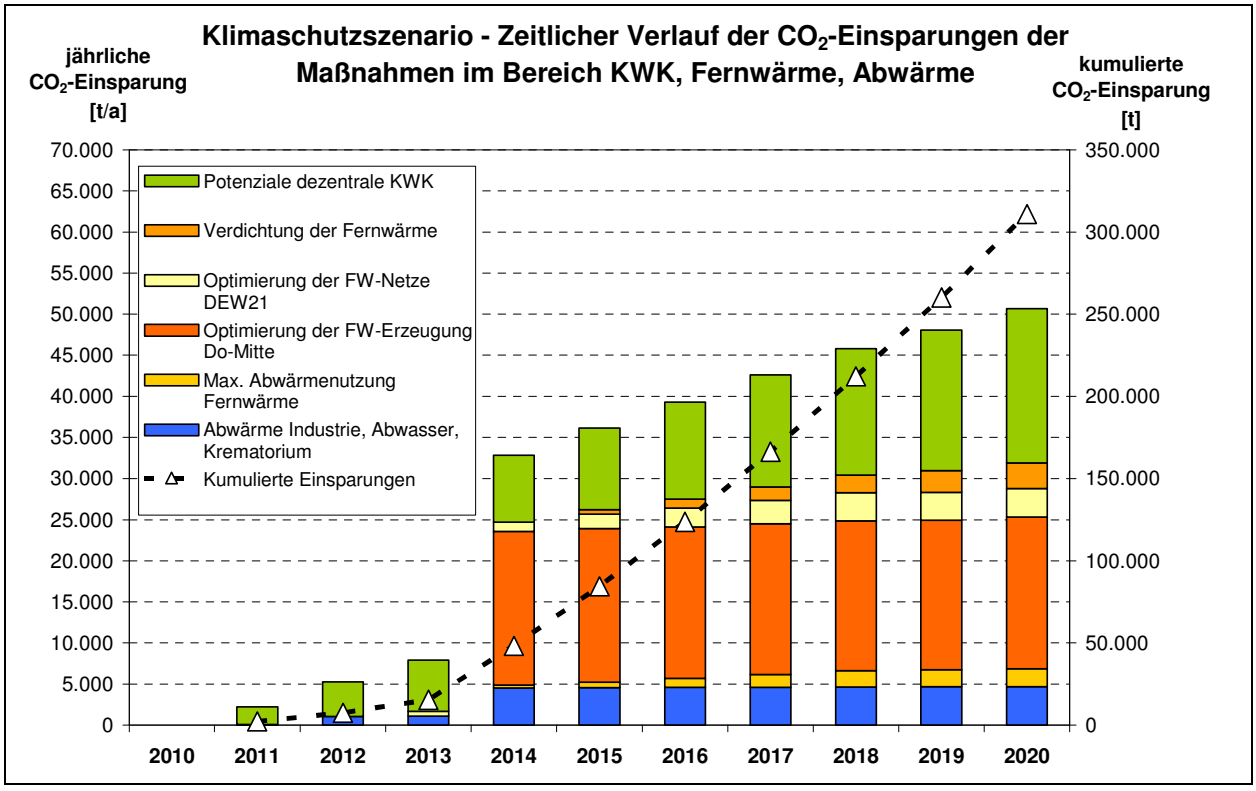


Abbildung 63: Klimaschutzszenario – Zeitlicher Verlauf der CO_2-Einsparungen bis 2020 der Maßnahmen im Bereich KWK, Fernwärme, Abwärme

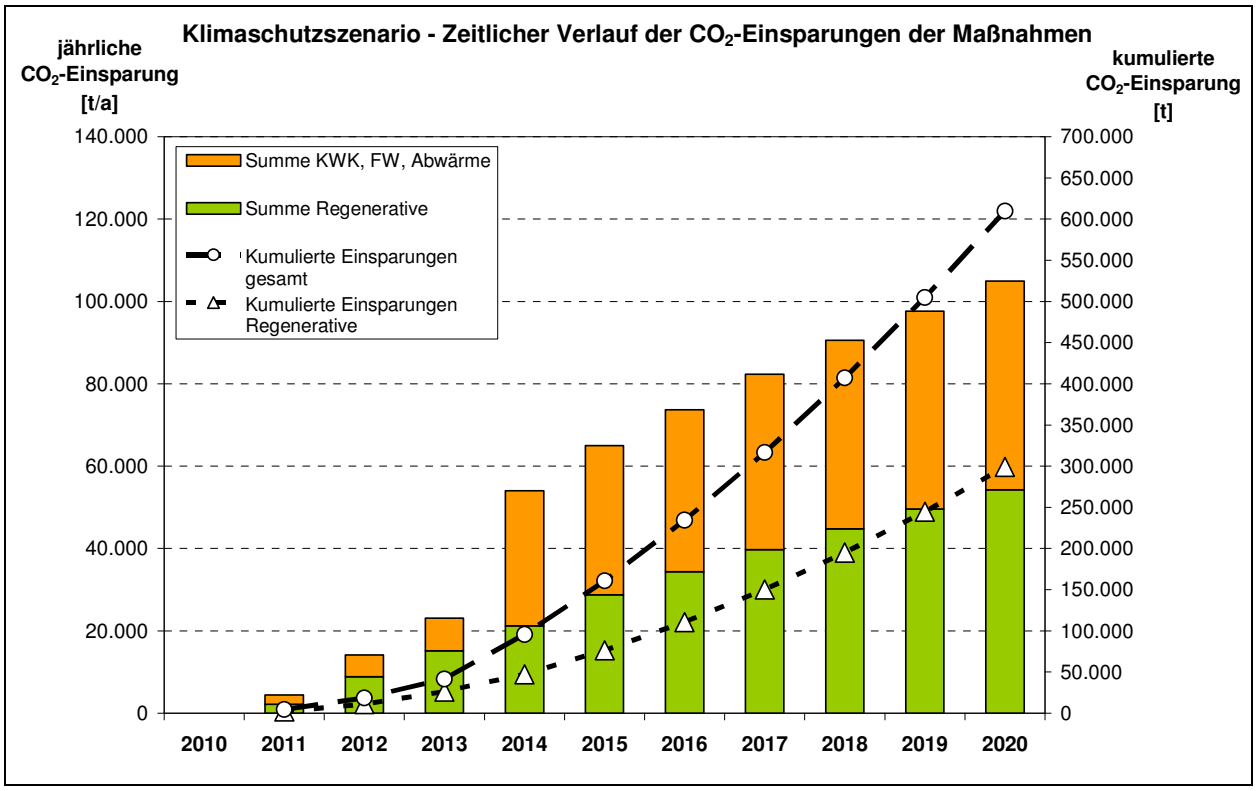


Abbildung 64: Klimaschutzszenario – Zeitlicher Verlauf der CO_2-Einsparungen bis 2020 für die Bereiche Erneuerbare Energieträger und KWK/Fernwärme/Abwärme

Mit den Maßnahmen des Klimaschutzszenarios kann der im Rahmen des Referenzszenarios skizzierte negative Trend der CO_2-Einsparungen aus Erneuerbaren Energieträgern in Dortmund aufgehalten und umgekehrt werden. Abbildung 65 zeigt die Entwicklung der CO_2-Einsparungen im Referenzszenario mit Überlagerung der beiden Maßnahmenpakete Erneuerbare Energieträger und Verbesserung der Wärmeinfrastruktur. Insgesamt ergibt sich statt des Rückganges im Referenzszenario bis 2020 eine doch recht deutliche Steigerung gegenüber den heutigen Einsparungen.

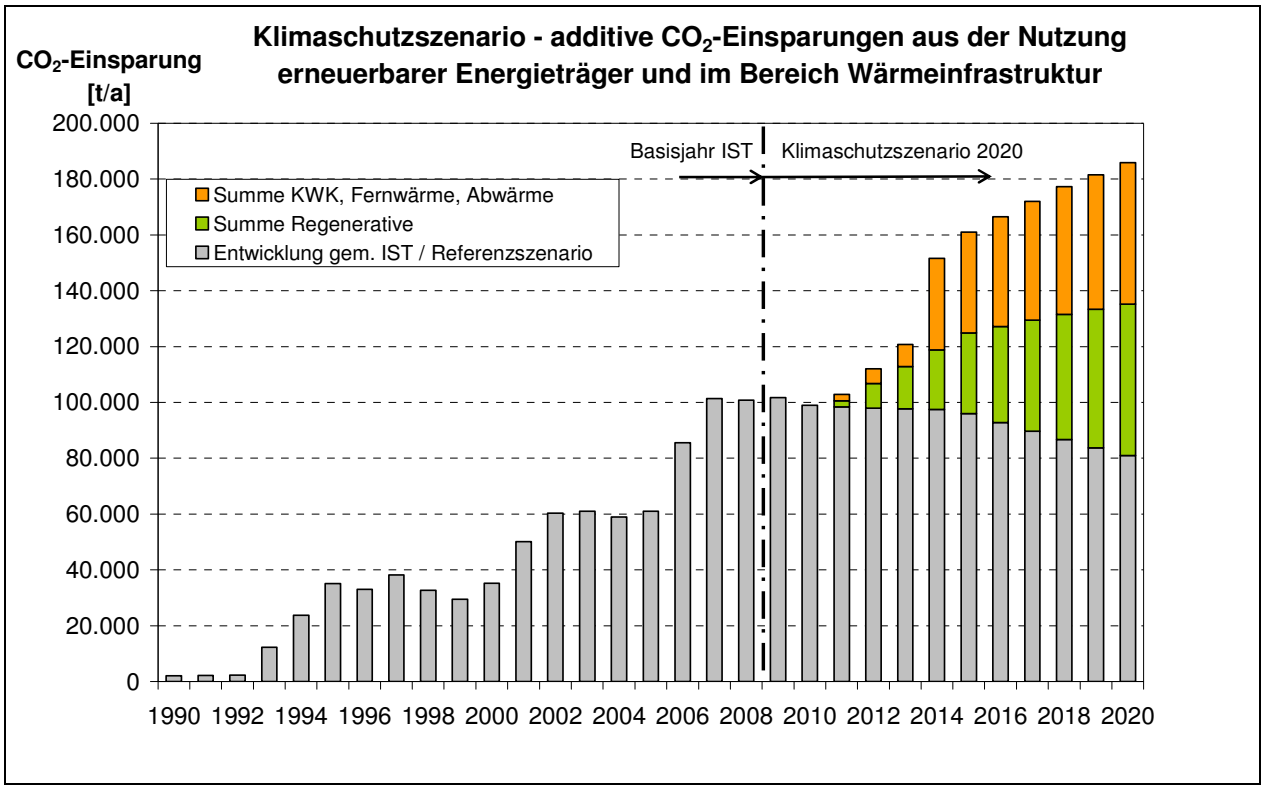


Abbildung 65: Klimaschutzszenario – additive CO_2-Einsparungen und Gesamtentwicklung der CO_2-Einsparungen aus der Nutzung Erneuerbarer Energieträger und der Verbesserung der Wärmeinfrastruktur bis 2020

4.7.3 Entwicklung der Anteile der Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern

Im Rahmen der Arbeiten zum Referenzszenario wurde bezüglich der Entwicklung der Anteile der Erneuerbaren Energieträger am Strom- und am Wärmemarkt festgestellt, dass die Ziele der Politik auf Bundesebene – Ausbau der regenerativen Stromerzeugung bis auf einen Anteil von 33% im Jahr 2020 und Ausbau der regenerativen Wärmeerzeugung bis auf einen Anteil von 14% im Jahr 2020 – für die Strom- und Wärmeerzeugung in Dortmund ohne weitere massive Anstrengungen nicht erreicht werden.

Im Gegenteil wird gemäß dem Referenzszenario der Rückgang der Stromerzeugung aus Deponiegas und Grubengas zu einem Rückgang des Anteils regenerativer Stromerzeugung von derzeit 5,3% auf 4,1% führen. Der Anteil erneuerbarer Wärme wird im Referenzszenario durch zunehmende Nutzung von Holz (Pellets) und Umweltwärme (Wärmepumpen) geringfügig von heute 0,6% auf 1,0% (jeweils ohne Abwärme der DGW) zunehmen.

In Abbildung 66 und Abbildung 67 sind die Ergebnisse für das Klimaschutzszenario dargestellt. Der rückläufige Trend der regenerativen Stromerzeugung kann durch die beschriebenen Maßnahmen aufgehalten bzw. umgekehrt werden. Der Anteil der regenerativen Stromerzeugung in Dortmund steigt im Klimaschutzszenario von derzeit 5,3% leicht auf 6,8%. Der Anteil regenerativer Wärmeerzeugung steigt im Klimaschutzszenario von 0,6% auf 1,7% bzw. von 2,4% inkl. Abwärme DGW auf 3,7% inkl. der Abwärme DGW und der neu erschlossenen Abwärmequellen.

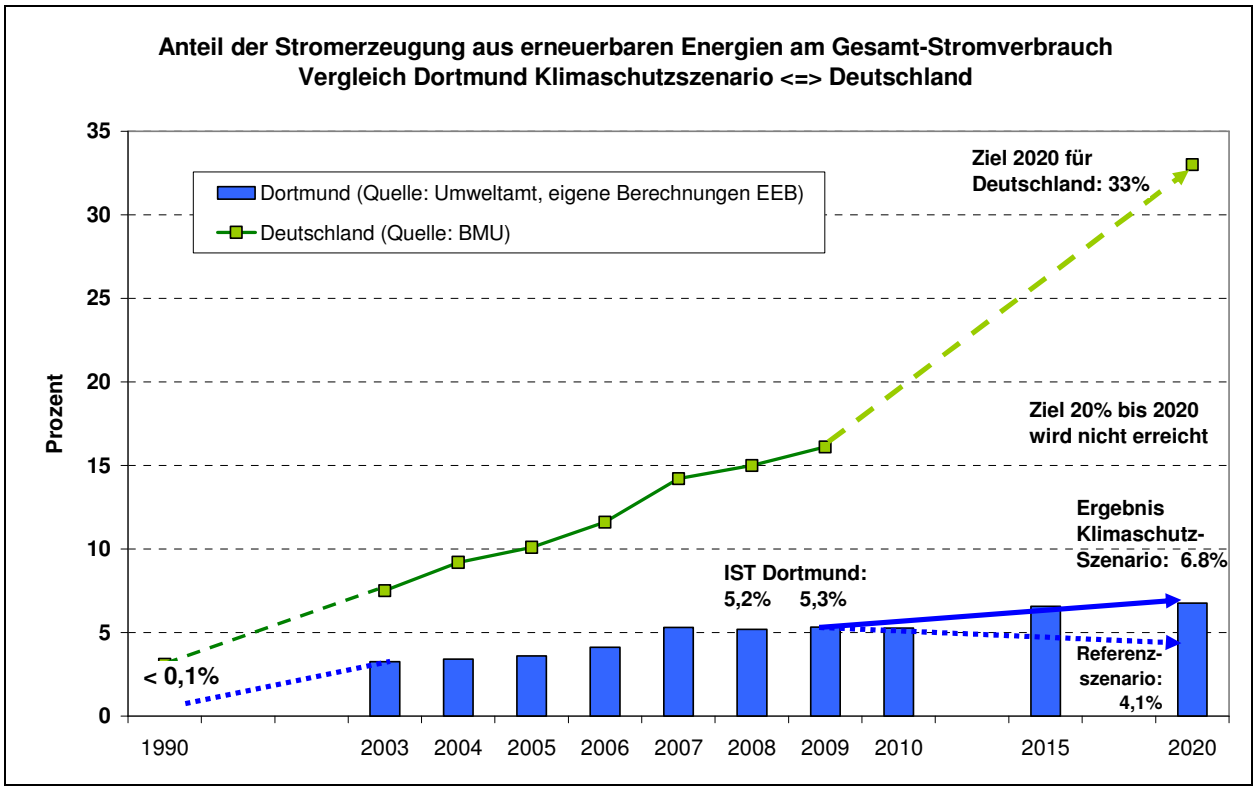


Abbildung 66: Klimaschutzszenario – Entwicklung des Anteils der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bis 2020

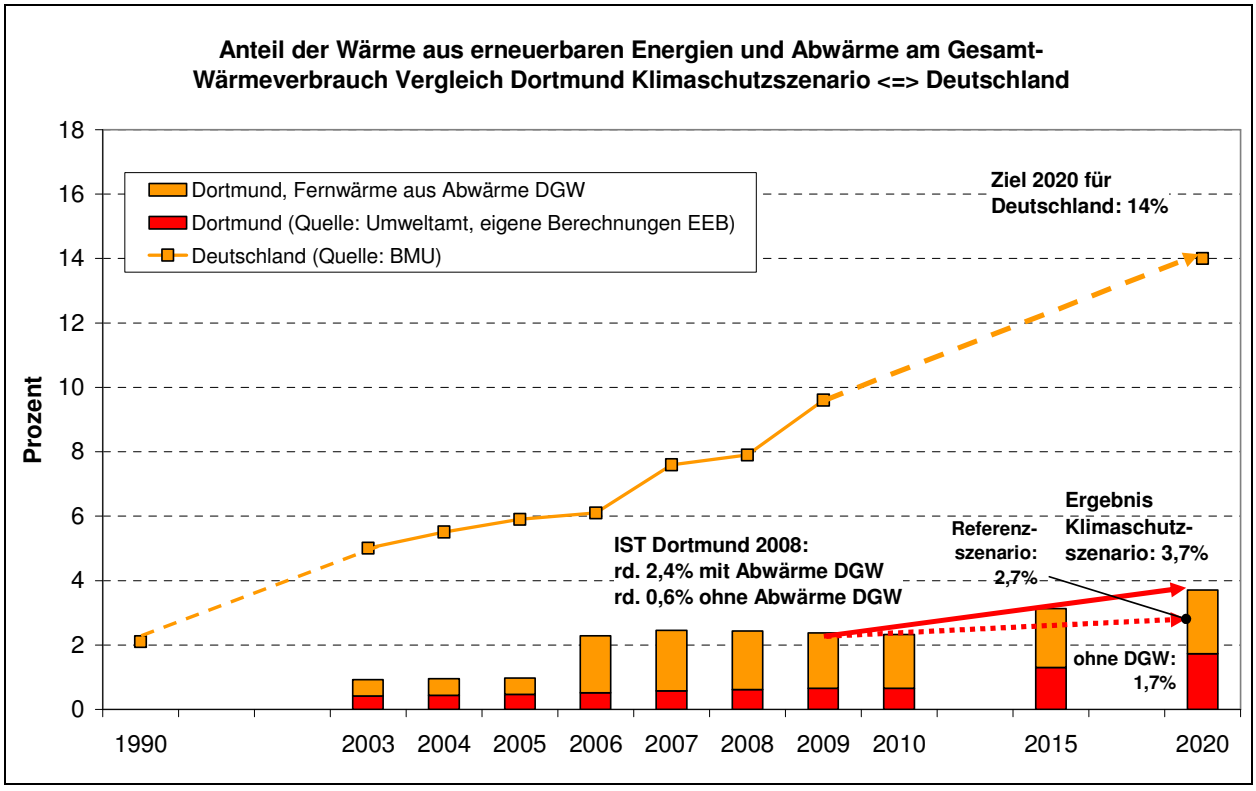


Abbildung 67: Klimaschutzszenario – Entwicklung des Anteils der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bis 2020

Insgesamt kann damit im Klimaschutzszenario der Anteil der Erneuerbaren Energieträger an der Energieversorgung in Dortmund bis 2020 gesteigert werden. Auch für das Klimaschutzszenario gilt jedoch, dass die hochgesteckten Ziele auf Bundesebene für die regenerative Strom- und Wärmeerzeugung für das Stadtgebiet Dortmund sicher nicht erreichbar sind.

Nicht berücksichtigt ist in der Darstellung der regenerativen Stromerzeugung für den auf Dortmund bezogenen Kurvenzug die Steigerung des Anteils der regenerativen Stromerzeugung am bundesweiten Strommix. Über den Belastungsausgleich des EEG übernimmt jeder Dortmunder Bürger Aufwendungen für den bundesweiten Ausbau der regenerativen Stromerzeugung, also weit über den Anteil der Erzeugung in Dortmund hinaus. Der Anteil des EEG-Stroms am Gesamtaufkommen im Bundesgebiet liegt bereits heute bei mehr als 15% und wird gemäß der in Abschnitt 3.5 für den Strommix des Referenzszenarios berücksichtigten Prognose von EWI/Prognos [16] bis zum Jahr 2020 auf rd. 24% zunehmen.

4.7.4 Investitionen und Kosten der Maßnahmen

Alle Maßnahmen sind mit mehr oder weniger hohen Umsetzungskosten verbunden. In der Regel handelt es sich dabei um Investitionsbeträge für die Errichtung von Anlagen aber auch für die Durchführung weitergehender Untersuchungen. Die Investitionen führen in bzw. nach der Umsetzung wiederum zu Kosten für die Finanzierung und den Betrieb von Anlagen. Nur in den beiden Fällen „Ökostrom für öffentliche Gebäude“ Maßnahme E 12 und Ökogas E 13 handelt es sich nicht um Investitionsbeträge sondern um direkte jährliche (Mehr-)Kosten für den Bezug von Ökostrom bzw. Ökogas gegenüber konventionellen Produkten.

Die Investitionen und Kosten werden nur zu einem kleinen Teil durch die Stadt Dortmund, zum weitaus größeren Teil durch Unternehmen und Privathaushalte aufgebracht. Zu beachten ist, dass im Rahmen dieser Untersuchung nur die Investitionen/Kosten bilanziert werden, nicht die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Maßnahmen.

So verursacht beispielsweise der in Maßnahme E 1 untersuchte Zubau von PV-Anlagen erhebliche Investitionen von 57 Mio. EUR im Zeitraum bis 2020 und ist damit bei weitem die Maßnahme mit der höchsten Gesamtinvestition, aufgrund der massiven Förderung der Stromerzeugung aus PV-Anlagen gem. dem EEG ist aber der Betrieb der Anlagen für den einzelnen Betreiber i.d.R. wirtschaftlich. Die Mehrkosten gegenüber der konventionellen Stromerzeugung werden von der Summe der Stromkunden getragen.

Die Abbildung 68 gibt einen Überblick über die Gesamtinvestitionen der Maßnahmen des Klimaschutz-Szenarios mit Unterscheidung der Anteile der Stadt Dortmund und der Summe aller anderen Akteure.

In der Tabelle 38 sind die Gesamtinvestitionen aller Maßnahmen nach den Bereichen Regenerative Energieträger und Wärmeinfrastruktur (Fernwärme, KWK, Abwärme) zusammengefasst. Die Investitionen aus Sicht der Stadt Dortmund für alle untersuchten Maßnahmen/Maßnahmenpakete im zeitlichen Verlauf bis 2020 zeigt die Tabelle 39. In Tabelle 40 sind die prioritären Maßnahmen (TOP 10), die in das Gesamthandlungsprogramm übernommen wurden, zusammengestellt.

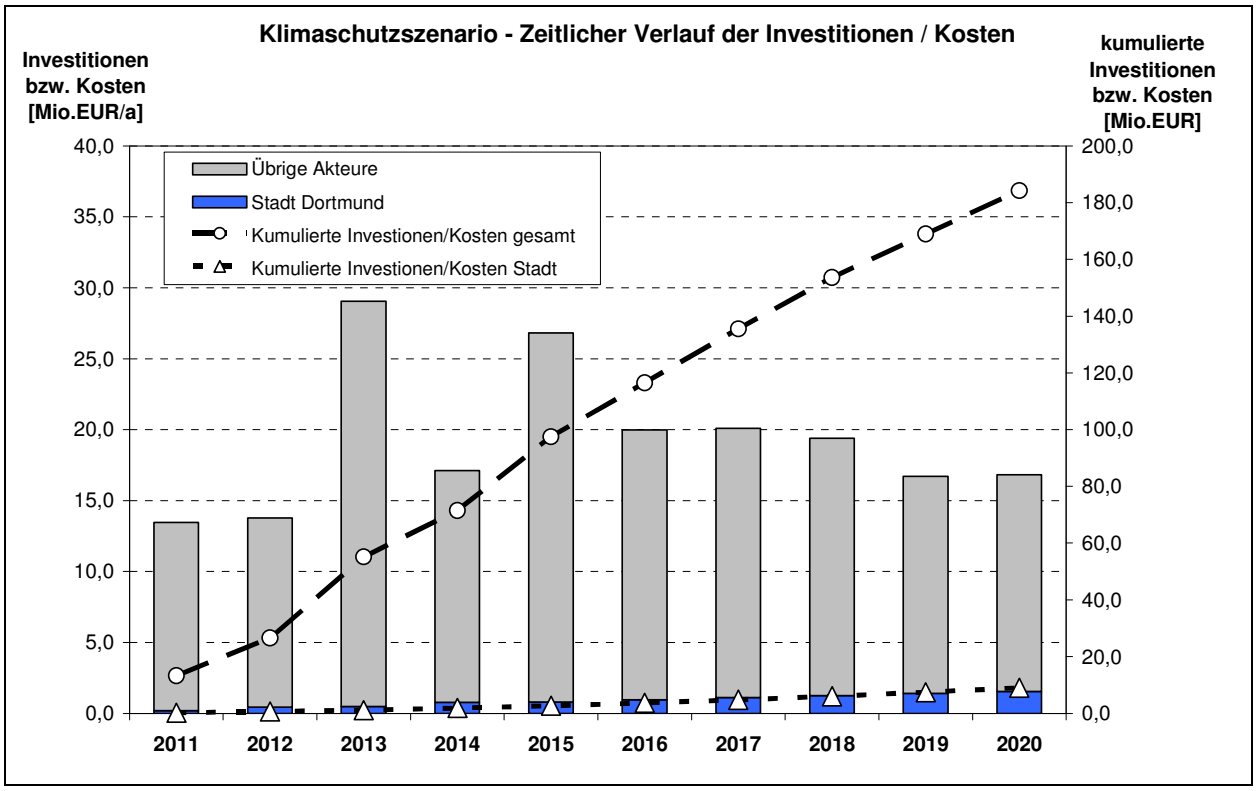


Abbildung 68: Entwicklung der Investitionen bzw. Kosten GESAMT der Maßnahmen im Klimaschutz-Szenario im Zeitraum 2011 bis 2020

Investitionen bzw. Kosten GESAMT in TEUR Klimaschutzszenario	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	kumuliert
Ausbau PV	5.747	5.747	5.747	5.747	5.747	5.747	5.747	5.747	5.747	5.747	**57.472**
Ausbau Solarthermie	959	929	900	871	842	877	870	862	855	847	**8.812**
Windkraft-Repowering und Ausbau	0	0	0	0	8.000	0	0	0	0	0	**8.000**
Holzhackschnitzel / Holzpellets	731	721	710	699	689	704	702	700	698	696	**7.051**
Oberflächennahe Geothermie	882	868	854	841	827	847	844	841	839	836	**8.477**
Ökostrom für öff. Geb. und Stadtbahn	0	135	269	401	530	657	781	903	1.022	1.139	**5.837**
Ökogasangebot durch Gasversorger	0	95	187	277	365	454	543	631	718	805	**4.075**
Summe Regenerative	**8.319**	**8.495**	**8.667**	**8.836**	**16.999**	**9.286**	**9.487**	**9.685**	**9.879**	**10.070**	**99.724**
Potenziale dezentrale KWK	4.886	4.780	4.674	4.568	4.462	4.606	4.583	4.560	4.537	4.514	**46.170**
Optimierung der FW-Erzeugung Do-Mitte	0	0	12.000	0	0	0	0	0	0	0	**12.000**
Max. Abwärmenutzung Fernwärme	0	0	640	0	0	800	800	0	0	0	**2.240**
Optimierung der FW-Netze DEW21	0	0	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	2.800	0	0	**16.800**
Verdichtung der Fernwärme	0	0	0	0	2.292	2.227	2.162	2.096	2.031	1.966	**12.774**
Abwärme Industrie, Abwasser, Krematorium	260	497	266	906	270	266	268	269	270	271	**3.543**
Summe KWK, FW, Abwärme	**5.146**	**5.277**	**20.380**	**8.274**	**9.824**	**10.698**	**10.612**	**9.725**	**6.839**	**6.752**	**93.527**
Gesamtsumme	**13.465**	**13.772**	**29.048**	**17.110**	**26.824**	**19.985**	**20.099**	**19.410**	**16.718**	**16.822**	**193.252**

Tabelle 38: Investitionen bzw. Kosten GESAMT der Maßnahmen im Klimaschutz-Szenario

Investitionen bzw. Kosten STADT DORTMUND in TEUR Klimaschutzszenario	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	kumuliert
Ausbau PV (Solardachkataster)	30	Stadt tritt nicht selbst als Investor für Anlagen auf									30
Ausbau Solarthermie	123	123	123	122	122	121	120	119	119	118	1.209
Windkraft-Repowering und Ausbau											0
Holzhackschnitzel / Holzpellets	23	23	23	23	23	23	23	23	22	22	228
Oberflächennahe Geothermie	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	71
Ökostrom für öff. Geb. und Stadtbahn	0	135	269	401	530	657	781	903	1.022	1.139	5.837
Ökogasangebot durch Gasversorger	0	29	57	85	114	141	169	197	225	252	1.268
Summe Regenerative	**184**	**317**	**478**	**638**	**795**	**949**	**1.100**	**1.249**	**1.395**	**1.538**	**8.643**
Potenziale dezentrale KWK	Gegenstand des Handlungsprogramms Bericht Gertec und Wuppertal Institut										0
Optimierung der FW-Erzeugung Do-Mitte											0
Max. Abwärmenutzung Fernwärme											0
Optimierung der FW-Netze DEW21	Kosten für die Stadt aus heutiger Sicht nicht zu beziffern										0
Verdichtung der Fernwärme	Kosten für die Stadt aus heutiger Sicht nicht zu beziffern										0
Abwärme Industrie, Abwasser, Krematorium	14	120	14	143	14	13	13	13	13	13	370
Summe KWK, FW, Abwärme	**14**	**120**	**14**	**143**	**14**	**13**	**13**	**13**	**13**	**13**	**370**
Gesamtsumme	**198**	**437**	**492**	**781**	**809**	**962**	**1.113**	**1.262**	**1.408**	**1.551**	**9.013**

Tabelle 39: Investitionen bzw. Kosten aus Sicht der Stadt Dortmund für die Maßnahmen im Klimaschutz-Szenario

Investitionen bzw. Kosten STADT DORTMUND in TEUR Klimaschutzszenario - TOP 10	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	kumuliert
EE/EV 1 - Ausbau PV (Solardachkataster)	30	Stadt tritt nicht selbst als Investor für Anlagen auf									30
EE/EV 2 - Ausbau Solarthermie	123	123	123	122	122	121	120	119	119	118	1.209
EE/EV 3 - Windkraft-Repowering und Ausbau											0
EE/EV 4 - Holzhackschnitzel / Holzpellets	23	23	23	23	23	23	23	23	22	22	228
KomStadt 9 - Ökostrom für öff. Geb. und Stadtba	0	135	269	401	530	657	781	903	1.022	1.139	5.837
Summe Regenerative	**177**	**281**	**414**	**546**	**675**	**800**	**924**	**1.045**	**1.163**	**1.279**	**7.304**
EE/EV 5 - Potenziale dezentrale KWK	Gegenstand des Handlungsprogramms Bericht Gertec und Wuppertal Institut										0
EE/EV 6 - Maßnahmen-Paket FW-Optimierung un	Kosten für die Stadt aus heutiger Sicht nicht zu beziffern										0
EE/EV 7 - Abwärme Industrie / transp. Systeme	0	6	0	9	0	0	0	0	0	0	15
KomStadt 10 - Abwärmenutzung Krematorium	0	100	0	120	0	0	0	0	0	0	220
Summe KWK, Fernwärme, Abwärme	**0**	**106**	**0**	**129**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**235**
Gesamtsumme	**177**	**388**	**414**	**675**	**675**	**800**	**924**	**1.045**	**1.163**	**1.279**	**7.539**

Tabelle 40: Investitionen bzw. Kosten aus Sicht der Stadt Dortmund für die TOP 10-Maßnahmen im Klimaschutz-Szenario

4.7.5 Empfehlungen

Die Übersicht der Maßnahmen zeigt, dass es innerhalb des Maßnahmenkataloges eine große Bandbreite hinsichtlich der Wirkungseffizienz, des Minderungsbeitrages und des Umsetzungshebels der Stadt gibt. Schlüsselrollen spielen der Einsatz regenerativ erzeugter elektrischer Energie, die Nutzung von Abwärme und der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung in zentralen und dezentralen Anlagen.

Viele der quantitativ bewerteten Maßnahmen mit hoher Priorität liegen nicht in der direkten Entscheidungshoheit der Stadt. Andere sind hinsichtlich des Einsparpotenzials von untergeordneter Bedeutung, können und sollten aber von der Stadt direkt bzw. sukzessive umgesetzt werden – weil sie besonders effizienten Klimaschutz versprechen, aber auch um zu dokumentieren, dass die effiziente Energieversorgung und der Klimaschutz bei der Stadt eine hohe Priorität haben.

Vor diesem Hintergrund erfolgt die Empfehlung in den zwei Maßnahmenkategorien:

1) Maßnahmen, die unmittelbar im Einflussbereich der Stadt liegen

2) Maßnahmen mit hoher Priorität, die nicht unmittelbar im Einflussbereich der Stadt liegen

Aus Sicht der Gutachter ergeben sich folgende Handlungsschwerpunkte:

1) Maßnahmen im unmittelbaren Einflussbereich der Stadt:

- Die Ausweitung des Engagements bzgl. PV-Anlagen (Freiflächen, eigene Gebäude); die Stadt stellt primär Flächen zur Verfügung, investiert also nicht in großem Maße selbst. Im Vorfeld wird ein Solardachkataster erstellt (bereits vergeben, Investition rd. 30.000 EUR).
- Der Zubau von Solarthermie auf städtischen Gebäuden; die Stadt investiert selbst oder lässt die Anlagen im Contracting-Modell von DEW21 errichten und betreiben; Einsparpotenzial in 2020 1.800 t/a; Investitionssumme rd. 1,2 Mio. EUR (sukzessive bis 2020).
- Einsatz eines Ökostrom-Produktes, das an die direkte Förderung neuer Anlagen gekoppelt ist (z.B. clima.prima der DEW21) in öffentlichen Gebäuden und der Straßenbeleuchtung. Dem rechnerisch sehr großen Potenzial sind finanziell und hinsichtlich der Installation neuer Anlagen in Dortmund Grenzen gesetzt. Das Einsparpotenzial beträgt bei sukzessiver Umsetzung ab 2012 bis auf 50% des kommunalen Strombedarfs in 2020 14.600 t/a. Die jährlichen Kosten für die Umsetzung steigen im Zeitraum bis 2020 sukzessive mit dem Anteil des Ökostrom-Einsatzes von 0,14 Mio. EUR/a in 2012 bis auf 1,14 Mio. EUR/a in 2020 und summieren sich in diesem Zeitraum auf rd. 5,8 Mio. EUR.
- Die Nutzung der Abwärme der Verbrennungsöfen am Hauptfriedhof. Damit verbunden ist ein vergleichsweise geringes Potenzial. Die Investition beträgt 100.000 EUR für einen Heißwasserspeicher und weitere 120.000 EUR für die Anbindung der Europaschule. Aufgrund der damit verbundenen Energiekosteneinsparung wird sich die Maßnahme aber aller Voraussicht nach wirtschaftlich selbst tragen und ist direkt von der Stadt umsetzbar.
- Die Nutzung von Abwärme mittels transportabler Systeme für die Beheizung größerer Liegenschaften (bevorzugt Hallenbäder). Die Kosten/Investitionen aus Sicht der Stadt betreffen nur die Einrichtung der Anschlüsse für die transportablen Latentwärmespeicher und die Stellplätze hierfür. Die Latentwärmespeicher werden vom Dienstleister beigestellt.

Maßnahmen mit hoher Priorität, die nicht unmittelbar im Einflussbereich der Stadt liegen:

- Maßnahmenpaket Fernwärme-Optimierung. Priorität hat hierbei die Optimierung der Fernwärme-Erzeugung im HKW Mitte der RWE durch Zubau einer Vorschalt-Gasturbine. Diese Maßnahme bringt das größte Einsparpotenzial einer Einzelmaßnahme, ist unabhängig von den weiteren Optimierungsmaßnahmen in der Fernwärme umsetzbar. Während zahlreiche andere Maßnahmen nur sukzessive umsetzbar sind, ermöglicht der Zubau einer Gasturbine die CO_2-Einsparungen bei Umsetzung unmittelbar in voller Höhe. Verbunden damit ist eine konsequente Fernwärme-Vorrangpolitik in der Innenstadt mit sukzessiver Verdichtung und Ausbau zur langfristigen Sicherung des Fernwärme-Absatzes.
- Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung. Schwerpunkt sollten hier zunächst die größeren Objekte mit mehr als 50 kW_{el} sein. Hierunter fallen insbesondere auch die Nahwärmeinseln von RWE und Evonik (Heizwerk Am Zehnthof/Am Rabensmorgen, Heizwerk Am Büther in Schüren und der Bereich Espenstraße/ Pappelstraße in Wambel.

Viele weitere Maßnahmen insbesondere im Bereich der Erneuerbaren Energieträger erfordern die beratende Arbeit des neuen DLZE (PV-Anlagen und Solarthermie auf privaten Gebäuden, Einsatz von Holzpellets und Wärmepumpen.)

4.8 Regionale Wertschöpfung

Der Ausbau der erneuerbaren Energien und der KWK ist einerseits mit höheren Investitionskosten verbunden als die konventionelle Erzeugung, auf der anderen Seite wird aber auch entlang der Wertschöpfungskette (Produktion, Planung, Installation, Betrieb) eine erhebliche Wertschöpfung erzielt, die auch beschäftigungs- und steuerwirksam ist.

Als Wertschöpfung wird üblicherweise der Ertrag einer Wirtschaftseinheit nach Abzug aller Vorleistungen bezeichnet. Sie ist eine maßgebliche Größe, um die Leistungen einer Unternehmung, wie zum Beispiel die Durchführung von Klimaschutzmaßnahmen, zu messen und um die geschaffenen Werte darzustellen. Im Falle einer regionalen Wertschöpfung ergeben sich Effekte aus der Summe aller Leistungen, die in einer Region erbracht werden. Dabei kann die Wertschöpfung komplett in der Region stattfinden oder aber einzelne Teile der Wertschöpfungskette (z.B. die Herstellung von Anlagenteilen) außerhalb der Region angesiedelt sein.

Die Abbildung 69 zeigt die wesentlichen Akteure bei einer regionalen Wertschöpfung.

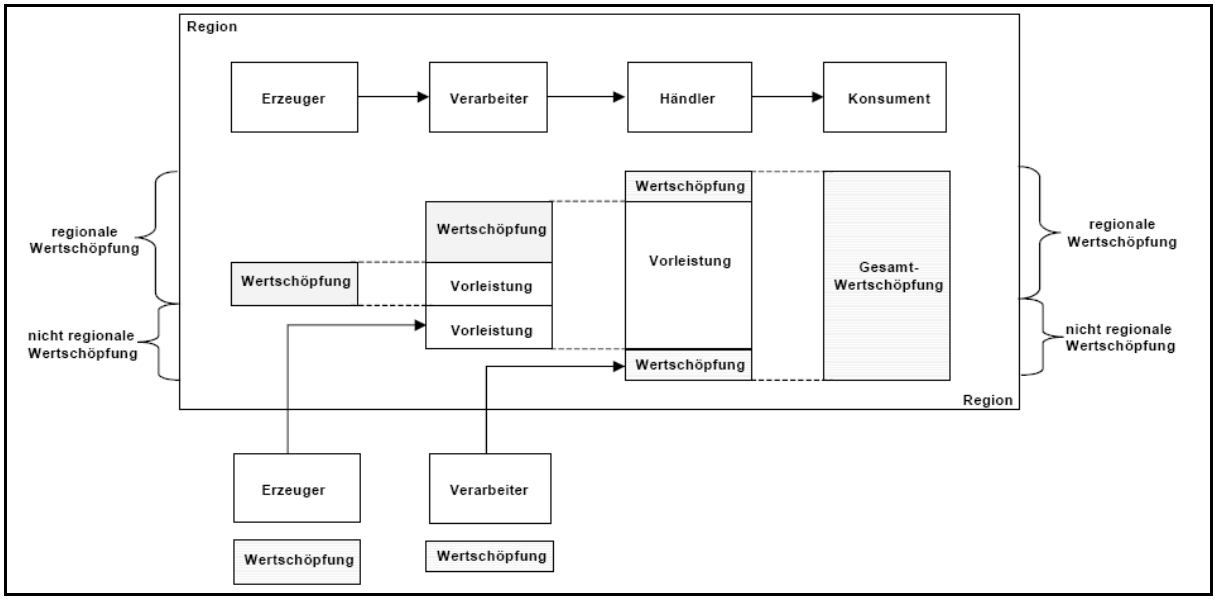


Abbildung 69: Regionale Wertschöpfungseffekte entlang einer Wertschöpfungskette. Quelle: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz [29]

Die konkrete Berechnung von Wertschöpfungseffekten erweist sich in der Praxis als recht schwierig, insbesondere die Aufteilung zwischen regionalen und überregionalen Effekten. Vor allem die Datenbeschaffung stellt oftmals ein Problem dar. Dabei werden zwei Verfahren zur Beschaffung angewandt: das Top-Down- (Aufbereitung statistischer Daten) und das Bottom-Up-Verfahren (betriebliche Datenabfrage entlang der Wertschöpfungskette).

In dieser Untersuchung wird letzterer Ansatz verwendet, der auch in einer aktuellen Studie Verwendung findet [30]. Aus dieser Studie werden leistungsbezogene Kennzahlen für verschiedene erneuerbare Technologien verwendet und auf die hier betrachteten Ausbaupotenziale hochgerechnet.

Dabei setzt sich die „kommunale Wertschöpfung“ aus verschiedenen Bestandteilen zusammen:

- Erzielte Nach-Steuer-Gewinne sowohl von Unternehmen (z.B. Planungsbüros, Anlagenbauer, Installationsfirmen, Gewinnmargen von Betreibern) als auch von Privatleuten (z.B. Gewinne durch Photovoltaikanlagen).
- Nettoeinkommen: Dies betrifft bei den meisten Maßnahmen die Investitionsphase, in der ein einmaliger Einkommenseffekt der beteiligten Beschäftigten erzielt wird (z.B. im Handwerk bei der Montage). In der Nutzungsphase sind die meisten bewerteten Maßnahmen eher weniger personalintensiv.
- Die zusätzlichen Steuereinnahmen. Diese beinhalten die Gewerbesteuer und auch die kommunalen Anteile an (zusätzlicher) Einkommenssteuer und – bei Investoren ohne Vorsteuerabzug – auch kommunale Umsatzsteueranteile.

Da die kommunale Wertschöpfung immer nur ein Teil der gesamten Wertschöpfungskette beinhaltet, wird eine maßnahmenspezifische Aufteilung vorgenommen. Das bedeutet, dass bei den meisten Maßnahmen die einmaligen, auf der Produktion der Anlagen beruhenden Wertschöpfungsanteile nur sehr gering oder gar nicht bewertet wurden, da die Produktion in der Regel nicht kommunal gebunden ist. Augenfällig ist dies zum Beispiel bei der Produktion von PV-Modulen oder Blockheizkraftwerken, die im Stadtgebiet Dortmund nicht vertreten ist. Selbst wenn Dortmund in Einzelfällen auch Produktionsstandort oder Standort von Anlagenzulieferern für erneuerbare Energieträger ist, lässt sich jedoch keine direkte Zuordnung zu umgesetzten Maßnahmen vornehmen. Ausnahmen sind aber Montageleistungen und z.T. Bauleistungen, die eher regional gebunden sind. Dies betrifft zum Beispiel Tiefbaumaßnahmen beim Ausbau der Fernwärme (Maßnahmen 15-3 und 15-4 zum Fernwärmeausbau), wo ein regional wirksamer Anteil angenommen wurde.

Einschränkend muss gesagt werden, dass der forcierte Ausbau einzelner, zum Teil auch stark subventionierter Techniken, immer auch gesamtwirtschaftliche Effekte nach sich zieht. Diese gesamtwirtschaftlichen Effekte wie zum Beispiel der Budgeteffekt, der die Veränderungen in Haushaltseinkommen und Beschäftigung durch Verteuerung oder Verbilligung von Strom z.B. durch die EEG-Umlage beschreibt, müssen in dieser Auswertung unberücksichtigt bleiben. Solche Effekte lassen sich – wenn überhaupt – nur in makroökonomischen Analysen wie z.B. der Input/Output-Analyse ermitteln, die im Rahmen dieser Studie nicht durchgeführt werden können.

Ebenfalls unberücksichtigt bleiben gegenläufige Betriebseffekte durch Energieträgersubstitution (z.B. Absatzrückgang Gas- und Mineralölwirtschaft beim Ausbau von Solarthermie und Pelletkesseln), die wiederum eine geringere regionale Wertschöpfung zur Folge haben.

Die abgeschätzte Wertschöpfung der untersuchten Maßnahmen ist in Abbildung 70 dargestellt. Nicht dargestellt wurden die „weichen“ Maßnahmen wie Potenzialstudien oder der Klimaschutzfonds, die keinen direkten Wirkungsbezug haben.

Man sieht in der Auswertung deutlich, dass die Photovoltaik, die ja mit einem kumulierten Investitionsvolumen von 57 Mio. EUR die kapitalintensivste Maßnahme darstellt, auch der größte Wertschöpfungstreiber ist. Zwar wurden die produktionsbedingten Wertschöpfungsstufen hier nicht berücksichtigt, die ebenfalls relativ hohen Installations- und Montageanteile sowie die auskömmliche Gewinnsituation beim Betreiber führen aber trotzdem zu einer signifikanten kommunalen Wertschöpfung von bis zu 1,5 Mio. EUR im Jahr 2020.

Ebenfalls erkennbar ist, dass einige Maßnahmen wie das Repowering von Windkraftanlagen oder die Optimierung der Fernwärmenetze (Dampfnetzumstellung) mit einem „Einmaleffekt“ in bestimmten Zeiträumen verbunden sind, da der Anlagenbetrieb hier nur mit wenig zusätzlicher kommunal wirksamer Wertschöpfung verbunden ist.

Insgesamt wird die durch die Maßnahmen erreichte Wertschöpfung auf rund 3 Mio. EUR/a abgeschätzt, die ab 2015 erreicht wird.

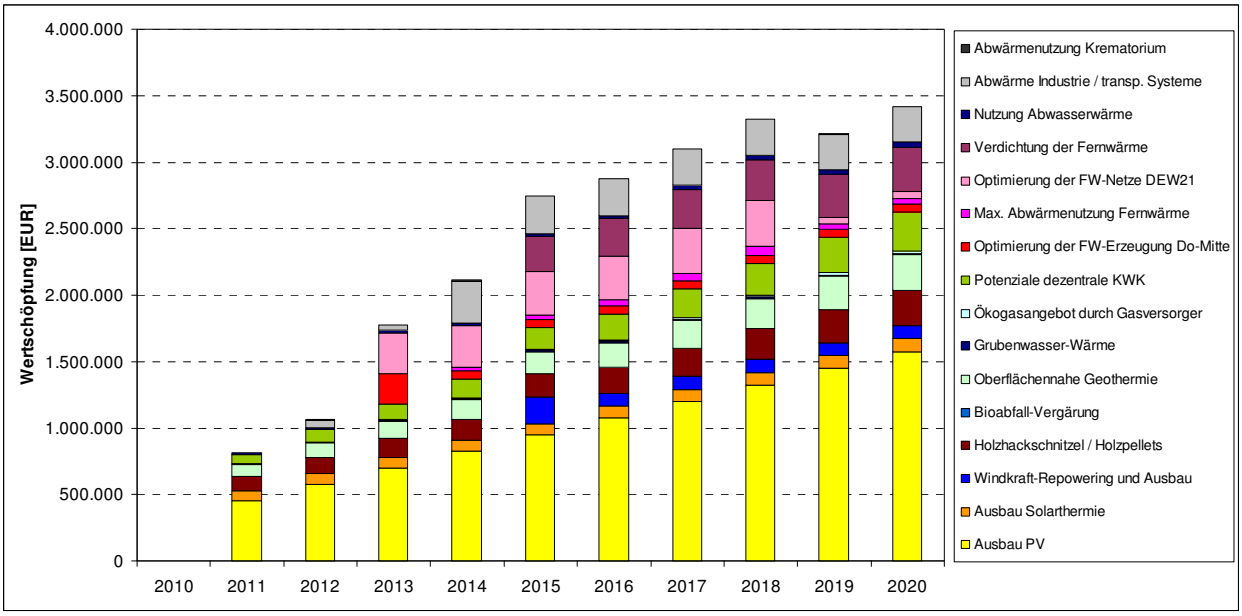


Abbildung 70: Abgeschätzte Wertschöpfung durch den Maßnahmenausbau, aufgeteilt auf Einzelmaßnahmen

Die Aufteilung der Gesamtwertschöpfung ist in der nächsten Abbildung dargestellt. Der größte Anteil entfällt auf den Einkommenseffekt durch mehr Beschäftigung, der rund 1,5 Mio. EUR/a ausmacht. Zweitgrößter Anteil ist der zusätzliche Unternehmens- und Privatgewinn mit ebenfalls bis zu 1,5 Mio. EUR/a, die direkten Steuermehreinnahmen der Stadt Dortmund belaufen sich auf bis zu 400.000 EUR/a.

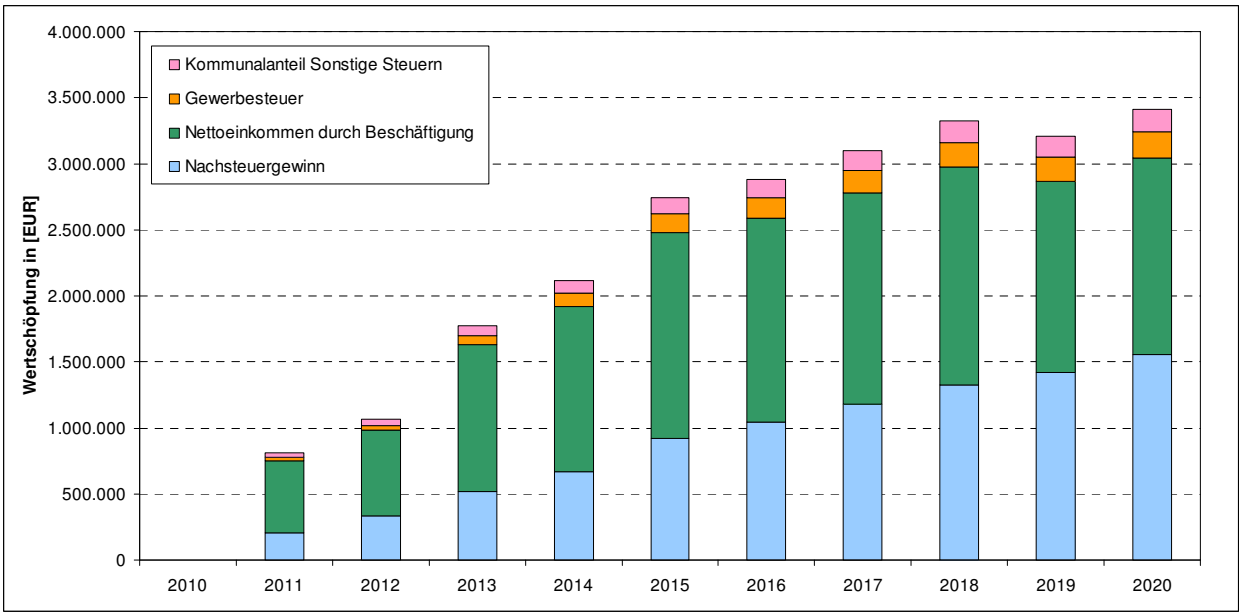


Abbildung 71: Abgeschätzte Wertschöpfung durch den Maßnahmenausbau, aufgeteilt auf Wertschöpfungsanteile

Neben der monetären Wertschöpfung spielt bei der Umsetzung von Maßnahmen auch die Sicherung und Schaffung von Arbeitsplätzen eine Rolle. Wenn man die dargestellten Wertschöpfungsanteile überschlägig in Beschäftigungswirkung umrechnet, ergibt sich ein direkter Arbeitsplatzeffekt von rund 50 Stellen (bei einem durchschnittlichen Nettoeinkommen von 30.000 EUR/a) ab dem Jahr 2015.

Als direkter Beschäftigungseffekt wird hier die direkte Schaffung oder Sicherung von Arbeitsplätzen bezeichnet, die durch den Bau, Wartung und Betrieb der Anlagen entstehen, also zum Beispiel im Handwerk, bei Planungsbüros oder beim Betriebspersonal der DEW21.

Indirekte positive wie negative Beschäftigungseffekte entstehen auch durch Vorleistungen (z.B. Zulieferung) in anderen, indirekt betroffenen Sektoren der Volkswirtschaft sowie durch Veränderung bei Einkommen und Konsum (vgl. z.B: [31]). Diese Effekte wurden aufgrund Ihrer makroskopischen Natur nicht weiter betrachtet.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Berechnung von kommunalen Wertschöpfungsketten des Klimaschutzszenarios trotz aller methodischer und datenseitiger Unsicherheiten einen signifikanten, positiven Effekt sowohl bei Kommunalsteuern als auch bei Einkommen und Beschäftigung zeigt.

5 Zusammenfassung

Ausgangslage in Dortmund

Zur weiteren Intensivierung ihrer Klimaschutzaktivitäten will die Stadt Dortmund auf Basis eines Handlungsprogramms Klimaschutz 2020 die aktuelle Situation bei den CO_2-Emissionen in der Stadt bewerten und aufzeigen, wie die Stadt – auch über die bereits laufenden Aktivitäten hinaus – zur Reduzierung der CO_2-Emissionen beitragen kann.

Vor diesem Hintergrund ist die Aufgabenstellung des Handlungsprogramms, ausgehend von einer kritischen Bestandsaufnahme, ein Klimaschutzkonzept für die Stadt zu entwickeln, das in einem Maßnahmenkatalog Möglichkeiten zur Ausweitung der Klimaschutzaktivitäten für die Akteure aufzeigt.

In dem 3. Teilprojekt des Handlungsprogramms „Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien“ wurden die Potenziale verschiedener Formen der regenerativen Energienutzung untersucht und deren Beiträge zur CO_2-Reduktion bewertet.

Neben den erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmemarkt sind die Bewertung von Kraft-Wärme-Kopplung, Fern- und Nahwärmenetzen sowie innovativer Techniken ein Schwerpunkt dieses Teilprojektes gewesen.

Bestandsaufnahme

Die Bestandsaufnahme mit Bezug auf das Jahr 2008 zeigt, dass bereits eine Vielzahl von erneuerbaren Energieträgern im Strom- und Wärmemarkt genutzt wird. Der gesamte Stromabsatz im Stadtgebiet belief sich in 2008 auf rund 2,4 Mio. MWh/a, der Wärmemarkt als Summe aus Gasabsatz, Fernwärme, Strom und Brennstoffen in nicht leitungsgebunden versorgten Gebäuden (Heizöl, Kohle, Holz, Flüssiggas) lag bei rd. 7,6 Mio. MWh/a (mit Klimabereinigung).

Bezogen auf den Stromverbrauch im Gebiet des Netzbetreibers DEW21 Netz wurden rd. 5,0% auf Basis Erneuerbarer Energieträger erzeugt. Diese Quote liegt deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von rund 15% im Jahr 2008, was vor allem auf die begrenzten Möglichkeiten im großstädtischen Raum zurückzuführen ist. Bei den Energieträgern kommt vor allem dem Einsatz von Grubengas und Deponiegas eine große Bedeutung zu, der Beitrag von Windkraft und Photovoltaik ist vergleichsweise gering.

Im Wärmemarkt wurden rund 0,7% des Wärmebedarfes regenerativ gedeckt, vorwiegend mit Biomasse. Hinzu kommen weitere 1,7%, die durch Abwärmenutzung der Gasrusswerke (DGW) für die Fernwärmeversorgung bereitgestellt werden.

Der Fernwärmeabsatz lag bei 0,45 Mio. MWh und deckt damit 7% des Wärmemarktes von rund 7,6 Mio. MWh ab, ein für eine Großstadt eher untypisch kleiner Anteil.

Die bis 2008 installierten regenerativen Anlagen inkl. der Abwärme der DGW führen zu einer CO_2-Einsparung von rund 100.000 t CO_2/a, wovon 2/3 auf die regenerative Stromerzeugung entfallen.

Die Anteile der einzelnen erneuerbaren Energieträger an der Einsparung sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

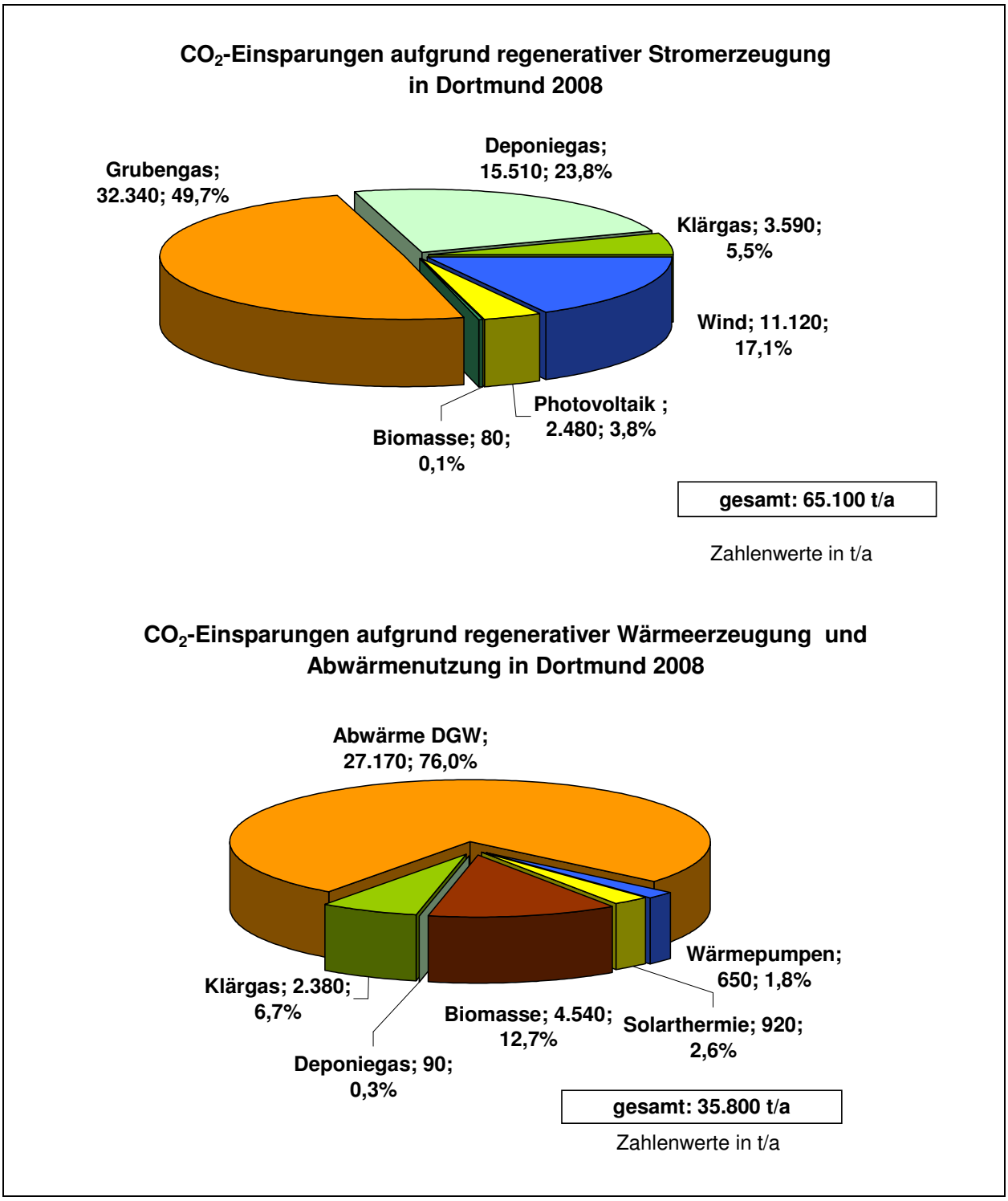


Abbildung 72: CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Strom- und Wärmeerzeugung 2008

Referenzszenario

Ausgangspunkt für das Referenzszenario ist die IST-Situation 2008/2009 mit den Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger, den Fernwärme-Versorgungssystemen der DEW21 und

der Fernwärme Niederrhein und den Erzeugeranlagen bei DGW, dem Heizkraftwerk der RWE und dem Kraftwerk Knepper der E.ON.

Für das Referenzszenario wird zunächst davon ausgegangen, dass die bestehenden Erzeugungsanlagen im Betrachtungszeitraum bis 2020 weiterbetrieben bzw. im Fall des u.U. abgängigen E.ON-Kraftwerkes Knepper durch FW-Bezug von einem neuen Kohlekraftwerksblock der E.ON in Datteln ersetzt werden.

Für die Beiträge erneuerbarer Energien wurde der Trend der letzten Jahre fortgeschrieben unter der Annahme, dass die Förderkonditionen (z.B. EEG) erhalten bleiben. So ist im Bereich der Stromerzeugung mit einem weiteren Ausbau der Photovoltaik auf das Dreifache des Standes von 2008 zu rechnen.

Mit den Prognoseansätzen zur Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung aus regenerativen Energiequellen in Dortmund ergeben sich die in den folgenden Abbildungen dargestellten Entwicklungstrends:

- Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern wird bis 2020 aufgrund der rückläufigen Deponiegas- und Grubengasmengen spürbar von 120.000 MWh/a auf 83.000 MWh/a zurückgehen. Die Einbußen bei Grubengas- und Deponiegas werden durch den weiteren Zubau von Photovoltaikanlagen bei weitem nicht kompensiert.
- Die CO_2-Einsparung aus der regenerativen Stromerzeugung wird vor diesem Hintergrund bis zum Jahr 2020 von rd. 65.000 t/a auf 44.000 t/a zurückgehen.
- Die Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern wird bis 2020 aufgrund der zunehmenden Nutzung von Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen von 32.000 MWh/a in 2008 auf 58.000 MWh/a in 2020 zunehmen (siehe **Abbildung 73**, ohne Darstellung des Beitrages aus der Abwärmenutzung DGW).
- Die CO_2-Einsparung aus der regenerativen Wärmeerzeugung wird demzufolge ebenfalls zunehmen von rd. 36.000 t/a in 2008 auf knapp 42.000 t/a in 2020 (**Abbildung 74**).

Zusätzlich fließt in die Prognose neben dem Anlagenpark in Dortmund eine Veränderung des allgemeinen Strommix durch Änderungen im Kraftwerkspark bis 2020 ein, die in der Gesamtprognose ebenfalls enthalten ist (z.B. bei der Bewertung des Stromverbrauchs von Wärmepumpen).

Insgesamt ergibt sich im Referenzszenario ein Rückgang der CO_2-Einsparungen aus der Nutzung Erneuerbarer Energien im Zeitraum 2008 bis 2020 von rd. 100.000 t/a in 2008 auf 85.000 t/a im Jahr 2020 (vgl. **Abbildung 74**). Hauptursache ist die deutlich rückläufige Stromerzeugung aus Deponie- und Grubengas, die nicht durch Ausbau in den anderen Bereichen kompensiert wird.

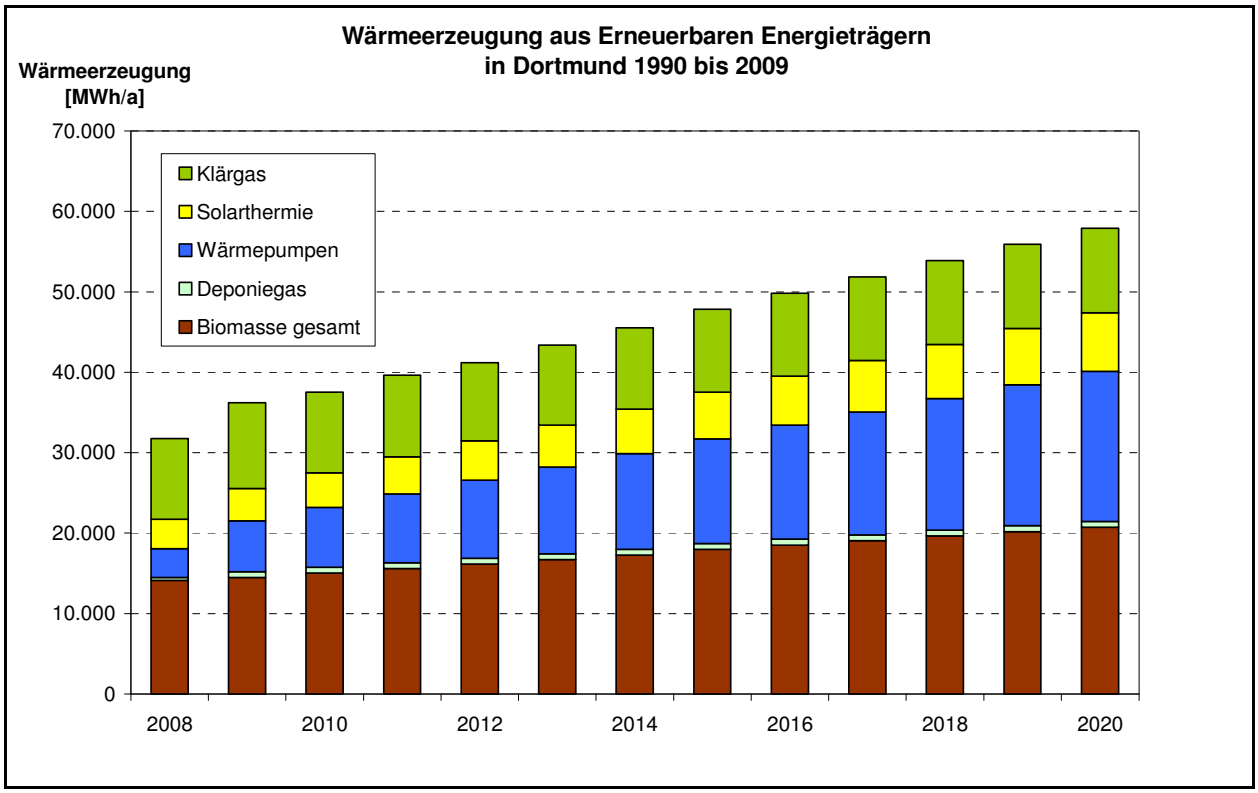


Abbildung 73: Entwicklung der regenerativen Wärmeerzeugung bis 2020 im Referenzszenario

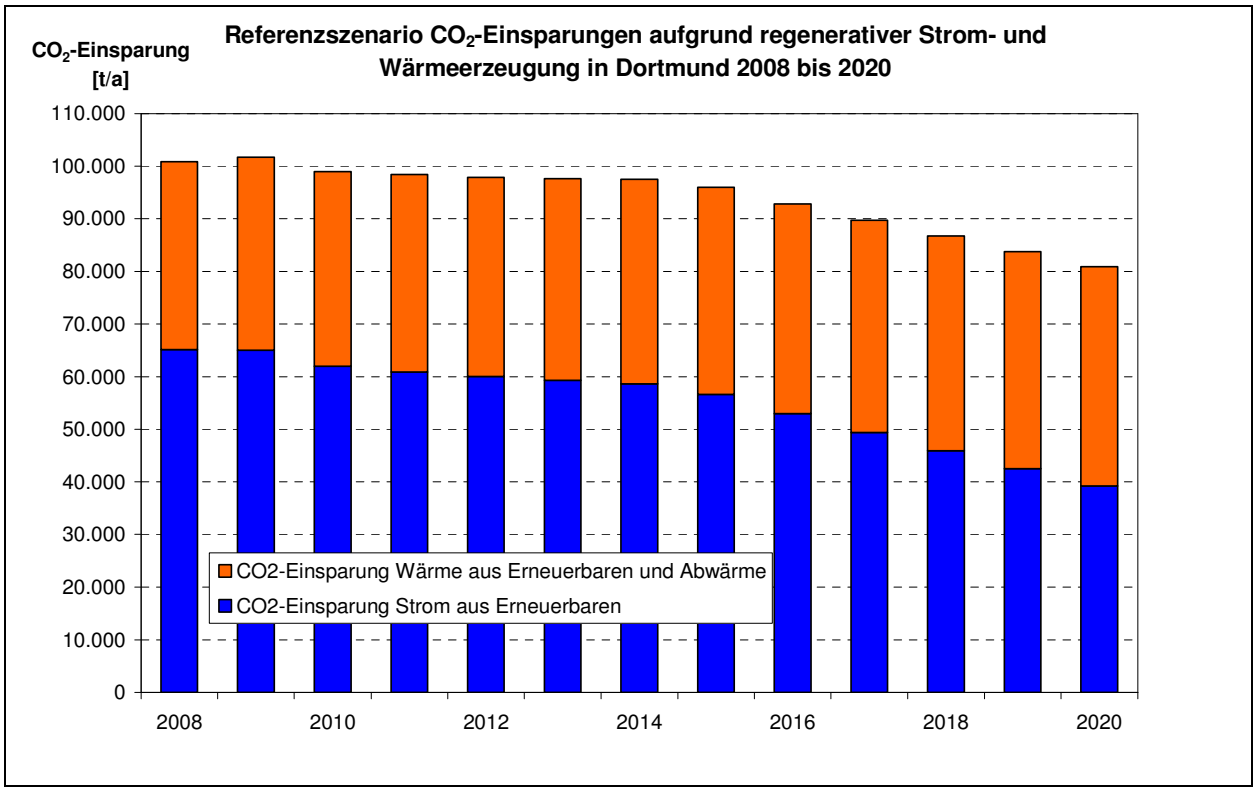


Abbildung 74: Entwicklung der CO_2-Einsparungen aufgrund regenerativer Strom- und Wärmeerzeugung im Referenzszenario

Maßnahmenkatalog

Die untersuchten Maßnahmen beinhalten sowohl konkret beschriebene Maßnahmen, die von einzelnen Akteuren (Stadt Dortmund, Städtische Beteiligungsgesellschaften oder Dritte) umgesetzt werden können als auch damit verbundene Studien. In der folgenden Tabelle sind die Maßnahmen mit ihren Akteuren und Umsetzungshebeln zusammengestellt.

Insgesamt zehn Maßnahmen wurden nach Ermittlung der damit verbundenen Potenziale und Bewertung gemäß einem im Rahmen des Handlungsprogramms Klimaschutz 2020 standardisierten Bewertungsschema in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt in den Gesamt-Maßnahmenkatalog des Klimaschutzprogramms 2020 aufgenommen. Diese Maßnahmen sind in der Tabelle grau hinterlegt und in der zweiten Spalte ist die Nummer der Maßnahmen gemäß der Nomenklatur des Gesamtkataloges aufgeführt.

			TOP50	Akteure							Umsetzungshebel der Stadt Dortmund					
			Nr. EE/EV im TOP50-Katalog	Stadt Dortmund	Energieversorger	Handwerk	Handel und Gewerbe	Alle Bürger	Wohnungs-wirtschaft	Sonstige	Direktinvestition	Contracting / PPP	Investitions-förderung	Ordnungsrecht / Bplan	DLZE	Sonstige
Regenerative Energien	1	**Ausbau PV**	4	●	●	●	○	●	●	Eigentümer, Banken	○	○	○	●	●	Bereitstellung Dachflächen
	2	**Ausbau der Solarthermie**	5	●	●	●		●	●	Eigentümer, Banken	●	○	○	○	●	
	3	**Windkraft (Repowering)**	6	○	●			○	○					○		
	4	Klein-Windkraftanlagen auf Hausdächern		○	●	●		○	○	Eigentümer, Banken	●		○	●	●	Bereitstellung Dachflächen
	5	Potenzialstudie Kleinwindkraftanlagen		●	○						○					
	6	**Holzhackschnitzel / Holzpellets**	7	●	●	●	○	●	●	Eigentümer, Schornsteinfeger	●	○	○	○	○	
	7	Bioabfall-Vergärung		○	○						○					
	8	Oberflächennahe Geothermie		●	●	●	○	●	●	Eigentümer, Banken	●			○	○	
	9	Grubenwasser-Wärme		○	●	○	○		○	Eigentümer, Banken				○	○	
	10	Erdwärmekataster Dortmund		●	○			○	○					○	○	
	11	Potenzialermittlung Tiefe Geothermie		●	●	○	○		○		●					
	12	**Ökostrom für öffentliche Gebäude und Stadtbahn**	8	●	●						○					
	13	Ökogasangebot durch Gasversorger		○	●		●	●	○						○	
Verbesserung Wärmeinfrastruktur – KWK, Fernwärme	14	**Dezentrale KWK-Anlagen**	9	●	●	○	○	○	○	Eigentümer, Schornsteinfeger	●	●	○	○	●	nur Indirekt über Energieversorger
	15	**Maßnahmen-Paket FW-Optimierung und -Ausbau**	10	○	●			○	○		○					Stadt als Gesellschafter
	15-1	**Optimierung der FW-Erzeugung Do-Mitte**	10	○	●			○	○		○			○		Stadt als Gesellschafter
	15-2	**Max. Abwärmenutzung Fernwärme**	10	○	●			○	○		○			○		
	15-3	**Optimierung der FW-Netze DEW21**	10	○	●			○	○		○		○	○		Stadt als Gesellschafter
	15-4	**Verdichtung der Fernwärme**	10	○	●			○	○		○		○	○		Stadt als Gesellschafter
Verbesserung Wärmeinfrastruktur – Abwärme	16	Nutzung Abwasserwärme		●	●		○	○	○	Eigentümer, EGLV	●	●			○	
	17	**Abwärme Industrie / transportable Systeme**	11	●	○		○	○			○	○			○	Abwärmeatlas Koordination DLZE
	18	**Abwärmenutzung Krematorium**	12	●	○						●	○				
Übergreifende Maßnahmen	19	**Innovations- und Klimaschutzfonds**	13	●	●	○	○	○	○	Sponsoren, Kreditwirtschaft			●		○	nur Indirekt über Energieversorger
	20	Energie-Erlebnispark / Sonnenenergieforum		●	●	○	○	○	○	Sponsoren, Kreditwirtschaft	●				○	

● Hohe Relevanz: Entscheidender Akteur bzw. wesentlicher Umsetzungshebel
○ Mittlere Relevanz: Akteur mit Einflussmöglichkeit bzw. unterstützender Umsetzungshebel

Abbildung 75: Überblick Maßnahmenkatalog

Für alle Maßnahmen wurden Tabellen mit einer Kurzbeschreibung und einer Bewertung erstellt. Die Maßnahmen wurden innerhalb der Tabellen mittels des standardisierten Bewertungsschemas nach den folgenden 8 Kriterien bewertet:

- Wirkung (CO_2-Minderung)
- Regionale Wertschöpfung
- Sachkosten
- Personalaufwand
- Kosten-Nutzen-Relation
- Kooperationsaufwand
- Impuls (Zeithorizont der Umsetzung)
- Authentizität (im Hinblick auf den lokalen Bezug zur Stadt Dortmund)

Soweit möglich wurden die Maßnahmen mit Ihrem CO_2-Minderungspotenzial im Klimaschutz-Szenario soweit wie möglich konkret bewertet. In vielen Fällen sind die Gestaltungsmöglichkeiten der Stadt Dortmund allerdings gering und somit nur indirekte Umsetzungen möglich.

Gesamtpotenziale der Maßnahmen

Die untersuchten Maßnahmen bringen in der Umsetzung bis 2020 insgesamt ein recht deutliches CO_2-Einsparpotenzial. In der Grafik in Abbildung 76 sind die Potenziale gruppiert nach Maßnahmen im Bereich der Erneuerbaren Energieträger und im Bereich der Wärmeinfrastruktur (Fernwärme, KWK, Abwärmenutzung) dargestellt.

Im Bereich der Erneuerbaren Energieträger beläuft sich das Einsparpotenzial auf 54.200 t/a, im Bereich der Wärmeinfrastruktur auf 50.700 t/a, in Summe ergeben sich 104.900 t/a. Wird die Betrachtung auf die zehn Maßnahmen eingegrenzt, die als „TOP 10“ in den Gesamtmaßnahmenkatalog des Handlungsprogramms Klimaschutz aufgenommen wurden, so belaufen sich die Potenziale auf 47.200 t/a (Bereich Erneuerbare) bzw. 50.000 t/a (Wärmeinfrastruktur), vgl. Abbildung 77.

Die Maßnahmen mit dem größten Einsparpotenzial sind im Bereich Erneuerbare Energieträger der Einsatz von Ökostrom in öffentlichen Gebäuden, Stadtbahn und Eigenbedarf DSW21/DEW21 mit 27.500 t/a und im Bereich Wärmeinfrastruktur das Maßnahmenpaket Fernwärme mit 27.200 t/a, gefolgt vom Ausbau der dezentralen KWK mit 18.800 t/a. Diese drei Maßnahmen machen alleine 70% des ermittelten Gesamtpotenzials aus.

Die Einsparpotenziale der übrigen Maßnahmen liegen im Bereich zwischen etwa 100 t/a und 10.000 t/a.

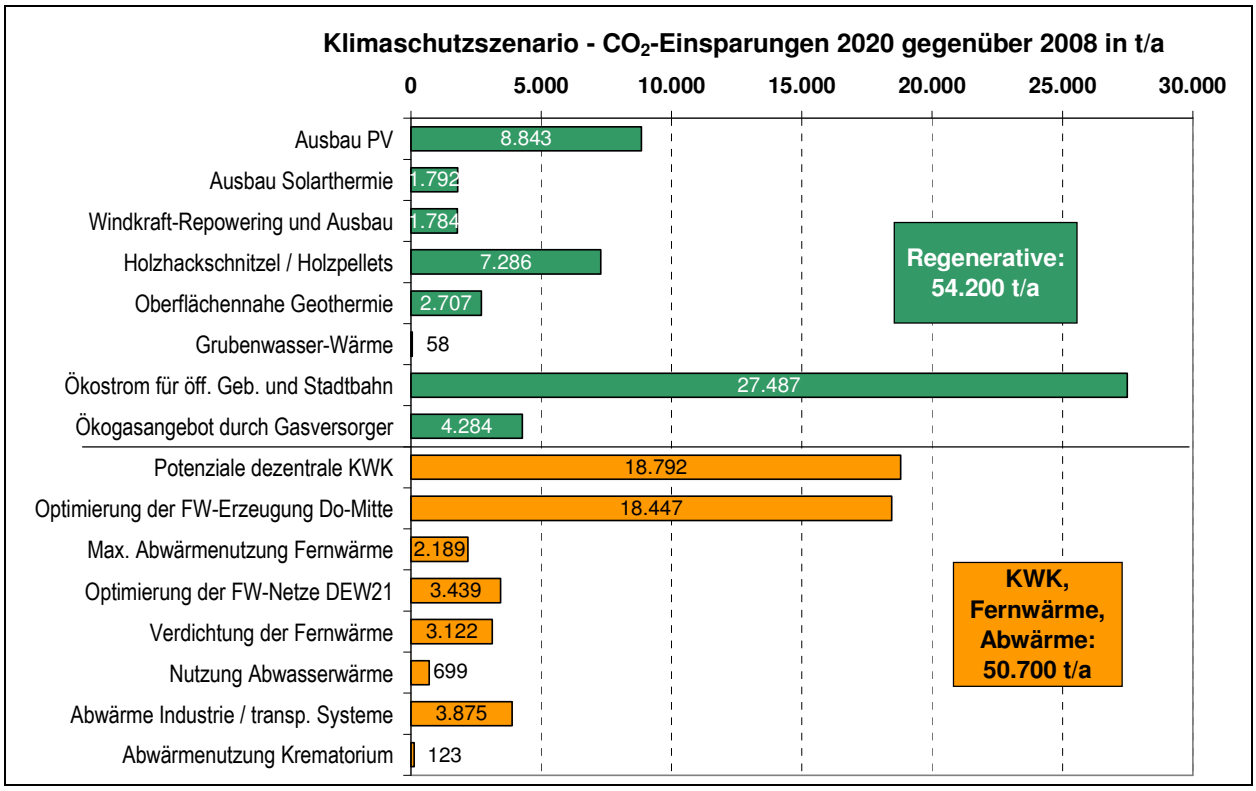


Abbildung 76: Klimaschutzszenario – CO_2-Einsparungen 2020 der Maßnahmen

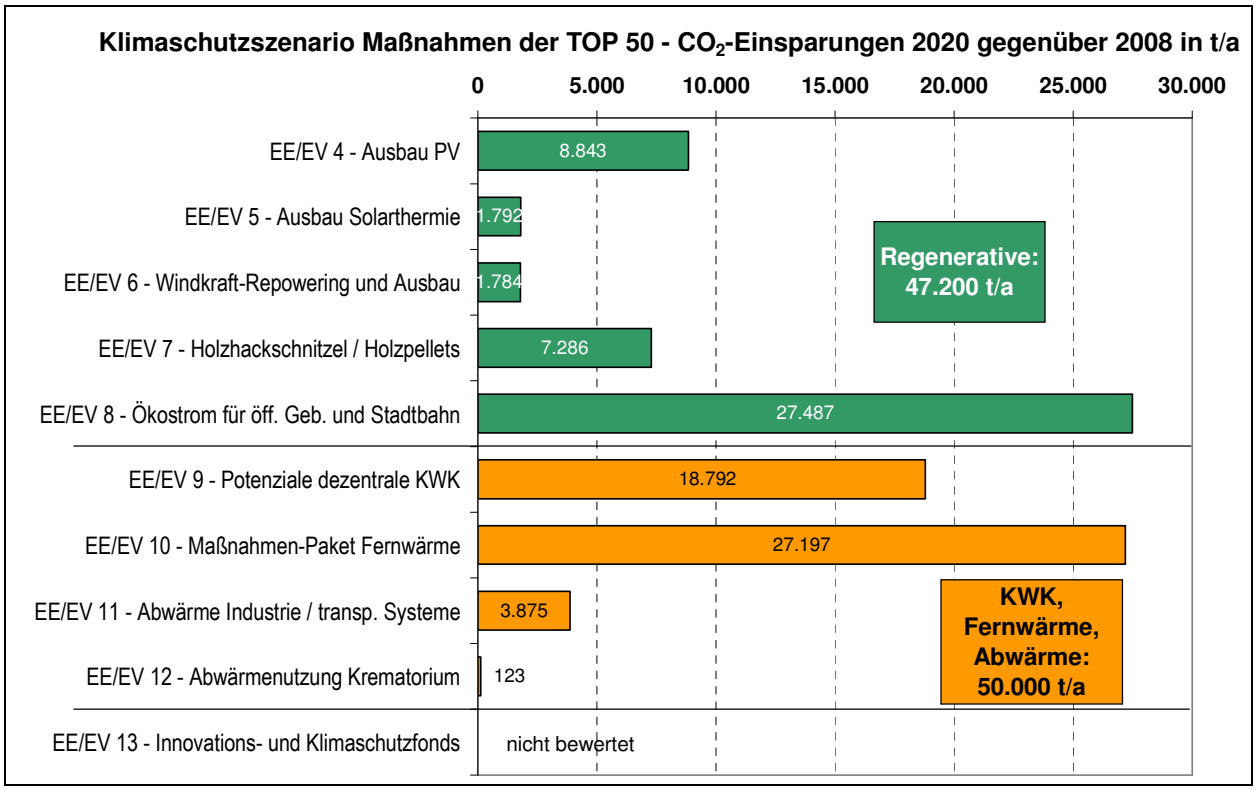


Abbildung 77: Klimaschutzszenario – CO_2-Einsparungen 2020 der Maßnahmen Top 50

Entwicklung der CO_2-Einsparungen bis 2020

Mit den Maßnahmen des Klimaschutzszenarios kann der im Rahmen des Referenzszenarios skizzierte negative Trend der CO_2-Einsparungen aus Erneuerbaren Energieträgern in Dortmund aufgehalten und umgekehrt werden. Abbildung 78 zeigt die Entwicklung der CO_2-Einsparungen im Referenzszenario mit Überlagerung der beiden Maßnahmenpakete Erneuerbare Energieträger und Verbesserung der Wärmeinfrastruktur. Insgesamt ergibt sich statt des Rückganges im Referenzszenario bis 2020 eine doch recht deutliche Steigerung gegenüber den heutigen Einsparungen.

Bezüglich der zeitlichen Entwicklung ist zu beachten, dass die Maßnahmen im Bereich Erneuerbare Energieträger aufgrund des erforderlichen Anlagenzubaus überwiegend nur sukzessive umgesetzt werden, so dass sich die jährlichen Einsparungen damit kontinuierlich bis 2020 steigern. Im Bereich der Wärmeinfrastruktur ist es insbesondere die Optimierung der Fernwärmeerzeugung für Dortmund Mitte, die als Einzelmaßnahme mit der Umsetzung direkt einen erheblichen Beitrag zur CO_2-Einsparung bringt, der sich auch positiv auf die Summe der bis 2020 kumulierten jährlichen Einsparungen auswirkt.

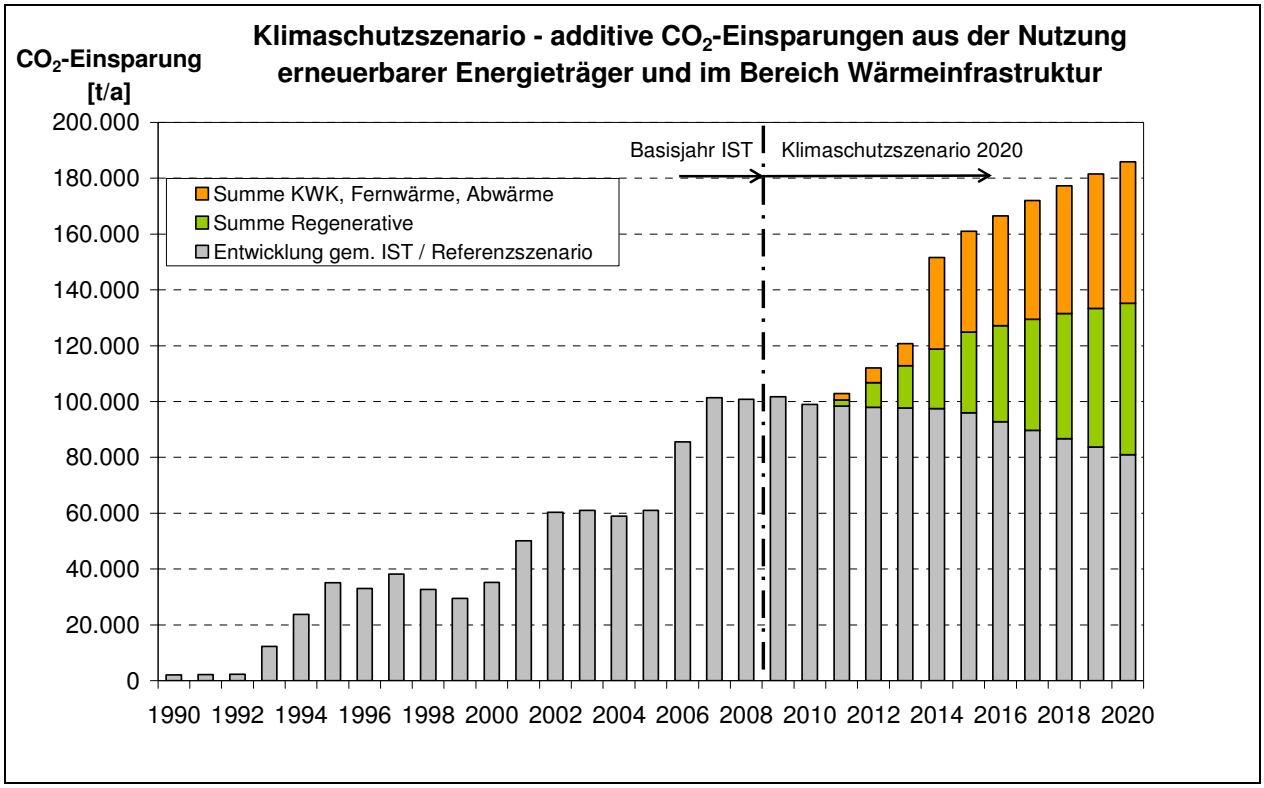


Abbildung 78: Klimaschutzszenario – additive CO_2-Einsparungen und Gesamtentwicklung der CO_2-Einsparungen aus der Nutzung Erneuerbarer Energieträger und der Verbesserung der Wärmeinfrastruktur bis 2020

Entwicklung der Anteile der Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energieträgern

Im Rahmen der Arbeiten zum Referenzszenario wurde festgestellt, dass der Rückgang der Stromerzeugung aus Deponiegas und Grubengas zu einem Rückgang des Anteils regenerativer Stromerzeugung von derzeit 5,3% auf 4,1% in 2020 führen wird. Der Anteil erneuerbarer Wärme wird im Referenzszenario durch zunehmende Nutzung von Holz (Pellets) und Umweltwärme (Wärmepumpen) geringfügig von heute 0,6% auf 1,0% (jeweils ohne Abwärme der DGW) zunehmen. Die Ziele der Politik auf Bundesebene – Ausbau der regenerativen Stromerzeugung bis auf einen Anteil von 33% im Jahr 2020 und Ausbau der regenerativen Wärmeerzeugung bis auf einen Anteil von 14% im Jahr 2020 – können für die Strom- und Wärmeerzeugung in Dortmund ohne weitere massive Anstrengungen nicht erreicht werden.

In Abbildung 79 und Abbildung 80 sind die Ergebnisse für das Klimaschutzszenario dargestellt. Der rückläufige Trend der regenerativen Stromerzeugung kann durch die beschriebenen Maßnahmen aufgehalten bzw. umgekehrt werden. Der Anteil der regenerativen Stromerzeugung in Dortmund steigt im Klimaschutzszenario von derzeit 5,3% leicht auf 6,8%. Der Anteil regenerativer Wärmeerzeugung steigt im Klimaschutzszenario von 0,6% auf 1,7% bzw. von 2,4% inkl. Abwärme DGW auf 3,7% inkl. der Abwärme DGW und der neu erschlossenen Abwärmequellen.

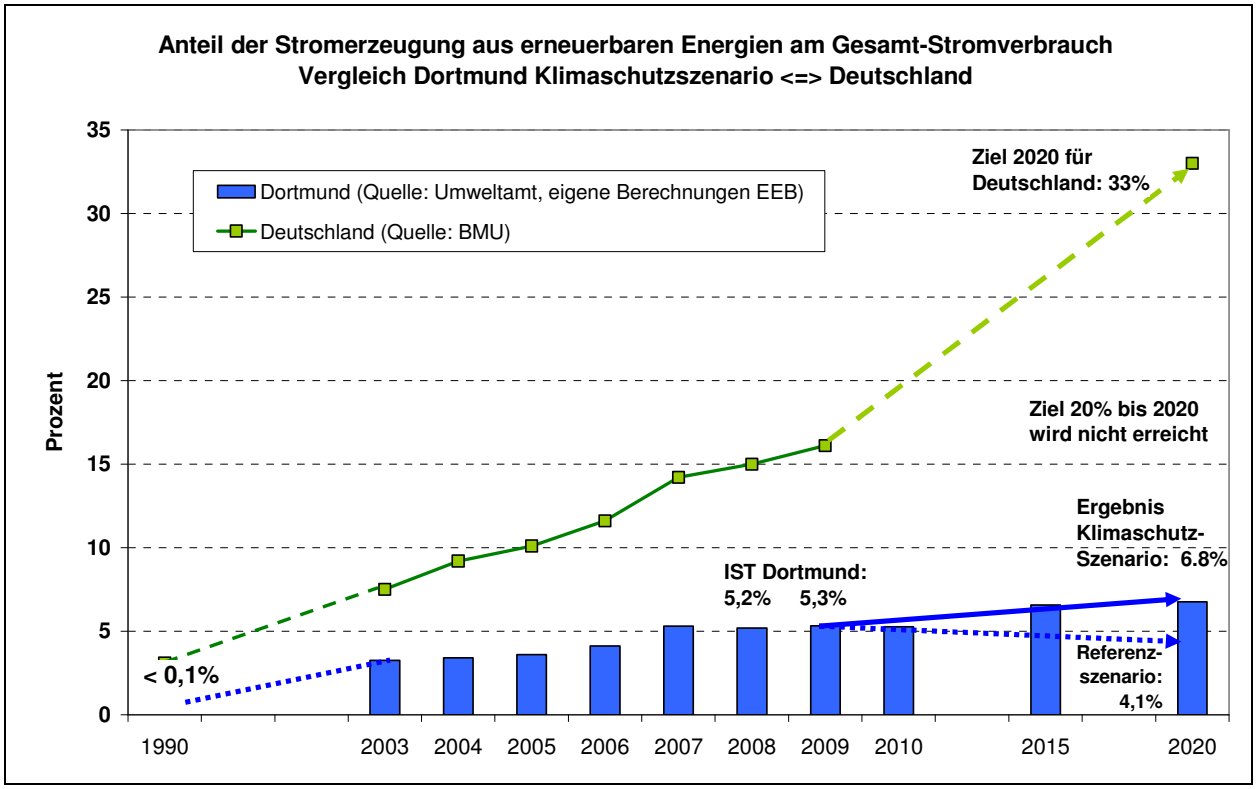


Abbildung 79: Klimaschutzszenario – Entwicklung des Anteils der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bis 2020

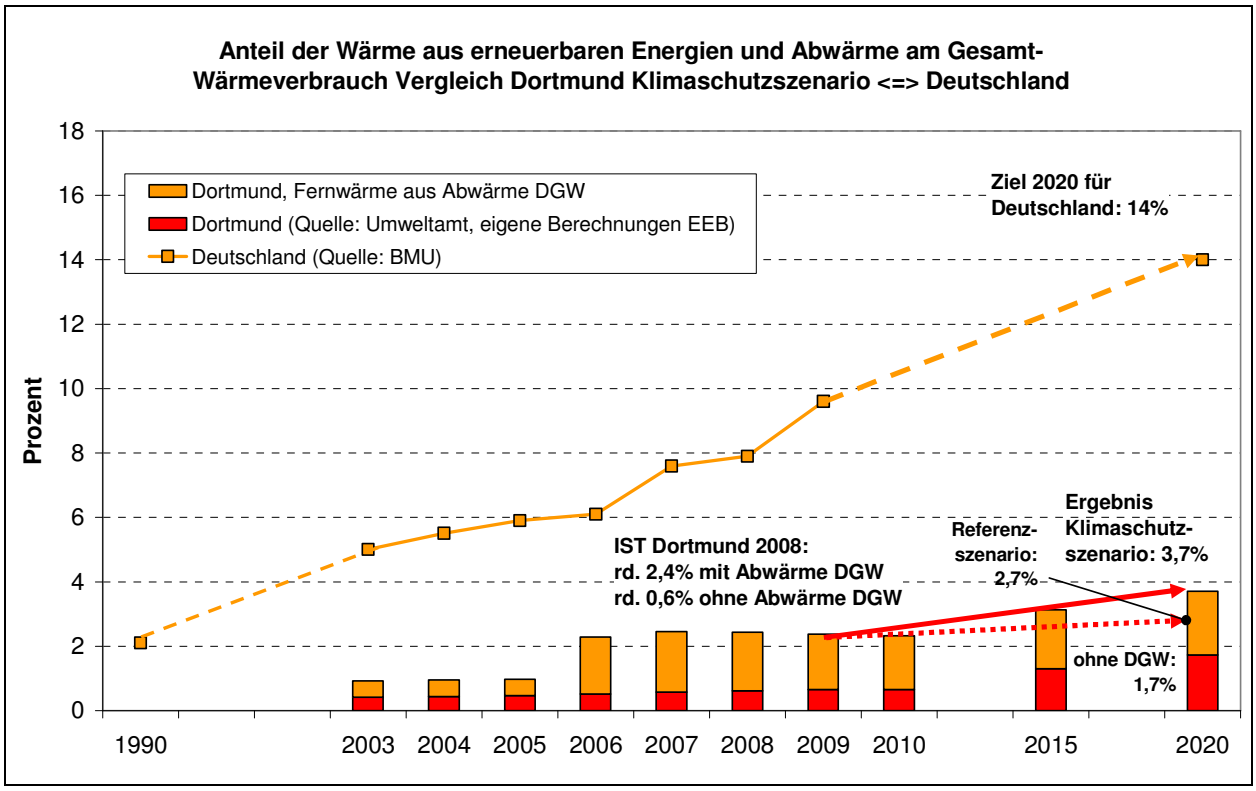


Abbildung 80: Klimaschutzszenario – Entwicklung des Anteils der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern bis 2020

Insgesamt kann damit im Klimaschutzszenario der Anteil der Erneuerbaren Energieträger an der Energieversorgung in Dortmund bis 2020 gesteigert werden. Auch für das Klimaschutzszenario gilt jedoch, dass die hochgesteckten Ziele auf Bundesebene für die regenerative Strom- und Wärmeerzeugung für das Stadtgebiet Dortmund sicher nicht erreichbar sind.

Nicht berücksichtigt ist in der Darstellung der regenerativen Stromerzeugung für den auf Dortmund bezogenen Kurvenzug die Steigerung des Anteils der regenerativen Stromerzeugung am bundesweiten Strommix. Über den Belastungsausgleich des EEG übernimmt jeder Dortmunder Bürger Aufwendungen für den bundesweiten Ausbau der regenerativen Stromerzeugung und damit weit über den Anteil der Erzeugung in Dortmund hinaus. Der Anteil des EEG-Stroms am Gesamtaufkommen im Bundesgebiet liegt bereits heute bei mehr als 15% und wird gemäß der für den Strommix des Referenzszenarios berücksichtigten Prognose von EWI/Prognos bis zum Jahr 2020 auf rd. 24% zunehmen.

Fazit und Handlungsempfehlungen

Die Übersicht der Maßnahmen zeigt, dass es innerhalb des Maßnahmenkataloges eine große Bandbreite hinsichtlich der Wirkungseffizienz, des Minderungsbeitrages und des Umsetzungshebels der Stadt gibt. Schlüsselrollen spielen der Einsatz regenerativ erzeugter elektrischer Energie, die Nutzung von Abwärme und der Einsatz der Kraft-Wärme-Kopplung in zentralen und dezentralen Anlagen.

Viele der quantitativ bewerteten Maßnahmen mit hoher Priorität liegen nicht in der direkten Entscheidungshoheit der Stadt. Andere sind hinsichtlich des Einsparpotenzials von untergeordneter Bedeutung, können und sollten aber von der Stadt direkt bzw. sukzessive umgesetzt werden

– weil sie besonders effizienten Klimaschutz versprechen, aber auch um zu dokumentieren, dass die effiziente Energieversorgung und der Klimaschutz bei der Stadt eine hohe Priorität haben.

Vor diesem Hintergrund erfolgt die Empfehlung in den zwei Maßnahmenkategorien:

1) Maßnahmen, die unmittelbar im Einflussbereich der Stadt liegen

2) Maßnahmen mit hoher Priorität, die nicht unmittelbar im Einflussbereich der Stadt liegen

Aus Sicht der Gutachter ergeben sich folgende Handlungsschwerpunkte:

Maßnahmen im unmittelbaren Einflussbereich der Stadt:

- Die Ausweitung des Engagements bzgl. PV-Anlagen (Freiflächen, eigene Gebäude); die Stadt stellt primär Flächen zur Verfügung, investiert also nicht in großem Maße selbst. Im Vorfeld wird ein Solardachkataster erstellt (bereits vergeben, Investition rd. 30.000 EUR).
- Der Zubau von Solarthermie auf städtischen Gebäuden; die Stadt investiert selbst oder lässt die Anlagen im Contracting-Modell von DEW21 errichten und betreiben; Einsparpotenzial in 2020 1.800 t/a; Investitionssumme rd. 1,2 Mio. EUR (sukzessive bis 2020).
- Einsatz eines Ökostrom-Produktes, das an die direkte Förderung neuer Anlagen gekoppelt ist (z.B. clima.prima der DEW21) in öffentlichen Gebäuden und der Straßenbeleuchtung. Dem rechnerisch sehr großen Potenzial sind finanziell und hinsichtlich der Installation neuer Anlagen in Dortmund Grenzen gesetzt. Das Einsparpotenzial beträgt bei sukzessiver Umsetzung ab 2012 bis auf 50% des kommunalen Strombedarfs in 2020 14.600 t/a. Die jährlichen Kosten für die Umsetzung steigen im Zeitraum bis 2020 sukzessive mit dem Anteil des Ökostrom-Einsatzes von 0,14 Mio. EUR/a in 2012 bis auf 1,14 Mio. EUR/a in 2020 und summieren sich in diesem Zeitraum auf rd. 5,8 Mio. EUR
- Die Nutzung der Abwärme der Verbrennungsöfen am Hauptfriedhof. Damit verbunden ist ein vergleichsweise geringes Potenzial. Die Investition beträgt 100.000 EUR für einen Heißwasserspeicher und weitere 120.000 EUR für die Anbindung der Europaschule. Aufgrund der damit verbundenen Energiekosteneinsparung wird sich die Maßnahme aber aller Voraussicht nach wirtschaftlich selbst tragen und ist direkt von der Stadt umsetzbar.
- Die Nutzung von Abwärme mittels transportabler Systeme für die Beheizung größerer Liegenschaften (bevorzugt Hallenbäder); die Kosten/Investitionen aus Sicht der Stadt betreffen nur die Einrichtung der Anschlüsse für die transportablen Latentwärmespeicher und die Stellplätze hierfür. Die Latentwärmespeicher werden vom Dienstleister beigestellt.

Maßnahmen mit hoher Priorität, die nicht unmittelbar im Einflussbereich der Stadt liegen:

- Maßnahmenpaket Fernwärme-Optimierung. Priorität hat hierbei die Optimierung der Fernwärme-Erzeugung im HKW Mitte der RWE durch Zubau einer Vorschalt-Gasturbine. Diese Maßnahme bringt das größte Einsparpotenzial einer Einzelmaßnahme, ist unabhängig von den weiteren Optimierungsmaßnahmen in der Fernwärme umsetzbar und ermöglicht die CO_2-Einsparungen bei Umsetzung unmittelbar in voller Höhe, während zahlreiche andere Maßnahmen nur sukzessive umsetzbar sind. Zur langfristigen Sicherung des Fernwärme-Absatzes sollte diese Maßnahme verbunden werden mit einer konsequenten Fernwärme-Vorrangpolitik in der Innenstadt mit sukzessiver Verdichtung und Ausbau.
- Ausbau der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung. Schwerpunkt sollten hier zunächst die größeren Objekte mit mehr als 50 kW_{el} sein. Hierunter fallen insbesondere auch die Nahwärmeinseln von RWE und Evonik (Heizwerk Am Zehnthof/Am Rabensmorgen, Heizwerk Am Büther in Schüren und der Bereich Espenstraße/ Pappelstraße in Wambel.

Viele weitere Maßnahmen insbesondere im Bereich der Erneuerbaren Energieträger erfordern die beratende Arbeit des neuen DLZE (PV-Anlagen und Solarthermie auf privaten Gebäuden, Einsatz von Holzpellets und Wärmepumpen).

Literatur

[1] Rat der europäischen Union: Ziele der EU für die Weiterentwicklung der internationalen Klimaschutzregelung über das Jahr 2012 hinaus, Brüssel, 2007

[2] BMWi, BMU: Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm, Berlin, 2007

[3] Jochem, E. et al.: Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland - Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Potsdam, 2008.

[4] Bundesregierung: Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz - EEWärmeG), 07.08.2008.

[5] Bundesregierung: Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 28.10.2010

[6] Internetplattform www.energymap.info, Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. (DGS), München

[7] Internetplattformen www.solaratlas.de und www.biomasseatlas.de, Projektträger: Deutsche Energieagentur, Betreiber: Bundesverband Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar) Berlin

[8] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Erneuerbare Energien in Deutschland 1990 bis 2007, Berlin November 2009

[9] Loose, P.: Der Tagesgang des Trinkwasserbedarfes. in: HLH 2/1991, S.111-121

[10] Homepage des Interessenverbandes Grubengas e.V., http://www.grubengas.de , Informationen zum Standort Wilberd I, 2010.

[11] Homepage des Fachgebietes Fluidtechnik der Technischen Universität Dortmund, http://www.ft.mb.uni-dortmund.de/forschung/projekte/stromerzeugung/stromerzeugung.html

[12] hessenENERGIE, Datenbank Blockheizkraftwerke 1998

[13] DEW21: Fernwärme Netz DEW21 (1:10.000), Dortmund 2007

[14] Kommunalverband Ruhrgebiet: Fernwärme im Ruhrgebiet (1:50.000), Essen 2004

[15] Enerko GmbH, Rationelle Erstellung von Wärmeatlanten für Mittelstädte und ländliche Regionen, Band 16 der Reihe Örtliche und regionale Energieversorgungskonzepte, Herausgeber: Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung, Bonn 1988

[16] EWI/Prognos, Energieszenarien für den Energiegipfel 2007, Untersuchung für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Basel/Köln November 2007.

[17] Gertec Ingenieurgesellschaft, Wuppertal Institut, Planersocietät: Handlungsprogramm Klimaschutz 2020 der Stadt Dortmund, Abschlussbericht, Dezember 2010

[18] Lenz, V., Schwenker, A., Kaltschmitt, M.: Erneuerbare Energien. In: BWK 4/2009

[19] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2009 - Grafiken und Tabellen. Berlin, Oktober 2009

[20] Presse-Mitteilung der Feinkost Merl auf dem Internet-Portal der VI Marketing, Aachen, 13. Mai 2010: http://www.euregio-aktuell.eu/archives/12442-Sonnige-Aussichten-fuer-Feinkost-Merl.html

[21] GERTEC Ingenieurgesellschaft Essen, Kurzbericht zum 1. Workshop im Programm SOPRO Solarthermie in industriellen Prozessen (http://www.gertec.de/files/03-WorkshopsI_Maerz2010.pdf)

[22] Kühn; P.: Kleine Windenergieanlagen – Betriebserfahrungen und Ertragsabschätzung. 2. BWE-Kleinwindanlagen-Symposium. Kassel, 2009

[23] Geologisches Landesamt NRW: Geothermische Potenziale NRW – Version 2.0 (CD-ROM).

[24] ECOS Energie in Zusammenarbeit mit dem Geothermiezentrum Bochum: Potenzialanalyse zu den geowissenschaftlichen und technischen Rahmenbedingungen der Nutzung von Geothermie im Versorgungsgebiet der Stadt Dortmund. Aachen und Bochum im Oktober 2010

[25] DEW21: Beschreibung der Stromtarife. http://www.dew21.de/Default.aspx/g/621/l/1031/r/-1/t/485133/lz/energreen/on/485133/a/11/id/478401, aufgerufen am 27.11.2010

[26] ASEW Energie und Umwelt Service GmbH & Co. Kommanditgesellschaft, Köln (Veröffentlichung auf der Homepage der ASEW http://www.energreen.de/page.php?page=/energreen/home/home.html)

[27] DEW21, Presseinformation vom 21.04.2010 (Veröffentlichung auf der Homepage der DEW21 http://www.dew21.de/default.aspx?t=11015&id=737621)

[28] Stockhausen, Th.: Potentialanalyse und Projektierung der Abwasserwärmenutzung im Stadtgebiet Dortmund. Bachelorarbeit FH Aachen, November 2010

[29] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz: Leitfaden „Regionale Wertschöpfungspartnerschaften“, http://www.regionale-wertschöpfung.de/rwp/data/Leitfaden_RWP.pdf, 2008

[30] iöw, ZEE: kommunaler Wertschöpfung durch erneuerbare Energien. Berlin, September 2010

[31] Pfaffenberger, W. et al.: Ermittlung der Arbeitsplätze und Beschäftigungswirkungen im Bereich Erneuerbarer Energien. Bremen, 2003

Projektleitung beim Umweltamt der Stadt Dortmund:

Dr. Wilhelm Grote
Eike Albertz
Annelies Glende
Dr. Monika Hirsch
Michael Leischner

Stand: 02/2011