

Klimaschutzteilkonzept

Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale

In der Stadt Mörfelden-Walldorf

Abschlussbericht vom 19. Dezember 2014

Eine Studie der



Auftraggeber:

Stadt Mörfelden-Walldorf
Westendstr. 8
64546 Mörfelden-Walldorf
Ansprechpartner: Herr Andreas Fröb
Telefon: 06105/938-893
Telefax: 06105/938-896
E-Mail: andreas.froeb@moerfelden-walldorf.de

Konzepterstellung:

Transferstelle Bingen (TSB) in der ITB gGmbH
Berlinstraße 107a
55411 Bingen
Ansprechpartner: Frau Kerstin Kriebs
Tel.: 0 67 21 98 424 – 260
E-Mail: kriebs@tsb-energie.de

Gefördert aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags durch:

GEFÖRDERT DURCH:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit



NATIONALE
KLIMASCHUTZ
INITIATIVE

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen 03KS3811 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.
Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Projektleitung: Kerstin Kriebs

Bearbeitung: Markus Bastek, Joachim Comtesse, Marie-Isabel Hoheisel, Michael Münch,
Ursula Vierhuis

Inhalt

1	Zusammenfassung und Fazit	10
1.1	Energie- und CO ₂ e-Bilanz	10
1.2	Ermittlung von Erneuerbare-Energien-Potenzialen	13
1.3	Akteursbeteiligung	14
1.4	Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit	15
1.5	Konzept für ein Klimaschutz-Controlling	15
1.6	Maßnahmenkatalog	15
1.7	Fazit	16
2	Projektrahmen und Ausgangssituation	18
3	Energie- und CO₂e-Bilanzierung – Basisjahr 2012	20
3.1	Methodik.....	20
3.2	Energie- und CO ₂ e-Gesamtemissionsbilanz.....	21
3.3	Erneuerbare Energien in der Stadt Mörfelden-Walldorf.....	27
3.4	Energie- und CO ₂ e-Bilanz der Verwaltung.....	29
3.5	Energie- und CO ₂ e-Bilanz der Haushalte.....	30
3.6	Energie- und CO ₂ e-Bilanz der Wirtschaft	33
3.7	Energie- und CO ₂ e-Bilanz des Verkehrssektors	35
3.8	Kostenbilanz.....	35
4	Potenzialanalyse zu erneuerbaren Energien	36
4.1	Windenergie.....	36
4.1.1	Ist-Situation Windenergie	36
4.1.2	Potenzialanalyse Windenergie.....	36
4.1.3	Ausbauszenario Windenergie	38
4.2	Solarenergie.....	38
4.2.1	Bestandsanlagen Solarthermie	38
4.2.2	Potenzialanalyse Solarthermie.....	38
4.2.3	Ausbauszenarien Solarthermie	40
4.2.4	Bestandsanlagen Photovoltaik.....	40
4.2.5	Potenzialanalyse Photovoltaik-Dachanlagen	40
4.2.6	Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen	44
4.2.7	Ausbauszenario Photovoltaik.....	48
4.3	Biomasse	49
4.3.1	Bestandsanlagen.....	49
4.3.2	Potenzialanalyse Biomasse	50
4.3.3	Ausbauszenario Biomasse.....	53

4.4	Wasserkraft.....	54
4.4.1	Ist-Analyse	54
4.4.2	Potenziale der Wasserkraft	54
4.4.3	Ausbauszenario Wasserkraft	56
4.5	Geothermie	56
4.5.1	Bestandsanalyse Geothermie	58
4.5.2	Tiefengeothermie.....	58
4.5.3	Oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme.....	64
4.5.4	Ausbauszenario Geothermie und Wärmepumpen	74
4.6	Abwasserwärme	75
4.6.1	Potenziale aus dem Kanalsystem.....	75
4.6.2	Potenziale aus gereinigtem Abwasser	78
4.6.3	Potenziale im Nachklärbecken.....	79
4.6.4	Ausbauszenario Abwasserwärme.....	81
4.7	Zusammenfassung der Potenzialanalyse Erneuerbare Energien	81
5	Akteursbeteiligung.....	83
5.1	Akteursanalyse	83
5.2	Akteursmanagement.....	84
6	Maßnahmenkatalog	92
6.1	Maßnahmenbeschreibung: Aufbau, Inhalte und Bewertung	93
6.2	Auswertung Maßnahmenkatalog	98
6.2.2	Maßnahmen nach Sektoren und Bewertung	99
6.2.3	Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Bewertung	101
7	Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit	103
7.1	Zentrale Akteure.....	104
7.2	Kommunikation in der Region.....	104
7.2.1	Logo / Corporate Design	104
7.2.2	Einrichtung eines Netzwerks mit Energieakteuren	105
7.2.3	Klimaschutz im kommunalen Internet verankern	105
7.2.4	Flyer Klimaschutz in der Stadt Mörfelden-Walldorf.....	105
7.2.5	Artikelserie in Zusammenarbeit mit der lokalen Presse und dem Wochenblatt.....	106
7.2.6	Newsletter	106
7.2.7	Personelle Ressourcen.....	107
7.2.8	Verankerung des Klimaschutzes als Dauerthema in der Verwaltung.....	107
7.2.9	Auszeichnung engagierter Mitarbeiter bzw. Abteilungen	107
7.2.10	Energieberichte.....	107

7.3	Erneuerbare-Energie-Kampagnen	108
7.3.1	Wettbewerb.....	108
7.3.2	Energiespartipps in der Tagespresse und im Mitteilungsblatt.....	108
7.3.3	Infoabende vor Ort	109
7.4	Bildung für den Klimaschutz	109
7.4.1	Workshop für Lehrer/Erzieher	109
7.4.2	Energiedetektive	109
8	Konzept Controlling	110
9	Klimaschutzziel und Umsetzung	116
10	Wirtschaftliche Effekte	124
10.1	Datengrundlage/Methodik.....	124
10.2	Ergebnisse	125
	Literaturverzeichnis	127

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1 Bilanz des Endenergieverbrauchs 2012 in der Stadt Mörfelden-Walldorf	11
Abbildung 1-2 CO ₂ e-Emissionsbilanz 2012 in der Stadt Mörfelden-Walldorf	12
Abbildung 1-3 Energiekosten in der Stadt Mörfelden-Walldorf nach Hauptenergieträger 2012.....	13
Abbildung 2-1 Arbeitspakete des Klimaschutzteilkonzeptes.....	19
Abbildung 3-1 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger in der Stadt Mörfelden-Walldorf.....	23
Abbildung 3-2 Verteilung CO ₂ e-Emissionen nach Energieträger in der Stadt Mörfelden-Walldorf.....	24
Abbildung 3-3 Verteilung des Endenergieverbrauchs 2012 nach Sektoren	25
Abbildung 3-4 Verteilung der CO ₂ e-Emissionen 2012 nach Sektoren	26
Abbildung 3-5 Endenergieverbrauch der erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung 2013.....	27
Abbildung 3-6 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2013.....	28
Abbildung 3-7 Energiebilanz der Verwaltung in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern	29
Abbildung 3-8 CO ₂ e-Bilanz der Verwaltung in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern	30
Abbildung 3-9 Energiebilanz der Haushalte in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern	31
Abbildung 3-10 CO ₂ e-Bilanz der Haushalte in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern	32
Abbildung 3-11 Energiebilanz der Wirtschaft in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern	33
Abbildung 3-12 CO ₂ e-Bilanz der Wirtschaft in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern	34
Abbildung 3-13 Jahresenergiekosten der wichtigsten Energieträger in Mörfelden-Walldorf 2012	35
Abbildung 4-1 Auszug Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien, Regionalplan Südhessen, Entwurf 2013 (Regierungspräsidium Darmstadt, 2013)	37
Abbildung 4-2 Potenzialanalyse der Photovoltaik nach Leistungsgrößen	43
Abbildung 4-3 PV-Freiflächen Mörfelden-Walldorf (Datengrundlage (Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, 2014))	45
Abbildung 4-4 PV-Freifläche „Am Bahnhof“ (Datengrundlage (Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, 2014))	46
Abbildung 4-5 PV-Freifläche private Gewerbegrundstücke (Datengrundlage (Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, 2014))	47

Abbildung 4-6 Wasserstand Schwarzbach bei Nauheim (HLUG, 2014).....	55
Abbildung 4-7 Abfluss Schwarzbach bei Nauheim (HLUG, 2014).....	55
Abbildung 4-8 Jahreszeitliche Temperaturschwankungen der oberen Erdschichten, Quelle: (BINE, 2011)	57
Abbildung 4-9 Tiefengeothermiepotenziale Mörfelden-Walldorf (Fritsche & Kracht, 2010)	60
Abbildung 4-10 Konzessionsgebiete Überlandwerke Groß-Gerau (Überlandwerke Groß- Gerau, 2012)	61
Abbildung 4-11 Gebiete in denen ein Erdwärme-Kraftwerk möglich ist (Überlandwerke Groß-Gerau, 2012)	62
Abbildung 4-12 Konzessionsgebiete „Walldorf“ zur Aufsuchung von Erdwärme (EGE, 2006)	63
Abbildung 4-13 Systeme zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie Quelle: eigene Darstellung	65
Abbildung 4-14 Erdwärmekollektoranlage Quelle: (BWP, 2012)	66
Abbildung 4-15 Erdwärmesonde (BWP, 2012).....	67
Abbildung 4-16 Erdwärmennutzung mittels Grundwasser, eigene Darstellung	68
Abbildung 4-17 Schema Kompressionswärmepumpe, eigene Darstellung	69
Abbildung 4-18 Beispielhafte Leistungskurve einer Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmequellen- und Senktemperatur. Quelle: eigene Darstellung TSB nach Herstellerangaben von (Waterkotte, 2009).....	70
Abbildung 4-19 Standortbeurteilung für Erdwärmesonden im Stadtgebiet Mörfelden- Walldorf(verändert nach (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2012))	73
Abbildung 4-20 Zu- und Ablaufkanäle Kläranlage Mörfelden-Walldorf (Ausschnitt aus Kanalplan der Stadt Mörfelden-Walldorf, 2010)	77
Abbildung 5-1: Akteure des Klimaschutzkonzeptes	83
Abbildung 5-2: Beispielhafter Ablaufplan und Bilder der Workshops.....	86
Abbildung 6-1 Maßnahmensteckbrief (Beschreibungsteil).....	94
Abbildung 6-2 Maßnahmensteckbrief (Bewertungsteil).....	95
Abbildung 7-1 Klimaschutzlogo der Stadt Mörfelden-Walldorf	103
Abbildung 8-1 Modell des Controllingsystems – eigene Darstellung.....	111
Abbildung 9-1 CO ₂ -Einsparpotenziale in den verschiedenen Sektoren für die nächsten 25 Jahre (ifeu, 2009)	117
Abbildung 9-2 Szenario Stadt Mörfelden-Walldorf mit Verkehrssektor (Bezugsjahr 2012)	118
Abbildung 9-3 Szenario Stadt Mörfelden-Walldorf ohne Verkehrssektor (Bezugsjahr 2012)	119
Abbildung 9-4 Szenario-Ausblick Stadt Mörfelden-Walldorf mit Verkehrssektor (Bezugsjahr 2012).....	120

Abbildung 9-5 Szenario-Ausblick Stadt Mörfelden-Walldorf ohne Verkehrssektor (Bezugsjahr 2012).....	121
Abbildung 9-6 CO ₂ e-Bilanz 2012 und 2020 Stadt Mörfelden-Walldorf	123
Abbildung 10-1 Übersicht lokale Wertschöpfung bis 2020	126

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3-1 Bilanzierungsprinzipien (Difu, 2011).....	20
Tabelle 3-2 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Gesamtbilanz der Stadt Mörfelden-Walldorf.....	22
Tabelle 3-3 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Verwaltung der Stadt Mörfelden-Walldorf.....	30
Tabelle 3-4 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Haushalte der Stadt Mörfelden-Walldorf	32
Tabelle 3-5 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Wirtschaft der Stadt Mörfelden-Walldorf	34
Tabelle 3-6 Energie- und CO ₂ e-Emissionsbilanz, Verkehrssektor der Stadt Mörfelden-Walldorf.....	35
Tabelle 4-1 Ausbaupotenzial Solarthermie.....	39
Tabelle 4-2 Ausbauszenarien der Solarthermie	40
Tabelle 4-3 Einteilung der Dachflächen nach Eignung	41
Tabelle 4-4: Potenziale unterschiedlicher Gebäudearten.....	42
Tabelle 4-5 Zusammenfassung Potenzial PV-Freiflächen	47
Tabelle 4-6 Ausbauszenarien Photovoltaik.....	49
Tabelle 4-7 Abschätzung HHS-Bedarf in städtischen Liegenschaften	51
Tabelle 4-8 Leistungs- und Wärmemengenpotenzial im Kanalsystem vor der Kläranlage Mörfelden-Walldorf.....	78
Tabelle 4-9 Leistungs- und Wärmemengenpotenzial im Ablauf hinter der Kläranlage Mörfelden-Walldorf.....	78
Tabelle 4-10 Wirtschaftlichkeit einer Abwasserwärmenutzung in der Kläranlage	80
Tabelle 4-11 Zusammenfassung der Potenzialanalysen der erneuerbaren Energien ...	82
Tabelle 5-1 Überblick über die verschiedenen Veranstaltungen	84
Tabelle 5-2 Zusammensetzung der Projektgruppe	90
Tabelle 5-3 Überblick über Termine der Lenkungsgruppentreffen	90
Tabelle 5-4 Überblick über Termine und Themen der Workshops und Experteninterviews.....	91
Tabelle 6-1 Maßnahmen im Sektor privaten Haushalte.....	100
Tabelle 6-2 Maßnahmen im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie	101
Tabelle 6-3 Maßnahmen Sektor Öffentliche Einrichtungen.....	101
Tabelle 6-4 Kurzfristige Maßnahmen.....	102
Tabelle 6-5 Mittelfristige Maßnahmen	102
Tabelle 8-1 Prozesse und Abläufe des Controlling-Konzeptes (in Anlehnung an ISO 50001)	112

1 Zusammenfassung und Fazit

Die Bundesregierung hat mit ihrem Energiekonzept (BMWi, 2010) das Ziel definiert, bis zum Jahr 2050 die Emissionen an Treibhausgasen (THG als Kohlenstoffdioxidäquivalente CO₂e) um 80 bis 95 % gegenüber der Emission des Jahres 1990 zu verringern. Die Stadt Mörfelden-Walldorf unterstützt dieses Ziel und hat bereits eigene Ziele im Klimaschutzprogramm 2020 festgelegt.

Das vorliegende Klimaschutz-Teilkonzept hilft den Akteuren in der Stadt (insbesondere den politischen Gremien und der Verwaltung), richtungsweisende Entscheidungen zur Erfüllung der gesetzten Ziele zu treffen. Dies wird durch einen Beschluss zur Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzepts und der Fortführung des Klimaschutz-Controllings unterstützt. Der bereits angestoßene Prozess für mehr Klimaschutz kann so durch neue, aus dem Klimaschutz-Teilkonzept resultierende Projekte im Ausbau der erneuerbaren Energien und Wertschöpfung fortgeführt werden.

Die wesentlichen Inhalte des zusammengefassten Klimaschutz-Teilkonzepts sind:

1. Identifikation von bisherigen Klimaschutzaktivitäten und relevanten Akteuren
2. Erstellung einer Energie- und CO₂e-Bilanz
3. Identifikation von Potenzialen zum Ausbau der erneuerbaren Energien
4. Akteursbeteiligung: Durchführung von Expertengesprächen und Workshops; gemeinschaftliche Ideenfindung
5. Entwicklung eines Maßnahmenkatalogs sowie einer Prioritätenliste
6. Entwicklung eines Konzeptes für die Öffentlichkeitsarbeit
7. Entwicklung eines Konzeptes für das Klimaschutz-Controlling

2012 ist das Basisjahr des Konzepts. Zielhorizont des Konzepts ist das Jahr 2020, fünf Jahre nach Beginn der Umsetzungsphase. Entwicklungsszenarien sind bis in das Jahr 2050 projiziert, um einen Blick in die weitere Zukunft zu ermöglichen. Abweichend zu den Zielen der Bundesregierung ist 2012 das Bezugsjahr. Die wichtigsten Ergebnisse aus den oben genannten Schwerpunkten sind im Folgenden zusammengefasst.

1.1 Energie- und CO₂e-Bilanz

Im Basisjahr 2012 lagen mit einem Energieverbrauch von rund 773.800 MWh_f/a in der Stadt Mörfelden-Walldorf rund 214.300 Tonnen CO₂e vor. Es handelt sich dabei um eine übliche Verteilung der Emissionen auf die verschiedenen Sektoren in Kommunen, die nicht nur ein Wohnort sondern auch ein Gewerbe- und Industriestandort sind. Demnach liegen die Schwerpunkte des Energieverbrauchs und der CO₂e-Emissionen auf den privaten Haushalten, der Wirtschaft und dem Sektor Verkehr. An dieser Stelle ist insbesonde-

re der Wärmeverbrauch zu nennen. Die Emissionen der privaten Haushalte nehmen etwa ein Drittel ein, dem rund 78 % der Wärmeversorgung in diesem Sektor zuzuordnen sind. Hier zeigt sich der erste Schwerpunkt für Klimaschutzmaßnahmen, der daher im Laufe der Konzeptentwicklung detaillierter als ein Baustein entwickelt wurde. Der Sektor Wirtschaft verursacht fast 29 % der Emissionen. Der Anteil der Verwaltung liegt bei ca. 1 %. Der Verkehr hat einen Anteil von ungefähr 38 % der Gesamtemissionen. Aufgrund der guten Anbindung an Verkehrswege, sind vor allem Unternehmen des produzierenden Gewerbes und der Logistik angesiedelt.

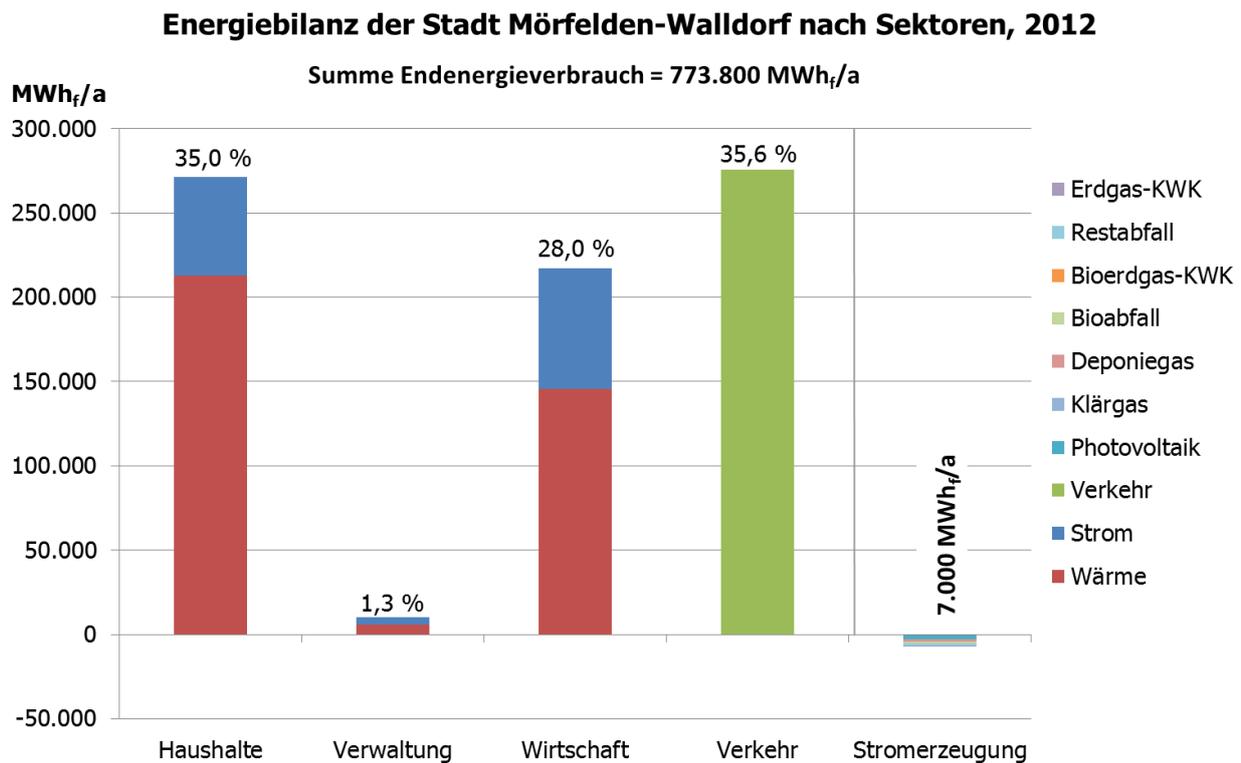


Abbildung 1-1 Bilanz des Endenergieverbrauchs 2012 in der Stadt Mörfelden-Walldorf

CO₂e-Bilanz der Stadt Mörfelden-Walldorf nach Sektoren, 2012

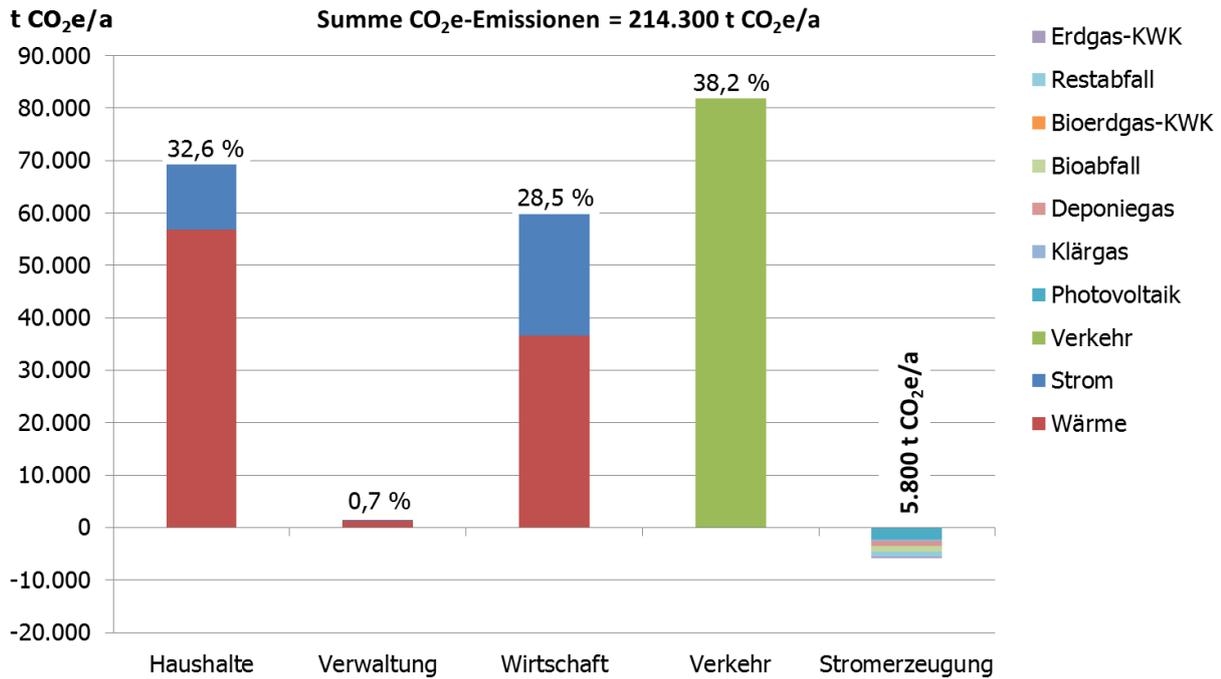


Abbildung 1-2 CO₂e-Emissionsbilanz 2012 in der Stadt Mörfelden-Walldorf

In der nachstehenden Abbildung 1-3 sind die grob abgeschätzten Aufwendungen für die Hauptenergieträger nach üblichen Endenergieverbraucherpreisen dargestellt. Die Darstellung basiert auf den Endenergieverbräuchen der Energie- und CO₂e-Bilanz in 2012.

Aufwendungen für Hauptenergieträger in der Stadt Mörfelden-Walldorf, 2012

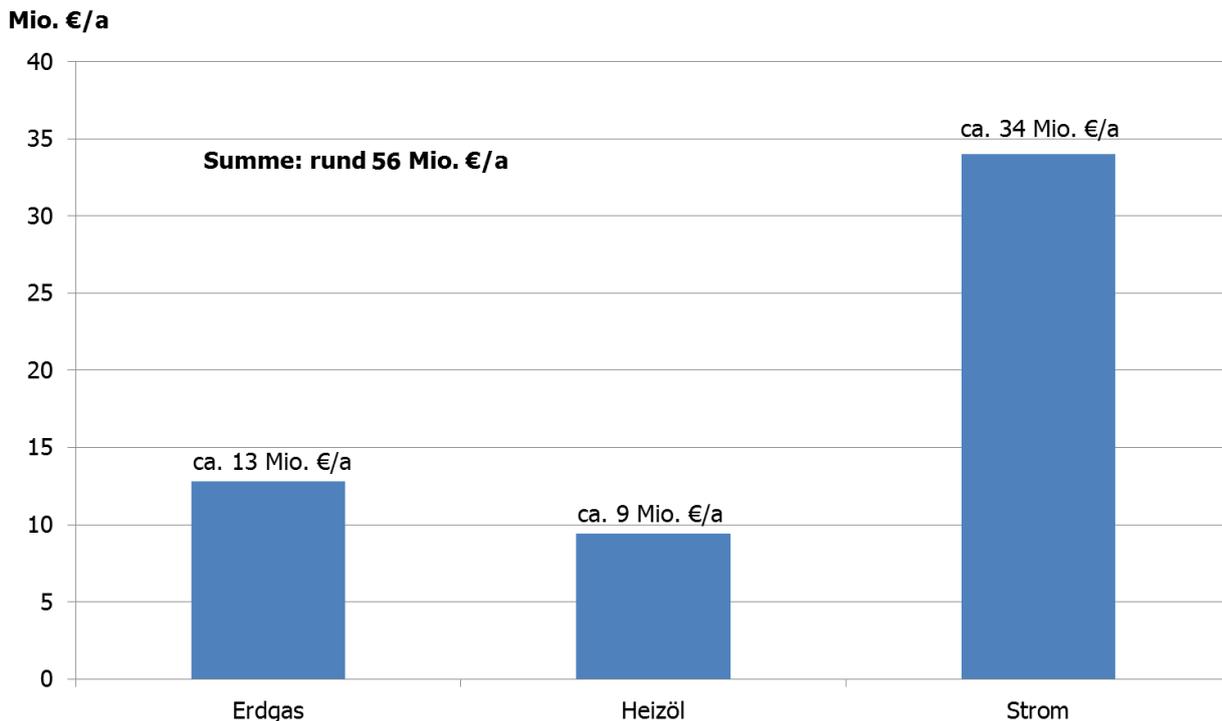


Abbildung 1-3 Energiekosten in der Stadt Mörfelden-Walldorf nach Hauptenergieträger 2012

Diese Abbildung verdeutlicht, dass enorme Finanzmittel zur Finanzierung von (wirtschaftlich sinnvollen) Klimaschutzmaßnahmen zur Verfügung stehen: Wird ein Anteil des Stroms selbst aus lokalen regenerativen Energiequellen erzeugt, kann ein Teil der jährlichen Stromkosten regional gebunden werden. Wird der jährliche Aufwand für den Bezug von Brennstoffen zur Wärmeerzeugung minimiert und erneuerbare Energien ausgebaut, stehen die eingesparten Mittel zur Deckung von Tilgung und Zins von Finanzierungen für Einsparmaßnahmen sowie zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Verfügung. Von der Umsetzung profitieren vor allem regionale Akteure (Berater, Planer, Handwerk, Finanzierer, Kommune, ...).

1.2 Ermittlung von Erneuerbare-Energien-Potenzialen

Zur Strom- und Wärmeversorgung wurden die in der Stadt Mörfelden-Walldorf verfügbaren Erneuerbaren-Energien-Potenziale ermittelt. Während die Nutzung der Windenergie und Wasserkraft im Untersuchungsgebiet auszuschließen ist, bietet die Solarenergie, Geothermie und eingeschränkt die Biomasse sowie Abwasserwärme ein Ausbaupotenzial. Insbesondere die Solarenergienutzung weist bei Wohngebäuden sowie bei gewerblichen Flächen ein Ausbaupotenzial auf.

1.3 Akteursbeteiligung

In der Konzepterstellung wurden Akteure aus der Stadt Mörfelden-Walldorf auf verschiedenen Ebenen eingebunden. Hierzu zählen zum Beispiel politische Gremien, Verwaltung, Projektleitung, Lenkungsgruppe, Workshops und Expertengespräche.

Zu Beginn der Konzepterstellung wurde eine Lenkungsgruppe (LGR) eingerichtet. Zielsetzungen bei der Zusammenstellung/Bildung der LGR waren die Integration relevanter Entscheidungsträger aus Verwaltung, Politik und weiterer Personen sowie die Vorbereitung der Maßnahmenumsetzung im Anschluss an die Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzeptes. Im Rahmen der Konzepterstellung fanden Gespräche mit relevanten Mitarbeitern in der Verwaltung und weiteren regionalen Akteuren statt. Viele engagierte Akteure konnten im Zuge von vier themenspezifischen Workshops und Expertengespräche zu den Themen energetische Waldholznutzung, Solarthermie, Photovoltaik, Abwasserwärmenutzung sowie an einem Vernetzungstreffen „Erneuerbare Energien in Mörfelden-Walldorf“ mit den lokalen Energieversorgungsunternehmen und der BürgerEnergieRheinMain eG identifiziert werden.

Im Workshop zur energetischen Waldholznutzung wurden die Möglichkeiten im Stadtwald unter Berücksichtigung der Neuplanung des Forsteinrichtungswerks diskutiert. Das derzeitige Potenzial würde ausreichen, um ein Nahwärmenetz städtischer Liegenschaften mit Holzhackschnitzeln zu versorgen. Die Erkenntnisse aus dem Klimaschutz-Teilkonzept sollen in der Entscheidungsfindung für die zukünftige Ausrichtung der Forstwirtschaft einfließen.

Ideen zur Aktivierung der Solarthermie- und Photovoltaikpotenziale in der Stadt wurden an einem gemeinsamen Termin mit Experten aus Mörfelden-Walldorf und der Region gesammelt. Im Wesentlichen handelt es sich um Aktivitäten, die der Information der verschiedenen Zielgruppen in Form von Kampagnen dient. Auch im eigenen Handlungsfeld der Stadt wurden Vorschläge z. B. zur Neugestaltung der Stadtförderung für Solarthermie und Prüfung ordnungsrechtlicher Maßnahmen zur Nutzung von Photovoltaik genannt.

Im Expertengespräch mit den Stadtwerken ergaben sich Ansätze im Zuge der geplanten Modernisierung der Kläranlage. So ist z. B. eine Abwasserwärmenutzung zur Wärmeversorgung des geplanten Verwaltungsneubaus auf dem Gelände der Kläranlage denkbar. Das Vernetzungstreffen mit den lokalen Energieversorgungsunternehmen, der BürgerEnergieRheinMain eG und der Stadt zeigte einen Ansatz, um gemeinsam für den Ausbau der Solarenergie aufzutreten.

1.4 Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Um den Ausbau der erneuerbaren Energien und die CO₂e-Einsparpotenziale im größeren Maßstab realisieren zu können, bedarf es nicht allein der Anstrengungen der öffentlichen Hand, denn ein Großteil der Potenziale liegen in den Sektoren private Haushalte und Wirtschaft. Demnach sind die Bürgerinnen und Bürger sowie die Unternehmen die Verantwortlichen und Handelnden. Hier bedarf es der Motivation, erneuerbare Energien zu nutzen, was auch in Verbindung mit Energie- und CO₂e-Reduktionsmaßnahmen steht. Ein wichtiges Instrument stellt somit die Öffentlichkeitsarbeit und die damit verknüpfte Bewusstseinsbildung dar.

Die Säulen der Öffentlichkeitsarbeit sollten Pressearbeit, Informationskampagnen und Aktionen sowie die Internetseiten der Stadt sein. Zu den wichtigen Zielgruppen zählen z. B. die Wohngebäudebesitzer, Unternehmen der Wohnungswirtschaft, Gastgewerbe etc.

1.5 Konzept für ein Klimaschutz-Controlling

Durch Controlling-Instrumente soll sichergestellt werden, dass das Klimaschutzkonzept in der Verwaltungspraxis implementiert, also umgesetzt und „gelebt“ wird. Wesentliche Aufgaben des Klimaschutz-Controllings sind die Prüfung der Umsetzung und Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen sowie der Klimaschutzziele. Die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz erfolgt bereits mit der Umsetzung des vorausgegangenen Integrierten Klimaschutzkonzepts. Die Sicherstellung von Informationen, die Koordination der am Klimaschutzmanagementprozess Beteiligten und der Öffentlichkeit sowie entsprechende Dokumentationen beziehungsweise Berichtspflichten sind weitere Aufgaben des Controllings.

1.6 Maßnahmenkatalog

In der Entwicklung des Maßnahmenkatalogs lag der Schwerpunkt auf Kommunikation und Information sowie Projektideen für den Ausbau der erneuerbaren Energien in den verschiedenen Sektoren. Im Vordergrund standen Maßnahmen, mit denen kurzfristige und mit geringem Mitteleinsatz hohe Emissionsminderungen erreicht werden können. Hier ist vor allem der Bereich Netzwerkbildung/Kampagnen/Öffentlichkeitsarbeit zu nennen.

Beispiele hierzu sind die Netzwerkbildung und Informationskampagnen für den Ausbau von erneuerbaren Energien. Im Rahmen der Netzwerkbildung z. B. mit lokalen Handwerks- und Installationsbetrieben, Banken und Energieversorgungsunternehmen würden regelmäßig Informationsveranstaltungen zu spezifischen Themen der erneuerbaren Energien sowie deren Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten für Zielgruppen durchge-

führt werden. Akteure können ihre Erfahrungen untereinander austauschen. Informationskampagnen nutzen verschiedene Medien und organisieren/koordinieren Veranstaltungen, um bei den Bürgern und anderen Zielgruppen das Thema erneuerbare Energien stärker zu verankern. Dabei kann auf Kooperationspartner, wie z. B. Energieberater oder BürgerEnergieRheinMain eG zurückgegriffen werden oder es werden bestehende Angebote/Aktionen (z. B. von der Verbraucherzentrale oder Hessischen Energiesparaktion) wahrgenommen.

Zur Finanzierung der Maßnahmen können weitere Akteure (zum Beispiel Kammern und Wirtschaftsverbände, Energieversorger) mit einbezogen und als Sponsoren gewonnen werden.

1.7 Fazit

Die Stadt Mörfelden-Walldorf befasst sich seit einigen Jahren mit dem Klimaschutz und hat bereits anhand des Integrierten Klimaschutzkonzepts aus dem Jahr 2009 Ziele im eigenen Klimaschutzprogramm 2020 formuliert. Sie strebt 20 % erneuerbare Energien an der Energieversorgung in Mörfelden-Walldorf bis zum Jahr 2020 an. Als langjähriges Mitglied im Klima-Bündnis hat sie sich verpflichtet, mit einer 10-prozentigen CO₂-Reduktion in einem Zeitraum von je 5 Jahren eine Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen bezogen auf das Basisjahr 1990 bis zum Jahr 2020 zu erreichen.

Darüber hinaus leitet die Stadt Mörfelden-Walldorf aus der Beteiligung am *Masterplans 100 % Klimaschutz Frankfurt am Main* als Mitglied des Regionalverbands Frankfurt-RheinMain als langfristiges Klimaschutzziel ab, bis zum Jahr 2050 in der Energieversorgung 100 % erneuerbare Energien zu nutzen.

Folgende Schwerpunkte sollten in der Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzepts gesetzt werden:

1. Der Klimaschutzmanager, dessen Stelle für die Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts in der Verwaltung eingerichtet wurde, ist auch für die Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzepts unabdingbar, um die facettenreichen Maßnahmen umzusetzen.
2. Der Schwerpunkt sollte auf den privaten Haushalten und den Unternehmen liegen (v. a. der Ausbau der Solarthermie und Photovoltaik).
3. Die Stadt sollte ihre wichtige Rolle als Vorbild und Motor einer Entwicklung annehmen (auch wenn die bilanzielle CO₂e-Reduzierung nicht so groß ist). So könnten die in den Stadtliegenschaften bereits vorhandenen Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien öffentlichkeitswirksam präsentiert werden und die Nutzung erneuerbarer Energien weiter ausgebaut werden (z. B. Holznahwärmeversorgung städtischer Gebäude und Abwasserwärmenutzung auf der Kläranlage)

4. Mit der BürgerEnergieRheinMain eG ist ein wichtiger Akteur zur Bürgerbeteiligung in Erneuerbare-Energien-Projekte vorhanden, die insbesondere für die Entwicklung (über)regionaler Aktivitäten von Bedeutung ist.
5. Nicht zuletzt sollte die Stadt ihr Engagement für den Klimaschutz nach außen tragen. In Zeiten des Wettbewerbs der Regionen kann auch das Image einer Kommune über die Standortwahl entscheiden.

2 Projektrahmen und Ausgangssituation

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den bundesweiten Ausstoß von Kohlendioxid und anderen Treibhausgasen bis zum Jahr 2020 um 40 %, bis zum Jahr 2030 um 55 %, bis zum Jahr 2040 um 70 % und bis zum Jahr 2050 um 80 bis 95 % unter das Niveau von 1990 zu senken (BMWI, 2010). Auch aus dieser Motivation heraus wird seit 2008 im Rahmen der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Erstellung von kommunalen Klimaschutzkonzepten gefördert.

Die Stadt Mörfelden-Walldorf verfolgt ebenfalls ehrgeizige Klimaschutzziele, ist Mitglied im Klimabündnis und hat sich den Ausbau der erneuerbaren Energien zum Ziel gesetzt. Seit 2009 liegt ein Integriertes Klimaschutzkonzept vor und in 2010 wurde das Klimaschutzprogramm 2020 beschlossen, in dem die konkrete Zielsetzung definiert wurde. Seit Oktober 2011 ist ein Klimaschutzmanager (FKZ 03KS1319) aktiv, der gemeinsam mit dem Energiebeauftragten das Energie- und Klimaschutzbüro bildet.

Ein Klimaschutzteilkonzept „Klimafreundliche Mobilität“ wurde in 2012 erstellt.

Als langjähriges Mitglied im Klima-Bündnis hat sich die Stadt Mörfelden-Walldorf zu einer kontinuierlichen Reduktion von CO₂e- Emissionen verpflichtet. Dabei soll der wichtige Meilenstein einer Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen in Bezug auf das Basisjahr 1990 bis spätestens 2020 erreicht werden. Dies soll mit einer 10-prozentigen CO₂-Reduktion in einem Zeitraum von je 5 Jahren einhergehen.

Das *Klimaschutz-Teilkonzept zur Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren-Energien-Potenzial in Mörfelden-Walldorf* soll einen Beitrag zur Erreichung der Ziele des Klimaschutzprogramms 2020 der Stadt Mörfelden-Walldorf (10% CO₂e-Einsparung alle 5 Jahre) leisten. Im Klimaschutzprogramm 2020 wurde unter anderem das Ziel formuliert, 20 % erneuerbarer Energien an der Energieversorgung in Mörfelden-Walldorf (bzgl. des Primärenergieverbrauchs) bis 2020 zu erreichen. Langfristig strebt die Stadt Klimaneutralität bis 2050 bezogen auf die CO₂e-Bilanz an.

Ziel des Klimaschutz-Teilkonzepts ist es, die bisher nicht ausgeschöpften Potenziale zu identifizieren, um gemeinsam mit verschiedenen Akteuren den Ausbau der erneuerbaren Energien und die Verbesserung des kommunalen Klimaschutzes voran zu bringen. Die Minderungspotentiale sollen auf Grundlage einer aktualisierten und verfeinerten CO₂e-Bilanzierung aufgezeigt werden.

Die Konzepterstellung erfolgt in sechs Arbeitspaketen, die teilweise aufeinander aufbauen und auch parallel verlaufen. Am Anfang steht die zu aktualisierende und zu verfeinernde Energie- und CO₂-Bilanz, an die sich eine Potentialanalyse anschließt. Auf dieser Grundlage wird ein Maßnahmenkatalog entwickelt, den es bei der Umsetzung zu überwachen (Controlling) und transparent für die Bürgerschaft darzustellen (Konzept für die

Öffentlichkeitsarbeit) gilt. Begleitet werden diese Arbeitspakete von einer Akteursbeteiligung, die mittels Lenkungsgruppensitzungen und Workshops abläuft.

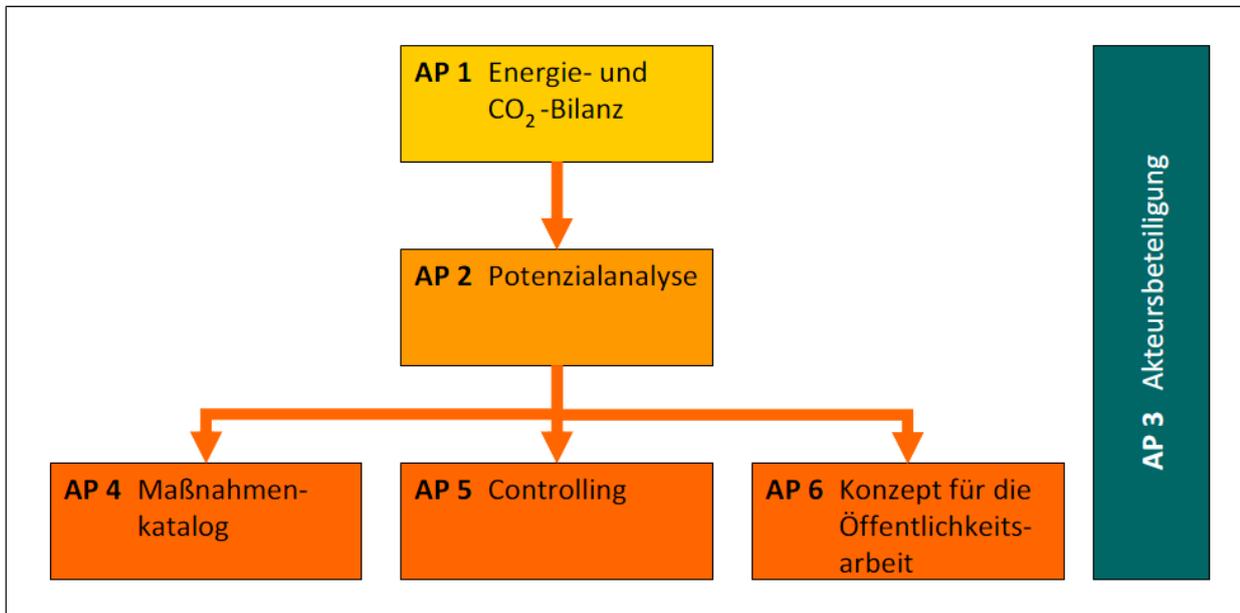


Abbildung 2-1 Arbeitspakete des Klimaschutzteilkonzeptes

3 Energie- und CO₂e-Bilanzierung – Basisjahr 2012

Im nachfolgenden Kapitel wird die Energiebilanz des Energieverbrauchs in Mörfelden-Walldorf aufgestellt und die durch den Energieverbrauch entstehenden CO₂-äquivalent-Emissionen (internationale Schreibweise: „CO₂e“) berechnet.

3.1 Methodik

Im Rahmen der Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzepts entschied sich die Stadt Mörfelden-Walldorf, die Bilanzierung mit der Software „ECORegion“ zu erstellen. Aus der Fortschreibung des Klimaschutzmanagers liegt die Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz für 2012 vor. Zu den erneuerbaren Energien sind die Daten aus dem Jahr 2013 bekannt und sind in die Bilanz einbezogen.

Für folgende Sektoren wurden mit ECORegion Einzelbilanzen aufgestellt

- Haushalte
- öffentliche Verwaltung
- Wirtschaft
- Verkehr

aus denen sich in Summe die Gesamtbilanz ergibt.

Folgende Bilanzierungsprinzipien werden üblicherweise einzeln oder auch kombiniert für die Erstellung kommunaler Energie- und CO₂e-Bilanz verwendet (Difu, 2011):

Tabelle 3-1 Bilanzierungsprinzipien (Difu, 2011)

Endenergiebasierte Territorialbilanz

Bei der **Territorialbilanz** werden der gesamte, innerhalb eines Territoriums anfallende Energieverbrauch sowie die dadurch entstehenden CO₂e-Emissionen berücksichtigt. Hierbei werden alle Emissionen lokaler Kraftwerke und des Verkehrs, der in oder durch ein zu bilanzierendes Gebiet führt, einbezogen und dem Bilanzgebiet zugeschlagen. Emissionen, die bei der Erzeugung oder Aufbereitung eines Energieträgers (z. B. Strom) außerhalb des betrachteten Territoriums entstehen, fließen nicht in die Emissionsbilanz mit ein.

Verursacherbilanz

Die **Verursacherbilanz** berücksichtigt alle Emissionen, die durch die im betrachteten Gebiet lebende Bevölkerung entstehen, aber nicht zwingend auch innerhalb dieses Gebietes anfallen. Bilanziert werden alle Emissionen, die auf das Konto der verursachenden Bevölkerung gehen; also z.B. auch Emissionen und Energieverbräuche, die durch Pendeln, Hotelaufenthalte u. ä. außerhalb des Territoriums entstehen.

Im vorliegenden Klimaschutzkonzept wurde eine Kombination aus Territorial- und Verursacherbilanz gewählt, jedoch mit Schwerpunkt auf der Verursacherbilanz.

Zum einen werden der gesamte Endenergieverbrauch innerhalb des Untersuchungsgebiets und die dadurch verursachten CO₂e-Emissionen bilanziert, zum anderen wird jedoch auch die Stromproduktion aus Bio- und Restabfällen der Mörfelden-Walldorfer in Energieerzeugungsanlagen außerhalb der Stadtgrenze berücksichtigt.

Die von Einwohnern der Stadt Mörfelden-Walldorf außerhalb der Gemarkungsgrenze verursachten Energieverbräuche und Emissionen werden für Flug- und Bahnverkehr ebenfalls anteilig berücksichtigt (Verursacherprinzip).

3.2 Energie- und CO₂e-Gesamtemissionsbilanz

Der Endenergieverbrauch aller Sektoren in der Stadt Mörfelden-Walldorf beträgt ca. 773.800 MWh_f/a. Erneuerbare Energien wie Holz, Umweltwärme, Solarenergie und Biogas decken davon rund 3 % ab. Da im Sektor Verkehr keine erneuerbare Energien eingesetzt werden bzw. hierzu nichts bekannt ist, beläuft sich der Anteil der erneuerbaren Energien in der Wärmeversorgung auf etwa 5 % und in der Stromversorgung auf rund 5 %.

Tabelle 3-2 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Gesamtbilanz der Stadt Mörfelden-Walldorf

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Strom allg. (inkl. Ökostrombezug)	138.000	45.500
Strom Wärmeversorgung	16.700	7.100
Erdgas	213.800	48.700
Heizöl	117.500	37.600
Holz	8.700	200
Umweltwärme	7.200	1.200
Sonnenkollektoren	500	<100
Biogas	100	<100
Benzin	122.100	36.900
Diesel	112.900	32.900
Kerosin	36.400	10.300
Summe	773.800	220.400
Stromerzeugung	MWh_f/a	vermiedene CO₂e-Emissionen in t CO₂e/a
- Solarenergie (Photovoltaik)	2.800	-2.300
- Klärgas-BHKW	300	-300
- Deponiegas-BHKW	1.100	-1.000
- Bioerdgas-KWK	100	<-100
- Bioabfallverstromung (Biogasanlage Flörsheim-Wicker)	1.200	-1.000
- Restabfallverstromung (Müllheizkraftwerk Darmstadt)	1.100	-1.000
Summe regenerative Stromerzeugung	6.600	-5.800
- Erdgas-KWK	400	-300
CO₂e-Bilanz		214.300

(Zahlen gerundet)

Fast die Hälfte des Energieverbrauchs wird zur Wärmeproduktion aufgewendet. Etwas mehr als ein Drittel des Energieverbrauchs geht auf den Kraftstoffverbrauch im Verkehrssektor zurück.

Der Großteil des Energieverbrauchs in Mörfelden-Walldorfs ist mit ca. 28 % dem Erdgasverbrauch zuzuschreiben, mit einigem Abstand gefolgt vom Stromverbrauch für allgemeine Aufwendungen mit insgesamt ca. 20 %, Benzinverbrauch mit einem Anteil von ca. 16 %, Heizölverbrauch mit ca. 15 %, Dieserverbrauch mit ca. 14 % und Kerosinver-

brauch mit ca. 5 %. Regenerative Energieträger zur Wärmeversorgung (Solarthermie, Biomasse und Umweltwärme) nehmen rund 2 % ein. Im Stromverbrauch für allgemeine Aufwendungen sind u. a. ca. 1 % Strom aus erneuerbaren Energien (z. B. Photovoltaik, Klärgas-BHKW) und ca. 6 % Ökostrombezug enthalten.

Energiebilanz der Stadt Mörfelden-Walldorf nach Energieträgern, 2012

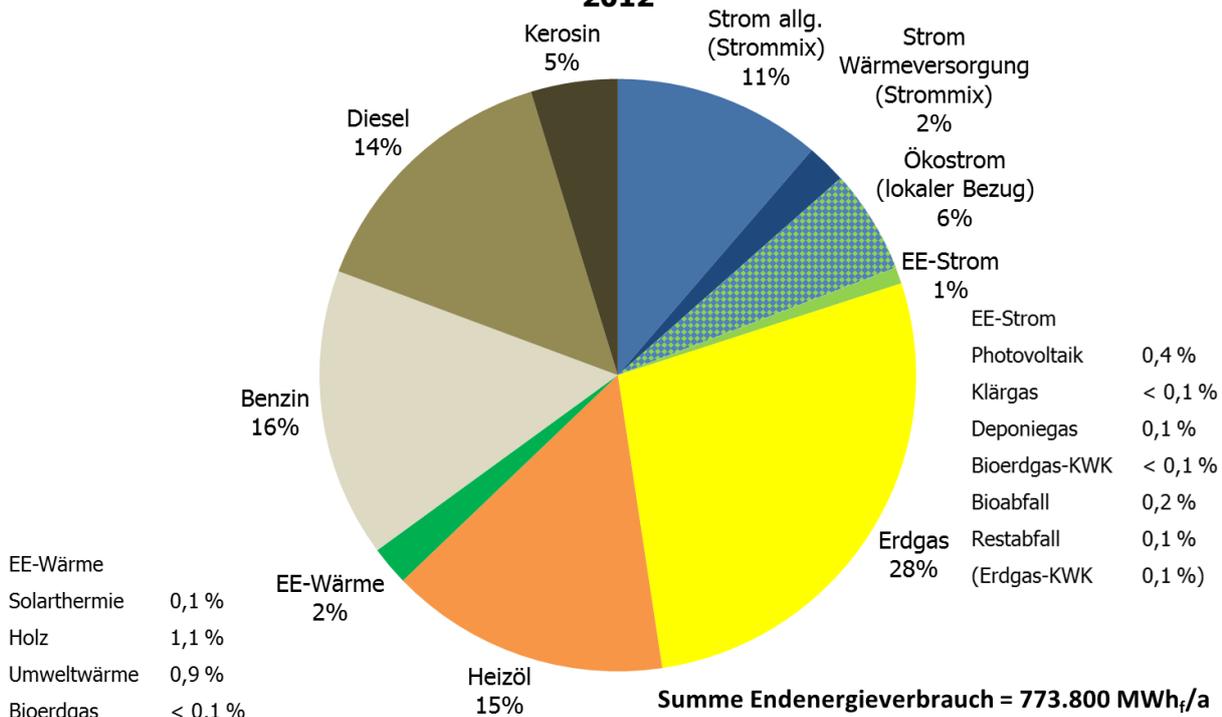


Abbildung 3-1 Verteilung Endenergieverbrauch nach Energieträger in der Stadt Mörfelden-Walldorf

Wegen der unterschiedlichen CO₂e-Emissionsfaktoren der verschiedenen Energieträger ergeben sich andere Anteile in der CO₂e-Bilanz im Vergleich zur Energiebilanz. Die Erdgasverfeuerung verursacht rund 23 % der CO₂e-Emissionen (inkl. Erdgas für KWK). Da die spezifischen Emissionen je verbrauchter Kilowattstunde bei Erdgas jedoch niedriger sind als beispielsweise bei elektrischem Strom, ist der Anteil der durch den Erdgasverbrauch verursachten Emissionen geringer als dessen Anteil am Energieverbrauch. Umgekehrt verhält sich dies für den Stromverbrauch. So haben die durch den Stromverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen einen Anteil von da. 27 % an den CO₂e-Emissionen in Mörfelden-Walldorf, obwohl ein Teil durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und mit Ökostrombezug gedeckt wird. Der Effekt beruht auf den hohen spezifischen Emissionen des Strommixes. Die Kraftstoffe tragen mit etwa 37 % und Heizöl mit rund 18 % an den Emissionen bei. Die erneuerbaren Energien weisen niedrige spezifische Emissionskennwerte auf, sodass für den geringen Verbrauch kaum Emissionen zu verzeichnen sind.

CO₂e-Bilanz der Stadt Mörfelden-Walldorf nach Energieträgern, 2012

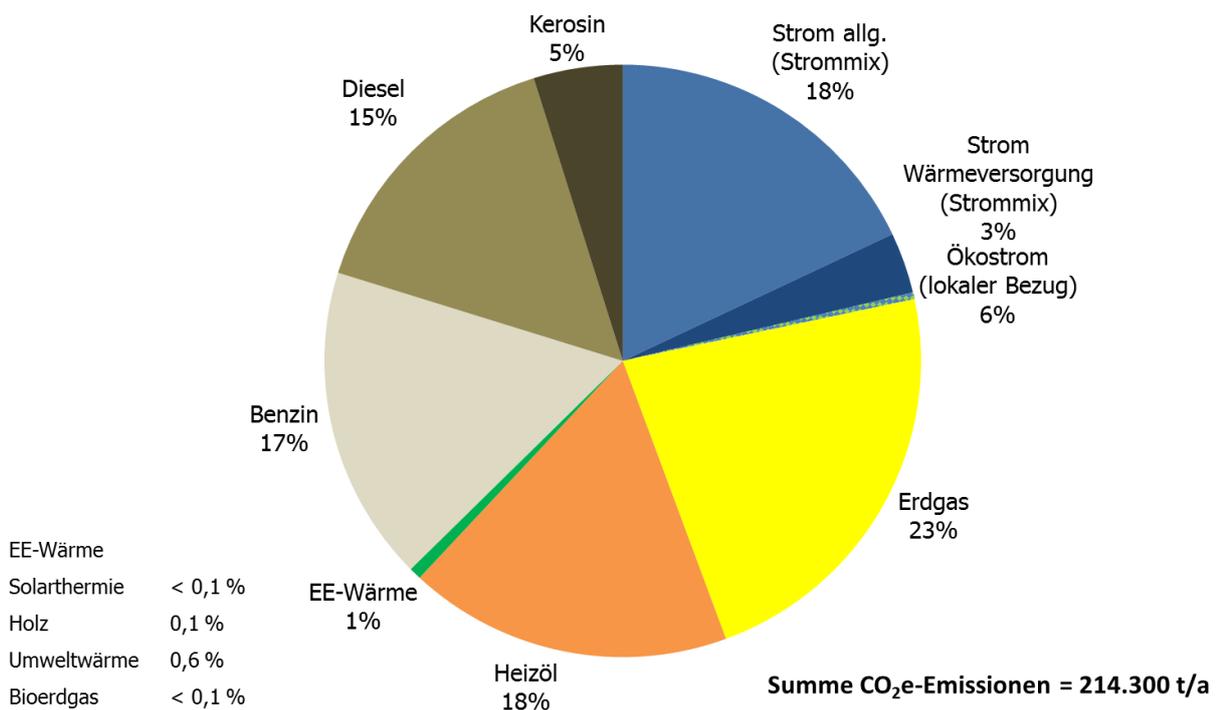


Abbildung 3-2 Verteilung CO₂e-Emissionen nach Energieträger in der Stadt Mörfelden-Walldorf

Die Energieverbräuche der jeweiligen Sektoren sind in Abbildung 3-3 dargestellt. Dabei wird nach dem Energieverbrauch in Form von elektrischem Strom, Energieverbrauch zur Wärmeerzeugung und Energieverbrauch für Kraftstoffe und Verkehrsbetrieb unterschieden. In der Kategorie „Wärme“ ist auch der Stromverbrauch zur Wärmeversorgung inbegriffen.

Den größten Anteil am Endenergieverbrauch haben die Sektoren Verkehr und Haushalte, deren Endenergieverbrauch fast gleichauf liegt. Während auf den Verkehrssektor 35,6 % des Endenergieverbrauchs in Mörfelden-Walldorf entfallen, beläuft sich der Energieverbrauchsanteil der privaten Haushalte auf 35,0 %. Der Wirtschaftssektor ist noch für 28 % des Endenergieverbrauchs in der Stadt verantwortlich. Einrichtungen der öffentlichen Verwaltung verursachen 1,3 % des Endenergieverbrauchs in Mörfelden-Walldorf.

Die Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien in Mörfelden-Walldorf beträgt insgesamt ca. 6.500 MWh/a und hat damit einen Anteil von fast 5 % am Stromverbrauch. Außerdem erzeugen Erdgas-BHKW rund 400 MWh/a Strom.

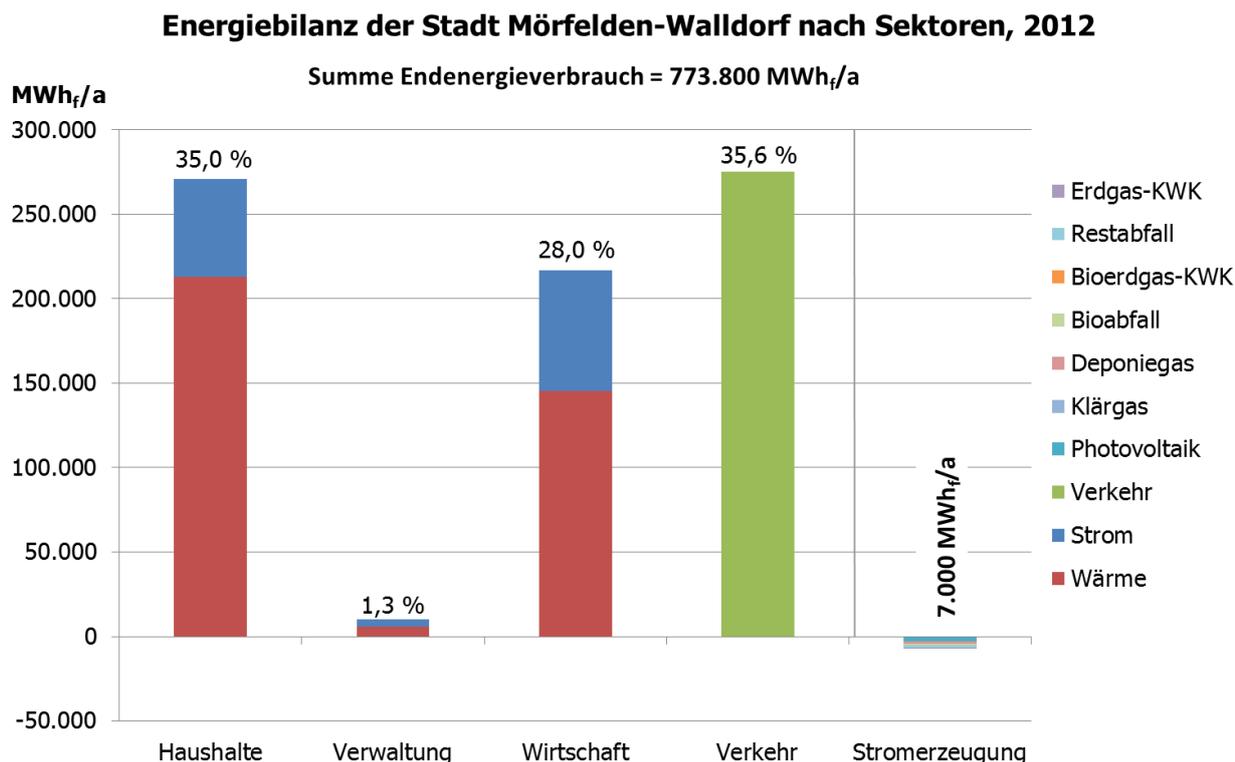


Abbildung 3-3 Verteilung des Endenergieverbrauchs 2012 nach Sektoren

Durch den Energieverbrauch aller Sektoren in Mörfelden-Walldorf werden CO₂e-Emissionen in Höhe von ca. 214.300 t/a verursacht. Darin ist enthalten, dass die regenerative Stromerzeugung in Mörfelden-Walldorf knapp 5.800 t/a CO₂e einsparen. CO₂e-Emissionen fallen auch bei der regenerativen Stromproduktion vor allem in der Vorkette (Bereitstellung von Rohstoffen, Transport etc.) an. Diese werden den CO₂e-Emissionen gegenübergestellt, die in fossilen Kondensationskraftwerken vermieden werden, sodass sich insgesamt eine Einsparung ergibt.

Den größten Anteil an den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen in Mörfelden Walldorf hat der Sektor Verkehr mit ca. 38 %. Mit ca. 33 % ist der Anteil der Haushalte an den CO₂e-Emissionen geringer als deren Anteil am Endenergieverbrauch. Hier spielt u. a. hinein, dass die im Verkehrssektor eingesetzten Kraftstoffe vergleichsweise hohe spezifische CO₂e-Emissionen je verbrauchter kWh aufweisen, und dass in den privaten Haushalten schon ein nennenswerter Anteil des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Quellen („Ökostrom“) bezogen wird. Der Wirtschaftssektor trägt zu ca. 28,5 % zu den CO₂e-Emissionen der Stadt bei, die städtischen Einrichtungen haben noch einen Anteil von ca. 0,7 %.

CO₂e-Bilanz der Stadt Mörfelden-Walldorf nach Sektoren, 2012

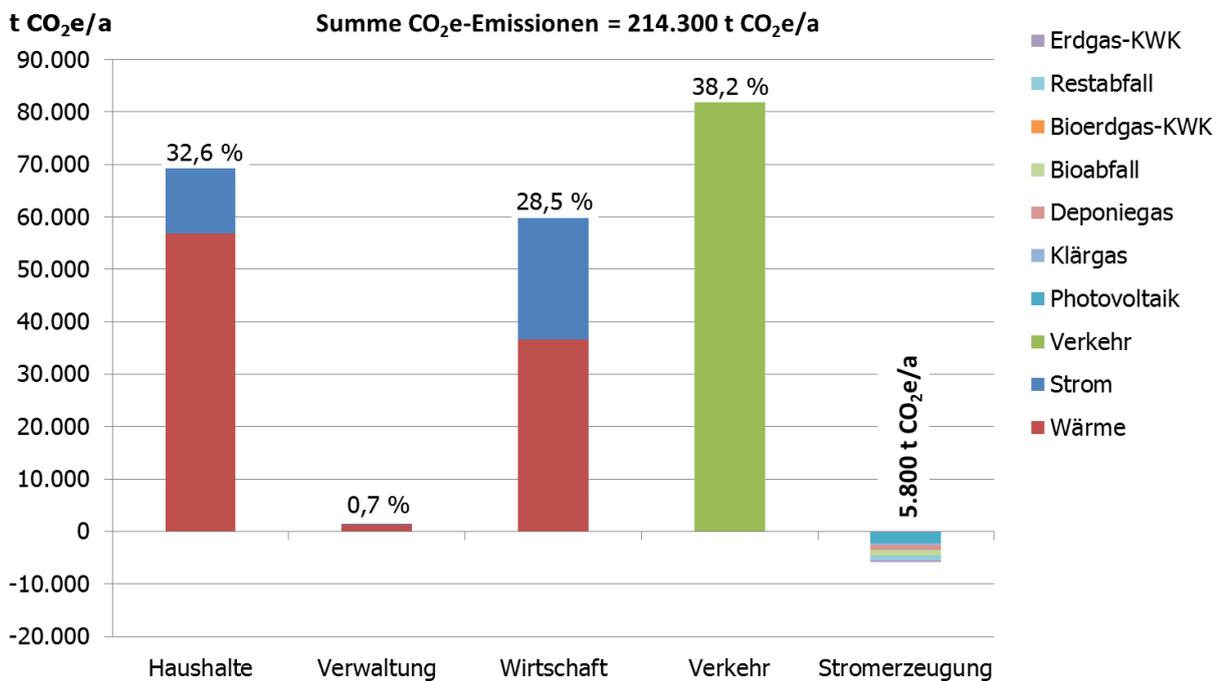


Abbildung 3-4 Verteilung der CO₂e-Emissionen 2012 nach Sektoren

3.3 Erneuerbare Energien in der Stadt Mörfelden-Walldorf

In der Stadt Mörfelden-Walldorf werden bereits erneuerbare Energien in der Wärme- und Stromversorgung eingesetzt.

Da der Fokus in dem Teilkonzept auf den erneuerbaren Energien liegt, wurden die aktuellsten Daten über die Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in Mörfelden-Walldorf herangezogen, obwohl in der Bilanz die übrigen Daten aus 2012 stammen.

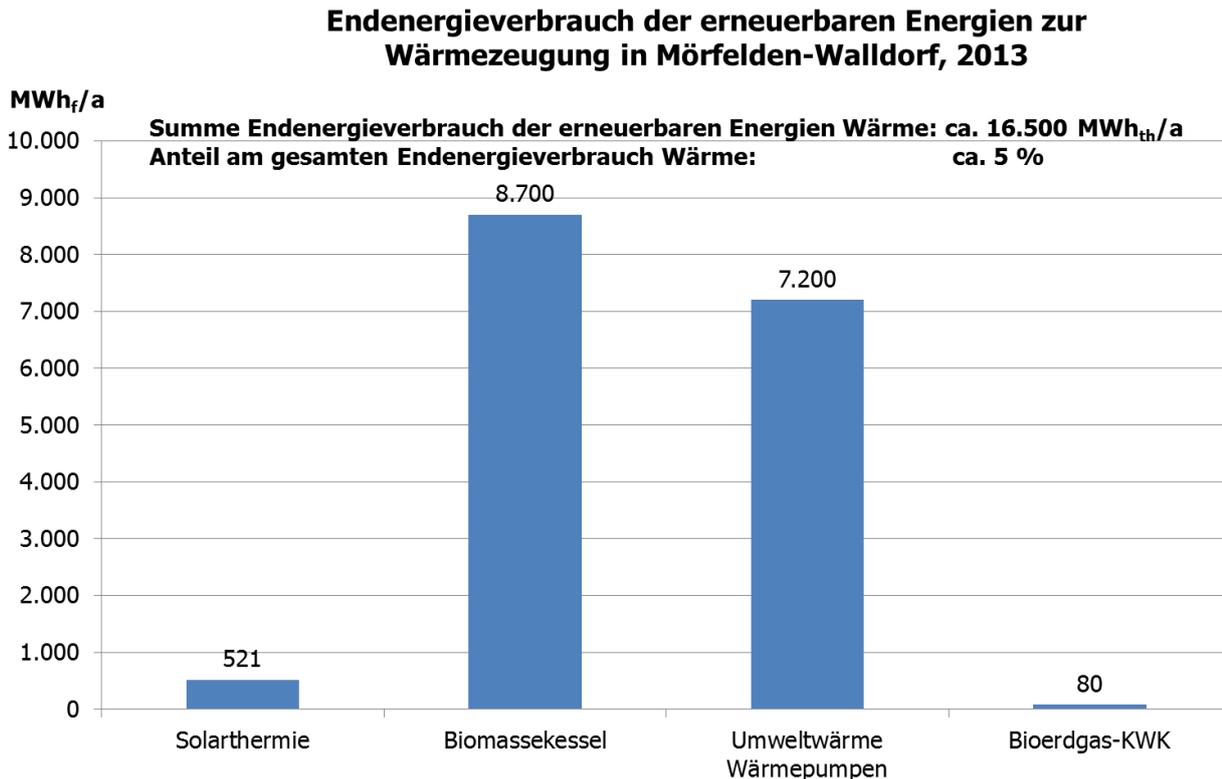


Abbildung 3-5 Endenergieverbrauch der erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung 2013

Erneuerbare Energien in der Wärmeversorgung werden nicht nur in den Stadtliegenschaften sondern auch in den privaten Haushalten und vereinzelt in der Wirtschaft eingesetzt. Hauptsächlich tragen Biomassekessel und Wärmepumpen zur regenerativen Wärmeversorgung bei.

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien Mörfelden-Walldorf, 2013

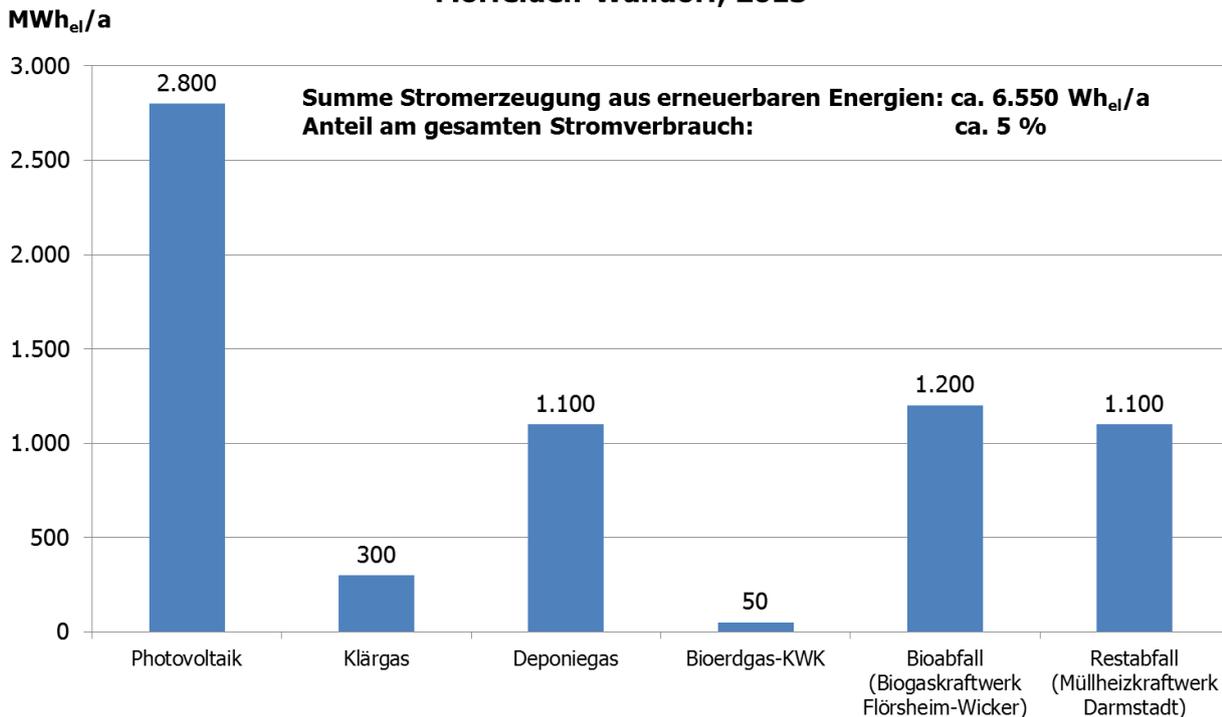


Abbildung 3-6 Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien 2013

In den Sektoren private Haushalte, öffentliche Einrichtungen und Wirtschaft wird anteilig Strom aus erneuerbaren Energien eingesetzt. Nach dem Verursacherprinzip wird nicht nur der in Mörfelden-Walldorf erzeugte Strom aus regenerativer Energien sondern beispielsweise auch die Strommenge, die dem im Müllheizkraftwerk Darmstadt verstromten Restabfall aus der Stadt zu zuordnen ist, berücksichtigt. Dies trifft auch auf dem in der Biogasanlage Flörsheim-Wicker verstromten Bioabfall der Stadt zu. Darüber hinaus bezieht die Stadt für ihre eigenen Liegenschaften Ökostrom, dessen Strommenge fast 1 % des Stromverbrauchs in Mörfelden-Walldorf entspricht. Von einem lokalen Stromversorger ist die Ökostrommenge in den Haushalten und Unternehmen der Stadt bekannt. Sie beträgt rund 32 % des Stromverbrauchs in der Stadt. Davon beziehen private Haushalte rund zwei Drittel und Geschäftskunden etwa ein Drittel. Unter Berücksichtigung des bilanziellen Anteils erneuerbarer Energien resultieren insgesamt fast 37 %.

Im deutschen Strommix beläuft sich 2013 der Anteil erneuerbarer Energien auf 24 % (Agentur für Erneuerbare Energien, 2014). Mit dem verbleibenden Strombezug aus dem Stromnetz werden bilanziell fast 55 % des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien in Mörfelden-Walldorf gedeckt.

3.4 Energie- und CO₂e-Bilanz der Verwaltung

Der Energieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen der Stadt Mörfelden-Walldorf beschränkt sich auf Erdgas und Strom sowie einen sehr geringen Teil Solarenergie. Solarthermie (Sonnenkollektoren) haben jedoch lediglich einen Anteil von ca. 0,08 % an der Energiebereitstellung. Der Großteil wird über Erdgas (ca. 59 %) bereitgestellt, gefolgt von Strom mit einem Anteil von ca. 40,9 %. Hier besteht somit vor allem in Liegenschaften mit Warmwasserbedarf noch deutliches Potenzial zum Ausbau der Solarthermienutzung.

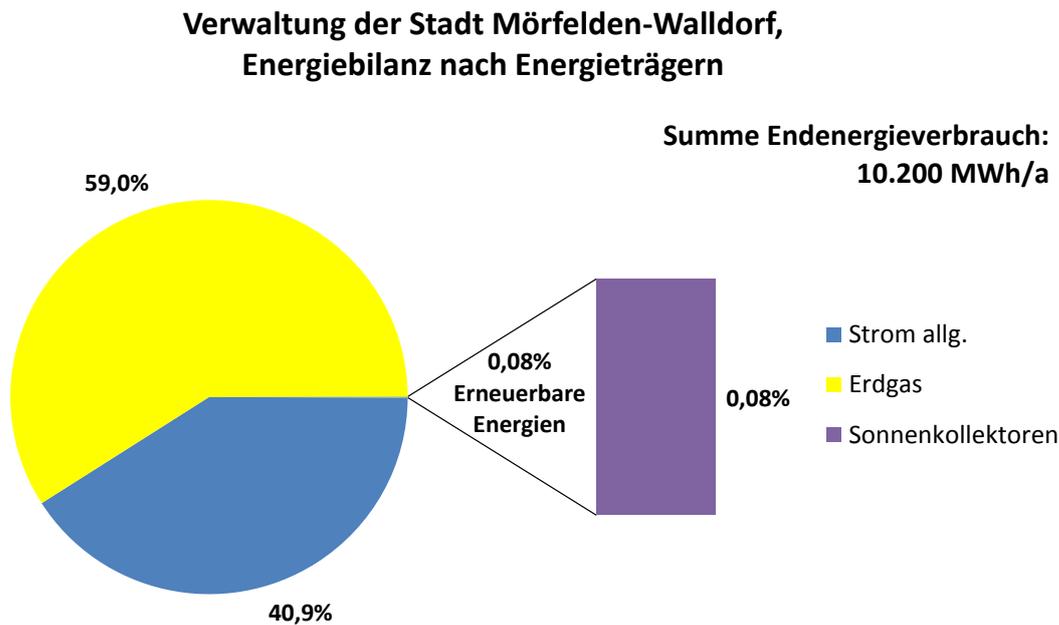


Abbildung 3-7 Energiebilanz der Verwaltung in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern

Die Stadt Mörfelden-Walldorf bezieht für ihre Liegenschaften bereits heute ausschließlich Ökostrom. Daher sind die stromverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen mit ca. 5,2 % der in diesem Sektor anfallenden Emissionen vergleichsweise gering. Etwa 94,8 % der CO₂e-Emissionen der öffentlichen Einrichtungen werden durch den Erdgasverbrauch verursacht. Auf die Nutzung der Solarenergie mittels Sonnenkollektoren sind noch ca. 0,01 % der durch den Energieverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen zurückzuführen.

Für ihre eigenen Liegenschaften bezieht die Stadt Mörfelden-Walldorf sogenanntes „klimaneutrales“ Erdgas, für welches der Erdgasversorger sich an Klimaschutzprojekten beteiligt, um es den Kunden als „klimaneutral“ anbieten zu können.

Verwaltung der Stadt Mörfelden-Walldorf, CO₂e-Bilanz nach Energieträgern

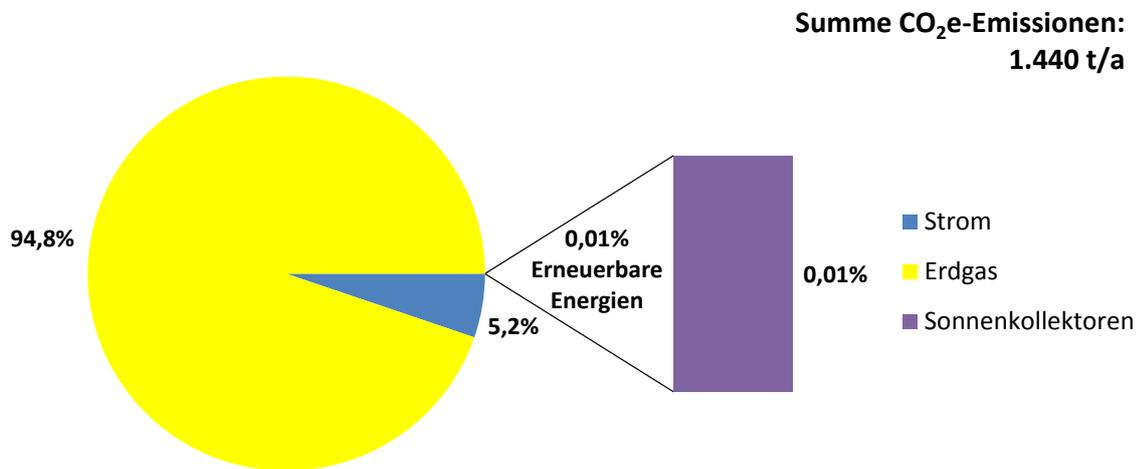


Abbildung 3-8 CO₂e-Bilanz der Verwaltung in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs der Verwaltungseinrichtungen und der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen entsprechend der eingesetzten Energieträger ist in Tabelle 3-3 dargestellt. Insgesamt beträgt der Endenergieverbrauch der öffentlichen Einrichtungen ca. 10.200 MWh_f/a; die dadurch verursachten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf rund 1.440 t/a.

Tabelle 3-3 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Verwaltung der Stadt Mörfelden-Walldorf

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Strom allg.	4.200	80
Erdgas	6.000	1.370
Sonnenkollektoren	<100	<10
Summe	10.200	1.440

(Zahlen gerundet)

3.5 Energie- und CO₂e-Bilanz der Haushalte

Die privaten Haushalte sind von allen untersuchten Sektoren die Nutzungsgruppe, bei der der größte Anteil regenerative Energien zur Wärmeerzeugung zum Einsatz kommt. Immerhin 6 % des Energieverbrauchs gehen auf die Nutzung erneuerbarer Energien zurück, dabei vor allem auf Holz und Umweltwärme. Holz hat einen Anteil von ca. 3,2 % am Endenergieverbrauch der Haushalte, die Nutzung von Umweltwärme in Wärmepumpen ca. 2,6 % und Solarthermie (Sonnenkollektoren) immerhin noch 0,2 %.

Den größten Anteil am Energieverbrauch haben jedoch die fossilen Energieträger Erdgas (ca. 36,9 %) und Heizöl (ca. 29,5 %) sowie Strom mit insgesamt ca. 27,6 %. Etwa 21,5 % des Energieverbrauchs sind auf elektrischen Strom für allgemeine Anwendungen zurückzuführen und ca. 6,1 % auf Strom zur Wärmeversorgung (Speicherheizungen und Wärmepumpen).

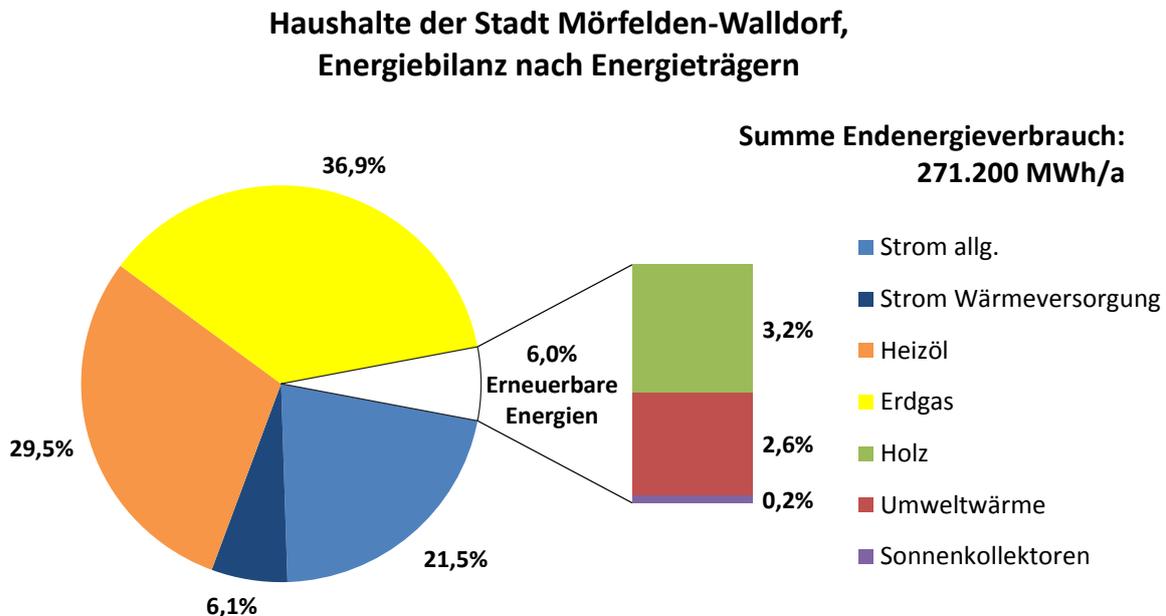


Abbildung 3-9 Energiebilanz der Haushalte in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern

Während die erneuerbaren Energien einen Anteil von ca. 6 % am Endenergieverbrauch der Haushalte haben, beträgt ihr Anteil an den energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen aufgrund ihres vergleichsweise niedrigen spezifischen CO₂e-Kennwerts nur etwa 2 % (s. Abbildung 3-10). Da zur Umweltwärmenutzung in Wärmepumpen auch Strom eingesetzt werden muss (ca. im Verhältnis 1:3), ist der Anteil der durch Umweltwärmenutzung entstehenden Emissionen (ca. 1,6 %) höher als der Anteil der durch Holznutzung frei werdenden CO₂e-Emissionen (ca. 0,3 %), obwohl Holz einen höheren Anteil an der Energiebereitstellung hat.

Mit insgesamt rund 28,8 % ist der Großteil der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen der Haushalte auf den Stromverbrauch zurückzuführen. Ungefähr 18,6 % sind dem allgemeinen Stromverbrauch zuzuschreiben, ca. 10,2 % dem Stromverbrauch zur Wärmeversorgung. Ca. 50 % des in den Haushalten genutzten Allgmeinstroms stammen aus erneuerbaren Energien (rund 20 % des Stromverbrauchs in Mörfelden-Walldorf insgesamt sind Ökostrombezug privater Haushalte), so dass die durchschnittlichen CO₂e-Emissionen je kWh Strom für allg. Anwendungen geringer sind als die Emissionen je „konventioneller“ kWh Strom für Wärmebereitstellung. Da zur Wärmebereitstellung in Speicherheizungen nur selten Ökostrom zum Einsatz kommt, wurde davon

ausgegangen, dass dieser Anteil über den üblichen Strommix bereitgestellt wird, welcher mit höheren spezifischen CO₂e-Emissionen je kWh einhergeht. Der Verbrauch von Heizöl ist für ca. 36,7 % der CO₂e-Emissionen verantwortlich, der Erdgasverbrauch für ca. 32,6 %.

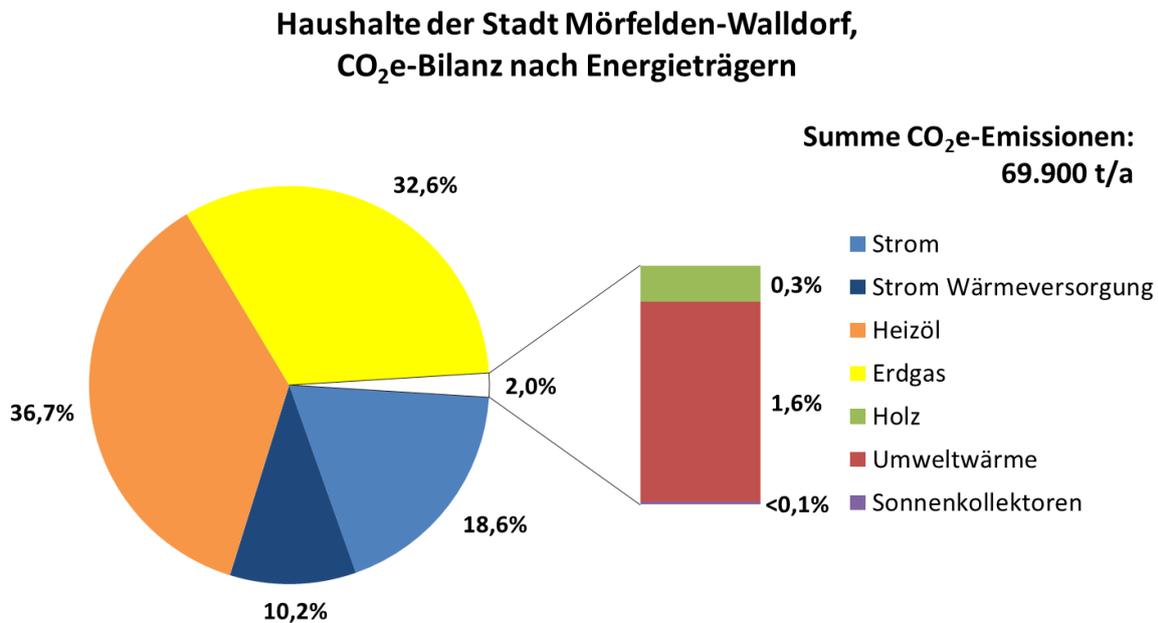


Abbildung 3-10 CO₂e-Bilanz der Haushalte in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs der privaten Haushalte und der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen entsprechend der eingesetzten Energieträger ist in Tabelle 3-4 dargestellt. Der Endenergieverbrauch der privaten Haushalte in Mörfelden-Walldorf beläuft sich auf insgesamt rund 271.200 MWh_f/a und verursacht CO₂e-Emissionen in Höhe von ca. 69.900 t/a.

Tabelle 3-4 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Haushalte der Stadt Mörfelden-Walldorf

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Strom allg.	58.300	13.000
Strom Wärmeversorgung	16.700	7.100
Heizöl	80.000	25.600
Erdgas	100	22.800
Holz	8.700	200
Umweltwärme	7.000	1.100
Sonnenkollektoren	500	<100
Summe	271.200	69.900

(Zahlen gerundet)

3.6 Energie- und CO₂e-Bilanz der Wirtschaft

Bei den Wirtschaftsunternehmen in Mörfelden-Walldorf ist der Anteil des aus regenerativen Energien bezogenen Endenergieverbrauchs vor allem in Anbetracht der Höhe des Endenergieverbrauchs mit nur ca. 0,14 % verschwindend gering. Die Nutzung von Umweltwärme macht dabei mit ca. 0,09 % noch den größten Anteil aus, gefolgt von Bioerdgas mit ca. 0,04 % und Sonnenkollektoren mit ca. 0,01 %. Hier besteht somit, analog zu den Verwaltungseinrichtungen, noch ein immenses Ausbaupotenzial.

Fast die Hälfte des Endenergieverbrauchs der Wirtschaftsunternehmen ist auf den Erdgasverbrauch zurückzuführen (ca. 49,7 %), gefolgt von dem Stromverbrauch mit ca. 32,9 % und dem Heizölverbrauch mit ca. 17,3 % (s. Abbildung 3-11).

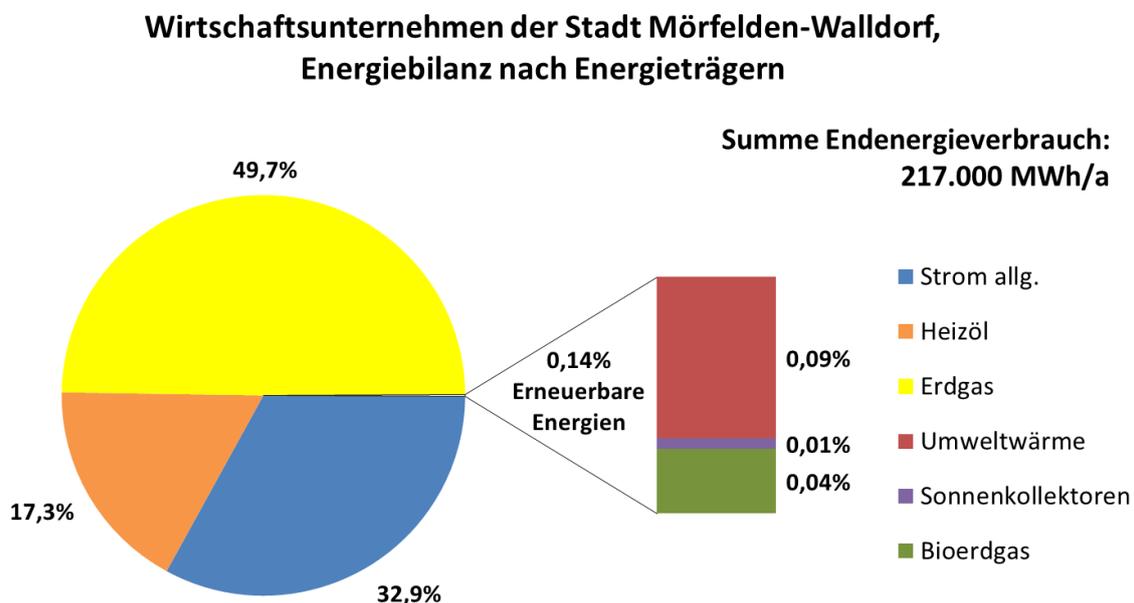


Abbildung 3-11 Energiebilanz der Wirtschaft in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern

Die mörfelden-walldorfer Wirtschaftsunternehmen decken bereits knapp 15 % ihres Strombedarfs über Ökostrom ab (ca. 10 % des gesamten Strombezugs in Mörfelden-Walldorf sind auf Ökostrom-Bezug der Wirtschaftsunternehmen zurückzuführen), so dass sich dieser Ökostrom-Anteil positiv auf die stromverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen auswirkt. Hinzu kommt, dass der Strommix im Stromnetz bereits Strom aus erneuerbaren Energien beinhaltet. Dennoch macht der Stromverbrauch mit ca. 40,1 % den mit Abstand größten Anteil der energieverbrauchsbedingten CO₂e-Emissionen der Wirtschaft aus. Auf den Erdgasverbrauch sind ca. 40,2 % der CO₂e-Emissionen zurückzuführen, auf den Heizölverbrauch noch ca. 19,6 %.

Die durch die Nutzung von erneuerbaren Energien verursachten CO₂e-Emissionen belaufen sich auf insgesamt ca. 0,08 % der CO₂e-Emissionen, wovon die Umweltwärmeeinnutzung in Wärmepumpen noch den größten Anteil hat (ca. 0,07 %); auf die Bioerd-

gasnutzung gehen etwa 0,01 % der Emissionen zurück, die Solarenergienutzung in Sonnenkollektoren ist mit ca. 0,005 % nicht nennenswert.

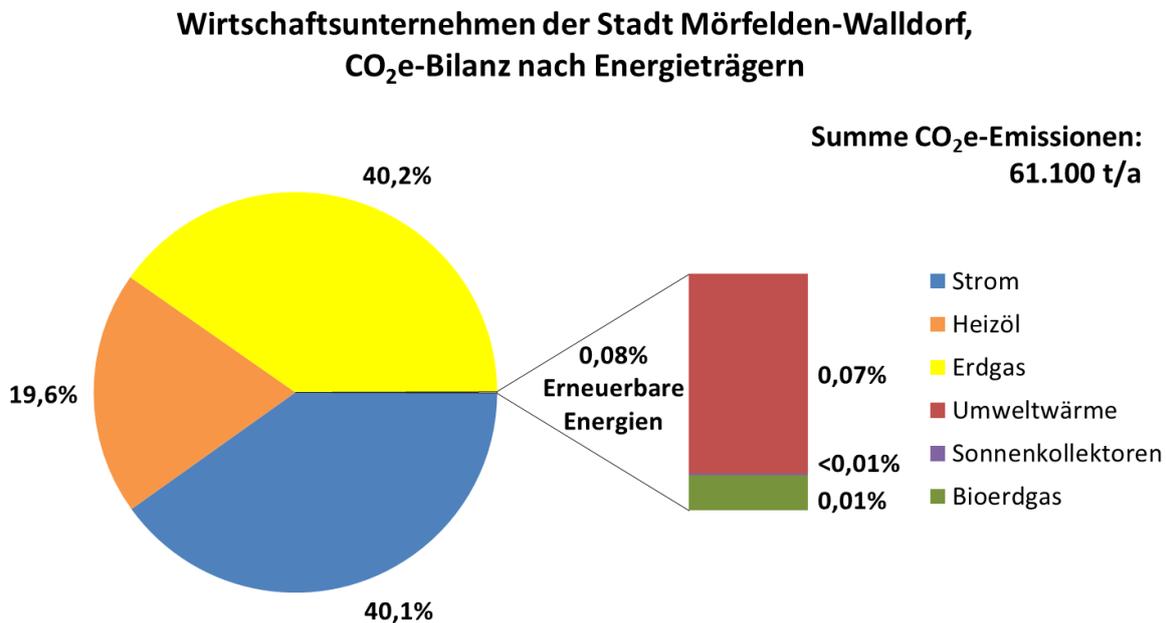


Abbildung 3-12 CO₂e-Bilanz der Wirtschaft in Mörfelden-Walldorf 2012 nach Energieträgern

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs des Wirtschaftssektors und dessen energieverbrauchsbedingter CO₂e-Emissionen entsprechend der eingesetzten Energieträger ist in Tabelle 3-5 dargestellt. Insgesamt beläuft sich der Endenergieverbrauch auf rund 217.000 MWh/a, die durch den Energieverbrauch verursachten CO₂e-Emissionen betragen 61.100 t/a.

Tabelle 3-5 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Wirtschaft der Stadt Mörfelden-Walldorf

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Strom allg.	71.400	28.900
Heizöl	37.500	12.000
Erdgas	107.800	24.600
Umweltwärme	200	<100
Sonnenkollektoren	<100	<100
Biogase	<100	<100
Summe	217.000	65.500

(Zahlen gerundet)

3.7 Energie- und CO₂e-Bilanz des Verkehrssektors

Im Verkehrssektor werden keine erneuerbaren Energien eingesetzt, bzw. ist hierzu nichts bekannt, so dass keine separate grafische Darstellung der Bilanzierung im Verkehrssektor erfolgt.

Die Angabe zum Einsatz der fossilen Energieträger im Verkehrssektor und die durch deren Einsatz verursachten CO₂e-Emissionen sind nachfolgend in Tabelle 3-6 dargestellt.

Tabelle 3-6 Energie- und CO₂e-Emissionsbilanz, Verkehrssektor der Stadt Mörfelden-Walldorf

Energieträger	Endenergieverbrauch MWh_f/a	CO₂e-Emissionen t/a
Strom allg.	4.100	2.100
Benzin	122.100	36.900
Diesel	112.900	32.900
Kerosin	36.400	10.300
Summe	275.400	82.200

3.8 Kostenbilanz

Für die Hauptenergieträger Erdgas, Heizöl und elektrischer Strom beliefen sich die Energiekosten in der Stadt Mörfelden-Walldorf im Jahr 2012 auf rund 56 Mio. € (s. Abbildung 3-13). Der Großteil der aufgewendeten Kosten ist dem Stromverbrauch zuzuschreiben, welcher mit etwa 34 Mio. € fast zwei Drittel der Kosten verursacht.

**Aufwendungen für Hauptenergieträger
in der Stadt Mörfelden-Walldorf, 2012**

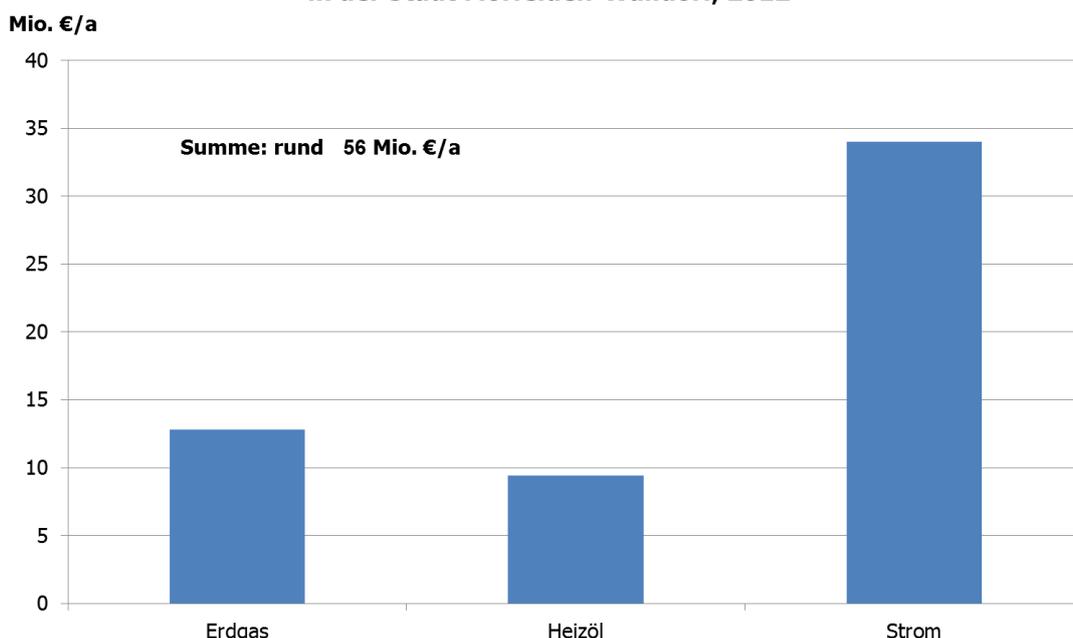


Abbildung 3-13 Jahresenergiekosten der wichtigsten Energieträger in Mörfelden-Walldorf 2012

4 Potenzialanalyse zu erneuerbaren Energien

Welche Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Stadt Mörfelden-Walldorf bestehen, wird im Folgenden analysiert.

4.1 Windenergie

Inwiefern die Windenergie für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Mörfelden-Walldorf relevant ist, wird hier dargestellt.

4.1.1 Ist-Situation Windenergie

Im Stadtgebiet Mörfelden-Walldorf befindet sich keine Windkraftanlage, die Strom ins öffentliche Netz einspeist. Es gibt zwar eine Kleinwindkraftanlage auf einem Gewerbebetrieb in der Benzstraße in Mörfelden, jedoch liegen zu dieser keinerlei Daten vor. Die Leistung ist sicherlich kleiner 5 kW_{el}. Die Stromerzeugung der Kleinwindkraftanlage ist in der Energie- und CO₂e-Bilanz vernachlässigbar. Sie liegt deutlich unter 0,1 % des Stromverbrauchs in der Stadt Mörfelden-Walldorf. Der erzeugte Strom wird direkt vor Ort verbraucht und nicht ins Stromnetz eingespeist.

4.1.2 Potenzialanalyse Windenergie

Rahmenbedingungen

Windkraftanlagen im Außenbereich sind nach § 35 Baugesetzbuch als privilegierte Bauvorhaben im Außenbereich zulässig. Eine Steuerung der Errichtung von Windkraftanlagen ist auf kommunaler und regionaler Ebene über die Ausweisung von Vorrangflächen in Bauleit- bzw. Regionalplänen möglich.

Für die Bauleitplanung, Flächennutzungsplan und Bebauungsplan, ist die Gemeinde zuständig. Regionalpläne werden von der Regionalplanung, hier die Regionalversammlung Südhessen, erstellt. Vorgaben liefert das von der obersten Planungsbehörde (Ministerien) erstellte Landesentwicklungsprogramm.

Der Regionalplan/Regionale Flächennutzungsplan für Südhessen, Teilplan erneuerbare Energien ist in Überarbeitung. Berücksichtigt wird bei der Potenzialanalyse der Entwurf zum Stand vom 13.12.2013.

Im Gebiet der Stadt Mörfelden-Walldorf sind keine Vorrang- oder Eignungsgebiete ausgewiesen, siehe Abbildung 4-1.

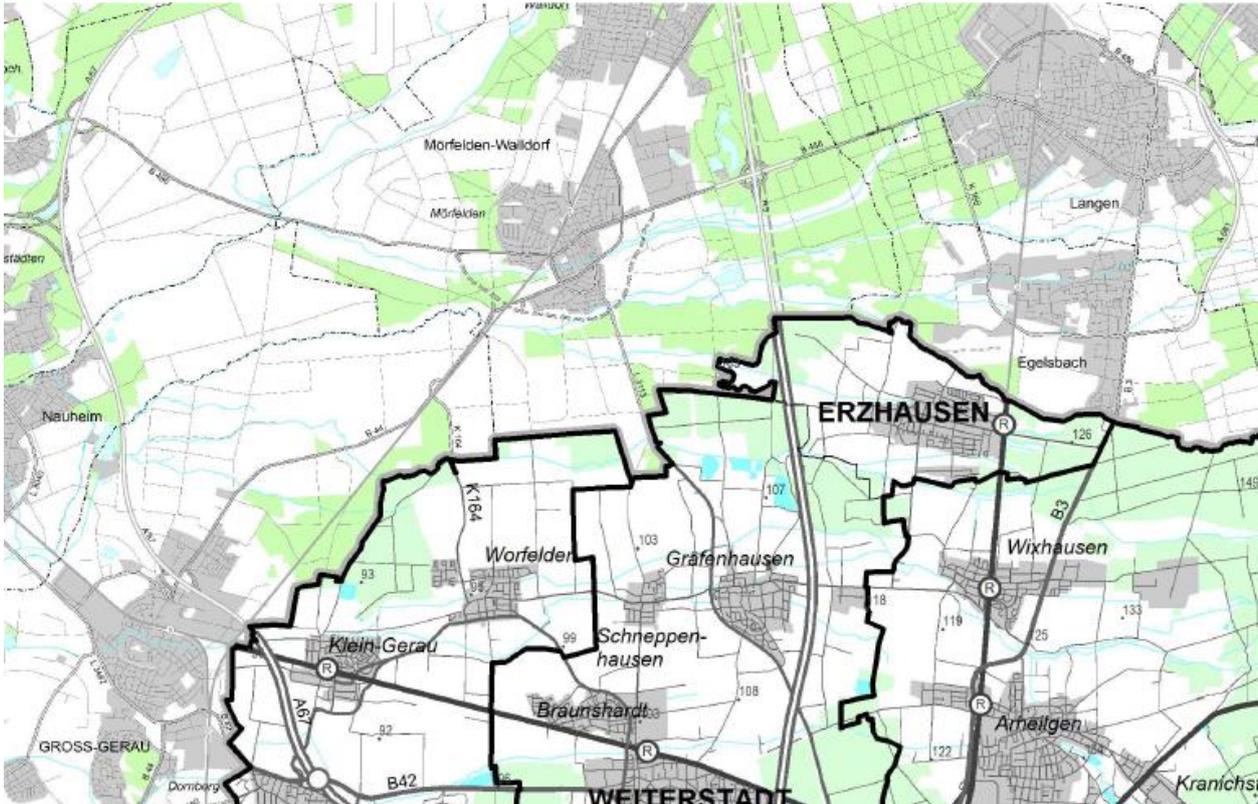


Abbildung 4-1 Auszug Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien, Regionalplan Südhessen, Entwurf 2013 (Regierungspräsidium Darmstadt, 2013)

Insbesondere die geringe Windhöffigkeit von weniger als 5,75 m/s im Jahresmittel auf 140 m Höhe, aber auch die Nähe zum Flughafen Frankfurt lassen aus technisch und wirtschaftlicher Sicht kaum eine sinnvolle Windkraftnutzung zu. Ein Potenzial kann daher nicht ausgewiesen werden.

Kleinwindkraftanlagen sind kein bedeutendes Ausbaupotenzial zuzuweisen. Errichtung und Betrieb der Anlagen ist in der Regel unwirtschaftlich und die Förderbedingungen auf Bundes- und Landesebene sind unzureichend, um eine Wirtschaftlichkeit darstellen zu können. Daher ist ein massenhafter Zubau, ähnlich der Photovoltaik, nicht zu erwarten.

Die BürgerEnergieRheinMain eG (BERM eG) hat sich mit einem kleinen Anteil an einer Windenergieanlage einer anderen Genossenschaft mit dem Ziel beteiligt, erste Erfahrung zu sammeln und zukünftig eigene Bürgerwindprojekte an guten Windenergiestandorten in der Region anzugehen.

4.1.3 Ausbauszenario Windenergie

Da kein Ausbaupotenzial auszuweisen ist, wird die Windenergie in den Ausbauszenarien nicht berücksichtigt.

4.2 Solarenergie

In diesem Abschnitt wird das Potenzial für die Nutzung der Solarenergie ermittelt sowie das bereits genutzte und das Ausbaupotenzial dargestellt.

Hierfür werden Anlagen zur Stromerzeugung (Photovoltaik) und Anlagen zur Wärmeerzeugung (Solarthermie) betrachtet.

Im Bereich der Photovoltaik werden sowohl Dachanlagen als auch Freiflächenanlagen berücksichtigt. Für solarthermische Anlagen werden nur Potenziale für dachgebundene Anlagen berücksichtigt.

Insbesondere bei Wohngebäuden entsteht eine Nutzungskonkurrenz, da hier Photovoltaik- sowie Solarthermieanlagen installiert werden können.

4.2.1 Bestandsanlagen Solarthermie

Die Erfassung der bestehenden solarthermischen Anlagen erfolgt durch Auswertung der Datenbank der Bundesanstalt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAfA), die das sogenannte Marktanreizprogramm (MAP) betreut, ein Förderprogramm für den Einsatz erneuerbarer Energien zur Wärmeerzeugung. Solarthermische Anlagen, die ohne einen Zuschuss aus diesem Programm errichtet wurden, sind daher nicht erfasst. Die Anzahl dieser Anlagen ist allerdings als gering einzuschätzen.

Zum 31.12.2013 waren in der Stadt Mörfelden-Walldorf 177 Solarthermieanlagen mit insgesamt 1.376 m² Kollektorfläche installiert. Die durchschnittliche Kollektorfläche pro Anlage liegt bei rund 7,8 m².

Es wird angenommen, dass der durchschnittliche nutzbare Solarertrag bei 350 kWh_{th}/(m² a) liegt. Die mit solarthermischen Anlagen in Mörfelden-Walldorf erzeugte und genutzte Wärmemenge kann somit auf rund 480 MWh_{th}/a geschätzt werden. Das entspricht einem Anteil von unter 1 % am Wärmeverbrauch in der Stadt Mörfelden-Walldorf.

4.2.2 Potenzialanalyse Solarthermie

Solarthermische Anlagen werden fast ausschließlich auf Wohngebäuden installiert, in Ausnahmefällen auf öffentlichen Gebäuden mit entsprechendem Warmwasserbedarf (Turnhallen, Sporthome) oder Betrieben mit Prozesswärmebedarf, für dessen Sonder-

fall eine solarthermische Anlage in Betracht kommt. Bei der Potenzialermittlung werden daher ausschließlich Wohngebäude betrachtet. Solarthermische Anlagen sind auf den Wärmebedarf oder den Warmwasserbedarf des Gebäudes ausgelegt. Die benötigte Fläche ist dadurch begrenzt. In der Stadt beträgt die durchschnittliche Kollektorfläche einer solarthermischen Anlage ca. 8,4 m². Der größere Teil der solarthermischen Anlagen wird nur zur Warmwasserbereitung genutzt, ein geringerer Teil unterstützt die Heizung bei der Heizwärmebereitstellung. Es ist zu erwarten, dass dieser Anteil zunimmt, da mit steigenden Energiepreisen auch die Heizungsunterstützung wirtschaftlich interessanter wird und durch Bundesförderprogramme nur noch solarthermische Anlagen gefördert werden, die für die Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung eingesetzt werden.

Daher wird für die Ermittlung des technischen Potenzials eine durchschnittliche Größe einer solarthermischen Anlage von 10 m² Kollektorfläche angenommen. Der Ertrag pro Kollektorfläche kann mit 350 kWh_{th}/(m²a) abgeschätzt werden.

Bei der Potenzialanalyse erhält die Installation einer solarthermischen Anlage Vorrang vor einer Photovoltaikanlage. Die hierbei verbrauchte Dachfläche wird bei der Potenzialbetrachtung für Photovoltaik-Dachanlagen abgezogen. Die Einsparung von vor allem fossil erzeugter Wärmeenergie hat im Wohngebäudebereich eine vorrangige Bedeutung.

So wird bei der Potenzialbetrachtung davon ausgegangen, dass auf jeder geeigneten Dachfläche eines Wohngebäudes, die mindestens 50 m² groß ist, eine solarthermische Anlage errichtet wird. Geeignet sind alle Dachflächen mit einer Ausrichtung nach Süden bis hin zu Abweichungen zur Südausrichtung von +/- 90°.

Nachfolgende Tabelle stellt das technische Solarthermie-Potenzial dar, unter Angabe der Anzahl der Gebäude, der zur Verfügung stehenden geeigneten Dachfläche, der Kollektorfläche, den Solarwärmeerträgen und der damit ersetzbaren Wärmemenge.

Tabelle 4-1 Ausbaupotenzial Solarthermie

Berücksichtigte Gebäudeanzahl	Kollektorfläche	Gesamtpotenzial	Anteil am Wärmeverbrauch	Genutztes Potenzial	Ausbaupotenzial
Stück	m ²	MWh _{th} /a	%	MWh _{th} /a	MWh _{th} /a
8.150	80.000	28.000	8	480	27.520

Das Potenzial zur Wärmeerzeugung mit solarthermischen Anlagen beläuft sich im Untersuchungsgebiet auf rund 28.000 MWh_f/a, was etwa 13 % des Wärmeverbrauchs der privaten Haushalte entspricht. Bisher werden rund 480 MWh_f/a, ca. 2 % des Potenzials, genutzt.

4.2.3 Ausbauszenarien Solarthermie

Im Trendszenario wird angenommen, dass der durchschnittliche Zubau der Jahre 2008 bis 2013 auch von 2013 bis 2020 beibehalten wird.

Der durchschnittliche Zubau der Kollektorfläche beträgt etwa 114 m²/a.

Demnach wird bis einschließlich 2020 eine Gesamtkollektorfläche von knapp 2.100 m² in Mörfelden-Walldorf installiert sein. Damit könnten rund 760 MWh_{th}/a nutzbare Wärme erzeugt werden, was rund 0,2 % des Wärmeverbrauchs in Mörfelden-Walldorf entspricht. Bis 2030 erhöht sich der Anteil der auf rund 0,3 % des Wärmeverbrauchs.

Das Klimaschutzszenario mit einem verstärkten Ausbau orientiert sich an der Leitstudie zum Ausbau der erneuerbaren Energien des Bundesumweltministeriums (DLR, 2012). Angelehnt an der bundesweiten Entwicklung wird ausgehend vom Bestand der Ausbau hochgerechnet. Bis einschließlich 2020 könnten rund 4.500 m² Gesamtkollektorfläche etwa 1.600 MWh_{th}/a nutzbare Wärme bereitstellen, was ca. 0,4 % des heutigen Wärmeverbrauchs in Mörfelden-Walldorf entspricht. Bis 2030 könnte er sich auf ungefähr 0,9 % erhöhen.

Tabelle 4-2 Ausbauszenarien der Solarthermie

Mörfelden-Walldorf		Trend		Klimaschutz	
		2020	2030	2020	2030
Kollektorfläche	m ²	2.100	3.300	4.500	8.800
Ertrag	MWh _{th} /a	760	1.160	1.600	3.100
Anteil am Wärmeverbrauch 2012	%	0,2	0,3	0,4	0,9

Spezifischer Ertrag: 350 kWh/(m²a)

4.2.4 Bestandsanlagen Photovoltaik

Zum 31.12.2013 waren in der Stadt Mörfelden-Walldorf 260 Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von insgesamt 3.666 kW_{p_{el}} installiert. Die Anlagen erzeugen im Mittel rund 2.800 MWh_{el}/a. Dies entspricht einem Anteil von ca. 2 % des Stromverbrauchs (ohne den Heizstrom) in der Stadt Mörfelden-Walldorf.

Sowohl auf einigen städtischen Liegenschaften als auch auf anderen öffentlichen Gebäuden (z. B. Schulen und Vereinsgebäude) sind insgesamt etwa 810 kW_p installiert. Der Ertrag aus diesen Anlagen liegt bei ca. 700 MWh_{el}/a.

4.2.5 Potenzialanalyse Photovoltaik-Dachanlagen

Das technische Potenzial umfasst die Dachflächen, die aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung für die Errichtung von Photovoltaik-Dachanlagen geeignet sind. Bei der Ermitt-

lung der Solarstrom-Erzeugungspotenziale auf Dachflächen wird zwischen Dachflächen auf Wohngebäuden, öffentlichen Gebäuden und gewerblichen Gebäuden unterschieden. Bei Wohngebäuden und teilweise bei öffentlichen Gebäuden sind Satteldächer vorzufinden. Es wird eine durchschnittliche Neigung von 35° angenommen. Bei gewerblich genutzten Gebäuden wird ein durchschnittlicher Neigungswinkel von 25° angenommen. Satteldächer werden hinsichtlich Ihrer Eignung bewertet und eingeteilt. Bewertungskriterium ist der Azimutwinkel. Er beschreibt die Ausrichtung nach Süden. Ein Azimutwinkel von 0° bedeutet, dass die Dachfläche genau nach Süden ausgerichtet ist. Die solare Einstrahlung ist in diesem Fall über das gesamte Jahr betrachtet am höchsten und damit auch der Solarstromertrag. Abweichungen vom Azimutwinkel von 0° führen zu geringerer solarer Einstrahlung und geringerem Solarstromertrag.

Bei gewerblichen Gebäuden und zum Teil bei öffentlichen Gebäuden sind Flachdächer dominierend. Flachdächer sind in der Regel für die Errichtung von PV-Anlagen geeignet. Die PV-Module werden dort idealerweise nach Süden auf eine Neigung von bis zu 30° aufgeständert. Aspekte der Dachstatik und der Dachdichtigkeit sind dabei besonders genau zu beachten.

Die Dächer werden folgendermaßen unterteilt:

Tabelle 4-3 Einteilung der Dachflächen nach Eignung

Dachart	Azimutwinkel	Spezifischer Solarstromertrag kWh/kW_p	Flächenbedarf pro installierte Leistung m²/kW_{p_{el}}
Satteldach	0 - 90	900	8
Flachdach	0	950	25

Dachflächen mit einem Azimutwinkel von mehr als 90° sind für die Photovoltaik-Nutzung nicht geeignet, da bei zu stark nördlicher Ausrichtung die Solarerträge zu gering sind.

Unter Anwendung eines Geoinformationssystems konnten die Bruttogrundflächen der Gebäude und darauf basierend die Dachflächen, die für die Photovoltaik-Nutzung geeignet sind, ermittelt werden.

Über den Faktor Dachneigung wird berücksichtigt, dass die Satteldachflächen aufgrund der Neigung größer sind als die reine Bruttogrundfläche.

Des Weiteren wird berücksichtigt, dass Teile der Dachflächen bei der Belegung mit PV-Modulen freizuhalten sind, z.B. aufgrund von Schornsteinen, Dachflächenfenstern, Randabständen oder sonstigen Verschattungsflächen. Hierzu werden pauschal 20 % von den Dachflächen der Wohngebäude und kommunalen Gebäuden sowie 35 % von den Dachflächen der Gewerbe-/Industriebetrieben abgezogen.

Kristalline PV-Module haben einen leistungsbezogenen Flächenbedarf von rund 8 m²/kW_{p_{el}}. Auf Flachdächern ist der Flächenbedarf aufgrund der Aufständigung und dadurch notwendigen Abstände zwischen den Modulreihen höher und wird mit 25 m²/kW_{p_{el}} angenommen.

Es wird nicht bewertet, dass einige Dachflächen momentan aufgrund des Zustands der Dacheindeckung nicht geeignet sind, da sie innerhalb der nächsten Jahre wieder ertüchtigt werden. Wenige Dächer sind möglicherweise aus statischen Gründen nicht geeignet. Das kann in diesem Rahmen nicht ermittelt werden und bleibt unberücksichtigt. Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Ergebnisse der Potenzialanalyse für Photovoltaik-Dachanlagen.

Tabelle 4-4: Potenziale unterschiedlicher Gebäudearten

		GHDI	Öffentliche Gebäude *	Wohngebäude	SUMME
Berücksichtigte Gebäude	Stk.	683	221	8.150	9.054
Berücksichtigte Gebäudegrundfläche	m ²	366.500	73.500	922.000	1.362.000
Nutzbare Dachfläche	m ²	207.300	47.600	392.000	646.900
Stromerzeugungspotenzial	MWh _{el} /a	10.700	3.100	43.000	56.800
Genutztes Potenzial, ca.	MWh _{el} /a	900	700	1.200	2.800
Ausbaupotenzial, ca.	MWh _{el} /a	9.800	2.900	42.300	54.000

* In den öffentlichen Gebäuden sind nicht nur die Stadtliegenschaften sondern auch andere Gebäude in öffentlicher Trägerschaft aus den georeferenzierten Daten berücksichtigt.

Potenzialanalyse Photovoltaik in Mörfelden-Walldorf

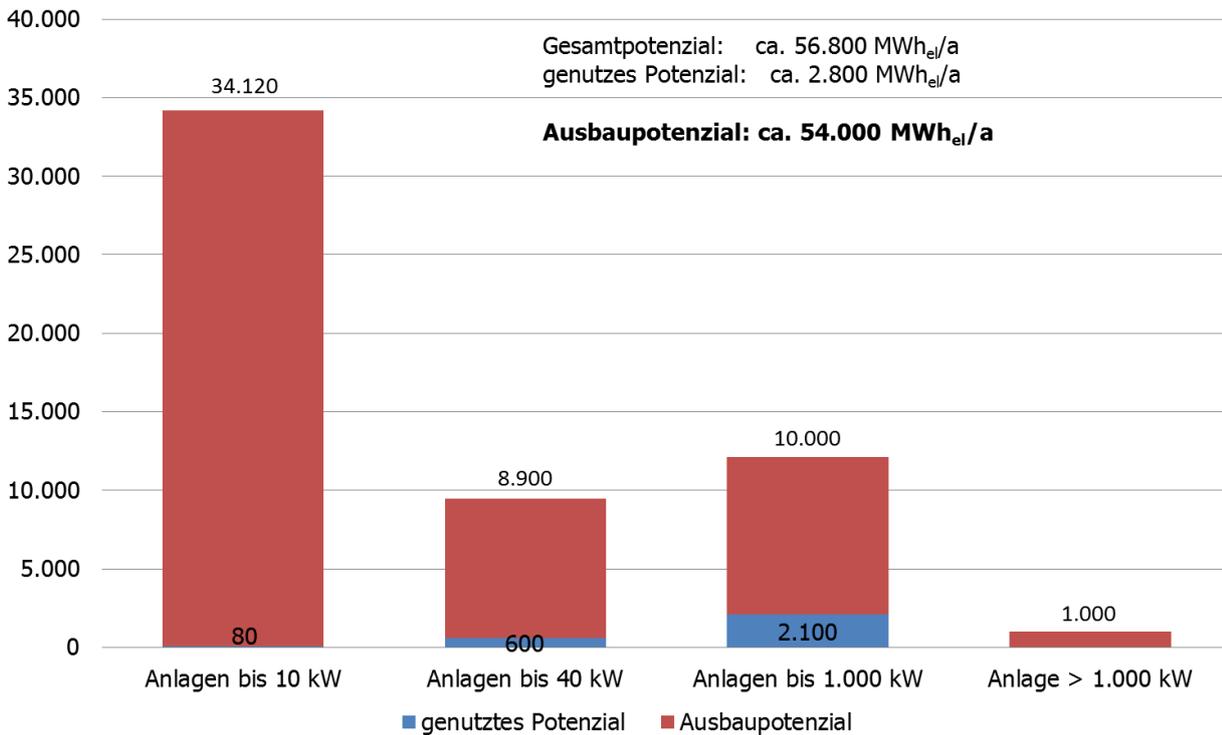


Abbildung 4-2 Potenzialanalyse der Photovoltaik nach Leistungsgrößen

Auf Basis der beschriebenen Annahmen kann die für Photovoltaikanlagen nutzbare Dachfläche in der Stadt Mörfelden-Walldorf auf rund 1.362.000 m² geschätzt werden. Auf dieser Fläche könnten rund 56.800 MWh_{el}/a Solarstrom erzeugt werden. Das entspricht rund 40 % des Stromverbrauchs im Untersuchungsgebiet.

Differenziert nach Leistungsgrößen gemäß dem Erneuerbare-Energien-Gesetz zeigt sich, dass kleine Anlagen bis 10 kW_p rund 60 % des Gesamtpotenzials bieten. Demnach sind für den Ausbau insbesondere die Ein- und Zweifamilienhäuser interessant.

Zum Stand 31.12.2013 wurden im gesamten Untersuchungsgebiet rund 5 % des Potenzials zur Solarstromerzeugung auf Dachflächen genutzt. Das Ausbaupotenzial liegt bei knapp 54.000 MWh_{el}/a. Speziell für öffentliche Gebäude liegt das Ausbaupotenzial bei ca. 2.900 MWh_{el}/a. Darin sind die stadteigenen Dächer eingeschlossen. Acht von 30 Stadtliegenschaften und andere öffentliche Gebäude (z. B. Schulen und Vereinsgebäude) sind mit einer Photovoltaikanlage ausgestattet, die derzeit ca. 700 MWh_{el}/a produzieren.

4.2.6 Potenzialanalyse Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Bei der Ermittlung des Potenzials für die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen sind technische, wirtschaftliche und rechtliche Aspekte relevant. Zum einen sind die Flächen zu betrachten, die die Anforderungen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes hinsichtlich der Vergütungsfähigkeit einer PV-Freiflächenanlage einhalten (EEG, 2014):

- Fläche ist versiegelt
- Flächen im Abstand von bis zu 110 m vom Außenrand der befestigten Fahrbahn von Autobahnen oder Schienenwegen
- Konversionsfläche aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung, die nicht als Naturschutzgebiet oder Nationalpark festgesetzt worden ist

Auf der anderen Seite ist zu erwarten, dass in absehbarer Zeit Photovoltaik-Anlagen unabhängig von der Vergütung nach dem EEG errichtet werden und dann hinsichtlich der Standortauswahl vielmehr Fragestellungen des Baurechts und der Stromvermarktung relevant sind. Dann stehen grundsätzlich alle Flächen, die nicht aus bau- oder naturschutzrechtlichen Gründen ausgeschlossen sind (z. B. Naturschutzgebiet) zur Diskussion. Ein wichtiges Kriterium kann dann die Nähe zu einem Großverbraucher sein, der den Strom direkt abnimmt (z. B. stromintensiver Industriebetrieb).

Vergütungsfähige Flächen nach dem EEG

Im Stadtgebiet Mörfelden-Walldorf gibt es Autobahn- und Schienenstrecken, an denen sich EEG-vergütungsfähige Flächen befinden können. Die Autobahn A5 verläuft nahezu vollständig im Wald, sodass geeignete Flächen auszuschließen sind. Östlich der Autobahn ist eine Neubaustrecke für den ICE-Verkehr vorgesehen. Im Zuge dessen sollen die frei werdenden Kapazitäten der Riedbahn zum Ausbau des S-Bahnbetriebs nach Frankfurt und Groß-Gerau genutzt werden. Die Flächen an der Schienenstrecke der Riedbahn sind zu großen Teilen bebaut, bewaldet oder liegen innerhalb eines geschützten Landschaftsbestandteils.

Im Stadtgebiet Mörfelden-Walldorfs werden fünf potenzielle Standorte für vergütungsfähige PV-Freiflächen entlang der Schienenstrecken ermittelt.

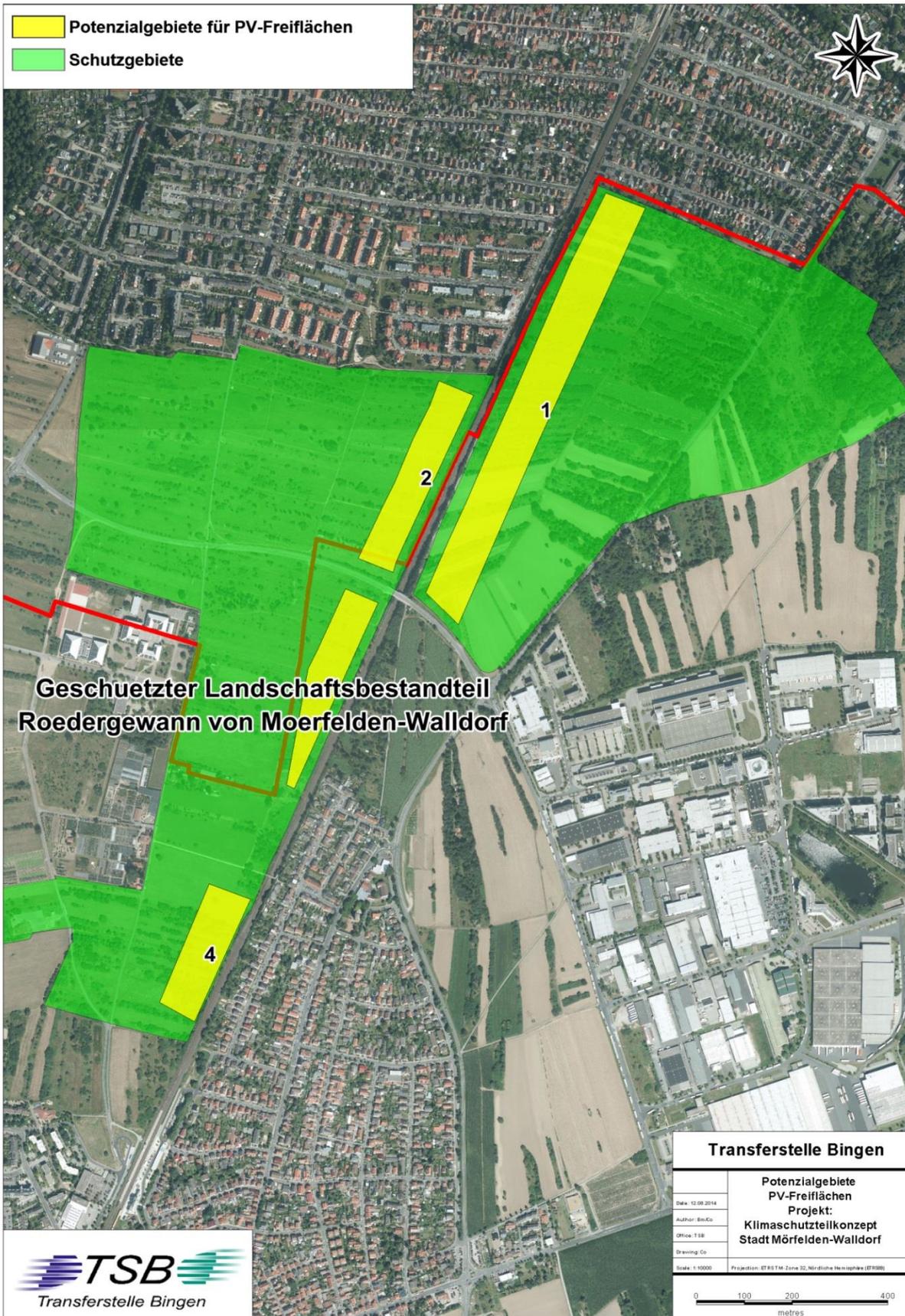


Abbildung 4-3 PV-Freiflächen Mörfelden-Walldorf (Datengrundlage (Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, 2014))

Ein städtisches Grundstück liegt innerhalb des Korridors einer EEG-vergütungsfähigen Fläche entlang der Schienenstrecke. Sie befindet sich in der Nähe des Bahnhofs zwischen der Schienenstrecke und einem Wohngebiet. Die Flächenanalyse (vgl. Abbildung 4-4) zeigt, dass unter Annahme eines Mindestabstands zu den Schienen sowie eines zu empfehlenden Abstands zur Wohnbebauung von jeweils 20 m nur eine schmale Fläche für die Installation einer Photovoltaik-Freiflächenanlage verbleibt. Es wird daher empfohlen diese Fläche nicht näher zu betrachten.



Abbildung 4-4 PV-Freifläche „Am Bahnhof“ (Datengrundlage (Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, 2014))

Zwei unbebaute, private Gewerbegrundstücke in Walldorf liegen im Korridor einer EEG-vergütungsfähigen Fläche entlang der Bahnlinie, die grundsätzlich für eine Photovoltaik-Freiflächenanlage in Frage kommen.



Abbildung 4-5 PV-Freifläche private Gewerbegrundstücke (Datengrundlage (Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, 2014))

Zusammen weisen die betrachteten Flächen (ausgenommen das städtische Grundstück) eine Größe von ca. 18,4 ha auf. Damit könnte eine Leistung von ca. 6,1 MW_{el} auf den Flächen installiert werden und ein Stromertrag von 6.100 MWh_{el}/a erreicht werden.

Tabelle 4-5 Zusammenfassung Potenzial PV-Freiflächen

NR	Fläche [ha]	LEISTUNG [kW _{p_{el}}]	ERTRAG [MWh _{el} /a]
1	8,4	2.800	2.800
2	3,0	1.000	1.000
3	2,5	833	833
4	2,4	800	800
Private Gewerbegrundstücke	2,1	700	700
Summe	18,4	6.133	6.133

Problematisch bei den EEG-förderfähigen Potenzialflächen 1 bis 4 im Untersuchungsgebiet ist die Lage in einem geschützten Landschaftsbestandteil. Nach § 29 Abs. 2 BNatSchG sind alle Handlungen, welche die Schutzfunktion des jeweiligen geschützten Landschaftsbestandteils beeinträchtigen, untersagt. Die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage im Gebiet „Roedergewann von Mörfelden-Walldorf“ ist demnach eine Einzelfallprüfung zu unterziehen. In der Regel sind geschützte Landschaftsbestandteile aufgrund ihrer Schutzfunktion für PV-Freiflächenanlagen ungeeignet (Peters, 2014). Eine mögliche Erschließung des Potenzials der PV-Freiflächen ist somit fraglich.

Konversionsflächen sind nach Auskunft der Stadtverwaltung nicht bekannt bzw. nicht geeignet. Vor ein paar Jahren ergab eine Prüfung des Oberwaldbergs, der ehemaligen Mülldeponie, dass dort keine ausreichende Gründung für eine Photovoltaikanlage möglich ist.

Nicht EEG-vergütungsfähige Potenzialflächen

Sollen Photovoltaikfreiflächen-Anlagen unabhängig von der Vergütung nach dem EEG errichtet werden, sind hinsichtlich der Standortauswahl vor allem Fragestellungen des Baurechts und der Stromvermarktung relevant. Dann stehen grundsätzlich alle Flächen, die nicht aus bau- oder naturschutzrechtlichen Gründen ausgeschlossen sind (z. B. Naturschutzgebiete) zur Diskussion. Ein wichtiges Kriterium kann dann die Nähe zu einem Großverbraucher sein, der den Strom direkt abnimmt (z. B. stromintensiver Industriebetrieb). Weitere Kriterien sind unter anderem die Größe der Fläche, die Neigung, Besitzverhältnisse, naturschutzrechtliche Belange und die Bodenbeschaffenheit.

Eine Ausweisung von Potenzialflächen auf Basis einer Standortuntersuchung hinsichtlich dieser Kriterien ist im Rahmen der Klimaschutzkonzepterstellung nicht möglich.

4.2.7 Ausbauszenario Photovoltaik

Im Trendzenario wird angenommen, dass der durchschnittliche Zubau von 2007 bis 2013 auch bis 2020 beibehalten wird. Der durchschnittliche Zubau beträgt fast 270 kW_{p_{el}}/a. Demnach wird bis einschließlich 2020 eine Leistung von gut 5.500 kW_{p_{el}} in der Stadt Mörfelden-Walldorf installiert sein. Damit könnten rund 5.000 MWh_{el}/a Solarstrom erzeugt werden, was rund 3,7 % des Stromverbrauchs (nur Allgemenstrom ohne Heizstrom) in Mörfelden-Walldorf entspricht.

Das Klimaschutzszenario orientiert sich an der Studie zu „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ (DLR, 2012). Heruntergebrochen auf die Stadt Mörfelden-Walldorf ergibt sich für 2020 eine installierte Leistung von 6.600 kW_{p_{el}} und

eine Stromerzeugung von rund 6.000 MWh_{el}/a, was rund 4,5 % des Stromverbrauchs (nur Allgemeinstrom ohne Heizstrom) in Mörfelden-Walldorf entspricht.

Tabelle 4-6 Ausbauszenarien Photovoltaik

Mörfelden-Walldorf		Trend		Klimaschutzszenario	
		2020	2030	2020	2030
Installierte Leistung	kWp _{el}	5.500	8.200	6.600	10.000
Ertrag	MWh _{el} /a	5.000	7.500	6.000	9.000
Anteil am Stromverbrauch 2012	%	3,7	5,6	4,5	6,7

4.3 Biomasse

In diesem Abschnitt werden die Potenziale zur Gewinnung und energetischen Nutzung von Biomasse dargestellt.

Ausgehend von der bereits heute in Nutzung befindenden Biomasse, sei es als biogene Reststoffe oder als Energiepflanze, wird das Ausbaupotenzial bestimmt. Indem in einer Bedarfsanalyse erforderlichen Biomassemengen abgeschätzt und dem Biomasseangebot zur Erstbewertung der Umsetzungschance gegenübergestellt wird.

4.3.1 Bestandsanlagen

Die Energie- und CO₂e-Bilanzierung zeigt, dass bereits biogene Reststoffe energetisch genutzt werden.

Das **Altholz** aus der Stadt Mörfelden-Walldorf wird wie im gesamten Kreis Groß-Gerau in Bischofsheim in der Aufbereitungsanlage gemäß der Klassifizierung nach der Altholzverordnung in stoffliche und energetische Nutzung aufgeteilt. Die Vermarktung des energetischen Teils erfolgt dabei durch die Holzcontor Bischofsheim GmbH (TSB, 2012).

Bio- und Gartenabfälle werden nach Zwischenlagerung bei der Abfall-Wirtschafts-Service GmbH in Büttelborn, zur Biogasanlage in Flörsheim-Wicker gebracht und dort verstromt (TSB, 2012). Die Grünabfälle, die nicht zu Boden und Humus weiter verarbeitet werden, werden ebenfalls der Biogasanlage zugeführt (Umweltamt Mörfelden-Walldorf, 2014). Der holzartige Anteil im Grünschnitt wird als Brennstoff aussortiert und an Händler weitergegeben, die den Brennstoff überregional an Heiz- und Heizkraftwerke vermarkten (TSB, 2012).

Der **Hausrestabfall** wird von der Riedwerke AG im Abfallwirtschaftszentrum Büttelborn gesammelt und im Müllheizkraftwerk Darmstadt als Brennstoff eingesetzt.

Der **Grünschnitt** aus der Landschaftspflege und entlang der Verkehrswege wird von Hessen Mobil Straßen- und Verkehrsmanagement bereits gesammelt (TSB, 2012).

In der Stadt Mörfelden-Walldorf befindet sich eine zentrale Kläranlage, die für 49.000 Einwohnergleichwerte ausgelegt ist. Dort wird ein **Klärgas-BHKW** betrieben, das fast 300 MWh_{el}/a Strom in 2013 für den Eigenverbrauch der Kläranlage erzeugt hat. Am Standort der ehemaligen Mülldeponie in Mörfelden-Walldorf ist ein **Deponiegas-BHKW** mit 430 kW_{el} in Betrieb, das in 2013 ca. 1.100 MWh_{el}/a Strom erzeugt hat.

Insgesamt befinden sich derzeit 31, über das Förderprogramm der BAfA registrierte Anlagen zur Nutzung fester Biomasse im Untersuchungsgebiet. Deren installierte Wärmeleistung beläuft sich auf rund 996 kW_{th}.

Aus der Feuerstättenstatistik der vier zuständigen Schornsteinfeger, deren Bezirke sich nahezu mit der Stadt Mörfelden-Walldorf abdecken, geht hervor, dass 38 **Biomassekessel** mit etwa 11.540 kW_{th} vorhanden sind. Die Wärmeerzeugung kann auf rund 8.700 MWh_{th}/a geschätzt werden, was etwa 2,4 % des Endenergieverbrauchs zur Wärmeversorgung in Mörfelden-Walldorf entspricht.

Hinzu kommen **Einzelöfen**, die mit Brennholz beschickt werden. Sie werden in der Feuerstättenstatistik der Schornsteinfeger erfasst. Deren Wärmeerzeugung wird auf rund 7.000 MWh_f/a geschätzt, was ebenfalls etwa 1,9 % des Wärmeverbrauchs in der Stadt Mörfelden-Walldorf entspricht. Das Einzugsgebiet von zwei der drei Schornsteinfeger liegt vollständig und des dritten Schornsteinfegers nur zu einem kleinen Teil im Stadtgebiet, sodass eine geringfügig größere Anzahl der Einzelöfen in der Abschätzung berücksichtigt ist.

4.3.2 Potenzialanalyse Biomasse

Die rund 305 ha umfassende Landwirtschaftsfläche in Mörfelden-Walldorf wird als Ackerland und Dauergrünland von einem Haupt- und einem Nebenerwerbsbetrieb bewirtschaftet. Einer der Betriebe hat Viehhaltung, allerdings sind in den statistischen Daten keine weiteren Angaben vorhanden (Statistisches Landesamt Hessen, 2014).

Auf etwa 30 ha wird Sudangras angebaut. Bei Verstromung in einer Biogasanlage erzielt das Substrat einen Stromertrag von rund 400 MWh_{el}/a.

Bedingt durch die verhältnismäßig kleine Landwirtschaftsfläche besteht keine Möglichkeit, **Energiepflanzen** z. B. Miscanthus anzubauen und Kurzumtriebsplantagen anzulegen oder einjährige Energiepflanzen (z. B. Mais/Getreide) als Substrat für eine Biogasanlage in ausreichender Größenordnung anzubauen. Die erforderliche Substratmenge könnte nicht ausschließlich in der Gemarkung der Stadt Mörfelden-Walldorf gewonnen werden. Die nächstgelegene Biogasanlage befindet sich im etwa 15 km entfernten Wallerstädten, einem Stadtteil von Groß-Gerau.

Da kein Getreide angebaut wird, kann auch kein **Stroh** als halmartiger Festbrennstoff erschlossen werden. Der Anbau von Biomasse zur Herstellung von flüssigen Brenn- und Kraftstoffen stellt keine Option für die Stadt Mörfelden-Walldorf dar. Einerseits weist die

landwirtschaftliche Fläche eine geringe Größe auf und andererseits liegt ein flächenspezifisch niedriger Energieertrag beim Biomasseanbau für flüssige Brenn- und Kraftstoffe vor. Insgesamt bietet die Landwirtschaft kein Biomassepotenzial zur energetischen Nutzung innerhalb der Stadt Mörfelden-Walldorf.

Feste Biomasse wie Holz kann in Biomasseheizungen und –heizwerken zur Wärmeerzeugung, aber auch in Biomasseheizkraftwerken zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt werden.

Bedarfsanalyse

In einigen städtischen Liegenschaften hat der Wärmeerzeuger die rechnerische Nutzungsdauer von 20 Jahren erreicht/überschritten bzw. wird sie in wenigen Jahren erreichen, sodass kurzfristig eine Erneuerung erforderlich ist. Es handelt sich dabei um Erdgaskessel, für die die Stadt CO₂-neutrales Erdgas bezieht. Im Zuge der Erneuerung bietet sich die Möglichkeit, nicht nur bilanziell über CO₂-neutrales Erdgas sondern direkt durch die Nutzung von lokalen Holzhackschnitzeln (HHS) die Nutzung erneuerbarer Energien auszubauen und die CO₂-Emissionen zu senken.

Überschlägig ist unter der Annahme eines unveränderten Jahreswärmeverbrauchs der jährliche Holzhackschnitzelbedarf abgeschätzt.

Tabelle 4-7 Abschätzung HHS-Bedarf in städtischen Liegenschaften

Liegenschaft	Installierte Wärmeleistung in kW _{th}	Baujahr des Wärmeerzeugers	Abgeschätzter HHS-Bedarf in MWh _f /a
Sportlerheim (Vereinsheim)	155	Erdgaskessel 1973	ca. 140
Sporthalle Walldorf	150	Erdgaskessel 1992	Wärmenetz: ca. 690
Feuerwehr	125	Erdgasbrennwertkessel 2007	
Bauhof	137	Erdgasbrennwertkessel keine Angabe zum Baujahr	
Kindertagesstätte II, IX, JUZ	100	Erdgasbrennwertkessel 1994	

Der erforderliche Holzhackschnitzelbedarf beläuft sich in Summe für die genannten Liegenschaften auf etwa 1.400 MWh_f/a. Dies entspricht rund 1.000 Sm³/a Holzhackschnitzel aus Laubholz mit 35 % Holzfeuchte. Zur Bereitstellung dieser Menge werden ca. 430 fm³/a Laubholz mit 100 % Holzfeuchte benötigt.

Dieser ermittelte Bedarf ist den Zahlen der derzeitigen Bewirtschaftung des Stadt- und Staatswald gegenüberzustellen.

Waldholz

Nach Information des zuständigen Forstamtes Groß-Gerau und des städtischen Umweltamts umfasst der Staatswald 2.572 ha und der Stadtwald 489 ha. Die Fläche des Treburer Unterwaldes ist nicht bekannt, den Hessen-Forst im Auftrag der Gemeinde Trebur bewirtschaftet. Es gibt nur wenig Privatwald.

Im Stadtwald beträgt der nachhaltige Jahreshiebsatz rund 2.061 Efm/a, der in 2013 mit ca. 1.951 Efm fast vollständig ausgeschöpft wurde. In erster Linie handelt es sich um Industrieholz zur stofflichen Nutzung. Um die Nährstoffversorgung sicherzustellen, verbleibt das übrige Reis- und Kronenderbholz im Wald und steht nicht für eine energetische Nutzung zur Verfügung. Derzeit wird das Forsteinrichtungswerk, das ab 2015 zehn Jahre lang gilt, aufgestellt. Dazu bestehen Überlegungen, die ökologische Forstwirtschaft auszuweiten und eine FSC-Zertifizierung anzustreben. Demnach darf jegliche Form von Nicht-Derbholz nicht mehr genutzt werden. Zusätzlich soll mehr Biomasse im Wald verbleiben, um eine bessere Nährstoffversorgung zu gewährleisten. Demnach hat die Umsetzung einen geringeren Hiebsatz zur Folge.

Lediglich durch einen reduzierten Holzeinschlag zur stofflichen Nutzung würden frei werdende Mengen zur energetischen Nutzung bereitstehen, die z. B. als Holzhackschnitzel zur Wärmeversorgung städtischer Liegenschaften eingesetzt werden und somit fossile Brennstoffe verdrängen können.

Der Jahreshiebsatz des Staatswalds in Mörfelden-Walldorf wird aus den Angaben des Forstamts Groß-Gerau über den Staatswald im Kreis Groß-Gerau abgeschätzt. Mit rund 40.200 Efm in 2010 im 12.800 ha großen Staatswald im Kreis lässt sich der Jahreshiebsatz im Staatswald von Mörfelden-Walldorf zu etwa 8.000 Efm/a überschlagen. In 2010 wurden ca. 5 % des Einschlags im Staatswald des Kreises als Brennholz direkt vermarktet. Dies entspricht im Staatswald von Mörfelden-Walldorf ungefähr 400 Efm/a. Das Forstamt Groß-Gerau hat die Energiemenge des Waldholzes, die für eine zusätzliche energetische Nutzung eingeschlagen werden kann, für den Staatswald in Mörfelden-Walldorf zu 2.161 MWh_f/a ermittelt (Hessen-Forst, 2011). Nach Auskunft des Forstamts Groß-Gerau werden nicht nur Stückholz sondern auch Holzhackschnitzel vermarktet. Holzhackschnitzel werden derzeit aus Weichholz (Pappeln und Weiden) im Staatswald des Forstamtes Groß-Gerau und aus Sondernutzungen (z. B. Flughafen) hergestellt, da sie als Industrieholz ungeeignet sind. Eine Aufforstung ist mit Eiche, Esche und Erle geplant, die nicht als Holzhackschnitzel verwertet werden. Das Forstamt stellt dazu den Rohstoff gegen Entgelt bereit und überregionale Dienstleister stellen daraus Holzhackschnitzel her, die regionale Abnehmer beliefern.

Im Rahmen eines Workshops zur energetischen Waldholznutzung wurde anhand eines Beispiels für ein Wärmenetz städtischer Liegenschaften der Holzhackschnitzelbedarf abgeschätzt. Die erforderliche Menge beläuft sich auf ca. 200 fm/a und entspricht etwa 10 % des aktuellen Hiebsatzes. Im Stadthaushalt muss zwischen geringeren Erlösen aus der Waldholzvermarktung und günstigeren Heizkosten für einige Stadtliegenschaften abgewogen werden.

Insgesamt bietet der Stadtwald heute und in Zukunft kaum Holz zur energetischen Nutzung. Ein Ausbaupotenzial kann hier nicht ausgewiesen werden.

Vor diesem Hintergrund bestehen erste Überlegungen zu einer interkommunalen Kooperation für eine energetische Nutzung des Waldholzes.

4.3.3 Ausbauszenario Biomasse

Im Untersuchungsgebiet lässt sich kein bedeutendes Ausbaupotenzial für tatsächlich verfügbare Biomasse mengen ausweisen.

Unter Beachtung der Ergebnisse der Biomassepotenzialerhebung wird im Ausbauszenario für Biomasse zunächst nur die Entwicklung des Ausbaus von Pelletsheizungen unter Beibehaltung der bisherigen Zubaurate seit dem Jahr 2001 berücksichtigt. Die Anzahl der Holzöfen als Raumheizer, die zur Deckung des Wärmeverbrauchs beitragen, wird vereinfacht konstant angesetzt. Demnach sind bis zum Jahr 2020 Anlagen mit einer Gesamtleistung von gut 11.800 kW in Mörfelden-Walldorf installiert. Damit könnten rund 9.200 MWh_{th}/a Wärme erzeugt werden, was rund 2,5 % des heutigen Wärmeverbrauchs in Mörfelden-Walldorf entspricht.

4.4 Wasserkraft

Die Potenziale der Fließgewässer sowie in der kommunalen Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung werden analysiert.

4.4.1 Ist-Analyse

Gewässer im Untersuchungsgebiet

Im Untersuchungsgebiet gibt es mit dem Gundbach und dem Schwarzbach zwei Gewässer 2. Ordnung.

Gewässer 3. Ordnung sind in der Regel für die Wasserkraftnutzung nicht von Bedeutung, da der Durchfluss zu gering ist.

Bestehende Anlagen

Derzeit sind im Untersuchungsgebiet keine Wasserkraftanlagen aktiv.

Stillgelegte Wasserkraftanlagen bzw. Wehre mit vorhandenen Wasserrechten sind nicht bekannt.

4.4.2 Potenziale der Wasserkraft

In der Potenzialanalyse wird untersucht, ob die Stromerzeugung aus Wasserkraft durch die Optimierung bestehender Anlagen, die Reaktivierung stillgelegter Anlagen oder die Errichtung neuer Wasserkraftanlagen im Untersuchungsgebiet eingeführt werden kann.

Potenziale durch Optimierung bestehender Anlagen

Diese Möglichkeit fällt weg, da keine Anlagen in Betrieb sind.

Potenziale durch Reaktivierung stillgelegter Anlagen

Diese Möglichkeit fällt weg, da keine stillgelegten Anlagen existieren.

Potenziale durch Anlagenneubau

Der Neubau von Wasserkraftanlagen an neuen Querbauwerken kann ausgeschlossen werden. Das widerspricht dem Verschlechterungsgebot der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Die Stromerzeugung solcher Anlagen erhält keine Vergütung nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).

Potenziale könnten durch den Einsatz von Strömungskraftwerken bestehen. Sie benötigen keine Querverbauungen, sondern nutzen die kinetische Energie des Fließgewässers. Strömungskraftwerke befinden sich allerdings noch in der Testphase und werden noch nicht in Serie produziert. Die Technik ist also noch nicht kurzfristig verfügbar.

Bei Strömungskraftwerken hängt die Leistung stark von der Strömungsgeschwindigkeit ab. Daher sollten diese nach Möglichkeit an jenen Stellen im Fluss angebracht werden, an denen die Strömungsgeschwindigkeit am höchsten ist. Am besten eignen sich Flusskurven und Flussverengungen, da hier die Strömungsgeschwindigkeit erhöht ist. Zudem benötigen Strömungskraftwerke Gewässertiefen von mehr als 2 m.

Angaben zu Pegelständen und Abfluss des Gundbachs liegen nicht vor. Für den Schwarzbach liegen dazu Angaben an der Messstelle in Nauheim, Gemeinde Trebur vor (siehe Abbildung 4-6 und Abbildung 4-7).

Die Pegelstände sind im hier erfassten Zeitraum von einem Jahr mit zumeist weniger als einem Meter zu niedrig, um im Gewässer Strömungskraftwerke zu betreiben.

Ein Potenzial kann auf Basis der vorhandenen Daten daher nicht ausgewiesen werden.

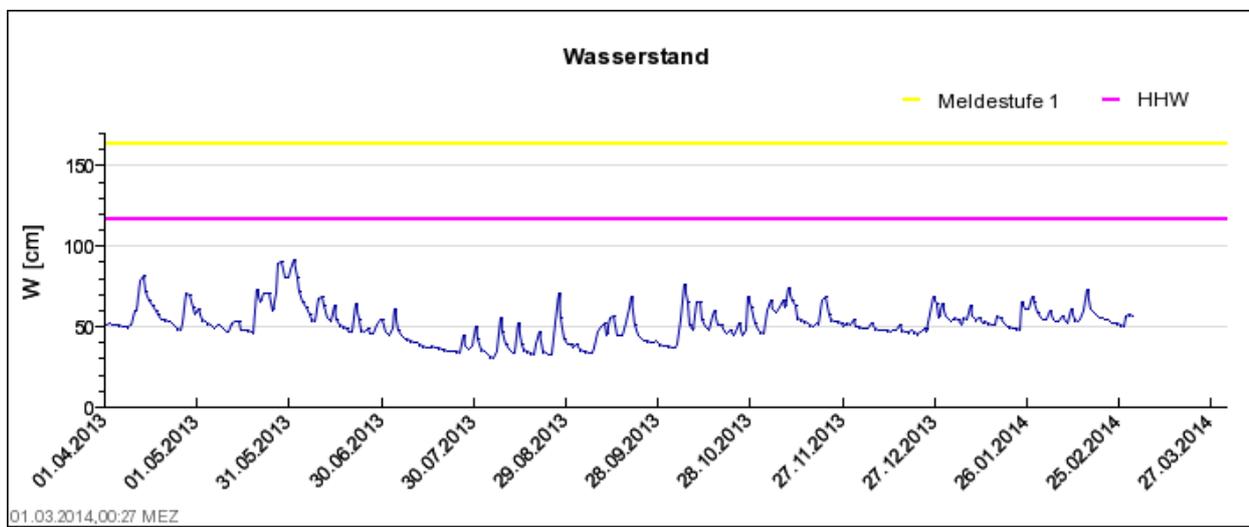


Abbildung 4-6 Wasserstand Schwarzbach bei Nauheim (HLUG, 2014)

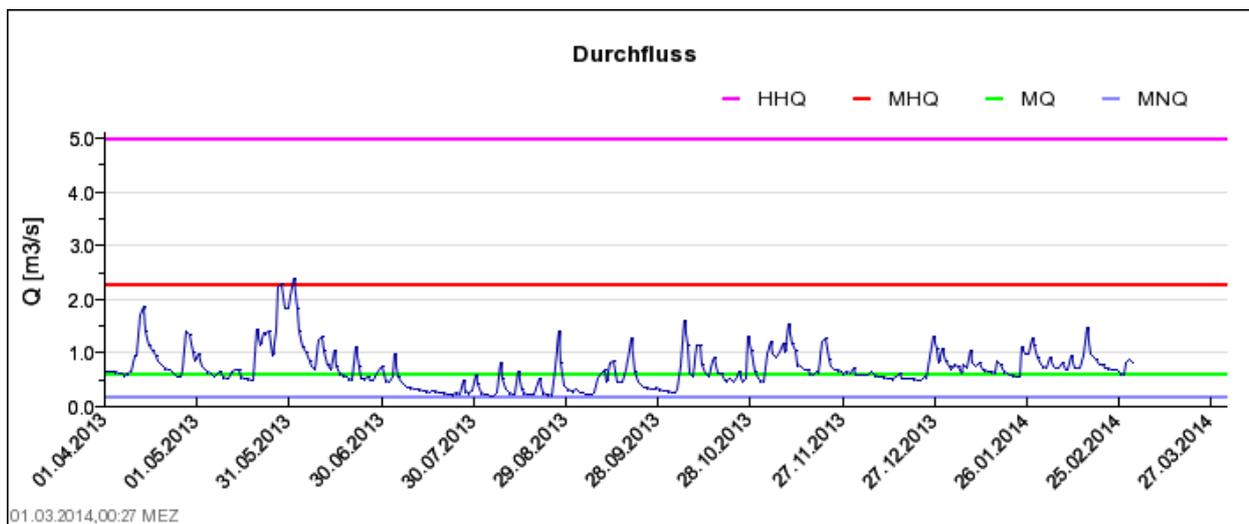


Abbildung 4-7 Abfluss Schwarzbach bei Nauheim (HLUG, 2014)

Potenziale in der kommunalen Trinkwasserversorgung und Abwasserbehandlung

Bei der Energiegewinnung in der Trinkwasserversorgung werden üblicherweise die Höhenunterschiede in den Rohrleitungssystemen über Turbinen zur Energiegewinnung genutzt. Je nach Versorgungssituation und topografischem Gelände lässt sich so möglicherweise Energie gewinnen. Bei der Untersuchung möglicher Potenziale muss die Versorgungssicherheit der Trinkwasserkunden beachtet werden.

Das Potenzial zur Stromerzeugung aus Wasserkraft liegt bei Kläranlagen im Bereich des Auslaufs. In Abhängigkeit vom Gefälle zum Vorfluter und dem Durchfluss könnte dort eine Kleinwasserkraftanlage errichtet werden.

Nach Rücksprache mit der Stadtverwaltung liegen keine nennenswerten Stromerzeugungspotenziale vor.

4.4.3 Ausbauszenario Wasserkraft

In der Stadt Mörfelden-Walldorf können keine Potenziale für den Ausbau der Wasserkraftnutzung identifiziert werden.

4.5 Geothermie

Als Geothermie wird die unterhalb der Erdkruste gespeicherte Energie bezeichnet (PK TG, 2007). Zum Großteil stammt diese Energie aus terrestrischer Wärme aus dem Erdinneren. Diese Wärme wird aus zwei Quellen gespeist. Rund 70 % kommen aus radioaktiven Zerfallsprozessen verschiedener Isotope. Gravitationswärme, die ihren Ursprung in der Entstehung der Erde hat, macht ca. 30 % der terrestrischen Wärme aus (PK TG, 2007). Erdwärme kann in verschiedenen Tiefenstufen gewonnen und je nach Temperaturniveau zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden.

Neben der Erdwärme finden sich auch weitere Umweltwärmepotenziale, wie beispielsweise die Außenluft, (industrielle) Abwärme oder Abwasserwärme. Diese Formen der Niedertemperaturwärme können ebenso wie oberflächennahe Geothermie mit Wärmepumpe auf ein höheres Temperaturniveau gebracht und so nutzbar gemacht werden. Bis zu einer Tiefe von ca. 15 m nimmt die Sonneneinstrahlung Einfluss auf den Wärmehaushalt des Erdreiches. Unterhalb von 15 m bleibt die Temperatur unabhängig von jahreszeitlichen Schwankungen konstant (vgl. Abbildung 4-8).

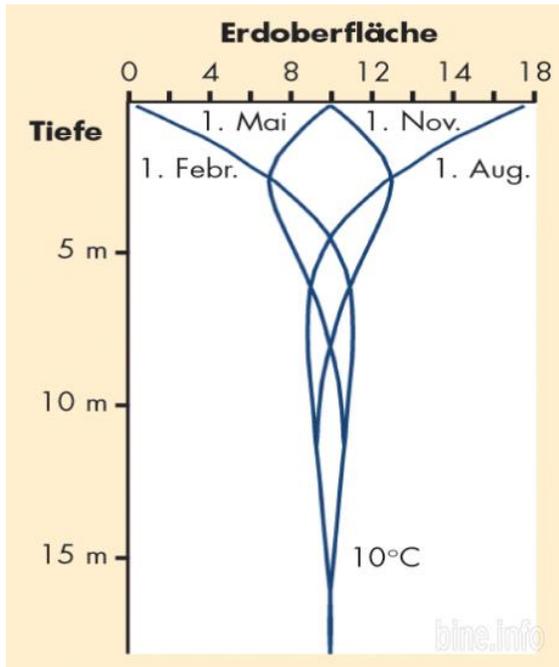


Abbildung 4-8 Jahreszeitliche Temperaturschwankungen der oberen Erdschichten, Quelle: (BINE, 2011)

Mit größerer Tiefe (Teufe) steigt auch die Temperatur an. Die Temperaturzunahme pro Teufenabschnitt wird als geothermischer Gradient oder Temperaturgradient bezeichnet (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003). In Deutschland liegt der Temperaturgradient im Schnitt bei etwa 30 K/km. Für eine geothermische Nutzung sind Regionen mit einem erhöhten Temperaturgradienten, wie zum Beispiel der Oberrheingraben, interessant.

Geothermische Energie (Erdwärme) kann vielseitig eingesetzt werden. Bei der Nutzung wird prinzipiell zwischen tiefer- und oberflächennaher Geothermie unterschieden. Tiefengeothermische Energie kann sowohl zur Stromerzeugung als auch zur Wärmenutzung eingesetzt werden. Bei der Wärmenutzung bieten sich vor allem die Möglichkeiten Erdwärme zur Gebäudebeheizung oder als Prozesswärme zu nutzen. Geothermischer Strom hat den Vorteil, dass seine Verfügbarkeit nicht wesentlich durch tageszeitliche oder jahreszeitliche Schwankungen beeinflusst wird. Deswegen ist eine Netzintegration geothermischen Stroms im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieträgern, wie z. B. Windenergieanlagen, wesentlich einfacher.

Im Bereich der oberflächennahen Geothermie kann die Erdwärme ausschließlich zur Wärmenutzung verwendet werden. Neben einer ausschließlichen Nutzung der oberflächennahen Systeme zur Gebäudebeheizung, wird auch die sommerliche Gebäudetemperierung („Kühlung“) immer interessanter.

4.5.1 Bestandsanalyse Geothermie

Momentan wird in der Stadt Mörfelden-Walldorf keine Tiefengeothermie, jedoch oberflächennahe Geothermie durch insgesamt 36 Erdwärmesonden-Wärmepumpen laut unterer Wasserbehörde genutzt. Darüber hinaus sind ca. fünf Grundwasser-Wärmepumpen der unteren Wasserbehörde bekannt.

4.5.2 Tiefengeothermie

Die Nutzung von Erdwärme aus einer Tiefe ab 400 m wird als Tiefengeothermie bezeichnet. In der Praxis spricht man jedoch erst ab einer Tiefe von 1.000 m und einer Temperatur von ca. 60 °C von tiefer Geothermie (PK TG, 2007). Abhängig vom Temperaturniveau kann die Energie aus tiefengeothermischen Lagerstätten zur Stromerzeugung und/oder zu Heizzwecken genutzt werden.

Tiefengeothermische Lagerstätten können in Lagerstätten mit hoher (> 200 °C) und niedriger (< 200 °C) Enthalpie unterschieden werden (GTV, 2011). In Deutschland sind ausschließlich Lagerstätten mit niedriger Enthalpie bekannt.

Neben dem Temperaturniveau wird innerhalb der Tiefengeothermie zwischen hydrothermalen und petrothermalen Systemen unterschieden (GTV, 2011). Hydrothermale Systeme nutzen wasserführende Schichten in großer Tiefe. Petrothermale Systeme nutzen die hohen Temperaturen (PK TG, 2007) von kristallinen Gesteinen. Hier wird in erster Näherung das Wärmeträgermedium (in der Regel Wasser) von außen zugeführt und in einem künstlich erschaffenen Rissystem in der Tiefe zirkuliert.

Zur Stromproduktion werden Temperaturen von über 100 °C und hohe Schüttungen (mind. 14 l/s) benötigt (Paschen, Oertel, & Grünwald, Bericht: Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland. Büro für Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag (TAB), 2003).

Tiefe Erdwärmesonden

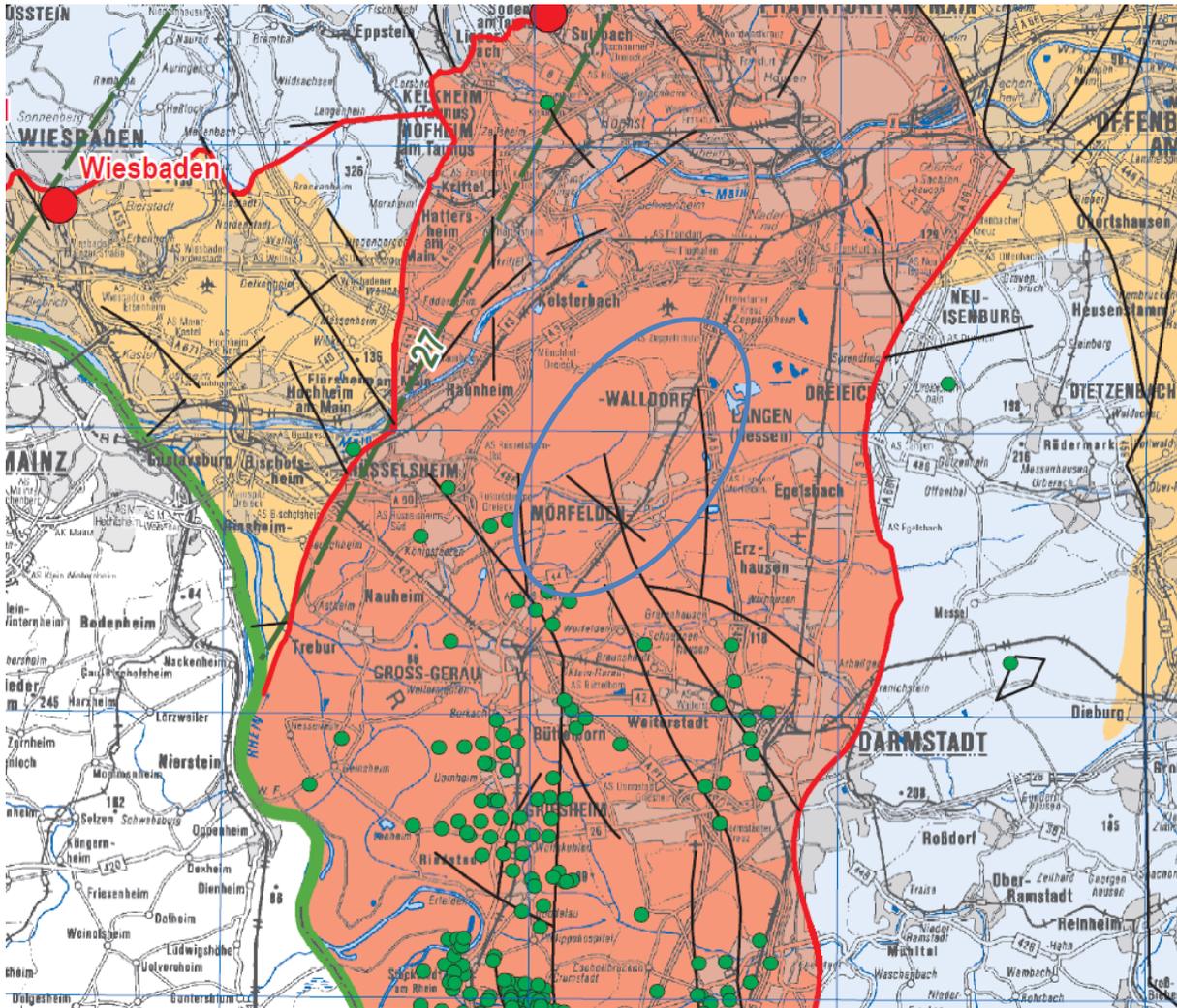
Tiefe Erdwärmesonden bilden eine Sonderform der tiefen Geothermie und werden in der Regel nur zur Wärmenutzung eingesetzt. Hierbei handelt es sich um ein geschlossenes System, welches die geothermische Energie in der Regel aus 400 - 1.000 m Tiefe fördert (GTV, 2011-3). Innerhalb der Erdwärmesonde zirkuliert ein Wärmeträgermedium (meist Wasser oder Sole) welches die Wärme der umliegenden Gesteinsschichten aufnimmt und sie zur Oberfläche transportiert. Es besteht kein direkter Kontakt zwischen Wärmeträgermedium und dem umliegenden Erdreich. Das Wärmeträgermedium kann meist nur eine Temperatur weit unter der des umgebenden Gesteins annehmen (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003). Sie können nur zur Wärmeversorgung eingesetzt werden (PK TG, 2007). Technisch gesehen können Tiefe Erdwärmesonden aufgrund ihrer geschlossenen Bauweise überall eingesetzt werden. In hydrogeologisch kri-

tischen Gebieten, wie zum Beispiel Trinkwasserschutzgebieten können rechtliche Hemmnisse auftreten (HMULV, 2007). Hier ist im Einzelfall zu prüfen, ob aus ökologischer Sicht eine Tiefe Erdwärmesonde errichtet werden kann.

Potenziale der Tiefengeothermie

Derzeit sind in Deutschland nur hydrothermale Systeme oder Enhanced Geothermal Systems realisiert worden. Aufgrund der fehlenden Marktreife von petrothermalen Systemen liegt der Fokus bei der folgenden Betrachtung auf den bisherigen Systemen. In Deutschland gibt es drei Gebiete mit ausgewiesenen hydrothermalen Vorkommen: das norddeutsche Becken, der Oberrheingraben und das süddeutsche Molassebecken (Paschen, Oertel, & Grünwald, Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland, 2003). Die Stadt Mörfelden Walldorf liegt im Bereich des nördlichen Oberrheingrabens und damit in einem, in Bezug auf hydrothermale Quellen, aussichtsreichen Gebiet.

Neben hydrothermalen Quellen ist das Temperaturniveau für die Errichtung eines Geothermiekraftwerkes ausschlaggebend. Anhand von Kartenmaterial des hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie kann ein erster Überblick über das Temperaturniveau im Untersuchungsgebiet gewonnen werden.



Geothermischer Gradient

- Oberrheingraben, erhöhter geothermischer Gradient, Temperatur in 3000 m Tiefe ca. 130 - 150°C (durch Messwerte belegt), Stromerzeugung aussichtsreich
- Vermutlich erhöhter geothermischer Gradient, Temperatur in Thermalwasseraufstiegsgebieten in 3000 m Tiefe möglicherweise 110-120°C (sehr wenig erkundet; Niederhessische Senke, Mainzer Becken, Idsteiner Senke, Limburger Becken)
- Vermutlich erhöhter geothermischer Gradient, Temperatur in Thermalwasseraufstiegsgebieten in 3000 m Tiefe möglicherweise 110-120°C (sehr wenig erkundet; Hoher Vogelsberg, Westerwald-Dillmulde) *
- Normaler geothermischer Gradient von 3°C Temperaturzunahme pro 100 m Tiefe, Temperatur in 3000 m Tiefe ca. 90-100°C

* in Anlehnung an LYSAK, S. V. (1992): Heat flow variations in continental rifts. - Tectonophysics, 2008, 309-322

Abbildung 4-9 Tiefengeothermiepotenziale Mörfelden-Walldorf (Fritsche & Kracht, 2010)

Die Stadt Mörfelden-Walldorf liegt komplett innerhalb eines Gebietes mit erhöhtem geothermischem Gradienten. Mit diesem Temperaturniveau liegt die Stadt Mörfelden-Walldorf in einem in Bezug auf geothermische Stromerzeugung aussichtsreichem Ge-

biet. Eine abschließende Aussage zur Eignung des Stadtgebiets kann nur durch geologische Explorationsmaßnahmen getroffen werden.

Bestehende Konzessionsgebiete

Der Stadtteil Mörfelden liegt in einem Konzessionsfeld zu Aufsuchung von Erdwärme (Abbildung 4-10). Der Feldinhaber des Konzessionsfeldes „Groß-Gerau“ sind die Überlandwerke Groß-Gerau.

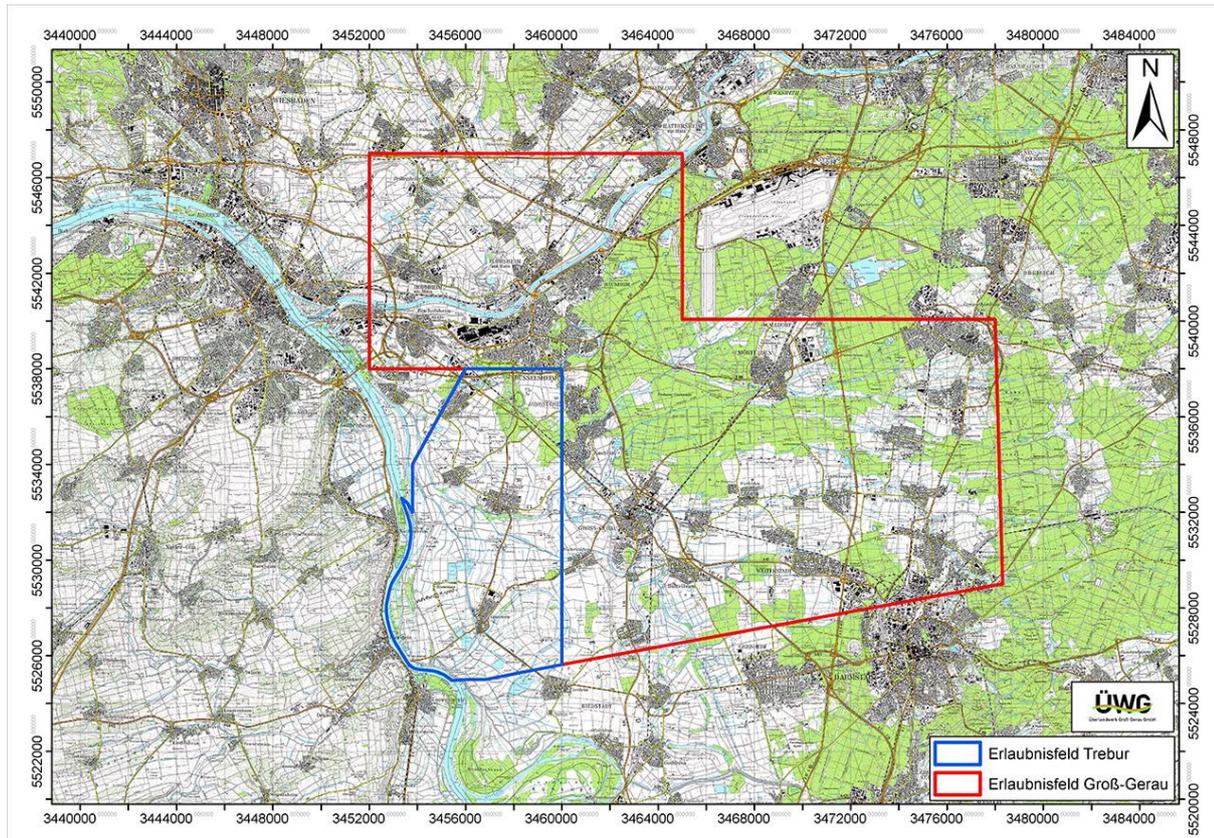


Abbildung 4-10 Konzessionsgebiete Überlandwerke Groß-Gerau (Überlandwerke Groß-Gerau, 2012)

Nach seismischen und anderen geophysikalischen Messungen konnten im August 2013 sechs Gebiete identifiziert werden die für die Errichtung eines Geothermie-Kraftwerks in Frage kommen. Diese sind in Abbildung 4-11 dargestellt. Keines der Gebiete liegt innerhalb des Stadtgebietes Mörfelden-Walldorf. Ende 2013 wurde ein Grundstück zur Errichtung eines Geothermie-Kraftwerkes im Gebiet Trebur-Ost erworben (Überlandwerke Groß Gerau, 2013). Die Inbetriebnahme des Kraftwerkes ist in 2016 geplant.

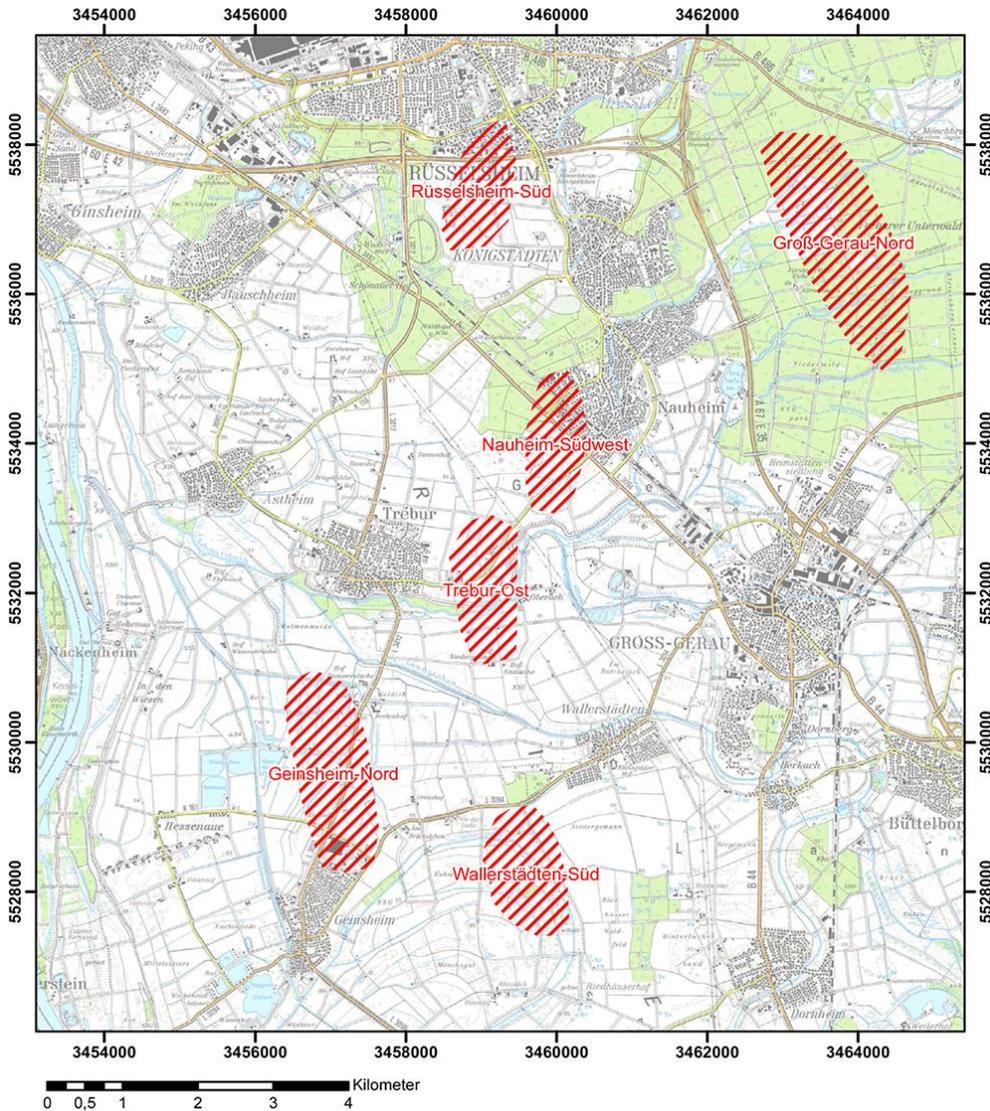


Abbildung 4-11 Gebiete in denen ein Erdwärme-Kraftwerk möglich ist (Überlandwerke Groß-Gerau, 2012)

Der Stadtteil Walldorf befindet sich in einem anderen Konzessionsfeld zur Aufsuchung von Erdwärme. Das Joint-Venture aus mehreren Unternehmen bestehend als Erlaubnisfeldinhaber wurde 2013 aufgelöst. Derzeit sind keine Aktivitäten z. B. zu seismischen Voruntersuchungen bekannt.

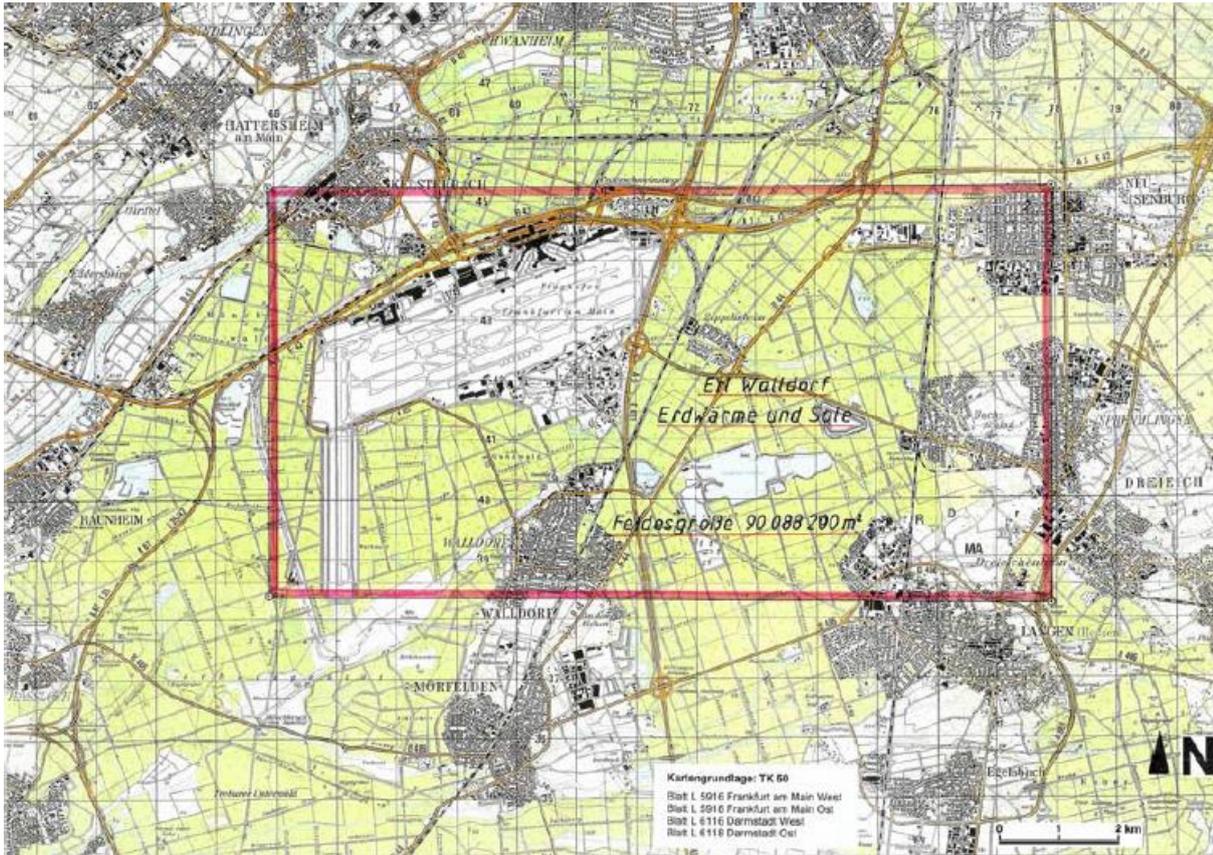


Abbildung 4-12 Konzessionsgebiete „Walldorf“ zur Aufsuchung von Erdwärme (EGE, 2006)

Planung und Ablauf eines Tiefengeothermieprojektes

Die Realisierung eines Tiefengeothermieprojekts ist, im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieanlagen, sehr komplex und langwierig. Standortspezifische Aussagen lassen sich ohne aufwendige Untersuchungen nicht treffen.

Im Folgenden wird das Vorgehen bei Projekten der tiefen Geothermie beschrieben, um einen Überblick zu geben, welche Maßnahmen nötig sind, Erdwärme in großer Tiefe zu erschließen. Das Hauptaugenmerk liegt dabei auf hydrothermale Systeme. Der Ablauf eines Tiefengeothermieprojektes kann in vier verschiedene Phasen unterteilt werden (Transferstelle Bingen, 2010):

- Vorerkundungsphase
- Explorationsphase
- Reservoirerschließungsphase
- Planungs-, Bau- und Betriebsphase

In der Vorerkundungsphase wird das vorhandene Datenmaterial (bereits vorhandenen Daten von seismischen Messungen oder Bohrungen) im Untersuchungsgebiet aus geologischer Sicht mit Bezug auf die Nutzung geothermischer Energie grob bewertet. Gegebenenfalls können zu diesem Zeitpunkt technisch/wirtschaftliche Vorstudien mit Be-

zug auf die Wärmevermarktung durchgeführt werden. Sind die Ergebnisse aus geologischer Sicht positiv, kann mit der Explorationsphase und der Aufsuchung der Erdwärme begonnen werden. Da es sich bei Erdwärme um einen bergfreien Bodenschatz (§ 3 Absatz 3 Satz 2 BBergG) handelt, wird zur Aufsuchung eine Aufsuchungserlaubnis nach § 7 BBergG benötigt.

Im ersten Explorationsschritt werden die vorhandenen Daten genauer betrachtet und interpretiert. Auf Grundlage dieser Ergebnisse werden innerhalb des Konzessionsfeldes geophysikalische Explorationsmaßnahmen wie Seismik, Gravimetrie oder Magnetotellurik durchgeführt. Für jedes dieser Vorhaben muss ein Aufsuchungsbetriebsplan nach § 51 BBergG aufgestellt werden.

Nebenher ist es empfehlenswert, konkretere technisch/wirtschaftliche Machbarkeitsstudien durchzuführen wobei der Fokus vor allem auf die Ermittlung geeigneter Wärmesenken gelegt werden sollte.

Sind die Ergebnisse der geophysikalischen Exploration vielversprechend, kann mit der Planung einer Probebohrung begonnen werden. Dabei sollten geologische und technisch/wirtschaftliche Standortdaten zur Festlegung eines optimalen Standortes überlagert werden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den geologischen Parametern.

Nach Niederbringung der Probebohrung werden hydraulische und hydrochemische Tests innerhalb des Bohrloches durchgeführt. Gegebenenfalls müssen Stimulationsmaßnahmen eingesetzt werden. Wenn die Ergebnisse der Bohrlochtests zufriedenstellend sind kann mit der Reservoirerschließungsphase begonnen werden. Rechtlich gesehen gehört diese noch zur Aufsuchung nach § 7 BBergG. Anhand der Ergebnisse aus der Explorationsphase wird hier der Standort der zweiten Bohrung festgelegt. Nach der Niederbringung der zweiten Bohrung wird ein Zirkulationstest zwischen den Bohrungen durchgeführt, gegebenenfalls muss auch hier stimuliert werden.

Sind alle Ergebnisse positiv, kann mit der Planungs-, Bau- und Betriebsphase begonnen werden. Um die Erdwärme gewinnen zu können, wird eine bergrechtliche Bewilligung nach § 8 BBergG benötigt. Das Antragsverfahren wird in § 12 BBergG geregelt. Des Weiteren ist ein Betriebsplan nach § 51 BBergG aufzustellen. Zur Errichtung der geothermischen Anlage ist eine Baugenehmigung nach § 34 oder 35 BBergG erforderlich.

Nach der Planung und Ausschreibung kann der Bau der Anlage beginnen. Ist der Probebetrieb erfolgreich abgeschlossen kann der Dauerbetrieb aufgenommen werden.

4.5.3 Oberflächennahe Geothermie und Umweltwärme

Die Nutzung von Erdwärme bis zu einer Tiefe von 400 m wird unter dem Begriff oberflächennahe Geothermie zusammengefasst (PK TG, 2007). In diesem Anwendungsbereich wird Erdwärme auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau erschlossen (üblicherweise < 20 °C). Diese kann zur Gebäudeheizung oder -kühlung eingesetzt wer-

den. Üblicherweise besteht ein System zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie und Umweltwärme aus drei Elementen: Wärmequellenanlage, Wärmepumpe und Wärmesenke (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003) (vgl. Abbildung 4-13).

Systeme zur Nutzung von Oberflächennaher Erdwärme und Umweltwärme

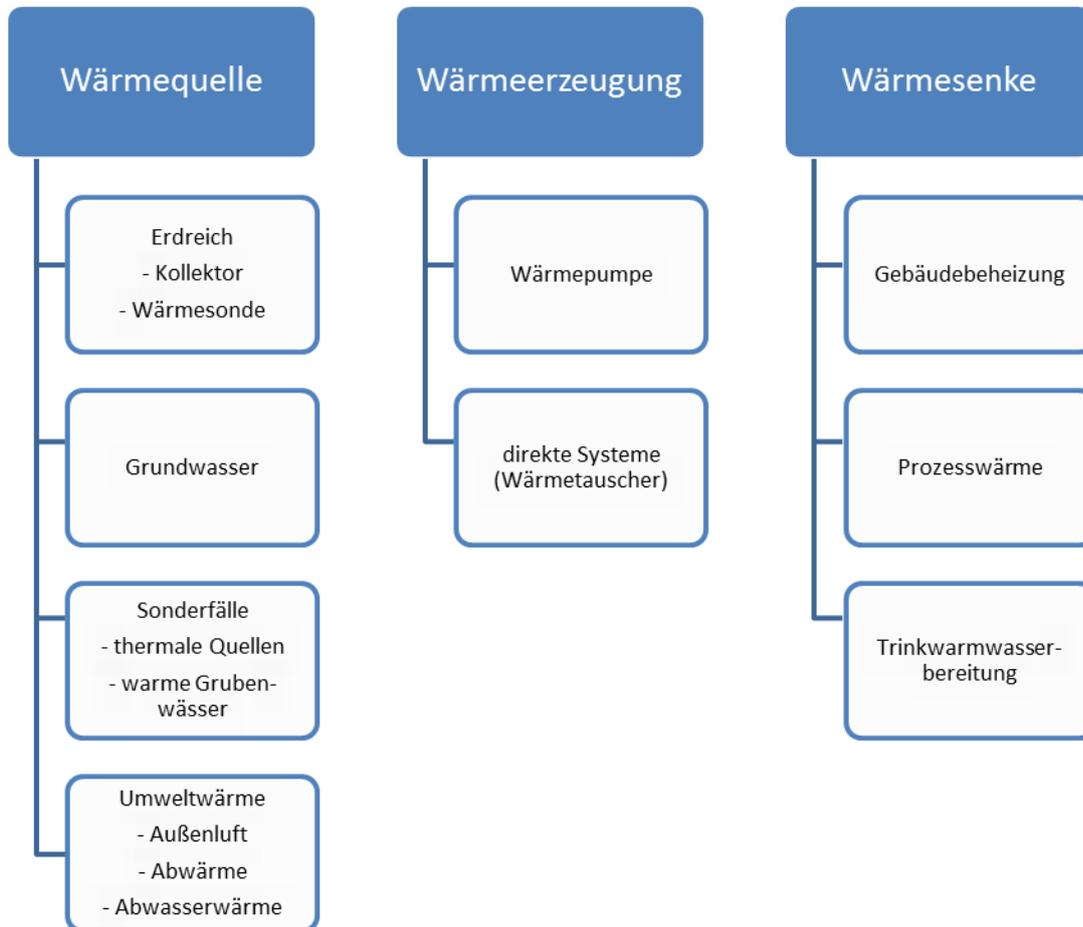


Abbildung 4-13 Systeme zur Nutzung von oberflächennaher Geothermie
Quelle: eigene Darstellung

Wärmequellenanlagen

Wärmequellenanlagen können als geschlossene oder offene Systeme ausgeführt werden. Geschlossene Systeme können vereinfacht in horizontal verlegte Erdwärmekollektoren und vertikale Erdwärmesonden unterschieden werden. Als offene Systeme werden Brunnenanlagen bezeichnet. Bei beiden Varianten zirkuliert ein Wärmeträgermedium (meist ein Wasser-Frostschutzmittelgemisch, wird auch als Sole bezeichnet) innerhalb des Systems. Dieses entzieht dem Erdreich die Wärmeenergie (Kaltschmitt, Wiese, & Streicher, 2003).

Bei der Nutzung der Außenluft wird in einem im Außenbereich aufgestellten Luft/Wasser-Wärmetauscher der Umgebungsluft Wärme entzogen. Nachteilig ist, dass

das Temperaturniveau der Wärme mit der Umgebungstemperatur stark schwankt und vielfach im Frostbereich liegt. Dadurch sind Systeme mit Außenluftnutzung ineffizienter als erdgekoppelte Wärmenutzungssysteme. Vorteilig ist der deutlich günstigere Herstellungspreis.

Erdwärmekollektoren werden in geringer Tiefe (ca. 1-2 m unter der Erde) verlegt. Es ist darauf zu achten die Kollektoren unterhalb der Frostgrenze anzubringen. Ein Kollektorsystem hat einen vergleichsweise hohen Platzbedarf. Selbst bei energetisch sanierten Neubauten ist der Flächenbedarf immer höher als die zu beheizende Gebäudenutzfläche.

Der entscheidende Faktor für die Auslegung der Kollektorfläche ist die spezifische Entzugsleistung des Bodens. Sie reicht von 10 W/m² bei trockenem nicht bindigem Boden bis zu 40 W/m² bei wassergesättigtem Kies oder Sand (VDI 4640-2, 2001).

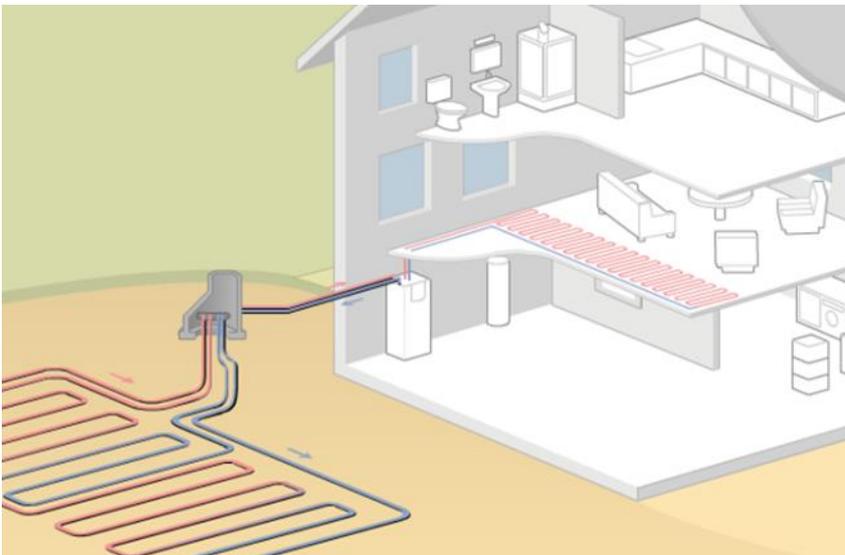


Abbildung 4-14 Erdwärmekollektoranlage
Quelle: (BWP, 2012)

Höhere spezifische Entzugsleistungen können grabenverlegte Kollektoren wie z. B. Künettenkollektoren erreichen (Ochsner, 2007).

Erdwärmesonden zeichnen sich durch einen vergleichsweise geringen Platzbedarf aus. Bei dieser Art von System werden vertikale Erdsonden mittels Bohrungen ins Erdreich gebracht. Der Einsatz von Erdwärmesonden ist die am weitesten verbreitete Methode um Erdwärme zu erschließen. Je nach Wärmebedarf handelt es sich um eine oder mehrere Bohrungen bis üblicherweise 100 m tief abgeteuft. Jede Bohrung zur Gewinnung von Erdwärme über 100 m Tiefe unterliegt der Betriebsplanpflicht nach dem Bundesberggesetz (Altrock et al. , 2009). Ab einer Tiefe von 15 m herrscht im Erdreich eine

konstante Temperatur von ca. 15 °C (vgl. Abbildung 4-8). Erdwärmesondensysteme sind unabhängig von Witterungseinflüssen, da sie hauptsächlich Energie nutzen, die aus dem terrestrischen Wärmestrom stammt. In den Wintermonaten, der Hauptheizsaison, findet jedoch eine gewisse Auskühlung des Bodens statt, da in der Regel mehr Wärme entzogen wird als aus dem Erdinneren nachströmt. Dieser Effekt ist bei der Auslegung der Sondenanlage zu beachten.

Erdwärmesonden eignen sich ebenfalls zur passiven Gebäudetemperierung. Diese Möglichkeit hat nicht nur einen angenehmen Komforteffekt sondern wirkt auch der Auskühlung des Bodens entgegen. Ein Schema einer Erdwärmesondenanlage wird in Abbildung 4-15 gezeigt.

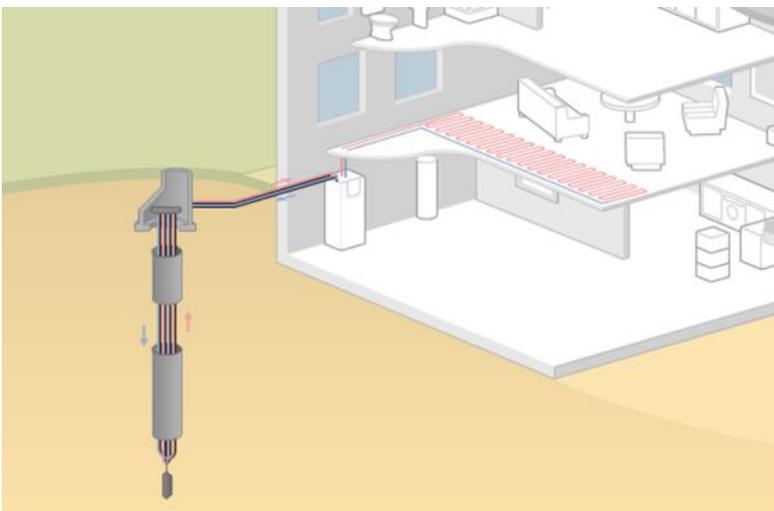


Abbildung 4-15 Erdwärmesonde (BWP, 2012)

Die benötigte Bohrtiefe ergibt sich aus der Wärmeleitfähigkeit und der daraus resultierenden Wärmeentzugsleistung des Bodens.

Prinzipiell können, aus technischer Sicht, Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren standortunabhängig errichtet werden. Je nach geologischer Zusammensetzung des Untergrundes kann standortspezifisch die benötigte Bohrtiefe beziehungsweise die benötigte Kollektorfläche variieren.

Grundwasserbrunnen ermöglichen es Erdwärme mittels eines offenen Systems zu nutzen. Die Grundwassertemperatur liegt das ganze Jahr über konstant bei etwa 8 - 12 °C. Daher arbeiten Wärmepumpen mit Grundwasser als Wärmequelle vergleichsweise effektiv (Ochsner, 2007). Die Wärme kann hier direkt mit Grundwasser an die Oberfläche gefördert werden, (keine indirekte Wärmeübertragung wie bei einer Erdwärmesonde). Mittels eines Brunnens wird das Grundwasser zutage gefördert und anschließend zum Verdampfer der Wärmepumpe geleitet (vgl. Abbildung 4-16). Nach der

energetischen Nutzung folgt eine Wiedereinleitung des Grundwassers mittels eines Schluckbrunnens.

Es ist notwendig, ausreichend ergiebige Grundwasserleiter in nicht allzu großer Tiefe (max. ca. 15 m) vorzufinden. Überschlägig kann mit dem Kennwert 160 l/h je kW_{th} der Wasserbedarf ermittelt werden (Ochsner, 2007). Zu beachten ist, dass die Entnahme und das Wiedereinleiten von Grundwasser eine Benutzung gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 5 (WHG, 2009) und damit genehmigungspflichtig ist.

Sonderfälle der Wärmequellen sind thermale Quellen und warme Grubenwässer, die unter Umständen ein hohes geothermisches Potential aufweisen können.

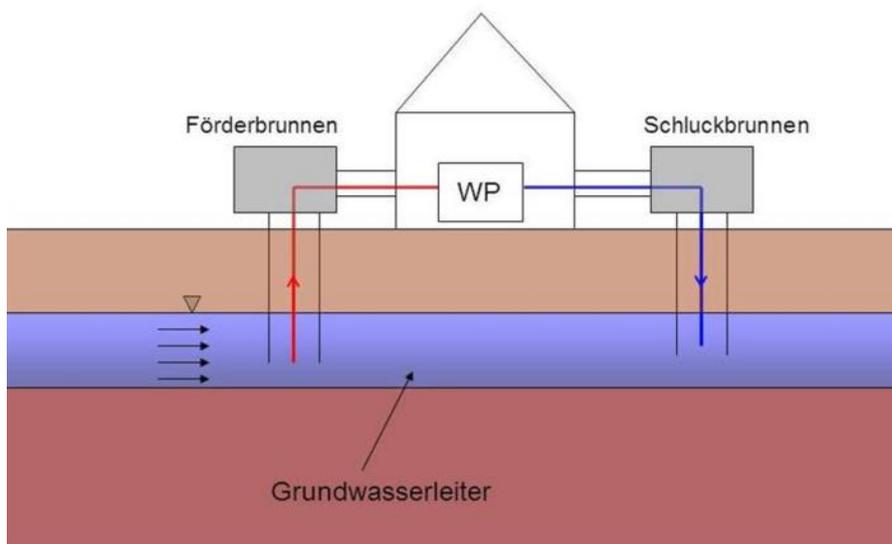


Abbildung 4-16 Erdwärmenutzung mittels Grundwasser, eigene Darstellung

Wärmeerzeugung

Die zweite Systemkomponente einer Anlage zur Erd- und Umweltwärmenutzung ist eine **Wärmepumpe**. Wärmepumpen entziehen einem Trägermedium (Grundwasser, Sole oder (Außen-)Luft) Wärme auf vergleichsweise niedrigem Temperaturniveau und heben diese auf ein höheres Temperaturniveau. Man unterscheidet zwischen Kompressions- und Absorptionswärmepumpen. Da elektrisch angetriebene Kompressionswärmepumpen die am weitesten verbreitete Form der Wärmepumpe sind, wird auf das Funktionsprinzip dieser Art der Wärmepumpe eingegangen.

In Kompressionswärmepumpen zirkuliert ein Kältemittel, das bei sehr niedrigen Temperaturen verdampft. Am Verdampfer nimmt das Kältemittel die Erd- und Umweltwärme auf und wird dadurch verdampft. Über einen Verdichter werden der Druck (und damit auch die Temperatur des Arbeitsmittels) erhöht. Der Verdichter wird über einen Elekt-

romotor angetrieben, der den wesentlichen Stromverbrauch einer Wärmepumpe aufweist. Am Kondensator gibt das Arbeitsmittel die Wärme an den Heizkreislauf ab und kondensiert. Über ein Expansionsventil wird das Arbeitsmittel entspannt (Druckreduktion), wieder abgekühlt, und erneut zum Verdampfer geführt. Zur Veranschaulichung zeigt ein Schema in Abbildung 4-17 einer solchen Anlage.

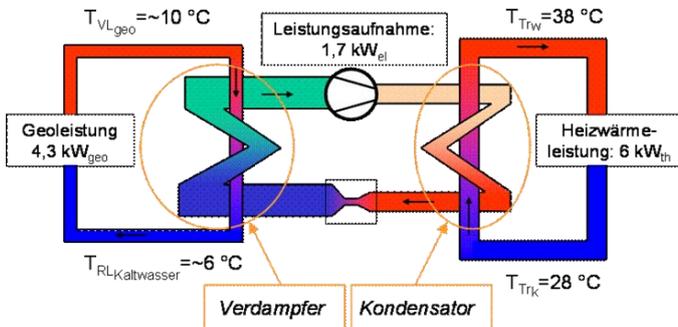


Abbildung 4-17 Schema Kompressionswärmepumpe, eigene Darstellung

Entscheidend für einen wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe ist der Stromverbrauch. Mit steigender Effizienz der Wärmepumpe (insbesondere abhängig von der Wärmequellen- und Senken- Temperatur) nimmt der Stromverbrauch ab. Die Effizienz einer Wärmepumpe kann durch verschiedene Kennziffern bewertet werden. Der *coefficient of performance* (COP, Leistungszahl) gibt das Verhältnis (bei genormten Betriebsbedingungen) des abgegebenen Nutzwärmestroms, bezogen auf die elektrische Leistungsaufnahme des Verdichters, und weiterer Komponenten an.

$$COP = \frac{\dot{Q}_{Nutz}}{P_{el}}$$

Ein COP von 4 bedeutet z. B., dass bei Normbedingungen aus 1 kW_{el} (elektr. Leistung) und 3 kW_{geo} (Umweltwärmeleistung) 4 kW_{th} (Heizwärmeleistung) erzeugt werden. Je geringer der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ausfällt, desto günstiger ist die Leistungszahl. In Abbildung 4-18 wurde die Leistungszahl für verschiedene Heizsystemtemperaturen in Abhängigkeit von der Quelltemperatur aufgetragen.

Beispielhafte Leistungskurve einer Wärmepumpe (200 kW)

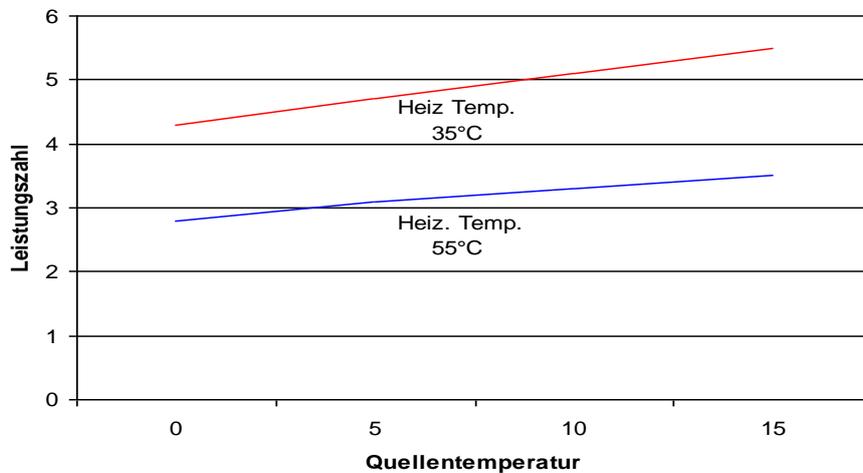


Abbildung 4-18 Beispielhafte Leistungskurve einer Wärmepumpe in Abhängigkeit von Wärmequellen- und Senktemperatur. Quelle: eigene Darstellung TSB nach Herstellerangaben von (Waterkotte, 2009)

Die rote Linie stellt die Leistungszahl für eine Heizsystemtemperatur (Vorlauf) von 35 °C über der Quelltemperatur dar, die blaue Linie symbolisiert die Leistungszahl für eine Systemtemperatur (Vorlauf) von 55 °C. Das Diagramm zeigt, dass bei einer geringeren Heizsystemtemperatur die Leistungszahlen bei gleicher Quelltemperatur immer höher sind, als die der höheren Heizsystemtemperatur.

Daher sind Wärmepumpen vor allem für energetisch optimierte Neubauten oder sanierte Altbauten mit Flächenheizsystem interessant, da diese eine niedrigere Vorlauftemperatur haben. Die Leistungszahl ist ein vom Hersteller der Wärmepumpen vorgegebener Kennwert und wurde unter Normbedingungen auf dem Prüfstand ermittelt. Sie definiert somit immer einen bestimmten Betriebspunkt.

Eine anwendungsbezogene Kennziffer für die Effizienz ist die Jahresarbeitszahl (β). Diese gibt das Verhältnis der abgegebenen Nutzwärme, bezogen auf die eingesetzte elektrische Arbeit, für den Antrieb des Verdichters und der Hilfsantriebe (z. B. Solepumpe) über ein Jahr an (VDI 4640-1 , 2010).

$$\beta = \frac{W_{Nutz}}{W_{el}}$$

Da die Jahresarbeitszahl auf realen Betriebsbedingungen basiert, ist sie immer etwas kleiner als die Leistungszahl. Die Jahresarbeitszahl bewertet den Nutzen der eingesetzten elektrischen Arbeit und ist somit das entscheidende Kriterium für den wirtschaftlichen Betrieb einer Wärmepumpe.

Wärmesenke

Das dritte Systemelement ist die Wärmesenke. Als Wärmesenke werden beispielsweise zu beheizende Gebäude, Wärmeverbrauch zur (Trink-)Wassertemperierung und Prozesse mit Wärmeverbrauch bezeichnet. Der für den Einsatz der Wärmepumpe ideale Verbraucher sollte einen relativ geringen Temperaturbedarf aufweisen, da so die Effizienz einer Wärmepumpe am höchsten ist. Zur Gebäudebeheizung eignen sich so vor allem Flächenheizungen, wie z. B. Wand- oder Fußbodenheizungen.

Daher kommen vor allem Neubauten oder energetisch optimierte Altbauten in Frage. Zwar können moderne Wärmepumpen eine Heiztemperatur von bis zu 65 °C bereitstellen, jedoch ist die Effizienz dabei meist sehr gering, sodass der wirtschaftliche Betrieb einer Wärmepumpe oft erschwert ist.

Nach dem Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich müssen alle Neubauten einen gewissen Anteil ihres Wärmebedarfs mit Erneuerbaren Energien decken (§3 (EEWärmeG, 2011)). Bei Erd- und Umweltwärmenutzung sind dies 50 % (§ 5 Abs. 4 (EEWärmeG, 2011)).

Bei Gebäuden mit passenden Eigenschaften für den Einsatz von Wärmepumpen muss im Einzelfall geprüft werden, ob der Einsatz von Erd- und Umweltwärme wirtschaftlich sinnvoll ist. Die Investitionskosten zur Erstellung eines Heizsystems mit Erdwärmesonden liegen deutlich über denen der Außenluftwärmenutzung oder konventioneller Systeme. Neubauten weisen bei Berücksichtigung der Erfordernisse der aktuellen Energieeinsparverordnung einen sehr niedrigen Wärmebedarf auf. Durch eine günstige Verbrauchssituation kleinerer Neubauten (beispielsweise Einfamilienhäuser) können mit der Erdwärme erzielte Verbrauchskosteneinsparungen die höheren Investitionen oft nicht ausgleichen. Daher amortisieren sich höhere Investitionen vor allem in Gebäuden mit höherem absolutem Wärmeverbrauch, im Neubaufall insbesondere in größeren Gebäuden. Für die Nutzung der Außenluftwärme liegen hingegen bessere Voraussetzungen vor: Die Herstellungskosten hierfür sind deutlich geringer.

Für Bestandsgebäude besteht die Möglichkeit der Förderung von effizienten Wärmepumpen durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA, 2012). Eine elektromotorische Wärmepumpe gilt als effizient wenn sie bei Wohngebäuden eine Jahresarbeitszahl von 3,8 oder bei Nichtwohngebäuden eine Jahresarbeitszahl von 4 aufweist (MAP, 2011).

Potenziale der oberflächennahen Geothermie

Der Einsatz der Erdwärme ist eher von Einsatzbereichen (bspw. Gebäude mit niedrigen Systemtemperaturen) als von den eigentlichen geothermischen Potenzialen begrenzt. Geschlossene Systeme wie Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren können aus technischer Sicht nahezu überall im Untersuchungsgebiet errichtet werden. Die Mach-

barkeit ist mehr oder weniger unabhängig von standortspezifischen Gegebenheiten. Die benötigte Bohrtiefe variiert je nach Wärmeleitfähigkeit am Standort.

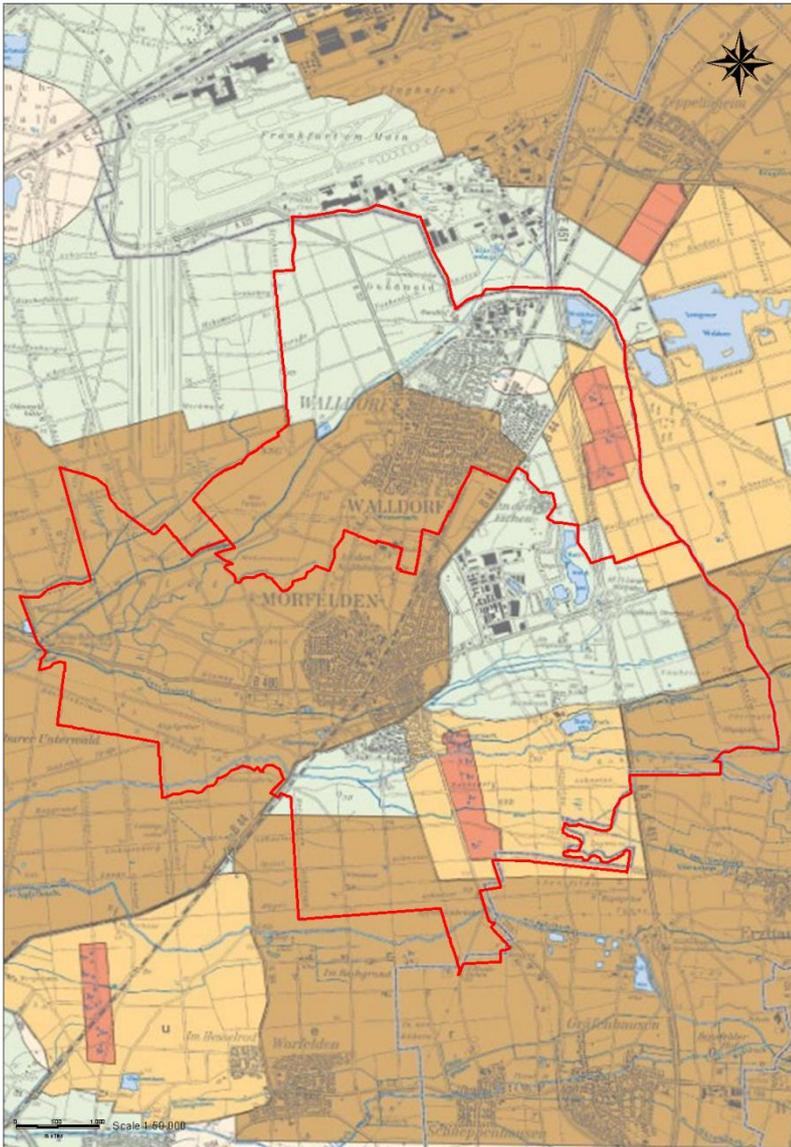
Ob Erdwärme eine wirtschaftliche und ökologische Alternative zu konventionellen Heizsystemen ist, hängt von den Jahresarbeitszahlen, also der Effizienz der Wärmepumpe ab. Wie beschrieben, sollte daher das Heizsystem einen geringen Temperaturbedarf aufweisen. Erdwärme ist daher vor allem für Neubauten oder energetisch optimierte Altbauten mit Flächenheizsystem eine interessante Alternative.

Um Erdwärme mittels Grundwasser zu fördern, sind bestimmte standortspezifische Rahmenbedingungen zu erfüllen. Es ist eine hohe Grundwasserergiebigkeit in nicht allzu großer Tiefe erforderlich.

Die Standorteignung für Erdwärmekollektoren ist abhängig vom Wasserhaushalt der Böden und mit der damit verbundenen Wärmeentzugsleitung. Je höher diese einzustufen ist, desto besser sind die Böden geeignet. Abbildung 4-19 zeigt, dass ein Teil der Fläche in der Stadt Mörfelden-Walldorf zur Installation von Erdwärmekollektoren geeignet (grün Fläche) ist. Der Erschließungsaufwand bewegt sich im Stadtgebiet damit im durchschnittlichen Bereich.

Nach dem Besorgnisgrundsatz des Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 2009) sind Handlungen zu vermeiden, die zu Beeinträchtigungen oder Schädigungen des Grundwassers führen (HLUG, 2011). Vor der Errichtung von Erdwärmesondenanlagen muss geprüft werden, ob diese in wasserwirtschaftlich genutzten oder hydrogeologisch kritischen Gebieten liegen (HLUG, 2011). In diesen kritischen Gebieten bei der Planung von Erdwärmesonden eine Bewertung durch das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie oder durch einen für diesen Bereich öffentlich bestellten und vereidigten Sachverständigen notwendig (HLUG, 2011).

Abbildung 4-19 zeigt eine Karte des HLUG mit der Einteilung in die verschiedenen Gebiete für eine Erststandortbeurteilung für die Stadt Mörfelden-Walldorf.



- Hydrogeologisch und wasserwirtschaftlich günstig**
 Gebiete mit mittlerer bis geringer Wasserdurchlässigkeit, ohne eine wesentliche Stockwerkstrennung und ohne Vorkommen von höher mineralisierten Grundwässern bzw. CO₂-Aufstiegszonen bei gleichzeitiger Lage außerhalb von Wasser- und Heilquellenschutzgebieten oder in deren weiteren qualitativen Schutzzonen WSG III/B und HQSG III/2.

- Hydrogeologisch ungünstig**
 Gebiete mit hoher Wasserdurchlässigkeit, einer wesentlichen Stockwerkstrennung, mit bekannten artesischen Verhältnissen oder Vorkommen von höher mineralisierten Grundwässern bzw. CO₂-Aufstiegszonen oder Aufstiegszonen NaCl-reicher Wasser (z. B. Salzhang).

- Wasserwirtschaftlich ungünstig**
 Gebiete in den Zonen WSG III und IIIA sowie HQSG III, III/1 und B.

- Gebiete, die sowohl hydrogeologisch als auch wasserwirtschaftlich ungünstig sind (s. o.).

- Wasserwirtschaftlich unzulässig**
 Gebiete in den Zonen WSG I, II und vereinzelt IIIA sowie HQSG I, II und A.

Abbildung 4-19 Standortbeurteilung für Erdwärmesonden im Stadtgebiet Mörfelden-Walldorf (verändert nach (Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, 2012))

Ein Großteil des Siedlungsgebietes der Stadt Mörfelden Walldorf liegt in einem hydrogeologisch ungünstigen Gebiet. In diesen Zonen ist eine Einzelfallprüfung notwendig aus der sich eventuell weitere Auflagen an die Anlage ergeben können. Lediglich der nördliche Teil von Walldorf und ein kleiner Teil im Süden von Mörfelden liegen in hydrogeologisch günstigen Gebieten. Hier gelten die Standardauflagen.

4.5.4 Ausbauszenario Geothermie und Wärmepumpen

Ein Ausbauszenario zur Tiefengeothermie kann nicht aufgestellt werden. Geothermie-Kraftwerk-Projekte sind sehr umfangreich und mit vielen Unsicherheiten behaftet. Die derzeitige Situation der Konzessionsfelder in der Stadt Mörfelden-Walldorf lässt in nächster Zeit keine Aktivitäten erwarten. Allerdings birgt die geologische Struktur des Stadtgebiets Potenziale für die Strom- und Wärmeenergieerzeugung aus Tiefengeothermie.

Zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie können geschlossene Systeme wie Erdwärmesonden oder Erdwärmekollektoren prinzipiell überall errichtet werden.

Nach wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Gesichtspunkten reichen in einem Teil des Stadtgebietes die Standardauflagen für die Genehmigung zur Errichtung von Erdwärmesonden aus. Zusätzliche Auflagen werden fast im gesamten Stadtteil Mörfelden und im Süden des Stadtteils Walldorf benötigt.

Die Entwicklung des Wärmepumpen-Ausbaus orientiert sich an der Branchenstudie 2011 des Bundesverbands Wärmepumpen e. V. „Szenarien und politische Handlungsempfehlungen - Daten zum Wärmepumpenmarkt bis 2010 und Prognosen bis 2030“. Dazu wird berücksichtigt, dass kein so starker Zubau für die Stadt Mörfelden-Walldorf zu erwarten ist, weil die Stadt nahezu vollständig mit Erdgas erschlossen ist. Demnach steigt der in Wärmepumpen genutzte Strom von derzeit ca. 3.600 MWh_{el}/a bis 2020 auf 6.000 MWh_{el}/a an. Die damit erzeugte Nutzwärme liegt bei etwa 23.000 MWh_{th}/a, was rund 6 % des Wärmeverbrauchs in Mörfelden-Walldorf entspricht.

4.6 Abwasserwärme

Für die Nutzung von Wärmepotenzialen aus Abwässern bestehen grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Die Gewinnung der Wärme direkt aus dem Kanalsystem vor der Kläranlage oder die Nutzung des gereinigten Abwassers nach der Kläranlage.

4.6.1 Potenziale aus dem Kanalsystem

Um Wärmepotenziale aus Abwasserkanalsystemen gewinnen zu können, werden Wärmetauscher direkt in einem Abwasserkanal installiert und mit einer Wärmepumpe verbunden. Die durchschnittlichen Abwassertemperaturen betragen selbst im Winter i. d. R. rund 10 bis 15 °C und eignen sich daher gut als Wärmequelle für Wärmepumpen (DBU, 2005). Voraussetzung dabei ist, dass ausreichend große Trockenwetterabflüsse (mindestens 15 l/s) vorhanden sind (DBU, 2005), um genügend Wärme aus dem Abwasser zu ziehen und sich geeignete Abnehmer in nächster Umgebung befinden. Die Wärmeabnehmer sollten dabei nur niedrige Vorlauftemperaturen benötigen, wie sie z. B. bei Flächenheizungen oder Niedrigenergiehäusern gebraucht werden, um einen effizienten Betrieb der Wärmepumpe zu gewährleisten. Meist ist die Installation von Wärmetauschern nur in Hauptsammlern möglich, da diese ausreichend groß dimensioniert sind und die erforderlichen Durchflussmengen beinhalten.

Potenziale aus gereinigtem Abwasser

Die Nutzung der Wassermengen aus dem Ablauf einer Kläranlage bietet im Vergleich zu den Abwässern im Kanalsystem zum einen den Vorteil, dass die Leistung der Wärmetauscher aufgrund des gereinigten Abwassers weniger durch Ablagerungen vermindert wird. Zudem können größere Wärmemengen aufgrund einer höheren Temperaturabsenkung entnommen werden. Denn während im Winter die Temperaturabsenkung im Zulauf einer Kläranlage durchschnittlich 0,5 K nicht überschreiten bzw. die Zulauftemperatur von 10 °C nicht unterschritten werden sollte, um die Reinigungsleistung der Kläranlage nicht zu beeinträchtigen, darf die Ablauftemperatur in den Vorfluter auf 3 °C verringert werden (DBU, 2005). Dadurch kann ein Vielfaches der gerade im Winter benötigten Wärmemengen im Ablauf entnommen werden.

Der Nachteil besteht darin, das Wärmepotenzial zu den Verbrauchern zu bringen, da sich diese i. d. R. nicht in direkter Nachbarschaft zu einer Kläranlage befinden. Um die Wärme aus dem Ablauf zum Nutzer zu transportieren, stehen zwei Möglichkeiten zur Verfügung. Erstere besteht im Aufbau eines Nahwärmenetzes. Dabei wird das gereinigte Abwasser zu einer Heizzentrale geführt, in der mittels einer Wärmepumpe und eines Spitzenlastkessels die Wärme auf das benötigte Temperaturniveau angehoben und anschließend an die Verbraucher verteilt wird. Die zweite Variante besteht in der Installation eines Kaltwassernetzes. Hierzu wird mittels Wärmetauschern Wärme aus dem Ab-

lauf gezogen und über ein Kaltwassernetz verteilt. Jeder Verbraucher betreibt hierbei selbst eine Wärmepumpe, um das benötigte Temperaturniveau zu erreichen. Der Vorteil des Kaltwassernetzes gegenüber einem Nahwärmenetz liegt in dem geringeren Temperaturniveau, wodurch geringe Wärmeverluste entstehen und größere Entfernungen zum Abnehmer möglich sind. Die Investitionskosten für die Rohrleitungen können niedriger ausfallen, da ggf. auf eine Isolierung verzichtet werden kann. Durch das kältere Temperaturniveau und die geringere Temperaturabsenkung bei Wärmeentzug müssen die durchströmten Durchmesser der Rohrleitung ebenso wie die Zirkulationspumpen größer dimensioniert werden, um die nötige Wassermenge zu fördern.

Für die Abwasserwärmenutzung in Verbindung mit Wärmepumpen muss darauf geachtet werden, dass die Wärmeabnehmer hinsichtlich ihres Heizungssystems und Wärmebedarfs für die Nutzung einer Wärmepumpe geeignet sind.

Datenbasis

Im Rahmen des Klimaschutz-Teilkonzepts „Integrierte Wärmenutzung für den Kreis Groß-Gerau“ wurde u. a. für die Kläranlage Mörfelden-Walldorf bereits das Potenzial aus dem Kanalsystem und dem Ablauf ermittelt (TSB, 2012). Dazu waren 99,1 l/s als mittlere Trockenwetterabflussmenge und 7,5 °C als minimale Abwassertemperatur bekannt. In einer Machbarkeitsstudie zur Abwasserwärmenutzung in der Stadt Mörfelden-Walldorf wurde die ermittelte Wärmemenge vor und nach der Kläranlage der Wärmenachfrage in den öffentlichen Gebäuden von Mörfelden-Walldorf nach deren energetische Sanierung gegenübergestellt (ETech, 2010). Es wurde empfohlen, für eine Abwasserwärmenutzung die Rahmenbedingungen in der Kläranlage, dem Waldschwimmbad und dem Sportlerheim zu prüfen.

Methodik

Anhand der Abflussmenge und -temperatur können die theoretischen Wärmemengenpotenziale berechnet werden. Dazu wird im Zulauf von einer maximalen Temperaturabsenkung um 0,5 K und im Ablauf von einer maximalen Temperaturabsenkung auf 3 °C ausgegangen. Da nur Daten der Zulauftemperaturen vorlagen, wird davon ausgegangen, dass ähnliche Temperaturen im Ablauf vorliegen.

Ergebnis

Potenziale aus dem Kanalsystem

In Mörfelden-Walldorf existieren vier Hauptabwasserzuleitungen zur Kläranlage und ein Ablaufkanal. Die Lage der vier Hauptsammler und der Kläranlage ist in Abbildung 4-20 dargestellt.

Die Kanaldurchmesser sind grundsätzlich für eine Nachrüstung eines Abwasserwärmetauschers geeignet:

Zulauf I: DN 600
 Zulauf II: DN 590
 Zulauf III: DN 600
 Zulauf IV: DN 670

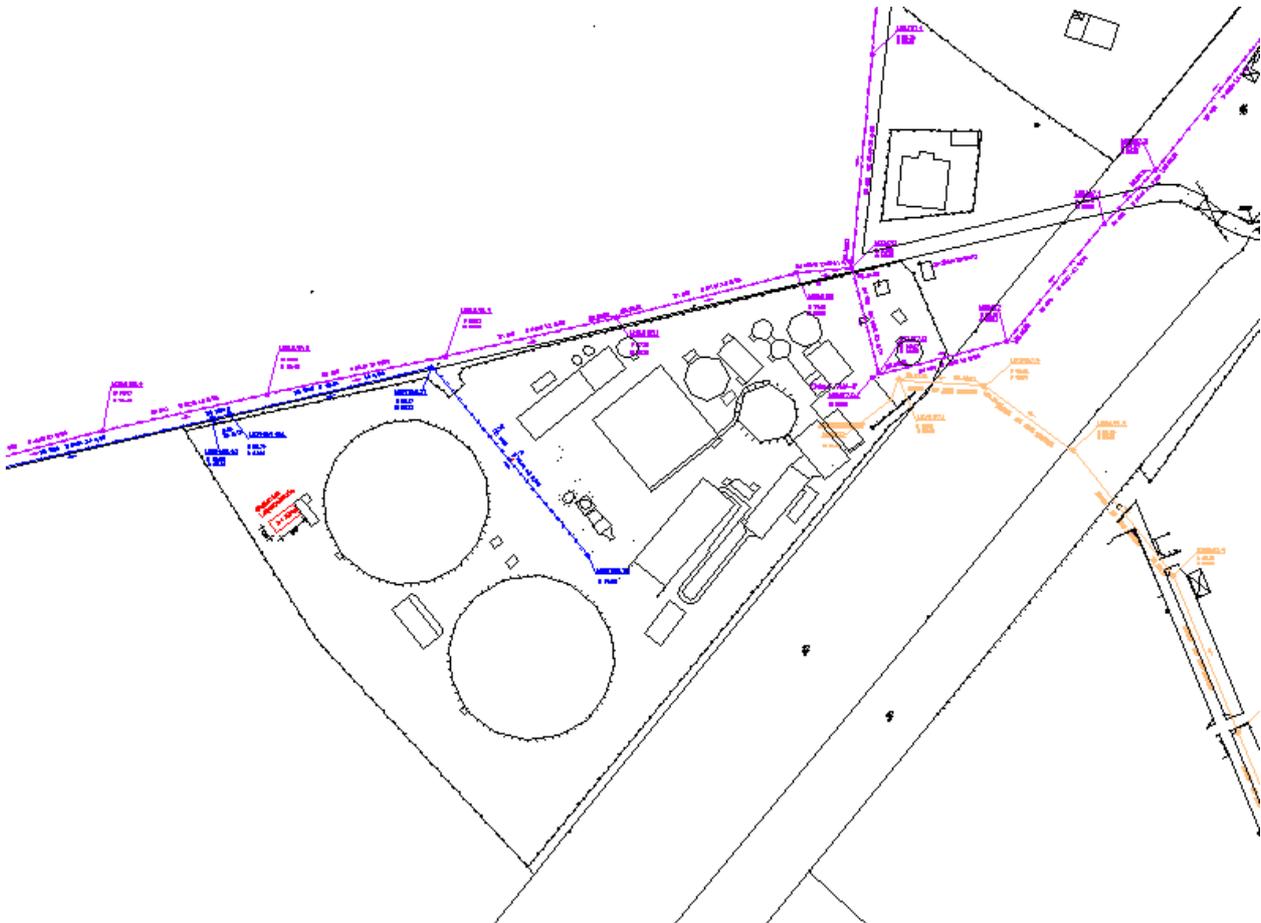


Abbildung 4-20 Zu- und Ablaufkanäle Kläranlage Mörfelden-Walldorf (Ausschnitt aus Kanalplan der Stadt Mörfelden-Walldorf, 2010)

Unter der Annahme, dass sich der gesamte Kläranlagenzulauf von rund 99 l/s gleichmäßig auf die vier Zulaufkanäle zu je 24,75 l/s aufteilt, wäre das erforderliche Mindestvolumen von 15 l/s für eine Abwasserwärmenutzung gegeben. Unter Annahme einer maximalen Temperaturabsenkung um 0,5 K wird das theoretische Wärmemengenpotenzial für einen Zulauf und für alle Zuläufe in Summe berechnet. Wenn nur einem Zulauf die Wärme entzogen wird, ist eine größere Temperaturabsenkung als 0,5 K möglich, solange die Mischtemperatur aller Zuläufe die Mindesttemperatur einhält.

Tabelle 4-8 Leistungs- und Wärmemengenpotenzial im Kanalsystem vor der Kläranlage Mörfelden-Walldorf

Wärmeentzug	Einheit	Temperaturabsenkung in einem Zulauf	Temperaturabsenkung in allen Zulaufen
Entzugsleistung Wärmetauscher	kW _{th}	52	207
Vollbenutzungsstunden	h	4.000	2.000
Wärmemenge Abwasser	kWh _{th} /a	104.000	415.000
COP Wärmepumpe		4,2	4,2
Wärmeleistung Wärmepumpe	kW _{th}	68	272
Wärmemenge Wärmepumpe	kWh _{th} /a	136.000	545.000

Ob und inwieweit sich Potenziale im Kanalsystem nutzen lassen, muss genau geprüft werden.

Abnehmer

Entlang des Kanalverlaufs der Zulaufkanäle wurden öffentliche Liegenschaften ermittelt, die als Wärmeabnehmer in Frage kommen. Vorteilhaft sind in erster Linie Gebäude mit einem größeren Wärmeverbrauch. In direkter Nähe zu einem Zulaufkanal befinden sich einige Stadtliegenschaften. Beispielsweise würde sich das Bürgerhaus, das alte Rathaus, die Kindertagesstätte in der Heidelberger Straße, das Waldschwimmbad und das Sportlerheim anbieten. Nutzungsbedingt ist der Friedhof auszuschließen.

4.6.2 Potenziale aus gereinigtem Abwasser

Die aus dem Ablauf erschließbaren Potenziale sind wesentlich höher als im Zulauf, da hier ein größerer Temperaturhub angesetzt werden kann.

Tabelle 4-9 Leistungs- und Wärmemengenpotenzial im Ablauf hinter der Kläranlage Mörfelden-Walldorf

	Einheit	Ablauf
Trockenwetterabfluss	l/s	99
Minimale Abwassertemperatur	°C	7,5
Temperaturabsenkung	K	4,5
Entzugsleistung Wärmetauscher	kW _{th}	1.870
Vollbenutzungsstunden	h	2.000
Wärmemenge Abwasser	kWh _{th} /a	3.700.000
COP		4,2
Wärmeleistung Wärmepumpe	kW _{th}	2.450
Wärmemenge Wärmepumpe	kWh _{th} /a	5.000.000

Die Kläranlage befindet sich am südwestlichen Stadtrand von Mörfelden-Walldorf. Es ist davon auszugehen, dass in dem nächstgelegenen Gewerbegebiet keine Niedertempera-

turwärme benötigt wird und damit ein wirtschaftlicher Wärmepumpenbetrieb nicht zu erwarten ist. Auch in den umliegenden Wohngebäuden ist nicht davon auszugehen, dass dort eine Abwasserwärmenutzung in naher Zukunft technisch und wirtschaftlich umgesetzt werden kann.

Das Waldschwimmbad befindet sich in der Nähe der Kläranlage und des Einlaufs in den Vorfluter. Es stellt eine Wärmesenke mit einem für den Wärmepumpenbetrieb geeignetem Temperaturniveau dar. Allerdings handelt es sich um ein Freibad, sodass nur an wenigen Monaten im Jahr Wärme benötigt wird.

Das höhere Wärmepotenzial im Ablauf der Kläranlage kann dadurch mit großer Wahrscheinlichkeit unter heutigen Rahmenbedingungen nicht wirtschaftlich genutzt werden.

4.6.3 Potenziale im Nachklärbecken

Auf der Kläranlage Mörfelden-Walldorf befinden sich zwei Nachklärbecken mit einem Volumen von jeweils 4.450 m³.

In den Nachklärbecken kann mittels Kollektoren und einer Wärmepumpe die im Abwasser enthaltene Wärmemenge genutzt werden. Bei dem Einsatz einer Wärmepumpe sollte eine Wärmesenke mit einem Wärmebedarf auf möglichst geringem Temperaturniveau vorhanden sein.

Auf der Kläranlage in Mörfelden Walldorf ist die Errichtung eines neuen Verwaltungsgebäudes mit ca. 600 m² Nutzfläche geplant. Wegen des hohen Wärmedämmstandards können in Neubauten Heizsysteme mit niedrigen Vor- und Rücklauftemperaturen vorgesehen werden, sodass sich eine Wärmepumpe zur Beheizung eignet.

Überschlägig kann für den Neubau anhand der Fläche ein Wärmeverbrauch von ca. 30.000 kWh_{th}/a und eine benötigte Heizleistung von ca. 33 kW_{th} angesetzt werden. Die nötige Kollektorstrecke in einem der beiden Nachklärbecken beträgt ca. 1.500 m. Anhand dieser Vorgaben wurde überschlägig eine grobe Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Beheizung des Neubaus durch Abwasserwärmenutzung im Nachklärbecken durchgeführt. Folgende Rahmenparameter wurden angesetzt:

Verbrauchskosten:

Erdgaspreis:	6,0 ct/kWh _{HS} inkl. MwSt.
Heizölpreis:	8,9 ct/kWh _{Hi} inkl. MwSt.
Strompreis WP-Tarif:	22 ct/kWh _{el} inkl. MwSt.

Zinsen und Preissteigerung:

Zinssatz:	3%
Preissteigerung Erdgas:	5%/a
Preissteigerung Heizöl:	8%/a

Die Investitionskosten für die Wärmepumpenanlage liegen bei ca. 30.000 €. Durch die günstigen Wärmequellentemperaturen kann eine Jahresarbeitszahl von 5 für die Wärmepumpe angesetzt werden. Die Stromkosten für den Betrieb der Wärmepumpe belaufen sich auf ca. 1.300 €/a.

Unter der Berücksichtigung, dass heute Heizöl zur Wärmeversorgung auf dem Betriebsgelände zum Einsatz kommt (neben der Wärme des Klärgas-BHKW) und zukünftig auf Erdgas umgestellt werden soll, erfolgt die wirtschaftliche Bewertung der Abwasserwärmenutzung in Bezug auf beide Energieträger.

Hier wurde davon ausgegangen dass die Investitionskosten für einen Heizkessel in der Leistungsgröße 33 kW_{th} für beide Energieträger bei ca. 11.000 € liegen.

Tabelle 4-10 Wirtschaftlichkeit einer Abwasserwärmenutzung in der Kläranlage

		Heizölkessel	Erdgaskessel	Abwasser- Wärmepumpe
Jahresheizwärmebedarf	kWh _{th} /a	30.000	30.000	30.000
Investitionskosten	€	11.000	11.000	30.000
Verbrauchskosten	€/a	2.800	1.900	1.300
Dynamische Amortisation				
gegen Heizölkessel	a			10
gegen Erdgaskessel	a			26

Gegenüber einer Beheizung des Gebäudes mit Heizöl erweist sich die Beheizung mittels der Wärmeenergie im Nachklärbecken als wirtschaftlich. Mit einer dynamischen Amortisationszeit von ca. 10 Jahren bleibt die Amortisationszeit unter der rechnerischen Nutzungsdauer der Anlage. Bei einer Umstellung der Beheizungsstruktur auf Erdgas liegt die Amortisationszeit mit ca. 26 Jahren etwas über der rechnerischen Nutzungsdauer der Wärmepumpenanlage. Allerdings ist zu beachten, dass das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz für Neubauten eine anteilige Nutzung regenerativer Energien oder Ersatzmaßnahmen fordert, was im Vergleich nur von der Abwasser-Wärmepumpe erfüllt wird. In den Heizkesselvarianten wären weitere Investitionen in beispielsweise eine Solarthermie-Anlage erforderlich, sodass sich insgesamt die Wirtschaftlichkeit für eine Abwasser-Wärmepumpe verbessert.

Neben dem neuen Verwaltungsgebäude bietet sich das etwa 300 m entfernte Freibad als weitere Wärmesenke für eine Nutzung der im Nachklärbecken vorhanden Wärmeenergie an. Ein großer Teil der Wärme wird auf einem niedrigen Temperaturniveau zur Beckenwassererwärmung benötigt. Derzeit erfolgt die Beheizung des Waldschwimmbads mit einem 600 kW_{th} Erdgaskessel und einer Solarabsorberanlage.

Zur Abwasserwärmenutzung könnten beide Nachklärbecken als Wärmequelle zum Betrieb einer Wärmepumpe mit ungefähr $170 \text{ kW}_{\text{th}}$ genutzt werden.

Inwiefern sich eine Abwasserwärmenutzung zur Beheizung des Verwaltungsneubaus auf dem Kläranlagengelände in der Heizperiode und die Wärmeversorgung des Freibads in der Badesaison wirtschaftlich umsetzbar ist, muss in einem gesonderten Konzept näher untersucht werden.

4.6.4 Ausbauszenario Abwasserwärme

Ein Ausbauszenario zur Abwasserwärmenutzung kann nicht aufgestellt werden. Derzeit stellt sich nur die Nutzung auf dem Betriebsgelände der Kläranlage vielversprechend dar.

4.7 Zusammenfassung der Potenzialanalyse Erneuerbare Energien

Nachfolgende Tabelle bietet eine Übersicht über die Potenziale für den Ausbau der erneuerbaren Energien. Das größte realistisch ausweisbare Ausbaupotenzial bietet die Photovoltaik.

Da die Stadt nahezu vollständig mit Erdgas erschlossen ist, spielt in der Wärmeversorgung vorrangig die Solarthermie eine Rolle. Umweltwärmenutzung durch Wärmepumpen und Holzpelletskessel sind demnach eher für Neubauten als für Bestandsgebäude relevant.

Ein Ausbaupotenzial für Umweltwärme ist sicher vorhanden, aber nicht sinnvoll quantifizierbar. Auch bei der energetischen Nutzung der Biomasse, z. B. in Form von Holzpelletsanlagen wird noch ein Ausbau stattfinden. Ein Potenzial auf Basis von Ressourcen aus dem Stadtgebiet Mörfelden-Walldorf ist jedoch nicht ausweisbar.

Die CO_2e -Einsparung in der Stromversorgung wird hier gegenüber dem CO_2e -Kennwert für fossile Kraftwerke 2020 mit $810 \text{ kg/MWh}_{\text{el}}$ gerechnet, da zu erwarten ist, dass 2020 vor allem dieser Strom durch Erneuerbare Energien verdrängt wird (Merit-Order-Effekt) (DLR, 2012).

Die CO_2e -Einsparung in der Wärmeversorgung wird gegenüber dem CO_2e -Kennwert des lokalen Wärmemixes im Untersuchungsgebiet abzüglich des Anteils erneuerbarer Energien mit einem Wert von 272 g/kWh_f errechnet.

Tabelle 4-11 Zusammenfassung der Potenzialanalysen der erneuerbaren Energien

Bereich		Ist-Situation		Ausbaupotenzial	
		Erzeugung [MWh/a]	Deckung Verbrauch	Erzeugung [MWh/a]	CO ₂ e-Einsparung (t/a)
Wärme	Solarthermie	480	0,1%	27.500	6.300
	Biomasse	8.700	2,4%	620 ¹	140 ¹
	Umweltwärme	7.200	2,0%	nicht ausweisbar	nicht ausweisbar
	Abwasserwärme	0	0,0%	30 ²	10 ²
Strom					
Strom	Windenergie	0	0,0%	0	0
	Photovoltaik	2.800	2,0%	54.000	34.800
	Wasserkraft	0	0,0%	0	0
	Klärgas	300	0,2%	350 ³	300
	Deponiegas	1.100	0,8%	0	0
	Biogas	50	0,0%	0	0
	Geothermiekraftwerk	0	0,0%	nicht ausweisbar	nicht ausweisbar
	Bioabfall	1.200	0,9%	0	0
	Restabfall	1.100	0,8%	0	0

¹ Holzhackschnitzel aus dem Forst, deren Menge durch Reduzierung des Holzeinschlags zur stofflichen Nutzung frei wird, um z. B. ein zu installierendes Wärmenetz städtischer Liegenschaften in Walldorf zu versorgen

² Abwasser-Wärmepumpe für den geplanten Verwaltungsneubau auf dem Betriebsgelände der Kläranlage

³ Geplanter Ersatz der beiden Klärgas-BHKW-Module durch zwei Mikrogasturbinen (Ausbaupotenzial gibt den Mehrertrag gegenüber dem Bestand an.)

5 Akteursbeteiligung

Im Rahmen der partizipativen Erstellung des Konzepts wurden lokale und regionale Akteure und –gruppen eingebunden.

5.1 Akteursanalyse

Eine umfassende Reduktion von klimaschädlichen Treibhausgasemissionen kann nur gelingen, wenn Maßnahmen in unterschiedlichen Handlungsfeldern umgesetzt werden und diese von den beteiligten Akteursgruppen (oder der Bevölkerung) vor Ort mitgetragen werden. Aus diesem Grund wurden Akteure und Multiplikatoren aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen bereits in die Entwicklung des Klimaschutz-Teilkonzeptes, vor allem in die Entwicklung von Maßnahmenideen, einbezogen. Die Partizipation verschiedener Akteursgruppen gewährleistete im Verlauf des Projektes die Berücksichtigung eines auf die erneuerbaren Energien ausgerichteten Themen- und Interessenspektrums aus den verschiedenen Blickwinkeln.

Die Akteursbeteiligung stärkt die bereits bestehende Netzwerkarbeit des Klimaschutzbüros in der Stadtverwaltung von Mörfelden-Walldorfs. Zur Steuerung des Teilkonzepts wurde in der Projektanfangsphase eine Lenkungsgruppe eingerichtet (siehe 5.2.1 Partizipative Konzepterstellung). Begleitend zu der Bearbeitung der einzelnen Projektbausteine sowie insbesondere bei der Konzeption der Akteursbeteiligung bei Schwerpunktthemen (Einzelgespräche und Workshops), wurde eine Akteursanalyse mit der Lenkungsgruppe durchgeführt. Die Zusammensetzung der Lenkungsgruppe (siehe 5.2.1 Partizipative Konzepterstellung) aus regionalen Akteuren garantierte die Identifikation wesentlicher Akteure für die Bearbeitung. Akteure des Klimaschutz-Teilkonzepts können verschiedene Kompetenz- und Interessensträger sein, wie die nachstehende Abbildung 5-1 verdeutlicht.



Abbildung 5-1: Akteure des Klimaschutzkonzeptes

Im Rahmen von Veranstaltungen sowie individuell geführter Gespräche vor Ort, Telefonaten sowie einen Informationsaustausch mittels Schriftverkehr, konnte der Akteurskreis, auch im Hinblick auf die Konkretisierung und Umsetzung von Handlungsmaßnahmen weiter ausgebaut werden.

Die Akteursanalyse und das Akteursmanagement sind wesentliche Bausteine der Netzwerkarbeit. Sie ermöglichen die Schaffung eines umfassenden und interdisziplinär ausgerichteten Klimaschutznetzwerkes in der Stadt Mörfelden-Walldorf.

Zur Umsetzung des in 2006 fertig gestellten „Integrierten Klimaschutzkonzepts“ ist eine Stelle für das Klimaschutzmanagement geschaffen worden, deren Anschlussförderung Förderung bis 2016 gesichert ist. Die Koordinierung und Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes soll ebenfalls durch diese Stelle gesteuert werden.

5.2 Akteursmanagement

Ausgangspunkt für die Entwicklung und Konkretisierung von Handlungsmaßnahmen für den Ausbau der erneuerbaren Energien waren Gespräche innerhalb der strategischen Lenkungsgruppe. Im Rahmen der Durchführung zielgruppen- und themenspezifischer Workshops, wurden zahlreiche Klimaschutzmaßnahmen von den jeweiligen Zielgruppen vorgeschlagen. Darüber hinaus wurden diverse Einzelgespräche und Telefonate zwischen den jeweiligen Bearbeitern der Projektbausteine mit den verantwortlichen Mitarbeitern aus der Verwaltung und weiteren relevanten Experten geführt, um Maßnahmen-schwerpunkte zu konkretisierten. Ergänzend erfolgten Abstimmungsgespräche zwischen den Projektleitern und der Politik hinsichtlich organisatorischer Belange.

Die Tabelle 5-1 gibt einen Überblick über die durchgeführten Veranstaltungen.

Tabelle 5-1 Überblick über die verschiedenen Veranstaltungen

Datum	Veranstaltung
01.04.2014	Internes Auftaktgespräch
29.04.2014	1. Sitzung der Lenkungsgruppe
17.06.2014	Expertengespräch zur energetischen Waldholznutzung
07.07.2014	Sitzung des Umweltausschusses der Stadt Mörfelden-Walldorf Information über den aktuellen Stand
23.07.2014	2. Sitzung der Lenkungsgruppe
17.09.2013	Workshop zu Solarthermie und Photovoltaik
14.10.2014	Expertengespräch Stadtwerke Mörfelden-Walldorf
25.11.2014	3. Sitzung der Lenkungsgruppe
04.02.2015	Vernetzungstreffen „Erneuerbare Energien in Mörfelden-Walldorf“

Auftaktgespräch

Im verwaltungsinternen Auftaktgespräch am 01.04.2014 wurden Arbeitsabläufe, Schwerpunkte des Konzepts und die Akteursanalyse diskutiert. Die Teilnehmer für die Lenkungsgruppe wurden ausgewählt und erste Termine abgesprochen.

Sitzungen der Lenkungsgruppe

Die Lenkungsgruppe tagte in drei Sitzungen. Darin wurden Zwischenergebnisse präsentiert und diskutiert, Maßnahmen entwickelt, Schwerpunkte und Workshopthemen festgelegt. Die Protokolle zu den Sitzungen befinden sich im Anhang.

Akteursworkshops und Expertengespräche

Während der Konzepterstellung wurden fünf themenspezifische Workshops und Expertengespräche mit verschiedenen Zielgruppen durchgeführt. Die Themenauswahl der Workshops und die Zielgruppen wurden im Rahmen der Lenkungsgruppe festgelegt. Hauptkriterium für die Festlegung der Schwerpunktthemen der Workshops waren Photovoltaik, Solarthermie, Waldholz und Abwasserwärmenutzung als die für die Stadt Mörfelden-Walldorf relevanten erneuerbaren Energien. Weitere Schwerpunktthemen lagen im direkten Handlungsbereich der Stadt und Akteuren vor Ort, um beispielsweise Klimaschutzmaßnahmen in eigenen Objekten und Einrichtungen umzusetzen.

Die Akteure wurden mittels Einladungsschreiben informiert und zu den Workshops bzw. Expertengesprächen eingeladen. Im Rahmen der Workshops fanden verschiedene auf die Zielgruppen abgestimmte Impulsvorträge seitens der TSB und regionalen Akteuren statt. In einer Vorstellungsrunde stellten die Teilnehmer sich und ihre Erwartungen an den Workshop kurz vor.

Die Diskussionen wurden von der TSB und vereinzelt von Externen moderiert und auf Plakaten vor Ort und anschließend in einem Protokoll dokumentiert, das an alle Workshopteilnehmer sowie die Lenkungsgruppe gesendet wurde. Die Protokolle zu den Workshops befinden sich im Anhang des Klimaschutz-Teilkonzeptes. In der nachstehenden Abbildung 5-2 ist der Ablauf der Workshops beispielhaft dargestellt.

Agenda

Expertenworkshop „Solarenergie in Mörfelden-Walldorf“

Ort: Gesellschaftssaal, UG, Bürgerhaus Mörfelden,
Westendstr. 60, 64546 Mörfelden-Walldorf
Datum: Mittwoch, den 17. September
Dauer: 19:30 Uhr bis 21:30 Uhr

Zeitlicher Ablauf:

- 19.30 Uhr: Begrüßung und Vorstellung der Moderatorinnen Frau Ternus und Frau Kriebs
- 19.40 Uhr: Kurze Vorstellungsrunde der Teilnehmer
- 19.50 Uhr: Vorstellung Klimaschutzteilkonzept durch Frau Kriebs
- 20.00 Uhr: Einleitung Chancen und Hemmnisse der Solarthermie und Photovoltaik
Überleitung zu den Hauptleitfragen und Teilung der Teilnehmer in Workshop
Solarthermie und Workshop Photovoltaik
- 20.15 Uhr: Expertenworkshops ST und PV unter Anleitung der Moderatorinnen
- 21.00 Uhr: Vorstellung der Resultate und Diskussion
- 21.30 Uhr: Ausklang der Veranstaltung

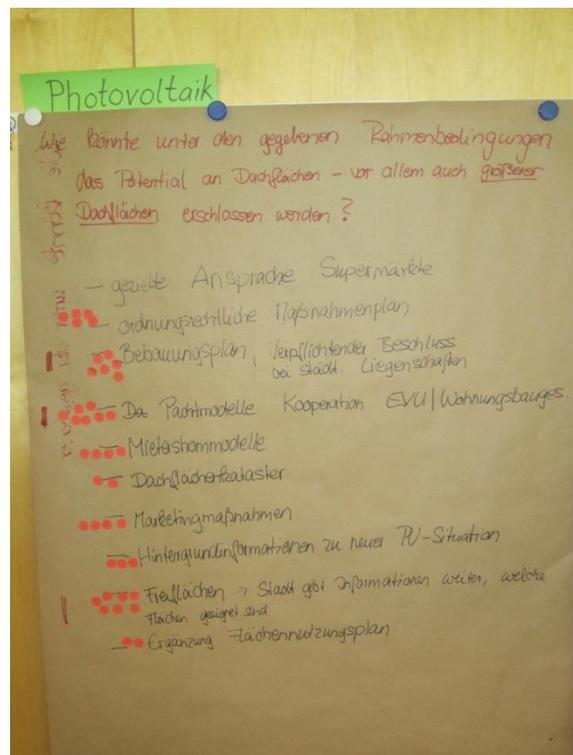
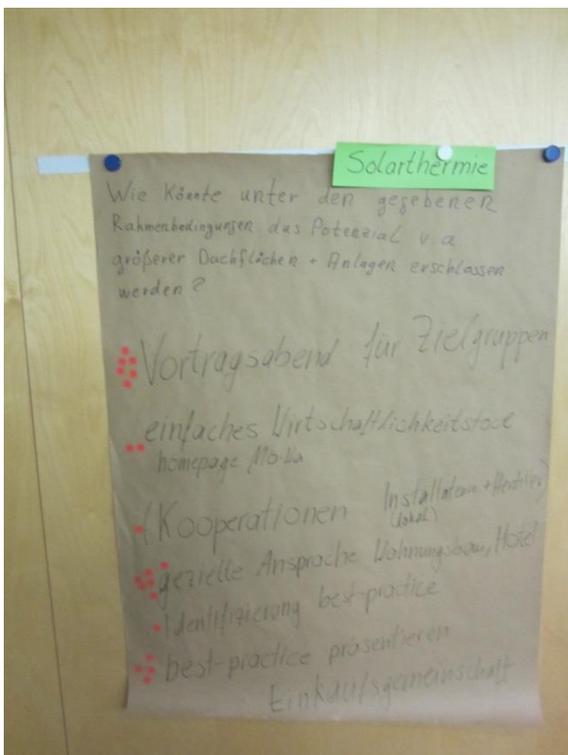


Abbildung 5-2: Beispielhafter Ablaufplan und Bilder der Workshops

Nachfolgend werden die durchgeführten Workshops beschrieben.

Workshop: energetische Waldholznutzung

Im Hinblick auf Biomasse befindet sich der Stadtwald im direkten Handlungsfeld der Stadt. Durch die energetische Nutzung des Waldholzes möchte die Stadt einen Beitrag für den Ausbau der erneuerbaren Energien leisten.

Am Workshop nahmen Mitarbeiter der Stadtverwaltung (Umweltamtsleiterin und Vertreter des Energie- und Klimaschutzbüros), ein Vertreter des Forstamts Groß-Gerau sowie der Magistrat teil. Die TSB gab einen Überblick über die analysierten Biomassepotenziale insbesondere des Waldholzes. Beispiele zur Wärmeversorgung städtische Liegenschaften mit Waldholz wurden aufgezeigt und zur Diskussion gestellt.

Im Anschluss wurde die Verfügbarkeit des Waldholzes zur energetischen Nutzung in Verbindung mit der zukünftigen Ausrichtung der Forstwirtschaft und Auswirkungen auf den Stadthaushalt (verminderte Einnahmen in der Holzvermarktung und Energiekosteneinsparung in städtischen Liegenschaften) diskutiert. Es wurden Maßnahmenideen gesammelt.

Workshop: Solarenergie in Mörfelden-Walldorf

Die Solarenergie stellt das bedeutende Potenzial lokaler erneuerbarer Energien in der Stadt dar. Zur Aktivierung der Potenziale zur solaren Strom- und Wärmeerzeugung wurde ein Expertenworkshop durchgeführt. Daran nahmen Mitarbeiter der Stadtverwaltung (Referent des Bürgermeisters, der Energiebeauftragte und der Klimaschutzmanager), Vertreter der Energieversorgungsunternehmen, der Wohnungswirtschaft, Handwerksbetriebe, freier Energieberater, lokaler Banken und des Solarvereins Frankfurt teil. Einleitend wurden die jeweiligen Ausbaupotenziale ausgehend von der heutigen Nutzung zu Solarthermie und Photovoltaik in Mörfelden-Walldorf gezeigt. Anhand von Leitfragen wurden Vorschläge und Projektideen für den Ausbau der Solarenergie diskutiert und zusammengetragen. Dabei wurde unterschieden, was seitens der Stadtverwaltung angestoßen werden kann, welche Rahmenbedingungen zu schaffen sind und Einsatzfelder dieser Technologien in Mörfelden-Walldorf.

Vernetzungstreffen „Erneuerbare Energien in Mörfelden-Walldorf“

Für den Ausbau der erneuerbaren Energien in der Umsetzungsphase ist ein gemeinsames Auftreten der Akteure wertvoll, um gezielt die Bürgerinnen und Bürger anzusprechen, zu informieren und zu motivieren.

An dem ersten Vernetzungstreffen nahmen Vertreter der lokalen Energieversorgungsunternehmen (HSE AG und Mainova AG), der BürgerEnergieRheinMain eG (Vorstandsvorsitzender), der Stadtverwaltung (Umweltamtsleiterin, Energiebeauftragter, Referent des Bürgermeisters) und der Bürgermeister teil.

Der Energiebeauftragte gab einen kurzen Überblick über die bisherigen Klimaschutzaktivitäten der Stadt Mörfelden-Walldorf und erläuterte die Intention des Vernetzungstreffens. Die TSB stellte die wesentlichen Erkenntnisse des Klimaschutz-Teilkonzepts vor. Die größten Potenziale zeigen sich in der Solarenergie. Mit der Fragestellung, wie die Bürgerinnen und Bürger informiert und motiviert werden, Solarthermie und/oder Photovoltaik zu nutzen, wurden Ansätze entsprechend der eigenen Möglichkeiten der teilnehmenden Institutionen diskutiert. Zur gemeinsamen Umsetzung bietet sich eine Solarinitiative der Stadt an, in der die einzelnen Angebote der lokalen Energieversorger und der BERM eG unter einer Dachmarke bekannt gemacht werden.

In allen Workshops wurden Projektideen generiert, die im weiteren Projektverlauf in enger Abstimmung zwischen den Projektbeteiligten diskutiert, gefiltert, ergänzt und schließlich zu einem Maßnahmenkatalog verdichtet wurden.

Expertengespräche

Während der Projektphase fanden Gespräche mit unterschiedlichen Institutionen statt, die direkt oder indirekt mit dem Handlungsfeld Energie und Klimaschutz befasst sind. In Gesprächen mit relevanten Akteuren der Verwaltung und der Politik ging es neben der Sammlung relevanter Daten für die Projektbausteine „Bilanzierung“ und „Potenziale“ um die Diskussion von Ergebnissen des Konzepts und die Konkretisierung anstehender Maßnahme.

In der Sitzung des Umweltausschusses am 07.07.2014 wurde über den Zwischenstand des Klimaschutz-Teilkonzepts berichtet.

Mit den Stadtwerken wurde zur geplanten, energetischen Modernisierung des Kläranlagenstandorts in Mörfelden-Walldorf ein Gespräch am 14.10.2014 zusammen mit dem Energiebeauftragten geführt. Schwerpunktthemen waren die Möglichkeiten einer Abwasserwärmenutzung, die Erneuerung der Klärgas-BHKW-Anlage, Umstellung des Energieträgers und thermochemische Verfahren zur dezentralen Klärschlammverwertung.

Fernmündliche Einzelgespräche wurden unter anderem mit dem Forstamt Groß-Gerau, der Gemeinde Trebur und der Hauptabteilung Ländlicher Raum in der Kreisverwaltung Darmstadt-Dieburg geführt.

Des Weiteren dienten Beratungsgespräche innerhalb der Projektgruppe zur Definition und Konkretisierung der Klimaschutzziele des vorliegenden Konzepts.

5.2.1 Partizipative Konzepterstellung

Eine frühzeitige Einbindung relevanter regionaler Akteure versetzt die mit der Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzeptes befassten Stellen in die Lage, die Datenerhebungen und Konzeptstruktur an tatsächlichen Bedarfen, realistischen Potenzialen und regionalspezifischen Problemsektoren auszurichten. Darüber hinaus wird ermöglicht, dass eine breite Akzeptanz für den Klimaschutz und eine Motivation zum Handeln geschaffen wird und ausschließlich klimarelevante Maßnahmen entwickelt werden, die zu den strategischen Zielen der Stadt Mörfelden-Walldorf passen und politisch auch umsetzbar sind. Aus diesen Gründen erfolgt im Rahmen der Durchführung der vorgenannten Module eine umfassende Einbindung entsprechender Beteiligten.

Zu Beginn der Konzepterstellung wurde eine Lenkungsgruppe (LGR) eingerichtet. Zielsetzungen bei der Zusammenstellung der LGR waren:

- die Integration relevanter Entscheidungsträger aus Verwaltung und Gremien sowie ggf. weiterer strategisch wichtiger Personen
- Vorbereitung der Maßnahmenumsetzung im Anschluss an die Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzeptes
- Schaffen einer Gruppe, welche die Umsetzung des Konzeptes weiterhin steuernd begleiten wird

Wichtige Aufgaben der Lenkungsgruppe:

- Projektgruppe agiert als Lenkungsgruppe im Rahmen der Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzeptes
- Diskussion von Projektfortschritt, Methodik, Ergebnissen, Problemen sowie Unterstützungsbedarf durch die Transferstelle Bingen
- Aufnahme und Diskussion von Ideen
- Identifikation wesentlicher regionaler Akteure für die Bearbeitung des Klimaschutz-Teilkonzeptes
- Auswahl der Maßnahmenschwerpunkte
- Koordination der Maßnahmenumsetzung
- Verfolgung der Klimaschutzziele
- Diskussion aktueller Klima- und Energiethemen
- Steuerung und Fortführung des Klimaschutzkonzeptes

In Tabelle 5-2 sind die ständigen Mitglieder der Lenkungsgruppe mit Namen, Funktion und Institutionszugehörigkeit dargestellt.

Tabelle 5-2 Zusammensetzung der Projektgruppe

Institution	Name	Funktion
Stadt Mörfelden-Walldorf	Heinz-Peter Becker	Bürgermeister der Stadt Mörfelden-Walldorf
	Hans-Heinrich Viebrock	Stadtverwaltung Mörfelden-Walldorf Referent des Bürgermeisters
	Katharina Diergarten	Stadtverwaltung Mörfelden-Walldorf Amtsleiterin Umweltamt
	Andreas Fröb	Stadtverwaltung Mörfelden-Walldorf Energiebeauftragter
	Sebastian Staudenmayer	Stadtverwaltung Mörfelden-Walldorf Klimaschutzbeauftragter
	Stephan Neubacher	Stadtverwaltung Mörfelden-Walldorf Wirtschaftsförderung
BürgerEnergieRheinMain eG	Dr. Ursula Otterbein	BERM eG Vertreterin
Transferstelle Bingen	Kerstin Kriebs	Projektleiterin

Während der Projektlaufzeit tagte die Lenkungsgruppe regelmäßig in insgesamt drei Sitzungen (vgl. Tabelle 5-3).

Tabelle 5-3 Überblick über Termine der Lenkungsgruppentreffen

Termin	Projektgruppentreffen
29.04.2014	1. Sitzung
23.07.2014	2. Sitzung
25.11.2014	3. Sitzung

Neben den Sitzungen der Lenkungsgruppe wurden insgesamt vier Akteursworkshops bzw. Expertengespräche zu den Themen „energetische Waldholznutzung“, „Aktivierung der Solarenergie (Solarthermie und Photovoltaik)“ und „Abwärmenutzung“ durchgeführt. Auch in einer Umweltausschusssitzung wurde über das Klimaschutz-Teilkonzept berichtet (vgl. Tabelle 5-4).

Tabelle 5-4 Überblick über Termine und Themen der Workshops und Experteninterviews

Termin	Thema des Workshops
17.06.2014	Energetische Waldholznutzung
07.07.2014	Sitzung des Umweltausschusses
17.09.2014	Solarenergie in Mörfelden-Walldorf
14.10.2014	Expertengespräch Kläranlage Mörfelden-Walldorf
04.02.2015	Vernetzungstreffen „Erneuerbare Energien in Mörfelden-Walldorf“

Darüber hinaus wurden im Bedarfsfall Einzelgespräche und weitere Experteninterviews geführt, z. B. mit dem Forstamt Groß-Gerau.

5.2.2 Umsetzung der Ergebnisse

Die Umsetzung der Ergebnisse aus dem Klimaschutz-Teilkonzept in Form des ausgearbeiteten Maßnahmenkatalogs ist schwerpunktmäßig das Aufgabenfeld eines Klimaschutzmanagers in enger Abstimmung mit den Verwaltungen und politischen Gremien der Stadt Mörfelden-Walldorf. Die wesentlichen Aufgaben wären, unter anderem:

- Aufgaben des Projektmanagements (Koordination und Umsetzung der ausgearbeiteten Klimaschutzmaßnahmen, einschließlich Evaluation)
- Durchführung (verwaltungsinterner) Informationsveranstaltungen und Schulungen sowie Unterstützung bei der Koordinierung der ämterübergreifenden Zusammenarbeit bei der Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes
- Etablierung energiebezogener Datenerfassung und Verwaltung der Daten (s. auch Konzept Controlling)
- Fachliche Unterstützung bei der Vorbereitung und Untersuchung von Finanzierungsmöglichkeiten
- Aktivitäten zur Vernetzung mit andern klimaschutzaktiven Akteursgruppen bzw. Kommunen
- Aufbau von Netzwerken und Einbeziehung externer Akteure und Experten
- Durchführung der Öffentlichkeitsarbeit

6 Maßnahmenkatalog

Kommunale Klimaschutzkonzepte basieren zum einen auf Bilanzen zu Energieverbrauch und CO₂e-Emissionen, zum anderen auf Potenzialanalysen für Einsparung, Effizienz und Erneuerbare Energien und Klimaschutzentwicklungsszenarien. Aus diesen Grundlagendaten wird unter Beteiligung regionaler Akteure ein Maßnahmenkatalog entwickelt. Der Maßnahmenkatalog enthält eine Übersicht von neuen beziehungsweise auf bereits durchgeführten klimaschutzrelevanten Aktivitäten aufbauenden Maßnahmen für die Stadt Kirn.

Die Maßnahmenvorschläge kamen aus verschiedensten Gruppen und Gremien, wie der Projektgruppe, der Verwaltung, den Workshops, der Politik, etc. Insbesondere die verschiedenen Workshops, die während der Projektphase durchgeführt wurden, dienten dazu, Ideen zu identifizieren, zu diskutieren und abzustimmen. Durch die Kooperation und den Dialog mit möglichen Interessensgruppen („Machern“ und Multiplikatoren) sowie dem Informationstransfer zwischen den bereits aktiven Klimaschutz-Akteuren ist eine breite Akzeptanz für den Klimaschutz und eine Motivation zum Handeln geschaffen. Darüber hinaus ist gewährleistet, dass ausschließlich klimarelevante Aktivitäten entwickelt wurden, die zu den strategischen Zielen der Stadt Mörfelden-Walldorf passen und politisch auch durchsetzbar sind. Eine Grundlage für die weitere Konkretisierung und erfolgreiche Umsetzung der Handlungsmaßnahmen ist somit gegeben.

Der Maßnahmenkatalog beinhaltet eine Sammlung bewerteter und nach Bedeutsamkeit und Umsetzungszeitraum sortierter Maßnahmensteckbriefe. Je Maßnahme existiert ein Maßnahmensteckbrief. Grundsätzlich soll der dargestellte Katalog von Einzelmaßnahmen dazu dienen, dem Leser knapp und übersichtlich mitzuteilen:

- welche Maßnahmen vorgeschlagen werden,
- welche Schritte und Aktivitäten zur Umsetzung erforderlich sind,
- wo und mit welcher Wirkung eine Maßnahme ansetzt,
- an welchen Adressaten sich die Maßnahme richtet,
- ob begleitende Aktivitäten erforderlich sind,
- welche Hemmnisse einer erfolgreichen Umsetzung der Maßnahme entgegen stehen,
- welcher Zeitaufwand für die Umsetzung der Maßnahme erforderlich ist
- wo es weitere Erfahrungen bzw. Informationen zu der Maßnahme gibt.

Die Umsetzung der Maßnahmen ist die wesentliche Aufgabe des Klimaschutzmanagers. Der Maßnahmenkatalog dient der bereits vorhandenen Stelle eines Klimaschutzmanagers in der Verwaltung als Arbeitsgrundlage für die Vorbereitung, Koordination und Umsetzung der Maßnahmensteckbriefe in Zusammenarbeit mit den weiteren Akteuren in der Stadt.

Im Folgenden werden der Aufbau und die wichtigsten Bewertungskategorien des Kataloges erläutert.

6.1 Maßnahmenbeschreibung: Aufbau, Inhalte und Bewertung

Um die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden die ausgewählten Maßnahmen in einem standardisierten Maßnahmenraster dargestellt. Dieses erlaubt eine spätere Sortierung und Priorisierung in direktem Vergleich der einzelnen Maßnahmen.

Der Projektsteckbrief bietet einen Überblick über die wesentlichen Merkmale einer Maßnahme. Dazu gehören eine kurze Beschreibung der Maßnahme, Ziele und nächste Schritte, Handlungsfelder sowie Querverweise zu Neben-/flankierenden Maßnahmen. Neben den eher deskriptiven Elementen werden im Rechnungs- und Bewertungsteil bewertende Kategorien berücksichtigt, welche die Grundlage für die Priorisierung von geeigneten Maßnahmen darstellen.

Die nachstehenden Abbildungen Abbildung 6-1 und Abbildung 6-2 zeigen beispielhaft den Aufbau einer Maßnahme.

Maßnahmensteckbrief	Nr.
Klimaschutz-Teilkonzept Erneuerbare Energien der Stadt Mörfelden-Walldorf	
 <p>Klimaschutz Mörfelden-Walldorf Jetzt starten statt warten</p>	
Titel der Maßnahme	
Sektor	
Öffentliche Einrichtungen	
Handlungsfeld	
Umsetzung	
Kurzbeschreibung des Projektes (Ziele)	
Nächste Schritte	
Chancen und Hemmnisse	
Zielgruppe	
Verantwortliche	
beteiligte Akteure	
Einfluss auf die demografische Entwicklung	
Kosten und Finanzierungsmöglichkeit	
Auswirkungen auf die kommunale Wertschöpfung	
Umsetzungszeitraum	
Erfolgsindikatoren	
Vorschlag von	
Flankierende Maßnahmen	

Abbildung 6-1 Maßnahmensteckbrief (Beschreibungsteil)

Vorauswahl Gewichtung in %						
CO ₂ e-Einsparung	Wirtschaftlichkeit	Endenergieeinsparung	Wertschöpfung	Umsetzungsgeschwindigkeit	Einflussnahme durch die Kommune	Wirkungstiefe
20%	15%	20%	15%	10%	5%	15%
Summe Gewichtung						100%
Bewertungskriterien	Punkte	Gewichtung	Bewertung			
CO ₂ e-Einsparung		20%	0			
Wirtschaftlichkeit		15%	0			
Endenergieeinsparung		20%	0			
Wertschöpfung		15%	0			
Umsetzungsgeschwindigkeit		10%	0			
Einflussnahme durch die Kommune		5%	0			
Wirkungstiefe		15%	0			
Gesamtwert			0			

Abbildung 6-2 Maßnahmensteckbrief (Bewertungsteil)

Im Folgenden werden die Kriterien, mit denen die Maßnahmen beschrieben werden, kurz erläutert.

Beschreibungsteil (siehe Abbildung 6-1):

Der Maßnahme wird ein „**Kürzel**“ zugewiesen, das aus der Sektorenbezeichnung und einer laufenden Nummer besteht.

Kürzel	Bezeichnung
Ü 1	Übergreifende Maßnahme 1
HH 2	Maßnahme private Haushalte 2
ÖFF 3	Maßnahme Öffentliche Einrichtungen 3
GHDI 4	Maßnahme Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Industrie 4

Der „**Titel**“ der Maßnahme wird kurz und prägnant formuliert, evtl. auftretende Abkürzungen oder zusammengesetzte Wortkreationen müssen erläutert werden.

Das Auswahlfeld „**Sektor**“ beinhaltet die klimaschutzrelevanten Sektoren „Private Haushalte“, „Gewerbe/Handel/Dienstleistungen“, „Industrie“, „Öffentliche Einrichtungen“ sowie „übergreifende Maßnahmen“ (mehrere Sektoren gleichzeitig betreffend). Das Auswahlfeld „**Handlungsfeld**“ beschreibt das Handlungsfeld, in welchem die Maßnahme ihre Wirkung hat. Es erfolgt eine Unterteilung in folgende Handlungsfelder:

- Umsetzung
- Öffentlichkeitsarbeit/Akteursmanagement
- Sonstiges

Die „**Maßnahmenbeschreibung**“ umfasst die allgemeine Beschreibung der Maßnahme. Zusätzlich sind wesentliche Informationen oder Beispiele sowie Querweise zu anderen Maßnahmen hinterlegt.

Weiterhin werden Angaben gemacht, die für die Koordination und Umsetzung der Maßnahme relevant sind:

Im Feld „**Nächste Schritte**“ werden die nächsten Handlungsschritte, die für die Umsetzung der Maßnahmen erforderlich sind, kurz beschrieben.

Als „**Chancen und Hemmnisse**“ werden die Chancen, die mit der Maßnahme verbunden sind sowie eventuelle Schwierigkeiten und Hindernisse angegeben, die die Umsetzung der Maßnahme erschweren oder blockieren können.

Das Auswahlfeld „**Zielgruppe**“ beschreibt, welche Akteure für diese Maßnahme zugechnitten sind.

Als **Verantwortliche** werden die Akteure genannt, die die Maßnahme federführend umsetzen.

Als „**beteiligte Akteure**“ können Projektverantwortliche, Ansprechpartner während der Umsetzung, sowie ausführende Personen genannt werden.

Falls die Maßnahme **Einfluss auf die demografische Entwicklung** hat, werden die wesentlichen Faktoren kurz beschrieben.

Unter **Kosten und Finanzierungsmöglichkeiten** erfolgen Angaben zu Investitionskosten konkreter Projekte sowie Kosten, die insbesondere bei Kampagnen / Öffentlichkeitsarbeit usw. anfallen (z. B. Kosten für die Erstellung von Flyer, Broschüren, usw.). Zur Finanzierung wird insbesondere auf aktuelle Förderprogramme verwiesen.

Welche **Auswirkung auf die kommunale Wertschöpfung** sich durch die jeweiligen Maßnahmen ergibt, wird kurz beschrieben.

Das Auswahlfeld „**Umsetzungszeitraum**“ ist unterteilt in „kurzfristig“, „mittelfristig“ „langfristig“, benennt Beginn und/oder Umsetzungszeitraum einer Maßnahme. Wenn möglich, wird die Kontinuität der Maßnahme angegeben.

- Kurzfristig: innerhalb von zwei Jahren
- Mittelfristig: innerhalb der nächsten drei bis fünf Jahren
- Langfristig: Zeitraum darüber hinaus

In den **Erfolgsindikatoren** werden zur Evaluierung der umgesetzten Maßnahme Bewertungskriterien aufgezählt.

Das Eingabefeld „**Vorschlag von**“ enthält Namen, Funktion und die Kontaktmöglichkeit des Ideengebers der Maßnahme. Der Klimaschutzmanager erhält im Hinblick auf die Umsetzung einen konkreten Ansprechpartner.

Unter „**flankierende Maßnahmen**“ können Maßnahmen mit ihrem Kürzel genannt werden,

- die als Werkzeug zur Erreichung der in den Hauptmaßnahmen beschriebenen Energieeffizienz- und Einsparpotenziale dienen (Nebenmaßnahme)
- die sich teilweise mit der eigentlichen Maßnahme überschneiden oder sich gut in den Ablauf der Maßnahme einfügen, das heißt in dieselbe Richtung wirken (flankierende Maßnahme)
- die ohne nennenswerten Mehraufwand mitrealisiert werden können (flankierende Maßnahme)
- die gleichzeitig mehreren Sektoren zu zuordnen sind (flankierende Maßnahme)

Bewertungsteil (siehe Abbildung 6-2):

Der Bewertungsteil des Maßnahmenkataloges setzt sich aus mehreren Elementen zusammen. Zu den Kriterien zählen:

- das „**CO₂-Minderungspotenzial**“, gemessen am errechneten wirtschaftlichen Gesamtinderungspotenzial,
- die „**Wirtschaftlichkeit**“ der Maßnahme, welche auf dem Verhältnis von Amortisationszeit zu Nutzungsdauer beruht,
- die „**Endenergieeinsparung**“ verglichen mit dem im Szenario berechneten wirtschaftlichen Einsparpotenzial
- die „**lokale Wertschöpfung**“: Effekte, die sich positiv auf die lokale / regionale Wirtschaft, positiv auf die Kaufkraft in der Region und positiv auf die Einnahmen im kommunalen Haushalt auswirken.
- die „**Umsetzungsgeschwindigkeit**“, welche angibt, in welchem Zeitraum die Maßnahme umgesetzt werden soll
- die „**Einflussmöglichkeiten der Kommune**“ und
- die „**Wirkungstiefe**“, welche angibt, wie viele unterschiedliche Zielgruppen von der Maßnahme angesprochen werden.

Die Kriterien werden jeweils gewichtet. Diese Gewichtung wird von der Kommune bzw. dem Konzeptentwickler vorgenommen und gilt jeweils für ein Projekt.

Für die Kriterien werden jeweils Punktevorschläge vergeben:

Punkte	Bedeutung
1	Keine oder sehr geringe Effekte ↓ sehr bedeutsame Effekte
2	
3	
4	
5	

Aus der Addition der gewichteten Punkte ergibt sich für jede Maßnahme ein Gesamtwert. Durch den Gesamtwert lässt sich eine Maßnahme im Hinblick auf die Umsetzung priorisieren.

6.2 Auswertung Maßnahmenkatalog

Der umfassende Maßnahmenkatalog mit detaillierten Beschreibungen zu jeder Maßnahme kann dem Anhang dieses Berichtes entnommen werden. Diese Auflistungen sind zugleich die wesentliche Arbeitsgrundlage für die Konzeptumsetzung u. a. durch den Klimaschutzmanager.

6.2.1 Übergreifende Maßnahmen

Zu den übergreifenden Maßnahmen zählen insbesondere institutionell-organisatorische Maßnahmen, Kommunikations- und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen für den Klimaschutz sowie Maßnahmen, die nicht einem bestimmten Sektor zuzuordnen sind. Zur Anregung, Bündelung und Koordinierung von Klimaschutzaktivitäten sowie zur Unterstützung durch begleitende Öffentlichkeitsarbeit kann die Stadt Mörfelden-Walldorf bereits auf bestehende Strukturen in Form des Energie- und Klimaschutzbüros in der Verwaltung zurückgreifen und entsprechend für den Ausbau der erneuerbaren Energien weiterentwickeln. Die zentrale Anlaufstelle für Klimaschutz soll weiterhin der Klimaschutzmanager sein, der die Maßnahmenumsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes maßgeblich begleitet. Unterstützt wird er durch die Fortführung des Klimaschutz-Controllings, in dessen Rahmen auch die Lenkungsgruppe, die während der Erstellung des Klimaschutz-Teilkonzeptes gebildet wurde, eingebunden werden soll, um gemeinsam die weiteren Schritte der Maßnahmenumsetzung und Evaluierung zu beraten und die erforderlichen Impulse in die einzelnen Bereiche (Sektoren) weiterzutragen. Intensive Öffentlichkeitsarbeit, unter anderem durch öffentlichkeitswirksame Aktionen (z. B. Informationsabende) soll in weiten Kreisen der Institutionen in der Stadt den Unternehmen und der Bürgerschaft für Bewusstseinsbildung und steigende Bereitschaft zur Beteiligung an Klimaschutzprojekten sorgen.

Ü 1: Fassung wichtiger Beschlüsse für die Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzepts

Eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahmen des Klimaschutz-Teilkonzeptes ist die Fassung folgender Beschlüsse durch die Stadtverordnetenversammlung der Stadt Mörfelden-Walldorf:

- Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzeptes (investive Maßnahmen benötigen separate Beschlüsse)
- Fortführung des Klimaschutz-Controllings => Evaluation von Erfolgen

Ü 2: Möglichkeiten für Bürgerenergie-Projekte aufzeigen

Aufgrund begrenzter Ressourcen im Ausbau erneuerbarer Energien in der Stadt können insbesondere lokale und regionale Bürgerenergie-Projekte die CO₂e-Bilanz im Hinblick auf eine langfristige Klimaneutralität in Mörfelden-Walldorf signifikant verbessern. Gemeinsam mit regionalen Energieversorgern / Netzbetreibern und der örtlichen Energiegenossenschaft BERM eG in Verbindung mit (über)regionalen Akteuren sollen Möglichkeiten für Bürgerenergie-Projekte aufgezeigt werden. Vielversprechende Projektideen können dann in einem Konzept konkretisiert werden.

6.2.2 Maßnahmen nach Sektoren und Bewertung

Um einen Überblick zu erhalten, welche Maßnahmen auf welche Zielgruppe ausgerichtet sind, werden die im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes erarbeiteten Maßnahmen in Tabelle 6-1 bis Tabelle 6-3 nach den Verbrauchssektoren gegliedert sowie nach der Prioritäteneinschätzung (Bewertung) u. a. in Bezug auf ihren Beitrag zum Klimaschutz erfasst.

Private Haushalte

Die privaten Haushalte haben einen Anteil von ca. 35 % am Gesamtenergieverbrauch in der Stadt. Derzeit wird der Energieverbrauch zur Wärmeversorgung zu etwa 6 % mit erneuerbaren Energien gedeckt. Dementsprechend ergeben sich in diesem Bereich nicht nur hohe Energieeffizienz- und Energieeinsparpotenziale sondern auch große Potenziale zur Nutzung erneuerbarer Energien. Bei einem Großteil der Wohngebäude handelt es sich um Ein- und Zweifamilienhäuser. Da die Stadtverwaltung keinen direkten Einfluss auf die energetische Optimierung des privaten Wohnungsbestandes sowie die Nutzung erneuerbarer Energien hat, ist es wichtig, über gezielte Beratung und Öffentlichkeitsarbeit die Bereitschaft für Sanierungstätigkeiten zu wecken.

Über bewährte Kommunikationsmethoden, wie Kampagnen, Informationsmaterialien zu Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten, Mitarbeiterschulungen in Betrieben und öffentlichen Einrichtungen, Integration des Themas in Bildungseinrichtungen, das Angebot

von Beratungsleistungen an Bürgern/-innen, etc. soll die Erschließung der erneuerbare Energie sowie der Energieeffizienz- und Einsparpotenziale angestoßen werden. Die Wirkungen dieser vielen Einzelmaßnahmen sind Bewusstseinsbildung, Aufklärung und Wissensvermittlung bei den Zielgruppen, eine positive Außenwirkung der Initiatoren sowie eine forcierte Umsetzung von Maßnahmen.

Ein entscheidender Baustein stellt das städtische Energie- und Klimaschutzbüro als neutrale Anlaufstelle für Bauherren und Gebäudeeigentümer dar.

In der nachstehenden Tabelle 6-1 sind die einzelnen Maßnahmen aufgelistet.

Tabelle 6-1 Maßnahmen im Sektor privaten Haushalte

Kürzel	Titel	Punkte
HH 2	Neugestaltung der städtischen Solarförderung	3,8
HH 5	Informationen zu nutzbaren Flächen für die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen bereitstellen	3,7
HH 6	Entwicklung Mieterstrommodelle	3,65
HH 1	vereinfachte Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Solarthermie auf Stadt-homepage anbieten	3,4
HH 3	Identifizierung und Präsentation von Solarthermie in Mörfelden-Walldorf als best-practice	3,25
HH 4	Solardachkataster	3,05

Gewerbe / Handel / Dienstleistung / Industrie

Durch Unterstützung dieser Maßnahmen sollen verstärkt erneuerbare Energien im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie erschlossen werden. Der Sektor GHD+I macht einen Anteil von rund 29 % an den gesamten CO₂e-Emissionen in der Stadt aus. Die Stadt Mörfelden-Walldorf hat keine unmittelbare Einwirkmöglichkeit zur Umsetzung von erneuerbaren Energien in diesem Sektor. Durch eine gezielte Bewerbung von Förder- und Netzwerkmöglichkeiten und Informationsveranstaltungen für Unternehmen, kann die Stadt den Prozess zur Erschließung der Potenziale anstoßen.

In der nachstehenden Tabelle 6-2 sind die Maßnahmen im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie aufgeführt.

Tabelle 6-2 Maßnahmen im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistung und Industrie

Kürzel	Titel	Punkte
GHDI 5	Zielgruppenspezifische Informationskampagne für Photovoltaik	4,1
GHDI 4	Entwicklung von Pachtmodelle für Photovoltaik	3,95
GHDI 2	best-practice-Beispiele zu großen Solarthermie-Anlagen präsentieren	3,8
GHDI 1	Vortragsabende und Informationsveranstaltungen zu Solarthermie für verschiedene Zielgruppen	3,7
GHDI 3	Solarthermie-Kooperation mit Installateuren und Herstellern	3,2

Öffentliche Einrichtungen

Auch wenn, wie die Energie- und CO₂e-Bilanz zeigt, die quantitativen Effekte im Handlungsfeld der kommunalen Verwaltung begrenzt sind, muss die Stadtverwaltung in ihren eigenen Bereichen mit gutem Beispiel voran gehen, um mittels selbst umgesetzter, energetischer Maßnahmen Vorbildfunktionen zu entfalten. Einige Liegenschaften konnten in den letzten Jahren energetisch optimiert werden. Außerdem werden bereits erneuerbare Energien in der Wärme- und Stromversorgung genutzt. Zukünftiges Potenzial liegt insbesondere in der öffentlichkeitswirksamen Präsentation der vorhandenen Technologien und der weiteren Integration regenerativer Energien in den eigenen Einrichtungen.

In der nachstehenden Tabelle 6-3 sind die Maßnahmen zusammengefasst.

Tabelle 6-3 Maßnahmen Sektor Öffentliche Einrichtungen

Kürzel	Titel	Punkte
ÖFF 1	Holz hackschnitzel aus dem Stadtwald zur Wärmeversorgung von Stadtliegenschaften	3,75
ÖFF 3	Errichtung von Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Parkplätzen	3,55
ÖFF 2	Anzeigetafeln für Solarthermie-Anlagen in Stadtliegenschaften nachrüsten	3,4
ÖFF 4	Prüfung ordnungsrechtlicher Maßnahmen zur Nutzung von Photovoltaik	3,3
ÖFF 5	Prüfung einer Abwasserwärmenutzung im Zuge der Kläranlagenmodernisierung	3,1

6.2.3 Maßnahmen nach Umsetzungszeitraum und Bewertung

In den nachstehenden Tabellen Tabelle 6-4 bis Tabelle 6-5 sind die im Rahmen des Klimaschutz-Teilkonzeptes entwickelten Maßnahmen nach Zeitraum und Priorisierung (Bewertung) gegliedert. Die einzelnen Maßnahmensteckbriefe befinden sich im Anhang und können dadurch losgelöst vom Bericht ausgedruckt und verwendet werden.

Die nachstehende Auflistung der Maßnahmen zeigt eine große Bandbreite aus einfachen, kurzfristig realisierbaren bis hin zu komplexen, eher mittelfristig umsetzbaren Maßnahmen mit mehr Vorbereitungszeit.

Tabelle 6-4 Kurzfristige Maßnahmen

Kürzel	Titel	Punkte
Ü 1	Fassung wichtiger Beschlüsse für die Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzepts	
Ü 2	Möglichkeiten für Bürgerenergie-Projekte aufzeigen	
GHDI 5	Zielgruppenspezifische Informationskampagne für Photovoltaik	4,1
GHDI 4	Entwicklung von Pachtmodellen für Photovoltaik	3,95
HH 2	Neugestaltung der städtischen Solarförderung	3,8
GHDI 2	best-practice-Beispiele zu großen Solarthermie-Anlagen präsentieren	3,8
HH 5	Informationen zu nutzbaren Flächen für die Errichtung von Photovoltaik-Anlagen bereitstellen	3,7
GHDI 1	Vortragsabende und Informationsveranstaltungen zu Solarthermie für verschiedene Zielgruppen	3,7
HH 6	Entwicklung Mieterstrommodelle	3,65
ÖFF 2	Anzeigetafeln für Solarthermie-Anlagen in Stadtliegenschaften nachrüsten	3,4
HH 4	vereinfachte Wirtschaftlichkeitsberechnung zu Solarthermie auf Stadt-homepage anbieten	3,4
ÖFF 4	Prüfung ordnungsrechtlicher Maßnahmen zur Nutzung von Photovoltaik	3,3
ÖFF 5	Prüfung einer Abwasserwärmenutzung im Zuge der Kläranlagenmodernisierung	3,1
HH 4	Solardachkataster	3,05

Zu den mittelfristigen Maßnahmen zählen insbesondere Maßnahmen, die noch genauer geplant werden müssen und eine längere Vorbereitungszeit benötigen.

Tabelle 6-5 Mittelfristige Maßnahmen

Kürzel	Titel	Punkte
ÖFF 1	Holzackschnitzel aus dem Stadtwald zur Wärmeversorgung von Stadtliegenschaften	3,75
ÖFF 3	Errichtung von Photovoltaikanlagen auf öffentlichen Parkplätzen	3,55
HH 3	Identifizierung und Präsentation von Solarthermie in Mörfelden-Walldorf als best-practice	3,25
GHDI 3	Solarthermie-Kooperation mit Installateuren und Herstellern	3,2

7 Konzept für die Öffentlichkeitsarbeit

Gezielte Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit helfen, Bürgerinnen und Bürger sowie ansässigen Unternehmen für eigene Klimaschutzmaßnahmen zu gewinnen und ihnen auch das Handeln der Kommune für den Klimaschutz zu verdeutlichen.

Ausgangssituation

Im Integrierten Klimaschutzkonzept von 2009 sowie dem Klimaschutzteil-Konzept „Verkehr“ von 2012, die dem Klimaschutz-Teilkonzept „Erschließung der verfügbaren Erneuerbar-Energien-Potenziale“ vorausgegangen sind, wurden wesentliche Grundlagen für eine Öffentlichkeitsarbeit geschaffen. Der Klimaschutzmanager, der 2011 seine Tätigkeit in der Stadtverwaltung aufnahm, setzte vielfältige Aktionen und Kampagnen um.

Begleitend zur Erarbeitung des Klimaschutz-Teilkonzepts wurde eine Lenkungsgruppe eingerichtet, in der neben dem Bürgermeister und der Verwaltung auch die Bürger-EnergieRheinMain eG vertreten war.

Die Workshops und Expertengespräche des Klimaschutz-Teilkonzepts richteten sich an alle zentralen Akteure der erneuerbaren Energien und des Klimaschutzes und wurden gezielt eingeladen.

Ein Logo für den Klimaschutz in der Stadt Mörfelden-Walldorf liegt bereits vor, das auch weiterhin künftige Maßnahmen in der Öffentlichkeitsarbeit begleiten soll.

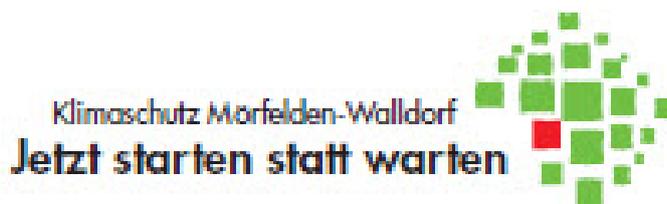


Abbildung 7-1 Klimaschutzlogo der Stadt Mörfelden-Walldorf

Insgesamt bestehen gute Voraussetzungen für die Umsetzungsphase des Klimaschutz-Teilkonzeptes, da die Akteure bekannt sind und bereits Erfahrungen in der Kommunikation bestehen. Je nach Akteursgruppe müssen noch andere Wege gefunden werden, um mehr Menschen zu mobilisieren bzw. zum Handeln zu bewegen. Hier wurden in Treffen der Lenkungsgruppe und in den Workshops/Expertengesprächen Ideen gesammelt, die im Rahmen des Konzeptes für Öffentlichkeitsarbeit aufgegriffen werden bzw. Teil der Maßnahmen sind (s. Kapitel 6).

7.1 Zentrale Akteure

Kommunalpolitik

Die Stadt sollte mit ihren Maßnahmen für einen besseren Klimaschutz stets die Öffentlichkeit erreichen. Sie kann eine Vorbildfunktion übernehmen, indem sie zeigt, wie Klimaschutz im Alltag verwirklicht werden kann und funktioniert.

Beschluss eines Klimaschutzziels

Auf Grundlage des im Klimaschutzprogramm 2020 gefassten Ziele und Berücksichtigung des langfristigen Ziels einer Klimaneutralität bezogen auf die CO₂e-Emissionen bis 2050 würde der Beschluss eines Klimaschutzziels dem Thema Klimaschutz für die nächsten Jahre eine besondere Bedeutung bei Entscheidungen einräumen und eine besondere öffentliche Aufmerksamkeit erzielen.

Eigene Artikel zum Klimaschutz

Die Kommunalpolitik sollte die Öffentlichkeitsarbeit der Verwaltung bzw. des Klimaschutzmanagements unterstützen, indem sie eigene Artikel zum kommunalen Klimaschutz verfassen und Entscheidungen der Räte pro Klimaschutz erläutern.

Stadtverwaltungen bzw. Klimaschutzmanager

Es gibt sinnvolle Maßnahmen, die die Stadtverwaltung durchführen kann, um das Thema Klimaschutz in der Öffentlichkeit zu verankern. Erfahrungsgemäß reichen die personellen Ressourcen in den Verwaltungen nicht aus, um solche Aufgaben zusätzlich zu übernehmen. Insbesondere für das Aufgabenfeld Öffentlichkeitsarbeit ist der Klimaschutzmanager eine wichtige Unterstützung.

7.2 Kommunikation in der Region

Zur Vernetzung des Klimaschutzes in der Stadt mit der Region bestehen vielfältige Verknüpfungspunkte.

7.2.1 Logo / Corporate Design

Damit die Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit einheitlich wahrgenommen werden, ist ein sogenanntes Corporate Design wichtig. So können Effekte der Wiedererkennung und Identifikation bei den Zielgruppen erzielt werden.

Ein Logo liegt bereits vor, ergänzend sollten (ggf. mit Unterstützung eines Grafikers) festgelegt werden:

- Festlegung von Schriftart, -größen und Farben

- Aufbau eines individuellen, visuellen Erscheinungsbildes für Texte, Briefe und Internetseite
- Auswahl von Bildern

7.2.2 Einrichtung eines Netzwerks mit Energieakteuren

In der Umsetzungsphase des Klimaschutz-Teilkonzepts sollten die Mitglieder der Lenkungsgruppe sowie weitere Akteure z. B. aus den Workshops eingebunden werden. Hier bietet sich die Bildung eines Netzwerkes an. Daran sollten sich als Vertreter der Stadt der Bürgermeister, Mitarbeiter der Verwaltung (insbesondere des Energie- und Klimaschutzbüros) sowie Vertreter der BürgerEnergieRheinMain eG, der Energieversorger und lokaler Experten (Energieberater, Handwerker, Kreditinstitute, Verbraucherzentrale Hessen etc.) beteiligen. Die Vorbereitung, Moderation und Protokollierung der Netzwerktreffen könnte als Aufgabe des Klimaschutzmanagers definiert werden. Es sollte eine Kooperation angestrebt werden, um gemeinsam Klimaschutzprojekte umzusetzen.

7.2.3 Klimaschutz im kommunalen Internet verankern

Die eigenen Bemühungen der Stadt sollte – auch wenn es nur kleine Schritte sind – auf der eigenen Seite im Internet dokumentiert werden. Ergänzend zu den bereits verfügbaren Informationen bzgl. des Klimaschutzes wie z. B. der Energie- und Klimaschutzbericht und Beratungsangebote sollten folgende Inhalte eingestellt werden:

- Beschlüsse der Stadtverordnetenversammlung (s. o.)
- Wichtige Klimaschutzmaßnahmen
- Ökostrom-Angebot
- Möglichkeiten der Bürgerbeteiligung
- Verlinkung zu wichtigen Institutionen (regional und überregional), die auch Hintergrundinformationen bieten
- Veröffentlichung von Terminen (Infoveranstaltungen, etc.) und deren Ergebnisse
- Denkbar: Diskussionsforum, Ausschreibungen, Stellenmarkt

7.2.4 Flyer Klimaschutz in der Stadt Mörfelden-Walldorf

Um die Klimaschutzinitiative innerhalb der Region und auch darüber hinaus bekannt zu machen, sollte ein Flyer entwickelt werden, der eine Kurzbeschreibung, die Ziele, das Konzept sowie die Beteiligungsmöglichkeiten der Bürger und der Wirtschaft zusammenfasst und Hinweise für weitere Informationen (Kontakt Daten) enthält.

Denkbar wäre ein DIN A 4-Flyer, der auch unkompliziert nachgedruckt werden kann. Dieser sollte im Bürgerbüro, im Energie- und Klimaschutzbüro oder auch bei Banken/Sparkassen ausliegen.

Im weiteren Verlauf könnten auch thematische Flyer im gleichen Layout entwickelt werden.

7.2.5 Artikelserie in Zusammenarbeit mit der lokalen Presse und dem Wochenblatt
Eine Artikelserie bindet das Interesse an ein Thema. Daher wird das Verfassen von z. B. halbseitigen Artikeln (immer mit Foto!) empfohlen, die zu den folgenden Themen informieren können:

- Öffentlichkeitswirksam aufbereitete Ergebnisse des Klimaschutz-Teilkonzeptes
- Energiespartipps für die Bürger
- Informationen zu Förderprogrammen für erneuerbare Energien
- Erläuterungen, warum die Kommunen Klimaschutz betreiben und wie dies konkret geschieht
- Vorstellung von Anlagen bzw. Gebäuden in der Region, die mit erneuerbaren Energien betrieben werden.

Die Artikel sollten regelmäßig, z. B. monatlich erscheinen, damit das Thema immer präsent ist. Verfasser dieser Artikel könnte der Klimaschutzmanager in Zusammenarbeit mit Energieberatern, Banken, etc. sein. Der Klimaschutzmanager sollte in jedem Fall für die Qualität der Artikel zuständig sein.

7.2.6 Newsletter

Die o. g. Artikel sollten auch auf der Internetseite eingestellt und als Newsletter versendet werden, um so auch Adressaten zu erreichen, die die Lokalpresse und das Wochenblatt (Freitags-Anzeiger) nicht lesen. Hierzu gehören v. a. jüngere Menschen, die solche Online-Angebote intensiver nutzen und so leicht erreicht werden können. Printausgaben solcher Newsletter könnten im Bürgerbüro, im Energie- und Klimaschutzbüro oder auch bei Banken/Sparkassen ausliegen.

Je nach Zielgruppe, die erreicht werden soll, ist auch eine engagierte Beteiligung im Zusammenhang mit Social Media sinnvoll. Zum Beispiel hätte eine Kommunikation den Vorteil, dass Neuigkeiten (z. B. Termine) automatisch alle „Freunde“ des Auftritts erreichen.

7.2.7 Personelle Ressourcen

Das Themenfeld Klimaschutz, Energiemanagement und Öffentlichkeitsarbeit ist komplex und anspruchsvoll. Die Mitarbeiter in diesem Bereich benötigen viele Kenntnisse und Erfahrungen. Weiterhin ist wichtig, dass die vorhandenen Mitarbeiter die Gelegenheit erhalten, sich über Schulungen, Tagungen etc. fortzubilden. Darüber hinaus müssen die Mitarbeiter für ihre Aufgaben die entsprechenden zeitlichen Ressourcen haben, sonst gehen die Aufgaben unter. Mit der 2011 geschaffenen Stelle des Klimaschutzmanagements in der Stadtverwaltung gefördert von der nationalen Klimaschutzinitiative für die Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzepts und der bewilligten Anschlussfinanzierung für zwei weitere Jahre wurde personell bereits aufgestockt. Damit ist die Öffentlichkeitsarbeit für den Klimaschutz gesichert.

7.2.8 Verankerung des Klimaschutzes als Dauerthema in der Verwaltung

Vor allem bei den Mitarbeitern, die nicht an der Erarbeitung des Klimaschutz-Teilkonzeptes beteiligt waren, ist es denkbar, dass noch ein Bewusstsein für den Klimaschutz geschaffen werden muss. Dies kann vielfältig geschehen, z. B. über Thematisierung in jährlichen Planungstreffen und regelmäßig stattfindenden Arbeitstreffen, Ausgänge, Ansprachen, Hinweise auf Neuigkeiten im Internet, automatische Aufnahme in den Verteiler des Newsletters, etc.

7.2.9 Auszeichnung engagierter Mitarbeiter bzw. Abteilungen

Das alltägliche oder auch außerordentliche Engagement Einzelner oder von Abteilungen für den Klimaschutz und für Energieeinsparung sollte Aufmerksamkeit und Anerkennung bekommen. Ziel ist es, möglichst alle Mitarbeiter zu motivieren und zu mobilisieren. Eine denkbare Aktion ist die Würdigung eines „Mitarbeiter des Monats“ für Klimaschutz und Energie; die Begründung der Auswahl kann dabei auch als Instrument für interne Information und Bewusstseinsbildung wirken. Denkbar weiterhin: ein Kuchen (gibt Energie) für Abteilungen oder ein Abteilungsausflug mit dem E-Bike.

7.2.10 Energieberichte

Seit einigen Jahren erstellt der Energiebeauftragte jährlich Energieberichte, in denen die Entwicklung des Energie- und Wasserverbrauchs, der Kosten sowie CO₂-Emissionen in den Stadtliegenschaften aufgezeigt werden. Alle zwei Jahre werden die politischen Gremien informiert. Eine Zusammenfassung steht für die Öffentlichkeit auf der Stadthomepage zur Verfügung.

Seit 2012 wird ein Energie- und Klimaschutzbericht vom Energie- und Klimaschutzbüro erstellt. Dort wird nicht nur über die Stadtliegenschaften sondern über weitere Aktivitäten für den Klimaschutz in der Stadt Mörfelden-Walldorf berichtet. Dazu zählt z. B. die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz aller Sektoren in der Stadt und die städtische Förder- und Öffentlichkeitskampagne.

Empfehlenswert ist nicht nur die wirtschaftlichen Effekte herauszustellen, sondern auch die Tatsache, dass der Klimaschutz eine ökologische und gesellschaftliche Dimension hat. In diesem Zusammenhang sind Informationen insbesondere für die Stadtverordnetenversammlung wichtig:

- Technik und Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmaßnahmen und erneuerbaren Energien
- Regionale Wertschöpfung
- Kommune als Vorbild und Multiplikator
- Öffentlichkeitsarbeit und Akzeptanzsteigerung
- Vernetzungsmöglichkeiten
- Beteiligungsmodelle.

7.3 Erneuerbare-Energie-Kampagnen

Seit 2011 betreibt das Energie- und Klimaschutzbüro die Kampagne „Klima-Plus-Punkt“. Sie beinhaltet Beratung, Förderung und Öffentlichkeitsarbeit für die Bürger und ortsansässigen Unternehmen. Auf dieser Grundlage bieten sich weitere Aktivitäten an.

7.3.1 Wettbewerb

Die Energiebilanz des Klimaschutz-Teilkonzeptes hat gezeigt, dass (wie zu erwarten) ein großer Anteil des Energiebedarfs auf die Wärme entfällt. Hierbei ist den privaten Haushalten der größte Anteil zu zuordnen, der überwiegend von fossilen Energieträgern gedeckt wird. Um Aufmerksamkeit für dieses Thema (die erforderliche Energieeinsparung und Nutzung erneuerbarer Energien) zu erzeugen, könnte man einen Wettbewerb durchführen. Derjenige Gebäudebesitzer der z. B. eine solarthermische Anlage nachrüstet, könnte sich bewerben. Die oder der Gewinner werden von einer Jury ausgewählt und erhalten eine Auszeichnung bzw. Preis.

7.3.2 Energiespartipps in der Tagespresse und im Mitteilungsblatt

Die Nutzungsmöglichkeiten erneuerbarer Energien sowie Energiespartipps können in Zusammenarbeit mit dem Runden Tisch Klimaschutz erarbeitet werden und sollten in regelmäßigen Abständen publiziert werden. Im Idealfall orientieren sie sich auch an der

Jahreszeit. Es bietet sich an, eine besondere Kooperation mit der Tagespresse (Allgemeine Zeitung Rhein Main Presse, ggf. sogar lokaler Fernsehsender) aufzubauen.

7.3.3 Infoabende vor Ort

Handwerker könnten zu themenspezifischen Infoabenden in Gebäuden, in denen Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien installiert sind, einladen, um gezielt Hauseigentümer anzusprechen. Ankündigungen und Eindrücke der Teilnehmer sollten pressewirksam aufbereitet werden. Denkbare Themen für solche Infoabende sind: Photovoltaik und Solarthermie. Im Idealfall werden diese Abende mit den Themen der Artikelserie (s. o.) abgestimmt. Als positiver Nebeneffekt der Infoabende sind neue Aufträge für die regionale Handwerkerschaft zu erwarten.

7.4 Bildung für den Klimaschutz

Auch die Schulen und Kindertagesstätten bieten Multiplikatorwirkung, indem nicht nur die Kinder und Lehrer bzw. Erzieher sondern auch die Eltern erreicht werden.

7.4.1 Workshop für Lehrer/Erzieher

Die Umweltbildung von Kindern und Jugendlichen stellt einen wichtigen Schritt zur Erreichung der Klimaschutzziele dar. In Workshops erhalten die Lehrer Tipps und Unterlagen (www.bmu-kids.de) für die Integration des Themas Klimaschutz in den Schulalltag und in die Projektstage.

7.4.2 Energiedetektive

Kinder ab Grundschulalter gehen Energiefressern auf die Spur und suchen nach Alternativen, um Energie einzusparen. Sie werden dabei von Energieberatern oder dem Klimaschutzmanager unterstützt, die den Kids helfen, die größten Energiefresser zu finden. Mithilfe einer Checkliste können die Schüler ihre Schule (und ihr Zuhause!) analysieren. Die Auswertung wird in einem Fall in der Schule diskutiert – im anderen Fall aber auch mit der Familie, um Gegenmaßnahmen zu vereinbaren und umzusetzen.

Die Schüler oder Klassen, die im Vergleich am meisten einzusparende Kilowattstunden identifiziert haben, könnten Preise erhalten.

Im nächsten Schritt ist natürlich sinnvoll, die identifizierten sinnvollen Maßnahmen auch umzusetzen. Auch hierfür gibt es zahlreiche gute Beispiele, in denen die Klassen z. B. von den Einsparungen finanziell profitieren (z. B. 50 % der eingesparten Summe für die Klassenkasse).

8 Konzept Controlling

Voraussetzung für eine wirksame Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzepts *Erschließung der verfügbaren Erneuerbaren-Energien-Potenziale in der Stadt Mörfelden-Walldorf* ist die Implementierung in das vorhandene Klimaschutzcontrolling für das integrierte Klimaschutzkonzept und das Klimaschutz-Teilkonzept Verkehr. Dies ist eine Aufgabe der in der Stadtverwaltung geschaffenen Stelle des Klimaschutzmanagements, die im Energie- und Klimaschutzbüro angesiedelt ist.

Ziele des Controllings sind insbesondere:

- Kontinuierliche Überprüfung der Umsetzung und Wirksamkeit der Klimaschutzmaßnahmen (Kontrolle des aktuellen Stands und des Ergebnisses der Umsetzung)
- Gewährleistung einer jährlichen Aktualisierung der Bilanzen (Fortschreibung der Energie-/CO₂e-Bilanz mit Ausweisung des Anteils erneuerbarer Energien), Darstellung der Änderungen gegenüber dem Bilanzjahr
- Information und Koordination der am Klimaschutzmanagementprozess Beteiligten sowie der Öffentlichkeit, insbesondere jährlicher Fortschrittsbericht in den zuständigen Gremien
- Bewertung und Reflexion der organisatorischen Abläufe im Klimaschutzmanagementprozess
- Schaffung einer Datenbasis für die Entwicklung und Konzeption weiterer Klimaschutzmaßnahmen. Bei Bedarf Einbeziehung von Verbesserungsvorschlägen, die wiederum als Grundlage zur Aktualisierung der Klimaschutzaktivitäten dienen.

Ein zentrales Werkzeug im Energie- und Klimaschutzmanagement ist ein kontinuierliches, periodisch wiederkehrendes Controlling, mit dem alle relevanten Daten kontinuierlich erfasst werden und damit ein kontinuierlicher Verbesserungsprozess stattfindet. Zielsetzung ist es, unter Berücksichtigung der vorhandenen Arbeitsweise der Stadtverwaltung einen Controlling- bzw. Managementprozess zu initiieren, mit dem die Stadt in die Lage versetzt wird, Klimaschutz- bzw. Energiepolitik effizient zu entwickeln und umzusetzen.

Hierzu ist es sinnvoll, bewährte Ansätze aufzugreifen. Einen solchen Ansatz bietet beispielsweise die ISO 50001, in der Anforderungen an Energiemanagementsysteme definiert sind (DIN, 2011). Sie ist für jede Organisation anwendbar, die sich das Ziel gesetzt hat, systematisch die Energieeffizienz kontinuierlich zu verbessern. Sie lässt sich genauso auf das Vorantreiben des Klimaschutzes in einer Kommune anwenden.

In Unternehmen kommt es hauptsächlich zum Einsatz, jedoch bietet sich auch für Kommunen die Einführung eines Managementsystems für den Klimaschutz an.

Die am 24. April 2012 in Kraft getretene Norm definiert die Anforderungen an ein Energiemanagementsystem, das Energieverbraucher (in dem Fall eine Kommune) in die Lage versetzen soll, den Energieverbrauch, -kosten und damit verbunden die CO₂e-Emissionen systematisch und kontinuierlich zu reduzieren - unter Berücksichtigung der gesetzlichen Rahmenbedingungen (z. B. EnEV, EEWärmeG).

Das hier vorgeschlagene Konzept sieht daher die Einführung eines Controlling- bzw. Managementsystems in Anlehnung an die ISO 50001 „Energiemanagementsysteme“ vor. Zur Erläuterung des Konzepts wird dieses im Folgenden beschrieben. Dann werden die erforderlichen Verwaltungs- und Organisationsstrukturen gemäß den Prozessen abgebildet und Anforderungen an die Umsetzung formuliert. Die Energiemanagementnorm beruht auf der Methode Planung-Umsetzung-Überprüfung-Verbesserung, auch bekannt als Plan, Do, Check, Act bzw. PDCA-Zyklus. Nachstehendes Schema zeigt das in Anlehnung der Norm zugrunde liegende Modell des Controlling-Prozesses.

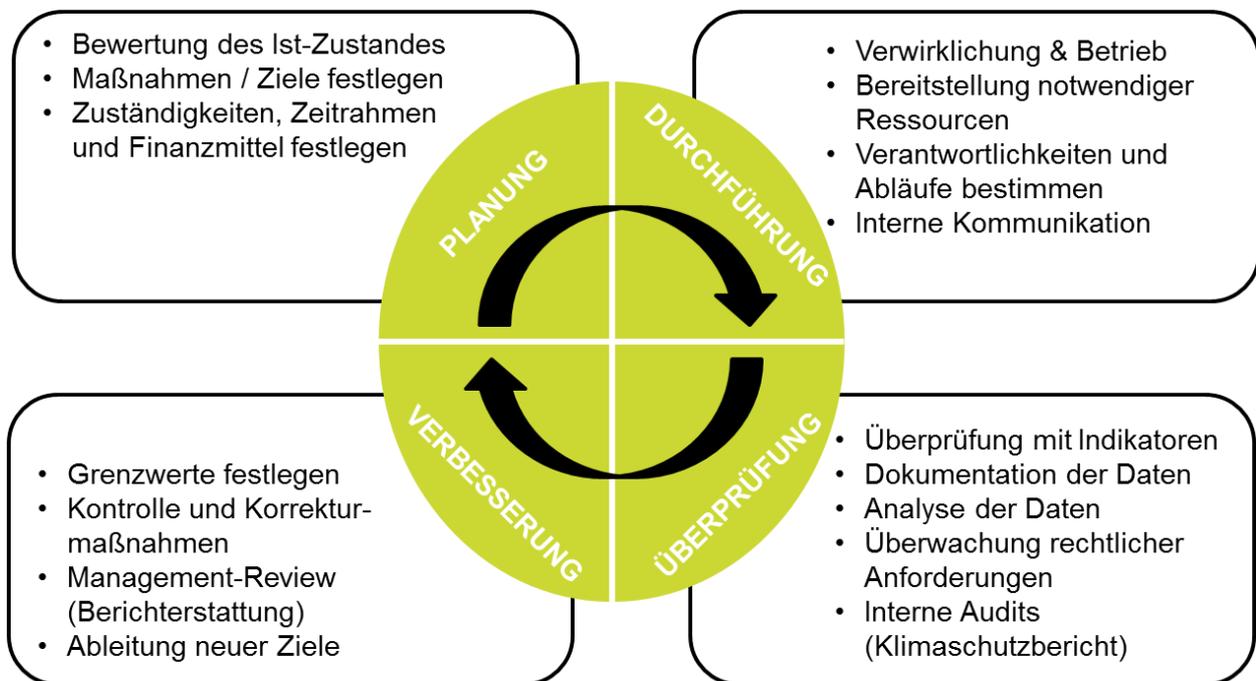


Abbildung 8-1 Modell des Controllingsystems – eigene Darstellung

Die Anlehnung an die Energiemanagementnorm soll den Aufbau eines kontinuierlichen Verbesserungsprozess für die Steigerung des Klimaschutzes unterstützen. Das Modell in stellt den organisatorischen Rahmen für die Einführung eines Controlling-Konzeptes dar. Um den Bezug zu den Abläufen und Entscheidungsprozessen in der Stadtverwaltung herzustellen, werden diese den Begriffen aus dem Modell des Energiemanagementsystems in der nachfolgenden Tabelle zugeordnet.

Tabelle 8-1 Prozesse und Abläufe des Controlling-Konzeptes (in Anlehnung an ISO 50001)

Prozesse im Modell	Definition in Anlehnung an die ISO 50001	Maßnahmenvorschläge zum Ausbau des Controlling-Systems
Planung	Festlegung der Energiepolitik und Ziele zusammen mit dem obersten Führungsgremium	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung der Klimaschutzziele als energiepolitische Leitbilder und Ziele in einem politischen Beschluss • Festlegung einer Klimaschutzstrategie mit konkreten Zielen (insbesondere für die eigenen städtischen Einrichtungen) • Veröffentlichung der kommunalen Energiepolitik (Veröffentlichung des Klimaschutzziels und Information an die Verwaltung)
	Konkretisierung der Optimierungsmaßnahmen gemäß vordefinierter Kriterien (Technisches Konzept, Kosten, Wirtschaftlichkeit)	<ul style="list-style-type: none"> • Konkretisierung der Maßnahmen aus dem Klimaschutz-Teilkonzept erneuerbare Energien (Einsparung Kosten, Wirtschaftlichkeit, CO₂-Einsparung) • Übertragung der kurz- und mittelfristigen Ziele auf die planungsrechtlichen Verfahren • Einbindung in vorhanden Zielvereinbarungsprozesse • Ggf. Einbeziehung lokaler Akteure (z. B. BERM eG, Energieversorger usw.) in die Entscheidungs- und Planungsprozesse • Festlegung von Zuständigkeiten, Zeitrahmen und Mitteln (Ressourcen), Abläufen und Regelkommunikation • Bereitstellung von finanziellen Mitteln (z. B. Fonds für Klimaschutzmaßnahmen und Öffentlichkeitsarbeit)
Durchführung	Auswahl, Umsetzung und Betrieb der geplanten Optimierungsmaßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau des kommunalen Energiemonitoringsystems • Umsetzung konkreter Maßnahmen • Verantwortlichkeiten und Abläufe im Betrieb festlegen: <ul style="list-style-type: none"> • bei der Beschaffung energierelevanter Anlagen • bei der Wartung und Instandhaltung der Anlagentechnik und der Gebäudesubstanz

Prozesse im Modell	Definition in Anlehnung an die ISO 50001	Maßnahmenvorschläge zum Ausbau des Controlling-Systems
		<ul style="list-style-type: none"> • zur Datenerfassung, -auswertung und -bewertung • Qualifizierung der Mitarbeiter im Monitoring und der Datenauswertung • Informationen an Verwaltung, politischen Gremien und ggf. Öffentlichkeit • Evtl. Nutzerbeteiligung durch Vorschlagswesen
Überprüfung	Laufende Kontrolle und Analyse der Energieverbräuche auf Einhaltung festgelegter Größen und Ziele	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz des kommunalen Energiemonitorings (Messen und Dokumentieren der Daten) → Weiterführung der fortschreibbaren Energie- und CO₂e-Bilanz • Bildung von Kennzahlen • Einbindung der für das Controlling relevanten Ämter und Abteilungen • Überwachung rechtlicher Anforderungen, z. B. EEG und EEWärmeG
	Internes Audit	<ul style="list-style-type: none"> • Regelmäßige Erstellung von Klimaschutzberichten (erfolgt bereits durch das Energie- und Klimaschutzbüro) • Regelmäßige Audits zur Analyse und Überprüfung des eigenen Energie- und Klimaschutzmanagementsystems und der umgesetzten Maßnahmen, der Umsetzung der Energiepolitik und der Klimaschutzziele
Verbesserung	Entwicklung von Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung sowie Gegen- und Vorbeugungsmaßnahmen bei Abweichungen	<ul style="list-style-type: none"> • Festlegung von Grenzwerten, wenn Korrekturen erforderlich • Regelmäßige Prüfung des Umsetzungsstandes von kurzfristigen Zielen • Sicherstellung der Umsetzung rechtlicher Anforderungen

Prozesse im Modell	Definition in Anlehnung an die ISO 50001	Maßnahmenvorschläge zum Ausbau des Controlling-Systems
	<p>Management Review: Überprüfung der Abläufe, um sicherzustellen, dass diese weiterhin geeignet, hinreichend und wirksam sind</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Berichterstattung an die zuständigen Ausschüsse und der Stadtverordnetenversammlung, der Verwaltung und politische Gremien zur Bewertung der Klimaschutzpolitik, Prüfung der Zielerreichung gemäß Zielvorgaben, Prüfung der Wirksamkeit von Maßnahmen • Veranlassung von erforderlichen Schritten zur Korrektur • Festlegung neuer Ziele

Als Instrument zur kontinuierlichen Erfassung sowie Auswertung der energierelevanten Daten dient die in der Stadtverwaltung vorhandene Software „EcoRegion“, mit der die Fortschreibung der Energie- und CO₂e-Bilanz im Zuge der Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts und des Klimaschutz-Teilkonzepts Verkehr erfolgt.

Für ein systematisches Controlling des Klimaschutzmanagementprozesses ist ein kontinuierliches Berichtswesen erforderlich.

Das Energie- und Klimaschutzbüro erstellte in den Jahren 2012 und 2014 einen Energie- und Klimaschutzbericht. Darin wurde über das Energiemanagement der Stadtliegenschaften (Energieverbrauch und –kosten, CO₂e-Emissionen und deren Entwicklung sowie energetische Modernisierungsmaßnahmen), Aktivitäten des Klimaschutzbeauftragten (u. a. durchgeführte und geplante Öffentlichkeitskampagnen, Netzwerkarbeit und Energieberatung), Erfolge der städtischen Förderprogramme, die Energie- und CO₂e-Bilanz der Stadt Mörfelden-Walldorfs sowie aktuelle Projekte (z. B. Klimaschutz-Teilkonzept erneuerbare Energien und Quartierskonzept) berichtet. Er wird in den politischen Gremien vorgestellt und auf der Internetseite der Stadt veröffentlicht.

Es empfiehlt sich den Bericht jährlich in Kurzform zu erstellen, der in kompakter und aussagekräftiger Form folgende Inhalte umfasst:

- Aktuelle Daten des jährlichen Energieverbrauchs, der CO₂e-Bilanzen und Rückblick auf deren Entwicklung (grafische Darstellungen)
- Rückblick auf durchgeführte und Ausblick auf geplante Maßnahmen

Er dient primär der Information interner Entscheidungsträger und als Berichtsvorlage für den Ausschuss zur Beratung und Beschlussempfehlung für die politischen Gremien der Stadt Mörfelden-Walldorf.

Da mit dem Controlling Erfolge und Effekte der Strategien und Maßnahmen aufgezeigt und überprüft werden sollen, können die Prüfergebnisse allen an der Umsetzung beteiligten Akteuren Zielorientierung, im Sinne von Erkenntnisgewinn, Bestätigung und Motivation für weiterführende Aktivitäten bieten. Bei Bedarf kann die Strategie auf Grundlage der im Bericht erhobenen Informationen neu angepasst und Maßnahmen und Organisationsstrukturen modifiziert beziehungsweise neue Maßnahmen entwickelt werden.

Das Instrument des Berichtswesens muss als fortlaufender Prozess in die Klimaschutzaktivitäten eingebunden und auf Verwaltungsebene etabliert werden. Die Berichterstellung wird im Wesentlichen durch den Klimaschutzbeauftragten in Abstimmung mit dem Energiebeauftragten begleitet. In öffentlichen Stadtverordnetenversammlungen sollen die entsprechenden Gremien, die Presse und die interessierte Bevölkerung regelmäßig über die Umsetzung des Konzeptes unterrichtet werden.

Neben der Erstellung eines internen Berichtes (kurz: jährlich; detailliert: 3- bis 5jährig) soll eine anschauliche Kurzfassung mit den wichtigsten Ergebnissen und Erfolgen zur Information der Bevölkerung und weiterer Akteure erfolgen und öffentlichkeitswirksam (z. B. Internetseite der Stadt Mörfelden-Walldorf und Wochenblatt (Freitag-Anzeiger)) kommuniziert werden. Inhalte sind auch hier die Darstellung von Bilanzen und Skizzierung erreichter Ziele. Damit soll zum einen die Akzeptanz des Klimaschutz-Teilkonzeptes und einzelner Maßnahmen weiter gefördert werden und zum anderen das Thema weiter im öffentlichen Bewusstsein gehalten werden.

9 Klimaschutzziel und Umsetzung

Als langjähriges Mitglied im Klima-Bündnis hat sich die Stadt Mörfelden-Walldorf zu einer kontinuierlichen Reduktion von CO₂e- Emissionen verpflichtet. Dabei soll der wichtige Meilenstein einer Halbierung der Pro-Kopf-Emissionen in Bezug auf das Basisjahr 1990 bis spätestens 2020 erreicht werden. Dies soll mit einer 10-prozentigen CO₂-Reduktion in einem Zeitraum von je 5 Jahren einhergehen.

Auf Basis des integrierten Klimaschutzkonzepts von 2009 wurde in der Stadt Mörfelden-Walldorf das Klimaschutzprogramm 2020 beschlossen. Folgende Ziele wurden festgelegt:

- Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien an der Energieversorgung in Mörfelden-Walldorf auf 20 % bis 2020
- Verringerung der Pkw-Fahrten pro Person im Stadtgebiet
- Steigerung des Fahrgastaufkommens in den regionalen ÖPNV-Linien

Im Rahmen des *Masterplans 100 % Klimaschutz Frankfurt am Main*, dessen Erstellung von der nationalen Klimaschutzinitiative gefördert wird, verfolgt die Stadt Frankfurt am Main unter Einbeziehung des Regionalverbands FrankfurtRheinMain das Ziel, bis zum Jahr 2050 die Energieversorgung auf 100 % erneuerbare Energien umzustellen (Stadt Frankfurt am Main und Regionalverband FrankfurtRheinMain, 2013).

Daraus leitet die Stadt Mörfelden-Walldorf als Mitglied des Regionalverbands ebenfalls das langfristige Ziel ab, bis zum Jahr 2050 in der Energieversorgung 100 % erneuerbare Energien zu nutzen.

Vor diesem Hintergrund wurden in der Lenkungsgruppe keine weiteren Klimaschutzziele entwickelt. Das Klimaschutzprogramm 2020 wurde bereits von der Stadtverordnetenversammlung beschlossen. Mit der Beschlussvorlage zur Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzepts kann das langfristige Klimaschutzziel im Zusammenhang mit dem *Masterplan 100 % Klimaschutz Frankfurt am Main* der Stadtverordnetenversammlung vorgelegt werden.

Aus der bestehenden Datengrundlage und der Diskussion im Rahmen des Klimaschutz-Teilkonzepts wurde ein Szenario für das Jahr 2020 hinsichtlich des Klimaschutzprogramms sowie ein Ausblick auf 2050 entwickelt. Es lässt sich wie folgt konkretisieren:

- Reduzierung des Energieverbrauchs in den Sektoren private Haushalte und Wirtschaft durch Energieeffizienz und Energieeinsparung gemäß dem integrierten Klimaschutzkonzept (ifeu, 2009)

Energieeffizienz		
Potenziale (25 Jahre) gegenüber CO ₂ - Gesamtemissionen (anteilig, ohne Verkehr)		
Sektor \ Thema	Wärme	Strom
Private Haushalte	-14,2%	-10,8%
Wirtschaft (Industrie, GHD)	-6,0%	-7,4%
Zum Vergleich: CO ₂ -Emissionen der Privaten Haushalte durch Zubau	0,3%	0,4%
Gesamt	-19,9%	-17,8%
		<i>IFEU 2009</i>

Abbildung 9-1 CO₂-Einsparpotenziale in den verschiedenen Sektoren für die nächsten 25 Jahre (ifeu, 2009)

- Reduzierung des Energieverbrauchs im Sektor Verwaltung:
1 %/a des Wärmeverbrauchs und 1 %/a des Stromverbrauchs (eigene Abschätzung)
- Reduzierung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor gemäß dem Klimaschutz-Teilkonzept Verkehr (Blees, 2012)
- Schwerpunkt des Ausbaus erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung liegt in der Solarthermie
Bedingt durch die vollständige Erschließung der Stadt Mörfelden-Walldorfs mit Erdgas ist ein Ausbau von Biomassekesseln und Wärmepumpen begrenzt
- Schwerpunkt des Ausbaus erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung liegt in der Photovoltaik

Unter den Voraussetzungen können in der Stadt Mörfelden-Walldorf bis zum Jahr 2020 gegenüber dem Bilanzjahr 2012 ca. 18.000 t/a CO₂e-Emissionen (8 %) eingespart werden. Ohne Berücksichtigung des Verkehrssektors beläuft sich die CO₂e-Einsparung im Jahr 2020 im Vergleich zum Bilanzjahr 2012 auf etwa 14.700 t/a (11 %).

Der Anteil der erneuerbaren Energien in der Wärme- und Stromversorgung (ohne Verkehrssektor) beträgt im Szenario im Jahr 2020 ca. 7 % (4 % im Jahr 2012). Wird nicht nur der Anteil der lokalen Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sondern auch der aktuelle Ökostrombezug berücksichtigt, beläuft sich der regenerative Anteil auf etwa 16 % im Jahr 2020 (13 % im Jahr 2012).

Damit das Ziel, 20 % erneuerbare Energien an der Energieversorgung (ohne Verkehr) im Jahr 2020, erreicht werden kann, müsste der Ökostrombezug um mehr als 40 %

zunehmen. Der Ökostrombezug würde dann einem Anteil von rund 48 % des gesamten Stromverbrauchs im Jahr 2020 entsprechen.

In den nachstehenden Abbildungen sind die Szenarien mit und ohne den Verkehrssektor dargestellt.

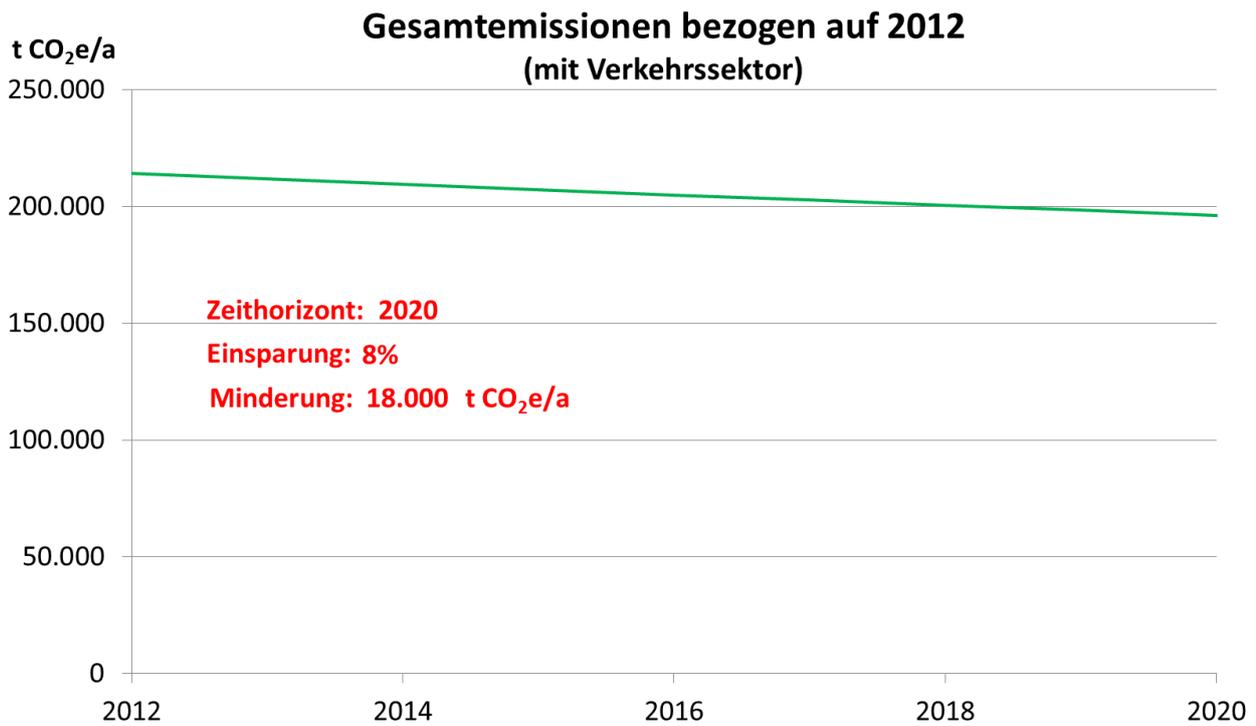


Abbildung 9-2 Szenario Stadt Mörfelden-Walldorf mit Verkehrssektor (Bezugsjahr 2012)

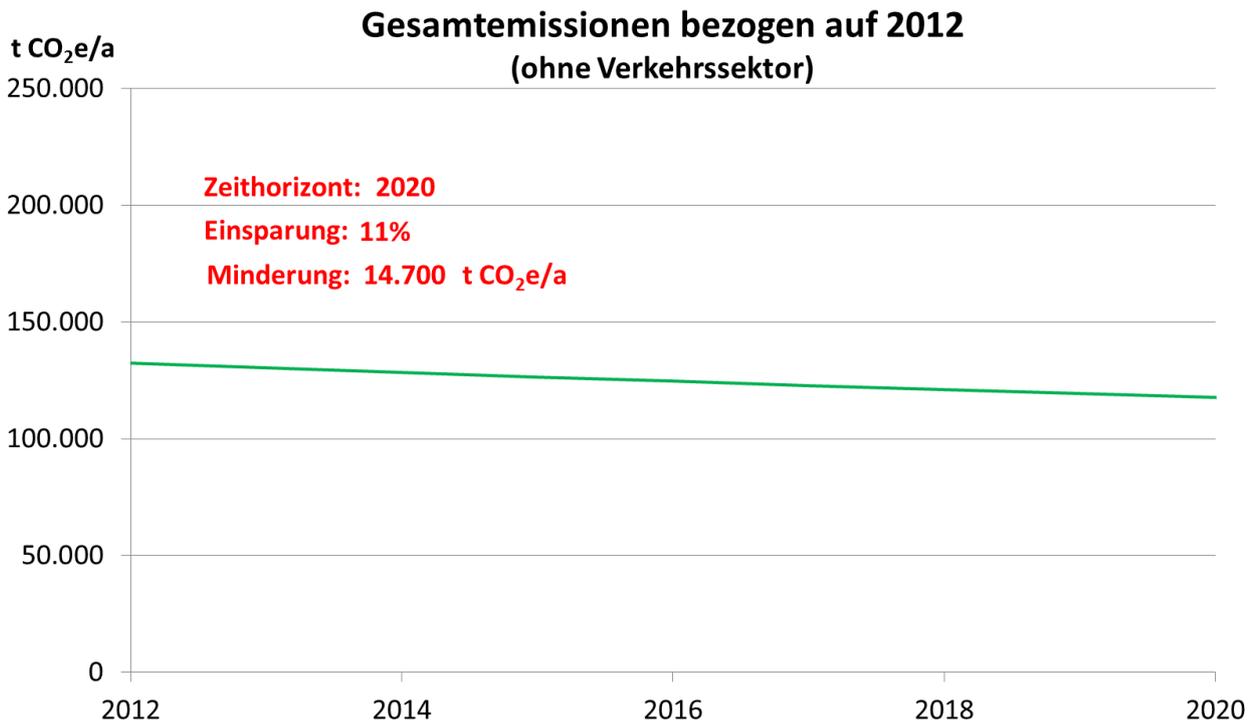


Abbildung 9-3 Szenario Stadt Mörfelden-Walldorf ohne Verkehrssektor (Bezugsjahr 2012)

Im Hinblick auf das langfristige Ziel der Klimaneutralität im Jahr 2050 bezogen auf die CO₂e-Bilanz verbleiben Emissionen, die z. B. mit (über)regionalen Erneuerbare-Energien-Projekte bilanziell ausgeglichen werden können.

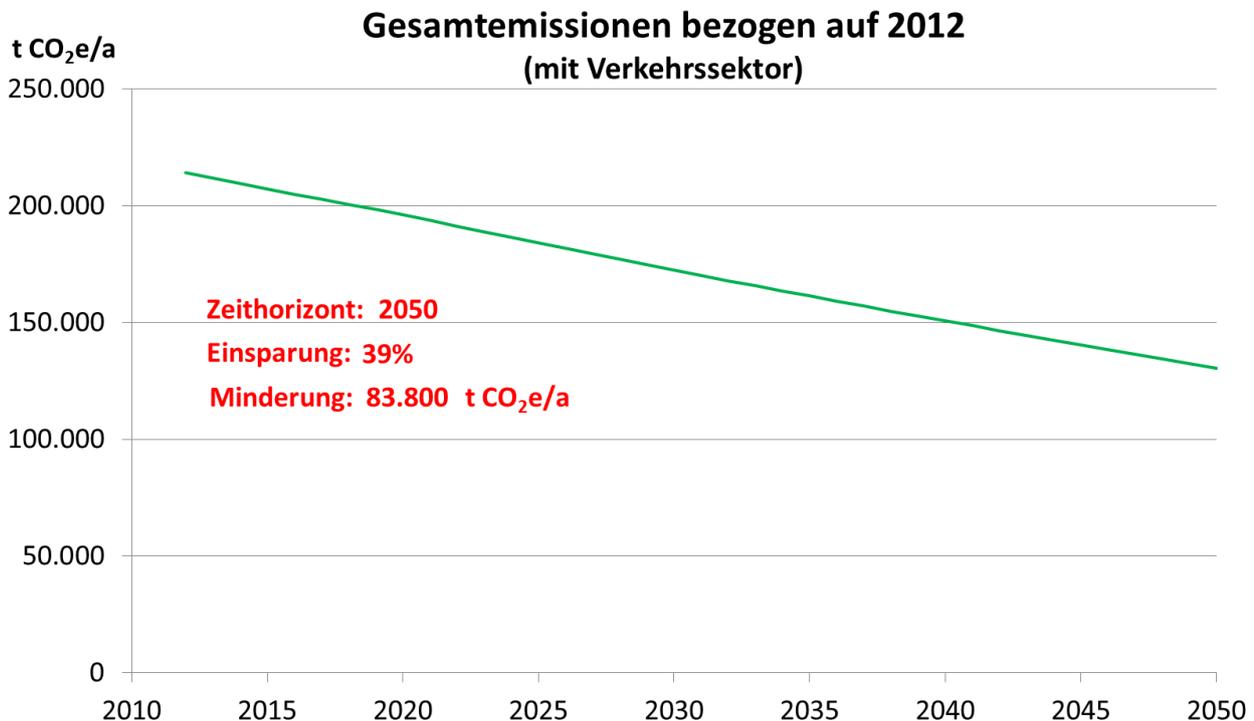


Abbildung 9-4 Szenario-Ausblick Stadt Mörfelden-Walldorf mit Verkehrssektor (Bezugsjahr 2012)

Unter den genannten Voraussetzungen liegen im Szenario bis 2050 CO₂e-Emissionen in einer Größenordnung von etwa 130.500 t/a vor.

Um eine bilanzielle Klimaneutralität bezogen auf die CO₂e-Emissionen zu erreichen, wären folgende Ansätze denkbar:

- a. Bürgerbeteiligung an ca. 28 Windenergieanlagen je 5 MW_{el}
- b. Tiefengeothermieheizkraftwerk mit 3 MW_{el} und 6 MW_{th}
+ Bürgerbeteiligung an ca. 25 Windenergieanlagen je 5 MW_{el}

Ein Zunahme des Ökostrombezugs in privaten Haushalten und Unternehmen in Mörfelden-Walldorf um beispielsweise 50 % von 2012 bis 2050 erzielt keine nennenswerte Effekte, da einerseits von einem Rückgang des Stromverbrauchs ausgegangen wird und andererseits im deutschen Strommix bis 2050 der Strom aus erneuerbaren Energien bis 2050 zunimmt und somit der CO₂e-Emissionsfaktor für Strom ohnehin sinkt.

Eine Zunahme des Bioerdgasanteils im Erdgasnetz gemäß der Ziele der Bundesregierung bewirkt keine erkennbare Reduzierung der CO₂e-Emissionen, da die Bioerdgas-

menge gemäß den Zielen der Bundesregierung bezogen auf den Erdgasverbrauch unter 1 % liegt (BDEW, 2014) (DLR, 2012).

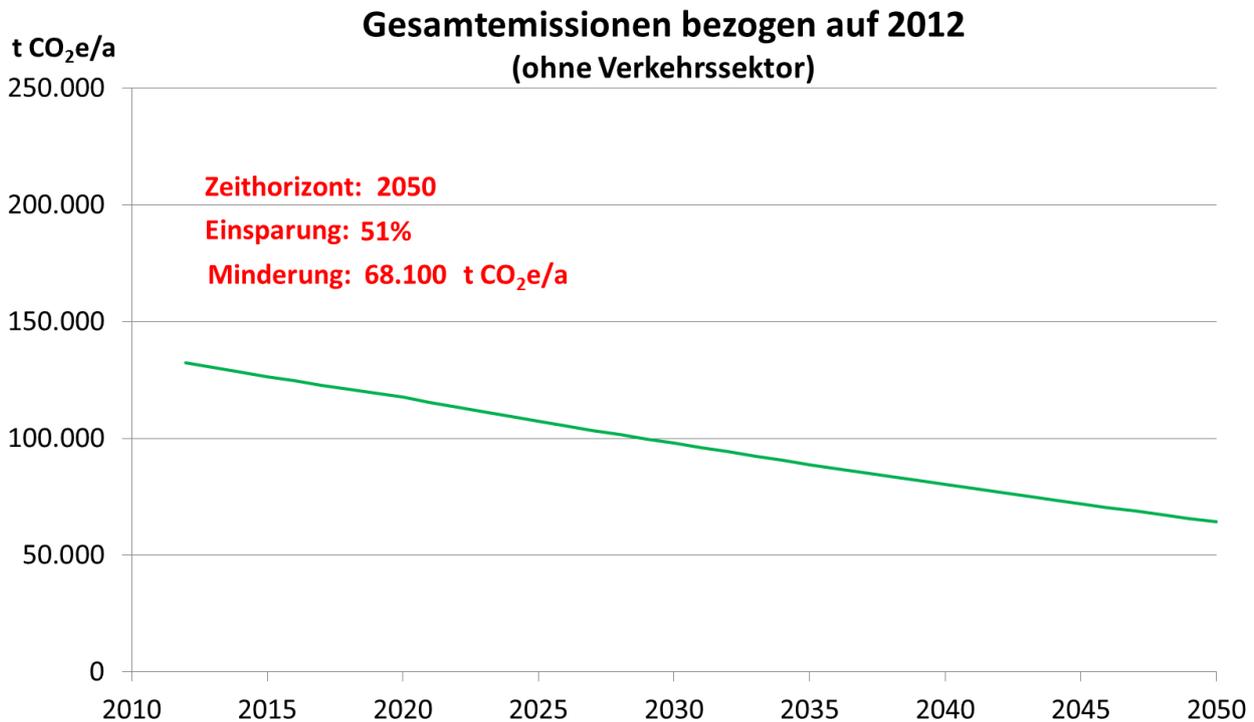


Abbildung 9-5 Szenario-Ausblick Stadt Mörfelden-Walldorf ohne Verkehrssektor (Bezugsjahr 2012)

Ohne den Verkehrssektor liegen im Szenario bis 2050 noch etwa 64.200 r/a CO₂e-Emissionen vor.

Um eine bilanzielle Klimaneutralität bezogen auf die CO₂e-Emissionen zu erreichen, wären folgende Ansätze denkbar:

- a. Bürgerbeteiligung an ca. 14 Windenergieanlagen je 5 MW_{el}
- b. Tiefengeothermieheizkraftwerk mit 3 MW_{el} und 6 MW_{th}
+ Bürgerbeteiligung an ca. 12 Windenergieanlagen je 5 MW_{el}

Wie zuvor in der Szenariobetrachtung einschließlich des Verkehrssektors beschrieben, lassen sich keine nennenswerten CO₂e-Einsparungen mit einer Zunahme des Ökostrombezugs oder mit einer Zunahme des Bioerdgasanteils erzielen.

Umsetzung konkreter Ziele bis 2020, abgeleitet aus den Szenarien (priorisiert):

1. Ausbau der erneuerbaren Energien und Reduzierung des Strom- und Wärmeverbrauchs in den Liegenschaften und Einrichtungen der Stadt Mörfelden-Walldorf (ca. 400 t/a CO₂e)
2. Ausbau der erneuerbaren Energien und Reduzierung des Strom- und Wärmeverbrauchs in den privaten Haushalten der Stadt Mörfelden-Walldorf (ca. 6.900 /a CO₂e)
3. Ausbau der Solarstromerzeugung (ca. 2.600 t/a CO₂e)
4. Ausbau der erneuerbaren Energien und Reduzierung des Strom- und Wärmeverbrauchs in der Wirtschaft (ca. 4.900 t/a CO₂e)

Insgesamt können ca. 10.200 t/a CO₂e-Emissionen durch den Ausbau der erneuerbaren Energien erreicht werden.

Darüber hinaus tragen Beteiligungen an (über)regionalen Bürger-Energieprojekte (z. B. Beteiligung an Windenergieanlagen) bilanziell zur CO₂e-Minderung für das langfristige Ziel bei.

Bei der Erstellung des Klimaschutzszenarios wurde ein an der TSB selbst entwickelter Szenarienrechner genutzt. Dieser baut auf den jeweiligen Szenarien für die einzelnen Handlungsfelder (Private Haushalte, Verwaltung und Wirtschaft, hier jeweils Strom und Wärme, Verkehr, Entwicklung des Strom und Wärmemixes) auf. Dazu sind die Ergebnisse aus der Potenzialanalyse zur Erschließung der verfügbaren erneuerbaren Energien und aus den vorangegangenen Klimaschutzkonzepten die Energieeinsparung und -effizienz einbezogen.

Es werden die CO₂e-Minderungseffekte sowohl durch die Zunahme der erneuerbaren Energien im Wärmemix sowie den Ausbau der erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung als auch durch die Erschließung von Energieeffizienz- und Einsparpotenzialen berücksichtigt. Die Änderungen der Treibhausgasemissionen im Strommix beruhen auf den für das deutsche Stromnetz prognostizierten Entwicklungen für den Zeitraum bis 2050 unter Beachtung des bekannten Ökostrombezugs von privaten Haushalten und Unternehmen in der Stadt. Ergebnis ist eine Kurve der möglichen zukünftigen Entwicklung der CO₂e-Emissionen in der Stadt Mörfelden-Walldorf.

Bei der Stromversorgung ergibt sich durch die Stromerzeugung mit Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung bilanziell eine „Emissionsgutschrift“ durch Stromüberschuss. Es wird dazu angenommen, dass dieser erzeugte Strom, den Strom aus fossilbefeuerten Kondensationskraftwerken verdrängt. Bedingt durch den fluktuierenden erneuerbaren Strom wird die flexible Stromerzeugung beispielsweise mit Erdgaskraftwerken weiterhin benötigt. Die so ermittelten Emissionsgutschriften aus der Stromerzeugung werden bei

der Bilanzierung berücksichtigt und kommen der Stadt Mörfelden-Walldorf zur Erreichung möglicher Klimaschutzziele zu Gute.

Die nachfolgende Grafik stellt die CO₂e-Bilanz der Stadt Mörfelden-Walldorf für das Bilanzjahr 2012 und des Zielszenarios 2020 gegenüber. Dabei werden die oben erläuterten Effekte grafisch verdeutlicht.

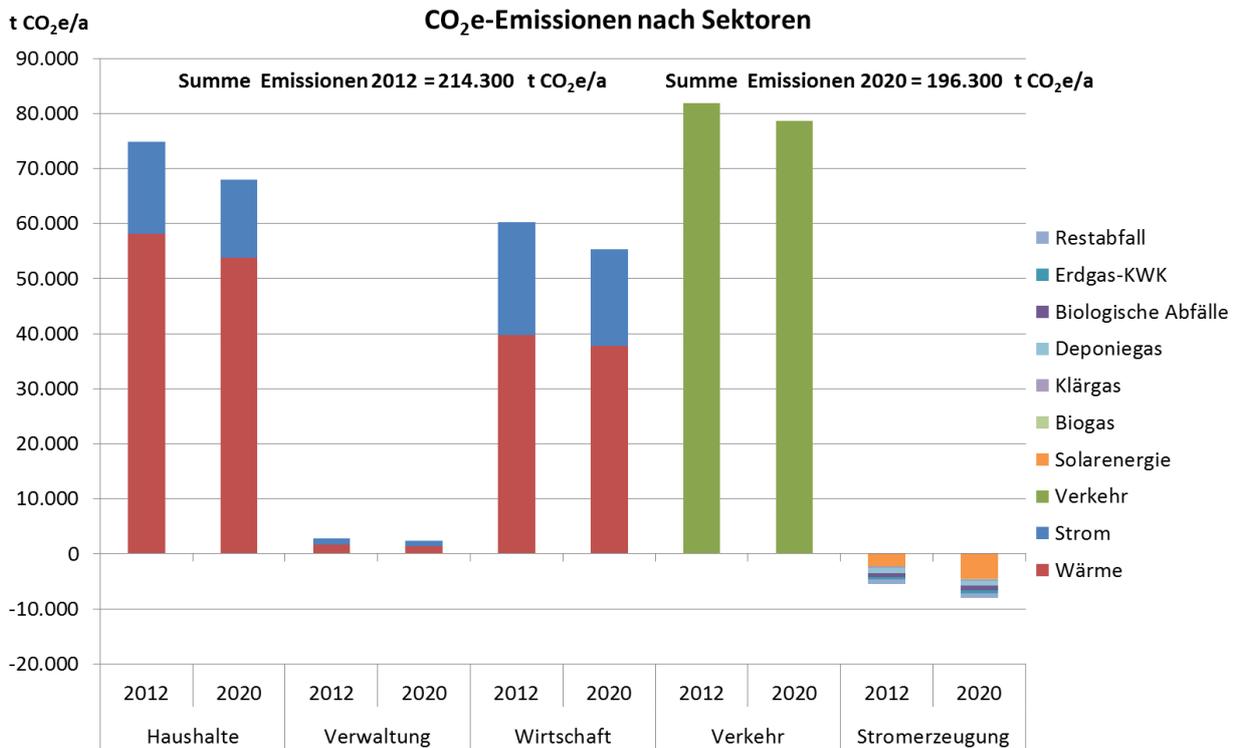


Abbildung 9-6 CO₂e-Bilanz 2012 und 2020 Stadt Mörfelden-Walldorf

10 Wirtschaftliche Effekte

Durch die Umsetzung des Klimaschutz-Teilkonzepts reduziert die Stadt Mörfelden nicht nur CO₂e-Emissionen, sondern es entstehen auch lokale und regionale Wertschöpfungseffekte durch den Ausbau erneuerbarer Energien.

Ein verstärktes Engagement in diesen Bereichen bietet dabei die Chance zur Teilhabe am wirtschaftlichen Erfolg, zur Finanzierung wichtiger kommunaler Vorhaben und zur Haushaltsentlastung, zur Sicherung des Standortes, der Arbeitsplätze und der lokalen Wertschöpfung. Zu den Profiteuren vor Ort zählen Energiedienstleister, Handwerk, Planungsbüros, weitere Dienstleister und die Stadt (z. B. über Steuereinnahmen, Pachtzahlungen). Durch den Ausbau erneuerbarer Energien verbleibt mehr Kapital in der Region und fließt weniger für fossile Energieimporte ab.

Die Region wird durch diese Aspekte gestärkt und die nachhaltige Entwicklung gefördert.

In einem Szenario bis 2020 wurde aufgezeigt, wie sich zukünftig die Energieversorgung in der Stadt Mörfelden-Walldorf hinsichtlich des Klimaschutzprogramms 2020 entwickeln kann.

Die Berechnung der lokalen Wertschöpfung beruht auf dem Szenario, das die notwendige Energieeinsparung in den verschiedenen Sektoren und den notwendigen Ausbau der erneuerbaren Energien für die Erreichung dieses Klimaschutzziels berücksichtigt.

10.1 Datengrundlage/Methodik

Die regionale Wertschöpfung wird für den Ausbau der erneuerbaren Energien ermittelt. Die Hochrechnungen zur Wertschöpfung der erneuerbaren Energien in der Stadt Mörfelden-Walldorf berücksichtigen den Ausbau von Solarthermie, Wärmepumpen und Biomassefeuerungsanlagen zur Erzeugung von Wärme und für die Stromproduktion Photovoltaik.

Die notwendige Steigerung des Ökostrombezugs findet keine Berücksichtigung, da sie für die lokale Wertschöpfung nicht relevant ist. Die Wertschöpfungseffekte aus der Aktivierung von Einspar- und Effizienzpotenzialen werden in diesem Teilkonzept „Erschließung der erneuerbaren Energien in der Stadt Mörfelden-Walldorf“ nicht bestimmt.

Die Daten zum Bestand und Ausbau der erneuerbaren Energienutzung basieren auf der in Kapitel 2 ermittelten Energie- und CO₂e-Bilanz. Aufgrund der installierten Leistung in den Jahren 2012 und 2020 sowie mithilfe von Kennzahlen können kommunale Wertschöpfungseffekte berechnet werden.

Zur Berechnung der Wertschöpfung durch den Ausbau der erneuerbaren Energien dienen Kennzahlen angelehnt an die Studie „Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“ des Institutes für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW, 2010). In dieser Studie liegen die Zahlen zu Investitionskosten, Nach-Steuererträgen, Einkommenseffekten und Kommunalsteuern zu Grunde, die aktualisiert (z. B. EEG) und für das Untersuchungsgebiet angepasst wurden.

Dabei wird unterschieden nach einmaligen Wertschöpfungseffekten (Planung und Errichtung) sowie jährlichen Wertschöpfungseffekten (Betrieb und Wartung). Bei den einmaligen Effekten wurden zum Teil Planung, Installation und Ausgleichsmaßnahmen zur Berechnung herangezogen. Nicht berücksichtigt wird die Produktion von Anlagenteilen z. B. von Photovoltaik-Anlagen, da diese in der Regel nicht in der Kommune stattfindet und somit dort auch keine Wertschöpfungseffekte vorliegen. Die jährlichen Effekte sind ebenfalls in die Bereiche Nach-Steuererträge, Einkommenseffekte und Kommunalsteuern gegliedert und berücksichtigen Wertschöpfungseffekte durch den Betrieb der Anlagen, der sich aus Wartung und Instandhaltung, wie auch Pachtzahlungen, Unternehmenserträgen etc. zusammensetzt. Die Kennzahlen zur lokalen Wertschöpfung werden verknüpft mit dem im Zielszenario definierten Ausbau der erneuerbaren Energien.

10.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse sind getrennt nach den einzelnen erneuerbaren Energien zur Strom- und Wärmeversorgung dargestellt.

Für die Erreichung des CO₂e-Einsparung gemäß dem Szenario beträgt die Summe der dafür zu tätigen Investitionen in den Ausbau der erneuerbaren Energien rund 10,1 Mio. €, davon rund 5,5 Mio. € für den Ausbau der erneuerbaren Energien in der Stromversorgung sowie ca. 4,6 Mio. € in der Wärmeversorgung.

Die daraus resultierende kumulierte regionale Wertschöpfung bis 2020 liegt bei rund 3,6 Mio. €. Daraus kann man schlussfolgern, dass hier durchaus ein nennenswertes Potenzial für die Entwicklung der Region zu ziehen ist.

In Abbildung 10-1 ist zu erkennen, dass im Ausbau der Photovoltaik das größte Wertschöpfungspotenzial mit ca. 2,6 Mio. € liegt. Die erneuerbaren Energien in der Wärmeversorgung weisen ein deutlich geringeres Wertschöpfungspotenzial mit insgesamt rund 1 Mio. € auf.

Lokale Wertschöpfungseffekte in der Stadt Mörfelden-Walldorf durch den Ausbau erneuerbarer Energien von 2012 bis 2020 (kumuliert)

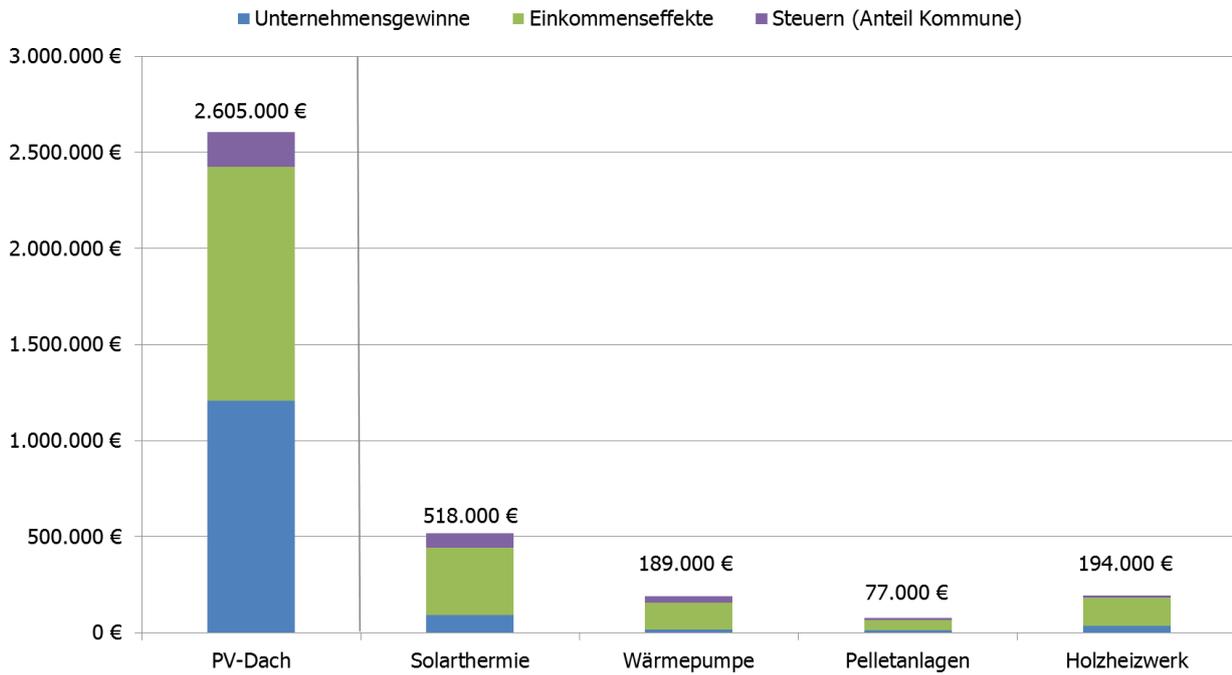


Abbildung 10-1 Übersicht lokale Wertschöpfung bis 2020

Literaturverzeichnis

- Agentur für Erneuerbare Energien. (2014). *Strommix in Deutschland 2013*. Abgerufen am 1. Dezember 2014 von <http://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/strommix-in-deutschland-2013>
- Altrock et al. . (2009). Altrock, Martin; Große, Andreas; Lehnert, Wieland: Gutachterliche Äußerung: Rechtshemmnisse für die Genehmigung Tiefengeothermischer Anlagen. Berlin: Becker, Büttner & Held .
- BAFA. (2012). Abgerufen am 04. Juni 2014 von Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Förderung von effizienten Wärmepumpen: http://www.bafa.de/bafa/de/energie/erneuerbare_energien/vorschriften/energie_ee_richtlinie_20_07_2012.pdf
- BDEW. (24. Februar 2014). *Foliensatz zur Energie-Info*. Abgerufen am 2. Dezember 2014 von Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2014): [https://www.bdew.de/internet.nsf/id/39BD314C423AC701C1257823004533E5/\\$file/Foliensatz%20Energie-Info%20EE%20und%20das%20%20EEG%20_2014_Biogas%20Homepage.pdf](https://www.bdew.de/internet.nsf/id/39BD314C423AC701C1257823004533E5/$file/Foliensatz%20Energie-Info%20EE%20und%20das%20%20EEG%20_2014_Biogas%20Homepage.pdf)
- BINE. (2011). *BINE Informationsdienst: Geologische und Geophysikalische Grundlagen* . Abgerufen am 09. Mai 2012 von <http://www.bine.info/hauptnavigation/themen/erneuerbare-energien/geothermie/publikation/geothermie/geologische-physikalische-grundlagen/>
- Blees. (2012). *Klimaschutzkonzept Mörfelden-Walldorf - Teilkonzept Verkehr*. Darmstadt: Dr.-Ing. Volker Blees - Verkehrslösungen.
- BMWi. (2010). *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi), Berlin.
- BMWi. (28. September 2010). *Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung*. Berlin: BMWI.
- BWP. (2012). *Bundesverband Wärmepumpe e.V.: Die Wärmepumpe, Wärmequellen*. Abgerufen am 09. 05 2012 von <http://www.waermepumpe.de/endverbraucher/die-waermepumpe/waermequellen/erdsonde.html>
- DBU. (2005). *Deutsche Bundesstiftung Umwelt - Energie aus Kanalabwasser*.
- Difu. (2011). *Klimaschutz in Kommunen. Praxisleitfaden* .
- DIN. (Dezember 2011). DIN EN ISO 50001. *Energiemanagementsysteme - Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 50001:2011); Deutsche Fassung EN ISO 50002:2011*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.

- DLR. (2012). *Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global*. Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) et. al., Stuttgart.
- EEG. (21. Juli 2014). Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014). *BGBI. I S. 1218*. Berlin.
- EEWärmeG. (2011). *Erneuerbare Energien Wärmegesetz 2011*.
- EGE. (Oktober 2006). *Das Projekt Walldorf, Geothermische Erkundung und Erschließung im nördlichsten Oberrheingraben eine Übersichtsdarstellung*. Abgerufen am 23. April 2013 von http://www.hessenenergie.de/Downloads/DI-Nach/dln-tgf/tgf-06/tgf-06-pdfs/VortrDr.Ruhm_Herr.pdf
- ETech. (2010). *Abwasserwärmenutzung - Machbarkeitsstudie Stadt Mörfelden-Walldorf*. Büttelborn.
- Fritsche, J.-G., & Kracht, M. (2010). *Geologische Strukturräume mit nachgewiesenen und vermuteten tiefegeothermischen Potenzial in Hessen*. Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie.
- GTV. (2011). *www.geothermie.de*. Abgerufen am 21. 09 2011 von Einteilung der geothermischen Quellen:
<http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/einstieg-in-die-geothermie/einteilung-der-geothermiequellen.html>
- GTV. (2011-3). *Bundesverband Geothermie (GTV): Tiefe Erdwärmesonden*. Abgerufen am 09. 05 2012 von
<http://www.geothermie.de/wissenswelt/geothermie/technologien/tiefe-erdwaermesonden.html>
- Hessen-Forst. (21. Juni 2011). Energieholz-Potenziale im Kreis Groß-Gerau.
- Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation. (2014). *Digitale Orthophotos Mörfelden-Walldorf*.
- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie. (28. 03 2012). *Karte Hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung*. Abgerufen am 11. 04 2014 von <http://www.hlug.de/start/geologie/erdwaerme-geothermie/oberflaechennahe-geothermie/karten-standortbeurteilung.html>
- HLUG. (2011). *Erdwärmenutzung in Hessen- Leitfaden für Erdwärmesondenanlagen*, . Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie.
- HLUG. (2014). *Hessisches Landesamt für Geologie und Bergbau*. Abgerufen am 26. 03 2014 von <http://www.hlug.de/popups/wasser-aktuelle-messdaten.html>
- HMULV. (2007). *Erdwärmenutzung in Hessen*. Abgerufen am 10. 06 2013 von http://www.geothermie.de/fileadmin/useruploads/wissenswelt/gesetze/Leitfaden/Hessen_erdwaerme.pdf
- ifeu. (2009). *Energie- und Klimaschutzkonzept für die Stadt Mörfelden-Walldorf*. Heidelberg: Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH.

- IÖW. (2010). *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien*. Berlin.
- Kaltschmitt, M., Wiese, A., & Streicher, W. (2003). *Erneurbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. Berlin.
- MAP. (2011). *Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt*.
- Ochsner. (2007). *Wärmepumpen in der Heizungstechnik*. Heidelberg.
- Ochsner, K. (2007). *Wärmepumpen in der Heizungstechnik*. Heidelberg.
- Paschen, H., Oertel, D., & Grünwald, R. (2003). *Bericht: Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland. Büro für Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag (TAB)*.
- Paschen, H., Oertel, D., & Grünwald, R. (2003). *Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland. Büro für Technikfolgenabschätzung beim deutschen Bundestag*.
- Peters, W. (2014). *Informationsdatenbank- Naturschutzstandards Erneuerbarer Energien*. Abgerufen am 13. 08 2014 von http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/index.php?option=com_infodatabase&view=standard&Itemid=76&parte=5&aspekt=10&task=datenblatt&standard_id=114
- PK TG. (2007). *Personenkreis Tiefe Geothermie: Nutzung der geothermischen Energie aus dem tiefen Untergrund-Arbeitshilfe für die geologischen Dienste*.
- Regierungspräsidium Darmstadt. (2013). *Regionalplan/Regionaler Flächennutzungsplan Südhessen, Entwurf 2013 - Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien*. Darmstadt.
- Stadt Frankfurt am Main und Regionalverband FrankfurtRheinMain. (30. April 2013). *Für eine gemeinsame Energiezukunft*. Abgerufen am 2. Dezember 2014 von Vereinbarung der Stadt Frankfurt am Main und des Regionalverbands FrankfurtRheinMain zur gemeinsamen Erstellung eines Energiekonzeptes "FrankfurtRheinMain 100 % effizient und erneuerbar": http://www.region-frankfurt.de/media/custom/2033_370_1.PDF?1367831476
- Statistisches Landesamt Hessen. (2014). *Hessische Gemeindestatistik Mörfelden-Walldorf 2013*.
- Transferstelle Bingen. (2010). *30% Regenerativstrom 2020- Machbarkeitsstudie für die Stadt Mainz unter Berücksichtigung des Versorgungsgebietes der Stadtwerke Mainz AG*. Bingen.
- TSB. (2012). *Klimaschutz-Teilkonzept Integrierte Wärmenutzung Kreis Groß-Gerau*. Bingen: Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung.
- Überlandwerke Groß Gerau. (2013). *Kraftwerksstandort im Kreis Groß-Gerau*. Abgerufen am 12. 4 2014 von <http://www.geothermie-trebur.de/projekt/standort/kreis-gross-gerau/>

- Überlandwerke Groß-Gerau. (2012). *Erlaubnisfelder Groß-Gerau und Trebur*. Abgerufen am 12. 4 2014 von <http://www.geothermie-trebur.de/projekt/standort/erlaubnisfelder/>
- Umweltamt Mörfelden-Walldorf. (3. April 2014). Bereich Abfall. Mörfelden-Walldorf.
- VDI 4640-1 . (2010). *Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4660 Blatt 1 Thermische Nutzung des Untergrundes* .
- VDI 4640-2. (2001). *Verein Deutscher Ingenieure (VDI): VDI 4640 Blatt 2: Thermische Nutzung des Untergrundes - Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen*.
- Waterkotte. (2009). *Waterkotte Fachinformationen* .
- WHG. (2009). Wasserhaushaltsgesetz.