

Integriertes Klimaschutzkonzept für die Stadt Pfungstadt

Endbericht



vorgelegt der Stadt Pfungstadt
von INFRASTRUKTUR & UMWELT
 Professor Böhm und Partner
am 31.05.2022

Bearbeitungsteam



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Dipl.-Ing. Hans-Jürgen Gräff

Dipl. Ing., MM Karin Weber

M. Eng. Benjamin Malke

B. Eng. Niko Leutbecher

INHALTSVERZEICHNIS

1	Hintergrund und Aufgabenstellung	13
1.1	Rahmenbedingungen der Stadt Pfungstadt	13
1.2	Ziele des Integrierten Klimaschutzkonzeptes	14
2	Energie- und Treibhausgas-Bilanz	16
2.1.	Datengrundlagen und Methodik.....	16
2.2.	Analyse Siedlungs- und Gebäudestruktur	19
2.2.1	Wohngebäudetypen.....	19
2.2.2	Gebäudealter	20
2.3.	Strukturdaten zur Mobilität	23
2.3.1	Zugelassene Fahrzeuge	23
2.3.2	Pendleraufkommen.....	23
2.4.	Energie-Bilanz für die Stadt Pfungstadt	25
2.4.1	Exkurs Verkehr	28
2.5.	Treibhausgas-Bilanz für die Stadt Pfungstadt	31
2.6.	Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme- Kopplung	34
3	Potenziale zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen	36
3.1.	Vorbemerkungen zur Methodik der Potenzialanalysen	36
3.2.	Handlungsfeld Energieeinsparung Strom und Wärme	38
3.2.1	Private Haushalte.....	38
3.2.1.1	Einsparpotenziale Strom.....	38
3.2.1.2	Einsparpotenziale Wärme.....	40
3.2.2	Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie	45
3.2.2.1	Einsparpotenziale Strom.....	45
3.2.2.2	Einsparpotenziale Wärme.....	46
3.2.3	Kommunale Energieverbraucher	48
3.2.3.1	Kommunale Liegenschaften (in Zuständigkeit der Stadtverwaltung)	48
3.2.3.2	Straßenbeleuchtung.....	50
3.2.3.3	Kläranlage	50
3.2.3.4	Wasserversorgung.....	51
3.3.	Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung	52
3.3.1	Windkraft.....	52
3.3.2	Photovoltaik	52
3.3.2.1	Dachflächen	52

3.3.2.2. Freiflächen	55
3.3.2.3. Verkehrswegeintegriert	57
3.3.2.4. Zusammenfassung	57
3.3.3 Solarthermie.....	57
3.3.4 Biomasse (Forstwirtschaft)	59
3.3.5 Biomasse (Landwirtschaft)	61
3.3.6 Geothermie und sonstige Umweltwärme.....	61
3.3.7 Wasserkraft.....	64
3.3.8. Kraft-Wärme-Kopplung	64
3.3.8.1. Wohngebäude.....	64
3.3.8.2. Industrie und GHD	64
3.3.9 Zusammenfassung der Potenzialanalyse erneuerbare Energien und KWK	65
3.4. Handlungsfeld Mobilität und Verkehr	68
3.4.1 Verkehrsinfrastruktur und Mobilitätsangebot	68
3.4.1.1. Bahn und Bus (ÖPNV).....	68
3.4.1.2. Nahmobilität	69
3.4.1.3. Inter- und Multimodalität	70
3.4.2 Treibhausgas-Reduktionspotenzial im Mobilitätssektor	71
3.4.2.1. Vorgehensweise.....	71
3.4.2.2. Abschätzung der Reduktionspotenziale in der Stadt Pfungstadt.....	73
4 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs und dessen Deckung in der Stadt Pfungstadt.....	77
4.1. Annahmen zu den Szenarien.....	78
4.2. Entwicklung des Energieverbrauchs	80
4.3. Entwicklung der klimaschonenden Strom- und Wärmeerzeugung	84
4.4. Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen.....	85
4.5. Beitrag der lokalen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zur Minderung der Treibhausgas-Emissionen.....	89
5 Energie- und klimapolitische Ziele	91
5.1. Ziele auf Ebene des Bundes, des Landes und der Region.....	91
5.2. Vorschlag für Klimaschutzziele der Stadt Pfungstadt	94
6 Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses / Verstetigung.....	96
7 Maßnahmenkatalog	99
7.1. Methodische Vorbemerkungen	99
7.2. Kurzübersicht des Maßnahmenkatalogs	101

7.2.1	Handlungsfeld: Übergreifende Maßnahmen (ÜM).....	102
7.2.2	Handlungsfeld: Energieeffiziente und klimafreundliche Kommune (K)	103
7.2.3	Handlungsfeld: Energieeinsparung und Energieeffizienz.....	105
7.2.4	Handlungsfeld: Erneuerbare Energien (EE)	106
7.2.5	Maßnahmengruppe: Mobilität (MO).....	108
7.2.6	Maßnahmengruppe: Aktivierung und Beteiligung (AB)	109
7.3.	Klimaschutzfahrplan	110
8	Controlling- und Monitoringkonzept	113
8.1.	Fortschreibbare Energie- und Treibhausgas-Bilanz	115
8.2.	Indikatoren-Analyse	115
8.3.	Maßnahmen-Controlling	117
8.4.	Zielanpassung / Maßnahmenanpassung	119
8.5.	Klimaschutzberichterstattung.....	119
9	Kommunikationsstrategie / Beteiligung / Öffentlichkeitsarbeit.....	120
9.1.	Allgemeine Aufgaben der Kommunikationsstrategie, Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit	120
9.2	Ziele und Aufgaben der Kommunikationsstrategie,	121
9.3	Akteure im Beteiligungsprozess.....	122
9.3.1	Durchführung des Beteiligungsprozess für Verwaltung als Klima Team....	123
9.4.	Konkrete Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit	124
9.5	Umsetzungsbegleitende Öffentlichkeitsarbeit	126
	Quellenverzeichnis	127

Anhang 1: Maßnahmensammlung

Anhang 2: Maßnahmensteckbriefe

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Vergleich der spezifischen Verbrauchsdaten je Einwohner in der Stadt Pfungstadt mit bundesweiten Durchschnittswerten	28
Tabelle 2	Einsparpotenzial Stromverbrauch privater Haushalte	39
Tabelle 3	Reduktionspotenziale beim Stromverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung	46
Tabelle 4	Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung	47
Tabelle 5	Photovoltaik (Gebäudebezogene Anlagen)	54
Tabelle 6	Photovoltaik Freiflächen	55
Tabelle 7	Technisches Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK	66
Tabelle 8	Energie- und klimapolitische Ziele der Bundesregierung	91
Tabelle 9	Treibhausgas Minderungsziele der Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 24.06.2021	92
Tabelle 10	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM); Maßnahmengruppe: Leitbild und Ziele	102
Tabelle 11	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM); Maßnahmengruppe: Verstetigung / Controlling	102
Tabelle 12	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM); Maßnahmengruppe: Stadtplanung und Stadtentwicklung / Konzepte	102
Tabelle 13	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM); Maßnahmengruppe: Partner / Netzwerke	103
Tabelle 14	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (K); Maßnahmengruppe: Kommunales Energiemanagement	103
Tabelle 15	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (K); Maßnahmengruppe: Mobilität der Verwaltung	103
Tabelle 16	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (K); Maßnahmengruppe: Vorbildfunktion	104
Tabelle 17	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW); Maßnahmengruppe: Beratungsangebote	105

Tabelle 18	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW); Maßnahmengruppe: Initiativen	105
Tabelle 19	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW); Maßnahmengruppe: Modellprojekte	106
Tabelle 20	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe Ausbau Solarenergie	106
Tabelle 21	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe Biomassepotenziale nutzen.....	107
Tabelle 22	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe Kraft-Wärme-Kopplung.....	107
Tabelle 23	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe Wasserkraft	107
Tabelle 24	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Fußverkehr stärken	108
Tabelle 25	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Nahmobilität: Radverkehr stärken	108
Tabelle 26	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Klimafreundliche Mobilität fördern	108
Tabelle 27	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Mobilitätskonzepte und Mobilitätsmanagement	109
Tabelle 28	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB); Maßnahmengruppe: Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit.....	109
Tabelle 29	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB); Maßnahmengruppe: Klimabildung stärken und fortentwickeln.....	110
Tabelle 30	Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB); Maßnahmengruppe: Klimaschutz in Kirchen und Vereinen	110
Tabelle 31	Legende zur Abbildung 49	110
Tabelle 32	Indikatoren für das Monitoring des Integrierten Klimaschutzkonzeptes	116

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Entwicklung der Einwohner und der spezifischen Wohnfläche in Pfungstadt von 1990 bis 2019	14
Abbildung 2	Territorialprinzip und nicht mehr angewandtes Verursacherprinzip	17
Abbildung 3	Prozentuale Verteilung der Wohngebäude in der Stadt Pfungstadt	19
Abbildung 4	Prozentuale Verteilung der Wohnfläche in Wohngebäuden in der Stadt Pfungstadt	20
Abbildung 5	Prozentuale Verteilung der Wohngebäude in der Stadt Pfungstadt in den unterschiedlichen Baualtersklassen.....	21
Abbildung 6	Prozentuale Verteilung der Wohnfläche in der Stadt Pfungstadt in den unterschiedlichen Baualtersklassen	21
Abbildung 7	Wärmeverbrauch nach Baualtersklassen in der Stadt Pfungstadt	22
Abbildung 8	Entwicklung der Pendler in der Stadt Pfungstadt.....	23
Abbildung 9	Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Stadt Pfungstadt 2010 bis 2019	25
Abbildung 10	Aufteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken in der Stadt Pfungstadt	26
Abbildung 11	Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Stadt Pfungstadt aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2019	27
Abbildung 12	Energieverbrauch Verkehr 2019 auf der Gemarkungsfläche Stadt Pfungstadt.....	29
Abbildung 13	Energieverbrauch des Straßenverkehrs 2019 auf der Gemarkungsfläche Stadt Pfungstadt.....	30
Abbildung 14	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in Stadt Pfungstadt für die Jahre 2010 bis 2017.....	31
Abbildung 15	Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in der Stadt Pfungstadt aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2019	32
Abbildung 16	Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen je Einwohner in der Stadt Pfungstadt aufgeteilt nach Verbrauchssektoren von 2010 bis 2019	33
Abbildung 17	Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in der Stadt Pfungstadt in 2019	34

Abbildung 18	Entwicklung der Stromeinspeisung aus Photovoltaik in der Stadt Pfungstadt.....	35
Abbildung 19	Schema der Potenzialabstufungen für die Potenzialanalysen	37
Abbildung 20	Einsparpotenziale durch Nutzung effizienter Heiztechnik	41
Abbildung 21	Einsparpotenziale durch Kombination effizienter Anlagentechnik und energetischer Sanierung der Gebäudehülle	42
Abbildung 22	Beispielhafte Darstellung zum Einsparpotenzial Heizwärmebedarf bei EFH/ MFH durch energetische Sanierung von Gebäuden unterschiedlicher Baualtersklassen	43
Abbildung 23	Wärmeverbrauch der Haushalte – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude gemäß KfW Effizienzhaus 70	44
Abbildung 24	Entwicklung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften für die Jahre 2010 bis 2019	49
Abbildung 25	Entwicklung des Stromverbrauchs zur Straßenbeleuchtung in der Stadt Pfungstadt in den Jahren 2010 bis 2019	50
Abbildung 26	Entwicklung des Stromverbrauchs zur Wasserversorgung in der Stadt Pfungstadt in den Jahren 2010 bis 2019	51
Abbildung 27	Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete (Gelb hinterlegt) bei Pfungstadt, Kartenausschnitt	57
Abbildung 28	Beurteilung der Erdwärmenutzung in Pfungstadt anhand der wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Beurteilung	63
Abbildung 29	Technisches Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Pfungstadt	65
Abbildung 30	Technisches Potenzial zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Pfungstadt	67
Abbildung 31	Liniennetzplan Pfungstadt	68
Abbildung 32	Bestandsnetz Radverkehr nach den Daten des Radroutenplaners Hessen.....	70
Abbildung 33	Multimodalität und Intermodalität.....	71
Abbildung 34	Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren in der Stadt Pfungstadt im Szenario 2030.....	80

Abbildung 35	Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren in der Stadt Pfungstadt im Szenario 2045.....	81
Abbildung 36	Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträgern im Szenario 2030.....	82
Abbildung 37	Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträger in der Stadt Pfungstadt im Szenario 2045	83
Abbildung 38	Szenarien zur Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung in der Stadt Pfungstadt.....	84
Abbildung 39	Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien.....	85
Abbildung 40	Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen im Szenario TREND für die Stadt Pfungstadt für das Jahr 2030	86
Abbildung 41	Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen im Szenario AKTIV für die Stadt Pfungstadt.....	87
Abbildung 42	Entwicklung der Treibhausgas Emission nach Verbrauchssektoren in den Szenarien 2030	88
Abbildung 43	Entwicklung der Treibhausgas Emmision nach Verbrauchssektoren in den Szenarien 2045.....	88
Abbildung 44	Szenarien zur Treibhausgas-Vermeidung durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Stadt Pfungstadt.....	89
Abbildung 45	Stadt Pfungstadt auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität	95
Abbildung 46	Strukturvorschlag für den Umsetzungsprozess	97
Abbildung 47	Struktur des Maßnahmenkatalogs.....	100
Abbildung 48	Legende zu Bewertung und Priorisierung.....	101
Abbildung 49	Klimaschutzfahrplan für die Stadt Pfungstadt Teil 1	111
Abbildung 50	Klimaschutzfahrplan für die Stadt Pfungstadt Teil 2	112
Abbildung 51	Grundzüge zum Controlling und zur Evaluierung in Anlehnung an ISO 50001 / 14001 (kontinuierlicher Verbesserungsprozess)	114
Abbildung 52	Musterblatt für das Maßnahmen-Controlling.....	118
Abbildung 53	Instrumente und Zielgruppen für Kommunikation, Beteiligung und Öffentlichkeitsarbeit.....	122

Abbildung 54 Zuordnung der Verantwortlichkeiten für die Umsetzung der
Maßnahmen im Bereich Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und
Beteiligung 123

ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Erläuterung
a	Jahr
BAB / B	Bundesautobahn / Bundesstraße
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BHKW	Blockheizkraftwerk
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid
dena	Deutsche Energieagentur
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EnEV	Energieeinsparverordnung
EW	Einwohner
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GWh/a	Gigawattstunde pro Jahr
HLB	Hessische Landesbahn
IKSK	Integriertes Klimaschutzkonzept
Klimabündnis	Klima-Bündnis europäischer Städte mit den indigenen Völkern der Regenwälder zum Erhalt der Erdatmosphäre e.V.
KSM	Klimaschutzmanager
kWh	Kilowattstunde
kWh/(m ² · a)	Kilowattstunde pro Quadratmeter und Jahr
kW _{peak}	Installierte Leistung von PV-Anlagen (unter Standard-Testbedingungen)
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWKG	Gesetz zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung
LCA	Life Cycle Assessment / Life Cycle Analysis (Lebenszyklusanalyse)
LKW	Lastkraftwagen und Sattelzugmaschinen
MAP	Marktanreizprogramm
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MWh; MWh/a	Megawattstunde (=1.000 Kilowattstunden); Megawattstunde pro Jahr
MWh/(EW · a)	Megawattstunde pro Einwohner und Jahr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PKW	Personenkraftwagen
PV	Photovoltaik (direkte Stromerzeugung aus Sonnenenergie)
SvB	sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
THG	Treibhausgas
t/a	Tonnen pro Jahr
UBA	Umweltbundesamt
WEA	Windenergieanlage



Abkürzung	Erläuterung
WZ	Wirtschaftszweig

1 Hintergrund und Aufgabenstellung

1.1 Rahmenbedingungen der Stadt Pfungstadt

Pfungstadt liegt im Landkreis Darmstadt Dieburg etwa zehn Kilometer südwestlich der Stadt Darmstadt an der Modau und an der Bergstraße, ungefähr auf halbem Weg zwischen Frankfurt am Main und Heidelberg. Die Stadt besteht aus vier Ortsteilen: Pfungstadt, Hahn, Eschollbrücken und Eich. Durch Pfungstadt fließt die Modau, die jahrhundertlang den Charakter der Stadt als Mühlenstadt prägte.

Eine Hauptverkehrsachse verläuft innerhalb des Stadtgebiets. Die in Ost – West Richtung verlaufende B426 verbindet Pfungstadt mit Darmstadt mit den jeweils in Nord – Süd Richtung verlaufenden Bundesautobahnen A67 und A5. Parallel zur A5 verläuft die B3 am östlichen Rand des Stadtgebietes. Der am östlichen Stadtrand gelegene Pfungstädter Bahnhof endet im Osten der Stadt als eingleisige Stichbahn und Abzweig der Rhein-Neckar-Bahn. Über die RB 66 besteht Anschluss an den Darmstädter Hauptbahnhof. Des Weiteren ist Pfungstadt über drei Buslinien mit dem Bahnhof Eberstadt an die Bahnlinien 60 und 66 der Rhein-Neckar-Bahn, als auch über die Eberstädter Haltestelle „Wartehalle“ mit den Straßenbahnen 1, 6, 7 und 8 an Darmstadt angebunden. Mehrere Buslinien verbinden die Ortsteile untereinander aber auch mit dem Umland. Damit verfügt Pfungstadt über eine insgesamt gute Anbindung an das regionale und überregionale Straßen- und Schienennetz.

Nachfolgend werden Strukturdaten aufgeführt, die in die Energie- und Treibhausgasbilanz miteinfließen. Das betrifft insbesondere Zahlen zur Bevölkerung, Beschäftigten und Wohnfläche. Insgesamt leben in Pfungstadt 25.096 Einwohner (Stand Dezember 2019). Zwischen 1990 mit 23.864 und 2019 mit 25.096 ist die Bevölkerung um 1232 Einwohner gestiegen. Das ist ein Anstieg von 5 %.

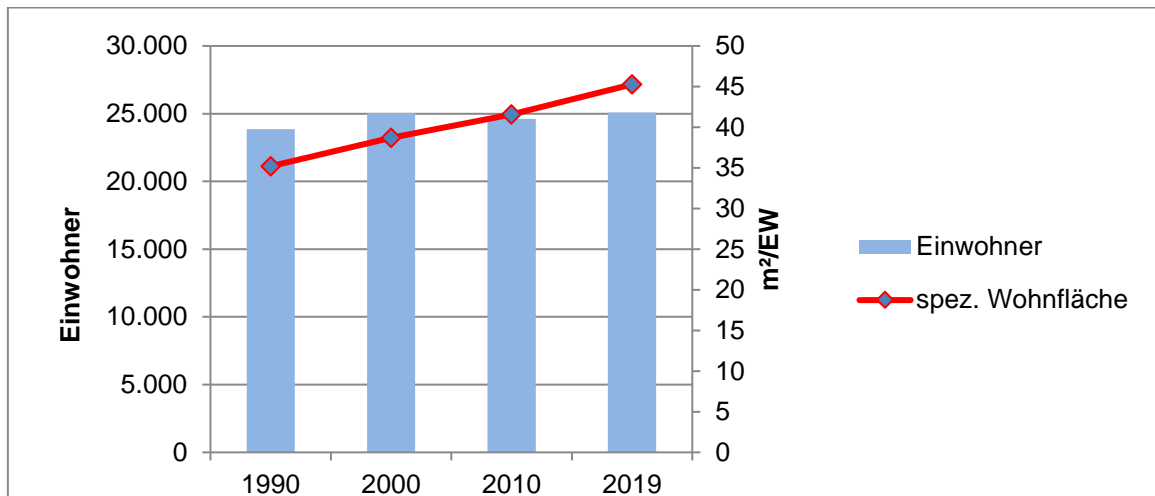


Abbildung 1 Entwicklung der Einwohner und der spezifischen Wohnfläche in Pfungstadt von 1990 bis 2019

Die Wohnfläche in Pfungstadt ist in den vergangenen Jahren deutlich stärker gestiegen als die Einwohnerzahl (Abbildung 1). Die spezifische Wohnfläche je Einwohner ist von circa 35 m² im Jahr 1990 auf knapp 45 m² im Jahr 2019 gestiegen.

2019 sind in Pfungstadt 5.635 sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort gemeldet. Das ist seit 2014 ein Anstieg von circa 10%. Zugleich weist die Stadt einen deutlichen Auspendlerüberschuss auf, der über die letzten Jahre weiter zugenommen hat.

Die Stadtfläche der Stadt Pfungstadt umfasst etwa 42,53 km², was einer Bevölkerungsdichte von 590 Einwohner/km² entspricht.

1.2 Ziele des Integrierten Klimaschutzkonzeptes

Das vorliegende Integrierte Klimaschutzkonzept stellt als strategische Entscheidungsgrundlage und Planungshilfe die bisherigen Aktivitäten der Stadt in einem übergeordneten Rahmen dar. Es zeigt die Potenziale zur Energieeinsparung und zum Einsatz von regenerativen Energien sowie Handlungsmöglichkeiten im Bereich klimafreundlicher Mobilität auf und macht Vorschläge zu Maßnahmen in den folgenden Handlungsfeldern:

- Energieeinsparung Strom und Wärme,
- Klimaschonende Energiebereitstellung,
- Mobilität und Verkehr.

Grundlage des Konzeptes ist eine Bestandsaufnahme in den o.g. Bereichen und der daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen (Kapitel 2). Aufbauend darauf werden Potenziale zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen in den zuvor genannten Handlungsfeldern ermittelt und vorgestellt (Kapitel 3). Kapitel 4 befasst sich mit Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs und dessen Deckung in der Stadt Pfungstadt. Im

Anschluss werden in Kapitel 5.1 die energie- und klimapolitischen Ziele auf Bundes-, Landes- und Regionalebene vorgestellt und Vorschläge für Klimaschutzziele der Stadt Pfungstadt erläutert.

Basierend auf der Ist-Analyse und den Szenarien wurde ein Maßnahmenkatalog (Kapitel 7) entworfen und ein Klimaschutzfahrplan erstellt.

All diese Vorhaben sind in eine Kommunikationsstrategie (Kapitel 9) eingebettet und werden durch ein Controlling- und Monitoringkonzept (Kapitel 8) überprüft. Darüber hinaus werden Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses bzw. der Verstärkungsstrategie dargelegt (Kapitel 6).

2 Energie- und Treibhausgas-Bilanz

2.1. Datengrundlagen und Methodik

Grundlage für alle weiteren Analysen des Klimaschutzkonzeptes ist eine Energie- und Treibhausgas-Bilanz. Sie stellt die aktuellen Energieverbräuche und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen sowie die Entwicklung der letzten Jahre dar. Das Jahr 2017 ist zum Zeitpunkt der Bilanzierung das Jahr mit der aktuellsten Datenbasis.

Die Bilanz wurde mit dem Bilanzierungstool EcoRegion der Firma EcoSpeed (www.ecospeed.ch) angelegt. In EcoRegion sind bereits die folgenden Strukturdaten hinterlegt:

- Einwohnerzahlen,
- Beschäftigtenzahlen,
- Zugelassene Fahrzeuge nach Fahrzeugtyp.

Aus diesen Daten und den spezifischen bundesweiten Daten werden der Energieverbrauch und die daraus resultierenden Treibhausgas-Emissionen errechnet („einfache“ Bilanzierung).

Die statistischen Werte, wie Einwohner, Wohngebäude, Beschäftigte wurden aus amtlichen Statistiken übernommen. Durch die unterschiedlichen Datenquellen und Informationsstände können teilweise Datensprünge nicht ausgeschlossen werden.

Das Jahr 2019 ist zum Zeitpunkt der Bilanzierung das Jahr mit der aktuellsten und vollständigsten Datenbasis. Für dieses Jahr wurden unter anderem folgende Echtdateien eingepflegt:

- Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und Einrichtungen,
- Daten der Netzbetreiber zum Strom- und Erdgasverbrauch, aufgeteilt nach Verbrauchergruppen, sowie zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (NetzB 2021),
- Daten zu Anlagen zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien (SA 2021).

Mit Hilfe dieser umfangreichen Datenbasis kann eine detaillierte Energie- und Treibhausgas-Bilanz für das Jahr 2019 für die Stadt Pfungstadt erstellt werden. Die Bilanz orientiert sich an den drei Anwendungsbereichen Stromversorgung, Wärmeversorgung und Mobilität. Dabei werden die Energieverbräuche nach den folgenden Verbrauchergruppen unterteilt:

- Private Haushalte,
- Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung (GHD),
- Verkehr,
- Stadt Pfungstadt (kommunale Gebäude, Straßenbeleuchtung, Fahrzeug-Flotte).

Stand: 31.5.2022

Die Emissionsberechnungen erfolgen nach den Vorgaben der Bilanzierungs-Systematik für Kommunen (BISKO). Dabei werden die Vorketten (zum Beispiel Erschließung, Aufbereitung und Transport) der Energieträger berücksichtigt.

Die Emissionen werden in Tonnen Treibhausgas eq. angegeben, da neben CO₂ auch noch andere klimaverändernde Emissionen berücksichtigt werden. Diese werden zur besseren Vergleichbarkeit in Treibhausgas-Äquivalente umgerechnet.

Die Bilanzierung erfolgt nach dem Territorialprinzip, wie von BISKO empfohlen. Das heißt, es werden der Energieverbrauch und die daraus folgenden Treibhausgas-Emissionen bilanziert, die innerhalb der territorialen Grenzen der Kommunen erfolgen.

Beim Territorialprinzip wird eine räumliche Abgrenzung getroffen – hier Stadt Pfungstadt – innerhalb derer der Energieverbrauch bestimmt wird. Für den Verkehrssektor bedeutet dies, dass alle Wege, die das Stadtgebiet berühren, mit ihrem Wegeanteil innerhalb der Stadt erfasst werden. Dies sind beispielsweise Wege der Stadtbewohner von der Wohnung bis zur Stadtgrenze, Wege von in der Stadt Beschäftigten von der Stadtgrenze zur Arbeitsstelle und Wege des Durchgangsverkehrs durch die Stadt von Einfahrt in bis Ausfahrt aus dem Stadtgebiet.

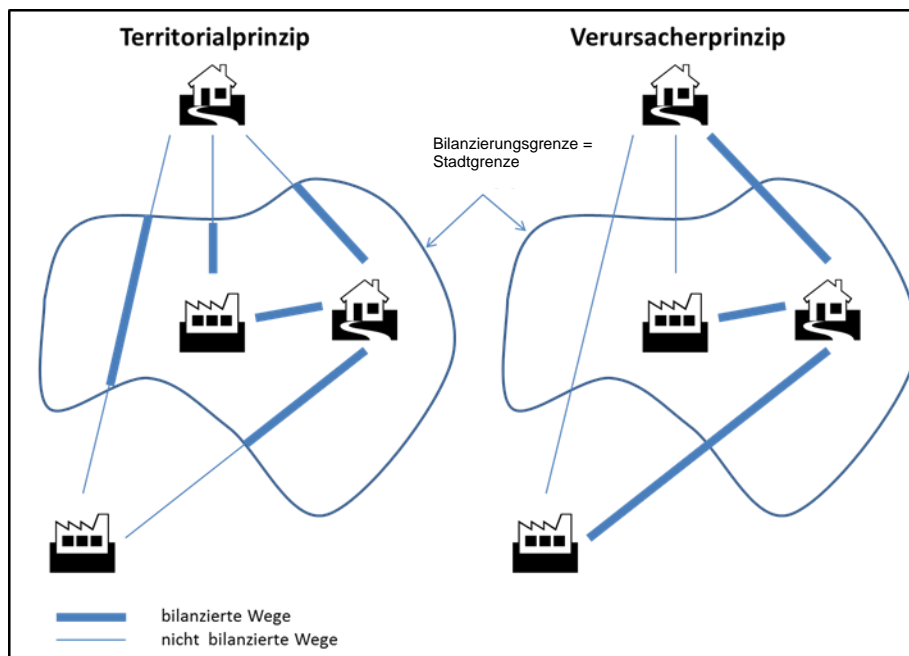


Abbildung 2 Territorialprinzip und nicht mehr angewandtes Verursacherprinzip

Die Treibhausgas-Emissionen, die aus dem Stromverbrauch resultieren entstehen vor allem bei der Stromproduktion in den Kraftwerken also überwiegend nicht im Stadtgebiet selbst, sondern an anderer Stelle. Um vergleichbare Ergebnisse zu anderen Energieträgern zu erhalten und Strom als Energieträger nicht zu bevorteilen, wird für die

Treibhausgas-Bilanzierung der bundesweite Strommix angesetzt. Dies geschieht im Einklang mit der vom Fördermittelgeber geforderten Bilanzierung gemäß BSKO-Methodik.

Bei der Darstellung von Zeitreihen werden die Bilanzen entsprechend der Empfehlungen des Klimabündnisses nicht witterungsbereinigt. Dies ist bei der Interpretation der Ergebnisse zu berücksichtigen. So war beispielsweise das Jahr 2010 ein verhältnismäßig kaltes Jahr und dementsprechend hoch sind auch die Energieverbräuche. Das Jahr 2014 war hingegen überdurchschnittlich warm.

Bei der Potenzialermittlung (siehe Kapitel 3) und dem Vergleich mit Durchschnittswerten wurde der Verbrauch hingegen klimabereinigt, um eine realistische Einschätzung der Potenziale zu erhalten.

Es werden jeweils die Energieverbräuche nach Anwendungsbereich und Verbrauchssektoren dargestellt und analysiert. Auf Basis dieser Energieverbrauchs-Analysen wird anschließend die Treibhausgas-Bilanz aufgestellt. Das Berechnungstool EcoRegion ermöglicht für alle Emissionsberechnungen die Life-Cycle-Assessment-(LCA)-Methode. Diese berücksichtigt bei den Treibhausgas-Emissionen auch die Vorketten für die Bereitstellung der Energie, wie z.B. Erschließung, Aufbereitung und Transport von Erdgas. Eine Besonderheit ergibt sich bei den Treibhausgas-Emissionen, die aus dem Stromverbrauch resultieren. Sie entstehen vor allem bei der Stromproduktion in den Kraftwerken. Hinzu kommen diejenigen Emissionen, die bei der Brennstoffbereitstellung und dem Bau der Erzeugungsanlage entstehen. Der Großteil dieser Emissionen entsteht nicht in der Stadt Pfungstadt selbst, sondern wird durch den Stromverbrauch in der Stadt Pfungstadt an anderer Stelle verursacht.

Um vergleichbare Ergebnisse zu anderen Energieträgern zu erhalten und Strom als Energieträger nicht zu bevorteilen, müssen die Treibhausgas-Emissionen der Stromproduktion auf den Stromverbrauch in der Stadt Pfungstadt angerechnet werden. Da das Stromnetz bundesweit verknüpft ist und sich nicht unterscheiden lässt, aus welchen Quellen der in der Stadt Pfungstadt genutzte Strom physikalisch tatsächlich stammt, wird für die Analyse der bundesweite Strommix angesetzt. Dies geschieht im Einklang mit den Bilanzierungsempfehlungen des Klimabündnisses (vgl. Morcillo 2011, ifeu 2014). Der Nachteil dieser Betrachtungsweise liegt darin, dass dadurch die lokalen Beiträge zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien keinen direkten Eingang in die Treibhausgas-Bilanz finden. Diesen Beitrag darzustellen, ist aber nicht zuletzt für die Diskussion um Erneuerbare-Energien-Anlagen vor Ort sehr wichtig. Daher wird im vorliegenden Konzept zusätzlich aufgezeigt, welchen Beitrag die erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung leisten.

Die Bilanzierung der Wärme- und Stromversorgung erfolgt nach dem Territorialprinzip. Das heißt, es wird der Wärme- und Stromverbrauch bilanziert, der auf dem

Gemarkungsgebiet der Stadt Pfungstadt erfolgt. Demgegenüber wird bei der verursacher-basierenden Betrachtung der Verkehrssektor verursachergerecht bilanziert. Das bedeutet, dass hier der Energieverbrauch bilanziert wird, der durch Bürger*innen der Stadt Pfungstadt insgesamt in Deutschland verursacht wird – also bspw. inklusive Fernverkehrsstrecken. Damit wird sichergestellt, dass der Verkehrssektor vollständig abgedeckt wird.

2.2. Analyse Siedlungs- und Gebäudestruktur

Die nachfolgenden Auswertungen basieren auf dem Zensus 2011 und dessen Fortschreibungen. Zum Abgleich wurde die Hessische Stadtstatistik 2018 verwendet.

2.2.1 Wohngebäudetypen

Der überwiegende Teil der Wohnhäuser in Pfungstadt sind Ein- und Zweifamilienhäuser. Diese stellen rund 80 % der Wohngebäude. Aufgrund der Anzahl der Wohnungen in einem Gebäude sind circa 20% der Gebäude in Pfungstadt Mehrfamilienhäuser, die wiederum 40% der Wohnflächen ausmachen.

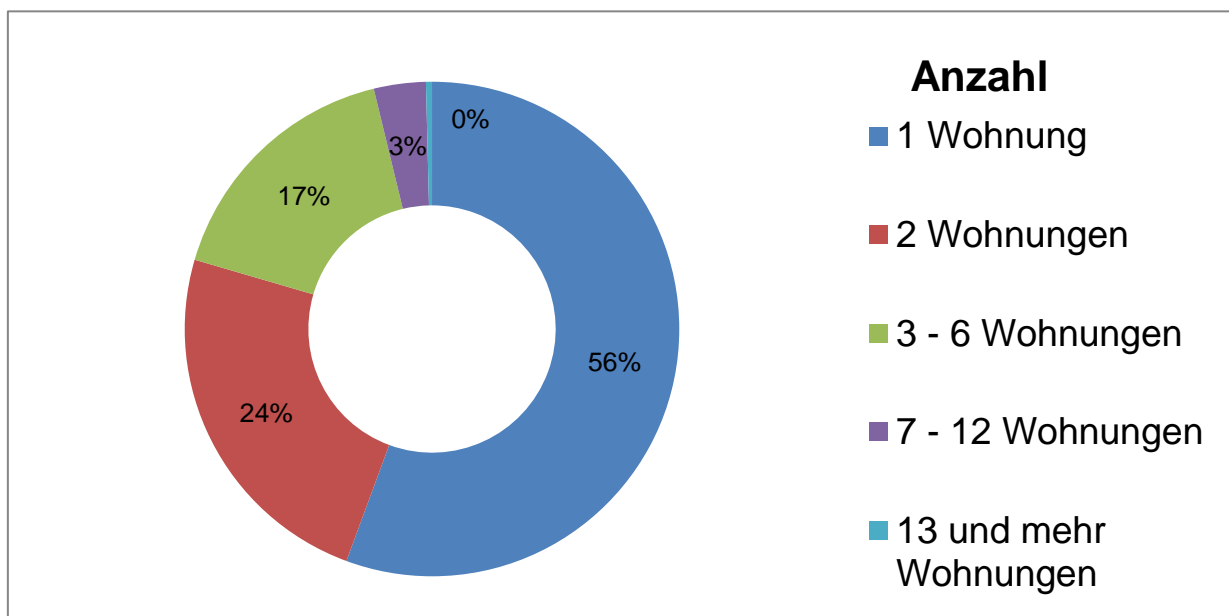


Abbildung 3 Prozentuale Verteilung der Wohngebäude in der Stadt Pfungstadt

Um Handlungsansätze im Wärmebereich zu identifizieren, ist neben der reinen Anzahl an Wohngebäuden auch der Anteil von Wohnflächen je Nutzungstypen entscheidend.

Im Vergleich zwischen Abbildung 3 und Abbildung 4 wird deutlich, dass obwohl mehr als Dreiviertel der Gebäude in der Stadt Pfungstadt Ein- und Zweifamilienhäuser sind, auf diese knapp 60 % der Wohnfläche entfallen. Ebenfalls markant ist die Differenz beim Nutzungstyp der Mehrfamilienhäuser. Auf Grund ihrer Bauart entfallen auf circa 20 % der Gebäude auf Mehrfamilienhäuser mit rund 40 % der Wohnflächen in Pfungstadt. Hier kann in

Bezug auf Wärmeeinsparung und Energiebereitstellung ein effektiver Handlungsansatz und Adressat identifiziert werden.

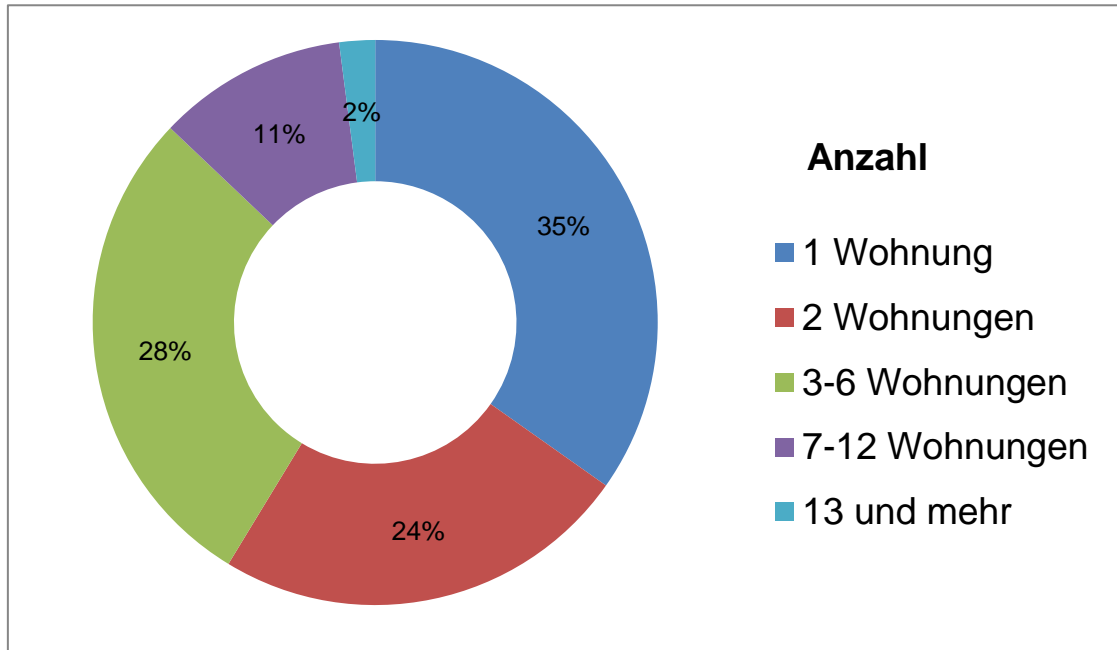


Abbildung 4 Prozentuale Verteilung der Wohnfläche in Wohngebäuden in der Stadt Pfungstadt

2.2.2 Gebäudealter

Vor 1919 wurden laut Daten des Zensus 12 % der Wohngebäude in Pfungstadt erbaut. Zwischen 1919 und 1948 wurden insgesamt 8 % der Wohngebäude errichtet, gefolgt von der am stärksten vertretenen Altersklasse von 1949 bis 1978 mit 47 %. In den Jahren von 1979 bis 1990 wurden 16 % der Wohngebäude erbaut, in den Jahren zwischen 1991 bis 2000 noch 11 %, die jüngsten Altersklassen machen nur einen geringen Anteil von insgesamt 6 % aus.

Die Fortschreibung des Zensus 2011 enthält die Daten der Gebäude- und Wohnungszählung in Deutschland und ergibt für die Altersstruktur der Wohngebäude in Pfungstadt folgendes Ergebnis:

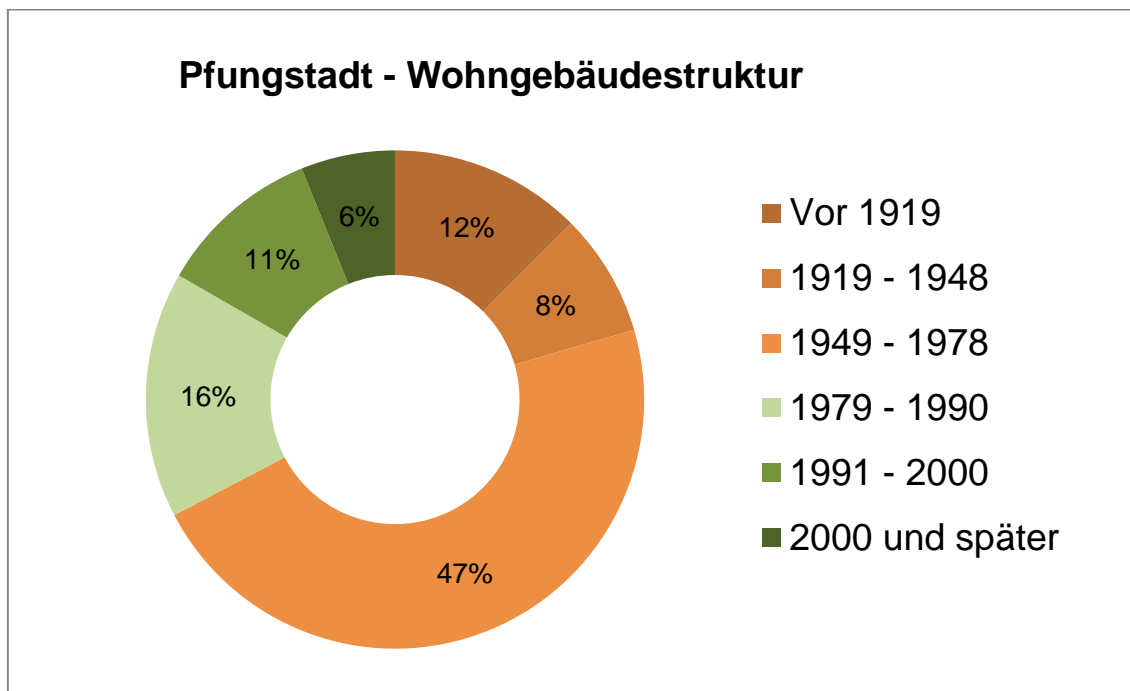


Abbildung 5 Prozentuale Verteilung der Wohngebäude in der Stadt Pfungstadt in den unterschiedlichen Bauzeitklassen

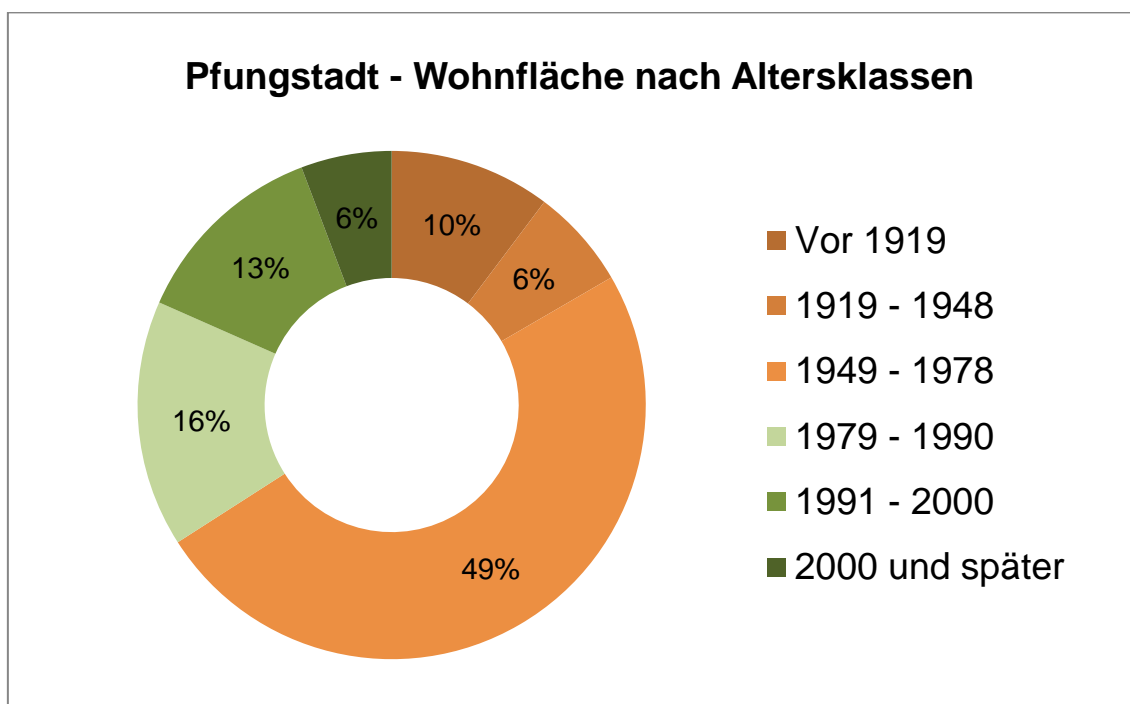


Abbildung 6 Prozentuale Verteilung der Wohnfläche in der Stadt Pfungstadt in den unterschiedlichen Bauzeitklassen

Auch hier kann in der am stärksten vertretenen Baualtersgruppe (1949-1978) ein Adressat für Wärmeeinsparung und Energiebereitstellung identifiziert werden. Insbesondere wenn man sich den Wärmeverbrauch der Baualtersklassen etwas genauer anschaut.

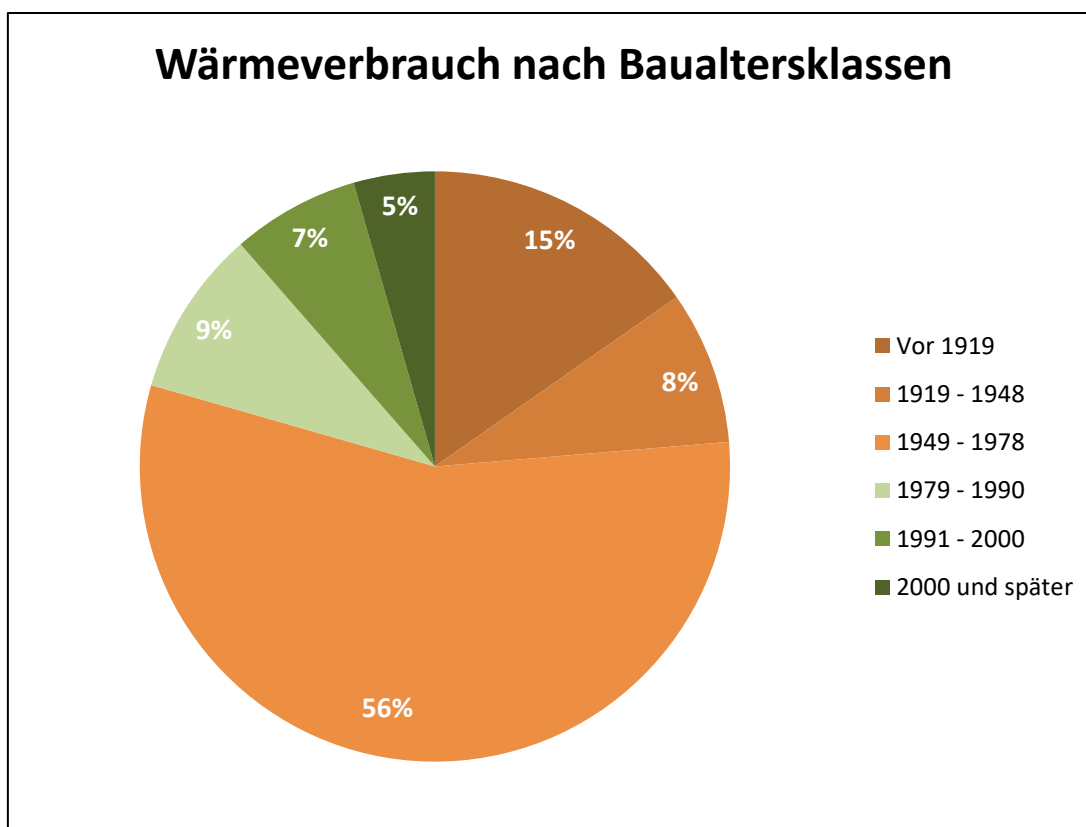


Abbildung 7 Wärmeverbrauch nach Baualtersklassen in der Stadt Pfungstadt

Es wird offensichtlich, dass die Wohngebäude seit den achtziger Jahren deutlich energiesparender sind, als die Gebäude in den Altersklassen davor. Insbesondere die Wohngebäude in Pfungstadt, die zwischen 1949 und 1978 erbaut wurden, benötigen mehr als 50 % der Wärme.

2.3. Strukturdaten zur Mobilität

Im folgenden Kapitel wird die Mobilität in der Stadt Pfungstadt beschrieben. Hierfür werden u.a. Daten des Kraftfahrtbundesamtes von 2019 bzw. Fortschreibungen ab 2009 genutzt. Weiterhin wurde für das Pendleraufkommen das hessische Gemeindelexikon der Hessen Agentur (Hessen Agentur 2020) verwendet.

2.3.1 Zugelassene Fahrzeuge

Die Zahl der zugelassenen PKW lag im Jahr 2019 in Pfungstadt bei 15.040 (KBA 2019). Dadurch ergibt sich eine PKW-Dichte von 599 PKW pro 1.000 Einwohner. Zum Vergleich liegt die PKW-Dichte im gesamten Kreis Darmstadt-Dieburg bei 625 PKW pro 1.000 Einwohner und Deutschlandweit bei nur 561 PKW pro 1.000 Einwohner. Damit liegt Pfungstadt über dem bundesweiten Durchschnitt, jedoch unter dem Durchschnitt des Kreises. Über die letzten 10 Jahre stieg die Zahl der PKWs jährlich zwischen circa 0,9 und 2,15 % (KBA 2009-2019). Im Vergleich zum Kreis ist diese Entwicklung etwas geringer (Kreisentwicklung 2009-2019 zw. -0,23 und 4 %), jedoch identisch zum Bundesdurchschnitt (2009-2019 zw. 0,9 und 1,7 %) (KBA 2009-2019).

Von den rund 15.000 zugelassenen PKW in Pfungstadt werden circa 68 % mit Benzin und circa 30 % mit Diesel betrieben. Darüberhinaus sind 26 rein elektrische PKW und 26 Plug-In-Hybride PKW zugelassen.

2.3.2 Pendleraufkommen

Pfungstadt weist mit 8.547 Auspendlern einen hohen Überschuss an Auspendlern gegenüber 3.705 Einpendlern auf.

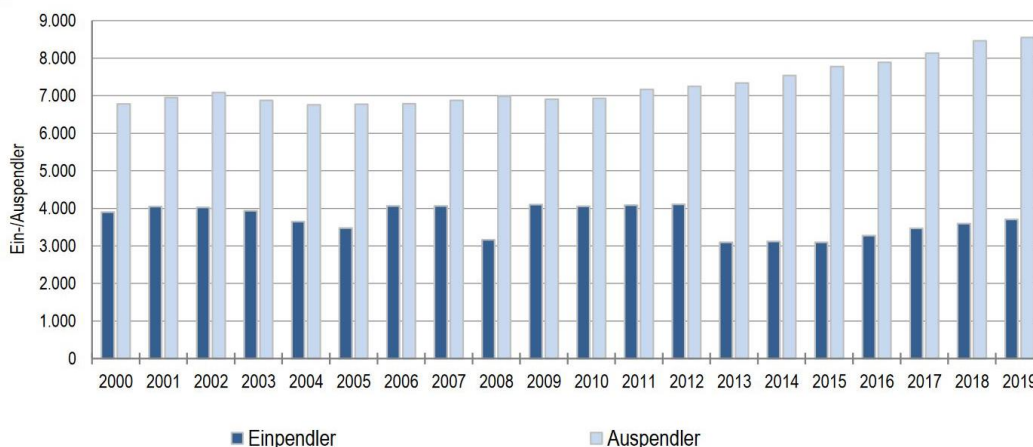


Abbildung 8 Entwicklung der Pendler in der Stadt Pfungstadt

(Quelle: Hessen Agentur 2020)

Die Anzahl der Auspendler steigt ab 2010 leicht an und kann zum Teil mit dem Bevölkerungswachstum begründet werden.

2.4. Energie-Bilanz für die Stadt Pfungstadt

Die Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträgern ist in Abbildung 9 dargestellt. Wiedergegeben ist dort der jährliche Verbrauch an Endenergie nach Energieträgerart in Megawattstunden. Bei der Entwicklung über die Jahre zeigt sich, dass der Wärmeverbrauch von den klimatischen Bedingungen abhängt. Während 2010 ein verhältnismäßig kaltes Jahr war, war beispielsweise 2012 ein verhältnismäßig mildes Jahr, was zu einem verringerten Wärmeverbrauch führte.

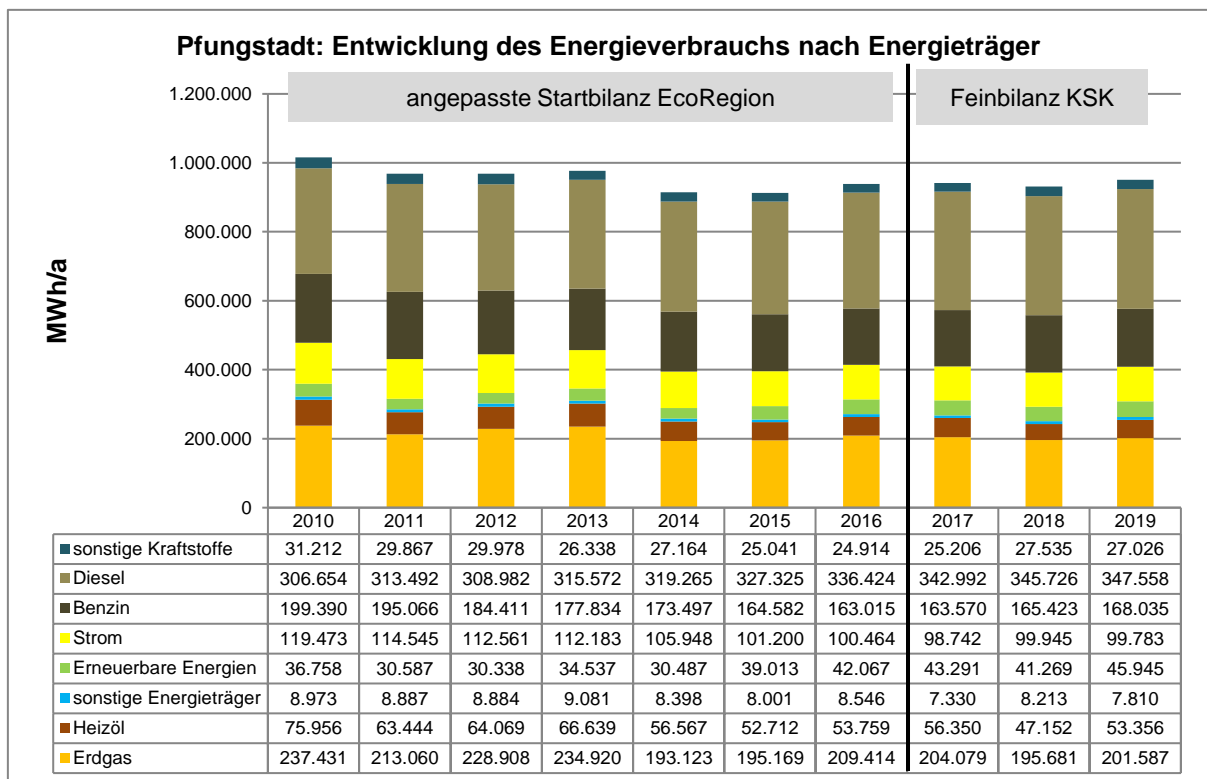


Abbildung 9 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Stadt Pfungstadt 2010 bis 2019

Wichtigster Energieträger für die Wärmebereitstellung im Jahr 2019 ist Erdgas (21 % des Gesamtenergieverbrauchs). Die erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung (Holz, Solarenergie, Biogas, Umweltwärme) tragen etwa 5 % zum gesamten Endenergieverbrauch bei. Der Stromverbrauch trägt mit etwa 10,5 % zum Gesamtenergieverbrauch bei. Im Verkehrsbereich, der insgesamt rund 57 % des Gesamtenergieverbrauchs ausmacht, sind Diesel (37 %) und Benzin (18 %) die wichtigsten Energieträger.

In der Abbildung 10 ist die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Anwendungszwecken enthalten. Hier wird noch mal deutlich, dass der Mobilitätsbereich den größten Anteil am Verbrauch hat. Die Bereiche Wärme und Strom tragen zu einem Anteil von etwa 43 % des gesamten Endenergieverbrauchs bei. Betrachtet man Primärenergie- bzw. Treibhausgas-Emissionen unter Berücksichtigung der Stromerzeugung ist dieser aber deutlich

höher zu gewichten (circa Faktor 2), da die Stromerzeugung in den Kraftwerken mit einem hohen Primärenergieeinsatz verbunden ist (siehe auch Abschnitt 2.3, Treibhausgas-Bilanz).

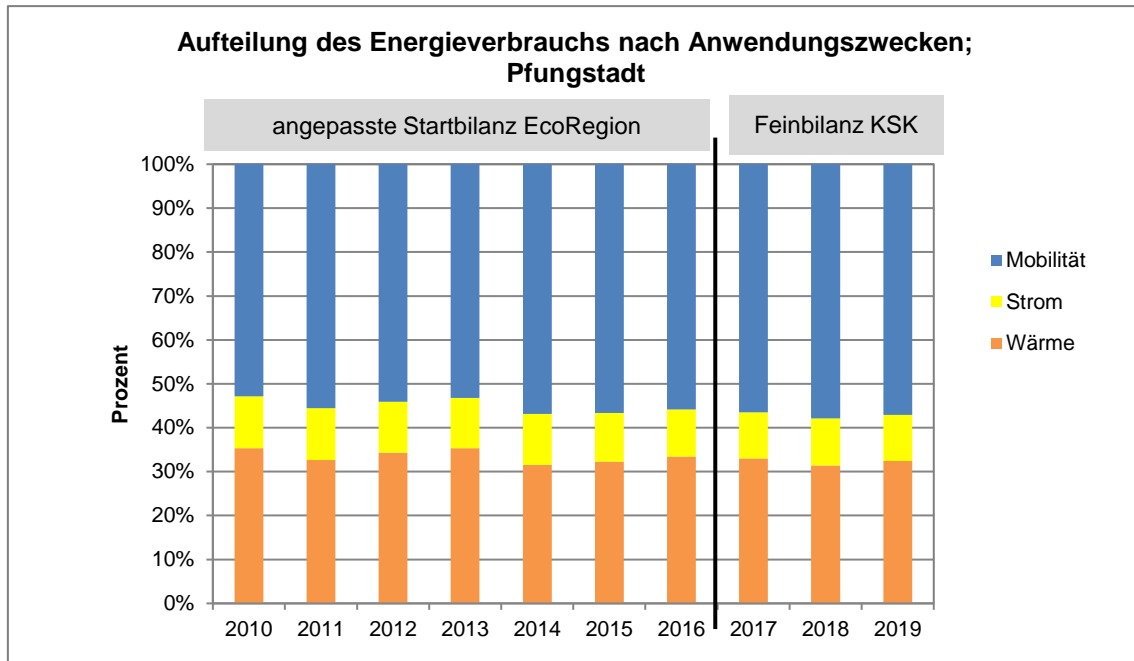


Abbildung 10 Aufteilung des Energieverbrauchs nach Anwendungszwecken in der Stadt Pfungstadt

Eine vergleichende Betrachtung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren (Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Stadt Pfungstadt) für die Jahre 2010 bis 2019 erfolgt in Abbildung 11. In der aktuellen Bilanz des Jahres 2019 wird deutlich, dass der Verbrauchssektor Verkehr mit 59 % deutlich dominiert und die Verbrauchssektoren Wirtschaft und Haushalte jeweils ungefähr 20 % des Energieverbrauchs ausmachen. Im Vergleich zur bundesweiten Verteilung (AGEB 2019) spielt der Wirtschaftssektor in der Stadt Pfungstadt mit unter 20 % eine deutlich geringere Rolle (bundesweit 44 %). Dies liegt in den natürlichen und strukturellen Voraussetzungen in der Stadt Pfungstadt als Wohnstandort begründet.

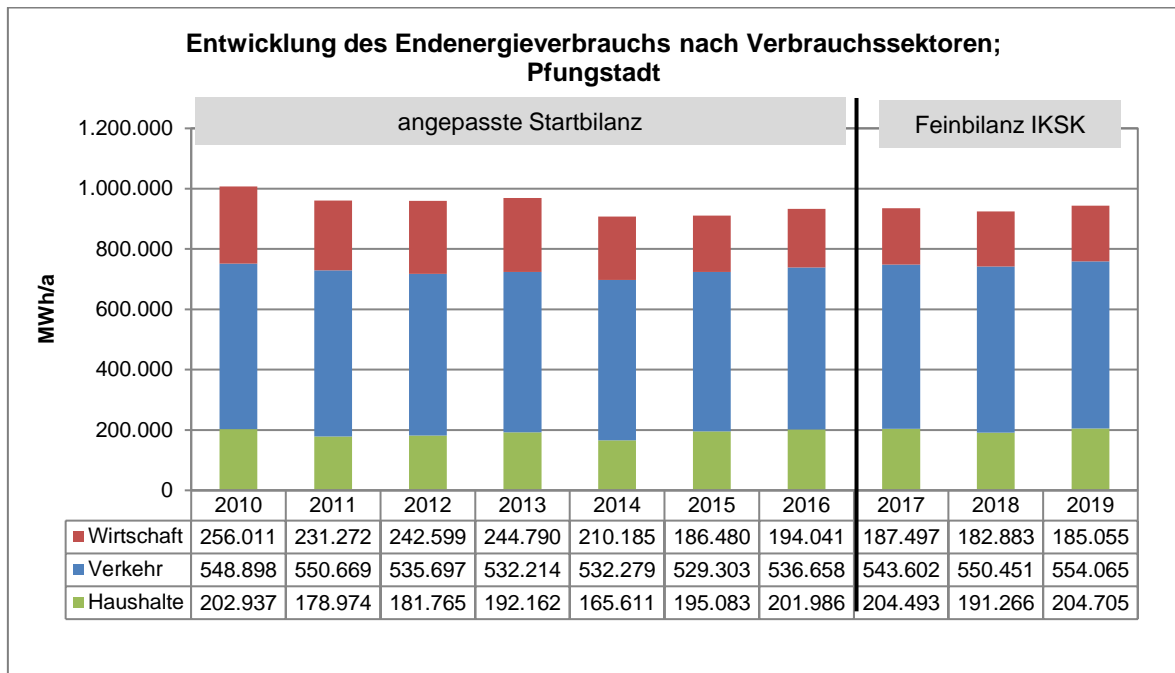


Abbildung 11 Entwicklung des Endenergieverbrauchs in der Stadt Pfungstadt aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2019

Der Pro-Kopf-Verbrauch liegt im Jahr 2019 (klimabereinigt) bei circa 39 MWh je Einwohner und damit insgesamt über dem bundesweiten Durchschnitt (vgl. Tabelle 1). In den einzelnen Bereichen sind folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- Durch die städtischen Strukturen, welche stark von Ein- und Zweifamilienhäusern geprägt sind, liegt die durchschnittliche Wohnfläche je Einwohner über dem bundesweiten Durchschnitt. Gleichzeitig wird bei Einfamilienhäusern i.d.R. im Vergleich mehr Heizenergie benötigt als bei Mehrfamilienhäusern, da die Außenfläche im Verhältnis zum Gebäudevolumen größer ist. Diese Faktoren führen dazu, dass der Energieverbrauch bei den privaten Haushalten in der Stadt Pfungstadt höher ist als im Bundesdurchschnitt.
- Der Energieverbrauch für den Sektor Verkehr in Pfungstadt liegt mit 60 % deutlich über dem bundesweiten Durchschnittswert. Dies entsteht durch die Anwendung des Territorialprinzips, sodass Energieverbräuche im Sektor Verkehr durch die Bundesautobahnen A5 und A67 mit einfließen.
- Der Energieverbrauch des Wirtschaftssektors spielt in Relation zu den anderen Verbrauchssektoren eine deutlich geringere Rolle als bundesweit. Das liegt vor allem in den strukturellen Voraussetzungen begründet. Darüberhinaus trägt der höhere Verbrauch im Sektor Verkehr, verglichen mit dem bundesweiten Schnitt, zu einer Verschiebung der prozentualen Anteile der Sektoren Wirtschaft und Haushalt bei.

**Tabelle 1 Vergleich der spezifischen Verbrauchsdaten je Einwohner in der Stadt
Pfungstadt mit bundesweiten Durchschnittswerten**

Pfungstadt		
Spezifische Verbrauchsdaten (2019)		
	Pfungstadt	Ø Deutschland 2017
Gesamt	39.530 [kWh/EW]	31.000 [kWh/EW]
Haushalte	8.130 [kWh/EW]	9.500 [kWh/EW]
Wärme (klimabereinigt)	7.030	8.200
Strom (ohne Heizen & Warmwasser)	1.100	1.300
Industrie & Gewerbe	8.980 [kWh/EW]	16.190 [kWh/EW]
Wärme (klimabereinigt)	6.790	11.750
Strom (ohne Heizen & Warmwasser)	2.190	4.440
Kommune	340 [kWh/EW]	1) [kWh/EW]
Wärme (klimabereinigt)	210	1)
Strom	130	1)
Mobilität	22.080 [kWh/EW]	9.290 [kWh/EW]
EW = Einwohner		
1) kommunale Werte in Industrie und Gewerbe enthalten		

2.4.1 Exkurs Verkehr

Wie in der Abbildung 9, Abbildung 10 und Abbildung 11 zu sehen ist, trägt der Sektor Verkehr massiv zum Energieverbrauch der Stadt Pfungstadt bei. Auch Tabelle 1 macht deutlich, dass der spezifische Verbrauch im Verkehrssektor weit über dem Bundesdurchschnitt liegt. Durch die Territorialbilanz (vgl. Abbildung 2) werden die Verbräuche des Verkehrs auf den Bundesautobahnen A67 und A5 mit eingerechnet. Auf die auf den Bundesautobahnen erzeugten Verbräuche und deren Entwicklung hat die Stadt Pfungstadt keinen

unmittelbaren oder mittelbaren Einfluss. Nachfolgend wird dargestellt, wie sich die Energieverbräuche im Sektor Verkehr im Einzelnen zusammensetzen.

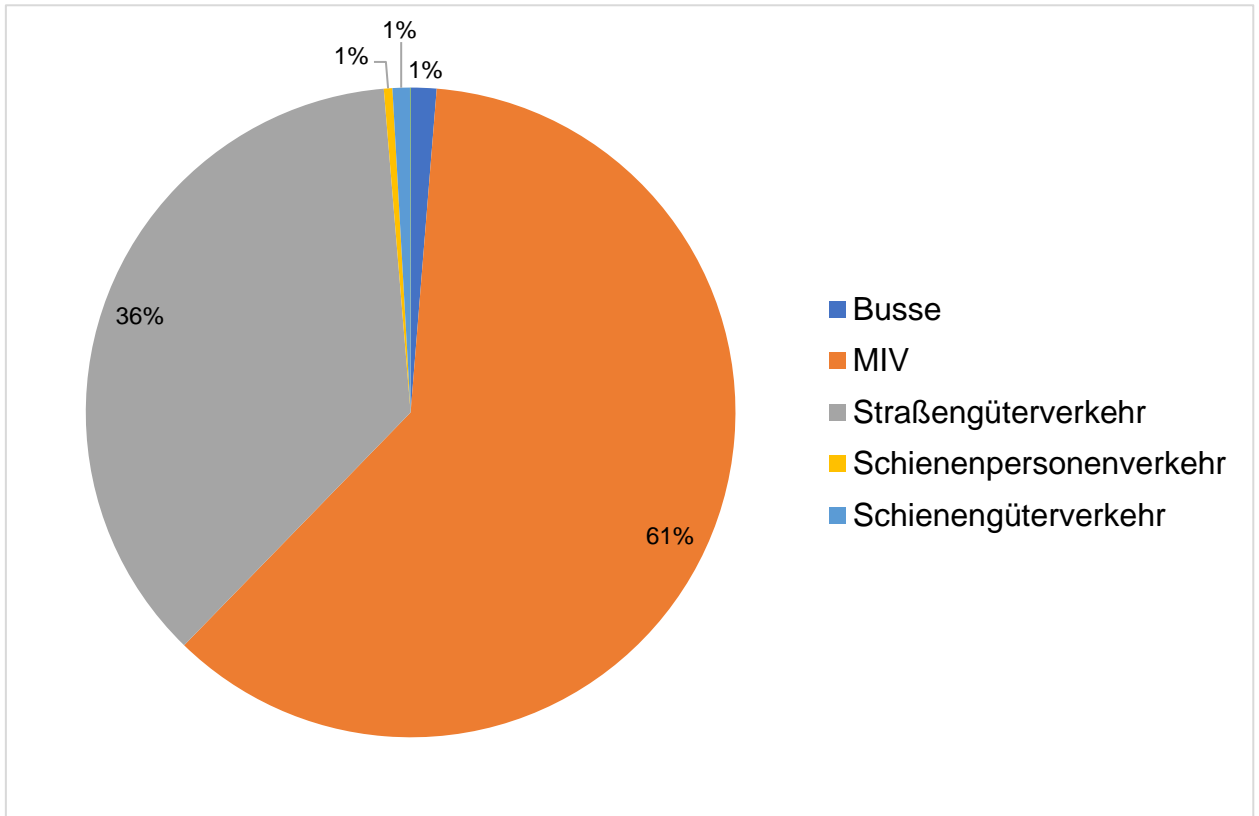


Abbildung 12 Energieverbrauch Verkehr 2019 auf der Gemarkungsfläche Stadt Pfungstadt

In der Abbildung 12 wird deutlich, dass knapp 2/3 des Energieverbrauchs auf den Motorisierten Individualverkehr zurückgeht, etwa 1/3 geht auf den Straßengüterverkehr zurück. Der Anteil durch den Schienenverkehr beträgt weniger als 2 %, der Busverkehr (inkl. Reisebusse) beträgt circa 1 %. Es ist also deutlich erkennbar, dass der Großteil des Energieverbrauchs im Sektor Verkehr auf der Straße entsteht.

In der Abbildung 13 werden die Energieverbräuche des Straßenverkehrs (MIV, Güterverkehr, Busverkehr) nach Straßenkategorien aufgeteilt. Dabei wird deutlich, dass der Anteil des Verkehrssektors innerorts weniger als 10 % ausmacht und der Anteil ausserorts 20 % beträgt, während der Anteil im Sektor Verkehr auf den Abschnitten der Bundesautobahnen, die über das Stadtgebiet führen, 70 % ausmacht.

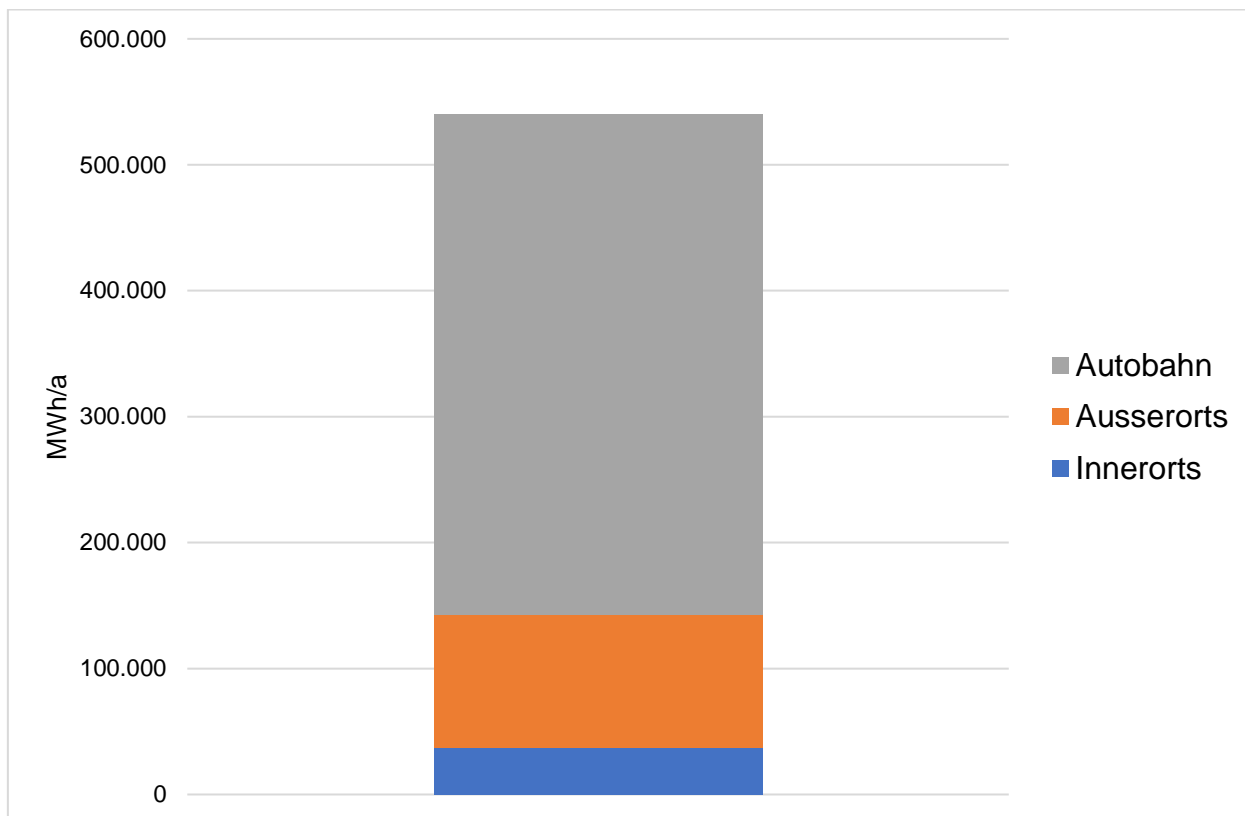


Abbildung 13 Energieverbrauch des Straßenverkehrs 2019 auf der Gemarkungsfläche
Stadt Pfungstadt

2.5. Treibhausgas-Bilanz für die Stadt Pfungstadt

Die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen inklusive der Vorketten, unterteilt nach Energieträgern, ist in Abbildung 14 für die Jahre 2010 bis 2019 dargestellt. Die gesamten Emissionen liegen im betrachteten Zeitraum zwischen circa 290.000 und 328.000 Tonnen pro Jahr, der Verlauf über die Jahre ist ähnlich zum Verlauf des Endenergieverbrauchs.

Auffällig ist aber, dass der Energieträger Strom – verglichen mit der Betrachtung der Endenergie in Abbildung 9 – bei den Emissionen einen deutlich größeren Anteil hat. Das liegt an den hohen Verlusten bei der Stromerzeugung und -bereitstellung und den damit verbundenen hohen Emissionen je Kilowattstunde. In Bezug auf die Einsparpotenziale zeigt dies, dass sich Einsparungen beim Stromverbrauch besonders positiv auf die resultierenden Treibhausgas-Emissionen auswirken. Dieser Effekt wird sich zukünftig, mit steigendem Anteil erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung, jedoch etwas abschwächen, weil dadurch die Emissionen je erzeugter Kilowattstunde Strom sinken.

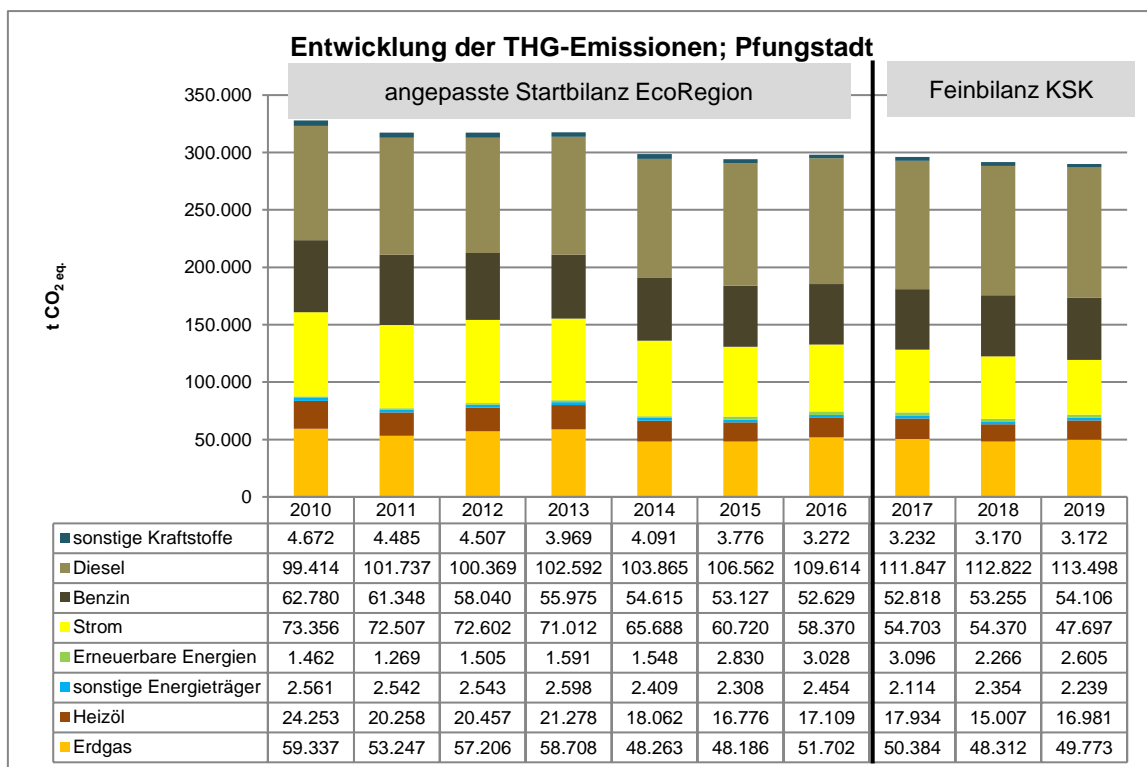


Abbildung 14 Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in Stadt Pfungstadt für die Jahre 2010 bis 2017

Der Erdgasverbrauch trägt ungefähr 17 % zu den Gesamtemissionen bei und hat damit den höchsten Anteil, während Strom bei etwa 16 % liegt. Benzin- und Dieserverbrauch verursachen etwa 19 % respektive 39 % der Gesamtemissionen. Alle restlichen verbleibenden Energieträger weisen zusammen einen Anteil von unter 10 % an den Emissionen

auf. Auffällig ist insbesondere der sehr geringe Anteil der erneuerbaren Energien bei den Treibhausgas-Emissionen. Dies spiegeln die geringen Emissionsfaktoren und damit die geringen klimarelevanten Auswirkungen der entsprechenden Energieträger wieder.

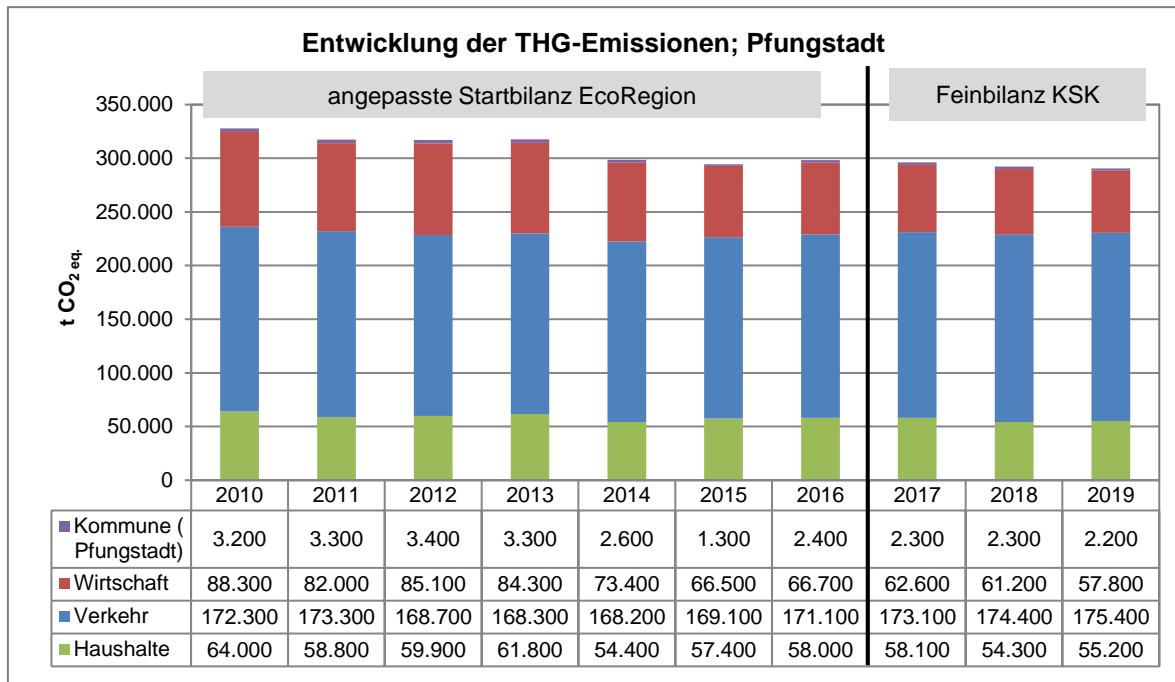


Abbildung 15 Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in der Stadt Pfungstadt aufgeteilt nach Verbrauchssektoren für die Jahre 2010 bis 2019

Übernimmt man die Betrachtung nach den Bereichen Haushalte, Verkehr, Wirtschaft und Kommune für die Treibhausgas-Emissionen (Abbildung 15), so zeigt sich prinzipiell ein ähnliches Bild wie bei der Entwicklung der Endenergie-Betrachtung in Abbildung 11.

Die Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen im Vergleich zu den einzelnen Sektoren zeigt, dass die Treibhausgas-Emissionen im Sektor Verkehr nahezu gleich geblieben sind. Verringerungen zeigen sich in den Sektoren Wirtschaft und Haushalte und führen zu den damit verbundenen geringeren Emissionen je Einwohner (siehe Abbildung 16). Insgesamt lagen die spezifischen Emissionen im Jahr 2019 bei etwa 11,6 Tonnen je Einwohner und damit über dem bundesweiten Durchschnitt von 9,25 Tonnen je Einwohner (UBA 2019). Gründe hierfür sind die in Kapitel 2.1 genannten Methoden der Erhebung mit Auswirkungen auf den Energieverbrauch und den damit verbundenen Treibhausgas Emissionen im Sektor Verkehr.

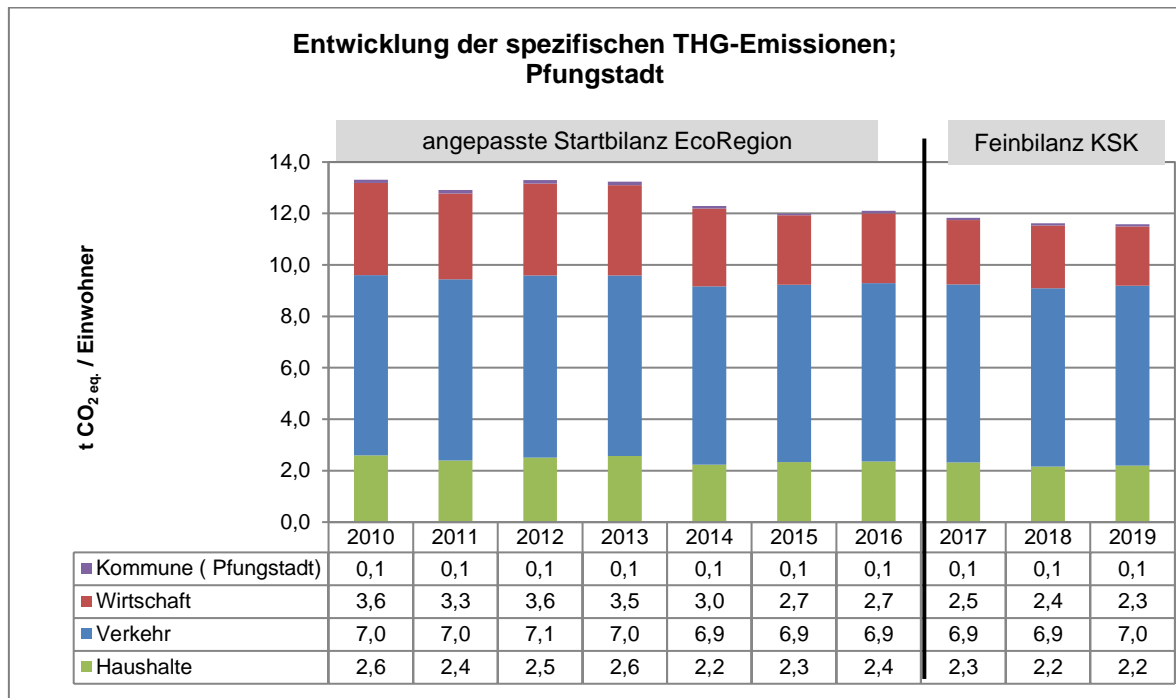


Abbildung 16 Entwicklung der spezifischen Treibhausgas-Emissionen je Einwohner in der Stadt Pfungstadt aufgeteilt nach Verbrauchssektoren von 2010 bis 2019

2.6. Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung

Die Nutzung erneuerbarer Energien und der effizienten Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) spielt nicht zuletzt aufgrund der Klimaschutz-Zielsetzungen eine besondere Rolle. In diesem Abschnitt wird aufgezeigt, wie hoch die Strom- und Wärmebereitstellung aus erneuerbaren Energien und KWK aktuell (Bezugsjahr 2019) ist. Dazu werden Daten des Netzbetreibers genutzt, da dieser die eingespeiste Strommenge der EE- und KWK-Anlagen erfasst. Um auch die Wärmemengen darzustellen, werden Daten aus dem Marktanreizprogramm (MAP) der BAFA genutzt.

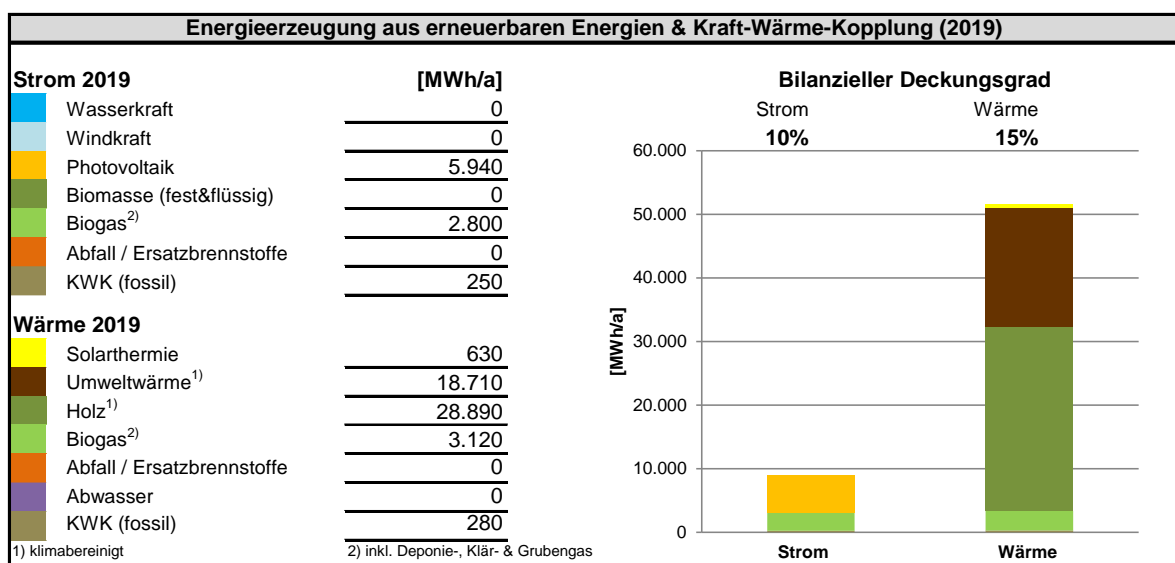


Abbildung 17 Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in der Stadt Pfungstadt in 2019

Abbildung 17 zeigt die Nutzung erneuerbarer Energien und KWK zur Wärmebereitstellung. In Summe liegt die Wärmeerzeugung im Jahr 2019 bei rund 50.000 MWh. Die Wärme aus erneuerbaren Energien wird zu großen Teilen aus Umweltwärme, sowie aus fester Biomasse bereitgestellt.

Bezogen auf den gesamten Wärmeverbrauch in Pfungstadt machen die erneuerbaren Energien (nur) einen Anteil von rund 15 % aus. Durch die Nutzung von KWK steigt die bilanzielle Deckung kaum nennenswert. Damit liegt die Stadt Pfungstadt knapp über dem bundesweiten Durchschnitt (circa 13 %, BMWi 2019).

Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Zeitraum 2015 bis 2019 ist in Abbildung 18 dargestellt, wobei in Pfungstadt nur der Strom aus Photovoltaikanlagen als erneuerbare Energien dargestellt wird. Die erzeugte Strommenge der Biogasanlage wird aus Datenschutzgründen nicht veröffentlicht.

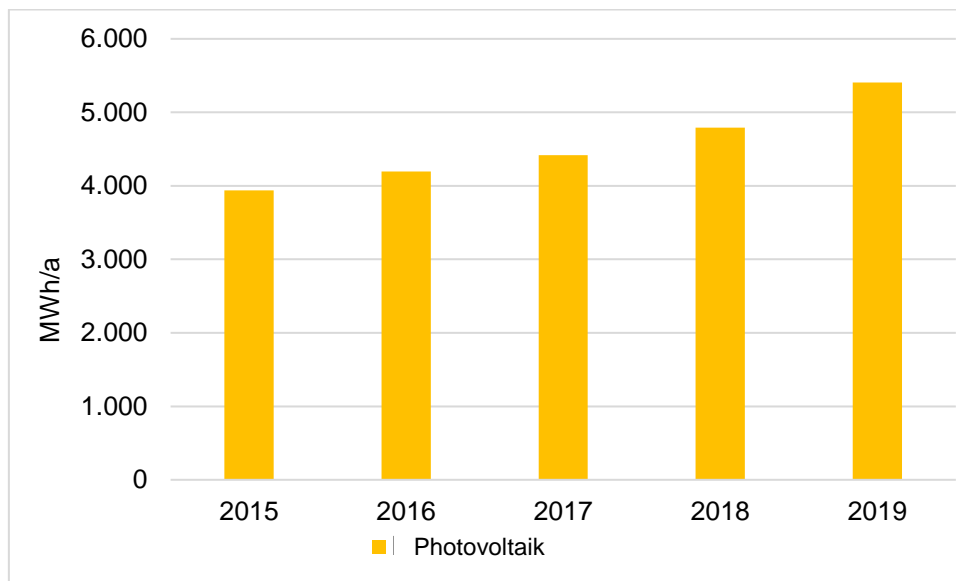


Abbildung 18 Entwicklung der Stromeinspeisung aus Photovoltaik in der Stadt Pfungstadt

Die Stromeinspeisung aus Photovoltaik liegt zum aktuellen Stand 2019 bei 5.400 MWh, der eigengenutzte Strom aus PV-Anlagen ist dem Netzbetreiber nicht bekannt. Der bilanzielle Deckungsgrad konnte ebenso wie die gesamte Erzeugung seit dem Jahr 2015 gesteigert werden. Im Jahr 2019 wurden etwa 9 % des Stromverbrauches bilanziell über das Jahr durch Erzeugung vor Ort gedeckt. Damit liegt Pfungstadt deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von circa 31,7 % (BMWi 2017). Die Photovoltaik trägt bundesweit einen Anteil von 6,4 % (BMWi 2017). Durch die städtischen Strukturen ist das Thema Photovoltaik in Pfungstadt bisher nicht so stark vertreten wie in ländlicheren Gebieten mit entsprechenden Großanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen und / oder Gebäuden. In Pfungstadt gibt es größere Anlagen zwischen 100 und 500 kW_{peak}, diese stellten in 2017 rund ein Fünftel der Leistung (EEG-Anl.-Stammd).

3 Potenziale zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen

Im vorherigen Kapitel wurde die Entwicklung des Energieverbrauchs und der damit einhergehenden Treibhausgas-Emissionen in der Stadt Pfungstadt aufgezeigt. In diesem Kapitel werden die Potenziale zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen dargestellt:

- Eine Verringerung des Energieverbrauchs durch Effizienz- und Einsparmaßnahmen bewirkt einen Rückgang der Treibhausgas-Emissionen, die direkt mit diesem Verbrauch verbunden sind.
- Ein Energieträgerwechsel hin zu emissionsarmen Energieträgern reduziert den spezifischen Treibhausgas-Ausstoß pro Energieeinheit und ermöglicht so eine weitere Reduktion der Gesamtemissionen.

Zunächst erfolgt jedoch eine kurze Erläuterung der Vorgehensweise und Methodik zur Potenzialanalyse.

3.1. Vorbemerkungen zur Methodik der Potenzialanalysen

Grundsätzlich kann bei der Potenzialanalyse in vier Potenzialstufen unterschieden werden (in Anlehnung an Quaschnig 2000):

1. Das **theoretische Potenzial** beinhaltet das komplette physikalisch umsetzbare Erzeugungsangebot respektive Einsparpotenzial. Beispielsweise wird bei der Solarenergie die gesamte Strahlungsenergie als theoretisches Potenzial ermittelt, ohne nutzungsbedingte Beschränkungen zu berücksichtigen.
2. Das **technische Potenzial** umfasst den Teil des theoretischen Potenzials, der unter bestimmten technischen Randbedingungen (bspw. Anlagenwirkungsgraden) mit heute oder in absehbarer Zeit verfügbarer Anlagentechnik nutzbar ist. Zu diesen technischen Randbedingungen werden hier auch planungsrechtliche oder fachgesetzliche Restriktionen gezählt.
3. Das **wirtschaftliche Potenzial** beinhaltet den Teil des technischen Potenzials, der unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Rahmenbedingungen umsetzbar ist. Hierbei wird primär die betriebswirtschaftliche Sichtweise betrachtet, da die volkswirtschaftlichen Effekte nur schwer zu erfassen sind und kaum verursachergerecht zugeordnet werden können. Als wirtschaftlich werden Maßnahmen dann bezeichnet, wenn sie ohne Beachtung von Restwerten in ihrer Lebenszeit – ggf. auch unter Berücksichtigung von Subventionen – zumindest eine Rendite von $\pm 0\%$ erzielen.
4. Das **nutzbare Potenzial** beschreibt in diesem Klimaschutzkonzept den Teil des wirtschaftlichen Potenzials, der tatsächlich für eine Nutzung zur Verfügung steht. Dabei wird berücksichtigt, dass
 - ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials bereits umgesetzt wurde,
 - aufgrund von technischen Lebenszeiten und Modernisierungszyklen im Prognosezeitraum nur ein Teil des wirtschaftlichen Potenzials umgesetzt wird,

- in der Realität auch das wirtschaftliche Potenzial nicht zu 100 % ausgenutzt werden kann, z.B. weil die Finanzmittel und / oder die Motivation zur Umsetzung der Maßnahmen fehlen.

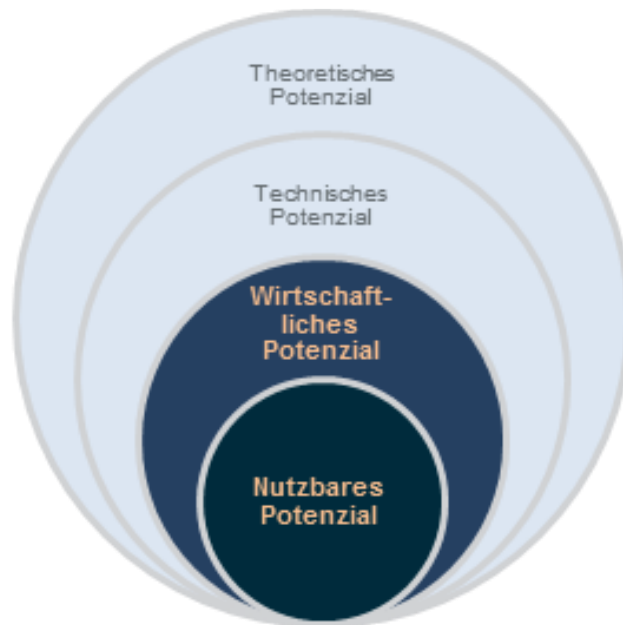


Abbildung 19 Schema der Potenzialabstufungen für die Potenzialanalysen

Das theoretische Potenzial hat für die praktische Anwendung und Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen vor Ort kaum eine Bedeutung, da es immer technisch-wirtschaftliche Restriktionen gibt. Deshalb wird auf die Bestimmung des theoretischen Potenzials in diesem Klimaschutzkonzept verzichtet.

Technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen sind oft unmittelbar miteinander verknüpft und in der Praxis ist die Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen oft der maßgebende Faktor. Daher wird als Ausgangsgröße für die folgenden Potenzialanalysen soweit möglich das wirtschaftliche Potenzial herangezogen. Dabei ist zu beachten, dass die Analyse der Wirtschaftlichkeit nur pauschal erfolgen kann. Ob eine Maßnahme im Einzelfall wirtschaftlich ist, hängt immer von den projektspezifischen Rahmenbedingungen ab.

Da es sich bei den Angaben zum nutzbaren Potenzial nur um Abschätzungen basierend auf Annahmen handeln kann, und die tatsächliche Umsetzung dieses Potenzials unbekannt ist, werden später in diesem Klimaschutzkonzept zwei Szenarien definiert, die eine Bandbreite von Umsetzungserfolgen abbilden.

3.2. Handlungsfeld Energieeinsparung Strom und Wärme

Die Vermeidung von energiebedingten Treibhausgas-Emissionen lässt sich am effektivsten dadurch realisieren, dass der Energieverbrauch gesenkt wird. Insofern sollten zuerst die Einspar- und Effizienzpotenziale gehoben werden. Der dann noch verbleibende Energieverbrauch sollte dann mit möglichst emissionsarmen Energieträgern gedeckt werden (Grundsatz: „no-emission“ vor „low-emission“).

3.2.1 Private Haushalte

3.2.1.1. Einsparpotenziale Strom

Die Umwandlungsverluste von Primär- zu Endenergie machen auf absehbare Zeit Maßnahmen zur Einsparung von Strom besonders wirkungsvoll bei der Reduktion des Treibhausgas-Ausstoßes. In Deutschland werden derzeit pro Kilowattstunde Strom etwa 2,0 kWh Primärenergie aufgewandt (AGEB 2019).

Wesentliche Möglichkeiten zur Stromeinsparung sind:

- der sparsame Einsatz von Stromverbrauchern durch Verhaltensänderungen,
- der effizientere Einsatz von Strom durch sparsame Geräte und
- der Ersatz (Substitution) von Strom durch andere Energieträger mit geringerer oder ohne (fossile) Primärenergienutzung.

Steigende Energie- und insbesondere Strompreise der letzten Jahre sowie regulatorische Rahmensetzungen haben zu einer schnellen Weiterentwicklung und Anwendung von Stromspartechnologien geführt. Darüber hinaus ist das Bewusstsein der Verbraucher gestiegen. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass den Einsparpotenzialen beim Stromverbrauch eine wachsende Anzahl und Intensität von Anwendungen gegenübersteht. So steigt beispielsweise seit Jahren die Anzahl von elektrischen Geräten im Haushaltsbereich. Teilweise werden durch diese neuen „Stromanwendungen“ zwar fossile Energieträger ersetzt (z.B. elektrisch betriebene Wärmepumpen statt Öl-Heizungen), teilweise entsteht aber auch eine zusätzliche Nachfrage (z.B. wachsende Ausstattungsraten in Haushalten).

Im Haushaltsbereich bestehen erhebliche Einsparpotenziale durch die Nutzung effizienter Elektrogeräte. In Tabelle 2 sind die Annahmen für die technisch-wirtschaftlichen Einsparpotenziale beim Stromverbrauch privater Haushalte, bezogen auf die jeweiligen Einsparzwecke, dargestellt. Zusätzlich zum Einsparpotenzial bei den einzelnen Anwendungsbereichen wird das Einsparpotenzial durch Verhaltensänderung insgesamt abgeschätzt. Die Werte basieren auf Literaturangaben und eigenen Annahmen (u.a. EA NRW 2010; ÖEA 2012; dena 2017).

Tabelle 2 Einsparpotenzial Stromverbrauch privater Haushalte

Anwendungsbereich	Annahmen zum Einsparpotenzial bezogen auf den jeweiligen Anwendungsbereich
Warmwasser	10 %
Prozesswärme (Kochen, Backen, Waschen)	10 %
Klimatisierung	30 %
Prozesskälte (Kühlen, Gefrieren)	30 %
mechanische Energie (z.B. Staubsauger)	30 %
Bürogeräte und Unterhaltungselektronik	15 %
Beleuchtung	50 %
Einsparpotenzial durch Verhaltensänderung (bezogen auf Gesamtstromverbrauch)	10 %

Im Bereich der Beleuchtung ergeben sich durch neue Lampen und Leuchtmittel z.T. erhebliche Effizienzsteigerungen. Nicht zuletzt aufgrund des EU-weiten „Glühbirnenverbots“ kommen neben den klassischen Energiesparlampen immer häufiger LED-Leuchtmittel zum Einsatz. Diese sind energieeffizient und bringen auch in der Anwendung Vorteile. Sie benötigen keine Aufwärmzeit, sind sehr langlebig und beinhalten kein Quecksilber, welches in klassischen Energiesparlampen enthalten ist. Neben dem Tausch der Leuchtmittel bieten auch intelligente Steuerungssysteme Möglichkeiten der Stromeinsparung bei Beleuchtungsanwendungen.

Bei Kühl- und Gefrierschränken, die mit elektrisch betriebenen Kompressoren Kälte „erzeugen“, lassen sich bei gleicher Nutzleistung durch technische Verbesserungen, die sich in wenigen Jahren amortisieren, wirtschaftliche Einsparungen von durchschnittlich etwa 20 bis 30 % erreichen (dena 2017). Hierbei hilft das Effizienzlabel als Orientierung.

Auch im Bereich der Bürogeräte und (Unterhaltungs-)Elektronik bestehen erhebliche Potenziale durch Nutzung effizienter Geräte. Es sind Einsparungen von 30 % bis zu 50 % durch eine geeignete Auswahl von Geräten möglich (siehe z.B. ÖEA 2012 oder dena 2017). Allerdings ist davon auszugehen, dass durch weiter steigende Ausstattungsraten mit elektrischen Geräten im Haushaltsbereich das Einsparpotenzial zum Teil aufgewogen wird. Daher wird von einem maximalen Einsparpotenzial von lediglich 15 % ausgegangen.

Der Ersatz von Strom durch andere Energieträger bietet sich teilweise bei der Wärmeerzeugung für Prozesswärme und Raumheizung an, da hier andere Energieträger (z.B. Erdgas) bei einer Primärenergiebetrachtung aus Effizienzgründen in vielen Fällen vorzuziehen sind.

In Summe können bei den privaten Haushalten in Pfungstadt bis zu 5.900 MWh/a Stromverbrauch durch technische Effizienzpotenziale eingespart werden, was einer Reduktion in diesem Sektor um knapp 18 % zum Status Quo entspricht.

Eine wichtige Rolle nehmen zudem Einsparungsmöglichkeiten durch Verhaltensänderungen ein. Es lassen sich – oft ohne Komfortverzicht – Einsparungen erreichen, die in der Regel ohne bzw. mit geringen Kosten verbunden sind. Durch Verhaltensänderungen, wie das Ausschalten von Geräten mit Stand-By-Betrieb oder die gezielte Regelung von Klimaanlagen, können ohne Komfortverzicht bzw. Leistungseinschränkungen zwischen 5 % und 15 % des Stroms eingespart werden (dena 2017). In privaten Haushalten entsprach 2010 alleine der Verbrauch durch Stand-By-Betrieb bis zu 10 % des Stromverbrauchs (dena 2012). Durch energieeffizientere Geräte hat sich dies zwischenzeitlich halbiert.

Insbesondere das Thema Elektromobilität könnte sich zukünftig stark auf den Stromverbrauch auswirken. Momentan ist noch nicht absehbar, wie schnell sich der Markt für Elektrofahrzeuge in Zukunft entwickeln wird, aber wenn man von einer spürbaren Marktdurchdringung in den nächsten 10 bis 15 Jahren ausgeht, wird sich dies auch im Stromverbrauch niederschlagen. Nach Berechnungen des Öko-Instituts wird sich bis 2030 der Stromverbrauch für Mobilitätszwecke in Deutschland gegenüber dem Jahr 2010 mehr als verdoppeln (Öko-Institut 2014), wenn die Ziele der Bundesregierung zur Marktdurchdringung von E-Fahrzeugen erreicht werden sollen.

Am 1. Januar 2021 waren rund 589.000 Elektroautos (davon circa 280.000 Hybride) bundesweit gemeldet (KBA 2021). Diese Zahlen sollen sich bis 2030 auf 7 bis 10 Mio. erhöhen (DBR 2022). Dadurch steigt auch der Stromverbrauch an. Es wird angenommen, dass für die Stadt Pfungstadt im Jahr 2030 - je nach unterstellter Entwicklung der E-Mobilität - ein Mehrverbrauch von etwa 7.500 MWh bis 35.000 MWh entsteht, also circa 8 % bis zu circa 35 % des aktuellen Gesamtstromverbrauchs (vgl. Kapitel 4).

3.2.1.2. Einsparpotenziale Wärme

In privaten Haushalten gibt es bei der Wärmeversorgung erhebliche Potenziale zur Energieeinsparung und zur effizienten Energieerzeugung. Dabei konzentrieren sich die Einsparpotenziale besonders auf den Bereich der Gebäudehülle und die Effizienzpotenziale vor allem auf den Bereich der Wärmeerzeugung und -verteilung.

Abbildung 20 und Abbildung 21 zeigen exemplarisch, am Beispiel eines typischen freistehenden Einfamilienhauses aus der Baualtersklasse 1969 bis 1978 auf, welche Effizienzpotenziale durch den Einsatz aktueller Heiztechnik vorhanden sind. Weitere sinnvolle Maßnahmen in einem ersten Sanierungsschritt sind:

- der Einsatz moderner Pumpentechnik,
- Zeitgemäße Dämmung des Verteilsystems,
- hydraulischer Abgleich sowie

Stand: 31.5.2022

- Modernisierung der Heizkörper und der Einsatz von Thermostatventilen.

Durch Maßnahmen der umfassenden Sanierung des Heizungssystems werden im Fallbeispiel circa 34 % End- bzw. Primärenergie eingespart. Beim Einsatz einer solarthermischen Anlage zur Trinkwassererwärmung und Heizungsunterstützung sind bezogen auf den Ausgangszustand weitere 10 % Endenergie- bzw. Primärenergieeinsparung möglich.

Als Alternative zur klassischen Heizung (mit oder ohne solarthermische Unterstützung) kann auch der Einsatz von KWK-Anlagen zu Primärenergieeinsparungen führen. In Ein- und Zweifamilienhäusern sind KWK-Anlagen jedoch nur bedingt sinnvoll einsetzbar, da sie wärmegeführt nur geringe Vollbenutzungsstunden erreichen (und daher aktuell noch wenig wirtschaftlich betrieben werden können) und stromgeführt die Energieeinsparung nicht wie erwünscht zum Tragen kommt (wenn die Anlage im Sommer läuft, um Strom zu produzieren, obwohl keine entsprechende Wärmenachfrage vorhanden ist).



Abbildung 20 Einsparpotenziale durch Nutzung effizienter Heiztechnik
(Quelle: BDH 2021)

Abbildung 20 zeigt exemplarisch die weiteren Effizienzpotenziale, die bei der Kombination von Maßnahmen an der Heiztechnik und an der Gebäudehülle entstehen. Im konkreten Fall ergibt sich also im vollständig sanierten Zustand (Gebäudehülle und Heiztechnik) ein Primärenergiebedarf, der lediglich noch circa 19 % des Ausgangswertes beträgt.

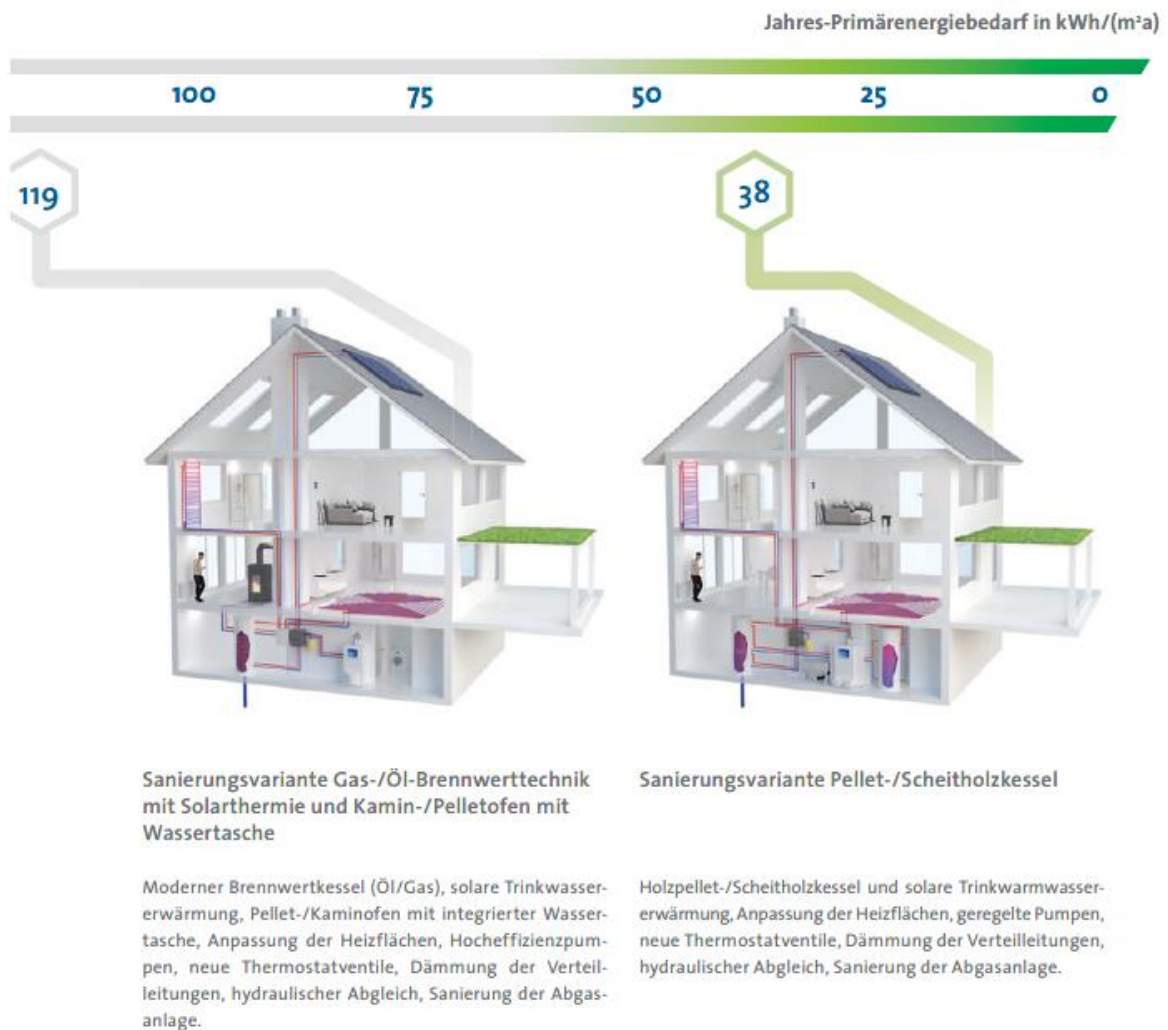


Abbildung 21 Einsparpotenziale durch Kombination effizienter Anlagentechnik und energetischer Sanierung der Gebäudehülle
(Quelle: BDH 2021)

Abbildung 21 zeigt exemplarisch die weiteren Effizienzpotenziale, die bei der Kombination von Maßnahmen an der Heiztechnik und an der Gebäudehülle entstehen. Im konkreten Fall ergibt sich also im vollständig sanierten Zustand (Gebäudehülle und Heiztechnik) ein Primärenergiebedarf, der lediglich noch circa 23 % des Ausgangswertes beträgt.

In Abbildung 22 ist am Beispiel von freistehenden Einfamilienhäusern und von Mehrfamilienhäusern dargestellt, welche Einsparpotenziale sich durch eine energetische Sanierung der Gebäudehülle für die unterschiedlichen Gebäudealtersklassen ergeben (IWU 2007).

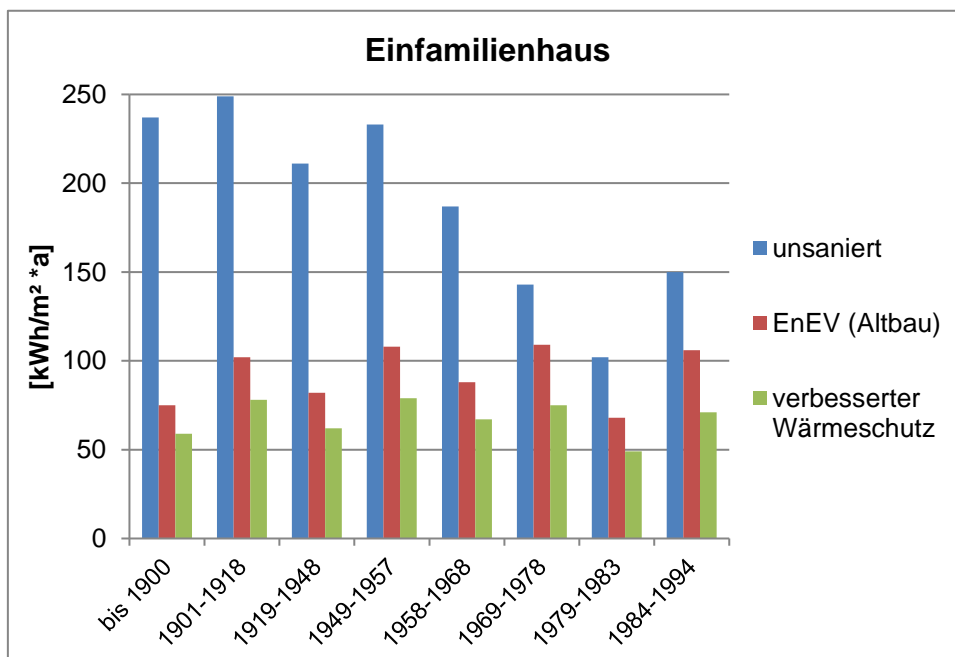
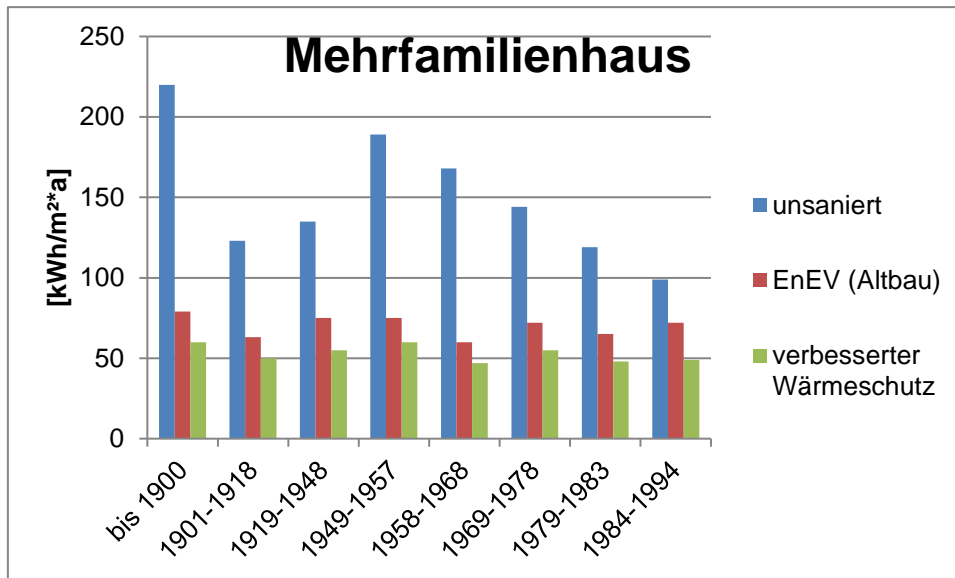


Abbildung 22 Beispielhafte Darstellung zum Einsparpotenzial Heizwärmebedarf bei EFH/ MFH durch energetische Sanierung von Gebäuden unterschiedlicher Baualtersklassen

Betrachtet man die relevanten Gruppen der Gebäude bis 1980, so ergeben sich bei einer Sanierung auf EnEV-Niveau Einsparpotenziale, die im Bereich von circa 40 % bis zu 70 % liegen.

In der Abbildung 23 sind die maximalen Einsparpotenziale bei Sanierung aller bisher nicht oder nur teilweise sanierten Gebäude in der Stadt Pfungstadt gemäß KfW-Effizienzhaus 70 (circa 70 kWh/m²) dargestellt. Die Grafik zeigt den aktuellen Wärmeverbrauch der Haushalte, verglichen mit dem (theoretischen) Verbrauch bei Sanierung aller Gebäude. Das Einsparpotenzial liegt in der Größenordnung von circa 53 %. Dies entspricht in der Summe für die Stadt Pfungstadt einer Reduktion von aktuell rund 170.000 MWh/a auf 80.000 MWh/a im sanierten Zustand.

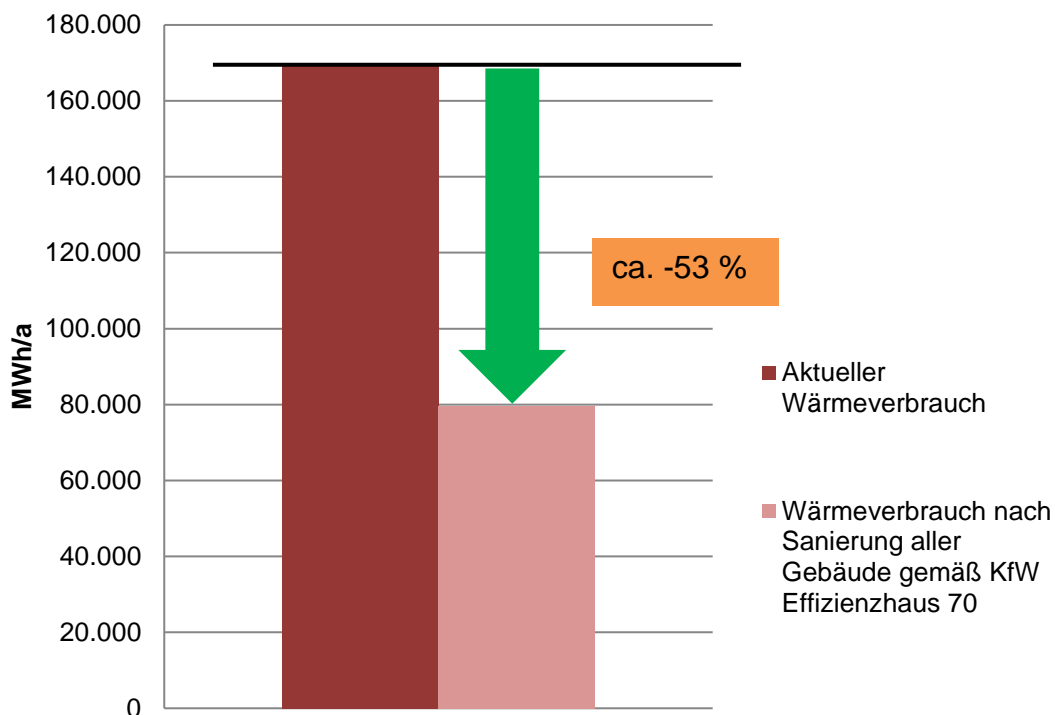


Abbildung 23 Wärmeverbrauch der Haushalte – aktueller Stand im Vergleich zum Verbrauch nach Sanierung aller unsanierten Gebäude gemäß KfW Effizienzhaus 70

Dieses technische Einsparpotenzial wird in der Praxis aus unterschiedlichen Gründen nicht komplett gehoben werden können (vgl. Vorbemerkungen zur Potenzialanalyse in Abschnitt 3.1). Daher wird in den Szenarien in Kapitel 4 von unterschiedlichen Sanierungsraten und einer angepassten Sanierungseffizienz ausgegangen.

3.2.2 Gewerbe, Handel, Dienstleistung und Industrie

3.2.2.1. Einsparpotenziale Strom

In der Privatwirtschaft werden die Kosten für Energie und insbesondere Strom vermehrt als wichtige wirtschaftliche Faktoren wahrgenommen. Dadurch sind erhebliche Potenziale zur Stromeinsparung entstanden und teilweise auch bereits genutzt worden. Während im industriellen Bereich der Hauptanteil des Stromverbrauchs für den Betrieb von Maschinen und Anlagen genutzt wird, ist im Bereich Handel die Beleuchtung der wichtigste Anwendungszweck und im Dienstleistungssektor spielen die Verbräuche von Bürogeräten eine zunehmend wichtige Rolle.

Im Bereich der elektrisch betriebenen Maschinen und Anlagen lassen sich laut Deutscher Energieagentur (dena 2017) bei gleicher Nutzleistung durch technische Verbesserungen, die sich in wenigen Jahren amortisieren, wirtschaftliche Einsparungen von durchschnittlich etwa 20 bis 30 % erreichen.

Bei der Beleuchtung ergeben sich durch neue Lampen und Leuchtmittel z.T. erhebliche Effizienzsteigerungen. Dabei kommen neben den klassischen Energiesparlampen immer häufiger LED-Leuchtmittel zum Einsatz. Neben dem Tausch der Leuchtmittel bieten auch intelligente Steuerungssysteme Möglichkeiten der Stromeinsparung bei Beleuchtungsanwendungen. Durch den Ersatz alter Leuchtmittel können circa 50 bis 80 % des Stromverbrauchs für Beleuchtung eingespart werden (EA NRW 2010; dena 2017).

Im Bereich der Bürogeräte bestehen Einsparpotenziale von 30 bis zu 50 % durch eine geeignete Auswahl von effizienten Geräten (siehe z.B. ÖEA 2012 oder dena 2017). Allerdings ist davon auszugehen, dass durch weiter steigende Ausstattungsraten mit elektrischen Geräten das Einsparpotenzial zum Teil aufgewogen wird.

Der Stromverbrauch im Sektor Industrie beträgt in der Stadt Pfungstadt rund 39.700 MWh pro Jahr (Daten des Netzbetreibers aus dem Jahr 2019).

In den Daten des Netzbetreibers sind Haushalts- und Gewerbekunden, die über das Standardlastprofil abgerechnet werden, gemeinsam erfasst. Um eine Abschätzung des Stromverbrauchs des Gewerbes zu treffen, wurde der Stromverbrauch der Haushalte von 1.300 kWh pro Einwohner und Jahr angenommen. Dies entspricht in etwa dem Bundesdurchschnitt und deckt sich mit Erfahrungen aus vergleichbaren Kommunen. Die Differenz des abgerechneten Stromverbrauchs über das Standardlastprofil entspricht also in etwa dem des Sektors Gewerbe Handel und Dienstleistung (GHD):

- GHD: 16.600 MWh/a
- Industrie: 39.700 MWh/a

Mit den zuvor genannten Einsparpotenzialen in den einzelnen Bereichen ergeben sich die in der Tabelle 3 dargestellten Ausgangswerte und Reduktionspotenziale.

Tabelle 3 Reduktionspotenziale beim Stromverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Sektor	Ist-Verbrauch in MWh/a	Reduktionspotenzial In MWh/a
GHD	16.600	5.100
Industrie	39.700	11.300
Summe	56.300	16.400

Insgesamt liegt das Reduktionspotenzial beim Stromverbrauch für die Sektoren GHD und Industrie bei etwa 16.400 MWh pro Jahr.

3.2.2.2. Einsparpotenziale Wärme

Im Sektor GHD machen Wärmeanwendungen durchschnittlich etwa 63 % des Endenergieverbrauchs aus, wobei der größte Anteil davon auf die Bereitstellung von Raumwärme entfällt. Im industriellen Bereich dominiert hingegen die Prozesswärme den Endenergieverbrauch mit durchschnittlich knapp 65 % Anteil am Endenergieverbrauch (AGEB 2019).

Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 des Bundesumweltministeriums werden für den Sektor Industrie zusätzliche Minderungspotenziale gesehen, obgleich hier in der Vergangenheit bereits erhebliche Fortschritte erzielt worden sind. Im Sektor GHD liegen die Potenziale vor allem im Gebäudebereich. Es werden in dem Programm jeweils keine konkreten Ziele genannt. Im Folgenden werden deshalb für den Gebäudebereich die Potenzialziele übernommen, wie sie auch für andere Gebäude verwendet werden. Die Potenziale für Prozesswärme und sonstige Anwendungen sind dagegen an Effizienzentwicklungen orientiert (siehe Tabelle 4).

Für die Bereitstellung von Raumwärme wird angenommen, dass im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Industrie grundsätzlich vergleichbare Einsparpotenziale bestehen wie im Haushaltssektor. Vor allem im Gewerbe- und Dienstleistungs-Bereich, der einen hohen Raumwärmeanteil am Endenergieverbrauch hat, sind die Voraussetzungen betreffend Dämmstandards und Heizanlagentechnik oft ähnlich wie in Wohngebäuden. Allerdings sind die Sanierungszyklen bei gewerblich genutzten Gebäuden in der Regel höher als bei privaten Wohngebäuden. Daher wird hier von einer schnelleren Umsetzung des Einsparpotenzials ausgegangen.

Prozesswärme wird im verarbeitenden Gewerbe und im Dienstleistungssektor für verschiedenste Arbeiten genutzt. Spezifische Daten dazu existieren für die Stadt Pfungstadt nicht. Die Bestimmung von Effizienz- und Einsparpotenzialen ist im Rahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes daher nur auf übergeordneter Ebene anhand von durchschnittlichen Werten umsetzbar.

Für Prozesswärme und sonstige Anwendungen sind daher folgende Pauschalannahmen zur Potenzialanalyse getroffen worden: die jährliche Steigerung der Energieproduktivität wird von derzeit 1,5 % p.a. (Durchschnittswert seit 1990) auf 2,1 % p.a. gesteigert (Ziel der Bundesregierung zur Erfüllung der Europäischen Energieeffizienzrichtlinie). Das ergibt ein Reduktionspotenzial von circa 13 % bis zum Jahr 2030 und 30 % bis zum Jahr 2050 (wird als Maximalpotenzial angenommen) bei einem unterstellten jährlichen Wirtschaftswachstum von 1,1 %.

Das gesamte Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung ist in Tabelle 4 dargestellt. Insgesamt ist eine Senkung des Wärmeverbrauchs in diesem Bereich um 46.000 MWh möglich, dies entspricht einer Reduktion um rund 44 % im Vergleich zum aktuellen Verbrauch.

Tabelle 4 Reduktionspotenzial beim Wärmeverbrauch im Bereich Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistung

Anwendung	Ist-Verbrauch in MWh/a (ohne Heizstrom)	Reduktionspotenzial In MWh/a (ohne Heizstrom)
Raumwärme	68.600	36.400
Prozesswärme	63.700	17.900
Summe	132.300	54.300

3.2.3 Kommunale Energieverbraucher

Bei der Datenerhebung für das Integrierte Klimaschutzkonzept der Stadt Pfungstadt wurden die Energieverbräuche der kommunalen Liegenschaften und Einrichtungen bereitgestellt. Dabei wurden neben den Liegenschaften in Zuständigkeit der Stadtverwaltung auch die Daten der Straßenbeleuchtung erhoben und ausgewertet.

3.2.3.1. Kommunale Liegenschaften (in Zuständigkeit der Stadtverwaltung)

Die Liegenschaften der Stadt umfassen die unterschiedlichsten Gebäude- und Nutzungstypen wie Verwaltungsgebäude, Bauhof, Feuerwehreinrichtungen, Kindertagesstätten, Sporthallen, Bibliothek usw.

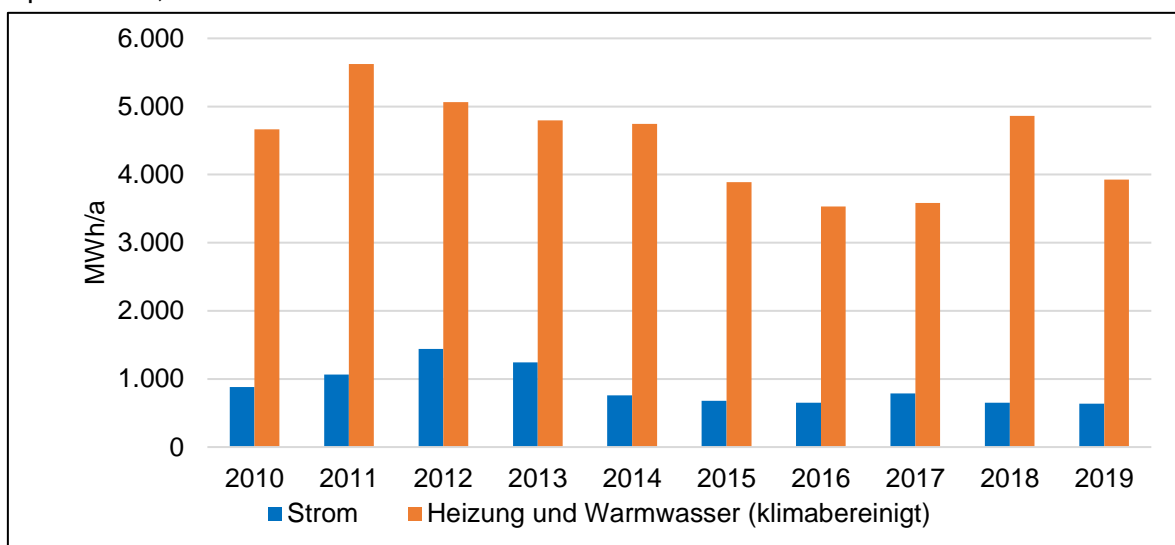


Abbildung 24 zeigt die Entwicklung des Heiz- und Warmwasserverbrauchs sowie des Stromverbrauchs der kommunalen Gebäude im gesamten Stadtgebiet von Pfungstadt in den Jahren 2010 bis 2019. Der Heiz- und Warmwasserverbrauch ist dabei jeweils witterungsbereinigt, um eine Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Die witterungsbereinigten-Werte für den Wärmeverbrauch der kommunalen Liegenschaften bewegen sich zwischen rund 3.500 MWh und 5.600 MWh pro Jahr. Die Werte für den Stromverbrauch der

kommunalen Liegenschaften bewegen sich zwischen rund 600 MWh und rund 1.240 MWh pro Jahr.

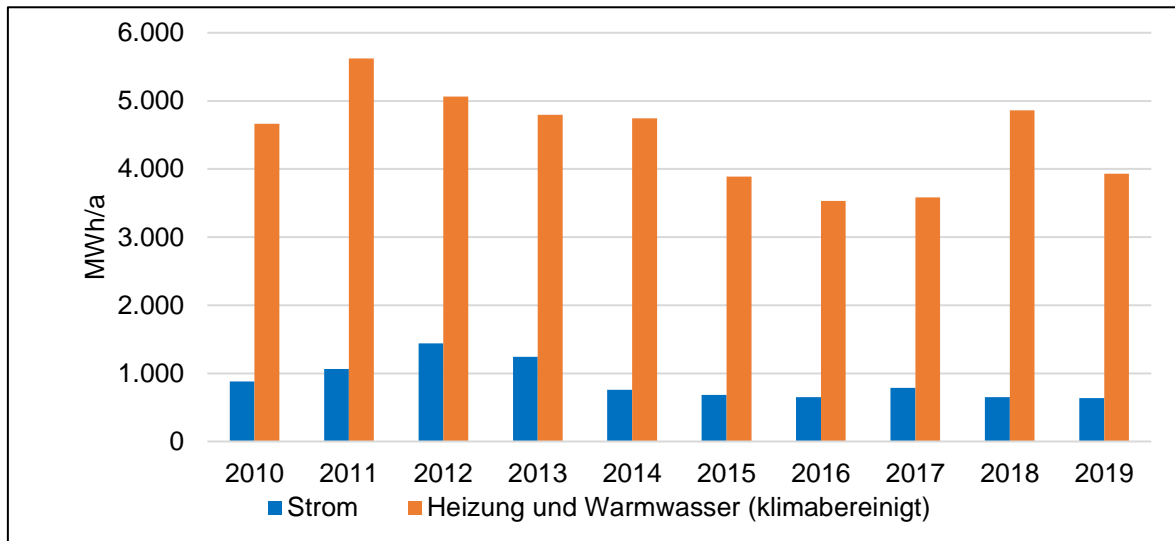


Abbildung 24 Entwicklung des Energieverbrauchs der kommunalen Liegenschaften für die Jahre 2010 bis 2019

3.2.3.2. Straßenbeleuchtung

Abbildung 25 zeigt den Energieverbrauch der Straßenbeleuchtung in den Jahren 2010 bis 2019 in der Stadt Pfungstadt. Die Werte bewegen sich zwischen rund 550 MWh und rund 760 MWh pro Jahr.

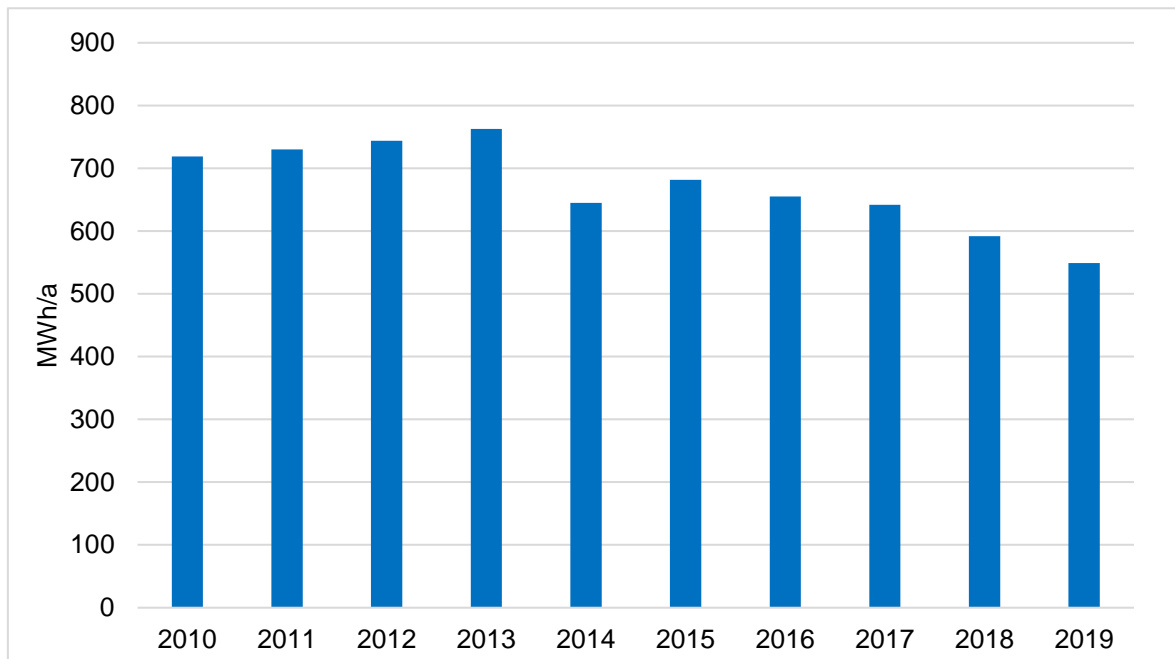


Abbildung 25 Entwicklung des Stromverbrauchs zur Straßenbeleuchtung in der Stadt Pfungstadt in den Jahren 2010 bis 2019

Die Stadt Pfungstadt hat die Betreuung der Straßenbeleuchtung an die e-netz Süd Hessen vergeben. Es liegen nur die Verbrauchszahlen vor.

3.2.3.3. Kläranlage

Die Stadt Pfungstadt betreibt zwei Kläranlagen. Das sind die Kläranlage Pfungstadt sowie die Kläranlage Eschollbrücken. Die Kläranlage Pfungstadt hat aktuell rund 48.700 angeschlossene Einwohner bei einer Ausbaustufe von 45.000 Einwohnerwerten. Die Kläranlage Eschollbrücken hat aktuell rund 9.400 angeschlossene Einwohnerwerte bei einer Ausbaustufe von rund 8.000 Einwohnerwerten.

Ein Großteil des Endenergieverbrauches wird für die Belüftung eingesetzt, rund 330 MWh in 2020 von rund 1.000 MWh Strom in der Kläranlage Pfungstadt und rund 70 MWh von insgesamt 265 MWh in der Kläranlage Eschollbrücken. Es wurden rund 1.000 MWh Erdgas für die Kläranlage Pfungstadt eingesetzt sowie rund 50 MWh Heizöl in der Kläranlage Eschollbrücken.

Aktuell gibt es nur in der Kläranlage Pfungstadt eine Klärschlammfaulung. Hierbei fallen jährlich rund 217.000 Nm³ Faulgas an. Dieses wird in einem Faulgas-BHKW verwertet und erzeugt dabei rund 130 MWh Strom sowie rund 80 MWh Wärme.

Derzeit sind in beiden Anlagen keine PV-Anlagen auf den Gebäuden vorhanden.

Durch eine Energieanalyse in den letzten Jahren wurden in beiden Anlagen mehrere Maßnahmen identifiziert:

- Kläranlage Pfungstadt
 - Erneuerung des Zwischenpumpwerk
 - Austausch der Belüfterelemente
- Kläranlage Eschollbrücken
 - Austausch der Tauchmotorenpumpe im Zwischenpumpwerk
 - Optimierung der Belüfterelemente

3.2.3.4. Wasserversorgung

In der Abbildung 26 ist der Stromverbrauch der Pfungstädter Wasserversorgung in den Jahren 2010 bis 2019 dargestellt. Die Werte bewegen sich zwischen 580 MWh und 670 MWh.

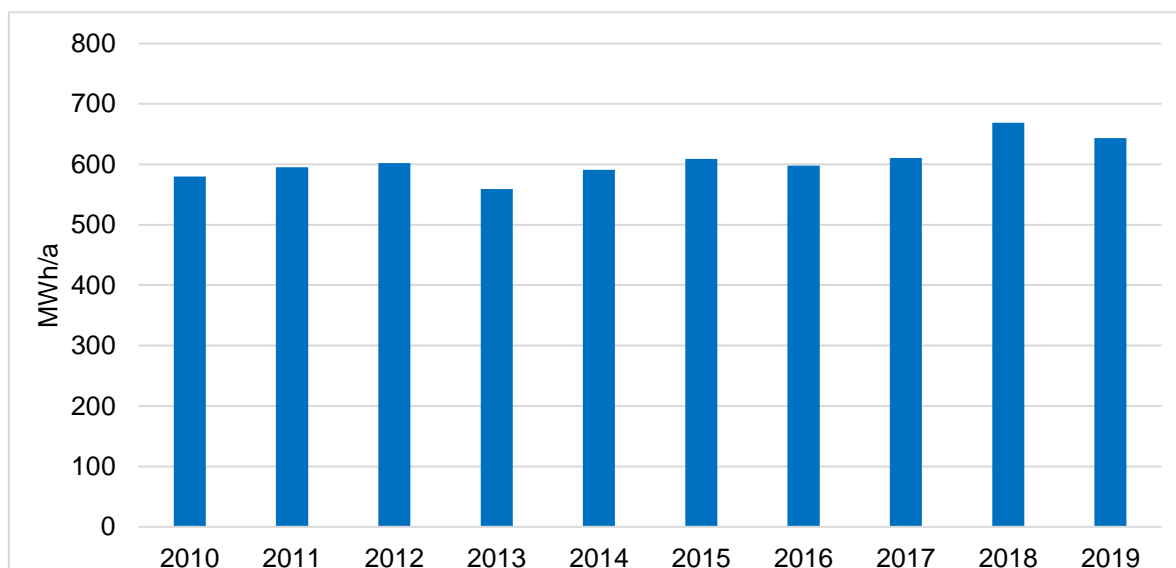


Abbildung 26 Entwicklung des Stromverbrauchs zur Wasserversorgung in der Stadt Pfungstadt in den Jahren 2010 bis 2019

3.3. Handlungsfeld klimaschonende Energiebereitstellung

Nicht nur Maßnahmen zur Energieeinsparung und -effizienz können einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, sondern auch der verstärkte Einsatz von erneuerbaren Energieträgern. Das Potenzial zur Nutzung dieser erneuerbaren Energien in der Stadt Pfungstadt hängt stark von den lokalen räumlichen Gegebenheiten ab.

Die Potenzialanalyse zur klimaschonenden Energiebereitstellung greift auf einen umfangreichen Datensatz aus verschiedenen Quellen zurück. Dabei wurden teils eigene Berechnungsansätze auf Basis statistischer Daten eingesetzt, teilweise wurden Berechnungsansätze aus anderen Untersuchungen mit aktualisierten Daten übernommen. Nachfolgend werden die Potenziale der verschiedenen regenerativen Energieträger dargestellt. Zusätzlich erfolgt die Betrachtung der Effizienztechnologie Kraft-Wärme-Kopplung. Die KWK-Technologie kann sowohl mit fossilen als auch mit erneuerbaren Energieträgern betrieben werden und trägt zu Einsparungen von Primärenergie und Treibhausgas im Sinne des Klimaschutzes bei.

3.3.1 Windkraft

Im aktuellen Landesentwicklungsplan Hessen wird empfohlen, zwei Prozent der Landesfläche für Windenergie zu nutzen, um die Energiewende voran zu bringen. Nach der Potenzialstudie zur Windenergienutzung des Fraunhofer-Instituts konnte festgestellt werden, dass bei einer Nutzung von 2 % an Landesfläche in Hessen eine Stromproduktion von bis zu 28 TWh pro Jahr erzielbar ist. Dies entspräche circa 2.600 Windenergieanlagen mit 3 – 4 MW Leistung bei 3.000 Volllaststunden pro Jahr. Da der Flächenbedarf pro Anlage bei bis zu 15 ha liegt, werden circa 40.000 ha an Standortfläche für Windenergieanlagen benötigt.

Die raumplanerischen Voraussetzungen für die Installation von Windkraftanlagen werden für Pfungstadt im „Regionalplan Südhessen“ geschaffen. Windkraftanlagen sind nur in „Vorranggebieten für Windenergieanlagen“ genehmigungsfähig. Für das Stadtgebiet von Pfungstadt sind im Entwurf zum Teilplan erneuerbare Energien keine Vorranggebiete für Windenergieanlagen dargestellt.

3.3.2 Photovoltaik

3.3.2.1. Dachflächen

Im Gegensatz zu Großtechnologien, wie bspw. der Windkraft, können Solarenergie-Anlagen dezentral von einzelnen Bürgerinnen und Bürgern genutzt werden. Auf privaten Hausdächern handelt es sich meist um Anlagen mit einer elektrischen Leistung von bis zu 10 kW_{peak}. Mit solchen Anlagen kann in der Regel rein bilanziell der

Stromverbrauch des entsprechenden Haushalts gedeckt werden. Allerdings weichen Stromproduktion und Stromverbrauch zeitlich mitunter stark voneinander ab, so dass ein Großteil des erzeugten Stroms aus der Photovoltaik-Anlage ins allgemeine Stromnetz eingespeist wird, und der Haushalt zu den Hauptverbrauchszeiten dennoch Strom aus dem Netz beziehen muss. Um den Eigenverbrauch zu optimieren, gibt es mittlerweile von verschiedenen Herstellern Batteriespeicherlösungen in Verbindung mit Photovoltaikanlagen.

Neben den Dachanlagen auf privaten Häusern sind auch gewerbliche und landwirtschaftliche Gebäude öfters mit Photovoltaik-Anlagen bestückt. Hier sind je nach Dachfläche Anlagen mit Leistungen mit mehreren $100 \text{ kW}_{\text{peak}}$ möglich.

Der Vorteil der Dachanlagen besteht darin, dass der Eingriff in die Umgebung bzw. die Umwelt kaum merkbar ist, und dass – bis auf Denkmalschutzaspekte – praktisch keine öffentlich-rechtlichen Belange dagegenstehen. Im Gegensatz dazu werden Photovoltaik-Freiflächenanlagen i.d.R. auf bisher un bebauten Flächen erstellt und bedeuten daher einen größeren Eingriff in die Umwelt. Nicht zuletzt aufgrund der Fördervoraussetzungen im EEG werden jedoch oftmals Konversionsflächen oder ähnliche Flächen genutzt, für die keine andere Nutzung offensteht, und die mit einer Photovoltaik-Anlage einen neuen Wert erhalten.

Tabelle 5 Photovoltaik (Gebäudebezogene Anlagen)

Technologien	Gebietskulisse / räumliche Be- zugsgröße	Hinweise zur Berechnung / Be- merkungen	rechnerische Ansätze
Gebäudebezogenen Anlagen / Urbane PV (technisches Potenzial)¹			
Dachanlagen	Gebäudebestand / Dachflächen	Übernahme der von der Landes- EnergieAgentur Hessen GmbH (LEA) zur Verfügung gestellten Da- ten zur Potenzialbewertung des Solarkatasters (HMWEVW 2016) der Stadt Pfungstadt	
Fassadenanlagen	Gebäudebestand / Fassadenflächen	Angelehnt an die Ergebnisse der Studie „PV-Ausbauerfordernisse versus Gebäudepotenzial: Ergeb- nis einer gebäudescharfen Analyse für ganz Deutschland“ von Eggers et al.	<ul style="list-style-type: none"> • Einwohnerspezifischer Wert
Balkonmodule	Gebäudebestand	über GWZ; Annahme: im Durch- schnitt je ein Modul für 2 Wohnein- heiten (Grundlage: Gemeindesta- tistik)	<ul style="list-style-type: none"> • spez. Ertrag: circa 200 - 300 kWh/a je Modul • 1 Modul je 2 WE

Die Balkonmodule haben ein Erzeugungspotenzial von rund 1000 MWh/a.

Für die Fassadenmodule werden bundesweite spezifische Werte auf Pfungstadt umge-
rechnet und es ergibt sich ein Erzeugungspotenzial von rund 70.000 MWh/a.

Für die Auf-Dach-Anlagen wird ein Erzeugungspotenzial von rund 79.000 MWh/a angege-
ben, bei einer potenziellen Leistung von rund 93.000 kW_p.

¹ Für die Nutzung des Potenzials für gebäudebezogene Anlagen gibt es keine generellen rechtlichen oder sonstigen Restriktionen. Allerdings besteht eine Nutzungskonkurrenz mit dem Solarthermie-Potenzial (insbes. Dachanlagen).

3.3.2.2. Freiflächen

Die nachfolgende Tabelle stellt die beiden Varianten von Freiflächen-PV-Anlagen dar, die hier betrachtet wurden.

Tabelle 6 Photovoltaik Freiflächen

Technologien	Gebietskulisse / räumliche Bezugsgröße	Hinweise zur Berechnung / Bemerkungen	rechnerische Ansätze
Freiflächenanlagen / Agri-PV			
Freiflächenanlagen	Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete Flächen entlang übergeordneter Verkehrswege Deponie-/ Atlasflächen	Im Rahmen des Auftrags ist nur eine sehr pauschale Abschätzung der Flächenkulisse für geeignete Flächen möglich <ul style="list-style-type: none"> • Auswertung amtlicher und nicht-amtlichen Karten • Auswertung statistischer Daten (Flächennutzung allgemein / Landwirtschaftsstatistik) 	<ul style="list-style-type: none"> • spez. Ertrag je ha Fläche
Agri-PV	Landwirtschaftliche Flächen	<ul style="list-style-type: none"> • Auswertung Landwirtschaftsstatistik • Bevorzugt auf Flächen für Sonderkulturen (Obstanbau, Gemüseanbau, gegebenenfalls Spargel) 	<ul style="list-style-type: none"> • spez. installierbare Leistung / spez. Ertrag • Anlehnung an aktuelle Forschungsprojekte, Veröffentlichungen [ISE 2020]

Gemäß Grundsatz G3.2-1 des Entwurfs des Regionalplans Südhessen / Regionalen Flächennutzungsplan - Sachlicher Teilplan Erneuerbare Energien (RPD 2016) sollen „zur Umwandlung solarer Strahlungsenergie in Strom ... vorrangig Photovoltaikanlagen auf und an Gebäuden genutzt werden“.

Gemäß Grundsatz G3.2-3 sind für die Errichtung und den Betrieb von Photovoltaik-Freiflächenanlagen grundsätzlich ungeeignet:

- Vorranggebiet Siedlung, Bestand und Planung,
- Vorranggebiet für Natur und Landschaft,
- Vorranggebiet für Forstwirtschaft,
- Trassen und Standorte der regionalplanerisch dargestellten Verkehrs- und Energieinfrastruktur,
- Vorranggebiet für den Abbau oberflächennaher Lagerstätten, Planung.

Für regionalplanerisch raumbedeutsame Vorhaben von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, die innerhalb dieser Gebiete realisiert werden sollen, ist ein Zielabweichungsverfahren gemäß Hessisches Landesplanungsgesetz (HLPG) notwendig.

Freiflächen, die als Vorranggebiet für die Landwirtschaft gekennzeichnet sind, sind gemäß Grundsatz G3.2-4 zwar „nach einer Einzelfallprüfung und unter bestimmten Voraussetzungen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen beanspruchbar“, vor dem Hintergrund der hochwertigen Böden und des Flächendrucks, dem die Landwirtschaft im Ballungsraum RheinMain insgesamt ausgesetzt ist, werden aber auch hier keine Potenziale für PV-Freiflächenanlagen gesehen.

Gemäß des Regionalplans wurde eine Abschätzung der Bahnstrecken und Bundesautobahnen vorgenommen. Strecken, die offensichtlich im Siedlungsgebiet liegen, sowie Strecken, die direkt an Wald-, oder Wasserflächen grenzen, wurden ausgenommen. Auf dem Pfungstädter Gemarkungsgebiet befindet sich die Bahnstrecke Frankfurt-Heidelberg sowie eine Direktanbindung an die Stadt Darmstadt, auf der die Odenwaldbahn fährt. Die Bahnstrecken liegen allerdings fast ausschließlich in bewaldetem Gebiet, sodass hier keine Potenziale für PV-Freiflächenanlagen gesehen werden. Weiterhin führen die Bundesautobahn A67 sowie die Bundesautobahn A5 über das Gemarkungsgebiet. Der Großteil der Bundesautobahn A5 liegt ebenfalls in bewaldetem Gebiet und entfällt daher für PV-Freiflächenanlagen. Allerdings können Potenziale entlang der Bundesautobahn A67 unter Anwendung der o.g. Kriterien identifiziert werden. Das Energiepotenzial beläuft sich dabei auf rund 14.000 MWh/a bei einem Leistungspotenzial von rund 14.500 kW_{peak}. Die Zuordnung geschah anhand von Satellitenaufnahmen.

Seit November 2018 hat das Land Hessen die Möglichkeit geschaffen auf landwirtschaftlich benachteiligten Flächen PV-Freiflächen zu errichten (HMWEVW 2018). Die Einteilung als benachteiligte Fläche geschieht unter anderem anhand der Landwirtschaftlichen Vergleichszahl. Zum Zeitpunkt dieses Berichtes lag nur eine nicht-amtliche Karte vor. Diese weist keine landwirtschaftlich benachteiligten Gebiete aus.



Abbildung 27 Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete (Gelb hinterlegt) bei Pfungstadt, Kartenausschnitt

(Quelle:ELH 2022)

Eine weitere Möglichkeit von Freiflächen-PV sind sogenannte Agri-PV-Systeme. Diese werden über den landwirtschaftlichen Flächen installiert, sodass eine weiterhin landwirtschaftliche Nutzung möglich ist. Betrachtet werden dafür Baumobstanbau, Dauerkulturen sowie Gemüseanbau. Insgesamt lässt sich hierbei ein Energiepotenzial von rund 31.000 MWh/a identifizieren. Das Leistungspotenzial liegt bei rund 32.000 kWpeak.

3.3.2.3. Verkehrswegeintegriert

Es wurden auch Photovoltaikanlagen auf den Bundesautobahnen geprüft. Die Stadt Pfungstadt besitzt, wie bereits erwähnt, die Bundesautobahnen A67 sowie A5 in der Gemarkungsfläche. Für verkehrswegintegrierte Photovoltaikanlagen können für beide Strecken Potenziale identifiziert werden. Insgesamt belaufen sich diese auf rund 76.000 MWh/a bei einem Leistungspotenzial von rund 79.000 kWpeak.

3.3.2.4. Zusammenfassung

Das gesamte PV-Potenzial in Pfungstadt (Gebäude / urban, Freiflächen / Agri und Verkehrswegeintegriert zusammen), beträgt 270.000 MWh/a.

3.3.3 Solarthermie

Solarthermische Anlagen wurden zu Beginn ihrer Markteinführung meist nur zur Warmwasserbereitung genutzt. Mit solchen Anlagen sind solare Deckungsraten von 50 % bis

65 % möglich (Schabbach et al. 2014). Das heißt, dass 50 % - 65 % des jährlichen Energieverbrauchs zur Warmwasserbereitung durch Solarthermieanlagen bereitgestellt werden können. Heute kommen verstärkt Systeme zum Einsatz, die gleichzeitig die Heizanlage für die Raumwärmebereitstellung unterstützen und solare Deckungsgrade von rund 20 % bis 25 % bezogen auf den gesamten Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser ermöglichen (BDH 2021).

Zur Ermittlung der Flächenpotenziale für solarthermische Anlagen auf Wohngebäuden wurde eine Auswertung nach Gebäudetyp durchgeführt. Hierbei wird aber nicht davon ausgegangen, dass die verfügbaren (Wohn-)Dachflächen komplett genutzt werden. Vielmehr wurde ein gebäudespezifischer Ansatz gewählt. Es wurden je Wohngebäudetyp (Ein-, Zwei-, Mehrfamilienhaus, und so weiter) typische Anlagengrößen zwischen 10 und 75 m² Kollektorfläche angenommen. In Anlehnung an das Solardachkataster Hessen (HMWEVW 2016) sind den Berechnungen Eignungsgrade für die jeweiligen Gebäudetypen von 70 bis 90 % festgelegt. Daraus ergibt sich für die Stadt Pfungstadt eine potenzielle Kollektorfläche von maximal circa 77.100 m² auf Wohngebäuden. Die Fläche auf Nicht-Wohngebäuden wird nicht extra ausgewiesen. Darauf wird gesondert eingegangen. Der spezifische Ertrag einer solarthermischen Anlage hängt von mehreren Faktoren ab. Je größer der Pufferspeicher für Warmwasser ist, desto höher ist theoretisch der potenzielle solare Deckungsgrad, weil die Anlage dann mehr Wärme zwischenspeichern und bei Bedarf abgeben kann und im Sommer weniger oft abgeschaltet werden muss. Es gibt jedoch ein wirtschaftliches Optimum, ab dem es keinen Sinn mehr ergibt, in einen größeren Speicher zu investieren. Auch Platzbeschränkungen können den Einsatz eines großen Pufferspeichers verhindern. Daneben spielen die Auslegung und Einbindung der Anlage ins bestehende Heizungssystem und das Verbraucherverhalten eine entscheidende Rolle. Alle diese Einflussfaktoren erschweren eine Bestimmung des tatsächlichen Ertrags. Bei einem angenommenen Ertrag von 300 bis 350 kWh/(m²*a) (je nach Gebäudetyp, angelehnt an Schabbach et al. 2014) entspricht das Potenzial einer maximalen Kollektorfläche von 77.100 Quadratmetern und einem Ertrag von 20.600 MWh pro Jahr.

Für die Solarthermiepotenziale im gewerblichen Bereich wurde ein anderer Ansatz gewählt, da hier die Dachflächen in der Regel nicht der beschränkende Faktor sind, sondern die Möglichkeiten zur Nutzung von Niedertemperaturwärme. Im Rahmen der Arbeiten zum Klimaschutzkonzept Pfungstadt wurden keine größeren Betriebe identifiziert, die Prozesswärme über 100 °C benötigen. Das wäre insbesondere im Bereich der chemischen Industrie, der Textilindustrie und in der Holzverarbeitung zu erwarten. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass 90 % des Wärmeverbrauchs im Wirtschaftssektor auf Niedertemperaturwärme im Temperaturbereich bis maximal 100 °C entfällt. Es wurde davon ausgegangen, dass gemessen am aktuellen Wärmeverbrauch ein gewisser Anteil für

die Wärmenutzung durch Solarthermie realisierbar ist. Hieraus leitet sich ein solarthermisches Wärmepotenzial für den Gewerbesektor von knapp 19.000 MWh/a ab.

Daraus folgt, dass in Pfungstadt ein gesamtes technisches Potenzial an Solarthermie von 39.700 MWh besteht.

3.3.4 Biomasse (Forstwirtschaft)

Für die Potenzialabschätzung von Biomasse beziehungsweise Biogas wurde eine mehrstufige Berechnungsmethode angewandt. Grundlage bildet der flächenbasierte Ansatz zur Ermittlung der Biomassepotenziale aus der Biomassepotenzialstudie Hessen (HMUELV 2010). Diese Untersuchung schätzt auf Grundlage von Flächennutzungsdaten und weitergehenden Informationen und Annahmen die Potenziale zur Biomassenutzung ab.

In die Berechnung fließen die statistischen Flächendaten der Stadt Pfungstadt aus der Hessischen Gemeindestatistik ein (HSL 2020). Neben nachwachsenden Rohstoffen werden im Bereich Biomasse auch Reststoffe aus der Landwirtschaft und Landschaftspflegematerial berücksichtigt.

Für die Potenzialabschätzung des Festbrennstoffes Waldholz wurde auf die Annahmen und den Berechnungsansatz der Biomassepotenzialstudie zurückgegriffen. Es wird auf Grundlage der vorhandenen Strukturen angenommen, dass Waldholz vor allem zur Wärmeerzeugung in Gebäuden, zum Beispiel als Ersatz zum Energieträger Heizöl, eingesetzt wird.

Die Waldfläche der Stadt Pfungstadt beträgt circa 1.250 ha. Geht man von einem nachhaltig verfügbaren Energieholzpotenzial von 0,9 m³ je ha und Jahr aus, dann entspricht dies einem Gesamtpotenzial von rund 1.100 m³ beziehungsweise circa 130 Tonnen (trocken). Der Energieinhalt entspricht damit insgesamt circa 500 MWh/a.

Es gibt über das Waldholz hinaus noch Potenziale an weiteren festen Brennstoffen, die prinzipiell zur Wärmeerzeugung genutzt werden könnten. Mit Hilfe der Angaben der Biomassepotenzialstudie wurden diese Potenziale anhand der Flächennutzungsdaten auf die Stadt Pfungstadt übertragen. Dadurch ergeben sich zusätzliche energetische Potenziale von bis zu circa 8.600 MWh/a, die sich folgendermaßen aufteilen:

- Landschaftspflegeholz und Trassenbegleitgrün: circa 300 MWh/a,
- Getreide- und Rapsstroh: circa 3.900 MWh/a,
- Kurzumtriebsplantagen und Miscanthus: circa 4.400 MWh/a.

Diese biogenen Festbrennstoffe können jedoch nicht wie Waldholz „ohne weiteres“ als Brennstoff in Haushalten genutzt werden, sondern müssen aufbereitet und verarbeitet

werden, beispielsweise in Form von Hackschnitzeln oder Pellets. Zudem ist unklar, wie viel dieses Potenzials tatsächlich für eine energetische Nutzung zur Verfügung stünde.

In der Summe ergibt sich nach den Ansätzen der Biomasse-Potenzialstudie ein Gesamtpotenzial für die Wärmeerzeugung aus Waldholz und biogenen Festbrennstoffen von circa 9.100 MWh, davon circa 500 MWh aus Waldholz.

Bei der Nutzung von Holz ist zu beachten, dass das Nutzungspotenzial nicht auf die vor Ort verfügbaren Potenziale beschränkt ist. Eventuell auftretende Staubemissionen können zu Einschränkungen des Einsatzortes führen, spielen aber in der Regel nur eine untergeordnete Rolle. Holz lässt sich gut transportieren und vermutlich wird schon heute ein großer Teil des in Pfungstadt zur Wärmeerzeugung eingesetzten Holzes nicht in Pfungstadt selbst produziert. Darüber liegen den Autoren jedoch keine Daten vor, so dass hier nicht abschließend beantwortet werden kann, wie viel des Energieholzpotenzials in Pfungstadt heute schon genutzt wird.

Das Nutzungspotenzial von Holz als Energieträger ist in Pfungstadt deutlich größer als die 500 MWh/a, die aus Angebotssicht aus dem Wald in Pfungstadt resultieren.

Prinzipiell wäre es denkbar, dass darüber hinaus jede Ölheizung ohne größere Schwierigkeiten durch eine Holzpelletheizung ersetzt wird, da die Räumlichkeiten für eine Brennstofflagerung bereits vorhanden und zu meist verfügbar sind. Die Holzpellets könnten aus der Region beziehungsweise auch überregional bezogen werden.

Für die Abschätzung des technischen Potenzials wird angenommen, dass zusätzlich zum Status Quo des Einsatzes biogener Festbrennstoffe die Wärmeerzeugung in Heizölkessel auf biogene Festbrennstoffe umgestellt wird, allerdings erst nach Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen und einer Reduktion der Heizenergieverbräuche um 50 %. Daraus ergibt sich ein technisches Potenzial von knapp 26.000 MWh. Eine 100-%-ige Umsetzung wird in der Praxis aus verschiedenen Gründen kaum möglich und sinnvoll sein, dennoch zeigt dieses Potenzial auf, was technisch ohne weiteres möglich wäre. Das Potenzial ist geringer als in anderen Kommunen, da in der Stadt Pfungstadt ein sehr dichtes Erdgasnetz liegt.

Allerdings ist man bei der Nutzung von Holz nicht auf die vor Ort verfügbaren Potenziale beschränkt, da sich Holz gut transportieren lässt. So werden auch heute schon Holzpellets in der Stadt Pfungstadt genutzt, die nicht unbedingt aus der Stadt selbst stammen. Dieses Potenzial wird als sogenanntes „Nutzungspotenzial“ im vorliegenden Klimaschutzkonzept ebenfalls berücksichtigt. Es wird angenommen, dass vor allem Heizölheizungen durch Holz(pellet)heizungen ersetzt werden können, da hier die technischen und räumlichen Voraussetzungen (zum Beispiel Brennstofflagerung) sehr ähnlich sind.

Dieses zusätzliche Potenzial findet sich in der Szenarienbetrachtung wieder.

3.3.5 Biomasse (Landwirtschaft)

Auch für die Potenzialabschätzung von Biogas wurde auf die Berechnungsmethodik der Biomassepotenzialstudie Hessen (HMUELV 2010) sowie auf statistische Daten der Hessischen Gemeindestatistik (HSL 2020) zurückgegriffen. Das Potenzial für die biogenen Gase ergibt sich aus verschiedenen Bereichen der Landwirtschaft:

- Nachwachsende Rohstoffe auf Ackerland,
- Grünschnitt von Grünlandflächen,
- Landwirtschaftliche Reststoffe (Gülle, Festmist).

Ein abfallwirtschaftliches Potenzial (insbesondere Bioabfallvergärung) wird nicht angenommen, da die Zuständigkeit für die Abfallbehandlung und -entsorgung beim Kreis liegt.

Für die Biogaserzeugung aus nachwachsenden Rohstoffen und der Nutzung von Grünschnitt von Grünlandflächen, sowie Wirtschaftsdünger (Gülle, Mist) ergibt sich nach den Ansätzen der Biomassepotenzialstudie eine potenzielle Biogaserzeugung von rund 1.930.000 Nm³ pro Jahr, was einem Energiegehalt von circa 10.000 MWh pro Jahr entspricht.

Aktuell wird bereits eine Biogasanlage mit 450 kW elektrischer Leistung betrieben. Die durchschnittliche Größe einer Biogasanlage in Hessen beträgt rund 500 kW_{el}. (LL 2018). Auch wenn die vorhandene Anlage nicht vollkommen über das Angebotspotenzial der Gemarkungsgebiete der Stadt Pfungstadt versorgt wird, ist ein weiterer Zubau von Biogasanlagen aus Sicht der Gutachter nicht plausibel.

3.3.6 Geothermie und sonstige Umweltwärme

Im Bereich der Geothermie und sonstigen Umweltwärme ist die Nutzungssicht der beschränkende Faktor, da für einen effizienten Betrieb niedrige Vorlauftemperaturen benötigt werden und dies in der Regel nur mit Flächenheizsystemen (zum Beispiel Fußbodenheizung) realisierbar ist. Im Gebäudebestand bedeutet dies einen enormen Aufwand und ist auch nicht immer technisch umsetzbar. Daher ist das Potenzial aus Nutzungssicht stark eingeschränkt.

Oberflächennahe Geothermie und sonstige Umweltwärme können über Wärmepumpen als Energiequellen für die Erzeugung von Wärme für Heizung und Warmwasser genutzt werden. Dabei werden im Grundsatz die gleichen Prozesse wie bei Kühlanlagen eingesetzt. Der Einsatz von Wärmepumpen in Wohn- und Nichtwohngebäuden ist aus wirtschaftlicher und energetischer Sicht aber nur dann sinnvoll, wenn

- a) das Gebäude über eine Zentralheizung verfügt und

- b) die für einen effizienten Betrieb erforderlichen niedrigen Vorlauftemperaturen realisierbar sind.

Das gilt im Grundsatz unabhängig von der Energiequelle, die genutzt werden soll. Aufgrund der geringen Luft-Temperaturen in der Heizperiode sind allerdings die Anforderungen an die Energieeffizienz der Gebäude bei der Nutzung der Umweltwärme aus der Außenluft (Luft-Wasser-Wärmepumpen) besonders hoch. Für die Ermittlung der Potenziale zur Nutzung von Erdwärme und sonstiger Umweltwärme ist daher in der Regel nicht die Dargebots-Seite begrenzend, sondern die Nutzungsseite.

In der Stadt Pfungstadt erfüllen nahezu 90 % der Gebäude das Kriterium „Zentralheizung“, laut der Fortschreibung des Zensus 2011. Das Kriterium „niedrige Vorlauftemperaturen“ kann in der Regel nur mit Flächenheizsystemen (zum Beispiel Fußbodenheizung) oder speziellen Heizkörpern erreicht werden. Diese Gegebenheiten sind nur bei neueren Gebäuden, bei denen auch häufig schon Wärmepumpen zum Einsatz kommen, die Voraussetzungen erfüllt.

Theoretisch wäre ein Großteil der Bestandsgebäude auf eine Wärmeversorgung über Wärmepumpen umrüstbar. Technisch und wirtschaftlich ist dies jedoch nur im Zusammenhang mit einer Komplettsanierung oder einem Ersatzneubau sinnvoll umsetzbar. Für eine Abschätzung des technischen Potenzials wird angenommen, dass 80 % der sanierten Gebäude und der Ersatzneubauten mit Wärmepumpen versorgt werden können. Limitierende Faktoren können hier unter anderem enge Bebauungen (Kälte- und Schallemissionen) sein. Im Nichtwohngebäudebereich wird angenommen, dass 40 % des Heizwärme- und Warmwasserbedarfs nach Sanierung durch Wärmepumpen gedeckt werden. Damit ergibt sich ein technisches Potenzial von circa 84.000 MWh für die Erzeugung von Wärme über Wärmepumpen.

Voraussetzungen zur Nutzung der Erdwärme in Pfungstadt

Das Land Hessen hat Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden formuliert (siehe dazu HMUELV 2014). Die hessischen Anforderungen werden durch den „Leitfaden Erdwärmennutzung Hessen“ und die Karten mit den günstigen, ungünstigen und unzulässigen Gebieten des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie ergänzt. Diese hydrogeologische und wasserwirtschaftliche Standortbeurteilung für die Errichtung von Erdwärmesonden des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLNUG 2021) wurde für die Stadt Pfungstadt ausgewertet. In Abbildung 28 wird der Ausschnitt der Karte für die Stadt Pfungstadt dargestellt. Diese Darstellung zeigt die Dargebots-Seite.

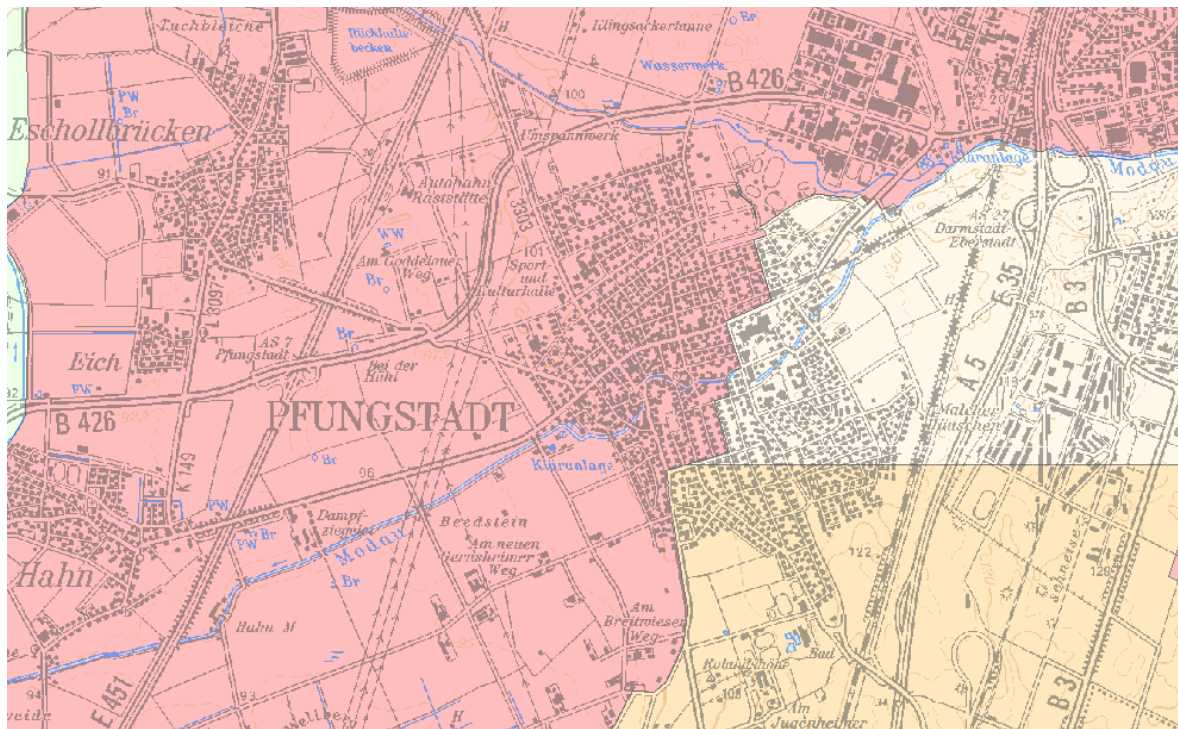
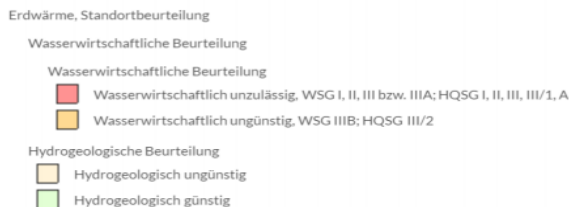


Abbildung 28 Beurteilung der Erdwärmenutzung in Pfungstadt anhand der wasserwirtschaftlichen und hydrogeologischen Beurteilung

(Quelle: HLNUG 2021)



Alle Wohngebiete im Stadtteil Eschollbrücken sind für eine oberflächennahe geothermische Nutzung „wasserwirtschaftlich unzulässig“. Auch die Stadtteile Hahn und Eich sind „wasserwirtschaftlich unzulässig“ für eine oberflächennahe geothermische Nutzung.

Oberflächennahe Geothermie sind im Norden und im Westen von Pfungstadt „wasserwirtschaftlich unzulässig“, während die Wohngebiete im Osten „wasserwirtschaftlich ungünstig“ sind. Der Süden von Pfungstadt ist „hydrogeologisch ungünstig“.

Das Potenzial wurde hier abhängig von der Sanierungs- und Neubauaktivität ermittelt. Wie eingangs erwähnt wurde, ist eine sinnvolle Nutzung der Wärmepumpen von gewissen Voraussetzungen abhängig. Das Potenzial liegt für Wohngebäude bei rund 56.000 MWh/a. Das Potenzial für Nichtwohngebäude (NWG) ist abhängig von der Energiemenge für Warmwasser und Raumwärme. Niedertemperaturprozesswärme kann nur

bedingt durch Wärmepumpen gedeckt werden. Das Potenzial von oberflächennaher Geothermie / Umweltwärme für NWG wird ähnlich der Solarthermie mit rund 28.000 MWh/a angesetzt.

3.3.7 Wasserkraft

Für die Wasserkraft liegen keine Potenzialuntersuchungen vor.

Ebenfalls sind in Pfungstadt keine Wasserkraftanlagen bekannt und aus wirtschaftlichen und ökologischen Gründen werden keine nennenswerten Potenziale zum Ausbau der Wasserkraft in Pfungstadt gesehen.

3.3.8. Kraft-Wärme-Kopplung

Die effiziente Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) ist eine weitere Technologie zur Einsparung von Primärenergie und Treibhausgas-Emissionen, auch wenn die BHKW-Anlagen in der Regel mit fossilen Brennstoffen (meist Erdgas) befeuert werden. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, BHKW mit Bio(erd)gas oder auch mit flüssigen Biokraftstoffen zu befeuern. In Zukunft werden synthetische Gase (Power- to-Gas) aus erneuerbarem Strom ebenfalls die KWK-Technologie Treibhausgasarm gestaltet.

3.3.8.1. Wohngebäude

Als Bedingung für die Nutzung von KWK-Anlagen im Wohnbereich wurden Mehrparteienhäuser mit Zentralheizung für mehr als sieben Wohneinheiten angesehen, ebenso wurde eine Anbindung an das Erdgasnetz vorausgesetzt. Das Erdgasnetz in Pfungstadt ist nahezu flächendeckend verfügbar. In Pfungstadt sind mehr als 210 Wohngebäude mit mehr als sieben Wohneinheiten angegeben (STA 2011, HSL 2020), es wurde angenommen, dass circa 70 % der Gebäude im Gasanschlussbereich liegen. Da ein Umstieg auf KWK nur Sinn ergibt, wenn die Heizungsanlage sowieso ersetzt werden muss, wurde die Anzahl von Heizanlagen älter als 15 Jahre in Mehrparteienhäusern (BDEW 2015) unterstellt. Diese Bedingung erfüllen rund 110 Mehrparteienhäuser.

Anhand von Gebäudealter und Gebäudetypus abhängigen spezifischen Heizwärmebedarf wurde der theoretische Heizwärmebedarf dieser 110 Objekte aufsummiert. Jährlich werden rechnerisch rund 11.000 MWh Wärme benötigt. Durch die gekoppelte Produktion werden circa 5.000 MWh Strom erzeugt.

3.3.8.2. Industrie und GHD

Es wird angenommen, dass 40 % der Wärmemenge durch KWK erzeugt werden können, da die KWK-Anlagen die Heizanlagen nicht ersetzen, sondern nur unterstützen. Das würde 16.000 MWh/a Wärme entsprechen. Durch die Umstellung auf KWK würden darüber hinaus rund 14.400 MWh Strom erzeugt.

3.3.9 Zusammenfassung der Potenzialanalyse erneuerbare Energien und KWK

Abbildung 29 zeigt das technische Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK im Vergleich zum aktuellen gesamten Stromverbrauch und dem Stromverbrauch der Haushalte und der Stadt Pfungstadt. Die dunklen Anteile der Balken bei den Potenzialen zeigen auf, welcher Teil des Potenzials aktuell schon genutzt wird. Weiterhin sind beim Stromverbrauch als schraffierter Bereich der Balken die technischen Einsparpotenziale bis zum Jahr 2030 dargestellt.

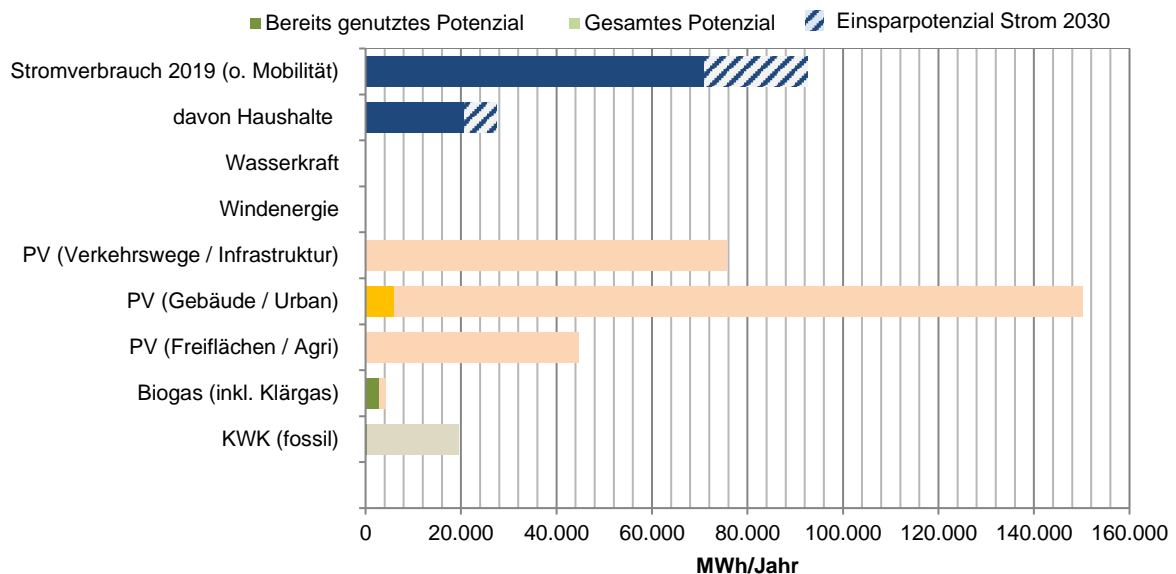


Abbildung 29 Technisches Potenzial zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Pfungstadt

Die Darstellung verdeutlicht, dass es vor allem im Bereich Photovoltaik technische Potenziale zur Stromerzeugung gibt. Biogas (inklusive Klärgas) und KWK spielen eine etwas geringere Rolle.

In Tabelle 7 sind die Potenziale zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung zusammengefasst und der bilanzielle Deckungsbeitrag wird dargestellt. Von heute rund 10 % könnte der bilanzielle Deckungsbeitrag auf circa 425 % gesteigert werden, wenn alle technisch verfügbaren Potenziale genutzt würden und gleichzeitig die Einsparpotenziale beim Stromverbrauch komplett realisiert würden. Der zusätzliche Stromverbrauch durch die Sektorenkopplung (Wärmepumpen, Elektromobilität) und gegenläufige Entwicklungen (steigende Ausstattungsrate, mehr Raumklimatisierung, et cetera) wird hier nicht betrachtet.

Tabelle 7 Technisches Potenzial zur Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK

Stromerzeugung	Ist-Zustand	Technisches Potenzial	
Erneuerbare Energien Strom	8.700	275.000	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE-Strom	9 %	400 %	
Summe EE & KWK Strom	9.000	294.000	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE und KWK Strom	10 %	425 %	
Wärmeerzeugung	Ist-Zustand	Technisches Potenzial	
Summe Erneuerbare Energien Wärme	51.300	176.000	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE-Wärme	17 %	100 %	
Summe EE & KWK	51.600	203.000	[MWh]
Bilanzielle Deckungsquote EE und KWK Wärme	17 %	100 %	

Abbildung 30 zeigt eine entsprechende Darstellung für den Wärmeverbrauch. Es wird deutlich, dass die Potenziale zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK zwar absolut gesehen in einer ähnlichen Größenordnung liegen, wie die Potenziale zur Stromerzeugung, im Verhältnis zum Wärmeverbrauch sind die Potenziale aber deutlich geringer. Von heute circa 17 % (inklusive KWK) könnte der Deckungsbeitrag auf max.100 % gesteigert werden, bei gleichzeitiger Realisierung der verfügbaren Einsparpotenziale im Wärmebereich. Der Deckungsgrad im Wärmebereich kann nicht über 100 % steigen, da die Technologien / Wärmeträger in Nutzungskonkurrenz stehen. Außerdem ist eine Überdeckung nicht möglich.

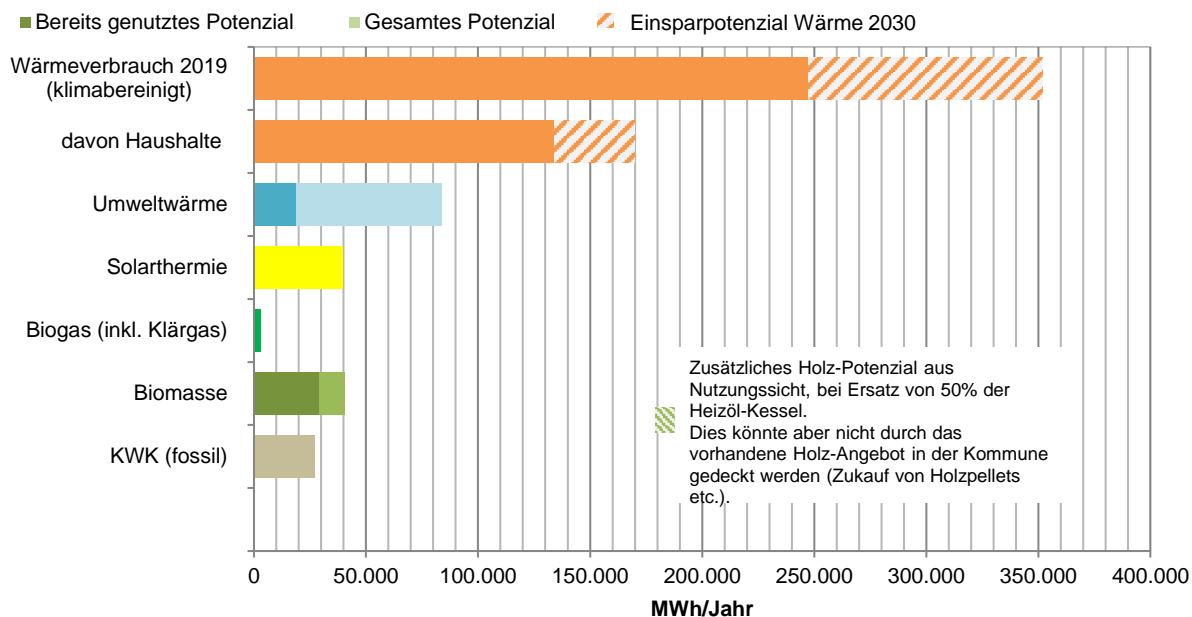


Abbildung 30 Technisches Potenzial zur Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK in Pfungstadt

In der Szenarienanalyse (Kapitel 4) wird abgeschätzt, welche Teile des Potenzials jeweils in den kommenden Jahren realisiert werden könnten.

3.4. Handlungsfeld Mobilität und Verkehr

3.4.1 Verkehrsinfrastruktur und Mobilitätsangebot

Innerhalb des Stadtgebiets von Pfungstadt gibt es zwei Verkehrsachsen, die einen Anschluss an die umliegenden Bundesautobahnen A67 und A5 bieten. Zum einen ist das die B426, die nördlich von Pfungstadt verläuft und einen Anschluss an die A67 sowie an die A5 bietet. Die zweite Verkehrsachse bildet die Rheinstraße, welche im Stadtzentrum von Pfungstadt in die Eberstädter Straße übergeht. Diese verbindet Pfungstadt im Süd-Westen mit der A67 und im Nord-Osten mit der B426 und der A5

3.4.1.1. Bahn und Bus (ÖPNV)

Die Stadt Pfungstadt hat einen Bahnhof. Dieser wird von der Regionalbahn RB 66 angefahren, einer eingleisigen Stichbahn, die in Darmstadt-Eberstadt von der Main-Neckar-Eisenbahn abzweigt und Pfungstadt mit dem Darmstädter Hauptbahnhof verbindet. Die Fahrzeit für diese Strecke beträgt 12 Minuten. Unter der Woche wird der Bahnhof im Stunden Takt angefahren werden (VIAS 2021).

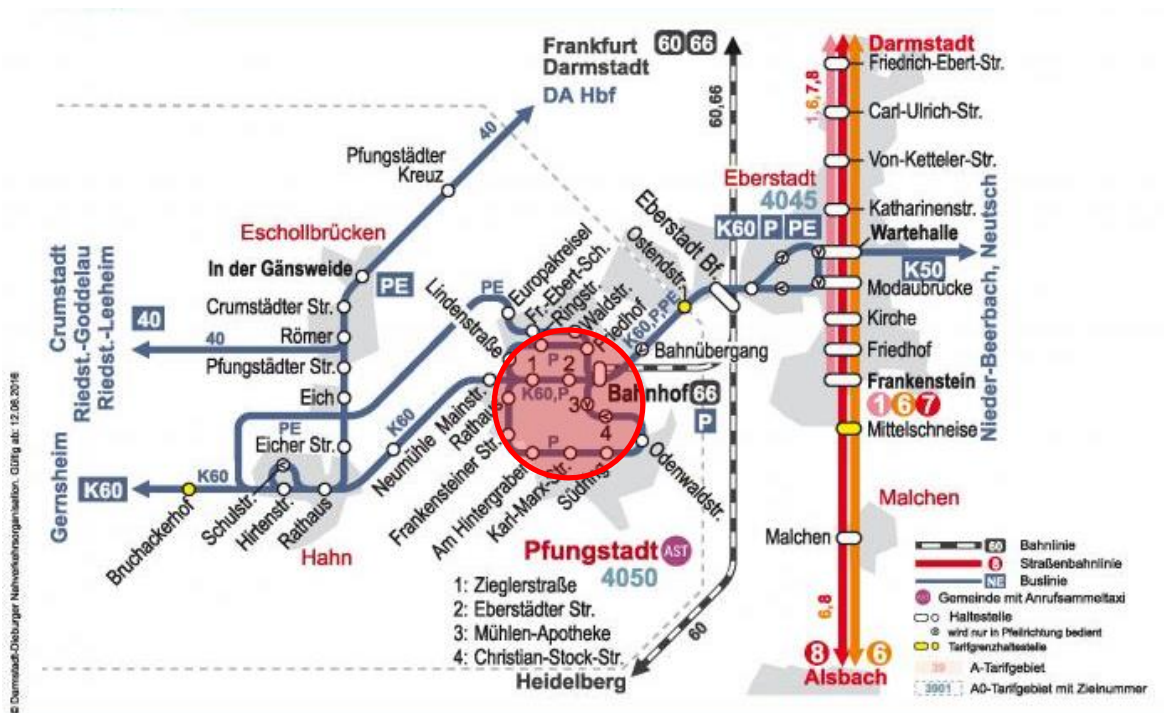


Abbildung 31 Linienetzplan Pfungstadt

(DADINA 2021)

Verbesserungen können nicht direkt durch die Kommune umgesetzt werden, sondern betreffen die Aufgaben der zuständigen Verkehrsträger.

Die Kommune kann allerdings durch die Einrichtung von Bürgerbussen, Anrufsammeltaxis (AST) und „Mitfahr“-haltestellen einen direkten Beitrag leisten und darüber hinaus im Rahmen ihrer Möglichkeiten auf eine Verbesserung des Bus- und Bahnangebotes hinwirken.

3.4.1.2. Nahmobilität

Das Potenzial zu einer verstärkten Nutzung der eigenen Füße und des Fahrrads ist grundsätzlich hoch. Deutschlandweit sind über 60 % der mit dem Auto zurückgelegten Wege kürzer als 10 Kilometer (MiD 2017). Auch wenn nicht alle dieser Wege mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt werden können – z.B. wegen schwerer Transporte oder der Begleitung von mobilitätseingeschränkten Personen oder aus topografischen Gründen – ist doch anzunehmen, dass ein großer Teil dieser Wege auch nichtmotorisiert zurückgelegt werden kann, ohne größere Komfortverluste erleiden zu müssen.

Die Nahmobilitätsstrategie des Landes Hessen zielt dabei nicht nur auf die Förderung dieser Verkehrsmittel, sondern auf eine ganzheitliche Betrachtung ab. Dabei wird Nahmobilität auch als „Basismobilität“ verstanden, da sie die Basis für andere Mobilitätsformen bildet (HMWEVL 2017) und gleichzeitig Zugänge zu alternativen Angeboten (bspw. Bushaltestellen, Mobilitätsstationen oder Abstellanlagen) schafft. Eine Förderung der Nahmobilität verspricht zudem lebenswerte Orte und Innenstädte mit einer hohen Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum, sowie die Förderung der sozialen Teilhabe aller Bürgerinnen und Bürger und nicht zuletzt des Klimaschutzes.

Unterstützt wird die Umsetzung der Nahmobilitätsstrategie des Landes Hessen durch die Arbeitsgemeinschaft Nahmobilität Hessen (AGNH). Ziel ist es dabei, die Bedingungen für den Fuß- und Radverkehr in Verbindung mit anderen Verkehrsmitteln zu verbessern und Nahmobilität als integralen Bestandteil des Verkehrssystems zu etablieren.

Pfungstadt ist Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Nahmobilität Hessen (AGNH), hat jedoch bisher noch keine Projekte im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft durchgeführt (mobiles-Hessen). Das Potenzial dieser Mitgliedschaft sollte besser ausgenutzt werden. Durch die lang gezogene Form der Stadt ist eine gute Vernetzung der Stadtteile durch andere Verkehrsmittel als Bus, Bahn und PKW wichtig, um den Verkehr zu entlasten.

Es gibt einen Maßnahmenplan aus dem in 2017 erstellten Mobilitätsplan „Südhessen Effizient“ für Darmstadt, den Landkreis Darmstadt-Dieburg und Kreis Groß-Gerau für die Stadtverwaltung Pfungstadt.

Radverkehr

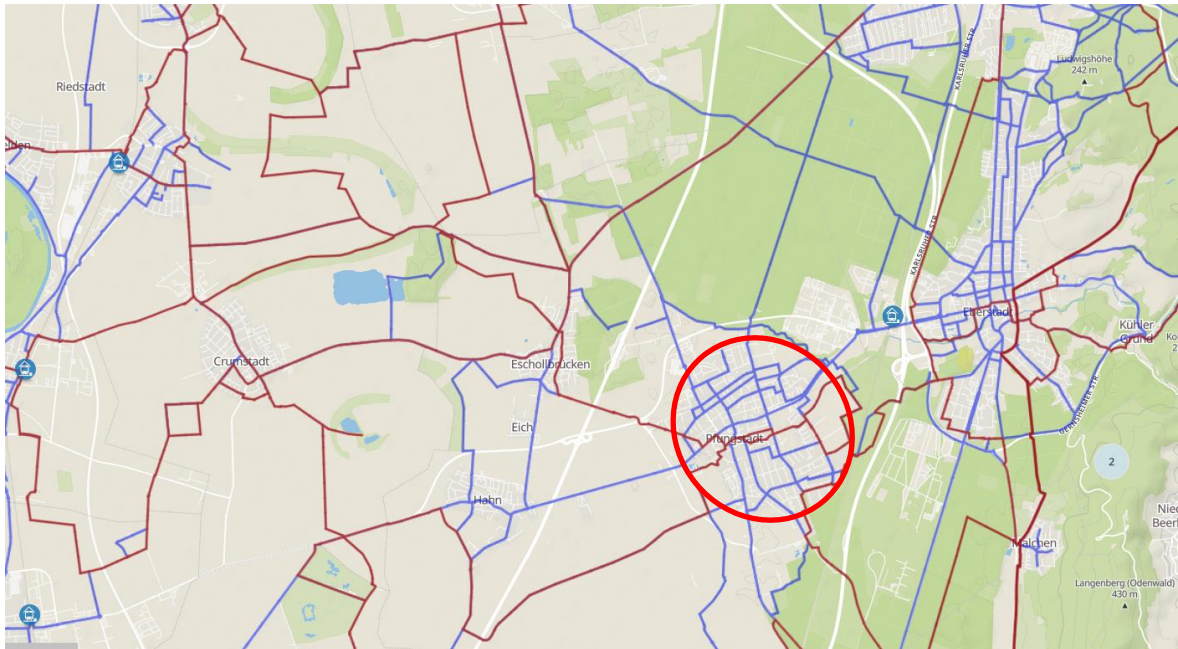


Abbildung 32 Bestandsnetz Radverkehr nach den Daten des Radroutenplaners Hessen

Es ist zu sehen, dass von Pfungstadt ein umfangreiches Radwegenetz existiert, dass Pfungstadt mit dem Umland gut vernetzt.

Eine wichtige Unterstützung stellt dabei der Radroutenplaner des Landes Hessen dar. Auf dieser Website kann man Radrouten in ganz Hessen planen und dabei auch öffentliche Nahverkehrsmittel mit in den Plan einbeziehen. Dabei kann man sowohl seine eigene Route planen, als auch vorgegebene „Themenrouten“ aufrufen. Hindernisse wie Treppen oder starke Steigungen werden ebenfalls angezeigt (RRP 2019).

3.4.1.3. Inter- und Multimodalität

Bei inter- und multimodalen Angeboten werden verschiedene Verkehrsmittel kombiniert. Voraussichtlich wird ihre Bedeutung bei der Gestaltung der Mobilität der Zukunft weiter zunehmen. Multimodalität meint die Nutzung verschiedener Verkehrsmittel im Laufe eines überschaubaren Zeitraums, z.B. einer Woche. Angebote wie Fahrradverleihsysteme und Car-Sharing können zur Förderung multimodalen Verhaltens beitragen. Unter Intermodalität bzw. intermodalem Verkehrsverhalten ist zu verstehen, dass eine Person auf einem Weg unterschiedliche Verkehrsmittel nutzt. Häufig wird dabei der an feste Zeiten und Orte gebundene ÖPNV mit einem flexibleren Verkehrsmittel wie dem Auto oder dem Fahrrad kombiniert. So wird beim Park-and-Ride oder Bike-and-Ride die erste (ggf. auch die

letzte) Etappe eines Weges mit dem Auto bzw. dem Fahrrad zurückgelegt und die anschließende Etappe zum Ziel mit dem ÖPNV.

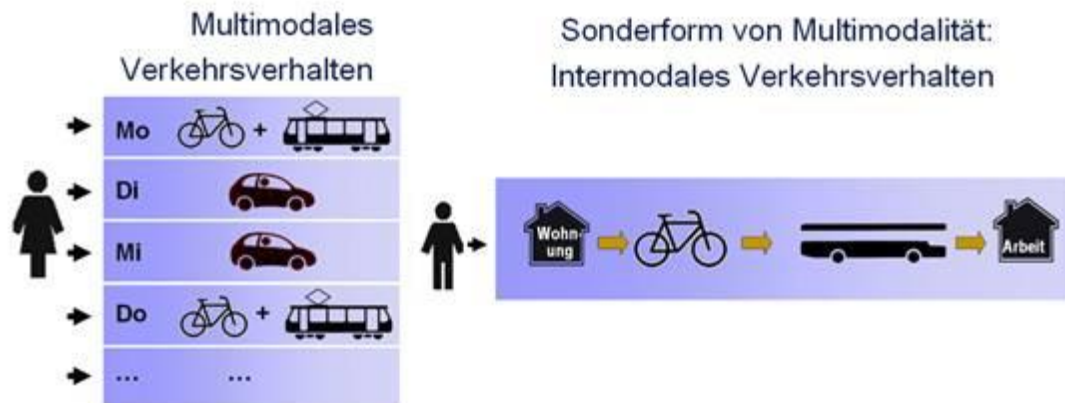


Abbildung 33 Multimodalität und Intermodalität

(Quelle: TU Dresden 2010)

Um eine größtmögliche Akzeptanz der verschiedenen Angebote zu erreichen, ist es vorteilhaft sich in die Nutzerperspektive zu versetzen. Die einzelnen Verkehrsmittel müssen also zusammen gedacht werden und ineinandergreifen. Dies kann gerade für Pendler relevant sein. Durch eine umfassende Förderung und Integration, beispielsweise des Fahrrads, in den Umweltverbund werden multi- und intermodale Nutzungen attraktiver. Dies kann z.B. über Verknüpfungspunkte des Verkehrs (z.B. die Bahnhofsstationen in Pfungstadt) gelingen. So genannte Mobilitätsstationen verbinden die einzelnen Verkehrsmittel baulich, organisatorisch und in der Außendarstellung.

Eine Mobilitätsstation ist i.d.R. ein Bahnhof, der mit Park-and-Ride (P+R) sowie Bike-and-Ride (B+R) und Car- und / oder Bike-Sharing-Angebot als Verknüpfungspunkt ausgebaut ist und zudem Fahrkarten, Service und Informationen bietet.

3.4.2 Treibhausgas-Reduktionspotenzial im Mobilitätssektor

3.4.2.1. Vorgehensweise

Der Verkehrssektor trägt wesentlich zu den Treibhausgasemissionen bei und hat in den letzten Jahren als Treibhausgas-Emittent an Relevanz gewonnen: Als einziger Sektor hat der Verkehrssektor seit 1990 keine Rückgänge zu verzeichnen.

Anders als beispielsweise in den Sektoren „Wärme“ und „Energieerzeugung“ ist die Quantifizierung der Treibhausgas-Minderungspotenziale im Verkehrssektor jedoch schwierig. Das hat mehrere Gründe. So liegen für die Ist-Situation nur überschlägige Daten zur Jahrfahrleistung aufgrund Dauerzählstellen und Modellberechnungen vor; es gibt keine

repräsentative Befragung zum Verkehrsverhalten. Außerdem beziehen sich die Maßnahmen überwiegend auf den Quell-, Ziel- und Binnen-Verkehr, während sich die ermittelten Treibhausgas-Emissionen (da Territorialprinzip) auf die Fläche der Stadt Pfungstadt beziehen. Schließlich sind die Wirkungsketten im Verkehrsbereich äußerst komplex – manche Maßnahmen hängen voneinander ab bzw. verstärken sich gegenseitig (z. B. sichere Radwege und Radabstellanlagen), bei vielen zeigen sich Effekte erst langfristig in Verhaltensänderungen (z. B. höhere Zuverlässigkeit des ÖV), und es bestehen Wechselwirkungen zu Aspekten, die nicht auf kommunaler Ebene entschieden werden (z. B. Anreize für den Kauf von Elektroautos). Eine Quantifizierung der Minderungspotenziale für einzelne Maßnahmen scheidet damit aus. Nachfolgend werden daher nach einem Überblick über die deutschlandweite Situation und theoretische Einsparmöglichkeiten in Pfungstadt die auf die verschiedenen Handlungsansätze bezogenen Treibhausgas-Minderungspotenziale erläutert.

Bundesweite Szenarien für den Verkehrssektor

Eine überschlägige Berechnung der Treibhausgas-Minderungspotenziale kann mittels der Ergebnisse der Renewbility III-Studie (BMU 2016b) ermittelt werden. Darin wurden unterschiedliche Szenarien entwickelt, und die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen im Verkehrsbereich unter Annahme dieser Szenarien berechnet (Basisjahr: 2010, nationaler Verkehr). Der bundesweiten Zielsetzung, die Treibhausgasemissionen bis 2030 im Vergleich zu 1990 um 65 % zu verringern, ist der Verkehrssektor am wenigsten nahegekommen. Dies liegt u.a. an einer gleichbleibenden Popularität des (Privat-)Kfz und gleichzeitig nur marginal verringerten Treibstoffverbräuchen pro Strecke. Erzielte Effizienzgewinne von Kfz wurden durch größere Fahrzeuge mit energieintensiven Ausstattungen zunichte gemacht. Weitere Ursachen für den geringen Rückgang der Treibhausgas-Emissionen im Verkehrsbereich ist eine Verlagerung des Gütertransports von der Schiene auf die Straße (vgl. auch UBA 2016).

Welches Szenario eintritt, hängt wesentlich davon ab, welche Gestaltungsspielräume der Bund und die EU nutzen, da sie eine Vielzahl von Rahmenbedingungen setzen. Nichtsdestotrotz hat auch eine Kommune Einfluss auf die Reduktion von verkehrlichen Treibhausgas-Emissionen. Gestaltungsmöglichkeiten bestehen vor allem auf planerischer Ebene (zum Beispiel: Straßenraumgestaltung, Infrastrukturangebote, etc.), der Ebene von Information, Kommunikation und Management (zum Beispiel: im Rahmen der Beratung von Unternehmen zu betrieblichem Mobilitätsmanagement (IVM 2016), Logistikkonzepte (HSBA 2017)), aber auch rechtlich (über entsprechende Satzungen) und finanziell (zum Beispiel: Gebühren).

Um die genannten Emissionsreduktionen zu erreichen, sind konkrete Maßnahmen und Instrumente notwendig. Das Handlungsrepertoire von Städten und Gemeinden umfasst

dabei vor allem die Siedlungs- und Verkehrsplanung, die Förderung umweltgerechter Verkehrsträger sowie bedingt Verbraucherinformation / Fahrverhalten. Die Instrumente mit den größten Einsparpotenzialen (ökonomische Maßnahmen sowie gesetzgeberische Maßnahmen zur Verbesserung der Fahrzeugeffizienz) sind Bund bzw. EU vorbehalten. Zur Berechnung der potenziellen Einsparmöglichkeiten werden Studien (Öko-Institut 2014a, IFEU 2016) genutzt.

3.4.2.2. Abschätzung der Reduktionspotenziale in der Stadt Pfungstadt

Zur Abschätzung der Reduktionspotenziale in der Stadt Pfungstadt wurden zwei Szenarien entwickelt:

- Ein AKTIV-Szenario, bei dem die Stadt und die sonstigen Akteure auf allen übergeordneten Ebenen (Kreis, Region, Land, Bund, EU) aktiv für eine klimafreundliche Mobilität arbeiten und die zur Verfügung stehenden Maßnahmen ausschöpfen
- Ein TREND-Szenario, bei dem die Stadt Pfungstadt keine zusätzlichen Maßnahmen unternimmt und insofern nur die übergeordneten Trends und Maßnahmen wirken. Hier wird allerdings auch davon ausgegangen, dass die Akteure auf den übergeordneten Ebenen eine Politik des „weiter so wie bisher“ betreiben.

Nachfolgend werden einige Bereiche der Maßnahmen beschrieben, die im Rahmen der Handlungsmöglichkeiten der Stadt Pfungstadt liegen.

Nahmobilität stärken

Die Handlungsempfehlungen zur Förderung der Nahmobilität und Verkehrssicherheit zielen darauf ab, den Rad- und Fußverkehr attraktiver zu gestalten. Ziel ist stets, durch attraktive Angebote mehr Menschen zum Zufußgehen und Radfahren zu motivieren und den Anteil der zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückgelegten Wege zu erhöhen. Dabei steht die Erhöhung der Verkehrssicherheit besonders im Fokus.

Neben den positiven Wirkungen für den Klimaschutz, die Aufenthaltsqualität und die Luftqualität sind bei dem Maßnahmenbündel zur Nahmobilität die positiven Effekte des Zufußgehens und Radfahrens auf die Gesundheit und die soziale Teilhabe hervorzuheben. All dies kommt dem Gemeinwesen zugute. Entgegen verbreiteter Befürchtungen profitiert auch die lokale Wirtschaft, insbesondere der innerstädtische Einzelhandel, von einer gestärkten Nahmobilität: Radfahrer und Fußgänger beleben Straßen und öffentliche Plätze, sie fahren nicht mit dem Auto vorbei, sondern bleiben eher stehen und kaufen ein – nicht umsonst sind Fußgängerzonen die 1A-Lagen des Einzelhandels.

Das Potenzial zu einer verstärkten Nutzung der eigenen Füße und des Fahrrads ist hoch. Deutschlandweit sind über 60% der mit dem Auto zurückgelegten Wege kürzer als 10 Kilometer (MiD 2017). Auch wenn nicht alle dieser Wege mit dem Fahrrad oder zu Fuß zurückgelegt werden können – z.B. wegen schwerer Transporte oder der Begleitung von

mobilitätseingeschränkten Personen – ist doch anzunehmen, dass ein großer Teil dieser Wege auch nicht-motorisiert zurückgelegt werden kann, ohne größere Komfortverluste erleiden zu müssen.

Die vom Umweltbundesamt herausgegebene Studie „Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz“ zeigt, dass bei einer Verlagerung von 50 % der kurzen Wege vom motorisierten Individualverkehr auf das Fahrrad der Radverkehrsanteil um elf Prozentpunkte erhöht werden kann (Der Anteil der zu Fuß und mit dem ÖPNV zurückgelegten Wege wird dabei als konstant angenommen). Der Ausstoß von Treibhausgas und Partikeln wird dadurch um jeweils 3% verringert. Noch größer sind die Wirkungen, wenn alle mit dem Rad sehr gut und gut erreichbaren Ziele tatsächlich mit dem Fahrrad zurückgelegt werden: Das entsprechende Szenario „Wahrnehmung des Rads als Option“ geht von einer Reduzierung des Treibhausgas-Ausstoßes um bis zu 11 % aus (UBA 2013).

Die positiven Wirkungen des Fußverkehrs lassen sich nur schwer in quantitativen Werten ausdrücken. Eine verbesserte Aufenthaltsqualität und Nahmobilität sind jedoch im Gesamtkontext zu sehen und können mittelfristig zu einem nahmobilitätsfreundlichen Klima beitragen.

ÖPNV stärken

Der ÖPNV ist Bestandteil des Mobilitätssystems der Stadt Pfungstadt. Er trägt dazu bei, die Standortqualität zu sichern und zu verbessern sowie die Mobilitätsbedürfnisse der Menschen in der Region – Einwohner wie auch Gäste – zu befriedigen.

Der ÖPNV liefert als Teil des so genannten Umweltverbundes gemeinsam mit dem Fußverkehr, dem Fahrradverkehr und weiteren effizienten Mobilitätsangeboten einen wichtigen Beitrag zur Bewältigung der kommenden Herausforderungen wie Klimawandel, Verringerung der Luftschadstoffe und Lärmemissionen. Wichtig ist es deshalb, den ÖPNV entsprechend attraktiv und zielgruppenspezifisch auszubauen, da nur so PKW-Fahrten auf Stadtbusse und Bahnen verlagert werden können und somit nachhaltig Treibhausgas reduziert werden kann. Das Umweltbundesamt geht bei einer entsprechenden Förderung des ÖPNV-Angebots in Städten davon aus, dass circa 10 % aller mit dem PKW innerstädtisch zurückgelegten Wege auf den ÖPNV verlagert werden und deutschlandweit so bis zu 2,6 Millionen Tonnen Treibhausgas eingespart werden könnten (UBA 2010).

Die Anbindung der verschiedenen Schulstandorte für Schülerinnen und Schüler sowie der Arbeitsplatzschwerpunkte für Berufspendler ist ein wichtiger Bestandteil des ÖPNV-Angebotes in Pfungstadt.

Zentrale Anforderung bei der Ausgestaltung des ÖPNV-Angebots ist die leichte, einfache und bequeme Nutzbarkeit für die Menschen (Takt, Erschließung, Schnelligkeit,

zweckmäßige und ansprechende Stationen und Fahrzeuge, attraktives Tarif- und Vertriebssystem, ausreichende und leicht zugängliche Informationen). Weiterer wichtiger Aspekt ist die Verlässlichkeit, die sich durch Pünktlichkeit und Anschlusssicherheit ausdrückt. Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels ist das im Personenbeförderungsgesetz definierte Ziel zu realisieren, bis zum Jahr 2022 eine vollständige Barrierefreiheit im ÖPNV zu erreichen.

Zu klimafreundlicher Mobilität informieren und Marketing betreiben

Die Handlungsempfehlungen zur Beratung und Information zu nachhaltiger Mobilität zielen darauf ab, Mobilitätsangebote an die mobilen Menschen zu bringen, sie gezielt auf deren Bedürfnisse zuzuschneiden und nach und nach nachhaltigere Mobilitätskulturen zu etablieren. Information und Marketing sind notwendige Grundlagen, um Wissen über verschiedene Mobilitätsangebote zu vermitteln und eine nachhaltige Mobilitätskultur zu entwickeln. Mobilitätsangebote können noch so gut sein – sie werden nur dann ein Erfolg, wenn sie allgemein bekannt und gesellschaftlich anerkannt sind. Die Treibhausgas-Einsparungen von Information und Marketing als isolierte Maßnahmen sind nicht bezifferbar.

Mobilitätsstationen aufbauen für die Inter- und Multimodalität

Die Vernetzung von Verkehrsmitteln erleichtert die Verknüpfung verschiedener Verkehrsmittel auf einem Weg (Intermodalität) sowie die situationsangepasste Nutzung verschiedener Verkehrsmittel für unterschiedliche Wege (Multimodalität).

Ein Beispiel für Intermodalität ist, mit dem Fahrrad zum Bahnhof zu fahren, dort den Zug zu nehmen und am Zielort mit einem Leihfahrrad weiterzufahren. Um Intermodalität zu erleichtern, bedarf es in diesem Beispiel einer sicheren Fahrradabstellanlage am Startort und eines Leihfahrradsystems am Zielort. Es gilt also, die beiden Systeme Rad und Bahn gut zu verknüpfen.

Multimodales Verhalten legt beispielsweise jemand an den Tag, der für seine Wege im Nahbereich überwiegend Fuß und Fahrrad nutzt und nur für den Transport größerer Waren auf ein Auto zurückgreift. In diesem Fall erleichtern beispielsweise Carsharing-Angebote und Mitfahrssysteme den Verzicht auf ein eigenes Auto. Generell bedeutet also eine Vernetzung von Verkehrsmitteln ein Mehr an Mobilitätsangeboten und individuellen Mobilitätsoptionen.

Konkrete und differenzierte Einsparberechnungen bezüglich Emissionen existieren für dieses Handlungsfeld bisher nicht. Zu beachten ist jedoch, dass durch eine zunehmende Vielfalt an Mobilitätsangeboten die Abhängigkeit von einem eigenen Privat-PKW sinkt. So können also mehr Menschen nicht nur bestimmte Wege vom PKW auf andere Verkehrsmittel verlagern, sondern auf längere Sicht auf ein eigenes Auto verzichten. Wer jedoch keinen eigenen PKW hat, ist verkehrssparsamer und umweltfreundlicher unterwegs: Im Szenario

„Autonutzung statt Besitz“ ermittelt eine vom Umweltbundesamt herausgegebene Studie eine Reduktion der Treibhausgas-Emission um 13 % bei konservativen Annahmen (UBA 2013).

Ausbau der Elektromobilität unterstützen

Die Elektromobilität kann einen entscheidenden Baustein zum Klimaschutz beitragen, vorausgesetzt, der Strom wird aus regenerativen Quellen gewonnen. Dabei ist es wichtig nicht nur den Kfz-, sondern auch Radverkehr sowie den Wirtschaftsverkehr im Bereich Elektromobilität und Ladeinfrastruktur mitzudenken. Eine besondere Fragestellung spielt dabei immer noch die Ladeinfrastruktur und Ladezeiten von E-Fahrzeugen. Insbesondere auf Seiten der E-Fahrzeuge spielt dabei die gefühlte unflexiblere Verfügbarkeit gegenüber konventionellen Fahrzeugen eine Rolle. Eine Analyse der zielgruppenspezifischen Bedürfnisse im Hinblick auf Fahrtziele, Standzeiten und Parkflächen kann dabei wichtige Erkenntnisse bringen und Hürden zur Nutzung Treibhausgas-neutraler Antriebstechnologien im Stadtverkehr abbauen. Die konkreten Treibhausgas-Einsparungen für batterieelektrisch betriebene Kraftfahrzeuge ist hingegen schwierig zu quantifizieren. Ein sehr optimistisches Szenario des Umweltbundesamtes ging dabei mittelfristig (bei 1 Mio. elektrisch betriebenen Fahrzeugen in Deutschland) von einem Einsparpotenzial von 1 % der im PKW-Verkehr emittierten Treibhausgas-Emissionen aus (UBA 2010).

4 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs und dessen Deckung in der Stadt Pfungstadt

In Kapitel 3 wurden die Potenziale zur Senkung der Treibhausgas-Emissionen durch Energieeinsparung, effiziente Energieerzeugung und Nutzung erneuerbarer Energiequellen untersucht. Es ist jedoch unklar, in welchem Umfang diese Potenziale zukünftig tatsächlich umgesetzt werden. Eine Prognose der zukünftigen Entwicklung ist nicht möglich. Deshalb wird mit Hilfe von zwei Szenarien eine Bandbreite möglicher Entwicklungen unter Zugrundelegung verschiedener Annahmen aufgezeigt.

Die Szenarien stellen dar, wie sich die Energieerzeugung und -nutzung und die damit verbundenen Treibhausgas-Emissionen unter vorher definierten Annahmen in Zukunft entwickeln können. Im TREND-Szenario wird davon ausgegangen, dass die Trends der letzten Jahre sich auch in Zukunft ähnlich fortsetzen werden. Dagegen wird im AKTIV-Szenario von verstärkten Klimaschutzbemühungen ausgegangen, die sich positiv auf die Energie- und Treibhausgas-Bilanz auswirken. In den beiden Szenarien wird von einer unterschiedlich starken Umsetzung der zuvor beschriebenen technisch-wirtschaftlichen Potenziale ausgegangen (siehe hierfür auch Vorbemerkungen zur Potenzialanalyse in Abschnitt 3.1).

Auf Basis der Ergebnisse der Szenarien werden anschließend Ziele und Leitlinien für die Klimaschutzaktivitäten der Stadt Pfungstadt definiert. Dabei erfolgt eine Einordnung in den übergeordneten nationalen und landesweiten Rahmen.

4.1. Annahmen zu den Szenarien

Die wichtigsten Annahmen zu den Szenarien werden nachfolgend stichpunktartig dargestellt. Die Annahmen stützen sich im Wesentlichen auf bundesweite bzw. landesweite Zielsetzungen und Szenarien und wurden auf die Situation in Stadt Pfungstadt angepasst.

Annahmen zur Entwicklung des Energieverbrauchs	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
Die Sanierungsrate bei Wohngebäuden bleibt bei unter 1 % p.a. (Trendfortschreibung)	Die Sanierungsrate bei Wohngebäuden wird verdreifacht (circa 2,5 % p.a., Ziel der Bundesregierung)
Etwa 1/3 der vorhandenen Stromeinsparpotenziale werden genutzt (Haushalte)	Etwa 2/3 der vorhandenen Stromeinsparpotenziale werden genutzt (Haushalte; entspricht etwa den bundesweiten Zielsetzungen)
Steigerung Energieproduktivität in der Wirtschaft: 1,5 % p.a. (bundesweiter Durchschnitt der letzten Jahre)	Steigerung Energieproduktivität in der Wirtschaft: 2,1 % p.a. (Ziel Bundesregierung); zusätzlich Umsetzung von ausgewählten Einzelmaßnahmen bei Großunternehmen
Bis 2030: geringe Reduktion des Kraftstoffverbrauchs, Ausbau der Elektromobilität, teilweise Umsetzung zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung Nach 2030: Reduktion des Kraftstoffverbrauchs, Ausbau der Elektromobilität, teilweise Umsetzung zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung, synthetische Kraftstoffe	Bis 2030: Reduktion des Kraftstoffverbrauchs, stärkerer Ausbau der Elektromobilität, konsequente Umsetzung zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung Nach 2030: starke Reduktion des Kraftstoffverbrauchs, stärkerer Ausbau der Elektromobilität, konsequente Umsetzung zur Verkehrsvermeidung und -verlagerung, synthetische Kraftstoffe

Annahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien und KWK - Wärme	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
Bis 2030 werden etwa 5 % der Heizölheizungen durch Pelletkessel ersetzt, nach Berücksichtigung von 10 % Einsparung durch energetische Sanierung, danach Stagnation durch Wechselwirkung Ersatz und Einsparung	Bis 2030 werden etwa 20 % der Heizölheizungen durch Pelletkessel ersetzt, nach Berücksichtigung von 20 % Einsparung durch energetische Sanierung, danach Stagnation durch Wechselwirkung Ersatz und Einsparung
Solarthermie: bis 2030 wird circa 10 % des Ausbaupotenzials genutzt, danach kein weiterer Ausbau	Solarthermie: bis 2030 wird circa 20 % des Ausbaupotenzials genutzt, danach kein weiterer Ausbau
Geothermie / Umweltwärme: abhängig von Sanierungs- und Neubauquote (Wohngebäude) Nichtwohngebäude: circa 10 % des Ausbaupotenzials wird genutzt	Geothermie / Umweltwärme: abhängig von Sanierungs- und Neubauquote (Wohngebäude) Nichtwohngebäude: circa 20 % des Ausbaupotenzials wird genutzt
KWK: bis 2030 wird circa 10 % des Ausbaupotenzials genutzt, danach kein weiterer Ausbau	KWK: bis 2030 wird circa 20 % des Ausbaupotenzials genutzt, danach kein weiterer Ausbau
Biogas: kein Zubau	Biogas: kein Zubau

Annahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien und KWK - Strom	
TREND-Szenario	AKTIV-Szenario
Photovoltaik (Gebäude und Urban): bis 2030 Ausbau gemäß Ausbauziele EEG 2021, danach Ausbau gemäß Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“ (Prognos 2021)	Photovoltaik (Gebäude und Urban): bis 2030 stärkerer Ausbau als Ausbauziele EEG 2021, danach Ausbau gemäß Studie „Klimaneutrales Deutschland 2045“
Photovoltaik (Freiflächen und Agri): bis 2030 kein Zubau, danach Zubau von rund 2 MW _{peak}	Photovoltaik (Freiflächen und Agri): bis 2030 Zubau von circa 500 kW _{peak} , danach weiterer Zubau von rund 3,5 MW _{peak}
Biogas: Kein Zubau	Biogas: kein Zubau
feste Biomasse: kein Aus- bzw. Zubau bei der Stromerzeugung	feste Biomasse: kein Aus- bzw. Zubau bei der Stromerzeugung
Windenergie: kein Zubau	Windenergie: kein Zubau
KWK: bis 2030 wird circa 10 % des Ausbaupotenzials genutzt, danach kein weiterer Ausbau	KWK: bis 2030 wird circa 20 % des Ausbaupotenzials genutzt, danach kein weiterer Ausbau
Biogas: kein Zubau	Biogas: kein Zubau

4.2. Entwicklung des Energieverbrauchs

In der folgenden Abbildung 34 und Abbildung 35 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in den beiden Szenarien nach Verbrauchssektoren dargestellt. Ausgangspunkt sind die klimabereinigten Verbräuche für das Jahr 2019.

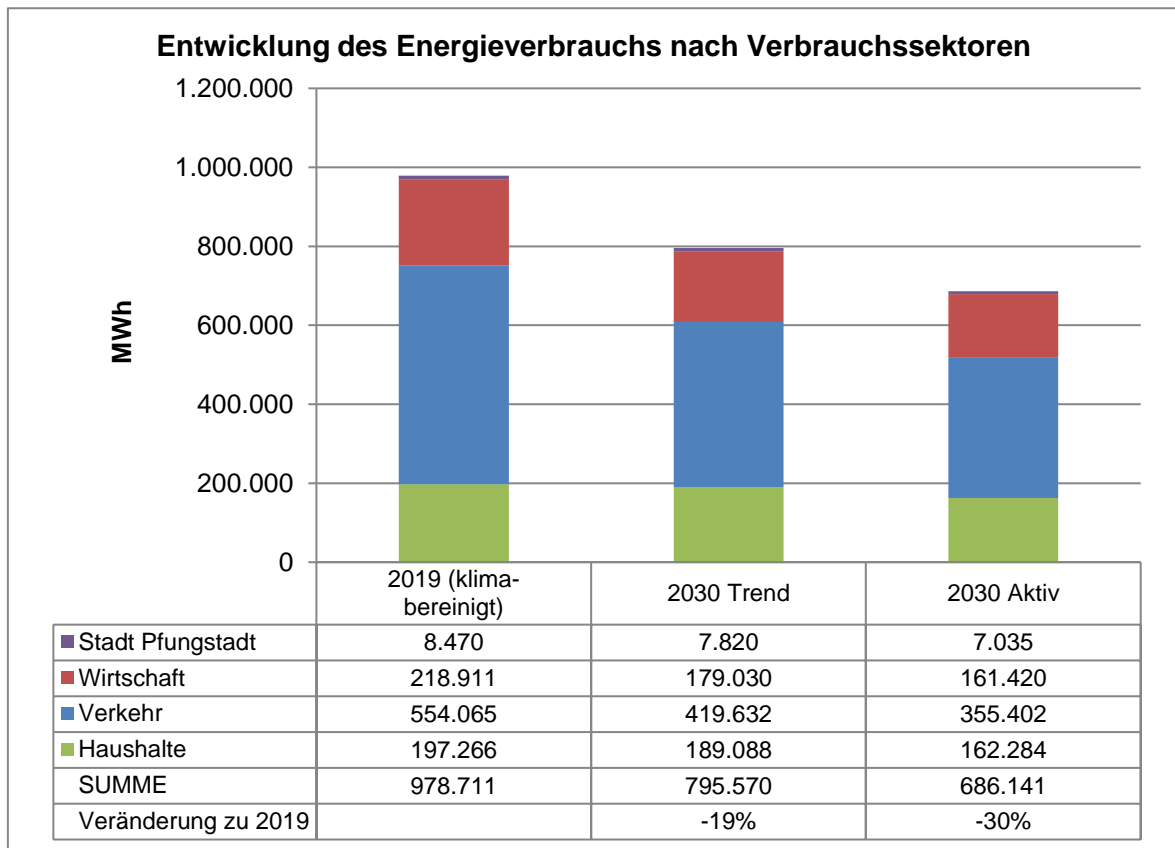


Abbildung 34 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren in der Stadt Pfungstadt im Szenario 2030

Es zeigt sich, dass der Energieverbrauch im TREND-Szenario bis zum Jahr 2030 lediglich um 19 % gegenüber dem Basisjahr 2019 reduziert werden kann. Dabei sind die Entwicklungen in den einzelnen Sektoren ähnlich, es gibt in allen Bereichen eine leichte Reduktion des Energieverbrauchs. Im Vergleich der Verbrauchssektoren leistet prozentual betrachtet die Stadt Pfungstadt einen wichtigen Beitrag.

Deutlich stärker wird der Energieverbrauch im AKTIV-Szenario zum 2030 reduziert. Hier ist ein Rückgang um insgesamt 30 % gegenüber dem Jahr 2019 zu verzeichnen. In diesem Szenario leistet die Stadt Pfungstadt Einsparnisse von 17 %. Die Haushalte erreichen einen Wert von 18 % und der Wirtschaftssektor 27 %. Die größten Einsparungen im Energieverbrauch verzeichnet der Verkehrssektor mit 39 %. Die Werte sind relativ auf den jeweiligen Ausgangswert bezogen.

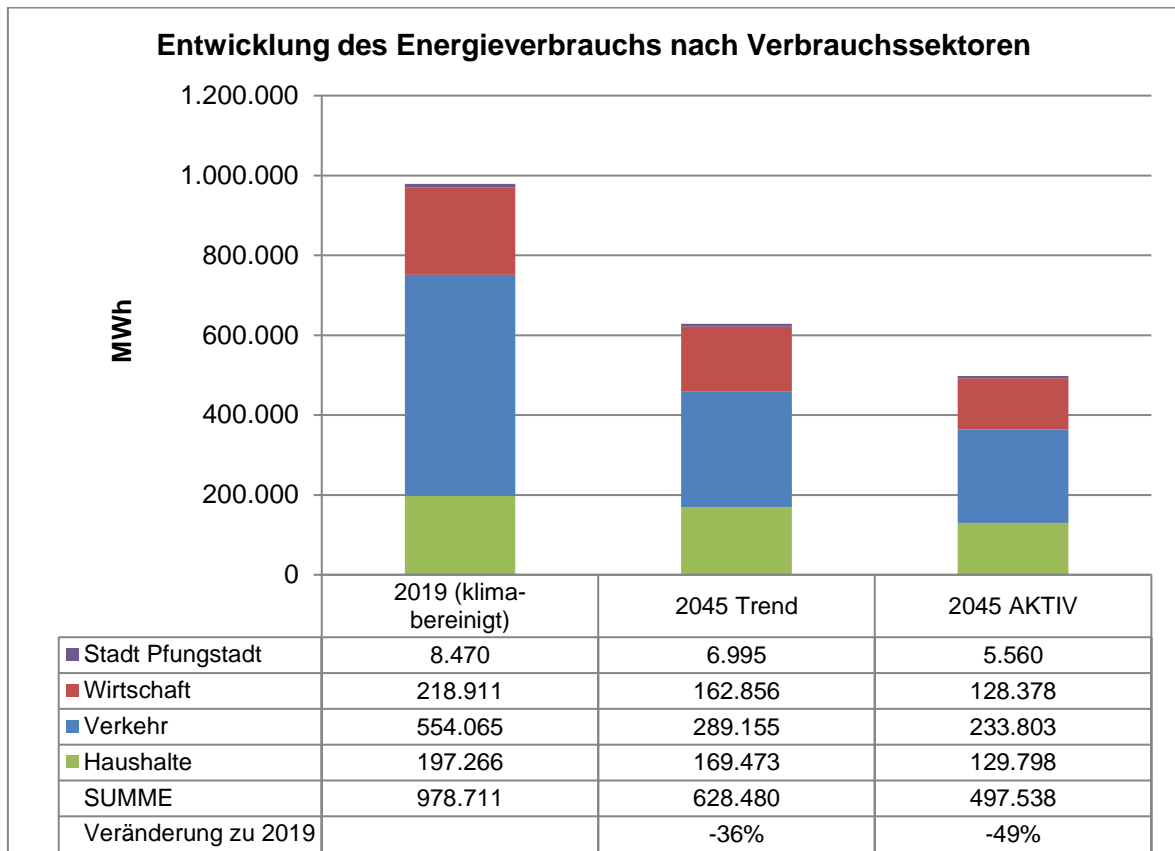


Abbildung 35 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Verbrauchssektoren in der Stadt Pfungstadt im Szenario 2045

Bezogen auf die Szenarien zum Jahr 2045 zeigt sich, dass der Energieverbrauch im TREND-Szenario bis zum Jahr 2045 lediglich um 36 % gegenüber dem Basisjahr 2019 reduziert werden kann. Dabei sind die Entwicklungen in den einzelnen Sektoren ähnlich, es gibt in allen Bereichen eine Reduktion des Energieverbrauchs. Im Vergleich der Verbrauchssektoren leistet die Stadt Pfungstadt einen Beitrag von 0,5 %.

Deutlich stärker wird der Energieverbrauch im AKTIV-Szenario mit 49 % reduziert. Im Vergleich der Verbrauchssektoren leisten die Stadt Pfungstadt und die Haushalte mit je rund 34 % (relativ auf den jeweiligen Ausgangswert bezogen) den geringsten Anteil. Der Wirtschaftssektor mit rund 41 % liegt im Mittelfeld während der Verkehrssektor den größten Anteil mit rund 58 % leistet.

Bezogen auf den Anwendungszweck wird der Endenergieverbrauch im Mobilitätsbereich im AKTIV-Szenario bis zum Jahr 2030 mit 36 % und der Wärmeverbrauch mit 24 % am stärksten reduziert. Beim Stromverbrauch (ohne Heizstrom, Elektromobilität) beträgt der Rückgang 17 %. Dies spiegelt die zuvor dargestellten verschiedenen großen Einsparpotenziale wieder und beinhaltet beim Stromverbrauch nicht den zusätzlichen Verbrauch, der

durch die Sektorenkopplung (Mobilität, Wärme) entsteht. Würde man diese zusätzlichen Verbräuche einberechnen, wüchse der Stromverbrauch um etwa 23 %.

Das liegt im Bereich der bundesweiten Einsparziele gemäß BMU Leitszenario 2011A, welches – jeweils gegenüber dem Jahr 2015 – für den Wärmeverbrauch bis zum Jahr 2030 ein Einsparpotenzial von 22 % und für den Stromverbrauch (ohne zusätzlichen Verbrauch im Mobilitätssektor) einen Rückgang von 15 % vorsieht (BMU 2012). Die Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 18.08.2021 beinhaltet die aktuellen Treibhausgasminderungsziele für das Jahr 2030 (KSG 2021). Diese beziehen sich allerdings auf das Jahr 1990. Zum Zeitpunkt der Bearbeitung waren den Autoren für den Zeitraum von 2019 bis 2030 keine aktuellen Studien bekannt.

Die Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern ist in der Abbildung 36 und Abbildung 37 dargestellt.

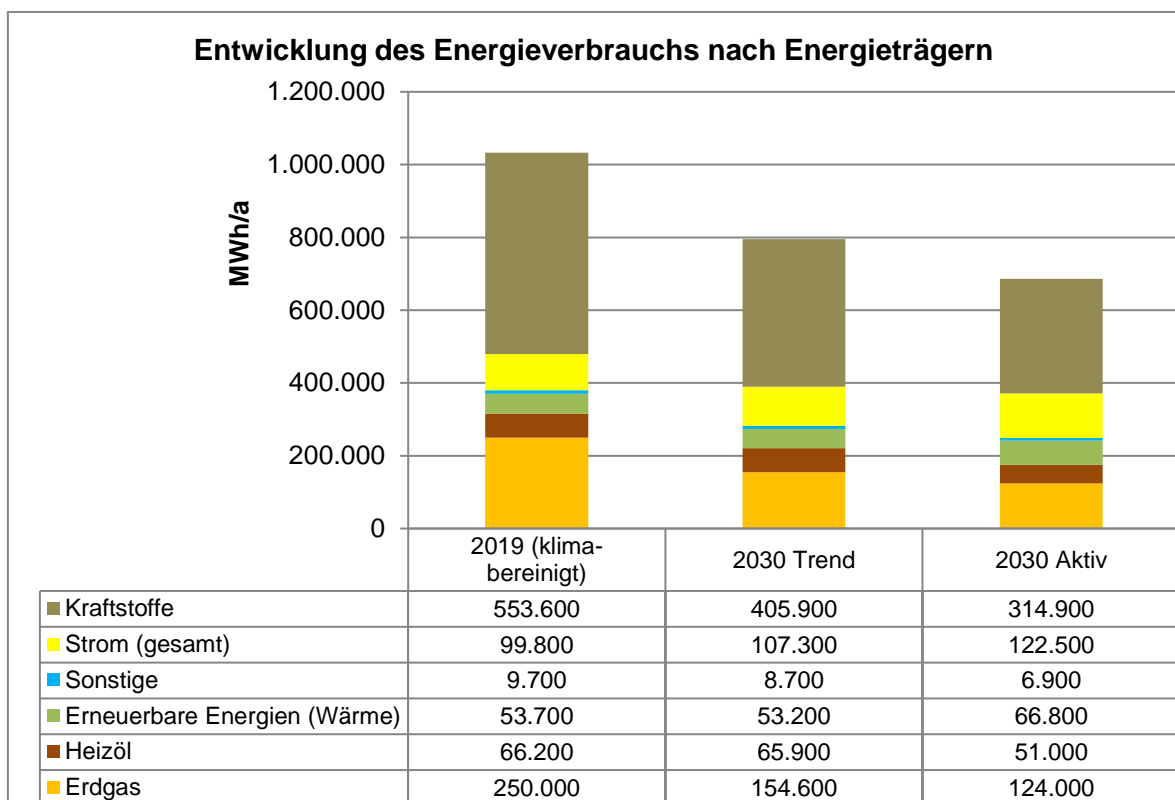


Abbildung 36 Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträgern im Szenario 2030

Im TREND-Szenario bis zum Jahr 2045 bleibt Erdgas der größte Energieträger. Allerdings nimmt die Energiebereitstellung aus erneuerbaren Energien im Gegensatz zu den anderen Energieträgern leicht zu, der Anteil erhöht sich dadurch um einige Prozentpunkte. Der Kraftstoffverbrauch sinkt stark.

Im AKTIV-Szenario bis zum Jahr 2045 ist eine stärkere Gewichtung der erneuerbaren Energien am Gesamtverbrauch erkennbar. Der Rückgang des Energieverbrauchs im Wärmebereich gegenüber dem Stützjahr 2019 liegt an der fortschreitenden Sanierung der Gebäude. Gleichzeitig gehen der Heizöl- und der Erdgasverbrauch stärker zurück als im TREND-Szenario. Durch den zusätzlichen Bedarf durch die Sektorenkopplung wächst der Stromverbrauch deutlich, anders als in der Potenzialanalyse dargestellt. Würde man diesen Effekt außer Acht lassen, dann wäre eine Reduktion des Stromverbrauchs um etwa 30 % (auf circa 38 GWh) möglich, durch den Zusatzverbrauch steigt der Stromverbrauch jedoch um circa 79 %.

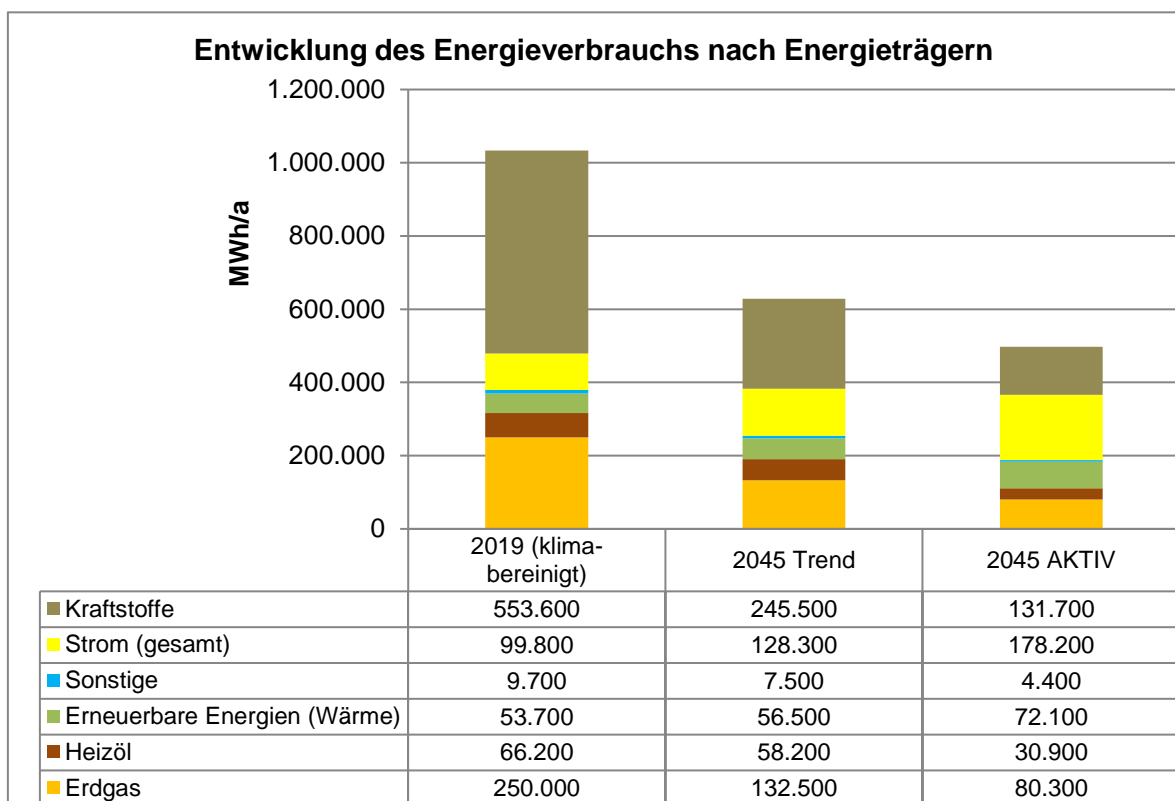


Abbildung 37 Szenarien zur Entwicklung des Energieverbrauchs nach Energieträger in der Stadt Pfungstadt im Szenario 2045

4.3. Entwicklung der klimaschonenden Strom- und Wärmeerzeugung

Die Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und effizienter Kraft-Wärme-Kopplung in den beiden Szenarien ist in Abbildung 38 und Abbildung 39 dargestellt.

In beiden Szenarien erfolgt eine deutliche Steigerung der Stromerzeugung aus Photovoltaik und Kraft-Wärme-Kopplung. Im TREND-Szenario im Jahr 2045 kann insgesamt ein bilanzieller Deckungsbeitrag von 40 % erreicht werden, was in etwa einer Vervierfachung im Vergleich zu heute entspricht.

Im AKTIV-Szenario im Jahr 2045 wird davon ausgegangen, dass der Ausbau der Photovoltaik deutlich stärker vorangetrieben wird, auch im industriellen Bereich. Damit könnte der bilanzielle Deckungsbeitrag auf circa 41 % gesteigert werden.

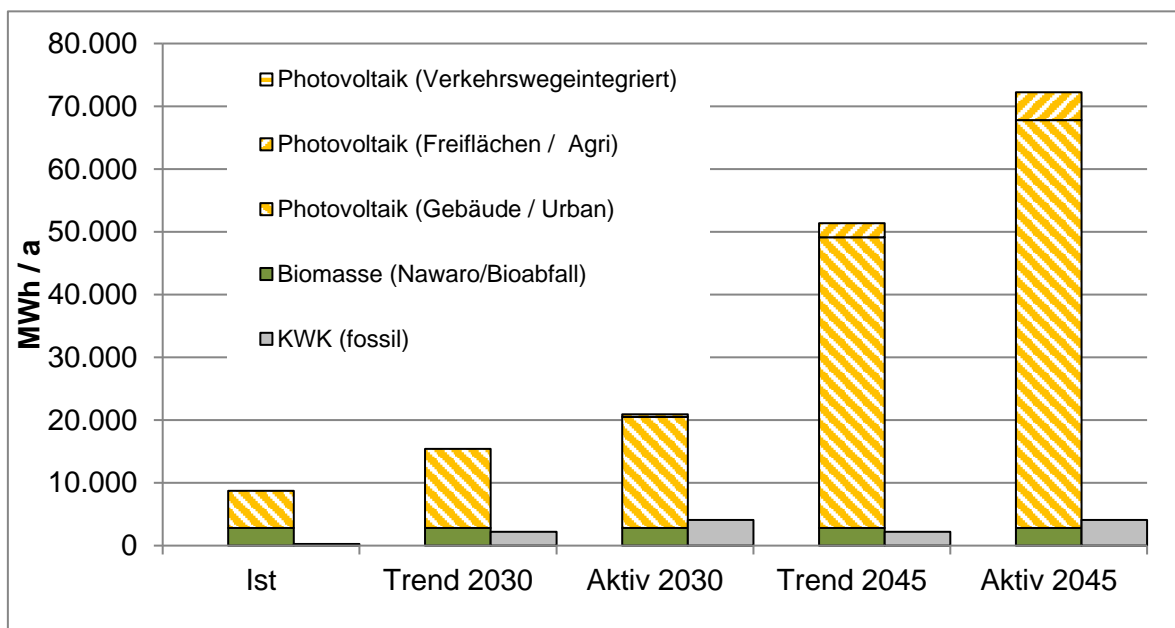


Abbildung 38 Szenarien zur Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung in der Stadt Pfungstadt

Damit wird deutlich, dass Pfungstadt auch im AKTIV-Szenario keine 100%ige bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs aus erneuerbaren Energien und KWK erreichen kann. Grund dafür sind die strukturellen und natürlichen Gegebenheiten. Die Themen Windenergie, Wasserkraft und Biogas spielen aufgrund dieser Rahmenbedingungen in Pfungstadt keine nennenswerte Rolle und ohne diese Techniken sind höhere Deckungsbeiträge nur schwer erreichbar. Durch die Sektorenkopplung (hier insbesondere die Elektromobilität) in den Szenarien wird der bilanzielle Deckungsgrad auch bei einem starken Zubau nicht größer.

Im Wärmebereich sieht die Entwicklung der erneuerbaren Energien und KWK entsprechend der Potenzialanalyse relativ ähnlich aus (vgl. Abbildung 39). Im TREND-Szenario erfolgt nur eine geringe Steigerung, die insbesondere aus den Bereichen feste Biomasse, Umweltwärme und KWK resultiert. Insgesamt steigt der Deckungsbeitrag von heute circa 17 % auf 26 % im Jahr 2045.

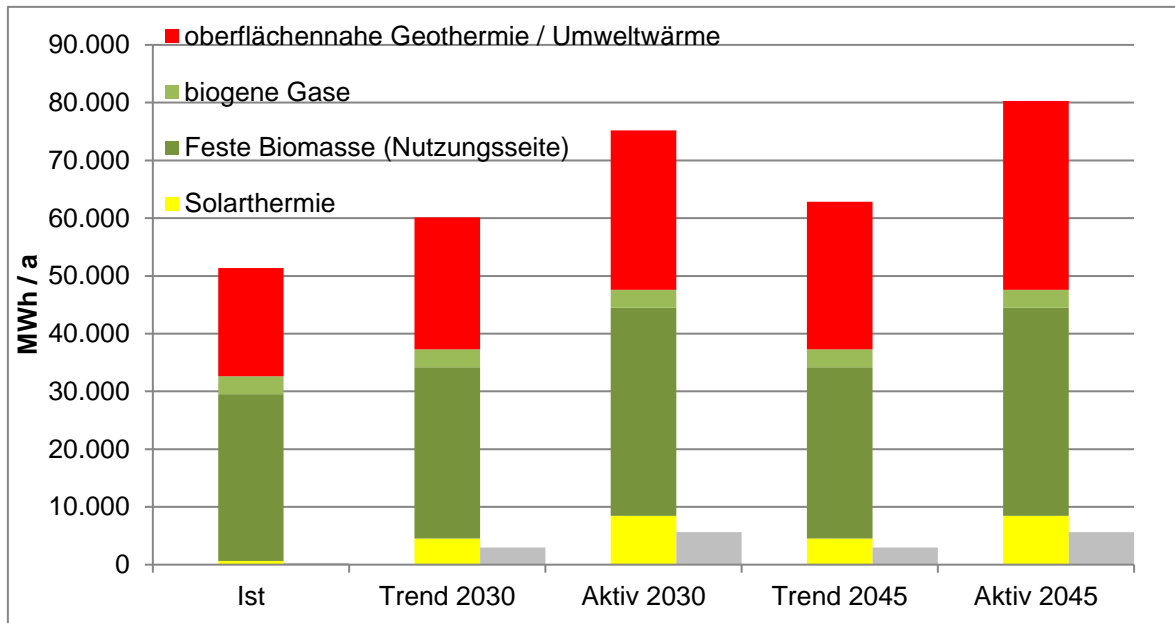


Abbildung 39 Entwicklung der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien

Im AKTIV-Szenario wird von einem stärkeren Zuwachs bei Solarthermie, Umweltwärme und KWK und auch von einer Steigerung der Wärmeerzeugung aus Holz(pellets) ausgegangen. Bei gleichzeitiger Umsetzung der zuvor analysierten Einsparmöglichkeiten im AKTIV-Szenario für das Jahr 2045 könnte ein Deckungsbeitrag von 45 % erreicht werden.

In Bezug auf den Wärmeverbrauch sind die Voraussetzungen in Pfungstadt ähnlich wie in anderen Städten. Eine 100%ige Deckung des Wärmeverbrauchs ist in der Regel nicht möglich und auch auf Bundesebene nicht das Ziel. Umso wichtiger ist es daher, im Wärmebereich Einspar- und Effizienzmaßnahmen umzusetzen.

4.4. Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen

Aus der zuvor dargestellten Entwicklung des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung in den Szenarien können die Treibhausgas-Emissionen berechnet werden. Anhand eines Stufenmodells werden die Emissionen nachfolgend den verschiedenen Energieanwendungen Wärme, Strom und Mobilität zugeordnet. Das hier angewendete Bilanzierungsverfahren erfolgt nach den Empfehlungen des Klimabündnisses (Morcillo 2011), in dem für den Stromverbrauch der bundesweite Strommix angesetzt wird (siehe auch

Erläuterung bei der Treibhausgas-Bilanz, Abschnitt 2.1). Dabei wird auch auf Bundes-ebene von unterschiedlichen Entwicklungen im TREND- bzw. AKTIV-Szenario ausgegangen. Um gleichzeitig darzustellen, welche Beiträge die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien vor Ort zur Emissionsminderung leistet, wird in Abschnitt 4.5 dargestellt, wie hoch die Treibhausgas-Vermeidung durch die Erzeugung vor Ort ist.

Die Stufendiagramme in Abbildung 40 und Abbildung 41 veranschaulichen, dass die Entwicklung in den Szenarien sehr unterschiedlich ist. Die Betrachtungen beziehen sich auf den Startwert im Jahr 2019 (klimabereinigte Werte).

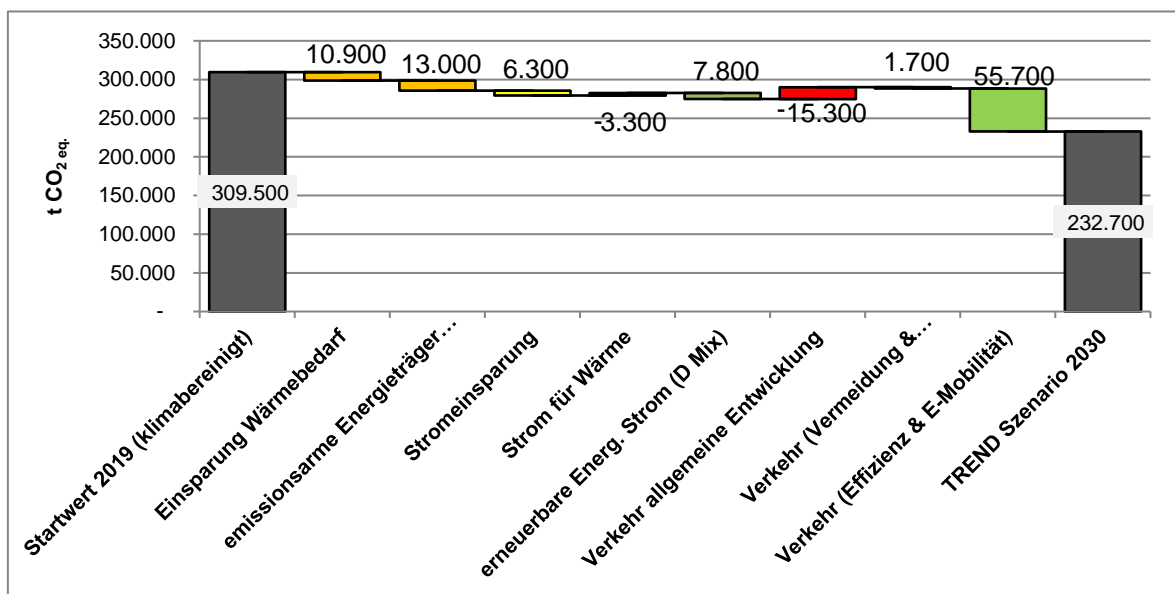


Abbildung 40 Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen im Szenario TREND für die Stadt Pfungstadt für das Jahr 2030

Im TREND-Szenario sinkt der Treibhausgas-Ausstoß bis zum Jahr 2030 auf circa 232.700 t CO₂ eq, was einer Reduktion um circa 25 % gegenüber 2019 entspricht. Der größte Beitrag erfolgt durch die Effizienzsteigerungen und die Elektromobilität, danach folgt die Wärmewende. Die bundesweite Minderung der Treibhausgas-Emissionen aus der Stromerzeugung hat einen geringen Anteil von der auch die Stadt Pfungstadt profitiert. Die Pro-Kopf-Emissionen für Pfungstadt lagen im Jahr 2019 bei 12,3 t CO₂ eq pro Einwohner (klimabereinigte Werte). Im TREND-Szenario ist eine Reduktion auf 9,3 t CO₂ eq / EW im Jahr 2030 möglich.

Im AKTIV-Szenario können die Treibhausgas-Emissionen deutlich stärker reduziert werden. Dies zieht sich durch alle Energieanwendungen: der Wärmeverbrauch wird durch die verstärkten Sanierungstätigkeiten und eine höhere Effizienz im Wirtschaftssektor deutlich gesenkt, gleichzeitig kommen verstärkt erneuerbare Energien und die effiziente KWK zum Einsatz. Der Stromverbrauch wird durch Einspar- und Effizienzmaßnahmen (die KWK

wird auf der Stromseite gutgeschrieben) nochmals deutlich stärker reduziert als im TREND-Szenario. Zudem wird im Verkehrssektor auf allen Entscheidungsebenen (EU, Bund, Länder) eine forcierte Klimaschutzstrategie unterstellt, so dass auch hier eine deutliche Senkung der Treibhausgas-Emissionen ermöglicht wird.

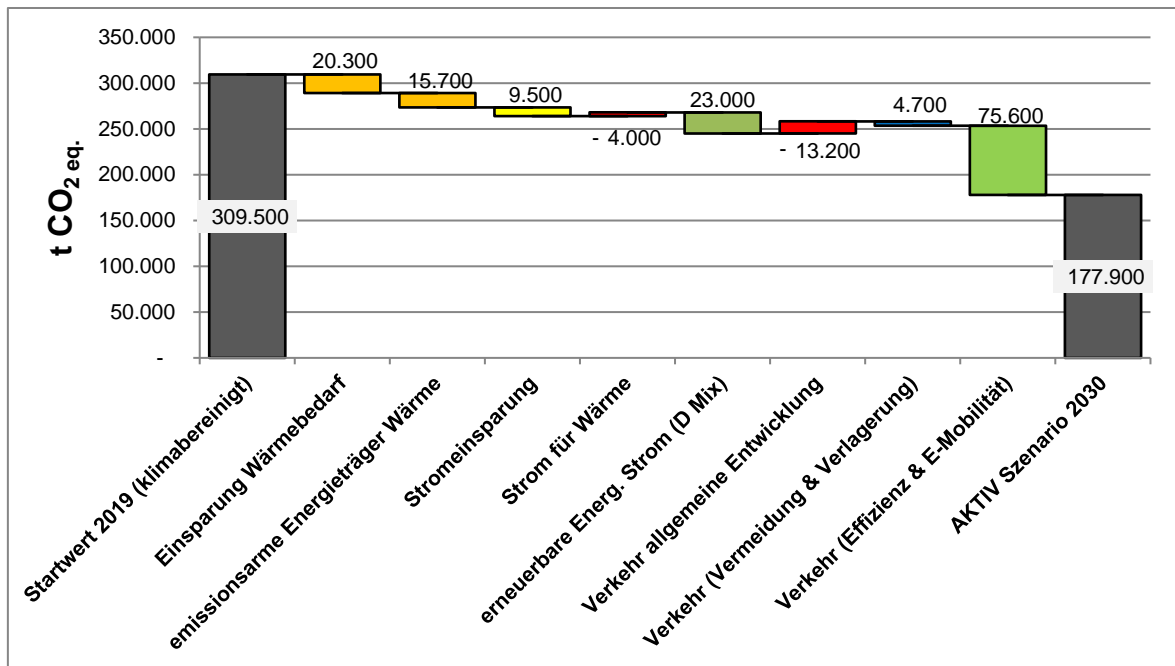


Abbildung 41 Szenarien zur Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen im Szenario AKTIV für die Stadt Pfungstadt

Insgesamt werden die Treibhausgas-Emissionen im AKTIV-Szenario bis zum Jahr 2030 auf 177.900 t CO₂eq reduziert. Das entspricht einer Reduktion um 42,5 % gegenüber 2019. Die Pro-Kopf-Emissionen werden im AKTIV- Szenario von aktuell 12,3 t CO₂eq je Einwohner auf 7,1 t CO₂eq / EW reduziert. Im Vergleich zum Jahr 1990 beträgt die Reduktion im AKTIV-Szenario etwa 54 % und entspricht damit den Zielen der Bundesregierung.

Die Abbildung 42 und Abbildung 43 zeigen die Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen in den beiden Szenarien aufgeteilt nach Verbrauchssektoren. Es wird deutlich, dass eine Reduktion in allen Sektoren stattfindet, am deutlichsten fällt diese bei der Stadt Pfungstadt (relativ auf den Ausgangswert bezogen) (50 %), sowie im Wirtschaftssektor (40 %) und den Haushalten (38 %) aus. Neben der Energieeinsparung und der Energieeffizienz leisten hier die erneuerbaren Energien sowohl im Wärme- als auch im Strombereich einen wichtigen Beitrag. Die Einsparungen im Verkehrssektor sind etwas geringer.

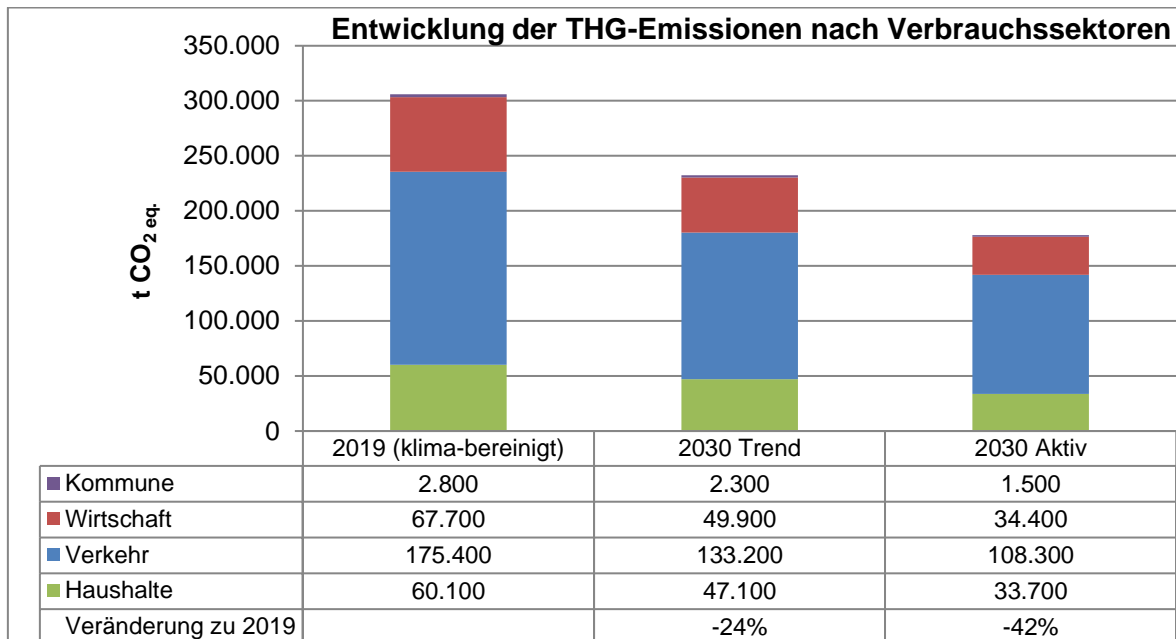


Abbildung 42 Entwicklung der Treibhausgas Emission nach Verbrauchssektoren in den Szenarien 2030

Für das AKTIV-Szenario im Jahr 2045 reduzieren sich die Treibhausgas-Emissionen um 81 % gegenüber 2019. Den größten Anteil dabei hat der Verkehr mit 88 % Einsparung, danach folgen die Haushalte mit 69 % Einsparung und die Stadt Pfungstadt und Wirtschaft mit jeweils circa 25 %.

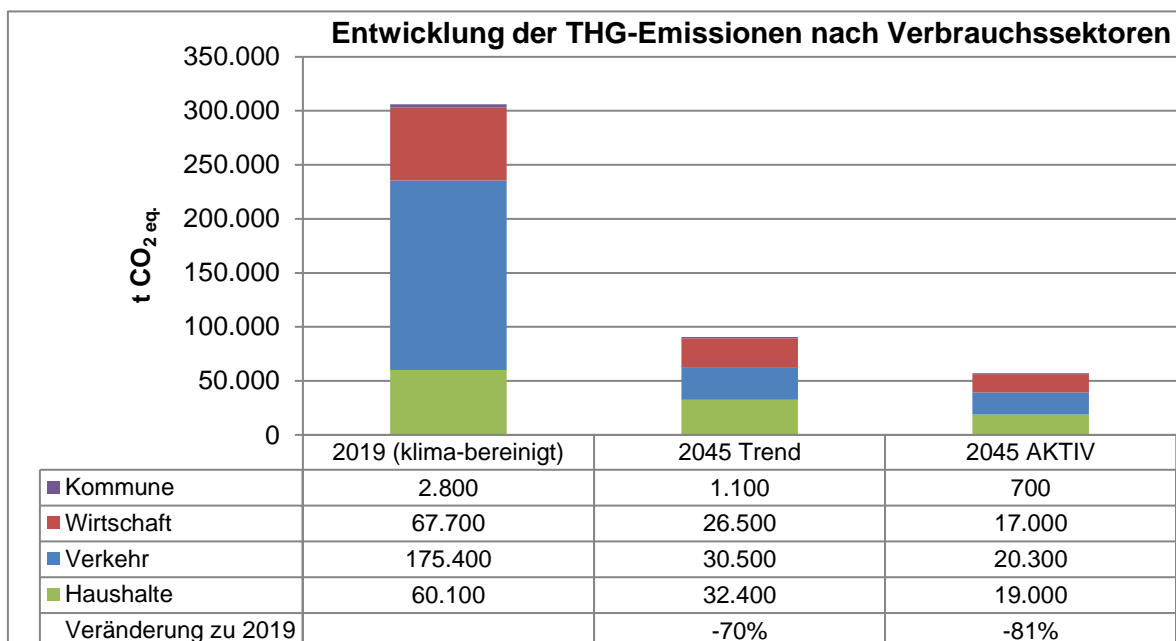


Abbildung 43 Entwicklung der Treibhausgas Emission nach Verbrauchssektoren in den Szenarien 2045

4.5. Beitrag der lokalen Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zur Minderung der Treibhausgas-Emissionen

Wie zuvor erläutert, erfolgt die Treibhausgas-Bilanzierung des Stromverbrauchs gemäß den Regeln der BSKO-Methodik auf Basis des bundesweiten Strommixes, da der Großteil der Erneuerbaren-Energien-Anlagen ins Netz einspeist und nicht festgestellt werden kann, welcher Anteil davon tatsächlich vor Ort verbraucht wird.

Dennoch ist die Treibhausgas-Vermeidung der Stromerzeugung vor Ort eine wichtige Kenngröße bei der Bewertung von Klimaschutzaktivitäten. Daher wird in diesem Absatz dargestellt, welchen Beitrag die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Stadt Pfungstadt zur Treibhausgas-Reduktion leistet.

Als Vermeidungsfaktor wird hierfür vereinfachend der aktuelle bundesweite Strommix angesetzt. Die spezifischen Emissionsfaktoren werden aus der „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger“ des Umweltbundesamtes genommen (UBA 2018). Die Ergebnisse finden sich in Abbildung 44.

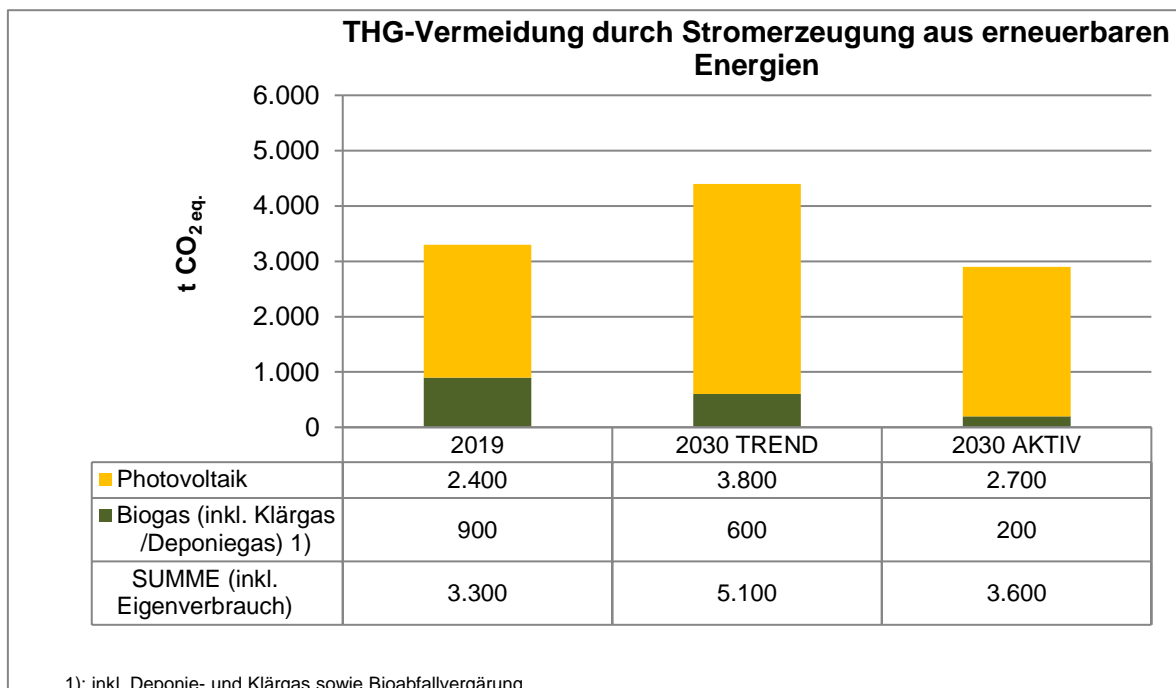


Abbildung 44 Szenarien zur Treibhausgas-Vermeidung durch die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in der Stadt Pfungstadt

Im TREND-Szenario für das Jahr 2030 kann der Beitrag der PV-Stromerzeugung zur Vermeidung von Treibhausgas-Emissionen von aktuell circa 2.400 t auf 3.800 t CO₂eq. gesteigert werden, wohingegen im AKTIV-Szenario bis zum Jahr 2030 eine Steigerung auf 2.700 t CO₂eq. möglich ist. Dabei sind die sinkenden spezifischen Treibhausgas-

Emissionsfaktoren des bundesweiten Strommixes bereits eingerechnet. Da unterstellt wird, dass im AKTIV-Szenario stärkere Anstrengungen als bisher unternommen werden, sinkt die Vermeidung, trotz vermehrter PV-Stromerzeugung, da der angenommene bundesweite Strommix einen geringeren Treibhausgas-Faktor aufweist.

Sehr gut kann man diesen Effekt am Biogas erkennen. Es wird unterstellt, dass die Stromerzeugung gleich bleibt, jedoch sinkt die Treibhausgas-Vermeidung, da die Differenz zwischen den Treibhausgas-Faktoren sinkt.

5 Energie- und klimapolitische Ziele

In diesem Kapitel werden auf Grundlage der vorhergehenden Potenzial- und Szenarienanalysen Klimaschutzziele für die Stadt Pfungstadt vorgeschlagen (siehe Kapitel 5.2). Zur Einordnung werden zunächst die bundes- und landespolitischen Zielsetzungen, sowie die Ziele in der Region (Landkreis) erläutert.

5.1. Ziele auf Ebene des Bundes, des Landes und der Region

Bundesrepublik Deutschland – Energiekonzept

Die Bundesregierung hat in ihrem Energiekonzept (BMWI 2010) sowie in den darauf aufbauenden Gesetzen, Verordnungen und Aktionsprogrammen die folgenden energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des Bundes formuliert (DBR 2010). Die Tabelle zeigt auf, dass das globale Ziel der Erreichung der Klimaneutralität bis 2045 durch die beiden Handlungsstränge **Energieeffizienz** und **Erneuerbare Energien** erreicht werden soll.

Tabelle 8 Energie- und klimapolitische Ziele der Bundesregierung

	2020	2030	2040	2045
Treibhausgase				
Minderung der Treibhausgas-Emissionen (bezogen auf das Jahr 1990)	-40%	-65%	-88%	-100%
Energieeffizienz (2008, Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 18.08.2021 noch nicht ausgelegt)				
Steigerung der Energieproduktivität (Verhältnis von Wirtschaftsleistung zu Endenergieverbrauch) auf 2,1% p. a.				
Verringerung des Primärenergieverbrauchs (PEV)	-20%			-50%
Minderung des Stromverbrauchs (Endenergie)	-10%			-25%
Reduzierung des Wärmebedarfs von Gebäuden ¹⁾	-20%			-80%
Minderung des Endenergieverbrauchs Verkehr ²⁾	-10%			-40%
Energieeffizienz (2008, Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 18.08.2021 noch nicht ausgelegt)				
Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Stromverbrauch	35%	50%	65%	80%
Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Endenergieverbrauch	18%	30%	45%	60%
Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte	14% ³⁾	<i>circa</i> 30% ⁴⁾		<i>circa</i> 55% ⁴⁾
¹⁾ Steigerung der energetischen Sanierungsrate von 1% auf 2% pro Jahr ; Zielwert 2050: Primärenergiebedarf ²⁾ bezogen auf 2005 ³⁾ EEWärmeG ⁴⁾ BMU Leitstudie 2012; Szenario 2011A				

Das Zielsystem der Bundesregierung ist sowohl zeitlich als auch bezogen auf Verbrauchszwecke teilweise sehr differenziert. Bezogen auf den Handlungsstrang

„erneuerbare Energien“ soll im Jahr 2030 der Anteil der erneuerbaren Energien am Brutto-Stromverbrauch 50 % und der Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme und Kälte circa 30 % betragen (vgl. Tabelle 8).

Bundesrepublik Deutschland – Klimaschutzplan

Im Koalitionsvertrag für die 18. Legislaturperiode der Bundesregierung wurde vereinbart, einen Klimaschutzplan 2050 vorzulegen, der das bestehende deutsche Klimaschutzziel 2050 und die vereinbarten Zwischenziele im Lichte der Ergebnisse der Klimakonferenz von Paris konkretisiert und mit Maßnahmen unterlegt. Das Bundeskabinett hat den Klimaschutzplan 2050 am 14.11.2016 verabschiedet (BMU 2016a).

Neben Leitbildern und transformativen Pfaden als Orientierung für alle Handlungsfelder bis 2050 gibt der Klimaschutzplan konkrete Meilensteine und Ziele für alle Sektoren bis zum Jahr 2030 vor. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle 9 zusammengefasst.

Weiterhin wurde am 24.06.2021 die Novelle für das Klimaschutzgesetz verabschiedet, welche die bisherigen Minderungsziele der Bundesregierung nochmal deutlich senkt und eine Treibhausgasneutralität bereits für das Jahr 2045 festlegt. Änderungen aus dem Klimaschutzgesetz vom 24.6.2021 sind noch nicht ausgelegt.

Tabelle 9 Treibhausgas Minderungsziele der Novelle des Klimaschutzgesetzes vom 24.06.2021

Sektoren	THG Emissionen (Mio. Tonnen CO ₂ -Äq.)		
	1990	2030	Reduzierung (%)
Energiewirtschaft	466	108	-77%
Industrie	283	118	-58%
Verkehr	163	85	-48%
Gebäude	209	67	-68%
Landwirtschaft	88	56	-36%
Abfallwirtschaft + Sonstige	39	4	-90%
Summe Gesamt	1248	438	-65%

Es wird deutlich, dass die größten Minderungen im Bereich der Gebäude und der Energiewirtschaft erfolgen sollen („Sonstige“ ausgeklammert). Darauf folgen die Bereiche Industrie und Verkehr, die Minderungsziele in der Landwirtschaft sind am geringsten.

Land Hessen

Die energie- und klimapolitischen Zielsetzungen des Landes Hessen orientieren sich im Wesentlichen an den Zielsetzungen des Bundes. Im Rahmen des Energiegipfel 2011 sind folgende Ziele definiert worden (Energiegipfel 2011):

- Deckung des Endenergieverbrauchs in Hessen (Strom und Wärme) möglichst zu 100 % aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050,
- Steigerung der Energieeffizienz und Realisierung von Energieeinsparungen,
- Ausbau der Energieinfrastruktur zur Sicherstellung der jederzeitigen Verfügbarkeit – so dezentral wie möglich und so zentral wie nötig,
- Steigerung der gesellschaftlichen Akzeptanz der energiepolitisch notwendigen Schritte in der Zukunft.

Im Hessischen Energiezukunftsgesetz vom 21.11.2012 werden darauf aufbauend folgende Ziele des Gesetzes definiert (HEZG 2012):

- Deckung des Endenergieverbrauchs von Strom und Wärme möglichst zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen bis zum Jahr 2050,
- Anhebung der jährlichen energetischen Sanierungsquote im Gebäudebestand auf mindestens 2,5 bis 3 %.

Bis 2045 soll der gesamte in Hessen verbrauchten Strom und Wärme durch erneuerbare Energien gedeckt werden. (Wirt.Hess. 2022)

Im Mai 2015 hat die hessische Landesregierung beschlossen, dass in Hessen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zum Jahr 1990

- bis 2020 um 30 %,
- bis 2025 um 40 %,
- bis 2050 um 90 %.

gesenkt werden sollen. Damit soll Hessen bis 2050 klimaneutral sein (HMUELV 2017).

Die Änderungen im Klimaschutzgesetz vom 24.6.2021 sind noch nicht ausgelegt.

5.2. Vorschlag für Klimaschutzziele der Stadt Pfungstadt

Ein Kernpunkt des Integrierten Klimaschutzkonzeptes ist die Festlegung von konkreten und messbaren Zielen. Diese sind einerseits als Maßgabe für Entscheidungen von Politik und Verwaltung wichtig. Andererseits bieten sie eine wesentliche Grundlage für eine Erfolgskontrolle in der Umsetzungsphase des Konzeptes.

Dabei ist es wichtig, dass für die Stadt Pfungstadt spezifische Zielsetzungen formuliert werden, die die Rahmenbedingungen und Möglichkeiten der Stadt Pfungstadt reflektieren. Das betrifft insbesondere das Thema erneuerbare Energien. Die Potenzialanalyse hat gezeigt, dass die Voraussetzungen für die Nutzung erneuerbarer Energien in Stadt Pfungstadt sehr eingeschränkt sind. Umso wichtiger sind daher Einspar- und Effizienzmaßnahmen, um den Energieverbrauch zukünftig zu senken.

Vor dem Hintergrund der Potenzialanalysen und aufbauend auf den Annahmen des AKTIV-Szenarios werden die folgenden energie- und klimapolitischen Ziele für die Stadt Pfungstadt vorgeschlagen:

1. **Bis zum Jahr 2045** strebt die Stadt Pfungstadt die **Treibhausgasneutralität** an und setzt damit das übergeordnete bundespolitische Klimaschutzziel auf kommunaler Ebene um. Ziel ist eine Reduktion der CO₂-Emissionen pro Einwohner auf ein auch langfristig verträgliches Maß von maximal 2,0 bis 2,5 t CO₂ je Einwohner und Jahr.
2. Um diesen langfristigen Weg zu konkretisieren, werden **bis zum Jahr 2030** folgende **Zwischenziele** gesetzt (Basisjahr jeweils 2019), die sich am AKTIV-Szenario orientieren:
 - Reduktion der CO₂-Emissionen um mindestens 35 %,
 - Senkung des Endenergieverbrauchs:
 - für Wärme um mindestens 20 %,
 - Strom um mindestens 25 %.
 - Ziel für die bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs durch erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung im Jahr 2030: 30 %,
 - Ziel für die Deckung des Wärmeverbrauchs durch erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung: 15 %,
 - Ersatz von Ölheizungen durch Erdgas und Biomasse, sowie andere erneuerbare Energien (Reduktion des Heizölverbrauchs für Wärmeanwendungen bis zum Jahr 2030 um 45 %).

Damit sowohl die regionale Wirtschaft, als auch die Einwohner*innen der Stadt Pfungstadt und die Stadt selbst von diesen Aktivitäten profitieren können, sollen bei der Umsetzung von Projekten soweit möglich regionale Trägerschaften angestrebt und Beteiligungsmöglichkeiten für Bürgerinnen und Bürger ermöglicht werden.

Werden die o.g. Ziele durch entsprechende Maßnahmen umgesetzt, leistet die Stadt Pfungstadt - entsprechend ihrer strukturellen und natürlichen Voraussetzungen - einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz in Deutschland. Sie liegt damit auf dem Zielpfad, mit dem langfristig (bis 2045) die Klimaneutralität erreicht werden kann.

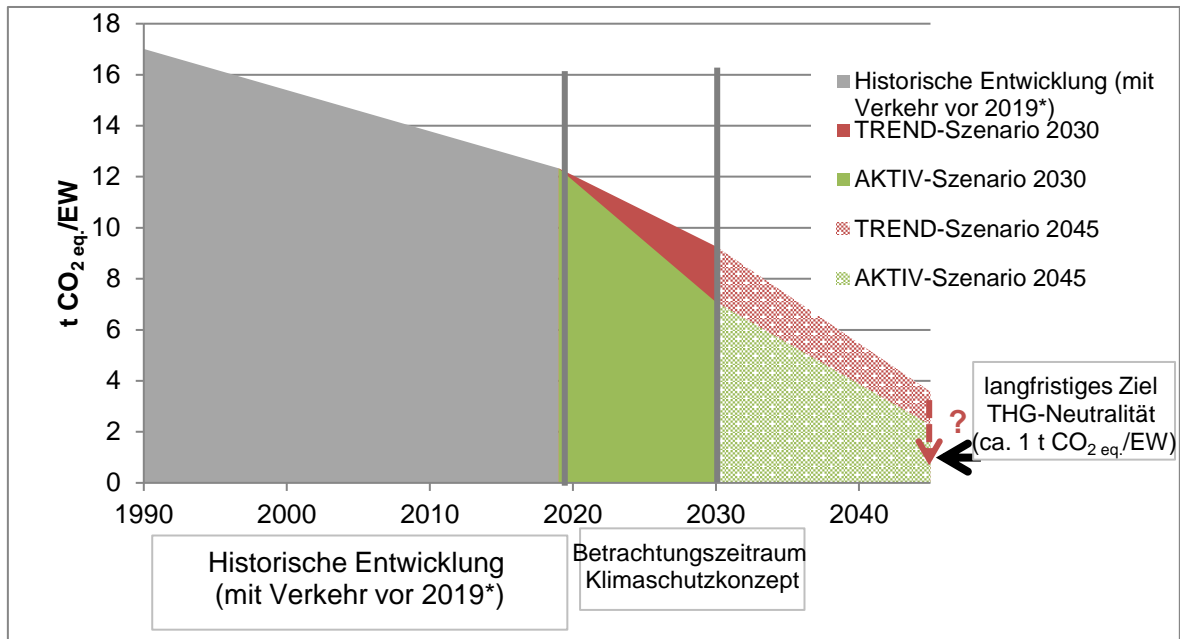


Abbildung 45 Stadt Pfungstadt auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität

*Mobilität ausgehend von 2010 einbezogen

Aus der obigen Abbildung wird aber auch deutlich, dass ein „weiter so wie bisher“ nicht ausreichen wird, um die Ziele der Bundesregierung und der Europäischen Union zu erreichen. Eine Fortschreibung des Trends führt zu spezifischen Emissionen, die weit über den im Sinne einer Klimaneutralität verträglichen Größe liegen.

6 Vorschläge für die Organisation des Umsetzungsprozesses / Verstetigung

Die Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes in der Stadt Pfungstadt kann nur dann erfolgreich sein, wenn viele Akteure in den verschiedenen Handlungsfeldern aktiv daran mitwirken. Die Stadt Pfungstadt kann dabei in vielen Fällen nur initiierend, informierend und beratend oder unterstützend wirken, die Umsetzung der Maßnahmen selbst müssen hingegen oft durch Dritte erfolgen. Daher wird es eine wesentliche Aufgabe der Politik und Verwaltung sein, das Thema „Energie- und Wärmewende, klimafreundliche Mobilität und Klimaschutz“ dauerhaft präsent zu halten und die relevanten Akteure zu motivieren, zu beraten und die Aktivitäten zu koordinieren.

Damit dies langfristig gewährleistet werden kann, muss das Thema Klimaschutz sowohl organisatorisch als auch institutionell verankert werden. Zum Gelingen gehört auch die Ausstattung mit ausreichenden personellen und finanziellen Mitteln. Im Maßnahmenkatalog wurde daher der Vorschlag entwickelt, ein zentrales Klimaschutzmanagement zu installieren.

Dies ist im Rahmen der BMU Klimaschutzinitiative förderfähig (bei integrierten Konzepten bis zu 3 Jahre Grundfinanzierung, ggf. 2 Jahre Verlängerung). Voraussetzung für die Förderfähigkeit ist ein zur Umsetzung beschlossenes Integriertes Klimaschutzkonzept.

Eine weitere formelle Voraussetzung für die Förderung von Stellen für das Klimaschutzmanagement ist der Beschluss zum Aufbau eines kontinuierlichen Klimaschutz-Controllings. Der Aufbau eines Klimaschutz-Controllings und die regelmäßige Berichterstattung in den städtischen Gremien ist daher ein weiteres Element der Verstetigungsstrategie.

Für die Umsetzung des Konzeptes kann einmalig die Schaffung einer oder mehrerer Stellen für Klimaschutzmanagement beantragt werden. Dem Klimaschutzmanagement kämen insbesondere folgende Aufgaben zu:

- Schnittstellenfunktion zwischen Bürger, Politik und Verwaltung,
- Koordinierung der Energie- und Klimaschutzaktivitäten,
- Einbindung weiterer Akteure / Netzwerkarbeit / Schnittstellenfunktion zwischen Stadt und Kreis sowie sonstigen regionalen und überregionalen Akteuren (für die Themen, die sich aus der Umsetzung des IKSK ergeben),
- Fachliche Betreuung der Gremien (für die Themen, die sich aus der Umsetzung des IKSK ergeben),
- Begleitung und Koordination der Aktivitäten Dritter, Förderung von Netzwerken,
- Fortentwicklung des Maßnahmenkatalogs,
- Eruiierung von Finanzquellen und Akquisition von Fördermitteln,
- Zentrale Anlaufstelle für Bürgerinnen und Bürger und Unternehmen im Bereich Energie und Klimaschutz,

Stand: 31.5.2022

- Erstberatung der Akteure zu Fördermittelquellen im Bereich Energie / Klimaschutz / Mobilität (in Zusammenarbeit / Abstimmung mit dem Rhein-Main-Kreis),
- Öffentlichkeitsarbeit zum Klimaschutz / Ausgestaltung und Durchführung von Klimaschutzaktionen,
- Aufbau Klimaschutz-Controllings,
- Herausgabe eines jährlichen Energie- und Klimaschutzberichts.

Für die Umsetzung der Maßnahmevorschläge, die nicht im Aufgabenbereich des Klimaschutzmanagements liegen, ist darüber hinaus eine Bereitstellung personeller Kapazitäten erforderlich. Soweit diese nach Lage der Dinge nicht mit dem vorhandenen Personal in der Verwaltung abgedeckt werden können, wird darauf in den Steckbriefen der prioritären Maßnahmen hingewiesen.

Eine mögliche Struktur für den Umsetzungsprozess zeigt Abbildung 46. Wie die Abbildung verdeutlicht, kommt dem Klimaschutzmanagement eine zentrale Rolle zu. Aufgabe von Klimaschutzmanager*in und Verwaltung ist es, beratungsintensive Maßnahmen (z.B. Informations- und Öffentlichkeitsarbeit, etc.) umzusetzen und damit Dritte, also v.a. Bürger und Unternehmen, zur Umsetzung von konkreten Klimaschutzmaßnahmen und -projekten zu motivieren.

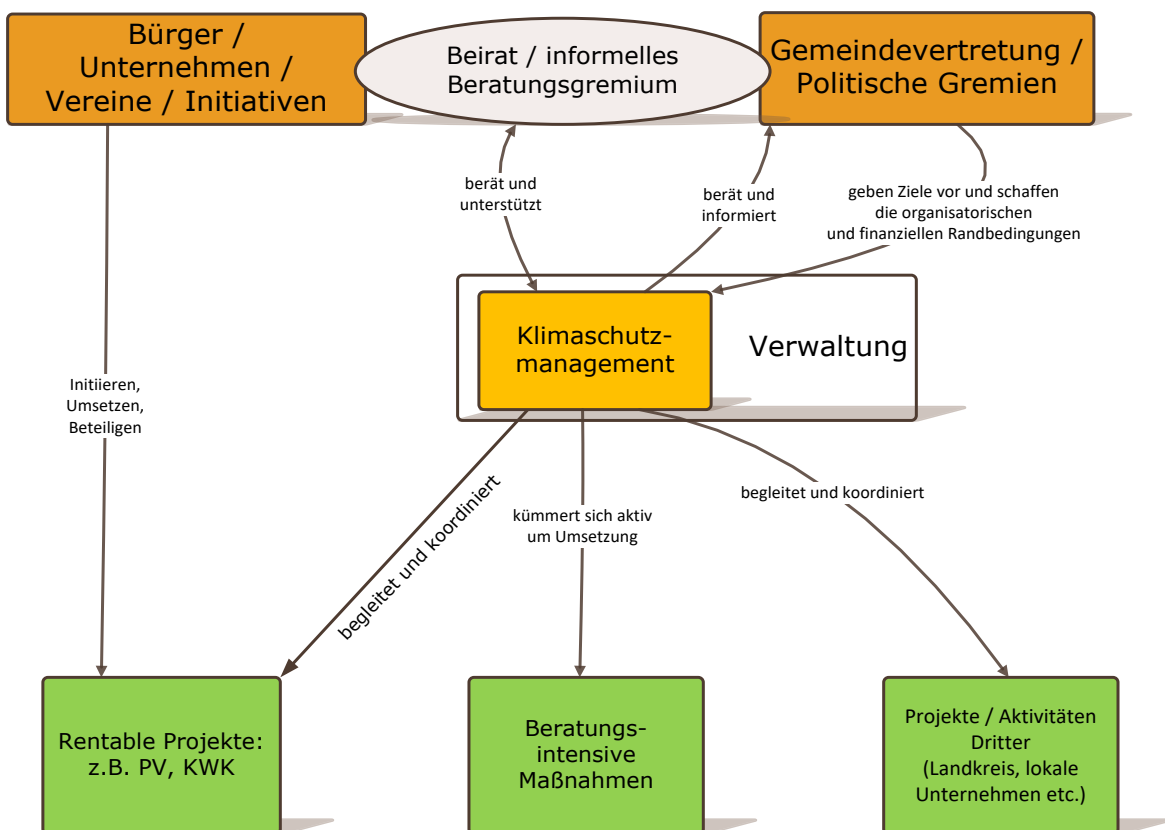


Abbildung 46 Strukturvorschlag für den Umsetzungsprozess

Die Gesamtheit der Bürgerinnen und Bürger sowie der Unternehmen in der Stadt Pfungstadt ist bei der Betrachtung nicht zu vergessen. Nur wenn Bürgerinnen und Bürger engagiert Klimaschutzmaßnahmen umsetzen, und wenn Unternehmen energie- und klimaeffizient arbeiten, können die angestrebten Ziele erreicht werden.

7 Maßnahmenkatalog

7.1. Methodische Vorbemerkungen

Die Stadt Pfungstadt steht mit ihren Anstrengungen im Klimaschutz nicht am Anfang. In den vergangenen Jahren wurden bereits einige konkrete Klimaschutzmaßnahmen umgesetzt, u.a.:

- Konkretisierung von Ladestationen für E-Mobilität,
- Errichtung von Solaranlagen auf kommunalen Dächern,
- Energetische Sanierung kommunaler Gebäude.

Die Klimaschutzziele können aber nur dann erreicht werden, wenn aktiv auf allen Handlungsebenen dafür weitergearbeitet wird. Der Politik und der Verwaltung kommen dabei wichtige Rollen zu, ihr direkter Einfluss auf die Emissionen ist aber relativ gering. Entscheidend für die Zielerreichung ist es daher, dass es gelingt, möglichst viele Bürger*innen ebenso wie private Unternehmen dazu zu motivieren, Maßnahmen im Sinne des Klimaschutzes umzusetzen. Nur gemeinsam mit allen Beteiligten kann der Ausstoß der Treibhausgas-Emissionen wirksam gesenkt werden.

Daher wurde für das Integrierte Klimaschutzkonzept ein umfangreicher Maßnahmenkatalog unter Berücksichtigung unterschiedlicher Zielgruppen und Handlungsfelder erarbeitet. Als Grundlage dienten die Ergebnisse der Energie- und Treibhausgas-Bilanz sowie der Potenzialanalysen, da diese aufzeigen, wo Handlungsbedarf besteht.

Zu den Themen Energiewirtschaft, Verkehrs- und Mobilitätsmanagement, Planen und Bauen sowie Bildung, wurden vertiefende Gespräche mit der Verwaltung der Stadt Pfungstadt geführt.

Alle erarbeiteten Maßnahmen sowie relevante laufende Aktivitäten finden sich in der Maßnahmenammlung im Anhang 2.1 des vorliegenden Konzeptes.

Inhaltlich ist der Maßnahmenkatalog in sechs Handlungsfelder unterteilt, wovon vier themenspezifische Bereiche abdecken und zwei als übergeordnete Bereiche einen Rahmen setzen. Die folgende Abbildung 47 zeigt die Struktur des Maßnahmenkatalogs.

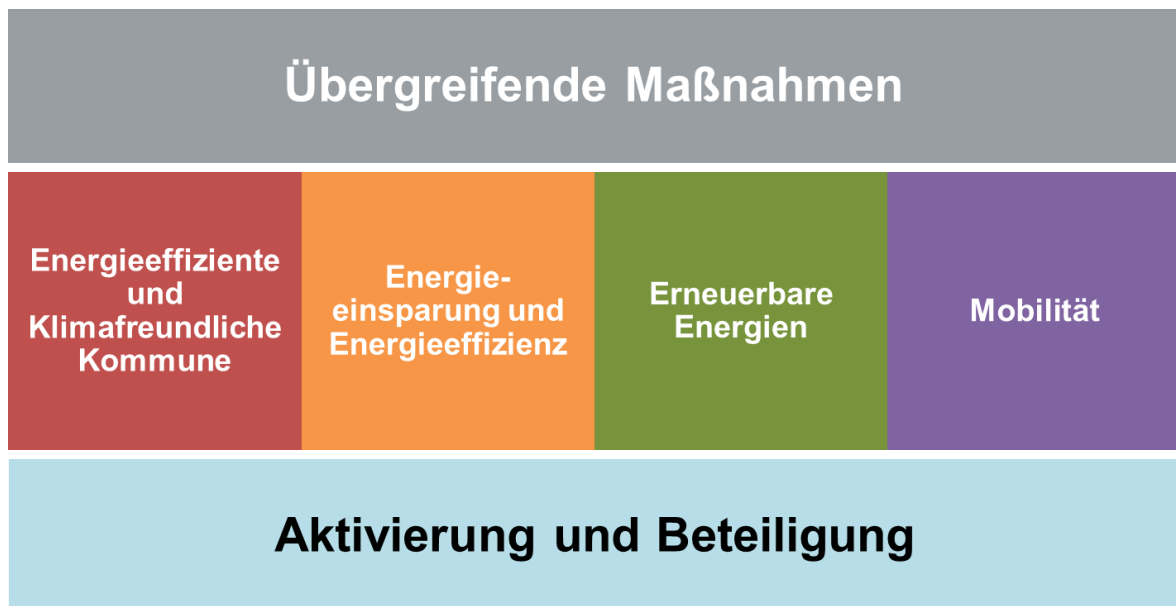


Abbildung 47 Struktur des Maßnahmenkatalogs

Ausgehend von dieser Maßnahmensammlung mit Beschreibung der Maßnahmen und grober Benennung der Akteure wurde eine Bewertung und Priorisierung durchgeführt. Alle in der Maßnahmensammlung beschriebenen Maßnahmen sind wichtig für die Erreichung der Klimaschutzziele. Es können jedoch nicht alle Projekte gleichzeitig angegangen werden, einige sind zudem augenscheinlich dringender als andere. Daher wurde eine Bewertung und Priorisierung für die einzelnen Maßnahmen unter Berücksichtigung folgender Bewertungskriterien bzw. Fragen angewandt:

Bedeutung für den Klimaschutz in Stadt Pfungstadt

- Ist die Maßnahme eine notwendige Voraussetzung für andere Maßnahmen?
- Zeigt die Maßnahme schnelle Ergebnisse bzw. ermöglicht die Maßnahme die effiziente Erschließung von Reduktionspotenzialen?
- Übt die Maßnahme eine erkennbare Signalwirkung aus oder werden mit der Maßnahme Multiplikatoren erreicht?
- Passt die Maßnahme in besonderer Weise zum Selbstbild der Stadt?

Umsetzbarkeit der Maßnahmen

- Ist die Maßnahme nicht komplex, da bspw. nur wenige Akteure beteiligt sind?
- Sind keine politischen / administrativen Barrieren oder Widerstände wichtiger Akteursgruppen zu erwarten?
- Ist der logistische / finanzielle Aufwand gering?
- Gibt es bereits erkennbare Aktivitäten / Akteure für die Umsetzung?

Die Maßnahmen mit höchster Priorität werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).

7.2. Kurzübersicht des Maßnahmenkatalogs

In den folgenden Tabellen findet sich eine Kurzübersicht aller vorgeschlagenen Maßnahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes. Neben den sechs Handlungsfeldern und der spezifischen Strategie bzw. des Handlungsansatzes, dem Maßnahmentitel und der Maßnahmennummer enthält die Tabelle die Ergebnisse der Bewertung und Priorisierung

Prioritäre Maßnahmen werden wie folgt kenntlich gemacht:


Aktivität	Symbol
Prioritäre Maßnahme	

Abbildung 48 Legende zu Bewertung und Priorisierung

Insgesamt werden 52 Maßnahmen vorgeschlagen, von denen 31 als Maßnahmen der höchsten Prioritätsstufe eingestuft sind. Eine Übersicht aller 52 Maßnahmen findet sich in den folgenden Kapiteln.

In Anhang 2.1 sind die Maßnahmen beschrieben. Die Maßnahmen mit Priorität 1 (🟢) werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt (siehe dazu Anhang 2.2).


7.2.1 Handlungsfeld: Übergreifende Maßnahmen (ÜM)

Das Handlungsfeld „Übergreifende Maßnahmen (ÜM)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen





- Leitbild und Ziele,
- Verstetigung / Controlling,
- Stadtplanung und Stadtentwicklung / Konzepte,
- Partner / Netzwerke.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.




**Tabelle 10 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM);
Maßnahmengruppe: Leitbild und Ziele**

HANDLUNGSFELD: ÜBERGREIFENDE MAßNAHMEN (ÜM)		
Maßnahmengruppe: Leitbild und Ziele		
ÜM-1	Energie- und klimapolitisches Leitbild und Ziele fortentwickeln und beschließen	

**Tabelle 11 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM);
Maßnahmengruppe: Verstetigung / Controlling**

HANDLUNGSFELD: ÜBERGREIFENDE MAßNAHMEN (ÜM)		
Maßnahmengruppe: Verstetigung / Controlling		
ÜM-2	Schaffung von Strukturen in Politik und Verwaltung	
ÜM-3	Klimaschutzmanagement zur Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes	
ÜM-4	Einführung eines Klimaschutz-Controllings	
ÜM-5	Bereithaltung von Plänen und Maßnahmen für schnelle Förderanträge	

**Tabelle 12 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM);
Maßnahmengruppe: Stadtplanung und Stadtentwicklung / Konzepte**

HANDLUNGSFELD: ÜBERGREIFENDE MAßNAHMEN (ÜM)		
Maßnahmengruppe: Stadtplanung und Stadtentwicklung / Konzepte		
ÜM-6	Klimaanpassungskonzept / Vertiefungen aus der Grobstudie Klimaanpassungskonzept sowie Umsetzung der Maßnahmen	
ÜM-7	Förderung von Erneuerbarer Energien und Maßnahmen zu Energieeffizienz für den Klimaschutz auf Ebene der Bauleitplanung	
ÜM-8	Sanierungsmanagement: Konzepte zur integrierten Wärme- und Stromversorgung auf Quartiersebene unter Gesichtspunkten des Klimaschutzes und der Energieeffizienz (Wärme/Kälte, Strom, Mobilität) /	

**Tabelle 13 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (ÜM);
Maßnahmengruppe: Partner / Netzwerke**

HANDLUNGSFELD: ÜBERGREIFENDE MAßNAHMEN (ÜM)		
Maßnahmengruppe: Partner / Netzwerke		
ÜM-9	Regelmäßige Vernetzungstreffen auf Steuerungs- und Arbeitsebene zwischen Kreis und den Kommunen	
ÜM-10	Aufbau "Dialog mit dem Handwerk"	

Die Maßnahmen mit Priorität 1 (📌) werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).

7.2.2 Handlungsfeld: Energieeffiziente und klimafreundliche Kommune (K)

Das Handlungsfeld „Energieeffiziente und klimafreundliche Kommune (K)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen

- Kommunales Energiemanagement,
- Mobilität der Verwaltung,
- Vorbildfunktion.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.

**Tabelle 14 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (K);
Maßnahmengruppe: Kommunales Energiemanagement**


HANDLUNGSFELD: ENERGIEEFFIZIENTE UND KLIMAFREUNDLICHE KOMMUNE (K)		
Maßnahmengruppe: Kommunales Energiemanagement		
K-1	Erarbeitung klimapolitischer Ziele und Leitlinien für die kommunalen Liegenschaften	📌
K-2	Etablierung eines kommunales Energiemanagements	📌
K-3	Fortführung der energetischen Sanierung kommunaler Gebäude unterstützt durch Aufstellung und Beschluss eines mehrjährigen Modernisierungsfahrplan	📌
K-4	Energieoptimierung siedlungswasserwirtschaftlicher Anlagen	


**Tabelle 15 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (K);
Maßnahmengruppe: Mobilität der Verwaltung**

HANDLUNGSFELD: ENERGIEEFFIZIENTE UND KLIMAFREUNDLICHE KOMMUNE (K)		
Maßnahmengruppe: Mobilität der Verwaltung		
K-5	Umsetzung des Konzeptes zur Nahmobilität	📌

HANDLUNGSFELD: ENERGIEEFFIZIENTE UND KLIMAFREUNDLICHE KOMMUNE (K)		
K-6	Fahrrad-Abstell- & Lademöglichkeiten in der Stadtverwaltung schaffen / ausbauen	

Tabelle 16 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (K);
Maßnahmengruppe: Vorbildfunktion

HANDLUNGSFELD: ENERGIEEFFIZIENTE UND KLIMAFREUNDLICHE KOMMUNE (K)		
Maßnahmengruppe: Vorbildfunktion stärken		
K-7	Durchführung von klimafreundlichen Leuchtturmprojekten	
K-8	Bereits durchgeführte Maßnahmen sichtbar / erlebbar machen	

Die Maßnahmen mit Priorität 1 () werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).


7.2.3 Handlungsfeld: Energieeinsparung und Energieeffizienz

Das Handlungsfeld „Energieeinsparung und Energieeffizienz“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen



- Beratungsangebote,
- Initiativen,
- Modellprojekte.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.

**Tabelle 17 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW);
Maßnahmengruppe: Beratungsangebote**

HANDLUNGSFELD: ENERGIEEINSPARUNG UND ENERGIEEFFIZIENZ (EFF)		
Maßnahmengruppe: Beratungsangebote		
Eff-1	Förderung und Ausbau einer niederschweligen Erstberatung zu Energie- und Klimaschutzthemen z.B. kommunale Energieberatung, Werbung für Beratungsangebote	
Eff-2	Zielgerichtete Energieberatung beim Eigentümerwechsel (private Wohngebäude)	
Eff-3	Umsetzung einer aufsuchenden Vor-Ort-Energie-Beratung für Wohngebäudeeigentümer	

**Tabelle 18 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW);
Maßnahmengruppe: Initiativen**

HANDLUNGSFELD: ENERGIEEINSPARUNG UND ENERGIEEFFIZIENZ (EFF)		
Maßnahmengruppe: Initiativen		
Eff-4	Kampagnen zum Thema „Geld und Energiesparen durch optimierte Heizungsanlagen“	
Eff-5	Effizienzmaßnahmen und Erneuerbare Energien bei Wohnungsbaugesellschaften	
Eff-6	Fortführung: Energieeffizienz in Gewerbe, Handel und Dienstleistung	
Eff-7	Öffentlichkeitskampagne zum Stromsparen	

**Tabelle 19 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (KW);
Maßnahmengruppe: Modellprojekte**

HANDLUNGSFELD: ENERGIEEINSPARUNG UND ENERGIEEFFIZIENZ (EFF)		
Maßnahmengruppe: Modellprojekte		
Eff-8	"Modellprojekte: "Energieeffiziente Neubaugebiete Wohnen" z.B. Projekte zur klimafreundlichen Flächenentwicklung sowie "Energieeffiziente Gewerbegebiete"	

Die Maßnahmen mit Priorität 1 (📌) werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).

7.2.4 Handlungsfeld: Erneuerbare Energien (EE)

Das Handlungsfeld „Erneuerbare Energien (EE)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen

- Ausbau Solarenergie,
- Biomassepotenziale nutzen,
- Nutzung von KWK,
- Wasserkraft.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen

Tabelle 20 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe Ausbau Solarenergie

HANDLUNGSFELD: ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)		
Maßnahmengruppe: Ausbau Solarenergie		
EE-1	Installation von PV-Anlagen auf großen Dächern	📌
EE-2	Prüfung der Umsetzbarkeit von Freiflächen-PV-Anlagen / Agri PV	
EE-3	Bewerbung Solarkataster	📌
EE-4	Initiative "PV auf privaten Einfamilienhäusern, im Mietwohnungsbau und bei Wohnungseigentum" initiieren	📌


Tabelle 21 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe Biomassepotenziale nutzen


HANDLUNGSFELD: ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)		
Maßnahmengruppe: Biomassepotenziale nutzen		
Eff-5	Unterstützung des Landkreises beim Aufbau eines Verwertungs- und Logistiksystems für Straßenbegleitgrün, Baum- und Grünschnitt	

Tabelle 22 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe Kraft-Wärme-Kopplung

HANDLUNGSFELD: ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)		
Maßnahmengruppe: Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung		
Eff-6	Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und KWK bei öffentlichen Gebäuden und Wohnungsunternehmen	

Tabelle 23 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (EE); Maßnahmengruppe Wasserkraft

HANDLUNGSFELD: ERNEUERBARE ENERGIEN (EE)		
Maßnahmengruppe: Wasserkraft		
Eff-7	Konzeptstudie "Wasserkraft auf der Modau" zur Überprüfung der Wirtschaftlichkeit und realistischen Bewertung in Abstimmungen zu Belangen der Gewässerökologie	

Die Maßnahmen mit Priorität 1 () werden jeweils in einem Maßnahmen-Steckbrief ausführlich dargestellt und konkretisiert (siehe dazu Anhang 2.2).


7.2.5 Maßnahmengruppe: Mobilität (MO)

Das Handlungsfeld „Mobilität (MO)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen




- Fußverkehr stärken,
- Radverkehr stärken,
- Klimafreundliche Mobilität fördern,
- Mobilitätskonzepte und Mobilitätsmanagement.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.

**Tabelle 24 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);
Maßnahmengruppe: Fußverkehr stärken**

HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT		
Maßnahmengruppe: Fußverkehr stärken		
MO-1	Erreichbarkeitsanalyse Fußverkehr durchführen	
MO-2	Fußverkehrssicherheit erhöhen	

**Tabelle 25 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);
Maßnahmengruppe: Nahmobilität: Radverkehr stärken**

HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT		
Maßnahmengruppe: Radverkehr stärken		
MO-3	Erstellung des Radwegekonzeptes mit Vernetzung der einzelnen Stadteile	
MO-4	Zielgruppenspezifische Fahrrad-Angebote ausbauen	
MO-5	Flächendeckend moderne Fahrradabstellplätze im öffentlichen Raum anbieten	

**Tabelle 26 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO);
Maßnahmengruppe: Klimafreundliche Mobilität fördern**


HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT		
Maßnahmengruppe: Klimafreundliche Mobilität fördern		
MO-6	Kommune als "Anker-Nutzer" beim Carsharing	
MO-7	Kommunalen Fuhrpark auf emissionsarme Fahrzeuge umstellen	
MO-8	Zu klimafreundlicher Mobilität informieren und Marketing betreiben	

Tabelle 27 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (MO); Maßnahmengruppe: Mobilitätskonzepte und Mobilitätsmanagement

HANDLUNGSFELD: MOBILITÄT		
Maßnahmengruppe: Mobilitätskonzepte und Mobilitätsmanagement		
MO-9	Bessere Vernetzung umweltverträglicher Verkehrsmittel umsetzen	
MO-10	Lademöglichkeiten zielgruppenspezifisch ausbauen	
MO-11	Erstellung des Mobilitätskonzepts (Innenstadt) in Verbindung mit E-Mobilität	

7.2.6 Maßnahmengruppe: Aktivierung und Beteiligung (AB)

Das Handlungsfeld „Aktivierung und Beteiligung (AB)“ ist weiter untergliedert in die Maßnahmengruppen

- Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit,
- Klimabildung stärken und fortentwickeln,
- Klimaschutz in Kirchen und Vereinen.

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die vorgeschlagenen Maßnahmen in den jeweiligen Maßnahmengruppen.


Tabelle 28 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB); Maßnahmengruppe: Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit

HANDLUNGSFELD: AKTIVIERUNG UND BETEILIGUNG		
Maßnahmengruppe: Kommunikation / Öffentlichkeitsarbeit		
AB-1	Konkretisierung der Kommunikationsstrategie für die Umsetzung der Klimaschutzaktivitäten	
AB-2	Organisation von Fachvorträgen und Informationsveranstaltungen zu Energie- und Klimaschutzthemen	
AB-3	Erstellung eines Infopakets für Neubürger zu Themen wie Energie- und Klimaschutzaktivitäten, Beratungsangeboten etc.	
AB-4	Durchführung von Wärmebildspaziergängen in der Kommune zur Sensibilisierung der Bürgerinnen und Bürger für das Thema energetische Gebäudesanierung	
AB-5	Teilnahme an bundesweiten und landesweiten Aktionen im Themenfeld Energie und Klimaschutz (z.B. Woche der Sonne, Stadtradeln etc.)	
AB-6	Aufbau von Medienpartnerschaften	

**Tabelle 29 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB);
Maßnahmengruppe: Klimabildung stärken und fortentwickeln**

HANDLUNGSFELD: AKTIVIERUNG UND BETEILIGUNG		
Maßnahmengruppe: Klimabildung stärken und fortentwickeln		
AB-7	Klimabildung an Schulen	





**Tabelle 30 Kurzübersicht Bewertung und Priorisierung der Maßnahmen (AB);
Maßnahmengruppe: Klimaschutz in Kirchen und Vereinen**

HANDLUNGSFELD: AKTIVIERUNG UND BETEILIGUNG		
Maßnahmengruppe: Klimaschutz in Kirchen und Vereinen		
AB-8	Anreize für Klimaschutz-Aktivitäten schaffen	

7.3. Klimaschutzfahrplan

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über den möglichen Zeithorizont und die Abfolge der laufenden Maßnahmen und der prioritären Maßnahmen. Der Balkenplan fokussiert dabei auf die nächsten vier Jahre, also das Jahr 2023 sowie die Jahre 2024 bis 2026 als angestrebten Zeitraum für die Förderung einer Stelle „Klimaschutzmanagement“.

Tabelle 31 Legende zur Abbildung 49

	Vorbereitungs-Phase
	Aktiv-Phase / Etablierung
	Umsetzungs-Phase
	Null-Phase

Stand: 31.5.2022

Nummer	Bezeichnung der Maßnahme	Umsetzung Klimaschutzkonzept												Anschlussvorhaben KSM								
		2023				2024				2025				2026				2027				
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
ÜM - 1	Energie- und klimapolitisches Leitbild und Ziele festlegen	■	■																			
ÜM - 2	Schaffung von Strukturen in Politik und Verwaltung		■	■																		
ÜM - 3	Klimaschutzmanagement zur Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzepts	■	■																			
ÜM - 4	Einführung eines Klimaschutz-Controllings			■	■	■																
ÜM - 5	Bereithaltung von Plänen und Maßnahmen für schnelle Förderanträge		■	■																		
ÜM - 6	Klimaanpassungskonzept sowie Umsetzung der Maßnahmen	■	■	■	■	■	■															
ÜM - 7	Förderung von Erneuerbarer Energien und Maßnahmen zu Energieeffizienz für den Klimaschutz auf Ebene der Bauleitplanung																					
ÜM - 8	Sanierungsmanagement: Konzepte zur integrierten Wärme- und Stromversorgung auf Quartiersebene unter Gesichtspunkten des Klimaschutzes und Energieeffizienz (Wärme/Kälte, Strom, Mobilität) / Sanierungsmanagement																					
ÜM - 9	Regelmäßige Vernetzungstreffen auf Steuerungs- und Arbeitsebene zwischen Kreis und den Kommunen	■	■																			
ÜM - 10	Aufbau "Dialog mit dem Handwerk"					■	■															
K - 1	Erarbeitung klimapolitischer Ziele und Leitlinien für die kommunalen Liegenschaften			■	■	■	■															
K - 2	Etablierung eines kommunales Energiemanagements	■	■																			
K - 3	Fortführung der energetischen Sanierung kommunaler Gebäude unterstützt durch Aufstellung und Beschluss eines mehrjährigen Modernisierungsfahrplan			■	■	■	■															
K - 4	Energieoptimierung siedlungswasserwirtschaftlicher Anlagen									■	■											
K - 5	Umsetzung des Konzeptes zur Nahmobilität									■	■											
K - 6	Fahrrad-Abstell- & Lademöglichkeiten in der Stadtverwaltung schaffen / ausbauen																					
K - 7	Durchführung von klimafreundlichen Leuchtturmprojekten	■	■	■	■																	
K - 8	Bereits durchgeführte Maßnahmen sichtbar / erlebbar machen												■	■								
Eff - 1	Förderung und Ausbau einer niederschweligen Erstberatung zu Energie- und Klimaschutzthemen (z.B. kommunale Energieberatung, Werbung für Beratungsangebote)							■	■													
Eff - 2	Zielgerichtete Energieberatung beim Eigentümerwechsel (private Wohngebäude)									■	■											
Eff - 3	Umsetzung einer aufsuchenden Vor-Ort-Energie-Beratung für Wohngebäudeeigentümer																					
Eff - 4	Kampagnen zum Thema „Geld und Energiesparen durch optimierte Heizungsanlagen“				■	■				■	■			■	■			■	■			■
Eff - 5	Effizienzmaßnahmen und Erneuerbare Energien bei Wohnungsbaugesellschaften									■	■											
Eff - 6	Fortführung: Energieeffizienz in Gewerbe, Handel und Dienstleistung																					
Eff - 7	Öffentlichkeitskampagne zum Stromsparen																					
Eff - 8	Modellprojekte: "Energieeffiziente Neubaugebiete Wohnen" z.B. Projekte zur klimafreundlichen Flächenentwicklung sowie "Energieeffiziente Gewerbegebiete"																					
EE - 1	Installation von PV-Anlagen auf großen Dächern																					
EE - 2	Prüfung der Umsetzbarkeit von Freiflächen-PV-Anlagen / Agri PV		■	■																		
EE - 3	Fortführung Bewerbung Solarkataster		■	■																		
EE - 4	Initiative "PV auf privaten Einfamilienhäusern, im Mietwohnungsbau und bei Wohnungseigentum" initiieren																					
EE - 5	Unterstützung des Landkreises beim Aufbau eines Verwertungs- und Logistiksystems für Straßenbegleitgrün, Baum- und Grünschnitt auf Basis																					
EE - 6	Verstärkte Nutzung erneuerbarer Energien und KWK bei öffentlichen Gebäuden und Wohnungsunternehmen																					
EE - 7	Konzeptstudie "Wasserkraft auf der Modau" zur Überprüfung der Wirtschaftlichkeit und realistischen Bewertung																					

Abbildung 49 Klimaschutzfahrplan für die Stadt Pfungstadt Teil 1

Stand: 31.5.2022

Nummer	Bezeichnung der Maßnahme	Umsetzung Klimaschutzkonzept												Anschlussvorhaben KSM							
		2023				2024				2025				2026				2027			
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
MO - 1	Erreichbarkeitsanalyse Fußverkehr durchführen																				
MO - 2	Fußverkehrssicherheit erhöhen																				
MO - 3	Radwegekonzeptes mit Vernetzung der einzelnen Stadteile und Umsetzung																				
MO - 4	Zielgruppenspezifische Fahrrad-Angebote ausbauen																				
MO - 5	Flächendeckend moderne Fahrradabstellplätze im öffentlichen Raum anbieten																				
MO - 6	Kommune als "Anker-Nutzer" beim Carsharing																				
MO - 7	Kommunalen Fuhrpark auf emissionsarme Fahrzeuge umstellen																				
MO - 8	Zu klimafreundlicher Mobilität informieren und Marketing betreiben																				
MO - 9	Bessere Vernetzung umweltverträglicher Verkehrsmittel umsetzen																				
MO - 10	Lademöglichkeiten zielgruppenspezifisch ausbauen																				
MO - 11	Erstellung des Mobilitätskonzepts (Innenstadt) in Verbindung mit E-Mobilität																				
AB - 1	Konkretisierung und Umsetzung einer Kommunikationsstrategie für die Begleitung der Klimaschutzaktivitäten																				
AB - 2	Organisation von Fachvorträgen und Informationsveranstaltungen zu Energie- und Klimaschutzthemen																				
AB - 3	Erstellung eines Infopakets für Neubürger zu Themen wie Energie- und Klimaschutzaktivitäten, Beratungsangeboten etc.																				
AB - 4	Durchführung von Wärmebildspaziergängen in den Kommune zur Sensibilisierung der Bürgerinnen und Bürger für das Thema energetische Gebäudesanierung																				
AB - 5	Teilnahme an bundesweiten und landesweiten Aktionen im Themenfeld Energie und Klimaschutz (z.B. Woche der Sonne, Stadtradeln etc.)																				
AB - 6	Aufbau von Medienpartnerschaften																				
AB - 7	Klimabildung an Schulen																				
AB - 8	Anreize für Klimaschutz-Aktivitäten schaffen																				

Abbildung 50 Klimaschutzfahrplan für die Stadt Pfungstadt Teil 2

8 Controlling- und Monitoringkonzept

Mit dem Controlling- und Monitoringkonzept soll künftig überprüft werden, ob die Ziele des Integrierten Klimaschutzkonzeptes erreicht und in welchem Umfang die Maßnahmen des Konzeptes umgesetzt werden. Dazu wird ein praxistaugliches Controllingkonzept benötigt, das mit verhältnismäßig geringem Aufwand integrierbar ist, so dass es tatsächlich regelmäßig durchgeführt werden kann. Weiterhin sind die Zuständigkeiten klar zu definieren, damit jeder Akteur seine Aufgaben kennt und das Controlling damit wirksam umgesetzt werden kann. Die zentralen Fragen sind:

- Läuft der übergeordnete Umsetzungs- und Beteiligungsprozess?
- Werden die vereinbarten Einzelmaßnahmen umgesetzt?
- Welche Ergebnisse werden erzielt?

Das Controlling und die Evaluierung der Klimaschutzaktivitäten sollte in Anlehnung an die ISO 50001 (Energiemanagementsysteme) beschriebene Vorgehensweise erfolgen (Abbildung 51): Es geht dabei nicht nur um einen Soll- / Ist-Vergleich, sondern vielmehr um eine Steuerung und Koordinierung im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses.

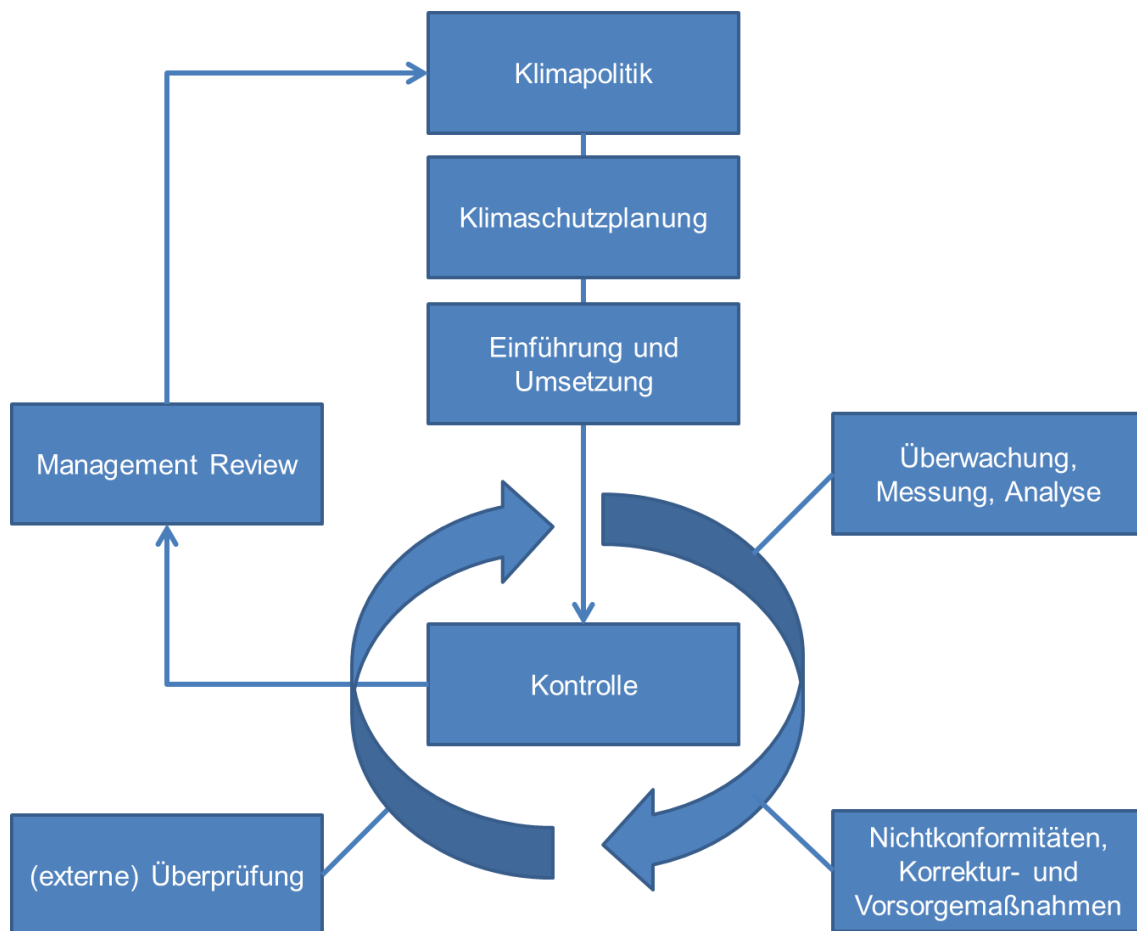


Abbildung 51 Grundzüge zum Controlling und zur Evaluierung in Anlehnung an ISO 50001 / 14001 (kontinuierlicher Verbesserungsprozess)

Grundlage der Norm ist der PDCA-Zyklus (plan / planen -> do / einführen und umsetzen -> check / überwachen, messen und analysieren -> act / korrigieren).

Die Einführung und Betreuung des Systems ist Aufgabe des Klimaschutzmanagements.

Für das Controlling des Energie- und Klimaschutzkonzeptes werden die folgenden Bestandteile empfohlen:

1. Fortschreibbare Energie- und Treibhausgas-Bilanz,
2. Indikatoren-Analyse,
3. Maßnahmen-Monitoring.

Nachfolgend werden die einzelnen Punkte erläutert.

8.1. Fortschreibbare Energie- und Treibhausgas-Bilanz

Mit Hilfe der fortschreibbaren Energie- und Treibhausgas-Bilanz können auch in Zukunft, nach Fertigstellung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes, die Entwicklung der Energieverbräuche, der Energieerzeugung sowie der Treibhausgas-Emissionen in der Stadt Pfungstadt analysiert werden. Das ist insbesondere deshalb wichtig, damit regelmäßig ein Gesamtüberblick über die klimarelevanten Faktoren dargestellt und die Erreichung der gesetzten Ziele überprüft werden kann.

Um diese Aufgabe mit vertretbarem Aufwand umsetzen zu können, wurde die Energie- und Treibhausgas-Bilanz mit dem Programm EcoRegion erstellt, welches eine fortlaufende Aktualisierung der Eingangsdaten ermöglicht und die Ergebnisse entsprechend fort schreibt.

Es wird empfohlen, die Energie- und Treibhausgas-Bilanz etwa alle drei Jahre zu aktualisieren. Die Ergebnisse der Fortschreibung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz sollten öffentlichkeitswirksam dargestellt werden, z.B. in Form einer Informationsveranstaltung und entsprechenden Mitteilungen in der lokalen Presse, auf der Homepage und dem Amtsblatt.

8.2. Indikatoren-Analyse

Aufbauend auf der Fortschreibung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz soll eine Indikatoren-Analyse durchgeführt werden, die aufzeigt, wie die Entwicklung in verschiedenen Bereichen vorangeht.

Für die Auswahl geeigneter Indikatoren wird der sechste Monitoring-Bericht zur Energiewende des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie herangezogen (BMWi 2018). Dieser führt eine umfangreiche Liste von Indikatoren für das Monitoring der bundesweiten Energiewende. Aus dieser Liste wurden diejenigen Indikatoren ausgewählt, die für die Stadt Pfungstadt relevant sind (siehe Tabelle 32). Ausgehend vom aktuellen Stand kann zukünftig anhand der Indikatoren die Entwicklung in der Kommune abgebildet werden.

Tabelle 32 Indikatoren für das Monitoring des Integrierten Klimaschutzkonzeptes

Nr. Indikator
Strukturdaten
1. Einwohnerzahl
2. Erwerbstätigenzahl insgesamt und je Einwohner
3. Flächennutzung
4. Bestand an Fahrzeugen nach Fahrzeugklassen insgesamt und je Einwohner
5. Bestand an Kraft-Fahrzeugen ohne Verbrennungsmotor
6. Wohnfläche insgesamt und je Einwohner
Energieeffizienz
7. Endenergieverbrauch nach Energieträgern
8. Endenergieverbrauch nach Verbrauchssektoren
9. Endenergieverbrauch nach Anwendungsart
10. Spezifischer Endenergieverbrauch je Einwohner nach Verbrauchssektoren
Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung
11. Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung nach Technologien
12. Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien und KWK (nach Erzeugungsart / Energieträger)
13. Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch Wärme und Strom gesamt
14. Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch
15. Anteil erneuerbarer Energien am Wärmeverbrauch
16. Anteil Kraft-Wärme-Kopplung am Strom- und Wärmeverbrauch
Treibhausgasemissionen
17. THG-Emissionen insgesamt und je Einwohner
18. THG-Emissionen je Verbrauchssektor
19. Vermiedene THG-Emissionen durch Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

8.3. Maßnahmen-Controlling

Das Maßnahmen-Controlling dient dazu, die Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen des Integrierten Klimaschutzkonzeptes zu überprüfen. Dabei wird jährlich analysiert, welche Maßnahmen bereits umgesetzt wurden oder sich in der Umsetzung befinden und wie erfolgreich diese waren beziehungsweise sind.

Um diesen Prozess möglichst einfach zu halten, wurde ein Musterbogen entworfen, mit dessen Hilfe die einzelnen Maßnahmen bewertet werden können (siehe Abbildung 52). Zur Bewertung einzelner Maßnahmen gibt es „harte“ Indikatoren, wie zum Beispiel die eingesparte Energiemenge oder die Anzahl von durchgeführten Informationsveranstaltungen sowie weiche Indikatoren, wie beispielsweise die Resonanz der Teilnehmer oder der Gesamteindruck aus Sicht des Veranstalters. Es ist zu beachten, dass nicht alle Indikatoren bei jeder Maßnahme angewandt werden können. So ist es zum Beispiel nicht möglich, einer Informationsveranstaltung eine direkte Auswirkung in Bezug auf die Treibhausgas-Emissionen zuzusprechen.

Bei der Planung und Umsetzung von Maßnahmen ist frühzeitig darauf zu achten, dass der Bewertungsbogen von einem Verantwortlichen auszufüllen ist. Nur wenn diese Dokumentation mit Engagement umgesetzt wird, ist ein Controlling der Maßnahmen möglich. Grundsätzlich ist das Klimaschutzmanagement für das Controlling verantwortlich.

Stand: 31.5.2022

Nummer:		Titel:	
Kurzbeschreibung der / des durchgeführten Maßnahme / Projekts:			
1	Wurde die Maßnahme bereits umgesetzt?	<input type="checkbox"/> JA	<input type="checkbox"/> NEIN
2	Falls Ja: Umsetzungszeitraum...		
2a	...bei eintägigen Veranstaltungen	am <input type="text" value="DATUM"/>	(bei Wiederholung letzter Termin)
2b	...bei längerem Umsetzungszeitraum	von <input type="text" value="DATUM"/>	bis <input type="text" value="DATUM"/>
Harte Bewertungsfaktoren (soweit zuordenbar, siehe gesonderte Zuordnungsliste)			
3	Energieeinsparung Wärme / Brennstoff	<input type="text" value="ZAHL"/>	kWh/a
3a	Welcher Brennstoff wird eingespart?	<input type="text" value="BEZEICHNUNG DES BRENNSTOFFS"/>	
4	Substitution eines Brennstoffs (z.B. Solar statt Öl)	<input type="text" value="ZAHL"/>	kWh/a
4a	Welcher Brennstoff wird substituiert?	<input type="text" value="BEZEICHNUNG DES BRENNSTOFFS"/>	
5	Energieeinsparung Strom	<input type="text" value="ZAHL"/>	kWh/a
6	(berechnete) CO2-Einsparung	<input type="text" value="ZAHL"/>	tCO2/a
7	Häufigkeit der Umsetzung	<input type="text" value="ZAHL"/>	
z.B. Anzahl Informationsveranstaltungen - bitte kurz erläutern:			
8	Anzahl Teilnehmer (bei mehreren Veranstaltungen, letzte Durchführung):	<input type="text" value="ZAHL"/>	
8a	bei mehreren Veranst.: Teilnehmer insgesamt über alle Veranstaltungen:	<input type="text" value="ZAHL"/>	
z.B. Teilnehmer Beratungsgespräche; Teilnehmer bei Infoveranstaltungen - bitte kurz erläutern:			
Weiche Bewertungsfaktoren			
9	Gesamteindruck aus Sicht des Veranstalters / Umsetzenden:		
10	Resonanz aus der Zielgruppe:		
Weitere Angaben			
11	Positiv hervorzuheben, für weitere Veranstaltungen / Maßnahmen merken:		
12	Verbesserungsvorschläge für nächste Durchführung / ähnliche Maßnahmen:		

Abbildung 52 Musterblatt für das Maßnahmen-Controlling

8.4. Ziellanpassung / Maßnahmenanpassung

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse können Maßnahmen verbessert und ergänzt werden. Zudem wird bei einer Gesamtschau der umgesetzten Maßnahmen ersichtlich, in welchen Bereichen die Stadt besonders stark ist und wo möglicherweise verstärkter Handlungsbedarf besteht.

Bei Bedarf werden Vorschläge zur Ziellanpassung sowie zur Modifizierung der Strategie erarbeitet, neue Maßnahmenvorschläge entwickelt und / oder Vorschläge zur Überarbeitung der Organisationsstrukturen gemacht.

Auch für die Ausarbeitung von Vorschlägen zur Ziellanpassung / Maßnahmenanpassung wäre das Klimaschutzmanagement zuständig.

8.5. Klimaschutzberichterstattung

Wesentliches Element des Klimaschutz-Controllings ist ein jährlicher Klimaschutzbericht. Um den Prozess zu verstetigen, wird der Klimaschutzbericht in das Themenraster der Sitzungen der zuständigen Gremien eingeplant.

Der Klimaschutzbericht soll in knapper und prägnanter Form die Aktivitäten des vergangenen Berichtszeitraums beschreiben, einen Ausblick auf die Maßnahmen der nächsten Periode geben und die Ergebnisse des Maßnahmen-Controllings sowie periodisch die Entwicklung der Energie- und Treibhausgas-Bilanz und der darauf aufbauenden Indikatoren-Analyse darstellen.

Zielgruppe des Berichts sind sowohl Entscheidungsträger der Kommune als auch die Öffentlichkeit.

9 Kommunikationsstrategie / Beteiligung / Öffentlichkeitsarbeit

9.1. Allgemeine Aufgaben der Kommunikationsstrategie, Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

Die Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts und somit die Erreichung der ambitionierten Ziele wird gemeinsam mit allen Akteuren in der Komune und ggf. auch darüber hinaus erfolgen müssen. Daher ist es notwendig, die Umsetzung des Konzepts und die einzelnen Maßnahmen in den einzelnen Handlungsfeldern durch eine schlanke, aber effektive Kommunikation, Akteursbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit zu begleiten. Die wesentlichen **Aufgaben** bestehen darin:

- Impulse zu setzen,
- Informationen bereitzustellen und
- die richtigen Akteure zusammenzubringen.

Ziel ist, dass unter Einbindung aller relevanten Fachakteure innerhalb und außerhalb der Verwaltung dauerhafte und tragfähige Rahmenbedingungen und Strukturen für eine zügige Umsetzung der Maßnahmen geschaffen werden und dass die Öffentlichkeit dazu motiviert wird, aus eigenem Interesse heraus Klimaschutzaktivitäten umzusetzen. Darüber hinaus unterstützt die Kommunikationsstrategie zudem das Marketing der ganzen Region.

Daraus ergeben sich vielfältige **Zielgruppen** für die Kommunikationsstrategie, die sich in fünf Gruppen zusammenfassen lassen:

- Kommune,
- Bildungsträger,
- Verbraucher,
- Wirtschaft.

Um die Zielgruppen adäquat erreichen zu können, sind verschiedene Maßnahmen und Aktivitäten nötig. Zum einen wurden klassische Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung entwickelt. Zum anderen wurden Maßnahmen entwickelt, die sich der übergeordneten Vernetzung und Kommunikation widmen oder auch einen starken thematischen Schwerpunkt aufweisen. Insgesamt werden im Rahmen der genannten Maßnahmen unterschiedliche Kanäle gewählt, um die Zielgruppen ansprechen zu können.

9.2 Ziele und Aufgaben der Kommunikationsstrategie,

Bei den hier prioritären Maßnahmen im Themenfeld „Kommunikation“ / „Öffentlichkeitsarbeit“ ist klar zu erkennen, dass einige Maßnahmen, abhängig sind vom Rollenspiel zwischen den beteiligten Akteuren. wie z.B. die Klimabildung an Schulen und von der Pfungstadt initiiert und umgesetzt werden müssen. Andere Maßnahmen, wie z.B. die Erstellung von Informationspaketen für Neubürger können nur bei den Kommunen umgesetzt werden, da diese den direkten Zugriff zu Neubürgern über die Einwohnermeldeämter haben.

Vor diesem Hintergrund wurden bei allen Maßnahmen des integrierten Klimaschutzkonzepts die Verantwortlichkeiten im Hinblick auf

- Initiierung, Koordination und / oder Unterstützung der Maßnahme,
- Umsetzung der Maßnahme,
- Mitwirkung bei der Umsetzung bzw.
- Gesamtverantwortung (= Initiierung und Umsetzung)

definiert.

Im Zuge der konkreten Umsetzung der Maßnahmen zur Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung sind weitere Bausteine einer Öffentlichkeitsarbeit sowie eines Klimaschutz-Marketings auszuarbeiten und umzusetzen. Eine Grundlage dazu bietet die vorliegende Kommunikationsstrategie. In der folgenden Abbildung sind die grundsätzlich vorgeschlagenen Instrumente und Zielgruppen für Kommunikation, Beteiligung und Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen der Umsetzung des Integrierten Klimaschutzkonzeptes für die Stadt Pfungstadt dargestellt.

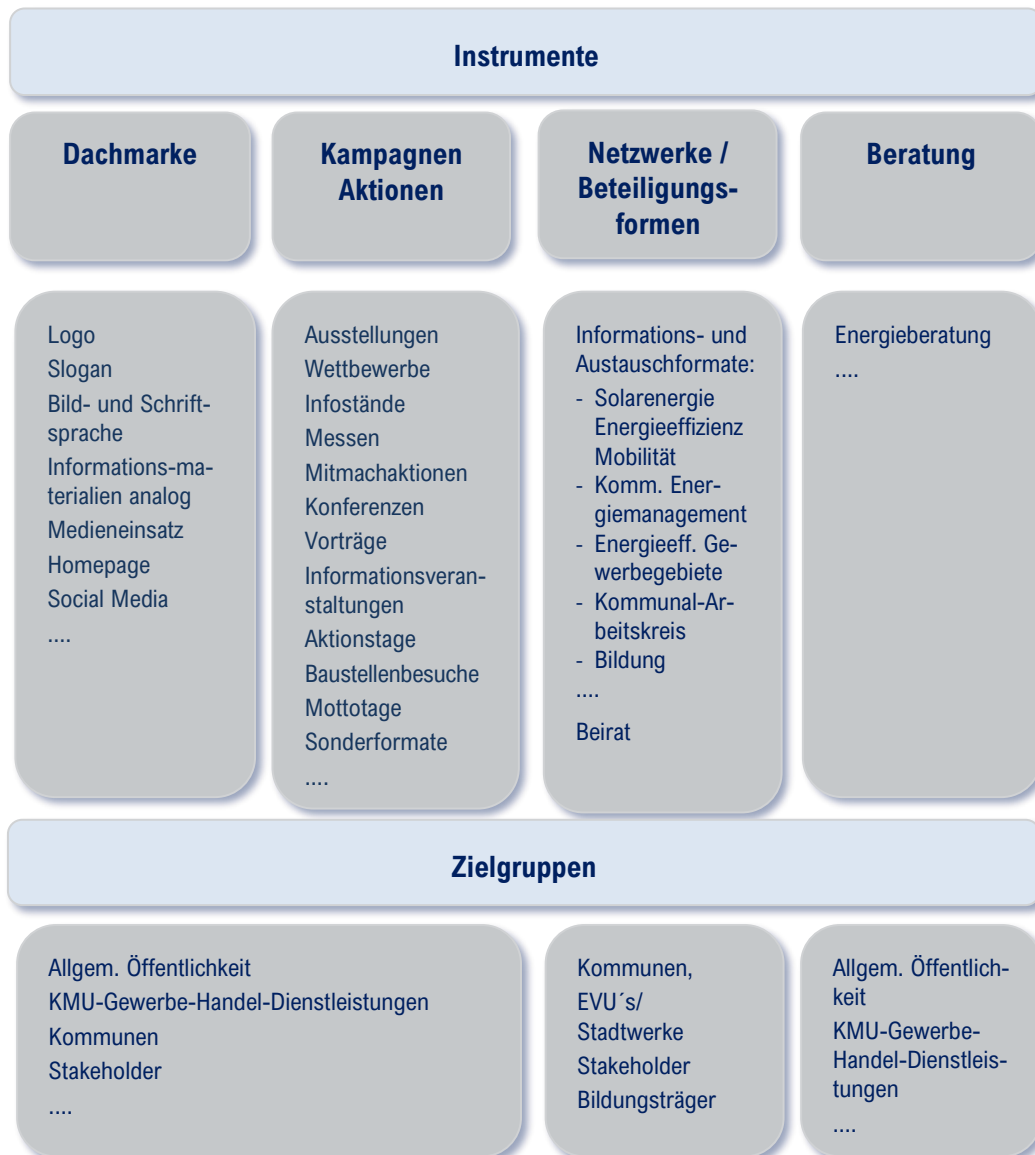


Abbildung 53 Instrumente und Zielgruppen für Kommunikation, Beteiligung und Öffentlichkeitsarbeit

9.3 Akteure im Beteiligungsprozess

Bereits bestehende Aktivitäten und Institutionen sollten soweit möglich in die Strategie einbezogen werden. Abbildung 53 zeigt diese Zuordnung für das Themenfeld „Beteiligungskonzept“. Somit wird auf einen Blick ersichtlich, welche Akteure bei der Umsetzung der Maßnahmen gefordert sind.

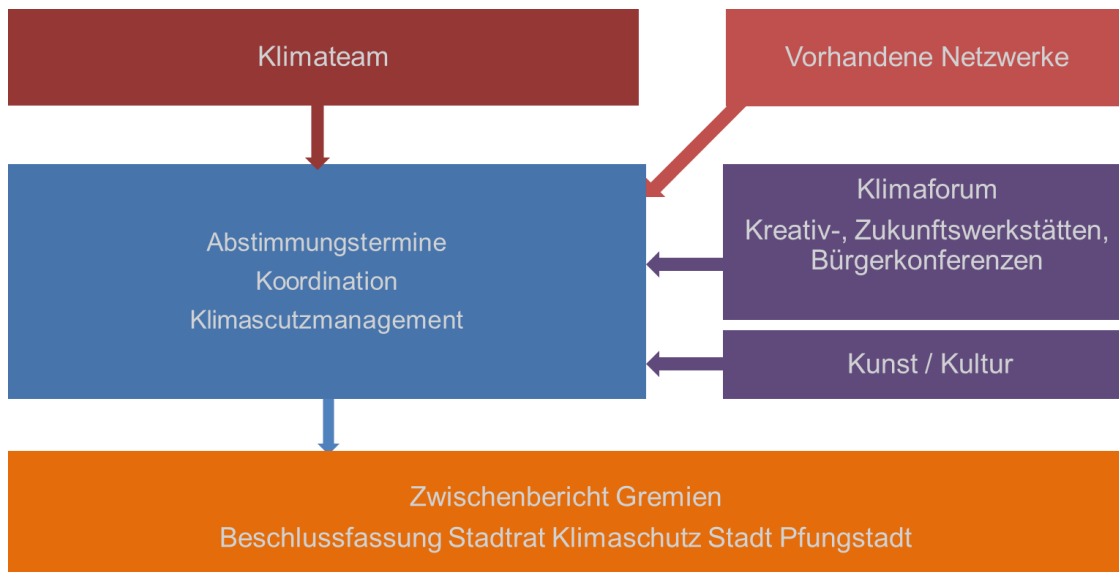


Abbildung 54 Zuordnung der Verantwortlichkeiten für die Umsetzung der Maßnahmen im Bereich Öffentlichkeitsarbeit, Aktivierung und Beteiligung

9.3.1 Durchführung des Beteiligungsprozess für Verwaltung als Klima Team

Die Verwaltung hat vielfältige Möglichkeiten den Klimaschutz zu unterstützen und im eigenen Einflussbereich klimafreundlich zu agieren. So ist ein erster Baustein die Verwaltung selbst, denn sie kommt damit ihrer Vorbildfunktion nach, alle relevanten Möglichkeiten zur Energieeinsparung, zur regenerativen Energieproduktion und Treibhausgas-Reduzierung in ihrem direkten Wirkungskreis auszuschöpfen. In den Handlungsfeldern „Kommunale Liegenschaften“, „Anlagen“ und „Mobilität“ können mit dem heutigen Wissen sowie den sich abzeichnenden technischen Entwicklungen und Tendenzen ein hoher Prozentsatz an Treibhausgas-Emissionen und Endenergie eingespart werden.

Ein weiterer wichtiger Baustein liegt in den Klimawandelfolgenmaßnahmen und den damit verbundenen Themenschwerpunkten:

- Bestimmung / Management von Starkregenrisiko, Hochwassergefahren (Grundlagen für kommunales Starkregenrisikomanagement, Modellierung wenn nötig).
- Management von Gefahren / Konflikten durch Dürre und Wassermangel (Trinkwassersicherung, Landwirtschaft / Bewässerung, Forst / Wälder, Gewässerökologie, Wassersensible Stadt- und Gemeindeentwicklung, Analyse und Maßnahmen zum Umgang mit Hitze, Gesundheitsfolgen-Vorsorge, der Gefahrenvorsorge/Gefahrenabwehr: Waldbrand/sonstige Brände, andere Dürrefolgen, dem Naturschutz/Vorsorge Biodiversität im Zuge von Klimawandel-Folgen).

Den daraus resultierenden Problemstellungen adäquat zu begegnen und eine effiziente Bearbeitung der Herausforderungen für Klimaschutz und Klimawandelfolgemaßnahmen zu ermöglichen, setzt eine fachbereichsübergreifende Bearbeitung voraus.

9.4. Konkrete Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit

Für die konkrete Ausgestaltung der Öffentlichkeitsarbeit wurden 47 Maßnahmen im Handlungsfeld „Aktivierung und Beteiligung“ ausgearbeitet. Hervorzuheben sind dabei die 25 Maßnahmen, die mit Priorität 1 bewertet wurden:

AB - 1: Umsetzung einer kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit

Das Thema Energie und Klimaschutz muss ständig am Laufen gehalten werden. Es ist sehr wichtig eine dauerhafte Information der Mitarbeiter aus der Verwaltung der Kommune, der Bürger*innen der Unternehmen und allen relevanten Akteuren aufrecht zu erhalten.

Die Darstellung / Veröffentlichung guter Beispiele z.B. von Gebäudesanierungen und entsprechender Einsparung (in € und/oder kWh) soll eigenes Handeln und Umsetzen bewirken. Um solche Beispiele publik zu machen, sollen themenbezogene Kampagnen durchgeführt werden (s.a. AB 7 bis AB 11).

Eine laufende Information z.B. „guter“ Beispiele oder von Leuchtturmprojekten hat zum Ziel, die z.T. sehr komplexen Thematiken zu Energieeinsparung und -effizienz mit Hilfe konkreter Projekte den Bürger*innen zu veranschaulichen. Die Kommunen selbst haben die Möglichkeit, eigene Projekte vorzustellen oder Projekte von Bürgern*innen zu honorieren (Energiesparwettbewerbe o.ä.) bzw. publik zu machen oder zu bewerben (Nachahmungseffekt).

AB - 3: Informationspaket(e) für Neubürger

Durch die gezielte Ansprache von Neubürgern sollen themenspezifische Angebote insbesondere

- zur Information und Beratung,
- zu speziellen Dienstleistungen / Dienstleistern,
- zum Mobilitätsangebot

in der Kommune bekannt gemacht und beworben werden.

Hierbei können auch die Aktivitäten von z.B. Energietisch(en), Arbeitskreisen, Energiegenossenschaften einfließen und ggf. thematisch und inhaltlich ergänzt werden. Auch Wohnungsbaugesellschaften sollen aktiv werden und neue Mieter/innen z.B. auf Beratungsangebote zur Energieeinsparung aufmerksam machen.

Die Umsetzung kann von den Einwohnermeldeämtern übernommen werden, da diese einen direkten Zugang zu den Neubürgern haben.

AB - 4: Durchführung von Wärmebildspaziergängen

Wärmebildaufnahmen von Gebäuden vermitteln anschaulich, an welchen Stellen Wärmeverluste auftreten. Im Herbst und Winter sollen daher an Aktionstagen Wärmebildspaziergänge von Häusern gemacht und damit für die energetische Gebäudesanierung sensibilisiert werden. Es geht dabei weniger um eine korrekte Analyse der etwaigen Wärmeverluste eines Gebäudes, sondern vielmehr um eine Sensibilisierung für das Thema und eine Veranschaulichung getreu dem Motto „Bilder sagen mehr als tausend Worte“.

Durch Sponsoring könnten an den Aktionstagen vergünstigte Wärmebildaufnahmen zur detaillierten Analyse einzelner Gebäude angeboten werden.

Ab - 5: Teilnahme an Aktionen im Themenfeld Energie und Klimaschutz

Durch die Mitwirkung an bundes- und landesweiten Aktionen werden die Themen Energie und Klimaschutz stärker ins Bewusstsein der Bürger*innen gerufen und es soll zum Mitmachen motiviert werden.

Dabei ist u. a. die Teilnahme an folgenden Aktionen denkbar:

- Woche der Sonne,
- Tage des Passivhauses,
- Stadtradeln,
- hessischer Tag der Nachhaltigkeit,
- 100 Kommunen für den Klimaschutz.

Ziel ist es, dass die Kommune an möglichst vielen Aktionen teilnimmt.

EE - 4 : Konzeption und Durchführung von Kampagnen

Mit der Durchführung von Kampagnen können verschiedene Themen gezielt und anschaulich ins öffentliche Bewusstsein gebracht werden und Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen aktiviert werden. Die Kampagnen sollen themenorientiert und zielgruppenspezifisch ausgerichtet werden. Dabei sind je nach Schwerpunktsetzung die übergeordneten Themenkomplexe „Energiesparen“, „Energieeffizienz“, „Erneuerbare Energien“ und „Mobilität“ zu bedienen. Konkrete Themen für einzelne Kampagnen könnten sein:

- „Geld und Energiesparen durch optimierte Heizungsanlagen“,
- „Motivation und Information zur Nutzung der Solarenergie“,
- „Förderung der Elektromobilität - PKW, E-Bikes etc.“.

Insgesamt ist die Kommunikationsstrategie bei allen Maßnahmen von der Planung über die Umsetzung und den Abschluss zu beachten und geeignete unterstützende Maßnahmen der Kommunikationsstrategie zu integrieren.

Die Kampagnen stellen eine spezielle Form der Öffentlichkeitsarbeit dar. Hier ist von Fall zu Fall zu entscheiden, wer an der jeweiligen Kampagne beteiligt werden soll. In jedem Fall ist es sinnvoll, die Kampagnen übergreifend zu planen und zu koordinieren, damit das „Rad nicht jedes Mal von neuem erfunden“ werden muss.

AB - 6: Klimabildung an Schulen und Volkshochschulen

Im Dialog mit dem Landkreis Darmstadt-Dieburg und den lokalen Akteuren soll erörtert werden, inwiefern die Themen Energie und Klimaschutz verstärkt im Unterricht behandelt werden sollen/können, und wie eine Umsetzung aussehen könnte. Beispiele hierfür sind:

- Exkursionen zu Erneuerbare-Energien-Anlagen,
- Schüler könnten energetische Befragungen im eigenen Haushalt durchführen und auswerten,
- das sog. „Energietheater“, das von der hessischen Energiespar-Aktion angeboten wird. Hier wird spielerisch die Aufmerksamkeit auf das Thema gelenkt.

Die Kommune und der Landkreis haben hierbei vor allem eine initiierende Rolle. Die Umsetzung erfolgt dann über die Schulen und weitere relevante Akteure (z.B. HESA).

9.5 Umsetzungsbegleitende Öffentlichkeitsarbeit

So sind eine Reihe von auf dem Markt vorhandene Infomaterialien, Werkzeuge für die Öffentlichkeitsarbeit und Webtools, wie sie zum Beispiel die Hessische Energiesparaktion, der BINE-Informationdienst oder die Deutsche Energieagentur in hoher Qualität anbieten, werden genutzt und auf die örtlichen Verhältnisse zugeschnitten. Wichtige Aufgaben bzw. Ziele der Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Klimaschutzkonzepts sind daher:

- Schaffung eines guten, einfachen und motivierenden Zugangs zu zielgruppenorientierten Informationen rund um energieeffizientes Bauen und Sanieren, Stromsparen im Haushalt, Energieeffizienz in Gewerbe, Handel und Dienstleistung, erneuerbare Energien und (Elektro-)Mobilität,
- kontinuierliche Pressearbeit mit dem Ziel, Energie und Klimaschutz als wichtige Themen der Kommune in den Köpfen zu verankern,
- projektbegleitende Öffentlichkeitsarbeit zur Unterstützung bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen,
- Organisation von zielgruppenspezifischen Aktionen und Veranstaltungen.

Quellenverzeichnis

- AGEB 2019 Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Hrsg.: „Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2018“, Berlin, August 2019
- BAFA 2019 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Daten des Markenreizprogramms (MAP), 2019
- BDEW 2015 Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., 2015, Studie zum Heizungsmarkt-Hessen
- BDH 2021 Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e. V (BDH): „Effiziente Systeme und erneuerbare Energien“; https://www.bdh-industrie.de/fileadmin/user_upload/ISH2021/Broschueren/BDH_Effiziente_Systeme_und_erneuerbare_Energien_2021.pdf
- BMU 2012 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Hrsg.: „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“, Berlin, 2012
- BMU 2016a Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und nukleare Sicherheit (BMU) „Klimaschutzplan 2050 Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung“, 14. November 2016
- BMU 2016b Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und nukleare Sicherheit (BMU) „Endbericht Renewability III, Optionen einer Dekarbonisierung des Verkehrssektors“, 21. November 2016
- BMWi 2010 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi): „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“, 2010
- BMWi 2017 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.: „Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland“, Berlin, Stand Februar 2017
- BMWi 2018 Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), Hrsg.: „Sechster Monitoring-Bericht zur Energiewende. Die Energie der Zukunft.“, https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/sechster-monitoring-bericht-zur-energiewende.pdf?__blob=publicationFile&v=39
- DADINA 2021 Darmstadt-Dieburger Nahverkehrsorganisation (DADINA), Linienetzpläne, <https://www.dadina.de/fahrplaene-linien/linienplaene/>, Oktober 2021
- DBR 2010 Die Bundesregierung (DBR) „Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“, 28.09.2010
- DBR 2022 Die Bundesregierung (DBR) Hrsg.: „Mehr E-Mobilität“, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/verkehr-1672896>, Stand Mai 2022

dena 2012	Deutsche Energie-Agentur (dena): „Stand-by“, Webseite der dena zum Thema Stand-By-Verluste, http://www.thema-energie.de/strom/stand-by/stand-by.html , aufgerufen im Oktober 2012
dena 2017	Deutsche Energieagentur (dena): „Initiative Energieeffizienz“, Internetseite https://www.effizienznetzwerke.org/ , aufgerufen im April 2017
EA NRW 2010	EnergieAgentur Nordrhein-Westfalen (EA NRW): „Beleuchtung – Potenziale zur Energieeinsparung“, Broschüre der EA NRW, 2010, zu beziehen unter http://www.energieagentur.nrw.de
EEG-Anl.-Stammd. 2017	Netztransparenz.de: „EEG-Anlagenstammdaten zu Jahresabrechnung 2017“, https://www.netztransparenz.de/EEG/Anlagenstammdaten , 2017
ELH 2022	Energieland.hessen.de, Nicht amtliche Karte für PV-Freiflächenanlagen (https://www.energieland.hessen.de/freiflaechensolaranlagenverordnung), Kartenanwendung: „Landwirtschaftlich benachteiligte Gebiete“, https://hessen.carto.com/u/landesplanunghessen/builder/91a99f62-bdf8-4bc7-9653-af2d280ef88c/embed ; abgerufen Mai 2022
Energiegipfel 2011	Hessischer Energiegipfel: „Abschlussbericht des Hessischen Energiegipfels vom 10. November 2011“, https://www.energieland.hessen.de/pdf/abschlussbericht_energiegipfel_2011.pdf 2011
Hessen Agentur 2020	HA Hessen Agentur GmbH: Hessisches Gemeindelexikon, Gemeindedatenblatt: Pfungstadt, Stadt, Stand: 31.12.2019, zu beziehen unter https://www.hessen-agentur.de/gemeindelexikon/
HEZG 2012	Hessische Energiezukunftsgesetz 21.11.2012
HLNUG 2021	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG):. Fachinformationssystem Grundwasser- und Trinkwasserschutz Hessen, Erdwärmennutzung, http://gruschu.hessen.de , Zugriff am 28.05.2021
HMUELV 2010	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV): Biomassepotenzialstudie Hessen – Stand und Perspektive der energetischen Biomassenutzung in Hessen, 2010
HMUELV 2014	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV):Anforderungen des Gewässerschutzes an Erdwärmesonden, veröffentlicht am 21.April 2014 im Staatsanzeiger für das Land Hessen
HMUELV 2017	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUELV):Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025, Seite 14, März 2017
HMWEVL 2017	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen (HMWEVL): Nahmobilitätsstrategie für Hessen, 2017
HMWEVW 2016	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen: „Solarkataster Hessen“, https://www.gpm-webgis-13.de/geo-app/frames/index_ext.php?gui_id=hessen_02

HMWEVW 2018	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen: Pressemitteilung zu PV-Freiflächen,30.11.2018
HSBA 2017	Hamburg School of Business Administration (HSBA), „Last-Mile-Logistics Hamburg – Innerstädtische Zustelloogistik“,Hamburg, Mai 2017
HSL 2020	Hessisches Statistisches Landesamt, Hessische Gemeindestatistik 2020
ifeu 2014	ifeu - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH: „Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland“, Heidelberg, April 2014
IFEU 2016	ifeu - Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg GmbH: „Aktualisierung „Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2035“ (TREMODO) für die Emissionsberichterstattung 2016 (Berichtsperiode 1990-2014)“, 31.01.2016
IVM 2016	Fünf Jahre Betriebliches Mobilitätsmanagement; südhessen effizient mobil; Frankfurt 2016
IWU 2007	Institut Wohnen und Umwelt: „Potentiale zur Reduzierung der THG-Emissionen bei der Wärmeversorgung von Gebäuden in Hessen bis 2012“, Darmstadt, 2007
KBA 2009-2019	Kraftfahrtbundesamt, verschiedene Jahre, Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken
KBA 2019	Kraftfahrtbundesamt, 2019, Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 01.01. 2018 (FZ 1)
KBA 2021	Kraftfahrtbundesamt, 2021, Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken, 01.04. 2021 (FZ 1)
KSG 2021	Novelle des Klimaschutzgesetz vom 18.08.2021; Erstes Gesetz zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes, August 2021
LL 2018	Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Biogasanlagen in Hessen 2018 https://llh.hessen.de/umwelt/biorohstoffnutzung/energetische-nutzung/biogaserzeugung/
MiD 2017	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, 2017,„Mobilität in Deutschland – Ergebnisbericht“
mobilesHessen	Mobiles Hessen 2020, Internetseite https://www.mobileshessen2020.de/nahmobilitaet ; aufgerufen im Juni 2019
Morcillo 2011	Morcillo, M.; „CO ₂ -Bilanzierung im Klimabündnis“, Frankfurt a.M., November 2011
NetzB 2021	Netzbetreiber, Daten zu Energieverbrauch und –einspeisung, 2021
ÖEA 2012	Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency (ÖEA); „Topprodukte“, http://www.topprodukte.at/ ; aufgerufen im Oktober 2012

Öko-Institut 2014	Öko-Institut: „eMobil 2050: Szenarien zum möglichen Beitrag des elektrischen Verkehrs zum langfristigen Klimaschutz“, Berlin, September 2014
Öko-Institut 2014a	Öko-Institut: „Konventionelle und alternative Fahrzeugtechnologien bei Pkw und schweren Nutzfahrzeugen – Potenziale zur Minderung des Energieverbrauchs bis 2050“, August 2014
Prognos 2021	Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut: „Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Studie im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität“, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, 2021
Quaschnig 2000	Volker Quaschnig: „Systemtechnik einer klimaverträglichen Elektrizitätsversorgung in Deutschland für das 21. Jahrhundert“, Fortschritts-Berichte VDI, Reihe 6, Nr. 437, VDI-Verlag Düsseldorf, 2000
RMV Plan 2014	RMV, Regionaler Nahverkehrsplan, Stand 2014, https://www.rmv.de/c/de/informationen-zum-rmv/der-rmv/aufgaben-der-rmv-gmbh/verkehrs-und-mobilitaetsplanung/regionaler-nahverkehrsplan/#c22297 ; abgerufen Juni 2019
RPD 2016	Regierungspräsidium Darmstadt, Regionalplan Südhessen – Teilplan Erneuerbare Energien, 2016
RRP 2019	Radroutenplaner Hessen 2019 (https://radroutenplaner.hessen.de/map/).
SA 2021	https://www.solaratlas.de/ , Daten zur Solarthermie, Abruf am 22.09.2021
Schabbach et al. 2014	T.Schabbach und P. Leibbrandt; „Solarthermie – Wie Sonne zu Wärme wird“, Springer Vieweg, Heidelberg 2014
STA 2011	Statistisches Bundesamt: Zensus 2011
TU Dresden 2010	Interpendenzen zw. Fahrrad- und ÖPNV-Nutzung – Analysen, Strategien und Maßnahmen einer integrierten Förderung in Städten. Endbericht des Forschungsvorhabens im Rahmen des Nationalen Radverkehrsplan
UBA 2010	Umweltbundesamt (UBA): „CO ₂ -Emissionsminderung im Verkehr in Deutschland: Mögliche Maßnahmen und ihre Minderungspotenziale“, Dessau-Roßlau, März 2010
UBA 2013	Umweltbundesamt (UBA, Hrsg.): „Potenziale des Radverkehrs für den Klimaschutz“, Ahrens, Becker et al., Dessau-Roßlau, März 2013
UBA 2016	Umweltbundesamt (UBA): „Entwicklung des Brennstoffausnutzungsgrades fossiler Kraftwerke“, Webseite des UBA: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/6_abb_entwicklung-brennstoffausnutzungsgrad_2016-06-14.pdf

UBA 2018	Umweltbundesamt (UBA): „Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger – Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2017“, Oktober 2018
UBA 2019	Umweltbundesamt (UBA): „Energiebedingte Emissionen“, https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/energiebedingte-emissionen , 2019
VIAS 2021	VIAS 2021: „Odenwaldbahn Streckennetz“, https://www.vias-online.de/?s=Pfungstadt , Abgerufen im Mai 2022
Wirt.Hess. 2022	https://wirtschaft.hessen.de/presse/land-beschleunigt-ausbau-erneuerbarer-energien , Pressemitteilung vom 11.05.22, abgerufen am 24.05.2022



INFRASTRUKTUR & UMWELT
Professor Böhm und Partner

Julius-Reiber-Straße 17
D-64293 Darmstadt
Telefon +49 (0) 61 51/81 30-0
Telefax +49 (0) 61 51/81 30-20

Niederlassung Potsdam

Gregor-Mendel-Straße 9
D-14469 Potsdam
Telefon +49 (0) 3 31/5 05 81-0
Telefax +49 (0) 3 31/5 05 81-20

E-Mail: mail@iu-info.de
Internet: www.iu-info.de